وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث اول

# تعاریــف

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش اول 1392

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | مبحث اول مقررات ملّی ساختمان ایران. تعاریف/ تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان؛[برای] وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان. |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، 1392. |
| **مشخصات ظاهری:** | 68ص. |
| **شابک:** | 978-600-301-002-4 |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - -قوانین و مقررات - - ایران. |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان. |
| **رده بندی کنگره:** | 1392 9 الف 9 الف/ KMH3402 |
| **رده بندی دیویی:** | 343/55 |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | 3196749 |

# نام کتاب: مبحث اول تعاریف

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـــاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | 3000 جلد |
| **شـــابک:** | 978-600-301-002-4 |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | 1392 |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | 30.000 ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشـور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مـدارک فنـی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده 33 قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**
**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث اول مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر شهریار افندی‌زاده | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • مهندس یعقوب آصفی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر ناصر بنیادی | عضو |
| • مهندس محسن بهرام غفاری | عضو |
| • مهندس سهیلا پاکروان | عضو |
| • دکتر شهرام دلفانی | عضو |
| • مهندس رضا شیخ انصاری | رئیس |
| • دکتر بهروز محمدکاری | عضو |
| • مهندس بهزاد معاونی | عضو |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

**مقدمه:**

مبحث اول مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان تعاریف، در قالب یکی از مجموعه مباحث مقررات ملّی ساختمان بمنظور آشنایی اولیه مهندسان و دست اندرکاران ساخت و ساز با الزامات، عناوین و بخشی از محتوی مباحث مقررات ملّی ساختمان و همچنین آشنایی با بعضی از تعاریف و اصطلاحات عمومی که در مباحث مذکور مورد استفاده قرار گرفته است، برای اولین بار در کشور تدوین شده است.

این مبحث در دو بخش ارائه می‌گردد. بخش اول به کلیات مباحث مقررات ملّی ساختمان و دامنه کاربرد آن‌ها پرداخته است و در بخش دوم، برخی از اصلاحات و تعاریفی که کاربرد آن‌ها در مجموعه مباحث مقررات ملّی ساختمان جنبه عمومیت دارد ارائه گردیده است.

در مقابل هر یک از اصطلاحات و تعاریف، شماره‌ای مشاهده می‌شود که بیانگر شماره مبحثی است که اصطلاح مورد نظر در آن مبحث، مورد استفاده قرار گرفته است. بدیهی است برای اطلاع از ضوابط فنی و اجرایی و همچنین آشنایی با تعاریف اختصاصی در هر مبحث، مراجعه به مبحث مربوطه الزامی است.

کمیته تخصصی تدوین مبحث اول مقررات ملّی ساختمان، ضمن انجام نظرخواهی‌های متعدد از صاحبنظران و اساتید فن و اعمال نظرات واصله در متن مبحث، آمادگی خود را جهت دریافت نظرات و پیشنهادات بمنظور اعمال در بازنگری مبحث و ارتقای آن اعلام میدارد.

**کمیته تخصصی مبحث اول مقررات ملّی ساختمان**

# فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| **1-1 کلیات مباحث مقررات ملّی ساختمان** | **1** |
| **1-1-1 مبحث اول: تعاریف** | **1** |
| 1-**1-2 مبحث دوم: نظامات اداری** | **1** |
| 1-**1-3 مبحث سوم: حفاظت ساختمان در مقابل حریق** | **2** |
| 1-**1-4 مبحث چهارم: الزامات عمومی ساختمان** | **4** |
| 1-**1-5 مبحث پنجم: مصالح و فرآورده‌های ساختمانی** | **5** |
| 1-**1-6 مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان** | **6** |
| 1-**1-7 مبحث هفتم: پی و پی سازی** | **7** |
| 1-**1-8 مبحث هشتم: طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی** | **8** |
| 1-**1-9 مبحث نهم : طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه** | **9** |

1-1-10 مبحث دهم : طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی 10
1-1-11 مبحث یازدهم: طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها 11
1-1-12 مبحث دوازدهم: ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا 11
1-1-13 مبحث سیزدهم: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها 12
1-1-14 مبحث چهاردهم: تأسیسات مکانیکی 13
1-1-15 مبحث پانزدهم: آسانسورها و پلکان برقی 14
1-1-16 مبحث شانزدهم: تأسیسات بهداشتی 14
1-1-17 مبحث هفدهم: لوله‌کشی گاز طبیعی 15
1-1-18 مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا 16
1-1-19 مبحث نوزدهم: صرفه جویی در مصرف انرژی 17
1-1-20 مبحث بیستم: علائم و تابلوها 18
1-1-21 مبحث بیست و یکم: پدافند غیرعامل 18

1-2 تعاریف مباحث مقررات ملّی ساختمان 21

# 1-1 کلیات مباحث مقررات ملّی ساختمان

## 1-1-1 مبحث اول: تعاریف

### 1-1-1-1 کلیات

مبحث اول مقررات ملّی ساختمان برای نخستین بار با هدف آشنایی اولیه مهندسان و بهره‌برداران با موضوعات و دامنه کاربرد و تعاریف به کار برده شده در مباحث مقررات ملّی ساختمان تدوین گردیده است.

بدیهی است اگرچه در این مبحث به برخی الزامات مقرر در مباحث یاد شده پرداخته شده است لیکن به منظور اطلاع کافی و بهره‌برداری از محتویات و کلیات هر مبحث، مراجعه به مبحث مربوطه الزامی است.

## 1-1-2 مبحث دوم: نظامات اداری

### 1-1-2-1 کلیات

مبحث دوم مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان نظامات اداری، در مجموع در جهت تنسیق امور مهندسی و خدمات مورد انتظار به منظور رفع ابهامات و مشکلاتی که در اجرای قانون وجود داشت تنظیم گردیده است، در این مبحث ابتدا به تبیین آئین‌نامه اجرائی ماده 33 قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و سپس به مجموع شیوه‌نامه‌های آئین‌نامه اجرائی مصوب پرداخته شده است و برای هر یک از عوامل مؤثر در ساخت و ساز اعم از دستگاه‌های اجرائی و عهده‌دار کنترل، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان و مراجع صدور پروانه و سایر اشخاص حقیقی و حقوقی، تکالیف روشنی تعیین گردیده است.

در مجموعه شیوه‌نامه‌ها، کلیه موارد مترتب بر طراحی، اجرا و نظارت ساختمان، متضمن عوامل اجرائی مربوطه، اشخاص حقیقی و حقوقی و دفاتر مهندسی با تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال اشخاص یادشده، تبیین گردیده است. جزئیات مربوط به دفترچه اطلاعات ساختمان و شناسنامه فنی و ملکی و برخی از شیوه‌نامه‌های مرتبط با ساخت و ساز از دیگر موضوعاتی است که در این مبحث مورد توجه واقع شده است.

### 2-2-1-1 دامنه کاربرد

انجام خدمات طراحی، اجرا و نظارت توسط اشخاص حقیقی، دفاتر مهندسی و اشخاص حقوقی، همچنین کنترل و نظارت عالیه بر انجام خدمات و نحوه ارجاع کار و حق‌الزحمه اشخاص مذکور، گزارش انجام خدمات مرحله‌ای ساختمان و صدور هرگونه مجوز و کنترل حسن خدمات در امور طراحی، اجرا و نظارت ساختمان توسط سازمان، سازمان استان، شهرداری، اداره کل راه و شهرسازی و سایر مراجع مسئول با احراز شرایط مندرج در ماده 4 قانون و در چارچوب آئین‌نامه‌های اجرائی قانون، در سطح کشور بر اساس مفاد این مبحث انجام می‌گیرد.

## 3-1-1 مبحث سوم: حفاظت ساختمان در مقابل حریق

### 1-3-1-1 کلیات

اجرای تأسیسات برقی و مکانیکی در ساختمان‌ها، استفاده از مصالح سوختنی، توسعه شبکه‌های انرژی، برق و گاز و بکارگیری تجهیزات گوناگون سبب افزایش احتمال آتش‌سوزی در ساختمان‌ها گردیده است و به همین دلیل توجه به موضوع حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق، امری الزامی و اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌گردد. در همین راستا مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان به عنوان یکی از مباحث مقررات ملّی ساختمان منتشر گردیده است.

بر اساس مقررات این مبحث بمنظور حفظ جان و مال انسان‌ها و فراهم ساختن ایمنی لازم در برابر آتش‌سوزی، رعایت اصولی در طراحی و اجرای ساختمان‌ها ضروری است که مهمترین آن عبارتند از:

- پیش‌بینی راه‌های خروج جهت خارج شدن بموقع و ایمن افراد از ساختمان و انتقال آنان به مکان‌های امن.

- تأمین تمهیدات لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها بمنظور پیشگیری از بروز حریق.
- فراهم ساختن شبکه‌های علائمی محافظ (تشخیص، هشدار، اعلام) و امکانات مهار، کنترل و اطفاء حریق در ساختمان.
- جلوگیری از گسترش آتش و دود در ساختمان و سرایت حریق از یک ساختمان به ساختمان دیگر.

در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان تأمین ایمنی لازم جهت "حفظ جان انسان‌ها" بیش از هر امر دیگری مورد توجه بوده و به همین دلیل اولین بخش این مقررات شامل ضوابط مربوط به "راه‌های خروج از بنا و فرار از حریق" می‌باشد که از بیشترین اهمیت و تاثیر در این راستا برخوردار است. همچنین این مبحث با توجه به شرایط فنی، تخصصی و اجرایی موجود در کشور (از نظر وجود مهارت‌های لازم، مصالح، تجهیزات و نیز امکانات اقتصادی کشور) شامل ساختارها، مساحت، تعداد طبقات، موقعیت و ابعاد ساختمان می‌باشد.

بر اساس مقررات این مبحث از آنجا که در هر ساختمان باید کلیه پیش بینی‌ها و تمهیدات لازم جهت ایمنی ساکنان و متصرفان در برابر حریق فراهم گردد، ضروری است طراحی و اجرای ساختمان‌ها به نحوی صورت گیرد که با توجه به کاربری، ابعاد و تعداد طبقات، به مدت مناسبی در برابر حریق مقاومت نموده و از گسترش حریق به فضاها یا ساختمان‌های مجاور جلوگیری شود.

در همین راستا بر اساس مقررات مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان توجه به الزامات اساسی زیر در طراحی و اجرای ساختمان‌ها ضروری خواهد بود.

- طراحی و اجرا به نحوی باشد که در صورت وقوع حریق افراد بتوانند خود را از طریق مسیرهای امن و مشخص شده به محل ایمنی در داخل یا خارج از ساختمان برسانند. بدین منظور باید مسیرهای خروج از ساختمان و فرار از حریق به تعداد کافی و با ظرفیت لازم پیش‌بینی شده و در محل‌های مناسبی از ساختمان قرار گیرند، به نحوی که افراد قادر باشند در صورت وقوع حریق بدون تشویش و اضطراب خود را به محل امن برسانند و روشنایی لازم و مناسب در مسیرهای فرار تامین شده و کلیه خروجی‌ها به نحو مناسب علامت‌گذاری و مشخص شوند. همچنین تمهیدات لازم برای جلوگیری از نفوذ شعله و دود به مسیرهای خروج به نحو مناسب و با توجه به کاربری، ابعاد و ارتفاع ساختمان پیش‌بینی گردد.

- به منظور جلوگیری از گسترش حریق متناسب با کاربری و ابعاد ساختمان فضابندی‌های مناسب در داخل ساختمان، به وسیله ساختارهای مقاوم حریق، صورت گیرد و راه‌های ارتباطی و فضاهای پنهان نظیر شفت‌ها، محل عبور کابل‌ها و لوله‌ها، فضاهای مجوف بین دیوارها و نماهای خارجی ساختمان و غیره به نحوی طراحی و اجرا شوند که از گسترش حریق از طریق در داخل آن‌ها جلوگیری به عمل آید. همچنین دیوارهای مشترک بین ساختمان‌ها به نحوی طراحی و اجرا شوند که در برابر گسترش حریق از یک ساختمان به ساختمان دیگر مقاومت نمایند و دیوارهای خارجی ساختمان، متناسب با کاربری و ابعاد ساختمان در برابر گسترش حریق به خارج از آن مقاومت نمایند.
- کلیه تمهیدات لازم جهت دسترسی نیروهای آتش‌نشانی به محل حریق در ساختمان در نظر گرفته شود و راه رسیدن خودروها، وسایل و امکانات آتش‌نشانی به مجاورت ساختمان وجود داشته باشد. همچنین برای دسترسی نیروهای آتش‌نشانی به فضاهای داخلی ساختمان مسیرهای امن در نظر گرفته شود و به تناسب کاربری و ابعاد ساختمان، برای استفاده نیروهای آتش‌نشانی، امکانات اطفایی در داخل ساختمان پیش‌بینی گردد.

### 2-3-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث در تصرف‌های مسکونی/ آموزشی/ فرهنگی/ درمانی/ مراقبتی/ تجمعی/ اداری/ حرفه‌ای/ کسبی/ تجاری/ صنعتی/ انباری و ضوابط اختصاصی ساختمان‌های بلند می‌باشد.

## 4-1-1 مبحث چهارم: الزامات عمومی ساختمان

### 1-4-1-1 کلیات

مبحث چهارم مقررات ملّی ساختمان تعیین‌کننده شکل و نحوه قرارگیری مجاز ساختمان در زمین و فضاهای باز و ضوابط مربوط به تصرف‌های مختلف و حداقل‌های الزامی فضاها و تأمین نور و تعویض هوا است.

در رابطه با امر ایمنی، مسیرها و جایگاه‌ها و بازشوهای امدادرسانی، برای شرایطی که حوادثی چون زمین‌لرزه کارآئی دسترس‌های خروج در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان را دچار مخاطره نموده

باشد، مطرح گردیده و تلاش شده تا امکان امدادرسانی به ساکنین را از خارج از ساختمان فراهم سازد. تأمین نور و تعویض هوا در رابطه با هدف‌های آسایش و بهداشت مطرح گردیده و استفاده مناسب و بهینه از فضاهای داخلی ساختمان و حتی فضاهای واقع در زیرزمین و ... در رابطه با هدف‌های صرفه اقتصادی و بهره‌دهی مناسب ضابطه‌مند گردیده است.

از طرف دیگر موضوع حفظ هویت فرهنگی جامعه نیز در این مبحث مطرح است. اگرچه منظر شهری باید از طریق طرح‌ها و ضوابط و راهنماهای طراحی شهری قاعده‌مند و هدایت شود، اما الزامات عمومی مقررات ملّی ساختمان نیز بر ساماندهی منظر شهری تأثیرگذار است. در این مبحث ضوابط کلی تصرف‌ها آمده و ضوابط خاص بلند مرتبه‌سازی و تصرف‌های درمانی مراقبتی، صنعتی، مخاطره‌آمیز شرح داده شده است.

### 2-4-1-1 دامنه کاربرد

این مقررات ناظر بر کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان در کشور می‌باشد.

در هیچ یک از ساختمان‌های موجود، نباید تعمیرات و تغییراتی صورت گیرد که با کاهش ابعاد و ارتفاع فضاها، سطوح بازشوی تعویض هوا، سطوح نورگیر و غیره موجب مغایرت با الزامات این مقررات گردد.

این مقررات شامل کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های موقت (غیر از اسکان موقت بازماندگان حوادث غیرمترقبه) نیز می‌شود.

## 5-1-1 مبحث پنجم: مصالح و فرآورده‌های ساختمانی

### 1-5-1-1 کلیات

در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان به مشخصات فنی مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و مشخصات فنی و همچنین روش‌های آزمایش آن‌ها پرداخته می‌شود. این مشخصات و روش‌ها می‌بایستی منطبق بر استانداردهای ملّی ایران بوده و در صورت عدم وجود با استانداردهای معتبر بین‌المللی تطابق داشته باشد.

در این مبحث همچنین با توجه به اهمیت مسائل بهداشتی، ایمنی و ملاحظات محیطی در اجرای ساختمان، نقش هریک از مصالح و فرآورده‌های ساختمانی در این موارد در هر بخش گنجانیده شده است.

علاوه بر این‌ها به شیوه‌های مناسب انبار کردن، محافظت، حمل و نقل، ساخت و تولید در کارگاه‌ها پرداخته شده است و با توجه به اثرات متقابل مصالح و تأثیر در دوام آن‌ها، مسأله سازگاری مصالح در هر بخش نیز عنوان گردیده است.

در بخش پایانی و پیوست این مبحث، برخی از مصالح نسبتاً جدید و نیز سیستم‌های ساختمانی و ارجاع به استانداردهای مربوطه ارائه شده است.

### 2-5-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث محدود به انواع مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی متعارف است که در بنای ساختمان‌ها و تأسیسات مربوطه در همه نقاط کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## 6-1-1 مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

### 1-6-1-1 کلیات

مبحث ششم، حداقل بارهایی که می‌بایست در طراحی ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گیرد را تعیین می‌نماید. در مورد ساختمان‌های خاص مانند سدها، اسکله‌ها، سازه‌های دریایی و نیروگاه‌های هسته‌ای علاوه بر ضوابط این مبحث، باید ضوابط ویژه بارگذاری آیین‌نامه مربوط به هریک از آن‌ها نیز رعایت شود. بارهای تحت پوشش این آیین‌نامه شامل: بارهای ثقلی مرده، زنده، برف و باران، یخ، بارهای ناشی از نیروهای جانبی باد و زلزله و بالاخره بارهای ناشی از فشار خاک، آب، سیل، انفجار و بار خودکرنشی می‌باشند.

همچنین ترکیبات بارگذاری مربوط به طراحی به روش مقاومت و طراحی به روش تنش مجاز نیز در این مبحث ارائه شده است، که دیگر مباحث از جمله مبحث نهم «طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه» و مبحث دهم «طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی» از این ترکیبات بارگذاری استفاده می‌نمایند.

### 2-6-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث، حداقل بارهایی را که باید در طراحی ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع مقررات ملّی ساختمان از جمله ساختمان‌های بتن مسلح، فولادی، چوبی و ساختمان‌های با مصالح بنایی مد نظر قرار دارد را در بر می‌گیرد.

## 7-1-1 مبحث هفتم: پی و پی سازی

### 1-7-1-1 کلیات

مبحث هفتم تحت عنوان پی و پی‌سازی، الزامات طراحی ژئوتکنیکی ساختمان‌ها را مورد بحث قرار می‌دهد. این مبحث پس از ارائه تعاریف مرتبط با مسائل طراحی پی، به شناسایی ژئوتکنیکی لایه‌های زمین می‌پردازد و برای نکاتی از قبیل تعداد، عمق و فاصله گمانه‌ها جداول لازم را ارائه می‌دهد. در همین فصل حداقل مواردی که گزارش‌های فنی باید آورده شود را ذکر می‌نماید.

فصل سوم این مبحث به موضوع بسیار مهم گودبرداری می‌پردازد و مسئولیت طرح و اجرای گود را به میزان خطرهای مختلف که ممکن است تاثیرگذار باشد مرتبط می‌سازد و برای هر سطح خطر یک مسئول طراحی و اجرا مشخص می‌کند. ضمناً بمنظور جلوگیری از ایجاد تغییر شکل‌های دیوار گود و در نتیجه صدمه به سازه مجاور گود نکاتی آورده شده است.

در بخش طراحی‌های ژئوتکنیکی، شامل پی‌های سطحی، سازه‌های نگهبان و پی‌های عمیق، به هر دو روش طراحی «تنش مجاز» و «حالات حدی» پرداخته شده است.

در فصل پی‌های سطحی، مقادیر نشست‌های مجاز، ضرایب اطمینان و نحوه انتخاب روابط موجود نظری برای محاسبه ظرفیت پایداری و همچنین استفاده از آزمایشات در محل، نکات مهمی آورده شده است. در انتهای این فصل نیز مطالبی مرتبط با ملاحظات لرزه‌ای طراحی و ملاحظات اجرایی پی‌های سطحی گنجانیده شده است.

فصل پنجم این مبحث به موضوع طراحی سازه‌های نگهبان اختصاص دارد. در این فصل در خصوص فشار خاک و میزان تغییر شکل‌های لازم برای ایجاد شرایط محرک و مقاوم و طراحی این سازه‌ها برای تحمل بار استاتیکی و همچنین بار دینامیکی ناشی از زلزله، جداول ضرایب اطمینان

آورده شده است. در مورد دیوارهای خاک مسلح که در ایران بسیار متداول می‌باشند به هر دو ضریب اطمینان جزئی و کلی پرداخته شده است.

فصل آخر که به پی‌های عمیق اختصاص یافته است اطلاعات بیشتری را برای طراحی شامل می‌شود. در این بخش انواع نیروهای اعمالی از قبیل محوری فشاری، محوری کششی، جانبی و اصطکاک منفی مورد بحث قرار گرفته است. سپس ضمن ارائه جداول ضریب اطمینان جهت طراحی، اهمیت انجام آزمایشات در محل بصورت استاتیکی و دینامیکی و ارجح بودن آن‌ها برای طراحی مطرح شده است. در این بخش نیز مطالبی مرتبط با گروه شمع بصورت باربری بیشتر و یا کاهش نشست آورده شده است.

### 2-7-1-1 دامنه کاربرد

رعایت ضوابط و مقررات این مبحث در کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع مقررات ملّی ساختمان الزامی است. این ساختمان‌ها شامل: ساختمان‌های مسکونی، اداری، تجاری، آموزشی، درمانی، فروشگاه‌ها و کارگاه‌های صنعتی می‌باشند.

ابنیه فنی مانند پل‌ها و سدها و سازه‌های نیروگاه‌ها، مشمول مقررات این مبحث نمی‌شوند ولی رعایت آن‌ها به صورت غیر الزامی توصیه می‌شود.

## 8-1-1 مبحث هشتم: طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی

### 1-8-1-1 کلیات

امروزه در شهرهای کوچک و روستاها مصالح بنایی کاربرد بسیار گسترده‌ای در امر ساختمان‌سازی دارد. وقوع زلزله‌های پیاپی و ویرانی‌های زیاد در این دسته از ساختمان‌ها، بیانگر این مطلب است که برای ساخت ساختمان‌های با مصالح بنایی در کشور نیاز به مجموعه قوانین و مقررات فراگیر و لازم‌الاجرایی است که با رعایت آن‌ها سطح کیفی ساخت و ساز این ساختمان‌ها ارتقا یابد.

مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان برای ساختمان‌های بنایی خشتی، سنگی، آجری، سنتی و دارای کلاف و غیرمسلح تدوین شده است.

در این مبحث علاوه بر ارائه الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های آجری باکلاف، بدون‌کلاف و همچنین ساختمان‌های خشتی و سنگی، به ذکر مشخصات مصالح مورد استفاده در ساختمان‌های فوق الذکر پرداخته شده است.

### 2-8-1-1 دامنه کاربرد

کاربرد مقررات این فصل به مسایل اجرایی و مصالح ساختمان‌های آجری باکلاف، ساختمان‌های بنایی سنتی آجری و ساختمان‌های خشتی و ساختمان‌های سنگی (ساختمان‌هایی که در نواحی دوردست ساخته می‌شوند به طوری که فراهم آوردن مصالح، تجهیزات و نیروی انسانی ماهر، در آنجا مشکل باشد) محدود می‌شود.

## 9-1-1 مبحث نهم: طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

### 1-9-1-1 کلیات

مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ضوابط لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه را بیان می‌نماید، فصول ابتدایی این مبحث به بیان کلیات، مصالح مورد استفاده و مشخصات هر یک از آن‌ها، استانداردهای مشخصات و آزمایش‌ها، کیفیت بتن مصالح و اصول آرماتوربندی، قالب‌بندی اجرایی مرتبط با ساخت، عمل‌آوری و نگهداری از بتن‌ها و انواع آن می‌پردازد و سایر فصول به اصول تحلیل و طراحی سازه‌های بتن‌آرمه تحت اثر انواع بارها و تغییر شکل‌ها در طراحی دال‌ها، دیوارها، پی‌ها و سایر سازه‌های بتنی پرداخته و در خاتمه نیز ضوابط ویژه طراحی در برابر حریق و زلزله را ارائه می‌کند.

در این مبحث مبنای طراحی سازه‌ها برای حصول ایمنی و قابلیت بهره‌برداری، بررسی و کنترل آن‌ها در حالت‌های حدی است.

### 2-9-1-1 دامنه کاربرد

ضوابط و مقررات این مبحث باید در طرح، محاسبه، اجرا و کنترل مشخصات مواد تشکیل دهنده و کیفیت اجرای ساختمان‌های بتنی رعایت شوند و حاوی ضوابط و مقررات مربوط به سازه‌های

بتن‌آرمه‌ای است که با سنگدانه‌های معمولی و سیمان پرتلند یا سیمان آمیخته ساخته می‌شوند و مقاومت آن‌ها حداقل برابر 20 مگاپاسکال می‌باشد.

## 1-1-10 مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

### 1-10-1-1 کلیات

هدف این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقرراتی است که در تحلیل، طراحی و اجرای ساختمان‌های فولادی جهت تامین ایمنی و بهره‌برداری مناسب، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مبحث شامل الزامات عمومی، الزامات طراحی، الزامات طراحی لرزه‌ای و نیز الزامات ساخت، نصب و کنترل می‌باشد. در این مبحث مبنای طراحی سازه‌ها، بررسی و کنترل آن‌ها در حالت‌های حدی مقاومت و بهره‌برداری برای حصول ایمنی و قابلیت بهره‌برداری است.

در این مبحث روش طراحی مورد استفاده برای تامین الزامات حالت‌های حدی مقاومت، روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) می‌باشد که بر پایه جنبه‌ی احتمالاتی بار و مقاومت، کالیبراسیون با روش تنش مجاز و تجربیات مهندسی استوار می‌باشد و از طریق دو سری ضرایب ایمنی شامل تشدید ضرایب بارها و اعمال ضرایب کاهش مقاومت در تحلیل و طراحی منظور می‌گردد. البته در این مبحث طراحی بر اساس روش مقاومت مجاز (ASD) نیز مجاز دانسته شده است و مقررات و ضوابط مربوط به این روش در پیوست (1) این مبحث ارائه گردیده است.

بر اساس این مبحث در طراحی بر اساس حالت‌های حدی بهره‌برداری، مجموعه سازه شامل اعضا و اتصالات آن نیز باید از نظر قابلیت بهره‌برداری مناسب مورد کنترل و طراحی قرار گیرند.

### 2-10-1 دامنه کاربرد

کاربرد این مبحث در محدوده ساختمان‌ها با کاربری‌های مندرج در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و آیین‌نامه اجرایی آن می‌باشد و شامل سازه‌های خاص از قبیل پل‌های جاده و راه‌آهن نیست.

## 11-1-1 مبحث یازدهم: طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها

### 1-11-1-1 کلیات

مبحث یازدهم مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان «طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها» در دو بخش ساختمان‌های فولادی و ساختمان‌های بتنی تهیه و تدوین گردیده است. در این مبحث تمرکز اصلی بر روی سیستم‌های سازه‌ای ساختمان‌های فولادی و بتنی ارائه شده و در بخش ساختمان‌های فولادی به دو سیستم سازه‌ای پیچ و مهره‌ای و قاب فولادی سبک «LSF» و در بخش ساختمان‌های بتنی، سیستم‌های ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته، قالب عایق ماندگار «ICF»، پنل‌های پیش‌ساخته سبک سه بعدی 3D و قالب تونلی پرداخته شده است.

### 2-11-1-1 دامنه کاربرد

حداقل ضوابط اجرای ساختمان‌های فولادی و بتنی به روش‌های صنعتی مطرح شده در مبحث یازدهم ارائه شده است. دامنه کاربرد این مبحث شامل کلیه ساختمان‌هایی است که به روش‌های صنعتی مطرح شده در آن طراحی و ساخته می‌شوند.

## 12-1-1 مبحث دوازدهم: ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

### 1-12-1-1 کلیات

در این مبحث وظایف هر یک از عوامل دست اندرکار اجرای ساختمان از قبیل صاحب‌کار، سازنده یا مجری، ناظر، شهرداری و سازمان نظام مهندسی در رابطه با ایمنی، بهداشت و محیطزیست کارگران، عابرین، ساکنان و شاغلین مجاور کارگاه ساختمان و همچنین حفاظت از ساختمان‌ها، ابنیه، وسائل نقلیه و درختان مجاور کارگاه ساختمانی در مقابل خطرات ناشی از اجرای عملیات اجرایی بیان شده است.

مطالب موجود در این مبحث شامل: ایمنی عابران و مجاوران کارگاه ساختمانی، جلوگیری از سقوط افراد، جلوگیری از حریق، سوختگی و برق‌گرفتگی و بهداشت کار و تسهیلات بهداشتی، وسایل و تجهیزات حفاظت فردی، وسایل و سازه‌های حفاظتی، ایمنی‌کار با وسایل تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی، ایمنی کار در استفاده از وسایل دسترسی شامل داربست، نردبان و ... و همچنین ایمنی در تخریب ساختمان‌ها و ایمنی عملیات خاکی و به خصوص ایمنی گودبرداری و حفاظت دیوارهای

گودبرداری و ساختمان‌های مجاور گودبرداری و ایمنی در اجرای عملیات ساخت و نصب اسکلت ساختمان اعم از ساختمان‌های فولادی و بتنی و در آخر رعایت ایمنی در اجرای تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، سیم کشی و نصب تأسیسات و تجهیزات برقی می‌شود.

### 2-12-1-1 دامنه کاربرد

رعایت مفاد این مبحث به همراه آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی در انجام عملیات ساختمانی لازم‌الاجرا است.

## 13-1-1 مبحث سیزدهم: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها

### 1-13-1-1 کلیات

مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان، تأسیسات سیم‌کشی سیستم‌های جریان متناوب با ولتاژ تا 1000 ولت مؤثر و تأسیسات سیم‌کشی سیستم‌های جریان متناوب و با ولتاژ بیش از 1000 ولت مؤثر (به جز سیم‌کشی داخلی دستگاه‌ها)، که از سیستم‌های فشار ضعیف تا 1000 ولت تغذیه می‌کنند، تأسیسات سیم‌کشی کلیه سیستم‌های مربوط به لوازم و دستگاه‌هایی که مقررات خاصی برای آن‌ها وضع نشده باشد و همچنین تأسیسات سیم‌کشی ثابت وسایل ارتباطی- انتقال علائم و فرمان و مشابه آن‌ها - به استثنای سیم‌کشی‌های داخلی دستگاه‌ها را در بر می‌گیرد.

در این مبحث مواردی از قبیل الزامات مربوط به تأمین نیروی برق (انشعاب، پست، مولد)، الزامات نصب و طراحی اتاق ترانسفورماتور، اتصال زمین، نیروی برق اضطراری، تابلو برق، تجهیزات و وسایل حفاظت و کنترل، مدارها (کابل‌کشی- سیم‌کشی) و لوله‌کشی و همچنین تجهیزات سیم‌کشی، تأسیسات جریان ضعیف، شدت روشنایی داخلی شرح داده شده است.

### 2-13-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان شامل:

ساختمان‌های مسکونی، تجاری، اداری، درمانی، آموزشی، عمومی، صنعتی و نمایشگاه‌های دائمی و موقت، پارک‌های تفریحات، کارگاه‌های ساختمانی و ساختمان‌های کشاورزی و دامداری، همچنین هرگونه ساختمانی که مقررات مخصوصی برای تأسیسات الکتریکی آن وضع نشده، می‌باشد.

مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان، وسایل حمل و نقل الکتریکی (لکوموتیو الکتریکی)، وسایل الکتریکی خودروها، تأسیسات الکتریکی کشتی‌ها، تأسیسات الکتریکی هواپیماها، تأسیسات الکتریکی روشنایی معابر عمومی، تأسیسات الکتریکی معادن و همچنین تأسیسات صاعقه‌گیر ساختمان‌ها را در بر نمی‌گیرد.

## 14-1-1 مبحث چهاردهم: تأسیسات مکانیکی

### 1-14-1-1 کلیات

مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان برای اطمینان از ایمنی جان و مال افراد و تضمین تندرستی و سلامتی آنان در طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگه‌داری، تغییرات و بازرسی تاسیسات مکانیکی ساختمان می‌باشد. تاسیسات مکانیکی شامل تأسیسات حرارت مرکزی و تهویه مطبوع، تعویض هوا، و تهیه و ذخیرهٔ آب گرم مصرفی داخل ساختمان است.

تهویه مطبوع با کنترل هم‌زمان عوامل چهارگانهٔ دما، رطوبت، سرعت وزش و تمیزی هوا، هوای داخل ساختمان را مناسب برای زندگی انسان می‌نماید.

در این مبحث به مقولهٔ تعویض هوا، تخلیهٔ هوا، کانال‌کشی هوا و لوله‌کشی آب‌گرم و آب‌سرد مورد استفاده در گرمایش و سرمایش ساختمان پرداخته می‌شود. انواع دستگاه‌های گرم‌کننده و سردکننده ازقبیل دیگ، چیلر، مخزن انبساط، آب گرم‌کن، بخاری، کولر، کوره و شومینه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. موضوع ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت، تأمین هوای احتراق و تخلیهٔ محصولات احتراق وسایل سوخت‌سوز مطرح می‌گردد و در آخر، به موضوع تبرید و سرمایش ساختمان پرداخته می‌شود.

### 2-14-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث شامل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگه‌داری، تغییرات و بازرسی تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و نیز تهیه و ذخیره آب گرم مصرفی در داخل ساختمان، می‌باشد. همچنین الزامات تأسیسات ساختمانی زیر خارج از حدود الزامات مبحث مذکور است،

الف) تأسیسات بهداشتی ساختمان

ب) تأسیسات آتش نشانی ساختمان

ج) لوله‌کشی گاز سوخت داخل ساختمان

## 15-1-1 مبحث پانزدهم: آسانسورها و پلکان برقی

### 1-15-1-1 کلیات

این مبحث شامل دو بخش است که در آن‌ها مقرراتی برای آسانسورها، پله‌های برقی و پیاده‌روهای متحرک وضع شده است این مقررات متناسب با ترکیب جمعیت از نظر سنی و توانایی، همچنین متناسب با نوع کاربری ساختمان‌ها نوشته شده است.

انواع آسانسورهایی که در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتست از آسانسورهای کششی و آسانسورهای هیدرولیک جهت حمل مسافر، صندلی چرخدار، برانکارد، تخت بیمارستانی، خودرو، بار و ... ، برای هر کدام از آسانسورها الزامات و نحوه طراحی و مقررات استفاده از آن وضع شده است.

در بخش پله برقی، زاویه شیب، عرض و انتخاب پله برقی متناسب با تعداد نفرات و جمعیت ساختمان، با فرمول‌هایی ارائه شده است. تمامی موارد ایمنی در حین استفاده هم در مقررات این مبحث آورده شده است. زاویه شیب و سرعت معمول و استاندارد پیاده‌روی متحرک هم شرح داده شده است.

در بخش پایانی نمونه شناسنامه‌های اطلاعات فنی آسانسور و پله‌برقی که باید توسط سازندگان این دستگاه‌ها تکمیل شود آورده شده است.

همچنین در این مبحث جداول ابعادی برای انتخاب ابعاد آسانسور، بر اساس استانداردهای ملّی و بین‌المللی، موارد تکمیلی در خصوص جزئیات طراحی و علائم نقشه‌ها نیز گنجانیده شده است.

### 2-15-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث آسانسورها، پله‌های برقی و پیاده‌روهای متحرک در ساختمان می‌باشد.

## 16-1-1 مبحث شانزدهم: تأسیسات بهداشتی

### 1-16-1-1 کلیات

مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان بیانگر حداقل الزاماتی است در مورد تاسیسات بهداشتی که مواردی از قبیل: لوله‌کشی و ذخیره‌سازی آب مصرفی در ساختمان، لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی،

لوله‌کشی هواکش فاضلاب، لوازم بهداشتی، لوله‌کشی آب باران ساختمان، توزیع آب مصرفی در ساختمان، بست و تکیه‌گاه را بیان می‌کند.

### 2-16-1-1 دامنه کاربرد

طراحی، نظارت، انتخاب مصالح و دستگاه‌ها، اجرای کار، تعمیر، تغییر و نگهداری و بهره‌برداری تأسیساتی، باید طبق الزامات مندرج در این مبحث انجام شود.

طراحی و اجرای حوضچه پمپاژ فاضلاب و لوله‌کشی فاضلاب بعد از پمپ که فاضلاب در آن تحت فشار جریان می‌یابد، خارج از حدود این مقررات است.

## 17-1-1 مبحث هفدهم: لوله‌کشی گاز طبیعی

### 1-17-1-1 کلیات

این مبحث حداقل ضوابط لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان‌های مسکونی، عمومی و خاص، مجتمع‌ها و شهرک‌های مسکونی، ساختمان‌ها، محوطه‌ها و شهرک‌های صنعتی را دربر می‌گیرد و با هدف طراحی، اجرای لوله‌کشی، نصب، راه اندازی و نگهداری وسایل گازسوز در ساختمان‌ها و محوطه‌ها است. مقررات این مبحث، کاربری گاز طبیعی تحویلی به ساختمان‌ها و محوطه‌ها برای مصارف تا حداکثر 5000 مترمکعب در ساعت و فشارهای بین یک چهارم پوند بر اینچ مربع تا شصت پوند بر اینچ‌مربع را شامل می‌شود.

طراحی، انتخاب مصالح، اجرای لوله‌کشی گاز طبیعی، آزمایش‌ها، بازرسی‌ها، کنترل‌های کیفی، دودکش‌ها، هوارسانی و تأمین هوای احتراق، نصب، راه‌اندازی، ایمنی و بهره‌برداری از لوازم گازسوز در ساختمان‌ها و محوطه‌هایی که لوله‌کشی گاز طبیعی در آن‌ها اجرا نشده باید طبق ضوابط مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان انجام شود.

### 2-17-1-1 دامنه کاربرد

لوله‌کشی گاز مایع، گازهای سوختنی به غیر از گاز طبیعی و گازهای غیرسوختنی خارج از شمول مقررات این مبحث می‌باشند. دامنه کاربرد این مبحث به شرح زیر است:

**- بخش اول مبحث:**

حداقل ضوابط طراحی، اجرا و کنترل‌های کیفی لوله‌کشی گاز نصب و راه اندازی وسایل گازسوز، دودکش‌ها و هوارسانی به وسایل گازسوز، ضوابط بهره‌برداری و ایمنی برای گاز تحویلی ساختمان‌ها با فشار 1/4 پوند بر اینچ مربع و حداکثر مصرف 160 مترمکعب بر ساعت و قطر لوله حداکثر 4 اینچ را در بر می‌گیرد.

**- بخش دوم مبحث:**

حداقل ضوابط طراحی، اجرا و کنترل‌های کیفی لوله‌کشی گاز مجتمع‌ها و ساختمان‌های مسکونی، محوطه‌ها و ساختمان‌های صنعتی و شهرک‌های مسکونی و صنعتی برای فشارهای بین 2 تا 60 پوند بر اینچ مربع یا مصارف بالاتر از 160 مترمکعب بر ساعت تا حداکثر 5000 مترمکعب در ساعت را در برمی‌گیرد.

## 18-1-1 مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا

### 1-18-1-1 کلیات

در این مبحث نتایج تأمین شرایط آکوستیکی، آسایش صوتی و جلوگیری از اتلاف امکانات در زندگی ماشینی برای ساکنان شهرهای بزرگ شرح داده شده است.

مواد و عناصر ساختمانی که فضاهای ساخته‌شده را شکل می‌دهند، چگونگی شنیدن صداها و حتی چگونگی انتقال صدا به فضاهای اطراف را تعیین می‌کنند. با درک برخی از اصول پایه آکوستیکی و چگونگی کنترل صدا توسط مواد و ساختارها، می‌توان از بسیاری از مشکلات جلوگیری و یا حداقل در مراحل اولیه آن را حل کرد و باعث کاهش هزینه‌های بازسازی گردید.

مطالب موجود در این مبحث شامل: مقررات آکوستیکی برای ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف، تعیین حداکثر تراز معادل نوفه زمینه در یک فضا، حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته برای پوسته خارجی ساختمان، جدا کننده بین فضاهای مختلف، حداکثر تراز کوبه‌ای معمول شده وزن یافته برای سقف بین طبقات و زمان واخنش بهینه برای فضاهای مختلف با کاربری‌های متفاوت می‌شود.

### 2-18-1-1 دامنه کاربرد

این مبحث برای تراز نوفه زمینه و زمان واخنش تعیین شده برای فضاهای مختلف و روش اندازه‌گیری مربوط به تراز نوفه زمینه، زمان واخنش و شاخص‌های صدابندی جدارها کاربرد دارد.

## 19-1-1 مبحث نوزدهم: صرفه جویی در مصرف انرژی

### 1-19-1-1 کلیات

در بین مباحث مقررات ملّی ساختمان، مبحث نوزدهم تعیین‌کننده‌ترین نقش را در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و حفاظت از محیط‌زیست ایفا می‌کند.

در مبحث 19 مقررات ملّی ساختمان ضوابط مرتبط با صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان تعیین می‌گردد. برای این منظور، روش‌های طرح، محاسبه و اصول کلی اجرای عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ خارجی، سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب‌گرم مصرفی، و الزامات طراحی سیستم روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها، برای بهینه‌سازی مصرف انرژی مشخص می‌گردد.

شایان ذکر است که در کنار رعایت الزامات تعیین‌شده در این مبحث، باید همواره دیگر ضوابط مقررات ملّی ساختمان نیز، خصوصاً اصول مرتبط با تأمین شرایط ایمنی و بهداشت ساکنان ساختمان‌ها ملاک عمل قرار گیرد.

### 2-19-1-1 دامنه کاربرد

ضوابط ارائه شده در مورد پوسته خارجی برای تمام ساختمان‌های جدیدالاحداث، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی لازم الاجراست. این ضوابط در قالب دو روش (الف کارکردی و روش ب تجویزی) ارائه شده است. از روش کارکردی می‌توان در مورد تمام ساختمان‌ها استفاده کرد، اما کاربرد روش تجویزی به ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، با زیربنای مفید زیر 2000 مترمربع، و ساختمان‌های گروه سه از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی محدود می‌شود.

همچنین، رعایت ضوابط مربوط به سیستم‌ها و تجهیزات مکانیکی و سیستم روشنایی در مورد تمامی ساختمان‌ها، با کاربری‌های مندرج در این مبحث، الزامی است.

## 1-1-20 مبحث بیستم: علائم و تابلوها

### 1-1-20-1 کلیات

مبحث بیستم مقررات ملّی ساختمان، مسئولین مؤسسات دولتی و عمومی و بخش خصوصی، کارفرمایان و مدیران کارگاه‌ها و ساختمان‌ها را ملزم می‌کند تا پیام‌رسانی در محیط زندگی مردم را به نحو مؤثر و مطلوب، توسط تابلوها و علائم، تأمین نمایند تا در محل‌هایی که احتمال خطری تهدید کننده سلامت و ایمنی افراد وجود دارد، علائم هشدار دهنده نصب کنند.

این مقررات شامل نظارت بر طراحی و ساخت و بهره‌برداری از پیام، سازه، محل نصب و دیگر الزامات برای کلیه علائم و اعلانات مرسوم مانند پلاک‌ها و تابلوها و دیگر وسائل اطلاع‌رسانی، از قبیل اشارات حرکتی دست، علائم صوتی و نوری و آژیرهای خطر و غیره است.

### 1-1-20-2 دامنه کاربرد

این مبحث برای استفاده در علائم و تابلوها در کارگاه‌های ساختمانی، تابلوهای ایمنی داخل ساختمان و محوطه های کاربری‌های شهری، صنعتی، بیمارستانی و ... کاربرد دارد.

## 1-1-21 مبحث بیست و یکم: پدافند غیرعامل

### 1-1-21-1 کلیات

این مبحث به اقدامات غیرمسلحانه‌ای که به کارگیری آن‌ها موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، ارتقاء پایداری ملّی، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌شود، می‌پردازد.

رعایت این مبحث موجب حفظ جان و مال انسان در برابر حوادث، تهدیدات و استمرار فعالیت‌های اساسی و ضروری مردم، تضمین تداوم تأمین نیازهای حیاتی مردم (از قبیل آب، نان و غذا، پناهگاه، انرژی، ارتباطات، بهداشت و امنیت) و سهولت در اداره کشور در شرایط بروز تهدید و بحران ناشی از تجاوزات خارجی در مقابل حملات و اقدامات خصمانه و مخرب دشمن از طریق طرح‌ریزی و اجرای طرح‌های دفاع غیرعامل و کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی و مستحدثات و تأسیسات و تجهیزات حیاتی و حساس کشور می‌شود.

ضوابط ارائه شده در این مبحث به منظور کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر تهدیدات نظامی و همچنین اعمال اقدامات و تدابیر و ملاحظات لازم شامل ایمن‌سازی، مستحکم‌سازی، پیش‌بینی سامانه‌های جایگزین، تسهیل مدیریت بحران در زیرساخت‌ها و مکان‌یابی، در حوزه ساختمان‌سازی استفاده می‌شود.

### 1-1-21-2 دامنه کاربرد

- ضوابط مندرج در این مبحث شامل طرح و اجرای ساختمان‌ها با انواع سیستم باربری، در برابر آثار بارهای انفجار ناشی از اصابت غیرمستقیم می‌باشد.
- دامنه کاربرد مقررات این مبحث شامل ساختمان‌های متعارف از جمله: ساختمان‌های مسکونی 4 طبقه و بیشتر، اداری و تجاری 4 طبقه و بیشتر، مجموعه‌های ورزشی، تفریحی، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌ها، هتل‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، مساجد با ظرفیت بیش از 100 نفر، سالن‌های سینما و تئاتر و بیمارستان‌ها می‌باشد.
- ساختمان‌ها و تأسیسات زیر مشمول مقررات مندرج در این مبحث نمی‌باشند:

سیلوها، سدها، آب‌بندها، مخازن ذخیره سوخت، برج‌های صنعتی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، برج‌های مخابراتی و رادیو تلویزیونی، یادمان‌های مرتفع، دکل‌ها، دودکش‌ها، ابنیه راه‌ها، پل‌ها، پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، اسکله‌ها و بنادر، استحکامات نظامی، تونل‌ها، متروها، خطوط انتقال نفت و گاز و آب و فاضلاب و مخابرات و برق، تأسیسات تلمبه‌خانه‌های نفتی، ایستگاه‌های تقویت و تقلیل فشار گاز، پست‌های توزیع و انتقال برق، دیسپاچینگ‌ها، سوئیچینگ‌ها و ساختمان‌های مربوط به مقام معظم رهبری، رؤسای قوای سه‌گانه، شورای نگهبان، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شورای عالی امنیت ملّی، فرماندهی مدیریت بحران ملّی، فرماندهی و ستاد کل نیروهای مسلح، فرماندهی و ستاد کل (سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، ارتش جمهوری اسلامی ایران و نیروی انتظامی)، قرارگاه‌های نظامی، انتظامی و امنیت ملّی، ساختمان‌های اصلی وزارتخانه‌های اطلاعات کشور، دفاع، امورخارجه، بانک مرکزی، ساختمان‌های مرکز و مراکز ضبط و پخش ویژه صدا و سیمای جمهوری اسلامی، برج‌های مخابراتی و ارتباطی، برج‌های مسکونی، تجاری، اداری بیش از بیست

طبقه و بیمارستان‌های بیش از 500 تختخواب و هرگونه سازه‌ها و تأسیسات خاص که طراحی آن‌ها مستلزم انجام مطالعات ویژه بوده و یا جهت تهدیدات خارج از مقررات این مبحث می‌باشند.

- به منظور تأمین ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری و مقابله با تهدیدات الکترومغناطیسی (EMP) و گرافیتی و سایبری، باید از مقررات و آئین‌نامه‌های معتبر مربوطه استفاده شود.
- تهدیدات ناشی از انفجارهای هسته‌ای، حملات شیمیایی و میکروبی، برخورد مستقیم پرتابه به سازه‌ها و تأسیسات، اغتشاشات الکترونیکی، تهدیدات بیولوژیکی، مشمول مقررات این مبحث نمی‌باشد.

# 2-1 تعاریف مباحث مقررات ملّی ساختمان

### 1-2-1 آسانسور: (15)

وسیله‌ای است متشکل از کابین و معمولاً وزنه تعادل و اجزا دیگر که با روش‌های مختلفی مسافر (نفر) یا بار یا هر دو را در مسیر بین طبقات ساختمان جابجا می‌کند.

### 2-2-1 آسانسور کششی: (15)

آسانسوری است که حرکت آن بر اثر اصطکاک بین سیم بکسل و شیار فلکه کشش، به هنگام چرخش آن توسط سیستم محرکه انجام می‌شود.

### 3-2-1 آسانسور هیدرولیکی: (15)

در این نوع آسانسور عامل حرکت کابین، سیلندر و پیستون هیدرولیکی است و ممکن است وزنه تعادل نیز داشته باشد و معمولاً برای ارتفاعات کم و سرعت‌های کم کاربرد دارد.

### 4-2-1 آشکارساز گاز مونواکسیدکربن: (17)

وسیله‌ای حساس در مقابل وجود گاز مونواکسیدکربن در محیط که قبل از رسیدن غلظت گاز به حد خطرناک (معمولاً 50 p.p.m) وجود گاز را به طریق صوتی یا نوری یا طرق دیگر اعلام می‌نماید.

### 5-2-1 آشکارساز نشت گاز قابل اشتعال: (17)

وسیله‌ای حساس در مقابل وجود گاز قابل اشتعال در محیط که قبل از رسیدن غلظت گاز به حد خطرناک، وجود گاز را به طریق صوتی یا نوری یا طرق دیگر اعلام می‌نماید.

### 1-2-6 آگهی علائم تصویری وتابلو: (20)

شامل پیام تصویری، رنگ و مطالب آنها است.

### 1-2-7 آیین‌نامه اجرایی: (2)

آیین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب بهمن‌ماه 1375

### 1-2-8 آیین‌نامه ماده 33: (2)

آیین‌نامه‌اجرایی ماده 33 قانون نظام‌مهندسی و کنترل‌ساختمان مصوب تیرماه 1383 هیات وزیران

### 1-2-9 اتصال: (10)

مجموعه اجزایی که دو یا چند عضو را به هم متصل می‌نمایند.

### 1-2-10 اتصال ساده: (10)

اتصال ساده به اتصالی گفته می‌شود که در آن اتصال تیرها، شاه‌تیرها و خرپاها، انعطاف‌پذیر (بدون قید دورانی) بوده و می‌توان آن‌ها را فقط در مقابل برش (عکس‌العمل‌های تکیه‌گاه) محاسبه نمود.

### 1-2-11 اتصال گیردار: (10)

اتصال گیردار به اتصالی گفته می‌شود که در آن اتصال قادر به انتقال لنگر بدون ایجاد دوران محسوسی در بین اعضاء اتصالی می‌باشد.

### 1-2-12 اتصال نیمه‌گیردار: (10)

اتصال نیمه‌گیردار به اتصالی گفته می‌شود که در آن اتصال قادر به انتقال لنگر به همراه دوران قابل ملاحظه بین اعضاء اتصالی می‌باشد.

### 1-2-13 ارتفاع طبقه و بنا: (3)

منظور از ارتفـاع یک طبقه، فاصله قائم از کف تمام شده طبقه بالاتر است. ارتفـاع طبقه آخر بنا، حدفاصل کف تمام شده آن طبقه تا کف تمام شده متوسط سطح بام ساختمان می‌باشد. ارتفـاع بنا به ارتفـاع تمام طبقات یا فاصله قائم از کف زمین طبیعی تا متوسط ارتفـاع بام ساختمان گفته می‌شود.

### 1-2-14 اضافه جریان: (13)

هر جریانی که بیش از جریان اسمی تجهیزات برقی باشد.

### 1-2-15 اطلاعات ژئوتکنیکی: (7)

به داده‌های ژئوتکنیکی گفته می‌شود که پردازش شده باشند.

### 1-2-16 اعضاء باربر: (3)

اعضایی از ساختمان که بارهای وارد بر ساختمان را به شالوده‌ها انتقال می‌دهند.

### 1-2-17 اعضاء مختلط: (10)

اعضای سازه‌ای که مقطع آن‌ها از بتن و فولاد تشکیل شده باشد.

### 1-2-18 اعضاء مرکب: (10)

اعضای سازه‌ای که مقطع آن‌ها از دو یا چند عضو فولادی تشکیل شده باشد.

### 1-2-19 افزایش بنا: (3)

انجام هرگونه عملیات ساختمانی که سطح یا حجم یک بنا را افزایش دهد.

### 1-2-20 الکترود زمین: (13)

یک قطعه یا قسمت هادی یا گروهی متشکل از قطعات هادی که در تماس بسیار نزدیکی با زمین بوده و با آن اتصال الکتریکی بر قرار می‌کند.

### 1-2-21 ایستگاه تقلیل فشار اولیه: (17)

تجهیزاتی که در محل تحویل گاز از شبکه گاز شهری به مشترک نصب و فشار تحویلی را تنظیم و حجم گاز را اندازه‌گیری می‌کنند. این ایستگاه‌ها تحت نظر شرکت گاز ناحیه اجرا و بهره برداری می‌شوند.

### 1-2-22 ایستگاه تقلیل فشار ثانویه: (17)

تجهیزاتی هستند که فشار شبکه گاز را تقلیل داده و به فشار قابل بهره‌برداری بخش‌های مختلف سیستم لوله‌کشی گاز تبدیل می‌کنند.

### 1-2-23 ایستگاه مشترکین عمده: (17)

تجهیزای که به منظور اندازه‌گیری مقدار گاز، تنظیم و تثبیت فشار گاز در محل مورد تأیید شرکت گاز استان نصب گردیده و در مالکیت شرکت گاز استان می‌باشد.

### 1-2-24 اینرسی حرارتی: (19)

قابلیت کلی پوسته خارجی و جدارهای داخلی در ذخیره انرژی، باز پس دادن آن و تأثیرگذاری بر نوسان‌های دما و بار گرمایی و سرمایی فضاهای کنترل شده ساختمان. اینرسی حرارتی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان گروه‌بندی می‌شود.

### 1-2-25 بازشو: (19)

همه سطوح قابل باز شدن در پوسته ساختمان، که برای دسترسی، تأمین روشنایی، دید به خارج، خروج گاز حاصل از سوخت، تهویه و تعویض هوا ایجاد می‌گردند، مانند درها، پنجره‌ها و نورگیرها.

### 1-2-26 بام تخت: (19)

پوشش نهایی ساختمان که شیبی کمتر از 10 درجه یا مساوی آن، نسبت به افق دارد.

### 1-2-27 بالکن: (4)

سطحی است که از 2 یا 3 طرف بطور مستقیم در مجاورت هوای آزاد قرار گرفته است و زیر آن به وسیله فضای بسته‌ای اشغال نگردیده باشد.

### 1-2-28 بام شیب‌دار: (19)

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از 10 درجه و کمتر از 60 درجه نسبت به سطح افقی دارد. بر روی سقف شیب‌دار، فضای خارج و در زیر آن، فضای کنترل شده یا کنترل نشده قرار دارد. اگر شیب جدار بیش از 60 درجه باشد، از دید این مبحث دیوار تلقی می‌شود.

### 1-2-29 بخاری با دودکش: (14)

بخاری با سوخت گاز، مایع یا جامد برای گرم کردن موضعی فضا، که محصولات احتراق را از طریق دودکش مستقیماً به فضای خارج انتقال می‌دهد.

### 1-2-30 بخاری بدون دودکش: (14)

بخاری گازسوز بدون دودکش که به صورت تابشی، یا با جابجایی طبیعی هوا و یا به کمک پروانه برقی، بصورت موضعی فضا را گرم می‌کند.

### 1-2-31 بدنه هادی: (13)

بدنه‌های هادی (فلزی) و اجزای دیگر تجهیزات الکتریکی که هادی می‌باشند و می‌توان آن‌ها را لمس نمود و بطور عادی برقدار نیستند اما در حالت وجود اتصالی، ممکن است برقدار شوند.

### 1-2-32 برچسب انرژی: (19)

برچسب تعیین شده توسط مقامات ذیصلاح، به منظور نصب بر روی تولیدات صنعتی مورد استفاده در ساختمان، برای مشخص کردن حد کیفیت محصولات از نظر مصرف انرژی.

### 1-2-33 برق‌گرفتگی: (13)

پدیده‌ای است پاتوفیزیولوژیکی که در نتیجه عبور جریان الکتریکی از بدن انسان یا حیوان به وجود می‌آید.

### 1-2-34 بعد اسمی: (10)

بعد تئوریک یا مشخص شده، همانند ابعاد ارائه شده در جداول مشخصات مقاطع.

### 1-2-35 بنای موجود: (3)

بنایی که مطابق مقررات و قوانین گذشته اجرا و تکمیل شده است.

### 1-2-36 پاکت حجمی بنا: (4)

حجم ساده شده‌ای است که کل بنا بر اساس ضوابط مصوب در آن محاط می‌گردد.

### 1-2-37 پایانه حرارتی: (19)

بخشی از یک سیستم مرکزی سرمایی یا گرمایی که در آخر مدار قرار دارد و انرژی منتقل شده توسط مدار توزیع را به فضا یا فضاهای کنترل شده انتقال می‌دهد (مانند رادیاتور).

### 1-2-38 پایداری: (10)

حالت حدی حاصله در بارگذاری اجزای سازه‌ای، قاب یا سازه، که در آن تغییر مختصری در هندسه یا بارها منجر به جابجائی‌های قابل ملاحظه نمی‌شود.

### 1-2-39 پرچم: (20)

علائمی منصوب بر پایه از مصالح قابل انعطاف مثل پارچه و... است.

### 1-2-40 پروانه اشتغال: (2)

پروانه اشتغال به کار موضوع ماده 4 قانون

### 1-2-41 پروانه ساختمان: (2)

پروانه ساختمانی صادره توسط شهرداری‌ها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان

### 1-2-42 پکیج گازسوز: (17)

دستگاه گازسوز تأمین‌کننده آب گرم سیستم گرمایش و آب گرم مصرفی داخل ساختمان‌ها که معمولاً برای هر واحد مسکونی به صورت مستقل، نصب می‌شود.

### 1-2-43 پلاک: (20)

تابلوهای کوچک با حداکثر مساحت تعیین شده در مقررات که پیامهایی چون معرفی کاربری‌های مستقر در بنا دارد.

### 1-2-44 پلکان خارجی: (3)

پلکانی که حداقل از یک طرف در ارتباط مستقیم با فضای آزاد باشد.

### 1-2-45 پلکان متحرک: (3)

پلکانی که به کمک وسایل و دستگاه‌های مکانیکی حرکت کند.

### 1-2-46 پله برقی: (15)

وسیله‌ای است که در مسیر حرکت افراد پیاده جهت بالا یا پایین‌بردن آن‌ها در دو طبقه غیر هم سطح به کار می‌رود و به وسیله پله یا تسمه که توسط نیروی محرکه برقی به حرکت در آورده می‌شود سبب

جابجایی افراد می‌گردد و شامل قطعات مکانیکی، الکتریکی و الکترونیکی می‌باشد. زاویه شیب پلکان برقی 30 و حداکثر 35 درجه می‌باشد.

### 2-1-47 پوسته خارجی: (19)

تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها، سطوح نورگذر و مانند آنها، که از یک طرف با فضای خارج یا کنترل نشده، و از طرف دیگر با فضای کنترل شده داخل ساختمان در ارتباط هستند.

پوسته خارجی در تمام موارد الزاماً با پوسته کالبدی ساختمان یکی نیست، زیرا پوسته کالبدی ممکن است دربرگیرنده فضاهای کنترل نشده نیز باشد. پوسته خارجی ساختمان همچنین شامل عناصری است که، در وجه خارجی خود، مجاور خاک و زمین هستند.

### 2-1-48 پی: (7)

به مجموعه بخش‌هایی از سازه و خاک در تماس با آن اطلاق می‌شود که انتقال بار بین سازه و زمین از طریق آنها صورت می‌گیرد.

### 2-1-49 پی‌های سطحی یا شالوده‌ها: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که در عمق کم و نزدیک سطح زمین (عمق پی کمتر از ابعاد سطح پی و یا کمتر از سه متر باشد) ساخته می‌شوند. این پی‌ها شامل: شالوده‌های منفرد، نواری و گسترده می‌باشند. شالوده‌ها ممکن است سنگی، بتنی و یا بتن آرمه از نوع دال تنها و یا ترکیبی از تیر و دال باشند.

### 2-1-50 پی‌های عمیق یا شمع‌ها: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که نسبت عمق قرارگیری به کوچکترین بعد افقی آنها از 10 تجاوز کند. این پی‌ها شامل: انواع شمع‌ها، دیوارک‌ها و دیوارهای جدا کننده می‌شوند. پی‌های عمیق در ساختمان‌ها معمولاً به وسیله یک سازه میانی، که کلاهک یا سر شمع نامیده می‌شود، بارهای سازه را به زمین منقل می‌نمایند.

### 2-1-51 پی‌های نیمه عمیق: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که در حد فاصل بین پی‌های سطحی و پی‌های عمیق قرار دارند. پی‌های صندوقه‌ای و پی‌های چاهی معمولاً در این گروه قرار دارند.

### 1-2-52 پی‌های ویژه: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که معمولاً در تعریف گروه‌های فوق نمی‌گنجند. مانند مهارها یا ریز شمع‌ها، ستون‌های شنی و بهسازی خاک در عمق. در این پی‌ها برای انتقال بار از سازه به زمین از فشار، کشش یا اصطکاک بهره‌گیری می‌شوند.

### 1-2-53 تابلوها و علائم تصویری: (20)

علائمی است که با ترکیبی از شکل، رنگ، نوشته، سمبل و نشانه تصویری به دیده آید و حاوی پیام مشخصی باشد. ممکن است دارای سازه یا فاقد آن بوده، به ساختمان یا دیواری الصاق یا روی زمین و نرده و امثال آن قرار گیرد.

### 1-2-54 تابلوها و علائم تصویری ایمنی در ساختمان‌ها و کارگاه‌ها: (20)

علائمی است که دارای پیام‌های منع‌کننده کاری خطرزا یا هشدار وجود خطری یا الزام به انجام کاری یا راه‌های گریز از خطر یا کمک‌های اولیه باشد.

### 1-2-55 تابلو و علائم تصویری (از جهت مدت زمان استفاده): (20)

1- علائم تصویری و تابلوی دائم: محدودیتی به لحاظ مدت زمان نصب نداشته باشد. تابلوهایی که جواز نصب آنها دارای زمان محدود است نیز در صورتی‌که امکان تمدید جواز داشته باشند، تابلوی دائم محسوب می‌گردند.

2- علائم تصویری و تابلوی موقت: برای مدتی محدود به نمایش در می‌آید. درچنین تابلوهای الزامی به استفاده از مصالح مقاوم نیست، اما نکات ایمنی باید رعایت گردد.

### 1-2-56 تابلوی کنترل آسانسور: (15)

مجموعه‌ای شامل مدارهای فرمان و قدرت که وظیفه کنترل حرکت کابین و پاسخگویی به احضار را به عهده دارد.

### 1-2-57 تأسیسات الکتریکی: (13)

مجموعه‌ای است از تجهیزات الکتریکی به هم پیوسته برای انجام هدف یا اهداف معین که دارای مشخصه‌های هماهنگ و مرتبط باشند.

### 1-2-58 تجهیزات الکتریکی: (13)

وسایل، تجهیزات، لوازم، دستگاه‌ها و مصالحی‌اند که برای تولید، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی به کار می‌روند مانند مولدها، لوازم و اسباب و دستگاه‌های برقی، وسایل اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی، تجهیزات و مصالح سیستم‌های سیم‌کشی و مصرف‌کننده انرژی الکتریکی.

### 1-2-59 تجهیزات دستی: (13)

تجهیزاتی هستند قابل حمل که در هنگام استفاده عادی در دست گرفته می‌شوند و در آنها، موتور، در صورتیکه وجود داشته باشد قسمتی جدانشدنی از تجهیزات را تشکیل می‌دهد.

### 1-2-60 تجهیزات نصب ثابت: (13)

تجهیزاتی است که به نگهدارهایی محکم شده باشند یا به نحوی دیگر در محل معینی محکم و ثابت شده باشند.

### 1-2-61 تحلیل الاستیک: (10)

تحلیل سازه‌ای بر اساس این فرض که سازه با حذف بار به شکل هندسی اولیه خود باز می‌گردد.

### 1-2-62 تحلیل پلاستیک: (10)

تحلیل سازه‌ای با فرض رفتار صلب – خمیری قطعات و با استفاده از تئوری پلاستیسیته با بررسی مکانیزم خرابی.

### 1-2-63 تحلیل سازه‌ای: (10)

تعیین آثار بار، بر اعضاء و اتصالات بر اساس اصول تحلیل سازه.

### 1-2-64 تحلیل غیرالاستیک: (10)

تحلیل سازه‌ای با در نظر گرفتن رفتار غیرالاستیک مصالح.

### 1-2-65 تخلیه هوا: (14)

خارج کردن قسمتی از هوای فضا و هدایت آن به هوای آزاد، بطور طبیعی یا با وسایل مکانیکی.

### 1-2-66 تراز طبقه‌شدن آسانسور: (15)

منظور هم‌تراز شدن کف کابین با کف تمام شده طبقه در محل ورودی به آسانسور است.

### 1-2-67 ترموکوپل: (17)

این وسیله یکی از مهمترین بخش‌های دستگاه گازسوز است که در صورت روشن نشدن مشعل دستگاه یا از بین رفتن شعله اصلی مشعل مسیر ورود سوخت به مشعل، بسته یا شعله اصلی مشعل و شمعک آن هر دو قطع می‌گردد.

### 1-2-68 تسلیم: (10)

حالت حدی تغییر شکل غیر الاستیک که پس از رسیدن به حالت تنش تسلیم بروز می‌کند.

### 1-2-69 تصرف: (4)

بخشی از ساختمان‌ها، حاصل ترکیب چند فضا (به ترتیبی که در این مقررات مشخص شده)، که به فعالیتی مشخص اختصاص داده شود. مقصود از "تصرف" در این مقررات، نوع بهره‌گیری از بنا یا بخشی از آن است که با مقصودی معلوم در دست بهره‌برداری بوده یا قرار است برای آن مقصود مورد استفاده واقع شود. انواع تصرف‌ها عباتند از:

1- تصرف اداری و حرفه‌ای
2- تصرف انباری
3- تصرف آموزشی- تربیتی
4- تصرف تجمعی
5- تصرف درمانی و مراقبتی
6- تصرف صنعتی
7- تصرف کسبی و تجاری
8- تصرف مخاطره‌آمیز
9- تصرف مسکونی

### 1-2-70 تصفیه هوا: (14)

فرآیند کاهش ذرات زیان‌آور موجود در هوا از قبیل میکروارگانیسم‌ها، ذرات معلق، دود، گازهای زیان‌آور و مانند آنها.

### 1-2-71 تعویض هوا: (14)

ورود و یا خروج هوا در یک فضا، بطور طبیعی و یا به کمک وسایل مکانیکی.

### 1-2-72 تنظیم‌کننده فشار گاز (رگولاتور): (17)

دستگاهی است که فشار گاز ورودی را کاهش داده و آن را به میزان فشار موردنظر برای مصرف، ثابت نگه می‌دارد.

### 1-2-73 توقفگاه‌های وسایل نقلیه: (4)

توقفگاه‌های وسایل نقلیه محل‌های توقف و نگهداری وسایل نقلیه هستند که توقفگاه‌های وسایل نقلیه در فضای باز و فضاهای توقفگاه وسایل نقلیه در ساختمان را شامل می‌شوند.

### 1-2-74 تهویه: (19-14)

روند دمیدن یا مکیدن هوا، از طریق طبیعی یا مکانیکی، به هر فضایی یا از هر فضایی، برای تأمین شرایط بهداشت و آسایش (از قبیل کنترل دما و میزان رطوبت هوا، جلوگیری از بروز میعان، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و مانند آنها). چنین هوایی ممکن است مطبوع شده باشد.

### 1-2-75 تهویه مطبوع: (19-14)

کنترل هم زمان دما، رطوبت و پاکیزگی هوا و توزیع مناسب آن به منظور تأمین شرایط مورد نیاز فضای ساختمان.

### 1-2-76 تیر: (10)

عضو سازه‌ای با هدف مقاومت در مقابل لنگر خمشی.

### 1-2-77 تیر ورق: (10)

تیری که مقطع آن از ورق ساخته شده است.

### 1-2-78 جایگاه امدادرسانی: (4)

شامل فضاها و سطوحی است که به منظور کمک و امدادرسانی در موارد اضطراری در فضاهای باز در نظر گرفته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### 1-2-79 جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف): (19)

جداری که ضریب عبور نور مرئی آن بزرگتر از 5% است. جدار نورگذر بر دو نوع شفاف و مات است و شامل پنجره‌ها، درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آنهاست.

### 1-2-80 جریان اتصال کوتاه (فلزی): (13)

اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانسی بسیار کوچک بین هادی‌های برقداری که در شرایط عادی دارای اختلاف پتانسیل می‌باشند، ایجاد شود.

### 1-2-81 جریان اضافه‌بار (یک مدار): (13)

اضافه جریانی است که در مداری برقرار می‌شود که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

### 1-2-82 جریان باقیمانده: (13)

جمع جبری مقادیر آنی جریانهایی (منتجه جریان‌های آنی) است که از همه هادی‌های برقدار یک مدار معین، در یک نقطه از تأسیسات الکتریکی، عبور می‌کند.

### 1-2-83 جریان برق‌گرفتگی: (13)

جریانی است که از بدن انسان یا حیوان عبور کند و مشخصه‌های آن به نحوی باشد که احتمالاً موجب برق‌گرفتگی شود.

### 1-2-84 جریان مجاز: (13)

(جریان مجاز حرارتی یا جریان اسمی یک هادی)، حداکثر جریانی است که بطور مداوم در شرایطی تعیین شده، بدون اینکه دمای وضعیت تعادل یک هادی از میزان معینی تجاوز نماید، می‌تواند از آن عبور کند.

در مورد هادی‌ها (سیم و کابل) جریان اسمی همان جریان مجاز حرارتی است.

### 1-2-85 جریان نشت: (13)

جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده است و زمین یا بدنه‌های هادی بیگانه، برقرار شود.

### 1-2-86 جوش انگشتانه: (10)

جوش ایجاد شده در سوراخ دایره‌ای شکل در یکی از اعضای اتصالی که باعث ایجاد پیوستگی بین آن عضو و عضو دیگر می‌شود.

### 1-2-87 جوش شیاری با نفوذ کامل: (10)

جوش شیاری که در آن فلز جوشکاری از کل ضخامت عضو اتصالی عبور می‌کند.

### 1-2-88 جوش شیاری با نفوذ نسبی: (10)

جوش شیاری که در آن میزان نفوذ، عمدتاً کمتر از ضخامت کامل عضو اتصالی در نظر گرفته شده باشد.

### 1-2-89 جوش کام: (10)

جوش ایجاد شده در سوراخ امتدادیافته برای اتصال یک عضو به عضو دیگر.

### 1-2-90 جوش گوشه: (10)

جوشی با مقطع مثلثی ایجاد شده در بین سطوح اعضای مقاطع.

### 1-2-91 چاه آسانسور: (15)

فضایی است که ریل‌ها و برخی تجهیزات آسانسور در آن نصب می‌شوند و کابین و وزنه تعادل در این مکان حرکت می‌نمایند، معمولاً با دیواره‌ها، درهای طبقات و درها و دریچه‌های اضطراری محصور می‌گردد.

### 1-2-92 چاهک آسانسور: (15)

فاصله قائم بین کف پایین‌ترین محل توقف تا کف چاه آسانسور (به ابعاد چاه آسانسور) را چاهک می‌گویند.

### 1-2-93 حفاظت کاتدی: (17)

نوعی سیستم الکتریکی است که برای جلوگیری از خوردگی ناشی از زنگ‌زدگی لوله‌های گاز دفنی به کار می‌رود.

### 1-2-94 حیاط: (3)

فضای باز بدون سقف و بدون تصرف که از دو یا چند طرف با دیوارهای خارجی بنا محصور باشد و اگر از همه طرف به دیوارهای خارجی بنا محصور شود، در آن صورت به آن حیاط داخلی گفته می‌شود.

### 1-2-95 حیاط محصور (پاسیو): (4)

فضایی است باز، که در میان ساختمان قرار دارد و به طور معمول اضلاع آن در تمام ارتفاع ساختمان امتداد یافته و وظیفه تأمین نور و تهویه بخشی از ساختمان را در طبقات بر عهده دارد.

### 1-2-96 خاکریزی مهندسی: (7)

به خاکریزی گفته می‌شود که احتیاج به شناخت نوع خاک و کنترل تراکم دارد و در پایداری ساختمان مؤثر است.

### 1-2-97 خستگی: (10)

حالت حدی شروع ترک‌خوردگی و گسترش آن در اثر تکرار بار زنده

### 1-2-98 داده‌های ژئوتکنیکی: (7)

به پارامترهای برداشت شده از زمین ساختگاه گفته می‌شود که پردازش نشده است.

### 1-2-99 در کابین آسانسور: (15)

دری است که در ورودی کابین قرار گرفته و معمولاً به طور خودکار باز و بسته می‌شود.

### 1-2-100 دستگاه: (14)

هر دستگاه مکانیکی که با مصرف برق، گاز (مایع یا گاز طبیعی)، سوخت مایع یا جامد و هر نوع انرژی دیگر، به منظور استفاده در تأسیسات مکانیکی (تأسیسات گرمایی، تعویض هوا، تهویه مطبوع) طراحی و ساخته می‌شود.

### 1-2-101 دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کننده ویژه: (14)

هر دستگاه مکانیکی با کاربری و ظرفیت مشخص و با مصرف هر نوع انرژی (برق، سوخت جامد، مایع، گاز)، که برای تهیه آب‌گرم مصرفی یا گرم‌کردن و یا خنک‌کردن موضعی فضاهای ساختمان، طراحی و ساخته‌شده باشد.

### 2-1-102 دستگاه یکپارچه (پکیج): (14)

دستگاهی که به طور کامل در کارخانه ساخته، سوار و آزمایش شده و به صورت یک واحد مستقل، با همه قطعات و اجزای متحرک و موتور محرک، آماده نصب باشد.

### 2-1-103 دستگیره (پلکان برقی): (15)

دستگیره‌ای از جنس لاستیک با الیاف مخصوص می‌باشد که متحرک بوده و سرعت آن با سرعت حرکت پله یکسان می‌باشد، افراد هنگام بالارفتن یا پایین‌آمدن از آن استفاده می‌کنند.

### 2-1-104 دفتر مهندسی: (2)

محل انجام خدمات مهندسی ساختمان دارای مجوز فعالیت از وزارت راه و شهرسازی

### 2-1-105 دفترچه اطلاعات ساختمان: (2)

دفترچه اطلاعات ساختمان مشتمل بر جدول مربوط به روند تهیه طرح، اجرا، نظارت اطلاعات ساختمان است.

### 2-1-106 دودکش: (17-14)

معبری فلزی یا با مصالح بنایی که گازهای حاصل از احتراق از راه آن به خارج ساختمان منتقل می‌شود.

### 2-1-107 دودکش پیش‌ساخته: (17-14)

دودکشی است که در کارخانه شامل معبر انتقال دود، که برای نوع و کلاس معینی از دستگاه با سوخت مایع یا گاز ساخته شده و مشخصات آن از طرف مؤسسهٔ معتبر و مورد تأیید گواهی شده و دارای پلاک تأیید باشد.

### 2-1-108 دوره اجرا: (2)

مدت زمانی که از تاریخ صدور پروانه ساختمان تا تحویل گزارش پایان‌کار ساختمان توسط ناظر هماهنگ کننده به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان به طول می‌انجامد.

### 2-1-109 دوره نظارت: (2)

مدت زمانی که از تاریخ صدور پروانه ساختمان تا تحویل گزارش پایان‌کار ساختمان توسط ناظر هماهنگ کننده به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان به طول می‌انجامد.

### 1-2-110 دیگ: (14)

یک دستگاه گرمازای بسته که برای تأسیسات گرمایی، یا سیستم تأمین آب‌گرم مصرفی، آب گرم یا بخار تولید می‌کند.

### 1-2-111 دیوار: (19)

بخشی از پوسته خارجی یا داخلی غیر نورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویه بیش از 60 درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته است.

### 1-2-112 دیوار آتش: (14)

جزئی از ساختمان که ضد حریق است و از گسترش آتش در داخل یا بین ساختمان‌ها و سازه‌ها، از سویی به سوی دیگر، جلوگیری کرده و یا آن را کند می‌کند.

### 1-2-113 دیوار جان پناه: (3)

بخش امتداد یافته دیوارهای خارجی بنا در بام که به منظور فراهم نمودن ایمنی و تفکیک همسایگی اجرا می‌شود.

### 1-2-114 دیوار دودبند: (3)

دیوار یا دیواره ای که راهروی خروج را قطع کرده و به یک یا چند در مجهز است. این دیوار باید مانع گسترش آتش و دود باشد.

### 1-2-115 دیوار کتیبه: (3)

بخشی از دیوار خارجی ساختمان که پایین یا بالای پنجره (یا بازشو) واقع می‌شود.

### 1-2-116 دیوار مشترک: (3)

دیواری که در مرز مالکیت دو ساختمان برای بهره‌گیری مشترک ساخته می‌شود.

### 1-2-117 راه پله: (3)

بخشی از مجموعه راه خروج شامل تعدادی پله یا سکو که در مجموع رفت و آمد از یک طبقه به طبقه دیگر را بدون تداخل و برخورد با مانع امکان پذیر می‌کند.

### 1-2-118 رشته‌های اصلی: (2)

معماری، عمران، تأسیسات مکانیکی، تأسیسات برقی، شهرسازی، نقشه‌برداری و ترافیک.

### 1-2-119 رشته‌های مرتبط: (2)

رشته‌های موضوع تبصره 1 ماده 7 قانون.

### 1-2-120 رنگ‌های دارای مفهوم ایمنی: (20)

در علائم تصویری، نورانی و نوری ایمنی رنگ‌های خاص دارای مفاهیم مشخصی است. جدول زیر تعیین‌کننده‌کلی این رنگهاست.

| رنگ | معنا و مفهوم | دستورالعمل |
|---|---|---|
| قرمز | بازدارنده (اعلام خطر) | کارخطرناک- ایست- توقف اضطراری-تخلیه |
| زرد کهربائی | هشداردهنده | مواظب باشید- احتیاط کنید- بیازمائید |
| آبی | الزام کننده | کار یا اقدام خاص مثل استفاده از وسایل حفاظت فردی |
| سبز | تصویری آگاه کننده نسبت به شرایط ایمن | درها- خروجی‌ها- راه‌های فرار- امکانات و وسایل و کمک‌های اولیه- برگشت به‌حالت عادی |

### 1-2-121 ریل‌های راهنما (آسانسور): (15)

اجزای فلزی با مقطع T هستند که برای هدایت کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) به کار می‌روند.

### 1-2-122 زمین (جرم کلی زمین): (13)

جرم هادی زمین است که پتانسیل همه نقاط آن به طور قراردادی برابر صفر انتخاب می‌شود.

### 1-2-123 زیرزمین: (3)

قسمتی از ساختمان که تمام یا بخشی از آن پایین‌تر از کف زمین طبیعی قرار گرفته و به عنوان طبقه به حساب نیاید.

### 1-2-124 ساختمان: (2)

بنایی واحد که وجه‌های بیرونی آن در سطح و ارتفاع، از زیر پی تا بالاترین نقطه، یک پوسته معماری بسته را تشکیل دهد.

### 1-2-125 ساختمان‌های بتنی پیش ساخته: (11)

ساختمانی که تمامی اجزای سازه‌ای و بعضاً اجزای غیرسازه‌ای ساختمان از قطعات بتن پیش‌ساخته که در کارخانه تولید شده است، تشکیل می‌شوند.

### 1-2-126 ساختمان‌های خاص: (17)

ساختمان‌هایی هستند که استفاده از آن‌ها در نجات و امداد مؤثر بوده و در صورت خرابی یا وقفه در بهره‌برداری به‌طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات شده و سبب آتش‌سوزی وسیع، از دست رفتن ثروت ملّی و آلودگی محیط زیست می‌شود.

### 1-2-127 ساختمان‌های عمومی: (17)

ساختمان‌هایی هستند که در آن‌ها خدمات عمومی ارایه شده و مورد استفاده و مراجعه عموم مردم می‌باشد.

### 1-2-128 ساختمان‌های فولادی پیش‌ساخته: (11)

ساختمان‌های فولادی که قطعات آن به طورکامل در کارگاه ساخت، مونتاژ و جوشکاری می‌شوند و اتصال آنها برای نصب در پای کار انجام می‌پذیرد.

### 1-2-129 ساختمان‌های فولادی درجا: (11)

ساختمان‌های فولادی که کلیه قطعات آن در پای کار برشکاری و مونتاژ جوشکاری شده و به وسیله اتصالات جوشی نصب می‌شوند.

### 1-2-130 ساختمان‌های فولادی نیمه‌پیش‌ساخته: (11)

ساختمان‌های فولادی که برخی از قطعات آن در کارگاه ساخت، مونتاژ و جوشکاری می‌شوند و بقیه قطعات در پای کار ساخته شده و نصب می‌شوند.

### 1-2-131 ساختمان‌های متصل: (4)

ساختمان‌هایی هستند که به ساختمان ملک مجاور متصل و یا حدفاصل آنها درز انقطاع بین دو بنا است.

### 1-2-132 ساختمان‌های منفصل: (4)

ساختمان‌هایی هستند که بصورت "کوشک" مانند، در داخل محوطه و ملک بدون اتصال به ساختمان‌های پلاک‌های دیگر قرار دارند.

### 1-2-133 ساختمان ویژه: (2)

بنایی که طرح معماری یا سازه یا تأسیسات مکانیکی و یا تأسیسات برقی آن دارای پیچیدگی یا حساسیت خاص می‌باشد و بنا بر ضرورت نیاز به طراحی یا محاسبه یا کنترل دقیق شرایط هوا، دما، رطوبت، پاکیزگی، فشار نسبی، صدا، ولتاژ و فرکانس خاص در یک یا چند رشته ساختمانی دارد و موارد استفاده آن نیز خاص است.

### 1-2-134 سازمان: (2)

سازمان نظام مهندسی ساختمان (کشور)

### 1-2-135 سازمان استان: (2)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان

### 1-2-136 سازه‌های نگهبان: (7)

به سازه‌هایی اطلاق می‌شود که برای نگهداری خاک به کار برده می‌شوند، این سازه‌ها شامل انواع دیوارها و سیستم‌های نگهبان هستند که در آن‌ها عناصر سازه‌ای با خاک یا سنگ ترکیب شده یا از تسلیح خاک استفاده می‌شوند.

### 1-2-137 ستون: (10)

عضو سازه‌ای عمدتاً با هدف مقاومت در مقابل نیروی محوری و یا ترکیب نیروی محوری با سایر نیروها.

### 1-2-138 سطح الزامی: (4)

سطحی است که رعایت مقدار و محدودیت‌های آن در مقررات ملّی ساختمان الزامی شده است.

### 1-2-139 سطح خالص: (3)

سطح خالص هر طبقه از ساختمان فقط به فضاهای قابل تصرف گفته شده و سطوح مربوط به فضاهای عمومی و ارتباطی و ضخامت دیوارها را شامل نمی‌گردد.

### 1-2-140 سطح علائم تصویری و تابلو: (20)

سطح یکپارچه درون قاب و سازه علائم تصویری و تابلو یا در صورت نبود قاب، سطح یکپارچه آگهی پیام آن است.

### 1-2-141 سطح مفید کابین: (15)

سطح مفیدی است که برای ایستادن مسافر و یا گذاشتن بار به کار گرفته می‌شود و مقدار آن متناسب با ظرفیت بار یا مسافر محاسبه می‌شود.

### 1-2-142 سطوح نورگیری و تعویض هوای الزامی: (4)

سطوحی هستند که جهت حداقل نورگیری و تعویض هوای طبیعی فضاها، در نظر گرفته می‌شوند.

### 1-2-143 سیستم اضافه‌بار (آسانسور): (15)

در برخی آسانسورها برای جلوگیری از اضافه‌بار حسگری را به شیوه‌های مختلف تعبیه می‌کنند تا هنگام سوارشدن مسافر یا گذاشتن بار بیش از ظرفیت پیش‌بینی شده در کابین، ضمن اعلام خبر از حرکت آسانسور تا تخلیه بار اضافی جلوگیری شود.

### 1-2-144 سیستم باربر ثقلی: (6)

قسمتی از کل سازه است که جهت تحمل بارهای ثقلی و انتقال آن به شالوده سازه به کار گرفته می‌شود.

### 1-2-145 سیستم باربر جانبی: (6)

قسمتی از کل سازه است که برای تحمل بارهای جانبی به کار گرفته می‌شود.

### 1-2-146 سیستم ترمز ایمنی (سیستم پاراشوت): (15)

سیستم مکانیکی که ترجیحاً در قسمت زیرین یا بالای چارچوب (یوک) کابین یا وزنه تعادل (در صورت لزوم) قرار می‌گیرد و در مواقع اضطراری با افزایش غیرعادی سرعت، فعال‌شده و سبب توقف کابین یا وزنه تعادل بوسیله قفل‌شدن کابین یا وزنه تعادل به ریل‌ها می‌شود.

### 1-2-147 سیستم تونلی: (11)

سازه‌های بتنی با قالب بتنی موسوم به سیستم تونلی، یکی از روش‌های صنعتی اجرای ساختمان‌های بتنی بوده که دیوار و سقف بطور همزمان با قالب یکپارچه اجرا می‌شود. قالب‌های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب‌بندی یا قالب‌برداری، نیازی به تبدیل آنها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می‌شوند.

### 1-2-148 سیستم دوگانه یا ترکیبی: (6)

نوع سیستم سازه‌ای است که در آن، بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های ساختمانی متحمل می‌شوند و مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه‌ای از دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده همراه با مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی صورت می‌گیرد. سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکش آن دو، در تمام طبقات، تعیین می‌شود.

### 1-2-149 سیستم ساختمانی: (11)

سیستم ساختمانی دیوار باربر که دیوارهای آن دارای قالب‌های بتن دایمی بوده و این قالب‌ها بعد از بتن‌ریزی، جزیی از دیوار محسوب می‌شود و نقش عایق حرارتی را دارد.

### 1-2-150 سیستم ساختمانی با پنلهای ساندویچی: (11)

سیستم ساختمانی دیوار باربر که دیوارهای آن از پنل‌های ساندویچی شامل دو صفحه شبکه جوش شده فولادی می‌باشد که یک هسته عایق در میان آن قرار گرفته و دو طرف آن بتن پاشیده می‌شود.

### 1-2-151 سیستم ساختمانی قاب‌های سبک فولادی: (11)

سیستم ساختمانی دیوار باربر متشکل از مقاطع فولادی سرد نورد شده بوده که اجزاء آن با اتصالات پیچی یا جوشی به یکدیگر متصل می‌شوند.

### 1-2-152 سیستم‌های فراخوانی آسانسور: (15)

نحوه پاسخ به احضار مسافرین در آسانسور با توجه به نوع کاربری ساختمان می‌تواند متفاوت باشد و انتخاب صحیح سیستم کنترل اهمیت زیادی دارد.

### 1-2-153 شاغل تمام وقت: (2)

شخصی که در بخش‌های دولتی یا خصوصی یا موسسات و نهادهای عمومی به لحاظ اشتغال به کار دیگری غیر از مشاغل مربوط به این شیوه نامه از سوی کارفرما بیمه شده باشد.

### 1-2-154 شخص‌حقوقی: (2)

شرکت خصوصی یا شرکت دولتی یا وابسته به دولت یا موسسه و نهاد عمومی غیردولتی (به غیر از شهرداری‌ها) دارای پروانه اشتغال به کار حقوقی از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-155 شخص‌حقیقی: (2)

مهندس یا کاردان فنی یا معمار تجربی یا دیپلمه‌های فنی دارای پروانه اشتغال به کار از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-156 شرایط دشوار ژئوتکنیکی: (7)

به شرایطی اطلاق می‌شود که اجرای سازه و یا ساخت پی را مشکل می‌سازد.

### 1-2-157 شرکت: (2)

شخصیتی حقوقی که خصوصی یا تعاونی یا دولتی یا وابسته به دولت بوده و به طور قانونی در اداره ثبت شرکتها و مؤسسات غیرتجاری به ثبت رسیده و شأن تشکیل آن ارایه خدمات مهندسی ساختمان مانند انجام مطالعات و طراحی، محاسبات، نظارت و اجرای کارهای ساختمانی است.

### 1-2-158 شفت: (3)

فضای ارتباطی قائم بین طبقات یا بین کف تا بام ساختمان که به منظور تعبیه آسانسور، بالابر، آشپزخانه، تأمین روشنایی، انجام تهویه، عبور دادن کانال‌ها و لوله‌ها، تخلیه زباله و غیره در نظر گرفته می‌شود.

### 1-2-159 شکل پذیری: (6)

به قابلیت جذب و اتلاف انرژی و حفظ ظرفیت باربری یک سازه، هنگامی که تحت تأثیر تغییر مکان‌های غیرخطی چرخه‌ای ناشی از زلزله قرار می‌گیرد، اطلاق می‌شود.

### 1-2-160 شمعک: (17)

وسیله‌ای که با ایجاد شعله کوچکی در وسایل گازسوز، برای روشن کردن مشعل اصلی دستگاه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اغلب وسایل گازسوز این شعله به واسطه ترموکوپل باعث باز نگه‌داشتن مسیر گاز نیز می‌شود و در صورت خاموش شدن آن، جریان گاز به مشعل اصلی قطع می‌گردد.

### 1-2-161 شناسنامه فنی و ملکی ساختمان: (2)

سندی است که حاوی اطلاعات فنی و ملکی ساختمان بوده و توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان استان صادر می‌گردد و در کلیه نقل و انتقالات ساختمان‌های همراه با نقشه‌های چون ساخت، تحویل خریداران می‌گردد تا از مشخصات ساختمانی که خریداری می‌نمایند مطلع شوند.

### 1-2-162 شیبراهه: (3)

پیاده‌راه با شیب حداکثر 1 به 20 که بعنوان راه دسترسی مورد استفاده واقع می‌شود.

### 1-2-163 شیر خودکار قطع جریان گاز اضافی: (17)

وسیله‌ای که در مسیر لوله‌کشی گاز نصب و در صورت عبور جریان گاز بیش از حد تنظیم شده، جریان گاز را قطع می‌نماید.

### 1-2-164 شیر خودکار قطع گاز حساس در مقابل زلزله: (17)

وسیله‌ای که در هنگام بروز زلزله با شدت از پیش تعیین شده در آن، جریان گاز را به‌طور خودکار قطع می‌نماید.

### 1-2-165 شیر قبل از رگولاتور یا شیر قفلی: (17)

شیر سماوری گوشواره‌ای که قبل از رگولاتور نصب و در حالت بسته، قابل قفل کردن بوده و باید برای فشار کاری تا 4 بار و یا 60 پوند بر اینچ مربع مناسب باشد.

### 1-2-166 شیشه نویسی: (20)

هرآگهی منصوب، منقوش و متصل به سطح شفاف ویترین و یا قرار گرفته در پشت شیشه که از بیرون قابل تشخیص باشد شیشه نویسی محسوب می‌شود.

### 1-2-167 صاحب کار: (2)

مالک یا قائم مقام مالک کارگاه ساختمانی.

### 1-2-168 صنعتی سازی: (11)

به روش یا روش‌هایی که میزان استفاده از منابع انسانی، مواد اولیه و سرمایه را در راستای پاسخ‌دهی به نیاز مسکن جامعه و بهره‌وری اقتصادی با بکارگیری فن‌آوریهای نوین که در یک ساختار منظم و مدولار، تشکیلات یافته و منسجم بطور کارا عمل کند گویند.

### 1-2-169 ضربه‌گیر (بافر) آسانسور: (15)

وسیله‌ای ارتجاعی است که برای جلوگیری از اصابت کنترل‌نشده کابین و یا وزنه تعادل به کف چاهک به کار می‌رود و طوری طراحی و انتخاب می‌شود که قسمتی از انرژی جنبشی کابین را مستهلک کند. باید توجه داشت که ضربه‌گیر برای متوقف‌کردن کابین در سقوط آزاد طراحی نشده است.

### 1-2-170 ضریب انتقال حرارت: (19)

ضریب انتقال حرارت برابر است با توان حرارتی منتقل شده به ازاء یک درجه کلوین اختلاف دما و به سه دسته تقسیم می شود: خطی، سطحی و ساختمانی

### 1-2-171 ضریب هدایت حرارت: (19)

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک مترمربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار می‌گذرد، در زمانی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلوین است.

### 1-2-172 طبقه: (3)

بخشی از ساختمان که بین دو کف متوالی واقع شود. در مواردی که فاصله کف تمام شده از سطح زمین طبیعی از 120 سانتیمتر بیشتر نباشد، فضای زیر آن طبقه به عنوان زیرزمین منظور می‌گردد.

### 1-2-173 طبقه اصلی ورودی (آسانسور): (15)

طبقه‌ایست که ورودی افراد پیاده به ساختمان از آن طریق انجام می‌شود و معمولاً هم‌تراز خیابان است. چنانچه در ساختمانی دسترسی‌های اصلی مختلفی به یک آسانسور وجود داشته باشد پایین‌ترین آن‌ها طبقه اصلی محسوب می‌شود.

### 1-2-174 طبقه خیابان: (3)

طبقه‌ای از بنا که از کف خیابان یا محوطه خارج بنا حداکثر با شش پله قابل دسترس باشد.

### 1-2-175 طراح: (2)

تهیه‌کننده نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی ساختمان براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان، در حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال صادره توسط وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-176 طراحی: (2)

تمامی فعالیت‌ها و خدمات طراح براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان است که منجر به تهیه نقشه‌ها و مشخصات فنی مورد نیاز برای هر یک از مراحل مقدماتی و اجرایی کار ساختمانی و تایید آن توسط مراجع ذیربط می‌شود.

### 1-2-177 طراحی ژئوتکنیکی: (7)

به کلیه خدمات مهندسی گفته می‌شود که بمنظور تعیین هندسه، کنترل پایداری، ایستایی و تغییر شکل‌های پی و بخش خاک آن انجام می‌گیرد.

### 1-2-178 طول مسیر حرکت آسانسور: (15)

ارتفاع بین کف پایین‌ترین طبقه توقف آسانسور تا کف بالاترین طبقه توقف آسانسور، طول مسیر حرکت نامیده می‌شود.

### 1-2-179 ظرفیت اشتغال: (2)

توان شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال در انجام خدمات مهندسی در مدت زمان معین.

### 1-2-180 عایق حرارتی: (19)

مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما را از محیطی به محیطی دیگر به طور مؤثر کاهش دهد. در مواردی، عایق حرارت می‌تواند، علاوه بر کاهش انتقال حرارت، کاربردهای دیگری نیز مانند باربری، صدابندی داشته باشد.

### 1-2-181 علائم ایمنی: (20)

علائمی هستندکه توسط تابلو، رنگ، علامت نورانی (روشنایی) یا علائم صوتی، ارتباط کلامی یا علائم ناشی از حرکت دست، توصیه‌ها و اطلاعاتی درباره ایمنی عمومی و بهداشت کار را انتقال می‌دهند و

شامل تابلوها و علائم تصویری، علائم نورانی، علائم نوری، علائم صوتی، علائم کلامی و علائم ایمنی با حرکات دست می‌گردند.

### 1-2-182 علمک گاز: (17)

قسمت عمودی و انتهایی انشعاب لوله‌کشی گاز که جهت نصب رگولاتور بر روی آن توسط شرکت گاز در مجاورت و متکی به ملک مصرف کننده قرار می‌گیرد.

### 1-2-183 فضا: (4)

در مقررات ملّی ساختمان، مقصود از "فضا" مکانی است که فعالیت مشخصی در آن انجام می‌گیرد و ممکن است در ترکیب با دیگر فضاها، یا مستقل از هم در تصرف‌های مختلف استقرار یابند. تقسیم‌بندی‌های فضاها در ارتباط مستقیم با تقسیم‌بندی تصرف‌ها نمی‌باشند.

### 1-2-184 فضاهای نیمه باز: (4)

فضاهایی مانند بالکن و ایوان، که از داخل ساختمان می‌توان به آن‌ها وارد شد و در ارتباط با هوای آزاد قرار دارند، به گونه‌ای که حداقل یک وجه آنها باز باشد، فضای نیمه باز محسوب می‌شوند.

### 1-2-185 فضای ارتباط داخلی: (4)

فضایی که به منظور ارتباط بین فضاها در داخل ساختمان و تصرف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 1-2-186 فضای اشتغال: (4)

فضایی است محصور برای کسب و پیشه، که باید دارای نور و تهویه (مصنوعی یا طبیعی) بوده و در برابر عوامل طبیعی حفاظت شده باشد.

### 1-2-187 فضای اقامت: (4)

فضایی است محصور برای زندگی، خواب و غذا خوردن انسان، که باید دارای نور طبیعی و تهویه طبیعی باشد و در برابر عوامل طبیعی حفاظت شده باشد.

### 1-2-188 فضای انبار: (4)

شامل همه فضاهایی که به منظور انبارکردن کالاها و محصولات غیرخطرناک مورد استفاده قرار می‌گیرند و محل اشتغال محسوب نمی‌شوند.

### 1-2-189 فضای بهداشتی: (4)

فضایی که به منظور تأمین بهداشت در ساختمان شامل توالت، دستشویی و حمام و شستشوی وسایل نظافت و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 1-2-190 فضای تأسیسات: (4)

فضایی که تجهیزات و وسایل تأسیساتی ساختمان در آن نصب می‌شوند. در صورت استفاده مداوم فرد یا افراد از این فضا، تابع مقررات فضاهای اشتغال می‌گردند.

### 1-2-191 فضای تجمع: (4)

فضایی است که حداقل 20 نفر در آن اقامت موقت یا اشتغال دارند و یا فعالیت جمعی در آن صورت می‌پذیرد.

### 1-2-192 فضای توقفگاه وسایل نقلیه در ساختمان: (4)

توقفگاه‌های مختص وسایل نقلیه ساکنان در ساختمان‌های مسکونی، توقفگاه‌های خصوصی محسوب گردیده و توقفگاه‌های مختص تصرف‌های عمومی و توقفگاه‌هایی که امکان استفاده عموم از آنها میسر است، توقفگاه عمومی محسوب می‌گردند.

### 1-2-193 فضای کنترل شده: (19)

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان، از فضای زیستی و غیر آن، که به علت عملکرد خاص، به طور مداوم تا دمایی برابر، بالاتر یا پایین‌تر از دمای زیست‌گاه گرم یا سرد می‌شوند.

### 1-2-194 فضای کنترل نشده: (19)

بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل شده در برگیرنده آنها نیست (همانند درز انقطاع هوا بندشده بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و پارکینگ‌هایی که فاقد پایانه‌های گرمایشی و سرمایشی‌اند).

### 1-2-195 فضای مشاع: (4)

بخش‌هایی از ساختمان که در انطباق با قانون تملک آپارتمان‌ها، مالکیت آن به عموم مالکان تعلق دارد.

### 1-2-196 قاب خمشی: (10)

سیستم قاب‌بندیی که مقاومت در مقابل بارهای جانبی را تأمین کرده و عمدتاً از طریق برش و خمش اعضای قاب و اتصالات آن‌ها باعث پایداری سیستم سازه‌ای می‌شود.

### 1-2-197 قاب مهاربندی شده: (10)

یک سیستم خرپایی متشکل از مهاربندی‌های همگرا و یا واگرا است که وظیفه اصلی آن، تحمل نیروهای جانبی وارد به سازه می‌باشد.

### 1-2-198 قانون: (2)

قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب اسفندماه 1374

### 1-2-199 قسمت برقدار: (13)

هر سیم یا هادی دیگری که با نیت برقدار شدن آن در بهره‌برداری عادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل هادی خنثی نیز می‌باشد ولی به طور قراردادی هادی مشترک حفاظتی / خنثی (PEN) را شامل نمی‌شود.

### 1-2-200 قسمت هادی بیگانه: (13)

بدنه هادی‌ای است که جزء تأسیسات الکتریکی نمی‌باشد ولی قادر است پتانسیلی را که معمولاً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد. (در اثر بروز اتصالی برقدار گردد.)

### 1-2-201 کابین آسانسور: (15)

جزیی از آسانسور است که مسافر، بار یا هر دو را در خود جای می‌دهد کابین دارای کف برای ایستادن، دیواره‌هایی برای حفاظت مسافرین یا بار، سقف و معمولاً دارای در می‌باشد.

### 1-2-202 کاردان فنی و یا معمار تجربی: (2)

شخص حقیقی دارنده پروانه اشتغال به کار کاردانی یا تجربی از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-203 کارگاه ساخت: (11)

محلی مناسب که دارای امکانات و تجهیزات کافی برای عملیاتی مانند برشکاری، سوراخکاری، جوشکاری، خمکاری و همچنین نیروی انسانی ماهر باشد به نحوی که ساخت قطعات تحت نظر گروه کنترل کیفیت به صورت مطلوب انجام پذیرد.

### 1-2-204 کارگر ماهر: (2)

شخص حقیقی دارنده پروانه مهارت فنی از وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی.

### 1-2-205 کف: (19)

عنصر ساختمانی افقی که در بالا با فضایی کنترل شده، و در پایین با خاک، فضای کنترل نشده یا فضای خارجی در تماس است. کف بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شود.

### 1-2-206 کلید آتش نشان (آسانسور): (15)

کلیدی است که در مواقع ضروری از جمله تخلیه افراد مسن، معلول وغیره توسط آتش‌نشان فعال شده و کنترل آسانسور فقط توسط آن (راهبر داخل کابین) صورت می گیرد.

### 1-2-207 کنترل‌کننده مکانیکی سرعت (گاورنر): (15)

وسیله‌ای مکانیکی است که از طریق سیم بکسل یا زنجیر به سیستم ترمز ایمنی (پاراشوت) کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) وصل است تا در موقع افزایش سرعت از حد تعیین‌شده قفل کرده و ضمن فرمان قطع برق موتور آسانسور، سیستم ترمز ایمنی را فعال نماید.

### 1-2-208 گازهای دودکش: (17)

آمیخته‌ای از محصولات احتراق و هوای اضافی که از دستگاه گازسوز دارای دودکش خارج می‌شود.

### 1-2-209 گروه کنترل کیفیت: (11)

مجموعه‌ای از افراد واجد شرایط با تخصص و تجربه کافی در کاربرد استانداردهای ویژگی‌های هندسی و مکانیکی و شیمیایی مصالح فولادی، جوش، روش‌های جوشکاری، عملیات ساخت و عملیات نصب که مجهز به وسایل لازم برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد نظر باشند.

### 1-2-210 گره: (10)

محل برخورد دو یا چند عضو به یکدیگر است.

### 1-2-211 لاپه: (10)

عضو سازه‌ای افقی که عرشه سقف بدان تکیه داشته و عمدتاً تحت اثر بارهای ثقلی در معرض خمش قرار می‌گیرند.

### 1-2-212 لوله رابط دودکش: (17)

لوله‌ای که وسیله گازسوز را به دودکش مرتبط می‌کند.

### 1-2-213 لوله‌کشی توکار: (17)

لوله‌کشی به صورتی که برای دسترسی به آن نیاز به باز کردن دریچه یا برداشتن مانعی باشد.

### 1-2-214 لوله‌کشی دفنی: (17)

لوله‌کشی است که در زیر سطح زمین و در داخل کانال حفاری شده اجرا می‌شود و برای دسترسی به آن نیاز به حفاری زمین، تخلیه خاک و مصالح اطراف لوله‌ها می‌باشد.

### 1-2-215 لوله‌کشی رابط: (17)

لوله‌کشی روکار از خروجی رگولاتور تا کنتور گاز می‌باشد.

### 1-2-216 لوله‌کشی روکار: (17)

لوله‌کشی گاز به صورتی است که دسترسی به آن مستقیم و نیازی به حفاری، تخریب، باز کردن، برداشتن و یا جابجا کردن هیچ مانعی نبوده و قابل رؤیت باشد.

### 1-2-217 مانع حریق: (3)

صفحه یا پرده ای سرتاسری که به صورت قائم (مانند دیوار) یا افقی (مانند سقف) با زمان مشخصی از مقاومت حریق برای جلوگیری از گسترش آتش و دود از فضایی به فضای دیگر به کار گرفته می‌شود. این صفحات همچنین ممکن است برای حریق‌بند کردن بازشوها نیز مورد استفاده قرار گیرند.

### 1-2-218 مجتمع ساختمانی: (2)

سامانه‌ای واحد متشکل از دو یا چند ساختمان مجاور هم

### 1-2-219 مجرای خارجی نور و هوا: (4)

مجرایی منتهی به فضای باز در مجاورت زیرزمین و به منظور تأمین نور و هوای آن است که با تعبیه بازشوهایی به آن (در انطباق با تعویض هوای طبیعی در مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان)، تأمین نور و هوای فضاهای واقع در زیرزمین را بر عهده دارد.

### 1-2-220 مجری: (2)

شخص دارای مجوز دفتر اجرای ساختمان یا پروانه اشتغال شخص حقوقی از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-221 مجزا سازی افقی: (3)

فاصله مشخص بین دیوارهای خارجی بنا تا مرز مالکیت یا سایر بناهای همسایگی، اعم از خصوصی، عمومی و خیابان که به منظور تأمین فضای باز لازم در نظر گرفته می‌شود.

### 1-2-222 مجموعه ساختمانی: (4)

چند ساختمان یا مجتمع ساختمانی که در یک محوطه قرار دارند.

### 1-2-223 محدوده آسایش (حرارتی): (19)

شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود 80% ساکنان یا استفاده‌کنندگان در آن احساس آسایش دارند.

### 1-2-224 محصولات احتراق: (17)

آنچه که در نتیجه احتراق بدست می‌آید به انضمام گازهای بی‌اثر، به غیر از هوای اضافی.

### 1-2-225 محفظه احتراق: (17)

بخشی از دستگاه گازسوز است که عمل احتراق در آن انجام می‌شود.

### 1-2-226 محوطه باز: (3)

فضایی که تصرفی در آن صورت نگرفته و بوسیله ساختمان محصور نشده باشد. محوطه باز باید برای جای دادن متصرفان بنا کافی باشد و اندازه و محل آن به گونه‌ای باشد که به هنگام بروز حریق، مأموران آتش‌نشانی و ایمنی بتوانند به آن دسترسی داشته و از آن استفاده برند. محوطه باز باید در تمام اوقات شبانه‌روز از هر گونه موانع خالی باشد.

### 1-2-227 مدار: (13)

مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی در یک تأسیسات است که از منبع واحدی تغذیه نموده و به کمک وسایل حفاظتی واحدی در برابر اضافه جریان‌ها حفاظت شده باشد.

### 1-2-228 مدت زمان طراحی: (2)

مدت زمان مندرج در قرارداد منعقده بین طراح و صاحب کار برای تهیه طرح مقدماتی و اجرایی مورد قرارداد.

### 1-2-229 مدت زمان نظارت: (2)

مدت زمانی که در قرارداد بین ناظر وسازمان استان و صاحب‌کار برای انجام کار نظارت تعیین می‌شود.

### 1-2-230 مراحل کنترل کیفیت: (11)

مراحلی از کار است که در پایان این مراحل برای ورود به مرحله بعدی تائیدیه مرحله قبل توسط اشخاص یا مؤسسات مسئول کنترل کیفیت ضروری است.

### 1-2-231 مشتری: (2)

بهره‌بردار یا خریدار یا پیش خریدار یک یا چند واحد از ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی.

### 1-2-232 مشعل گاز: (17)

وسیله‌ای که گاز یا مخلوط گاز و هوا را برای ایجاد شعله به محفظه احتراق منتقل می‌نماید.

### 1-2-233 مصالح غیرریزنده: (4)

مصالحی هستند که اگر به هر صورت شکسته شده و یا از محل خود جدا شوند، امکان ریزش قطعات آن‌ها وجود نداشته باشد.

### 1-2-234 معبر عمومی: (3)

خیابان، کوچه یا موارد مشابهی از کاربرد زمین که به طور دائم در تصرف و استفاده عموم قرار گرفته و اساساً از آن طریق بتوان بدون مانع به سایر قسمت‌های شهر رفت و آمد نمود.

### 1-2-235 مقام قانونی مسئول: (3)

مقام دارای صلاحیت قانونی و مسئول، سازمان، دفتر یا فردی است که مسئولیت تصویب مصالح، تأسیسات، تجهیزات یا روش‌ها را به عهده بگیرد که در این مقررات با مفاهیمی گسترده به کار برده شده است، زیرا کارگزاران و نمایندگان صلاحیت دار و تصویب کننده به تناسب مسئولیت‌هایشان متفاوت هستند.

### 1-2-236 مقاومت حرارتی: (19)

نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن، مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌هاست.

### 1-2-237 مقاومت سازه‌ای: (10-9)

ظرفیت نهایی یک عضو سازه‌ای برای تحمل نیروهای وارده.

### 1-2-238 مقاومت کل اتصال زمین (مقاومت کل زمین): (13)

مقاومت بین ترمینال اصلی اتصال زمین است و جرم کلی زمین.

### 1-2-239 مکانیزم سازه‌ای: (10)

سیستم سازه‌ای شامل تعداد کافی مفاصل واقعی، مفاصل پلاستیک و یا هر دوی آن‌ها، که قابلیت تقسیم به چند پیکر صلب را داشته باشد.

### 1-2-240 مواد سوختنی: (14)

موادی ساخته‌شده از چوب، کاغذ فشرده، الیاف گیاهی، پلاستیک و دیگر مواد مشابه و یا دارای روکشی از این مواد، که در تماس با شعله آتش خواهند سوخت.

### 1-2-241 مواد غیر سوختنی: (14)

موادی جز «مواد سوختنی» باید توجه داشت که مواد «غیر سوختنی» با مواد «نسوز» تفاوت دارند.

### 1-2-242 مهاربند: (10)

اعضای محوری که در قاب‌های فولادی ساختمان‌ها برای تحمل بارهای جانبی (زلزله) مورد استفاده قرار می‌گیرند. انواع مهاربند عبارتند از:

1- مهاربند همگرا

2- مهاربند همگرای ضربدری

3- مهاربند همگرای قطری

4- مهاربندی همگرای V و$\Lambda$ (شورون)

5- مهاربند همگرای K

6- مهاربند واگرا

### 1-2-243 مهتابی (تراس): (4)

سطح روبازی از ساختمان، بر بام طبقه زیرین، که سقف بخش‌هایی از طبقات آن است.

### 1-2-244 میان طبقه: (3)

طبقه‌ای واقع بین هر یک از طبقات اصلی ساختمان که حداکثر یک سوم مساحت طبقه زیر خود را داشته باشد.

### 1-2-245 ناپایداری: (10)

حالت حدی حاصله در بارگذاری اجزای سازه‌ای، قاب یا سازه، که در آن تغییر مختصری در هندسه یا بارها منجر به جابجائی‌های قابل ملاحظه می‌شود.

### 1-2-246 ناظر: (2)

شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال نظارت دریک یا چند رشته از رشته‌های ساختمان.

### 1-2-247 ناظر هماهنگ‌کننده: (2)

شخصی حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال و صلاحیت نظارت در رشته معماری یا عمران است که براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان، مسوول هماهنگی بین تمامی ناظران رشته‌های هفتگانه مندرج در قانون در هر ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی و تسلیم کننده گزارش‌های مرحله‌ای کار به شهرداری، سازمان استان و یا سایر مراجع ذیربط می‌باشد. مدیرعامل شرکت یا مسوول واحد ناظر هماهنگ‌کننده شخص حقوقی خواهد بود.

### 1-2-248 نرده محافظ: (3)

حایل حفاظتی و ایمنی که برای جلوگیری از پرت شدن از ارتفاع طراحی شده باشد.

### 1-2-249 نشت هوا: (19)

ورود یا خروج هوا در ساختمان، از منافذ و مجراهایی غیر از محل‌هایی که برای تعویض هوا پیش‌بینی شده است.

### 1-2-250 نظارت: (2)

مجموعه خدماتی که توسط ناظر ساختمان برای حصول اطمینان از انطباق عملیات ساختمانی و تأسیساتی با مشخصات مندرج در پروانه ساختمان، نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی منضم به آن براساس مقررات ملّی ساختمان و اصول مهندسی و رعایت ضوابط ایمنی و حفاظت کارگاه ساختمان انجام می‌پذیرد.

### 1-2-251 نگهدارنده ریل‌ها: (15)

رابطی است که ریل‌ها را به سازه و دیواره چاه آسانسور متصل می‌کند و برای اتصال آن از بست مخصوص و پیچ و مهره استفاده می‌شود.

### 1-2-252 نمای ساختمان: (4)

بخشی از جداره خارجی ساختمان است که در معرض دید قرار دارد.

### 1-2-253 نمای شیشه‌ای: (4)

در صورتی که نمای ساختمان دارای پوشش حداقل 60 درصد از شیشه باشد نمای شیشه‌ای نامیده، و به دو دسته تقسیم می‌شود.

### 1-2-254 نیروی انسانی ماهر: (11)

اعضای گروه ساخت و نصب که هر یک به تناسب وظیفه محوله باید دارای تخصص، تجربه و توان کافی بنا به تائید مراجع ذیصلاح باشند.

### 1-2-255 وزنه تعادل (آسانسور): (15)

وزنه یا ترکیبی از وزنه‌ها است که برای متعادل‌کردن وزن کابین و بخشی از ظرفیت آسانسور به کار می‌رود.

### 1-2-256 واحد فنی: (2)

واحد فنی موضوع ماده 15 آیین‌نامه اجرایی.

### 1-2-257 وصله: (10)

اتصال بین دو عضو سازه‌ای که از انتها به هم متصل شده‌اند تا عضوی بلندتر را بوجود آورند.

### 1-2-258 ولتاژ تماس: (13)

ولتاژی است که به هنگام بروز خرابی در عایق‌بندی، بین قسمت‌هایی که همزمان قابل لمس می‌باشند، ظاهر شود.

### 1-2-259 هادی حفاظتی: (13)

هادی است که برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی لازم می‌باشد و هر یک از اجزای زیر را از نظر الکتریکی به هم وصل می‌کند:

بدنه‌های هادی، قسمت‌های هادی بیگانه، ترمینال اصلی اتصال به زمین، الکترود زمین، نقطه زمین‌شده منبع تغذیه، نقطه خنثی مصنوعی

### 1-2-260 هادی خنثی: (13)

هادی‌ای است که به نقطه خنثی سیستم وصل بوده و می‌تواند در انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده کرد.

### 1-2-261 هادی مشترک حفاظتی/ خنثی: (13)

هادی‌ای است زمین شده که به صورت اشتراکی هر دو وظیفه هادی‌های حفاظتی (PE) و خنثی (N) را انجام دهد.

### 1-2-262 هوابندی: (19)

جلوگیری از ورود و خروج هوا، از طریق پوسته یا درزهای عناصر تشکیل دهنده آن.

### 1-2-263 هواگیری: (17)

جایگزین کردن هوای درون دستگاه یا لوله‌کشی‌ها با گاز و یا برعکس، جایگزین کردن گاز درون دستگاه یا لوله‌کشی‌ها با هوا یا گازهای دیگر مانند گازهای بی‌اثر.

### 1-2-264 هوای احتراق: (17)

هوایی که برای احتراق در قبل و بعد از مشعل با سوخت مخلوط می‌گردد.

### 1-2-265 هوای اضافی: (17)

هوایی که علاوه بر هوای مورد نیاز سوخت، از محفظه احتراق عبور کرده و برای سوخت کامل لازم است.

### 1-2-266 هوای تهویه: (17)

هوایی که برای ایجاد جریان هوای تازه داخل اتاق محل نصب دستگاه، به آنجا وارد می‌گردد.

### 1-2-267 هوای رقیق‌کننده: (17)

هوایی که برای رقیق کردن گازهای حاصل از احتراق و تنظیم جریان دودکش از طریق دهانه کلاهک تعدیل جریان دودکش، وارد دودکش می‌شود.

### 1-2-268 یوک کابین (آسانسور): (15)

قاب نگهدارنده‌ای است که کف کابین، ترمزهای ایمنی، کفشک‌ها و سیم بکسل‌ها به آن متصل می‌شوند.

# 1-1 کلیات مباحث مقررات ملّی ساختمان

## 1-1-1 مبحث اول: تعاریف

### 1-1-1-1 کلیات

مبحث اول مقررات ملّی ساختمان برای نخستین بار با هدف آشنایی اولیه مهندسان و بهره‌برداران با موضوعات و دامنه کاربرد و تعاریف به کار برده شده در مباحث مقررات ملّی ساختمان تدوین گردیده است.

بدیهی است اگرچه در این مبحث به برخی الزامات مقرر در مباحث یاد شده پرداخته شده است لیکن به منظور اطلاع کافی و بهره‌برداری از محتویات و کلیات هر مبحث، مراجعه به مبحث مربوطه الزامی است.

## 1-1-2 مبحث دوم: نظامات اداری

### 1-1-2-1 کلیات

مبحث دوم مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان نظامات اداری، در مجموع در جهت تنسیق امور مهندسی و خدمات مورد انتظار به منظور رفع ابهامات و مشکلاتی که در اجرای قانون وجود داشت تنظیم گردیده است، در این مبحث ابتدا به تبیین آئین‌نامه اجرائی ماده 33 قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و سپس به مجموع شیوه‌نامه‌های آئین‌نامه اجرائی مصوب پرداخته شده است و برای هر یک از عوامل مؤثر در ساخت و ساز اعم از دستگاه‌های اجرائی و عهده‌دار کنترل، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان و مراجع صدور پروانه و سایر اشخاص حقیقی و حقوقی، تکالیف روشنی تعیین گردیده است.

در مجموعه شیوه‌نامه‌ها، کلیه موارد مترتب بر طراحی، اجرا و نظارت ساختمان، متضمن عوامل اجرائی مربوطه، اشخاص حقیقی و حقوقی و دفاتر مهندسی با تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال اشخاص یادشده، تبیین گردیده است. جزئیات مربوط به دفترچه اطلاعات ساختمان و شناسنامه فنی و ملکی و برخی از شیوه‌نامه‌های مرتبط با ساخت و ساز از دیگر موضوعاتی است که در این مبحث مورد توجه واقع شده است.

### 2-2-1-1 دامنه کاربرد

انجام خدمات طراحی، اجرا و نظارت توسط اشخاص حقیقی، دفاتر مهندسی و اشخاص حقوقی، همچنین کنترل و نظارت عالیه بر انجام خدمات و نحوه ارجاع کار و حق‌الزحمه اشخاص مذکور، گزارش انجام خدمات مرحله‌ای ساختمان و صدور هرگونه مجوز و کنترل حسن خدمات در امور طراحی، اجرا و نظارت ساختمان توسط سازمان، سازمان استان، شهرداری، اداره کل راه و شهرسازی و سایر مراجع مسئول با احراز شرایط مندرج در ماده 4 قانون و در چارچوب آئین‌نامه‌های اجرائی قانون، در سطح کشور بر اساس مفاد این مبحث انجام می‌گیرد.

## 3-1-1 مبحث سوم: حفاظت ساختمان در مقابل حریق

### 1-3-1-1 کلیات

اجرای تأسیسات برقی و مکانیکی در ساختمان‌ها، استفاده از مصالح سوختنی، توسعه شبکه‌های انرژی، برق و گاز و بکارگیری تجهیزات گوناگون سبب افزایش احتمال آتش‌سوزی در ساختمان‌ها گردیده است و به همین دلیل توجه به موضوع حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق، امری الزامی و اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌گردد. در همین راستا مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان به عنوان یکی از مباحث مقررات ملّی ساختمان منتشر گردیده است.

بر اساس مقررات این مبحث بمنظور حفظ جان و مال انسان‌ها و فراهم ساختن ایمنی لازم در برابر آتش‌سوزی، رعایت اصولی در طراحی و اجرای ساختمان‌ها ضروری است که مهمترین آن عبارتند از:

- پیش‌بینی راه‌های خروج جهت خارج شدن بموقع و ایمن افراد از ساختمان و انتقال آنان به مکان‌های امن.

- تأمین تمهیدات لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها بمنظور پیشگیری از بروز حریق.
- فراهم ساختن شبکه‌های علائمی محافظ (تشخیص، هشدار، اعلام) و امکانات مهار، کنترل و اطفاء حریق در ساختمان.
- جلوگیری از گسترش آتش و دود در ساختمان و سرایت حریق از یک ساختمان به ساختمان دیگر.

در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان تأمین ایمنی لازم جهت "حفظ جان انسان‌ها" بیش از هر امر دیگری مورد توجه بوده و به همین دلیل اولین بخش این مقررات شامل ضوابط مربوط به "راه‌های خروج از بنا و فرار از حریق" می‌باشد که از بیشترین اهمیت و تاثیر در این راستا برخوردار است. همچنین این مبحث با توجه به شرایط فنی، تخصصی و اجرایی موجود در کشور (از نظر وجود مهارت‌های لازم، مصالح، تجهیزات و نیز امکانات اقتصادی کشور) شامل ساختارها، مساحت، تعداد طبقات، موقعیت و ابعاد ساختمان می‌باشد.

بر اساس مقررات این مبحث از آنجا که در هر ساختمان باید کلیه پیش بینی‌ها و تمهیدات لازم جهت ایمنی ساکنان و متصرفان در برابر حریق فراهم گردد، ضروری است طراحی و اجرای ساختمان‌ها به نحوی صورت گیرد که با توجه به کاربری، ابعاد و تعداد طبقات، به مدت مناسبی در برابر حریق مقاومت نموده و از گسترش حریق به فضاها یا ساختمان‌های مجاور جلوگیری شود.

در همین راستا بر اساس مقررات مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان توجه به الزامات اساسی زیر در طراحی و اجرای ساختمان‌ها ضروری خواهد بود.

- طراحی و اجرا به نحوی باشد که در صورت وقوع حریق افراد بتوانند خود را از طریق مسیرهای امن و مشخص شده به محل ایمنی در داخل یا خارج از ساختمان برسانند. بدین منظور باید مسیرهای خروج از ساختمان و فرار از حریق به تعداد کافی و با ظرفیت لازم پیش‌بینی شده و در محل‌های مناسبی از ساختمان قرار گیرند، به نحوی که افراد قادر باشند در صورت وقوع حریق بدون تشویش و اضطراب خود را به محل امن برسانند و روشنایی لازم و مناسب در مسیرهای فرار تامین شده و کلیه خروجی‌ها به نحو مناسب علامت‌گذاری و مشخص شوند. همچنین تمهیدات لازم برای جلوگیری از نفوذ شعله و دود به مسیرهای خروج به نحو مناسب و با توجه به کاربری، ابعاد و ارتفاع ساختمان پیش‌بینی گردد.

- به منظور جلوگیری از گسترش حریق متناسب با کاربری و ابعاد ساختمان فضابندی‌های مناسب در داخل ساختمان، به وسیله ساختارهای مقاوم حریق، صورت گیرد و راه‌های ارتباطی و فضاهای پنهان نظیر شفت‌ها، محل عبور کابل‌ها و لوله‌ها، فضاهای مجوف بین دیوارها و نماهای خارجی ساختمان و غیره به نحوی طراحی و اجرا شوند که از گسترش حریق از طریق در داخل آن‌ها جلوگیری به عمل آید. همچنین دیوارهای مشترک بین ساختمان‌ها به نحوی طراحی و اجرا شوند که در برابر گسترش حریق از یک ساختمان به ساختمان دیگر مقاومت نمایند و دیوارهای خارجی ساختمان، متناسب با کاربری و ابعاد ساختمان در برابر گسترش حریق به خارج از آن مقاومت نمایند.
- کلیه تمهیدات لازم جهت دسترسی نیروهای آتش‌نشانی به محل حریق در ساختمان در نظر گرفته شود و راه رسیدن خودروها، وسایل و امکانات آتش‌نشانی به مجاورت ساختمان وجود داشته باشد. همچنین برای دسترسی نیروهای آتش‌نشانی به فضاهای داخلی ساختمان مسیرهای امن در نظر گرفته شود و به تناسب کاربری و ابعاد ساختمان، برای استفاده نیروهای آتش‌نشانی، امکانات اطفایی در داخل ساختمان پیش‌بینی گردد.

### 2-3-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث در تصرف‌های مسکونی/ آموزشی/ فرهنگی/ درمانی/ مراقبتی/ تجمعی/ اداری/ حرفه‌ای/ کسبی/ تجاری/ صنعتی/ انباری و ضوابط اختصاصی ساختمان‌های بلند می‌باشد.

## 4-1-1 مبحث چهارم: الزامات عمومی ساختمان

### 1-4-1-1 کلیات

مبحث چهارم مقررات ملّی ساختمان تعیین‌کننده شکل و نحوه قرارگیری مجاز ساختمان در زمین و فضاهای باز و ضوابط مربوط به تصرف‌های مختلف و حداقل‌های الزامی فضاها و تأمین نور و تعویض هوا است.

در رابطه با امر ایمنی، مسیرها و جایگاه‌ها و بازشوهای امدادرسانی، برای شرایطی که حوادثی چون زمین‌لرزه کارآئی دسترس‌های خروج در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان را دچار مخاطره نموده

باشد، مطرح گردیده و تلاش شده تا امکان امدادرسانی به ساکنین را از خارج از ساختمان فراهم سازد. تأمین نور و تعویض هوا در رابطه با هدف‌های آسایش و بهداشت مطرح گردیده و استفاده مناسب و بهینه از فضاهای داخلی ساختمان و حتی فضاهای واقع در زیرزمین و ... در رابطه با هدف‌های صرفه اقتصادی و بهره‌دهی مناسب ضابطه‌مند گردیده است.

از طرف دیگر موضوع حفظ هویت فرهنگی جامعه نیز در این مبحث مطرح است. اگرچه منظر شهری باید از طریق طرح‌ها و ضوابط و راهنماهای طراحی شهری قاعده‌مند و هدایت شود، اما الزامات عمومی مقررات ملّی ساختمان نیز بر ساماندهی منظر شهری تأثیرگذار است. در این مبحث ضوابط کلی تصرف‌ها آمده و ضوابط خاص بلند مرتبه‌سازی و تصرف‌های درمانی مراقبتی، صنعتی، مخاطره‌آمیز شرح داده شده است.

### 2-4-1-1 دامنه کاربرد

این مقررات ناظر بر کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان در کشور می‌باشد.

در هیچ یک از ساختمان‌های موجود، نباید تعمیرات و تغییراتی صورت گیرد که با کاهش ابعاد و ارتفاع فضاها، سطوح بازشوی تعویض هوا، سطوح نورگیر و غیره موجب مغایرت با الزامات این مقررات گردد.

این مقررات شامل کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های موقت (غیر از اسکان موقت بازماندگان حوادث غیرمترقبه) نیز می‌شود.

## 5-1-1 مبحث پنجم: مصالح و فرآورده‌های ساختمانی

### 1-5-1-1 کلیات

در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان به مشخصات فنی مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و مشخصات فنی و همچنین روش‌های آزمایش آن‌ها پرداخته می‌شود. این مشخصات و روش‌ها می‌بایستی منطبق بر استانداردهای ملّی ایران بوده و در صورت عدم وجود با استانداردهای معتبر بین‌المللی تطابق داشته باشد.

در این مبحث همچنین با توجه به اهمیت مسائل بهداشتی، ایمنی و ملاحظات محیطی در اجرای ساختمان، نقش هریک از مصالح و فرآورده‌های ساختمانی در این موارد در هر بخش گنجانیده شده است.

علاوه بر این‌ها به شیوه‌های مناسب انبار کردن، محافظت، حمل و نقل، ساخت و تولید در کارگاه‌ها پرداخته شده است و با توجه به اثرات متقابل مصالح و تأثیر در دوام آن‌ها، مسأله سازگاری مصالح در هر بخش نیز عنوان گردیده است.

در بخش پایانی و پیوست این مبحث، برخی از مصالح نسبتاً جدید و نیز سیستم‌های ساختمانی و ارجاع به استانداردهای مربوطه ارائه شده است.

### 2-5-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث محدود به انواع مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی متعارف است که در بنای ساختمان‌ها و تأسیسات مربوطه در همه نقاط کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## 6-1-1 مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

### 1-6-1-1 کلیات

مبحث ششم، حداقل بارهایی که می‌بایست در طراحی ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گیرد را تعیین می‌نماید. در مورد ساختمان‌های خاص مانند سدها، اسکله‌ها، سازه‌های دریایی و نیروگاه‌های هسته‌ای علاوه بر ضوابط این مبحث، باید ضوابط ویژه بارگذاری آیین‌نامه مربوط به هریک از آن‌ها نیز رعایت شود. بارهای تحت پوشش این آیین‌نامه شامل: بارهای ثقلی مرده، زنده، برف و باران، یخ، بارهای ناشی از نیروهای جانبی باد و زلزله و بالاخره بارهای ناشی از فشار خاک، آب، سیل، انفجار و بار خودکرنشی می‌باشند.

همچنین ترکیبات بارگذاری مربوط به طراحی به روش مقاومت و طراحی به روش تنش مجاز نیز در این مبحث ارائه شده است، که دیگر مباحث از جمله مبحث نهم «طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه» و مبحث دهم «طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی» از این ترکیبات بارگذاری استفاده می‌نمایند.

### 2-6-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث، حداقل بارهایی را که باید در طراحی ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع مقررات ملّی ساختمان از جمله ساختمان‌های بتن مسلح، فولادی، چوبی و ساختمان‌های با مصالح بنایی مد نظر قرار دارد را در بر می‌گیرد.

## 7-1-1 مبحث هفتم: پی و پی سازی

### 1-7-1-1 کلیات

مبحث هفتم تحت عنوان پی و پی‌سازی، الزامات طراحی ژئوتکنیکی ساختمان‌ها را مورد بحث قرار می‌دهد. این مبحث پس از ارائه تعاریف مرتبط با مسائل طراحی پی، به شناسایی ژئوتکنیکی لایه‌های زمین می‌پردازد و برای نکاتی از قبیل تعداد، عمق و فاصله گمانه‌ها جداول لازم را ارائه می‌دهد. در همین فصل حداقل مواردی که گزارش‌های فنی باید آورده شود را ذکر می‌نماید.

فصل سوم این مبحث به موضوع بسیار مهم گودبرداری می‌پردازد و مسئولیت طرح و اجرای گود را به میزان خطرهای مختلف که ممکن است تاثیرگذار باشد مرتبط می‌سازد و برای هر سطح خطر یک مسئول طراحی و اجرا مشخص می‌کند. ضمناً بمنظور جلوگیری از ایجاد تغییر شکل‌های دیوار گود و در نتیجه صدمه به سازه مجاور گود نکاتی آورده شده است.

در بخش طراحی‌های ژئوتکنیکی، شامل پی‌های سطحی، سازه‌های نگهبان و پی‌های عمیق، به هر دو روش طراحی «تنش مجاز» و «حالات حدی» پرداخته شده است.

در فصل پی‌های سطحی، مقادیر نشست‌های مجاز، ضرایب اطمینان و نحوه انتخاب روابط موجود نظری برای محاسبه ظرفیت پایداری و همچنین استفاده از آزمایشات در محل، نکات مهمی آورده شده است. در انتهای این فصل نیز مطالبی مرتبط با ملاحظات لرزه‌ای طراحی و ملاحظات اجرایی پی‌های سطحی گنجانیده شده است.

فصل پنجم این مبحث به موضوع طراحی سازه‌های نگهبان اختصاص دارد. در این فصل در خصوص فشار خاک و میزان تغییر شکل‌های لازم برای ایجاد شرایط محرک و مقاوم و طراحی این سازه‌ها برای تحمل بار استاتیکی و همچنین بار دینامیکی ناشی از زلزله، جداول ضرایب اطمینان

آورده شده است. در مورد دیوارهای خاک مسلح که در ایران بسیار متداول می‌باشند به هر دو ضریب اطمینان جزئی و کلی پرداخته شده است.

فصل آخر که به پی‌های عمیق اختصاص یافته است اطلاعات بیشتری را برای طراحی شامل می‌شود. در این بخش انواع نیروهای اعمالی از قبیل محوری فشاری، محوری کششی، جانبی و اصطکاک منفی مورد بحث قرار گرفته است. سپس ضمن ارائه جداول ضریب اطمینان جهت طراحی، اهمیت انجام آزمایشات در محل بصورت استاتیکی و دینامیکی و ارجح بودن آن‌ها برای طراحی مطرح شده است. در این بخش نیز مطالبی مرتبط با گروه شمع بصورت باربری بیشتر و یا کاهش نشست آورده شده است.

### 2-7-1-1 دامنه کاربرد

رعایت ضوابط و مقررات این مبحث در کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع مقررات ملّی ساختمان الزامی است. این ساختمان‌ها شامل: ساختمان‌های مسکونی، اداری، تجاری، آموزشی، درمانی، فروشگاه‌ها و کارگاه‌های صنعتی می‌باشند.

ابنیه فنی مانند پل‌ها و سدها و سازه‌های نیروگاه‌ها، مشمول مقررات این مبحث نمی‌شوند ولی رعایت آن‌ها به صورت غیر الزامی توصیه می‌شود.

## 8-1-1 مبحث هشتم: طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی

### 1-8-1-1 کلیات

امروزه در شهرهای کوچک و روستاها مصالح بنایی کاربرد بسیار گسترده‌ای در امر ساختمان‌سازی دارد. وقوع زلزله‌های پیاپی و ویرانی‌های زیاد در این دسته از ساختمان‌ها، بیانگر این مطلب است که برای ساخت ساختمان‌های با مصالح بنایی در کشور نیاز به مجموعه قوانین و مقررات فراگیر و لازم‌الاجرایی است که با رعایت آن‌ها سطح کیفی ساخت و ساز این ساختمان‌ها ارتقا یابد.

مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان برای ساختمان‌های بنایی خشتی، سنگی، آجری، سنتی و دارای کلاف و غیرمسلح تدوین شده است.

در این مبحث علاوه بر ارائه الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های آجری باکلاف، بدون‌کلاف و همچنین ساختمان‌های خشتی و سنگی، به ذکر مشخصات مصالح مورد استفاده در ساختمان‌های فوق الذکر پرداخته شده است.

### 2-8-1-1 دامنه کاربرد

کاربرد مقررات این فصل به مسایل اجرایی و مصالح ساختمان‌های آجری باکلاف، ساختمان‌های بنایی سنتی آجری و ساختمان‌های خشتی و ساختمان‌های سنگی (ساختمان‌هایی که در نواحی دوردست ساخته می‌شوند به طوری که فراهم آوردن مصالح، تجهیزات و نیروی انسانی ماهر، در آنجا مشکل باشد) محدود می‌شود.

## 9-1-1 مبحث نهم: طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

### 1-9-1-1 کلیات

مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ضوابط لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه را بیان می‌نماید، فصول ابتدایی این مبحث به بیان کلیات، مصالح مورد استفاده و مشخصات هر یک از آن‌ها، استانداردهای مشخصات و آزمایش‌ها، کیفیت بتن مصالح و اصول آرماتوربندی، قالب‌بندی اجرایی مرتبط با ساخت، عمل‌آوری و نگهداری از بتن‌ها و انواع آن می‌پردازد و سایر فصول به اصول تحلیل و طراحی سازه‌های بتن‌آرمه تحت اثر انواع بارها و تغییر شکل‌ها در طراحی دال‌ها، دیوارها، پی‌ها و سایر سازه‌های بتنی پرداخته و در خاتمه نیز ضوابط ویژه طراحی در برابر حریق و زلزله را ارائه می‌کند.

در این مبحث مبنای طراحی سازه‌ها برای حصول ایمنی و قابلیت بهره‌برداری، بررسی و کنترل آن‌ها در حالت‌های حدی است.

### 2-9-1-1 دامنه کاربرد

ضوابط و مقررات این مبحث باید در طرح، محاسبه، اجرا و کنترل مشخصات مواد تشکیل دهنده و کیفیت اجرای ساختمان‌های بتنی رعایت شوند و حاوی ضوابط و مقررات مربوط به سازه‌های

بتن‌آرمه‌ای است که با سنگدانه‌های معمولی و سیمان پرتلند یا سیمان آمیخته ساخته می‌شوند و مقاومت آن‌ها حداقل برابر 20 مگاپاسکال می‌باشد.

## 1-1-10 مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

### 1-10-1-1 کلیات

هدف این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقرراتی است که در تحلیل، طراحی و اجرای ساختمان‌های فولادی جهت تامین ایمنی و بهره‌برداری مناسب، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مبحث شامل الزامات عمومی، الزامات طراحی، الزامات طراحی لرزه‌ای و نیز الزامات ساخت، نصب و کنترل می‌باشد. در این مبحث مبنای طراحی سازه‌ها، بررسی و کنترل آن‌ها در حالت‌های حدی مقاومت و بهره‌برداری برای حصول ایمنی و قابلیت بهره‌برداری است.

در این مبحث روش طراحی مورد استفاده برای تامین الزامات حالت‌های حدی مقاومت، روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) می‌باشد که بر پایه جنبه‌ی احتمالاتی بار و مقاومت، کالیبراسیون با روش تنش مجاز و تجربیات مهندسی استوار می‌باشد و از طریق دو سری ضرایب ایمنی شامل تشدید ضرایب بارها و اعمال ضرایب کاهش مقاومت در تحلیل و طراحی منظور می‌گردد. البته در این مبحث طراحی بر اساس روش مقاومت مجاز (ASD) نیز مجاز دانسته شده است و مقررات و ضوابط مربوط به این روش در پیوست (1) این مبحث ارائه گردیده است.

بر اساس این مبحث در طراحی بر اساس حالت‌های حدی بهره‌برداری، مجموعه سازه شامل اعضا و اتصالات آن نیز باید از نظر قابلیت بهره‌برداری مناسب مورد کنترل و طراحی قرار گیرند.

### 2-10-1 دامنه کاربرد

کاربرد این مبحث در محدوده ساختمان‌ها با کاربری‌های مندرج در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و آیین‌نامه اجرایی آن می‌باشد و شامل سازه‌های خاص از قبیل پل‌های جاده و راه‌آهن نیست.

## 11-1-1 مبحث یازدهم: طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها

### 1-11-1-1 کلیات

مبحث یازدهم مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان «طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها» در دو بخش ساختمان‌های فولادی و ساختمان‌های بتنی تهیه و تدوین گردیده است. در این مبحث تمرکز اصلی بر روی سیستم‌های سازه‌ای ساختمان‌های فولادی و بتنی ارائه شده و در بخش ساختمان‌های فولادی به دو سیستم سازه‌ای پیچ و مهره‌ای و قاب فولادی سبک «LSF» و در بخش ساختمان‌های بتنی، سیستم‌های ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته، قالب عایق ماندگار «ICF»، پنل‌های پیش‌ساخته سبک سه بعدی 3D و قالب تونلی پرداخته شده است.

### 2-11-1-1 دامنه کاربرد

حداقل ضوابط اجرای ساختمان‌های فولادی و بتنی به روش‌های صنعتی مطرح شده در مبحث یازدهم ارائه شده است. دامنه کاربرد این مبحث شامل کلیه ساختمان‌هایی است که به روش‌های صنعتی مطرح شده در آن طراحی و ساخته می‌شوند.

## 12-1-1 مبحث دوازدهم: ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

### 1-12-1-1 کلیات

در این مبحث وظایف هر یک از عوامل دست اندرکار اجرای ساختمان از قبیل صاحب‌کار، سازنده یا مجری، ناظر، شهرداری و سازمان نظام مهندسی در رابطه با ایمنی، بهداشت و محیطزیست کارگران، عابرین، ساکنان و شاغلین مجاور کارگاه ساختمان و همچنین حفاظت از ساختمان‌ها، ابنیه، وسائل نقلیه و درختان مجاور کارگاه ساختمانی در مقابل خطرات ناشی از اجرای عملیات اجرایی بیان شده است.

مطالب موجود در این مبحث شامل: ایمنی عابران و مجاوران کارگاه ساختمانی، جلوگیری از سقوط افراد، جلوگیری از حریق، سوختگی و برق‌گرفتگی و بهداشت کار و تسهیلات بهداشتی، وسایل و تجهیزات حفاظت فردی، وسایل و سازه‌های حفاظتی، ایمنی‌کار با وسایل تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی، ایمنی کار در استفاده از وسایل دسترسی شامل داربست، نردبان و ... و همچنین ایمنی در تخریب ساختمان‌ها و ایمنی عملیات خاکی و به خصوص ایمنی گودبرداری و حفاظت دیوارهای

گودبرداری و ساختمان‌های مجاور گودبرداری و ایمنی در اجرای عملیات ساخت و نصب اسکلت ساختمان اعم از ساختمان‌های فولادی و بتنی و در آخر رعایت ایمنی در اجرای تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، سیم کشی و نصب تأسیسات و تجهیزات برقی می‌شود.

### 2-12-1-1 دامنه کاربرد

رعایت مفاد این مبحث به همراه آیین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی در انجام عملیات ساختمانی لازم‌الاجرا است.

## 13-1-1 مبحث سیزدهم: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها

### 1-13-1-1 کلیات

مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان، تأسیسات سیم‌کشی سیستم‌های جریان متناوب با ولتاژ تا 1000 ولت مؤثر و تأسیسات سیم‌کشی سیستم‌های جریان متناوب و با ولتاژ بیش از 1000 ولت مؤثر (به جز سیم‌کشی داخلی دستگاه‌ها)، که از سیستم‌های فشار ضعیف تا 1000 ولت تغذیه می‌کنند، تأسیسات سیم‌کشی کلیه سیستم‌های مربوط به لوازم و دستگاه‌هایی که مقررات خاصی برای آن‌ها وضع نشده باشد و همچنین تأسیسات سیم‌کشی ثابت وسایل ارتباطی- انتقال علائم و فرمان و مشابه آن‌ها - به استثنای سیم‌کشی‌های داخلی دستگاه‌ها را در بر می‌گیرد.

در این مبحث مواردی از قبیل الزامات مربوط به تأمین نیروی برق (انشعاب، پست، مولد)، الزامات نصب و طراحی اتاق ترانسفورماتور، اتصال زمین، نیروی برق اضطراری، تابلو برق، تجهیزات و وسایل حفاظت و کنترل، مدارها (کابل‌کشی- سیم‌کشی) و لوله‌کشی و همچنین تجهیزات سیم‌کشی، تأسیسات جریان ضعیف، شدت روشنایی داخلی شرح داده شده است.

### 2-13-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان شامل:

ساختمان‌های مسکونی، تجاری، اداری، درمانی، آموزشی، عمومی، صنعتی و نمایشگاه‌های دائمی و موقت، پارک‌های تفریحات، کارگاه‌های ساختمانی و ساختمان‌های کشاورزی و دامداری، همچنین هرگونه ساختمانی که مقررات مخصوصی برای تأسیسات الکتریکی آن وضع نشده، می‌باشد.

مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان، وسایل حمل و نقل الکتریکی (لکوموتیو الکتریکی)، وسایل الکتریکی خودروها، تأسیسات الکتریکی کشتی‌ها، تأسیسات الکتریکی هواپیماها، تأسیسات الکتریکی روشنایی معابر عمومی، تأسیسات الکتریکی معادن و همچنین تأسیسات صاعقه‌گیر ساختمان‌ها را در بر نمی‌گیرد.

## 14-1-1 مبحث چهاردهم: تأسیسات مکانیکی

### 1-14-1-1 کلیات

مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان برای اطمینان از ایمنی جان و مال افراد و تضمین تندرستی و سلامتی آنان در طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگه‌داری، تغییرات و بازرسی تاسیسات مکانیکی ساختمان می‌باشد. تاسیسات مکانیکی شامل تأسیسات حرارت مرکزی و تهویه مطبوع، تعویض هوا، و تهیه و ذخیرهٔ آب گرم مصرفی داخل ساختمان است.

تهویه مطبوع با کنترل هم‌زمان عوامل چهارگانهٔ دما، رطوبت، سرعت وزش و تمیزی هوا، هوای داخل ساختمان را مناسب برای زندگی انسان می‌نماید.

در این مبحث به مقولهٔ تعویض هوا، تخلیهٔ هوا، کانال‌کشی هوا و لوله‌کشی آب‌گرم و آب‌سرد مورد استفاده در گرمایش و سرمایش ساختمان پرداخته می‌شود. انواع دستگاه‌های گرم‌کننده و سردکننده ازقبیل دیگ، چیلر، مخزن انبساط، آب گرم‌کن، بخاری، کولر، کوره و شومینه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. موضوع ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت، تأمین هوای احتراق و تخلیهٔ محصولات احتراق وسایل سوخت‌سوز مطرح می‌گردد و در آخر، به موضوع تبرید و سرمایش ساختمان پرداخته می‌شود.

### 2-14-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث شامل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگه‌داری، تغییرات و بازرسی تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و نیز تهیه و ذخیره آب گرم مصرفی در داخل ساختمان، می‌باشد. همچنین الزامات تأسیسات ساختمانی زیر خارج از حدود الزامات مبحث مذکور است،

الف) تأسیسات بهداشتی ساختمان

ب) تأسیسات آتش نشانی ساختمان

ج) لوله‌کشی گاز سوخت داخل ساختمان

## 15-1-1 مبحث پانزدهم: آسانسورها و پلکان برقی

### 1-15-1-1 کلیات

این مبحث شامل دو بخش است که در آن‌ها مقرراتی برای آسانسورها، پله‌های برقی و پیاده‌روهای متحرک وضع شده است این مقررات متناسب با ترکیب جمعیت از نظر سنی و توانایی، همچنین متناسب با نوع کاربری ساختمان‌ها نوشته شده است.

انواع آسانسورهایی که در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتست از آسانسورهای کششی و آسانسورهای هیدرولیک جهت حمل مسافر، صندلی چرخدار، برانکارد، تخت بیمارستانی، خودرو، بار و ... ، برای هر کدام از آسانسورها الزامات و نحوه طراحی و مقررات استفاده از آن وضع شده است.

در بخش پله برقی، زاویه شیب، عرض و انتخاب پله برقی متناسب با تعداد نفرات و جمعیت ساختمان، با فرمول‌هایی ارائه شده است. تمامی موارد ایمنی در حین استفاده هم در مقررات این مبحث آورده شده است. زاویه شیب و سرعت معمول و استاندارد پیاده‌روی متحرک هم شرح داده شده است.

در بخش پایانی نمونه شناسنامه‌های اطلاعات فنی آسانسور و پله‌برقی که باید توسط سازندگان این دستگاه‌ها تکمیل شود آورده شده است.

همچنین در این مبحث جداول ابعادی برای انتخاب ابعاد آسانسور، بر اساس استانداردهای ملّی و بین‌المللی، موارد تکمیلی در خصوص جزئیات طراحی و علائم نقشه‌ها نیز گنجانیده شده است.

### 2-15-1-1 دامنه کاربرد

دامنه کاربرد این مبحث آسانسورها، پله‌های برقی و پیاده‌روهای متحرک در ساختمان می‌باشد.

## 16-1-1 مبحث شانزدهم: تأسیسات بهداشتی

### 1-16-1-1 کلیات

مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان بیانگر حداقل الزاماتی است در مورد تاسیسات بهداشتی که مواردی از قبیل: لوله‌کشی و ذخیره‌سازی آب مصرفی در ساختمان، لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی،

لوله‌کشی هواکش فاضلاب، لوازم بهداشتی، لوله‌کشی آب باران ساختمان، توزیع آب مصرفی در ساختمان، بست و تکیه‌گاه را بیان می‌کند.

### 2-16-1-1 دامنه کاربرد

طراحی، نظارت، انتخاب مصالح و دستگاه‌ها، اجرای کار، تعمیر، تغییر و نگهداری و بهره‌برداری تأسیساتی، باید طبق الزامات مندرج در این مبحث انجام شود.

طراحی و اجرای حوضچه پمپاژ فاضلاب و لوله‌کشی فاضلاب بعد از پمپ که فاضلاب در آن تحت فشار جریان می‌یابد، خارج از حدود این مقررات است.

## 17-1-1 مبحث هفدهم: لوله‌کشی گاز طبیعی

### 1-17-1-1 کلیات

این مبحث حداقل ضوابط لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان‌های مسکونی، عمومی و خاص، مجتمع‌ها و شهرک‌های مسکونی، ساختمان‌ها، محوطه‌ها و شهرک‌های صنعتی را دربر می‌گیرد و با هدف طراحی، اجرای لوله‌کشی، نصب، راه اندازی و نگهداری وسایل گازسوز در ساختمان‌ها و محوطه‌ها است. مقررات این مبحث، کاربری گاز طبیعی تحویلی به ساختمان‌ها و محوطه‌ها برای مصارف تا حداکثر 5000 مترمکعب در ساعت و فشارهای بین یک چهارم پوند بر اینچ مربع تا شصت پوند بر اینچ‌مربع را شامل می‌شود.

طراحی، انتخاب مصالح، اجرای لوله‌کشی گاز طبیعی، آزمایش‌ها، بازرسی‌ها، کنترل‌های کیفی، دودکش‌ها، هوارسانی و تأمین هوای احتراق، نصب، راه‌اندازی، ایمنی و بهره‌برداری از لوازم گازسوز در ساختمان‌ها و محوطه‌هایی که لوله‌کشی گاز طبیعی در آن‌ها اجرا نشده باید طبق ضوابط مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان انجام شود.

### 2-17-1-1 دامنه کاربرد

لوله‌کشی گاز مایع، گازهای سوختنی به غیر از گاز طبیعی و گازهای غیرسوختنی خارج از شمول مقررات این مبحث می‌باشند. دامنه کاربرد این مبحث به شرح زیر است:

**- بخش اول مبحث:**

حداقل ضوابط طراحی، اجرا و کنترل‌های کیفی لوله‌کشی گاز نصب و راه اندازی وسایل گازسوز، دودکش‌ها و هوارسانی به وسایل گازسوز، ضوابط بهره‌برداری و ایمنی برای گاز تحویلی ساختمان‌ها با فشار 1/4 پوند بر اینچ مربع و حداکثر مصرف 160 مترمکعب بر ساعت و قطر لوله حداکثر 4 اینچ را در بر می‌گیرد.

**- بخش دوم مبحث:**

حداقل ضوابط طراحی، اجرا و کنترل‌های کیفی لوله‌کشی گاز مجتمع‌ها و ساختمان‌های مسکونی، محوطه‌ها و ساختمان‌های صنعتی و شهرک‌های مسکونی و صنعتی برای فشارهای بین 2 تا 60 پوند بر اینچ مربع یا مصارف بالاتر از 160 مترمکعب بر ساعت تا حداکثر 5000 مترمکعب در ساعت را در برمی‌گیرد.

## 18-1-1 مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا

### 1-18-1-1 کلیات

در این مبحث نتایج تأمین شرایط آکوستیکی، آسایش صوتی و جلوگیری از اتلاف امکانات در زندگی ماشینی برای ساکنان شهرهای بزرگ شرح داده شده است.

مواد و عناصر ساختمانی که فضاهای ساخته‌شده را شکل می‌دهند، چگونگی شنیدن صداها و حتی چگونگی انتقال صدا به فضاهای اطراف را تعیین می‌کنند. با درک برخی از اصول پایه آکوستیکی و چگونگی کنترل صدا توسط مواد و ساختارها، می‌توان از بسیاری از مشکلات جلوگیری و یا حداقل در مراحل اولیه آن را حل کرد و باعث کاهش هزینه‌های بازسازی گردید.

مطالب موجود در این مبحث شامل: مقررات آکوستیکی برای ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف، تعیین حداکثر تراز معادل نوفه زمینه در یک فضا، حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته برای پوسته خارجی ساختمان، جدا کننده بین فضاهای مختلف، حداکثر تراز کوبه‌ای معمول شده وزن یافته برای سقف بین طبقات و زمان واخنش بهینه برای فضاهای مختلف با کاربری‌های متفاوت می‌شود.

### 2-18-1-1 دامنه کاربرد

این مبحث برای تراز نوفه زمینه و زمان واخنش تعیین شده برای فضاهای مختلف و روش اندازه‌گیری مربوط به تراز نوفه زمینه، زمان واخنش و شاخص‌های صدابندی جدارها کاربرد دارد.

## 19-1-1 مبحث نوزدهم: صرفه جویی در مصرف انرژی

### 1-19-1-1 کلیات

در بین مباحث مقررات ملّی ساختمان، مبحث نوزدهم تعیین‌کننده‌ترین نقش را در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان و حفاظت از محیط‌زیست ایفا می‌کند.

در مبحث 19 مقررات ملّی ساختمان ضوابط مرتبط با صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان تعیین می‌گردد. برای این منظور، روش‌های طرح، محاسبه و اصول کلی اجرای عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ خارجی، سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب‌گرم مصرفی، و الزامات طراحی سیستم روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها، برای بهینه‌سازی مصرف انرژی مشخص می‌گردد.

شایان ذکر است که در کنار رعایت الزامات تعیین‌شده در این مبحث، باید همواره دیگر ضوابط مقررات ملّی ساختمان نیز، خصوصاً اصول مرتبط با تأمین شرایط ایمنی و بهداشت ساکنان ساختمان‌ها ملاک عمل قرار گیرد.

### 2-19-1-1 دامنه کاربرد

ضوابط ارائه شده در مورد پوسته خارجی برای تمام ساختمان‌های جدیدالاحداث، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی لازم الاجراست. این ضوابط در قالب دو روش (الف کارکردی و روش ب تجویزی) ارائه شده است. از روش کارکردی می‌توان در مورد تمام ساختمان‌ها استفاده کرد، اما کاربرد روش تجویزی به ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، با زیربنای مفید زیر 2000 مترمربع، و ساختمان‌های گروه سه از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی محدود می‌شود.

همچنین، رعایت ضوابط مربوط به سیستم‌ها و تجهیزات مکانیکی و سیستم روشنایی در مورد تمامی ساختمان‌ها، با کاربری‌های مندرج در این مبحث، الزامی است.

## 1-1-20 مبحث بیستم: علائم و تابلوها

### 1-1-20-1 کلیات

مبحث بیستم مقررات ملّی ساختمان، مسئولین مؤسسات دولتی و عمومی و بخش خصوصی، کارفرمایان و مدیران کارگاه‌ها و ساختمان‌ها را ملزم می‌کند تا پیام‌رسانی در محیط زندگی مردم را به نحو مؤثر و مطلوب، توسط تابلوها و علائم، تأمین نمایند تا در محل‌هایی که احتمال خطری تهدید کننده سلامت و ایمنی افراد وجود دارد، علائم هشدار دهنده نصب کنند.

این مقررات شامل نظارت بر طراحی و ساخت و بهره‌برداری از پیام، سازه، محل نصب و دیگر الزامات برای کلیه علائم و اعلانات مرسوم مانند پلاک‌ها و تابلوها و دیگر وسائل اطلاع‌رسانی، از قبیل اشارات حرکتی دست، علائم صوتی و نوری و آژیرهای خطر و غیره است.

### 1-1-20-2 دامنه کاربرد

این مبحث برای استفاده در علائم و تابلوها در کارگاه‌های ساختمانی، تابلوهای ایمنی داخل ساختمان و محوطه های کاربری‌های شهری، صنعتی، بیمارستانی و ... کاربرد دارد.

## 1-1-21 مبحث بیست و یکم: پدافند غیرعامل

### 1-1-21-1 کلیات

این مبحث به اقدامات غیرمسلحانه‌ای که به کارگیری آن‌ها موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، ارتقاء پایداری ملّی، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌شود، می‌پردازد.

رعایت این مبحث موجب حفظ جان و مال انسان در برابر حوادث، تهدیدات و استمرار فعالیت‌های اساسی و ضروری مردم، تضمین تداوم تأمین نیازهای حیاتی مردم (از قبیل آب، نان و غذا، پناهگاه، انرژی، ارتباطات، بهداشت و امنیت) و سهولت در اداره کشور در شرایط بروز تهدید و بحران ناشی از تجاوزات خارجی در مقابل حملات و اقدامات خصمانه و مخرب دشمن از طریق طرح‌ریزی و اجرای طرح‌های دفاع غیرعامل و کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی و مستحدثات و تأسیسات و تجهیزات حیاتی و حساس کشور می‌شود.

ضوابط ارائه شده در این مبحث به منظور کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر تهدیدات نظامی و همچنین اعمال اقدامات و تدابیر و ملاحظات لازم شامل ایمن‌سازی، مستحکم‌سازی، پیش‌بینی سامانه‌های جایگزین، تسهیل مدیریت بحران در زیرساخت‌ها و مکان‌یابی، در حوزه ساختمان‌سازی استفاده می‌شود.

### 1-1-21-2 دامنه کاربرد

- ضوابط مندرج در این مبحث شامل طرح و اجرای ساختمان‌ها با انواع سیستم باربری، در برابر آثار بارهای انفجار ناشی از اصابت غیرمستقیم می‌باشد.
- دامنه کاربرد مقررات این مبحث شامل ساختمان‌های متعارف از جمله: ساختمان‌های مسکونی 4 طبقه و بیشتر، اداری و تجاری 4 طبقه و بیشتر، مجموعه‌های ورزشی، تفریحی، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌ها، هتل‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، مساجد با ظرفیت بیش از 100 نفر، سالن‌های سینما و تئاتر و بیمارستان‌ها می‌باشد.
- ساختمان‌ها و تأسیسات زیر مشمول مقررات مندرج در این مبحث نمی‌باشند:

سیلوها، سدها، آب‌بندها، مخازن ذخیره سوخت، برج‌های صنعتی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، برج‌های مخابراتی و رادیو تلویزیونی، یادمان‌های مرتفع، دکل‌ها، دودکش‌ها، ابنیه راه‌ها، پل‌ها، پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، اسکله‌ها و بنادر، استحکامات نظامی، تونل‌ها، متروها، خطوط انتقال نفت و گاز و آب و فاضلاب و مخابرات و برق، تأسیسات تلمبه‌خانه‌های نفتی، ایستگاه‌های تقویت و تقلیل فشار گاز، پست‌های توزیع و انتقال برق، دیسپاچینگ‌ها، سوئیچینگ‌ها و ساختمان‌های مربوط به مقام معظم رهبری، رؤسای قوای سه‌گانه، شورای نگهبان، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شورای عالی امنیت ملّی، فرماندهی مدیریت بحران ملّی، فرماندهی و ستاد کل نیروهای مسلح، فرماندهی و ستاد کل (سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، ارتش جمهوری اسلامی ایران و نیروی انتظامی)، قرارگاه‌های نظامی، انتظامی و امنیت ملّی، ساختمان‌های اصلی وزارتخانه‌های اطلاعات کشور، دفاع، امورخارجه، بانک مرکزی، ساختمان‌های مرکز و مراکز ضبط و پخش ویژه صدا و سیمای جمهوری اسلامی، برج‌های مخابراتی و ارتباطی، برج‌های مسکونی، تجاری، اداری بیش از بیست

طبقه و بیمارستان‌های بیش از 500 تختخواب و هرگونه سازه‌ها و تأسیسات خاص که طراحی آن‌ها مستلزم انجام مطالعات ویژه بوده و یا جهت تهدیدات خارج از مقررات این مبحث می‌باشند.

- به منظور تأمین ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری و مقابله با تهدیدات الکترومغناطیسی (EMP) و گرافیتی و سایبری، باید از مقررات و آئین‌نامه‌های معتبر مربوطه استفاده شود.
- تهدیدات ناشی از انفجارهای هسته‌ای، حملات شیمیایی و میکروبی، برخورد مستقیم پرتابه به سازه‌ها و تأسیسات، اغتشاشات الکترونیکی، تهدیدات بیولوژیکی، مشمول مقررات این مبحث نمی‌باشد.

# 2-1 تعاریف مباحث مقررات ملّی ساختمان

### 1-2-1 آسانسور: (15)

وسیله‌ای است متشکل از کابین و معمولاً وزنه تعادل و اجزا دیگر که با روش‌های مختلفی مسافر (نفر) یا بار یا هر دو را در مسیر بین طبقات ساختمان جابجا می‌کند.

### 2-2-1 آسانسور کششی: (15)

آسانسوری است که حرکت آن بر اثر اصطکاک بین سیم بکسل و شیار فلکه کشش، به هنگام چرخش آن توسط سیستم محرکه انجام می‌شود.

### 3-2-1 آسانسور هیدرولیکی: (15)

در این نوع آسانسور عامل حرکت کابین، سیلندر و پیستون هیدرولیکی است و ممکن است وزنه تعادل نیز داشته باشد و معمولاً برای ارتفاعات کم و سرعت‌های کم کاربرد دارد.

### 4-2-1 آشکارساز گاز مونواکسیدکربن: (17)

وسیله‌ای حساس در مقابل وجود گاز مونواکسیدکربن در محیط که قبل از رسیدن غلظت گاز به حد خطرناک (معمولاً 50 p.p.m) وجود گاز را به طریق صوتی یا نوری یا طرق دیگر اعلام می‌نماید.

### 5-2-1 آشکارساز نشت گاز قابل اشتعال: (17)

وسیله‌ای حساس در مقابل وجود گاز قابل اشتعال در محیط که قبل از رسیدن غلظت گاز به حد خطرناک، وجود گاز را به طریق صوتی یا نوری یا طرق دیگر اعلام می‌نماید.

### 1-2-6 آگهی علائم تصویری وتابلو: (20)

شامل پیام تصویری، رنگ و مطالب آنها است.

### 1-2-7 آیین‌نامه اجرایی: (2)

آیین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب بهمن‌ماه 1375

### 1-2-8 آیین‌نامه ماده 33: (2)

آیین‌نامه‌اجرایی ماده 33 قانون نظام‌مهندسی و کنترل‌ساختمان مصوب تیرماه 1383 هیات وزیران

### 1-2-9 اتصال: (10)

مجموعه اجزایی که دو یا چند عضو را به هم متصل می‌نمایند.

### 1-2-10 اتصال ساده: (10)

اتصال ساده به اتصالی گفته می‌شود که در آن اتصال تیرها، شاه‌تیرها و خرپاها، انعطاف‌پذیر (بدون قید دورانی) بوده و می‌توان آن‌ها را فقط در مقابل برش (عکس‌العمل‌های تکیه‌گاه) محاسبه نمود.

### 1-2-11 اتصال گیردار: (10)

اتصال گیردار به اتصالی گفته می‌شود که در آن اتصال قادر به انتقال لنگر بدون ایجاد دوران محسوسی در بین اعضاء اتصالی می‌باشد.

### 1-2-12 اتصال نیمه‌گیردار: (10)

اتصال نیمه‌گیردار به اتصالی گفته می‌شود که در آن اتصال قادر به انتقال لنگر به همراه دوران قابل ملاحظه بین اعضاء اتصالی می‌باشد.

### 1-2-13 ارتفاع طبقه و بنا: (3)

منظور از ارتفـاع یک طبقه، فاصله قائم از کف تمام شده طبقه بالاتر است. ارتفـاع طبقه آخر بنا، حدفاصل کف تمام شده آن طبقه تا کف تمام شده متوسط سطح بام ساختمان می‌باشد. ارتفـاع بنا به ارتفـاع تمام طبقات یا فاصله قائم از کف زمین طبیعی تا متوسط ارتفـاع بام ساختمان گفته می‌شود.

### 1-2-14 اضافه جریان: (13)

هر جریانی که بیش از جریان اسمی تجهیزات برقی باشد.

### 1-2-15 اطلاعات ژئوتکنیکی: (7)

به داده‌های ژئوتکنیکی گفته می‌شود که پردازش شده باشند.

### 1-2-16 اعضاء باربر: (3)

اعضایی از ساختمان که بارهای وارد بر ساختمان را به شالوده‌ها انتقال می‌دهند.

### 1-2-17 اعضاء مختلط: (10)

اعضای سازه‌ای که مقطع آن‌ها از بتن و فولاد تشکیل شده باشد.

### 1-2-18 اعضاء مرکب: (10)

اعضای سازه‌ای که مقطع آن‌ها از دو یا چند عضو فولادی تشکیل شده باشد.

### 1-2-19 افزایش بنا: (3)

انجام هرگونه عملیات ساختمانی که سطح یا حجم یک بنا را افزایش دهد.

### 1-2-20 الکترود زمین: (13)

یک قطعه یا قسمت هادی یا گروهی متشکل از قطعات هادی که در تماس بسیار نزدیکی با زمین بوده و با آن اتصال الکتریکی بر قرار می‌کند.

### 1-2-21 ایستگاه تقلیل فشار اولیه: (17)

تجهیزاتی که در محل تحویل گاز از شبکه گاز شهری به مشترک نصب و فشار تحویلی را تنظیم و حجم گاز را اندازه‌گیری می‌کنند. این ایستگاه‌ها تحت نظر شرکت گاز ناحیه اجرا و بهره برداری می‌شوند.

### 1-2-22 ایستگاه تقلیل فشار ثانویه: (17)

تجهیزاتی هستند که فشار شبکه گاز را تقلیل داده و به فشار قابل بهره‌برداری بخش‌های مختلف سیستم لوله‌کشی گاز تبدیل می‌کنند.

### 1-2-23 ایستگاه مشترکین عمده: (17)

تجهیزای که به منظور اندازه‌گیری مقدار گاز، تنظیم و تثبیت فشار گاز در محل مورد تأیید شرکت گاز استان نصب گردیده و در مالکیت شرکت گاز استان می‌باشد.

### 1-2-24 اینرسی حرارتی: (19)

قابلیت کلی پوسته خارجی و جدارهای داخلی در ذخیره انرژی، باز پس دادن آن و تأثیرگذاری بر نوسان‌های دما و بار گرمایی و سرمایی فضاهای کنترل شده ساختمان. اینرسی حرارتی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان گروه‌بندی می‌شود.

### 1-2-25 بازشو: (19)

همه سطوح قابل باز شدن در پوسته ساختمان، که برای دسترسی، تأمین روشنایی، دید به خارج، خروج گاز حاصل از سوخت، تهویه و تعویض هوا ایجاد می‌گردند، مانند درها، پنجره‌ها و نورگیرها.

### 1-2-26 بام تخت: (19)

پوشش نهایی ساختمان که شیبی کمتر از 10 درجه یا مساوی آن، نسبت به افق دارد.

### 1-2-27 بالکن: (4)

سطحی است که از 2 یا 3 طرف بطور مستقیم در مجاورت هوای آزاد قرار گرفته است و زیر آن به وسیله فضای بسته‌ای اشغال نگردیده باشد.

### 1-2-28 بام شیب‌دار: (19)

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از 10 درجه و کمتر از 60 درجه نسبت به سطح افقی دارد. بر روی سقف شیب‌دار، فضای خارج و در زیر آن، فضای کنترل شده یا کنترل نشده قرار دارد. اگر شیب جدار بیش از 60 درجه باشد، از دید این مبحث دیوار تلقی می‌شود.

### 1-2-29 بخاری با دودکش: (14)

بخاری با سوخت گاز، مایع یا جامد برای گرم کردن موضعی فضا، که محصولات احتراق را از طریق دودکش مستقیماً به فضای خارج انتقال می‌دهد.

### 1-2-30 بخاری بدون دودکش: (14)

بخاری گازسوز بدون دودکش که به صورت تابشی، یا با جابجایی طبیعی هوا و یا به کمک پروانه برقی، بصورت موضعی فضا را گرم می‌کند.

### 1-2-31 بدنه هادی: (13)

بدنه‌های هادی (فلزی) و اجزای دیگر تجهیزات الکتریکی که هادی می‌باشند و می‌توان آن‌ها را لمس نمود و بطور عادی برقدار نیستند اما در حالت وجود اتصالی، ممکن است برقدار شوند.

### 1-2-32 برچسب انرژی: (19)

برچسب تعیین شده توسط مقامات ذیصلاح، به منظور نصب بر روی تولیدات صنعتی مورد استفاده در ساختمان، برای مشخص کردن حد کیفیت محصولات از نظر مصرف انرژی.

### 1-2-33 برق‌گرفتگی: (13)

پدیده‌ای است پاتوفیزیولوژیکی که در نتیجه عبور جریان الکتریکی از بدن انسان یا حیوان به وجود می‌آید.

### 1-2-34 بعد اسمی: (10)

بعد تئوریک یا مشخص شده، همانند ابعاد ارائه شده در جداول مشخصات مقاطع.

### 1-2-35 بنای موجود: (3)

بنایی که مطابق مقررات و قوانین گذشته اجرا و تکمیل شده است.

### 1-2-36 پاکت حجمی بنا: (4)

حجم ساده شده‌ای است که کل بنا بر اساس ضوابط مصوب در آن محاط می‌گردد.

### 1-2-37 پایانه حرارتی: (19)

بخشی از یک سیستم مرکزی سرمایی یا گرمایی که در آخر مدار قرار دارد و انرژی منتقل شده توسط مدار توزیع را به فضا یا فضاهای کنترل شده انتقال می‌دهد (مانند رادیاتور).

### 1-2-38 پایداری: (10)

حالت حدی حاصله در بارگذاری اجزای سازه‌ای، قاب یا سازه، که در آن تغییر مختصری در هندسه یا بارها منجر به جابجائی‌های قابل ملاحظه نمی‌شود.

### 1-2-39 پرچم: (20)

علائمی منصوب بر پایه از مصالح قابل انعطاف مثل پارچه و... است.

### 1-2-40 پروانه اشتغال: (2)

پروانه اشتغال به کار موضوع ماده 4 قانون

### 1-2-41 پروانه ساختمان: (2)

پروانه ساختمانی صادره توسط شهرداری‌ها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان

### 1-2-42 پکیج گازسوز: (17)

دستگاه گازسوز تأمین‌کننده آب گرم سیستم گرمایش و آب گرم مصرفی داخل ساختمان‌ها که معمولاً برای هر واحد مسکونی به صورت مستقل، نصب می‌شود.

### 1-2-43 پلاک: (20)

تابلوهای کوچک با حداکثر مساحت تعیین شده در مقررات که پیامهایی چون معرفی کاربری‌های مستقر در بنا دارد.

### 1-2-44 پلکان خارجی: (3)

پلکانی که حداقل از یک طرف در ارتباط مستقیم با فضای آزاد باشد.

### 1-2-45 پلکان متحرک: (3)

پلکانی که به کمک وسایل و دستگاه‌های مکانیکی حرکت کند.

### 1-2-46 پله برقی: (15)

وسیله‌ای است که در مسیر حرکت افراد پیاده جهت بالا یا پایین‌بردن آن‌ها در دو طبقه غیر هم سطح به کار می‌رود و به وسیله پله یا تسمه که توسط نیروی محرکه برقی به حرکت در آورده می‌شود سبب

جابجایی افراد می‌گردد و شامل قطعات مکانیکی، الکتریکی و الکترونیکی می‌باشد. زاویه شیب پلکان برقی 30 و حداکثر 35 درجه می‌باشد.

### 2-1-47 پوسته خارجی: (19)

تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها، سطوح نورگذر و مانند آنها، که از یک طرف با فضای خارج یا کنترل نشده، و از طرف دیگر با فضای کنترل شده داخل ساختمان در ارتباط هستند.

پوسته خارجی در تمام موارد الزاماً با پوسته کالبدی ساختمان یکی نیست، زیرا پوسته کالبدی ممکن است دربرگیرنده فضاهای کنترل نشده نیز باشد. پوسته خارجی ساختمان همچنین شامل عناصری است که، در وجه خارجی خود، مجاور خاک و زمین هستند.

### 2-1-48 پی: (7)

به مجموعه بخش‌هایی از سازه و خاک در تماس با آن اطلاق می‌شود که انتقال بار بین سازه و زمین از طریق آنها صورت می‌گیرد.

### 2-1-49 پی‌های سطحی یا شالوده‌ها: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که در عمق کم و نزدیک سطح زمین (عمق پی کمتر از ابعاد سطح پی و یا کمتر از سه متر باشد) ساخته می‌شوند. این پی‌ها شامل: شالوده‌های منفرد، نواری و گسترده می‌باشند. شالوده‌ها ممکن است سنگی، بتنی و یا بتن آرمه از نوع دال تنها و یا ترکیبی از تیر و دال باشند.

### 2-1-50 پی‌های عمیق یا شمع‌ها: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که نسبت عمق قرارگیری به کوچکترین بعد افقی آنها از 10 تجاوز کند. این پی‌ها شامل: انواع شمع‌ها، دیوارک‌ها و دیوارهای جدا کننده می‌شوند. پی‌های عمیق در ساختمان‌ها معمولاً به وسیله یک سازه میانی، که کلاهک یا سر شمع نامیده می‌شود، بارهای سازه را به زمین منقل می‌نمایند.

### 2-1-51 پی‌های نیمه عمیق: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که در حد فاصل بین پی‌های سطحی و پی‌های عمیق قرار دارند. پی‌های صندوقه‌ای و پی‌های چاهی معمولاً در این گروه قرار دارند.

### 1-2-52 پی‌های ویژه: (7)

به پی‌هایی گفته می‌شود که معمولاً در تعریف گروه‌های فوق نمی‌گنجند. مانند مهارها یا ریز شمع‌ها، ستون‌های شنی و بهسازی خاک در عمق. در این پی‌ها برای انتقال بار از سازه به زمین از فشار، کشش یا اصطکاک بهره‌گیری می‌شوند.

### 1-2-53 تابلوها و علائم تصویری: (20)

علائمی است که با ترکیبی از شکل، رنگ، نوشته، سمبل و نشانه تصویری به دیده آید و حاوی پیام مشخصی باشد. ممکن است دارای سازه یا فاقد آن بوده، به ساختمان یا دیواری الصاق یا روی زمین و نرده و امثال آن قرار گیرد.

### 1-2-54 تابلوها و علائم تصویری ایمنی در ساختمان‌ها و کارگاه‌ها: (20)

علائمی است که دارای پیام‌های منع‌کننده کاری خطرزا یا هشدار وجود خطری یا الزام به انجام کاری یا راه‌های گریز از خطر یا کمک‌های اولیه باشد.

### 1-2-55 تابلو و علائم تصویری (از جهت مدت زمان استفاده): (20)

1- علائم تصویری و تابلوی دائم: محدودیتی به لحاظ مدت زمان نصب نداشته باشد. تابلوهایی که جواز نصب آنها دارای زمان محدود است نیز در صورتی‌که امکان تمدید جواز داشته باشند، تابلوی دائم محسوب می‌گردند.

2- علائم تصویری و تابلوی موقت: برای مدتی محدود به نمایش در می‌آید. درچنین تابلوهای الزامی به استفاده از مصالح مقاوم نیست، اما نکات ایمنی باید رعایت گردد.

### 1-2-56 تابلوی کنترل آسانسور: (15)

مجموعه‌ای شامل مدارهای فرمان و قدرت که وظیفه کنترل حرکت کابین و پاسخگویی به احضار را به عهده دارد.

### 1-2-57 تأسیسات الکتریکی: (13)

مجموعه‌ای است از تجهیزات الکتریکی به هم پیوسته برای انجام هدف یا اهداف معین که دارای مشخصه‌های هماهنگ و مرتبط باشند.

### 1-2-58 تجهیزات الکتریکی: (13)

وسایل، تجهیزات، لوازم، دستگاه‌ها و مصالحی‌اند که برای تولید، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی به کار می‌روند مانند مولدها، لوازم و اسباب و دستگاه‌های برقی، وسایل اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی، تجهیزات و مصالح سیستم‌های سیم‌کشی و مصرف‌کننده انرژی الکتریکی.

### 1-2-59 تجهیزات دستی: (13)

تجهیزاتی هستند قابل حمل که در هنگام استفاده عادی در دست گرفته می‌شوند و در آنها، موتور، در صورتیکه وجود داشته باشد قسمتی جدانشدنی از تجهیزات را تشکیل می‌دهد.

### 1-2-60 تجهیزات نصب ثابت: (13)

تجهیزاتی است که به نگهدارهایی محکم شده باشند یا به نحوی دیگر در محل معینی محکم و ثابت شده باشند.

### 1-2-61 تحلیل الاستیک: (10)

تحلیل سازه‌ای بر اساس این فرض که سازه با حذف بار به شکل هندسی اولیه خود باز می‌گردد.

### 1-2-62 تحلیل پلاستیک: (10)

تحلیل سازه‌ای با فرض رفتار صلب – خمیری قطعات و با استفاده از تئوری پلاستیسیته با بررسی مکانیزم خرابی.

### 1-2-63 تحلیل سازه‌ای: (10)

تعیین آثار بار، بر اعضاء و اتصالات بر اساس اصول تحلیل سازه.

### 1-2-64 تحلیل غیرالاستیک: (10)

تحلیل سازه‌ای با در نظر گرفتن رفتار غیرالاستیک مصالح.

### 1-2-65 تخلیه هوا: (14)

خارج کردن قسمتی از هوای فضا و هدایت آن به هوای آزاد، بطور طبیعی یا با وسایل مکانیکی.

### 1-2-66 تراز طبقه‌شدن آسانسور: (15)

منظور هم‌تراز شدن کف کابین با کف تمام شده طبقه در محل ورودی به آسانسور است.

### 1-2-67 ترموکوپل: (17)

این وسیله یکی از مهمترین بخش‌های دستگاه گازسوز است که در صورت روشن نشدن مشعل دستگاه یا از بین رفتن شعله اصلی مشعل مسیر ورود سوخت به مشعل، بسته یا شعله اصلی مشعل و شمعک آن هر دو قطع می‌گردد.

### 1-2-68 تسلیم: (10)

حالت حدی تغییر شکل غیر الاستیک که پس از رسیدن به حالت تنش تسلیم بروز می‌کند.

### 1-2-69 تصرف: (4)

بخشی از ساختمان‌ها، حاصل ترکیب چند فضا (به ترتیبی که در این مقررات مشخص شده)، که به فعالیتی مشخص اختصاص داده شود. مقصود از "تصرف" در این مقررات، نوع بهره‌گیری از بنا یا بخشی از آن است که با مقصودی معلوم در دست بهره‌برداری بوده یا قرار است برای آن مقصود مورد استفاده واقع شود. انواع تصرف‌ها عباتند از:

1- تصرف اداری و حرفه‌ای
2- تصرف انباری
3- تصرف آموزشی- تربیتی
4- تصرف تجمعی
5- تصرف درمانی و مراقبتی
6- تصرف صنعتی
7- تصرف کسبی و تجاری
8- تصرف مخاطره‌آمیز
9- تصرف مسکونی

### 1-2-70 تصفیه هوا: (14)

فرآیند کاهش ذرات زیان‌آور موجود در هوا از قبیل میکروارگانیسم‌ها، ذرات معلق، دود، گازهای زیان‌آور و مانند آنها.

### 1-2-71 تعویض هوا: (14)

ورود و یا خروج هوا در یک فضا، بطور طبیعی و یا به کمک وسایل مکانیکی.

### 1-2-72 تنظیم‌کننده فشار گاز (رگولاتور): (17)

دستگاهی است که فشار گاز ورودی را کاهش داده و آن را به میزان فشار موردنظر برای مصرف، ثابت نگه می‌دارد.

### 1-2-73 توقفگاه‌های وسایل نقلیه: (4)

توقفگاه‌های وسایل نقلیه محل‌های توقف و نگهداری وسایل نقلیه هستند که توقفگاه‌های وسایل نقلیه در فضای باز و فضاهای توقفگاه وسایل نقلیه در ساختمان را شامل می‌شوند.

### 1-2-74 تهویه: (19-14)

روند دمیدن یا مکیدن هوا، از طریق طبیعی یا مکانیکی، به هر فضایی یا از هر فضایی، برای تأمین شرایط بهداشت و آسایش (از قبیل کنترل دما و میزان رطوبت هوا، جلوگیری از بروز میعان، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و مانند آنها). چنین هوایی ممکن است مطبوع شده باشد.

### 1-2-75 تهویه مطبوع: (19-14)

کنترل هم زمان دما، رطوبت و پاکیزگی هوا و توزیع مناسب آن به منظور تأمین شرایط مورد نیاز فضای ساختمان.

### 1-2-76 تیر: (10)

عضو سازه‌ای با هدف مقاومت در مقابل لنگر خمشی.

### 1-2-77 تیر ورق: (10)

تیری که مقطع آن از ورق ساخته شده است.

### 1-2-78 جایگاه امدادرسانی: (4)

شامل فضاها و سطوحی است که به منظور کمک و امدادرسانی در موارد اضطراری در فضاهای باز در نظر گرفته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### 1-2-79 جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف): (19)

جداری که ضریب عبور نور مرئی آن بزرگتر از 5% است. جدار نورگذر بر دو نوع شفاف و مات است و شامل پنجره‌ها، درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آنهاست.

### 1-2-80 جریان اتصال کوتاه (فلزی): (13)

اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانسی بسیار کوچک بین هادی‌های برقداری که در شرایط عادی دارای اختلاف پتانسیل می‌باشند، ایجاد شود.

### 1-2-81 جریان اضافه‌بار (یک مدار): (13)

اضافه جریانی است که در مداری برقرار می‌شود که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

### 1-2-82 جریان باقیمانده: (13)

جمع جبری مقادیر آنی جریانهایی (منتجه جریان‌های آنی) است که از همه هادی‌های برقدار یک مدار معین، در یک نقطه از تأسیسات الکتریکی، عبور می‌کند.

### 1-2-83 جریان برق‌گرفتگی: (13)

جریانی است که از بدن انسان یا حیوان عبور کند و مشخصه‌های آن به نحوی باشد که احتمالاً موجب برق‌گرفتگی شود.

### 1-2-84 جریان مجاز: (13)

(جریان مجاز حرارتی یا جریان اسمی یک هادی)، حداکثر جریانی است که بطور مداوم در شرایطی تعیین شده، بدون اینکه دمای وضعیت تعادل یک هادی از میزان معینی تجاوز نماید، می‌تواند از آن عبور کند.

در مورد هادی‌ها (سیم و کابل) جریان اسمی همان جریان مجاز حرارتی است.

### 1-2-85 جریان نشت: (13)

جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده است و زمین یا بدنه‌های هادی بیگانه، برقرار شود.

### 1-2-86 جوش انگشتانه: (10)

جوش ایجاد شده در سوراخ دایره‌ای شکل در یکی از اعضای اتصالی که باعث ایجاد پیوستگی بین آن عضو و عضو دیگر می‌شود.

### 1-2-87 جوش شیاری با نفوذ کامل: (10)

جوش شیاری که در آن فلز جوشکاری از کل ضخامت عضو اتصالی عبور می‌کند.

### 1-2-88 جوش شیاری با نفوذ نسبی: (10)

جوش شیاری که در آن میزان نفوذ، عمدتاً کمتر از ضخامت کامل عضو اتصالی در نظر گرفته شده باشد.

### 1-2-89 جوش کام: (10)

جوش ایجاد شده در سوراخ امتدادیافته برای اتصال یک عضو به عضو دیگر.

### 1-2-90 جوش گوشه: (10)

جوشی با مقطع مثلثی ایجاد شده در بین سطوح اعضای مقاطع.

### 1-2-91 چاه آسانسور: (15)

فضایی است که ریل‌ها و برخی تجهیزات آسانسور در آن نصب می‌شوند و کابین و وزنه تعادل در این مکان حرکت می‌نمایند، معمولاً با دیواره‌ها، درهای طبقات و درها و دریچه‌های اضطراری محصور می‌گردد.

### 1-2-92 چاهک آسانسور: (15)

فاصله قائم بین کف پایین‌ترین محل توقف تا کف چاه آسانسور (به ابعاد چاه آسانسور) را چاهک می‌گویند.

### 1-2-93 حفاظت کاتدی: (17)

نوعی سیستم الکتریکی است که برای جلوگیری از خوردگی ناشی از زنگ‌زدگی لوله‌های گاز دفنی به کار می‌رود.

### 1-2-94 حیاط: (3)

فضای باز بدون سقف و بدون تصرف که از دو یا چند طرف با دیوارهای خارجی بنا محصور باشد و اگر از همه طرف به دیوارهای خارجی بنا محصور شود، در آن صورت به آن حیاط داخلی گفته می‌شود.

### 1-2-95 حیاط محصور (پاسیو): (4)

فضایی است باز، که در میان ساختمان قرار دارد و به طور معمول اضلاع آن در تمام ارتفاع ساختمان امتداد یافته و وظیفه تأمین نور و تهویه بخشی از ساختمان را در طبقات بر عهده دارد.

### 1-2-96 خاکریزی مهندسی: (7)

به خاکریزی گفته می‌شود که احتیاج به شناخت نوع خاک و کنترل تراکم دارد و در پایداری ساختمان مؤثر است.

### 1-2-97 خستگی: (10)

حالت حدی شروع ترک‌خوردگی و گسترش آن در اثر تکرار بار زنده

### 1-2-98 داده‌های ژئوتکنیکی: (7)

به پارامترهای برداشت شده از زمین ساختگاه گفته می‌شود که پردازش نشده است.

### 1-2-99 در کابین آسانسور: (15)

دری است که در ورودی کابین قرار گرفته و معمولاً به طور خودکار باز و بسته می‌شود.

### 1-2-100 دستگاه: (14)

هر دستگاه مکانیکی که با مصرف برق، گاز (مایع یا گاز طبیعی)، سوخت مایع یا جامد و هر نوع انرژی دیگر، به منظور استفاده در تأسیسات مکانیکی (تأسیسات گرمایی، تعویض هوا، تهویه مطبوع) طراحی و ساخته می‌شود.

### 1-2-101 دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کننده ویژه: (14)

هر دستگاه مکانیکی با کاربری و ظرفیت مشخص و با مصرف هر نوع انرژی (برق، سوخت جامد، مایع، گاز)، که برای تهیه آب‌گرم مصرفی یا گرم‌کردن و یا خنک‌کردن موضعی فضاهای ساختمان، طراحی و ساخته‌شده باشد.

### 2-1-102 دستگاه یکپارچه (پکیج): (14)

دستگاهی که به طور کامل در کارخانه ساخته، سوار و آزمایش شده و به صورت یک واحد مستقل، با همه قطعات و اجزای متحرک و موتور محرک، آماده نصب باشد.

### 2-1-103 دستگیره (پلکان برقی): (15)

دستگیره‌ای از جنس لاستیک با الیاف مخصوص می‌باشد که متحرک بوده و سرعت آن با سرعت حرکت پله یکسان می‌باشد، افراد هنگام بالارفتن یا پایین‌آمدن از آن استفاده می‌کنند.

### 2-1-104 دفتر مهندسی: (2)

محل انجام خدمات مهندسی ساختمان دارای مجوز فعالیت از وزارت راه و شهرسازی

### 2-1-105 دفترچه اطلاعات ساختمان: (2)

دفترچه اطلاعات ساختمان مشتمل بر جدول مربوط به روند تهیه طرح، اجرا، نظارت اطلاعات ساختمان است.

### 2-1-106 دودکش: (17-14)

معبری فلزی یا با مصالح بنایی که گازهای حاصل از احتراق از راه آن به خارج ساختمان منتقل می‌شود.

### 2-1-107 دودکش پیش‌ساخته: (17-14)

دودکشی است که در کارخانه شامل معبر انتقال دود، که برای نوع و کلاس معینی از دستگاه با سوخت مایع یا گاز ساخته شده و مشخصات آن از طرف مؤسسهٔ معتبر و مورد تأیید گواهی شده و دارای پلاک تأیید باشد.

### 2-1-108 دوره اجرا: (2)

مدت زمانی که از تاریخ صدور پروانه ساختمان تا تحویل گزارش پایان‌کار ساختمان توسط ناظر هماهنگ کننده به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان به طول می‌انجامد.

### 2-1-109 دوره نظارت: (2)

مدت زمانی که از تاریخ صدور پروانه ساختمان تا تحویل گزارش پایان‌کار ساختمان توسط ناظر هماهنگ کننده به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان به طول می‌انجامد.

### 1-2-110 دیگ: (14)

یک دستگاه گرمازای بسته که برای تأسیسات گرمایی، یا سیستم تأمین آب‌گرم مصرفی، آب گرم یا بخار تولید می‌کند.

### 1-2-111 دیوار: (19)

بخشی از پوسته خارجی یا داخلی غیر نورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویه بیش از 60 درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته است.

### 1-2-112 دیوار آتش: (14)

جزئی از ساختمان که ضد حریق است و از گسترش آتش در داخل یا بین ساختمان‌ها و سازه‌ها، از سویی به سوی دیگر، جلوگیری کرده و یا آن را کند می‌کند.

### 1-2-113 دیوار جان پناه: (3)

بخش امتداد یافته دیوارهای خارجی بنا در بام که به منظور فراهم نمودن ایمنی و تفکیک همسایگی اجرا می‌شود.

### 1-2-114 دیوار دودبند: (3)

دیوار یا دیواره ای که راهروی خروج را قطع کرده و به یک یا چند در مجهز است. این دیوار باید مانع گسترش آتش و دود باشد.

### 1-2-115 دیوار کتیبه: (3)

بخشی از دیوار خارجی ساختمان که پایین یا بالای پنجره (یا بازشو) واقع می‌شود.

### 1-2-116 دیوار مشترک: (3)

دیواری که در مرز مالکیت دو ساختمان برای بهره‌گیری مشترک ساخته می‌شود.

### 1-2-117 راه پله: (3)

بخشی از مجموعه راه خروج شامل تعدادی پله یا سکو که در مجموع رفت و آمد از یک طبقه به طبقه دیگر را بدون تداخل و برخورد با مانع امکان پذیر می‌کند.

### 1-2-118 رشته‌های اصلی: (2)

معماری، عمران، تأسیسات مکانیکی، تأسیسات برقی، شهرسازی، نقشه‌برداری و ترافیک.

### 1-2-119 رشته‌های مرتبط: (2)

رشته‌های موضوع تبصره 1 ماده 7 قانون.

### 1-2-120 رنگ‌های دارای مفهوم ایمنی: (20)

در علائم تصویری، نورانی و نوری ایمنی رنگ‌های خاص دارای مفاهیم مشخصی است. جدول زیر تعیین‌کننده‌کلی این رنگهاست.

| رنگ | معنا و مفهوم | دستورالعمل |
|---|---|---|
| قرمز | بازدارنده (اعلام خطر) | کارخطرناک- ایست- توقف اضطراری-تخلیه |
| زرد کهربائی | هشداردهنده | مواظب باشید- احتیاط کنید- بیازمائید |
| آبی | الزام کننده | کار یا اقدام خاص مثل استفاده از وسایل حفاظت فردی |
| سبز | تصویری آگاه کننده نسبت به شرایط ایمن | درها- خروجی‌ها- راه‌های فرار- امکانات و وسایل و کمک‌های اولیه- برگشت به‌حالت عادی |

### 1-2-121 ریل‌های راهنما (آسانسور): (15)

اجزای فلزی با مقطع T هستند که برای هدایت کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) به کار می‌روند.

### 1-2-122 زمین (جرم کلی زمین): (13)

جرم هادی زمین است که پتانسیل همه نقاط آن به طور قراردادی برابر صفر انتخاب می‌شود.

### 1-2-123 زیرزمین: (3)

قسمتی از ساختمان که تمام یا بخشی از آن پایین‌تر از کف زمین طبیعی قرار گرفته و به عنوان طبقه به حساب نیاید.

### 1-2-124 ساختمان: (2)

بنایی واحد که وجه‌های بیرونی آن در سطح و ارتفاع، از زیر پی تا بالاترین نقطه، یک پوسته معماری بسته را تشکیل دهد.

### 1-2-125 ساختمان‌های بتنی پیش ساخته: (11)

ساختمانی که تمامی اجزای سازه‌ای و بعضاً اجزای غیرسازه‌ای ساختمان از قطعات بتن پیش‌ساخته که در کارخانه تولید شده است، تشکیل می‌شوند.

### 1-2-126 ساختمان‌های خاص: (17)

ساختمان‌هایی هستند که استفاده از آن‌ها در نجات و امداد مؤثر بوده و در صورت خرابی یا وقفه در بهره‌برداری به‌طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات شده و سبب آتش‌سوزی وسیع، از دست رفتن ثروت ملّی و آلودگی محیط زیست می‌شود.

### 1-2-127 ساختمان‌های عمومی: (17)

ساختمان‌هایی هستند که در آن‌ها خدمات عمومی ارایه شده و مورد استفاده و مراجعه عموم مردم می‌باشد.

### 1-2-128 ساختمان‌های فولادی پیش‌ساخته: (11)

ساختمان‌های فولادی که قطعات آن به طورکامل در کارگاه ساخت، مونتاژ و جوشکاری می‌شوند و اتصال آنها برای نصب در پای کار انجام می‌پذیرد.

### 1-2-129 ساختمان‌های فولادی درجا: (11)

ساختمان‌های فولادی که کلیه قطعات آن در پای کار برشکاری و مونتاژ جوشکاری شده و به وسیله اتصالات جوشی نصب می‌شوند.

### 1-2-130 ساختمان‌های فولادی نیمه‌پیش‌ساخته: (11)

ساختمان‌های فولادی که برخی از قطعات آن در کارگاه ساخت، مونتاژ و جوشکاری می‌شوند و بقیه قطعات در پای کار ساخته شده و نصب می‌شوند.

### 1-2-131 ساختمان‌های متصل: (4)

ساختمان‌هایی هستند که به ساختمان ملک مجاور متصل و یا حدفاصل آنها درز انقطاع بین دو بنا است.

### 1-2-132 ساختمان‌های منفصل: (4)

ساختمان‌هایی هستند که بصورت "کوشک" مانند، در داخل محوطه و ملک بدون اتصال به ساختمان‌های پلاک‌های دیگر قرار دارند.

### 1-2-133 ساختمان ویژه: (2)

بنایی که طرح معماری یا سازه یا تأسیسات مکانیکی و یا تأسیسات برقی آن دارای پیچیدگی یا حساسیت خاص می‌باشد و بنا بر ضرورت نیاز به طراحی یا محاسبه یا کنترل دقیق شرایط هوا، دما، رطوبت، پاکیزگی، فشار نسبی، صدا، ولتاژ و فرکانس خاص در یک یا چند رشته ساختمانی دارد و موارد استفاده آن نیز خاص است.

### 1-2-134 سازمان: (2)

سازمان نظام مهندسی ساختمان (کشور)

### 1-2-135 سازمان استان: (2)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان

### 1-2-136 سازه‌های نگهبان: (7)

به سازه‌هایی اطلاق می‌شود که برای نگهداری خاک به کار برده می‌شوند، این سازه‌ها شامل انواع دیوارها و سیستم‌های نگهبان هستند که در آن‌ها عناصر سازه‌ای با خاک یا سنگ ترکیب شده یا از تسلیح خاک استفاده می‌شوند.

### 1-2-137 ستون: (10)

عضو سازه‌ای عمدتاً با هدف مقاومت در مقابل نیروی محوری و یا ترکیب نیروی محوری با سایر نیروها.

### 1-2-138 سطح الزامی: (4)

سطحی است که رعایت مقدار و محدودیت‌های آن در مقررات ملّی ساختمان الزامی شده است.

### 1-2-139 سطح خالص: (3)

سطح خالص هر طبقه از ساختمان فقط به فضاهای قابل تصرف گفته شده و سطوح مربوط به فضاهای عمومی و ارتباطی و ضخامت دیوارها را شامل نمی‌گردد.

### 1-2-140 سطح علائم تصویری و تابلو: (20)

سطح یکپارچه درون قاب و سازه علائم تصویری و تابلو یا در صورت نبود قاب، سطح یکپارچه آگهی پیام آن است.

### 1-2-141 سطح مفید کابین: (15)

سطح مفیدی است که برای ایستادن مسافر و یا گذاشتن بار به کار گرفته می‌شود و مقدار آن متناسب با ظرفیت بار یا مسافر محاسبه می‌شود.

### 1-2-142 سطوح نورگیری و تعویض هوای الزامی: (4)

سطوحی هستند که جهت حداقل نورگیری و تعویض هوای طبیعی فضاها، در نظر گرفته می‌شوند.

### 1-2-143 سیستم اضافه‌بار (آسانسور): (15)

در برخی آسانسورها برای جلوگیری از اضافه‌بار حسگری را به شیوه‌های مختلف تعبیه می‌کنند تا هنگام سوارشدن مسافر یا گذاشتن بار بیش از ظرفیت پیش‌بینی شده در کابین، ضمن اعلام خبر از حرکت آسانسور تا تخلیه بار اضافی جلوگیری شود.

### 1-2-144 سیستم باربر ثقلی: (6)

قسمتی از کل سازه است که جهت تحمل بارهای ثقلی و انتقال آن به شالوده سازه به کار گرفته می‌شود.

### 1-2-145 سیستم باربر جانبی: (6)

قسمتی از کل سازه است که برای تحمل بارهای جانبی به کار گرفته می‌شود.

### 1-2-146 سیستم ترمز ایمنی (سیستم پاراشوت): (15)

سیستم مکانیکی که ترجیحاً در قسمت زیرین یا بالای چارچوب (یوک) کابین یا وزنه تعادل (در صورت لزوم) قرار می‌گیرد و در مواقع اضطراری با افزایش غیرعادی سرعت، فعال‌شده و سبب توقف کابین یا وزنه تعادل بوسیله قفل‌شدن کابین یا وزنه تعادل به ریل‌ها می‌شود.

### 1-2-147 سیستم تونلی: (11)

سازه‌های بتنی با قالب بتنی موسوم به سیستم تونلی، یکی از روش‌های صنعتی اجرای ساختمان‌های بتنی بوده که دیوار و سقف بطور همزمان با قالب یکپارچه اجرا می‌شود. قالب‌های مورد استفاده، به اندازه تقریبی ابعاد فضاها هستند. برای قالب‌بندی یا قالب‌برداری، نیازی به تبدیل آنها به ابعاد کوچک نیست و با همان ابعاد اولیه و به صورت یکپارچه از فضا خارج می‌شوند.

### 1-2-148 سیستم دوگانه یا ترکیبی: (6)

نوع سیستم سازه‌ای است که در آن، بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های ساختمانی متحمل می‌شوند و مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه‌ای از دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی‌شده همراه با مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی صورت می‌گیرد. سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکش آن دو، در تمام طبقات، تعیین می‌شود.

### 1-2-149 سیستم ساختمانی: (11)

سیستم ساختمانی دیوار باربر که دیوارهای آن دارای قالب‌های بتن دایمی بوده و این قالب‌ها بعد از بتن‌ریزی، جزیی از دیوار محسوب می‌شود و نقش عایق حرارتی را دارد.

### 1-2-150 سیستم ساختمانی با پنلهای ساندویچی: (11)

سیستم ساختمانی دیوار باربر که دیوارهای آن از پنل‌های ساندویچی شامل دو صفحه شبکه جوش شده فولادی می‌باشد که یک هسته عایق در میان آن قرار گرفته و دو طرف آن بتن پاشیده می‌شود.

### 1-2-151 سیستم ساختمانی قاب‌های سبک فولادی: (11)

سیستم ساختمانی دیوار باربر متشکل از مقاطع فولادی سرد نورد شده بوده که اجزاء آن با اتصالات پیچی یا جوشی به یکدیگر متصل می‌شوند.

### 1-2-152 سیستم‌های فراخوانی آسانسور: (15)

نحوه پاسخ به احضار مسافرین در آسانسور با توجه به نوع کاربری ساختمان می‌تواند متفاوت باشد و انتخاب صحیح سیستم کنترل اهمیت زیادی دارد.

### 1-2-153 شاغل تمام وقت: (2)

شخصی که در بخش‌های دولتی یا خصوصی یا موسسات و نهادهای عمومی به لحاظ اشتغال به کار دیگری غیر از مشاغل مربوط به این شیوه نامه از سوی کارفرما بیمه شده باشد.

### 1-2-154 شخص‌حقوقی: (2)

شرکت خصوصی یا شرکت دولتی یا وابسته به دولت یا موسسه و نهاد عمومی غیردولتی (به غیر از شهرداری‌ها) دارای پروانه اشتغال به کار حقوقی از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-155 شخص‌حقیقی: (2)

مهندس یا کاردان فنی یا معمار تجربی یا دیپلمه‌های فنی دارای پروانه اشتغال به کار از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-156 شرایط دشوار ژئوتکنیکی: (7)

به شرایطی اطلاق می‌شود که اجرای سازه و یا ساخت پی را مشکل می‌سازد.

### 1-2-157 شرکت: (2)

شخصیتی حقوقی که خصوصی یا تعاونی یا دولتی یا وابسته به دولت بوده و به طور قانونی در اداره ثبت شرکتها و مؤسسات غیرتجاری به ثبت رسیده و شأن تشکیل آن ارایه خدمات مهندسی ساختمان مانند انجام مطالعات و طراحی، محاسبات، نظارت و اجرای کارهای ساختمانی است.

### 1-2-158 شفت: (3)

فضای ارتباطی قائم بین طبقات یا بین کف تا بام ساختمان که به منظور تعبیه آسانسور، بالابر، آشپزخانه، تأمین روشنایی، انجام تهویه، عبور دادن کانال‌ها و لوله‌ها، تخلیه زباله و غیره در نظر گرفته می‌شود.

### 1-2-159 شکل پذیری: (6)

به قابلیت جذب و اتلاف انرژی و حفظ ظرفیت باربری یک سازه، هنگامی که تحت تأثیر تغییر مکان‌های غیرخطی چرخه‌ای ناشی از زلزله قرار می‌گیرد، اطلاق می‌شود.

### 1-2-160 شمعک: (17)

وسیله‌ای که با ایجاد شعله کوچکی در وسایل گازسوز، برای روشن کردن مشعل اصلی دستگاه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اغلب وسایل گازسوز این شعله به واسطه ترموکوپل باعث باز نگه‌داشتن مسیر گاز نیز می‌شود و در صورت خاموش شدن آن، جریان گاز به مشعل اصلی قطع می‌گردد.

### 1-2-161 شناسنامه فنی و ملکی ساختمان: (2)

سندی است که حاوی اطلاعات فنی و ملکی ساختمان بوده و توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان استان صادر می‌گردد و در کلیه نقل و انتقالات ساختمان‌های همراه با نقشه‌های چون ساخت، تحویل خریداران می‌گردد تا از مشخصات ساختمانی که خریداری می‌نمایند مطلع شوند.

### 1-2-162 شیبراهه: (3)

پیاده‌راه با شیب حداکثر 1 به 20 که بعنوان راه دسترسی مورد استفاده واقع می‌شود.

### 1-2-163 شیر خودکار قطع جریان گاز اضافی: (17)

وسیله‌ای که در مسیر لوله‌کشی گاز نصب و در صورت عبور جریان گاز بیش از حد تنظیم شده، جریان گاز را قطع می‌نماید.

### 1-2-164 شیر خودکار قطع گاز حساس در مقابل زلزله: (17)

وسیله‌ای که در هنگام بروز زلزله با شدت از پیش تعیین شده در آن، جریان گاز را به‌طور خودکار قطع می‌نماید.

### 1-2-165 شیر قبل از رگولاتور یا شیر قفلی: (17)

شیر سماوری گوشواره‌ای که قبل از رگولاتور نصب و در حالت بسته، قابل قفل کردن بوده و باید برای فشار کاری تا 4 بار و یا 60 پوند بر اینچ مربع مناسب باشد.

### 1-2-166 شیشه نویسی: (20)

هرآگهی منصوب، منقوش و متصل به سطح شفاف ویترین و یا قرار گرفته در پشت شیشه که از بیرون قابل تشخیص باشد شیشه نویسی محسوب می‌شود.

### 1-2-167 صاحب کار: (2)

مالک یا قائم مقام مالک کارگاه ساختمانی.

### 1-2-168 صنعتی سازی: (11)

به روش یا روش‌هایی که میزان استفاده از منابع انسانی، مواد اولیه و سرمایه را در راستای پاسخ‌دهی به نیاز مسکن جامعه و بهره‌وری اقتصادی با بکارگیری فن‌آوریهای نوین که در یک ساختار منظم و مدولار، تشکیلات یافته و منسجم بطور کارا عمل کند گویند.

### 1-2-169 ضربه‌گیر (بافر) آسانسور: (15)

وسیله‌ای ارتجاعی است که برای جلوگیری از اصابت کنترل‌نشده کابین و یا وزنه تعادل به کف چاهک به کار می‌رود و طوری طراحی و انتخاب می‌شود که قسمتی از انرژی جنبشی کابین را مستهلک کند. باید توجه داشت که ضربه‌گیر برای متوقف‌کردن کابین در سقوط آزاد طراحی نشده است.

### 1-2-170 ضریب انتقال حرارت: (19)

ضریب انتقال حرارت برابر است با توان حرارتی منتقل شده به ازاء یک درجه کلوین اختلاف دما و به سه دسته تقسیم می شود: خطی، سطحی و ساختمانی

### 1-2-171 ضریب هدایت حرارت: (19)

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک مترمربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار می‌گذرد، در زمانی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلوین است.

### 1-2-172 طبقه: (3)

بخشی از ساختمان که بین دو کف متوالی واقع شود. در مواردی که فاصله کف تمام شده از سطح زمین طبیعی از 120 سانتیمتر بیشتر نباشد، فضای زیر آن طبقه به عنوان زیرزمین منظور می‌گردد.

### 1-2-173 طبقه اصلی ورودی (آسانسور): (15)

طبقه‌ایست که ورودی افراد پیاده به ساختمان از آن طریق انجام می‌شود و معمولاً هم‌تراز خیابان است. چنانچه در ساختمانی دسترسی‌های اصلی مختلفی به یک آسانسور وجود داشته باشد پایین‌ترین آن‌ها طبقه اصلی محسوب می‌شود.

### 1-2-174 طبقه خیابان: (3)

طبقه‌ای از بنا که از کف خیابان یا محوطه خارج بنا حداکثر با شش پله قابل دسترس باشد.

### 1-2-175 طراح: (2)

تهیه‌کننده نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی ساختمان براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان، در حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال صادره توسط وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-176 طراحی: (2)

تمامی فعالیت‌ها و خدمات طراح براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان است که منجر به تهیه نقشه‌ها و مشخصات فنی مورد نیاز برای هر یک از مراحل مقدماتی و اجرایی کار ساختمانی و تایید آن توسط مراجع ذیربط می‌شود.

### 1-2-177 طراحی ژئوتکنیکی: (7)

به کلیه خدمات مهندسی گفته می‌شود که بمنظور تعیین هندسه، کنترل پایداری، ایستایی و تغییر شکل‌های پی و بخش خاک آن انجام می‌گیرد.

### 1-2-178 طول مسیر حرکت آسانسور: (15)

ارتفاع بین کف پایین‌ترین طبقه توقف آسانسور تا کف بالاترین طبقه توقف آسانسور، طول مسیر حرکت نامیده می‌شود.

### 1-2-179 ظرفیت اشتغال: (2)

توان شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال در انجام خدمات مهندسی در مدت زمان معین.

### 1-2-180 عایق حرارتی: (19)

مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما را از محیطی به محیطی دیگر به طور مؤثر کاهش دهد. در مواردی، عایق حرارت می‌تواند، علاوه بر کاهش انتقال حرارت، کاربردهای دیگری نیز مانند باربری، صدابندی داشته باشد.

### 1-2-181 علائم ایمنی: (20)

علائمی هستندکه توسط تابلو، رنگ، علامت نورانی (روشنایی) یا علائم صوتی، ارتباط کلامی یا علائم ناشی از حرکت دست، توصیه‌ها و اطلاعاتی درباره ایمنی عمومی و بهداشت کار را انتقال می‌دهند و

شامل تابلوها و علائم تصویری، علائم نورانی، علائم نوری، علائم صوتی، علائم کلامی و علائم ایمنی با حرکات دست می‌گردند.

### 1-2-182 علمک گاز: (17)

قسمت عمودی و انتهایی انشعاب لوله‌کشی گاز که جهت نصب رگولاتور بر روی آن توسط شرکت گاز در مجاورت و متکی به ملک مصرف کننده قرار می‌گیرد.

### 1-2-183 فضا: (4)

در مقررات ملّی ساختمان، مقصود از "فضا" مکانی است که فعالیت مشخصی در آن انجام می‌گیرد و ممکن است در ترکیب با دیگر فضاها، یا مستقل از هم در تصرف‌های مختلف استقرار یابند. تقسیم‌بندی‌های فضاها در ارتباط مستقیم با تقسیم‌بندی تصرف‌ها نمی‌باشند.

### 1-2-184 فضاهای نیمه باز: (4)

فضاهایی مانند بالکن و ایوان، که از داخل ساختمان می‌توان به آن‌ها وارد شد و در ارتباط با هوای آزاد قرار دارند، به گونه‌ای که حداقل یک وجه آنها باز باشد، فضای نیمه باز محسوب می‌شوند.

### 1-2-185 فضای ارتباط داخلی: (4)

فضایی که به منظور ارتباط بین فضاها در داخل ساختمان و تصرف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 1-2-186 فضای اشتغال: (4)

فضایی است محصور برای کسب و پیشه، که باید دارای نور و تهویه (مصنوعی یا طبیعی) بوده و در برابر عوامل طبیعی حفاظت شده باشد.

### 1-2-187 فضای اقامت: (4)

فضایی است محصور برای زندگی، خواب و غذا خوردن انسان، که باید دارای نور طبیعی و تهویه طبیعی باشد و در برابر عوامل طبیعی حفاظت شده باشد.

### 1-2-188 فضای انبار: (4)

شامل همه فضاهایی که به منظور انبارکردن کالاها و محصولات غیرخطرناک مورد استفاده قرار می‌گیرند و محل اشتغال محسوب نمی‌شوند.

### 1-2-189 فضای بهداشتی: (4)

فضایی که به منظور تأمین بهداشت در ساختمان شامل توالت، دستشویی و حمام و شستشوی وسایل نظافت و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### 1-2-190 فضای تأسیسات: (4)

فضایی که تجهیزات و وسایل تأسیساتی ساختمان در آن نصب می‌شوند. در صورت استفاده مداوم فرد یا افراد از این فضا، تابع مقررات فضاهای اشتغال می‌گردند.

### 1-2-191 فضای تجمع: (4)

فضایی است که حداقل 20 نفر در آن اقامت موقت یا اشتغال دارند و یا فعالیت جمعی در آن صورت می‌پذیرد.

### 1-2-192 فضای توقفگاه وسایل نقلیه در ساختمان: (4)

توقفگاه‌های مختص وسایل نقلیه ساکنان در ساختمان‌های مسکونی، توقفگاه‌های خصوصی محسوب گردیده و توقفگاه‌های مختص تصرف‌های عمومی و توقفگاه‌هایی که امکان استفاده عموم از آنها میسر است، توقفگاه عمومی محسوب می‌گردند.

### 1-2-193 فضای کنترل شده: (19)

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان، از فضای زیستی و غیر آن، که به علت عملکرد خاص، به طور مداوم تا دمایی برابر، بالاتر یا پایین‌تر از دمای زیست‌گاه گرم یا سرد می‌شوند.

### 1-2-194 فضای کنترل نشده: (19)

بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل شده در برگیرنده آنها نیست (همانند درز انقطاع هوا بندشده بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و پارکینگ‌هایی که فاقد پایانه‌های گرمایشی و سرمایشی‌اند).

### 1-2-195 فضای مشاع: (4)

بخش‌هایی از ساختمان که در انطباق با قانون تملک آپارتمان‌ها، مالکیت آن به عموم مالکان تعلق دارد.

### 1-2-196 قاب خمشی: (10)

سیستم قاب‌بندیی که مقاومت در مقابل بارهای جانبی را تأمین کرده و عمدتاً از طریق برش و خمش اعضای قاب و اتصالات آن‌ها باعث پایداری سیستم سازه‌ای می‌شود.

### 1-2-197 قاب مهاربندی شده: (10)

یک سیستم خرپایی متشکل از مهاربندی‌های همگرا و یا واگرا است که وظیفه اصلی آن، تحمل نیروهای جانبی وارد به سازه می‌باشد.

### 1-2-198 قانون: (2)

قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب اسفندماه 1374

### 1-2-199 قسمت برقدار: (13)

هر سیم یا هادی دیگری که با نیت برقدار شدن آن در بهره‌برداری عادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل هادی خنثی نیز می‌باشد ولی به طور قراردادی هادی مشترک حفاظتی / خنثی (PEN) را شامل نمی‌شود.

### 1-2-200 قسمت هادی بیگانه: (13)

بدنه هادی‌ای است که جزء تأسیسات الکتریکی نمی‌باشد ولی قادر است پتانسیلی را که معمولاً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد. (در اثر بروز اتصالی برقدار گردد.)

### 1-2-201 کابین آسانسور: (15)

جزیی از آسانسور است که مسافر، بار یا هر دو را در خود جای می‌دهد کابین دارای کف برای ایستادن، دیواره‌هایی برای حفاظت مسافرین یا بار، سقف و معمولاً دارای در می‌باشد.

### 1-2-202 کاردان فنی و یا معمار تجربی: (2)

شخص حقیقی دارنده پروانه اشتغال به کار کاردانی یا تجربی از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-203 کارگاه ساخت: (11)

محلی مناسب که دارای امکانات و تجهیزات کافی برای عملیاتی مانند برشکاری، سوراخکاری، جوشکاری، خمکاری و همچنین نیروی انسانی ماهر باشد به نحوی که ساخت قطعات تحت نظر گروه کنترل کیفیت به صورت مطلوب انجام پذیرد.

### 1-2-204 کارگر ماهر: (2)

شخص حقیقی دارنده پروانه مهارت فنی از وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی.

### 1-2-205 کف: (19)

عنصر ساختمانی افقی که در بالا با فضایی کنترل شده، و در پایین با خاک، فضای کنترل نشده یا فضای خارجی در تماس است. کف بخشی از پوسته خارجی ساختمان محسوب می‌شود.

### 1-2-206 کلید آتش نشان (آسانسور): (15)

کلیدی است که در مواقع ضروری از جمله تخلیه افراد مسن، معلول وغیره توسط آتش‌نشان فعال شده و کنترل آسانسور فقط توسط آن (راهبر داخل کابین) صورت می گیرد.

### 1-2-207 کنترل‌کننده مکانیکی سرعت (گاورنر): (15)

وسیله‌ای مکانیکی است که از طریق سیم بکسل یا زنجیر به سیستم ترمز ایمنی (پاراشوت) کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) وصل است تا در موقع افزایش سرعت از حد تعیین‌شده قفل کرده و ضمن فرمان قطع برق موتور آسانسور، سیستم ترمز ایمنی را فعال نماید.

### 1-2-208 گازهای دودکش: (17)

آمیخته‌ای از محصولات احتراق و هوای اضافی که از دستگاه گازسوز دارای دودکش خارج می‌شود.

### 1-2-209 گروه کنترل کیفیت: (11)

مجموعه‌ای از افراد واجد شرایط با تخصص و تجربه کافی در کاربرد استانداردهای ویژگی‌های هندسی و مکانیکی و شیمیایی مصالح فولادی، جوش، روش‌های جوشکاری، عملیات ساخت و عملیات نصب که مجهز به وسایل لازم برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد نظر باشند.

### 1-2-210 گره: (10)

محل برخورد دو یا چند عضو به یکدیگر است.

### 1-2-211 لاپه: (10)

عضو سازه‌ای افقی که عرشه سقف بدان تکیه داشته و عمدتاً تحت اثر بارهای ثقلی در معرض خمش قرار می‌گیرند.

### 1-2-212 لوله رابط دودکش: (17)

لوله‌ای که وسیله گازسوز را به دودکش مرتبط می‌کند.

### 1-2-213 لوله‌کشی توکار: (17)

لوله‌کشی به صورتی که برای دسترسی به آن نیاز به باز کردن دریچه یا برداشتن مانعی باشد.

### 1-2-214 لوله‌کشی دفنی: (17)

لوله‌کشی است که در زیر سطح زمین و در داخل کانال حفاری شده اجرا می‌شود و برای دسترسی به آن نیاز به حفاری زمین، تخلیه خاک و مصالح اطراف لوله‌ها می‌باشد.

### 1-2-215 لوله‌کشی رابط: (17)

لوله‌کشی روکار از خروجی رگولاتور تا کنتور گاز می‌باشد.

### 1-2-216 لوله‌کشی روکار: (17)

لوله‌کشی گاز به صورتی است که دسترسی به آن مستقیم و نیازی به حفاری، تخریب، باز کردن، برداشتن و یا جابجا کردن هیچ مانعی نبوده و قابل رؤیت باشد.

### 1-2-217 مانع حریق: (3)

صفحه یا پرده ای سرتاسری که به صورت قائم (مانند دیوار) یا افقی (مانند سقف) با زمان مشخصی از مقاومت حریق برای جلوگیری از گسترش آتش و دود از فضایی به فضای دیگر به کار گرفته می‌شود. این صفحات همچنین ممکن است برای حریق‌بند کردن بازشوها نیز مورد استفاده قرار گیرند.

### 1-2-218 مجتمع ساختمانی: (2)

سامانه‌ای واحد متشکل از دو یا چند ساختمان مجاور هم

### 1-2-219 مجرای خارجی نور و هوا: (4)

مجرایی منتهی به فضای باز در مجاورت زیرزمین و به منظور تأمین نور و هوای آن است که با تعبیه بازشوهایی به آن (در انطباق با تعویض هوای طبیعی در مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان)، تأمین نور و هوای فضاهای واقع در زیرزمین را بر عهده دارد.

### 1-2-220 مجری: (2)

شخص دارای مجوز دفتر اجرای ساختمان یا پروانه اشتغال شخص حقوقی از وزارت راه و شهرسازی.

### 1-2-221 مجزا سازی افقی: (3)

فاصله مشخص بین دیوارهای خارجی بنا تا مرز مالکیت یا سایر بناهای همسایگی، اعم از خصوصی، عمومی و خیابان که به منظور تأمین فضای باز لازم در نظر گرفته می‌شود.

### 1-2-222 مجموعه ساختمانی: (4)

چند ساختمان یا مجتمع ساختمانی که در یک محوطه قرار دارند.

### 1-2-223 محدوده آسایش (حرارتی): (19)

شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود 80% ساکنان یا استفاده‌کنندگان در آن احساس آسایش دارند.

### 1-2-224 محصولات احتراق: (17)

آنچه که در نتیجه احتراق بدست می‌آید به انضمام گازهای بی‌اثر، به غیر از هوای اضافی.

### 1-2-225 محفظه احتراق: (17)

بخشی از دستگاه گازسوز است که عمل احتراق در آن انجام می‌شود.

### 1-2-226 محوطه باز: (3)

فضایی که تصرفی در آن صورت نگرفته و بوسیله ساختمان محصور نشده باشد. محوطه باز باید برای جای دادن متصرفان بنا کافی باشد و اندازه و محل آن به گونه‌ای باشد که به هنگام بروز حریق، مأموران آتش‌نشانی و ایمنی بتوانند به آن دسترسی داشته و از آن استفاده برند. محوطه باز باید در تمام اوقات شبانه‌روز از هر گونه موانع خالی باشد.

### 1-2-227 مدار: (13)

مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی در یک تأسیسات است که از منبع واحدی تغذیه نموده و به کمک وسایل حفاظتی واحدی در برابر اضافه جریان‌ها حفاظت شده باشد.

### 1-2-228 مدت زمان طراحی: (2)

مدت زمان مندرج در قرارداد منعقده بین طراح و صاحب کار برای تهیه طرح مقدماتی و اجرایی مورد قرارداد.

### 1-2-229 مدت زمان نظارت: (2)

مدت زمانی که در قرارداد بین ناظر وسازمان استان و صاحب‌کار برای انجام کار نظارت تعیین می‌شود.

### 1-2-230 مراحل کنترل کیفیت: (11)

مراحلی از کار است که در پایان این مراحل برای ورود به مرحله بعدی تائیدیه مرحله قبل توسط اشخاص یا مؤسسات مسئول کنترل کیفیت ضروری است.

### 1-2-231 مشتری: (2)

بهره‌بردار یا خریدار یا پیش خریدار یک یا چند واحد از ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی.

### 1-2-232 مشعل گاز: (17)

وسیله‌ای که گاز یا مخلوط گاز و هوا را برای ایجاد شعله به محفظه احتراق منتقل می‌نماید.

### 1-2-233 مصالح غیرریزنده: (4)

مصالحی هستند که اگر به هر صورت شکسته شده و یا از محل خود جدا شوند، امکان ریزش قطعات آن‌ها وجود نداشته باشد.

### 1-2-234 معبر عمومی: (3)

خیابان، کوچه یا موارد مشابهی از کاربرد زمین که به طور دائم در تصرف و استفاده عموم قرار گرفته و اساساً از آن طریق بتوان بدون مانع به سایر قسمت‌های شهر رفت و آمد نمود.

### 1-2-235 مقام قانونی مسئول: (3)

مقام دارای صلاحیت قانونی و مسئول، سازمان، دفتر یا فردی است که مسئولیت تصویب مصالح، تأسیسات، تجهیزات یا روش‌ها را به عهده بگیرد که در این مقررات با مفاهیمی گسترده به کار برده شده است، زیرا کارگزاران و نمایندگان صلاحیت دار و تصویب کننده به تناسب مسئولیت‌هایشان متفاوت هستند.

### 1-2-236 مقاومت حرارتی: (19)

نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن، مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌هاست.

### 1-2-237 مقاومت سازه‌ای: (10-9)

ظرفیت نهایی یک عضو سازه‌ای برای تحمل نیروهای وارده.

### 1-2-238 مقاومت کل اتصال زمین (مقاومت کل زمین): (13)

مقاومت بین ترمینال اصلی اتصال زمین است و جرم کلی زمین.

### 1-2-239 مکانیزم سازه‌ای: (10)

سیستم سازه‌ای شامل تعداد کافی مفاصل واقعی، مفاصل پلاستیک و یا هر دوی آن‌ها، که قابلیت تقسیم به چند پیکر صلب را داشته باشد.

### 1-2-240 مواد سوختنی: (14)

موادی ساخته‌شده از چوب، کاغذ فشرده، الیاف گیاهی، پلاستیک و دیگر مواد مشابه و یا دارای روکشی از این مواد، که در تماس با شعله آتش خواهند سوخت.

### 1-2-241 مواد غیر سوختنی: (14)

موادی جز «مواد سوختنی» باید توجه داشت که مواد «غیر سوختنی» با مواد «نسوز» تفاوت دارند.

### 1-2-242 مهاربند: (10)

اعضای محوری که در قاب‌های فولادی ساختمان‌ها برای تحمل بارهای جانبی (زلزله) مورد استفاده قرار می‌گیرند. انواع مهاربند عبارتند از:

1- مهاربند همگرا

2- مهاربند همگرای ضربدری

3- مهاربند همگرای قطری

4- مهاربندی همگرای V و$\Lambda$ (شورون)

5- مهاربند همگرای K

6- مهاربند واگرا

### 1-2-243 مهتابی (تراس): (4)

سطح روبازی از ساختمان، بر بام طبقه زیرین، که سقف بخش‌هایی از طبقات آن است.

### 1-2-244 میان طبقه: (3)

طبقه‌ای واقع بین هر یک از طبقات اصلی ساختمان که حداکثر یک سوم مساحت طبقه زیر خود را داشته باشد.

### 1-2-245 ناپایداری: (10)

حالت حدی حاصله در بارگذاری اجزای سازه‌ای، قاب یا سازه، که در آن تغییر مختصری در هندسه یا بارها منجر به جابجائی‌های قابل ملاحظه می‌شود.

### 1-2-246 ناظر: (2)

شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال نظارت دریک یا چند رشته از رشته‌های ساختمان.

### 1-2-247 ناظر هماهنگ‌کننده: (2)

شخصی حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال و صلاحیت نظارت در رشته معماری یا عمران است که براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان، مسوول هماهنگی بین تمامی ناظران رشته‌های هفتگانه مندرج در قانون در هر ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی و تسلیم کننده گزارش‌های مرحله‌ای کار به شهرداری، سازمان استان و یا سایر مراجع ذیربط می‌باشد. مدیرعامل شرکت یا مسوول واحد ناظر هماهنگ‌کننده شخص حقوقی خواهد بود.

### 1-2-248 نرده محافظ: (3)

حایل حفاظتی و ایمنی که برای جلوگیری از پرت شدن از ارتفاع طراحی شده باشد.

### 1-2-249 نشت هوا: (19)

ورود یا خروج هوا در ساختمان، از منافذ و مجراهایی غیر از محل‌هایی که برای تعویض هوا پیش‌بینی شده است.

### 1-2-250 نظارت: (2)

مجموعه خدماتی که توسط ناظر ساختمان برای حصول اطمینان از انطباق عملیات ساختمانی و تأسیساتی با مشخصات مندرج در پروانه ساختمان، نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی منضم به آن براساس مقررات ملّی ساختمان و اصول مهندسی و رعایت ضوابط ایمنی و حفاظت کارگاه ساختمان انجام می‌پذیرد.

### 1-2-251 نگهدارنده ریل‌ها: (15)

رابطی است که ریل‌ها را به سازه و دیواره چاه آسانسور متصل می‌کند و برای اتصال آن از بست مخصوص و پیچ و مهره استفاده می‌شود.

### 1-2-252 نمای ساختمان: (4)

بخشی از جداره خارجی ساختمان است که در معرض دید قرار دارد.

### 1-2-253 نمای شیشه‌ای: (4)

در صورتی که نمای ساختمان دارای پوشش حداقل 60 درصد از شیشه باشد نمای شیشه‌ای نامیده، و به دو دسته تقسیم می‌شود.

### 1-2-254 نیروی انسانی ماهر: (11)

اعضای گروه ساخت و نصب که هر یک به تناسب وظیفه محوله باید دارای تخصص، تجربه و توان کافی بنا به تائید مراجع ذیصلاح باشند.

### 1-2-255 وزنه تعادل (آسانسور): (15)

وزنه یا ترکیبی از وزنه‌ها است که برای متعادل‌کردن وزن کابین و بخشی از ظرفیت آسانسور به کار می‌رود.

### 1-2-256 واحد فنی: (2)

واحد فنی موضوع ماده 15 آیین‌نامه اجرایی.

### 1-2-257 وصله: (10)

اتصال بین دو عضو سازه‌ای که از انتها به هم متصل شده‌اند تا عضوی بلندتر را بوجود آورند.

### 1-2-258 ولتاژ تماس: (13)

ولتاژی است که به هنگام بروز خرابی در عایق‌بندی، بین قسمت‌هایی که همزمان قابل لمس می‌باشند، ظاهر شود.

### 1-2-259 هادی حفاظتی: (13)

هادی است که برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی لازم می‌باشد و هر یک از اجزای زیر را از نظر الکتریکی به هم وصل می‌کند:

بدنه‌های هادی، قسمت‌های هادی بیگانه، ترمینال اصلی اتصال به زمین، الکترود زمین، نقطه زمین‌شده منبع تغذیه، نقطه خنثی مصنوعی

### 1-2-260 هادی خنثی: (13)

هادی‌ای است که به نقطه خنثی سیستم وصل بوده و می‌تواند در انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده کرد.

### 1-2-261 هادی مشترک حفاظتی/ خنثی: (13)

هادی‌ای است زمین شده که به صورت اشتراکی هر دو وظیفه هادی‌های حفاظتی (PE) و خنثی (N) را انجام دهد.

### 1-2-262 هوابندی: (19)

جلوگیری از ورود و خروج هوا، از طریق پوسته یا درزهای عناصر تشکیل دهنده آن.

### 1-2-263 هواگیری: (17)

جایگزین کردن هوای درون دستگاه یا لوله‌کشی‌ها با گاز و یا برعکس، جایگزین کردن گاز درون دستگاه یا لوله‌کشی‌ها با هوا یا گازهای دیگر مانند گازهای بی‌اثر.

### 1-2-264 هوای احتراق: (17)

هوایی که برای احتراق در قبل و بعد از مشعل با سوخت مخلوط می‌گردد.

### 1-2-265 هوای اضافی: (17)

هوایی که علاوه بر هوای مورد نیاز سوخت، از محفظه احتراق عبور کرده و برای سوخت کامل لازم است.

### 1-2-266 هوای تهویه: (17)

هوایی که برای ایجاد جریان هوای تازه داخل اتاق محل نصب دستگاه، به آنجا وارد می‌گردد.

### 1-2-267 هوای رقیق‌کننده: (17)

هوایی که برای رقیق کردن گازهای حاصل از احتراق و تنظیم جریان دودکش از طریق دهانه کلاهک تعدیل جریان دودکش، وارد دودکش می‌شود.

### 1-2-268 یوک کابین (آسانسور): (15)

قاب نگهدارنده‌ای است که کف کابین، ترمزهای ایمنی، کفشک‌ها و سیم بکسل‌ها به آن متصل می‌شوند.

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

## مبحث دوم

## نظامات اداری

### بانضمام

### مجموع شیوه نامه های مصوب اردیبهشت ماه

### ۱۳۸۴

۱۳۸۴
دفتر امور مقررات ملّی ساختمان

نظامات اداری بانضمام مجموع شیوه نامه‌های مصوب اردیبهشت ماه ۱۳۸۴/ تهیه کننده دفتر تدوین و ترویج مقررات ملّی ساختمان معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی. – تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۸۴.
[هشت]، ۱۶۳ص. : جدول . - - (مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ۲)
ISBN: ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۵۱-۵
فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
۱. ساختمان سازی-- قوانین و مقررات- - ایران. ۲- ساختمان سازی- - مدیریت. الف. ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان. ب. فروست.
KMH ۳۴۰۲/م۷ ۳۴۳/۹۵۵۰۷۸۶۹
ج.۲
کتابخانه ملی ایران ۸۴-۱۷۱۳۵م

**عنوان کتاب : مبحث دوم نظامات اداری بانضمام مجموع شیوه نامه‌های مصوب اردیبهشت ماه ۱۳۸۴**

**تهیه کننده :** دفتر امور مقررات ملّی ساختمان
**ناشـــر:** نشر توسعه ایران
**شمارگان:** ۵۰۰۰ جلد
**شابک:** ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۵۱-۵
**نوبت چاپ:** سیزدهم
**تاریخ چاپ:** ۱۳۹۲
**چاپ و صحافی:** کانون
**قیمت:** ۷۰,۰۰۰ ریال

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

بسمه تعالی

# پیش‌گفتار

**مقررات ملّی ساختمان ایران، به عنوان فراگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، بی‌تردید نقش مؤثری در نیل به اهداف عالی تأمین ایمنی، بهداشت، سلامت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه دارد و رعایت آن ضمن تأمین اهداف مذکور موجب ارتقای کیفیّت و افزایش عمر مفید ساختمانها می گردد. براساس این اهمیت، تدوین مقررات ملّی ساختمان که به عنوان نقطه عطفی در تاریخ مهندسی ساختمان کشور محسوب می‌شود بیش از دو دهه است که توسط وزارت مسکن و شهرسازی آغاز و با مشارکت جامعه مهندسی کشور و در قالب شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مباحث، سازماندهی و بی‌وقفه سیر تکامل خود را طی نموده است. در این مسیر ضمن تکمیل و تجدیدنظر مباحث از پیش تعریف شده و مطابقت آنها با مقتضیات شرایط کشور از حیث اقتصادی، فنی، فرهنگی و اجتماعی، تدوین مباحث جدیدی هم در دستور کار قرار گرفته است که پس از تدوین نهایی و طی مراحل تصویب در اختیار جامعه مهندسی قرار خواهد گرفت.**

**در حال حاضر مدارک فنی متعددی نظیر مقررات ملّی ساختمان، آئین‌نامه‌ها، استانداردها و مشخصات فنی در کشور منتشر می‌شود و استفاده‌کنندگان لازم است به تفاوتهای آنها از نظر هدف از تهیه هر مدرک، لازم‌الاجرا بودن، قلمرو، حدود تفصیل، محتوا و سایر ویژگیهای خاص هر مدرک توجه داشته باشند که در مورد مقررات ملّی ساختمان می‌توان ویژگیهای زیر را بر شمرد:**

- **«مقررات ملّی ساختمان» در سراسر کشور لازم‌الاجرا است.**
- **احکام «مقررات ملّی ساختمان» به طور خلاصه و اجمالی تدوین می‌شود.**
- **با توجه به الزامی بودن «مقررات ملّی ساختمان» این مقررات فاقد موارد توصیه‌ای و راهنمایی است.**

- «مقررات ملّی ساختمان» بر هر گونه عملیات ساختمان نظیر تخریب، احداث بنا، تغییر کاربری، توسعه بنا، تعمیر اساسی و نظایر آن حاکم است.

مقررات تدوین شده به خودی خود متضمن کیفیت ساختمانها نیستند بلکه در کنار تدوین مقررات مذکور توجه به امر ترویج و آموزش آن در میان جامعه مهندسی کشور بطور خاص و دانشجویان، دانش‌آموزان و آحاد مردم بطور عام از یک سو و ایجاد نظامی کارآمد برای اعمال و کنترل این مقررات و تنظیم روابط دخیل در امر ساخت و ساز، مسئولیت‌ها، شرح وظایف و مراحل قانونی اقدامات احداث، توسعه بنا، تغییر کاربری و سایر موارد مربوط به ساختمان از طرف دیگر، باید همواره به عنوان راهکارها و ضمانت‌های اجرایی این مقررات مدنظر سیاست‌گذاران، مجریان و دست‌اندرکاران ساخت و ساز قرار گیرد.

با تصویب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و در اجرای مفاد آن به ویژه مواد ۳۳ و۳۴ قانون مذکور، وضع مقررات ملی ساختمان و الزام به رعایت آنها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمانها به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی، این اطمینان را در میان مهندسان و صاحبان حرفه‌های ساختمانی به وجود می‌آورد که با پشت‌گرمی، به ایفای وظیفه‌ای که در توسعه و آبادانی کشور دارند مبادرت ورزند و از این رهگذر، سهم خود را در تحقق آرمانهای والای انقلاب عینیت بخشند.

فرصت را مغتنم شمرده از اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی و سایر کسانی که به نحوی در تدوین، ترویج و کنترل اعمال مقررات ملّی ساختمان در کشور کوشش می نمایند سپاسگزاری نموده و از اساتید، صاحب نظران، مهندسان وکلیه دست‌اندرکاران ساخت و ساز انتظار دارد با نظرات و پیشنهادات خود این دفتر را در غنای هر چه بیشتر مقررات مذکور یاری رسانند.

**دکتر غلامرضا هوائی**
**مدیرکل امور مقررات ملّی ساختمان**

# مقررات ملی ساختمان ایران

# مبحث دوم

# نظامات اداری

## (آئین نامه ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی وکنترل ساختمان)

**تصویب نامه شماره ۴۶۰۵/ت۲۸۵۴۹ ه مورخ ۱۳۸۳/۴/۲۲ هیئت وزیران**

هیئت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۸۳/۴/۱۷ بنا به پیشنهاد مشترک شماره ۴۸۱/۱۰۰/۰۲ مورخ ۱۳۸۲/۲/۶ وزارتخانه‌های مسکن و شهرسازی و کشور و به استناد ماده (۳۳) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴- آیین‌نامه اجرایی ماده یادشده را به شرح پیوست تصویب نمود.

# فهرست


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| **مبحث دوم - نظامات اداری** | |
| ۲-۱ تعاریف | ۱ |
| ۲-۲ مقررات ملی ساختمان | ۱ |
| ۲-۳ اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی طراحی ساختمان | ۲ |
| ۲-۴ اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی اجرای ساختمان | ۳ |
| ۲-۵ ناظر | ۵ |
| ۲-۶ شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان | ۶ |
| ۲-۷ سازمان نظام مهندسی ساختمان | ۷ |
| ۲-۸ وزارت مسکن و شهرسازی | ۷ |
| ۲-۹ شناسنامه فنی و ملکی ساختمان | ۷ |
| ۲-۱۰ تـرویج | ۸ |
| ۲-۱۱ متفرقه | ۹ |
| **پیوست - مجموعه شیوه نامه ها مصوب اردیبهشت ماه ۱۳۸۴** | |
| فصل اول : کلیات | |
| پیشگفتار | ۱۳ |
| ماده ۱ ـ تعاریف. | ۱۵ |
| ماده ۲ـ اهداف | ۱۸ |
| ماده ۳ـ خدمات طراحی ، اجرا ، نظارت ساختمان. | ۱۸ |
| فصل دوم : طراحی ساختمان | |
| ماده ۴ـ طراحی‌ساختمان | ۲۳ |
| ماده ۵ـ دفاتر مهندسی طراحی ساختمان. | ۲۵ |
| ماده ۶ـ طراحان حقوقی ساختمان | ۲۹ |

فصل سوم : اجرای ساختمان
ماده ۷ـ اجرای ساختمان ۳۵
ماده ۸ـ دفاتر مهندسی اجرای ساختمان. ۳۸
ماده ۹ـ مجریان حقوقی ساختمان. ۴۳
ماده ۱۰ـ مجریان انبوه‌ساز ۴۹
کاربرگ های شماره ۱ ، ۲ و ۳ انبوه‌سازه ۵۳
ماده ۱۱ـ حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال کاردانهای فنی، دیپلمه‌های فنی و معماران تجربی ۵۷
ماده ۱۲ـ طرح و ساخت ساختمان توسط مجریان حقوقی یا دفاتر مهندسی اجرای ساختمان. ۶۰
فصل چهارم : نظارت ساختمان
ماده ۱۳ـ نظارت ساختمان. ۶۱
ماده ۱۴ـ ناظران حقیقی ساختمان. ۶۳
ماده ۱۵ـ ناظران حقوقی ساختمان ۶۶
ماده ۱۶ـ نحوه ارجاع کار نظارت ساختمان به ناظران حقیقی و حقوقی و گردش کار معرفی ناظران به صاحب کاران و شهرداری، نحوه دریافت و پرداخت حق‌الزحمه نظارت،حق‌الزحمه تهیه و صدور شناسنامه فنی و ملکی ۷۱
مدارک مورد نیاز برای صدور پروانه اشتغال طراحی ، اجرا و نظارت ساختمان ۷۱
فصل پنجم : فهرست‌های قیمت خدمات مهندسی و نحوه عمل به ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی
ماده ۱۷ـ نحوه محاسبه حق‌الزحمه خدمات مهندسی ساختمان در بخش طراحی و نظارت
موضوع ماده ۱۷ آیین نامه اجرایی ۷۵
ماده ۱۸ـ نحوه عمل به ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی و تبصره‌های ان ۷۹
فصل ششم : شناسنامه فنی و ملکی ساختمان
ماده ۱۹ـ شناسنامه فنی و ملکی ساختمان ۸۹
دفترچه اطلاعات ساختمان ۹۲

**فصل هفتم :شیوه نامه تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال اشخاص حقوقی موضـوع تبصره ۴ ماده**
۱۱ آئین نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان **۱۲۵**
**فصل هشتم : پیوست مربوط به شیوه‌نامه مجریان ساختمان شامل : شرایط عمومی قرارداد مجریان ساختمان، شرایط خصوصی قرارداد مجریان ساختمان و قراردادهای همسان مجریان ساختمان** **۱۳۵**

## مبحث دوم- نظامات اداری

### ۲-۱ تعاریف:

**۲-۱-۱** اصطلاحات زیر در معانی مربوط به کار می‌روند:

**۲-۱-۱-۱ دفتر مهندسی**: هر گونه محل انجام خدمات مهندسی ساختمان که طبق ماده (۹) آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مجوز فعالیت دریافت نموده باشد.

**۲-۱-۱-۲ شخص حقیقی**: مهندسان دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی ، کاردانهای فنی و معماران تجربی دارای پروانه اشتغال بکار کاردانی یا تجربی می‌باشند.

**۲-۱-۱-۳ شخص حقوقی**: شرکت، موسسه، سازمان و نهاد عمومی یا خصوصی که برای انجام خدمات مهندسی، دارای پروانه اشتغال بکار مهندسی شخص حقوقی معتبر از وزارت مسکن و شهرسازی باشد.

### ۲-۲ مقررات ملی ساختمان

**۲-۲-۱** مقررات ملی ساختمان، مجموعه اصول و قواعد فنی و ترتیب کنترل اجرای آنهاست که باید در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمانها در جهت تأمین ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش، صرفه اقتصادی، حفاظت محیط‌زیست و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ سرمایه‌های ملی رعایت شود.

**۲-۲-۲** مقررات ملی ساختمان دارای اصول مشترک و یکسان لازم‌الاجرا در سراسر کشور است و بر هرگونه عملیات ساختمانی نظیر تخریب، احداث بنا، تغییر در کاربری بنای موجود، توسعه بنا، تعمیر اساسی و تقویت بنا حاکم می‌باشد.

**۲-۲-۳** مقررات ملی ساختمان به عنوان تنها مرجع فنی و اصل حاکم در تشخیص صحت طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمانها اعم از مسکونی، اداری، تجاری، عمومی، آموزشی، بهداشتی و نظایر آن است.

**تبصره:** در مباحثی که مقررات ملی ساختمان تدوین نگردیده باشد، تا زمان تصویب، منابع معتبر (به طور ترجیحی منتشر شده توسط مراجع ملی ذی‌ربط) ملاک عمل خواهند بود.

## ۲-۳ اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی طراحی ساختمان

**۲-۳-۱** به منظور تنسیق امور صنفی و شغلی مهندسان متخصص در رشته‌های هفتگانه ساختمان و در جهت ارائه خدمات مهندسی کارآمد، کلیه طراحی‌ها از جمله معماری، سازه، تأسیسات برقی و مکانیکی باید توسط اشخاص حقوقی یا دفاتر مهندسی طراحی ساختمانی صلاحیتدار دارای پروانه اشتغال، بعنوان طراح تهیه گردد.

**تبصره۱ :** برای تعیین فعالیتهای اشخاص حقیقی دارای پروانه اشتغال، وزارت مسکن وشهرسازی نسبت به تهیه و ابلاغ دستورالعمل لازم اقدام خواهد نمود.

**تبصره۲ :** اشخاص حقیقی دارنده پروانه اشتغال به کار مهندسی می‌توانند دفتر مهندسی طراحی تشکیل دهند مشروط به آن که برای دفتر یادشده از وزارت مسکن و شهرسازی مجوز فعالیت دریافت نمایند و در محل اشتغال به این فعالیت تابلوی دفتر مهندسی نصب کنند.

**۲-۳-۲** اشخاص حقوقی، موسس یا موسسین دفاتر مهندسی طراحی ساختمان باید دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی معتبر از وزارت مسکن و شهرسازی باشند و مطابق با قراردادی که با مالک منعقد می‌نمایند عهده‌دار انجام خدمات براساس دستورالعمل ابلاغی از طرف وزارت مسکن و شهرسازی خواهند بود.

**۲-۳-۳** شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمانی مکلفند تنها نقشه‌هایی را بپذیرند که توسط اشخاص حقوقی، یا مسئولین دفاتر مهندسی طراحی ساختمان و طراح آن در حدود صلاحیت و ظرفیت مربوط امضاء و مهر شده است.

**۲-۳-۴** سازمان نظام مهندسی استان موظف به نظارت بر حسن انجام خدمات اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی طراحی ساختمان می‌باشد و در صورت مشاهده تخلف باید مراتب را حسب مورد برای رسیدگی و اتخاذ تصمیم به شورای انتظامی استان، سازمان مسکن و شهرسازی استان و سایر مراجع قانونی ذیربط

اعلام نمایند. در صورت احراز هرگونه تخلف، برخورد انضباطی تا حد ابطال پروانه اشتغال صورت خواهد پذیرفت.

۲-۴ اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی اجرای ساختمان

۲-۴-۱ کلیه عملیات اجرایی ساختمان باید توسط اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی اجرای ساختمان به عنوان مجری، طبق دستورالعمل ابلاغی از طرف وزارت مسکن و شهرسازی انجام شود و مالکان برای انجام امور ساختمانی خود مکلفند از اینگونه مجریان استفاده نمایند.

۲-۴-۲ مجری ساختمان در زمینه اجرا، دارای پروانه اشتغال به کار از وزارت مسکن و شهرسازی است و مطابق با قراردادهای همسان که با مالکان منعقد می‌نماید اجرای عملیات ساختمان را براساس نقشه‌های مصوب و کلیه مدارک منضم به قرارداد بر عهده دارد. مجری ساختمان نماینده فنی مالک در اجرای ساختمان بوده و پاسخگوی کلیه مراحل اجرای کار به ناظر و دیگر مراجع کنترل ساختمان می‌باشد.
تبصره: شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمانی موظفند نام و مشخصات مجری واجد شرایط را که توسط مالک معرفی شده و نسخه‌ای از قرارداد منعقد شده با او را که در اختیار شهرداری و سازمان نظام مهندسی ساختمان استان قرار داده است، در پروانه مربوط قید نمایند. مالکانی که دارای پروانه اشتغال به کار در زمینه اجرا می‌باشند نیازی به ارائه قرارداد ندارند.

۲-۴-۳ مجری ساختمان مسئولیت صحت انجام کلیه عملیات اجرایی ساختمان را برعهده دارد و در اجرای این عملیات باید مقررات ملی ساختمان، ضوابط و مقررات شهرسازی، محتوای پروانه ساختمان و نقشه‌های مصوب مرجع صدور پروانه را رعایت نماید.

۲-۴-۴ رعایت اصول ایمنی و حفاظت کارگاه و مسائل زیست‌محیطی به عهده مجری می‌باشد.

۲-۴-۵ مجری موظف است برنامه زمانبندی کارهای اجرایی را به اطلاع ناظر برساند و کلیه عملیات اجرایی به ویژه قسمتهایی از ساختمان که پوشیده خواهند شد با هماهنگی ناظر انجام داده و شرایط نظارت در چهارچوب وظایف ناظر (ناظرین) در محدوده کارگاه را فراهم سازد.

۲-۴-۶ مجری موظف است قبل از اجرا، کلیه نقشه‌ها را بررسی و در صورت مشاهده اشکال، نظرات پیشنهادی خود را برای اصلاح به طور کتبی به طراح اعلام نماید.

تبصره: مجری موظف است در حین اجرا، چنانچه تغییراتی در برنامه تفصیلی اجرایی ضروری تشخیص دهد، قبل از موعد انجام کار، مراتب را با ذکر دلیل به طور کتبی به مالک اطلاع دهد. اعمال هرگونه تغییر، مستلزم کسب مجوز کتبی ناظر خواهد بود.

۲-۴-۷ مجری مکلف است حسب مورد از مهندسان رشته‌های دیگر ساختمان، کاردانهای فنی، معماران تجربی، کارگران و استادکاران و همچنین عوامل فنی ماهر استفاده کند و در هر محل که به موجب ماده۴ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان داشتن پروانه مهارت فنی الزامی شده باشد، مقررات مذکور را رعایت نماید.

۲-۴-۸ مجری مکلف است از مصالح مناسب مطابق مشخصات فنی ارائه شده در نقشه‌ها استفاده نموده و در صورتیکه مصالحی دارای استاندارد اجباری است از این نوع مصالح استفاده نماید.

۲-۴-۹ مجری مکلف است پس از پایان کار نسبت به تهیه نقشه‌ها به همان صورتی که اجرا شده یعنی « نقشه‌های چون ساخت» اعم از معماری، سازه‌ای و تأسیساتی و مانند آن اقدام نموده و پس از امضاء و اخذ تأیید ناظر (ناظران) یک نسخه از آنها را تحویل مالک و یک نسخه هم به شهرداری مربوط تحویل نماید.

۲-۴-۱۰ مجری مکلف است نسبت به تضمین کیفیت اجرای ساختمانی که به مسئولیت خود می‌سازد، براساس دستورالعمل ابلاغی وزارت مسکن و شهرسازی اقدام نماید و مواردی که مکلف به ارائه بیمه نامه تضمین کیفیت شده باشد، بیمه مزبور را به نفع مالک و یا مالکان بعدی تهیه و در اختیار ایشان قرار دهد.

۲-۴-۱۱ سازمان نظام مهندسی ساختمان استان و سایر مراجع کنترل ساختمان می‌توانند عملکرد اجرایی اشخاص حقوقی و دفاتر مهندسی اجرای ساختمان را بررسی نمایند و مکلفند در صورت اطلاع و مشاهده هرگونه تخلف، مراتب را برای بررسی و اتخاذ تصمیم، حسب مورد به سازمان مسکن و شهرسازی استان و شورای انتظامی سازمان نظام مهندسی ساختمان اعلام، تا در صورت محکومیت نسبت به برخورد انضباطی تا حد ابطال پروانه اشتغال اقدام نمایند.
تبصره: در صورت بروز خسارت ناشی از عملکرد مجری، وی موظف است خسارت مربوط را که به تأیید مراجع ذی‌صلاح رسیده است جبران نماید.

۲-۴-۱۲ اشخاص حقوقی یا دفاتر مهندسی طراحی ساختمان که توانائی طراحی و اجرای پروژه را بصورت توام دارند، می‌توانند از وزارت مسکن و شهرسازی درخواست صلاحیت طرح و ساخت بنمایند.

۲-۵ ناظر

۲-۵-۱ ناظر شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال بکار در یکی از رشته‌های موضوع قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان است که بر اجرای صحیح عملیات ساختمانی در حیطه صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال خود نظارت می‌نماید. عملیات اجرایی تمامی ساختمانهای مشمول ماده (۴) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان باید تحت نظارت ناظر انجام پذیرد.

۲-۵-۲ ناظران مکلفند بر عملیات اجرایی ساختمانی که تحت نظارت آنها احداث می‌گردد از لحاظ انطباق ساختمان با مشخصات مندرج در پروانه و نقشه‌ها و محاسبات فنی ضمیمه آن نظارت کرده و در پایان کار مطابقت عملیات اجرایی ساختمان را با مدارک فوق، گواهی نمایند.

۲-۵-۳ ناظران باید گزارش پایان هر یک از مراحل اصلی کار خود را به مرجع صدور پروانه ساختمان ارائه نمایند. مراحل اصلی کار عبارتند از:

الف) پی‌سازی

ب) اجرای اسکلت

پ) سفت‌کاری

ت) نازک‌کاری

ث) پایان کار

هرگاه ناظران در حین اجرا با تخلفی برخورد نمایند باید مورد را به مرجع صدور پروانه ساختمان و سازمان نظام مهندسی ساختمان استان و یا دفاتر نمایندگی آن (حسب مورد) اعلام نمایند.

تبصره: تغییرات بعدی مراحل اصلی کار، با توجه به نوع ساختمان، توسط وزارت مسکن و شهرسازی اعلام خواهد شد.

۲-۵-۴ ناظر به هنگام صدور پروانه ساختمان، توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان استان انتخاب شده و به مالک و مراجع صدور پروانه ساختمان معرفی میگردد. ناظر نمی‌تواند شاغل در دستگاه صادر کننده پروانه ساختمان در منطقه‌ای باشد که ساختمان در آن منطقه احداث می‌شود.

تبصره۱ : تا زمانی که سازمان نظام مهندسی ساختمان استان در شهرها و مناطقی که پروانه در آن صادر می‌گردد دفتر نمایندگی تأسیس ننموده باشد، مراجع صدور پروانه ساختمانی با هماهنگی با آن سازمان، وظیفه معرفی ناظر مربوطه را انجام می‌دهند.
تبصره۲ : دستورالعمل مربوط به نحوه ارجاع کار، نظارت، میزان حق‌الزحمه و نحوه دریافت و پرداخت آن و همچنین رفع اختلاف نظر بین ناظر و مجری، توسط وزارت مسکن و شهرسازی استان تهیه و ابلاغ خواهد شد.

۲-۵-۵ ناظر نمی‌تواند مجری تمام یا بخشی از ساختمان تحت نظارت خود باشد، اما انجام نظارت ساختمان توسط طراح ساختمان بلامانع است. ناظر همچنین نمی‌تواند هیچگونه رابطه مالی با مالک ایجاد نماید یا به نحوی عمل نماید که دارای منافعی در پروژه گردد.

۲-۶ شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان
۲-۶-۱ شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان در صورت برخورد با تخلف ناظران باید موارد را جهت بررسی و اقدام به سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اعلام نمایند.

۲-۶-۲ شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان موظفند با اعلام کتبی وزارت مسکن و شهرسازی یا سازمان نظام مهندسی ساختمان استان یا ناظران، در خصوص وقوع تخلف ساختمانی، در اسرع وقت با اطلاع ناظر، دستور اصلاح را صادر نمایند و تا زمان رفع تخلف از ادامه کار جلوگیری نمایند.

۲-۶-۳ شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان برای ساختمانهایی که طبق تشخیص ناظران و تایید سازمان نظام مهندسی ساختمان استان، مقررات ملی ساختمان در آنها رعایت نشده باشد، تا زمان رفع نقص، پایان کار صادر نخواهند نمود.
۲-۷ سازمان نظام مهندسی ساختمان
۲-۷-۱ سازمان نظام مهندسی ساختمان استان در زمینه رعایت مقررات ملی ساختمان و حسن اجرای عملیات ساختمانی دارای وظایف زیر می‌باشد:
الف- نظارت بر حسن انجام خدمات مهندسی که توسط اعضای آن سازمان ارائه می‌گردد و انجام کنترلهای لازم به صورت کامل و یا موردی برای انجام وظایف قانونی سازمان.
ب- تعقیب اعضای متخلف از طریق شورای انتظامی و مراجع قانونی ذیصلاح.

پ- تنظیم روابط بین شاغلان حرفه مهندسی ساختمان و کارفرمایان به طرق مختلف، از جمله ارائه پیشنهاد برای تعیین حداقل شرح خدمات مهندسی، تعیین تعهدات متعارف مهندسی و اخلاقی در قبول مسئولیتهای کار و تهیه و تنظیم قراردادهای یکسان مورد عمل.
ت- ارجاع مناسب کارها به افراد صلاحیت‌دار حرفه‌ای و جلوگیری از مداخله اشخاص فاقد صلاحیت حرفه‌ای در امور ساخت و ساز از طریق کشف موارد نقض ماده (۳۲) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و اعلان آن به مراجع قضائی صلاحیتدار و نیروی انتظامی و تعقیب قضایی تا رفع تخلف.

۲-۸ وزارت مسکن و شهرسازی

۲-۸-۱ وزارت مسکن و شهرسازی بعنوان ناظر عالی در زمینه ساخت و ساز، بر عملکرد سازمانهای عهده‌دار کنترل و اجرا در زمینه رعایت دقیق مقررات ملی ساختمان و ضوابط شهرسازی نظارت می‌نماید و در صورت مشاهده هرگونه تخلف، موارد را به مراجع صدور پروانه ساختمان و سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اعلام نموده و تا رفع تخلف، موضوع را از مراجع قانونی و در صورت لزوم مراجع قضایی پیگیری می‌نماید.

۲-۹ شناسنامه فنی و ملکی ساختمان

۲-۹-۱ شناسنامه فنی و ملکی ساختمان سندی است که حاوی اطلاعات فنی و ملکی ساختمان بوده و توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان استان صادر می‌گردد. چگونگی رعایت مقررات ملی ساختمان و ضوابط شهرسازی باید در شناسنامه فنی و ملکی ساختمان قید گردد.
تبصره۱: مجریان مکلفندپس از اتمام کار، برای تهیه شناسنامه فنی و ملکی ساختمان به ترتیبی که وزارت مسکن و شهرسازی تعیین می‌نماید، اطلاعات فنی و ملکی ساختمان گواهی ناظر (موضوع بند ۲-۵-۲) و تاییدیه‌های لازم را در اختیار سازمان نظام مهندسی ساختمان استان قرار دهند. یک نسخه از شناسنامه فنی و ملکی ساختمان در اختیار شهرداری و یا سایر مراجع صدور پروانه برای صدور پایان کار قرارداده می‌شود.
تبصره۲: هزینه‌های خدمات مهندسی‌ای که در قالب شناسنامه فنی و ملکی به مالک ساختمان ارایه می‌شود براساس تعرفه خدمات فوق که سالانه به پیشنهاد شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی به تصویب وزارت مسکن و شهرسازی می‌رسد در قالب ماده (۳۷) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، دریافت می‌شود.

۲-۹-۲ شناسنامه فنی و ملکی ساختمان در کلیه نقل و انتقالات ساختمانهائی که پس از ابلاغ این آئین‌نامه، پروانه ساختمانی دریافت می‌دارند همراه با نقشه‌های چون ساخت باید تحویل خریدار گردد تا از مشخصات ساختمانی که خریداری می‌نماید، مطلع شود.

۲-۹-۳ ابعاد، شکل، عناوین و محتوای شناسنامه فنی و ملکی ساختمان که در سراسر کشور یکسان است، توسط وزارت مسکن و شهرسازی تهیه و ابلاغ خواهد شد.

۲-۹-۴ شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان مکلفند تمامی وظایف و الزاماتی که به موجب این آیین‌نامه بر عهده مالک، ناظر، مجری ساختمان و سایر عوامل دخیل در طرح و اجرای ساختمان نهاده شده، به اطلاع متقاضی پروانه و عوامل فوق برسانند.

۲-۹-۵ شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان در مورد ساختمانهایی که پس از ابلاغ این آیین‌نامه برای آنها پروانه ساختمان صادر می‌کنند، در زمان خاتمه کار و تقاضای پایان کار، موظفند شناسنامه فنی و ملکی ساختمان را از متقاضی مطالبه و گواهی پایان کار را براساس آن صادر نمایند.

۲-۱۰ ترویج

۲-۱۰-۱ مقررات ملی ساختمان باید در دروس کارشناسی رشته‌های مرتبط دانشگاهی تدریس شود. وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری تمهیدات لازم را برای تحقق این امر فراهم می‌سازد.

۲-۱۰-۲ وزارت مسکن و شهرسازی باید اقدامات زیر را در جهت ترویج مقررات ملی ساختمان به کار بندد و وزارتخانه‌ها و دستگاههای اجرایی ذی‌ربط مکلفند همکاریهای لازم را به عمل آورند:

الف- افزایش آگاهیهای عمومی از طریق تهیه و پخش برنامه از رسانه‌های عمومی و یا سایر روشهای ممکن.

ب- برگزاری دوره‌ها و سمینارهای آموزشی و بازآموزی برای تمامی دست‌اندرکاران شاغل در بخشهای ساختمان.

پ- تنظیم و اعمال روشهای تشویقی به منظور رعایت مقررات ملی ساختمان.

۲-۱۱ متفرقه

۲-۱۱-۱ در بازسازی، مرمت، نگهداری و بهره‌برداری بناهای دارای ارزش تاریخی، سازمان میراث فرهنگی موظف است ضوابط خود را به لحاظ ایمنی و بهداشت با مقررات ملی ساختمان تطبیق دهد.

۲-۱۱-۲ مجری مکلف است قبل از شروع عملیات اجرائی، مشخصات ساختمان در دست احداث را بر روی تابلویی در کنار معبر عمومی به صورتی که از فاصله مناسب برای عموم قابل دیدن باشد، درج نماید. این تابلو تا زمان پایان کار باید در محل باقی بماند. شهرداریها و سایر مراجع صدور پروانه از شروع به کار یا ادامه کار ساختمانهایی که تابلو مشخصات را نصب ننموده‌اند، جلوگیری به عمل می‌آورند. ابعاد و اندازه تابلو و همچنین مشخصاتی که باید بر روی تابلو قید شود توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تعیین می‌گردد.

۲-۱۱-۳ دستورالعملهای موضوع مواد مقررات ظرف مدت شش‌ماه به وسیله وزارت مسکن و شهرسازی تهیه و ابلاغ می‌شود و در موارد سکوت یا ابهام در نحوه اجرا یا اعمال مواد مقررات یا دستورالعملهای مربوط، طبق نظر وزارت مسکن و شهرسازی عمل خواهد شد.

پیوست

شامل :

مجموع شیوه نامه های آئین نامه اجرایی مصوب ۱۳۷۵
و
آئین نامه اجرایی ماده ۳۳ مصوب ۱۳۸۳ هیات وزیران

" قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان "

بسمه تعالی

پیشگفتار:

از زمان تصویب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان در سال ۱۳۷۴ و آئین نامه اجرایی آن در سال ۱۳۷۵ ، آیین‌نامه و شیوه‌نامه‌های متعددی در زمینه موضوعات مرتبط با اجرای آنها وضع شده است . از محوری ترین آئین نامه های قانون مذکور که ترتیبات اجرای مقررات ملی ساختمان به موجب آن تعیین می شود ، آئین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون است که توسط یک گروه کارشناسی متشکل از نمایندگان وزارت مسکن و شهرسازی ، وزارت کشور ، سازمان نظام مهندسی ساختمان، شهرداری تهران و برخی تشکلهای مهندسی تهیه و برای تصویب به هیأت محترم وزیران تسلیم گردید و پس از بررسی های لازم در تاریخ ۱۳۸۳/۴/۱۷ از تصویب هیأت وزیران گذشت.

در این آیین نامه که در ۱۱ فصل تدوین شده است ، وظایف تمامی سازمانها ، نهادها و مراجع عهده دار کنترل مقررات ملی ساختمان در کشور تعیین و ترتیبات اجرایی آن موکول به شیوه نامه هایی گردیده است که باید ظرف مدت ۶ ماه تدوین و توسط وزارت مسکن و شهرسازی به تصویب برسد ، به همین منظور وزارت مسکن و شهرسازی ضروری دید که علاوه بر تهیه شیوه نامه های مورد اشاره ، سایر شیوه نامه های آیین نامه اجرایی قانون را که در سالهای قبل تهیه شده بود هماهنگ با آن ، مورد بازنگری قرار داده و یک مجموعه واحدی را به مرحله اجرا بگذارد. مجموعه حاضر که با همکاری نزدیک و تنگاتنگ سازمان نظام مهندسی ساختمان و برخی فرهیختگان دانشگاهی و حرفه ای جامعه مهندسی کشور تدوین گردیده علاوه بر شیوه نامه اجرایی آیین نامه ماده ۳۳ و آیین نامه اجرایی قانون ، بسیاری از ابهامات و مشکلاتی را که در اجرای قانون وجود داشت مرتفع و برای آنها تکلیف روشنی تعیین شده است.

این مجموعه شیوه نامه ها که در هشت فصل تدوین گردیده و حاوی دفترچه اطلاعات فنی ساختمان و شناسنامه فنی و ملکی ساختمان نیز می باشد ، در تاریخ ۱۳۸۴/۲/۱۸ به وزارت کشور ، سازمان نظام مهندسی ساختمان ، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی ، سازمان مسکن و شهرسازی استانها و سایر مراجع مربوط جهت اجرا ابلاغ گردید. تا با اجرای مفاد آن توسط همه دست اندرکاران ساختمان و ایجاد هماهنگی لازم بین شهرداریها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان و سازمانهای

نظام مهندسی ساختمان استانهای کشور یک نظام کارآمد ملی برای اعمال مقررات ملی ساختمان و ارتقای کیفیت به وجود آید و با کنترل نمودن نحوه اجرای ساختمان موجبات اطمینان از ایمنی ، بهداشت ، بهره دهی مناسب ، آسایش و صرفه اقتصادی تمام بهره برداران ساختمان فراهم آید و بهره وری سهم عظیمی از سرمایه های ملی کشور که در احداث بنا بکار می‌رود را افزایش دهد.

محسن اکبرزاده
معاون نظام مهندسی و اجرای ساختمان

فصل اول : کلیات

ماده ۱ـ تعاریف : اسامی و کلمات و اصطلاحات زیر در این مجموعه شیوه‌نامه در معانی که در مقابل آن ذکر شده است به کار می‌روند :

۱ـ۱ قانون : قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب اسفندماه ۱۳۷۴

۱ـ۲ آیین‌نامه اجرایی : آیین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۵

۱ـ۳ شیوه‌نامه : دستورالعمل

۱ـ۴ هیات سه نفره : هیاتی مرکب از معاون عمرانی استانداری ، رییس سازمان مسکن و شهرسازی و رییس سازمان نظام مهندسی ساختمان استان در هر استان

۱ـ۵ آیین‌نامه ماده ۳۳ : آیین‌نامه‌اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام‌مهندسی و کنترل‌ساختمان مصوب تیرماه ۱۳۸۳ هیات وزیران

۱ـ۶ سازمان : سازمان نظام مهندسی ساختمان (کشور).

۱ـ۷ سازمان استان : سازمان نظام مهندسی ساختمان استان.

۱ـ۸ شخص‌حقیقی : مهندس یا کاردان فنی یا معمار تجربی یا دیپلمه‌های فنی دارای پروانه اشتغال به کار از وزارت مسکن و شهرسازی.

۱ـ۹ شخص‌حقوقی : شرکت خصوصی یا شرکت دولتی یا وابسته به دولت یا موسسه و نهادعمومی غیردولتی (به غیراز شهرداریها) دارای پروانه اشتغال به کار حقوقی از ورات مسکن و شهرسازی.

۱ـ۱۰ دفتر مهندسی : محل انجام خدمات‌مهندسی ساختمان دارای مجوز فعالیت از وزارت مسکن و شهرسازی.

۱ـ۱۱ واحد فنی : واحد فنی موضوع ماده ۱۵ آیین‌نامه اجرایی.

۱ـ۱۲ پروانه اشتغال : پروانه اشتغال به کار موضوع ماده ۴ قانون .

۱ـ۱۳ پروانه ساختمان : پروانه ساختمانی صادره توسط شهرداری‌ها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان.

۱ـ۱۴ ساختمان : بنایی واحد که وجه های بیرونی آن در سطح و ارتفاع، از زیر پی تا بالاترین نقطه، یک پوسته معماری بسته را تشکیل دهد.

۱ـ۱۵ مجتمع ساختمانی : سامانه ای واحد متشکل از دو یا چند ساختمان مجاور هم.

۱ـ۱۶ مجموعه ساختمانی : چند ساختمان یا مجتمع ساختمانی که در یک محوطه قرار دارند.

۱ـ۱۷ ساختمان ویژه : بنایی که طرح معماری یا سازه یا تأسیسات مکانیکی و یا تأسیسات برقی آن دارای پیچیدگی یا حساسیت خاص می‌باشد و بنا بر ضرورت نیاز به طراحی یا محاسبه یا کنترل دقیق شرایط هوا ، دما، رطوبت ، پاکیزگی ، فشار نسبی ، صدا ، ولتاژ و فرکانس خاص در یک یا چند رشته ساختمانی دارد و موارد استفاده آن نیز خاص است .

۱ـ۱۸ شرکت : شخصیتی حقوقی که خصوصی یا تعاونی یا دولتی یا وابسته به دولت بوده و به طور قانونی در اداره ثبت شرکتها و مؤسسات غیرتجاری به ثبت رسیده و شأن تشکیل آن ارایه خدمات مهندسی ساختمان مانند انجام مطالعات و طراحی، محاسبات ، نظارت و اجرای کارهای ساختمانی است.

۱ـ۱۹ رشته‌های اصلی : معماری، عمران، تأسیسات مکانیکی، تأسیسات برقی، شهرسازی، نقشه‌برداری و ترافیک.

۱ـ۲۰ رشته‌های مرتبط : رشته‌های موضوع تبصره ۱ ماده ۷ قانون.

۱ـ۲۱ طراح : تهیه‌کننده نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی ساختمان براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان ، در حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال صادره توسط وزارت مسکن وشهرسازی.

۱ـ۲۲ طراحی : تمامی فعالیت‌ها و خدمات طراح براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان است که منجر به تهیه نقشه‌ها و مشخصات فنی مورد نیاز برای هر یک از مراحل مقدماتی و اجرایی کار ساختمانی و تایید آن توسط مراجع ذی‌ربط می‌شود.

۱ـ۲۳ مدت زمان طراحی : مدت زمان مندرج در قرارداد منعقده بین طراح و صاحب کار برای تهیه طرح مقدماتی و اجرایی مورد قرارداد

۱ـ۲۴ ظرفیت اشتغال : توان شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال در انجام خدمات مهندسی در مدت زمان معین

۱ـ۲۵ مجری : شخص دارای مجوز دفتر اجرای ساختمان یاپروانه اشتغال شخص حقوقی از وزارت مسکن و شهرسازی

۱ـ۲۶ دوره اجرا : مدت زمانی که از تاریخ صدور پروانه ساختمان تا تحویل گزارش پایان‌کار ساختمان توسط ناظر هماهنگ کننده به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان به طول می انجامد.

۱ـ۲۷ صاحب کار : مالک یا قائم مقام مالک کارگاه ساختمانی

۱ـ۲۸ مشتری : بهره‌بردار یا خریدار یا پیش خریدار یک یا چند واحد از ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی

۱ـ۲۹ شاغل تمام وقت : شخصی که در بخش‌های دولتی یا خصوصی یا موسسات و نهادهای عمومی به لحاظ اشتغال به کار دیگری غیراز مشاغل مربوط به این شیوه نامه از سوی کارفرما بیمه شده باشد.

۱ـ۳۰ ناظر : شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال نظارت دریک یا چند رشته از رشته‌های ساختمان .

۱ـ۳۱ نظارت : مجموعه خدماتی که توسط ناظر ساختمان برای حصول اطمینان از انطباق عملیات ساختمانی و تأسیساتی با مشخصات مندرج در پروانه ساختمان، نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی منضم به آن براساس مقررات ملی ساختمان و اصول مهندسی و رعایت ضوابط ایمنی و حفاظت کارگاه ساختمان انجام می‌پذیرد.

۱ـ۳۲ ناظر هماهنگ‌کننده : شخصی حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال و صلاحیت نظارت در رشته معماری یا عمران است که براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان ، مسوول هماهنگی بین تمامی ناظران رشته‌های هفتگانه مندرج در قانون در هر ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی و تسلیم کننده گزارش‌های مرحله‌ای کار به شهرداری،سازمان استان و یا سایر مراجع ذی‌ربط می‌باشد. مدیرعامل شرکت یا مسوول واحد ناظر هماهنگ‌کننده شخص حقوقی خواهد بود.

۱ـ۳۳ دوره نظارت : مانند تعریف دوره اجرای ساختمان است.

۱ـ۳۴ مدت زمان نظارت : مدت زمانی که در قرارداد بین ناظر وسازمان استان و صاحب‌کار برای انجام کار نظارت تعیین می‌شود.

ماده ۲- اهداف : این مجموعه شیوه‌نامه به منظور انتظام امور حرفه‌ای مهندسان و سایر شاغلان در بخش ساختمان و بالابردن کیفیت خدمات مهندسی و رعایت مقررات ملی ساختمان در ساخت و

سازها و اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب ساختمانها در جهت حمایت از بهره‌برداران ، حفظ و افزایش سرمایه‌های ملی، ایجاد هماهنگی در اجرای قانون و آیین‌نامه‌های آن و سهولت بهره‌برداری از شیوه‌نامه‌هایی که تاکنون صادر شده است تدوین گردیده و شامل شیوه‌نامه‌های مجریان ساختمان و ملحقات آن (موضوع بخشی از ماده ۴ قانون ) ، شیوه‌نامه انبوه‌سازان مسکن ، تعیین حدود صلاحیت دفاتر مهندسی و نحوه تاسیس آن (موضوع ماده ۹ آیین‌نامه اجرایی) ، نحوه عمل به ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی قانون ( موضوع تبصره‌های ۲ و ۳ ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی ) ، تعیین ظرفیت اشتغال اشخاص حقیقی (موضوع ماده ۱۳ آیین‌نامه اجرایی ) ، تعیین حدود صلاحیت و اشتغال به کار اشخاص حقوقی ( موضوع مواد ۱۴ و ۱۵ آیین‌نامه اجرایی ) ، تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال کاردانها و معماران تجربی در بخش اجرای ساختمان (موضوع ماده ۲۹آیین‌نامه اجرایی)وفهرست قیمت خدمات مهندسی براساس شرح خدمات گروههای ساختمان(موضوع ماده ۱۱۷ آیین‌نامه‌اجرایی) می‌باشد.ازتاریخ تصویب‌و ابلاغ این‌مجموعه شیوه‌نامه، شیوه‌نامه‌ها، الحاقیه ها و بخشنامه های قبلی در بند۳-۱۶ ذکرشده است لغو می‌گردد وملاک عمل، مجموعه حاضر خواهد بود، همچنین این مجموعه شیوه‌نامه حاوی شیوه‌نامه‌های آیین‌نامه ماده ۳۳ شامل تبصره ۱ ماده ۵ ، ماده ۶، ماده ۹، ماده ۱۸ ، ماده ۲۰ ، تبصره ماده ۲۳، تبصره ۲ ماده ۲۴ و ماده ۳۳ آن می‌باشد و شیوه‌نامه مصوب تبصره ۴ ماده ۱۱ آیین‌نامه اجرایی عیناً دراین مجموعه نقل شده است و شرایط عمومی، خصوصی و قراردادهای همسان مجریان ساختمان نیز پیوست این مجموعه درفصل هشتم می‌باشد.

ماده ۳- انجام‌خدمات‌طراحی، اجرا، نظارت، توسط اشخاص‌حقیقی، دفاتر مهندسی و اشخاص‌حقوقی ، همچنین‌کنترل و نظارت‌عالیه‌برانجام‌خدمات و نحوه‌ارجاع‌کارساختمانی و محاسبه‌حق‌الزحمه اشخاص مذکور ، گزارش‌انجام‌خدمات مرحله‌ای ساختمان و صدور هرگونه مجوز در امور طراحی، اجرا و نظارت ساختمان، توسط سازمان، سازمان استان، شهرداری، سازمان مسکن و شهرسازی و سایر مراجع مسوول با احرازشرایط مندرج در ماده ۴ قانون و در چارچوب آیین‌نامه‌های اجرایی و آیین‌نامه ماده ۳۳ آن ، باید براساس مفاد این مجموعه شیوه‌نامه انجام پذیرد.

۳-۱ سازمان استان به منظور تنسیق امور مربوط به مشاغل و حرفه‌های مهندسی ساختمان اعم از اشخاص حقیقی و حقوقی و دفاتر مهندسی مکلف به نظارت بر حسن انجام خدمات مهندسی و کنترل حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال تعیین شده برای آنان در بخشهای طراحی ، نظارت ، اجرا و سایر فعالیت‌های ذی ربط می‌باشد. فعالیت و انجام خدمات مهندسی در بخش کارشناسی ساختمان تابع ضوابط و مقررات مندرج در آیین‌نامه ماده ۲۷ قانون و شیوه‌نامه ذی‌ربط آن بوده و ارایه خدمات مهندسی در زمینه‌های بهره‌برداری ، نگهداری ، کنترل و بازرسی امور آزمایشگاهی ، مدیریت ساخت و تولید ، نصب ، آموزش و تحقیق توسط اشخاص حقیقی و حقوقی از طریق تقاضای صدور پروانه اشتغال

با توجه به سوابق کار و تجربه متقاضیان و بررسی صلاحیت آنان براساس شیوه‌نامه‌های مصوب وزارت مسکن و شهرسازی انجام می‌پذیرد.

۳-۱-۱ اعضای حقیقی وحقوقی سازمان استان مکلفند بلافاصله پس از عقد قرارداد مربوط به انجام و ارایه خدمات مهندسی ساختمان مراتب را با ذکر مشخصات فنی و ملکی، نوع خدمات، تعدادکار و زیربنای آن کتباً به سازمان استان اعلام نمایند.

۳-۱-۲ سازمان استان به منظور کنترل ظرفیت‌اشتغال اعضای حقیقی و حقوقی خود نسبت به ثبت فعالیت‌های‌حرفه‌ای اعضا و مقادیر آن اقدام می‌نماید.

۳-۲ طراحان‌حقوقی ساختمان، دفاترمهندسی‌طراحی‌ساختمان و ناظران‌حقیقی و حقوقی‌ساختمان تا زمانیکه کارهای طراحی و نظارت خود را به پایان نرسانده و از وزارت مسکن و شهرسازی مجوز دفتر مهندسی اجرای ساختمان یا پروانه اشتغال مجری حقوقی دریافت ننموده باشند ، مجاز به فعالیت در بخش‌اجرای‌ساختمان به عنوان مجری نمی‌باشند و مجریان‌نیز نمی‌توانند در بخش‌های‌طراحی و نظارت‌ساختمان فعالیت نمایند مگر تمامی کارهای اجرایی آنان به پایان رسیده و مجوز دفتر مهندسی طراحی یا پروانه اشتغال طراح حقوقی یا پروانه اشتغال حقیقی یا حقوقی از وزارت مسکن و شهرسازی دریافت نموده باشند ، اشخاصی که می‌خواهند در هر دو بخش طراحی و اجرا توأمان فعالیت نمایند ، می‌توانند طبق مفاد ماده ۱۲ این مجموعه شیوه‌نامه از وزارت‌مسکن وشهرسازی درخواست اخذ صلاحیت «طرح و ساخت» ، بنمایند. دارندگان صلاحیت طرح و ساخت نمی‌توانند در بخش نظارت ساختمان فعالیت نمایند.

۳-۳ چنانچه شرکای دفتر مهندسی طراحی ساختمان یا طراحان حقوقی ساختمان که دارای صلاحیت نظارت نیز می‌باشند ، بخواهند در بخش نظارت نیز فعالیت نمایند ، مجموع تعداد و زیربنای کارهای طراحی و نظارت آنان در طول سال نباید از ظرفیت و تعداد کار تعیین شده (حسب مورد) برای دفاتر طراحی ساختمان در جدول شماره ۱ و ۲ و برای طراحان حقوقی ساختمان از ظرفیت تعیین شده در جدول شماره ۴ و تعداد کار تعیین شده در بند ۶ـ۳ـ۱ و در عین حال تعداد کار و ظرفیت طراحی و نظارت در هر برش از (حسب مورد) زمان نباید از تعداد تعیین شده برای دفاتر در جداول شماره ۱ و ۲ و برای اشخاص حقوقی در جدول شماره ۴ و بند ۶ـ۳ـ۱ این مجموعه شیوه‌نامه تجاوز نماید.

۳-۴ دارندگان پروانه اشتغال فقط در یک دفتر مهندسی یا شخص حقوقی می‌توانند از ظرفیت اشتغال خود استفاده نمایند و پراکندگی ظرفیت اشتغال در چند محل کار مجاز نمی‌باشد. اشخاص حقیقی ناظرکه از ظرفیت اشتغال خود فقط در بخش نظارت استفاده می‌نمایند از حوزه شمول این بند خود به خود مستثنی می‌باشند.

۳-۵ چنانچه هر یک از مهندسان و کاردانهای فنی ساختمان‌در دو رشته دارای صلاحیت باشند، مجموع ظرفیت اشتغال و تعداد کار مجاز آنان در دو رشته عبارت از حداکثر ظرفیت اشتغال و تعداد کار مجاز تعیین‌شده در رشته با پایه بالاتر است ضمناً ظرفیت اشتغال و صلاحیت اینگونه اشخاص‌در پایه‌پایین‌تربه تنهایی‌نمی‌تواند از ظرفیت و صلاحیت تعیین‌شده آن رشته تجاوز نماید.

۳-۶ مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان برای دارندگان دفاتر مهندسی طراحی ساختمان ، طراحان حقوقی ساختمان، دارندگان دفاتر مهندسی اجرای ساختمان، مجریان حقوقی و ناظران حقیقی و حقوقی در رشته‌های هفتگانه ساختمان مندرج در قانون ، همان مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان برای اشخاص حقیقی است که در فصل پنجم این مجموعه شیوه‌نامه اعلام شده است.

۳-۷ به استناد ماده ۳۲ قانون، اشتغال به امور فنی خارج‌از حدودصلاحیت مندرج در پروانه اشتغال اشخاص حقیقی و حقوقی و مجوز دفاتر مهندسی ساختمان و تاسیس هرگونه موسسه، دفتر یا محل کسب و پیشه برای انجام خدمات فنی مهندسی بدون داشتن مجوز از وزارت مسکن و شهرسازی، تخلف‌از قانون محسوب و مشمول پیگردقانونی است. تمامی مسوولین و موسسان محل‌های بدون مجوز برای کنترل مدارک صلاحیت حرفه‌ای خود و تعیین صلاحیتها و ظرفیتهای قانونی ، موظفند از تاریخ ابلاغ این مجموعه شیوه‌نامه حداکثر ظرف مدت سه‌ماه خود را با ضوابط آن انطباق دهند.

۳-۸ در صورتی که اشخاص حقیقی یا حقوقی ارایه دهنده خدمات مهندسی ساختمان موضوع این مجموعه شیوه‌نامه از حدود وظایف و مسوولیتهای مندرج در آن و شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان مصوب و سایر ضوابط و مقررات و شیوه‌نامه‌های لازم‌الاجرا عدول نمایند و یا مرتکب خلاف شوند و یا به ابلاغیه‌های قانونی توجه ننمایند، به استناد مواد ۸۵ و ۹۱ و بند «ج» ماده ۲۳ آیین‌نامه اجرایی ، به تخلفات حرفه‌ای، انضباطی، انتظامی آنان رسیدگی و رفتار خواهد شد.

۳-۹ اشخاص حقوقی موظفند قبل از اتمام مدت اعتبار پروانه اشتغال اشخاص حقیقی شاغل در شخص حقوقی نسبت به تمدید و یا ارتقای پایه پروانه اشخاص حقیقی اقدام نمایند. وصول درخواست این موارد به سازمان مسکن و شهرسازی نباید کمتراز ۱۰ روز به پایان مدت اعتبار پروانه باشد.

۳-۱۰ شهرداریها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان مکلفند خدمات اشخاص دارای پروانه اشتغالی را در انجام و ارائه خدمات طراحی ، نظارت و اجرای ساختمان بپذیرند که خدمات آنان براساس آئین نامه ماده ۳۳ و مفاد این مجموعه شیوه‌نامه به تایید سازمان استان رسیده باشد.

۳-۱۱ خدمات مهندسی طراحی و نظارت ساختمان باید براساس شرح خدمات گروه های مهندسی ساختمان مصوب وزارت مسکن و شهرسازی ارایه شود .

۳-۱۲ هر گونه تغییر بعدی در این مجموعه شیوه‌نامه و جداول و ضمائم آن به پیشنهاد شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان و تصویب و ابلاغ وزارت مسکن و شهرسازی امکان پذیر خواهد بود.

۳-۱۳ در استان تهران به جای هیات سه نفره ، هیاتی پنج نفره متشکل از اعضای نامبرده زیر تشکیل می‌گردد :

الف ـ معاون نظام مهندسی و اجرای ساختمان.

ب ـ معاون عمرانی استانداری .

پ ـ شهردار تهران .

ت ـ رییس سازمان مسکن و شهرسازی.

ث ـ رییس سازمان استان.

تمامی اختیاراتی که هیات سه نفره در این مجموعه شیوه‌نامه دارد در استان تهران، هیات پنج نفره موضوع این بند دارای همان اختیارات است و تصمیمات آنان با حداقل سه رأی موافق اعضای آن معتبر خواهد بود.

۳-۱۴ هیأت سه نفره می تواند در جلساتی که درخصوص هر شهر تشکیل می شود ، از شهردار آن شهر نیزدعوت بعمل آورد.

۳-۱۵ درخصوص مناطق روستائی با توجه به شرایط ویژه هر محل و به منظور تسهیل در اجرای قانون و آئین‌نامه‌های آن ، انجام خدمات طراحی ، اجرا و نظارت به پیشنهاد بنیاد مسکن انقلاب اسلامی استان از طریق سازمان استان به هیأت سه نفره ارسال و با حضور رئیس بنیاد مذکور تصمیمات لازم اتخاذ خواهد شد.

۳-۱۶ تصمیم‌ها و مصوبه‌های قبلی هیات سه نفره شیوه‌نامه موضوع ماده ۱۳ آیین‌نامه اجرایی با ابلاغ این مجموعه شیوه‌نامه ملغی و تصمیمات جدید این هیات با توجه به اختیاراتی که این شیوه‌نامه تعیین نموده ملاک عمل خواهد بود.

۳-۱۷ مدارک مورد نیاز برای صدور پروانه اشتغال اشخاص حقیقی و حقوقی در طراحی ، اجرا و نظارت ساختمان در انتهای فصل چهارم این مجموعه شیوه‌نامه ذکر شده است.

۳-۱۸ در موارد سکوت یا ابهام در نحوه اجرا یا اعمال مواد این مجموعه شیوه‌نامه با توجه به ماده ۱۲۳ آیین‌نامه اجرایی طبق نظر وزیر مسکن و شهرسازی عمل خواهد شد.

ماده ۴ - کلیه طرحهای ساختمانی و نقشه‌ها و مدارک فنی آن از جمله معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات‌برقی منحصراً باید توسط دفاتر مهندسی طراحی ساختمان یا طراحان حقوقی ساختمان در حدود صلاحیتی که در زمینه طراحی دارای پروانه اشتغال از وزارت مسکن و شهرسازی می‌باشند ،طبق شرایط و ضوابط زیر و مطابق با قراردادهای همسان که نمونه آن پیوست شرح خدمات مهندسان رشته ساختمان است و با صاحب‌کاران باید منعقد نمایند، انجام شود. شهرداریها یا سایر مراجع صدور پروانه نیز موظفند نام و مشخصات طراحان واجد شرایط را که توسط صاحب‌کاران معرفی شده‌اند، در پروانه‌های مربوط قید نموده و تنها نقشه‌هایی را بپذیرند که حسب مورد توسط مسوول دفترمهندسی طراحی به اتفاق طراح حقیقی آن یا طراح حقوقی به اتفاق طراح حقیقی آن طرح در حدود صلاحیت و ظرفیت مربوط امضا و مهر شده و مشخصات فنی کار و نقشه‌های اجرایی آن براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان انجام پذیرفته و مورد تایید سازمان استان قرارگرفته باشد.

طراح ساختمان حسب رشته تخصصی خود پاسخگوی تمامی مراحل و مسایل آن طرح ، به سازمان استان، شهرداری ، سایر مراجع صدور پروانه و یا سایر مراجع کنترل می‌باشد.

۴-۱ دفاتر مهندسی طراحی و طراحان حقوقی ساختمان باید ضوابط و مقررات شهرسازی ، مقررات ملی ساختمان و سایر الزامات فنی را در تهیه طرحها رعایت نمایند و مسوول صحت تمامی نقشه‌ها و مدارک طرح ارایه شده توسط خود می‌باشند.

۴-۲ دفاتر مهندسی طراحی و طراحان حقوقی ساختمان موظفند در ارایه خدمات خود ترتیبات و مقررات مندرج در شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان، را رعایت نمایند.

۴-۳ دفاتر مهندسی طراحی و طراحان حقوقی ساختمان مکلفند اسناد و مدارک فنی، نقشه‌ها و قراردادهای منعقده با صاحبان کار را به سازمان استان تسلیم نمایند.

۴-۴ سازمان استان موظف به نظارت بر حسن انجام خدمات دفاتر مهندسی طراحی ساختمان و طراحان حقوقی ساختمان است اما این نظارت از مسوولیت طراحان نمی‌کاهد. سازمان استان ، اسناد، مدارک و نقشه‌های ساختمانی را کنترل و در صورت مشاهده هر گونه کمبود یا نقصی که مغایر با مقررات ملی ساختمان و ضوابط شهرسازی باشد ، مراتب را جهت رفع کمبود یا نواقص یا اشتباهات به

آنان منعکس می‌نماید. نحوه کنترل نقشه‌ها و مدارک به موجب نظام‌نامه‌ای خواهد بود که توسط سازمان استان تنظیم و تصویب خواهد شد. سازمان استان موظف است موارد و تغییرات مورد نظر خود را کتباً به طراح اعلام نماید.

حق‌الزحمه بازبینی و کنترل طراحی که از سوی سازمان صورت می پذیرد طبق مفاد مندرج در فصل پنجم این مجموعه شیوه‌نامه محاسبه و قابل دریافت است.

۴-۵ سازمان استان و دیگر مراجع کنترل طرح ، در کنترل نقشه‌ها و مدارک فنی از اشخاصی استفاده خواهند کرد که در دفتر مهندسی طراحی یا طراح حقوقی تهیه‌کننده همان طرح، ذی‌نفع نباشند ، ضمناً پایه شخص کنترل کننده طرح ، باید همتراز یا بالاتر از پایه طراح حقیقی تهیه کننده طرح باشد.

۴-۶ در محل‌هایی که طراح ساختمان به تعداد کافی نباشد یا مطلقاً وجود نداشته باشد ، باید طبق مفاد ماده ۱۸ این مجموعه شیوه‌نامه عمل شود.

۴-۷ نظر به اینکه تراکم ساختمانی ، کاربری آن، رعایت حقوق همسایگی ، مسایل و بازتابهای ترافیکی ، ارزشهای هویتی، انطباق تراکم جمعیتی یا ساختمانی ، مسایل ایمنی در هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه ، حفظ فضای باز به ازای واحدهای احداثی و نظایر آن در زمین‌های مربوط به احداث مجتمع‌ها و مجموعه‌های ساختمانی نیازمند مشارکت و اعلام نظر متخصصان رشته شهرساز و بعضاً رشته ترافیک می‌باشد ، شهرداریها موظفند در تمامی ساختمانهایی که ضرورت توجه و رعایت به موارد فوق احساس شود، نسبت به استفاده از خدمات مهندسان شهرساز و ترافیک بهره‌برداری نمایند ضمناً به سازمانهای استانها توصیه می‌شود در خصوص طراحی ساختمان‌های گروه « د » و مجتمع‌های ساختمانی از خدمات مهندسان شهرساز در امور طراحی به منظور ایجاد هماهنگی با ساختمان‌های مجاور و رعایت مسایل شهرسازی استفاده گردد.

ماده ۵ - دفاتر مهندسی طراحی ساختمان

۵-۱ شرایط لازم برای اعطای صلاحیت و تعیین ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی طراحی ساختمان که به موجب ماده ۹ آیین‌نامه اجرایی تاسیس شده یا می‌شوند با توجه به مفاد فصل سوم آیین‌نامه ماده ۳۳ به شرح بندهای زیر می‌باشد :

۵-۱-۱ دفاتر مهندسی طراحی قائم به شخص یا اشخاص حقیقی دارنده پروانه اشتغال مهندسی است و امتیاز آن قابل واگذاری نیست.

۵-۱-۲ شرکای دفتر مهندسی طراحی ساختمان باید دارای مشارکت نامه رسمی ثبت شده در دفاتر اسناد رسمی و نظام نامه داخلی برای انجام امور دفتر بوده و به طور مشترک و با مسوولیت مشترک در اداره امور دفتر و هماهنگی در ارایه تمام خدمات مهندسی طراحی رشته‌های ساختمان که در مشارکت‌نامه نیز قید می‌شود اقدام به تاسیس دفتر نموده و از بین شرکای تمام وقت خود یک نفر را به عنوان مسوول دفتر معرفی نمایند.

۵-۱-۳ دفتر مهندسی طراحی باید دارای محل ثابت ، مستقل از سایر دفاتر و دارای تابلو باشد و در صورت تغییر محل دفتر، مراتب به طور همزمان و به صورت کتبی باید حداکثر ظرف مدت پانزده روز به سازمان مسکن و شهرسازی استان ، سازمان استان ، شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان اطلاع داده شود.

۵-۱-۴ متقاضی یا متقاضیان تاسیس دفتر مهندسی طراحی باید دارای پروانه اشتغال شخص حقیقی طراحی در یکی از رشته‌های موضوع قانون باشند.

۵ـ۲ حدود صلاحیت دفاتر مهندسی طراحی

۵-۲-۱ حدود صلاحیت دفاتر مهندسی طراحی برای تهیه طرحهای مقدماتی و اجرایی رشته‌های هفتگانه ساختمان مندرج در قانون عبارت از همان حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال شخص حقیقی هر یک از شرکای دفتر در رشته و تخصصی که بررسی صلاحیت شده‌اند می‌باشد.

۵-۲-۲ شرکای دفتر علاوه بر مسوولیتی که در قبال خدمات تخصصی مربوط به رشته و حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال حقیقی خود دارند، مشترکاً نیز نسبت به اداره امور دفتر و هماهنگی در ارایه تمامی خدمات طراحی رشته‌های مورد درخواست صاحب‌کار ، به نحو احسن و براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان مسوول بوده و پاسخگوی تعهدات دفتر در قبال صاحب‌کاران می‌باشند.

۵-۲-۳ حداکثر تعداد شرکای هر دفتر طراحی ۱۰ نفر می‌باشد.

۵ـ۳ ظرفیت اشتغال دفتر مهندسی طراحی ساختمان

۵-۳-۱ ظرفیت اشتغال دفتر مهندسی طراحی ساختمان که ملاک سنجش مقادیر آن عبارت از مجموع سطح زیربنای کارهای طراحی در طول مدت یکسال منتهی به آخر اسفندماه هر سال برای هر یک از شرکای آن می‌باشد با توجه به تعداد و صلاحیت آنان به شرح جدول زیر است؛

جدول شماره ۱ـ ظرفیت اشتغال شخص حقیقی که به صورت انفرادی نسبت به تاسیس دفتر طراحی ساختمان اقدام نماید. موضوع تبصره (۱) ماده ۵ آیین‌نامه ماده ۳۳

| پایه‌های مهندسی | حداکثر تعداد کار | حداکثر ظرفیت اشتغال در مدت یکسال |
|---|---|---|
| سه | ۸ | ۸۰۰۰ مترمربع |
| دو | ۸ | ۱۲۰۰۰ مترمربع |
| یک | ۸ | ۱۶۰۰۰ مترمربع |
| ارشد | ۸ | ۲۰۰۰۰ مترمربع |

جدول شماره ۲ـ درصد افزایش ظرفیت اشتغال هر یک از شرکای دفترمهندسی طراحی ساختمان نسبت به ظرفیت اشتغال دفتر تک نفره، موضوع جدول شماره ۱.

| ردیف | موارد افزایش ظرفیت اشتغال ترکیب رشته شرکا | درصد افزایش دفتر مهندسی | درصد افزایش در صورت همپایه بودن پروانه اشتغال در هر رشته | درصد افزایش در صورت حضور بیش از یک نفر در هر رشته | مجموع درصد افزایش ظرفیت اشتغال |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | یک رشته از رشته‌های هفتگانه | ۱۰ | ۱۰ | — | ۲۰ |
| ۲ | دو رشته غیر همنام از رشته‌های : معماری، عمران ، برق، مکانیک باشند. | ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۴۰ |
| ۳ | سه رشته غیرهمنام از رشته‌های معماری، عمران، برق، مکانیک | ۳۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۵۰ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | چهار رشته: معماری، عمران ، برق، مکانیک باشند. | ۵۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۷۰ |
| ۵ | رشته‌های معماری، عمران، برق، مکانیک و یک تا سه رشته ازرشته‌های نقشه‌برداری، شهرسازی، ترافیک | ۶۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۸۰ |

۵-۳-۲ تشکیل دفاتر مهندسی طراحی ۱ تا ۱۰ نفره با ترکیب رشته‌های هفتگانه ساختمان به غیر از ترکیب جدول شماره ۲ بلامانع است اما مشمول افزایش ظرفیت اشتغال نمی شود .

۵-۳- در صورت ارتقای پایه هر یک از اشخاصی که پروانه اشتغال طراح حقیقی آنان همپایه می‌باشد ، ضریب مربوط به همپایه بودن افراد مذکور در جدول شماره ۲ کاهش نخواهد یافت.

۵-۳-۴ ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی طراحی ساختمان ، موضوع جداول شماره ۱ و ۲ این مجموعه شیوه‌نامه ، در هر استان با توجه به شرایط استان و تعداد دارندگان صلاحیت در رشته‌های مختلف ساختمان می‌تواند به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیات سه نفره حداکثر تا ۲۰ درصد افزایش یا کاهش یابد.

۵-۳-۵ ظرفیت اشتغال شرکای دفتر مهندسی طراحی که خارج از کارهای ساختمانی مربوط به این مجموعه شیوه‌نامه شاغل تمام وقت نباشند و تعهد نمایند در طول مدت یکسال آینده شغل تمام‌وقت دیگری را تقبل نکنند و مراتب مورد تایید هیات‌مدیره سازمان استان باشد، حداکثر تا ۵۰ درصد به پیشنهاد هیات مدیره سازمان استان و تصویب هیأت سه نفره افزایش می‌یابد.

۵-۳-۶ شرکای دفتر مهندسی طراحی مجاز به فعالیت حرفه‌ای، خارج از حوزه دفترمهندسی طراحی خود نیستند مگر به موجب موارد ذکرشده در این مجموعه شیوه نامه .

## ۵ـ۴ نحوه انتخاب مسوول دفتر طراحی ساختمان

۵-۴ -۱ مسوول دفتر مهندسی از بین شرکای تمام وقت دفتر و توسط تمامی شرکا ، طبق نظام نامه داخلی دفتر که به تصویب شرکای دفتر مهندسی می‌رسد انتخاب خواهد شد.

۵-۴-۲ مسوولیت‌های موضوع این بند در دفاتر تک‌نفره بر عهده موسس دفتر می‌باشد.

## ۵ـ۵ شرح وظایف و حدود اختیارات مسوول دفتر طراحی ساختمان

۵-۵-۱ امضا و عقد قراردادهای مربوط به انجام و ارایه خدمات مهندسی طراحی ساختمان طبق نظام‌نامه داخلی دفتر و براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان.

۵-۵-۲ پاسخگویی و مسوولیت اداری و مالی در قبال تعهدات قراردادهای دفتر، با صاحب‌کاران یا صاحبان کار

۵-۵-۳ ارایه خدمات هماهنگی در امور مهندسی که در شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان برعهده طراح هماهنگ‌کننده واگذار گردیده است.

۵-۵-۴ امضا و ممهور نمودن نقشه‌ها و مدارک فنی به مهر دفتر که حاوی شماره دفتر و نشانی آن است.

۵ -۵-۵ انجام کلیه اموری که نیاز به مراجعه به سازمان استان، شهرداری و یا سایر دستگاه‌های ذیربط دارد.

۵ـ۶ شرح وظایف عمومی دفاتر مهندسی طراحی ساختمان

۵-۶- در صورتی که دفاتر مهندسی طراحی ساختمان بخواهند در ترکیب شرکای دفتر تغییراتی حاصل نمایند ، موظفند حداکثر ظرف مدت پنج روز اداری مراتب را به طور همزمان و به صورت کتبی به سازمان مسکن و شهرسازی استان، سازمان استان ، شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان اطلاع دهند تا نحوه ادامه کار به لحاظ صلاحیت و ظرفیت اشتغال شرکای دفتر مهندسی‌طراحی مشخص گردد. در صورت خروج یک یا چند نفر از ترکیب شرکای دفتر و عدم اطلاع به موقع به سازمان مسکن و شهرسازی استان ، سازمان‌استان ، شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان، حسب گزارش سازمان استان یا مرجع صدور پروانه ساختمان و اشخاص ثالث و پس از محرز شدن مسایل مذکور، مجوز دفترمهندسی لغو خواهد شد. مفاد این ماده در مجوز تاسیس دفترمهندسی درج می‌شود.

۵-۶-۲ وزارت مسکن و شهرسازی حدود صلاحیت و میزان ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی طراحی ساختمان را در پروانه اشتغال آنها درج می‌نماید و دفاتر مهندسی طراحی پس از پایان مدت اعتبار پروانه اشتغال، باید برای ارزیابی و بررسی صلاحیت و تعیین ظرفیت جدید خود و دریافت پروانه اشتغال به وزارت مذکور مراجعه نمایند.

۵-۶-۳ امضای مجاز هر یک از شرکای دفتر مهندسی طراحی، ذیل نقشه‌ها و اسناد تعهدآور فنی باید با مهری همراه باشد که نام کامل، رشته تحصیلی و شماره مجوز دفتر مهندسی در آن درج شده باشد.

۵-۶-۴ اشتغال دفاتر مهندسی طراحی ساختمان در خارج از حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال مندرج در مجوزدفترو پروانه اشتغال هر یک از شرکاء، تخلف از قانون محسوب و موجب اعمال مجازاتهای انتظامی مقرر در آیین‌نامه اجرایی می‌گردد.

۵-۶-۵ دفاتر مهندسی موظفند در تابلوی دفتر خود، ساعات کار روزانه را به وضوح قید نمایند.

۶-۶-۵ استعفا یا درخواست انفصال هر یک از شرکای دفتر مهندسی طراحی در صورتی پذیرفته خواهد شد که تمامی تعهدات شخصی خود را در مقابل صاحب‌کاران و دفتر تا آن زمان عملی کرده و به پایان رسانده باشد و یا یکی از شرکای دفتر یا جایگزینی خارج از دفتر تعهدات او را به طور کتبی بر عهده گیرد.

ماده ۶ـ طراحان حقوقی ساختمان

ارایه خدمات طراحی ساختمانها ، مجتمع‌ها و مجموعه‌های ساختمانی که بودجه آنها از محل بودجه عمومی کشور نمی‌باشد توسط شرکتهای خصوصی یا وابسته به دولت، تعاونی و دفتر فنی موسسات و نهادهای عمومی غیر دولتی که دارای سابقه طراحی ساختمان بوده و مشمول ذکر نام شده‌اند ، موضوع مواد ۱۴ و ۱۵ آیین‌نامه اجرایی، منوط به احراز صلاحیت و تعیین ظرفیت اشتغال از وزارت مسکن و شهرسازی براساس شرایط زیر می‌باشد.

۶ـ۱ شرایط احراز صلاحیت

۶-۱-۱ شرکت باید به یکی از صور مندرج در قانون تجارت، در اداره ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی به ثبت رسیده و تاسیس آنها در روزنامه رسمی کشور آگهی شده باشد. موسسه و نهاد عمومی غیردولتی نیز که اقدام به تاسیس واحدهای سازمانی فنی خاص برای انجام طراحی نموده و تشکیلات سازمانی آن به تصویب مراجع صلاحیت‌دار رسیده باشد.

۶-۱-۲ در موضوع شرکت، انجام خدمات طراحی در امور ساختمان منظور شده باشد.

۶-۱-۳ طراح حقوقی عضو سازمان استان باشد.

۶-۱-۴ حداقل دو نفر از اعضای هیات‌مدیره شرکت یا مدیران واحد فنی باید دارای پروانه اشتغال طراحی ساختمان در یک یا دو رشته از رشته‌های هفت‌گانه ساختمان بوده و به صورت تمام‌وقت در طراح حقوقی اشتغال به کار داشته باشند.

۶-۱-۵ مدیرعامل شرکت یا مسوول واحد فنی که پروانه اشتغال به نام او صادر می‌گردد باید دارای پروانه اشتغال در طراحی ساختمان بوده و جزو شاغلان تمام‌وقت تعریف شده در این شیوه‌نامه نباشد.

۶-۱-۶ برای اخذ پروانه اشتغال طراح حقوقی ساختمان در هر رشته و پایه، عضویت یک شخص حقیقی در ترکیب هیات‌مدیره در رشته و پایه مورد تقاضا الزامی است.

۶ـ۲ حدود صلاحیت طراحان حقوقی ساختمان :

۶ـ۲-۱ حدود صلاحیت طراح حقوقی برای انجام خدمات مقدماتی و نهایی طراحی ساختمان در رشته‌های هفتگانه ساختمان، با توجه به صلاحیت اشخاص حقیقی آن اعم از اعضاء هیأت مدیره یا شاغلان و با رعایت بندهای مشروح زیر در هر رشته و در پایه‌های ۳ ، ۲ ، ۱ و ارشد به شرح جدول شماره ۳ می‌باشد.

جدول شماره ۳ ـ حدود صلاحیت طراحان حقوقی در انجام طراحی گروه‌های ساختمانی.

| پایه اشخاص حقوقی طراح ساختمان | گروه ساختمانی |
|---|---|
| ۳ | الف |
| ۲ | الف ، ب |
| ۱ | الف ، ب ، ج |
| ارشد | الف ، ب ، ج ، د و ویژه |

۶-۲-۲ چنانچه در هر رشته از رشته‌های هفتگانه ساختمان تعداد شاغلان شرکت یا مدیران واحد فنی بیش از یک نفر در آن رشته باشد صلاحیت طراح حقوقی براساس پایه دارنده بالاترین درجه پروانه اشتغال در آن رشته تعیین می‌شود.

۶-۲-۳ طراحان حقوقی ساختمان برای انجام طراحی ساختمانهای ویژه و مجموعه‌های ساختمانی باید دارای صلاحیت‌های تمامی رشته‌های ساختمان مندرج در قانون باشند یا از طریق همکاری با سایر طراحان حقوقی نسبت به تکمیل صلاحیت رشته‌های دیگر خود اقدام نمایند.

۶ـ۳ ظرفیت اشتغال طراحان حقوقی ساختمان:

۶-۳-۱ ظرفیت‌اشتغال طراحان‌حقوقی که به انجام خدمات‌طراحی رشته‌های هفتگانه ساختمان می‌پردازند طی یک سال منتهی به آخر اسفندماه هر سال محاسبه و با توجه به تعداد نفرات ، پایه پروانه اشتغال و رشته اعضای هیات مدیره، مدیرعامل و کارشناسان‌شاغل درشرکت و درخصوص‌موسسات و نهادهای‌عمومی‌غیردولتی مسوول واحد فنی و کارشناسان شاغل آن در هر رشته براساس جدول شماره ۱ به شرح جدول شماره ۴ تعیین می‌گردد و تعداد کار مجاز طراحی عبارت از ۵۰ درصد مجموع تعداد کار طراحان حقیقی شاغل در طراح حقوقی براساس تعدادکار مندرج در جدول شماره ۱ این مجموعه شیوه‌نامه محاسبه و تعیین می‌گردد.

جدول شماره ۴ـ درصد افزایش ظرفیت اشتغال طراحان حقوقی ساختمان نسبت به ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی طراحی تک‌نفره موضوع جدول شماره ۱

| ردیف | موارد افزایش ظرفیت اشتغال ترکیب رشته‌های طراح حقوقی | درصد افزایش طراح حقوقی | درصد افزایش در صورت همپایه بودن پروانه اشتغال | درصد افزایش در صورت حضور بیش از یک نفر در هر رشته | مجموع درصد افزایش ظرفیت اشتغال |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | یک رشته | ۲۵ | ۱۰ | — | ۳۵ |
| ۲ | دو رشته غیر همنام از رشته‌های : معماری، عمران ، برق، مکانیک | ۳۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۶۰ |
| ۳ | سه رشته غیرهمنام از رشته‌های معماری، عمران، برق، مکانیک | ۴۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۷۰ |
| ۴ | چهاررشته: معماری، عمران ، برق، مکانیک | ۶۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۹۰ |
| ۵ | رشته‌های معماری، عمران، برق، مکانیک،و یک تا سه‌رشته از رشته‌های نقشه‌برداری ،شهرسازی ،ترافیک | ۷۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۱۰۰ |

۶-۳-۲ تشکیل طراحان حقوقی با ترکیب رشته‌های هفتگانه ساختمان به غیر از ترکیب ردیف‌های ۲، ۳ و ۴ جدول شماره ۴ بلامانع است.

۶-۳-۳ در صورت ارتقای پایه هر یک از اشخاصی که پروانه اشتغال طراح حقیقی آنان همپایه می‌باشد ضریب مربوط به همپایه بودن افراد مذکور در جدول شماره ۴ کاهش نخواهد یافت.

۶-۳-۴ ظرفیت اشتغال طراحان حقوقی ساختمان موضوع جدول شماره ۴ در هر استان با توجه به شرایط استان و تفاوت تعداد دارندگان صلاحیت در رشته‌های مختلف ساختمان می‌تواند به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیات سه نفره در یک یا چند رشته ، حداکثر تا ۲۰ درصد افزایش یا کاهش یابد.

۶-۳-۵ ظرفیت اشتغال طراحان حقیقی شاغل در طراح حقوقی که خارج از کارهای ساختمانی مربوط به این مجموعه شیوه‌نامه شاغل تمام وقت محسوب نشوند و تعهد نمایند در طول مدت یکسال آینده شغل تمام وقت دیگری را تقبل نکنند و مراتب مورد تایید طراح حقوقی باشد ظرفیت اشتغال آن شخص ، حداکثر تا ۵۰ درصد به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیأت سه نفره افزایش یافته و به ظرفیت اشتغال طراح حقوقی در جدول شماره ۴ اضافه می‌گردد.

۶-۳-۶ هیچ یک از اشخاص حقیقی دارنده پروانه اشتغال شاغل در طراحان حقوقی مجاز به فعالیت حرفه‌ای خارج از حوزه طراح حقوقی خود نیستند.

۶-۳-۷ واحدهای فنی موسسات و نهادهای عمومی غیردولتی فقط در ارایه خدمات مهندسی مربوط به طرح‌ها و پروژه‌های موسسه یا نهاد ذی‌ربط خود مجاز به فعالیت می‌باشند.

۶ـ۴ مقررات عمومی فعالیت طراحان حقوقی ساختمان

۶-۴-۱ چنانچه طراحان حقیقی شاغل در طراح حقوقی یا واحد فنی که ظرفیت اشتغال آنان به صورت حقوقی محاسبه گردیده است از ادامه کار با طراح حقوقی منصرف شوند و یا طراح حقوقی با رعایت ضوابط و مقررات قانونی از ادامه همکاری با آنان انصراف حاصل نماید یا در ترکیب اعضای هیات‌مدیره ، مدیرعامل ، مسوول واحد فنی و شاغلان موثر در امتیازبندی ظرفیت اشتغال و پایه‌بندی صلاحیت، تغییراتی حاصل شود ، طراح حقوقی باید مراتب را حداکثر ظرف مدت پنج روز به طور همزمان و به صورت کتبی به وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان استان ، شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان اعلام نماید تا صلاحیت و ظرفیت اشتغال طراحان حقوقی مجدداً توسط وزارت مسکن و شهرسازی تعیین و به سازمان استان ، شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان اعلام شود و ظرفیت اشتغال استفاده شده توسط شاغلان که از محل پروانه اشتغال شخص حقیقی به صورت حقوقی بوده است نیز بدون اعمال ضریب مربوط به افزایش درصد اشتغال طراحان حقوقی از سقف ظرفیت اشتغال طراح حقیقی کسر گردد. موافقت یا انصراف طراح حقیقی و امتیازبندی ظرفیت اشتغال و پایه‌بندی صلاحیت طراح حقوقی زمانی پذیرفته خواهد شد که تعهدات طراح حقوقی مربوط به طراح حقیقی به اتمام رسیده و یا طراح حقیقی واجد شرایط دیگری به عنوان جایگزین معرفی شده باشد .

۶-۴-۲ وزارت مسکن و شهرسازی حدود صلاحیت و میزان ظرفیت اشتغال طراحان حقوقی ساختمان را در پروانه اشتغال آنها درج می‌نماید و طراحان حقوقی پس از پایان مدت اعتبار پروانه اشتغال، باید برای ارزیابی و بررسی صلاحیت و تعیین ظرفیت و دریافت پروانه اشتغال جدید خود به وزارت مذکور مراجعه نمایند.

۶-۴-۳ امضای مجاز طراحان حقوقی ساختمان ذیل نقشه‌ها و اسناد تعهدآور باید با مهری همراه باشد که نام کامل، شماره پروانه اشتغال، شماره عضویت سازمان استان، نام مدیرعامل شرکت و در خصوص موسسات و نهادهای عمومی غیر دولتی، نام مدیر واحد فنی در آن درج شده باشد. ذکر نام و مشخصات طراح حقیقی و شماره پروانه اشتغال به کار او در ذیل نقشه‌ها نیز الزامی است.

۶-۴-۴ طراحان حقوقی ساختمان موظفند در تابلو خود ساعات کار روزانه را به وضوح قید نمایند.

## فصل سوم : اجرای ساختمان

ماده ۷ ـ تمامی عملیات اجرایی‌ساختمان باید منحصراً توسط دفاتر مهندسی اجرای ساختمان یا مجریان حقوقی یا مجریان انبوه‌ساز و یا دارندگان صلاحیت طرح و ساخت ساختمان که در زمینه اجرا حسب مورد دارای مجوز یا پروانه اشتغال از وزارت‌مسکن و شهرسازی می‌باشند به عنوان مجری ، طبق شرایط عمومی قرارداد و ضوابط مندرج در شرایط خصوصی و قراردادهای همسان مندرج در فصل هفتم این شیوه‌نامه و شرح وظایف و مسوولیتهای عمومی به شرح مواد ۸ ، ۹ ، ۱۰ و ۱۱ این مجموعه شیوه‌نامه و براساس نقشه‌های مصوب و کلیه مدارک منضم به قرارداد که با صاحب‌کار یا صاحب‌کاران منعقد می‌نماید انجام شود. صاحب‌کار یا صاحب‌کاران برای انجام امور ساختمانی خود مکلفند از اینگونه مجریان استفاده نمایند ، مجری نماینده فنی صاحب کار در اجرای ساختمان بوده و پاسخگوی تمامی مراحل اجرای کار به ناظر یا ناظران و دیگر مراجع کنترل ساختمان می‌باشد. شهرداریها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان موظفند نام و مشخصات مجری که به وسیله صاحب‌کار معرفی شده و توسط سازمان استان کنترل صلاحیت و ظرفیت شده است را در پروانه مربوطه قید نمایند. مجری نسخه‌ای از قرارداد منعقده با صاحب کار را در اختیار شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان و سازمان استان قرار می‌دهد، صاحب‌کاری که خود مجری همان کار باشد نیازی به ارایه قرارداد ندارد اما تمامی مسوولیت‌ها و مقررات مجری که در این فصل آمده است برعهده وی خواهد بود و مکلف است مفاد شرایط عمومی قراردادهای همسان را رعایت نماید. سازمان‌استان می‌تواند عملکرد اجرایی دفاتر مهندسی اجرای‌ساختمان ، مجریان حقوقی ، مجریان انبوه ساز و دارندگان صلاحیت طرح و ساخت را بررسی نماید و در صورت اطلاع و یا مشاهده هر گونه تخلف ، مکلف است مراتب را برای بررسی و اتخاذ تصمیم ، حسب مورد به سازمان مسکن و شهرسازی استان و شورای انتظامی استان اعلام نماید ، تا در صورت محکومیت مجری نسبت به برخورد انضباطی تا حد ابطال پروانه اشتغال اقدام شود.

۷-۱ وظایف و مسوولیت‌های مجریان ساختمان به شرح زیر می‌باشد :

۷-۱-۱ مطالعه و بررسی مشخصات مندرج در پروانه ساختمان، نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی ساختمان قبل از شروع عملیات اجرایی و اعلام اشکالات و مغایرت‌های احتمالی بین پروانه ساختمان و

نقشه‌ها یا نقشه‌ها با یکدیگر یا بین نقشه‌ها و مشخصات فنی و یا وجود نقص در آنها به طراح یـا طراحـان آن . در صورتی که این موارد منجر به تغییراتی در طراحی ساختمان گردد مراتب باید به صاحب‌کـار نیـز اعلام شود.

۷-۱-۲ ارایه برنامه زمانبندی کلی و تفصیلی کارهای اجرایی ساختمان از آغاز تا پایان کـار و همچنـین اعلام توقف و شروع مجدد آن به صاحب‌کار و ناظر هماهنگ‌کننـده و فـراهم نمـودن شـرایط نظـارت بـر عملیات اجرایی ساختمان برای آنها به ویژه قسمتهایی از سـاختمان کـه پوشـیده خواهنـد شـد و ایجـاد هماهنگی در چارچوب وظایف تعیین شده برای ناظر هماهنگ‌کننده و سایر ناظران.

۷-۱-۳ رعایت اصول ایمنی و حفاظت کارگاه و سـاختمانهای پیرامـون آن و همچنـین رعایـت مسـایل زیست محیطی کارگاه.

۷-۱-۴ صحت انجام تمامی عملیات اجرایی ساختمان ، رعایت مقررات ملی ساختمان ، رعایت ضوابط و مقررات شهرسازی، اجرای محتوای مندرج در پروانه ساختمان و نقشه‌های مصوب.

۷-۱-۵ اخذ موافقت و تأیید کتبی صاحب کـار ، نـاظر مربـوط و نـاظر هماهنـگ کننـده در هـر گونـه تغییراتی در برنامه تفصیلی اجرایی کار و اخذ موافقت و تأیید کتبی صاحب کار و طراح مربوط و مسـؤول دفتر طراحی در هرگونه تغییراتی در نقشه ها یا مشخصات فنی و مقررات ملی ساختمان مربوط به کار در دست اجرا.

۷-۱-۶ استفاده از مهندسان و کاردانهای فنی رشـته‌هـای مختلـف سـاختمان و معمـاران تجربـی دارای پروانه اشتغال و کارگران، استادکاران و همچنین عوامل فنی ماهر دارای پروانه مهارت فنی .

۷-۱-۷ امضا«شرایط عمومی قرارداد به شرح مندرج در فصل هشتم این مجموعه شـیوه‌نامـه» کـه جـزو لاینفک قرارداد منعقده بین صاحب‌کار و مجری بوده و باید به امضای طرفین رسیده باشد.

۷-۱-۸ تهیه و امضای سه سری نقشه کامل کار اجرا شده ساختمان (چون ساخت) و یک لوح فشـرده از نقشه های معماری، سازه، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی و اخذ تاییدیـه لازم از نـاظران حقیقـی ذی‌ربط یا ناظر حقوقی.

۷-۱-۹ جبران خسارات ناشی از عملکرد خود به صاحب کار یا اشخاص دیگر پس از تأیید مراجـع دارای صلاحیت .

۷-۱-۱۰ رعایت شرایط خصوصی قرارداد و مشخصات مندرج در پروانه ساختمان و نقشه‌هـای مصـوب و ضوابط و مقررات شهرسازی در اجرای کار.

۷-۱-۱۱ رعایت مقررات ملی ساختمان و شیوه‌نامه‌هـا و بخشـنامه‌هـای قـانونی صـادره از سـوی وزارت مسکن و شهرسازی.

۷-۱-۱۲ اجرای موضوع قرارداد منطبق با اصول مهندسی و کیفیت مناسب و استفاده از مصالح مرغوب در حد استانداردهای اعلام شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، که مراحل مختلف آن مورد تایید ناظران ذی‌ربط حسب رشته آنان باشد و اخذ تاییدیه‌های مربوط به کنترل ساختمان در پایان هر مرحله از عملیات اجرایی از ناظران ذی‌ربط.

۷-۱-۱۳ تکمیل دفترچه اطلاعات ساختمان منضم به شناسنامه فنی و ملکی ساختمان و اخذ تاییدیه‌های لازم از ناظران ذی‌ربط جهت صدور شناسنامه مذکور به شرح فصل ششم این مجموعه شیوه‌نامه.

۷-۱-۱۴ تحویل تمامی مدارک و مستندات فنی و ملکی ساختمان به صاحب‌کار پس از انجام مراحل فوق.

۷-۱-۱۵ بیمه کردن کیفیت اجرای ساختمانی که به مسوولیت مجری ساخته می‌شود براساس ماده ۱۸ آیین‌نامه ماده ۳۳ قانون ، از طریق ارایه بیمه نامه تضمین کیفیت ساختمان و یا ارایه تضمین نامه کتبی و قانونی ، به نفع صاحب‌کار یا صاحب‌کاران براساس ضوابط و مقررات زیر :

۷-۱-۱۵- ۱ مجریان مکلفند تمامی ساختمانهای احداثی خود را تحت پوشش بیمه کیفیت اجرای ساختمان ، از طریق شرکتهای بیمه تخصصی قرار دهند.

۷-۱-۱۵- ۲ معیارهای کنترل کیفیت ساختمان که برای برقراری پوشش بیمه لازم است ، استانداردها، مقررات ملی ساختمان ، پروانه ساختمان و مدارک فنی منضم به آن ، چک لیستها و نقشه‌ها و شیوه‌نامه‌های مصوب می‌باشد.

۷-۱-۱۵- ۳ مدت بیمه کیفیت اجرای ساختمان از ابتدای شروع بهره‌برداری و پس از تحویل ساختمان توسط مجری به صاحب‌کار یا صاحب‌کاران در بخش‌های مختلف ساختمان به شرح زیر است :

الف ـ سازه‌های ساختمان شامل پی، اسکلت، سقف و سفتکاری، حداقل ده سال.

ب ـ نمای ساختمان ، حداقل پنج سال.

ت ـ عایق‌های رطوبتی ساختمان ، حداقل پنج سال.

ث ـ تجهیزات و تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی ، آسانسورها ، حداقل سه سال.

۷-۱-۱۵- ۴ مجریانی که ساختمانهای در دست احداث خود را به دلایل قابل استناد و قبولی که مورد تایید سازمان استان باشد نتوانند تحت پوشش بیمه کیفیت ساختمان قرار دهند ، مکلفند از طریق ارایه ضمانتنامه بانکی یا تضمین نامه کتبی که مفاد و کاربرگ آن توسط سازمان استان تهیه و حداقل حاوی تضمین‌های موضوع بند ۷ـ۱۶ـ۳ همین شیوه‌نامه است و در سه نسخه تهیه و در یکی از دفاتر اسناد رسمی مورد تایید قرار می‌گیرد به نفع صاحبان کار یا صاحب‌کاران ، تضمین کیفیت ساختمان نمایند.

۷-۲ شهرداریها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان مکلفند وفق بند ۳ بخش «ب» ماده ۳۰ قانون برنامه چهارم توسعه اجتماعی و فرهنگی کشور ، هنگام صدور پایان‌کار ساختمان از صاحب‌کار یا صاحب‌کاران ، درخواست ارایه بیمه‌نامه کیفیت ساختمان ، به نفع خریداران و بهره‌برداران بعدی بنمایند.
۷- ۳ در محل‌هایی که مجری به تعداد کافی نباشد و یا وجود نداشته باشد ، طبق مفاد ماده ۱۸ این مجموعه شیوه‌نامه باید عمل شود.

ماده ۸ ـ دفاتر مهندسی اجرای ساختمان :
۸ـ۱ براساس مواد ۹ لغایت ۲۰ آیین‌نامه ماده ۳۳ شرایط لازم برای اعطای صلاحیت وتعیین ظرفیت اشتغال ، به دفاتر مهندسی اجرای ساختمان که به موجب ماده ۹ آیین‌نامه‌اجرایی تاسیس می‌شوند به شرح زیراست.
۸ـ۱ـ۱ دفتر مهندسی اجرای ساختمان براساس درخواست تاسیس دفتر توسط یک نفر از مهندسان رشته‌های معماری یا عمران دارای پروانه اشتغال و صلاحیت اجرای ساختمان تشکیل می‌شود و باید مجوز فعالیت از سازمان مسکن و شهرسازی استان دریافت نماید.
۸ـ۱ـ۲ دفتر مهندسی اجرای ساختمان قائم به شخص مهندس معمار یا مهندس عمران دارنده پروانه اشتغال است و امتیاز آن قابل واگذاری نیست و شخص مذکور مسوول دفتر مهندسی اجرای ساختمان نیز خواهد بود.
۸ـ۱ـ۳ مهندس معمار یا مهندس عمران دارنده مجوز دفتر مهندسی اجرای ساختمان که از مهندسان رشته‌های دیگر ساختمان، کاردانهای فنی و معماران تجربی به عنوان شریک ، در ارایه خدمات مهندسی در دفتر استفاده نماید، خود راساً مسوول تمامی کارهای اجرایی انجام شده توسط آنان در برابر صاحب‌کار یا صاحب‌کاران می‌باشد و این موضوع رافع مسوولیت فنی و اجرایی اشخاص مذکور در برابر شمول دفترنخواهد بود.
۸ـ۱ـ۴ مهندس معمار یا مهندس عمران و شرکای موضوع بند ۸ـ۱ـ۳ که مشترکا نسبت به تاسیس دفتر مهندسی اجرای ساختمان اقدام نمایند باید داری مشارکت نامه رسمی ثبت شده در دفاتر اسناد رسمی کشور باشند.
۸ـ۱ـ۵ دفتر مهندسی اجرای ساختمان باید دارای محل ثابت، مستقل از سایر دفاتر و دارای تابلو باشد. مسوول دفتر موظف است درصورت تغییرمحل‌دفتر مراتب را به طور همزمان حداکثر ظرف مدت پانزده روز به سازمان مسکن و شهرسازی استان، سازمان استان، مرجع صدور پروانه ساختمان اطلاع دهد.

۸ـ۲ شرح وظایف مسوول دفتر و شرح وظایف عمومی دفتر مهندسی اجرای ساختمان عینا مطابق بندهای ۵ـ۵ و ۵ـ۶ این مجموعه شیوه‌نامه با تغییرنام دفتر مهندسی طراحی به دفترمهندسی اجرا و طراح به مجری می‌باشد.

۸ـ۳ شرایط و حدود صلاحیت دفاتر مهندسی اجرای ساختمان

۸-۳-۱ حداکثر زیربنای هر یک از کارهای اجرایی مجریان دفاتر مهندسی اجرای ساختمان با توجه به حدود صلاحیت مندرج در جدول شماره ۵ در بخش اجرای واحدهای مسکونی ۵۰۰۰ مترمربع می باشد.

۸-۳-۲ حدود صلاحیت دفاتر مهندسی اجرای ساختمان برای مهندس دارای مجوز دفتر در اجرای گروه‌های ساختمانی عبارت از همان حدود صلاحیت اجرای ساختمان مندرج در پروانه اشتغال شخص حقیقی وی در رشته و تخصصی که در اجرای ساختمان بررسی صلاحیت شده است به شرح جدول شماره ۵ و حدود صلاحیت کاردانهای فنی و معماران تجربی عبارت از همان حدود صلاحیت مندرج در پروانه شخص حقیقی آنها به شرح جداول شماره ۸ و ۹ این مجموعه شیوه‌نامه می‌باشد.

۸-۳-۳ در مواردی که به موجب ماده ۴ قانون ، اجرای کار ساختمان در یکی از رشته‌ها مستلزم داشتن پروانه صلاحیت مربوط می‌باشد و مجری فاقد صلاحیت مذکور باشد موظف است از دارندگان پروانه صلاحیت مربوط برای آن بخش از کار استفاده نماید.

۸-۳-۴ شرکای دفتر در قبال خدمات تخصصی مربوط به رشته و حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال حقیقی خود و اداره امور دفتر در برابر مسوول دفتر ، پاسخگو و مسوول می‌باشند.

۸ـ۴ ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی اجرای ساختمان :

۸-۴-۱ ظرفیت اشتغال دفترمهندسی اجرای‌ساختمان به صورت دوره‌ای تعیین می‌گردد و شروع دوره از آغاز اجرای ساختمان تا ارسال گزارش پایان‌کارساختمان به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه‌ساختمان توسط ناظر هماهنگ‌کننده است، ملاک‌سنجش مقادیرظرفیت اشتغال در هر برش زمانی به‌شرح جداول ۵، ۸ و ۹ تعیین‌می‌شود.

جدول شماره ۵ـ حدود صلاحیت دفتر اجرای ساختمان و ظرفیت اشتغال آن در هر برش زمانی.

| پایه مهندسی | پایه ۳ | پایه ۲ | پایه ۱ | پایه ارشد |
|---|---|---|---|---|
| حداکثر تعداد طبقات مجاز از روی شالوده | ۵ | ۱۰ | ۲۰ | بدون محدودیت |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| حداکثر ظرفیت اشتغال به کار براساس مساحت زیربنا در هر مقطع زمانی (مجموع کارهای در دست اجرا) | ۱۲۰۰ | ۳۰۰۰ | ۴۰۰۰ | ۵۰۰۰ |
| حداکثر تعداد واحد ساختمانی همزمان | ۲ | ۳ | ۳ | ۳ |

۸-۴-۲ ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی اجرای ساختمان ، موضوع جدول شماره ۵ این مجموعه شیوه‌نامه ، در هر استان با توجه به شرایط استان و تعداد دارندگان پروانه اجرای ساختمان به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیات سه نفره حداکثر تا ۲۰ درصد و تعدادکار دفاتر مذکور حداکثر یک واحد نسبت به ظرفیت و تعدادکار مندرج در جدول شماره ۵ می تواند افزایش یا کاهش یابد.

۸-۴-۳ در صورتی که مهندسان رشته‌های دیگر ساختمان (به غیراز رشته مسوول دفتر) در دفتر مهندسی اجرای ساختمان به صورت شریک ، اشتغال به کار داشته باشند ظرفیت اشتغال این گونه دفاتر به ازای هر مهندس رشته‌های دیگر ساختمان معادل ۱۵ درصد، و حداکثر تا ۶۰ درصد ظرفیت دفتر اجرای ساختمان افزایش می‌یابد ، در چنین حالتی ظرفیت اشتغال مهندسان رشته‌های دیگر ساختمان که همکاری آنان با دفتر به صورت نیمه وقت باشد معادل ۱۵ درصد ظرفیت اشتغال نظارت یا طراحی کاهش می‌یابد.

۸-۴-۴ مجری زمانی می‌تواند اجرای کار دیگری را تقبل نماید که گزارش پیشرفت فیزیکی عملیات اجرایی هر یک از واحدهای ساختمانی در دست اجرای او برابر ۷۵ درصد باشد و مراتب مورد تایید ناظر هماهنگ‌کننده و سازمان استان قرار گیرد.

۸-۴- ۵ چنانچه مجری در حدود ظرفیت‌اشتغال تعیین‌شده برای او، مسوولیت اجرای‌همزمان بیش از یک ساختمان یا مجتمع‌ساختمانی را تقبل نماید، ملزم می‌باشد در هر ساختمان یا مجتمع ساختمانی حسب پیچیدگی و حجم و ارتقاء کار ، طبق نظر سازمان استان ، یک نفر مهندس رشته معماری یا عمران یا کاردان‌فنی رشته های ذکرشده یا معمارتجربی را به صورت تمام‌وقت، به عنوان مسوول اجرای کارگاه در محل‌احداث بنا مستقرنماید.

۸-۴-۶ ظرفیت اشتغال به کار مجری حقیقی که مسؤول دفتر مهندسی اجرای ساختمان است ، براساس کار تمام وقت در دفتراجرای‌ساختمان‌تعیین‌شده وچنانچه بخواهنددر زمینه‌طراحی‌یا نظارت‌ساختمان نیزفعالیت‌نماید بایدتمامی کارهای اجرایی در دست اقدام او به پایان رسیده و گواهی لازم را از

ناظرهماهنگ‌کننده دریـافت نموده باشد و سپس نسبت به تشکیل دفتر مهندسی طراحـی سـاختمان یـا دفتر طرح و ساخت و اخذ مجوز از وزارت مسکن و شهرسازی اقدام نماید .

۸-۴-۷ در صورتی که مجری از حدود وظایف و مسوولیتهای منـدرج در ایـن شـیوه‌نامـه، مقـررات ملـی ساختمان و شرایط عمومی قراردادکه جزو لاینفک این شیوه‌نامه می‌باشد عدول نماید و یا مرتکب خـلاف شود ناظر یا ناظران ذی‌ربط خلاف را به مجـری ساختمـان منعکس و با تعییـن فرصـت مناسـب رعایـت موارد ذی‌ربط را از وی خواهند خـواست. درصورت عـدم تمکین مجـری بـه دسـتورات ابلاغـی، نـاظر یـا ناظران ذی‌ربط موارد خلاف را با ذکر دلیل به ناظر هماهنگ‌کننده منعکس نموده و نـامبرده مـوارد را بـه سازمان استان و مرجع صدور پروانه ساختمان گزارش خواهد نمود. حل اختلاف نظر ناظر ، ناظران و ناظر هماهنگ‌کننده با مجری با توجه به نقشه‌ها و مشخصات فنی مصوب ساختمان یا مجتمـع و یـا مجموعـه ساختمانی، با سازمان استان است و نظر سازمان استان تعیین کننده خواهد بود. نحوه رفـع اخـتلاف‌نظـر بین ناظر و مجری در فصل چهارم ذکر شده‌است.

۸-۴-۸ مرجع نظارت بر کار مجری ، ناظران دارای پروانه اشتغال نظـارت از وزارت مسـکن و شهرسـازی می‌باشند، سازمان استان نیز بر عملکرد اشخاص فوق نظارت می‌نماید و وزارت مسکن و شهرسازی نیز بـر انجام امور ساختمانی نظارت عالیه خواهد داشت.

۸-۵ دفاتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان : مهندسان رشته های تأسیسـات مکـانیکی و تأسیسـات برقی ساختمان دارای پروانه اشتغال اجرای تأسیسات ساختمان ، به صورت انفرادی یا جمعی مـی تواننـد نسبت به تأسیس و اخذ مجوز دفتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان اقدام نماینـد ، دفـاتر مهندسـی اجرای ساختمان در انجام امور تأسیسات مکانیکی و تأسیسـات برقـی سـاختمان مکلفنـد جهـت اجـرای کارهای تأسیسات ساختمانهای در دست اقدام خود حسب مورد از مهندسان دارای پروانه اشتغال بـه کـار اجرای تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی و با رعایت حدود صلاحیت آنهـا اسـتفاده بـه عمـل آورنـد و همچنین مخیرند به جای مهندسان تأسیسات از دفاتر اجـرای تأسیسـات سـاختمان موضـوع ایـن فصـل استفاده نمایند.

۸-۵-۱ شرایط لازم برای اعطای صلاحیت و تعیین ظرفیت اشـتغال دفـاتر مهندسـی اجـرای تأسیسـات ساختمان که به موجب ماده ۹ آئین نامه اجرایی تأسیس شده یا می شوند و نحوه انتخاب مسـؤول دفتـر اجرای تأسیسات ساختمان و شرح وظایف و حدود اختیارات مسؤول دفتر اجـرای تأسیسـات سـاختمان و شرح وظایف عمومی دفاتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان عیناً مطابق بند ۵-۱ ، ۵-۵ و ۵-۶ ایـن مجموعه شیوه نامه با تغییر نام دفتر مهندسی طراحی به دفتر مهندسـی اجـرای تأسیسـات سـاختمان و مجری تأسیسات به جای طراح می باشد.

۸-۵-۲ حدود صلاحیت دفاتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان:

۸-۵-۲-۱ حدود صلاحیت دفاتر مذکور همان حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال شخص حقیقی هر یک از شرکای دفتر در رشته و تخصصی که تشخیص صلاحیت شده اند می باشد.

۸-۵-۲-۲ شرکای دفتر علاوه بر مسؤولیتی که در قبال خدمات تخصصی مربوط به رشته و حدود صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال حقیقی خود دارند ، مشترکا نیز نسبت به اداره امور دفتر و هماهنگی در ارایه تمامی خدمات اجرای تأسیسات ساختمان مورد درخواست مجری ، به نحو احسن و براساس شرح خدمات مهندسان رشته های ساختمان مسؤول بوده و پاسخگوی تعهدات دفتر درقبال مجریان ساختمان می باشند .

۸-۵-۳ ظرفیت اشتغال دفتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان

۸-۵-۳-۱ ظرفیت اشتغال دفتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان که ملاک سنجش مقادیر آن عبارت از سطح زیربنا و تعداد کار اجرایی در یک برش زمانی است می باشد به شرح جدول شماره ۵ این مجموعه شیوه نامه تعیین می‌گردد.

جدول شماره ۵-۱ درصد افزایش ظرفیت اشتغال هر یک از شرکای دفتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان نسبت به ظرفیت اشتغال دفتر یک نفره ، موضوع جدول شماره ۵ .

| ردیف | موارد افزایش ظرفیت اشتغال ترکیب رشته‌های طراح حقوقی | درصد افزایش طراح حقوقی | درصد افزایش در صورت همپایه بودن پروانه اشتغال | درصد افزایش در صورت حضور بیش از یک نفر در هر رشته | مجموع درصد افزایش ظرفیت اشتغال |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | یک رشته از رشته های تأسیسات برقی یا تأسیسات مکانیکی | ۱۰ | ۱۰ | — | ۲۰ |
| ۲ | دو رشته از رشته های تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی | ۲۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۴۰ |
| ۳ | سه نفر از رشته های تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی | ۳۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۵۰ |
| ۴ | چهار نفر از رشته های تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی از هر رشته دو نفر | ۵۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۷۰ |

۸-۵-۳-۳ حداکثر تعداد شرکای هر دفتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان ۱۰ نفر می باشد.

۸-۵-۳-۴ در صورت ارتقای پایه هر یک از اشخاصی که پروانه اشتغال حقیقی آنان همپایه می باشد، ضریب مربوط به همپایه بودن افراد مذکور در جدول شماره ۲ کاهش نخواهد یافت .

۸-۵-۳-۵ ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان ، موضوع جداول شماره ۵-۱ این مجموعه شیوه‌نامه، در هر استان با توجه به شرایط استان و تعداد دارندگان صلاحیت در رشته های مختلف ساختمان می‌تواند به پیشنهاد هیات مدیره سازمان استان و تصویب سه نفره حداکثر تا ۲۰ درصد افزایش یا کاهش یابد.

۸-۵-۳-۶ شرکای دفتر مهندسی اجرای تأسیسات ساختمان مجاز به فعالیت حرفه ای ، خارج از حوزه دفتر مهندسی خود نیستند.

ماده ۹ـ مجریان حقوقی

ارایه خدمات اجرایی ساختمان‌ها ، مجتمع‌ها و مجموعه‌های ساختمانی که بودجه آن از محل بودجه عمومی‌کشور نمی‌باشد توسط‌شرکتهای‌خصوصی‌و وابسته به‌دولت، تعاونی و دفترفنی موسسات و نهادهای‌عمومی غیردولتی که دارای سابقه اجرایی در ساختمان بوده و مشمول ذکرنام شده‌اند موضوع مواد ۱۴ و ۱۵ آیین‌نامه اجرایی، منوط به احرازصلاحیت و تعیین‌ظرفیت‌اشتغال از وزارت‌مسکن و شهرسازی براساس‌شرایط زیرمی‌باشد.

۹ـ۱ شرایط احراز صلاحیت

۹ـ۱ـ۱ شرکت باید به یکی از صور مندرج در قانون تجارت، در اداره ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی به ثبت رسیده و تاسیس آن در روزنامه رسمی کشور آگهی شده باشد. مؤسسه و نهاد عمومی غیردولتی نیز اقدام به تاسیس واحد سازمانی فنی خاص برای اجرای ساختمان نموده و تشکیلات سازمانی آنها به تصویب مراجع صلاحیت‌دار رسیده باشد.

۹ـ۱ـ۲ موضوع شرکت، انجام خدمات اجرای ساختمان باشد.

۹ـ۱ـ۳ شخص حقوقی عضو سازمان استان باشد.

۹ـ۱ـ۴ حداقل دو نفر از اعضای هیات مدیره شرکت یا واحد فنی مؤسسه و نهاد عمومی غیردولتی باید دارای پروانه اشتغال اجرای ساختمان که یک نفر آنان در رشته های معماری و عمران و نفر بعدی نیزمی تواند در یکی از رشته های تأسیسات برقی یا تأسیسات مکانیکی و یا نقشه برداری بوده و در شرکت به طور تمام وقت اشتغال به کار داشته باشند و درخصوص مؤسسات و نهادهای عمومی غیردولتی حداقل دونفر از مدیران آن دارای پروانه اشتغال اجرای ساختمان مشابه فوق و به طور تمام وقت در دفتر واحد فنی اشتغال به کار داشته باشند.

۹ـ۲ حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال مجری حقوقی

حدود صلاحیت مجری حقوقی براساس سابقه کار حرفه‌ای و توان فنی و اجرایی اعضای هیات‌مدیره و شاغلان و با توجه به پایه پروانه اشتغال آنان به چهار پایه سه ، دو ، یک و ارشد درجه بندی شده و نحوه اعطای صلاحیت و تعیین ظرفیت اشتغال آنان براساس جدول شماره ۶ تعیین می‌شود.

۹-۲-۱ ظرفیت اشتغال مجریان حقوقی و سایر شرایط لازم برای اخذ پروانه و تعیین حدود صلاحیت آنان در یک برش زمانی به شرح جدول شماره ۶ خواهد بود.

جدول شماره ۶ـ حدود صلاحیت مجریان حقوقی در پایه‌های سه، دو، یک و ارشد و حداکثر ظرفیت اشتغال آنان در هر برش زمانی.

| ردیف | پایه / پروانه اشتغال / شخص حقوقی / الزامات | پایه ۳ | | | | | | پایه ۲ | پایه۱ | پایه ارشد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | حداقل تعداد دارندگان پروانه اشتغال درهیات‌مدیره ( نفر ) | ۲ | | | | | | ۲ | ۲ | ۲ |
| ۲ | حداقل پایه دارندگان پروانه اشتغال درهیات‌مدیره با ذکر مهندسی یا کاردانی | کاردان | کاردان | مهندس | کاردان | مهندس | مهندس | مهندس | مهندس | مهندس |
| | | ۳ | | | | | | ۲ | ۱ | ارشد |
| ۳ | حداکثر تعداد طبقات مجاز | * | | ۵ طبقه روی شالوده | | ۵ طبقه روی شالوده | | ۱۰ طبقه روی شالوده | ۲۰ طبقه روی شالوده | بدون محدودیت طبقات |
| ۴ | حداکثر تعداد کار | ۳ | | | | | | ۵ | ۱۰ | -- |
| ۵ | حداکثر ظرفیت اشتغال | ۳۰۰۰ مترمربع | | ۴۰۰۰ مترمربع | | ۵۰۰۰ مترمربع | | ۹۰۰۰ متر مربع | ۱۴۰۰۰ مترمربع | ۱۸۰۰۰ مترمربع |

* ملاک تعیین تعداد طبقات مجاز برای دارندگان پروانه اشتغال بـه کـار حقـوقی کـاردانی ، پایـه پروانـه اشتغال یکی از اعضای هیات‌مدیره معمار یا عمران است. به این‌ترتیب که دارنده پایه‌یک تا ۴ طبقـه روی شالوده ، دارنده پایه‌دو تا سه‌طبقه روی شالوده و دارنده پایه سه تا دو طبقه روی شالوده می‌توانـد نسـبت به اجرای‌ساختمان اقدام نماید.

۹-۲-۲ حداکثر زیربنای هر یک از کارهای اجرایی مجریان حقوقی در بخش احداث واحدهای مسـکونی ۵۰۰۰ مترمربع می باشد .

۹-۲-۳ با توجه به حداکثر ظرفیت اشتغال و تعداد کار تعیین شده برای اشخاص حقـوقی و بنـا بـه هـر علتی که اجرای ساختمان ، مجتمع یا مجموعه ساختمانی توسط دو یا چند مجری انجـام پـذیرد در ایـن موارد یکی از مجریان به عنوان مجری مادر توسط صاحب‌کار تعیین شـده و بـا همکـاری سـایر مجریـان حقوقی مشترکاً اجرای عملیات ساختمان را برعهده خواهند داشت، بدین ترتیـب کـه سـایر مجریـان، در برابر مجری مادر مسوول بوده و مجری مادر در برابر صاحب‌کـار یـا صـاحبان‌کـار و سـایر مراجـع قـانونی مسؤول و پاسخگوی تمامی مسایل اجرایی ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی نظیر مسایل مـالی، حفاظتی ، انضباطی ، امنیتی ، ایمنی و حقوقی آن خواهـد بـود ، ایـن موضـوع رافـع مسـؤولیتهای سـایر مجریان همکار نخواهد بود.

۹-۲-۴ مجری حقوقی زمانی می‌تواند اجرای کار دیگری را تقبل نماید که یکی از پروژه‌هـای سـاختمانی در دست اجرای خود را به پایان رسانده و گزارش پایـان کـار سـاختمان بـه تاییـد مرجـع صـدور پروانـه ساختمان و ناظرهماهنگ‌کننده رسیده باشد.

۹-۳ مجریان حقوقی موضوع جدول شماره ۶ این مجموعه شـیوه نامـه کـه نسـبت بـه تکمیـل شـاغلان تخصصی خود اقدام نمایند و مراتب مورد تأیید مرجع صدور پروانه اشتغال قرار گیـرد ، ظرفیـت اشـتغال آنان براساس شرایط زیر افزایش خواهد یافت .

۹-۳-۱ مجریان حقوقی در پایه های ۳ ، ۲ و ۱ می توانند علاوه بر ظرفیت پیش بینـی شـده در جـدول شماره ۶ فعالیت اجرایی ساختمان را با اضافه نمودن اشخاص حقیقی دارای پروانـه اشـتغال و بـا رعایـت حدود صلاحیت آنان به عنوان عضو هیات مدیره یا شاغل تمام وقـت در شـرکت و بـا اسـتفاده از جـدول شماره ۷ و با درنظرگرفتن هر امتیاز، معادل ۲۰۰ مترمربع ظرفیت خود را به ترتیـب ۲۰۰۰۰ ، ۶۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰ مترمربع افزایش و از وزارت مسکن و شهرسازی مجوز دریافت نمایند.

۹-۳-۲ مجریان حقوقی در پایه ارشد می توانند علاوه بر حداکثر ظرفیـت پـیش بینـی شـده در جـدول شماره ۶ فعالیت اجرایی ساختمان ، با اضافه نمودن اشخاص حقیقـی دارای پروانـه اشـتغال و بـا رعایـت حدود صلاحیت آنان به عنوان عضو هیات مدیره یا شاغل تمام وقـت در شـرکت و بـا اسـتفاده از جـدول

شماره ۷ و با درنظرگرفتن هر امتیاز، معادل ۲۰۰ مترمربع ظرفیت خـود را افـزایش و از وزارت مسـکن و شهرسازی مجوز دریافت نمایند.

جدول شماره ۷- جدول امتیازبندی پایه پروانه اشتغال مجریان حقیقی دارای پروانه اشـتغال ، شـاغل در مجری حقوقی اعم از اعضای هیـات‌مـدیره ، مـدیرعامل و شـاغلان درشـرکت و درخصـوص موسسـات و نهادهای عمومی غیردولتی، مسوول‌واحدفنی و شاغلان آن که پروانه اشتغال شخص حقیقی بـا صـلاحیت مجری دارند.

| | پایه پروانه اشتغال مهندس | | | | پایه پروانه اشتغال کاردان فنی | | | پایه پروانه اشتغال معمار تجربی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پایه | ارشد | ۱ | ۲ | ۳ | ۱ | ۲ | ۳ | ۱ | ۲ | ۳ |
| امتیاز | ۳۲ | ۲۸ | ۲۴ | ۲۰ | ۱۶ | ۱۲ | ۸ | ۸ | ۶ | ۴ |

۹-۳-۳ حوزه فعالیت مجریان حقوقی در پایه ارشد تمـامی قلمـرو جغرافیـایی کشـور بـوده و در حـدود صلاحیت خود می‌توانند، متناسب با افزایش تعداد اشخاص حقیقی دارای پروانه اشتغال بـه عنـوان عضـو هیات مدیره یا شاغل تمام وقت در شرکت ، با رعایت تبصره ۲ ماده ۲۲ آئین نامه اجرایی قانون از معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی مجوز دریافت نمایند.

۹-۳-۴ مجریان‌حقوقی مکلفند دراجرای مجموعه‌سـاختمانی از تمـامی‌مهندسـان هفـت‌رشـته‌سـاختمان استفاده‌نماید.

۹-۳-۵ مجریان‌حقوقی مکلفنـددراجرای‌سـاختمانهای ۹ طبقـه و بیشـترازخدمات‌مهندسـان‌نقشـه‌بـردار استفاده‌نمایند.

۹-۳-۶ مجریان حقوقی مکلفند در اجرای کارهای خود در رشته‌ای که فاقد صلاحیت در آن رشته باشند از دارندگان پروانه اشتغال یا دفاتر مهندسی دارای صلاحیت در آن رشته استفاده نمایند ، در این صورت ، این اشخاص در مقابل مجریان ساختمان مسوول کارهای انجام شده در رشته خود خواهند بود.

۹ـ۴ مقررات حاکم بر فعالیت مجریان حقوقی

۹ -۴-۱ در مواردی که مجری حقوقی مسوولیت اجرای پروژه‌ای را عهده‌دار شود، مسوولیت حسن انجام کار ساختمان ، بر عهده مدیرعامل و در خصوص موسسات و نهادهای عمومی غیر دولتی، برعهده مسوول

واحد فنی می‌باشد و این مسوولیت رافع مسوولیت هر یک از شاغلان در شرکت یا واحد فنی کـه اجـرای تمام یا بخشی از ساختمان به آنها محول گردیده است نخواهد بود.

۹-۴-۲ تمامی اشخاص حقیقی شاغل در مجری حقوقی منجمله هیات مدیره و مـدیرعامل و شـاغلان و درخصوص موسسات و نهادهای عمومی غیردولتی، مدیران و مسوول واحد فنی آنان و شاغلان نمی‌تواننـد از ظرفیت اشتغال شخص حقیقی خود جداگانه استفاده نمایند. در این خصـوص سـازمان اسـتان مکلـف است کنترل لازم را بعمل آورد.

۹-۴-۳ مجری حقوقی موظف است برای اجرای هر یک از کارهای در دست اقدام خود یک نفر مهنـدس رشته معماری یا عمران دارای پروانه اشتغال مهندسی در اجرای ساختمان را به عنوان مسوول کارگاه، بـه کار بگمارد و وی را به صاحب‌کار، مهندس ناظر هماهنـگ‌کننـده حقیقـی یـا مـدیرعامل نـاظر حقـوقی ، سازمان استان ، شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان معرفی نماید.

۹-۴-۴ مجری حقوقی موظف است چنانچه اشخاص حقیقی شاغل در آن از ادامـه کـار انصـراف حاصـل نمایند یا بازمانند حداکثر ظرف مدت پانزده روز نسبت به معرفی جایگزین آن اشخاص با همان صلاحیت و ظرفیت اشتغال به سازمان مسکن و شهرسازی استان اقدام نماید .

۹-۴-۵ چنانچه قبل از پایان یافتن اجرای پروژه به دلیل پایان یافتن مدت قرارداد، فسخ یا ابطال قرارداد یا سلب صلاحیت قانونی مجری و نظایر آن ، ادامه کار مجـری غیـرممکن شـود، عملیـات سـاختمانی بـا دستور ناظر هماهنگ کننده متوقف شده و شروع مجدد آن منوط به وجود مجری جدیـد یـا رفـع موانـع فوق از مجری اول خواهد بود. در اینگونه موارد ناظر هماهنگ‌کننده موظف است در صـورت ادامـه‌پـروژه بدون‌مجری صاحب صلاحیت ، مراتب را به سازمان‌استان، مرجع صدور پروانـه سـاختمان اعـلام نمایـد و مرجع صدور پروانه ساختمان از ادامه‌کار تا معرفی‌مجری جدید جلوگیری بعمل خواهد آورد.

۹-۴-۶ در صورتی که مجری از حدود وظایف و مسوولیتهای مندرج در ایـن شـیوه‌نامـه، مقـررات ملـی ساختمان و شرایط عمومی قراردادکه جزو لاینفک این شیوه‌نامه می‌باشد عدول نماید یـا مرتکـب خـلاف شود ناظر یا ناظران ذی‌ربط خلاف را به مجـری منعکس و با تعییـن فرصت مناسب رعایت موارد ذی‌ربط را از وی خواهند خـواست. در صورت عدم تمکین مجری به دستورات ابلاغی ناظر ، وی موارد خلاف را بـا ذکر دلیل به ناظر هماهنگ‌کننده ، به مرجع صدور پروانه ساختمان و سازمان استان به طور کتبی اعـلام می‌نماید. حل اختلاف نظر بین ناظر ، ناظران ، ناظر هماهنـگ‌کننـده و مجـری بـا توجـه بـه نقشـه‌هـا و مشخصات فنی مصوب ساختمان یا پروژه یا مجموعه ساختمانی، در فصل چهارم این مجموعه شـیوه‌نامـه ذکر شده است.

۹-۴-۷ مرجع نظارت بر کار مجری ، ناظر دارای پروانه اشتغال نظارت از وزارت مسکن و شهرسازی می‌باشد، سازمان استان نیز بر عملکرد اشخاص فوق نظارت می‌نماید و وزارت مسکن و شهرسازی نیز بر انجام امور ساختمانی نظارت عالیه خواهد داشت.

۹-۴-۸ در صورتی که صاحب‌کار، اجرای‌پروژه را بدون قصور مجری به هر دلیل بیش از ۱۵ درصد مدت مندرج در قرارداد به تاخیر بیاندازد ، موضوع این تعلیق کار از شروع تا پایان مدت مذکور پس از تایید ناظر هماهنگ‌کننده کتبا به سازمان استان، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام می‌شود، و سازمان استان با توجه به مفاد قرارداد فی‌مابین مجری و صاحب‌کار در خصوص نحوه ادامه کار یا فسخ قرارداد و یا اجازه اجرای پروژه دیگری توسط مجری اتخاذ تصمیم می‌نماید و نظر او برای طرفین لازم‌الاجرا خواهد بود.

ماده ۱۰ـ مجریان انبوه‌ساز مسکن :

مجریانی که خود صاحب کار بوده و توان جذب سرمایه ، توان مدیریت منابع و استفاده از فناوریهای نوین در ساخت و ساز مجموعه‌های ساختمانی را دارند ، به استناد آئین نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و نیز مصوبه « سیاستها و خط مشی های سازماندهی ، حمایت و نظارت بر بازار تولید و عرضه مسکن» ابلاغی به شماره ۱۲۳۰۳۸/ ت ۱۵۵۱۱ هـ مورخ ۱۳۷۵/۱۱/۱ هیأت محترم وزیران می توانند به عنوان مجری انبوه ساز درخواست احراز صلاحیت و دریافت پروانه اشتغال از وزارت مسکن و شهرسازی بنمایند.

۱۰ـ۱ حدود صلاحیت فنی و تخصصی مجریان انبوه‌ساز طبق همان حدود صلاحیت اشخاص حقوقی مندرج در ماده ۹ این شیوه‌نامه و سایر شرایط مربوط به انبوه‌سازی به شرح زیر می‌باشد .

۱۰ـ۲ عوامل بررسی صلاحیت و تعیین پایه مجریان انبوه‌ساز مسکن :

۱۰-۲-۱ داشتن شرایط مندرج در مفاد ماده ۹ و جداول آن .

۱۰-۲-۲ داشتن سابقه فعالیت حرفه‌ای و توان مدیریت منابع شامل توان جذب سرمایه ، مدیریت منابع، استفاده از فناوریهای نوین در جهت ارتقا کیفی و کمی ساخت و سازها و مستند سازی تجربیات کارهای اجرایی.

۱۰-۲-۳ عملکرد موفق در جلب رضایت بهره برداران شامل : تامین جنبه‌های آسایشی ، رفاهی و کارکردی ساختمان‌های احداث شده ، تامین فضاهای مناسب داخلی به لحاظ کمی و کیفی ، طرح مناسب معماری و کیفیت ساخت‌وسازها.

۱۰ـ۳ نحوه بررسی صلاحیت و تعیین پایه مجریان انبوه‌ساز مسکن :

۱۰-۳-۱ بررسی صلاحیت و تعیین پایه مجریان انبوه‌ساز و احراز شرایط مندرج در بند ۱۰ـ۴ با داشتن شرایط ماده ۹ این شیوه‌نامه توسط کمیته بررسی صلاحیت و تعیین پایه انبوه‌سازان متشکل از اشخاص زیر که هرکدام دارای پروانه اشتغال در یکی از رشته های اصلی ساختمان می باشند ، مورد بررسی خواهد گرفت.

الف) رییس سازمان مسکن و شهرسازی استان (رییس کمیته).

ب) رییس سازمان نظام مهندسی ساختمان استان .

پ) معاون عمرانی استانداری یا نماینده رسمی وی.

ت) رییس هیأت مدیره انجمن صنفی ابنوه‌سازان استان.

ث) یک نفر به انتخاب هیات مدیره سازمان استان.

ج) یک نفر به انتخاب هیأت مدیره انجمن صنفی انبوه‌سازان استان.

چ) رئیس کانون کاردانهای فنی ساختمان استان

۱۰-۳-۲ جلسات کمیته با حضور حداقل ۴ نفر با شرکت رییس کمیته رسمیت می‌یابد و برای تصمیم‌گیری اخذ ۴ رای موافق الزامی است.

۱۰-۳-۳ داشتن پروانه اشتغال مهندسی یا کاردانی برای اعضای کمیته مذکور به غیر از معاون عمرانی استانداری و رئیس سازمان مسکن وشهرسازی استان الزامی است .

۱۰ـ۴ چگونگی احراز هر یک از عوامل بررسی صلاحیت و تعیین پایه :

۱۰-۴-۱ احراز شرایط مندرج در ماده ۹ و بندها و جداول آن .

۱۰-۴-۲ سابقه فعالیت حرفه‌ای و توان مدیریت منابع و احراز شرایط از طریق بررسی سابقه فعالیت مجریان انبوه‌ساز توسط کمیته ذی‌ربط و از طریق تکمیل پرسشنامه کاربرگ شماره «۱» انجام خواهد پذیرفت.

۱۰-۴-۳ عملکرد موفق در جلب رضایت بهره‌برداران از طریق نظرسنجی از ساکنین ساختمانها با تکمیل دفترچه نظرسنجی (کاربرگ شماره ۲) که توسط هر بهره‌بردار تکمیل خواهد گردید با استفاده از روش گسترش عملکرد کیفیت توسط کمیته ذکر شده در بالا مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. پرسشنامه‌های مذکور باید به نظرخواهی حداقل ۲۵ درصد ساکنین ساختمانها یا مجموعه‌ها و یا مجتمع‌های ساختمانی برسد. در صورت نیاز با نظر کمیته بررسی صلاحیت و تعیین پایه می‌توان هر یک از پرسشنامه‌ها را به طور جداگانه به یک خانوار ساکن تحویل داد که در این صورت نظرات کلیه ساکنین اخذ خواهد شد.

۱۰ـ۵ نحوه جمع‌بندی امتیاز پرسشنامه‌ها :

۱۰-۵-۱ امتیاز واحد انبوه‌ساز ، برای هر مجتمع یا مجموعه ساختمانی براساس کاربرگ شماره ۳ ( کاربرگ‌های شماره ۱ ، ۲ و ۳ در انتهای ماده ۱۰ ذکر شده است) ، با استفاده از کاربرگول زیر محاسبه و در جدول بخش «الف» این کاربرگ منظور می‌گردد.

$$\text{امتیاز یک مجتمع یا مجموعه ساختمانی} = \frac{\text{تعداد واحد مجتمع یا مجموعه ساختمانی}}{۱۰۰} \times (\text{امتیاز کاربرگ۲} + \text{امتیاز کاربرگ۱})$$

پس از محاسبه امتیاز تک‌تک مجتمع‌ها یا مجموعه‌های ساختمانی به روش مذکور ، از حاصل جمع امتیاز کل مجتمع‌ها یا مجموعه‌های ساختمانی ، امتیاز مجری انبوه‌ساز بدست می‌آید. امتیاز مذکور ، مبنای احراز پایه

مجری انبوه‌ساز قرار خواهد گرفت به طوری که حداقل امتیاز لازم برای احراز شرایط پایه دو برابر ۵۰۰ امتیاز ، پایه یک برابر ۱۸۰۰ امتیاز و پایه ارشد برابر ۳۰۰۰ امتیاز باشد.

۱۰ـ۶ گردش کار صدور گواهی بررسی صلاحیت مجریان انبوه‌ساز مسکن :

۱۰-۶-۱ متقاضیان مجری انبوه‌سازی برای اخذ پروانه اشتغال و تعیین حدود صلاحیت و پایه مورد نظر خود به دبیرخانه کمیته بررسی حدود صلاحیت و تعیین پایه انبوه سازی که در محل سازمان مسکن وشهرسازی استان استقرار دارد مراجعه و نسبت به دریافت مدارک مربوط به شرایط لازم برای احراز مجری حقوقی موضوع ماده ۹ و کاربرگ‌ها ، جدول ها و اطلاعات لازم اقدام نموده و پس از تکمیل آنها همراه سایر مدارک درخواستی به دبیرخانه فوق تحویل می‌نمایند.

۱۰-۶-۲ دبیرخانه با بررسی پرسش نامه و استخراج اطلاعات آن ، مقدمات بازدید از ساختمان‌های مورد گزارش را فراهم می سازد و ارزیاب یا ارزیابان کمیته رابرای احرازاطلاعات داده شده وارزیابی پروژه‌ها اعزام می‌نماید.

۱۰-۶-۳ دبیرخانه پس از بررسی پرسش نامه و اطلاعات گزارش شده از سوی ارزیاب یا ارزیابان، پایه متقاضی را محاسبه و برای بررسی و تایید به کمیته بررسی صلاحیت و تعیین پایه گزارش می دهد.

۱۰-۶-۴ کمیته بررسی صلاحیت و تعیین پایه پس از بررسی مدارک و اطلاعات ارسالی از سوی دبیرخانه در خصوص تعیین صلاحیت و پایه متقاضی اتخاذ تصمیم نموده و مدارک لازم را برای صدور پروانه اشتغال به سازمان مسکن و شهرسازی ارسال می‌دارد.

۱۰-۶-۵ پروانه اشتغال مجری انبوه‌ساز درپایه ارشد توسط معاونت نظام مهندسی واجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی صادر می‌گردد.

۱۰-۶-۶ دبیرخانه کمیته بررسی صلاحیت وظیفه جمع آوری اطلاعات، ارسال پاسخ نامه ها و کاربرگها ، بررسی پرسش‌نامه‌های ارسالی ، اعزام ارزیاب و یا ارزیابان بازدید کننده وتنظیم و ارایه گزارش نهایی به کمیته موصوف را دارد.

۱۰-۶-۷ به منظور رسیدگی به اعتراض متقاضیان پروانه اشتغال به نحوه بررسی صلاحیت و تعیین پایه، کمیته ای در سطح ملی مرکب از نمایندگان وزیر مسکن و شهرسازی، رییس سازمان و رییس هیات مدیره کانون انجمن صنفی انبوه‌سازان مسکن تشکیل ونتیجه بررسی راجهت اتخاذتصمیم به معاونت نظام مهندسی واجرای ساختمان وزارت مسکن وشهرسازی اعلام می نماید.

۱۰-۷ نحوه جمع‌بندی امتیاز پرسش‌نامه‌ها :

۱۰-۷-۱ تعیین میزان تجربه کارهای اجرایی متقاضی مجری انبوه ساز یا مجموعه تجربه کار مدیران آن.

۱۰-۷-۲ تعیین مجموع امتیازات متقاضی انبوه سازی براساس کاربرگها ، جدول ها و اطلاعات ارایه شده

۱۰-۷-۳ جمع بندی امتیازات متقاضی انبوه سازی و بررسی حدود صلاحیت و پایه آنها براساس اطلاعات تکمیل شده.

۱۰-۷-۴ اتخاذ تصمیم کمیته بررسی صلاحیت و پایه بندی در خصوص امتیازات مجری انبوه‌ساز.

۱۰-۸ از زمانی که متقاضی اخذ صلاحیت انبوه سازی مدارک ، کاربرگها ، جدول ها و اطلاعات تکمیل شده خود را تحویل دبیرخانه کمیته مذکور می نماید تا ارسال نتیجه تصمیم کمیته و گزارش آن به سازمان مسکن و شهرسازی استان نباید از مدت یکماه تجاوز نماید.

۱۰-۹ مجری انبوه ساز موظف است براساس شیوه‌نامه پیش فروش و پیش خرید واحدهای مسکونی و اخذ مجوز مربوط که توسط وزارت مسکن و شهرسازی ابلاغ می‌شود رعایت کامل حقوق پیش خریداران را بنماید.

۱۰-۱۰ مقررات حاکم بر فعالیت مجریان انبوه ساز مسکن عیناً همان مقررات مندرج در بند ۹-۴ مجریان حقوقی است .

۱۰-۱۱ مجری انبوه‌ساز موظف است به تعداد ساختمانها یا مجتمع‌ها یا پروژه‌های در دست اجرای خود یک نفر مهندس دارای پروانه اشتغال به کار را به عنوان مسوول کارگاه به کار بگمارد.

۱۰-۱۲ مجری انبوه ساز در صورتی می‌تواند مسوولیت اجرای ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی جدیدی را به عنوان مجری انبوه ساز بپذیرد که یکی از ساختمانها یا مجتمع‌ها یا مجموعه‌های ساختمانی در دست اجرای وی به پایان نازک‌کاری رسیده باشد و مراتب مورد تایید ناظر هماهنگ کننده قرار گیرد.

۱۰-۱۳ در صورتی که مجریان انبوه‌ساز از حدود وظایف و مسوولیتهای مندرج در آن و شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان و سایر ضوابط مقررات و شیوه‌نامه‌های لازم‌الاجرا عدول نمایند یا مرتکب خلاف شوند و یا به ابلاغیه‌های‌قانونی وزارت مسکن و شهرسازی توجه ننمایند، به استناد مواد ۸۵ و ۹۱ و بند «ج» ماده ۲۳ آیین‌نامه‌اجرایی ، به تخلفات حرفه‌ای، انضباطی و انتظامی آنان رسیدگی و رفتار خواهد شد.

ارزیابی عملکرد مجریان انبوه ساز به روش گسترش عملکردکیفیت(QFD)

| کاربرگ شماره ۱<br>پروانه شماره _ _<br>_ _ _ _ _ _<br>از تعداد _ _ _ _ |
|---|

۱ـ جدول سابقه فعالیتهای حرفه ای و مدیریت مجری

( این جدول برای هر پروژه احداث شده توسط مجری انبوه‌ساز تکمیل و به انضمام مدارک مثبته تحویل دبیرخانه کمیته بررسی صلاحیت می‌گردد.)

نام سازنده : .....
نام پروژه : .....
محل پروژه : .....

۱ـ مقیاس پروژه : (حداکثر ۲۵ امتیاز)

الف ـ تعداد کل واحدهای مسکونی .....

۱۰ تا ۵۰ واحد (۵ امتیاز) ، از ۵۱ تا ۱۰۰ واحد (۱۰ امتیاز) ، از ۱۰۱ تا ۱۵۰ واحد (۱۵ امتیاز) ، بیش از ۱۵۰ واحد (۲۰ امتیاز)

امتیاز .....

ب ـ متوسط زیربنا .....

رعایت الگوی مصرف مسکن (امتیاز) ، عدم رعایت الگوی مصرف مسکن (بدون امتیاز)

امتیاز .....

۲ـ طول دوره ساخت : (حداکثر ۱۵ امتیاز)

ـ تاریخ اخذ پروانه ..... تاریخ پایان‌کار ..... طول دوره ساخت به ماه .....

ـ طول دوره ساخت کمتر از ۲۴ ماه (۱۵ امتیاز)

ـ طول دوره ساخت بین ۲۴ تا ۳۶ ماه (۱۰ امتیاز)

ـ طول دوره ساخت بیش از ۳۶ ماه (۵ امتیاز)

امتیاز .....

۳ـ توان جلب سرمایه و مدیریت منابع :

ـ استفاده از پیش فروش به روش معمول در بازار (۵ امتیاز)

ـ استفاده از طرح سرمایه‌گذاری متری مسکن (فروش متری) (۱۰ امتیاز)

ـ در صورت ارایه گواهی خوش حسابی از بانک مشارکت کننده به شرح پیوست (۱۰ امتیاز)

امتیاز .....

کاربرگ شماره ۲
پروانه شماره _ _ _ _ _ _ _ _
از تعداد _ _ _ _

۲ـ امتیاز نظرسنجی از بهره برداران مجتمع

نام پروژه : .....

نام سازنده : .....

۱ـ تعداد واحدهای مجتمع .....

۲ـ تعداد پرسشنامه‌های پاسخ داده شده از طرف بهره برداران.....

۳ـ امتیاز نهایی :

۱ـ۳ـ امتیاز نهایی بدست آمده از پرسشنامه ۱ـ۲ـ .....

۲ـ۳ـ امتیاز نهایی بدست آمده از پرسشنامه ۲ـ۲ـ .....

۳ـ۳ـ امتیاز نهایی بدست آمده از پرسشنامه ۳ـ۲ـ .....

۴ـ۳ـ امتیاز نهایی بدست آمده از پرسشنامه ۴ـ۲ـ .....

جمع امتیاز نهایی حاصل از پرسشنامه نطرسنجی بهره‌برداران در پروژه .....

۴ـ فناوری ساخت (کل امتیاز ۲۵)

۵ـ سیستم ساخت را در موارد زیر توضیح دهید : (امتیاز هر بند براساس توضیحات و توجه به نقشه و محاسبات ارایه شده داده خواهد شد.)

پی : (۳ امتیاز)

اسکلت باربر : (۳ امتیاز)

سقف : (۳ امتیاز)

کف سازی : ( ۲ امتیاز)

جداکننده‌های داخلی : (۱/۵ امتیاز)

دیوارهای محیطی : (۲ امتیاز)

سیستم سرمایش و گرمایش : (۲ امتیاز)

نوع لوله‌های مصرفی : (۱/۵ امتیاز)

مسیر لوله‌کشی تأسیسات (از کف یا رایزر و غیره ) : (۲ امتیاز)

مزایا ، محاسن و یا نکات قابل توجه فناوری به کار رفته را توضیح دهید : (۵ امتیاز)

۵ـ مستندسازی تجربیات و تهیه مشخصات فنی ـ ملکی ، به گواهی هیات مدیره یا ساکنین ساختمان : ( به ازای هر مورد ۵ امتیاز در نظر گرفته شود)
۱ـ۵ـ تهیه و تدوین شناسنامه فنی پروژه :
۲ـ۵ـ تهیه نقشه‌های چون ساخت ساختمان‌های احداثی

امتیاز .....

امضا مجری انبوه‌ساز امضا کمیته ارزیاب

**کاربرگ شماره**
**۳**
**کد واحد**

**۳ـ** جمع‌بندي امتياز نتايج ارزيابي مجري انبوه‌ساز مسکن

**نام شرکت : .....**
**نام تکمیل کاربرگ: .....**
**آدرس و محل مدیرعامل : .....**

جمع‌بندی امتیاز مربوط به تکمیل پرسشنامه‌ها :

| ردیف | نام مجتمع مسکونی * | تعداد واحد | زیربنای کل ساختمان | تاریخ تکمیل | امتیاز پرسشنامه فعالیت‌های حرفه‌ای | امیتاز پرسشنامه نظرخواهی ساکنان | امتیاز کل ** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | | | | | | | |
| ۲ | | | | | | | |
| ۳ | | | | | | | |
| ۴ | | | | | | | |
| ۵ | | | | | | | |
| ۶ | | | | | | | |
| ۷ | | | | | | | |
| ۸ | | | | | | | |
| ۹ | | | | | | | |
| ۱۰ | | | | | | | |
| ۱۱ | | | | | | | |
| ۱۲ | | | | | | | |

مجموع ا

امضا کمیته

---

* صرفا پروژه‌های تکمیل شده در طی ده سال منتهی به سال ارزیابی واحد انبوه‌ساز در نظر گرفته شود.

** امتیاز کل بر مبنای حاصل جمع امتیاز کاربرگ شماره ۱ و کاربرگ شماره ۲ ضربدر تعداد واحد پروژه تقسیم بر عدد ۱۰۰ به دست می‌آید.

ماده ۱۱ ـ حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال کاردانها و دیپلمه‌های فنی و معماران تجربی موضوع ماده ۲۹ آیین‌نامه اجرایی

در اجرای‌ماده ۲۹ آیین‌نامه‌اجرایی به‌منظورتعیین‌حدودصلاحیت و ظرفیت‌اشتغال دارندگان‌مدرک‌تحصیلی کاردانی و دیپلم فنی و همچنین‌معماران‌تجربی، برحسب فعالیت‌های‌فنی دربخش‌اجرای‌ساختمان و براساس پیچیدگی عوامل و حجم کار در سراسر کشور، ساختمانها به سه گروه «یک» «دو» و «سه» به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند. گروه‌بندی‌های فوق همان گروه‌بندی «الف»، «ب» و «ج» مندرج در ماده ۲۹ آیین‌نامه اجرایی است که برای اجتناب از اشتباه با گروه ساختمانهای موضوع ماده ۱۲ همین آیین‌نامه، گروه «یک» ، «دو» و «سه» ذکر شده است.

ساختمانهای گروه یک ـ ساختمانهای حداکثر تا ۴۰۰ مترمربع زیربنا و دو طبقه از روی شالوده در مقیاس محله.

ساختمانهای گروه دو ـ ساختمانهای حداکثر تا ۶۰۰ مترمربع زیربنا و سه طبقه از روی شالوده در مقیاس محله.

ساختمانهای گروه سه ـ ساختمانهای حداکثر تا ۸۰۰ مترمربع زیربنا و چهار طبقه از روی شالوده درمقیاس محله.

۱۱-۱ دارندگان مدرک تحصیلی کاردانی فنی، دیپلم فنی، و همچنین معماران تجربی در صورت قبولی در آزمون علمی و عملی مربوط در یکی از رشته‌های موضوع قانون براساس ماده ۲۶ آئین نامه اجرایی و ارایه مدارک طبق ماده ۲۷ و رعایت مفاد ماده‌های ۲۸و ۳۱ پروانه اشتغال به کار اجرای ساختمان دریافت خواهند نمود.

۱۱-۲ گواهی سابقه کار اجرایی و تجربه عملی متقاضی در صورتی معتبر شناخته خواهد شد که توسط واحدهای فنی وزارتخانه‌ها، سازمانهای دولتی یا وابسته به دولت، شهرداریها، شخصیت‌های حقوقی شاغل در رشته‌های موضوع «قانون»، شرکت‌های ساختمانی یا اشخاص حقوقی که دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی می‌باشند و یا توسط دو نفر از مهندسان با بیش از ده سال سابقه کار دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی و یا توسط «سازمان استان» مورد تایید قرار گیرد و موارد زیر در آن درج شده باشد :

۱۱-۲-۱ نام ، محل ، مشخصات پروژه و مسوولیت متقاضی در پروژه.

۱۱-۲-۲ مدت اشتغال متقاضی با ذکر تاریخ شروع و خاتمه کار.

۱۱-۲-۳ نام و مشخصات تحصیلی متقاضی

۱۱-۲-۴ نام ، مشخصات ، سمت و شماره «پروانه اشتغال» شخص حقیقی یا حقوقی صادرکننده گواهی.

۱۱-۳ برای متقاضیانی که در بیش از یک رشته دارای شرایط اخذ « پروانه اشتغال » می‌باشند یا بعدا صلاحیت جدید کسب نمایند فقط یک « پروانه اشتغال » صادر می‌شود و انواع صلاحیت‌ها و تاریخ احراز آن در پروانه اشتغال درج خواهد شد.

۱۱-۴ حدودصلاحیت و ظرفیت‌اشتغال کاردانهای‌فنی در اجرای‌ساختمان به شرح جدول شماره ۸ تعیین‌می‌گردد.

جدول شماره ۸ : ظرفیت اشتغال کاردانهای فنی دراجرای ساختمان که جزو شرکای شاغل دفتر مهندسی اجرای ساختمان می‌باشند در هربرش‌زمانی

| پایه کاردان فنی | پایه ۳ | پایه ۲ | پایه ۱ |
|---|---|---|---|
| گروه‌های ساختمانی | یک | یک و دو | یک ، دو و سه |
| ظرفیت اشتغال به کار براساس مساحت زیربنا در هر مقطع زمانی | ۴۰۰ متر مربع | ۶۰۰ مترمربع | ۸۰۰ مترمربع |
| حداکثر تعداد واحدهای ساختمانی همزمان | ۲ | ۲ | ۲ |

۱۱-۵ حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال دیپلمه‌های فنی و معماران تجربی در اجرای ساختمان به شرح جدول شماره ۹ تعیین می‌گردد.

جدول شماره ۹ : ظرفیت‌اشتغال دیپلمه‌های فنی و معماران تجربی دراجرای ساختمان که جزو شرکای شاغل دفتر مهندسی اجرای ساختمان می‌باشند در هر برش زمانی

| پایه معمار تجربی | پایه ۳ | پایه ۲ | پایه ۱ |
|---|---|---|---|
| تعداد طبقات | تا ۲ طبقه ارتفاع از روی شالوده ساختمان | تا ۳ طبقه ارتفاع از روی شالوده ساختمان | تا ۳ طبقه ارتفاع از روی شالوده ساختمان |
| ظرفیت اشتغال به کار براساس مساحت زیربنا در هر مقطع زمانی | ۳۰۰ متر مربع | ۴۰۰ مترمربع | ۵۰۰ مترمربع |
| حداکثر تعداد واحدهای ساختمانی | ۲ | ۲ | ۲ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| همزمان | | | |

۱۱-۶ کاردانها و دیپلمه‌های فنی و معماران تجربی دارای پروانه اشتغال می‌توانند به عنوان شریک، در دفتر مهندسی اجرای ساختمان در چارچوب ضوابط و مقررات دفتر فعالیت نمایند این اشخاص در مقابل مسوول دفتر پاسخگو بوده و مسوولیت کارهای اجرایی در مقابل صاحب‌کار یا صاحب‌کاران برعهده مهندس مسوول دفتر خواهد بود، این مسؤولیت رافع مسؤولیت قانونی اشخاص مذکور نمی باشد ، در این صورت به ازا هر کاردان فنی معادل ۱۰ درصد و برای هر دیپلمه فنی یا معمار تجربی معادل ۵ درصد و حداکثر تا ۴۰ درصد ظرفیت اشتغال دفتر مذکور افزایش خواهد یافت.

۱۱-۷ چنانچه کاردانهای فنی رشته های معماری و عمران و معماران تجربی بخواهند در حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال خود به عنوان مجری فعالیت نمایند باید به صورت شریک دفتر اجرای ساختمان اشتغال به کار داشته باشند و با مسؤولیت مسؤول دفتر اجرای ساختمان نسبت به ارائه خدمات اجرایی اقدام نمایند، این مسؤولیت رافع مسؤولیت شرکای مذکور نخواهد بود ، در این حالت حداکثر تعداد مجریان کاردانی فنی و معمار تجربی شریک دفتر مهندسی اجرای ساختمان ۶ نفر خواهد بود و ظرفیت اشتغال آنان حسب مورد طبق جداول شماره ۸ و ۹ می باشد.

۱۱-۸ کاردانها و دیپلمه‌های فنی و معماران تجربی دارای پروانه اشتغال می‌توانند به عنوان عضو هیات مدیره یا شاغل در مجریان حقوقی و انبوه سازان در چهارچوب ضوابط و مقررات مجری حقوقی فعالیت نمایند.

۱۱-۹ در موارد زیر «پروانه اشتغال» حسب مورد فاقد اعتبار شناخته شده و یا اعتبار آن معلق یا ابطال خواهد شد:

۱۱-۹-۱ فوت دارنده « پروانه اشتغال ».

۱۱-۹-۲ حجر دارنده « پروانه اشتغال » تا زمانی که رفع حجر نشده باشد.

۱۱-۹-۳ عدم تمدید یا تجدید « پروانه اشتغال » و یا عدم پرداخت وجوه و عوارض مقرر، ظرف مدت یک ماه از تاریخ انقضای مهلت.

۱۱-۹-۴ محکومیت قطعی ، دارنده « پروانه اشتغال » به مجازات انتظامی و مجازاتی که کیفر تبعی آن محرومیت از حقوق اجتماعی باشد، تا انقضای مدت محرومیت از حقوق اجتماعی.

۱۱-۹-۵ در صورتی که دارنده « پروانه اشتغال » به موجب رای قطعی شورای انتظامی محکوم به محرومیت از کار شود، (در مدت محرومیت از کار).

۱۱-۹-۶ در صورت عدم توجه به ابلاغیه‌ها و اطلاعیه‌های قانونی وزارت مسکن و شهرسازی.

۱۱-۹-۷ قطع عضویت کاردانهای فنی از « کانون استان » یا اخراج از آن.

۱۱- ۹-۸ در صورتی که پروانه اشتغال فاقد اعتبار شود یا اعتبار آن معلق شده باشد ، در این صورت دارنده پروانه اشتغال فقط برای ادامه کارها و مسوولیت‌هایی که قبلا به عهده گرفته است اجازه فعالیت خواهد داشت.

ماده ۱۲ـ طرح و ساخت ساختمان موضوع ماده ۲۰ آیین‌نامه ماده ۳۳

دفاتر مهندسی طراحی ساختمان و طراحان حقوقی ساختمان که صلاحیت و توانایی طراحی و اجرای ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی را به صورت توام دارند، می‌توانند از وزارت مسکن و شهرسازی درخواست صلاحیت طرح و ساخت، نمایند. شرایط عمومی متقاضیان اخذ صلاحیت طرح و ساخت ساختمان به شرح زیر است :

۱۲-۱ انحصارا مجری طرحهایی باشند که خود تهیه و ارایه می‌نمایند.

۱۲-۲ تمامی شرایط ، ضوابط و مقررات مربوط به صلاحیت حرفه‌ای ، تعداد شاغلین مورد نیاز و انجام تعهدات و ارایه تضمین‌های لازم مندرج در بخش طراحی و اجرای ساختمان این مجموعه شیوه‌نامه را داشته باشند.

۱۲-۳ دارندگان صلاحیت طرح و ساخت نمی‌توانند نسبت به ارایه خدمات نظارت اقدام نمایند.

۱۲-۴ دارندگان صلاحیت طرح و ساخت به غیراز طرحی که خود مجری آن می‌باشند نمی‌توانند نسبت به ارایه خدمات طراحی دیگر اقدام نمایند.

۱۲-۵ رعایت ظرفیت اشتغال تعیین شده برای خود را بنمایند به ترتیبی که زیربنای کارهای اجرایی در دست اقدام نباید از ظرفیت اشتغال تعیین شده برای آنان حسب شاغل بودن در دفتر مهندسی طرح و ساخت یا شخص حقوقی طرح و ساخت حسب مورد از جداول شماره ۵ تجاوز نماید.

۱۲-۶ ظرفیت اشتغال دفاتر مهندسی طرح و ساخت عینا همان ظرفیت اشتغال مندرج در جدول شماره ۵ می‌باشد.

۱۲-۷ ظرفیت اشتغال اشخاص حقوقی دارای صلاحیت طرح و ساخت عینا همان ظرفیت اشتغال مندرج در جدول شماره ۶ می‌باشد.

ماده ۱۳- عملیات اجرایی تمامی ساختمانهایی که در حوزه شمول موضوع ماده ۴ قانون قراردارند باید تحت نظارت ناظران حقیقی یا حقوقی با رعایت شرایط زیر انجام پذیرد :

۱-۱۳ ناظران حقیقی و حقوقی برای اشتغال در بخش نظارت بر اجرای ساختمان باید در خواست خود را تسلیم سازمان استان یا دفتر نمایندگی آن نموده و سازمان استان وفق مفاد ماده ۲۴ آیین‌نامه ماده ۳۳ به منظور ارجاع مناسب کار نظارت به ناظران وحفظ شئون حرفه‌ای و عدالت ناشی از ارجاع کار به آنان، ضمن رعایت حدود صلاحیت مندرج در مواد ۱۱ لغایت ۱۵ آیین‌نامه اجرایی، براساس ماده ۱۶ مندرج در این فصل نسبت به تعیین ناظران هر ساختمان اقدام خواهند نمود.

۲-۱۳ ناظران ساختمان مکلفند عملیات‌ساختمانی را که توسط مجری و تحت نظارت آنها احداث می‌شود در حیطه صلاحیت مندرج درپروانه خود ازلحاظ انطباق‌ساختمان بامشخصات مندرج درپروانه، نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات‌فنی منضم به آن و مقررات ملی ساختمان براساس شرح خدمات مصوب مهندسان رشته ساختمان نظارت کرده و در پایان کار مطابقت عملیات اجرایی ساختمان را با مدارک فوق، گواهی نمایند.

۳-۱۳ ناظران حقیقی و حقوقی مکلفند براساس، شیوه‌نامه‌ها، بخش نامه‌ها و ضوابط و مقررات ابلاغی توسط وزارت مسکن و شهرسازی و رعایت شئون حرفه‌ای و اخلاقی نسبت به ارایه خدمات مهندسی اقدام نمایند.

۴-۱۳ نظر به اینکه براساس مفاد فصل سوم این مجموعه شیوه‌نامه ، مجری‌موظف است بطور تمام وقت در کارگاه ساختمانی حضورفعال داشته و تا زمانیکه به عنوان مجری ساختمان اشتغال به‌کار دارد، نمی‌تواند به کار دیگری اشتغال داشته باشد به همین منظور سازمان استان موظف است از ارجاع کار نظارت به دفتر مهندسی اجرای ساختمان و مجری حقوقی خودداری کند.

۵-۱۳ صاحب‌کار نمی‌تواند ناظر ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی خود باشد.

۶-۱۳ در محل‌هایی که ناظر ساختمان به تعداد کافی نباشد یا وجود نداشته باشد طبق مفاد ماده ۱۸ این مجموعه شیوه‌نامه باید عمل شود.

۷-۱۳ به منظور ایجاد هماهنگی در کارهای نظارت ناظران حقیقی و حقوقی رشته‌های مختلف ساختمان و ارسال گزارشهای مراحل اصلی کار حاصل از بازدیدهای مکرر ناظران از عملیات اجرایی

ساختمان به مرجع صدور پروانه ساختمان و سازمان استان، که باید براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان انجام پذیرد، ناظران رشته‌های معماری، عمران، برق و مکانیک و ناظر هماهنگ کننده که یکی از ناظران رشته‌های معماری یا عمران همان کار خواهد بود، توسط سازمان استان تعیین و به صاحب کار، شهرداری و مجری ساختمان معرفی می‌شوند. ناظر هماهنگ‌کننده هر ساختمان باید گزارش پایان هر یک از مراحل اصلی کار خود و سایر ناظران را وفق مفاد ماده ۲۳ آیین‌نامه ماده ۳۳ و ترتیبات تبصره همین ماده به شرحی که در ذیل این بند ذکر می‌شود به مرجع صدور پروانه ساختمان و سازمان استان تسلیم نموده و چنانچه در حین اجرای ساختمان با تخلفی برخورد نماید و یا سایر ناظران به او اعلام دارند مراتب را به سازمان استان، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام نماید.

۱۳-۷-۱ گزارش‌های مربوط به ساختمانهای گروه «الف و ب»

الف) گزارش وضعیت همجواری محل ساختمان و اعلام شروع عملیات ساختمانی؛

ب) گزارش تایید تحکیم و پایدارسازی همجواری‌ها و پایان پی‌سازی ساختمان؛

پ) گزارش پایان اسکلت و سقف‌های ساختمان و اعلام وضعیت مجاری تأسیساتی؛

ت) گزارش پایان سفت‌کاری ساختمان؛

ث) گزارش پایان عملیات تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی توکار و موتورخانه ساختمان؛

ج) گزارش پایان عملیات نازک‌کاری ساختمان؛

چ) گزارش پایان عملیات روکار تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی ساختمان؛

ح) گزارش پایان عملیات اجرای ساختمان.

۱۳-۷-۲ گزارش‌های مربوط به ساختمانهای گروه « ج و د»

الف) گزارش وضعیت همجواری محل ساختمان و اعلام شروع عملیات ساختمانی؛

ب) گزارش تایید تحکیم و پایدارسازی همجواری‌ها و پایان پی‌سازی ساختمان؛

پ) گزارش پایان اسکلت و سقف‌های زیرزمین یا زیرزمین‌ها و اعلام وضعیت مجاری و محل‌های تأسیسات عمومی و آسانسور ساختمان ؛

ت) گزارش پایان اسکلت و سقف‌ها تا طبقه میانی ساختمان از روی زمین و اعلام وضعیت مجاری تأسیساتی؛

ث)گزارش پایان اسکلت و سقف‌های ساختمان تا طبقه اخر آن و اعلام وضعیت مجاری تأسیساتی؛

ج) گزارش پایان عملیات سفتکاری ساختمان؛

چ) گزارش پایان عملیات توکار تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی ساختمان اعم از موتورخانه، آسانسور، تجهیزات و تسهیلات عمومی، برق اضطراری، لوله‌گذاری، لوله کشی گاز و غیره.

ح) گزارش پایان نماسازی‌های خارجی ساختمان؛

خ) گزارش پایان نازک‌کاری‌های داخلی ساختمان؛

د) گزارش پایان عملیات تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی عمومی ساختمان مانند موتورخانه، آسانسور، تابلوهای برقی، گازوغیره؛

ذ) گزارش پایان نصب لوازم و تجهیزات بهداشتی، ایمنی، حفاظتی و تأسیسات روکار برقی و مکانیکی ساختمان.

ر) گزارش پایان عملیات اجرایی ساختمان.

ماده ۱۴ ـ ناظران حقیقی

۱-۱۴ چنانچه مهندسان دارای پروانه اشتغال حقیقی، عضو دفتر مهندسی یا عضو شخص حقوقی نباشند، می‌توانند مجموعه خدمات مهندسی خود را در زمینه نظارت بر اجرای ساختمان به ترتیبی که در این شیوه‌نامه معین شده است ، ارایه نمایند.

۱-۱-۱۴ چنانچه ناظران حقیقی بخواهند بخشی از خدمات مهندسی خود را به موجب ماده ۲۵ آیین‌نامه ماده ۳۳ در زمینه طراحی ارایه نمایند، می‌توانند در صورت داشتن صلاحیت جزو شرکای یکی از دفاتر مهندسی موضوع ماده ۹ آیین‌نامه اجرایی و ماده ۹ آیین‌نامه ماده ۳۳ در بخش طراحی شده و مراتب شراکت خود را کتبا به طور همزمان به وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان استان، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام نمایند. اشخاص مذکور باید همزمان با ارجاع هر کار طراحی به آنان مشخصات ملکی ساختمان و زیربنای آن را به سازمان استان اعلام نموده و رعایت ظرفیت اشتغال به کار خود را در طراحی و نظارت بنمایند به طوریکه ظرفیت اشتغال طراحی ( زیربنا و تعداد کار ) استفاده شده دفاتر ۲ نفره و بیشتر براساس جدول شماره ۲ تقسیم بر مجموع درصد افزایش ظرفیت اشتغال مندرج در همین جدول به اضافه ظرفیت اشتغال نظارت استفاده شده براساس جدول شماره ۱ از ظرفیت اشتغال مندرج در جدول شماره ۱ تجاوز ننماید.

۱۴- ۲ حدود صلاحیت ناظران حقیقی

۱۴-۲-۱ حدودصلاحیت ناظران‌حقیقی دارای پروانه اشتغال نظارت در پایه‌های سه ، دو ، یک و ارشد به شرح جدول ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی و نحوه عمل به همین ماده موضوع ماده ۱۸ مندرج در فصل پنجم این مجموعه شیوه‌نامه می‌باشد.

۱۴-۳ ظرفیت اشتغال نظارت اشخاص حقیقی :

۱۴-۳-۱ چنانچه‌مهندسان دارای پروانه اشتغال مجموعه خدمات مهندسی خود را، فقط در بخش نظارت برساختمان ارایه نمایند، ظرفیت اشتغال آنان به صورت دوره‌ای و در یک برش زمانی در پایه‌های سه ، دو ، یک و ارشد محاسبه شده و به شرح جدول شماره ۱ فصل دوم این مجموعه شیوه نامه می باشد . (شروع دوره از آغاز اجرای‌ساختمان تا تحویل گزارش پایان‌کارساختمان توسط ناظر هماهنگ‌کننده به مرجع صدور پروانه ساختمان می‌باشد).

۱۴-۳-۲ ظرفیت اشتغال و تعداد کار ناظران حقیقی ساختمان ، موضوع جدول شماره ۱ این مجموعه شیوه‌نامه ، در هر استان با توجه به شرایط استان و تعداد دارندگان صلاحیت در رشته های مختلف ساختمان می‌تواند به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیات سه نفره حداکثر تا ۲۰ درصد افزایش یا کاهش یابد.

۱۴-۳-۳ ظرفیت اشتغال و تعداد کار ناظران حقیقی که خارج از کارهای ساختمانی مربوط به این مجموعه شیوه‌نامه شاغل تمام وقت نباشند و تعهد نمایند در طول مدت یکسال آینده شغل تمام‌وقت دیگری را تقبل نکنند و مراتب مورد تایید هیات‌مدیره سازمان استان باشد، حداکثر تا ۵۰ درصد به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیأت سه‌نفره افزایش می‌یابد.

۱۴-۳-۴ ناظرانی که تمایل به انجام کار نظارت در نقاط محروم و فاقد ناظر به تعداد کافی باشند ، به پیشنهاد هیات مدیره سازمان استان و تصویب هیأت سه نفره تا ۵۰ درصد ظرفیت آنان و تعداد کارها درمناطق محروم اضافه خواهدشد.

۱۴-۳-۵ تا زمانی که دوره نظارت پروژه‌ای به پایان نرسیده باشد ، آن پروژه جزو ظرفیت و تعداد کارهای ناظر محسوب می‌گردد. بنابراین ناظر حقیقی زمانی می‌تواند مسوولیت نظارت پروژه دیگری را تقبل نماید که گزارش پایان آن کار به مرجع صدور پروانه ساختمان و سازمان استان رسیده باشد.

۱۴- ۴ مقررات عمومی مربوط به ناظران حقیقی

۱۴-۴-۱ چنانچه ناظران حقیقی براساس مفاد این مجموعه شیوه‌نامه درخواست فعالیت در زمینه اجرای ساختمان نمایند، باید دوره نظارت و طراحی کلیه کارهای در دست اقدام آنان به پایان رسیده باشد تا بتواند نسبت به اخذ مجوز دفتر اجرای ساختمان یا پروانه اشتغال مجری حقوقی از سازمان مسکن وشهرسازی نمایند.

۱۴-۴-۲ چنانچه ناظران‌حقیقی بر اساس مفاد این شیوه نامه درخواست فعالیت در زمینه طراحی ساختمان نمایند ، باید نسبت به اخذ مجوز دفتر مهندسی طراحی یا طراح حقوقی ساختمان از سازمان مسکن وشهرسازی نمایند ، در این صورت مجموع زیربنا و تعداد کار طراحی در طول یکسال ودر عین حال مجموع زیربنا و تعداد کار طراحی و نظارت توامان آنان در هر برش زمانی نباید حسب مورد از ظرفیت اشتغال و تعداد کار مندرج در جداول شماره ۱ و ۲ تجاوز نماید.

۱۴-۴-۳ ناظران حقیقی در بخش نظارت بر ساختمانهایی که به موجب این شیوه نامه ، استفاده مجری در آنها الزامی است ، مکلفند نسبت به اجرای ساختمان توسط مجری اطمینان حاصل نمایند و شروع هرگونه عملیات ساختمانی که مشمول شیوه نامه مجریان می شود ، منوط به داشتن مجری ومعرفی وی به ناظران حقیقی می‌باشد. « پروانه ساختمان و مجوز شروع عملیات ساختمانی بایددارای امضای همه ناظران و ناظر هماهنگ کننده پروژه ساختمان و مجری باشد . »

۱۴ـ۴ـ۴ـ چنانچه به دلیل پایان یافتن مدت قرارداد یا فسخ یا ابطال آن و یا فوت، حجر، ناتوانی ناظر حقیقی «درصورت تایید مراجع قانونی» یا سلب صلاحیت قانونی وی و نظایر آن ، ادامه کار ناظر حقیقی غیر ممکن شود، عملیات ساختمانی متوقف شده و شروع مجدد آن منوط به وجود ناظر جدید خواهد بود. در این گونه موارد مرجع صدور پروانه ساختمان موظف است تا معرفی ناظر حقیقی جدید توسط سازمان استان ، از ادامه کار ساختمان جلوگیری بعمل آورد و سازمان استان نیز موظف است پس از عقد قرارداد جدید با صاحب‌کار نسبت به معرفی ناظر یا ناظران جدید اقدام نماید.

۱۴-۴-۵ در صورتی که اجرای پروژه بدون قصور ناظر حقیقی به هر دلیل بیش از ۱۵ درصد مدت مندرج در قرارداد به تاخیر افتد و زمان این تعلیق کار از شروع تا پایان مدت آن ، مورد تایید سازمان استان قرار گیرد، ناظر حقیقی مجاز خواهد بود تا تعیین تکلیف کار، نسبت به ارایه خدمات مهندسی پروژه دیگری در حدود ظرفیت تعیین شده از طریق سازمان استان اقدام نماید.

۱۴-۴-۶ در صورتی که نظارت کارهای ساختمانی به دلایلی خارج از قصور ناظران حقیقی نیاز به زمانی بیش از زمان اعلام شده در قرارداد داشته باشد ، ناظر هماهنگ‌کننده موظف است حداکثر دو ماه مانده به پایان مدت قرارداد مراتب را به صاحب‌کار، سازمان استان، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام و از سازمان استان درخواست تمدید قرارداد با صاحب‌کار و ناظران را نماید. سازمان استان نیز با صاحب‌کار یا

صاحبان‌کارو ناظران تمدید قرارداد می‌نماید. در صورتی که بنا به دلایلی ناظران در پایان مدت قرارداد از تمدید قرارداد خودداری نمایند و مراتب با توجه به دلائل و اظهارات آنان مورد تایید سازمان استان قرارگیرد ناظران موظفند مراتب خاتمه کار خود را همراه با ارایه کارهای انجام شده و گزارش وضعیت کار در مقطع پایان مدت قرارداد به سازمان استان ، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام نمایند. در این حالت ناظران مسوولیتی نسبت به کارهایی که بعداز اتمام قرارداد انجام می‌شود ، نخواهند داشت و کار مورد بحث از ظرفیت‌اشتغال آنان خارج می‌شود. بدیهی است مسوولیت کلیه امور نظارتی کارهای انجام شده در مدت قرارداد با توجه به گزارش‌های اعلام‌شده به مرجع صدور پروانه ساختمان به عهده ناظران خواهد بود و در صورتی که صاحب‌کار یا صاحبان کار از تمدید قرارداد با سازمان خودداری نمایند ، عملیات اجرایی ساختمان با اعلام سازمان استان به مرجع صدور پروانه ساختمان تا معرفی ناظران جدید متوقف خواهد گردید.

ماده ۱۵ـ ناظران حقوقی

ارایه خدمات نظارت‌ساختمانها ، مجتمع‌ها و مجموعه‌های ساختمانی‌که بودجه آن ازمحل بودجه‌عمومی کشورنمی‌باشد (غیر دولتی) توسط شرکتهای‌خصوصی و وابسته به دولت، تعاونی و دفتر فنی موسسات و نهادهای عمومی غیر دولتی که دارای سابقه نظارت‌ساختمان بوده و مشمول ذکر نام شده‌اند موضوع مواد ۱۴ و ۱۵ آیین‌نامه اجرایی، منوط به احراز صلاحیت و تعیین ظرفیت اشتغال از وزارت مسکن و شهرسازی براساس شرایط زیر می‌باشد.

۱۵-۱ شرایط احراز صلاحیت ناظران حقوقی

۱۵-۱-۱ شرکتها باید به یکی از صور مندرج در قانون تجارت، در اداره ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی به ثبت رسیده و تاسیس‌آنها در روزنامه‌رسمی‌کشور آگهی شده باشد. موسسات و نهادهای عمومی غیردولتی نیز اقدام به تاسیس واحدهای سازمانی فنی خاص برای انجام نظارت ساختمان نموده و تشکیلات سازمانی آنها به تصویب مراجع صلاحیت‌دار رسیده باشد.

۱۵-۱-۲ در موضوع شرکت، انجام و عرضه خدمات نظارت ساختمان درج شده باشد.

۱۵-۱-۳ ناظر حقوقی عضو سازمان استان باشد.

۱۵-۱-۴ حداقل دو نفر از اعضای هیات‌مدیره شرکت یا مدیران واحد فنی باید دارای پروانه اشتغال نظارت ساختمان در رشته مورد درخواست بوده و جزو شاغلان تمام‌وقت فنی تعریف شده در این شیوه‌نامه نباشند.

۱۵-۱-۵ مدیرعامل شرکت یا مسوول واحد فنی که پروانه حقوقی به نام او صادر می‌گردد، باید دارای پروانه اشتغال مهندسی نظارت ساختمان در یکی از رشته‌های موضوع قانون بوده و جزو شاغلان تمام‌وقت تعریف شده در این شیوه‌نامه نباشد.

۱۵-۲ حدود صلاحیت ناظران حقوقی:

۱۵-۲-۱ حدود صلاحیت ناظران حقوقی برای انجام خدمات نظارت‌ساختمان در رشته‌های هفتگانه ساختمان‌باتوجه‌به صلاحیت اشخاص‌حقیقی آن و با رعایت‌بندهای مشروح زیر در هر رشته و در پایه‌های سه ، دو ، یک و ارشد برای مهندسان رشته‌های معماری ، عمران، تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی حسب مورد به شرح تبصره (۱) ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی و جدول شماره (۱۳) این مجموعه شیوه‌نامه و برای مهندسان رشته‌های شهرسازی ، نقشه‌برداری و ترافیک به شرح شیوه‌نامه مصوب وزارت مسکن و شهرسازی می‌باشد.

۱۵ - ۲-۲ چنانچه در هررشته از رشته‌های‌ساختمان تعداد اعضای هیات‌مدیره‌شرکت یا مدیران واحد فنی بیش از یک‌نفر در آن رشته باشد صلاحیت‌شخص حقوقی براساس پایه دارنده بالاترین درجه پروانه اشتغال در آن رشته تعیین می‌شود.

۱۵ - ۲-۳ ناظران حقوقی ساختمان برای انجام نظارت ساختمان‌های ویژه و مجموعه‌های ساختمانی باید دارای صلاحیت رشته‌های هفت‌گانه ساختمان مندرج در قانون باشند و یا از طریق همکاری با سایر ناظران حقوقی ساختمان نسبت به تکمیل صلاحیت رشته‌های دیگر خود اقدام نمایند.

۱۵-۳ ظرفیت اشتغال ناظران حقوقی:

ظرفیت اشتغال ناظران حقوقی که فقط در بخش نظارت ساختمان فعالیت دارند و نسبت به نظارت بر اجرای رشته‌های مهندسی ساختمان می‌پردازند، طی یک دوره که از شروع اجرای ساختمان تا پایان اجرای ساختمان و ارسال گزارش پایان‌کار و تایید آن توسط مدیرعامل شخص حقوقی می‌باشد به شرح جدول شماره ۴ و تعداد کار مجاز آنان برابر همان تعدادکار مندرج در بند ۶ـ۳ـ۱ این مجموعه شیوه‌نامه می‌باشد.

۱۵-۳-۱ چنانچه ناظران حقوقی دارای صلاحیت نظارت در یک یا چند رشته ساختمان باشند ظرفیت اشتغال آنان به شرح بند ۳ـ۵ این مجموعه شیوه‌نامه خواهد بود.

۱۵-۳ - ۲ ظرفیت اشتغال و تعداد کار ناظران حقوقی ساختمان ، در هر استان با توجه به شرایط استان و تعداد دارندگان پروانه اشتغال ، می‌تواند به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیات سه نفره حداکثر تا ۲۰ درصد افزایش یا کاهش یابد.

۱۵-۳-۳ ظرفیت اشتغال و تعداد کار ناظران حقوقی که خارج از کارهای ساختمانی مربوط به این مجموعه شیوه‌نامه شاغل تمام وقت نباشند و تعهد نمایند در طول مدت یکسال آینده شغل تمام‌وقت دیگری را تقبل نکنند و مراتب مورد تایید هیات‌مدیره سازمان استان باشد، حداکثر تا ۵۰ درصد با تصویب هیات‌مدیره مذکور افزایش می‌یابد.

۱۵-۳-۴ ناظران حقوقی که تمایل به انجام کار نظارت در نقاط محروم و فاقد ناظر به تعداد کافی باشند در صورت پیشنهاد هیات مدیره سازمان استان و تصویب هیأت سه نفره تا ۵۰ درصد زیربنا و تعداد این نوع کارها جزو ظرفیت اشتغال این اشخاص منظور خواهد شد.

۱۵-۳-۵ تا زمانی که دوره نظارت پروژه‌ای به پایان نرسیده باشد ، آن پروژه جزو ظرفیت و تعداد کارهای ناظر حقوقی محسوب می‌گردد. بنابراین ناظر حقوقی زمانی می‌تواند نظارت پروژه دیگری را تقبل نماید که گزارش پایان کار آن به مرجع صدور پروانه ساختمان و به تأیید سازمان استان رسیده باشد.

۱۵-۴ وظایف عمومی مربوط به ناظران حقوقی

۱۵-۴-۱ چنانچه ناظران حقیقی شاغل در ناظرحقوقی یا واحدفنی که صلاحیت و ظرفیت اشتغال حقیقی آنان در پروانه ناظر حقوقی منظور شده است ، از ادامه‌کار با ناظر حقوقی منصرف شوند و یا ناظرحقوقی با رعایت‌ضوابط و مقررات قانونی از ادامه همکاری با آنان انصراف حاصل نماید ناظرحقوقی مکلف است مراتب را حداکثر ظرف مدت پنج روز به طور همزمان و به صورت کتبی به وزارت مسکن و شهرسازی ، سازمان استان ، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام نماید و حداکثر ظرف مدت ۱۰ روز پس از اعلام ، موظف است نسبت به معرفی ناظر یا ناظران حقیقی با همان صلاحیت و ظرفیت اشتغال اشخاص مستعفی به وزارت مسکن و شهرسازی اقدام نماید تا پروانه اشتغال وی تعویض گردد ، در این حالت ادامه کار اشخاص مستعفی به لحاظ تعیین میزان ظرفیت اشتغال به موجب نظام‌نامه‌ای خواهد بود که توسط سازمان تصویب و ابلاغ خواهد شد ، انصراف شاغلان ناظر حقوقی زمانی پذیرفته خواهد شد که ناظر حقوقی همزمان جایگزین او را با همان صلاحیت و ظرفیت به وزارت مسکن و شهرسازی معرفی نماید و یا کار نظارت در دست اقدام آنان به پایان رسیده باشد.

۱۵-۴-۲ چنانچه در ترکیب اعضای هیات مدیره و مدیرعامل شرکت یا مسوول واحد فنی ناظر حقوقی، تغییری حاصل شود ، ناظر حقوقی مکلف است مراتب را حداکثر ظرف مدت ۵ روز به مرجع مذکور در بند ۱۵ـ۴ـ۱ اعلام نماید در این حالت دارنده پروانه اشتغال ناظر حقوقی نمی تواند کار دیگری را بپذیرد و مراتب توسط وزارت مسکن و شهرسازی به مراجع ذی‌ربط ابلاغ می‌گردد.

۱۵-۴-۳ وزارت مسکن و شهرسازی حدود صلاحیت و میزان ظرفیت اشتغال ناظران حقوقی را در پروانه اشتغال آنها درج می‌نماید و ناظران حقوقی پس از پایان مدت اعتبار پروانه اشتغال، باید برای ارزیابی و بررسی صلاحیت و تعیین ظرفیت جدید خود و دریافت پروانه اشتغال به وزارت مذکور مراجعه نمایند.

۱۵-۴-۴ امضای مجاز ناظران حقوقی ذیل نقشه‌هایی چون‌ساخت و اسناد تعهدآور باید با مهری همراه باشد که نام‌کامل، شماره پروانه اشتغال، شماره عضویت سازمان استان، نام رشته‌ها ، نام مدیرعامل شرکت یا مدیر واحد فنی در آن درج‌شده باشد. ذکر نام مسوول کارگاه و شماره‌پروانه اشتغال‌به‌کار او در ذیل‌مدارک و نقشه‌های چون ساخت نیز الزامی است.

۱۵-۴-۵ اشتغال ناظران حقوقی در خارج از حدود صلاحیت و ظرفیت مندرج در پروانه تخلف از قانون محسوب و موجب اعمال مجازاتهای انتظامی مقرر در آیین‌نامه اجرایی می‌گردد.

۱۵-۴-۶ ارایه خدمات نظارت توسط ناظران حقوقی که مسوولیت بررسی یا تایید نقشه و یا امور مربوط به کنترل ساختمان و یا صدور پروانه همان پروژه را نیز عهده دارند ممنوع است و تخلف محسوب می‌شود.

۱۵-۴-۷ ناظران حقوقی در بخش نظارت بر ساختمانها یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی که به موجب این شیوه‌نامه ، استفاده مجری ساختمان‌در آنها الزامی است ،مکلفند نسبت به اجرای پروژه، توسط مجری اطمینان حاصل نمایند و شروع هر گونه عملیات اجرایی که مشمول شیوه‌نامه مجریان ساختمان می‌شود، منوط به داشتن مجری و معرفی وی به ناظران حقوقی توسط صاحب‌کار می‌باشد. «پروانه ساختمان و مجوز شروع عملیات ساختمانی باید دارای امضای مدیرعامل ناظر حقوقی ساختمان و مجری باشد».

۱۵-۴ -۸ در صورتی که صاحب‌کار، اجرای پروژه را بدون قصور ناظر حقوقی به هر دلیل بیش از ۱۵ درصد مدت مندرج در قرارداد به تاخیر اندازد و موضوع این تعلیق کار از بدو شروع تا پایان مدت مذکور مورد تایید سازمان استان قرار گیرد، ناظر حقوقی مجاز خواهد بود تا تعیین تکلیف کار، نسبت به ارایه خدمات مهندسی ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی دیگری در حدود ظرفیت تعیین شده از طریق سازمان استان اقدام نماید.

۱۵-۴-۹ در صورتی که نظارت پروژه به دلایلی خارج از قصور ناظران حقوقی نیاز به زمانی بیش از زمان اعلام شده در قرارداد داشته باشد ناظران حقوقی موظفند حداکثر تا دو ماه مانده به پایان مدت قرارداد نظارت ، مراتب را به صاحب‌کار، سازمان استان و مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام و از سازمان درخواست تمدید قرارداد نظارت نمایند و سازمان استان پس از اعلام مراتب به صاحب‌کار و طی مراحل مربوط به امور مالی و اداری باقیمانده نظارت کار ساختمان با ناظر حقوقی تمدید قرارداد می‌نماید. در صورتی که بنا به دلایلی صاحب‌کار یا ناظران حقوقی ، در پایان مدت قرارداد از تمدید قرارداد خودداری نماید و مراتب با توجه به دلایل و اظهارات آنان مورد تایید سازمان استان قرار گیرد، ناظران حقوقی موظفند مراتب خاتمه کار خود را همراه با ارایه کارهای انجام شده و گزارش وضعیت کار در مقطع پایان

مدت قرارداد به صاحب‌کار ، سازمان استان ، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام نمایند. در این حالت ناظران حقوقی مسوولیتی نسبت به کارهایی که بعد از اتمام قرارداد انجام می‌شود نخواهند داشت و کار مورد بحث از ظرفیت اشتغال آنان خارج می‌شود. مسوولیت کلیه کار های انجام شده در مدت قرارداد بعهده ناظران حقوقی خواهد بود.

۱۵-۴-۱۰ چنانچه به دلیل پایان یافتن مدت قرارداد یا فسخ یا ابطال آن و یا سلب صلاحیت یا به هر دلیل قانونی دیگر، ادامه کار ناظر حقوقی غیرممکن شود، عملیات ساختمانی متوقف شده و شروع مجدد آن منوط به وجود ناظر جدید خواهد بود. در این گونه موارد، مرجع صدور پروانه ساختمان موظف است از ادامه کار تا معرفی ناظر جدید جلوگیری بعمل آورد.

۱۵-۴-۱۱ ناظران حقوقی ، نمی‌توانند مجری باشند و انجام توامان آنها تخلف محسوب می‌گردد.

۱۵-۴-۱۲ چنانچه ناظران حقوقی که دارای صلاحیت طراحی ساختمان از وزارت مسکن و شهرسازی باشند بخواهند بخشی از خدمات مهندسی خود را به موجب ماده ۲۵ آیین‌نامه ماده ۳۳ در زمینه طراحی ارایه نمایند، مراتب را به صورت کتبی به سازمان استان اعلام می‌نمایند و همزمان با ارجاع هر کار طراحی به آنان مشخصات ملکی ساختمان و زیربنای آن را به سازمان‌استان اعلام نموده و رعایت ظرفیت‌اشتغال به کار تعیین‌شده را براساس مفاد بند ۳ ماده ۳ این مجموعه شیوه‌نامه بنمایند.

۱۵-۴-۱۳ مرجع صدور پروانه ساختمان و ناظران حقیقی و حقوقی ساختمانهایی که به موجب این شیوه‌نامه ، استفاده مجری ساختمان در آنها الزامی است، مکلفند نسبت به اجرای ساختمان توسط مجری اطمینان حاصل نمایند. لذا صدور پروانه ساختمانی و شروع هر گونه عملیات ساختمانی در محلهای مشمول این شیوه‌نامه مستلزم داشتن مجری ساختمان و معرفی وی به همراه یک نسخه قرارداد اجرای ساختمان به سازمان استان می‌باشد. پروانه ساختمان و مجوز شروع عملیات ساختمانی باید دارای امضای مجری ساختمان بوده و در دفتر مرجع صدور پروانه ساختمانی ثبت و نسخه‌ای از این مجوز به طور دایم در محل کارگاه برای کنترل ماموران ذی‌ربط نگهداری شود.

## ماده ۱۶ - نحوه ارجاع کار نظارت ساختمان به ناظران حقیقی و حقوقی ، گردش کار معرفی ناظران به صاحب‌کاران و شهرداری ، نحوه پرداخت حق‌الزحمه نظارت به ناظران و رفع اختلاف‌نظر بین ناظر و مجری

### ۱۶ـ۱ نحوه ارجاع کار نظارت ساختمان به ناظران حقیقی و حقوقی.

۱۶-۱-۱ سازمان‌استان به منظور تعیین ناظران حقیقی و حقوقی دارای صلاحیت از وزارت مسکن و شهرسازی که مایلند در زمینه کارهای نظارت ساختمان فعالیت نمایند، طبق اطلاعیه‌های مناسب موضوع نام‌نویسی از آنان را آگهی نموده و متعاقبا فهرست ناظران را به تفکیک‌رشته پروانه اشتغال تهیه و نسبت به امضای‌کاربرگ همکاری با سازمان‌استان اقدام‌می‌نماید

۱۶-۱-۲ اولویت بندی ارجاع کار نظارت ساختمان به ناظران حقیقی و حقوقی و نحوه اجرای آن طبق نظام نامه ای می‌باشد که توسط شورای مرکزی سازمان به سازمانهای استانها ابلاغ خواهد شد .

۱۶ـ۲ گردش کار معرفی ناظران به صاحب‌کاران و شهرداری

۱۶-۲-۱ صاحب‌کار ساختمان پس از مراجعه به مرجع صدور پروانه ساختمان و تشکیل پرونده ساختمان و دریافت دستور نقشه (مجوز تهیه نقشه) و مراجعه به طراح و تهیه طرح اولیه و اخذ تاییدیه طرح به لحاظ رعایت ضوابط شهرسازی از مرجع صدور پروانه ساختمان ، با در دست داشتن دفتر اطلاعات ساختمان تکمیل شده توسط طراح به همراه یکسری نقشه‌های اجرایی کامل، به سازمان استان مراجعه و ضمن معرفی مجری مورد نظر خود درخواست معرفی ناظران مربوط به ساختمان خود را می‌نماید.

۱۶-۲-۲ سازمان استان پس از کنترل صلاحیت و ثبت ظرفیت اشتغال طراح و مجری در دفاتر مربوطه و کنترل نقشه‌های تهیه شده به صورت کامل و همچنین بازبینی دفترچه اطلاعات ساختمان ارایه شده توسط طراح ، با توجه به ماده ۳۷ قانون و تبصره ۲ ماده ۲۴ آیین‌نامه ماده ۳۳ ، حق‌الزحمه نظارت ناظران، ناظرهماهنگ‌کننده و تهیه و صدور شناسنامه فنی و ملکی ساختمان ، حسب گروه ساختمان براساس قیمت‌های مندرج در جدول شماره ۱۰ فصل پنجم این مجموعه شیوه‌نامه را محاسبه و به صاحب‌کار اعلام می‌نماید.

۱۶-۲-۳ صاحب‌کار مبالغ مربوط به حق‌الزحمه فوق را در وجه سازمان استان واریز نموده و رسیدهای مربوطه را به سازمان استان تسلیم می‌نماید، (نحوه محاسبه حق‌الزحمه نظارت و تهیه و صدور شناسنامه فنی و ملکی در فصل پنجم این مجموعه شیوه‌نامه اعلام گردیده است) سازمان استان نیز پس از دریافت رسیدهای فوق نسبت به معرفی ناظران و تعیین ناظر هماهنگ‌کننده ساختمان به مرجع صدور پروانه ساختمان و صاحب‌کار اقدام می‌نماید.

۱۶-۲-۴ صاحب‌کار با در دست داشتن معرفی‌نامه مربوط به ناظران و ناظرهماهنگ‌کننده و مجری به همراه نقشه‌های اجرایی کنترل شده توسط سازمان استان جهت اخذ پروانه ساختمان به مرجع صدور پروانه ساختمان مراجعه می‌نماید.

۱۶-۲-۵ ادامه مراحل صدور شناسنامه فنی و ملکی توسط سازمان استان و سپس صدور پایان‌کار ساختمانی از طرف شهرداری در فصل ششم این مجموعه شیوه‌نامه ذکر شده است.

۱۶ـ۳ نحوه پرداخت حق‌الزحمه نظارت به ناظران

۱۶-۳-۱ سازمان استان معادل پنج درصد مبلغ حق نظارت واریزی صاحب‌کار به حساب سازمان استان را کسر و مابقی مبلغ را با توجه به مراحل اجرای پروژه به روشی که به تصویب سازمان استان خواهد رسید در ازای ارایه خدمات نظارت به ناظران پرداخت خواهد نمود.

۱۶ـ۴ رفع اختلاف نظر بین ناظر و مجری

۱۶-۴-۱ چنانچه در حین اجرای عملیات ساختمان ، در خصوص رعایت مقررات ملی ساختمان و همچنین اجرای نقشه‌ها و مشخصات فنی منضم به پروانه ساختمان و مسایل ناشی از اجرای کار در محل احداث بنا بین هر یک از ناظران و مجری اختلاف نظر بروز نماید، ابتدا ناظر هماهنگ‌کننده ، در خصوص اشخاص حقوقی مدیرعامل یا مسوول واحد فنی در جلسه‌ای با حضور ناظر ذی‌ربط و مجری نسبت به رسیدگی و حل و فصل مورد اختلاف از طریق داوری اقدام خواهد نمود.

۱۶-۴-۲- چنانچه داوری موضوع بند ۱۶ـ۴ـ۱ مورد تایید مجری یا ناظر ذی‌ربط قرار نگیرد در این حالت :

الف) اگر نظر ناظر هماهنگ‌کننده برای مجری قابل قبول نباشد و نسبت به رفع اشکال‌های مورد اختلاف اقدام ننماید ناظر هماهنگ‌کننده مراتب را جهت توقف عملیات اجرایی آن بخش از کار یا در صورت نیاز تمامی عملیات ساختمانی تا رفع اشکال‌های مورد نظر به مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام می نماید چنانچه مجری اعتراضی به این اقدام داشته باشد ضمن رعایت دستورات ابلاغی توسط ناظر هماهنگ‌کننده ، می‌تواند با مراجعه به کمیته داوری مستقر در سازمان‌استان ، متشکل از رییس سازمان استان یا نماینده وی ، رییس سازمان مسکن و شهرسازی استان یا نماینده وی و رییس گروه تخصص مربوط شکایت خود را مطرح و درخواست رسیدگی نماید. نظر کمیته داوری سازمان استان قطعی و برای طرفین لازم‌الاجرا می‌باشد.

ب) اگر نظر ناظر هماهنگ‌کننده مورد تایید ناظر ذی‌ربط نباشد ناظر مذکور موظف است حداکثر ظرف مدت ۴۸ ساعت موارد اختلاف را به کمیته داوری سازمان استان به طور کتبی منعکس نماید و کمیته مذکور نیز مکلف است بلادرنگ و حداکثر ظرف مدت ۲۴ ساعت به موضوع رسیدگی و اعلام نظر نماید. نظر کمیته داوری قطعی و برای طرفین لازم‌الاجرا است.

۱۶-۴-۳ ناظر هماهنگ‌کننده موظف است نظر کمیته داوری را اعم از رفع اشکالات و یا دستور توقف عملیات اجرایی به ترتیب به مجری و مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام نماید و نظر کمیته داوری را تا حصول نتیجه پیگیری کند.

۱۶-۴-۴ چنانچه به دلیل عدم حضور به موقع ناظر حقیقی یا حقوقی در محل اجرای ساختمان ، موجبات اخلال در کار اجرایی ساختمان فراهم شود، مجری می‌تواند موارد را با ارایه دلایل لازم به کمیته داوری سازمان استان اعلام و درخواست رسیدگی نماید در این خصوص نظر کمیته مذکور قطعی و لازم‌الاجرا می‌باشد.

مدارک مورد نیاز برای صدور پروانه اشتغال

طراحی ، اجرا و نظارت ساختمان بر اساس آیین‌نامه اجرایی و شیوه‌نامه‌ها

| ردیف | شرح | شخص حقوقی ماده ۱۴ و ۱۵ | تبصره ۴ ماده ۱۱ شخص حقوقی | مجریان ساختمان شخص حقوقی | مجری انبوه ساز | دفاتر مهندسی | شخص حقیقی ناظر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | تقاضای کتبی شخص حقیقی‌ناظر ، دفاترمهندسی طراحی ، دفتر مهندسی اجرا یا شخص حقوقی موضوع مواد تبصره ۴ ماده ۱۱ ، ماده ۱۴ ، ماده ۱۵ ، انبوه‌ساز و طرح و ساخت. | + | + | + | + | + | + |
| ۲ | عضویت شخص حقیقی ناظر یا شرکای دفتر مهندسی طراحی یا شرکای دفتر مهندسی اجرا یا شخص حقوقی موضوع مواد تبصره ۴ ماده ۱۱ ، ماده ۱۴ ، ماده ۱۵ ، انبوه‌ساز و طرح و ساخت در سازمان نظام مهندسی ساختمان استان | + | + | + | + | + | + |
| ۳ | تصویر اساسنامه و روزنامه رسمی حاوی آگهی تاسیس و آخرین تغییرات اشخاص حقوقی | + | + | + | + | – | – |
| ۴ | مدارک مربوط به احراز صلاحیت و گواهی تایید آن در رشته یا رشته‌های مورد درخواست از سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور برای مهندسان مشاور | - | + | – | – | – | – |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | موضوع تبصره ۴ ماده ۱۱ | | | | | | |
| ۵ | مشارکت نامه رسمی ثبت شده در دفاتر اسناد رسمی و مدارک موید مربوط به تاسیس دفتر با مسوولیت مشترک شرکا | – | – | – | – | + | – |
| ۶ | معرفی کتبی مسوول دفتر مهندسی طراحی ، اجرا و نظارت توسط تمامی شرکا | – | – | – | – | + | – |
| ۷ | امضای کاربرگ تعهدنامه ، مربوط به رعایت و انجام وظایف و مقرراتی که مربوط به فعالیت دفتر مهندسی است. | – | – | – | – | + | – |
| ۸ | تصویر پروانه اشتغال: شاغلان ، تمامی شرکا دفتر مهندسی ، اعضای هیات مدیره ، مدیرعامل و مسوول واحد فنی | + | + | + | + | + | – |
| ۹ | تصویر شناسنامه تمامی ، مدیران شخص حقوقی و شاغلان در شرکتها و کلیه شرکای دفتر مهندسی | + | + | + | + | + | + |
| ۱۰ | خوداظهاری اعضای هیات مدیره ، مدیرعامل ، شاغلان در شرکت ، مسوول واحد فنی ، مدیران و شاغلان آن ، شرکای دفتر مهندسی و ناظران حقیقی | + | + | + | – | + | + |
| ۱۱ | اصل فیش واریزی به مبلغ ۳۰۰,۰۰۰ ریال به ازا هر رشته به حساب خزانه داری کل نزد بانک مرکزی به نام وزارت | + | + | + | + | + | + |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مسکن و شهرسازی (قابل پرداخت در کلیه شعب بانک ملی ایران) و در مورد دفاتر مهندسی فقط ۳۰۰,۰۰۰ ریال به صورت علی الحساب برای کلیه شرکا و شخص حقیقی ناظر ۶۰,۰۰۰ ریال | | | | | | |
| ۱۲ | دو قطعه عکس : مدیرعامل ، مسوول واحد فنی ، مسوول دفتر مهندسی طراحی یا اجرای ساختمان و ناظر حقیقی | + | + | + | + | + | + |
| ۱۳ | ارایه سابقه‌کار مورد تایید | + | + | + | + | + | + |
| ۱۴ | ارایه کاربرگ‌ها و اطلاعات مربوط به وزارت مسکن و شهرسازی به صورت تکمیل شده. | + | − | + | + | + | − |

فصل پنجم
فهرست‌های قیمت خدمات مهندسی ساختمان
و نحوه عمل به ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی

ماده ۱۷ - نحوه محاسبه حق‌الزحمه خدمات مهندسی ساختمان در بخش طراحی، نظارت و اجرا ، موضوع ماده ۱۱۷ آیین‌نامه اجرایی و نحوه محاسبه حق‌الزحمه تهیه و صدور شناسنامه فنی و ملکی ساختمان

قیمت خدمات مهندسی ساختمان برای انجام انواع فعالیت‌ها و مراحل مختلف کار ساختمانی در بخش طراحی و نظارت در رشته‌های معماری ، عمران ، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی که می‌باید مطابق شرح خدمات مهندسی گروه‌های ساختمانی انجام پذیرد وفق ماده ۱۱۷ آیین‌نامه اجرایی و با توجه به مبانی و قیمت‌های خدمات مهندسی مصوب سال ۱۳۷۸ به شرح زیر اعلام می‌گردد:

۱۷-۱ از آنجا که حق‌الزحمه خدمات مهندسی ساختمان در بخش طراحی و نظارت در چهار رشته فوق به صورت درصدی از هزینه ساخت و ساز ساختمان تعیین می‌گردد، هزینه ساخت و ساز هر مترمربع زیربنای ساختمان براساس قیمت‌های مصوب سال ۱۳۷۸ وزارت مسکن و شهرسازی و اعمال شاخص‌های تعدیل کارهای ساختمانی اعلام شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در سالهای ۱۳۷۸ لغایت پایان ۱۳۸۳ برای ابتدای سال ۱۳۸۴ برابر قیمت‌های مندرج در جدول شماره ۱۰ اعلام می‌گردد.

جدول شماره ۱۰ـ هزینه ساخت و ساز هر مترمربع بنا به ریال برای گروه‌های ساختمانی چهارگانه در ابتدای سال ۱۳۸۴.

| گروه ساختمان | ۱ و ۲ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۳ تا ۵ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۶ و ۷ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۸ تا ۱۰ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۱۱ و ۱۲ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۱۳ تا ۱۵ طبقه از روی شالوده | ۱۶ طبقه و بالاتر از روی‌شالوده |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| هزینه ساخت هرمترمربع بنا | ۱,۱۴۶,۰۰۰ | ۱,۳۳۷,۰۰۰ | ۱,۵۲۸,۰۰۰ | ۱,۷۱۹,۰۰۰ | ۱,۹۱۰,۰۰۰ | ۲,۱۰۱,۰۰۰ | ۲,۲۹۲,۰۰۰ |

۱۷-۲ هزینه ساخت و ساز هر مترمربع زیربنای ساختمان برای سال ۱۳۸۵ براساس قیمت‌های مندرج در جدول شماره ۱۰ و اعمال شاخص‌های تعدیل کارهای ساختمانی سال ۱۳۸۴ که از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور اعلام می‌گردد محاسبه و توسط سازمان نظام‌مهندسی ساختمان اعلام خواهد شد و در سالهای بعداز آن نیز قیمت‌های مذکور با همین شیوه محاسبه و هر ساله توسط سازمان مذکور اعلام می‌شود.

۱۷-۳ قیمت‌های مندرج در جدول شماره ۱۰ با توجه به شرایط و کیفیت ساخت و ساز در هر استان ، می‌تواند براساس پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیاتی مرکب از معاون عمرانی استانداری ، رییس سازمان مسکن و شهرسازی و رییس سازمان استان حداکثر تا ۲۵ درصد نسبت به قیمت‌های تعیین شده کاهش یا افزایش یابد.

۱۷-۴ قیمت‌های‌مندرج در جدول‌شماره ۱۰ مربوط به ساختمانهای‌گروه «الف»، «ب»، «ج» و «د» بوده و مشمول قیمت‌های‌ساختمانهای ویژه نمی‌شود در خصوص قیمت‌های‌ساخت و ساز هر مترمربع زیربنای این چنین کارها ، هیات‌مدیره سازمان استان می‌تواند از هیات سه نفره موضوع بند ۱۷ــ۳ این دستورالعمل استعلام نماید.

۱۷-۵ مبانی قیمت‌گذاری خدمات‌مهندسی‌ساختمان برای چهاررشته‌معماری ، عمران ، تأسیسات‌برقی و تأسیسات مکانیکی با توجه به نوع خدمات و پیچیدگی عوامل و حجم کار، به صورت درصدی از هزینه‌های ساخت و ساز بنا محاسبه شده و مبانی آن همان مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان است که توسط شورای بررسی و تایید مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی موضوع ماده ۱۱۷ آیین‌نامه اجرایی تایید و به تصویب رسیده و به شرح جدول شماره ۱۱ اعلام می‌گردد.

۱۷-۶ درصد مجموع حق‌الزحمه مربوط به مبانی قیمت‌گذاری خدمات مهندسی ساختمان مندرج در جدول شماره ۱۱ را با توجه به شرایط هر استان می‌توان بنا به پیشنهاد هیات‌مدیره سازمان استان و تصویب هیات سه نفره موضوع بند ۱۷ـ۳ حداکثر تا ۲۵ درصد کاهش یا افزایش داد.

۱۷-۷ حق‌الزحمه طراحی مجموعه‌های ساختمانی که ساختمانهای آن مشابه هم بوده و در یک محوطه عینا و یا با مختصر تغییری تکرار می‌شوند مشمول اعمال ضریب تکرار به شرح جدول شماره ۱۲ می‌شود به طوریکه مجموع زیربنای ساختمانهای تکراری در ضریب کاهش مربوط به دفعات تکرار ضرب شده و حاصل آن در محاسبه حق‌الزحمه منظور می‌گردد.

جدول شماره ۱۱ـ درصد مجموع حق‌الزحمه خدمات مهندسی رشته‌های مربوط به دارندگان صلاحیت رشته‌های معماری ، عمران ، تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی نسبت به هزینه‌های مقطوع هر متر زیربنا در گروه‌های مختلف ساختمانی موضوع جدول شماره ۱۰ این مجموعه شیوه نامه .

| گروه ساختمان | الف | ب | ج | | د | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد طبقات / خدمات‌مهندسی | ۱ و ۲ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۳ تا ۵ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۶ و ۷ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۸ تا ۱۰ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۱۱ و ۱۲ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۱۳ تا ۱۵ طبقه ارتفاع از روی شالوده | ۱۶ طبقه بالاترارتفاع از روی شالوده |
| مجموع درصد حق‌الزحمه طراحی چهار رشته | ۱/۸۸ | ۱/۹۳ | ۲/۰۳ | ۲/۱۱ | ۲/۳۶ | ۲/۳۰ | ۲/۲۵ |
| مجموع درصد حق‌الزحمه نظارت چهار رشته | ۲/۲۹ | ۲/۳۶ | ۲/۴۸ | ۲/۵۸ | ۲/۸۹ | ۲/۸۱ | ۲/۷۵ |
| مجموع درصد حق‌الزحمه‌های طراحی و نظارت چهار رشته | ۴/۱۷ | ۴/۲۹ | ۴/۵۱ | ۴/۶۹ | ۵/۲۵ | ۵/۱۱ | ۵ |

۱۷-۸ حق‌الزحمه تهیه و صدور شناسنامه فنی و ملکی ساختمان که توسط سازمان استان صادر می‌شود، معادل پنج در هزار هزینه ساخت و ساز ساختمان براساس قیمت‌های جدول شماره ۱۰ این فصل خواهد بود که توسط صاحب‌کار به حساب سازمان استان واریز می‌گردد.

۱۷-۹ حق‌الزحمه بازبینی طرح‌ها ، نقشه‌ها و مدارک فنی ساختمان توسط سازمان استان معادل پنج درصد حق‌الزحمه طراحی در هر رشته از رشته‌های ساختمان موضوع جدول شماره ۱۱ براساس قیمت‌های مندرج در جدول شماره ۱۰ این فصل تعیین می‌گردد که توسط مهندسان ذی‌ربط به حساب سازمان استان واریز خواهد شد.

۱۷-۱۰ حق‌الزحمه مجری در ازای اجرای ساختمان در مواردی که به صورت پیمان مدیریت پروژه نسبت به ارایه خدمات مهندسی مطابق این مجموعه شیوه‌نامه انجام شود و صاحب کار تمامی هزینه‌های ساختمان از قبیل مصالح ، تجهیزات ، وسایل ، ماشین‌آلات و پیمانکاران را راسا پرداخت نماید ، در این حالت حق‌الزحمه مجری حداکثر حدود ۱۰ درصد هزینه ساخت و ساز ساختمان براساس قیمت‌های موضوع جدول شماره ۱۰ توصیه می‌شود که طبق قراردادهای همسان و شرایط عمومی و خصوصی قرارداد بین صاحب‌کار و مجری منعقد خواهد شد.

جدول شماره ۱۲ - ضرایب تکراری مربوط به طراحی مجموعه‌های ساختمانی.

| دفعات تکرار | ضریب تکرار | دفعات تکرار | ضریب تکرار |
|---|---|---|---|
| ۲ | ۶۷/۵۰ | ۱۷ | ۲۶/۹۲ |
| ۳ | ۵۴/۵۲ | ۱۸ | ۲۶/۴۴ |
| ۴ | ۴۷/۴۷ | ۱۹ | ۲۶/۰۰ |
| ۵ | ۴۲/۸۹ | ۲۰ | ۲۵/۶۰ |
| ۶ | ۳۹/۶۳ | ۲۵ | ۲۳/۹۹ |
| ۷ | ۳۷/۱۶ | ۳۰ | ۲۲/۸۴ |
| ۸ | ۳۵/۲۲ | ۳۵ | ۲۱/۹۷ |
| ۹ | ۳۳/۶۴ | ۴۰ | ۲۱/۲۹ |
| ۱۰ | ۳۲/۳۳ | ۴۵ | ۲۰/۷۴ |
| ۱۱ | ۳۱/۲۲ | ۵۰ | ۲۰/۲۸ |
| ۱۲ | ۳۰/۲۷ | ۶۰ | ۱۹/۵۶ |
| ۱۳ | ۲۹/۴۲ | ۷۰ | ۱۹/۰۲ |
| ۱۴ | ۲۸/۵۹ | ۸۰ | ۱۸/۶۰ |
| ۱۵ | ۲۸/۰۳ | ۹۰ | ۱۸/۲۷ |
| ۱۶ | ۲۷/۴۵ | ۱۰۰ و بیشتر | ۱۸/۰۰ |

ماده ۱۸ - نحوه عمل به ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی و تبصره‌های آن

مقدمه : به منظور تعیین حدود صلاحیت مهندسان دارای پروانه اشتغال ، فعالیتهای مهندسی ساختمان براساس پیچیدگی عوامل و حجم کار به چهار گروه «الف» ، «ب» ، «ج» و «د» گروه‌بندی شده‌اند و همچنین به منظور تعیین حدود صلاحیت کاردانها و دیپلمه‌های فنی و معماران تجربی دارای پروانه اشتغال به کار فعالیت‌های فنی در ساختمان براساس پیچیدگی عوامل و حجم‌کار ، ساختمانها به سه گروه «یک» ، «دو» و «سه» تقسیم‌بندی شده‌اند.

پیچیدگی عوامل و حجم کار مذکور و متعاقب آن تقسیمات ساختمانها به چهارگروه الف ، ب ، ج و د تابع تحلیل خدمات مهندسی موثر در احداث ساختمانها در مراحل طراحی ، نظارت و اجرای ساختمان به شیوه‌های ساختمانی متعارف و معمول در ساخت و سازهای بناها در استانهای کشور می‌باشد.

منظور از شیوه‌های ساختمانی متعارف و معمول، ساختمانهای با سازه‌های پایه‌ای (بنایی) یا اسکلت فلزی یا بتن آرمه و یا پیش‌ساخته است.

پیچیدگی عوامل و حجم کارهای ساختمانی درارتباط مستقیم با دخالت فنی هر کدام از رشته‌های مهندسی ساختمان موضوع قانون نهایتا به این نتیجه رسیده است که عوامل اصلی موثر در تعیین این پیچیدگی و حجم کار در ساختمانها با سه عامل سطح زیربنا ،تعداد طبقات و نوع کاربری سنجیده می‌شود.

۱۸ـ۱ عوامل سه گانه اصلی موثر در پیچیدگی و حجم کار در تعیین فعالیت‌های مهندسی ساختمان به شرح زیر می‌باشد:

۱۸-۱-۱ ساختمانها از نظر سطح زیربنا به ترتیب از یک تا ۶۰۰ مترمربع در گروه «الف» و از ۶۰۱ تا ۲۰۰۰ مترمربع در گروه «ب» و از ۲۰۰۱ تا ۵۰۰۰ مترمربع در گروه «ج» و بیشتراز ۵۰۰۰ مترمربع در گروه «د» طبقه‌بندی شده‌اند.

۱۸-۱-۲ ساختمانها از نظر طبقات به ترتیب ۱ و ۲ طبقه از روی شالوده در گروه «الف» ، از ۳ ، ۴ و ۵ طبقه از روی شالوده در گروه «ب» ، از ۶ لغایت ۱۰ طبقه روی شالوده در گروه «ج» و بیشتر از ۱۰ طبقه در گروه «د» تقسیم‌بندی شده‌اند.

۱۸-۱-۳ پیچیدگی دخالت‌نوع‌کاربری در طراحی‌ساختمان و خصوصیات‌اجرایی آن براساس حیطه‌عملکردکاربری‌ها در قالب تقسیمات توزیع خدمات شهری طبقه‌بندی شده است و معیار کاربری قابلیت مناسبی برای طبقه‌بندی پیچیدگی‌کار ساختمان دارد. عامل کاربری عمدتا براساس پیشنهادات تقسیمات شهری (ساختمان‌های مشمول ماده ۱۰۰ قانون شهرداری‌ها) شامل : محله (برزن) ، ناحیه، منطقه و شهر می‌باشد و توزیع کاربری‌های منعکس در طرح‌های جامع ، هادی و تفضیلی شهر مورد عمل شهرداریها و در مواردی هم از طریق مصوبات سازمانهای متولی کاربری مانند سازمان نوسازی و توسعه و

تجهیزمدارس درباره ساختمانهای با کاربری آموزش‌عمومی و یا سازمانهای ذی‌ربط برای ساختمانهای با کاربری بهداشتی ـ درمانی و موارد مشابه قابل بررسی است. ساختمانها به لحاظ کاربری به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌گردند:

ساختمانهای گروه «الف» : کاربری‌ها با حیطه عملکردی محله (برزن) که عملکرد خدماتی ساختمان در محدوده کوچکی می‌باشد مانند واحدهای مسکونی ، تجاری کوچک ، مدارس ابتدایی ، کلینیک‌ها ، کودکستانها ، کارگاه‌ها و ...

ساختمانهای گروه «ب» : کاربری‌های با حیطه‌عملکردی ناحیه مانند شعبات فرعی بآنکها ، مدارس‌متوسطه ، درمانگاه‌ها ، خوابگاه‌ها ، سالن‌های ورزشی ساده و ...

ساختمانهای گروه «ج» : کاربری‌ها با حیطه عملکردی منطقه مانند فروشگاه‌های بزرگ ، بیمارستانها ، مراکز فرهنگی ، ایستگاه‌های فرعی مترو ، ساختمانهای : پست ، پلیس ، آتش‌نشانی ، شعب اصلی بانکها، مهمانپذیرها ، هتل‌های کوچک و ... .

ساختمانهای گروه «د» : کاربری‌ها با حیطه عملکرد شهری و فراشهری مانند فرودگاه‌ها ، استادیوم‌ها ، دانشگاه‌ها ، مراکز اصلی مخابرات ، مراکز تحقیقاتی ، ایستگاه‌های اصلی مترو ، بناهای یادبود ، هتل‌های بزرگ و ... .

۱۸ـ۱ـ۳ـ۱ در مواردی که بررسی گروه کاربری ساختمان میسر نباشد از طریق استعلام از وزارت مسکن و شهرسازی ، حیطه عملکردی کاربری مورد نظر تعیین خواهد شد.

۱۸- ۱-۴ هر یک از عوامل سه گانه فوق به تنهایی گروه ساختمان را برای ارایه خدمات مهندسی توسط مهندسان حقیقی در پایه‌های مختلف ساختمان تعیین می‌نماید. در خصوص ارایه خدمات مهندسی ساختمان توسط اشخاص حقوقی دو عامل طبقه و کاربری ساختمان ملاک تعیین گروه ساختمان برای ارایه خدمات مهندسی خواهد بود و عامل زیربنای ساختمان در ظرفیت اشتغال اشخاص حقوقی موثر می‌باشد.

۱۸ـ۲ حدود صلاحیت مهندسان تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی در تهیه طرح‌های تأسیساتی و همچنین نظارت آن برای تمام گروه‌های ساختمانی الف ،ب ، ج و د به شرح جدول شماره ۱۳ می‌باشد.

۱۸ـ۳ انجام خدمات طراحی ، نظارت و اجرای ساختمانهای گروه «د» و «ویژه» در تمامی رشته‌های هفتگانه ساختمان ، تا زمانی که پروانه اشتغال در پایه ارشد صادر نگردیده است توسط دارندگان پروانه اشتغال مهندسی پایه یک با بیش از ۱۸ سال سابقه کار و دارنده صلاحیت در آن گرایش انجام پذیرد و در این حالت ظرفیت اشتغال این گونه اشخاص در پایه ارشد محاسبه و منظور شود.

۱۸ـ۴ در محل‌هایی که طراحان ، ناظران و مجریان اشخاص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال به تعداد کافی نباشد یا وجود نداشته باشد هیأت سه نفره با پیشنهاد سازمان استان ، در چهارچوب تبصره های ۱ و ۲ ماده ۱۲ آئین نامه اجرایی قانون تصمیم گیری خواهند نمود.

جدول شماره ۱۳ ـ طبقه‌بندی صلاحیت مهندسان تأسیسات مکانیکی و تأسیساتبرقی برای هر یک از گروه‌های ساختمان

| صلاحیت / گروه ساختمانها | تهیه طرح تأسیسات‌مکانیکی‌توسط: | تهیه طرح تأسیسات‌برقی‌توسط: | نظارت بر طرح تأسیسات‌مکانیکی‌توسط: | نظارت بر طرح تأسیسات‌برقی‌توسط: |
|---|---|---|---|---|
| گروه «الف» | مهندس مکانیک پایه ۳ یا بالاتر | مهندس برق پایه ۳ یا بالاتر | مهندس مکانیک پایه ۳ یا بالاتر | مهندس برق پایه ۳ یا بالاتر |
| گروه «ب» | مهندس مکانیک پایه ۲ یا بالاتر | مهندس برق پایه ۲ یا بالاتر | مهندس مکانیک پایه ۳ یا بالاتر | مهندس برق پایه ۳ یا بالاتر |
| گروه «ج» | مهندس مکانیک پایه ۱ یا بالاتر | مهندس برق پایه ۱ یا بالاتر | مهندس مکانیک پایه ۲ یا بالاتر | مهندس برق پایه ۲ یا بالاتر |
| گروه «د» | مهندس مکانیک ارشد | مهندس برق ارشد | مهندس مکانیک پایه ۱ یا بالاتر | مهندس برق پایه ۱ یا بالاتر |

۱۸ـ۵ حدود صلاحیت مهندسان شهرساز در تهیه طرح‌های شهرسازی به شرح جدول شماره ۱۴ می‌باشد.

جدول شماره ۱۴ـ حدود صلاحیت مهندسان شهرساز در تهیه طرح‌های شهرسازی

| ماده | تهیه انواع طرح‌ها | | پایه ۳ | پایه ۲ | پایه ۱ | ارشد | شهرسازی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | شهرسازی | | |
| | | | | | | | شهرسازی | برنامه‌ریزی شهری | طراحی شهری |
| ۱ | طرح کالبدی ملی | | – | – | – | + | ❊ | ❊ | |
| ۲ | طرح کالبدی منطقه‌ای | با هر مقیاس | – | – | + | + | ❊ | ❊ | |
| ۳ | طرح جامع ناحیه (یک یا چند شهرستان) | تا ۴۰۰ هزار جمعیت | + | + | + | + | ❊ | ❊ | |
| | | تا یک میلیون نفر جمعیت و شهرستان فراگیر شهر مرکز استان | – | + | + | + | ❊ | ❊ | |
| | | بیشتر از یک میلیون نفر جمعیت | – | – | + | + | ❊ | ❊ | |
| ۴ | طرح ساماندهی مجموعه روستایی | با هر مقیاس | + | + | + | + | ❊ | ❊ | |
| ۵ | طرح‌های راهبردی و مکان‌یابی | با هر مقیاس | – | + | + | + | ❊ | ❊ | |
| ۶ | طرح جامع مجموعه شهری | با هر مقیاس | – | – | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۷ | طرح جامع شهر | جمعیت تا ۲۰۰ هزار نفر و شهرهای مرکز استان | + | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | جمعیت تا یک‌میلیون نفر | – | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | جمعیت بیش از یک میلیون نفر | – | – | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۸ | طرح جامع (شهرجدید) | تا ۱۰۰/۰۰۰ نفر جمعیت | + | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | تا ۲۰۰/۰۰۰ نفر جمعیت | – | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | بیش از ۲۰۰/۰۰۰ نفر جمعیت | – | – | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۹ | طرح هادی شهر یا روستا | با هر مقیاس | + | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۱۰ | طرح تفصیلی شهرها | جمعیت تا ۲۰۰ هزار نفر | + | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (موجود و جدید) | جمعیت تا یک میلیون نفر | – | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | جمعیت بیش از یک میلیون نفر | – | – | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۱۱ | طرح شهرک(مسکونی،صنعتی، توریستی و ...) | با هر مقیاس | + | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۱۲ | طرح‌های نوسازی، بازسازی و بهسازی بافتهای قدیمی و فرسوده | در شهرهای تا ۲۰۰ هزار نفر جمعیت | + | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | در شهرهای تا یک میلیون نفر جمعیت | – | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | در شهرهای بیش از یک‌میلیون نفر جمعیت | – | – | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۱۳ | طرح آماده سازی توسعه‌های جدید شهری | تا مساحت ۵۰ هکتار | + | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | تا مساحت ۱۵۰ هکتار | – | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| | | بیش از ۱۵۰ هکتار | – | – | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۱۴ | برنامه‌ریزی انطباق کاربری اراضی شهری | با هر مقیاس | – | + | + | + | ❊ | ❊ | ❊ |
| ۱۵ | طرح جزییات شهرسازی | با هر مقیاس | + | + | + | + | ❊ | | ❊ |
| ۱۶ | طرح تفکیک اراضی شهری | تا مساحت یک هکتار | + | + | + | + | ❊ | | ❊ |
| | | تا مساحت پنج هکتار | – | + | + | + | ❊ | | ❊ |
| | | مساحت بییش از پنج هکتار | – | – | + | + | ❊ | | ❊ |

۱۸-۵-۱ کلیه طرح‌های فوق باید زیر نظر و با مسوولیت مهندسان شهرساز و واجد صلاحیت تهیه شود و در صورتی که این طرح‌ها توسط اشخاص حقوقی تهیه گردند بایستی حداقل یکی از مهندسان فوق با توجه به حدود صلاحیت خود در تهیه طرح مشارکت عملی داشته و طرح به تایید وی برسد.

۱۸-۵-۲ در مواردی که صلاحیتهای مشترک برای برنامه‌ریزی و طراحی شهری (ردیف ۶ تا ۱۴) تعیین شده است مشارکت عملی هر دو گرایش و تایید طرح توسط آنها الزامی است.

۱۸-۶ حدود صلاحیت مهندسان نقشه‌بردار در تهیه طرح‌های شهرسازی به شرح جدول شماره ۱۵ می‌باشد.

۱۸ـ۷ حدود صلاحیت مهندسان ترافیک در تهیه طرح‌های شهرسازی به شرح جدول شماره ۱۶ می‌باشد

۱۸ـ۸ حدود صلاحیت مهندسان نقشه‌برداری در امور ساختمان‌سازی به شرح جدول شماره ۱۷ می‌باشد.

۱۸ـ۹ صلاحیت‌های موضوع جدول ۱۷ نافی صلاحیت‌های سایر مهندسان و مسوولیت‌های ناشی از آن برای انجام پاره‌ای از امور فوق که به موجب جدول حدود صلاحیت مندرج در تبصره ۲ ماده ۱۲ آیین‌نامه اجرایی قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان در انجام امور نظارت و اجرا تعیین شده است نمی‌باشد ، این توضیح در مورد سایر رشته‌های ساختمان نیز صادق است.

جدول شماره ۱۵ـ حدود صلاحیت مهندسان نقشه‌بردار در تهیه طرح‌های شهرسازی

| ردیف | نوع خدمات | روش | پایه ۳ | پایه ۲ | پایه ۱ | ارشد | گرایش | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | ژئودزی | فتوگرامتری | هیدروگرافی | GIS LIS |
| ۱ | طراحی و ایجاد شبکه نقاط کنترل اصلی و فرعی (مسطحاتی و ارتفاعی) در سیستم مختصات کشوری (U.T.M) | زمینی | – | + | + | + | + | | | |
| | | فتوگرامتری | | | | | | + | | |
| ۲ | تهیه نقشه توپوگرافی | زمینی | + | + | + | + | | | | |
| | | فتوگرامتری | | | | | | + | | |
| | | ژنرالیزه کردن | | | | | | | | |
| ۳ | تهیه نقشه توپوگرافی مسیر موجود (راه، راه‌اهن، کانال، خط انتقال‌نیرو) شامل تهیه نقشه توپوگرافی از باند مورد درخواست، تهیه‌مقاطع طولی و عرضی مسیرموجود و زمین طبیعی | زمینی | | | | | | | | |
| | | فتوگرامتری | | | | | | + | | |
| ۴ | اندازه گیری و محاسبه حجم عملیات توده‌های خاکی (مثل دپوها، گودها، .....) | | | | | | | | | |
| ۵ | تهیه‌نقشه مسیرزیرزمینی (مترو، تونل، فاضلاب) | | | | | | | | | |
| ۶ | تهیه نقشه کاداستر | | | | | | | | | + |
| ۷ | تهیه نقشه هیدروگرافی | | | | | | | | + | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸ | پیاده کردن طرح‌ها شامل طرح تفصیلی و آماده‌سازی، مسیرهای زمینی و زیرزمینی و تفکیک اراضی شهری و سازه‌های ساحلی | | | | | | | | | |
| ۹ | تبدیل سیستم مختصات و سیستم تصویر نقشه‌ها به یکدیگر | | − | + | + | + | | | | |
| ۱۰ | تهیه نقشه وضع موجود کاربری اراضی | | + | + | + | + | | | | |
| ۱۱ | تهیه نقشه‌های عکسی از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای | | | | | | | + | | |
| ۱۲ | اندازه‌گیری و محاسبه تغییر شکل و جابجایی سازه‌های بلند و سنگین و ابنیه فنی شهری مانند پل، تونل و سد | | − | + | + | + | + | | | |
| ۱۳ | رفتار سنجی گسل‌ها | | | | | | | | | |
| ۱۴ | ایجاد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) | | + | + | + | + | | | | + |
| ۱۵ | تهیه نقشه نمای ابنیه تاریخی و مهم با روش فتوگرامتری برد کوتاه | | − | + | + | + | | + | | |
| ۱۶ | نظارت بر بندهای ۱ تا ۱۴ | | | | | | وادارا بودن گرایش مربوطه | | | |

جدول شماره ۱۶ـ حدود صلاحیت مهندسان ترافیک در تهیه طرح‌های شهرسازی

| ردیف | انوع فعالیتهای برنامه‌ریزی، طراحی و نظارت | طبقه‌بندی مهندسان مقیاس | پایه ۳ | پایه ۲ | پایه ۱ | پایه ارشد |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | طرح مطالعات ترابری طرح جامع (ساماندهی) ملی و منطقه‌ای | با هر مقیاس | – | – | + | + |
| ۲ | مطالعات ترابری طرح جامع (ساماندهی) ناحیه (یک یا چند شهرستان) | تا ۱۰۰ هزار نفر جمعیت | + | + | + | + |
| | | تا ۵۰۰ هزار نفر جمعیت | – | + | + | + |
| | | تا یک میلیون نفر جمعیت | – | – | + | + |
| | | بیش از یک‌میلیون نفر جمعیت | – | – | – | + |
| ۳ | طرح‌های راهبردی و مکانیابی تسهیلات | با هر مقیاس | – | – | + | + |
| ۴ | مطالعات ترابری طرح جامع (ساماندهی) روستایی | با هر مقیاس | + | + | + | + |
| ۵ | مطالعات ترابری طرح جامع (ساماندهی) مجموعه شهری | با هر مقیاس | – | – | + | + |
| ۶ | مطالعات ترابری طرح جامع شهرهای جدید | تا ۵۰ هزار نفر جمعیت | + | + | + | + |
| | | تا ۱۰۰ هزار نفر جمعیت | – | + | + | + |
| | | تا ۲۰۰ هزار نفر جمعیت | – | – | + | + |
| | | بیش از ۲۰۰ هزار نفر جمعیت | – | – | – | + |
| ۷ | مطالعات ترابری طرح هادی شهر یا روستا | با هر مقیاس | + | + | + | + |
| ۸ | مطالعات ترابری طرح جامع (ساماندهی) شهرها | تا ۱۰۰ هزار نفر جمعیت | + | + | + | + |
| | | تا ۵۰۰ هزار نفر جمعیت | – | + | + | + |
| | | تا یک میلیون نفر جمعیت | – | – | + | + |
| | | بیش از یک میلیون نفر جمعیت | – | – | – | + |
| ۹ | مطالعات ترابری طرح تفصیلی شهرها (موجود و جدید) | تا ۱۰۰ هزار نفر جمعیت | – | + | + | + |
| | | تا ۵۰۰ هزار نفر جمعیت | – | + | + | + |
| | | تا یک میلیون نفر جمعیت | – | – | + | + |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | بیش از یک میلیون نفر جمعیت | – | – | – | + |
| ۱۰ | مطالعات ترابری طرح شهرک (صنعتی، مسکونی، توریستی) | با هر مقیاس | + | + | + | + |
| ۱۱ | مطالعات ترابری طرح‌های ساماندهی مرکز شهر و بافتهای قدیمی | در شهرهای تا ۱۰۰ هزار نفر جمعیت | + | + | + | + |
| | | در شهرهای تا ۵۰۰ هزار نفر جمعیت | – | + | + | + |
| | | در شهرهای تا یک میلیون نفر جمعیت | – | – | + | + |
| | | در شهرهای بیش از یک‌میلیون نفر جمعیت | – | – | – | + |
| ۱۲ | مطالعات ترابری طرح‌های آماده‌سازی توسعه‌های جدید شهری | تا مساحت ۱۰ هکتار | + | + | + | + |
| | | تا مساحت ۵۰ هکتار | – | + | + | + |
| | | تا مساحت ۱۵۰ هکتار | – | – | + | + |
| | | مساحت بیش از ۱۵۰ هکتار | – | – | – | + |
| ۱۳ | طراحی جزییات فنی و هندسی معابر (پلان، پروفیل طولی و عرضی و حجم عملیات خاکی) | با هر مقیاس | + | + | + | + |
| ۱۴ | طراحی فنی و هندسی گذربندی تفکیک اراضی | با هر مقیاس | + | + | + | + |
| ۱۵ | طرح تسهیلات و تجهیزات ترافیک | تا مساحت یک هکتار | + | + | + | + |
| | | تا مساحت ۵ هکتار | – | + | + | + |
| | | تا مساحت ۱۵ هکتار | – | – | + | + |
| | | مساحت بیش از ۱۵ هکتار | – | – | – | + |
| ۱۶ | ارزیابی ایمنی و تصادفات | با هر مقیاس | – | – | + | + |
| ۱۷ | نظارت بر اجرای موارد ۱ تا ۱۶ | مطابق مقیاس و طبقه‌بندی مهندسان در هر مورد | | | | |

جدول شماره ۱۷ - حدود صلاحیت مهندسان نقشه‌برداری در امور ساختمان‌سازی

| ردیف | نوع خدمات | گروههای ساختمانی | پایه ۳ | پایه ۲ | پایه ۱ | پایه ارشد |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ـ۱ـ تعیین موقعیت ملک بر روی نقشه‌هوایی یا ... مورد درخواست<br>۱ـ۲ـ مشخص کردن (پیاده کردن) محل دقیق ملک بر روی زمین<br>۱ـ۳ـ تعیین مساحت املاک و تعیین ابعاد و مختصات دقیق آن و تطبیق با حدود مشخصات اسناد مالکیت<br>۱ـ۴ـ تهیه نقشه توپوگرافی بزرگ مقیاس در سیستم مختصات و سیستم تصویر از زمین مورد نظر<br>۱ـ۵ـ تهیه مقاطع طولی و عرضی از معابر<br>۱ـ۶ـ تعیین بر و کف و علامت‌گذاری تراز صفرساختمان و ثبت آن در محل‌مناسب | تمامی گروه‌های ساختمانی (الف ـ ب ـ ج ـ د) | + | + | + | + |
| ۲ | ۲ـ۱ـ کنترل استقرار درست ساختمان در سطوح قایم و افقی<br>۲ـ۲ـ کنترل شیب‌بندی محوطه‌ها و پارکینگ‌ها | تمامی گروه‌های ساختمانی (الف ـ ب ـ ج ـ د) | + | + | + | + |
| | ۲ـ۳ـ کنترل جابجایی نشت و تغییر شکل ساختمان و زمین‌های مجاور آن در حین ساخت و بعد از آن ناشی از عوامل و حوادث طبیعی و انسانی | | − | + | + | + |
| ۳ | تهیه نقشه‌های لازم برای تفکیک واحدهای موجود در مجتمع‌های ساختمانی | تمامی گروه‌های ساختمانی (الف ـ ب ـ ج ـ د) | + | + | + | + |

فصل ششم :
شناسنامه فنی و ملکی ساختمان

ماده ۱۹ـ شناسنامه فنی و ملکی ساختمان :

شناسنامه فنی و ملکی ساختمان سندی است که حاوی اطلاعات فنی و ملکی ساختمان بوده و توسط سازمان استان صادر می‌گردد و درکلیه نقل و انتقالات‌ساختمانی همراه‌با نقشه‌های چون ساخت ، تحویل خریداران می‌گردد تا از مشخصات ساختمانی که خریداری می‌نماید مطلع شوند.

شناسنامه فنی و ملکی ساختمان به لحاظ مشخصات ظاهری دارای ابعاد ۱۶/۵ × ۲۲/۵ سانتی‌متر بوده و برگهای اصلی آن از جنس کاغذ کتان و مجلد به جلد گالین‌گور طلایی رنگ می‌باشد ، شناسنامه فنی و ملکی ساختمان در کل کشور توسط وزارت مسکن و شهرسازی به صورت همسان تهیه شده و در اختیار سازمان‌های استان‌ها قرار می‌گیرد.

یک نسخه از شناسنامه فنی و ملکی ساختمان نیز به منظور صدور پایان‌کار ساختمان تحویل مرجع صدور پروانه ساختمان می‌شود. صدور شناسنامه فنی و ملکی ساختمان مستلزم تهیه و تکمیل دفترچه‌اطلاعات‌ساختمان می‌باشد که مشتمل بر جداول مربوط به روند تهیه طرح ، اجرا ، نظارت و اطلاعات ساختمان است و نهایتا منجر به صدور شناسنامه فنی و ملکی ساختمان می‌شود که این دفترچه‌ها به تعدادکافی در اختیار دفاتر مهندسی طراحی و طراحان‌حقوقی‌ساختمان قرار داده می‌شود.

۱۹ـ۱ مراحل تهیه شناسنامه فنی و ملکی ساختمان:

۱۹-۱-۱ صاحب کار با در دست داشتن درخواست صدور پروانه ساختمان به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان مراجعه نموده و با ارایه مدارک لازم تشکیل پرونده می‌دهد.

۱۹-۱-۲ مرجع صدور پروانه ساختمان پس از بررسی مدارک و درخواست صاحب‌کار نسبت به صدور مجوز تهیه نقشه (دستور نقشه) اقدام می‌نماید.

۱۹-۱-۳ صاحب‌کار با در دست داشتن مجوز تهیه نقشه (دستور نقشه) به یکی از دفاتر مهندسی یا اشخاص حقوقی طراحی ساختمان جهت تهیه طرح موضوع این شیوه‌نامه مراجعه می‌نماید.

۱۹-۱-۴ طراح ساختمان ضمن تهیه نقشه معماری منطبق بر ضوابط شهرسازی و مقررات ملی ساختمان یک نسخه از نقشه‌های معماری تهیه شده را جهت کنترل ضوابط شهرسازی تحویل مرجع صدور پروانه ساختمان می‌نماید و شهرداری در صورتی که در نقشه های معماری دارای نقص یا ایراد باشد ، موارد را رسماً و کتباً به طراح اعلام نموده وآن را برای اصلاح به طراح عودت می‌دهد.

۱۹-۱-۵ مرجع صدور پروانه ساختمان در صورت کامل بودن نقشه‌های معماری ، نسبت به صدور صورتحساب عوارض مربوطه اقدام و درخواست تهیه و تکمیل نقشه‌های اجرایی را می‌نماید.

۱۹-۱-۶ طراح ساختمان نقشه‌های اجرایی معماری ، سازه‌ای و تأسیساتی را تهیه کرده و جداول دفترچه اطلاعات ساختمان را تکمیل و تایید می‌نماید و یکسری کامل از نقشه‌های تهیه شده را جهت کنترل مقررات ملی ساختمان به سازمان استان آن ارایه می‌نماید .

۱۹-۱-۷ سازمان استان ضمن بازبینی مدارک ارایه شده ، نقشه‌های مربوط را با توجه به مقررات ملی ساختمان و ضوابط شهرسازی ، کنترل نموده و در صورت نداشتن ایراد زیربنایی ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمان را در بخش مربوط به طراحی ساختمان در دفترچه اطلاعات ساختمان ثبت می‌نماید.

۱۹-۱-۸ در صورتی که نقشه‌های ارایه شده دارای ایراد باشد ، سازمان استان کتباً و رسماً به طراح اعلام می‌نماید و طراح نسبت به اصلاح و ارسال آن به سازمان استان اقدام خواهد نمود ، در هر حال مدت بررسی نقشه‌ها و تایید آن توسط سازمان استان نباید از یکماه تجاوز نماید.

۱۹-۱-۹ سازمان استان پس از معرفی مجری مورد نظر مالک به سازمان استان ، با دریافت یک نسخه از قرارداد مالک و مجری ، دفترچه اطلاعات ساختمان تکمیل شده توسط طراح را تحویل مجری نموده و وی را به همراه ناظران حقیقی یا حقوقی ساختمان به مرجع صدور پروانه ساختمان معرفی می‌نماید ، یک نسخه از معرفی نامه ناظران مذکور به مالک و مجری نیز تحویل می‌گردد در ضمن تعداد و زیربنای کار مورد نظر توسط سازمان استان در دفتر کنترل ظرفیت اشتغال مجریان ثبت می‌گردد.

۱۹-۱-۱۰ شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان پس از صدور پروانه ساختمان یک نسخه از آن را به همراه نقشه‌های مصوب در اختیار مجری و یک نسخه به هریک از مهندسان ناظر قرار می‌دهد.

۱۹-۱-۱۱ مجری مکلف است تصویر پروانه ساختمان و یک نسخه از نقشه‌های مصوب را به سازمان استان تحویل نماید.

۱۹-۱-۱۲ مجری مکلف است اطلاعات عملیات اجرایی را مرحله به مرحله در دفترچه اطلاعات ساختمان وارد نموده و تاییدیه‌های ناظران را در هر مرحله اخذ نماید. پس از تکمیل و تایید جداول مربوطه در پایان کار دفترچه را به منظور صدور شناسنامه فنی و ملکی ساختمان به سازمان استان تحویل دهد.

۱۹-۱-۱۳ سازمان استان براساس اطلاعات و تاییدیه‌های موجود در دفترچه اطلاعات ساختمان ، شناسنامه فنی و ملکی ساختمان را حداکثر ظرف ۱۵ روز صادر نموده و جهت ارایه به مرجع صدور پروانه ساختمان در اختیار مجری قرار می‌دهد.

۱۹-۱-۱۴ مجری مکلف است جهت دریافت گواهی پایان‌کار ، شناسنامه فنی و ملکی ساختمان صادر شده توسط سازمان استان را در اختیار مرجع صدور پروانه ساختمان قرار داده و مراجع مذکور مکلفند گواهی پایان کار را براساس شناسنامه فنی و ملکی ساختمان صادر نمایند.

۱۹-۱-۱۵ استنکاف از ثبت اطلاعات ساختمان از جانب طراحان ، ناظران و مجریان به عنوان تخلف محسوب و توسط سازمان استان قابل پیگرد می‌باشد.

۱۹-۱-۱۶ در مجموعه‌هایی که با یک پروانه ساختمانی ساخته می‌شوند پس از صدور شناسنامه فنی و ملکی ساختمان ، به ازا هر واحد یک نسخه مصدق شناسنامه فنی و ملکی ساختمان با قید توضیحات لازم بنابر تقاضای مالکان توسط سازمان استان صادر و در اختیار آنها قرار می‌گیرد.

۱۹-۱-۱۷ صدور المثنی طبق ضوابطی که توسط سازمان تعیین می‌شود بلامانع است.

۱۹-۱-۱۸ هر نهاد یا شخص وارد کننده اطلاعات فقط در قبال اطلاعات خود مسوول می‌باشد و در برابر صحت و سقم اطلاعات وارد شده توسط نهاد یا شخص دیگر مسوولیتی ندارد.

فصل هفتم :

شیوه نامه تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال اشخاص حقوقی موضوع تبصره ۴ ماده ۱۱ آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان

ماده ۲۰ : شیوه نامه تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشخاص حقوقی که به وسیله سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تشخیص صلاحیت و تعیین ظرفیت شده یا می شوند ، به تصویب سازمان مذکور و وزارت مسکن و شهرسازی رسیده و طی نامه شماره ۴۰۰/۲۶۳۳۳ مورخ ۱۳۸۳/۵/۱۴ به مراجع ذی ربط ابلاغ شده است ، عیناً به شرح زیر نقل می شود :

« بخش الف »

تعاریف و کلیات

ماده ۱- تعاریف :

۱-۱ قانون : قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴ است.

۱-۲ سازمان مدیریت : سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور است .

۱-۳ سازمان استان : سازمان نظام مهندسی ساختمان استان است.

۱-۴ پروژه ساختمانی : کلیه عملیاتی است که طبق ضوابط و مقررات مصوب، ساخت و تأسیس و بازسازی آنها منوط به قبول مسئولیت و تأیید متخصصان ذی صلاح برای طراحی، محاسبه و نظارت بر طرحهایی است که اعتبار آنها از محل بودجه عمومی کشور تأمین نشده باشد و شامل ساخت و ساز جدید و احداث بنا در سطح یا طبقات و بازسازی نیز می‌شود.

۱-۵ طراحی و محاسبه : کلیه فعالیت ها و خدماتی است که منجر به تهیه و تأیید نقشه های لازم برای هر یک از مراحل (مقدماتی و اجرایی) در رشته های مختلف مهندسی می گردد.این خدمات باید از هر

حیث جامع و کامل بوده و مطابق با مقررات ملی ساختمان، آیین نامه‌ها، استانداردها، ضوابط و مقررات شهرسازی و دستورالعمل شرح خدمات مصوب وزارت مسکن و شهرسازی باشد. مسئولیت صحت طراحی و محاسبه در هر پروژه ساختمانی در حدود شرح خدمات مصوب به استناد ماده ۳۱ قانون با اشخاص حقوقی ذی ربط می باشد.

۱-۶ مدت زمان طراحی و محاسبه : مدتی است که در قرارداد بین کارفرما و اشخاص حقوقی ذی ربط تعیین شده است.

۱-۷ نظارت : مجموعه خدماتی است که برای حصول اطمینان از انطباق عملیات ساختمانی و تأسیساتی با نقشه‌ها و مشخصات فنی عمومی و خصوصی کار ارائه شده توسط مهندسان مشاور طراح انجام می‌گیرد.

۱-۸ - ناظر مقیم : مهندسی است که دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی بوده و برای نظارت بر انجام امور اجرایی در حدود صلاحیت خود در هر بخش به صورت تمام وقت در کارگاه ساختمانی حضور داشته باشد.

۱-۹ مدت زمان نظارت : زمان تعیین شده در قرارداد بین کارفرما و اشخاص حقوقی برای نظارت بر اجرای پروژه موضوع قرارداد است.

۱-۱۰ واحد کار : عبارت از طراحی یا محاسبه، یا نظارت و یا اجرای یک پروژه ساختمانی است.

۱-۱۱ گروه ساختمانهای ویژه : بناهایی است که طراحی معماری ، سازه ، تأسیسات مکانیکی وتأسیسات برقی آن ، بنابرضرورت ، یک یا چند رشته ، نیاز به کنترل بسیاردقیقی دارد و در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان تحت عنوان «بارهای وارد بر ساختمان» جزو گروه بندی ساختمانهای با اهمیت زیاد قراردارند ومورد استفاده آنها کاملاً تخصصی می‌باشد وهمچنین ساختمانهایی که تأسیسات مکانیکی یا برقی آن نیاز به کنترل دقیق شرایط هوا، دما ، رطوبت ، پاکیزگی ، فشارهای نسبی ، صدا ، ولتاژ و فرکانس خاص دارند و دارای تجهیزات با کاربری خاص می باشند.

ماده ۲ : کلیات

۲-۱ شرایط لازم برای تعیین حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال به کار اشخاص حقوقی :

الف - شخص حقوقی عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان باشند.

ب - حداقل دونفرازاعضای هیات مدیره یا مدیران شخص حقوقی دارای پروانه اشتغال بـه کارمهندسـی در رشته‌های اصلی ساختمان و شاغل تمام وقت در دفتر مشاور باشد.

پ-پروانه اشتغال حقوقی بنام مهندسین مشاور با مدیریت مدیر عاملی که حداقل دارای پروانه اشتغال بـه کار مهندسی در یکی از رشته های اصلی یا مرتبط یا مدیریت موضوع این قانون باشد.

تبصره : مدیران عامل شرکتهای مهندسین مشاور که قبـل از اسـفندماه سـال ۷۴ در سـازمان مـدیریت و برنامه ریزی کشور تشخیص صلاحیت شده اند مشمول بند (پ) نمی باشند.

۲-۲ مدارک مورد نیاز برای صدور پروانه صلاحیت :

الف - گواهی تأیید صلاحیت در رشته یا رشته های مورد درخواست از سازمان مدیریت

ب - تصویر کارت عضویت معتبر در سازمان نظام مهندسی ساختمان استان.

پ - تصویر پروانه اشتغال به کار اعضای هیأت مدیره، شرکا ، شاغلین و مـدیرعامل ( در صـورت دارابـودن پروانه اشتغال ) حداقل دو نفر .

ت - تصویر شناسنامه اعضای هیات مدیره.

ث - ارائه خود اظهاری مبنی بر شاغل تمام وقت بودن یا نیمه وقـت بـودن شـاغلین در شـرکت در دفـاتر اسناد رسمی.

ج - فیش بانکی مربوط به پرداخت عوارض صدور پروانه اشتغال.

«بخش ب»

حدود صلاحیت

ماده ۳ - حدود صلاحیت اشخاص حقوقی که گواهینامه تشخیص صلاحیت از سوی سازمان مدیریت را دارا می‌باشند ، برای انجام خدمات مطالعات مقدماتی و نهایی در امور طراحی، محاسبه و نظارت بر اجراء ساختمان در رشته‌های هفتگانه معماری، عمران، تأسیسات مکانیکی، تأسیسات برقی، شهرسازی، ترافیک و نقشه برداری با رعایت بندهای مشروح زیر در همان رشته و درجه ای که تشخیص صلاحیت می‌شوند، تعیین می گردد.

۳-۱ در سایر رشته های مورد تقاضا پایه بندی اشخاص حقوقی با توجه به پروانه اشتغال به کار مهندسی اعضای هیأت مدیره، شرکاء، مدیرعامل و شاغلین به پایه های ارشد، یک، دو، سه در هر رشته تقسیم و بشرح بند زیر تعیین می‌گردد.

۳-۲ برای اخذ پروانه اشتغال به کار حقوقی در هر رشته و پایه عضویت یک مهندس در رشته و پایه مورد تقاضا الزامی است. (برای اخذ پایه ارشد در هر رشته یک مهندس پایه ارشد درآن رشته و سایر پایه ها به همین ترتیب خواهد بود)

ماده ۴ - صلاحیت اشخاص حقوقی در بخش طراحی، محاسبه و نظارت در هر رشته در پایه های مختلف به شرح جداول زیر تعیین می شود:

جدول طبقه بندی صلاحیت اشخاص حقوقی در بخش طراحی و محاسبه در هر رشته

| رتبه شخص حقوقی در هر رشته | گروه ساختمان |
|---|---|
| ۳ | *الف* |
| ۲ | *الف و ب* |
| ۱ | *الف ، ب ، ج* |
| *ارشد* | *الف ، ب ، ج ، د* |

جدول طبقه بندی صلاحیت اشخاص حقوقی در بخش نظارت در هر رشته

| پایه شخص حقوقی در هر رشته | گروه ساختمان |
|---|---|
| ۳ | *الف و ب* |
| ۲ | *الف ، ب ، ج* |
| ۱ | *الف ، ب ، ج و د* |
| *ارشد* | *الف ، ب ، ج ، د* |

«بخش ج»
ظرفیت اشتغال

ماده ۵ ـ ظرفیت اشخاص حقوقی تعیین شده از سوی سازمان مدیریت برای پروژه های دولتی به میزان تعیین شده در گواهینامه تشخیص صلاحیت پا برجا بوده و به طور همزمان می توانند براساس ظرفیت و صلاحیت تعیین شده این دستورالعمل در پروژه های غیردولتی فعالیت نمایند.

ماده ۶- برای پروژه های غیردولتی ظرفیت اشتغال به کارمهندسی، عبارت است ازتوان وامکان ارائه خدمات مهندسی توسط اشخاص حقوقی دارای پروانه اشتغال به کارمهندسی درمدت زمان معین ، این مدت درخصوص اشخاص حقوقی که نسبت به ارائه خدمات طراحی یا محاسباتی رشته‌های ساختمان می پردازند یک سال تمام محاسبه شده است ودرخصوص اشخاص حقوقی که نسبت به ارائه خدمات نظارت براجرای ساختمان مبادرت می‌ورزند به صورت دوره ای تعیین میشود، به این ترتیب که ازابتدای شروع نظارت تا پایان مرحله نازک کاری وارسال گزارش آن به شهرداری یک دوره محاسبه میشود. برای کنترل ظرفیت اشتغال به کار مهندسان مشاور که عبارت ازسطح زیربنا وتعداد کاراست ، این توان دریک برش زمانی تعیین می‌گردد دراین حالت تعداد کاروزیربنای کارهای طراحی یامحاسبه با ضریب ۰/۵ ونظارت با ضریب یک محاسبه میشود.

ماده ۷- ظرفیت اشتغال به کار مهندسی اشخاص حقوقی که نسبت به ارائه خدمات مهندسی رشته‌های هفتگانه ساختمان مبادرت می ورزند در هر رشته برابر مجموع ظرفیت اشتغال به‌کار حقیقی اعضای هیأت‌مدیره، مدیر عامل ، شرکاء و شاغلین در شرکت تعیین می‌گردد و تعداد کارهای شخص حقوقی در

هر رشته عبارت است از : ۵۰ درصد مجموع تعداد کار مجاز اعضای هیأت‌مدیره، مدیر عامل ، شرکاء و شاغلین در مهندسین مشاور در رشته ای که برای اشخاص حقیقی آنان تعیین گردیده است.

۱-۷ در صورتیکه اشخاص حقیقی شاغل در شرکت در بخش های دولتی، نیمه دولتی و خصوصی و سازمانها و نهادهای عمومی اشتغال به کار داشته و به صورت پاره وقت در شرکت فعالیت نمایند ظرفیت اشتغال به کار آنها عبارت است از ۵۰ درصد ظرفیت اشتغال شخص حقیقی خواهد بود که احراز آن از طریق خود اظهاری انجام پذیرفته و چنانچه اثبات گردد شخص حقیقی شاغل در شرکت خلاف واقع خود اظهاری یا عمل نموده است به مدت دوسال از ارائه خدمات مهندسی طراحی و محاسبه و سه سال از خدمات نظارتی محروم شده و نمی تواند در این مدت از ظرفیت اشتغال به کار خود به صورت حقیقی نیز نمی تواند استفاده نماید. (در این مدت به عنوان مجری ساختمان نیز نمی تواند اشتغال به کار داشته باشد.) بدین‌منظور مرجع صدور پروانه ساختمان هنگام ارجاع کار به اشخاص حقوقی و اشخاص حقیقی می‌بایست از مشارکت یا عدم مشارکت آنان در استفاده از ظرفیت اشتغال به‌کار شخص حقوقی و حقیقی و مقادیر آن اطمینان حاصل نماید. اعضای هیأت مدیره، مدیرعامل، شرکاء باید شاغل تمام وقت باشند و چنانچه خلاف واقع خوداظهاری یا عمل نموده یا نمایند، پروانه اشتغال به کار حقوقی ذی‌ربط ابطال خواهد گردید.

«بخش د»

مواد عمومی

ماده ۸ - اشخاص حقوقی دربخش نظارت برساختمانهایی که به موجب این دستورالعمل ، استفاده مجری ساختمان درآنها الزامی است ، مکلفند نسبت به اجرای ساختمان توسط مجری اطمینان حاصل نمایند . لذا صدور پروانه ساختمانی وشروع هرگونه عملیات ساختمانی درساختمانهایی که مشمول دستورالعمل مجریان ساختمان می باشند ، منوط به داشتن مجری ساختمان ومعرفی وی به شخص حقیقی توسط صاحب کار می باشد. پروانه ساختمان ومجوز شروع عملیات ساختمانی باید دارای امضای اشخاص حقوقی ذی ربط ومجری باشد.

ماده ۹ـ چنانچه به دلیل پایان یافتن مدت قرارداد یا فسخ یا ابطال آن و یا سلب صلاحیت یا هردلیل قانونی دیگر ، ادامه کار شخص حقوقی غیرممکن شود، عملیات ساختمانی متوقف شده وشروع مجدد آن

منوط به وجود شخص حقوقی جدید خواهد بود . دراین گونه موارد مرجع صدورپروانه ساختمان موظف است ازادامه کار کارتا معرفی شخص حقوقی صاحب صلاحیت جدید جلوگیری بعمل آورد.

ماده ۱۰ـ درصورتیکه صاحب کار، اجرای پروژه را بدون قصور شخص حقیقی به هردلیل بیش از ۲۰ درصد مدت مندرج درقرارداد به تأخیر بیاندازد وموضوع این تعلیق کار از بدو شروع تا پایان مدت مذکور مورد تأیید سازمان نظام مهندسی ساختمان استان قرارگیرد شخص حقوقی مجاز خواهد بود تا تعیین تکلیف کارنسبت به ارائه خدمات مهندسی پروژه دیگری درحدود ظرفیت تعیین شده ازطریق مرجع ذی‌ربط اقدام نماید.

ماده ۱۱ - چنانچه کارشناسان شاغل در شرکت که ظرفیت اشتغال به کار حقیقی آنان به صورت حقوقی محاسبه گردیده است یا شرکت با رعایت ضوابط و مقررات قانونی از ادامه همکاری با شاغلین انصراف حاصل نمایند مراتب حداکثر ظرف مدت یک هفته کتباً به وزارت مسکن و شهرسازی اعلام گردیده و ظرفیت اشتغال به کار شرکت مجدداً تعیین و به مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام خواهد شد و ظرفیت اشتغال به کار استفاده شده توسط شاغلین در شرکت که از محل پروانه حقیقی به صورت حقوقی بوده است نیز عیناً از سقف ظرفیت اشتغال به کار شخص حقیقی کسر خواهد گردید. توضیح اینکه مسئولیت ناشی از کارهای در دست اقدام شخص حقوقی در حوزه شمول ماده ۱۶ آیین نامه اجرایی قانون قراردارد.

۱-۱۱ اشخاص حقوقی موظفند در صورتیکه در ترکیب اعضای هیأت مدیره، مدیرعامل و شاغلین موثر در تعیین صلاحیت و ظرفیت اشتغال به کار، تغییراتی حاصل شود، حداکثر ظرف یک هفته مراتب را به وزارت مسکن و شهرسازی و مرجع صدور پروانه ساختمان اطلاع دهند تا پس از هماهنگی لازم نحوه ادامه کار به لحاظ حدود صلاحیت و میزان ظرفیت اشتغال به کار مشخص گردد ویا ظرف مدت مذکور نسبت به معرفی جایگزین درهمان حدود صلاحیت وظرفیت اقدام نمایند عدم اطلاع به موقع این تغییرات توسط دارنده پروانه اشتغال به‌کار حقوقی به وزارت مسکن و شهرسازی و مرجع صدور پروانه ساختمانی موجب لغو پروانه اشتغال به کار حقیقی مدیران یا شخص حقوقی یا هر دو خواهد شد.

ماده ۱۲- اعضای هیأت مدیره ، مدیرعامل ( در صورت دارابودن پروانه اشتغال به کار ) ، شرکاء و شاغلین دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی در صورت دخالت دادن پروانه حقیقی خود در درجه‌بندی اشخاص حقوقی دیگر نمی توانند به صورت حقیقی از پروانه خود استفاده نماید . و در صورت تقبل کار دیگری

بیرون از مشاور می توانند با هماهنگی مهندسین مشاور از طریق خود مهندسین مشاور بـه مرجـع صـدور پروانه ارائه نمایند.

ماده ۱۳- وزارت مسکن و شهرسازی حدود صلاحیت و میـزان ظرفیـت اشـخاص حقـوقی را در پروانـه اشتغال آنها درج می‌نماید و پس از پایان مدت اعتبار پروانه، مجددا تعیین صلاحیت و ظرفیت می شوند.

ماده ۱۴ - امضای مجاز اشخاص حقوقی ذیل نقشه ها و اسناد تعهد آور باید با مهری همـراه باشـد کـه در آن نام کامل، شماره پروانه اشتغال، شماره عضویت سازمان نظام مهندسی، رشته، نـام مـدیرعامل شـرکت درج شده باشد. مهر، امضاونام مهندس طراح یامحاسب درذیل نقشه ها نیز الزامی است.

ماده ۱۵ - اشتغال اشخاص حقوقی در خارج از حدود صلاحیت و ظرفیت مندرج در پروانه تخلف از قانون محسوب و موجب اعمال مجازاتهای انتظامی مقرر در آیین نامه اجرایی می گردد.

ماده ۱۶ - ارائه خدمات مهندسی، محاسباتی و نظارت توسط اشخاص حقیقـی و شـرکتها کـه مسـئولیت بررسی یا تأیید نقشه و یا امور مربوط به کنترل ساختمان و یا صدور پروانه ساختمانی همان پـروژه را نیـز عهده دارند ممنوع است و تخلف محسوب می شود.

ماده ۱۷- شرکت ها که نظارت پروژه‌ای را تقبل نموده اند، نمی‌توانند مجری یا پیمانکار همان پروژه باشند و انجام آن تواماً تخلف محسوب می گردد.

ماده ۱۸ - در صورتی که طراحی، محاسبه و یا نظارت پروژه به دلایلی خارج از قصور اشخاص حقوقی نیاز به زمانی بیش از زمان اعلام شده در قرارداد داشته باشد اشخاص حقوقی موظف اند حـداکثر تـا یـک مـاه مانده به پایان مدت قرارداد برای طراحی و محاسبه و حداکثر ۲ ماه مانده به مـدت قـرارداد بـرای نظـارت مراتب را به کارفرما، مرجع صدور پروانه ساختمان و سـازمان نظـام مهندسـی سـاختمان اسـتان اعـلام و درخواست تمدید قرارداد نمایند. کارفرما نیز با نظارت سازمان استان با اشخاص حقوقی تمدید قرارداد می نماید. در صورتیکه بنا به دلایلی کارفرما یا اشخاص حقوقی طراح یا محاسب یا ناظر در پایان مدت قرارداد از تمدید قرارداد خودداری نماید و مراتب باتوجه بـه دلایـل و اظهـارات آنـان مـورد تأییـد سـازمان نظـام مهندسی ساختمان استان قرار گیرد، اشخاص حقوقی موظفند مراتب خاتمه کـار خـود را همـراه بـا ارائـه کارهای انجام شده و گزارش وضعیت کار در مقطع پایان مدت قرارداد به کارفرما و سازمان نظام مهندسـی

ساختمان و مرجع صدور پروانه ساختمان استان اعلام نمایند. در این حالت اشخاص حقوقی مسئولیتی نسبت به کارهایی که بعد از اتمام قرارداد انجام میشود نخواهند داشت و کار مورد بحث از ظرفیت اشتغال آنان خارج می شود. بدیهی است مسئولیت کلیه کارهای انجام شده در مدت قرارداد بعهده اشخاص حقوقی خواهد بود.

ماده ۱۹- در صورتیکه شخص حقوقی از حدود وظایف و مسئولیتهای مندرج در این دستورالعمل و شرح خدمات گروه‌های مهندسی ساختمان و سایر دستورالعمل های ذیربط عدول نماید و یا مرتکب خلاف شود، به استناد مواد ۸۵ و ۹۱ و مندرج ماده ۲۳ آیین نامه اجرایی قانون، به تخلفات حرفه ای، انضباطی، انتظامی وی یا عدم توجه به ابلاغیه های قانونی رسیدگی و رفتار خواهد شد.

ماده ۲۰- این دستورالعمل شامل ۲۰ ماده و ۱۷ بند می باشد.

فصل هشتم :

پیوست مربوط به شیوه‌نامه مجریان ساختمان شامل :

شرایط عمومی قرارداد ، شرایط خصوصی قرارداد و قراردادهای همسان مربوط به مجریان ساختمان

## شرایط عمومی قرارداد برای قراردادهای اجرای ساختمان

### فصل اول ، تعاریف و مفاهیم

ماده ۱ ـ قرارداد اجرای ساختمان :

اعم از اینکه به صورت عادی یا رسمی تنظیم شده باشد برای طرفین آن حکم سند دارد و مشخصات اصلی و کلی قرارداد مانند مشخصات و نشانی دو طرف، موضوع، مبلغ، مدت، نوع و اسناد و مدارک منضم به قرارداد در آن قید می‌شود.

ماده ۲ـ شرایط عمومی :

شرایطی است که در تمامی انواع قراردادهای اجرای ساختمان بین صاحب‌کار و مجریان ساختمان منعقد می‌شود و باید مورد رعایت طرفین قرار گیرد و حاکم برقرارداد منعقده بوده و جزو لاینفک آن محسوب می‌شود.

ماده ۳ ـ شرایط خصوصی :
شرایط خاصی است که اجرای هرساختمان با توجه به وضعیت، موقعیت و ماهیت خود دارد و متضمن خواسته‌ها و نظرات‌خاص هر یک از طرفین قرارداد و به منظور تکمیل شرایط‌عمومی قرارداد است که مورد موافقت طرفین قرار گرفته و باید مورد رعایت قرار گیرد و جز لاینفک قرارداد محسوب می‌شود. شرایط خصوصی نمی‌تواند مواد شرایط عمومی را نقض کند مگر در مواردی که در شرایط عمومی این اختیار پیش‌بینی شده باشد.

ماده ۴ ـ انواع قرارداد اجرای ساختمان :
قرارداد اجرای ساختمان معمولا به یکی از سه شکل زیر و برای انجام کل کار و یا بخشی از کار منعقد می‌شود:
الف) قرارداد اجرای ساختمان با مصالح (کاربرگ الف).
ب) قرارداد اجرای ساختمان بدون مصالح یا دستمزدی (کاربرگ ب).
ج) قرارداد اجرای ساختمان به صورت پیمان مدیریت (کاربرگ ج).

ماده ۵ـ اجرای ساختمان :
عبارت است از تجهیز کارگاه، آماده‌سازی، اسکلت‌سازی، سفت‌کاری، نازک‌کاری، اجرای تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی، محوطه‌سازی، حصارکشی و امور مربوط به مدیریت، اجرا و ساخت و ساز تا بهره‌برداری.

ماده ۶ـ صلاحیت حرفه‌ای، حدود آن و ظرفیت اشتغال :
عبارت است از داشتن پروانه اشتغال اجرای ساختمان که طبق شرایط و ضوابط مربوط، توسط وزارت مسکن و شهرسازی برای دارندگان صلاحیت صادر می‌گردد.

ماده ۷ـ ناظر :
شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال با صلاحیت نظارت بر ساختمان در یک یا چند رشته از رشته‌های اصلی و مرتبط موضوع قانون است که توسط سازمان‌استان انتخاب و به صاحب‌کار، شهرداری و یا سایر مراجع صدورپروانه‌ساختمان معرفی‌می‌شود و براجرای‌صحیح عملیات‌ساختمانی درحیطه‌صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال خودبه لحاظ انطباق ساختمان با مشخصات مندرج درپروانه و نقشه‌ها ، مقررات ملی ساختمان و محاسبات فنی منضم به آن نظارت می‌نماید.

ماده ۸ـ ناظر هماهنگ‌کننده :

شخصی حقیقی دارای پروانه اشتغال و صلاحیت نظارت در رشته معماری یا عمران است که براساس شرح خدمات مهندسان رشته‌های ساختمان، مسوول هماهنگی بین تمامی ناظران رشته‌های هفتگانه مندرج در قانون در یک ساختمان یا مجتمع یا مجموعه ساختمانی و ارسال گزارش‌های مرحله‌ای به شهرداری و سایر مراجع ذی‌ربط می‌باشد. در خصوص ناظران حقوقی ساختمان ، مدیرعامل شرکت یا مسوول واحد فنی موسسات و یا نهادهای عمومی غیردولتی همان ناظر هماهنگ‌کننده خواهد بود.

ماده ۹ـ پیمانکار :

شخص حقیقی یا حقوقی است که صلاحیت انجام تمام یا بخشی از کارهای اجرایی را دارد و برای آن بخش از عملیات با وی قرارداد منعقد می‌گردد.

ماده ۱۰ـ کارگاه، تجهیز و برچیدن آن :

الف) محل یا محل‌هایی است که عملیات موضوع قرارداد در آن اجرا می‌شود، یا با اجازه صاحب‌کار از آن استفاده می‌گردد.

ب) تجهیز کارگاه، عبارت است از اقدامات و تدارکاتی که به منظور شروع و انجام دادن کار به صورت موقت برای دوره اجرا انجام می‌شود.

ج) برچیدن کارگاه، عبارت است از جمع‌آوری تجهیزات، تأسیسات و یا ساختمانهای موقت و خارج کردن آنها به علاوه سایر مواد زاید و یا ماشین‌آلات و ابزار کار از کارگاه و تسطیح و تمیز کردن محل‌های مذکور.

ماده ۱۱ـ مدت قرارداد ـ برنامه زمان‌بندی :

الف) مدت لازم جهت اجرای ساختمان همراه با برنامه زمان‌بندی کلی و تفصیلی آن ، براساس نوع قرارداد، توسط مجری برآورد و با قبول صاحب‌کار در چارچوب برنامه مذکور به عنوان مدت قرارداد تعیین می‌گردد. تاریخ‌ها و ساعت کار براساس تقویم و ساعت رسمی کشور است. مدت قرارداد و برنامه زمان‌بندی با توجه به تغییر مقادیر کار با توافق طرفین قرارداد به نحو مندرج در شرایط خصوصی قرارداد قابل تغییر می‌باشد.

ب) در صورتی که به هر علت اجرای ساختمان به زمانی بیش از زمان تعیین شده در قرارداد نیاز داشته باشد، مجری موظف است سه ماه قبل از مهلت اتمام قرارداد، مراتب را به صاحب کار اعلام نماید. در این صورت قرارداد مجری و صاحب‌کار با رضایت طرفین قابل تمدید است. در صورت تمدید یا عدم تمدید

قرارداد، مجری موظف است مراتب ادامه یا خاتمه کار خود را همراه با گزارش وضعیت کار به صاحب‌کار، مرجع صدور پروانه ساختمان و سازمان استان اعلام نماید.

ماده ۱۲ـ مبلغ قرارداد ـ نحوه پرداخت :
عبارت است از مبلغ یا درصدی که با توجه به نوع قرارداد منعقده بین صاحب‌کار و مجری توافق و تعیین و در قرارداد درج می‌شود. میزان، موعد و نحوه پرداخت‌ها حسب نوع هر قرارداد باید با ذکر مراحل و مواعد پرداخت و همچنین شرایط تعدیل آن در شرایط خصوصی قید شود.

فصل دوم ـ تعهدات و اختیارات صاحب‌کار

ماده ۱۳ ـ تعهدات صاحب‌کار :
۱۳ـ۱ صاحب‌کار متعهد است محل اجرای ساختمان را بدون متصرف و معارض طی صورت‌جلسه کتبی تحویل مجری بدهد. چنانچه تاریخ معینی جهت تحویل کارگاه در قرارداد پیش بینی نشده باشد، تحویل آن نباید بیش از ۳۰ روز از تاریخ امضای قرارداد به طول انجامد.
۱۳ـ۲ صاحب‌کار متعهد است پروانه ساختمانی و مجوزهای لازم را با توجه به نقشه‌های مورد نظر ، حسب مورد از شهرداری و یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان ، قبل از شروع اجرای ساختمان اخذ و نسخه‌ای از آنها را به مجری تحویل دهد.
۱۳ـ۳ صاحب‌کار متعهد است تسهیلات لازم به منظور تامین آب و برق کارگاه ساختمان را قبل از شروع عملیات ساختمانی فراهم نماید.
۱۳ـ۴ صاحب‌کار متعهد است ۲ سری از نقشه‌های اجرایی کار را که به تصویب سازمان استان و مرجع صدور پروانه ساختمان رسیده است و همچنین سایر اسناد و مدارک لازم را به مجری تحویل نماید.
۱۳ـ۵ در صورت تایید ناظر و ناظر هماهنگ‌کننده مبنی بر انجام کار توسط مجری، صاحب‌کار متعهد است کلیه پرداخت‌هایی را که با توجه به نوع قرارداد تقبل نموده در راس موعد مقرر پرداخت کند.
۱۲ـ۶ صاحب‌کار متعهد است با توجه به نوع قرارداد هزینه‌های مربوط به بیمه کارگاه ساختمان را (غیر از هزینه بیمه نیروی انسانی و ماشین‌آلات و تجهیزاتی که متعلق به مجری است) بپردازد.
۱۳ـ ۷ صاحب‌کار متعهد است در مواردی که مجری یا ناظر پیشنهادهایی ارایه و یا از وی کسب نظر می‌کنند، متناسب با شرایط کار در اسرع وقت، حداکثر ظرف مدت یک هفته نظر نهایی خود را اعلام دارد.

۱۳ـ۸ صاحب‌کار هر گونه تغییرات و اصلاحات مورد نظر خود را فقط پس از تایید ناظر ذی‌ربط و توسط وی به مجری ابلاغ می‌کند و به هیچ‌وجه مجاز نمی‌باشد در امور اجرایی گارگاه مستقیما دخالت نماید.

ماده ۱۴ـ اختیارات صاحب‌کار :

۱۴ـ ۱ صاحب‌کار اختیار دارد بطور مستمر و دایم بنحوی که موجب اختلال درامور جاری کارگاه نشود از کارگاه بازدید نماید و چنانچه موارد بی‌انضباطی، کم‌کاری، کندی، یا توقف کار، حیف و میل، عدم رعایت اصول ایمنی و ... ملاحظه نمود مراتب را حسب مورد به طور کتبی به مجری یا پیمانکار اعلام کند. در صورتی که مجری یا پیمانکار به نظرات مذکور توجه ننماید صاحب‌کار اختیار دارد براساس مفاد پیش‌بینی شده در قرارداد نسبت به تعویض آنها اقدام نماید.

۱۴ـ۲ صاحب‌کار اختیار دارد در ضمن اجرای ساختمان حداکثر تا معادل ۲۰ درصد مبلغ قرارداد را تقلیل یا افزایش دهد. اما در صورت تجاوز از ۲۰ درصد قرارداد ، مجری موظف است بلافاصله قیمت پیشنهادی خود را به صاحب‌کار اعلام نماید تا در صورت حصول توافق و عقد قرارداد الحاقی ، در آن خصوص اقدام گردد.

فصل سوم ـ تعهدات و اختیارات مجری

ماده ۱۵ ـ تعهدات :

مجری باید قبل از انعقاد قرارداد از محل اجرای ساختمان بازدید کرده و تمام اسناد و مدارک و نقشه‌ها را ملاحظه نموده و از موقعیت، نوع کار، وضعیت آب و هوا، امکان اجرای کار در فصلهای مختلف سال، انواع مصالح و تجهیزات و ماشین‌آلات و امکانات نیروی انسانی ماهر در بازار کار ، آگاهی کامل داشته و با توجه به اطلاعات مذکور در زمینه موضوع قرارداد و سود مورد نظر خود، تعهدات زیر را تقبل نماید.

۱۵-۱ در صورت ملاحظه مغایرت بین نقشه‌های اجرایی یا عدم رعایت اصول فنی در آنها بلافاصله موضوع را به مهندس طراح و ناظر و صاحب کار اعلام نماید.

۱۵-۲ تمامی مقررات ملی ساختمان و شیوه‌نامه‌های عمومی اجرای ساختمان و ایمنی کارگاه و ساختمانهای مجاور و مسایل زیست‌محیطی در کارگاه را رعایت کند.

۱۵-۳ تجهیز کارگاه ساختان توسط وی یا زیر نظر او انجام پذیرد.

۱۵ -۴ عملیات اجرایی را پس از صدور مجوزهای قانونی از سوی دستگاه‌های ذی‌ربط و دریافت آن مدارک از صاحب‌کار، مطابق برنامه زمان‌نبدی شروع نماید.

۱۵-۵ تمامی عملیات اجرایی را براساس نقشه‌های مصوب اجرا کند.

۱۵-۶ در صورت نیاز بین پیمانکاران هماهنگی لازم را ایجاد نماید.
۱۵-۷ تقدم و تاخر منطقی بین اقلام کار را تعیین کند.
۱۵-۸ تاییدیه‌های لازم را از مهندس ناظر در چارچوب ضوابط مربوط اخذ کند.
۱۵-۹ در پذیرش کار و هنگام انعقاد قرارداد، حدود صلاحیت و ظرفیت اشتغال خود و سایر اشخاص دارای صلاحیت در رشته مربوط که توسط مراجع ذی‌صلاح تعیین و ابلاغ شده است را کاملا رعایت نماید و همچنین از پذیرش مسوولیت نظارت بر ساختمانی که اجرای آن بعهده وی می‌باشد امتناع نماید.
۱۵-۱۰ عملیات مورد قرارداد را به وسیله افراد متخصص و با تجربه و دارای صلاحیت انجام دهد.
۱۵-۱۱ حسب نوع و مفاد قرارداد، ماشین‌آلات، ابزار، مصالح استاندارد و تجهیزات لازم را فراهم نماید.
۱۵-۱۲ نیروی انسانی ماهر مورد نیاز کارگاه را تهیه یا تایید کند و تازمانیکه مقررات دولتی اجازه نمی‌دهد از به کارگیری کارگران خارجی خودداری یا جلوگیری کند و در صورت ضرورت به کارگیری آنان مجوز وزارت کار و امور اجتماعی را دریافت و یا مطالبه نماید.
۱۵-۱۳ مقررات بیمه و تامین اجتماعی و قانون کار و بخشنامه‌های منبعث از آن را رعایت و یا نسبت به رعایت آنها الزام نماید.
۱۵-۱۴ قبل از شروع عملیات اجرایی کارگاه، کلیه تجهیزات و ماشین‌آلات و وسایل متعلق به خود را بیمه آتش‌سوزی و حوادث قهری کند. (هزینه بیمه ساختمان و وسایل متعلق به صاحب‌کار به عهده صاحب‌کار است. لکن چنانچه صاحب‌کار آنها را بیمه ننموده باشد ، در صورت بروز آتش‌سوزی یا حوادث قهری، مسوولیت و جبران خسارات وارده به عهده صاحب‌کار خواهد بود.) صرفنظر از حوادث قهری، مسوولیت حفاظت از کارگاه و تأسیسات زیربنایی و تمامی وسایل و لوازم و مصالح موجود در کارگاه به عهده مجری است و اگر به هر یک صدمه و خسارتی واردشود موظف به رفع نقص و یا جبران خسارت می‌باشد.
۱۵ـ۱۵ نظرات ناظر را براساس نقشه‌های موجود و نظرات صاحب‌کار، در صورتی که به اصول فنی کار لطمه نزند و ناظر به طور کتبی تایید کند با رعایت مفاد قرارداد و شرایط عمومی قرارداد بپذیرد.
۱۵-۱۶ هرگونه ایراد و نقص در اجرای کار ناشی از عدم رعایت نقشه‌ها یا به کاربردن مصالح نامرغوب یا عدم ارایه کار مناسب از ناحیه نیروی انسانی کارگاه را براساس مفاد قرارداد رفع نماید.
۱۵-۱۷ کلیه مقررات مربوط به نحوه تخلیه مصالح، پیش‌بینی راه عبور مناسب در پیاده‌رو، استفاده از علایم راهنمایی و خطر و وسایل حفاظتی و تامین انتظامات کارگاه را حسب مورد رعایت و کنترل نماید.
۱۵-۱۸ اجاره واگذاری قرارداد را به دیگران ندارد.
۱۵-۱۹ در تهیه و یا تایید صورت وضعیت‌ها و یا صورت‌هزینه‌ها دقت و رعایت امانت را بنماید.

۱۵-۲۰ در مواردی که به موجب ماده ۴ قانون اجرای کار ساختمان در یکی از رشته‌ها مستلزم داشتن پروانه صلاحیت مربوط می‌باشد و مجری فاقد صلاحیت مذکور باشد موظف است از دارندگان پروانه صلاحیت مربوط به آن بخش از کار استفاده نماید.

ماده ۱۶ـ اختیارات مجری :

۱۶- ۱ مجری می‌تواند شروع کار را موکول به دریافت پیش‌پرداخت نماید.

۱۶-۲ در صورتی که پرداخت هر یک از اقساط مبلغ قرارداد با توجه به نوع قرارداد، از موعد تعیین شده در قرارداد بیش از یک ماه توسط صاحب‌کار به تاخیر افتد ، مجری می‌تواند آن مبلغ و معادل درصدی از تاخیرات مربوط به پرداخت حق‌الزحمه خود را که در شرایط خصوصی تعیین می‌شود در طول مدت توقف از صاحب‌کار مطالبه نماید.

۱۶-۳ چنانچه مجری اجرای بخشی از کار را براساس نقشه‌ها به مصلحت نداند حسب مورد مراتب را به طور کتبی به اطلاع ناظر هماهنگ‌کننده و طراح می‌رساند و تا وصول پاسخ که در هر حال نباید بیش از یک هفته از تاریخ ابلاغ به طول انجامد ، اجرای کار در آن بخش را متوقف می‌نماید.

فصل چهارم - تضمین انجام تعهدات قرارداد ، تهیه صورت‌هزینه‌ها ، نحوه پرداختها و تعلیق کار

ماده ۱۷ـ تضمین انجام تعهدات :
به منظور تضمین انجام تعهدات ناشی از قرارداد و همچنین تضمین مبلغ پیش‌دریافت، صاحب‌کار می‌تواند از مجری براساس مندرج در قرارداد خصوصی تضمین لازم را دریافت نماید. در صورت دریافت تضمین از مجری صاحب‌کار موظف است پس از انجام تعهدات تضمین یا تضمین‌های ماخوذه را مسترد دارد.

ماده ۱۸ـ صورت‌هزینه‌ها :
حسب نوع قرارداد، صورت‌وضعیت یا صورت‌حساب‌ها همراه با اسناد و مدارک مثبته تهیه و پس از تایید کیفیت کارهای اجرایی توسط مهندس‌ناظر در زمانهای معین شده در شرایط خصوصی قرارداد در اختیار صاحب‌کار قرار گیرد.

ماده ۱۹ـ نحوه پرداختها :
صاحب‌کار موظف است حسب نوع قرارداد، در زمانهای تعیین شده پس از دریافت صورت‌وضعیت یا صورت‌حساب‌ها طبق شرایط مندرج در شرایط خصوصی قرارداد نسبت به پرداخت مطالبات مجری اقدام کند در صورت وجود اشکال یا ابهام یا اختلاف نظر در صورت هزینه‌ها پس از تایید کیفی کارهای اجرایی توسط مهندس یا مهندسان ناظر حداقل ۷۰ درصد آن پرداخت و در مورد باقیمانده چنانچه نظر اصلاحی مهندس ناظر برای طرفین کفایت نکند طبق ماده (۲۶) این شرایط عمومی عمل خواهد شد.

ماده ۲۰ـ تعلیق :
صاحب‌کار می تواند در مدت قرارداد، برای یک بار و حداکثر سه ماه اجرای ساختمان را معلق کند. در این صورت باید مراتب را با تعیین تاریخ شروع تعلیق به مجری اطلاع دهد. در مدت تعلیق، مجری مکلف است حسب نوع قرارداد تمام مسوولیت‌های ناشی از آن را مانند حفاظت و حراست از کارهای انجام شده، مصالح و تجهیزات پای‌کار، تأسیسات و ساختمانهای موقت را به نحو مطلوب انجام دهد. پرداخت هزینه خسارات دوران تعلیق و اجاره مربوط به ماشین‌آلاتی که در دوران تعلیق در کارگاه باقی مانده‌اند براساس مبلغ یا درصدی که در شرایط خصوصی قرارداد تعیین می‌شود بعهده صاحب‌کار است. تعلیق مدت بیش از ۳ ماه و بیشتر از یکبار فقط با توافق مجری و صاحب‌کار در قالب شرایط خصوصی قرارداد امکان‌پذیر است.

فصل پنجم ـ تحویل کار، برچیدن کارگاه، تسویه حساب و پایان‌کار

ماده ۲۱ـ تحویل کار :
پس از آنکه عملیات موضوع قرارداد تکمیل و کار آماده تحویل و بهره‌برداری شد، مجری مراتب را حداقل یک هفته قبل به طور کتبی به ناظر هماهنگ‌کننده و صاحب‌کار اعلام می‌دارد. پس از تعیین روز تحویل ، با حضور ناظر هماهنگ‌کننده ، صاحب‌کار و مجری ، کار طی صورتجلسه تحویل صاحب‌کار می‌شود. در صورتی که پروژه بیش از ۳ درصد کل کار ، دارای ایراد یا نواقص باشد ، تحویل کار ، به بعداز رفع نقص مذکور موکول می‌شود، در غیر این صورت در همان صورتجلسه ضمن تحویل گرفتن پروژه زمانهای معینی برای رفع نواقص جزیی کمتر از ۳ درصد کل کار مندرج در قرارداد پیش‌بینی می‌گردد و مجری مکلف و متعهد به رفع آنها در مدت مذکور است. از تاریخ تحویل کار تا زمانی که در شرایط خصوصی قرارداد تعیین می‌شود نیز در صورتی که هر عیب یا نقص فنی در ساختمان ایجاد شود که ناشی از تقصیر یا قصور مجری باشد، رفع ایرادات و جبران خسارات به عهده وی می‌باشد.
تبصره : براساس توافق مجری و صاحب‌کار و تایید ناظر هماهنگ‌کننده ، تحویل کار می‌تواند به صورت بخش، بخش صورت گیرد.

ماده ۲۲ـ برچیدن کارگاه :
پس از تحویل کار و تنظیم صورتجلسه تحویل و تحول، کارگاه ساختمان با توجه به مسوولیت مندرج در قرارداد باید حداکثر ظرف دو هفته برچیده شود.

ماده ۲۳ـ تسویه حساب و پایان‌کار :
حداکثر ظرف ۱۵ روز بعداز تنظیم صورتجلسه تحویل موقت کار و رفع نواقص و تایید آن از سوی ناظر و ناظر هماهنگ‌کننده ، طرفین قرارداد موظفند با توجه به نوع قرارداد در مورد دوره تضمین پس از تحویل موقت مراتب مربوط به تحویل قطعی کار و تسویه‌حساب و پایان قرارداد را صورتجلسه نمایند.

فصل ششم ـ موارد فسخ، اقدامات پس از فسخ، خسارات عدم انجام تعهدات، محل اختلاف

ماده ۲۴ـ موارد فسخ :
الف) در موارد زیر صاحب‌کار می‌تواند قرارداد را با اخطار کتبی ۱۵ روزه فسخ نماید.
۱ـ مجری در اجرای کار مسامحه یا تعدی یا تفریط نماید و این موارد از نظر کیفیت کار یا ضوابط اجرایی یا برنامه مصوب زمانی ـ فیزیکی ـ مالی پیشرفت کار مورد تایید ناظر هماهنگ‌کننده نباشد و موجب اضرار یا تضییع حقوق صاحب‌کار شود.
۲ـ مجری به هر یک از تعهدات خود عمل نکند و به تذکرات ناظر توجه ننماید.
۳ـ مجری علیرغم دریافت به موقع مبالغ موضوع قرارداد و بدون اینکه تقصیر یا قصوری متوجه صاحب‌کار یا ناظر باشد، در انجام وظیفه خود بیش از یک‌دهم مدت قرارداد تاخیر غیر موجه داشته باشد و یا بدون عذر موجه کارگاه را تعطیل کند.
۴ـ قرارداد را به غیر واگذار نماید.
۵ـ مجری ورشکسته و یا شرکت وی منحل شود.
۶ـ صاحب‌کار به دلیل مشکلات تخصصی نتواند ادامه کار دهد.
ب) در موارد زیر مجری می تواند قرارداد را با اخطار کتبی ۱۵ روزه قبلی فسخ کند :
۱ـ تاخیر صاحب‌کار در تحویل دادن محل کار یا مجوزهای قانونی لازم یا رفع موانع قانونی موجود بیش از ۲ ماه حسب مورد از تاریخ امضا قرارداد یا از تاریخ ابلاغ یا اخطار مراجع ذی‌صلاح قانونی.
۲ـ تاخیر صاحب‌کار در تحویل مصالح ساختمانی، تجهیزات، ماشین‌آلات، ابزار و سایر وسایلی که تهیه و تامین آن به عهده صاحب‌کار است و یا انجام سایر تعهداتی که به موجب قرارداد خصوصی بعهده صاحب‌کار می‌باشد به مدت بیش از یکماه در هر مورد.
۳ـ تاخیر صاحب‌کار در پرداخت حق‌الزحمه و مطالبات مجری با توجه به نوع قرارداد و شرایط خاص آن بیش از ۴۵ روز.
۴ـ در صورتی که صاحب‌کار، اجرای‌پروژه را بدون قصور مجری به هر دلیل بیش از ۱۵ درصد مدت مندرج در قرارداد به تاخیر بیاندازد موضوع این تعلیق کار از شروع تا پایان مدت مذکور با تایید ناظر هماهنگ‌کننده به طور همزمان کتبا به سازمان استان، مرجع صدور پروانه ساختمان اعلام می‌شود، و سازمان استان با توجه به مفاد قرارداد بین مجری و صاحب‌کار در خصوص نحوه ادامه کار یا فسخ قرارداد و یا اجازه اجرای پروژه دیگری به مجری اتخاذ تصمیم می‌نماید و نظر او برای طرفین لازم‌الاجرا می‌باشد.
۵ـ حذف یا افزایش بیش از ۲۰ درصد مبلغ کار و عدم حصول توافق با صاحب‌کار در مورد نحوه ادامه قرارداد.

۶ـ عدم حضور ناظر (به هر دلیل) در کارگاه بیش از ۱۵ روز متوالی.
۷ـ تعلیق اجرای کار از ناحیه صاحب‌کار بیش از ۳ ماه.
۸ـ مشکلات شخصی مجری، بنحوی که قادر به ادامه قرارداد نباشد.

ماده ۲۵ـ اقدامات پس از فسخ :
در صورت اعلام کتبی فسخ قرارداد از ناحیه هر یک از طرفین قرارداد، حداکثر ظرف یک هفته از تاریخ اعلام، جلسه‌ای با حضور طرفین قرارداد و ناظر هماهنگ کننده تشکیل می‌گردد.
پس از صورت‌برداری از کلیه کارهای انجام شده، مصالح پای کار ، تجهیزات ، ابزار ، ادوات ، ماشین‌آلات و سایر وسایل موجود درکارگاه با تعیین مالکیت یا تحت اجاره بودن هر یک از طرفین و توافق در مورد نحوه تسویه حساب، موضوع صورتجلسه و قرارداد فسخ می‌شود. در صورت عدم حضور هر یک از طرفین قرارداد در جلسه مذکور، صورت‌برداری و تنظیم صورتجلسه مذکور توسط کارشناس رسمی دادگستری یا کارشناس رسمی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان انجام می‌گیرد. صورتجلسه یادشده برای طرفین لازم‌الرعایه بوده و سند محسوب می‌شود.
فسخ قرارداد موجب رفع مسوولیتهای مجری و ناظر در مورد آن قسمت از کار که توسط آنها انجام و نظارت شده است نمی‌گردد.

ماده ۲۶ـ خسارت عدم انجام تعهدات :
الف) در صورت فسخ قرارداد از ناحیه صاحب‌کار به یکی از دلایل مندرج در ردیف‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ بند (الف) ماده ۲۴ و ردیف (۸) بند (ب) ماده (۲۴) ، مجری موظف به جبران خسارت وارده طبق مفاد پیش‌بینی شده در شرایط خصوصی قرار داد می‌باشد.
ب) در صورت فسخ قرارداد از ناحیه مجری به یکی از دلایل مندرج در ردیف‌های (۱) الی (۷) بند (ب) ماده (۲۴) و یا فسخ قرارداد به دلیل مفاد مندرج در ردیف (۶) بند (الف) ماده (۲۴) ، صاحب‌کار موظف به پرداخت خسارت وارده طبق مفاد پیش‌بینی شده در شرایط خصوصی قرارداد می‌باشد.

ماده ۲۷ـ حل اختلاف :
هر گاه در اجرا یا تفسیر مفاد این قرارداد و منضمات آن ، اعم از شرایط عمومی، شرایط خصوصی و سایر اسناد و مدارک منضم آن اختلاف نظر پیش آید و یا مواردی در قرارداد فیمابین، ساکت یا دارای ابهام

باشد و یا به هر دلیل بین طرفین قرارداد اختلاف حاصل شود، موضوع به هیات حـل اخـتلاف متشـکل از یک نفر نماینده صاحب‌کار، یک نفر نماینده مجری و یک نفر به انتخاب طرفین ارجاع می‌گردد. در صورت تقاضای هر یک از طرفین، مهندس ناظر و ناظر هماهنگ‌کننده بدون داشـتن حـق رای در هیـات حضـور می‌یابد. تصمیمات هیات حل اختلاف با اکثریت ۲ رای برای طرفین معتبر است.

فصل هفتم : حوادث قهری ـ تسریع کار ـ اقامتگاه و ابلاغها ـ اعتبار شرایط عمومی قرارداد.

ماده ۲۸ ـ حوادث قهری :
جنگ، انقلابها، اعتصابهای عمومی، شیوع بیماریهای واگیردار، سیل، زلزله، آتش‌سوزیهای دامنه‌دار و مهارنشدنی، طوفان و حوادث مشابه که خارج از اراده و کنترل طرفین قرارداد است و اجرای کار را غیر ممکن یا موجب تاخیر می‌نماید، حوادث قهری به شمار می‌رود و هیچیک از طرفین مسوول خسارتهای وارده ناشی از تاخیر و تعطیل کار به طرف مقابل نمی‌باشد.

ماده ۲۹ـ اقامتگاه و ابلاغها :
الف) اقامتگاه هر یک از طرفین قرارداد همانست که به عنوان نشانی آنها در قرارداد درج شده و هر گونه اعلام یا ابلاغ کتبی به نشانی مذکور با پست سفارشی در حکم ابلاغ رسمی است. و طرفین موظفند در صورت تغییر نشانی بلافاصله آن را کتبا به طرف مقابل خود اعلام نمایند در غیراین صورت کلیه ابلاغهایی که به نشاین اولیه ارسال شود در حکم ابلاغ رسمی خواهد بود.
ب) چنانچه طرفین قرارداد توافق نمایند به منظور سهولت و سرعت در کار ، تمام یا بعضی از اعلامها و ابلاغهایی که در این شرایط عمومی، برای آنها قید کتبی شده، به صورت غیر کتبی انجام گیرد، باید اولا مراتب، در شرایط خصوصی درج شود و ثانیا بهرحال اعلام‌ها و ابلاغ‌های غیر کتبی به هر شکل و در هر محل و در هر زمان که صورت می‌گیرد باید حداکثر ظرف ۴۸ ساعت با قید تاریخ اعلام یا ابلاغ قبلی، صورتجلسه شده و به امضای طرفین قرارداد و ناظر هماهنگ‌کننده برسد.

ماده ۳۰ـ اعتبار شرایط عمومی :
با توجه به اینکه این شرایط عمومی برای قراردادهای غیردولتی و به منظور حفظ حقوق و مصالح صاحب‌کار ، خریداران ، بهره‌برداران ، مجریان ، سازندگان و ثروت‌های ملی تدوین شده است، لذا رعایت مفاد آن در کلیه قراردادهای منعقده بین صاحب‌کار و مجریان ساختمان الزامی است.

## شرایط خصوصی قرارداد

شرایط خصوصی این قرارداد با توجه به موادی از قرارداد و شرایط عمومی قرارداد که تعیین تکلیف را به آن محول کرده عبارتنداز :

ماده ۱ـ مشخصات مصالح مصرفی ساختمان ( مطابق فهرست پیوست ).

ماده ۲ـ برنامه زمانبندی تفصیلی کار.

ماده ۳ـ تعیین مراحل مختلف کار به تفکیک و در چارچوب برنامه زمانبندی به منظور پرداختهای موضوع قرارداد با تعیین درصد یا مبلغ مربوط به هر مرحله متناسب با نوع قرارداد.

ماده ۴ـ تعیین شرایط تغییر مقادیر کار.

ماده ۵ـ تعیین شرایط تغییر مدت قرارداد.

ماده ۶ـ تعیین شرایط تعدیل مبلغ قرارداد.

ماده ۷ـ تضمین مورد قبول صاحب‌کار، برای تضمین پیش‌پرداخت، حسن انجام کار، تنخواه گردان.

ماده ۸ـ نحوه استرداد تضمین و تعیین مراحل و درصدهای آن.

ماده ۹ـ تعیین زمانهای لازم برای ارایه صورت‌وضعیت‌ها یا صورت‌هزینه‌ها و حسب مورد اسناد هزینه و مدارک مثبته به صاحب‌کار.

ماده ۱۰ـ تعیین مدت تضمین بعداز تحویل موقت.

ماده ۱۱ـ تعیین درصد جریمه عدم انجام تعهدات هر یک از طرفین.

ماده ۱۲ـ تعیین درصد جریمه تاخیر غیرمجاز.

ماده ۱۳ـ تعیین درصد خسارت هزینه‌های کارگاه در طول مدت توقف ناشی از عدم‌پرداخت مطالبات حقه مجری.

ماده ۱۴ـ تعیین مبلغ یا درصد هزینه تعلیق.

ماده ۱۵ـ شرایط تعلیق برای مدت بیش از ۳ ماه و همچنین بیشتر از یکبار.

ماده ۱۶ـ تعیین درصد جایزه تسریع.

ماده ۱۷ـ تعیین سهم هر یک از طرفین قرارداد در مورد هزینه بیمه.

ماده ۱۸ـ تعیین افراد هیات حل اختلاف.

ماده ۱۹- تعیین مواردی که ابلاغها می‌تواند به صورت غیر کتبی صورت گیرد.

ماده ۲۰ـ مواردی که در قرارداد پیمان مدیریت هزینه آن به عهده صاحب‌کار نیست.

ماده ۲۱ـ هزینه‌هایی که در پیمان مدیریت به آن درصدی تعلق نمی‌گیرد یا درصد دیگری غیر از درصد مندرج در قرارداد مورد نظر است.

ماده ۲۲ـ سایر موارد خاصی که با توجه به قرارداد و اجرای ساختمان و شرایط عمومی مورد نظر و خواسته طرفین قرارداد است و رعایت آنها الزامی است.

امضای صاحب‌کار امضای مجری / مدیر

قرارداد اجرای ساختمان

( با مصالح ) ( کاربرگ الف

(

قرارداد حاضر به همراه شرایط عمومی ، شرایط خصوصی و دیگر اسناد و مدارک منضم به آن که مجموعا قرارداد واحد محسوب و غیرقابل تفکیک است در تاریخ ..... بین ..... که در این قرارداد صاحب‌کار نامیده می‌شود از یک طرف ، و ..... که در این قرارداد مجری خوانده می‌شود از طرف دیگر ، به شرح زیر منعقد گردید :

.....

.....

.....

ماده ۱ـ موضوع قرارداد:

موضوع قرارداد عبارتست از: .....

.....

.....

.....

- اجرای کامل تمامی عملیات ساختمانی (ابنیه و تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی) محوطه‌سازی، حصارکشی، راه‌اندازی و تحویل
- اجرای بخش یا بخشهای .....

شامل :

.....

.....

.....

.....

به استثنای :

مطابق نقشه‌ها و مدارک و مشخصات که حداقل در سه نسخه به رویت و امضای مجری رسیده و یک نسخه آن نزد مجری است و دو نسخه دیگر تحویل صاحب‌کار و ناظر شده است.

ماده ۲ـ محل اجرای کار:

- محل اجرای کار واقع در .....است که به رویت مجری رسیده و از موقعیت و وضعیت آن آگاهی کامل یافته است.

ماده ۳ـ مبلغ قرارداد:

مبلغ این قرارداد براساس پیشنهاد مجری که ، با توجه به ماده (۱) و سایر مواد این قرارداد و جمیع جهات برآورد شده است از قرار مترمربع زیربنا ( به حروف ) .....

ریال ( به عدد ) ..... ریال و جمعا ..... ریال

است. این مبلغ تابع تغییر مقادیر کار و کارهای جدید و شرایط تعدیل آن به شرح مندرج در شرایط عمومی و شرایط خصوصی این قرارداد می‌باشد.

پرداخت مالیات و کسورات قانونی که به مبلغ مذکور تعلق می‌گیرد به عهده مجری است.

ماده ۴ـ نحوه پرداخت:

مبلغ ..... ریال معادل ..... درصد مبلغ قرارداد به عنوان پیش‌پرداخت در قبال ..... ( تضمین مورد قبول صاحب‌کار )

پس از امضا و مبادله این قرارداد و هنگام تحویل زمین کارگاه ساختمان به مجری پرداخت می‌شود. مواعد بقیه پرداختها در مراحل مختلف کار و پس از تایید ناظر به شرح مندرج در شرایط خصوصی قرارداد است.

ماده ۵ـ مدت قرارداد ، برنامه زمانبندی:

مدت قرارداد ..... ماه است و تاریخ شروع کار همان تاریخ صورت‌مجلس تحویل زمین کارگاه ساختمان به مجری است. این مدت با توجه به برنامه زمانبندی ارایه شده از طرف مجری تابع تغییر مقادیر کار و کارهای جدید به شرح مندرج در شرایط عمومی و شرایط خصوصی این قرارداد می‌باشد.

ماده ۶ـ نیروی انسانی ـ مصالح و تدارکات:

تامین نیروی انسانی، تهیه و تدارک کلیه مصالح، ابزار کار، ماشین‌آلات و بطور کلی تمام لوازم و وسایل ضروری برای اجرای ساختمان و هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم مربوط به عهده مجری می‌باشد، مجری متعهد است مصالح مصرفی را از حیث مرغوبیت و مشخصات فنی به شرح مندرج در شرایط خصوصی این قرارداد تهیه و به کار گیرد.

ماده ۷ـ مهندسان ناظر:
نظارت بر اجرای ساختمان به عهده ..... به نشانی .....
..... می‌باشد که از طرف سازمان نظام مهندسی ساختمان استان به صاحب‌کار مجری معرفی شده‌اند. چنانچه بعدا به هر دلیل هر یک از مهندسان ناظر تغییر کنند ، سازمان مذکور موظف است حداکثر ظرف ۱۵ روز مهندس ناظر جدید را کتبا به مجری و صاحب‌کار معرفی نماید.

ماده ۸ـ نحوه اندازه‌گیری سطح زیربنا:
سطوح زیربنای ساختمان ، فضاهای ارتباطی ، راه‌پله‌ها ، خرپشته ، انباری‌ها ، اتاق نگهبان ، اتاق سرایدار و موتورخانه به طور کامل و سطح پیلوت ، زیرزمین‌ها و بالکن‌های مسقف که سه طرف آن دیوار باشد (دست‌انداز و جان‌پناه ، دیوار محسوب نمی‌شود) $\frac{۲}{۳}$ (دوسوم) سطح آنها جزو زیربنا محسوب می‌شود . سطح ایوان‌ها و و بالکن‌های مسقف که دارای دو طرف دیوار باشد $\frac{۱}{۲}$ (یک‌دوم) سطح آنها در محاسبات منظور می‌گردد.
سطح حیاط خلوت ، نورگیر ، هواکش و پاسیو ، حداکثر تا ۶ مترمربع که حداقل سه طرف آن محصور به بنای در دست احداث باشد جزو زیربنای ساختمان محسوب می‌شود ، چنانچه سطح موارد مذکور بیش از ۶ متر مربع باشد باشد $\frac{۱}{۳}$ (یک‌سوم) سطح آنها جزو زیربنا محاسبه می‌شود ، ضمنا پیش‌آمدگی‌ها ، ایوان‌ها ، بالکن‌هان بدون سقف و قرنیزها جزو سطوح زیربنای ساختمان محسوب نمی‌شوند.
تبصره : این ماده شامل قراردادهایی که مبلغ آن به صورت مجموع و گلوبال تعیین شده نمی‌گردد.

ماده ۹ـ اسناد و مدارک قرارداد و منضمات آن:
اسناد و مدارک قرارداد عبارتنداز : قرارداد حاضر ، شرایط عمومی ، شرایط خصوصی ، برنامه زمان بندی کلی ، نقشه‌ها و پروانه ساختمانی ، همچنین مشخصات فنی ، نقشه‌ها ، صورت‌مجلس‌ها ، توافقنامه‌هایی که در طول اجرای کار تنظیم و به امضای طرفین می‌رسد نیز جزو منضمات این قرارداد محسوب می‌شود.

ماده ۱۰ـ شرایط ـ مسوولیتها ـ اختیارات :

مسوولیت تمامی عملیات اجرایی ، فنی و حقوقی موضوع قرارداد به عهـده مجـری اسـت و سـایر شـرایط، تعهدات ، اختیارات و مسوولیتهای طرفیت قرارداد به شرح مندرج در شرایط عمـومی و شـرایط خصوصـی منضم به این قرارداد است که طرفین ذیل آن را امضا کرده‌اند و برای آنها لازم‌الاجرا است.

ماده ۱۱ـ نشانی طرفین قرارداد:

نشانی صاحب‌کار :

نشانی مجری :

امضای صاحب‌کار امضای مجری / مدیر

قرارداد اجرای ساختمان

( بدون مصالح یا دستمزدی ) (

کاربرگ ب )

قرارداد حاضر به همراه شرایط عمومی ، شرایط خصوصی و دیگر اسناد و مدارک منضم به آن که مجموعا قرارداد واحد محسوب و غیر قابل تفکیک است در تاریخ ..... بین ..... که در این قرارداد صاحب‌کار نامیده می‌شود از یک طرف و ..... که در این قرارداد مجری خوانده می‌شود از طرف دیگر ، به شرح زیر منعقد گردید:

ماده ۱ـ موضوع قرارداد

موضوع قرارداد عبارتست از:

- ...اجرای کامل تمامی عملیات ساختمانی (ابنیه و تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی) محوطه‌سازی، حصارکشی ، راه‌اندازی و تحویل.....
- ...اجرای بخش یا بخشهای .....

شامل : .....

.....

.....

.....

.....

به استثنای : .....

.....

مطابق نقشه‌ها و مدارک و مشخصات که حداقل در سه نسخه به رویت وامضای مجری رسیده و یک نسخه آن نزد مجری است و دو نسخه دیگر تحویل صاحب‌کار و ناظر شده است.

ماده ۲ـ محل اجرای کار:

محل اجرای کار واقـع در..... است کـه بـه رویت مجری رسیده و از موقعیت و وضعیت آن آگاهی کامل یافته است.

ماده ۳ـ مبلغ قرارداد:

مبلغ این قرارداد براساس پیشنهاد مجری که ، با توجه به جمیع جهات برآورد شده است از قرار هر مترمربع زیربنا.....مجموعاً به حروف ..... (به عدد ) ..... ریال است. این مبلغ شامل :

ـ دستمزد ، تامین نیروی انسانی ، تهیه ماشین‌آلات ، ابزار ، لوازم و وسایل کار است و فقط تهیـه مصالح ساختمانی مصرفی به عهده صاحب‌کار است.

ـ دستمزد و تأمین نیروی انسانی است و تهیه ماشین‌آلات ، ابزار ، لوازم و وسایل کار و مصالح مصرفی به عهده صاحب‌کار است

این مبلغ تابع تغییر مقادیر کار و کارهای جدید به شرح مندرج در شرایط عمومی و شرایط خصوصی ایـن قرارداد می‌باشد.

پرداخت مالیات و کسورات قانونی که به مبلغ مذکور تعلق می‌گیرد به عهده مجری است.

ماده ۴ـ نحوه پرداخت:

مبلغ ( به حروف ) ..... ( به عدد ) ..... ریـــال معـــادل ..... درصـــــد مبلـــــغ قـــــرارداد بـــــه عنـــــوان پـــــیش‌پرداخـــــت در قبـــــال ..... ( تضمین مورد قبول صاحب‌کار ) پـس از امضـا و مبادلـه این قرارداد و هنگام تحویل زمین کارگاه ساختمان به مجری پرداخت می‌گردد. مواعـد بقیـه پرداختهـا در مراحل مختلف کار و پس از تایید ناظر به شرح مندرج در شرایط خصوصی این قرارداد است.

ماده ۵ـ مدت قرارداد:

مدت قرارداد ..... ماه است و تاریخ شروع کار همـان تـاریخ صـورت‌مجلـس تحویـل زمـین کارگـاه ساختمان به مجری است. این مدت تابع تغییر مقادیر کار و کارهـای جدیـد بـه شـرح منـدرج در شـرایط عمومی و شرایط خصوصی این قرارداد می‌باشد.

ماده ۶ـ نگهداری دفتر مخصوص و انجام مراقبت‌های لازم:

مجری موظف است در دفتر مخصوص ، کلیه مصالح مصرفی و ماشین‌آلات و ابزار و وسایلی که توسط صاحب‌کار به وی یا در کارگاه ساختمان تحویل می‌شود ثبت نماید.از ماشین‌آلات و ابزار ، به خوبی نگهداری و پس از اتمام کار عینا تحویل صاحب‌کار دهد.
جبران خسارات ناشی از عدم نگهداری و مصرف ناصحیح از ماشین‌آلات ، ابزار و وسایل مذکور به عهده مجری است. همچنین مجری موظف است از مصالحی که توسط صاحب‌کار در اختیار او قرار می‌گیرد به خوبی استفاده نموده و صرفه‌جویی‌های لازم را به عمل آورد.

ماده ۷ـ مهندسان ناظر:
نظارت بر اجرای ساختمان به عهده ..... به نشانی : .....می‌باشد که از طرف صاحب‌کار به مجری معرفی شده است. چنانچه بعدا به هر دلیل مهندس ناظر تغییر کند، صاحب‌کار موظف است حداکثر ظرف ۱۵ روز مهندس ناظر جدید را کتبا به مجری معرفی نماید.

ماده ۸ـ نحوه اندازه‌گیری سطح زیربنا:
سطوح زیربنای ساختمان ، فضاهای ارتباطی ، راه‌پله‌ها ، خرپشته ، انباری‌ها ، اتاق نگهبان ، اتاق سرایدار و موتورخانه به طور کامل و سطح پیلوت ، زیرزمین‌ها و بالکن‌های مسقف که سه طرف آن دیوار باشد (دست‌انداز و جان‌پناه ، دیوار محسوب نمی‌شود) $\frac{2}{3}$ (دوسوم) سطح آنها جزو زیربنا محسوب می‌شود . سطح ایوان‌ها و و بالکن‌های مسقف که دارای دو طرف دیوار باشد $\frac{1}{2}$ (یک‌دوم) سطح آنها در محاسبات منظور می‌گردد.
حیاط خلوت ، نورگیر ، هواکش و پاسیو ، حداکثر تا ۶ مترمربع که حداقل سه طرف آن محصور به بنای در دست احداث باشد جزو زیربنای ساختمان محسوب می‌شود ، چنانچه سطح موارد مذکور بیش از ۶ متر مربع باشد باشد $\frac{1}{3}$ (یک‌سوم) سطح آنها جزو زیربنا محاسبه می‌شود ، ضمنا پیش‌آمدگی‌ها ، ایوان‌ها ، بالکن‌هان بدون سقف و قرنیزها جزو سطوح زیربنای ساختمان محسوب نمی‌شوند.
تبصره: این ماده شامل قراردادهایی که مبلغ آن به صورت مجموع و گلوبال تعیین شده نمی‌گردد.

ماده ۹ـ اسناد و مدارک قرارداد و منضمات ان:

اسنادو مدارک قرارداد عبارتنداز : قرارداد حاضر ، شرایط عمومی ، شرایط خصوصی ، برنامه زمانبندی کلی ، نقشه‌ها و پروانه ساختمان ، همچنین مشخصات فنی ، نقشه‌ها ، صورت‌مجلس‌ها ، توافقنامه‌هایی که در طول اجرای کار تنظیم و به امضای طرفیت می‌رسد نیز جزو منضمات این قرارداد محسوب می‌شود.

ماده ۱۰ـ شرایط ـ مسوولیتها ـ اختیارات:
مسوولیت تمامی عملیات اجرایی ، فنی و حقوقی موضوع قرارداد به عهده مجری است و سایر شرایط ، تعهدات، اختیارات و مسوولیتهای طرفیت قرارداد به شرح مندرج در شرایط عمومی و شرایط خصوصی منضم به این قرارداد است که طرفین ذیل آن را امضا کرده‌اند و برای آنها لازم‌الاجرا است.

ماده ۱۱ـ نشانی طرفین قرارداد:

نشانی صاحب‌کار :

نشانی مجری :

امضای صاحب‌کار　　امضای مجری / مدیر

قرارداد اجرای ساختمان

( پیمان مدیریت ) (

کاربرگ ج )

قرارداد حاضر به همراه شرایط عمومی ، شرایط خصوصی دیگر اسناد و مدارک منضم بـه آن کـه مجموعـا قـــرارداد واحـــد محســـوب و غیرقابـــل تفکیـــک اســـت در تـــاریخ ..... بـــین ..... که در این قرارداد صاحب‌کار نامیـده مـی‌شـود از یـک طـرف و ..... که در این قرارداد به طور اختصار مدیر نامیـده می‌شود از طرف دیگر ، به شرح زیر منعقد گردید:

ماده ۱- موضوع قرارداد:

موضوع قرارداد عبارتست از: مدیریت فنی □ اجرایی □ مالی□ اداری□.....

به منظور :

❐ مدیریت اجرایی کامل تمامی عملیـات‌سـاختمانی (ابنیـه وتأسیسـات مکـانیکی و تأسیسـات برقی) محوطه‌سازی ، حصارکشی ، راه‌اندازی و تحویل .....

.....

.....

❐ مدیریت اجرایی بخش یا بخشهای .....

شامل :

.....

به استثنای :

مطابق نقشه‌ها و مدارک و مشخصات که به رویت و امضای مدیر رسیده و یک نسخه آن نزد مدیر اسـت و دو نسخه دیگر تحویل صاحب‌کار و ناظر شده است.

ماده ۲ـ محل اجرای کار:

محل اجرای کار واقع در ..... است که به رویـت مدیر رسیده و از موقعیت و وضعیت آن آگاهی کامل یافته است.

ماده ۳ـ مدت قرارداد:

مدت قرارداد ..... ماه است و تاریخ شروع کار همان تاریخ پرداخت مبلغ تنخواه گردان است.

مدت قرارداد تابع تغییر مقادیر کار و کارهای جدید به شرح مدرج در شرایط عمومی و خصوصی این قرارداد می‌باشد.

ماده ۴ـ وظایف و تعهدات مدیر:

۴-۱ مدیر موظف است با توجه به نقشه‌ها و مشخصات فنی و اجرایی ، هزینه‌های اجرایی پروژه را برآورد اولیه نماید و پس از تایید صاحب‌کار شروع به عملیات اجرایی کند.

۴-۲ مدیر امین صاحب‌کار بوده و متعهد است در تمامی مراحل اجرای ساختمان رعایت ضابطه و صلاح صاحب‌کار را بنماید.

۴-۳ مسوولیت تمامی عملیات اجرای ساختمان ، تعیین پیمانکاران برای هر یک از قسمتهای ساختمان و عقد قرارداد با آنها به عهده مدیر است.

۴-۴ تهیه و خرید کلیه مصالح و خرید یا اجازه لوازم و ابزار و ماشین‌آلات مورد نیاز به هزینه صاحب‌کار.

۴-۵ اقدام برای اخذ انشعابات آب و برق و گاز و غیره به نمایندگی و به هزینه صاحب‌کار.

۴-۶ نظارت کامل ودقیق و ایجاد هماهنگی‌های لازم در اجرای به موقع و صحیح ساختمان.

۶-۷ تهیه صورت‌هزینه‌های انجام شده با تایید مهندس ناظر حداکثر هر ۱۵ روز یکبار و ارایه آن به صاحب‌کار.

تبصره : صورت هزینه‌های انجام شده تنظیمی باید حسب مورد دارای سرفصل مجزای مصالح و دستمزد و سایر هزینه‌ها باشد و صورت پرداخت دستمزد کارگران روزمزد و پیمانکاران جزء نیز باید بطور مجزا و به تفکیک تهیه شود.

۴-۸ مدیر موظف است یک نسخه از قراردادهای منعقده با پیمانکاران و پیمانکاران جزء را به صاحب‌کار تحویل دهد.

۴-۹ تمامی پرداختها به پیمانکاران و پیمانکاران جزء باید با توجه به درصدهای پیشرفت کار صورت گیرد.

۴-۱۰ مدیر از زمان تحویل کارگاه تا تاریخ تحویل موقت ساختمان به صاحب‌کار، مسوولیت نگهداری و حراست از ساختمان و اجناس خریداری شده موجود در محل ساختمان را به هزینه صاحب‌کار به عهده دارد.

۴-۱۱ مدیر متعهد است بیمه ماهانه و بیمه حوادث کارگران و تمامی عوارض و حقوق دولتی متعلقه را طبق مقررات مربوط و پس از تایید صاحب‌کار پرداخت و پس از خاتمه کار مفاصا حساب بیمه و سایر پرداختی ها را به صاحب‌کار تحویل دهد.

۴-۱۲ مدیر تحت هیچ شرایطی حق واگذاری موضوع این قرارداد را به شخص دیگر ندارد.
تبصره : در صورتی که این قرارداد با توجه به ماده یک شامل مدیریت مالی نباشدبندهای ۴ـ۴ و ۷ـ۴ و اگر شامل مدیریت اداری نباشد بند ۵ـ۴ از وظایف مدیر حذف می‌گردد.

ماده ۵ ـ وظایف و تعهدات و اختیارات صاحب‌کار:
۵-۱ پرداخت تمامی هزینه‌های مندرج در این قرارداد به عهده صاحب‌کار است مگر مواردی که در شرایط خصوصی پیمان معین می‌گردد.
۵-۲ صاحب‌کار متعهد است ظرف ۱۰ روز از تاریخ امضای این قرارداد مبلغ تنخواه گردان را به مدیر بپردازد.
۵-۳ صاحب‌کار متعهد است حداکثر ظرف ۱۰ روز تمامی صورت‌حسابهایی را که توسط مدیر تهیه شده و به تایید مهندس ناظر رسیده بررسی و پرداخت کند.
۵-۴ صاحب‌کار همکاریهای لازم را از قبیل دادن وکالتنامه، معرفی نامه و غیره جهت معرفی مدیر به منظور اخذ انشعابات آب و برق و گاز و غیره و مراجعه به مراجع رسمی و دولتی را متناسب با برنامه زمان‌بندی و حداکثر ظرف یک هفته از تاریخ درخواست مدیر به عمل آورد.

ماده ۶ـ حق‌الزحمه مدیر و نحوه پرداخت آن:
الف ـ حق‌الزحمه مدیر ..... درصد از هر صورت هزینه‌ای می‌باشد که مدیر در طول مدت قرارداد جهت اجرای ساختمان تهیه و ناظر هماهنگ‌کننده آن را تایید کرده است. آن دسته از هزینه‌هایی که به آن درصدی تعلق نمی‌گیرد و یا درصدی دیگری تعلق می‌گیرد باید در شرایط خصوصی پیمان مشخص شود. در غیر این صورت ، تمامی هزینه های انجام شده مبنا برای محاسبه حق‌الزحمه قرار خواهد گرفت.
ب ـ پس از محاسبه هر صورت هزینه ، مبلغ کارکرد طی هر دوره محاسبه و سپس ..... درصد آن به عنوان کارمزد توسط صاحب‌کار به مدیر پرداخت می‌شود.
ج ـ از هر کارمزد مدیر ..... درصد به عنوان تضمین حسن انجام کار کسر می‌گردد که پس از خاتمه قرارداد و پایان دوره تضمین به وی پرداخت خواهد شد.
د ـ پرداخت مالیات و کسورات قانونی که به حق‌الزحمه مدیر تعلق می‌گیرد به عهده مدیر می‌باشد.

ماده ۷ـ تنخواه گردان:

صاحب‌کار مبلغ ..... ریال به عنوان تنخـواه گـردان در اختیـار مـدیر قـرار می‌دهد که پس ار ارایه صورت هزینه‌ها و فاکتورهای مربوطه و تایید مهندس ناظر هماهنگ کننده، تنخواه گردان بعدی تا سقف مبلغ مذکور محاسبه و توسط صاحب‌کار به مدیر پرداخت می‌شود.
مدیر در زمان اخذ مبلغ اولین تنخواه گردان ..... ریال ( تضمین مورد قبول صاحب‌کار) معادل مبلغ دریافتی به عنوان تضمین در اختیار صاحب‌کار قرار میدهد که پس از اتمام اجرای ساختمان و همزمان با تحویل آن ، به مدیر مسترد می‌گردد.

ماده ۸ـ مهندسان ناظر:
نظارت بر اجرای ساختمان به عهده :
۱ـ ناظر هماهنگ کننده : ..... به نشانی : .....
۲ـ ..... به نشانی : .....
۳ـ ..... به نشانی : .....
۴ـ ..... به نشانی : .....
می‌باشد که از طرف صاحب‌کار به مدیر معرفی شده‌اند. چنانچه بعدا به هر دلیل هر یک از مهندسان نـاظر تغییر کند ، صاحب‌کار موظف است حداکثر ظرف ۱۵ روز مهندس ناظر جدید را کتبا بـه مجـری معرفـی نماید.

ماده ۹ـ شرایط ـ مسوولیتها ـ اختیارات ـ عمومات:
شرایط ، تعهدات ، اختیارات و مسوولیتهای طرفیت قرارداد و سایر عمومات قرارداد به شرح مـواد ..... الی ..... شرایط عمومی منضم به این قرارداد می‌باشد.

ماده ۱۰ـ اسناد و مدارک قرارداد و منضمات آن:
اسناد و مدارک قرارداد عبارتنداز : قرارداد حاضر ، شرایط عمومی ، شرایط خصوصی ، برنامه زمانبندی کلی ، نقشه‌ها و پروانه ساختمانی ، همچنین مشخصات فنی ، نقشه‌ها ، صورت‌مجلس‌ها و توافقنامه‌هایی کـه در طول اجرای کار تنظیم و به امضای طرفین می‌رسد می‌باشد که جزو منضمات قرارداد محسوب می‌شود.

ماده ۱۱ـ نشانی طرفین قرارداد:
نشانی صاحب‌کار :

نشانی مجری :

امضای صاحب‌کار

امضای مجری / مدیر

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

## مبحث سوم

## حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش دوم 1392

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | حفاظت ساختمانها در مقابل حریق/ تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان؛ [برای] وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان. |
| **وضعیت ویراست:** | [ویراست 2]. |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران؛ 1392. |
| **مشخصات ظاهری:** | 119ص.: جدول. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث [3] |
| **شابک:** | 978-600-301-007-9 |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **یادداشت:** | عنوان دیگر: مبحث سوم حفاظت ساختمانها در مقابل حریق. |
| **عنوان دیگر:** | مبحث سوم حفاظت ساختمانها در مقابل حریق. |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران. |
| **موضوع:** | ساختمانها - - ایران - - آتش سوزی و پیشگیری - - استانداردها |
| **موضوع:** | ساختمانها - - آتش سوزی و پیشگیری - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث [3] |
| **رده بندی کنگره:** | 1392 ج. 3 7م9الف/KMH 3402 |
| **رده بندی دیویی:** | 343/55 |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | 3208541 |


# نام کتاب: مبحث سوم حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق


| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **ناشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | 3000 جلد |
| **شابک:** | 978-600-301-007-9 |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | 1392 |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | 40.000 ریال |


حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشـور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مـدارک فنـی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده 33 قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**
**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر شهریار افندی‌زاده | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • حسن ابراهیمی | نماینده سازمان آتش نشانی |
| • دکتر کتایون تقی‌زاده آذری | عضو |
| • مهندس کامران رهگذار | عضو |
| • مهندس گلاره فرامرزی | دبیر |
| • مهندس محمود قدیری | نماینده سازمان آتش نشانی |
| • دکتر محمود گلابچی | رئیس |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

**مقدمه**

اجرای تأسیسات برقی و مکانیکی در ساختمان‌ها، استفاده از مصالح سوختنی، توسعه شبکه‌های انرژی، برق و گاز و به‌کارگیری تجهیزات گوناگون سبب افزایش احتمال آتش‌سوزی در ساختمان‌ها شده است و به همین دلیل توجه بیشتر به موضوع حفاظت ساختمان‌ها دربرابر حریق، امری الزامی و اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. به‌منظور حفظ جان و مال انسان‌ها و فراهم ساختن ایمنی لازم در برابر آتش‌سوزی، رعایت اصول علمی و فنی در طراحی و اجرای ساختمان‌ها ضروری است که مهم‌ترین آن عبارتند از:

- تأمین تمهیدات لازم در طراحی و اجرای ساختمان‌ها به‌منظور پیشگیری از بروز حریق.
- فراهم ساختن شبکه‌های علائمی محافظ (تشخیص، هشدار، اعلام) و امکانات مهار، کنترل و اطفاء حریق در ساختمان.
- جلوگیری از گسترش آتش و دود در ساختمان و سرایت حریق از یک ساختمان به ساختمان دیگر یا از معابر به ساختمان.
- پیش‌بینی راه‌های خروج برای خارج شدن به‌موقع و ایمن افراد از ساختمان و انتقال آنان به مکان‌های امن.
- ساختارها، ارتفاعات و مساحت‌ها

براساس تصمیمات متخذه در جلسات کمیته تخصصی مبحث سوم، در نخستین مرحله از تدوین و تصویب مقررات ملّی ساختمان پیرامون حفاظت ساختمان‌ها دربرابر حریق، تأمین ایمنی لازم جهت "حفظ جان انسان‌ها" مورد تأکید بود و به همین دلیل در آن مرحله مقررات و ضوابط مربوط به "راه‌های خروج از بنا و فرار از حریق" که از بیشترین اهمیت و تاثیر در این راستا برخوردار بود، تدوین و پس از تصویب نهایی در شورای تدوین مقررات ملّی منتشر شد.

ویرایش جدید مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان شامل مباحثی است که براساس اولویت‌های مورد نظر شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته تخصصی مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان و با توجه به شرایط فنی، تخصصی و اجرایی موجود در کشور از نظر وجود مهارت‌های لازم، مصالح، تجهیزات و نیز امکانات اقتصادی کشور منتشر شده است.

همچنین توجه به این نکته ضروری است در مواردی که سایر مقررات ملّی ساختمان مانند مقررات مربوط به تاسیسات برقی و مکانیکی، لوله‌کشی گاز و سیستم‌های تهویه محدودیت‌های متفاوتی نسبت به ضوابط این مبحث ایجاد و الزام نماید، ضوابطی باید ملاک عمل قرار گیرد که محدودیت بیشتری دارد.

امید است با اجرای این مبحث علاوه بر حفظ جان و مال انسان‌ها شاهد تحقق اهداف مقررات ملّی ساختمان مانند افزایش عمر مفید ساختمان‌ها، حفاظت از سرمایه‌های مردمی و عمومی، صرفه‌جویی و افزایش بهره‌وری و تأمین آسایش و ایمنی انسان‌ها باشیم.

**کمیته تخصصی مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان**

## فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| 1-3 راه‌های خروج از بنا و فرار از حریق | 1 |
| 1-1-3 تعاریف | 1 |
| 2-1-3 مقررات کلی | 14 |
| 3-1-3 بخش‌های سه‌گانه راه خروج | 18 |
| 4-1-3 اجزای تشکیل دهنده راه خروج | 24 |
| 5-1-3 ظرفیت راه‌های خروج | 35 |
| 6-1-3 حداقل تعداد راه‌های خروج الزامی | 39 |
| 7-1-3 چگونگی استقرار راه‌های خروج | 39 |
| 8-1-3 روشنایی راه‌های خروج | 40 |
| 9-1-3 علامت‌گذاری راه‌های خروج | 41 |

3-1-10 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های مسکونی 43
3-1-11 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های آموزشی/فرهنگی 51
3-1-12 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های درمانی/مراقبتی 54
3-1-13 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های تجمعی 61
3-1-14 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای 68
3-1-15 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های کسبی/تجاری 71
3-1-16 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های صنعتی 74
3-1-17 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های انباری 76
3-1-18 ضوابط اختصاصی ساختمان‌های بلند 78
3-1-19 ضوابط اختصاصی استقرار خودروهای آتش‌نشانی 81
3-1-20 ضوابط اختصاصی فضای امن 82
3-1-21 ضوابط اختصاصی فضای ارتباطی 83
3-1-22 ضوابط اختصاصی آتریوم‌ها 84
3-1-23 ضوابط اختصاصی پارکینگ‌ها 85
3-1-24 ضوابط اختصاصی آسانسورها 87

3-2 ساختارها، ارتفاعات و مساحت‌ها 91
3-2-1 ساختارها 91

2-2-3 حداکثر طبقات و ارتفاعات مجاز 92

3-2-3 مساحت‌های مجاز 92

پیوست واژه‌نامه 103

# 1-3 راه‌های خروج از بنا و فرار از حریق

## 1-1-3 تعاریف

در این مبحث از مقررات ملّی ساختمان، به منظور اعمال مقررات محافظت ساختمان‌ها دربرابر حریق، واژه‌ها و اصطلاحات با معانی و مفاهیمی که در این بخش ذکر شده است، استفاده می‌شوند.

**1-1-1-3 آتریوم:** یک فضای باز قائم که به دلیل ارتباط تعدادی از طبقات ایجاد و برای مقاصدی به‌جز پلکان، آسانسور، پله برقی، داکت تاسیسات برقی و مکانیکی یا تهویه هوا به‌کار گرفته می‌شود.

**2-1-1-3 آزمایش حریق استاندارد:** آزمایش یا آزمایش‌های استاندارد ویژه برای شناسایی مقاومت و رفتار مصالح، فرآورده‌ها، اعضا و اجزای ساختمانی در مقابل آتش‌سوزی، که مشخصات اجرایی آنها بعداً به‌وسیله مقررات مربوط به خود تعیین خواهد شد.

**3-1-1-3 ارتفاع طبقه و بنا:** منظور از ارتفاع طبقه، فاصله قائم از کف تمام شده آن طبقه تا کف تمام شده طبقه بالاتر است. ارتفاع طبقه آخر بنا، حد فاصل کف تمام شده آن طبقه تا کف تمام شده متوسط سطح بام ساختمان می‌باشد. ارتفاع بنا به ارتفاع تمام طبقات یا فاصله قائم از تراز متوسط کف زمین طبیعی تا متوسط ارتفاع بام ساختمان گفته می‌شود.

**4-1-1-3 افزایش بنا:** انجام هرگونه عملیات ساختمانی که سطح یا حجم یک بنا را افزایش دهد.

**3-1-1-5 اعضای باربر:** اعضایی از ساختمان که بار مرده و زنده ساختمان را به شالوده‌ها انتقال می‌دهند.

**3-1-1-6 بازارچه:** یک مجتمع ساختمانی که شامل تعدادی از انواع تصرف‌های متفاوت اعم از عرضه کالا به‌صورت متمرکز و غیرمتمرکز، غذاخوری، اماکن سرگرمی، تفریحی و خدماتی باشد.

**3-1-1-7 بالابر:** اتاقک یا سکویی که به مکانیسم بالا و پائین شدن در مسیر قائم و ثابت مجهز باشد.

**3-1-1-8 بنای موجود:** بنایی که مطابق مقررات و قوانین گذشته اجرا و تکمیل شده است.

**3-1-1-9 پناهگاه امن:** فضایی که در موقع حریق به‌عنوان پناهگاه موقت مورد استفاده قرار می‌گیرد. مساحت این فضا با احتساب 0/28 مترمربع برای هر نفر محاسبه می‌گردد.

**3-1-1-10 پارکینگ باز:** پارکینگ به مکانی اطلاق می‌گردد که به منظور توقف خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. پارکینگ باز به انواعی از پارکینگ گفته می‌شود که به ازاء هر متر از محیط کل پارکینگ 0/4 مترمربع مساحت بازشو داشته و حداقل در 40 درصد طول محیط یا به صورت مساوی در دو ضلع مقابل پارکینگ توزیع شده باشند.

**3-1-1-11 پارکینگ بسته:** به هر پارکینگی که باز نباشد، پارکینگ بسته گفته می‌شود.

**3-1-1-12 پارکینگ مکانیزه:** به پارکینگ‌هایی اطلاق می‌شود که فاقد طبقه بوده و خودروها بدون حضور راننده و به وسیله تجهیزاتی که با رایانه کنترل می‌شوند، در محل خود جای می‌گیرند.

**3-1-1-13 پلکان خارجی:** پلکانی که بیش از یک طرف در ارتباط مستقیم با فضای آزاد باشد.

**3-1-1-14 پلکان متحرک:** پلکانی که به کمک وسایل و دستگاه‌های مکانیکی حرکت کند. رجوع شود به بند 3-1-4-6.

**3-1-1-15 پنجره حریق:** پنجره‌ای که با "آزمایش حریق استاندارد" حائز شرایط مقاومت و محافظت دربرابر حریق متناسب با محل استقرار خود باشد.

**3-1-1-16 پنجره چشمی:** پنجره‌ای که فقط برای تأمین دید به فضای مجاور تعبیه شده باشد.

**3-1-1-17 تائید شده، تصویب شده:** تائید و تصویب مصالح، لوازم و تأسیسات ساختمانی، طرح‌ها، روش‌ها و ساختارها، یعنی تائید و تصویب آنها توسط مقامات قانونی مسئول، مراکز و آزمایشگاه‌های دارای صلاحیت که مطابق ضوابط، استانداردها و مقررات مربوطه، با انجام آزمایش و بررسی مستقیم یا غیرمستقیم (توسط اشخاص مورد اعتماد، یا برحسب اصول مطمئن از طرف مقامات ذیصلاح و نهادهای علمی و فنی شناخته شده) صورت می‌گیرد.

تائید و تصویب تصرف، یعنی تائید و تصویب یک یا چند نوع بهره‌گیری از بنا، که بنا بدان مقاصد استفاده خواهد شد، توسط مقامات دارای صلاحیت قانونی و مسئول که مطابق مقررات مربوطه با استناد به ارائه ادله دقیق و قاطع برای هماهنگی کامل ساختمان با مقررات اصولی درمورد آن تصرف یا تصرف‌ها انجام می‌شود.

**3-1-1-18 تخلیه خروج:** بخشی از "راه خروج" که بین "خروج" و معبر عمومی قرار گرفته است.

**3-1-1-19 تصرف:** منظور از تصرف، نوع بهره‌گیری از بنا یا بخشی از آن است که به مقاصدی معلوم در دست بهره‌برداری بوده یا قرار است برای آن مقاصد استفاده شود.

**3-1-1-20 تصرف بسیار پرخطر:** بناهایی که به مناسبت نوع تصرف، دارای مواد و مصالح بسیار آتش‌زا، سمی، سوزا، خورنده و انفجاری باشند و بناهایی که به دلیل نوع تصرف، بار محتویات قابل

احتراق در آنها 150 کیلوگرم در هر مترمربع زیربنا و بیشتر باشد، دارای تصرف بسیار پرخطر شناخته شده و شامل تمام بناهای با تصرف مخاطره آمیز و آن دسته بناهای با تصرف صنعتی و انبـاری کـه دارای چنین باری هستند، می‌شوند.

**3-1-1-21 تصرف پرخطر:** بناهایی که به دلیل نوع تصرف، بار محتویات قابل احتراق در آنها بین 100 تا 150 کیلوگرم در مترمربع زیربنا باشد، دارای تصرف پرخطر شناخته شده و شامل آن دسـته بناهای با تصرف صنعتی و انباری که دارای چنین باری هستند، می‌شوند.

**3-1-1-22 تصرف کم خطر:** بناهایی که به دلیل نوع تصرف، بار محتویات قابل احتراق در آنها تا 50 کیلوگرم در مترمربع زیر بنا باشد، دارای تصرف کم خطر شناخته شده و شامل بناهای با تصرف مسکونی، آموزشی- فرهنگی، درمانی- مراقبتی، تجمعی، اداری- حرفه‌ای و آن دسته بناهای با تصرف صنعتی و انباری که بار محتویات قابل احتراق در آنها از 50 کیلوگرم در متر مربع کمتر است، می‌شوند.

**3-1-1-23 تصرف میان خطر:** بناهایی که به دلیل نوع تصرف، بار محتویات قابل احتراق در آنها بین 50 تا 100 کیلوگرم در مترمربع زیربنا باشد، دارای تصرف میان خطـر شـناخته شـده و شـامل بناهای با تصرف تجاری و آن دسته بناهای با تصرف صنعتی و انباری که دارای چنین باری هستند، می‌شوند.

**3-1-1-24 تغییرات:** هرگونه دگرگونی یـا تغییـر و تبـدیل در سـاختمان، در راه‌هـای خـروج از ساختمان و در تأسیسات مکانیکی و برقی ساختمان که به قصد توسعه ساختمان نباشد.

**3-1-1-25 حریق بند:** اعضایی از بنا، شامل دیوار، سقف و کف مقاوم حریق که بتوانـد در مقابـل سوختن تمام بار حریق واقع در فضای مربوط به خود، ایستادگی و مقاومت کند.

**3-1-1-26 حیـــاط:** فضای باز بدون سقف و بدون تصرف که از دو یا چند طرف با دیوارهای خارجی بنا محصور باشد و اگر از همه طرف به دیوارهای خارجی بنا محصور شود، در آن صورت به آن حیاط داخلی گفته می‌شود.

**3-1-1-27 خانـــه:** فضای زندگی حداکثر با دو طبقه ارتفاع، بـا حمـام و آشـپزخانه مسـتقل کـه به‌منظور سکونت یک یا دو خانوار (با حداکثر 16 نفر در هر طبقه) درنظر گرفته شده باشد.

**3-1-1-28 خـــروج:** بخشی از "راه خروج" که به وسیله ساختار و تجهیزات مقاوم حریق، براساس ضوابط و مقررات از سایر فضاهای ساختمان جدا و ایمن شده و مستقیم یا از طریق تخلیه خروج بـه معبر عمومی منتهی شود. رجوع شود به بند 3-1-3-3.

**3-1-1-29 خروج افقی:** رجوع شود به بند 3-1-4-3.

**3-1-1-30 خطرات ناشی از محتویات داخل بنا:** محتویات داخلی بناها از دیدگاه مقدار بار حریق به سه گروه پرخطر (بیش از 100کیلوگرم برمترمربع بار حریق)، میـان خطـر (بـیش از 50 تـا 100 کیلوگرم درمترمربع بار حریق) و کم خطر (تا 50 کیلوگرم در مترمربع بار حریق) دسته‌بندی می‌شوند. محتویات داخلی بناها ازدیدگاه دیگری که نوع خطر را مشخص می‌کند به سه گروه خطر شدید، خطر معمولی و خطرضعیف دسته‌بندی می‌شوند.

**3-1-1-31 خطر شدید:** بناهائی هستند که درآنها مواد، مصالح و کالاهـای خطرنـاک نگهـداری، فراوری یا استفاده می‌شوند. این بناها باید با مقرراتی که به‌طور اختصاصی برای آنها تدوین خواهد شد، نیز مطابقت داده شوند. محتویات با خطر شدید خود در 5 رتبه دسته‌بندی می‌شوند.

**الف)** خطر شدید رتبه 1: مواد و مصالحی که با خود خطر انفجار و ترکیدن همراه دارند.

**ب)** خطر شدید رتبه 2: محتویات و موادی را شامل می‌شود که ناگهان و به‌طـور یکجـا خطـر آتـش گرفتن دارند.

**پ)** خطر شدید رتبه 3: محتویات با خطر شدید رتبه 3 مواد و مصالحی هستند که به سوختن دیگر اجسام درحریق‌ها کمک می‌کنند.

**ت)** خطر شدید رتبه 4: شامل مواد و مصالحی هستند که برسلامت اشخاص تاثیر مستقیم دارند.

**ث)** خطر شدید رتبه 5: این گروه شامل مواد و مصالح مورد استفاده درساخت نیمه‌هادی‌های الکترونیکی است.

**3-1-1-32 خطر معمولی:** محتویاتی هستند که از لحاظ سوختن در حریق‌ها شرکت می‌کنند و امکان سوختن آنها به صورت معمولی یا سریع وجود دارد. این گروه محتویات اغلب در موقع سوختن حجم نسبتاً زیادی دود تولید می‌کنند.

**3-1-1-33 خطر ضعیف:** محتویاتی هستند که درمواقع بروز حریق چندان میل به سوختن نداشته و آتش‌گیری خودبه‌خود درآنها اتفاق نمی‌افتد.

**3-1-1-34 خودبسته شو:** اصطلاح "خودبسته شو" هنگامی‌که در مورد درهای حریق یا سایر بازشوهای حفاظتی به‌کار برده شود، به مفهوم بسته بودن در (یا بازشو) در حالت عادی و بسته شدن آن پس از عبور است، که برای اطمینان از انجام این عمل، در به یک وسیله مکانیکی تائید شده مجهز می‌شود.

**3-1-1-35 خودکار:** اصطلاح "خودکار" درمورد تجهیزات محافظت دربرابر حریق، برای وسایل و دستگاه‌هایی به‌کار برده می‌شود که در اثر واکنش به برخی از محصولات احتراق، خود به خود و بدون دخالت انسان عمل کنند.

**3-1-1-36 خودکار بسته شو:** این اصطلاح هنگامی که درمورد درهای حریق یا سایر بازشوهای حفاظتی به کار برده شود، منظور بسته شدن در (یا بازشو) به هنگام حریق در اثر واکنش به برخی از محصولات احتراق یا از طریق گرفتن فرمان از محلی دیگر است.

**3-1-1-37 خیابان:** هر نوع راه عبور و مرور عمومی در فضای باز، که دارای حداقل 9 متر عرض بوده و به‌نحوی طرح شده باشد که امکان استفاده واحدهای آتش‌نشانی برای اطفای حریق را فراهم آورد. معابر داخل فضاهای بسته و تونل‌ها اگرچه مورد استفاده عبور و مرور عمومی قرارگرفته و ماشین رو باشند، به عنوان خیابان ملحوظ نمی‌شوند.

**3-1-1-38 در حریق:** دری که با انجام "آزمایش حریق استاندارد" حائز شرایط مقاومت و محافظت دربرابر حریق متناسب با محل استقرار خود باشد.

**3-1-1-39 دسترس خروج:** بخشی از "راه خروج" که از هر نقطه ساختمان منتهی به قسمت "خروج" می‌شود. رجوع شود به بند 3-1-3-2.

**3-1-1-40 دستگیره محافظ:** لوله، چوب یا هر پروفیلی که در طول راه پله و بالکن برای گرفتن دست و نلغزیدن انسان نصب شود.

**3-1-1-41 دسته‌بندی تصرف‌ها:** تمام تصرف‌ها براساس میانگین وزن محتویات قابل احتراق در مترمربع زیربنای ساختمان، در چهار گروه تصرف‌های بسیار پرخطر، تصرف‌های پرخطر، تصرف‌های میان خطر و تصرف‌های کم خطر دسته‌بندی می‌شوند.

**3-1-1-42 دوام دربرابر حریق:** مدتی که مصالح یا قطعات و اجزای ساختمانی درمقابل شرایط خاص اجرای "آزمایش حریق استاندارد" همچنان عملکرد خود را حفظ کنند.

**3-1-1-43 دودبند:** وسیله جداسازی با مشخصات مقاوم حریق یا غیرمقاوم دربرابر حریق که به صورت افقی یا قائم، مانند دیوار، کف یا سقف به‌منظور ممانعت از جریان دود، طراحی و ساخته می‌شود. موانع دود ممکن است برای حفاظت بازشوها نیز به‌کار گرفته شوند.

**3-1-1-44 دیوار جان‌پناه:** بخش امتداد یافته دیوارهای خارجی بنا در بام که به‌منظور تامین ایمنی و تفکیک همسایگی اجرا می‌شود.

**3-1-1-45 دیوار دودبند:** دیوار یا دیواره‌ای که راهروی خروج را قطع کرده و به یک یا چند در مجهز است. این دیوار باید مانع گسترش آتش و دود باشد.

**3-1-1-46 دیوار کتیبه:** بخشی از دیوار خارجی ساختمان که پائین یا بالای پنجره (یا بازشو) واقع می‌شود.

**3-1-1-47 دیوار مشترک:** دیواری که در مرز مالکیت دو ساختمان برای بهره‌گیری مشترک ساخته می‌شود.

**3-1-1-48 راه خروج:** مسیر ممتد و بدون مانعی که برای رسیدن از هر نقطه ساختمان به یک محوطه باز یا معبر عمومی درنظر گرفته شود. راه خروج از سه بخش مشخص "دسترس خروج"، "خروج" و "تخلیه خروج" تشکیل شده است. رجوع شود به بند 3-1-4.

**3-1-1-49 راه‌پله:** بخشی از مجموعه راه خروج شامل تعدادی پله یا سکو که در مجموع رفت و آمد از یک طبقه به طبقه دیگر را بدون تداخل و برخورد با مانع امکان پذیر می‌کند. رجوع شود به بند 3-4-1-4.

**3-1-1-50 زیرزمین:** قسمتی از ساختمان که تمام یا بخشی از آن پائین‌تر از کف زمین طبیعی قرارگرفته و به عنوان طبقه به حساب نیاید.

**3-1-1-51 ساختارهای سوختنی:** در این دسته ساختار، اعضای باربر و دیوارهای داخلی بنا می‌تواند با هرگونه مصالحی اعم از سوختنی و یا غیر سوختنی ساخته شود، هرچند لازم است ساعت

مقاومت حریق تعیین شده برای برخی عوامل باربر و مواضع مختلف بنا رعایت گردد. این دسته ساختار خود شامل دو گروه فرعی 1 و صفر ساعت مقاوم حریق است.

**3-1-1-52 ساختارهای غیرسوختنی:** مشخصات استفاده از مصالح در این دسته ساختار مانند دسته مقاوم حریق است، با این تفاوت که به مقاومت حریق و محافظت حریق کمتری نیاز خواهد بود و به‌طورکلی اعضای باربر و سازه بنا باید تا دو ساعت بتواند دربرابر یک حریق با مشخصات استاندارد مقاومت کند. ساختارهای غیرسوختنی خود براساس ساعت مقاومت حریق اعضای باربر در مواضع مختلف بنا به دو گروه فرعی به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند:

**الف)** 1 و 2 ساعت مقاوم حریق

**ب)** صفر و 2 ساعت مقاوم حریق

**3-1-1-53 ساختارهای مقاوم حریق:** ساختارهای مقاوم حریق بناهایی را شامل می‌شوند که اعضای باربر و سازه درآنها با مصالح غیرسوختنی مانند بتن، فولاد، آجر و ماسه سیمان، گچ و نظایر آن ساخته شده و هرگروه از اعضا، دارای ساعت مقاومت حریق لازمه و خواسته شده طبق ضوابط هستند، همچنین تمهیدات محافظت دربرابر حریق مطابق مقررات در آنها اعمال می‌گردد. ساختارهای مقاوم حریق خود براساس ساعت مقاومت حریق و رتبه حفاظتی که فراهم خواهند کرد، به دو گروه فرعی به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند:

**الف)** 3 و 4 ساعت مقاوم حریق

**ب)** صفر، 1 و 2 ساعت مقاوم حریق

**3-1-1-54 سرسره فرار:** سطح لغزنده‌ای که به منظور فرار به خارج از ساختمان طراحی شده باشد. رجوع شود به بند 3-1-4-8.

**3-1-1-55 سطح خالص:** سطح خالص هر طبقه از ساختمان فقط به فضاهای قابل تصرف گفته شده و سطوح مربوط به فضاهای عمومی و ارتباطی و ضخامت دیوارها را شامل نمی‌گردد.

**3-1-1-56 شفت:** فضای ارتباطی قائم بین طبقات یا بین کف تا بام ساختمان که به‌منظور تعبیه آسانسور، بالابر، آشپزخانه، تأمین روشنایی، انجام تهویه، عبور کانال‌ها و لوله‌ها، تخلیه زباله و غیره درنظر گرفته می‌شود.

**3-1-1-57 شیبراه:** پیاده راه با شیب حداکثر 1 به 20 که به‌عنوان راه دسترسی مورد استفاده واقع شود.

**3-1-1-58 طبقه:** بخشی از ساختمان که بین دو کف متوالی واقع شود. در مواردی که فاصله کف تمام شده از سطح زمین طبیعی از 120 سانتیمتر بیشتر نباشد، فضای زیر آن طبقه به عنوان "زیرزمین" منظور می‌گردد.

**3-1-1-59 طبقه خیابان:** طبقه‌ای از بنا که از کف خیابان یا محوطه خارج بنا حداکثر با شش پله قابل دسترس باشد. در مواردی که دو یا چند طبقه ساختمان بتوانند در اثر تغییرات تراز مستقیماً به خیابان یا محوطه اطراف راه یابند، ساختمان به همان تعداد دارای طبقه خیابان خواهد بود. به همین ترتیب، چنانچه هیچ یک از طبقات بنا نتوانند با شرایط یاد شده امکان دسترسی به خیابان و محوطه خارج داشته باشند، ساختمان بدون "طبقه خیابان" منظور می‌گردد.

**3-1-1-60 طبقه یا تراز تخلیه:** پائین‌ترین طبقه‌ای از بنا که حداقل 50 درصد از بار تخلیه متصرفین از آن به معبر عمومی تخلیه شوند. درصورت عدم وجود شرایط فوق، پائین‌ترین طبقه‌ای که دارای یک یا دو خروج با ارتباط مستقیم به معبر عمومی باشد، به عنوان طبقه یا تراز تخلیه شناخته می‌شود.

**3-1-1-61 ظرفیت راه خروج:** مقدار عرضی که برای "مجموعه راه خروج" در تمام طول مسیر (با توجه به بار تصرف) درنظر گرفته می‌شود. در شرایط معمولی حداقل مقدار این عرض 750 میلیمتر است. رجوع شود به بند 3-1-5.

**3-1-1-62 فضای انتظار:** فضای مشترک و همگانی در بناهای تجمعی که به منظور سپری کردن اوقات پیش از موعد برای ورود به یک سالن اجتماعات درنظر گرفته می‌شود.

**3-1-1-63 فضای پناه‌دهی:** فضایی که در مقابل حریق به میزان مشخصی مقاومت می‌نماید.

**3-1-1-64 فضای ورودی:** فضای مشترک و همگانی در بناها که به منظور کنترل و ایجاد تسهیلات برای ورود و خروج افراد درنظر گرفته می‌شود.

**3-1-1-65 مانع حریق:** صفحه یا پرده‌ای سرتاسری که به‌صورت قائم (مانند دیوار) یا افقی (مانند سقف) با زمان مشخصی از مقاومت حریق برای جلوگیری از گسترش آتش و دود از فضایی به فضای دیگر به‌کار گرفته می‌شود. این صفحات همچنین ممکن است برای حریق‌بند کردن بازشوها نیز استفاده شوند.

**3-1-1-66 مجزاسازی افقی:** فاصله مشخص بین دیوارهای خارجی بنا تا "مرز مالکیت" یا سایر بناهای همسایگی، اعم از خصوصی، عمومی و خیابان که به منظور تأمین فضای باز لازم درنظر گرفته می‌شود. رجوع شود به بند 3-1-4.

**3-1-1-67 محوطه باز:** فضایی که تصرفی در آن صورت نگرفته و به‌وسیله ساختمان محصور نشده باشد. محوطه باز باید برای جای دادن متصرفان بنا کافی باشد و اندازه و محل آن به‌گونه‌ای باشد که به هنگام بروز حریق، ماموران آتش‌نشانی و ایمنی بتوانند به آن دسترسی داشته و از آن استفاده برند. محوطه باز باید در تمام اوقات شبانه روز از هرگونه موانع خالی باشد.

**3-1-1-68 معبر عمومی:** خیابان، کوچه یا موارد مشابهی از کاربرد زمین که به‌طور دایم در تصرف و استفاده عموم قرار گرفته و اساساً از آن طریق بتوان بدون مانع به سایر قسمت‌های شهر رفت و آمد نمود. عرض و ارتفاع مفید معبر عمومی باید حداقل 3 متر باشد.

**3-1-1-69 مقام قانونی مسئول:** مقام دارای صلاحیت قانونی و مسئول، سازمان، دفتر یا فـردی است که مسئولیت تصویب مصالح، تأسیسات، تجهیزات یا روش‌هـا را بـه عهـده گیـرد. مقـام دارای صلاحیت قانونی و مسئول که از آن به اختصار مقام قانونی مسئول نام برده می‌شود، در این مقررات با مفاهیمی گسترده به‌کار برده شده است، زیرا کارگزاران و نمایندگان صلاحیت‌دار و تصویب کننده به تناسب مسئولیت‌هایشان متفاوت هستند.

هرجا که ایمنی همگانی در اولویت قرار داشته باشد، مقام دارای صلاحیت قانونی و مسئول ممکن است به تناسب درجه اهمیت، یک سازمان دولتی مرکزی، استانی یا محلی، مانند مقام قانونی مسئول حفاظت از حریق، سازمان آتش‌نشانی، اداره یا گروه آتش‌نشانی، اداره پیشگیری از آتش‌سـوزی، اداره حفاظت و بهداشت کار، شـهرداری، اداره بهداشـت، درمـان و آمـوزش پزشـکی، اداره بازرسـی بـرق ساختمان‌ها یا هر گروه و تشکیلات دیگری که دارای اختیار قانونی است، باشد. همچنین اداره بازرسی بیمه مرکزی، اداره ارزیابی و زمان گذاری، یک شـرکت بیمـه خصوصـی و حتـی نماینـده هریـک از نهادهای فوق می‌تواند مقام قانونی مسئول باشد. در بسیاری موارد ممکن است صاحب ملک یا نماینده تام‌الاختیار او نقش مقام قانونی مسئول را به عهده گیرد. در تأسیسات متعلق به دولت، ممکن اسـت اداره ایمنی و حتی یکی از کارمندان اداری نظیر افسر فرمانده یا نگهبان، مقام قانونی مسئول باشد.

مقام قانونی مسئول می‌تواند به‌منظور مورد قبول قرار گرفتن مصالح، لوازم، تأسیسات طرح‌ها یـا روش‌ها، از دستورالعمل‌ها و استانداردهای ملّی یا ضابطه‌های مناسب دیگر استفاده کرده و آنها را برای تصویب، مبنا قرار دهد. در نبود چنین استانداردهایی، مقام یاد شده ممکـن اسـت مـدارکی دال بـر مناسب بودن مصالح، تأسیسات، روش‌ها و نیز کاربرد درست آنها از به کار برنده مطالبه نماید. مقـام قانونی مسئول، همچنین ممکن است فهرست‌ها و برچسب‌های سازمانی را که ارزیابی تولیدات را بـر عهده دارد و در موقعیتی است که انطباق اقلام لیست شـده را بـا اسـتانداردهای مربوطـه مشـخص می‌سازد، مورد استناد قرار دهد.

مقام قانونی مسئول می‌تواند در موارد و شرایطی که تهدیدات حریق، جان انسـان‌هـا را بـه‌طـور حیاتی در معرض خطر قرارمی‌دهد و درحال حاضـر تمهیـداتی بـرای آن ارائـه نشـده، از مقـررات و استانداردهای معتبر بین‌المللی استفاده نماید، مشروط برآنکه تناقضی با مقررات این مبحث به‌وجـود نیاورد.

در شهرهای بزرگ مقام قانونی مسئول سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی می‌باشد. شهرهای بزرگ توسط وزارت کشور بر حسب جمعیت آنها مشخص گردیده است.

**3-1-1-70 منطقه حریق:** بخشی از فضای داخل ساختمان که از اطراف و از سقف و کف به وسیله اعضای ساختمانی مقاوم حریق محدود شود. منطقه حریق با بررسی و اندازه‌گیری عرض، طول و ارتفاع حریق احتمالی ارزیابی می‌شود.

**3-1-1-71 میان طبقه:** طبقه‌ای واقع در بین هریک از طبقات اصلی ساختمان که حداکثر یک سوم مساحت طبقه زیر خود را داشته باشد. به‌جز در موارد خاص صنعتی، مجموع مساحت میان طبقه در یک طبقه نباید از یک سوم مساحت کل همان طبقه بیشتر شود.

**3-1-1-72 میزان مقاومت حریق:** مدتی که مصالح یا ترکیبی از آن، توانایی مقاومت در مقابل آتشی مستقیم مطابق "آزمایش حریق استاندارد" را داشته باشد.

**3-1-1-73 نرده محافظ:** حایل حفاظتی و ایمنی که برای جلوگیری از سقوط از ارتفاع طراحی شده باشد.

**3-1-1-74 واحد زندگی (واحد مسکونی):** فضا، اتاق یا اتاق‌هایی که به عنوان محل زندگی یک شخص یا خانواده درنظر گرفته شده و دارای وسایل زندگی باشد.

**3-1-1-75 هتل:** بنایی که اتاق‌های آن به‌منظور سکونت مسافران استفاده شود. این تعریف، شامل متل و سایر بناهای مشابهی که قصد ارائه امکانات سکونتی موقت را دارند، نیز می‌گردد.

## 2-1-3 مقررات کلی، دامنه و کاربرد

**1-2-1-3** براساس ضوابط این مبحث از مقررات ملّی ساختمان، هر بنا، هر بخش از یک بنا و هر ساختمانی که از این پس ساخته یا پرداخته شود، باید به راه‌های خروج اصولی، کافی و بدون مانع مجهز گردد، تا درصورت بروز حریق در آن، خروج به‌موقع یا فرار به‌هنگام همه متصرفان به راحتی میسر باشد. به این منظور باید نوع، تعداد، موقعیت و ظرفیت راه‌های خروج در هر بنا با توجه به وسعت و ارتفاع همان بنا، متناسب با ویژگی‌های ساختمان و تصرف، طرح شده و با رعایت تعداد و خصوصیات متصرفان (به ویژه خصوصیات آنهایی که بیش از دیگران در معرض خطر قرار می‌گیرند)، پیش‌بینی‌های لازم برای هدایت اشخاص به خارج از بنا و یا مکان‌های امن در داخل بنا صورت گیرد.

**2-2-1-3** برای بناهای موجود که پیش از ابلاغ این مقررات احداث شده و امکان تطبیق با این ضوابط را ندارند، مقررات لازم در آینده تدوین خواهد گردید. و تا آن زمان در صورت بروز ضرورت‌های خاص، از جمله استعلام سازمان‌ها و نهادهای دولتی و عمومی که ملزم به اجرای ضوابط ایمنی هستند، نحوه تامین حداقل راه‌های خروج و حداقل تمهیدات ایمنی مورد نیاز برای بناهای موجود، با استفاده از کدهای بین‌المللی معتبر و با لحاظ نمودن شرایط اجرائی بنا، توسط مقام قانونی مسئول مشخص می‌شود.

**3-2-1-3** هیچ بنا یا ساختمانی نباید به‌گونه‌ای جرح و تعدیل شود یا به تصرفی جدید تغییر داده شود که تعداد، عرض، کارایی یا ایمنی خروج‌های آن به مقدار کمتر از آنچه که قبلاً بوده است، یا در این مقررات برای تصرف جدید تصریح شده است، کاهش یابد.

**4-2-1-3** تمام تجهیزات، افزارها، اقدامات و شرایطی که کارایی و عملکرد درست راه‌های خروج را کنترل و تضمین می‌کنند، باید به‌نحوی طرح و به‌کار گرفته شوند که در هیچ مورد، ایمنی جان انسان‌ها فقط به یک مورد یا وسیله وابسته نشود. از این رو، هرکجاکه لازم باشد باید تدابیر اضافی اتخاذ شود تا چنانچه یکی از راه‌های خروج قابل استفاده نبود یا مؤثر واقع نشد، راه دیگری به‌کار آید.

**5-2-1-3** طراحی، ساخت، پرداخت، تجهیز، نگهداری و اداره کردن هر بنا و راه‌های خروج آن باید به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که درصورت بروز حریق، متصرفان فرصت کافی برای خروج ایمن داشته باشند و در آتش و دود، گازهای سمی یا هول و هراس احتمالی گرفتار نشوند و جان و ایمنی انسان‌ها فدای سهل انگاری و نادیده گرفتن خطرات بالقوه در بنا نگردد.

**6-2-1-3** در هر بنا یا ساختمان، خروج‌ها باید در مکان‌هایی طرح، ساخته، آراسته و نگهداری شوند که در تمام اوقات تصرف، از تمام نقاط بنا راه خروج آزاد و بدون مانعی در دسترس باشد.

**7-2-1-3** در هر بنا یا هر بخش از یک بنا، خروج‌ها باید تا حد امکان در مکان‌هایی طرح شوند که متصرفان بتوانند به‌وضوح آنها را ببینند. در غیر این‌صورت هر راه منتهی به خروج باید آنچنان که هر متصرف از هر نقطه بنا بتواند به سرعت راه فرار را پیدا کند، به‌طرزی آشکار و مشخص علامت‌گذاری شود. همچنین هر مسیر خروج از ابتدا تا انتها باید به‌گونه‌ای آراسته و علامت‌گذاری شود که راه منجر به مکان امن، به روشنی مشخص باشد و متصرفان در پیچ و خم‌های ساختمان و مکان‌های بن‌بست گرفتار نشوند.

**8-2-1-3** استفاده از هرگونه قفل یا وسیله سدکننده در مسیرهای خروج که احیاناً فرار به‌موقع را مانع شود، ممنوع است، مگر در برخی از تصرف‌ها مانند مراکز بازپروری و بهداشت روانی و یا ندامتگاه‌ها. در این گروه از بناها نیز استفاده از قفل فقط در شرایطی مجاز خواهد بود که مراقبین به‌طور دائم درحال انجام وظیفه بوده یا تدابیر مؤثری برای خارج کردن متصرفان در مواقع اضطرار اتخاذ شده باشد.

**9-2-1-3** در هر بنا یا ساختمان که به دلیل بزرگی ابعاد و اندازه یا ویژگی‌ها و جزئیات طرح یا مشخصات نوع تصرف، به‌هنگام بروز حریق در یک بخش، امکان بی‌خبر ماندن و غافلگیر شدن متصرفان در دیگر بخش‌ها موجود باشد، باید مطابق ضوابط این مقررات در تمام بنا یا بخش‌هایی که لازم است، شبکه‌های هشدار و اعلام حریق و سایر تمهیدات ایمنی نصب شود و چنانچه برای گرم

کردن فضاهای داخلی، آب مصرفی و نظایر آن از سوخت‌های فسیلی استفاده شود، نصب سیستم هشداردهنده منوکسیدکربن الزامیست. به کمک این شبکه‌ها و انجام تمرین‌های منظم فرار از حریق باید این اطمینان حاصل آید که تمام متصرفان در هر نقطه از بنا در همان لحظات اولیه از بروز حریق آگاه شوند و بتوانند در زمان پیش‌بینی شده بنا را ترک کنند.

**3-1-2-10** در طراحی هر بنا، هر بخش از یک بنا یا هر ساختمان، چنانچه راه خروج منحصر به‌فرد درنظر گرفته شود و به علت ویژگی ابعاد، نوع تصرف یا چگونگی طرح و تنظیم راه خروج این احتمال وجود داشته باشد که درصورت بروز حریق، آن راه با آتش و دود مسدود شود، تأمین راه خروج دیگری به‌صورت مجزا و دور از مسیر خروج اول الزامی است. این دو مسیر باید طوری طراحی شوند که احتمال آنکه در موقع حریق، هر دو غیرقابل استفاده شوند، به حداقل ممکن کاهش یافته باشد.

**3-1-2-11** هر راه خروج قائم که طبقات یک بنا را به هم مربوط کند، باید به‌نحوی دوربندی و محافظت گردد که از گسترش آتش، دود و گازهای سمی از طبقه‌ای به طبقه دیگر پیش از آنکه متصرفان وارد قسمت‌های امن راه خروج شوند، جلوگیری به‌عمل آید.

**3-1-2-12** از آنجاکه در هر ساختمان کلیه پیش‌بینی‌ها و تمهیدات لازم جهت ایمنی ساکنان و متصرفان دربرابر حریق باید فراهم گردد، ضروری است طراحی و ساخت ساختمان‌ها به‌نحوی صورت گیرد که با توجه به کاربری، ابعاد و تعداد طبقات، به مدت مناسبی دربرابر حریق مقاومت نموده و از گسترش حریق به فضاها یا ساختمان‌های مجاور جلوگیری شود. به این منظور توجه به الزامات اساسی زیر در طراحی و اجرای ساختمان‌ها ضروری خواهد بود.

**3-1-2-12-1** طراحی و اجرا به‌نحوی باشد که درصورت وقوع حریق افراد بتوانند خود را از طریق مسیرهای امن و مشخص شده به محل ایمنی در داخل یا خارج از ساختمان برسانند. به این منظور لازم است:

**الف)** مسیرهای خروج از ساختمان و فرار از حریق به تعداد کافی و با ظرفیت لازم پیش‌بینی شده و در محل‌های مناسبی از ساختمان قرارگیرند، به نحوی که افراد قادر باشند در صورت وقوع حریق بدون تشویش و اضطراب خود را به محل امن برسانند.

**ب)** روشنایی لازم و مناسب در مسیرهای فرار تامین شده و کلیه خروجی‌ها به نحو مناسب علامت‌گذاری و مشخص شوند.

**پ)** تمهیدات لازم برای جلوگیری از نفوذ شعله و دود به مسیرهای خروج به نحو مناسب و با توجه به کاربری، ابعاد و ارتفاع ساختمان پیش‌بینی گردد.

**3-1-2-12-2** تمهیدات و پیش‌بینی‌های لازم به منظور جلوگیری از گسترش حریق در داخل ساختمان از طریق پوشش‌ها و نازک‌کاری‌های داخلی، به عمل آید. به این منظور لازم است:

**الف)** تا حد امکان از مصالح غیرسوختنی یا نیمه‌سوختنی استفاده شود.

**ب)** پوشش‌ها به نحوی انتخاب شوند که دربرابر پیشرفت سطحی شعله مقاومت لازم را دارا بوده و درصورت مشتعل شدن، شدت تولید حرارت ناشی از سوختن آنها محدود باشد.

**پ)** طراحی و اجرای ساختمان به نحوی باشد که از گسترش حریق از یک فضا یا ساختمان به فضاها یا ساختمان‌های مجاور جلوگیری به عمل آید. به این منظور لازم است:

**ت)** درصورت وقوع حریق، ساختمان با توجه به کاربری و ابعاد خود تا مدت مناسبی مقاومت و پایداری خود را حفظ نماید.

**ث)** به منظور جلوگیری از گسترش حریق متناسب با کاربری و ابعاد ساختمان فضابندی‌های مناسب در داخل ساختمان، به وسیله ساختارهای مقاوم حریق، صورت گیرد.

**ج)** راه‌های ارتباطی و فضاهای پنهان نظیر شفت‌ها، محل عبور کابل‌ها و لوله‌ها، فضاهای مجوف بین دیوارها و نماهای خارجی ساختمان و غیره به نحوی طراحی و اجرا شوند که از گسترش حریق از طریق داخل آنها جلوگیری به عمل آید.

**چ)** دیوارهای مشترک بین ساختمان‌ها به نحوی طراحی و اجرا شوند که دربرابر گسترش حریق از یک ساختمان به ساختمان دیگر مقاومت نمایند.

**ح)** دیوارهای خارجی ساختمان، متناسب با کاربری و ابعاد ساختمان دربرابر گسترش حریق به خارج از آن مقاومت نمایند.

**خ)** بام‌ها به نحوی طراحی و اجرا شوند که با توجه به موقعیت ساختمان از گسترش حریق از طریق آن به اماکن مجاور جلوگیری شود.

**3-1-2-12-3** کلیه تمهیدات لازم برای دسترسی نیروهای آتش‌نشانی به محل حریق در ساختمان درنظر گرفته شود. به این منظور لازم است:

**الف)** راه رسیدن خودروها، وسایل و امکانات آتش‌نشانی به مجاورت ساختمان وجود داشته باشد.

**ب)** برای دسترسی نیروهای آتش‌نشانی به فضاهای داخلی ساختمان مسیرهای امن درنظر گرفته شود.

**پ)** به تناسب کاربری و ابعاد ساختمان، برای استفاده نیروهای آتش‌نشانی، امکانات اطفایی در داخل ساختمان پیش‌بینی شود.

**3-1-2-13** هر فضای پنهان افقی یا عمودی که حاوی مواد قابل اشتعال باشد، باید توسط جداکننده‌های آتش‌بند تائید شده محافظت شود.

**3-1-2-14** در ساختمان‌هایی که بیش از یک کاربری وجود دارد، کاربری طبقات زیر هر تصرف براساس کاربری بالاترین طبقه واقع در زیر آن تصرف درنظر گرفته می‌شود. در هر طبقه با چندین کاربری باید محدودکننده‌ترین شرایط اعمال گردد.

## 3-1-3 بخش‌های سه گانه راه خروج

### 1-3-1-3 کلیات

**1-1-3-1-3** در این مقررات، راه خروج به مسیر پیوسته و بدون مانعی گفته می‌شود که از هر نقطه بنا شروع و تا معبر عمومی (کوچه یا خیابان) امتداد یابد. راه خروج از سه بخش مجزا و مشخص: دسترس خروج، خروج و تخلیه خروج تشکیل شده و راستاهای افقی و قائم (ارتباطات بین طبقات و سطوح مختلف) و حسب مورد شامل تمام فضاهای رابط مانند اتاق‌ها، درگاه‌ها، راهروها، سرسراها، شیبراه‌ها، پله‌ها، پلکان‌ها، خروج‌های افقی، بالکن‌ها، بام‌ها، حیاط‌ها و محوطه‌های باز می‌شود. آسانسورها جزو راه خروج محسوب نمی‌شوند.

### 2-3-1-3 دسترس خروج

**1-2-3-1-3** "دسترس خروج"، آن بخش از راه خروج است که به ورودی یک خروج منتهی می‌شود. حداکثر طول دسترس خروج باید به‌طور کلی با مقادیر مندرج در جدول 3-1-3-الف مطابقت داشته باشد، مگر آنکه در بخش ضوابط اختصاصی راه‌های خروج بر حسب نوع تصرف به‌گونه دیگری تصریح شود.

**2-2-3-1-3** طول مسیر دسترسی به خروج‌ها باید در روی کف و در طول محور مرکزی راه عبور معمول و از فاصلهٔ 300 میلیمتر مانده به دورترین نقطه هر فضا تا وسط در "خروج" و درمورد پله‌های واقع در مسیر، طول خط شیبی که دماغهٔ پله‌ها را به هم وصل می‌کند، اندازه‌گیری شود.

**3-2-3-1-3** تمام راهروهایی که به‌عنوان دسترس خروج برای تخلیه افرادی با تعداد بیش از 30 نفر درنظر گرفته می‌شوند، باید توسط ساختاری با حداقل 1 ساعت مقاوم حریق از دیگر بخش‌های بنا مجزا شده و درهایی که به آنها باز می‌شوند دارای زمان دست کم 20 دقیقه محافظت حریق باشند. طرح و نصب این درها باید به‌گونه‌ای انجام گیرد که احتمال نشت دود از آنها به حداقل ممکن کاهش یابد. راهروهای با طول بیش از 30 متر که فاقد درهای دود بند باشند، مجاز نخواهند بود.

**جدول 3-1-3-الف حداکثر طول دسترس خروج در موارد مختلف برحسب متر**

| تصرف | حداکثر مسیر پیمایش | | حداکثر طول بن بست | | حداکثر مسیر مشترک | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | با شبکه بارنده | بدون شبکه بارنده | با شبکه بارنده | بدون شبکه بارنده | با شبکه بارنده | بدون شبکه بارنده |
| **تجمعی** | | | | | | |
| بنای جدید | 76 | 61 | 6/1 | 6/1 | 61/23 | 61/23 |
| بنای موجود | 76 | 61 | 6/1 | 6/1 | 61/23 | 61/23 |
| **آموزشی** | | | | | | |
| بنای جدید | 61 | 46 | 15 | 6/1 | 30 | 23 |
| بنای موجود | 61 | 46 | 15 | 6/1 | 30 | 23 |
| **مراقبت روزانه** | | | | | | |
| بنای جدید | 61 | 46 | 15 | 6/1 | 30 | 23 |
| بنای موجود | 61 | 46 | 15 | 6/1 | 30 | 23 |
| **درمانی** | | | | | | |
| بنای جدید | 61 | - | 9/1 | - | 30 | - |
| بنای موجود | 61 | 46 | - | - | - | - |
| **درمانی اورژانس** | | | | | | |
| بنای جدید | 61 | 46 | 15 | 6/1 | 30 | 23 |
| بنای موجود | 61 | 46 | 15 | 15 | 30 | 23 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **بازداشتی/باز پروری** | | | | | | |
| بنـای جدیـد دارای شـرایط ۲،۳،۴ | 61 | 46 | 15 | 15 | 30 | 15 |
| بنای جدید دارای شرایط 5 | 61 | 46 | 6/1 | 6/1 | 30 | 15 |
| بنـای موجـود دارای شـرایط ۲،۳،۴،۵ | 61 | 46 | - | - | 30 | 15 |
| **مسکونی یک یا دو خانوار** | | | | | | |
| بنای جدید | - | - | - | - | - | - |
| بنای موجود | - | - | - | - | - | - |
| **خوابگاه وهتل‌ها** | | | | | | |
| بنای جدید | 99 | 53 | 10/7 | 15 | 15 | 10/7 |
| بنای موجود | 99 | 53 | 15 | 15 | 15 | 10/7 |
| **آپارتمانی** | | | | | | |
| بنای جدید | 99 | 53 | 10/7 | 15 | 15 | 10/7 |
| بنای موجود | 99 | 53 | 15 | 15 | 15 | 10/7 |
| **پانسیون/ پرستاری** | | | | | | |
| بنای موجود و جدید کوچک | - | - | - | - | - | - |
| بنای جدید بزرگ | 99 | - | - | 9/1 | 38 | - |
| بنای موجود بزرگ | 99 | 53 | 15 | 15 | 49 | 33 |
| **تجاری معمولی** | | | | | | |
| بنای جدید | 76 | 46 | 6/1 | 15 | 30 | 23 |
| بنای موجود | 76 | 46 | 15 | 15 | 30 | 23 |
| تجاری با فضای باز جدید | - | - | 0 | 0 | - | 23 |
| تجاری با فضای باز موجود | 120 | 46 | 6/1 | 15 | 30 | 23 |
| **مراکز خرید بزرگ** | | | | | | |
| بنای جدید | 91 | 61 | 6/1 | 15 | 30 | 23 |
| بنای موجود | 91 | 61 | 15 | 15 | 30 | 23 |
| **اداری** | | | | | | |
| بنای جدید | 91 | 61 | 6/1 | 15 | 30 | 23 |
| بنای موجود | 91 | 61 | 15 | 15 | 30 | 23 |
| **صنعتی** | | | | | | |
| معمولی | 75 | 61 | 15 | 15 | 30 | 15 |
| با کارآیی خاص | 122 | 91 | 15 | 15 | 30 | 15 |
| پرخطر | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## 3-3-1-3 خروج

**1-3-3-1-3** "خروج"، آن بخش از راه خروج است که به واسطه ساختار یا تجهیزات محافظتی ویژه خود، مطابق ضوابط این مقررات از دیگر بخش‌های بنا مجزا شده و فضای عبور امن و محافظت شده‌ای به‌منظور دستیابی متصرفان به بخش "تخلیه خروج" فراهم آورد. خروج‌هـایی کـه مـورد تائیـد ایـن

مقررات می‌باشند، عبارتند از: درگاه‌های خروج (واقع در جداره‌های بیرونی ساختمان‌ها)، گذرگاه‌های خروج، خروج‌های افقی، شیبراه‌ها و پلکان‌های خروج که دربرابر حریق‌های مورد انتظار در سایر قسمت‌های بنا محافظت شده باشند.

**2-3-3-1-3** در تمام مواردی که در این مقررات محافظت خروج‌ها به روش "جدا کردن از سایر بخش‌ها" تصریح شده باشد، رعایت مقررات مندرج در بندهای 3-1-3-3-3 الی 3-1-3-3-13 الزامی خواهد بود.

**3-3-3-1-3** ساختارهای جداکننده خروج در بناهای با ارتفاع 4 طبقه و بیشتر باید با دیوارهای غیرسوختنی، حداقل 2 ساعت مقاومت حریق به‌طور کامل دوربندی و مجزا شوند. درمواردی که تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت می‌شود، ساعت مقاومت حریق دوربندها می‌تواند حداقل به یک ساعت کاهش یابد.

**4-3-3-1-3** بازشوهای واقع در دوربندهای خروج باید از لحاظ تعداد به حداقل مورد نیاز محدود شده و تمام آنها با درهای مقاوم حریق خود بسته‌شو از نوع تائید شده محافظت شوند. اگر چگونگی عملکرد بنا ایجاب کند که این قبیل درها به‌طور معمول باز باشند، در آن صورت می‌توان از درهای خودکار بسته شو استفاده کرد. در این موارد باید تمام تدابیر ایمنی لازم برای اطمینان از بسته شده به‌موقع درها در مواقع بروز حریق اتخاذ شده باشد.

**5-3-3-1-3** ایجاد هرگونه روزنهٔ نفوذی در دوربندهای خروج به‌غیر از موارد زیر، مجاز نخواهد بود:

**الف)** عبور کانال‌های هوا و دیگر تجهیزات لازم درمواردی که تراکم هوا و ایجاد فشار مثبت در درون دوربند خروج ضروری اعلام شده باشد.

**ب)** عبور لوله‌های مربوط به شبکه‌های آتش‌نشانی.

**پ)** عبور لوله‌های برق ویژهٔ فضای خروج.

در تمام موارد فوق، روزنه‌های نفوذی باید به‌طور کامل با مواد مناسب که از گسترش حریق جلوگیری نماید، درزبندی شوند.

**6-3-3-1-3** ایجاد هرگونه بازشوی ارتباطی یا روزنه نفوذی بین دو خروج مجاور هم (مانند پلکان‌های طرح قیچی) که با یک ساختار از یکدیگر جدا می‌شوند، ممنوع است. پلکان طرح قیچی در ساختمان‌های جدید به‌عنوان یک راه خروج و در ساختمان‌های موجود به شرط رعایت نکات این بند با تایید مقام قانونی مسئول به‌عنوان دو راه خروج محسوب می‌شود.

**7-3-3-1-3** در تمام خروج‌ها (پلکان خروج، گذرگاه خروج، خروج افقی) که طبق ضوابط این مقررات دوربندی و جداسازی آنها الزامی اعلام شود، برای جلوگیری از گسترش آتش و دود، نازک‌کاری دیوارها و سقف‌ها فقط می‌تواند با مصالحی اجرا شود که از طرف مقام قانونی مسئول مجاز شناخته می‌شود، مگر آنکه به‌منظور پاسخگویی به ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های مختلف، برای آنها محدودیت‌های بیشتری درخواست شود.

**8-3-3-1-3** فضاهای داخل دوربندهای خروج باید کاملاً آزاد و بدون مانع باشند و برای مقاصدی مانند انبار کردن کالا روی سطح پله‌ها یا پاگردها استفاده نشوند.

**9-3-3-1-3** در تمام بناهای 4 طبقه و بیشتر، هر پاگرد پله که همسطح طبقه‌ای واقع شود، باید دارای علامتی باشد که شماره آن طبقه را مشخص کند. این علامت همچنین باید موقعیت طبقه تخلیه خروج و جهت آن را نشان دهد. علامت باید در ارتفاع تقریباً 1/5 متری از کف تمام شده و در موقعیتی نصب شود که تحت هر شرایطی از جمله باز یا بسته بودن در ورود به طبقه، به راحتی دیده شود.

**10-3-3-1-3** در بناهایی که پلکان خروج، بیش از نیم‌طبقه پائین‌تر از تراز تخلیه خروج ادامه دارد، با استقرار یک مانع فیزیکی قابل عبور مانند در، جداکننده و نظایر آن باید از به اشتباه رفتن متصرفان جلوگیری به‌عمل آید.

**11-3-3-1-3** براساس ضوابط این مقررات، فقط آن دسته از پلکان‌های خارجی بنا می‌توانند به‌عنوان خروج محسوب شوند که دارای مشخصاتی به‌شرح زیر بوده و به تائید مقام قانونی مسئول برسند:

**الف)** ساختار آنها توسط دیوار با زمان حداقل 2 ساعت مقاوم حریق از فضاهای داخلی جدا شده و از نزدیک‌ترین بازشو دست کم 3 متر فاصله داشته باشند.

**ب)** به بام بخش دیگری از بنا یا بام بنای مجاور که ساختار مقاوم حریق و راه خروج ایمن و پیوسته‌ای دارد، ارتباط داشته باشند.

**پ)** به منظور پیشگیری از سقوط متصرفان، دارای دوربند یا نرده جان‌پناه محکم و با ارتفاع مناسب باشند.

**12-3-3-1-3** راهروها، سرسراها، زیرگذرها، روگذرها و دیگر گذرگاه‌های مشابه می‌توانند به عنوان بخشی از خروج محسوب و مورد استفاده قرار گیرند، مشروط بر آنکه علاوه بر مقررات کلی، با دیگر

ضوابط این مقررات که در مورد خروج‌ها تصریح شده نیز مطابقت داشته و با ساختار غیر سوختنی دارای دو ساعت مقاومت حریق مجزا شوند.

**13-3-3-1-3** عرض هر گذرگاه خروج باید مطابق ظرفیت خروج درنظر گرفته شود و برای بیشترین تعداد متصرفانی که ممکن است از آن عبور کنند، تکافو نماید. در مواردی که گذرگاه خروج در انتهای چند خروج واقع گردد، عرض آن باید دست کم برابر مجموع عرض تمام خروج‌های منتهی به آن باشد.

**14-3-3-1-3** پلکان‌های باز و پلکان‌های غیر دوربند داخلی (پلکان ارتباطی) به‌عنوان دسترسی خروج محسوب می‌شوند.

### 4-3-1-3 تخلیه خروج

**1-4-3-1-3** تخلیه خروج، آن بخش از راه خروج است که بین انتهای خروج و معبر عمومی (کوچه یا خیابان) واقع شود. براساس ضوابط این مقررات، هر خروج باید به‌طور مستقیم یا از طریق تخلیه خروج به معبر عمومی منتهی گردد، مگر آنکه در این مقررات به‌گونهٔ دیگری تصریح شده باشد.

**2-4-3-1-3** تمام قسمت‌های تخلیه خروج، چه به‌صورت فضاهای داخلی و سرپوشیده و چه به صورت حیاط و محوطه باز، باید به‌گونه‌ای طرح و اجرا شوند که راهی ایمن، بدون مانع و قابل تشخیص برای دسترسی متصرفان به معبر عمومی تأمین گردد. عرض و ظرفیت تخلیه خروج نباید از مجموع عرض‌ها و ظرفیت‌های خروج‌های منتهی به آن کمتر درنظر گرفته شود.

**3-4-3-1-3** در طبقات و فضاهای هم تراز تخلیه های خروج، ساختار کف باید دارای مقاومتی دست کم معادل مقاومت حریق دوربندهای خروج‌ها باشد و تمام فضا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده، محافظت شود.

**موارد استثناء:**

**الف)** فضاها و بخش‌هایی از طبقه تخلیه خروج که توسط ساختاری با مقاومت حریق معادل مقاومت حریق دوربندها از فضای تخلیه خروج جدا شده باشند.

**ب)** تمام سطوح واقع در تراز تخلیه خروج، چنانچه تخلیه خروج، سرسرا یا فضای ورودی کوچکی باشد که با ساختاری حداقل 20 دقیقه مقاوم حریق از دیگر بخش‌ها جدا شده،

فاصله آن از فضای بیرون ساختمان بیش از 3 متر و طول آن نیز بیش از9 متر نباشد، همچنین به منظوری جز راه خروج (تخلیه مستقیم به بیرون) استفاده نشود.

**3-1-3-4-4** فضاهایی با مشخصات مندرج در بند 3-1-3-4-3 می‌توانند به‌عنوان تخلیه خروج، فقط برای حداکثر 50 درصد تعداد کل خروج‌ها و حداکثر 50 درصد ظرفیت کل خروج‌های بنا استفاده شوند. سایر خروج‌ها باید مستقیماً به یک معبر عمومی ارتباط داشته باشند. البته در تصرف‌های بازداشتی/ تحت نظری، با رعایت سایر ضوابط اختصاصی، استثنائاً تمام خروج‌ها می‌توانند به فضاهایی واقع در تراز تخلیه خروج منتهی شوند.

## 3-1-4 اجزای تشکیل دهنده راه خروج

### 3-1-4-1 کلیات

**3-1-4-1-1** اجزای تشکیل دهندهٔ بخش های سه‌گانه راه خروج (رجوع شود به بند 3-1-3-1-1) باید با مقررات این بخش که به تفکیک شرح داده شده، مطابقت داشته باشند، مگر آنکه در ضوابط اختصاصی راه‌های خروج بر حسب نوع تصرف (3-1-10 تا 3-1-18) مقررات ویژه و متفاوتی تصریح شده باشد که در آن صورت مقرراتی باید ملاک عمل قرارگیرند که ایمنی بیشتری را تأمین کنند.

### 3-1-4-2 درها

**3-1-4-1-1** تمام درهایی که در راه خروج واقع می‌شوند باید دست کم 800 میلیمتر عرض مفید داشته باشند. فضاهای با مساحت 6/5 مترمربع و کمتر، چنانچه مورد استفاده معلولان جسمی قرار نگیرند، استثنائاً می‌توانند با درهایی دارای حداقل 600 میلیمتر عرض مفید به راهروهای دسترس خروج باز شوند.

**3-1-4-1-2** در مواردی که از درهای دو لنگه استفاده شود، دست کم یکی از لنگه‌ها باید دارای 800 میلیمتر عرض مفید باشد. همچنین عرض هیچ در یک لنگه نباید از 1200 میلیمتر بیشتر باشد.

**3-1-4-1-3** سطح کف، در دو سمت هر در یا درگاه باید افقی و هم تراز باشد. ایجاد اختلاف سطح در دو قسمت درگاه‌ها تا فاصله دست کم به اندازه عرض بزرگ‌ترین لنگه در، مجاز نخواهد بود، مگر

درمورد درهای خروج واقع در جداره‌های خارجی خانه‌های یک یا دو خانواری که سطح کف بیرون درگاه‌ها می‌توانند حداکثر 200 میلیمتر نسبت به سطح کف درون درگاه پائین‌تر باشد.

**3-1-4-2-4** تمام درهای واقع در راه خروج باید از نوع لولایی (که بر پاشنه می‌چرخند) بوده و در موارد زیر، موافق خروج باز شوند:

**الف)** درهای واقع در دوربندی‌های خروج.

**ب)** درهای واقع در فضاهای پرمخاطره.

**پ)** درهای مربوطه به اتاق‌ها و فضاهای با تراکم 50 نفر و بیشتر.

**3-1-4-2-5** درهای کشویی افقی، کرکره‌ای قائم یا گردان، چنانچه در بخش ضوابط اختصاصی راه‌های خروج بر حسب نوع تصرف استفاده از آنها مجاز اعلام شود، باید حسب مورد با ضوابط عمومی این بخش مطابقت داشته باشد.

**3-1-4-2-6** درهای واقع در راه‌های خروج باید طوری طرح، ساخته، نصب و تنظیم شوند که در تمام اوقات استفاده از بنا از سمت داخل به آسانی و فوریت قابل باز شدن بوده و هیچ عامل بازدارنده‌ای مانند قفل، کلون، کشو و غیره مانع خروج به‌موقع یا فرار متصرفان نشود.

**3-1-4-2-7** درمواردی که برای درها قفل پیش‌بینی می‌شود، باید از انواع ساده انتخاب شده و باز کردن آن مهارت و تلاش خاصی لازم نداشته باشد. همچنین هر متصرف باید بتواند بدون نیاز به کلید یا وسیلهٔ دیگر، آن را از داخل به فوریت باز کند. درهای واقع در جداره‌های بیرونی ساختمان‌ها، از این قاعده مستثنی بوده و می‌توانند قفل کلید خور داشته باشند، مشروط بر آنکه:

**الف)** تا حد امکان در تمام اوقات استفاده از بنا، قفل نباشند و تدابیر لازم برای اطمینان از این منظور اتخاذ شده باشد.

**ب)** در مواقع قفل بودن درها، هر کلید همواره بر روی قفل یا در نزدیک‌ترین فاصله به‌گونه‌ای قرارگیرد که هر متصرف در هنگام خروج، آن را یافته و بتواند سریعاً قفل را باز کند. به غیر از درهای واقع در جداره‌های بیرونی ساختمان‌ها، در سایر موارد نیز می‌توان از درهای با قفل کلید خور استفاده کرد، مشروط بر آنکه قفل و کلید از نوعی انتخاب شوند که در مواقع قفل بودن در، کلید را نتوان از قفل خارج کرد.

**3-1-4-2-8** نصب و استفاده از یک کلون یا زنجیر ایمنی فقط برای درهای خروج واقع در خانه‌های یک یا دو خانواری و واحدهای مسکونی مستقل، مانند اتاق‌های هتل، متـل، مسـافرخانه و نظـایر آن مجاز است، مشروط بر آنکه کلون در ارتفاع حداکثر 1200 میلیمتر از کف تمام شده نصب شود و باز کردن آن نیازی به کلید نداشته باشد.

**3-1-4-2-9** چفت، بست و جزئیات اجرایی درهای دو لنگه واقع در راه خروج باید چنان باشد کـه برای باز شدن هر لنگه، نیازی به باز کردن لنگه دیگر نبوده و هر کدام از لنگه ها، به‌طور مستقل قابل باز شدن باشند.

**3-1-4-2-10** درهای خود بسته شو، مانند درهای دوربند پلکان‌های خروج یا برخی از خروج‌هـای افقی، نباید هیچ‌گاه در وضعیت باز نگهداشته شوند. استثنائاً در بناهایی که محتویات آنها کم مخاطره یا معمولی باشد و نیز در هر مورد که مقام قانونی مسئول تشخیص دهـد، درهـا را مـی‌تـوان از نـوع خودکار بسته شو انتخاب کرد، مشروط بر آنکه نظام خودکار بسته شدن آنها مورد تائید قرار گیـرد و دارای شرایط زیر باشند:

**الف)** عرض درها از روش دو سوم ظرفیت خروج پله‌ها محاسبه می‌شود.

**ب)** درها نباید با مسیر ترافیک معبر عمومی تداخل داشته باشند.

**ج)** عرض در پلکان باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که حداکثر بازشو در به سمت داخل پله کمتر از نصف عرض پله را اشغال نماید و فاصله بین دستگیره و در نباید بیشتر از 180 میلیمتر باشد.

**3-1-4-2-11 درهای گردان**

**الف-** درهای گردان باید از لحاظ ساخت، چگونگی نصب، حداکثر تعداد چرخش در دقیقه، عرض مفید و سایر مشخصات، مورد تائید مقام قانونی مسئول باشند.

**ب-** در راه‌های خروج، استفاده از درهای گردان مشروط به رعایت ضوابط زیر خواهد بود:

**ب-1-** ضوابط خاص راه‌های خروج بر حسب نوع تصرف، مانع نصب اینگونه درها نباشد.

**ب-2-** حداکثر عرض خروج اختصاص یافته به درهای گردان از 50 درصد کل عرض خروج لازم بیشتر نشود.

**ب-3-** ظرفیت خروج هر در گردان، حداکثر 50 نفر درنظر گرفته شود.

**ب-4-** در فاصله 3 متری از دو انتهای پائینی یا بالایی، هیچ راه‌پله‌ای واقع نشده باشد.

**ب-5-** در فاصله حداکثر 3 متری هر در گردان در همان دیوار، یک در لولایی با همان عرض وجود داشته باشد، مگر آنکه مقام قانونی مسئول وجود چنین دری را ضروری تشخیص ندهد.

**3-1-4-2-12 درهای کشویی افقی، کرکره‌ها و شبکه‌های قائم**

**الف-** نصب درهای کشویی با ریل افقی و همچنین درها، کرکره‌ها و شبکه‌های ایمنی با ریل قائم، در درگاه‌هایی که بخشی از راه خروج به شمار آیند، مشروط به رعایت ضوابط زیر خواهد بود:

**الف-1-** در تمام اوقات تصرف، از هر دو طرف به راحتی قابل باز شدن باشند و چنانچه عموم مردم در بنا رفت و آمد می‌کنند، به وضعیت کاملاً باز ثابت شوند. البته درهای کشویی افقی خود بسته‌شو که دارای ساعت محافظت حریق می‌باشند و درهای واقع در خانه‌های یک یا دو خانواری، از این قاعده مستثنی خواهند بود.

**الف-2-** درمواردی که دو یا چند راه خروج پیش‌بینی می‌شود، بیش از نصف عرض کل درگاه‌های خروج به درهای کشویی افقی یا کرکره‌ای قائم اختصاص داده نشود.

**الف-3-** درهای کشویی افقی در درگاه‌هایی که بیش از 50 نفر را تخلیه می‌کنند، نصب نشوند.

**الف-4-** درهای کشویی افقی از هر دو طرف و درهای کرکره‌ای قائم از سمت داخل، به راحتی و بدون نیاز به وسیله خاص، قابل باز شدن باشند.

**3-1-4-2-13** در تمام مواردی که از نیروی برق برای باز و بسته شدن در استفاده می‌شود (مانند درهای مجهز به سلول فتوالکتریک، درهای دارای پادری فشاری و غیره)، در باید به‌گونه‌ای طرح، نصب و نگهداری شود که درصورت قطع برق، به روش معمولی و به راحتی قابل باز و بسته شدن باشد.

**3-1-4-2-14** در مواردی که از نظام مرکزی کنترل کننده برای باز و بسته کردن همزمان درها استفاده می‌شود، درهای خروج تابع ضوابط بعضاً متفاوتی خواهند بود که توسط مقام قانونی مسئول تعیین خواهد شد.

**3-1-4-2-15** در هر مورد که مطابق ضوابط این مقررات، نصب درهای گردان مجاز اعلام شده باشد، نصب کنترل کننده‌های گردان یا سایر وسایل مشابهی که برای کنترل عبور یک‌طرفه اشخاص مورد استفاده قرار گیرند، نیز مجاز خواهد بود، مشروط بر آنکه موقعیت آنها مانع خروج یا فرار به‌موقع

متصرفان نباشد و چرخش آنها به‌صورت آزاد و موافق خروج انجام گیرد. به هر صورت، هر کنترل‌کنندهٔ گردان نباید برای بیش از 50 متصرف به کار گرفته شود و کل عرض خروج اختصاص داده شده به کنترل کننده‌ها و سایر درهای گردان نباید از 50 درصد کل عرض خروج لازم بیشتر باشد.

### 3-4-1-3 خروج‌های افقی

**1-3-4-1-3** خروج افقی، عبارت است از خروج از یک بنا به مکانی امن دربرابر حریق در بنایی دیگر یا در همان بنا که سطح کف آنها تقریباً در یک تراز واقع شده باشد. خروج افقی می‌تواند راهی باشد که با عبور از میان موانع حریق یا با دور زدن حریق از طریق گذرگاه خروج به مکانی امن در همان بنا منتهی شود، مشروط بر آنکه اولاً آن دو بخش تقریباً همسطح باشند و ثانیاً آن مکان بتواند به‌عنوان یک فضای محافظت شده، ایمنی کافی دربرابر آتش و دود ناشی از وقوع حریق در بخش دیگر و تمام بخش‌های واقع در آن بنا را تأمین کند.

**2-3-4-1-3** در طرح و محاسبه ظرفیت راه‌های خروج هر بنا، خروج افقی می‌تواند به‌عنوان جانشین برای بخشی از راه خروج استفاده شود، مشروط بر آنکه ظرفیت دیگر راه‌های خروج بنا (پلکان، شیبراه و درگاه‌هایی که به بیرون بنا باز می‌شوند) از 50 درصد کل ظرفیت راه خروج مورد نیاز تمام بنا کمتر نباشد.

**3-3-4-1-3** هر بخش از بنا و هر منطقهٔ حریق در داخل بنا که به یک خروج افقی مربوط گردد، باید دست کم دارای یک خروج دیگر غیر از خروج افقی، مانند پلکان خروج یا درگاه منتهی به بیرون بنا نیز باشد، در غیر این‌صورت منطقهٔ حریق مورد نظر به‌عنوان بخشی از منطقهٔ حریق مجاور که دارای پلکان یا درگاه خروج منتهی به بیرون است، محسوب خواهد شد.

**4-3-4-1-3** خروج‌های افقی باید به‌گونه‌ای طرح و تنظیم شود که از هر دو طرف آنها راه عبور پیوسته و قابل دسترسی تا یک پلکان خروج یا دیگر خروج‌های منتهی به بیرون بنا در طرف دیگر فراهم باشد.

**5-3-4-1-3** مساحت فضای پناه‌دهی در هر یک از دو طرف خروج‌های افقی باید برای تمام متصرفان هر دو طرف تکافو نماید. به این منظور، در هر طرف باید به ازای هر نفر، دست کم 0/3 مترمربع مساحت خالص در نظر گرفته شود.

**6-3-4-1-3** در تمام اوقاتی که یکی از فضاهای طرفین خروج افقی تحت تصرف قرار دارد، هیچ‌یک از درهایی که باعث دستیابی متصرفان هر طرف به فضاهای سمت دیگر می‌شود، نباید قفل باشد.

**7-3-4-1-3** برای خروج افقی از فضایی در یک طرف دیوار مانع حریق بـه فضـای طـرف دیگـر و بالعکس، چنانچه از درهای لولایی استفاده شود، باید دو بازشو در کنار هم درنظر گرفته شوند و هریک از درها فقط در جهت خروج عمل کنند.

**8-3-4-1-3** چنانچه بین کف‌های واقع در دو طرف خروج افقی، اختلاف سطح وجود داشته باشد، کف‌ها باید فقط با شیبراه به هم مربوط شوند. طرح و اجرای راه‌پله در این موارد ممنوع است.

### 4-4-1-3 راه‌پله و پلکان

**1-4-4-1-3** تمام راه‌پله‌ها و پلکان‌هایی که در راه خروج واقع شوند، چه در داخل و چه در خارج بنا، به استثنای پله‌های واقع در راهروهای دسترسی به ردیف صندلی‌ها در تصرف‌های تجمعی -که تابع ضوابط خاص خود هستند- باید با ضوابط این بخش مطابقت داشته باشند.

**2-4-4-1-3** تمام پلکان‌هایی که در راه خروج واقع شوند، باید دارای ساختاری پایدار و ثابت باشند. عرض راه‌پله‌ها و پاگردها نباید در هیچ قسمت از طول مسیر کاهش یابد.

**3-4-4-1-3** پاخور تمام پله‌ها باید از یک جنس و با یک نوع پرداخـت بـوده و تمـام تـدابیر لازم به‌منظور ممانعت از لغزندگی روی سطح آنها اتخاذ شود.

**4-4-4-1-3** هر راه پله باید دست کم 1100 میلیمتر عرض مفید داشته باشد، مگر آنکـه مجمـوع تعداد متصرفان تمام طبقات استفاده کننده از راه پله کمتر از 50 نفر باشد که در آن صورت عـرض مفید می‌تواند به حداقل 900 میلیمتر کاهش داده شود. همچنین هر راه پله باید دسـت کـم 2050 میلیمتر تا سقف بالای خود ارتفاع داشته و بین هر دو پاگرد متوالی آن، حداکثر فاصـلهٔ قـائم 3700 میلیمتر باشد.

**5-4-4-1-3** ارتفاع هر پله حداکثر 180 و حداقل 100 میلیمتر خواهد بود و هر کف پله باید حداقل 280 میلیمتر پاخور و حداکثر 2 درصد شیب داشته باشد. حـداکثر اخـتلاف یـا رواداری مجـاز بـین اندازه‌های هر دو کف یا هر دو ارتفاع متوالی، 5 میلیمتر و درمورد تمام پله‌های واقع بـین دو پـاگرد متوالی مجموعاً 10 میلیمتر خواهد بود. در مواردی که پله‌ای به سطح شیبدار، ماننـد کـف پیـاده‌رو

منتهی شود، اختلاف ارتفاع مجاز بین دو سر آن حداکثر 80 میلیمتر به ازای هر متر طول پله خواهد بود.

**3-1-4-4-6** طرح و استفاده از پله‌های قوسی در راه‌های خروج درصورتی مجاز است که حداقل اندازه کف (پاخور) هر پله در فاصله 300 میلیمتری از باریک‌ترین قسمت، 280 میلیمتر بوده و اندازه شعاع قوس کوچک‌تر پله از دو برابر عرض آن کمتر نباشد.

**3-1-4-4-7** استفاده از پله‌های مارپیچ در راه‌های خروج برای حداکثر 5 نفر مجاز خواهد بود، مشروط به آنکه با رعایت ضوابط زیر طرح شوند:

**الف)** عرض مفید پله از 650 میلیمتر کمتر نباشد.

**ب)** ارتفاع هر پله از 240 میلیمتر بیشتر نباشد.

**پ)** ارتفاع مفید روی پله (قد راه‌پله) از 2000 میلیمتر کمتر نباشد.

**ت)** اندازه کف (پاخور) هر پله، در فاصله 300 میلیمتری از باریک‌ترین قسمت پله، حداقل 200 میلیمتر باشد.

**ث)** تمام کف پله‌ها یک شکل و یک اندازه باشند.

**3-1-4-4-8** پلکان‌های واقع در راه خروج با شیب بیش از 1 به 15 باید در هر دو طرف دارای نرده دست‌انداز باشند. همچنین پلکان‌های عریض باید به ازای هر 750 میلیمتر از عرض مفید خود، دست کم در یک سمت نرده دست‌انداز داشته باشند. استثنائاً پلکان‌های واقع در خانه‌های یک یا دو خانواری و سایر واحدهای مسکونی کوچک می‌توانند فقط در یک سمت نرده داشته باشند.

**3-1-4-4-9** تمام پلکان‌های داخلی و خارجی بنا، چنانچه به‌عنوان خروج استفاده شوند، باید مطابق ضوابط مندرج در بند 3-1-3-3-3 دوربندی و و دودبند شده، از سایر بخش‌ها مجزا شوند و با ضوابط مندرج در بند 3-1-3-3 مطابقت داشته باشند.

**3-1-4-4-10** دودبند کردن پلکان داخلی یا تامین فضای دوربند با یکی از روش‌های ذیل مجاز است:

**الف) استفاده از پیش ورودی با تهویه طبیعی:** در این روش باید حداقل عرض پیش ورودی در مسیر پیمایش 1800 میلیمتر باشد. این عرض نباید کمتر از عرض کریدور یا درورودی منتهی به آن (هرکدام که بیشتر است) درنظر گرفته شود. مقاومت حریق در ورودی از پیش ورودی به پلکان 20 دقیقه و از واحدها به پیش ورودی حداقل یک و نیم ساعت باشد. در ضمن درها باید دودبند و خود بسته شو یا خودکار بسته‌شو باشند.

**ب) استفاده از بالکن با تهویه طبیعی:** در این روش از بالکن برای ارتباط پلکان داخلی با واحدها استفاده می‌شود، که در این صورت نصب حفاظ‌های جان‌پناه و رعایت فاصله 3 متری دیوار مقاوم حریق تا در ورودی بالکن به پیش ورودی الزامی است. مقاومت حریق در ورودی از پیش ورودی به پلکان یک و نیم ساعت و از واحدها به پیش ورودی حداقل یک ساعت باشد. در ضمن درها باید دودبند و خود بسته شو یا خودکار بسته شو باشند.

**ج) استفاده از پیش ورودی با تهویه مکانیکی:** در این روش باید حداقل عرض پیش ورودی 1100 میلیمتر بوده و فاصله در ورودی واحد به پیش ورودی تا دریچه تهویه مکانیکی حداقل 1800 میلیمتر باشد. مقاومت حریق در ورودی از پیش ورودی به پلکان 20 دقیقه و از واحدها به پیش ورودی حداقل یک و نیم ساعت باشد. در ضمن درها باید دودبند و خود بسته شو یا خودکار بسته‌شو باشند.

**11-4-4-1-3** مقاومت حریق دیوارهای پلکان و پیش ورودی برای ساختمان‌های بیش از 3 طبقه، 2 ساعت و کمتر از 3 طبقه یک ساعت درنظر گرفته شود. مقاومت حریق در ورودی از پیش ورودی به پلکان 20 دقیقه و از واحدها به پیش ورودی حداقل نیم ساعت باشد. ضمناً درها باید دودبند و خود بسته شو یا خودکار بسته شو باشند.

**12-4-4-1-3** مساحت قسمت باز دیوار پیش ورودی به فضای باز نباید از 1/5 مترمربع کمتر باشد و طول این دیوار در مجاورت فضای باز نباید از 6 متر کمتر باشد.

**13-4-4-1-3** فاصله میله‌های جان‌پناه باید به‌گونه‌ای باشد که کره‌ای به قطر 100 میلیمتر نتواند از آن عبور کند.

**14-4-4-1-3** ارتفاع دست‌انداز نرده در پله‌های خارجی و داخلی و جان‌پناه پشت بام حداقل 750 میلیمتر باشد.

**15-4-4-1-3** پلکان‌های خارجی باید از بخش داخلی ساختمان توسط ساختار مقاوم دربرابر حریق با همان مقاومت مورد نیاز برای پلکان‌های داخلی با بازشوهای مقاوم حریق ثابت یا خود بسته شو جدا گردند. به استثنا موارد ذیل که میزان مقاومت آنها می‌تواند تا یک ساعت کاهش یابد:

**تبصره 1:** پلکان خارجی به یک خروج خارجی (مانند بالکن) با دو پله یا شیب راه دور از هم سرویس می‌دهد.

**تبصره 2:** پلکان خارجی حداکثر به دو طبقه که یکی از آنها طبقه تخلیه خروج بوده و دارای پله دوم دور نیز می‌باشد، سرویس می‌دهد.

**تبصره 3:** در ساختمان‌های موجود، پلکان خارجی حداکثر به 3 طبقه که یکی از آنها طبقه تخلیه خروج باشد و دارای پله دوم دور نیز باشد، سرویس می‌دهد.

**تبصره 4:** در ساختمان‌های موجود که به‌صورت کامل تمام بنا به شبکه بارندهٔ تایید شده تجهیز شده است.

**3-1-4-4-16** در فاصله افقی و عمودی 3 متری از پلکان خارجی از هر طرف، دیوارها باید ساختار یک ساعت مقاوم حریق و پنجره ها ساختار سه چهارم ساعت مقاوم حریق داشته باشند.

**3-1-4-4-17** درصورتی‌که در ورودی واحدها در سطح زیرین پلکان خارجی قرار گیرد، مقاومت حریق آنها در ساختمان‌های بیش از 3 طبقه با ساختار 1/5 ساعت مقاوم حریق و در کمتر از 3 طبقه باید با ساختار 1 ساعت مقاوم حریق درنظر گرفته شود.

**3-1-4-4-18** ساختار سقف باید حفاظت زیرپله‌ها را فراهم نماید و به‌صورت افقی از هر طرف پله کمتر از 3 متر نباشد.

**3-1-4-4-19** پلکان خارجی باید به‌گونه‌ای طراحی و اجرا شود که جمع شدن آب در سطوح پلکان به حداقل برسد.

**3-1-4-4-20** پلکان خارجی باید حداقل از یک طرف به میزان 50 درصد باز باشد.

**3-1-4-4-21** پلکان خارجی با ارتفاع بیش از 11 متر باید به‌گونه‌ای طراحی و اجرا شود که موجب وحشت متصرفین هنگام فرار نگردد. به این منظور استفاده از دیوارهای بدون امکان دید با ارتفاع حداقل 1200 میلیمتر الزامی است. درخصوص پلکان با ارتفاع کمتر از 11 متر استفاده از حفاظ‌های با ارتفاع 750 میلیمتر با قابلیت دید مجاز است.

### 3-1-4-5 راه‌پله و پلکان‌های فرار

**3-1-4-5-1** براساس ضوابط این دستورالعمل، پله‌های فرار، اعتباری به‌عنوان خروج اصولی ندارند و صرفاً برای بناهای موجود و با تائید مقام قانونی مسئول مجاز خواهد بود.

**3-1-4-1-2-5** پله‌های فرار در ساختمان‌های جدید به عنوان مسیر خروج و هیچ‌یک از اعضای آن قابل قبول نیست، ولی استفاده از آن برای بناهای موجود با شرایط ذیل و با تائید مقام قانونی مسئول مجاز می‌باشد.

**3-1-4-1-3-5** ابعاد پلکان فرار به شرح جدول 3-1-4-الف می‌باشد:

**جدول 3-1-4-الف ابعاد پلکان فرار**

| | ساختمان کوچک* | ساختمان استاندارد** |
|---|---|---|
| عرض قابل قبول پله | 450 میلیمتر | 560 میلیمتر |
| ارتفاع پله | 300 میلیمتر | 230 میلیمتر |
| عرض پاخور پله | 150 میلیمتر | 230 میلیمتر |
| جنس پاخور پله | فلزی | مصالح جامد می‌تواند حفره حفره باشد. |
| دسترسی از طریق پنجره | مجاز | مجاز |
| دسترسی از طریق در لولائی | مجاز | مجاز |

* در این جدول مقصود از ساختمان کوچک ساختمانی است که ظرفیت پلکان آن کمتر از 10 نفر در هر طبقه باشد.

** در این جدول مقصود از ساختمان استاندارد ساختمانی است که ظرفیت پلکان آن حداکثر 20 نفر در هر طبقه باشد.

### 3-1-4-6 پله‌های برقی و پیاده‌روهای متحرک

**3-1-4-1-6-1** براساس ضوابط این مقررات، پله‌ها و پله‌های برقی و کف‌ها و پیاده‌روهای متحرک، جزو راه خروج محسوب نمی‌شوند.

### 3-1-4-7 شیبراه‌ها

**3-1-4-1-7-1** تمام شیبراه‌هایی که در راه خروج واقع شوند، چه در داخل و چه در خارج بنا، باید با ضوابط این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-4-1-7-2** حداکثر شیب مسیر شیبراه که به عنوان خروج مورد استفاده قرار می‌گیرد، برای ساختمان‌های جدید 1 به 12 است.

**3-7-4-1-3** هر شیبراه باید حداقل 1100 میلیمتر عرض مفید داشته باشد، مگر در مواردی که مقام قانونی مسئول، عرض کمتری را مجاز بداند، در آن صورت عرض راه می‌تواند تا 750 میلیمتر کاهش داده شود.

**4-7-4-1-3** تمام شیبراه‌های واقع در داخل و خارج بنا، چنانچه خروج محسوب شوند، باید همانند آنچه که در بند 3-1-4-4-9 درمورد پلکان‌ها و راه‌پله‌ها شرح داده شده، دوربندی، مجزاسازی و محافظت شوند. این شیبراه‌ها و پاگردهای بین آنها باید دارای ساختاری ثابت و پایدار و کفی محکم، یکپارچه، غیرمشبک و غیرلغزنده باشند.

**5-7-4-1-3** عرض شیبراه‌ها و پاگردهای آنها نباید در هیچ قسمت از طول مسیر خروج، کاهش یابد. طول و عرض هر پاگرد باید دست کم برابر با عرض شیبراه درنظر گرفته شود.

**6-7-4-1-3** هر شیبراه با شیب بیش از 1 به 15 باید در هر دو طرف نرده، دست‌گیر داشته باشد.

**7-7-4-1-3** اگر شیب راه به‌عنوان بخشی از مسیر خروج در نظر گرفته شود، باید شرایط ذیل را تامین نماید:

**الف)** ابعاد شیب به شرح زیر باشد:

| | |
|---|---|
| حداقل عرض مفید شیبراه | 180 سانتی‌متر |
| حداکثر شیب | 1 به 12 |
| حداکثر شیب عرضی | 1 به 48 |
| حداکثر ارتفاع یک شیبراه | 760 میلیمتر |

**8-7-4-1-3** در کاربری‌های صنعتی حداقل عرض مفید شیب راه معادل 560 میلیمتر است.

**9-7-4-1-3** ساختار شیبراه باید از نوع دائمی و مناسب بوده و از مصالح غیرسوختنی و محدود استفاده گردد.

**10-7-4-1-3** کف شیبراه باید فاقد حفره باشد.

**11-7-4-1-3** ابتدا و انتهای هر شیبراه و محل بازشو به شیبراه‌ها باید پاگرد با شیب حداکثر 1 به 48 وجود داشته باشد.

**12-7-4-1-3** عرض هر پاگرد شیبراه نباید از عرض شیبراه کمتر باشد.

**13-7-4-1-3** طول شیبراه در مسیرحرکت از 1/5 متر نباید بیشتر باشد.

**3-1-4-7-14** عرض شیبراه در تمام طول مسیر به هیچ عنوان نباید کاهش یابد.

**3-1-4-7-15** نصب حفاظ‌های جان پناه و دیوارهای جان پناه (مانع دید) در شیبراه‌های خارجی مانند پلکان داخلی و خارجی است.

### 3-1-4-8 سرسره‌های فرار

**3-1-4-8-1** طرح و نصب سرسره‌های فرار در راه‌های خروج، فقط در مواردی مجاز خواهد بود که در ضوابط اختصاصی راه‌های خروج برحسب نوع تصرف، به‌طور مشخص استفاده از آنها بلامانع اعلام شود. سرسره‌های فرار به هر حال باید مود تائید مقام قانونی مسئول قرارگیرند.

**3-1-4-8-2** جانشین کردن سرسره فرار به‌جای "خروج‌های الزامی"، در تمام موارد منوط به تائید مقام قانونی مسئول و رعایت تمام مقررات عمومی مربوط به خروج‌ها در این مقررات خواهد بود. همچنین هر سرسره فرار برای حداکثر 60 نفر درنظر گرفته شود.

**3-1-4-8-3** در هر بنا و در هر بخش از یک بنا، سرسره‌های فرار نباید بیش از 25 درصد کل ظرفیت خروج‌های الزامی را به خود اختصاص دهند، مگر آنکه در بخش ضوابط اختصاصی راه‌های خروج برحسب نوع تصرف، به‌گونهٔ دیگری تصریح شده باشد.

## 3-1-5 ظرفیت راه‌های خروج

**3-1-5-1** ظرفیت راه خروج در هر طبقه، هر بخش از یک بنا و هر فضای مجزا و مشخص که به تصرف انسان درآید، باید برای تمام متصرفان (بار متصرف) همان طبقه، بخش یا فضا درنظر گرفته شود و برای تعداد اشخاص استفاده‌کننده از راه خروج مناسب و کافی باشد. به این منظور، بار متصرف یا تعداد متصرفان هر بنا، هر بخش از یک بنا و به‌طور کلی هر فضا، نباید از حاصل تقسیم مساحت یا زیربنای اختصاص یافته به آن فضا بر واحد تصرف همان فضا که به مترمربع به ازای نفر در جدول 3-1-5-الف مشخص شده، کمتر درنظر گرفته شود.

در مواردی که در جدول برای یک نوع تصرف، مساحت ناخالص و مساحت خالص به‌صورت اعداد جداگانه ارائه شده، برای تعیین بار متصرف باید در محاسبات، عدد مربوط به مساحت ناخالص برای کل بنا و عدد مربوط به مساحت خالص برای سطحی که به‌طور مشخص به آن تصرف اختصاص می‌یابد، انتخاب شود.

**جدول 3-1-5-الف واحد تصرف در بناهای مختلف (برحسب مترمربع به ازای هر نفر)**

| نوع تصرف | واحد تصرف به ازای هر نفر |
|---|---|
| **تصرف تجمعی** | |
| مراکز تجمعی با تراکم جمعیتی بالا بدون صندلی‌های ثابت | 0/65 مترمربع سطح خالص |
| مراکز تجمعی با تراکم جمعیتی پائین بدون صندلی‌های ثابت | 1/4 مترمربع سطح خالص |
| مراکز تجمعی که محل نشستن به صورت سکو یا نیمکت است | 445 میلیمتر به ازای هر نفر |
| مکان‌های با صندلی ثابت | تعداد صندلی ثابت |
| **سالن‌های انتظار** | |
| آشپزخانه‌ها | 9/3 |
| انبار کتابخانه | 9/3 |
| سالن مطالعه کتابخانه | 4/6 مترمربع سطح خالص |
| استخرهای شنا | 4/6 مساحت سطح آب |
| محوطه کنار استخر | 2/8 |
| سالن ورزش با تجهیزات | 4/6 |
| سالن ورزش بدون تجهیزات | 1/4 |
| زمین اسکیت | 4/6 |
| سن‌ها | 1/4 متر مربع سطح خالص |
| **تصرف آموزشی** | |
| کلاس‌های درس | 1/9 مترمربع سطح خالص |
| مغازه‌ها، آزمایشگاه‌ها و مکان‌های حرفه‌ای (شغلی) | 4/6 مترمربع سطح خالص |
| مراکز نگهداری روزانه (مهدکودک‌ها) | 3/3 مترمربع سطح خالص |
| **تصرف درمانی** | |
| مراکز درمان بیماران | 22/3 |
| مراکز درمان بیماران بستری | 11/1 |
| مراکز درمان سیار | 9/3 |
| زندان‌ها و مراکز بازپروری | 11/1 |
| **تصرف اقامتی** | |
| هتل‌ها و خوابگاه‌ها | 18/6 |
| آپارتمان‌ها | 18/6 |

| | |
|---|---|
| پانسیون‌ها | 18/6 |
| تصرف اداری (به غیر از مورد زیر) | 9/3 |
| برج کنترل ترافیک هوائی | 3/7 |
| **تصرف انباری** | |
| انبارها | - |
| انبار مؤسسات تجاری | 27/9 |
| انبار سایر مؤسسات | 46/5 |
| **تصرف تجاری** | |
| مراکز تجاری هم سطح خیابان | 2/8 |
| مراکز تجاری که به دو یا چند طبقه خیابان دسترسی دارند | 3/7 |
| مراکز تجاری در طبقات زیر طبقه خیابان | 2/8 |
| مراکز تجاری در طبقات بالای طبقه خیابان | 5/6 |
| طبقات یا بخشی از از طبقات که صرفاً برای امور اداری استفاده می‌شوند | 9/3 |
| طبقات یا قسمت‌هایی که جهت تخلیه، بارگیری و انبار استفاده شده و به روی عموم باز نمی‌شوند | 27/9 |
| بازارچه | هر فضای قابل استفاده با واحد تصرف کاربری خودش محاسبه گردد |
| فضای امن درمسیر خروج | 0/28 |

**2-5-1-3** ظرفیت خروج‌ها نباید هیچ‌گاه در طول مسیر کاهش یابد و چنانچه راه‌های خروج طبقات بالا و پائین، در طبقه‌ای میانی به هم مربوط و با هم ادغام شوند، ظرفیت خروج حاصله نباید از مجموع ظرفیت‌های آن دو راه کمتر درنظر گرفته شود.

**3-5-1-3** عرض مفید راه خروج باید در باریک‌ترین بخش مسیر اندازه‌گیری شود. استثنائاً در هر طرف مسیر خروج، حداکثر 100 میلیمتر پیش‌آمدگی در ارتفاع پائین (در حد نرده دستگیر یا پائین‌تر از آن) می‌تواند جزو عرض مفید درنظر گرفته شود.

**4-5-1-3** عرض هریک از قسمت‌ها و اجـزای مختلـف راه خـروج، مشـروح در بنـد 3-1-4، بایـد براساس ظرفیت خروج مندرج در جدول 3-1-5-ب تعیین شود.

**جدول 3-1-5-ب ظرفیت راه خروج برحسب نوع تصرف و چگونگی مسیر (میلیمتر به ازای هر نفر)**

| نوع فضا یا تصرف | راه‌پله و پلکان‌های خروج | سایر خروج‌ها با مسیر افقی یا شیبدار |
|---|---|---|
| شبانه‌روزی‌ها و پانسیون‌ها | 10 | 5 |
| مراقبتی و بازداشتی (تحت نظر) | 8 | 5 |
| مراقبت تندرستی - مجهز به شبکه بارنده | 8 | 5 |
| مراقبت تندرستی - بدون شبکه بارنده | 15 | 13 |
| پرمخاطره | 18 | 10 |
| انواع دیگر تصرف | 8 | 5 |

**5-5-1-3** ظرفیت هر راهروی دسترس خروج، عبارت است از حاصل تقسیم بار متصرف آن راهرو بر تعداد خروج‌هایی که راهرو به آنها منتهی می‌شود. ولی درهر حال ظرفیت هـر راهـروی دسـترس خروج نباید از ظرفیت "خروج" مربوط به خود کمتر باشد.

**6-5-1-3** عرض هیچ‌یک از دسترس‌های خروج نباید از 900 میلیمتر کمتر درنظـر گرفتـه شـود، مگرآنکه در این مقررات به‌گونه دیگری تصریح شده باشد. همچنین در تمام مواردی که دو یـا چنـد دسترس خروج به یک خروج منتهی شوند، عرض هر دسترس باید متناسب با بار متصرف مربوط بـه خود درنظر گرفته شود.

**7-5-1-3** پلکانی که در مسیر خروج قرار دارند باید به‌گونه‌ای طراحی شود که در صورت مسدود شدن یکی از پله ها ظرفیت خروج بیش از 50 درصد کاهش نیابد.

**8-5-1-3** برای محاسبه حداقل عرض پله باید در ابتدا بار تخلیه تجمیعی محاسبه گردد.
**الف)** اگر تخلیه به سمت پائین انجام می‌شود، بار تخلیه تجمیعی از طبقات بالا محاسبه می‌گردد.

**ب)** اگر تخلیه به سمت بالا انجام می‌شود، بار تخلیه تجمیعی از طبقات پائین محاسبه می‌گردد.
**ج)** حداقل عرض پلکان از جدول 3-1-5-ج محاسبه می‌گردد.

**جدول 3-1-5-ج حداقل عرض پلکان از نظر بار تجمیعی**

| عرض پلکان | بار تجمیعی پلکان |
|---|---|
| 110 سانتیمتر | کمتر از 2000 نفر |
| 140سانتیمتر | 2000 نفر و بیشتر |

## 3-1-6 حداقل تعداد راه‌های خروج الزامی

**3-1-6-1** براساس ضوابط این مقررات، هر طبقه یا هر بخش از یک طبقه در هر بنا باید دست کم 2 راه خروج مجزا و دور از هم داشته باشد، مگر در مواردی که این مقررات استثنائاً راه خروج دوم را الزامی نداند.

**3-1-6-2** در هر بنا، چنانچه بار متصرف هر طبقه یا بخش‌هایی از آنها بین 500 تا 1000 نفر باشد، حداقل 3 راه خروج مجزا و دور از هم لازم خواهد بود و برای بار متصرف بیش از 1000 نفر، حداقل 4 راه خروج مستقل و دور از هم باید پیش‌بینی شود.

**3-1-6-3** در محاسبه تعداد خروج‌های هر طبقه، رعایت بار متصرف همان طبقه تکافو خواهد کرد، مشروط بر آنکه تعداد خروج‌ها در طول مسیر خروج کاهش نیابد. به عبارت دیگر، تعداد خروج‌های هر طبقه از تعداد خروج‌های لازم برای طبقات بالاتر از خود کمتر نباشد.

## 3-1-7 چگونگی استقرار راه‌های خروج

**3-1-7-1** در هر طبقه یا هر بخش از یک طبقه در هر بنا که دو خروج مجزا از هم طراحی شود، فاصلهٔ بین خروج‌ها باید حداقل برابر با نصف اندازهٔ بزرگ‌ترین قطر آن طبقه یا آن بخش باشد. اندازه‌گیری باید در خط مستقیم بین خروج‌ها انجام شود، مگر درمورد آن گروه خروج‌های دوربندی

شده که توسط راهروهای ارتباطی به هم مربوط هستند، که در آن موارد، فاصله بین خروج‌ها استثنائاً می‌تواند در طول مسیر راهرو اندازه‌گیری شود.

در فضاها یا بناهایی که دارای بیش از دو خروج باشند، دست کم 2 واحد از خروج‌ها باید با مشخصات فوق‌الذکر طراحی شوند، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده، محافظت شود، که در آن صورت فاصله بین خروج‌ها چنانچه به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شود، استثنائاً می‌تواند تا یک سوم قطر کلی طبقه یا سطح موردنظر کاهش یابد. سایر خروج‌ها نیز باید در موقعیتی قرارگیرند که درصورت مسدود شدن هریک توسط آتش و دود، از قابلیت خروج‌های دیگر کاسته نشود.

**2-7-1-3** پلکان‌های طرح قیچی چنانچه با ساختار غیرسوختنی2 ساعت مقاوم حریق دوربندی و از یکدیگر جدا شوند، صرفاً در ساختمان‌های موجود و با تایید مقام قانونی مسئول به‌عنوان دو راه خروج مورد استفاده قرار می‌گیرند که در این موارد ایجاد هرگونه روزنه نفوذی یا بازشوی ارتباطی بین دوربندها، حتی به صورت محافظت شده، مجاز نخواهد بود. این‌گونه پلکان در ساختمان‌های جدید فقط به‌عنوان یک راه خروج محسوب می‌گردند.

**3-7-1-3** مسیرهای خروج باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که برای رسیدن به یک خروج، عبور از میان آشپزخانه‌ها، انبارها، سرویس‌های بهداشتی، فضاهای کاری، رختکن‌ها، اتاق‌های خواب و فضاهای مشابهی که درهای آنها در معرض قفل شدن هستند، لازم نباشد.

**4-7-1-3** مسیرهای دسترسی خروج و درهای منجر به خروج‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی و آراسته شوند که به‌وضوح قابل تشخیص باشند. نصب هرگونه دیوارپوش، پرده، آویز، آینه و نظایر آنها روی درهای خروج ممنوع است.

## 8-1-3 روشنایی راه‌های خروج

**1-8-1-3** روشنایی راه‌های خروج باید به‌گونه‌ای طرح و تنظیم شود که در مواقعی از شبانه‌روز که بنا مورد تصرف است، روشنایی به‌طور مداوم و پیوسته برقرار باشد و متصرفان بتوانند راه را به‌درستی

تشخیص داده و مسیر خروج را به‌راحتی طی کنند. حداقل شدت روشنایی راه‌های خروج در سطح کف هیچ نقطه‌ای از جمله گوشه‌ها، تقاطع کریدورها، راه‌پله‌ها، پاگردها و پای درهای خروج نباید کمتر از 10 لوکس باشد. در تصرف‌های تجمعی، در حین اجرای تئاتر یا نمایش فیلم و اسلاید، شدت روشنایی کف راه‌های دسترس خروج، استثنائاً می‌تواند به حداقل 2 لوکس کاهش داده شود.

**2-8-1-3** تعداد و موقعیت منابع روشنایی و طرح نورپردازی باید به‌گونه‌ای باشد که با خارج شدن یک چراغ یا منبع روشنایی از مدار، هیچ قسمت از راه خروج در تاریکی فرو نرود.

**3-8-1-3** برق موردنیاز برای روشنایی مسیرهای خروج باید از منبعی مداوم و مطمئن تأمین شود. درمواردی که حفظ تداوم روشنایی مسیرهای خروج به تعویض منبع تأمین برق بستگی یابد، این تعویض باید طوری پیش‌بینی شود که وقفه محسوسی در روشنایی راه‌های خروج ایجاد نگردد. چنانچه از ژنراتورهای اضطراری استفاده می‌شود، شبکه باید به‌طور خودکار عمل نموده و وقفهٔ ایجاد شده در روشنایی، از 10 ثانیه بیشتر نشود.

**4-8-1-3** ژنراتورهای برق اضطراری باید بتوانند به مدت حداقل 1/5 ساعت، شدت روشنایی مقرر شده را تأمین کنند. پس از گذشت این زمان، شدت روشنایی می‌تواند به 6 لوکس افت کند.

**5-8-1-3** سیستم روشنایی اضطراری باید از نوع عملکرد پیوسته یا از نوع عملکرد خودکار بدون واسطه و خود تکرار انتخاب شود.

**6-8-1-3** درمواردی که برای روشنایی اضطراری راه‌های خروج، از نیروی باطری کمک گرفته شود، نحوه طراحی سیستم، نوع باطری‌ها و چگونگی شارژ شدن آنها باید به تائید مقام قانونی مسئول برسد.

### 9-1-3 علامت‌گذاری راه‌های خروج

**1-9-1-3** تمام دسترس‌های خروج باید با علامت‌های تائید شده که سمت و جهت دستیابی به خروج را با پیکان نشان می‌دهد، مشخص شوند، مگر آنکه خروج و مسیر دسترسی به آن به‌آسانی و

فوریت، قابل دیدن باشد. تعداد و موقعیت این علایم باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که فاصله هیچ نقطه‌ای از دسترس خروج تا نزدیک‌ترین علامت قابل مشاهده، از 30 متر بیشتر نشود.

**2-9-1-3** تمام خروج‌های هر بنا، به استثنای درهای اصلی واقع در جداره‌های بیرونی، باید با علامت‌های تائید شده مشخص شوند. علامت هر خروج باید در موقعیتی نصب شود که از تمام جهات دسترسی به آن خروج به‌آسانی دیده شود.

**3-9-1-3** تمام درهای حریق خود بسته‌شو باید از هر دو طرف با علامت تائید شده‌ای که عبارت "در حریق - بسته نگه دارید" روی آن نوشته شده است، مشخص شوند.

**4-9-1-3** علایم خروج باید موقعیتی مناسب و رنگ و طرحی متضاد با تزئینات و نازک‌کاری‌های داخلی و سایر علایم و نشانه‌ها داشته باشند تا به‌آسانی دیده شوند. هیچ نوع تزئینات، مبلمان، تجهیزات و تأسیسات نباید مانع دیده شدن علایم خروج شود. همچنین استفاده از انواع نورپردازی، نمایش تصویر یا شیء که روشنایی آن بیشتر از روشنایی علایم خروج بوده یا در مسیر رؤیت علایم خروج توجه را به خود جلب کند، مجاز نخواهد بود.

**5-9-1-3** علایم خروج باید ساده و قابل فهم برای همگان بوده و کلمهٔ "خروج" را به‌طور ساده، خوانا و آشکار نشان دهند.

**6-9-1-3** هر راه عبور یا راه‌پله‌ای که خروج نبوده و به دسترس خروج نیز منجر نمی‌شود، اما به دلیل موقعیت خود ممکن است با یک خروج یا دسترس خروج اشتباه گرفته شود، باید با علامتی تائید شده که عبارت "خروج نیست" بر آن نوشته شده، مشخص شود.

**7-9-1-3** هریک از علایم خروج باید به‌وسیله یک منبع نور قابل اطمینان، از روشنایی مناسب برخوردار باشد. علایم خروج می‌توانند از درون روشن یا از بیرون نورپردازی شوند. اما در همه حال و در هریک از دو حالت روشنایی عادی و اضطراری بنا، باید به‌خوبی دیده شوند.

**3-1-9-8** شدت روشنایی علایم چه از بیرون و چه از داخل نورپردازی می‌شوند، نباید کمتر از 54 لوکس باشد.

**3-1-9-9** در تمام مواردی که در این مقررات، پیوستگی روشنایی راه‌های خروج تصریح شده، علایم خروج باید به‌طور پیوسته روشن باشند، مگر درمواردی که همزمان با فعال شدن شبکه هشدار حریق، روشنایی علایم خروج به‌صورت چشمک‌زن درمی‌آیند. همچنین در تمام مواردی که در این مقررات، ضرورت استفاده از تسهیلات روشنایی اضطراری اعلام شده، علایم خروج باید به شبکه روشنایی اضطراری متصل باشند.

**3-1-9-10** تمامی علامت‌گذاری‌ها باید با رعایت مفاد مبحث بیستم مقررات ملّی ساختمان (علائم و تابلوها) انجام شود.

## 3-1-10 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های مسکونی

### 3-1-10-1 هتل‌ها و خوابگاه‌ها

**3-1-10-1-1** راه‌های خروج در هتل‌ها و خوابگاه‌ها باید با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 تا 3-1-9 و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-10-1-2** در هر طبقه، از جمله طبقات زیر تراز تخلیه خروج که برای مقاصد عمومی به تصرف درآیند، باید حداقل دو خروج دور از هم در دسترس باشد.

**3-1-10-1-3** دسترس‌های خروج‌های مختلف نباید مسیر مشترکی به طول بیش از 10 متر داشته باشند، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود که در آن صورت، استثنائاً این طول می‌تواند حداکثر به 15 متر افزایش یابد. طول مسیر عبور در اتاق‌ها و سوئیت‌ها، در این اندازه‌گیری‌ها ملحوظ نمی‌شود.

**3-1-10-1-4** هر اتاق یا سوئیت با مساحت بیش از 185 مترمربع باید دست کم دو در دسترس خروج دور از هم داشته باشد.

**3-1-10-1-5** تعداد و موقعیت خروج‌ها باید به‌گونه‌ای درنظر گرفته شود که در راهروهای دسترس خروج، فاصله بین در هر اتاق یا هر فضا تا نزدیک‌ترین خروج، حداکثر از 30 متر تجاوز ننماید، مگـر آنکه تمام راه دسترس خروج و کلیه بخشهای همجوار و مربوط به آن، با ساختاری که مقاومت حریق آن معادل دوربند خروج‌ها است، از بقیه قسمت‌های بنا جدا شده و تماماً توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت، فاصله مورد نظر می‌تواند حداکثر به 60 متر افزایش یابد. طول راه‌های بیرونی دسترس خروج نیز استثنائاً می‌تواند حداکثر به 60 متر افزایش یابد، مشروط بر آنکه ایمنی آنها مورد تائید کارشناس حفاظت از حریق قرارگیرد.

**3-1-10-1-6** در داخل اتاق‌ها یا سوئیت‌ها، حداکثر فاصله تا یک راهروی دسترس خروج نباید از 23 متر بیشتر شود، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت گردد، کـه در آن صورت این فاصله می‌تواند حداکثر به 38 متر افزایش یابد.

**3-1-10-1-7** طول راه تخلیه خروج، از انتهای دوربند پلکان خروج تا معبر عمومی نباید از 30 متر بیشتر باشد.

**3-1-10-1-8** تمام هتل‌ها و خوابگاه‌های دارای بیش از 25 اتاق، باید مجهز به تسهیلات روشـنایی اضطراری باشند، مگرآنکه هر اتاق مستقیماً به بیرون بنا در تراز همکف راه داشته باشند.

**3-1-10-1-9** تمام راه‌های خروج باید دارای روشنایی کافی و علایم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند.

**3-1-10-1-10** طول بن‌بست‌ها برای هتل‌ها و خوابگاه‌ها 10 متر است، که درصورت محافظت مسیر توسط شبکه بارنده خودکار این طول می‌تواند تا 15 متر افزایش یابد.

### 3-1-10-2 بناهای آپارتمانی

**3-1-10-2-1** راه‌های خروج در بناهای آپارتمانی باید با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 تا 3-1-9 و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-10-2-2** در درون واحدهای مسکونی، استفاده از پله‌های قوسی با رعایت مفاد مندرج در بنـد 3-1-4-3-4 و استفاده از پله‌های مارپیچ با رعایت مفاد بند3-1-4-3-5، مجاز خواهد بود.

**3-1-10-2-3** هر واحد مسکونی باید دست کم به دو خروج مجزا و دور از هم دسترسی داشته باشد، مگر درموارد مشخص شده در بند 3-1-10-2-4 یا 3-1-10-2-5 که استثنائاً دسترسی به یک خروج، مجاز شمرده شده است.

**3-1-10-2-4** در موارد زیر، هر واحد مسکونی می‌تواند استثنائاً فقط به یک خروج، دسترسی داشته باشد:

**الف)** واحد مسکونی از طریق یک درگاه خروج، مستقیماً به خیابان یا حیاط مربوط شود.

**ب)** واحد مسکونی، با ارتفاع کمتر از 23 متر مستقیماً به یک پلکان خارجی مطابق بند 3-1-3-3-11 که حداکثر به دو واحد مسکونی واقع در یک طبقه اختصاص دارد، دسترسی داشته‌باشد.

**پ)** واحد مسکونی، دارای یک پلکان مختص به خود بوده که با موانع 1 ساعت مقاوم حریق و بدون بازشو از دیگر بخش‌ها جدا شده باشد.

**3-1-10-2-5** هر بنای آپارتمانی با حداکثر 4 طبقه بالاتر از همکف، به ارتفاع حداکثر 15 متر، با حداکثر 4 واحد مسکونی در هر طبقه به شرط تطبیق با ضوابط زیر، استثنائاً می‌تواند فقط یک پلکان خروج داشته باشد:

**الف)** پلکان خروج توسط موانع حریق با حداقل 1 ساعت مقاومت، کاملاً دوربندی شده باشد و درهای حریق خود بسته‌شو با نرخ 1 ساعت محافظت حریق، تمام بازشوهای واقع بین دوربند پلکان و آن بنا را محافظت کنند.

**ب)** پلکان خروج، بیش از نیم‌طبقه پائین‌تر از تراز تخلیه خروج ادامه نداشته باشد.

**پ)** راهروهایی که به‌عنوان دسترس خروج استفاده می‌شوند، حداقل 1 ساعت مقاومت حریق داشته باشند.

**ت)** فاصله عبوری بین در ورودی هر واحد مسکونی تا پلکان خروج، از 10 متر بیشتر نباشد.

**ث)** ساختارهای افقی و قائم جدا کننده واحدهای مسکونی، حداقل دارای سه چهارم ساعت نرخ مقاومت حریق باشد.

**تبصره:** در مواردی که تمامی بنا به شبکه بارنده خودکار تائید شده مجهز شود، تعداد طبقات بنا را می‌توان تا یک طبقه افزایش داد، مشروط برآنکه اولاً در جداره‌های خارجی بنا به تعداد کافی

پنجره در دسترس ماموران آتش‌نشانی فراهم بوده، ثانیاً تجهیز بنا به شبکه بارنده خودکار در کاهش خطرات حریق موثر واقع گردد.

**3-1-10-2-6** دسترس‌های خروج های مختلف نباید مسیر مشترکی به طول بیش از 10 متر داشته باشند، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود که در آن صورت استثنائاً این طول می‌تواند حداکثر به 15 متر افزایش یابد. طول مسیر عبور در درون واحدهای مسکونی مستقل، در این اندازه‌گیری‌ها ملحوظ نمی‌شود.

**3-1-10-2-7** حداکثر طول مجاز راهروهای بن بست 10 متر است، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود که در آن صورت، استثنائاً این طول می‌تواند به 15 متر افزایش یابد.

**3-1-10-2-8** در داخل واحدهای مسکونی مستقل، فاصله عبوری تا رسیدن به راهروی دسترس خروج، نباید از 23 متر بیشتر شود، مگر در مواردی که بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت می‌شود که در آن صورت استثنائاً این فاصله می‌تواند حداکثر به 38 متر افزایش یابد.

**3-1-10-2-9** تعداد و موقعیت خروج‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که در راهروهای دسترس خروج، فاصله بین در ورودی هر واحد مسکونی تا نزدیک‌ترین خروج، حداکثر از 30 متر بیشتر نشود، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود که در آن صورت فاصله مورد نظر می‌تواند حداکثر به 60 متر افزایش یابد. طول راهروهای بیرونی دسترس خروج نیز استثنائاً می‌تواند حداکثر به 60 متر افزایش یابد، مشروط بر آنکه ایمنی آنها مورد تائید مقام قانونی مسئول قرارگیرد.

**3-1-10-2-10** تمام بناهای آپارتمانی با بیش از 12 واحد مسکونی یا 3 طبقه ارتفاع، باید دارای تسهیلات روشنایی اضطراری باشند، مگر آنکه هر واحد مسکونی، مستقیماً به بیرون بنا در تراز همکف راه خروج داشته باشد.

**3-1-10-2-11** در تمام بناهای آپارتمانی که طبق مقررات، دارای بیش از یک خروج هستند، راه‌های خروج باید دارای روشنایی کافی و علائم مناسب مطابق ضوابط این مقررات باشند.

**3-1-10-2-12** تصرف‌های مسکونی با شرایط ذیل می‌توانند در طبقات فوقانی تصرف‌های غیرمسکونی قرارگیرند:

**الف)** مسیر خروج تصرف مسکونی از واحدهای غیرمسکونی به‌وسیله دیوارهای 1 ساعت مقاوم حریق جدا سازی شود.

**ب)** کلیه واحدهای غیرمسکونی به شبکه بارنده مجهز گردند.

### 3-10-1-3 اقامتگاه‌ها و بناهای مسافرپذیر

**1-3-10-1-3** همه اقامتگاه‌ها، مسافرخانه‌ها، شبانه‌روزی‌ها و پانسیون‌هایی که به‌منظور اقامت موقت یا طولانی اشخاص و برای پذیرش16 نفر و بیشتر طرح شوند و نیز تمام منازل با همین گنجایش و بیشتر که به این منظور تغییر و تبدیل یافته و اتاق‌های آنها به‌صورت کرایه‌ای و مجزا استفاده شوند، باید به‌طور متناسب دارای راه‌های خروج و فرار مطابق ضوابط عمومی مندرج در این مقررات و ضوابط اختصاصی مندرج در بندهای 3-1-10-3-2 الی 3-1-10-3-11 باشند. در مواردی که این گروه بناها سطح زیربنای کمتری داشته و گنجایش آنها از 16 نفر کمتر باشد، مقررات اختصاصی ساده تر مندرج در بندهای 3-1-10-3-12 تا 3-1-10-3-18، ملاک عمل خواهد بود.

**2-3-10-1-3** پلکان‌های داخلی باید به کمک دیوارهای با مقاومت دربرابر حریق 20 دقیقه دوربندی شده و درهای آن مقاوم دود و خود بسته‌شو باشند.

**3-3-10-1-3** مجموع ظرفیت خروج‌های طبقه همکف (همتراز معبر عمومی) باید برابر ظرفیت لازم برای بار متصرف این طبقه، به اضافه مجموع ظرفیت‌های مقرر شده برای پلکان‌ها و شیبراه‌های منتهی به طبقه همکف درنظر گرفته شود.

**4-3-10-1-3** عرض راهروهای عمومی باید متناسب با بار متصرف بوده، برای کمتر از 50 نفر حداقل 900 میلیمتر و برای بیشتر از آن حداقل 1100 میلیمتر درنظر گرفته شود.

**5-3-10-1-3** در هر طبقه، از جمله طبقات زیر تراز تخلیه خروج که به مقاصد عمومی ساختمان به تصرف درآیند، باید حداقل دو خروج دور از هم در دسترس باشد.

**6-3-10-1-3** موقعیت خروج‌ها باید به‌گونه‌ای طرح شود که در راهروهای عمومی، از جلوی در هر اتاق، دسترسی به خروج‌ها تا حد ممکن در دو جهت متفاوت فراهم باشد. در مواردی که برای دسترسی به خروج‌ها مسیر مشترکی وجود دارد، طول مسیر مشترک نباید از10 متر بیشتر درنظر گرفته شود.

**3-1-10-3-7** هر اتاق یا هر فضای با مساحت بیش از 185 متر مربع باید حداقل دو در دسترس خروج، دور از هم داشته باشد.

**3-1-10-3-8** تعداد و موقعیت خروج‌ها باید به‌گونه‌ای درنظر گرفته شود که در راهروهای دسترس خروج، فاصله بین در هر اتاق یا هر فضا تا نزدیک‌ترین خروج، حداکثر از 30 متر تجاوز نکند، مگر آنکه تمام راه دسترس خروج و کلیه بخش‌های همجوار و مربوط به آن، با ساختاری که مقاومت آن معادل 1 ساعت برای ساختمان‌های تا 3 طبقه، و معادل 2 ساعت برای ساختمان‌های 4 طبقه و بیشتر است، از بقیه بنا جدا شده باشد و تمام بنا با شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت، فاصله مورد نظر می‌تواند حداکثر به 60 متر افزایش یابد. طول راه‌های بیرونی دسترس خروج نیز، استثنائاً می‌تواند حداکثر به 60 متر افزایش یابد، مشروط بر آنکه ایمنی آنها مورد تائید مقام قانونی مسئول قرارگیرد.

**3-1-10-3-9** در داخل هر اتاق یا سوئیت یا هر واحد زندگی، حداکثر فاصله تا یک راهروی دسترس خروج نباید از 23 متر بیشتر باشد، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت گردد، که در آن صورت، این فاصله می‌تواند حداکثر به 38 متر افزایش یابد.

**3-1-10-3-10** تمام بناهای دارای بیش از 25 اتاق باید مجهز به تسهیلات روشنایی اضطراری باشند، مگر آنکه هر اتاق مستقیماً به بیرون بنا در تراز همکف راه داشته باشد.

**3-1-10-3-11** همه راه‌های خروج باید دارای روشنایی کافی و علایم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند.

**3-1-10-3-12** در بناهای مسافرپذیر کوچک، هر اتاق یا فضای خواب باید به یک راه فرار ایمن منتهی به بیرون بنا، دسترسی داشته باشد. این راه، الزامی به تبعیت از ضوابط راه‌های خروج ندارد، اما باید به‌گونه‌ای طرح شود که از کنار بازهای قائم محافظت نشده عبور نکند. دسترسی اتاق‌های بالاتر یا پائین‌تر از تراز تخلیه خروج فقط باید از طریق پلکان داخلی دوربندی شده، پلکان بیرونی، یا خروج افقی تأمین گردد.

**3-1-10-3-13** هر اتاق خواب یا فضای زندگی در بناهای مسافرپذیر کوچک باید علاوه بر آنچه که در بند 3-1-10-3-12 شرح داده شد، یک راه فرار دیگر مطابق مفاد مندرج در بند 3-1-10-4-3 نیز داشته باشد، مگر آنکه آن اتاق یا فضا از طریق یک در، مستقیماً به بیرون بنا در سطح زمین یا به پاگرد یک پلکان بیرونی مربوط شود، که در آن صورت راه ثانویه فرار ضرورتی نخواهد داشت.

**3-1-10-3-14** در بناهای مسافرپذیر کوچک، طبقات با مساحت بیشتر از 185 مترمربع و اتاق‌های با فاصله بیشتر از 23 متر تا راه ایمن فرار، باید دو راه فرار داشته باشند. این دو راه دور از یکدیگر بوده و به‌گونه‌ای طرح شوند که هر دو به‌طور معمول قابل استفاده باشند. در مواردی که تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، استثنائاً راه دوم ضرورتی نخواهد داشت.

**3-1-10-3-15** پلکان‌های داخلی واقع در بناهای مسافرپذیر کوچک باید با ساختار حداقل 20 دقیقه مقاوم حریق دوربندی شده و بازشوهای آنها توسط درهای مقاوم حریق خودبسته‌شو محافظت گردد.

**3-1-10-3-16** در بناهای مسافرپذیر کوچک، عرض هیچ یک از بخش‌های راه فرار نباید از 700 میلیمتر کمتر باشد. استثنائاً عرض درهای توالت‌ها و حمام‌ها را می‌توان حداقل 600 میلیمتر اختیار نمود.

**3-1-10-3-17** در بناهای مسافرپذیر کوچک، استفاده از پله‌های قوسی شکل با رعایت مفاد بند 3-1-4-4-6 مجاز خواهد بود.

**3-1-10-3-18** در بناهای مسافرپذیر کوچک، استثنائاً در مورد اتاق‌های مستقل می‌توان با رعایت مفاد بند 3-1-4-2-7 از درهای با قفل کلیدخور استفاده کرد.

### 3-1-10-4 خانه‌های یک یا دو خانواری

**3-1-10-4-1** راه‌های خروج و فرار در خانه های یک یا دو خانواری باید حسب مورد با ضوابط عمومی در بندهای 3-1-2 الی 3-1-9 و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-10-4-2** در هر خانه یا واحد زندگی دارای دو اتاق و بیشتر، برای هر اتاق خواب یا فضای زندگی باید حداقل دو امکان فرار یا یک امکان فرار به اضافه یک روش محافظتی مناسب درنظر گرفته شود. هیچ‌یک از اتاق‌های خواب یا فضاهای زندگی نباید فقط از طریق نردبان، پلکان تاشو یا دریچه قابل دسترس باشند، دست کم یکی از امکانات فرار باید درگاه یا راه‌پله‌ای باشد که ارتباط بدون مانع واحد زندگی را به بیرون بنا در سطح خیابان یا زمین تأمین نماید. راه فرار دوم و یا روش محافظتی معادل آن باید حسب مورد با یکی از موارد زیر مطابقت داشته باشد:

**الف)** یک در، راه‌پله، راهرو یا فضایی که از راه فرار اصلی مجزا و دور بوده و بتواند ارتباط بدون مانعی به بیرون بنا در سطح خیابان یا زمین تأمین نماید.

**ب)** یک راه عبور از میان فضاهای مجاور یا هر راه فرار تائید شده، مشروط بر آنکه در طول راه، هیچ دری که در معرض قفل شدن قرار دارد، وجود نداشته و تمام مسیر از راه فرار اصلی مجزا و دور باشد.

**پ)** یک پنجره یا در بیرونی که از سمت داخل بدون نیاز به کلید یا هر وسیله خاص دیگر، قابل باز شدن بوده و بازشوی آن به‌طور مفید حداقل 500 میلیمتر عرض و 1050 میلیمتر ارتفاع و یا حداقل 900 میلیمتر عرض و 600 میلیمتر ارتفاع داشته باشد. همچنین لبه پائینی بازشو نباید بیش از 1100 میلیمتر از کف اتاق بالاتر واقع شده باشد. این پنجره یا در، فقط در موارد زیر می‌تواند به عنوان راه فرار دوم مورد قبول واقع شود:

**1)** لبه بالایی بازشوی پنجره در فاصله حداکثر 6 متری از سطح زمین واقع شده باشد.

**2)** با توجه به نوع امکانات آتش نشانی، پنجره مستقیماً برای گروه امداد یا نیروهای آتش‌نشانی قابل دسترس باشد و موضوع مورد تائید مقام قانونی مسئول قرارگیرد.

**3)** پنجره یا در به یک بالکن بیرونی باز شود.

**ت)** اتاق خواب یا فضای زندگی توسط ساختاری با حداقل 20 دقیقه مقاوم حریق از تمام دیگر بخش‌های آن واحد مسکونی جدا شده و به دری که برای 20 دقیقه مقاومت حریق و حداقل امکان نشت دود طراحی و به‌طور متناسب نصب شده، مجهز شود. همچنین تمهیدات لازم به منظور تخلیه دود و تأمین هوای تازه برای متصرفان درنظر گرفته شده باشد.

راه فرار دوم یا روش محافظتی معادل آن، تنها درصورتی ضروری نخواهد بود که اتاق خواب یا فضای زندگی دارای دری باشد که مستقیماً به بیرون بنا باز می‌شود به‌گونه‌ای که از آن طریق بتوان به سطح زمین یا معبر عمومی راه یافت.

**3-1-10-4-3** برای هر طبقه از هر واحد مسکونی یا فضای زندگی که مساحت آن از 185 مترمربع بیشتر بوده یا فاصله دسترسی آن به راه فرار اصلی از 23 متر بیشتر باشد، باید دو راه فرار دور از هم پیش‌بینی شود.

**3-1-10-4-4** هیچ‌یک از مسیرهای مقرر شده به عنوان خروج یا راه فرار اصلی از هر اتاق به بیرون بنا، نباید از میان اتاق یا آپارتمانی که تحت کنترل فوری متصرفان اتاق قرارندارد، عبور کند. همچنین این مسیرها نباید از میان فضاهایی مانند حمام و توالت که در معرض قفل شدن قرار دارند، بگذرند.

**3-1-10-4-5** حداقل عرض درهای واقع در راه‌های فرار، 700 میلیمتر است. در توالت‌ها و حمام‌ها استثنائاً می‌تواند به عرض حداقل 600 میلیمتر درنظر گرفته شود.

**3-1-10-4-6** انتخاب چفت در رختکن‌ها یا صندوقخانه‌ها باید از نوعی باشد که کودکان بتوانند در را از سمت داخل به راحتی باز کنند. همچنین قفل در حمام‌ها باید دارای طرحی باشد که درمواقع اضطرار بتوان در قفل شده را از سمت بیرون باز کرد.

**3-1-10-4-7** در خانه‌های یک یا دو خانواری، اندازه‌های مربوط به عرض، ارتفاع و کف پله‌ها تابع مفاد مندرج در بند 3-1-4-4-5 است و در داخل هر واحد زندگی، استفاده از پله‌های قوسی شکل با رعایت مفاد مندرج در بند 3-1-4-4-6 و استفاده از پله‌های مارپیچ با رعایت مفاد مندرج در بند 3-1-4-4-7 مجاز خواهد بود.

## 3-1-11 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی

**3-1-11-1** راه‌های خروج در تصرف‌های آموزشی/فرهنگی باید با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 تا 3-1-9 و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-11-2** فضاهای مورد استفاده کودکان پیش از دبستان و دانش‌آموزان سال اول و دوم دبستان باید فقط در تراز تخلیه و اتاق‌های مورد استفاده دانش آموزان سال سوم دبستان، حداکثر یک طبقه بالاتر از تراز تخلیه خروج واقع شوند.

**3-1-11-3** راهروهای دسترس خروج باید دست کم 1850 میلیمتر عرض مفید داشته باشند. استقرار هر نوع آبخوری یا تجهیزات و تأسیسات دیگر، چه به‌صورت ثابت و چه به‌صورت قابل انتقال در راهروهای دسترس خروج به شرطی مجاز خواهد بود که عرض مفید راه به کمتر از 1850 میلیمتر کاهش نیابد.

**3-1-11-4** در هر طبقه باید حداقل دو خروج دور از هم در دسترس باشند. همچنین هر اتاق یا فضا با ظرفیت بیش از 50 نفر یا سطحی بیش از 95 مترمربع باید حداقل از طریق دو درگاه دور از هم به راهروهای دسترس خروج منتهی به خروج‌های دور از هم مربوط شود.

**5-11-1-3** در راهروهای دسترس خروج، هیچ بن‌بستی نباید طولی بیش از 6 متر داشته باشد.

**6-11-1-3** درهای لولایی اگر به راهروهای دسترس خروج باز می‌شوند، باید عقب‌تر از دیوار راهرو قرارگیرند، که با ترافیک راهرو برخورد نکنند، در غیر این‌صورت لازم است با 180 درجه چرخش بتوانند روی دیوار راهرو مستقر شوند. باز شدن درها در هر وضع و حالت نباید عرض خروج مقرر شده برای راهروها را به کمتر از نصف کاهش دهد.

**7-11-1-3** راهروهای دسترسی به ردیف‌های صندلی باید حداقل 1100 میلیمتر عرض مفید داشته باشند، مگر آنکه راهرو از یک طرف با دیوار مجاور باشد که در آن صورت عرض مفید آن می‌تواند به حداقل 900 میلیمتر کاهش یابد. راهروهایی که برای دسترسی به حداکثر 60 صندلی درنظر گرفته شوند، استثنائاً می‌توانند حداقل 750 میلیمتر عرض مفید داشته باشند. آرایش و موقعیت راهروها و صندلی‌ها درهرحال باید به‌گونه‌ای باشد که بین صندلی و راهرو، حداکثر 6 صندلی وجود داشته باشد.

**8-11-1-3** در مواردی که راهروها یا بالکن‌های بیرونی به عنوان راه خروج استفاده شوند، فقط دست‌انداز یا جان‌پناه مناسب می‌تواند ارتباط آنها را با هوای آزاد جدا کند و باید از دو سمت مقابل به خروج‌های امن مربوط شوند. بالکن‌هایی که با شیشه و مصالح نظیر آن دوربندی شوند، از لحاظ ضوابط راه خروج، راهروهای داخلی محسوب شده و تابع مقررات راه‌های داخلی خواهند بود.

**9-11-1-3** راهروها و بالکن‌های بیرونی و پلکان‌های خروج مربوط به آنها باید ساختار مقاوم حریق با مقاومتی حداقل معادل ساختار خود بنا داشته باشند. همچنین کف آنها باید صلب و بدون سوراخ باشد. پلکان‌های خارجی چنانچه دست کم برابر عرض راهرو یا بالکن بیرونی منتهی به خود از دیوارهای بنا فاصله داشته باشند، نیازی به محافظت دربرابر حریق‌های ناشی از درون بنا نخواهند داشت.

**10-11-1-3** در تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی، طول دسترس‌های خروج از هر نقطه بنا نباید از 45 متر بیشتر شود، مگر آنکه تمام بنا با شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت استثنائاً این طول می‌تواند به حداکثر 60 متر افزایش یابد.

**3-1-11-11** هر اتاق درس و هر فضا واقع در طبقه‌ای پائین‌تر از تراز تخلیه خروج که به قصد آموزش مورد استفاده قرار گیرد، باید دست کم به یک خروج که مستقیماً به بیرون بنا (در سطح تخلیه خروج) منجر می‌شود، دسترسی داشته باشد.

**3-1-11-12** در تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی، درهای واقع در راه‌های خروج الزامی و همچنین درهای واقع در فضاهای تجمعی با 100 متصرف و بیشتر نباید دارای قفل و دیگر وسایل بازدارنده باشند، مگر با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-2-7. قفل دار کردن سایر درها با رعایت ضوابط این مقررات مجاز است، مشروط بر آنکه هر در، حداکثر دارای یک قفل یا وسیله بازدارنده باشد.

**3-1-11-13** در تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی، هر اتاق، فضا یا کلاس درس که به عناوین مختلف مورد استفاده آموزشی قرارگیرد، به منظور اجرای عملیات اضطراری نجات و ایجاد تهویه، باید دارای پنجره بوده و پنجره یا پنجره های آن با ضوابط مندرج در بند 3-1-10-4-2-پ مطابقت داشته باشد. چفت و بست پنجره‌ها باید حداکثر در ارتفاع 1350 میلیمتری از کف تمام شده نصب شود. بناهایی که تماماً با شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شوند و نیز اتاق‌ها و فضاهایی که دارای دست کم یک درگاه خروج در سطح زمین و به بیرون بنا باشند، از این قاعده مستثنی خواهند بود.

**3-1-11-14** در تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی، تمام فضاهای مشروح در زیر باید به روشنایی اضطراری مجهز باشند:

**الف)** تمام پلکان‌ها و راهروهای داخلی.

**ب)** همه فضاهایی که به‌طور معمول تحت تصرف قرار دارند، به استثنای فضاهای اداری، کلاس‌های بزرگ عمومی، انبارها و موتورخانه‌ها.

**پ)** تمام فضاهای قابل‌انعطاف و مرتبط.

**ت)** تمام بخش‌های دوربسته و بدون پنجره.

**3-1-11-15** در تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی، راه‌های خروج باید دارای علایم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند، مگر آنکه موقعیت خروج‌ها برای تمام متصرفان، مشخص و آشنا باشد.

## 3-1-12 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های درمانی/ مراقبتی

### 3-1-12-1 تصرف‌های مراقبت تندرستی

**3-1-12-1-1** راه‌های خروج در تصرف‌های مراقبت تندرستی باید با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 تا 3-1-9 و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-12-1-2** در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی یا مراقبت پزشکی، راهروها، مسیرهای عبور و شیبراه‌هایی که به عنوان دسترس خروج الزامی بیماران استفاده می‌شوند، باید حداقل 2450 میلیمتر عرض مفید داشته باشند. راهروها، مسیرهای عبور و شیبراه‌های سایر فضاها که فقط مورد استفاده کارکنان هستند، می‌توانند حداقل 1100 میلیمتر عرض مفید داشته باشند.

**3-1-12-1-3** در مراکز نگهداری سالمندان، عقب‌ماندگان ذهنی و بیماران روانی، راهروها، مسیرهای عبور و شیبراه‌هایی که به عنوان دسترس خروج الزامی بیماران استفاده می‌شوند، باید حداقل 1850 میلیمتر عرض مفید داشته باشند. راهروها، مسیرهای عبور و شیبراه‌های سایر فضاها که فقط مورد استفاده کارکنان هستند، می‌توانند حداقل 1100 میلیمتر عرض مفید داشته باشند.

**3-1-12-1-4** حداقل عرض مفید درها در مسیرهای خروج از اتاق‌های خواب بیماران و فضاهای تشخیص و درمان، اتاق‌های رادیوگرافی، اتاق‌های عمل، اتاق‌های فیزیوتراپی و اتاق‌های نگهداری و پرستاری از کودکان، تابع جدول3-1- 12-الف خواهد بود.

**جدول 3-1-12-الف حداقل عرض مفید درها در تصرف‌های مراقبت تندرستی**

| نوع تصرف | حداقل عرض لازم |
|---|---|
| بخش‌های بستری و تحت پرستاری | 1050 میلیمتر |
| بخش نوزادان، بخش‌های روانی و مراکز نگهداری عقب مانده‌های ذهنی | 900 میلیمتر |
| بخش‌های اداری و مورد استفاده کارکنان | 850 میلیمتر |

**3-1-12-1-5** در تصرف‌های مراقبت تندرستی، هر طبقه یا هر منطقه حریق باید دست‌کم دو خروج مجزا و دور از هم داشته باشد و حداقل یکی از دو خروج موردنظر باید:

**الف:** یک درگاه منتهی به بیرون بنا؛

**ب:** یک پلکان؛

**پ:** یک دوربند مانع دود؛

**ت:** یک شیبراه؛

**ث:** یا یک گذرگاه خروج.

باشد. مناطق حریق که خروج‌هایی مطابق این مشخصات نداشته باشند، به عنوان بخشی از منطقه مجاور که با ضوابط خروجی افقی تفکیک شده و دارای چنین خروج‌هایی هستند، محسوب خواهند شد.

**3-1-12-1-6** هر منطقه دود باید دست کم به دو خروج مجزا و دور از هم دسترسی داشته‌باشد. در این موارد، راه خروج می‌تواند از درون منطقه‌های دود مجاور بگذرد، ولی نباید مجدداً از درون منطقه مبدا عبور کند.

**3-1-12-1-7** هر فضای خواب و هر فضای قابل زیست باید دارای دری باشد که به‌طور مستقیم به بیرون بنا در سطح زمین (درگاه خروج)، یا به یک راهروی دسترس خروج باز شود. در مورد اتاق‌های خواب بیماران، دستیابی به راهروی دسترس خروج، استثنائاً می‌تواند از طریق یک فضای واسطه، مانند اتاق نشیمن یا انتظار انجام پذیرد، مشروط بر آنکه اتاق خواب، مورد استفادهٔ حداکثر 8 بیمار قرارگیرد. در مورد سایر اتاق‌ها، دستیابی به راهروی دسترس خروج، استثنائاً می‌تواند از طریق یک یا چند فضای واسطه، مانند دفتر کار و غیره فراهم شود، مشروط بر آنکه هیچ‌یک از فضاهای واسطه از نوع پرمخاطره نباشد.

**3-1-12-1-8** هر فضا یا هر سوئیت با سطح زیربنای بیش از 95 مترمربع که برای بستری بیماران استفاده می‌شود، باید دست کم دو در دسترس خروج دور از هم داشته باشد. سایر فضاها یا سوئیت‌ها با داشتن سطحی بیش از 230 مترمربع باید حداقل دو در دسترس خروج دور از هم داشته باشند.

**3-1-12-1-9** سالن‌ها و فضاهای بستری می‌توانند توسط تقسیم کننده‌های غیرسوختنی و یا با قابلیت سوختن محدود، به بخش‌های کوچک‌تر تفکیک شوند، مشروط برآنکه نوع آرایش فضا به‌گونه‌ای طراحی شود که امکان نظارت مستقیم و مداوم پرستاران مراقب فراهم باشد. فضاهایی که به این ترتیب تفکیک می‌شوند نباید مساحتی بیش از 460 مترمربع داشته باشند.

**3-1-12-1-10** سالن‌ها و فضاهای غیربستری با شرایط مندرج در این بخش می‌توانند توسط تقسیم کننده‌های غیرسوختنی، یا با قابلیت سوختن محدود، به بخش‌های کوچک‌تر تفکیک شوند، مشروط برآنکه سطح کلی آنها از 930 مترمربع بیشتر نبوده و یکی از دو ضابطه زیر درمورد آنها رعایت گردد:

**الف)** حداکثر طول راه عبور از هر نقطه تا درگاه منجر به راهروی دسترس خروج 15 متر باشد.

**ب)** بیش از یک فضای واسطه بین سالن و راهروی دسترس خروج وجود نداشته باشد.

**3-1-12-1-11** تمام راهروهای دسترس خروج باید بدون آنکه از فضای واسطه‌ای عبور کنند، دست کم به دو خروج تائید شده منجر شوند.

**3-1-12-1-12** خروج‌ها و دسترس‌های خروج باید به‌گونه‌ای طرح و تنظیم شوند که در طول راه خروج، هیچ بن‌بستی به طول بیش از 9 متر وجود نداشته باشد.

**3-1-12-1-13** در تسهیلات مراقبت تندرستی، فاصله نقاط مختلف تا درهای خروج یا خروج‌ها، حسب مورد نباید از مقادیر مشخص شده در زیر بیشتر باشد:

**الف)** طول دسترس خروج از جلوی در هر اتاق در راهرو، حداکثر 45 متر.

**ب)** طول دسترس خروج از هر نقطه در هر فضا، حداکثر 60 متر.

در مواردی که تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، فاصله‌های مشخص شده در "الف" و "ب"، می‌توانند حداکثر تا 15 متر افزایش یابند.

**پ)** فاصله پیمایش از هر نقطه داخل فضای بستری تا درگاه منجر به راهرو دسترس خروج، حداکثر 15 متر.

**ت)** فاصله پیمایش از هر نقطه در درون هر مجموعه اتاق (سوئیت) تا یک در دسترس خروج، حداکثر 30 متر، مشروط بر آنکه کل طول دسترس خروج از هر نقطه تا یک خروج، از 45 متر بیشتر نشود.

**3-1-12-1-14** در تسهیلات مراقبت تندرستی، هریک از دو سمت خروج‌های افقی باید حسب مورد به ازای هر یک از بیماران یا متصرفان دارای سطحی مطابق مقادیر مشخص شده در جدول 3-1-12-ب باشد. به این منظور سطح مورد نیاز می‌تواند شامل بخشی از راهروها، اتاق‌های بیماران، اتاق‌های معالجه و درمان، سرسراها یا فضاهای غذاخوری عمومی و دیگر مکان‌های کم مخاطره شود.

**3-1-12-1-15** خروج‌های افقی که با راهروهای به عرض 2450 میلیمتر و بیشتر از هر دو طرف استفاده می‌شوند، باید توسط درهای دو لنگه لولایی (بدون وادار میانی) که هر لنگه آن حداقل 1050 میلیمتر عرض مفید داشته و در جهت مخالف دیگری باز می‌شود، یا توسط درهای کشویی افقی با عرض مفید حداقل 2100 میلیمتر محافظت شوند.

**جدول 3-1-12-ب حداقل سطح مورد نیاز در هر طرف خروج‌های افقی به ازای شخص یا تخت**

| نوع تصرف | سطح مورد نیاز (مترمربع) |
|---|---|
| بیمارستان‌ها و مراکز نگهداری و پرستاری بیماران ذهنی و جسمی | 2/8 به ازای هر بیمار |
| مراکز نگهداری سالمندان، عقب ماندگان ذهنی، بیماران روانی و بیماران دارای رژیم دارویی | 1/4 به ازای هر تخت |
| طبقاتی که هیچ‌گونه بیمار بستری در آنها نگهداری نمی‌شود. | 0/6 به ازای هر نفر با احتساب تعداد کل متصرفان دو طرف خروج افقی |

**3-1-12-1-16** خروج‌های افقی که با راهروهای به عرض 1850 میلیمتر تا 2450 میلیمتر از هر دو طرف استفاده می‌شوند، باید توسط درهای دو لنگه لولایی (بدون وادار میانی) که هر لنگه آن حداقل 800 میلیمتر عرض مفید داشته و در جهت مخالف دیگری باز می‌شود، یا توسط درهای کشویی افقی با عرض مفید حداقل 1600 میلیمتر محافظت شوند.

**3-1-12-1-17** خروج‌های افقی که فقط از یک طرف استفاده می‌شوند، می‌توانند درهای یک لنگه لولایی (یا کشویی افقی) با عرض مفید حداقل 1050 میلیمتر داشته باشند.

**3-1-12-1-18** در تسهیلات مراقبت تندرستی، حداکثر ظرفیت خروج‌های افقی می‌تواند تا دو سوم کل ظرفیت خروج‌های لازم برای تمام بنا درنظر گرفته شود. تقلیل ظرفیت خروج‌های منتهی به بیرون بنا به کمتر از یک سوم ظرفیت کل خروج‌های لازم برای بنا، مجاز نخواهد بود.

**3-1-12-1-19** هر خروج افقی باید دارای یک پنجره چشمی (با چشم‌انداز بیرونی) تائید شده باشد.

**3-1-12-1-20** در تمام تسهیلات مراقبت تندرستی، تدارک روشنایی اضطراری و علایم مناسب برای راه‌های خروج، مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 الزامی است.

**3-1-12-1-21** درهای اتاقهای خواب بیماران نباید دارای قفل‌های کلیددار باشد، مگر آنکه قفل از نوعی انتخاب گردد که کلید آن فقط از سمت راهرو مورد استفاده قرار گیرد و از داخل، تأثیر یا محدودیتی در خروج به وجود نیاید. در مواردی که ضرورت‌های درمانی یا ملاحظات امنیتی ایجاب می‌کند بیمارانی تحت نظر نگهداری شوند، استفاده از قفل مجاز است، مشروط بر آنکه کلید در تمام اوقات شبانه‌روز در اختیار مأمور مراقب باشد.

**3-1-12-1-22** استفاده از قفل یا هرگونه زبانه که لازمه باز کردن آن، کلید یا وسیله‌ای خاص باشد، روی درهای واقع در مسیرهای خروج الزامی ممنوع است، مگر در بخش‌های بهداشت روانی با رعایت مفاد مندرج در بند 3-1-12-1-23. درهایی که در مسیرهای خروج الزامی واقع نشوند، درصورت لزوم می‌توانند دارای قفل باشند.

**3-1-12-1-23** در هریک از تسهیلات مراقبت تندرستی یا بخشی از آنها که قفل شدن درها براساس ضوابط این مقررات مجاز اعلام شده، باید تدابیر مطمئنی که در مواقع اضطراری، انتقال فوری بیماران را به قسمت‌های امن مقدور سازد، اتخاذ شود. به این منظور، کنترل و آزاد کردن قفل‌ها از راه دور، یا فراهم نمودن امکان حضور دایم و دسترسی فوری مراقبان به شاه کلید، الزامی است.

**3-1-12-1-24** درهای واقع در گذرگاه‌های خروج، دوربند پلکان‌ها، خروج‌های افقی، موانع دود یا دوربند فضاهای مخاطره‌آمیز، به استثنای موتورخانه‌ها، گرمخانه‌ها و اتاق‌های تأسیسات و تجهیزات مکانیکی می‌توانند از نوع خودکار بسته‌شو انتخاب شده و باز بمانند، مشروط بر آنکه نظام خودکار بسته شدن آنها مورد تائید مقام قانونی مسئول قرارگیرد.

درهای خودکار بسته‌شو واقع در دوربند پلکان‌ها باید به‌گونه‌ای نصب و نگهداری شوند که با فرمان بسته شدن هریک از آنها در هر طبقه، کلیه درهای پلکان در تمام طبقات به‌طور همزمان بسته شوند. سایر درها می‌توانند به دلخواه در بخش‌های مجزا یا در تمام بنا به‌طور همزمان بسته شوند.

## 3-1-12-2 تصرف‌های مراقبت بازداشتی (تحت نظری)

**3-1-12-2-1** راه‌های خروج در تصرف‌های مراقبت بازداشتی باید با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 الی 3-1-9 و ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-12-2-2** راهروها، مسیرهای عبور و شیبراه‌هایی که به عنوان دسترس خروج یا خروج استفاده می‌شوند، باید حداقل 1100 میلیمتر عرض مفید داشته باشند.

**3-1-12-2-3** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی، هر طبقه از بنا باید دست کم دو خروج مجزا و دور از هم داشته باشد. همچنین متصرفان هر منطقه دود و هر منطقه حریق باید به دو خروج مجزا و دور از هم دسترسی داشته باشند. هر منطقه حریق و هر منطقه دود که به منظور پناه‌دهی متصرفان در شرایط اضطراری پیش‌بینی شده، باید حداقل به یک خروج تائید شده راه داشته باشد.

**3-1-12-1-2-4** هر اتاق خواب اگر توسط درگاه خروج، مستقیماً به بیرون بنا مربوط نیست، باید به یک راهروی دسترس خروج متصل باشد و تنها وجود یک فضای واسطه، مانند اتاق فعالیت‌های روزانه یا فضای فعالیت‌های گروهی یا دیگر فضاهای عمومی، بین اتاق‌های خواب و راهروهای دسترس خروج، مجاز خواهد بود. اتاق‌های خواب یک نفره می‌توانند مستقیماً به این‌گونه فضاهای واسطه راه داشته و با آنها حداکثر تا یک طبقه اختلاف سطح داشته باشند.

**3-1-12-1-2-5** راهروها، فضاهای ارتباطی و دیگر مسیرهای عبور که به عنوان دسترس خروج استفاده می‌شوند، نباید بن‌بست‌هایی به طول بیش از 15 متر داشته باشند. در بازداشتگاه‌ها و زندان‌ها که آزادی حرکت محدود و انتقال بازداشتی‌ها از بخشی به بخش دیگر، تحت نظر و کنترل نگهبانان است، حداکثر طول بن‌بست‌های ذکر شده نباید از 6 متر بیشتر باشد.

**3-1-12-1-2-6** راه‌های دسترسی به خروج‌ها نباید مسیر مشترکی به طول بیش از 15 متر داشته باشند، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت حداکثر طول مسیر مشترک می‌تواند به 30 متر افزایش یابد.

**3-1-12-1-2-7** در مسیرهای خروج، وجود یک اتاقک بازرسی مجاز خواهد بود، مشروط برآنکه تدابیر لازم برای عبور کنترل نشده و بدون مانع متصرفان از درون اتاقک در شرایط اضطراری، اتخاذ شود.

**3-1-12-1-2-8** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی، فاصله نقاط مختلف تا درهای دسترس خروج یا خروج‌ها، حسب مورد نباید از مقادیری که در زیر مشخص شده بیشتر باشد:

**الف)** طول دسترس خروج از جلوی در هر اتاق در راهرو، حداکثر 30 متر.

**ب)** طول دسترس خروج از هر نقطه در هر فضا، حداکثر 45 متر.

**پ)** فاصله عبوری از هر نقطه از هر اتاق خواب تا جلوی در همان اتاق در راهروی دسترس خروج، حداکثر 15 متر.

**تبصره 1:** در بناهایی که تماماً توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شوند، مقادیر مندرج در موارد "الف" و "ب" می‌توانند حداکثر تا 15 متر افزایش یابد.

**تبصره 2:** در خوابگاه‌های نوع باز فاصله ذکر شده در بند "پ" می‌تواند حداکثر به 30 متر افزایش یابد مشروط برآنکه دیوارهای دور بند خوابگاه دارای ساختار دودبندی شده باشد. در مواردی که این فاصله از 15 متر بیشتر باشد، حداقل دو در دسترس خروج دور از هم در خوابگاه مورد نیاز خواهد بود.

**3-1-12-2-9** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی، حیاط‌های داخلی نمی‌توانند به عنوان تخلیه خروج استفاده شوند. خروج‌ها می‌توانند به یک حیاط تخلیه خروج دوربندی شده با دیوار یا حصار منتهی شوند، مشروط برآنکه حداکثر 2 بر از 4 بر حیاط، دیوارهای خارجی مربوط به همان بنا بوده و برهای دیگر، حصار محوطه به شمار آیند. حیاط‌های دوربندی شده‌ای که به این منظور مورد استفاده واقع شوند، باید آنچنان وسعتی داشته باشند که به ازای هریک از متصرفان تمام بنا، معادل 1/5 مترمربع سطح در فاصله حداقل 15 متری تا دیوارهای خارجی بنا فراهم باشد.

**3-1-12-2-10** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی رعایت بند 3-1-3-4 الزامی نبوده و تمام خروج‌ها می‌توانند از طریق تخلیه خروج به بیرون بنا منتهی شوند، مشروط برآنکه حداکثر 50 درصد آنها به منطقه‌ای که با دیوار یک ساعت مقاوم حریق مجزا گردیده، تخلیه شوند.

**3-1-12-2-11** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی، فضاهایی که فقط مورد استفاده کارمندان است، با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-4-7 می‌توانند دارای پله‌های مارپیچ باشند.

**3-1-12-2-12** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی، در دو طرف هر خروج افقی باید به ازای هر نفر، حداقل 0/6 مترمربع سطح پیش‌بینی شود.

**3-1-12-2-13** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی، خروج‌های افقی می‌توانند تا 100 درصد ظرفیت خروج مقرر شده را شامل شوند، مشروط برآنکه حداقل یک خروج امن، غیر از خروج افقی از طریق دیگر منطقه های حریق در دسترس و قابل استفاده باشد.

**3-1-12-2-14** درهای اتاق‌های خواب اشخاص مقیم در تصرف‌های مراقبت بازداشتی باید حداقل 700 میلیمتر عرض مفید داشته باشد.

**3-1-12-2-15** درهایی که فضاهای پناه‌دهی را به بیرون بنا مربوط می‌کنند، می‌توانند با قفل درنظرگرفته شوند و قفل آنها مطابق ضوابط مندرج در بند 3-1-12-2-16 از راه دور کنترل و باز و بسته شود. همچنین این درها می‌توانند قفل کلیدخور داشته باشند، مشروط برآنکه کلید آنها همواره در اختیار و دسترس مأموران مراقب بوده و از بیرون هم قابل بازشدن باشد.

**3-1-12-2-16** هرگونه نظام کنترل از راه دور برای قفل‌های واقع در راه‌های خروج باید همراه با تمهیدات ویژه‌ای که عملکرد درست و باز شدن به‌موقع آنها را تضمین می‌کند، به‌کار گرفته شود. همچنین در مواردی که تخلیه کامل متصرفان یک منطقه حریق به یک فضای پناه‌دهی، مستلزم

بازکردن بیش از 10 قفل کنترل از راه دور باشد، کسب موافقت و تأمین نظریات مقام قانونی مسئول الزامی است و چنانچه درها با کلید باز شوند، تنوع کلیدهای مورد نیاز، نباید از 2 مورد بیشتر شود.

**3-1-12-2-17** هر در یا قفل که از راه دور باز شود، باید به‌گونه‌ای ساخته، نصب و نگهداری شود که درصورت قطع برق، به‌روش دستی یا مکانیکی نیز قابل باز شدن باشد. همچنین برای تأمین انرژی مورد نیاز این نوع درها یا قفل‌ها، پیش‌بینی ژنراتور برق اضطراری که حداکثر 10 ثانیه پس از قطع برق وارد مدار شده و حداقل 1/5 ساعت کار کند، الزامی است، مگر آنکه در کل مجموعه، تعداد درهایی که از راه دور کنترل می‌شوند، از 10 عدد کمتر باشند.

**3-1-12-2-18** درهایی که در شرایط اضطراری قفل آنها از راه دور باز می‌شود، نباید درصورت بسته شدن تصادفی، دوباره قفل شوند، مگرآنکه موقعیت در به‌گونه‌ای باشد که قفل شدن آن، راه خروج عمومی را مسدود نکند.

**3-1-12-2-19** در تصرف‌های مراقبت بازداشتی، راه‌های خروج در تمام فضاها و محوطه‌هایی که درمعرض استفاده و دسترس عموم قرار دارند، باید دارای علایم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند.

## 3-1-13 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های تجمعی

**3-1-13-1** راه‌های خروج در تصرف‌های تجمعی باید علاوه‌بر ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 الی 3-1-9، با ضوابط اختصاصی این بخش نیز مطابقت داشته باشند.

**3-1-13-2** براساس ضوابط این مقررات، تمام بناهای تجمعی بر حسب بار متصرف، به سه گروه به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند:

| بنای تجمعی | تعداد متصرفان |
|---|---|
| گروه الف | بیش از 1000 نفر |
| گروه ب | 301 تا 1000 نفر |
| گروه ج | 50 تا 300 نفر |

**3-13-1-3** در تصرف‌های تجمعی گروه "الف" و "ب"، نصب درهای کشویی یا کرکره‌ای با ریل افقی یا عمودی مجاز نخواهد بود. در تصرف‌های تجمعی گروه "ج" فقط در بناهای تجاری (بازارهای سرپوشیده)، به شرط رعایت مفاد مندرج در بند 3-1-4-2-12، استثنائاً درگاه ورود/ خروج اصلی می‌تواند کرکره یا در کشویی با ریل افقی یا عمودی داشته باشد.

**4-13-1-3** در تصرف‌های تجمعی، درهای واقع در راه‌های خروج الزامی نباید دارای قفل باشند.

**تبصره 1:** در تصرف‌های تجمعی با بار متصرف حداکثر 500 نفر، به شرط رعایت مفاد مندرج در بند 3-1-4-2-7، فقط درگاه ورود/ خروج اصلی می‌تواند دارای قفل کلیدخور باشد.

**تبصره 2:** در تصرف‌های تجمعی، فضاهایی که بار متصرف آنها از 100 نفر کمتر است، به شرط رعایت مفاد مندرج در بند 3-1-4-2-7 می‌توانند درهایی با قفل ساده داشته باشند. فضاهایی که بار متصرف آنها 100 نفر یا بیشتر باشد نیز می‌توانند درهایی با قفل ساده داشته باشند، مشروط برآنکه طراحی آنها ویژه استفاده درمواقع اضطراری بوده و چگونگی باز شدن زبانه یا قفل، مورد تائید مقام قانونی مسئول قرارگیرد.

**5-13-1-3** در تصرف‌های تجمعی، استفاده از درهای گردان با رعایت مفاد مندرج در بند 3-1-4-2-11 مجاز خواهد بود.

**6-13-1-3** در تصرف‌های تجمعی، نصب کنترل کننده‌های ورود و خروج (یا هر وسیله محدود یا ممنوع کننده عبور انسان) در مسیر راه‌های خروج که به هر ترتیب مانع عملکرد سریع خروج شود و یا عرض مقرر شده را کاهش دهد، ممنوع است.

**7-13-1-3** در آن گروه از تصرف‌های تجمعی، مانند تئاترها، سینماها و دیگر فضاهای با عملکرد مشابه که به‌طورکلی جایگاه آنها ثابت و ردیف بندی شده است، ظرفیت خروج باید مطابق مقادیر مندرج در جدول3-1-13-الف تعیین شود.

**جدول 3-1-13-الف ظرفیت راه خروج در تصرف‌های تجمعی برحسب تعداد صندلی‌ها (زمان اسمی تخلیه: 200 ثانیه)**

| تعداد صندلی‌ها | زمان اسمی تخلیه (ثانیه) | عرض مفید راه خروج به ازای هر صندلی (میلیمتر) | |
|---|---|---|---|
| | | راه پله و پلکان‌های خروج | گذرگاه‌ها، شیبراه‌ها و درگاه‌های خروج |
| بدون محدودیت به هر تعداد | 200 | 7/5 | 5 |

**3-1-13-8** در تصرف‌های تجمعی، طراحی راه‌های خروج باید به‌گونه‌ای صورت گیرد که زمان اسمی تخلیه کامل متصرفان، از 200 ثانیه تجاوز نکند. در تئاترها و سالن‌های بزرگ اپرا و تصرف‌های تجمعی مشابه، مقام قانونی مسئول می‌تواند پس از اطمینان از محافظت جایگاه‌ها در برابر دود، زمان تخلیه متصرفان را متناسب با تجهیزات حفاظتی، حداکثر در حد مقادیر مشخص شده در جدول 3-1-13-ب افزایش دهد.

**جدول 3-1-13-ب ظرفیت راه خروج در تصرف‌های تجمعی برحسب تعداد صندلی‌ها (زمان اسمی تخلیه: بیش از 200 ثانیه)**

| تعداد صندلی‌ها | زمان اسمی تخلیه (ثانیه) | عرض مفید راه خروج به ازای هر صندلی (میلیمتر) | |
|---|---|---|---|
| | | راه پله و پلکان‌های خروج | سایر خروج‌ها، مسیر افقی یا شیبدار |
| 2000 | 200 | 7/5 | 5 |
| 5000 | 260 | 5 | 4 |
| 10000 | 360 | 3/5 | 2/5 |
| 15000 | 460 | 2/5 | 2 |
| 20000 | 560 | 2 | 1/5 |
| 25000 یا بیشتر | 660 | 1/5 | 1 |

**9-13-1-3** هر تصرف تجمعی باید یک ورود/ خروج اصلی با عرض کافی برای استفاده دست کم نیمی از کل متصرفان بنا، حداقل برابر یا مجموع عرض مقرر شده برای تمام راهروهای ارتباطی، گذرگاه‌های خروج و راه‌پله‌های منجر به خود، داشته باشد. این ورود/ خروج اصلی باید در تراز تخلیه خروج واقع شده یا از طریق راه پله یا شیبراه مستقیماً به خیابان منتهی گردد. هریک از سطوح و طبقات واقع در تراز غیر تخلیه خروج نیز باید از طریق یک دسترس خروج با ظرفیت کافی برای 50 درصد بار متصرف همان سطح یا طبقه، به ورود/ خروج اصلی بنا مرتبط شوند.

استثنائاً در آن گروه تصرف‌های تجمعی که طرح ورود/ خروج اصلی موردی نداشته یا تشخیص موقعیت آن برای متصرفان به سادگی ممکن نباشد، مانند استادیوم‌ها و محوطه‌های ورزشی یا ترمینال‌های مسافری و نظایر آن، خروج‌ها می‌توانند در پیرامون بنا توزیع شوند، مشروط بر آنکه مجموع ظرفیت آنها 17 درصد بیشتر از آنچه برای بار متصرف کل بنا لازم است درنظر گرفته شود.

**10-13-1-3** در هر تصرف تجمعی، هریک از سطوح و طبقات باید علاوه بر دسترسی به ورود/ خروج اصلی، خروج‌های دیگری با عرض کافی برای استفاده دو سوم مجموع بار متصرف آن سطح یا طبقه داشته باشد. هریک از خروج‌ها باید تا حد امکان از یکدیگر و از ورود/ خروج اصلی بنا دور بوده و از طریق راهروهای ارتباطی عرضی یا کناری، مطابق ضوابط این مقررات، به تخلیه خروج منتهی شود.

**تبصره 1:** درمواردی که فقط دو خروج مقرر می‌شود، عرض هر خروج باید برای استفاده دست کم نیمی از تعداد کل متصرفان بنا درنظر گرفته شود.

**تبصره 2:** در آن گروه تصرف‌های تجمعی که طرح ورود/ خروج اصلی موردی نداشته یا تشخیص موقعیت آن برای متصرفان به سادگی ممکن نباشد، مانند استادیوم‌ها و محوطه‌های ورزشی یا ترمینال‌های مسافری و نظایر آن، خروج‌ها می‌توانند در پیرامون بنا توزیع شوند، مشروط برآنکه مجموع ظرفیت آنها 17 درصد بیشتر از آنچه که برای بار متصرف کل بنا لازم است، درنظر گرفته شود.

**11-13-1-3** تصرف‌های تجمعی گروه "الف" باید حداقل 4 راه خروج تا حد امکان مجزا و دور از یکدیگر داشته باشند. تصرف‌های تجمعی گروه "ب" باید حداقل 3 راه خروج تا حد امکان مجزا و دور

از یکدیگر داشته باشند، مگر آنکه تعداد کل متصرفان بنا 500 نفر یا کمتر باشد، که در آن‌صورت حداقل 2 راه خروج دور از هم نیاز خواهد بود. عرض مفید هیچ‌یک از این راه‌های خروج نباید از 1100 میلیمتر کمتر باشد. هر تصرف تجمعی گروه "ج"، چنانچه مستقیماً به دو خروج مجزا راه ندارد، باید حداقل از طریق دو درگاه جداگانه و دور از هم به راهرو یا فضای دیگری منتهی شود که آن راهرو یا فضا به‌عنوان دسترس خروج، از دو جهت مختلف به دو خروج مجزا و دور از هم مربوط شود.

**3-1-13-12** بالکن‌های داخلی یا میان طبقه‌هایی که بار متصرف آنها از 50 نفر بیشتر نباشد، می‌توانند فقط یک راه خروج داشته باشند. این راه خروج می‌تواند به طبقه زیر منتهی شود.

بالکن‌های داخلی یا میان طبقه‌هایی که بار متصرف آنها بین 51 تا 100 نفر باشد، باید حداقل دو راه خروج دور از هم داشته باشند. این دو راه خروج می‌توانند به طبقه زیر منتهی شوند.

بالکن‌های داخلی یا میان طبقه‌هایی که بار متصرف آنها از 100 نفر بیشتر است، یک طبقه مجزا محسوب شده و باید مطابق ضوابط این مقررات برای آنها راه‌های خروج به تعداد و عرض کافی درنظر گرفته شود.

**3-1-13-13** ردیف‌هایی که در دو انتهای خود به راهرو یا درگاه منجر می‌شوند، باید حداکثر دارای 100 صندلی باشند. در این ردیف‌ها عرض مفید راهروی بین صندلی‌ها حداقل 300 میلیمتر تعیین شده و باید به ازای هر صندلی بیشتر از 14 عدد در هر ردیف (از صندلی‌های پانزدهم به بعد)، معادل 8 میلیمتر افزایش یابد، اما الزامی ندارد که این عرض از 550 میلیمتر بیشتر باشد.

**3-1-13-14** ردیف‌هایی که فقط در یک انتها به راهرو یا درگاه منجر می‌شوند، عرض مفید راهروی بین هر دو ردیف (که حداقل 300 میلیمتر تعیین شده است) باید به ازای هر صندلی بیشتر از 7 عدد در هر ردیف (از صندلی‌های هشتم به بعد)، معادل 15 میلیمتر افزایش یابد، اما لزومی ندارد که این عرض از 550 میلیمتر بیشتر باشد.

**3-1-13-15** برای تعیین بار متصرف در فضاهایی که نیمکت ها یا صندلی‌های یکسره و بدون دسته دارند، به ازای هر 450 میلیمتر از طول نیمکت، یک نفر متصرف محاسبه خواهد شد. در این سالن‌ها

چنانچه نیمکت یا سکوها بدون پشتی درنظر گرفته شوند، فاصله پشت تا پشت هر دو ردیف نیمکت یا سکو نباید از 550 میلیمتر کمتر باشد.

**3-1-13-16** در تصرف‌های تجمعی، صندلی‌های تحریر با دسته‌های "باز و بسته شو" مجاز و قابل‌استفاده نخواهد بود، مگرآنکه در حالت باز بودن، دسته تحریر آنها با تمام ضوابط مربوط به حداقل فاصله مفید بین دو ردیف صندلی پشت سر هم، مندرج در این مقررات مطابقت داشته باشند. صندلی‌های با دسته ثابت نیز فقط در صورت تطبیق با همین ضوابط، قابل استفاده و مجاز خواهند بود.

**3-1-13-17** راهروهای بین ردیف صندلی‌ها باید به یک راهروی عرضی، یا به یک در یا یک راهرو میانی صندلی‌ها که به یک خروج دسترسی دارد منتهی شوند.

**3-1-13-18** در تصرف‌های تجمعی، حداکثر طول مجاز ردیف‌های بن‌بست، 6 متر است.

**تبصره:** طول بیشتر نیز برای ردیف‌های بن‌بست پذیرفتنی است، مشروط برآنکه حداکثر تعداد صندلی‌هایی که بین راهرو و انتهای ردیف بن‌بست قرار دارند، از 24 عدد تجاوز نکرده و برای صندلی‌های هشتم به بعد (شمارش از انتهای ردیف) به ازای هر صندلی 6 میلیمتر به عرض مفید ردیف (300 میلیمتر) اضافه شود.

**3-1-13-19** در جایگاه‌هایی که ترتیب چیدن صندلی‌ها همانند تئاتر و نظایر آن است، حداقل عرض مفید راهروها باید حسب مورد از مقادیر زیر کمتر نباشد:

**الف)** درمورد پله/ راهروهایی که صندلی‌ها در هر دو طرف آنها قرار دارند، 1200 میلیمتر؛

**ب)** درمورد پله/ راهروهایی که صندلی‌ها فقط در یک طرف آنها قرار دارند، 900 میلیمتر؛

**پ)** درمورد راهروهای افقی یا شیبداری که صندلی‌ها در دو طرف آنها قرار دارند، 1050 میلیمتر؛

**ت)** درمورد راهروهای افقی یا شیبداری که صندلی‌ها فقط در یک طرف آنها قرار دارند، 900 میلیمتر؛

**ث)** درمورد راهروهایی که توسط دست‌انداز بخش‌بندی می‌شوند، فاصله بین دست‌انداز یا جان‌پناه تا صندلی‌ها، 600 میلیمتر.

**3-1-13-20** درمواردی که صندلی‌های غیرثابت در مرز راهروها چیده می‌شوند، عرض مقرر شده برای راهروها باید مطابق مقادیر مشخص شده در زیر افزایش یابد:

**الف)** درمواردی که فقط در یک طرف راهرو صندلی چیده می‌شود، 500 میلیمتر؛

**ب)** درمواردی که در هر دو طرف راهرو صندلی چیده می‌شود، 950 میلیمتر.

**3-1-13-21** در تمام تصرف‌های تجمعی، موقعیت و تعداد خروج‌ها باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که حداکثر طول دسترس خروج از هر نقطه بنا تا یک خروج، از 60 متر بیشتر نباشد، مگرآنکه تمام بنا به شبکه بارنده خودکار تائید شده مجهز شود، که در آن صورت این طول می‌تواند به حداکثر 75 متر افزایش یابد.

**3-1-13-22** براساس ضوابط این مقررات، در تصرف‌های تجمعی، طبقه یا ترازی که ورودی اصلی بنا در آن قراردارد، تراز تخلیه خروج محسوب خواهد شد.

**3-1-13-23** در مواردی که جلوی ورودی اصلی در بیرون بنای یک تصرف تجمعی، ایوان (تراس) قرارگرفته باشد، چه در سطحی بالاتر و چه در سطحی پائین‌تر از تراز ورودی اصلی، تراز سطح کف این ایوان می‌تواند به عنوان تراز تخلیه خروج محسوب شود، مشروط برآنکه:

**الف)** ایوان مورد نظر، حداقل برابر مجموع عرض خروج‌های منتهی به خود، طول داشته باشد. این طول که به طور موازی با بنا اندازه گرفته می‌شود، در هر حال نباید از 1500 میلیمتر کمتر باشد.

**ب)** ایوان مورد نظر، حداقل برابر مجموع عرض خروج‌های منتهی به خود، عرض داشته باشد. این عرض که عمود بر بنا اندازه گرفته می‌شود، در هر حال نباید از 3 متر کمتر باشد.

**پ)** پلکان‌های الزامی که این ایوان را به سطح زمین مربوط می‌کنند، باید مطابق ضوابط مربوط به پلکان‌های خارجی مندرج در بند 3-1-4-3-6 از نوع محافظت شده بوده یا حداقل 3 متر با بنا فاصله داشته باشند.

**3-1-13-24** جایگاه‌ها و بالکن‌هایی که بالاتر از طبقه اصلی تصرف تجمعی قرارگیرند، باید دور تا دور لبه‌های مشرف به سالن اصلی یا تالار، دارای دیواره یا نرده‌ای بـه ارتفـاع حـداقل 650 میلیمتـر باشند. همچنین، هر ردیف صندلی که در کنار پرتگاه (با اختلاف ارتفاع بیش از 750 میلیمتر نسبت به کف پائینی) قرارگیرد نیز باید نرده‌ای با همین ارتفاع داشته باشد.

ارتفاع نرده‌های انتهای راهروهای افقی یا شیبدار (روبه‌روی عرض راهرو) حداقل 900 میلیمتر و ارتفاع نرده‌های انتهای پله/ راهروها حداقل 1050 میلیمتر خواهد بود.

راهروهای عرضی نیز باید دارای نرده‌ای با حداقل 650 میلیمتر ارتفـاع باشـند، مگرآنکـه پشـتی صندلی‌های ردیف جلو، دست کم 600 میلیمتر از کف راهروهای عرضی بالاتر واقع شود.

**3-1-13-25** براساس ضوابط این مقررات، در تصرف‌های تجمعی، راه‌های خروج باید دارای روشنایی کافی و علائم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند.

**3-1-13-26** در تصرف‌های تجمعی، تدارک روشنایی اضطراری الزامی است.

## 3-1-14 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای

**3-1-14-1** راه‌های خروج در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای باید با ضوابط عمومی مندرج در بنـدهای 3-1-2 الی 3-1-9، و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-14-2** در بناهای اداری/ حرفه‌ای، پلکان‌ها و شیبراه‌های داخلی چنانچه به‌عنوان راه‌های خروج الزامی برای بیش از یک طبقه مورد استفاده قرارگیرند، باید مطابق ضوابط بند 3-3-3-1-3 دوربندی شوند.

**3-1-14-3** در بناهای اداری/ حرفه‌ای، طبقات پائین‌تر از طبقه همکف (زیرزمین‌ها) چنانچه فقط به عنوان انباری/ موتورخانه و دیگر تسهیلات خدماتی بنا استفاده شوند و به عنوان اداری/ حرفه‌ای تصرف نشوند، می‌توانند خروج‌هایی مطابق ضوابط مندرج در بند 3-1-17 داشته باشند.

**3-1-14-4** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، نصب قفل کلیدخور روی درهای راه خروج به استثنای درهای اصلی ورود/خروج مجاز نخواهد بود. درهای اصلی ورود/ خروج، درهایی هستند که به ضرورت نوع تصرف باید در موقع کار باز باشند. این درها نیز فقط با رعایت ضوابط مندرج در بند3-1-4-2-7 می‌توانند قفل کلیدخور داشته باشند.

**3-1-14-5** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، استفاده از پله‌های مارپیچ با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-4-7 مجاز خواهد بود.

**3-1-14-6** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، استفاده از درهای کشویی افقی یا کرکره‌ها و شبکه‌های با ریل قائم به‌عنوان بخشی از راه خروج الزامی، با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-2-12 مجاز خواهد بود.

**3-1-14-7** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، عرض مفید هیچ قسمت از راه خروج نباید از 1120 میلیمتر کمتر درنظر گرفته شود.

**3-1-14-8** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، مجموع ظرفیت خروج‌های طبقه همکف (همتراز معبر عمومی) باید برابر ظرفیت لازم برای بار متصرف این طبقه به اضافه مجموع ظرفیت‌های مقرر شده برای پلکان‌ها و شیبراه‌های خروج منتهی به طبقه همکف درنظر گرفته شود.

**3-1-14-9** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، هر فضا در هر طبقه از بنا، از جمله طبقات زیر همکف، چنانچه برای مقاصد اداری/ حرفه‌ای استفاده شود، تأمین حداقل دو خروج مجزا برای آن الزامی خواهد بود.

**تبصره:** هر اتاق یا فضا با متصرفانی به تعداد کمتر از 100 نفر می تواند فقط به یک خروج دسترسی داشته باشد، مشروط برآنکه:

**الف)** خروج موردنظر در تراز تخلیه خروج، مستقیماً به بیرون بنا منتهی شده و مجموع طول راهی که از هر نقطه اتاق یا فضا از طریق این خروج تا بیرون بنا پیموده می‌شود، از 30 متر بیشتر نشود.

**ب)** چنانچه این‌گونه فضاها در طبقه خروج واقع نشده‌اند، حداکثر می‌توانند 4/5 متر با آن اختلاف ارتفاع داشته باشند، که در این صورت پلکان مورد استفاده در مسیر خروج باید کاملاً دوربندی شده و از سایر قسمت‌های بنا جدا شود و هیچگونه بازشوی اضافی نداشته باشد.

**3-1-14-10** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، هیچ راهرویی نباید بن‌بستی به طول بیش از 6 متر داشته باشد، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت حداکثر طول بن‌بست‌ها می‌تواند 15 متر باشد.

**3-1-14-11** دسترس‌های خروج‌های مختلف نباید مسیر مشترکی به طول بیش از 23 متر داشته باشند، مگرآنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت استثنائاً این طول می‌تواند حداکثر به 30 متر افزایش یابد.

**3-1-14-12** در تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای، حداکثر طول مجاز دسترس خروج، 60 متر خواهدبود، مگرآنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت استثنائاً، این طول می‌تواند حداکثر به 90 متر افزایش یابد.

**3-1-14-13** تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای یا بخش‌هایی از آنها، حسب موارد مشخص شده در زیر باید دارای روشنایی اضطراری باشند:

**الف)** بنا دارای 2 یا چند طبقه بالاتر از تراز تخلیه خروج باشد.

**ب)** طبقات بالاتر یا پائین‌تر از تراز تخلیه خروج برای 100 متصرف یا بیشتر، استفاده شوند.

**پ)** کل بنا برای 1000 متصرف یا بیشتر، مورد استفاده قرارگیرد.

**ت)** فضاهای مورد استفاده اداری/ حرفه‌ای در زیرزمین واقع شده، یا اصولاً بدون پنجره طراحی شده باشند.

**3-1-14-14** در بناهای اداری/ حرفه‌ای، راه‌های خروج باید دارای روشنایی کافی و علائم مناسب مطابق ضوابط این مقررات باشند.

**3-1-14-15** درتصرف‌های اداری/ حرفه‌ای کم خطر که تعداد متصرف کمتر از 30 نفر در هر طبقه می‌باشد، درصورت تائید مقام قانونی مسئول استفاده از بند 3-1-10-2 مجاز خواهد بود.

## 3-1-15 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های کسبی/ تجاری

**3-1-15-1** راه‌های خروج در تصرف‌های کسبی/ تجاری باید با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 تا 3-1-9، و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-15-2** در همهٔ تصرف‌های کسبی/ تجاری بیش از یک طبقه، تمام پلکان‌ها یا شیبراه‌های داخلی که به عنوان راه خروج استفاده می‌شوند، باید دوربندی شوند. پلکان‌هایی که فقط یک طبقه زیرزمین را به همکف ارتباط می‌دهند، نیاز به دوربندی نخواهند داشت.

**3-1-15-3** درمواردی که به دلیل موقعیت و شیب زمین و نیز مشخصات طراحی بنا، طبقه روی همکف با بیرون بنا همتراز و از طریق یک درگاه خروج مستقیماً به معبر عمومی مرتبط شود، درگاه مزبور می‌تواند به عنوان خروج افقی برای طبقه مربوط به خود مورد استفاده قرار گیرد. چنانچه موقعیت این‌گونه درگاه‌ها به‌گونه‌ای باشد که به عنوان ورود/ خروج اصلی نیز قابل استفاده باشند، طبقه مزبور به‌عنوان طبقه همکف به‌شمار آمده و از لحاظ خروج، تابع تمام ضوابط مشروح در این مقررات مربوط به طبقات همکف خواهد بود.

**3-1-15-4** در تصرف‌های کسبی/ تجاری، درمورد درگاه‌های اصلی ورود/ خروج، استفاده از درهای دارای قفل کلیدخور به شرط رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-2-7 مجاز خواهد بود.

**3-1-15-5** در تصرف‌های کسبی/ تجاری، استفاده از درهای کشویی افقی و درها و کرکره‌های ایمنی قائم، با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-2-12 مجاز خواهد بود.

**3-1-15-6** در تصرف‌های کسبی/ تجاری، استفاده از پلکان‌های مارپیچ با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-4-7 مجاز خواهد بود.

**3-1-15-7** در فروشگاه‌ها، مجموع ظرفیت خروج‌های طبقه همکف باید برابر ظرفیت لازم برای بار متصرف این طبقه، به اضافه مجموع ظرفیت‌های مقرر شده برای پلکان‌ها و شیبراه‌های منتهی به طبقه همکف درنظر گرفته شود.

**3-1-15-8** در تصرف‌های کسبی/ تجاری، هر طبقه و هر بخش از هر طبقه، از جمله طبقات زیر همکف، باید حداقل دو خروج دور از هم داشته باشد.

**تبصره:** در فروشگاه‌های یک طبقه با مساحت خالص حداکثر 280 مترمربع، چنانچه طول دسترس خروج حداکثر 23 متر باشد، داشتن یک خروج مجاز خواهدبود و درمواردی که تمام این طبقه با شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، این طول می‌تواند به حداکثر 30 متر افزایش یابد.

**3-1-15-9** دسترس‌های خروج نباید مسیر مشترکی با طول بیش از 23 متر داشته باشند، مگر آنکه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت این طول می‌تواند به حداکثر 30 متر افزایش یابد.

**3-1-15-10** در تصرف‌های کسبی/ تجاری، طول دسترس خروج نباید از 30 متر بیشتر باشد، مگرآنکه بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت این طول می‌تواند به حداکثر60 متر افزایش یابد.

**3-1-15-11** در فروشگاه‌ها، حداقل عرض مفید راهروهای منجر به خروج‌ها، باید معادل عرض خروج‌ها بوده و از 900 میلیمتر کمتر نباشد.

**3-1-15-12** در فروشگاه‌های بیش از 3 طبقه، همچنین در فروشگاه‌های با مساحت خالص بیش از 2800 مترمربع، تأمین حداقل یک راه ارتباطی که مستقیماً به یک خروج منجر شود، در هر طبقه ضروری خواهد بود. عرض این راه نباید از 1500 میلیمتر کمتر درنظر گرفته شود.

**3-1-15-13** در مواردی که درهای ورود مشتریان، فقط در یک بر یا یک دیوار خارجی بنا درنظر گرفته می‌شود، حداقل دو سوم مجموع عرض خروج مقرر شده برای بنا باید در همان دیوار تأمین گردد.

**3-1-15-14** در فروشگاه‌های بزرگ، حداقل نیمی از خروج‌ها باید موقعیتی داشته باشند که برای دسترسی به آنها نیازی به عبور از میان راهروهای کنترل و پرداخت بهای اجناس نباشد و به هر حال هیچ عاملی نباید راه‌های دسترسی به خروج‌ها را مانع شود.

**3-1-15-15** در مواردی که چرخ‌های دستی و نظایر آن برای حمل کالا در اختیار مشتریان فروشگاه‌ها قرار می‌گیرد، باید تدابیر کافی به منظور حرکت و توقف آنها اتخاذ شود تا احتمال مسدود شدن راه‌های خروج به حداقل ممکن کاهش یابد.

**3-1-15-16** درمواردی که تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، 50 درصد خروج‌ها می‌توانند در تراز تخلیه خروج (طبقه همکف) از طریق یک راهروی تخلیه خروج به بیرون بنا تخلیه شوند، مشروط بر آنکه طول تخلیه خروج از 15 متر بیشتر نباشد.

**3-1-15-17** در تصرف‌های کسبی/ تجاری، راه‌های خروج باید دارای روشنایی کافی و علایم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند. در مورد خروج‌هایی که از تمام بخش‌های فروشگاه کاملاً آشکار و قابل تشخیص باشند، استثنائاً نیاز به علامت‌گذاری نخواهد بود.

**3-1-15-18** تمام فروشگاه‌های با مساحت خالص بیش از 280 مترمربع یا بیش از یک طبقه، باید دارای تسهیلات روشنایی اضطراری باشند.

**3-1-15-19** در بناهای تجاری کم خطر حداکثر تا 2 طبقه روی همکف، درصورتی‌که بار متصرف مجموع طبقات بیش از 50 نفر نباشد، با تائید مقام قانونی مسئول می‌توان یک پلکان خروج درنظر گرفت.

**3-1-15-20** در تصرف‌های تجاری درصورتی‌که طبقات فوقانی به منظوری غیرتجاری مورد استفاده قرارگیرد، حداقل50 درصد از خروج‌ها باید مستقیماً و بدون بخش تخلیه خروج، به بیرون از بنا باز شوند.

## 3-1-16 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های صنعتی

**3-1-16-1** راه‌های خروج در تصرف‌های صنعتی باید حسب مورد با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 تا 3-1-9 و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**3-1-16-2** در تصرف‌های صنعتی کم‌مخاطره و معمولی، چنانچه بار متصرف از 50 نفر تجاوز ننماید، استفاده از درهای کشویی افقی در راه‌های خروج، با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-2-12 مجاز خواهد بود.

**3-1-16-3** در تصرف‌های صنعتی، استفاده از پله‌های مارپیچ با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-4-7 مجاز خواهد بود.

**3-1-16-4** در تصرف‌های صنعتی، چنانچه خروج‌های افقی با دو در حریق محافظت شوند، فقط یکی از درها (نخستین در مسیر خروج) می‌تواند از نوع کشویی افقی خودکار بسته‌شو باشد. این در به‌طور معمول بازمانده و فقط درصورت وقوع حریق با فرمان تشخیص دهنده دود به‌طور خودکار بسته می‌شود. نظام خودبسته شوی این درها باید مورد تائید کارشناس حفاظت از حریق باشد. در بعدی باید از نوع خودبسته‌شو باشد.

**3-1-16-5** در تصرف‌های صنعتی، نردبان فرار از حریق برای استفاده حداکثر 3 متصرف مجاز خواهد بود، مشروط برآنکه ساختار، چگونگی نصب و نوع استفاده از آن مورد تائید مقام مسئول باشد.

**3-1-16-6** در تصرف‌های صنعتی پرمخاطره، استثنائاً می‌توان از سرسره های فرار تائید شده، به عنوان خروج اضطراری استفاده کرد، مشروط برآنکه تمام متصرفان با این وسایل آشنایی کامل یافته و به‌طور منظم با آنها تمرین فرار کنند.

**3-1-16-7** در تصرف‌های صنعتی، حداقل عرض مفید راه‌های خروج، از ابتدای دسترس تا انتهای تخلیه خروج، نباید از 1100 میلیمتر کمتر باشد.

**3-1-16-8** در تصرف‌های صنعتی، برای هر طبقه یا هر بخش از هر طبقه، از جمله طبقات پائین‌تر از تراز تخلیه خروج که برای مقاصد صنعتی استفاده می‌شوند، باید حداقل دو خروج دور از هم تدارک شود، مگرآنکه تصرف از نوع کم مخاطره یا معمولی بوده و طول دسترس خروج، حداکثر از 15 متر بیشتر نباشد.

**3-1-16-9** در تصرف‌های صنعتی، برای هر طبقه یا بخشی از آن که بار متصرف از 500 نفر بیشتر باشد، باید به تعداد مشخص شده در بند 3-1-6-2، خروج مجزا و دور از هم تدارک شود.

**3-1-16-10** در تصرف‌های صنعتی پرمخاطره، خروج‌ها باید در محل‌هایی تدارک شوند که دسترس‌های آنها دارای جهات مختلف و بدون مسیر مشترک باشند. در تصرف‌های صنعتی کم‌مخاطره یا معمولی، دسترس‌های خروج می‌توانند حداکثر 15 متر مسیر مشترک داشته باشند.

**3-1-16-11** در تصرف‌های صنعتی پرمخاطره، هیچ بن‌بستی نباید وجود داشته باشد و در سایر تصرف‌های صنعتی، بن‌بست‌ها نباید طولی بیش از 15 متر داشته باشند.

**3-1-16-12** در تصرف‌های صنعتی پرمخاطره، طول دسترس خروج نباید از 23 متر بیشتر شود. در تصرف‌های صنعتی کم‌مخاطره یا معمولی، طول دسترس خروج می‌تواند حداکثر به 120 متر افزایش یابد، مشروط برآنکه شرایط ذیل تحقق یابد:

**الف)** بنا فقط دارای یک طبقه باشد.

**ب)** تدابیر فنی و مهندسی کافی برای تهویه دود و حرارت اتخاذ شده باشد، به‌نحوی که درصورت بروز حریق، در تمام طول مسیرهای خروج، محدوده‌ای به ارتفاع حداقل 1800 میلیمتر از کف بنا، از آتش و دود مصون بماند تا متصرفان بتوانند به‌راحتی خود را به خروج‌های امن برسانند.

**پ)** تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده یا دیگر شبکه‌های خودکار اطفای حریق تائید شده، محافظت شود.

درمورد آن دسته از تصرف‌های صنعتی کم‌مخاطره یا معمولی که برای منظور ویژه‌ای طرح و به همان هدف مورد استفاده قرار می‌گیرند، چنانچه بار متصرف نیز به‌طور نسبی کم بوده و بیشترین سطح کف، به ماشین‌آلات و دستگاه‌ها اختصاص یافته باشد، استثنائاً بدون رعایت موارد "الف" تا "پ" فوق‌الذکر، طول دسترس خروج می‌تواند حداکثر به 90 متر افزایش یابد و چنانچه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، این طول می‌تواند حداکثر به 120 متر افزایش یابد.

**13-16-1-3** تمام تصرف‌های صنعتی، باید از تسهیلات روشنایی اضطراری برخوردار باشند، مگر آنکه ساعات فعالیت و تصرف بنا منحصر به روز بوده و روشنایی لازم برای راه‌های خروج از طریق نورگیرهای سقفی یا پنجره‌ها تأمین شود.

**14-16-1-3** راه‌های خروج در تصرف‌های صنعتی باید دارای روشنایی کافی و علایم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند.

## 17-1-3 ضوابط اختصاصی راه‌های خروج در تصرف‌های انباری

**1-17-1-3** راه‌های خروج در تصرف‌های انباری باید حسب مورد با ضوابط عمومی مندرج در بندهای 3-1-2 الی 3-1-9، و نیز ضوابط اختصاصی این بخش مطابقت داشته باشند.

**2-17-1-3** در تصرف‌های انباری با بار متصرف حداکثر 50 نفر، استفاده از درهای کشویی افقی در راه‌های خروج، با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-2-12 مجاز خواهد بود.

**3-17-1-3** در تصرف‌های انباری، استفاده از پله‌های مارپیچ با رعایت ضوابط مندرج در بند 3-1-4-4-7 مجاز خواهد بود.

**3-1-17-4** در تصرف‌های انباری، چنانچه خروج‌های افقی با دو در حریق محافظت شوند، نخستین در مسیر خروج می‌تواند از نوع کشویی افقی خودکار بسته‌شو انتخاب شود که به‌طور معمول باز بوده و با فرمان گرفتن از تشخیص دهنده حریق به‌طور خودکار بسته می‌شود. در بعدی باید از نوع خودبسته شو باشد. نظام خودبسته شوی این درها باید مورد تائید کارشناس حفاظت از حریق باشد.

**3-1-17-5** در تصرف‌های انباری، نصب نردبان فرار از حریق برای استفاده حداکثر 3 متصرف مجاز خواهد بود، مشروط برآنکه طرح، ساخت، اجرا و نوع استفاده از آن مورد تائید مقام مسئول قرار گیرد.

**3-1-17-6** در تصرف‌های انباری، حداقل عرض مفید از ابتدای دسترس تا انتهای تخلیه خروج، نباید از 1100 میلیمتر کمتر باشد.

**3-1-17-7** هر بنا یا هر بخش از یک بنا که برای مقاصد انباری استفاده شود، باید حداقل دو راه خروج دور از هم داشته باشد.

**تبصره 1:** در تصرف‌های انباری کم‌مخاطره، برای هر طبقه یا بخشی از آن، تدارک یک خروج مجاز خواهد بود.

**تبصره 2:** در تصرف‌های انباری با مخاطره معمولی، تدارک یک خروج برای هر طبقه یا بخشی از آن مجاز خواهد بود، مشروط برآنکه طول دسترس خروج، حداکثر از 15 متر در بناهای بدون شبکه بارنده خودکار و حداکثر از 30 متر در بناهایی که توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت می‌شوند، بیشتر نشود.

**3-1-17-8** در تصرف‌های انباری، برای هر طبقه یا بخشی از آن که بار متصرف از 500 نفر بیشتر باشد، باید به تعداد مشخص شده در بند 3-1-6-2، خروج مجزا و دور از هم تدارک شود.

**3-1-17-9** در تصرف‌های انباری پرمخاطره، خروج‌ها باید در محل‌هایی پیش‌بینی شوند که دسترس‌های آنها از هر نقطه، دارای جهات مختلف، بدون راهروهای بن‌بست و بدون مسیر مشترک

باشند. در تصرف‌های انباری با مخاطره معمولی، دسترس‌های خروج می‌توانند حداکثر 15 متر مسیر مشترک داشته باشند، چنانچه تمام بنا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، این طول می‌تواند به حداکثر 30 متر افزایش یابد. تصرف‌های انباری کم‌مخاطره، استثنائاً از مقررات این بند معاف خواهند بود.

**3-1-17-10** در تصرف‌های انباری، طول دسترس‌های خروج از هر نقطه تا نزدیک‌ترین خروج، نباید از 60 متر بیشتر باشد.

**تبصره 1:** در بناهایی که تماماً توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شوند، طول دسترس خروج می‌تواند به حداکثر 120 متر افزایش یابد.

**تبصره 2:** در تصرف‌های انباری کم‌مخاطره، طول دسترس‌های خروج محدودیتی ندارد.

**تبصره 3:** هر فضا که به‌منظور انبار کالاهای پرمخاطره استفاده شود، طول دسترس‌های خروج در آن از هیچ نقطه نباید از 23 متر بیشتر باشد، مگر آنکه تمام فضا توسط شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، که در آن صورت طول دسترس خروج می‌تواند حداکثر به 30 متر افزایش یابد.

**3-1-17-11** تمام تصرف‌های انباری باید از تسهیلات روشنایی اضطراری برخوردار باشند، مگر آنکه ساعات فعالیت و تصرف آنها منحصر به روز بوده و روشنایی مورد نیاز راه‌های خروج، توسط نورگیرهای سقفی یا پنجره به خوبی تأمین شود، یا آنکه به‌طور معمول مورد تصرف و استفاده انسان نباشند.

**3-1-17-12** در تصرف‌های انباری، راه‌های خروج باید دارای روشنایی کافی و علایم مناسب مطابق بندهای 3-1-8 و 3-1-9 باشند.

## 3-1-18 ضوابط اختصاصی ساختمان‌های بلند

**3-1-18-1** براساس ضوابط این مقررات، هر بنایی که فاصله قائم بین تراز کف بالاترین طبقه قابل تصرف، تا تراز مناسب ترینسطح قابل دسترس برای ماشین‌های آتش‌نشانی که به تائید مقام قانونی

مسئول برسد و از 23 متر بیشتر باشد، عمارت بلند محسوب شده که علاوه بر ضوابط اختصاصی مربوط به تصرف خود (مندرج در بندهای3-1-10 تا 3-1-17)، تابع ضوابط این بخش نیز خواهد بود.

**3-1-18-2** سازه‌های مرتفع که به‌طور معمول مورد تصرف انسان قرار نمی‌گیرند و نیز برج‌های نگهبانی و کنترل، مناره‌ها و نظایر آنها با بار متصرف 5 نفر یا کمتر، مشمول مقررات این بخش نخواهند بود.

**3-1-18-3** در ساختمان‌های بلند، راه‌های خروج باید حداقل دارای 1100 میلیمتر عرض مفید باشند، مگرآنکه در ضوابط اختصاصی تصرف، عرض بیشتری برای راه خروج مقرر شده باشد.

**3-1-18-4** در ساختمان‌های بلند، برای هر طبقه یا هر بخش از یک طبقه، از جمله طبقات زیر طبقه تخلیه خروج، تأمین حداقل دو خروج مجزا و تا حد امکان دور از هم الزامی است.

**3-1-18-5** در ساختمان‌های بلند، برای هر طبقه یا هر بخش از یک طبقه که بار متصرف آن از 500 نفر بیشتر باشد، باید به تعداد تصریح شده در بند 3-1-6-2، خروج مجزا و دور از هم درنظر گرفته شود.

**3-1-18-6-** درمواردی که چند خروج مقرر می‌شود، موقعیت خروج‌ها باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که برای دسترسی به هر خروج، راهی مجزا و در جهتی جداگانه فراهم باشد. البته در ابتدای دسترس خروج‌ها از هر نقطه، مسیر مشترک به طول حداکثر 15 متر مجاز است.

**3-1-18-7** در ساختمان‌های بلند، هیچ بن‌بستی با طول بیش از 15 متر در راه‌های خروج مجاز نخواهد بود.

**8-18-1-3** طول دسترس‌های خروج در ساختمان‌های بلند، حداکثر 30 متر است، مگر آنکه تمام بنا یا سازه با شبکه بارنده خودکار تائید شده محافظت شود، در آن صورت این طول می‌تواند به حداکثر 45 متر افزایش یابد.

**9-18-1-3** در ساختمان‌های بلند، راه‌های خروج باید روشنایی کافی و علایم مناسب، مطابق ضوابط این مقررات داشته باشند.

**10-18-1-3** در ساختمان‌های بلند، راه‌های خروج باید به روشنایی اضطراری مجهز باشند، مگرآنکه ساختمان فقط در ساعات روز استفاده شوند، در آن صورت اگر راه‌های خروج از روشنایی طبیعی کافی برخوردار باشند، با موافقت کتبی مقام قانونی مسئول، می‌توان از روشنایی اضطراری صرف‌نظر نمود.

**11-18-1-3** همه ساختمان‌های بلند باید توسط شبکه‌های بارنده خودکار تائید شده مجهز به سیستم‌های نظارت الکتریکی محافظت شوند. این شبکه‌ها باید مطابق روش‌های استاندارد، نصب شده و در هر طبقه دارای شیر کنترل و وسایل کنترل جریان آب باشند.

**12-18-1-3** در ساختمان‌های بلند، علاوه بر شبکه هشدار حریق، نصب شبکه اعلام حریق نیز ضروری است. این شبکه‌ها باید به تائید مقام قانونی مسئول برسند.

**13-18-1-3** تمام ساختمان‌های بلند، باید به‌منظور استفاده مأموران آتش‌نشانی و نجات، دارای سیستم کنترل ارتباط تلفنی دوسویه باشند و این سیستم بین ایستگاه مرکزی کنترل، اتاقک هر آسانسور، سرسراهایی که آسانسورها در آن قرار دارند و تمام طبقاتی که توسط پلکان خروج به هم مربوط می‌شوند، ارتباط برقرار کند. در مواردی که سیستم ارتباط رادیویی سازمان آتش‌نشانی بتواند به عنوان معادل این سیستم مورد تائید قرار گیرد، استثنائاً می‌توان از نصب چنین تجهیزاتی صرف‌نظر نمود.

**3-1-18-14** هر عمارت بلند، باید به مولد نیروی برق دوم که همواره آماده استفاده است و حداقل یکی از آسانسورها را برای ماموران آتش‌نشانی در هنگام حریق قابل استفاده می‌نماید، مجهز باشد. ظرفیت مولد نیرو باید برای کارکرد همزمان و تأمین همه تجهیزاتی که در زیر نامبرده شده، کافی و مناسب باشد:

**الف)** شبکه روشنایی اضطراری

**ب)** شبکه‌های هشدار و اعلام حریق

**پ)** پمپ‌های آتش نشانی ساختمان

**ت)** تجهیزات ایستگاه کنترل مرکزی

**ث)** حداقل یکی از آسانسورهای مربوط به همه طبقات بنا (به‌گونه‌ای که در صورت لزوم بتوان نیروی مورد نیاز آن را به هریک از دیگر آسانسورها منتقل نمود.)

**ج)** تجهیزات مکانیکی مانع دود در دوربندها

**چ)** سیستم تهویه پارکینگ‌ها و پله‌های بسته

**3-1-18-15** تمام ساختمان‌های بلند باید دارای یک ایستگاه کنترل مرکزی در یک اتاق که محل آن را سازمان آتش‌نشانی تعیین می‌کند، باشند. در این ایستگاه باید بتوان به کمک نشانگرهای الکترونیک، همه تجهیزات و تأسیسات ارتباطی، حفاظتی، ایمنی و مخابراتی موجود در بنا را به درستی کنترل نمود.

## 3-1-19 ضوابط اختصاصی استقرار خودروهای آتش‌نشانی

**3-1-19-1** برای ساختمان های با ارتفاع کمتر از 23 متر حداقل عرض مفید قابل قبول معبر 6 متر و برای ساختمان‌های با ارتفاع بیش از 23 متر حداقل عرض مفید قابل قبول معبر 8 متر می‌باشد.

**تبصره**: برای ساختمان‌های با یک یا دو خانوار حداقل عرض معبر با تائید نهاد قانونی مسئول، براساس کدها و استانداردهای معتبر بین‌المللی تعیین می‌گردد.

**3-1-19-2** درصورتی‌که عرض معبر برای استقرار خودروهای آتش‌نشانی کافی نباشد، می‌توان فضایی در فضای باز مجاورت ساختمان (مانند حیاط) با شرایط زیر درنظر گرفت:

**الف)** حداقل عرض در ورودی فضای مجاور جهت استقرار خودروهای آتش‌نشانی باید 6 متر باشد.

**ب)** درهای مذکور می‌توانند کشویی یا لولایی باشند.

**ج)** طراحی در باید به‌گونه‌ای باشد که یک نفر بتواند آن را باز کند.

**د)** محوطه‌ای به ابعاد 10x10 متر برای استقرار خودروهای آتش‌نشانی درنظر گرفته شود (با تائید مقام قانونی مسئول و با در نظر گرفتن استانداردهای معتبر).

**3-1-19-2-3** حداقل فاصله محل استقرار خودروی آتش‌نشانی تا ساختمان 4/5 و حداکثر 10 متر می‌باشد.

**4-1-19-2-3** حداقل مقاومت زمین محل استقرار خودروی آتش‌نشانی 26 تن می‌باشد. مقام قانونی مسئول با توجه به شرایط خودروهای آتش نشانی وبا لحاظ نمودن استانداردهای معتبر میتواند این عدد را افزایش دهد.

## 3-1-20 ضوابط اختصاصی فضای امن

**1-20-1-3** درکاربری‌های تجمعی، آموزشی، تجاری، درمانی مراقبتی، ساختمان‌های بلند، ترکیبی و نظایر آن مقام قانونی مسئول باتوجه به شرایط طراحی، ترکیب وتعداد و نوع متصرفین و بار خطر و دسترسی نیروهای آتش نشانی می‌تواند طراحی و ایجاد فضای امن در طبقات مختلف ساختمان را با استناد به استانداردهای معتبر بین‌المللی تعیین نماید.

**2-20-1-3** در ساختمان‌های بلند باید با رعایت اصول علمی و با استفاده از استانداردهای معتبر بین‌المللی با تائید مقام قانونی مسئول، فضای امن در طبقات مختلف در فواصل منظم، که می‌تواند بین 25الی40 متر باشد، در نظر گرفته شود.

**3-20-1-3** پیش‌بینی آسانسورهایی با شرایط بخش 3-1- 24 که مستقیماً به فضای امن ارتباط داشته باشند، الزامی است.

**3-1-20-4** ظرفیت بار تصرف فضای امن باید معادل بار تصرف طبقات متناظر با آن باشد.

**3-1-20-5** فضای امن باید دارای ارتباط دو سویه تائید شده با مرکز کنترل ساختمان باشد.

**3-1-20-6** فضای امن باید توسط شبکه بارنده تائید شده محافظت گردد.

**3-1-20-7** فضای امن باید توسط شبکه تهویه تائید شده تحت پوشش قرارگیرد. به‌گونه‌ای که تحت تاثیر دود و آتش و گازهای ناشی از حریق در ساختمان قرار نگیرد. جریان برق فضای امن باید مستقل از برق ساختمان بوده و کابل‌کشی آن از مسیرهای امن عبور کرده باشد.

### 3-1-21 ضوابط اختصاصی فضای ارتباطی

جز در مواردی که در این مبحث تصریح شده است، ایجاد فضای ارتباطی بین طبقات به شرط رعایت بندهای 3-1-21-1 الی 3-1-21-7 مجاز می‌باشد.

**3-1-21-1** فضای ارتباطی مجاز به ارتباط تعداد طبقات بیش از آنچه استانداردهای معتبر بین‌المللی تعیین می‌کنند، نمی‌باشد.

**3-1-21-2** پائین‌ترین طبقه فضای ارتباطی باید براساس استانداردهای معتبر بین‌المللی تعیین شود.

**3-1-21-3** فضای ارتباطی بین طبقات باید به‌گونه‌ای باشد که وقوع هرگونه آتش‌سوزی در طبقات پایین‌تر، از طبقات بالاتر در مدت زمانی که خطری آنها را تهدید نکند، قابل رویت باشد.

**3-1-21-4** فضای ارتباطی با جداکننده‌های حداقل یک ساعت مقاوم حریق از سایر بخش‌های ساختمان جدا شده باشد و با شبکه بارنده تائید شده محافظت شود.

**3-1-21-5** فضای ارتباطی باید توسط مقام قانونی مسئول و براساس استانداردهای معتبر بین‌المللی به عنوان یک مکان با خطر معمولی یا کم خطر تائید شود.

**3-1-21-6** ظرفیت خروج فضای ارتباطی باید به نحوی باشد که امکان تخلیه همزمان همه متصرفین در زمان وقوع حریق وجود داشته باشد.

**3-1-21-7** هر متصرف که در طبقات یا در مکانی به‌جز فضای ارتباطی حضور دارد، حداقل به یک مسیر خروج بدون نیاز به وارد شدن به فضای ارتباطی، دسترسی داشته باشد.

### 3-1-22 ضوابط اختصاصی آتریوم‌ها

به‌جز در مواردی که در این مبحث تصریح شده است، استفاده از آتریوم به شرط رعایت بندهای 3-1-22-1 الی 3-1-22-9 مجاز است.

**3-1-22-1** آتریوم توسط جداکننده‌های با حداقل یک ساعت مقاوم حریق از سایر بخش‌های ساختمان جداسازی شده باشد.

**3-1-22-2** استفاده از دیوارهای شیشه‌ای یا پنجره‌های ثابت با شرایط زیر در آتریوم مجاز خواهد بود:

**الف)** شبکه بارنده تائید شده در دو طرف آنها با حداکثر فاصله طولی 1800 میلیمتر نصب شده باشد.

**ب)** حداکثر فاصله عناصر آب‌پاش شبکه بارنده از دیوارهای شیشه‌ای یا پنجره‌های ثابت از 300 میلیمتر بیشتر نباشد.

**پ)** شیشه‌های دیوار یا پنجره باید از نوع حرارتی، سیمی یا لمینیت شده و در داخل یک ساختار فلزی به نحوی نصب شده باشند که اجازه خمش و انحنا بدون شکستگی به دیوار شیشه‌ای یا پنجره را بدهد.

**ت)** درصورتی‌که در بالا یا پائین دیوارشیشه‌ای پیاده‌راه وجود ندارد، شبکه بارنده ردیف یک بند 3-1-22-2 الزامی نیست.

**ث)** درهای موجود در دیوار شیشه‌ای دودبند و خود بسته شو باشد.
**ج)** دیوار شیشه‌ای به‌صورت عمودی پیوسته بوده و هیچگونه پنجره یا سطح افقی متصل به خود ندارد.

**3-22-1-3** فضای داخل آتریوم توسط مقام قانونی مسئول و براساس استانداردهای معتبر بین‌المللی به‌عنوان منطقه کم خطر یا با خطر معمولی مورد تائید قرار گیرد و به شبکه بارنده تایید شده مجهز باشد.

**4-22-1-3** تهویه آتریوم باید به‌گونه‌ای طراحی و اجرا شود که با توجه به نوع، حجم مواد موجود و شکل آتریوم ارتفاع دود در بالاترین سطح چنان کنترل شود که از ورود دود از طریق بازشوهای بالاترین طبقه به درون ساختمان جلوگیری شود.

**5-22-1-3** طراحی و اجرای سیستم کشف و اعلام حریق تائید شده با توجه به ارتفاع، شکل و ساختار آتریوم الزامی است.

**6-22-1-3** تهویه آتریوم به‌گونه‌ای باشد که امکان تخلیه محصولات حریق به صورت دستی و خودکار وجود داشته باشد.

**7-22-1-3** دسترسی به مسیرهای خروج از طریق دسترس‌های دودبند و درهای با حداقل 1/5 ساعت مقاوم حریق امکان پذیر باشد.

**8-22-1-3** رعایت تعداد و ظرفیت راه‌های خروج آتریوم مطابق با مفاد این مبحث الزامی است.

### 23-1-3 ضوابط اختصاصی پارکینگ‌ها

**1-23-1-3** از نظر میزان خطر، پارکینگ‌ها به عنوان مکان با خطر معمولی درنظر گرفته شود.

**2-23-1-3** پلکان پارکینگ‌های بسته باید دارای تمهیدات دودبند و دوربند باشند.

**3-23-1-3** پارکینگ‌های با ارتفاع بیش از چهار طبقه با جداکننده‌های 2 ساعت مقاوم حریق و در غیراین‌صورت با جداکننده‌های یک ساعت مقاوم حریق باید از سایر بخش‌های ساختمان و یا فضای بیرون جداسازی شوند.

**4-23-1-3** پارکینگ‌ها باید به سیستم کشف و اعلام حریق خودکار و دستی مجهز باشند.

**5-23-1-3** درصورت اتصال شبکه بارنده تائید شده از طریق حسگر جریان آب به سامانه اعلام حریق نیازی به سیستم کشف و اعلام حریق خودکار نمی‌باشد. درهر حال وجود سامانه هشدار دستی الزامی است.

**6-23-1-3** تمام پارکینگ‌های بسته با هر تعداد طبقه و مساحت باید دارای حداقل دو راه خروج باشند.

**7-23-1-3** علاوه بر رعایت بند 3-1-23-6 تعداد و ظرفیت راه خروج مطابق مقررات این مبحث و با درنظرگرفتن بار تصرف مندرج در استانداردهای معتبر بین‌المللی محاسبه گردد.

**8-23-1-3** درصورتی‌که مساحت کل طبقات پارکینگ بیش از 9300 مترمربع بوده و یا عمق پائین‌ترین طبقه زیرزمین از تراز متوسط زمین طبیعی بیش از 9 متر باشد، هر بخش پارکینگ باید به دو قسمت دودبند تقسیم شده و به دو راه خروج دسترسی داشته باشد. خروج دوم استثنائاً می تواند آسانسور و یا پله برقی با رعایت مشخصات بند 3-1-24 باشد.

**9-23-1-3** استفاده از درهای کشویی خودکار بسته شو در بند 3-1-23-8 صرفاً به‌منظور جداسازی دو بخش یک طبقه مجاز است.

**3-1-23-10** طراحی و اجرای تهویه خودکار و دستی برای پارکینگ‌های بسته، هم برای شرایط کارکرد معمولی و هم شرایط وقوع حریق، براساس استانداردهای ملی یا بین‌المللی معتبر با تائید مقام قانونی مسئول الزامی است.

## 3-1-24 ضوابط اختصاصی آسانسورها

**3-1-24-1** اجرای آسانسور یا آسانسورهای ویژه تخلیه ساکنین و انجام عملیات آتش‌نشانی در ساختمان‌های بلند مرتبه الزامی است.

**تبصره:** درخصوص ساختمان‌های کمتر از 23 متر، مقام قانونی مسئول با توجه به شرایط و براساس استانداردهای معتبر بین‌المللی می‌تواند اجرای این آسانسورها را الزامی نماید.

**3-1-24-2** راهنمای استفاده از سیستم ارتباطی دوسویه، راهنمای فراخوانی نیروی کمکی از طریق سیستم ارتباطی دوسویه و راهنمای مکتوب ساختمان باید در مجاورت و نزدیکی سیستم ارتباطی نصب گردند.

**3-1-24-3** در ساختمان‌های بلند، هنگامی‌که آسانسور منطقه امن را به معبر عمومی مرتبط سازد، آسانسور باید برای عملیات اضطراری توسط مقام قانونی مسئول تائید شده باشد.

**3-1-24-4** در ساختمان‌های بلند، فضای ورودی (لابی) آسانسور باید دارای ظرفیتی معادل50 درصد متصرفین قسمتی که آسانسور برای آن تعبیه شده است، باشد. این ظرفیت باید براساس 0/28 مترمربع برای هر نفر در نظر گرفته شود.

**3-1-24-5** هر طبقه‌ای که آسانسور به آنجا ورودی دارد، باید دارای لابی آسانسور باشد. مصالحی که لابی آسانسور از آنها ساخته می شود باید حداقل یک ساعت مقاوم حریق باشد. این لابی باید به عنوان یک مانع دود عمل نماید.

**6-24-1-3** در ساختمان‌های بلند، در لابی آسانسور (و متعلقات آن مانند چارچوب، قفل، دستگیره و ....) باید حداقل یک ساعت مقاوم حریق باشد و لنگه‌های در لابی آسانسور باید خود بست یا به شکل اتوماتیک بسته شو باشند.

**7-24-1-3** درهای لابی آسانسورها باید در پاسخ به سیگنال ارسال شده از یک دتکتور دودی فعال شده و بسته شوند (این دتکتور می‌تواند در فضای مجاور خارج محیط فضای مقابل آسانسور نصب گردد). همچنین درهای فضای مقابل آسانسور باید توانایی بسته شدن در اثر عملکرد سیستم اعلام حریق ساختمان را نیز داشته باشند. هنگامی‌که یک لنگه در ل فضای مقابل آسانسور توسط دتکتور دودی یا عملکرد سیستم اعلام ساختمان بسته می‌شود، باید تمام درهای فضاهایی که به آسانسور مربوطه ختم می‌شوند، بسته شوند.

**8-24-1-3** جزئیات اجرایی ساختمان باید به نحوی باشد که از رسیدن آب به اجزاء آسانسور جلوگیری شود.

**9-24-1-3** تجهیزات، اجزاء ارتباطی و سیستم سرمایش اتاق موتورخانه آسانسور همگی باید دارای منبع تغذیه عادی و اضطراری باشند. سیم‌کشی مدارهای کنترلی و همچنین مدارهای تغذیه کننده آسانسور باید در محلی قرار گیرد و به شکل مناسب محافظت گردد تا حداقل یک ساعت در شرایط حریق عمل نمایند.

**10-24-1-3** باید سیستم ارتباطی دو سویه بین لابی‌های آسانسور و سیستم کنترل مرکزی برقرار گردد. این ارتباط باید بین اتاقک آسانسور و سیستم کنترل مرکزی نیز برقرار گردد. سیم‌کشی‌های سیستم ارتباطی دو سویه باید به نحوی انجام شوند که حداقل یک ساعت کارکرد این سیستم در شرایط حریق تضمین گردد.

**11-24-1-3** آسانسورها باید دارای شرایطی باشند که توسط آتش‌نشانان در شرایط اضطراری مورد استفاده قرار گیرند.

**3-1-24-12** هنگامی‌که تنها یک اتاقک آسانسور به یک فضای ورودی سرویس می‌دهد، سیستم تخلیه اضطراری باید در زمان‌های مشخص مورد تعمیر و نگهداری قرار گیرد و این سرویس‌ها باید زمانی انجام شود که ساختمان در حالت تعطیلی است یا فعالیت کمی دارد. تعمیرات حداکثر طی 24 ساعت پس از تعطیلی باید انجام شود.

**3-1-24-13** آسانسورها باید این توانایی را داشته باشند که در هنگام وقوع زلزله با نظم مشخصی خاموش گردند.

# 2-3 ساختارها، ارتفاعات و مساحت‌ها

## 1-2-3 ساختارها

**1-1-2-3** دراین بخش از مقررات، اعضای باربر بناها از لحاظ سوختن و میزان مقاومت دربرابر حریق درارتباط با نوع تصرف، تحت عنوان ساختار دسته‌بندی می‌شوند. مقررات مربوط به دیگر اعضای غیرباربر بناها مانند دیوارهای حریق و مقاوم حریق، دیوارهای غیرباربر بیرونی و پیرامونی، جداکننده‌ها و پارتیشن‌های غیرباربر فضاهای داخلی، دیوارهای سپرحریق، دیوارهای دوربند شفت‌ها و بازشوها و همچنین بازهای افقی یا قائم موجود در دیوارها،کف‌ها و سقف‌ها جزو ساختارها محسوب نشده و در بخش‌های ویژه و مربوط به خود مورد ضوابط قرارخواهند گرفت.

**2-1-2-3** براساس مقررات آمده در این بخش، از این پس تمامی بناها و تاسیسات ساختمانی موجود، دردست احداث و آنهایی که بعداً ساخته می‌شوند، برحسب چگونگی طراحی، نحوه استفاده از مصالح اجرای ساختمان و تامین میزان مقاومت و محافظت دربرابر حریق از لحاظ ساختار در دو گروه اصلی مقاوم حریق، دو گروه اصلی غیرسوختنی و دو گروه اصلی سوختنی، هریک با مشخصات کلی و شامل گروه‌های فرعی به شرح زیر دسته بندی می‌شوند.

**3-1-2-3** بررسی میزان مقاومت حریق اعضای باربر و دیگر مشخصات حفاظتی اجزای ساختمان و در نهایت تعیین دسته و گروه ساختاری بنا در هر مورد یا هر بخش از یک بنا، با توجه به نوع تصرف توسط "مقام قانونی مسئول" صورت خواهد گرفت و درخصوص بناها و تاسیسات ساختمانی

موجود و دردست احداث درصورتی ضرورت می‌یابد که تصمیم به تغییر تصرف، افـزایش طبقـات یـا توسعه زیربنا باشد.

**4-1-2-3** مشخصات کلی ساختارهای اصلی و گروه‌های فرعی در جدول 3-2-1 خلاصـه شـده و مقررات تفصیلی مقاومت و محافظت برای دسته‌ها و گروه‌ها بعداً به‌تدریج تعیـین، تـدوین و اعمـال خواهد گردید.

## 2-2-3 حداکثر تعداد طبقات و ارتفاعات مجاز

**1-3-2-3** به‌منظور کنترل قائم حریق، جلوگیری از افزایش تلفات انسـانی و خسـارت‌هـای بـیش ازحد در آتش‌سوزی‌ها، از این پس لازم است حداکثر تعداد طبقات هربنا باتوجه بـه نـوع سـاختار و نحوه استفاده از بنا (تصرف)، مطابق اعدادی که در جـدول‌هـای 3-2-2- الـف و 3-2-2- ب آمـده، محدود شده و دیگر ضوابط حفاظتی و مقرراتی که درمـورد ارتفاعـات مجـاز، دراین بخـش تنظـیم خواهد گردید، در آنها رعایت شود.

## 3-2-3 مساحت‌های مجاز

**1-3-2-3** به‌منظور کنترل افقی حریق و جلوگیری از سرایت و پخـش آتـش و دود، از ایـن پـس لازم است سطح زیربنای هرطبقه از بنا، در ارتباط بـا نـوع تصـرف و بـار محتویـات سـوختی آن بـه بخش‌ها و ابعادی مطابق ارقام ذکر شده در جدول 3-2-3 محدود و مساحت‌های بـزرگ‌تـر از ارقـام ذکر شده به سطوح کوچک‌تر تقسیم و منطقه‌بندی شوند.

**2-3-2-3** ارتفاع و یا وسعت هیچ بنایی نباید بیش از ارقام مندرج در جـدول‌هـای 3-2-2-الـف، 3-2-2-ب و 3-2-3 افـزایش داده شـود، مگرآنکـه بنـای مـورد نظـر درگـروه تصـرف و سـاختاری قرارگیرد که طبق ضوابط این بخش، داشتن ارتفاع و وسعت جدید برای آن تصرف و سـاختار مجـاز شناخته شده و بنای مورد نظر با دیگر مقررات مربوط به ابعاد برای آن سـاختار و تصـرف، مطابقـت داده شود.

**3-3-2-3** درمواردی‌که برای یک بنای موجود، تطبیق یافته یا تطبیق نیافته با این مقررات، مجوز اضافه بنا یا افزایش طبقات صادر می‌گردد و مجموع مساحت آن بنا از حدود و ارقام مجاز در جداول تجاوز می‌کند، برای جدا کردن سطوح اضافه از بنای موجود، اجرای یک یا تعدادی حریق‌بند مطابق بند 3-2-3-4 به‌گونه‌ای که اندازه مساحت‌ها همواره در محدوده ابعاد مندرج در جدول قرارگیرند، الزامی است.

**4-3-2-3** با استفاده از حریق‌بندهایی که درهر طبقه اجرا می‌شوند، سطوح بزرگ‌تر از ارقام ذکرشده درجدول 3-2-3 باید با مشخصات اجرایی زیر به بخش‌های قابل کنترل و کوچک‌تر تقسیم شوند.

**الف)** حریق‌بندها باید ازمحل یک دیوار بیرونی بنا شروع شده و تا اتصال به یک دیوار بیرونی دیگر و یا اتصال به یک دیوار حریق‌بند دیگر و یا ترکیبی از این دو امتداد یابند.

**ب)** حریق‌بندها باید از میان تمامی فضاهای پنهان مانند سقف‌های کاذب نیز عبور کنند. در مواردی‌که اعضا یا اجزای اتصال، برای مثال سقف‌های کاذب خود دارای مقاومت حریقی برابر مقاومت حریق حریق‌بند باشند، نیازی به ادامه و عبور حریق‌بند از میان فضاهای پنهان نخواهد بود.

**جدول 3-2-1 مقاومت حریق تعیین شده برای اعضای باربر و غیرباربر در هریک از ساختارها**

| انواع ساختار | | I | | II | | | III | | IV | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مقاوم حریق 4 و 3 ساعتی | | مقاوم حریق 2، 1 و صفر ساعتی | | | غیر سوختنی 2 ساعتی | | سوختنی 1 و صفر ساعتی | |
| اعضای باربر و غیر باربر بنا | | *442 | *332 | *222 | *111 | *000 | *211 | *200 | *111 | *000 |
| دیوارهای باربر بیرونی | تحمل کننده بیش از یک کف، ستون و دیوار باربر | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 ب | 2 | 2 | 1 | 0 ب |
| | تحمل کننده فقط یک کف | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 ب | 2 | 2 | 1 | 0 ب |
| | تحمل کننده فقط یک بام | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 ب | 2 | 2 | 1 | 0 ب |
| دیوارهای باربر درونی | تحمل کننده بیش از یک کف، ستون و دیوار باربر | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | تحمل کننده فقط یک کف | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | تحمل کننده فقط یک بام | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| ستون‌ها | تحمل کننده بیش از یک کف، ستون و دیوار باربر | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | تحمل کننده فقط یک کف | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | تحمل کننده فقط یک بام | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| تیرها، پل‌ها، خرپاها و طاقی‌ها | تحمل کننده بیش از یک کف، ستون و دیوار باربر | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | تحمل کننده فقط یک کف | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | تحمل کننده فقط یک بام | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| طاق سقف‌ها | | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| طاق بام‌ها | | 2 | 1/5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

ب- رعایت ضوابط حفاظتی ویژه برای دیوارهای بیرونی بناها، مطابق جدول 3-2-2 ضروری است.

* عدد سمت چپ = دیوارهای خارجی

عدد میانی = ستون‌ها، تیرها، خرپاها، اعضای بابربر دارای بیش از یک کف و ...

عدد سمت راست = ساختار کف

**جدول 3-2-1-1 ساعت مقاومت حریق لازم برای دیوارهای بیرونی بناها**

| نوع تصرف | فاصله مجزاسازی بین بناها به متر | | |
|---|---|---|---|
| | صفر تا 1/5 | بیش از 1/5 تا 3 | بیش از 3 تا 9 |
| تجمعی، آموزشی فرهنگی، درمانی مراقبتی روزانه، درمانی مراقبتی سلامت، مراقبت سلامت اورژانس، مراقبتی و بازپروری، مسکونی، مسکونی مراقبتی، اداری حرفه‌ای، صنعتی و انباری کم خطر. | 1 | 1 | 0 |
| تجاری ، صنعتی و انباری با خطر معمولی | 2 | 1 | 0 |
| صنعتی و انباری با خطر شدید که مقدار محتویات بر سطوح قابل کنترل از حداکثر میزان مجاز ذکر شده در جدول 3-2-1-2 بیشتر شده و نیاز به تمهیدات حفاظتی ذکر شده برای رتبه‌های 1، 2 و 3 دارد. | اگر مقدار محتویات بر سطوح قابل کنترل از حداکثر ارقام تعیین شده در جدول 3-2-1-2 بیشتر باشد، رعایت ضوابط ویژه‌ای که بعداً ارائه می‌شود، ضروری است. | | |
| صنعتی و انباری با خطر شدید که مقدار محتویات بر سطوح قابل کنترل از حداکثر میزان مجاز ذکر شده در جدول 3-2-1-2 بیشتر شده و نیاز به تمهیدات حفاظتی ذکرشده برای رتبه‌های 4 و 5 دارد. | 3 | 2 | 1 |

## جدول 3-2- 1-2 حداکثر محتویات مجاز کالاهای خطرناک بر سطوح قابل کنترل

| محتویات | کلاس مواد یا کالا | مرتبه محتویات باخطر شدید | نگهداری و انبار داری | | | نحوه استفاده سیستم‌های بسته | | | نحوه استفاده سیستم‌های باز | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | جامدات کیلوگرم | مایعات لیتر (کیلوگرم) | گاز مترمکعب | جامدات کیلوگرم | مایعات لیتر (کیلوگرم) | گاز مترمکعب | جامدات کیلوگرم | مایعات لیتر (کیلوگرم) |
| **تاثیرگذار بر سلامت** | | | | | | | | | | |
| خورنده و سوزاننده‌ها | غ م | 4 | 2.270 | 1.892 | 23 | 2.270 | 1.892 | 23 | 454 | 378 |
| بسیار سمی‌ها | غ م | 4 | 4/5 | (4/5) | 0/57 | 4/5 | (4/5) | 0/57 | 1/4 | (0/106) |
| سمی‌ها | غ م | 4 | 227 | (227) | 23 | 227 | (227) | 23 | 57 | (0/57) |
| **با خطرهای فیزیکی** | | | | | | | | | | |
| مایعات سوختنی | II<br>IIIA<br>IIIB | 2 یا 3<br>2 یا 3<br>غ م | غ م | 454<br>1.249<br>49.962 | غ م | غ م | 454<br>1.249<br>49.962 | غ م | غ م | 114<br>303<br>49.962 |
| مواد و مصالح آتش بازی | 1.4G | 3 | 57 | غ م | غ م | غ م | غ م | غ م | غ م | غ م |
| مایعات کرایوژنیک | آتشزاها<br>اکسید کننده‌ها | 2<br>3 | غ م<br>غ م | 170<br>170 | غ م<br>غ م | غ م<br>غ م | 170<br>170 | غ م<br>غ م | غ م<br>غ م | 38<br>38 |
| مواد انفجاری | غ م | 1 | 0/454 | (0.454) | غ م | 0/106 | (0/106) | غ م | 0/106 | (0/106) |
| گازهای آتشزا | گاز<br>مایع<br>مایع شده نفتی | 2<br>2<br>2 | غ م<br>غ م<br>غ م | غ م<br>114<br>1.140 | 28/3<br>غ م<br>غ م | غ م<br>غ م<br>غ م | غ م<br>114<br>1.140 | 28/3<br>غ م<br>غ م | غ م<br>غ م<br>غ م | غ م<br>غ م<br>غ م |
| مایعات آتشزا | IA<br>IB و IC<br>ترکیب (IA,IB,IC) | 2 یا 3 | غ م | 114<br>454<br>454 | غ م | غ م | 114<br>454<br>454 | غ م | غ م | 38<br>114<br>114 |
| جامدات آتشزا | غ م | 3 | 79 | غ م | غ م | 125 | غ م | غ م | 11/4 | غ م |
| پراکسایدهای آلی | انفجاری‌های بی‌کلاس<br>I<br>II<br>III<br>IV | 1<br>1<br>2<br>3<br>غ م | 0/454<br>2/3<br>23<br>57<br>ب م | (0/454)<br>(2/3)<br>(23)<br>(57)<br>ب م | غ م<br>غ م<br>غ م<br>غ م<br>غ م | 0/106<br>0/454<br>23<br>57<br>ب م | (0/106)<br>(0/454)<br>(23)<br>(57)<br>ب م | غ م<br>غ م<br>غ م<br>غ م<br>غ م | 0/106<br>0/454<br>4/5<br>11/4<br>ب م | (0/106)<br>(0/454)<br>(4/5)<br>(11/4)<br>ب م |

| | V | غ م | ب م | غ م | ب م | ب م | غ م | ب م | ب م |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اکسید کننده‌ها | 4 | 1 | 0/454 | (0/454) | غ م | 0/106 | (0/106) | غ م | 0/106 | (0/106) |
| | 3 | 2 یا 3 | 4/5 | (4/5) | غ م | 0/91 | (0/91) | غ م | 0/91 | (0/91) |
| | 2 | 3 | 114 | (114) | غ م | 114 | (114) | غ م | 23 | (23) |
| | 1 | غ م | 1.816 | (1.816) | غ م | 1.816 | (1.816) | غ م | 454 | (454) |
| گازهای اکسید کننده | بصورت گاز گازمایع شده | 3 غ م | غ م غ م | غ م 114 | 42/5 غ م | غ م غ م | غ م 114 | غ م غ م | غ م غ م | غ م غ م |
| پایروفوریک | غ م | 2 | 1/8 | (1/8) | 1/4 | 0/454 | (0/454) | 0/28 | 0 | 0 |
| ناپایدارها (واکنش کننده‌ها) | 4 | 1 | 0/454 | (0/454) | 0/28 | 0/106 | (0/106) | 0/06 | 0/106 | (0/106) |
| | 3 | 1 یا 2 | 2/3 | (2/3) | 1/4 | 0/454 | (0/454) | 0/28 | 0/454 | (0/454) |
| | 2 | 2 | 23 | (23) | 21 | 23 | (23) | 21 | 4/5 | (4/5) |
| | 1 | غ م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م |
| واکنش کننده‌ها به آب | 3 | 2 | 2/3 | (2/3) | غ م | 2/3 | (2/3) | غ م | 0/454 | (0/454) |
| | 2 | 3 | 23 | (23) | غ م | 23 | (23) | غ م | 4/5 | (4/5) |
| | 1 | غ م | ب م | ب م | غ م | ب م | ب م | غ م | ب م | ب م |

1- غ م = غیرمشمول

2- ب م = بدون محدودیت

**جدول 3-2-2-الف حداکثر تعداد طبقات و ارتفاع مجاز بناها به متر، در ساختارهای مقاوم حریق باتوجه به نوع تصرف و استفاده از شبکه بارنده**

| نوع ساختار | مقاوم حریق 4 ساعتی | | مقاوم حریق 3 ساعتی | | مقاوم حریق 2 ساعتی | | مقاوم حریق 1 ساعتی | | مقاوم حریق صفرساعتی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 442 | | 332 | | 222 | | 111 | | 000 | |
| انواع تصرف | با بارنده | بدون بارنده | با بارنده | بدون بارنده | با بارنده | بدون بارنده | با بارنده | بدون بارنده | با بارنده | بدون بارنده |
| حداکثر ارتفاع بناها | ب م | ب م | 128 متر | 122 متر | 55 متر | 49 متر | 26 متر | 20 متر | 23 متر | 16/8 متر |
| تجمعی بیش از 1000 نفر | ب م | 4 | ب م | 4 | 12 | 4 | 3 | 2 | 1 | غیرمجاز |
| تجمعی بیش از 300 نفر | ب م | 4 | ب م | 4 | 12 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| تجمعی تا 300 نفر | ب م | 7 | ب م | 7 | 12 | 7 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| تجمعی در فضای باز | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م |
| اداری حرفه‌ای | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 6 | 5 | 5 | 4 |
| مراقبتی پرستاری (بزرگ) | ب م | غیرمجاز | ب م | غیرمجاز | 12 | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز | 2 | غیرمجاز |
| مراقبتی پرستاری (کوچک) | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| مراقبتی روزانه | ب م | 2 | ب م | 2 | 12 | 2 | 6 | 1 | 4 | 1 |
| مراقبتی بازپروری | ب م | 7 | ب م | 7 | 12 | 7 | 2 | 2 | 2 | غیرمجاز |
| آموزشی | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| مراقبت سلامت | ب م | غیرمجاز | ب م | غیرمجاز | 12 | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز |
| مراقبت سلامت (اورژانس) | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 6 | 5 | 5 | 1 |
| صنعتی (خطرمعمولی) | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 5 | 4 | 3 | 2 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صنعتی (خطرکم) | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| تجاری | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| مسکونی | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| مسکونی یک یا دو خانواری | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| انباری (خطر معمولی) | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| انباری (خطر کم) | ب م | ب م | ب م | ب م | 12 | 11 | 6 | 5 | 5 | 4 |
| **محتویات با خطر شدید** | | | | | | | | | | |
| با محافظت رتبه 1 | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 2 | ب م | غیرمجاز | ب م | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز | 2 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 3 | ب م | غیرمجاز | ب م | غیرمجاز | 6 | غیرمجاز | 4 | غیرمجاز | 2 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 4 | ب م | غیرمجاز | ب م | غیرمجاز | 8 | غیرمجاز | 6 | غیرمجاز | 4 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 5 | 4 | غیرمجاز | 4 | غیرمجاز | 4 | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز |

1- شبکه‌های بارنده باید به‌صورت خودکار و مورد تائید، مطابق ضوابط در تمامی فضاها نصب شده و سرتاسر بنا را پوشش دهند.

2- ب م = بدون محدودیت

3- زیرزمین‌ها جزو طبقات شمارش نمی‌شوند.

4- محتویات داخلی بناها از دیدگاه نوع خطر (و نه مقدار بار حریق) به خطر شدید، خطر معمولی و خطرضعیف دسته‌بندی می شوند (رجوع شود به 3-1-1).

5- درهرگروه از تصرف‌ها، چنانچه نیاز به رعایت ضوابط محافظت مطابق رتبه‌های 1 تا 5 نباشد، رقم همان گروه ملاک قرار می‌گیرد، مگر تصرف‌های صنعتی و انباری که درمورد آنها ارقام ذکر شده برای خطر معمولی مورد استناد خواهد بود.

**جدول 3-2-2-ب حداکثر تعداد طبقات و ارتفاع مجاز بناها به متر، در ساختارهای غیرسوختنی و سوختنی با توجه به نوع تصرف و استفاده از شبکه بارنده**

| انواع تصرف | غیر سوختنی دو ساعتی 211 | | غیر سوختنی دو ساعتی 200 | | سوختنی 1 ساعتی 111 | | سوختنی صفر ساعتی 000 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | با بارنده | بدون بارنده | با بارنده | بدون بارنده | با بارنده | بدون بارنده | با بارنده | بدون بارنده |
| حداکثر ارتفاع بناها به متر | 26 | 20 | 23 | 16/8 | 21/35 | 15/25 | 18/3 | 12/2 |
| تجمعی بیش از 1000 نفر | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | غیرمجاز | غیرمجاز |
| تجمعی بیش از 300 نفر | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| تجمعی تا 300 نفر | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| تجمعی در فضای باز | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| اداری حرفه ای | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| مراقبتی پرستاری (بزرگ) | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز |
| مراقبتی پرستاری (کوچک) | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| مراقبتی روزانه | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| مراقبتی بازپروری | 2 | 2 | 2 | غیرمجاز | 2 | 2 | 2 | غیرمجاز |
| آموزشی | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| مراقبت سلامت | 1 | غیرمجاز | غیرمجاز | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | غیرمجاز | غیرمجاز |
| مراقبت سلامت (اورژانس) | 6 | 5 | 5 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 |
| صنعتی (خطرمعمولی) | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| صنعتی (خطرکم) | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| تجاری | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| مسکونی | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| مسکونی یک یا دو خانواری | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| انباری (خطر معمولی) | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| انباری (خطر کم) | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| **محتویات با خطر شدید** | | | | | | | | |
| با محافظت رتبه 1 | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | غیرمجاز | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 2 | 2 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 3 | 4 | غیرمجاز | 2 | غیرمجاز | 2 | غیرمجاز | 1 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 4 | 6 | غیرمجاز | 4 | غیرمجاز | 4 | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 5 | 3 | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز | 3 | غیرمجاز | 2 | غیرمجاز |

1- شبکه‌های بارنده باید به‌صورت خودکار و مورد تائید، مطابق ضوابط در تمامی فضاها نصب شده و سرتاسر بنا را پوشش دهند.

2- ب م = بدون محدودیت

3- زیرزمین‌ها جزو طبقات شمارش نمی‌شوند.

4- محتویات داخلی بناها از دیدگاه نوع خطر (و نه مقدار بار حریق) به خطر شدید، خطر معمولی و خطرضعیف دسته‌بندی می‌شوند (رجوع شود به 3-1-1).

5- درهرگروه از تصرف‌ها، چنانچه نیاز به رعایت ضوابط محافظت مطابق رتبه‌های 1 تا 5 نباشد، رقم همان گروه ملاک قرار می‌گیرد، مگر تصرف‌های صنعتی و انباری که درمورد آنها ارقام ذکر شده برای خطر معمولی مورد استناد خواهد بود.

**جدول 3-2-3 حداکثر سطوح مجاز در هر طبقه بنا به متربع، در ساختارهای مختلف با توجه به نوع تصرف**

| نوع ساختار | مقاوم حریق 4 و 3 ساعتی | | مقاوم حریق 2 ، 1 و صفر ساعتی | | | غیر سوختنی 2 ساعتی | | سوختنی 1 و صفر ساعتی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| انواع تصرف | 442 | 332 | 222 | 111 | 000 | 211 | 200 | 111 | 000 |
| تجمعی بیش از 1000 نفر | ب م | ب م | ب م | 1442 | 791 | 1302 | غیرمجاز | 1070 | غیرمجاز |
| تجمعی بیش از 300 نفر | ب م | ب م | ب م | 1442 | 791 | 1302 | 791 | 1070 | 512 |
| تجمعی تا 300 نفر | ب م | ب م | ب م | 1442 | 791 | 1302 | 791 | 1070 | 512 |
| تجمعی در فضای باز | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م |
| اداری حرفه‌ای | ب م | ب م | ب م | 3488 | 2139 | 2651 | 1767 | 1674 | 837 |
| مراقبتی پرستاری (بزرگ) | ب م | ب م | 5115 | 1767 | 930 | 1535 | 930 | 977 | 419 |
| مراقبتی پرستاری (کوچک) | ب م | ب م | ب م | 2232 | 1488 | 2232 | 1488 | 1116 | 651 |
| مراقبتی روزانه | ب م | ب م | 5627 | 2465 | 1209 | 2186 | 1209 | 1721 | 837 |
| مراقبتی بازپروری | ب م | ب م | ب م | 1395 | 930 | 977 | 698 | 698 | 465 |
| آموزشی | ب م | ب م | ب م | 2465 | 1349 | 2186 | 1349 | 1721 | 884 |
| مراقبت سلامت | ب م | ب م | ب م | 1395 | 1023 | 1116 | غیرمجاز | 884 | غیرمجاز |
| مراقبت سلامت (اورژانس) | ب م | ب م | ب م | 3488 | 2139 | 2651 | 1767 | 1674 | 837 |
| صنعتی (خطرمعمولی) | ب م | ب م | ب م | 2325 | 1442 | 1767 | 1116 | 1302 | 791 |
| صنعتی (خطرکم) | ب م | ب م | ب م | 3488 | 2139 | 2651 | 1674 | 1953 | 1209 |
| تجاری | ب م | ب م | ب م | 2000 | 1163 | 1721 | 1163 | 1302 | 837 |
| مسکونی | ب م | ب م | ب م | 2232 | 1488 | 2232 | 1488 | 1116 | 651 |
| مسکونی یک یا دو خانواری | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م | ب م |
| انباری (خطر معمولی) | ب م | ب م | 4464 | 2418 | 1628 | 2418 | 1628 | 1302 | 837 |
| انباری (خطر کم) | ب م | ب م | 7347 | 3627 | 2418 | 3627 | 2418 | 1953 | 1256 |
| **محتویات باخطر شدید** | | | | | | | | | |
| با محافظت رتبه 1 | 1953 | 1953 | 1535 | 1023 | 651 | 884 | 651 | 698 | غیرمجاز |
| با محافظت رتبه 2 | 1953 | 1953 | 1535 | 1023 | 651 | 884 | 651 | 698 | 279 |
| با محافظت رتبه 3 | ب م | ب م | 5580 | 2465 | 1302 | 1628 | 1209 | 930 | 465 |
| با محافظت رتبه 4 | ب م | ب م | ب م | 3488 | 1628 | 2651 | 1628 | 1674 | 605 |
| با محافظت رتبه 5 | ب م | ب م | ب م | 3488 | 2139 | 2651 | 1767 | 1674 | 837 |

1- ب م = بدون محدودیت

2- درهرگروه از تصرف‌ها، چنانچه نیاز به رعایت ضوابط محافظت مطابق رتبه‌های 1 تا 5 نباشد، رقم همان گروه ملاک قرار می‌گیرد، مگر تصرف‌های صنعتی و انباری که درمورد آنها ارقام ذکر شده برای خطر معمولی مورد استناد خواهد بود.

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران
# مبحث چهارم
# الزامات عمومی ساختمان

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش دوم 1392

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | الزامات عمومی ساختمان [کتاب] / [تهیه کننده] دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **وضعیت ویراست:** | ویراست 2 |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، 1392 |
| **مشخصات ظاهری:** | س/111 ص. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث 4 |
| **شابک:** | 978-600-301-014-7 |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **یادداشت:** | چاپ قبلی: نشر توسعه ایران، 1388 (د، 77ص) |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث 4 |
| **رده بندی کنگره:** | 1392 ج.4 7م9الف/KMH 3402 |
| **رده بندی دیویی:** | 343/55 |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | 3284112 |


## نام کتاب: مبحث چهارم الزامات عمومی ساختمان


| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـــاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | 3000 جلد |
| **شـــابک:** | 978-600-301-014-7 |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | 1392 |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | 52.000 ریال |


حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده 33 قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**
**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث چهارم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر شهریار افندی‌زاده | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر فرهاد آزرمی | عضو |
| • مهندس رضا اشراقی | عضو |
| • دکتر ناصر بنیادی | سرپرست |
| • مهندس سیدابراهیم بنی‌مهد | نماینده معاونت شهرسازی و معماری |
| • مهندس لاله جعفرپوریانی | دبیر |
| • مهندس مسعود قاسم‌زاده محله | عضو و تدوین کننده متن اولیه |
| • دکتر بهروز کاری | عضو |
| • مهندس شراره معدنیان | عضو |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

**مقدمه:**

این مجموعه، ویرایش دوم مبحث چهارم مقررات ملّی ساختمان با عنوان الزامات عمومی ساختمان است.

هدف از این ویرایش، آسان‌سازی استفاده و دسترسی به مقررات موردنظر در فصول مختلف، افزودن برخی ضوابط تکمیلی برای کاربرد گسترده‌تر و رفع برخی ابهامات و کمبودهای اصلی و ویرایش فنی و ادبی آن بوده است.

این مبحث تعیین‌کنندهٔ شکل، حجم و نحوه قرارگیری مجاز ساختمان در زمین و فضاهای باز آن و مقررات مربوط به حداقل‌های الزامی فضاها و تأمین نور و تعویض هوای آن‌ها و همچنین ضوابط اختصاصی برخی تصرف‌های متداول است.

تأمین ایمنی، آسایش، بهداشت، بهره‌دهی مناسب و صرفهٔ اقتصادی فرد و جامعه از اصلی‌ترین اهداف مقررات ملّی ساختمان محسوب می‌شود. بدین لحاظ در این مبحث نیز این اهداف در سرلوحهٔ تدوین ضوابط قرار گرفته‌اند. در رابطه با امر ایمنی، الزامات مربوط به فضاها و عناصر واقع در مسیرهای دسترس و خروج ساختمان و همچنین جایگاه‌ها و بازشوهای امدادرسانی برای شرایطی مطرح گردیده که حوادثی چون زمین‌لرزه کارآیی دسترس‌های خروج در مبحث سوم را دچار مخاطره نموده باشد و تلاش شده تا علاوه بر دسترس و خروج ایمن، امکان امدادرسانی به ساکنان را از خارج از ساختمان فراهم سازد. تأمین نور و تعویض هوای کافی در رابطه با هدف‌های آسایش و بهداشت مطرح شده و استفاده مناسب و بهینه از فضاهای داخلی ساختمان و حتی فضاهای واقع در زیرزمین و میان طبقه‌ها و... در رابطه با هدف‌های صرفه اقتصادی و بهره‌دهی مناسب ضابطه‌مند گردیده است.

از طرف دیگر موضوع حفظ هویت فرهنگی جامعه نیز در این مبحث مطرح است. اگرچه منظر شهری باید از طریق طرح‌ها و ضوابط و راهنماهای طراحی شهری قاعده‌مند و هدایت شود، اما الزامات عمومی مقررات ملّی ساختمان نیز بر ساماندهی منظر شهری تأثیرگذار است.

رعایت اصول و الزامات معماری اسلامی- ایرانی از دیگر رویکردهای جدید و مهم در این ویرایش است. در این راستا ابتدا انتظارات عملکردی در ساختمان برای حفاظت از ارزش‌های اسلامی- ایرانی ازجمله تامین امنیت معنوی، حفظ حریم‌های خصوصی، رعایت اعتدال در سهم فضاها، اعتلای مظاهر و نمادهای معماری اسلامی، نمایش آبادانی و نشاط، بهره‌گیری از تجربیات معماری بومی و.... تبیین شده است. سپس سعی شده در فصول و قسمت‌های مرتبط الزاماتی برای دستیابی به این انتظارات ارائه شود. با همین دیدگاه، موضوعات مهمی همچون کنترل اشراف به ساختمان‌های مسکونی و بین واحدها، رعایت هماهنگی حجم و نمای ساختمان در دست احداث با ساختمان‌های موجود، به ویژه در بافت‌های تاریخی، مقررات فضای ورودی و نحوهٔ دسترسی و جانمایی فضاهای اصلی در ساختمان‌های مسکونی و الزامات برای همجواری فضاها و ساختمان‌ها برای جلوگیری از تداخل حریم‌های خصوصی و عمومی و مزاحمت بین آن‌ها نیز در این ویرایش مورد توجه بیشتری قرار گرفته است.

علاوه بر آن، مقرراتی که در دهه‌های ابتدای قرن حاضر به تصویب رسیده، عمدتاً موجب کنار گذاشته شدن معماری گذشته و رواج معماری مدرن گردید. اما توجه به نحوه استقرار ساختمان و فضاهای آن در فرهنگ معماری و شهرسازی گذشته و به‌ویژه قانونی کردن ساختمان‌های دارای حیاط مرکزی پس از گذشت حدود 70 سال از تدوین آئین‌نامه‌های ساختمانی ابتدای قرن، اقداماتی است که در این مبحث انجام می‌گیرد. در دسته‌بندی ساختمان‌ها از نظر ارتفاع، در گروه آ-3، یک و دو طبقه، قرارگیری ساختمان در اطراف حیاط مرکزی مجاز شمرده شده است.

عناصر معماری متداول در گذشته نیز که بخشی از ارزش‌های آن را تشکیل می‌داد، در نظر گرفته شده و تلاش جهت انطباق معماری گذشته با ضوابط کنونی، مثل امکان تعبیه گودال باغچه و نورگیری برای اتاق‌های تو در تو و ... از جمله اقداماتی است که در این ویرایش در ارتباط با احیای هویت گذشته در معماری امروز صورت می‌گیرد.

به منظور ضابطه‌مند ساختن طیف گسترده‌ای از ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول مقررات ملّی ساختمان، ابتدا این بناها بر اساس:

آ- انواع فضاها؛

ب- انواع تصرف‌ها؛

پ- انواع ساختمان‌ها (گروه‌های هشت‌گانه)؛

تقسیم‌بندی می‌شوند و سپس مقررات مرتبط با هر نوع فضا تدوین و از ترکیب فضاها، تصرف‌ها شکل گرفته و از ترکیب تصرف‌ها، ساختمان‌های گوناگون پدید آمده و بدین‌ترتیب مقررات حوزه شمولی در حد اغلب ساختمان‌ها و تصرف‌ها و فضاهای متداول می‌یابد.

ساختار این ویرایش، با در نظرداشتن ویژگی‌های کلی زیر تنظیم شده است:

1- اساس فصل‌بندی به‌گونه‌ای است که سلسله مراتب مقررات، از اهداف و الزامات کلی آغاز شده و با گذر از مقررات کمّی و ضوابط فیزیکی فضاها و تصرف‌ها به مقررات مربوط به عناصر و جزئیات مهم ساختمان منتهی می‌شود.

2- این ویرایش، بر اساس دیدگاه فضا محور تنظیم شده است. یعنی تمام الزامات کلی و اصلی مربوط به هر فضا از جمله اندازه‌ها، پوشش‌دیوار و کف، تهویه و نورگیری و عناصر مهم آن در چارچوبی مشخص در کنار هم آورده شده تا مراجعه و استفاده از آن آسان شود. در ضمن در یک فصل جدا، نکات اساسی و حداقل الزامات مربوط به نورگیری و تهویهٔ فضاهای ساختمان به صورت یک‌جا به همراه یک جدول خلاصه، همچون ویرایش نخست، ارائه گردیده است.

3- فصلی با عنوان مقررات اختصاصی تصرف‌ها ایجاد شده است که در آن برخی ضوابط مهم اختصاصی هر تصرف که تفاوت در سطح الزامات عمومی را در آن‌ها نشان می‌دهد، بیان گردیده است.

4- فصلی با عنوان مقررات خاص ساختمان‌های بلند افزوده شده است که در آن الزامات مهمی مانند وضعیت خاص راه‌های خروج، برق اضطراری، فضای مدیریت، تهویهٔ عمومی و ... در ساختمان‌های بلند ارائه گردیده است.

5- فصل الزامات عمومی عناصر و جزئیات مهم ساختمان با انسجام بیشتر تکمیل شده و الزامات مربوط به جزئیات بیشتری از ساختمان ارائه گردیده است.

6- در برخی قسمت‌های این مبحث، با توجه به بازتاب انتشار و کاربرد ویرایش نخست آن در جامعهٔ فنی و اجرایی کشور و با استفاده از نسخه‌های جدیدتر مقررات سایر کشورها و همچنین با

استناد به نتایج مطالعات و تحقیقات انجام‌شده در فاصلهٔ بین انتشار ویرایش نخست و دوم، الزامات جدیدی افزوده شده و یا الزامات پیشین تعدیل گردیده‌اند.

در خاتمه خاطرنشان می‌شود که این مبحث شامل الزامات عمومی ساختمان‌ها و فضاهاست و استانداردها و ضوابط تفصیلی و تخصصی که در برخی فضاها یا ساختمان‌ها مانند بیمارستان‌ها، صنایع تولیدی سنگین، تاسیسات نظامی و.... مطرح هستند، اصولاً در دامنهٔ شمول الزامات عمومی ساختمان قرار نگرفته و نیازمند ضوابط تخصصی به‌روز و جزئیاتی هستند که توسط مراجع ذیربط تهیه و ابلاغ می‌شوند. علاوه بر آن، در این ویرایش تلاش گردیده تا بخشی از تفاوت‌های مهم در سطح الزامات عمومی که ناشی از شرایط متفاوت اقلیمی و جغرافیایی هستند، بیان شود. اما ضوابط تفصیلی منطبق با شرایط اقلیمی خاص در کشور، به تدریج در ویرایش‌های بعدی و یا به صورت مدارک پشتیبان تکمیل و تدوین خواهد شد.

**کمیته تخصصی مبحث چهارم مقررات ملّی ساختمان**

# فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| **4-1 کلیات** | **1** |
| 4-1-1 اهداف | 1 |
| 4-1-2 دامنه کاربرد | 1 |
| 4-1-3 استانداردها و ضوابط | 3 |
| 4-1-4 بهره‌برداری و نگهداری | 3 |
| 4-1-5 مدارک فنی | 4 |
| 4-1-6 الزامات اجرایی | 5 |
| **4-2 تعاریف** | **7** |
| 4-2-1 تصرف | 7 |
| 4-2-2 واحد تصرف | 7 |
| 4-2-3 بار تصرف | 7 |
| 4-2-4 فضا | 8 |
| 4-2-5 اتاق | 13 |
| 4-2-6 فضاهای مشاع | 13 |

4-2-7 جایگاه امدادرسانی 13
4-2-8 ساختمان‌های منفصل 13
4-2-9 ساختمان‌های متصل 13
4-2-10 بسته (پاکت) حجمی بنا 13
4-2-11 سطح یا جدار نورگذر 14
4-2-12 بازشو 14
4-2-13 گشودگی 14
4-2-14 مصالح غیرریزنده 14
4-2-15 نمای ساختمان 14
4-2-16 نمای شیشه‌ای 14
4-2-17 شیبراه 15
4-2-18 میله دستگرد 15
4-2-19 مجرای خارجی نور و هوا 15
4-2-20 سطح الزامی 15
4-2-21 سطوح نورگیری و تعویض هوای الزامی 15
4-2-22 میان طبقه 16

**4-3 دسته‌بندی ساختمان‌ها 17**
4-3-1 دسته‌بندی و تعریف تصرف‌ها 17
4-3-2 دسته‌بندی ساختمان‌ها از نظر تعداد طبقات و نحوه قرارگیری بر زمین 29

**4-4 مقررات کلی 31**
4-4-1 اهداف و انتظارات عملکردی 31
4-4-2 ارتفاع و مساحت مجاز ساختمان‌ها 35

3-4-4 الزامات کلی ساخت و قرارگیری ساختمان 38
4-4-4 الزامات همجواری ساختمان‌ها، تصرف‌ها و فضاها 39
5-4-4 الزامات شکل، حجم و نمای ساختمان 40
6-4-4 الزامات پیش‌آمدگی‌های ساختمان 42

**5-4 الزامات عمومی فضاهای ساختمان‌ها 47**
1-5-4 فضاهای ورود، خروج، ارتباط و دسترس 47
2-5-4 فضاهای اقامت 56
3-5-4 اتاق‌ها و فضاهای اقامتی چند منظوره 60
4-5-4 فضاهای اشتغال 60
5-5-4 فضاهای پخت و آشپزخانه‌ها 62
6-5-4 فضاهای بهداشتی 64
7-5-4 فضاهای نیمه‌باز 66
8-5-4 فضاهای باز 68
9-5-4 فضاها و عناصر واسط نورگیری و تهویه 70
10-5-4 توقفگاه‌های خودرو 72
11-5-4 انبارها 76
12-5-4 فضاهای نصب تأسیسات 76
13-5-4 سایر مشاعات و فضاهای خدماتی عمومی 78

**6-4 الزامات عمومی نورگیری و تهویهٔ فضاها 83**

**7-4 مقررات اختصاصی تصرف‌ها 87**
1-7-4 تصرف‌های مسکونی 87

4-7-2 تصرف‌های حرفه‌ای/ اداری 93
4-7-3 تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی 93
4-7-4 تصرف‌های درمانی/ مراقبتی 94
4-7-5 تصرف‌های تجمعی 95

**4-8 مقررات خاص ساختمان‌های بلند (گروه 8) 97**

**4-9 الزامات عمومی عناصر و جزئیات مهم ساختمان 99**
4-9-1 دیوارها 99
4-9-2 سقف‌های کاذب 99
4-9-3 بام‌های مسطح 101
4-9-4 بام‌های شیبدار 102
4-9-5 سقف‌های نورگذر 103
4-9-6 نصب و اجرای در و پنجره 103
4-9-7 حفاظ‌ها، جان‌پناه‌ها و میله‌های دستگرد 104
4-9-8 آب‌بندی و عایق‌کاری رطوبتی 106
4-9-9 شومینه، بخاری دیواری و دودکش‌ها 106
4-9-10 جزئیات عمومی ایمنی در برابر سوانح و سایر خطرات 107
4-9-11 عایق‌کاری حرارتی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی 110
4-9-12 نگهداری و دفع زباله 110
4-9-13 سایر تجهیزات و تاسیسات ساختمان 110

## فهرست جدول‌ها

جدول 4-3-1 حروف اختصاری تصرف‌ها به ترتیب حروف الفباء 27
جدول 4-6-1 الزامات نور و هوا و محدودیت‌های الزامی فضاها 85

# 1-4 کلیات

## 1-1-4 اهداف

**1-1-1-4** این مقررات به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفهٔ اقتصادی، و تأمین نیازهای حداقل ساکنان و استفاده‌کنندگانِ (متصرفانِ) ابنیه و ساختمان‌های مشمول قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، با تعیین محدودیت‌ها، ابعاد حداقل فضاها، نورگیری، تهویهٔ مناسب و سایر الزامات عمومی طراحی و اجرا، به عنوان مبحث چهارم از مقررات ملی ساختمان ملاک عمل قرار می‌گیرد.

## 2-1-4 دامنه کاربرد

**1-2-1-4** این مقررات ناظر بر تمام ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان در کشور است و رعایت آن در طراحی، محاسبه، نظارت، اجرا و بهره‌برداری بناها برای تمام اشخاص حقیقی و حقوقی و مراجع ذکر شده در ماده 34 قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان در سراسر کشور الزامی است.

**2-2-1-4** رعایت این مقررات برای تمام ساختمان‌ها و سازه‌هایی که پس از تصویب و ابلاغ آن طراحی و ساخته شوند الزامی است. همچنین در ساختمان‌های موجود و در دست احداث به شرح زیر، رعایت این مقررات الزامی خواهد بود:

آ- در ساختمان‌های در دست احداث و در ساختمان‌های موجود در مرحلهٔ مرمت و بازسازی یا دیگر تغییرات جزئی بنا، به تشخیص مقامات قانونی مسئول،

ب- در هنگام تغییر تصرف ساختمان یا فضا یا تغییر کاربری زمین و برای منطبق شدن مشخصات ساختمان یا فضا با مقررات مربوط به تصرف یا کاربری جدید،

پ- در همه ساختمان‌های موجود، که توسط مقام قانونی مسئول، به علت عدم هماهنگی با این مقررات، برای ساکنان، استفاده‌کنندگان و سایر مردم، غیر ایمن، غیر بهداشتی و خطرناک تشخیص داده شوند.

در این صورت شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان باید با تعیین مهلت مقرر در مورد تعمیرات، تغییرات و تعبیهٔ تجهیزات لازم به دارندهٔ ملک و بنا دستور اقدام دهد و تا اصلاح آن پیگیری نماید.

**3-2-1-4** مقررات این مبحث شامل تمام ساختمان‌ها و سازه‌های موقت (غیر از اسکان موقت بازماندگان حوادث غیرمترقبه) نیز می‌شود.

**4-2-1-4** ساختمان‌های ثبت‌شده توسط سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری و ساختمان‌های دیگری که به تشخیص این سازمان دارای ارزش تاریخی، فرهنگی و معماری خاص هستند، با رعایت مبحث دوم مقررات ملّی ساختمان، تابع ضوابط سازمان مذکور خواهند بود.

**5-2-1-4** این مبحث دربرگیرندهٔ ضوابط مربوط به ساختمان‌ها و تجهیزات در محدودهٔ مالکیت و داخل پلاک زمین است و برای خارج از پلاک باید به ضوابط طرح‌های جامع و سایر طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری مصوب مراجعه شود.

**6-2-1-4** در صورت طراحی ساختمان‌ها برای افراد معلول جسمی- حرکتی، باید آخرین ویرایش ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی- حرکتی مصوب شورایعالی شهرسازی و معماری ایران نیز ملاک عمل قرار گیرد.

**7-2-1-4** چنانچه در ضوابط هر طرح توسعه و عمران شهری مصوب، یا سایر ضوابط مصوب محلی، الزامات با محدودیت‌های بیشتری تعیین شده باشد، آن مقادیر در حوزهٔ طرح مذکور ملاک عمل قرار می‌گیرد.

**8-2-1-4** در مواردی‌که ضوابط این مبحث دارای ابهام یا مسکوت می‌باشد، استعلام از دفتر مقررات ملّی ساختمان ملاک عمل خواهد بود.

### 3-1-4 استانداردها و ضوابط

رعایت آن قسمت از ضوابط و استانداردهایی که در این مبحث به آن‌ها اشاره شده الزامی است و به مثابهٔ جزوی از این مقررات تلقی می‌شوند.

### 4-1-4 بهره‌برداری و نگهداری

**1-4-1-4** در هنگام بهره‌برداری از ساختمان نباید تصرف یا نحوه استفاده از آن به صورتی تغییر نماید که با مقررات ساختمانی مربوط به تصرف جدید و یا با **کاربری‌های مجاز** زمین و ضوابط همجواری تعیین‌شده در طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری مغایرت یابد.

**2-4-1-4** در ساختمان‌های موجود، باید تمهیداتی را به‌کار بست تا از هرگونه استهلاک یا آسیب که باعث مغایرت مشخصات فضا یا ساختمان با الزامات مقرر شده برای تصرف مورد نظر شود، پیشگیری گردد.

**3-4-1-4** در هیچ یک از ساختمان‌های موجود، نباید تعمیرات و تغییراتی صورت گیرد که با کاهش ابعاد و ارتفاع فضاها، سطوح بازشوی تعویض هوا، سطوح نورگیر و غیره موجب مغایرت با الزامات این مقررات برای تصرف مورد نظر گردد.

**4-4-1-4** در عملیات نگهداری و تعمیر ساختمان نباید الزامات بیان‌شده در این مبحث و سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان حتی به صورت موقت نقض گردد. مگر آن‌که تمهیدات لازم برای

جبران اثر این اقدامات در حین بهره‌برداری و فعالیت متصرفان پیش‌بینی و اجرا شده و هشدارهای لازم با ذکر نوع و دورهٔ اثر آن‌ها به متصرفان داده شده باشد و یا ساختمان به صورت موقت از متصرفان تخلیه و فعالیت‌های جاری در این دوره متوقف گردد.

**5-4-1-4** تمام سطوح خارجی ساختمان باید در شرایط مناسب نگهداری شوند. همهٔ دیوارهای خارجی واقع در معرض عوامل جوی، باید عاری از هر گونه منفذ، روزنه و شکاف اضافی و مصالح زنگ‌زده و پوسیده باشند. ضمائم آویز به سازه، شامل سایبان‌ها، تابلوها، پله‌های فرار و راه‌پله‌های خارجی و دودکش‌ها، باید در شرایط مناسب نگهداری شوند و اتصالات آن‌ها همواره در شرایط ایمن قرار داشته باشند.

## 5-1-4 مدارک فنی

**1-5-1-4** مالکان اراضی و املاک باید قبل از هر اقدام عمرانی یا تفکیک اراضی و شروع ساختمان از شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان، با رعایت الزامات این قسمت و قسمت 4-4-3 پروانهٔ لازم را اخذ نمایند.

**2-5-1-4** مالک ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او باید جهت اخذ پروانه یا هر گونه مجوز ساختمان، مدارک فنی لازم شامل نقشه‌ها، محاسبات و مشخصات فنی که در آن نوع، چگونگی و حدود کار مورد نظر مطابق بند 4-1-5-3 نشان داده شده است را به تعداد نسخه‌های لازم، طبق روال تعیین شده در مبحث دوم مقررات ملّی ساختمان، به شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان و یا هر مقام قانونی مسئول تحویل دهد.

**3-5-1-4** مدارک فنی که برای بررسی و تأیید ارائه می‌شوند باید شامل پلان‌ها، مقاطع، نماها، جزئیات، هرگونه محاسبات و سایر مستندات فنی لازم باشند که در آن‌ها شکل، اندازه‌ها، نوع، جنس و سایر مشخصات تمام فضاها و عناصر ساختمان از جمله در، پنجره، قفسه‌های ثابت، لوازم بهداشتی و هرگونه اجزایی که انطباق مشخصات آن‌ها با این مقررات الزامی‌است، معین گردیده باشد.

**4-5-1-4** پس از تأیید نقشه‌ها و سایر مشخصات فنی و صدور پروانه ساختمان توسط شهرداری یا مقام قانونی مسئول، چنانچه به هر دلیل نیاز به تغییراتی در نقشه‌ها و مشخصات فنی باشد، باید پیش از هر اقدامی، مطابق روال مبحث دوم مقررات ملّی ساختمان، تغییرات مورد نظر به تایید مقام قانونی مسئول رسیده و پروانه ساختمان جدید صادر شود.

**5-5-1-4** شهرداری‌ها یا سایر مراجع صدور پروانه ساختمان موظفند تمام مدارک فنی ساختمان و تأییدیه‌ها یا هرگونه مستندات لازم از جمله گزارش‌های مهندس ناظر و مجری، تأییدیه‌های کیفیت مصالح و اجزای بکار رفته در ساختمان و سایر موارد که نشان‌دهندهٔ انطباق مشخصات طرح و اجرای ساختمان با مقررات این مبحث است را در نسخه‌های کامل به تعداد کافی نزد خود نگهداری نمایند.

## 6-1-4 الزامات اجرایی

### 1-6-1-4 مصالح و فرآورده‌ها و روش‌های ساختمانی

**1-1-6-1-4** استفاده از مصالح و فرآورده‌ها و روش‌های ساختمان در صورتی مجاز است که علاوه بر انطباق با الزامات مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان، اثر زیان بخش بر سلامتی سازندگان، ساکنان و استفاده کنندگان ساختمان و همچنین سایر مردم، عابران و ساکنان ساختمان‌های مجاور نداشته باشد.

**2-1-6-1-4** استفاده از روش‌های نوین ساخت و فرآورده‌ها و مصالح جدید باید به تأیید نهادهای قانونی مسئول برسد و گواهی‌های لازم برای آنها اخذ گردد.

**3-1-6-1-4** حین ساخت، تمام مصالح و عناصر ساختمانی چون نرده‌ها و حفاظ‌ها باید در شرایط مناسب و دور از محیط خورنده نگه داشته شوند و برای محافظت با رنگ مناسب پوشانده شوند.

**4-1-6-1-4** در صورت استفاده از اجزاء و سیستم‌های ساختمانی صنعتی و مدولار، باید استانداردها و مباحث مربوط در مقررات ملّی ساختمان، از جمله مبحث یازدهم، رعایت شود.

### 4-1-6-2 کارگاه ساختمانی

**4-1-6-1-2** ساختمان‌ها و تجهیزات کارگاه‌های ساختمانی باید طوری در محوطه مکانیابی شوند که براساس قوانین و همچنین مقررات ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا مندرج در مبحث دوازدهم، بدون ایجاد خطر و مزاحمت باشند و با مصوبات شهرداری‌ها و سایر مراجع قانونی مسئول انطباق داشته باشند.

**4-1-6-2-2** در هنگام ساخت، باید از پیاده‌روها و تأسیسات و تجهیزات شهری، آب و برق و گاز و فاضلاب و شیرهای آتش‌نشانی، علایم ادارهٔ نقشه‌برداری و غیره مراقبت گردد و در مدت زمان ساخت دسترسی مأموران مقامات قانونی مسئول به آن‌ها ممکن باشد.

**4-1-6-3-2** در هنگام ساخت، باید تصویر پروانهٔ ساختمان، نقشه‌های ساختمانی و تأسیساتی، و دفترچهٔ اطلاعات ساختمان در محل کارگاه وجود داشته باشد و تابلویی حاوی مشخصات ملک، ساختمان و مسئولان ساختمان (مالک، طراح، مجری و ناظر) در محل کارگاه به صورتی که از معبر عمومی قابل رؤیت باشد، مطابق با مباحث دوم و بیستم مقررات ملّی ساختمان نصب شود.

**4-1-6-4-2** مصالح اضافی و نخاله‌های ساختمان باید بدون لطمه به محیط زیست، به طریقی که شهرداری‌ها و سایر مراجع قانونی مسئول تعیین می‌کنند، از محل کارگاه انتقال یابد.

**4-1-6-5-2** درختان، گیاهان و سایر عناصری که در پروانهٔ ساختمان، نگهداری آن‌ها الزامی شده است، باید در هنگام ساخت، با روش‌های اصولی و مطمئن محافظت گردند.

**4-1-6-6-2** در صورت الزام به قطع درختان و موافقت شهرداری و سایر مقامات قانونی مسئول، نشاندن درخت یا درختان جایگزین طبق نظر آنان الزامی است.

**4-1-6-7-2** هرگاه در حین عملیات ساختمان آثاری مربوط به میراث فرهنگی کشور یافت شود، باید عملیات ساختمانی توسط مالک و سازنده متوقف و به سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری کشور و دیگر نهادهای قانونی مسئول اطلاع داده شود. ادامهٔ عملیات ساختمانی منوط به اخذ مجوز از سازمان و نهادهای یاد شده خواهد بود.

**4-1-6-8-2** تمام زمین‌ها و ساختمان‌های خالی باید در شرایط سالم، ایمن و بهداشتی نگهداری شوند تا به ویرانه تبدیل نشده و آثار منفی بر سلامت و ایمنی مردم نداشته باشند.

# 2-4 تعاریف

## 1-2-4 تصرف

تصرف در لغت به مفهوم در اختیار گرفتن ساختمان یا بخشی از ساختمان به منظور کار یا استفاده‌ای معین است و در این مقررات، مقصود از "تصرف"، نوع و شیوهٔ بهره‌گیری از بنا یا بخشی از آن است که با مقصودی معلوم در دست بهره‌برداری بوده یا قرار است برای آن مقصود مورد استفاده واقع شود.

دسته‌بندی تصرف‌ها در فصل 4-3 تشریح شده است.

## 2-2-4 واحد تصرف

محدوده‌ای مستقل از یک بنا، دارای متصرف یا متصرفانی با مالکیت یا مجوز بهره‌برداری مشخص، که به وسیلهٔ دیوارها و سقف و کف از سایر واحدهای تصرف و فضای عمومی مجزا گردیده است. مانند واحدهای مسکونی، واحدهای کسبی مستقل، مغازه‌ها و واحدهای اداری مستقل.

اتاق‌های هتل‌ها و سایر ساختمان‌های اقامتی، خوابگاه‌ها، بیمارستان‌ها، ادارات و یا غرفه‌های فروش کالا در فروشگاه‌های بزرگ، واحد تصرف محسوب نمی‌شوند.

## 3-2-4 بار تصرف

تعداد افراد استفاده کننده از یک فضا، واحد تصرف یا ساختمان به‌طور هم‌زمان، که راه دسترس یا خروج برای آن تعداد طراحی می‌شود.

### 4-2-4 فضا

مقصود از "فضا" در این مبحث محدوده‌ای از تصرف یا ساختمان است که برای فعالیتی مشخص در نظر گرفته شده است. فضاها ممکن است در ترکیب با یکدیگر یا مستقل از هم در تصرف‌های مختلف استقرار یابند. تقسیم‌بندی فضاها در ارتباط مستقیم با تقسیم‌بندی تصرف‌ها نیست و هر تصرف ممکن است از یک یا چند فضا تشکیل شود. انواع فضاها به طور کلی عبارتند از:

#### 1-4-2-4 فضای اقامت

فضایی محصور برای زندگی، خواب و غذا خوردن انسان است، که به وسیلهٔ عناصر ساختمانی از جمله دیوارها، سقف و کف از سایر فضاها جداشده و دارای نور و تهویهٔ طبیعی و حفاظت لازم در برابر عوامل طبیعی باشد.

#### 2-4-2-4 فضای اشتغال

فضایی محصور برای کسب و پیشه و استقرار شاغلان به تعداد کمتر از بیست نفر در تمام تصرف‌هاست، که به وسیلهٔ عناصر ساختمانی از جمله دیوارها یا جداکننده‌های قابل جابجایی (پارتیشن)، سقف و کف از سایر فضاها جداشده و دارای نور و تهویهٔ طبیعی یا مصنوعی و حفاظت لازم در برابر عوامل طبیعی باشد.

#### 3-4-2-4 فضای جمعی

فضایی که برای استفاده جمعی و همزمان 20 نفر و بیشتر در نظر گرفته شده است. فضاهایی مانند سالن گردهم‌آیی یا کنفرانس، سالن سینما، سالن رستوران، سالن انتظار در ترمینال مسافربری، سالن قرائت کتابخانه، سالن نمایش، سالن نمایشگاه، شبستان مسجد و استادیوم ورزشی، فضاهای جمعی محسوب می‌شوند.

### 4-2-4-4 فضای انبار

شامل همهٔ فضاهائی که به منظور انبار کردن کالاها و محصولات غیرخطرناک مورد استفاده قرار می‌گیرند و محل اشتغال محسوب نمی‌شوند.

### 4-2-4-5 فضای آشپزخانه

فضایی دارای نور و تهویهٔ لازم مطابق الزامات مربوط که به امکانات و لوازمی تجهیز شده تا به منظور نگهداری مواد غذایی، آماده سازی، پخت و پز و تهیهٔ غذا مورد استفاده قرار گیرد. در مواردی وسایل لازم برای غذاخوردن نیز در همین فضا قرار می‌گیرد.

آشپزخانه‌ها از نظر نحوه قرارگیری و معماری بر سه نوع هستند:

آ- آشپزخانهٔ مستقل، که توسط در و سایر عناصر جداکننده از دیگر فضاها جدا شده است؛

ب- آشپزخانهٔ باز، که فضای آشپزخانه بدون وجود در یا دیگر عناصر معماری با سایر فضاها مرتبط است؛

پ- آشپزخانهٔ دیواری، که در آن تجهیزات آشپزخانه در جوار یا در داخل دیوار جاسازی شده به شکلی که حدفاصل ردیف قفسه با فضای مجاور هیچ عنصر ساختمانی یا قفسه‌ای قرار نگرفته باشد و فقط می‌تواند توسط درهای قفسه‌ها پوشانده شده و از فضای اصلی مجزا گردد؛

آشپزخانه‌ها از نظر نوع استفاده بر سه دسته هستند:

آ- آشپزخانهٔ خانگی، که برای استفاده یک خانواده یا گروهی مشخص از افراد در نظر گرفته می‌شود؛

ب- آشپزخانهٔ تجاری یا عمومی، که برای یک فعالیت تجاری مانند رستوران‌ها و هتل‌ها یا مراکز عرضه‌کنندهٔ غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد؛

پ- آشپزخانهٔ صنعتی، که برای تولید صنعتی و بسته‌بندی انبوه غذا ایجاد می‌شود.

آشپزخانهٔ صنعتی تابع مقررات جداگانه و خاص خود است.

### 6-4-2-4 فضای آبدارخانه

فضایی مشابه آشپزخانه که تنها به امکانات و لوازم آماده سازی و تهیه خوراک سرد و نوشیدنی‌ها تجهیز می‌شود و در آن لوازم پخت و پز نصب نمی‌شود. در مواردی در همین فضا، با تمهیدات لازم از جمله تهویهٔ کافی، لوازم گرم کردن غذای آماده نیز نصب می‌گردد.

### 7-4-2-4 فضای بهداشتی

فضائی دارای تهویه و روشنایی لازم مطابق مقررات مربوط که به امکانات و لوازمی تجهیز شده، تا به منظور تأمین بهداشت ساکنان و استفاده‌کنندگان ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. این فضاها شامل مستراح، دستشوئی و حمام و فضای شستشوی وسائل نظافت می‌شوند.

فضاهای بهداشتی به طور کلی از نظر نوع استفاده بر سه دسته‌اند:

آ- فضاهای بهداشتی خصوصی، که برای استفاده افرادی معین در یک دوره زمانی مانند ساکنان فضاهای اقامت یا گروهی مشخص از افراد از جمله کارکنان ثابت یک تصرف اداری، در نظر گرفته می شوند.

ب- فضاهای بهداشتی عمومی، که برای استفاده عموم افراد در نظر گرفته می شوند. مانند فضاهای بهداشتی در ساختمان‌ها و فضاهای عمومی، یا فضاهای اختصاص یافته به مراجعه کنندگان در تصرف‌های اداری و یا تجاری.

پ- فضاهای بهداشتی خاص، که در تصرف‌ها و فضاهایی مانند بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌های تشخیص پزشکی و آسایشگاه‌ها برای نیازهای خاص استفاده‌کنندگان تعبیه می‌شوند و باید از مشخصات و الزامات مختص خود پیروی نمایند.

### 8-4-2-4 فضای ارتباط و دسترس

فضائی که ارتباط و دسترسی به تصرف‌های درون ساختمان یا بین فضاها از طریق آن صورت می‌گیرد. چنین فضاهایی ممکن است به عنوان بخشی از ساختمان به صورت محصور و سرپوشیده طراحی شوند و یا به صورت فضای نیمهٔ باز متصل به ساختمان در مسیر دسترس و خروج ساختمان قرار گیرند.

### 9-4-2-4 فضای تأسیسات

فضاهایی مستقل که تجهیزات و وسایل تأسیساتی ساختمان در آن نصب می‌شوند. اگر چه ممکن است در مواقعی، عملیات نگهداری یا تعمیر تجهیزات نصب شده در آن صورت گیرد، فضای اشتغال محسوب نمی‌شود.

### 10-4-2-4 توقفگاه

محل‌های توقف و نگهداری وسایل نقلیه هستند که توقفگاه‌های وسایل نقلیه در فضای باز و فضاهای توقفگاه وسایل نقلیه در ساختمان را شامل می‌شوند.

### 11-4-2-4 فضای توقفگاه وسایل نقلیه در ساختمان

توقفگاه‌های مختص وسایل نقلیهٔ ساکنان در ساختمان‌های مسکونی یا ساختمان‌هایی که مکان‌های توقف دارای مالکیت یا حق استفادهٔ افراد معین است، توقفگاه‌های خصوصی محسوب گردیده و توقفگاه‌هایی که بدینگونه نیستند و امکان استفادهٔ عموم از آن‌ها میسر است، توقفگاه عمومی محسوب می‌گردند.

توقفگاه‌های خودرو به سه گروه کوچک (دارای حداکثر 3 محل توقف خودرو)، متوسط (دارای 4 تا حداکثر 25 محل توقف خودرو)، و بزرگ (دارای بیش از 25 محل توقف خودرو)، در انواع خصوصی و عمومی تقسیم می‌شوند.

### 12-4-2-4 فضاهای باز

**آ- حیاط بیرونی:** فضائی باز بیرون محدودهٔ ساختمان است، که قسمت اعظم نورگیری ساختمان از آن تأمین می‌شود. نسبت سطوح حیاط و سطح زیربنای همکف، در مقررات طرح‌های توسعهٔ شهری تعیین می‌شود.

**ب- حیاط خلوت:** فضائی باز است، کوچک‌تر از حیاط بیرونی و معمولاً در منتهی‌الیه دیگر ساختمان که ممکن است در تمام عرض زمین و یا در قسمتی از آن قرار گیرد.

**پ- حیاط‌های داخلی**

پ-1- پاسیو: فضائی باز است، که به وسیلهٔ جداره‌هایی محصور شده و به طور معمول اضلاع آن در تمام ارتفاع ساختمان امتداد یافته، و وظیفهٔ تأمین نور و تهویهٔ بخشی از ساختمان را در طبقات بر عهده دارد.

پ-2- گودال باغچه: فضائی باز در ساختمان‌های گروه 3 (از دسته‌بندی بخش 4-3-2) است، که در میان ساختمان قرار دارد و به طور معمول کف آن در سطحی پائین‌تر از تراز طبقه همکف قرار گرفته است و وظیفهٔ تأمین نور و تهویهٔ بخشی از ساختمان را بر عهده دارد.

پ-3- حیاط مرکزی: فضائی باز در طبقه همکف ساختمان‌های گروه 3 است که توسط احجام ساختمانی همان پلاک از دو طرف یا بیشتر محصور گردیده و با رعایت ضوابط طرح‌های توسعه شهری می‌تواند بعنوان حیاط اصلی محسوب گردد.

**ت- فضای نیمه‌باز:** به فضاهایی اطلاق می‌شود که امکان دسترسی از داخل ساختمان داشته و در ارتباط با هوای آزاد قرار دارند، به گونه‌ای که حداقل یک وجه آن‌ها باز است. انواع این فضاها عبارتند از:

ت-1- بالکن: سطحی است که از دو یا سه طرف به طور مستقیم در مجاورت هوای آزاد قرار گرفته است و زیر آن به وسیله فضای بسته‌ای اشغال نگردیده باشد.

ت-2- بالکن کم‌عرض: بالکنی است با عرض کمتر از 0/50 متر و حداکثر با طولی برابر با اندازهٔ عرض پنجره‌ای که تا کف امتداد دارد.

ت-3- مهتابی (تراس): سطح روبازی از ساختمان، که بام بخش‌هایی از طبقهٔ زیرین آن است.

ت-4- ایوان: فضایی مسقف است که از یک طرف با هوای آزاد به طور مستقیم ارتباط دارد.

ت-5- محفظهٔ آفتاب‌گیر: فضائی نیمه‌باز، که در صورت اخذ مجوز از شهرداری‌ها یا سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمانی، در شرایط اقلیمی مناسب با سطوح شفاف پوشیده می‌شوند، یا از ابتدا به صورت بخشی از فضاهای اصلی ساختمان به منظور استفاده از انرژی و نور آفتاب و اجتناب از تبادل حرارت با خارج ساختمان طراحی می‌شود.

### 5-2-4 اتاق

فضایی دارای نور و تهویـه مستقل مطابق الزامات مربوط، که به وسیلهٔ دیوارها، در، پنجره، سقف و کف از سایر فضاها و محیط خارج ساختمان جدا شده و مطابق ضوابط مربوط، برای اقامت یا اشتغال درنظر گرفته شده است.

### 6-2-4 فضاهای مشاع

بخش‌هائی از ساختمان یا مجموعهٔ ساختمانی که در انطباق با قانون تملک آپارتمان‌ها و سایر قوانین مرتبط، مالکیت آن به عموم مالکان آن ساختمان یا مجموعه تعلق دارد.

### 7-2-4 جایگاه امدادرسانی

فضاها و سطوحی که به منظور کمک و امدادرسانی در موارد اضطراری در فضاهای باز در نظر گرفته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### 8-2-4 ساختمان‌های منفصل

ساختمان‌هائی هستند که بصورت "کوشک" مانند، در داخل محوطه و ملک بدون اتصال به ساختمان‌های پلاک‌های دیگر قرار دارند.

### 9-2-4 ساختمان‌های متصل

ساختمان‌هائی هستند که به ساختمان ملک مجاور متصل و یا حد فاصل آن‌ها درز انقطاع بین دو بنا است.

### 10-2-4 بسته (پاکت) حجمی بنا

حجم ساده شده‌ای است که کل بنا بر اساس ضوابط مصوب در آن محاط می‌گردد.

### 4-2-11 سطح یا جدار نورگذر

به طور کلی به سطح یا جداری اطلاق می‌شود که ضریب انتقال نور آن بزرگتر از 20 درصد باشد. جدار نورگذر بر دو نوع شفاف و مات است و در این مبحث، پنجره‌ها، نماها و درهای خارجی شیشه‌ای، نورگیرها و مشابه آن‌ها را شامل می‌شود.

### 4-2-12 بازشو

سطحی از نما و یا دیوارهای ساختمان که با مصالح و عناصری ساخته شده که ضمن نورگذر بودن تمام یا بخش‌هایی از آن، امکان باز و بسته شدن را برای تامین تهویهٔ لازم دارد.

### 4-2-13 گشودگی

سطح یا روزنه‌ای در نما یا دیوارهای یک فضا که به روی فضای خارج یا فضای مجاور باز است.

### 4-2-14 مصالح غیرریزنده

مصالحی هستند که اگر به هر صورت شکسته شده و یا از محل خود جدا شوند، امکان ریزش قطعات آن‌ها وجود نداشته باشد.

### 4-2-15 نمای ساختمان

بخشی از جدارهٔ خارجی ساختمان است که در معرض دید قرار دارد.

### 4-2-16 نمای شیشه‌ای

درصورتی‌که نمای ساختمان دارای پوشش حداقل 60 درصد از شیشه باشد نمای شیشه‌ای نامیده، و به دو دسته تقسیم می‌شود:

#### 4-2-16-1 نمای شیشه‌ای پیوسته:

به نمایی شیشه‌ای اطلاق می‌گردد که دارای سطوحی از شیشه باشد، بطوریکه در تقسیم آن به 20 متر مربع و بیشتر، جدا کننده‌ای با مصالح دیگر در بین نباشد.

### 2-4-16-2 نمای شیشه‌ای ناپیوسته:

به نمایی شیشه‌ای اطلاق می‌گردد که دارای سطوح شیشه‌ای باشد که در تقسیمات20 متر مربعی آن، جداکننده‌هائی با مصالح دیگر وجود داشته باشد.

### 2-4-17 شیبراه

سطح شیبداری است که برای ارتباط بین دو سطح دارای اختلاف ارتفاع به کار برده می‌شود.

### 2-4-18 میله دستگرد

یک میله یا نرده افقی یا مایل که با مشخصاتی معین برای دست گرفتن به عنوان تکیه‌گاه یا هدایت افراد، نصب شده است.

### 2-4-19 مجرای خارجی نور و هوا

مجرائی منتهی به فضای باز در مجاورت زیرزمین و به منظور تأمین نور و هوای آن است که با تعبیه بازشوهائی به آن (در انطباق با تعویض هوای طبیعی در مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان)، تأمین نور و هوای فضاهای واقع در زیرزمین را برعهده دارد.

### 2-4-20 سطح الزامی

سطحی است که رعایت مقدار و محدودیت‌های آن در این مقررات الزامی شده است.

### 2-4-21 سطوح نورگیری و تعویض هوای الزامی

سطوحی هستند که جهت حداقل نورگیری و تعویض هوای طبیعی فضاها، طبق مقررات مربوط و مقادیر جدول 4-6-1 این مبحث درنظر گرفته می‌شوند. درمحاسبهٔ این سطوح، مجموع سطوح نورگذر مجاز پنجره‌ها و درها و تمام بازشوها منظور می‌گردند.

### 4-2-22 میان طبقه

طبقه‌ای که تراز کف آن بین هر یک از طبقات اصلی ساختمان به گونه‌ای قرار دارد که از فضای زیر آن که قابل تصرف است دسترسی دارد و مساحت آن مطابق مقررات، نسبتی کوچکتر از مساحت فضای زیر آن است.

# 3-4 دسته‌بندی ساختمان‌ها

## 1-3-4 دسته‌بندی و تعریف تصرف‌ها

بازگشت به تعریف تصرف در قسمت تعاریف این مبحث، دسته بندی تصرف‌ها و تعریف یکایک آن‌ها در این قسمت ارائه می‌شود. در پایان این قسمت جدولی قرار گرفته که گروه‌بندی و مثال‌هایی از تصرف‌ها در هر گروه را نشان می‌دهد.

### 1-1-3-4 تصرف‌های مسکونی (م)

هر بنا یا بخشی از یک بنا که در آن شخص یا خانواده‌ای زندگی کند و به منظور خوابیدن از آن استفاده شود، به استثنای بناهایی که در گروه تصرف‌های درمانی/ مراقبتی دسته‌بندی می‌شوند، دارای تصرف مسکونی شناخته می‌شود. بناهای با تصرف مسکونی شامل موارد زیر می‌شوند:

#### 1-1-1-3-4 گروه م-1

تصرف‌های مسکونی که متصرفان عمدتاً به طور موقت (کمتر از یک ماه) در آن اقامت دارند، شامل موارد زیر:

- مسافرخانه‌ها و مسافرپذیرها (برای اقامت موقت)،
- هتل‌ها، هتل‌آپارتمان‌ها و متل‌ها.

#### 2-1-1-3-4 گروه م-2

تصرف‌های مسکونی شامل بیشتر از دو واحد مسکونی که متصرفان آن به طور عمده، به صورت دائم در ساختمان ساکن هستند، شامل موارد زیر:

- بناهای آپارتمانی،
- اقامتگاه‌های غیر موقت سازمانی، مذهبی، ورزشی و نظایر آن،
- خوابگاه‌ها،
- اقامتگاه‌های تفریحی شراکتی.

**4-3-1-1-3 گروه م-3**

تصرف‌های مسکونی که برای مراقبت شبانه‌روزی از افراد به تعداد 6 تا 16 نفر (به غیر از تعداد کارکنان) استفاده می‌شوند.

**توجه:** تصرف‌های غیر مسکونی که به این منظور استفاده می‌شوند و همچنین بناهایی که برای مراقبت شبانه‌روزی از افراد بیش از 16 نفر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند، حسب موضوع در یکی از زیرگروه‌های تصرف‌های درمانی/ مراقبتی دسته‌بندی می‌شوند.

**4-3-1-1-4 گروه م-4**

تصرف‌های مسکونی شامل حداکثر 3 طبقه بر روی سطح دسترس معبر که برای اقامت یک یا دو خانوار در نظر گرفته می‌شوند و متصرفان آن به‌طور عمده، به صورت دائم در ساختمان ساکن هستند.

تا هنگام تهیه و ابلاغ مقررات اختصاصی جداگانه برای این گروه تصرف، باید از مقررات مربوط به گروه م-2 تبعیت گردد.

## 4-3-1-2 تصرف‌های آموزشی (آ)

هر بنا یا بخشی از یک بنا که در آن اشخاص به تعداد حداقل 6 نفر به منظورهای آموزشی در دوره‌های تحصیلی ابتدایی تا دبیرستان در یک جا جمع شوند، دارای تصرف آموزشی شناخته می‌شود. همچنین هر بنا یا بخشی از بنا که به منظور آموزش یا مراقبت از بیش از 5 کودک با سن بیش از 3 سال برای قسمتی از طول شبانه‌روز استفاده شود، در این تصرف قرار می‌گیرد.

**تبصره:** کاربری‌های آموزشی در دوره‌های تحصیلی بالاتر از دبیرستان جزو دسته تصرف‌های آموزشی محسوب نشده و جزو دسته تصرف‌های حرفه‌ای/اداری قرار می‌گیرند.

### 3-4-1-3-4 تصرف‌های درمانی/ مراقبتی (د)

هر بنا یا بخشی از یک بنا که در آن اشخاص به دلیل داشتن محدودیت یا معلولیت جسمی و یا ذهنی، بیماری یا کهولت تحت مراقبت پزشکی و نظایر آن باشند، یا به منظور مجازات یا بازپروری تحت نظر یا بازداشت قرار گرفته و آزادی حرکت از آنان سلب شده باشد، دارای تصرف درمانی/ مراقبتی شناخته می‌شود. تصرف‌های درمانی/ مراقبتی به چهار گروه د -1 تا د -4 تقسیم می‌شود.

#### 1-3-1-3-4 گروه د -1

این تصرف شامل بنا یا بخشی از بنا می‌شود که برای پذیرایی از بیش از 16 نفر به‌طور شبانه‌روزی استفاده می‌شود که به علت شرایط روحی یا سایر دلایل، در یک محیط مسکونی تحت مراقبت بوده و خدمات مراقبتی به آنان ارائه می‌گردد. متصرفان در این تصرف قادر هستند تا در صورت وقوع یک موقعیت اضطراری بدون کمک فیزیکی کارکنان، واکنش لازم را از خود نشان دهند. این تصرف شامل مراکز نگهداری از آسیب‌دیدگان اجتماعی، مراکز ترک اعتیاد و موارد مشابه می‌شود.

#### 2-3-1-3-4 گروه د-2

شامل بنا یا بخشی از بنا که به منظور ارائه خدمات شبانه‌روزی پزشکی، جراحی، روانپزشکی، پرستاری، یا نگهداری از کودکان بی‌سرپرست و نظایر آن برای افرادی به تعداد بیش از پنج نفر که بعضاً قادر به مراقبت از خود نیستند، استفاده می‌شود. این تصرف شامل بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، تیمارستان‌ها و شیرخوارگاه‌ها و موارد مشابه می‌شود. همچنین هر گونه مرکز مراقبت از کودکان کمتر از 3 سال به تعداد بیش از پنج نفر که در آن کودکان برای کل مدت شبانه‌روز نگهداری می‌شوند، باید جزو گروه د -2 قرار داده شود.

#### 3-3-1-3-4 گروه د -3

این تصرف شامل بناهایی می‌شود که در آن افراد به تعداد بیش از پنج نفر به دلایل امنیتی نگهداری شوند و آزادی حرکت آن‌ها به دلایل امنیتی محدود شده باشد. این تصرف شامل موارد زیر می‌گردد: زندان‌ها، بازداشتگاه‌ها، ندامتگاه‌ها و اندرزگاه‌ها، دارالتأدیب‌ها و مراکز بازپروری.

#### 4-3-1-3-4 گروه د -4 (مراقبت‌های روزانه)

هر بنایی که در آن افراد در هر سنی به تعداد بیش از پنج نفر به وسیله افرادی غیر از والدین، خویشاوندان یا وابستگان خود در محلی غیر از خانه خود و به مدت کمتر از 24 ساعت مراقبت

شوند، در این گروه قرار می‌گیرد. آسایشگاه‌هایی که برای مراقبت شخصی برای کمتر از 24 ساعت و برای بیش از پنج نفر افراد بالغ استفاده شود (مانند مراکز مراقبت روزانهٔ سالمندان)، و نیز مراکزی که برای نگهداری بیش از پنج کودک با سن کمتر از 3 سال به مدت کمتر از 24 ساعت استفاده شوند(مانند مهد کودک‌ها)، باید جزو این گروه قرار گیرند.

### 4-3-1-4 تصرف‌های تجمعی (ت)

هر بنا یا بخشی از بنا که برای تجمع افراد به منظورهایی مانند تشکیل گردهمایی‌های اجتماعی یا مذهبی، برگزاری جشن‌ها و مراسم، خوردن و آشامیدن، یا سالن‌های انتظار در پایانه‌های مسافری استفاده شود، جزو تصرف تجمعی قرار می‌گیرد.

چنانچه ساختمان یا واحد تصرف مستقلی در آن برای اهداف تجمعی برای افراد به تعداد کمتر از 50 نفر استفاده شود، آن را باید جزو تصرف حرفه‌ای/ اداری قرار داد.

چنانچه اتاق یا فضایی برای اهداف تجمعی توسط افراد کمتر از 50 نفر در جنب سایر تصرف‌ها به کار رود، باید به عنوان قسمتی از همان تصرف در نظر گرفته شود و نیازی به قرار دادن آن در گروه تجمعی نیست.

چنانچه اتاق یا فضایی با مساحت حداکثر تا 70 متر مربع برای اهداف تجمعی در جنب سایر تصرف‌ها به کار رود، باید به عنوان قسمتی از همان تصرف در نظر گرفته شود و نیازی به قرار دادن آن در تصرف تجمعی نیست.

فضاهای جمعی که جزو فضاهای جنبی در تصرف‌های آموزشی محسوب می‌شوند (مانند کتابخانه، تریا، سالن ورزش یا سالن سخنرانی در مدارس) جزئی از تصرف آموزشی محسوب شده و نیازی به قرار دادن آن‌ها در تصرف تجمعی نیست.

تصرف‌های تجمعی شامل موارد زیر می‌گردد:

#### 4-3-1-4-1 گروه ت-1

مجموعه‌های دارای فضاهای تجمع، معمولاً با صندلی ثابت، که برای ارائه یا تماشای اجراهای نمایشی یا تصاویر متحرک استفاده می‌شوند، شامل سینماها، تئاترها و استودیوهای رادیویی - تلویزیونی که تماشاچی می‌پذیرند.

### 3-4-1-3-4-2 گروه ت-2

مجموعه‌های دارای فضاهای تجمع که برای صرف غذا یا نوشیدنی استفاده می‌شوند، شامل سالن‌های ضیافت، رستوران‌ها، تریاها و نظایر آن‌ها .

### 3-4-1-3-4-3 گروه ت-3

مجموعه‌های دارای فضاهای تجمع که به منظور نیایش، جشن یا سرگرمی استفاده می‌شوند و یا تصرف‌های تجمعی که در سایر گروه‌های تصرف (ت) قرار نگرفته باشند، شامل مساجد، کلیساها یا سایر اماکن مذهبی، سالن‌های بازی‌های تفریحی، گالری‌های هنری، سالن‌های سخنرانی، سالن‌های اجتماع، دادگاه‌ها و دادسراها، سالن‌های نمایشگاهی، باشگاه‌های ورزشی (بدون جایگاه تماشاچی)، استخرهای سرپوشیده (بدون جایگاه تماشاچی) و محوطه‌های آن‌ها، زمین‌های سرپوشیده تنیس (بدون جایگاه تماشاچی)، کتابخانه‌ها، موزه‌ها، سالن‌های انتظار در ترمینال‌های مسافرتی، سالن‌های بیلیارد و محوطه‌های آن‌ها.

### 3-4-1-3-4-4 گروه ت-4

مجموعه‌های دارای فضاهای تجمع که به منظور تماشای فعالیت‌ها و بازی‌های ورزشی داخل سالن که دارای تماشاچی هستند، شامل استادیوم‌ها و مجموعه‌های ورزشی سرپوشیده.

### 3-4-1-3-4-5 گروه ت-5

مجموعه‌های دارای فضاهای تجمع که به منظور انجام یا تماشای فعالیت‌ها در فضای باز استفاده می‌شوند، شامل پارک‌های تفریحی و استادیوم‌های سرباز.

## 3-4-1-3-5 تصرف‌های حرفه‌ای/ اداری (ح)

هر بنا با بخشی از بنا که برای انجام امور و ارائه خدمات حرفه‌ای یا اداری استفاده شود که می‌تواند شامل نگهداری یا انبار مدارک و بایگانی نیز شود. از جمله مهم‌ترین بناهای با تصرف حرفه‌ای/ اداری عبارتند از:

- همهٔ دفاتر امور اداری،
- بانک‌ها، شعب پست، تلگراف و تلفن،
- آرایشگاه‌ها،

- کلینیک‌ها و مطب‌های پزشکی که بیمار در آن‌ها به طور شبانه‌روزی بستری نمی‌شود،
- آزمایشگاه‌ها و مراکز تشخیص طبی،
- نمایشگاه‌های اتومبیل،
- مغازه‌های کپی و پرینت،
- دفاتر و شرکت‌های خدمات حرفه‌ای (نظیر مهندسی، معماری و غیره)،
- ایستگاه‌های رادیو و تلویزیون،
- فعالیت‌های آموزشی بالاتر از دبیرستان،
- آزمایشگاه‌های تحقیقاتی یا کنترل کیفیت،
- ایستگاه‌های نیروهای انتظامی و آتش‌نشانی،
- ماشین‌شویی‌ها،
- کلینیک‌های حیوانات،
- برج‌های کنترل ترافیک هوایی.

### 6-1-3-4 تصرف‌های کسبی/تجاری (ک)

هر بنا یا بخشی از بنا که برای نمایش و فروش اجناس و کالای مختلف استفاده شده و مقادیری کالا نیز در آن به منظور دسترسی برای فروش به مشتریان انبار شده است. از جمله مهم‌ترین بناهای با تصرف کسبی/ تجاری موارد زیر را می‌توان نام برد:

- فروشگاه‌ها و مغازه‌ها،
- سالن‌ها و میادین فروش،
- بازارها و بازارچه‌ها،
- عمده‌فروشی‌ها،
- داروخانه‌ها.

### 3-4-1-3-7 تصرف‌های صنعتی (ص)

هر بنا یا بخشی از بنا که به منظور ساخت، مونتاژ، تولید، بسته‌بندی، تعمیر یا فرآیندهای مربوط به تولید مورد استفاده قرار گیرد، به شرطی که جزو تصرف‌های مخاطره‌آمیز نباشد، جزو تصرف صنعتی شناخته می‌شوند. تصرف‌های صنعتی به شرح زیر به دو گروه (ص-1) و (ص-2) تقسیم می‌شوند.

**4-1-3-7-1 گروه ص-1: تصرف‌های صنعتی میان خطر**

تصرف‌های صنعتی که جزو گروه کم‌خطر نباشند، جزو گروه ص-1 قرار داده می‌شوند، از جمله صنایع زیر:

صنایع الکترونیک و قطعات برقی، تولید لامپ، وسایل ورزشی، خودرو و سایر وسایل نقلیه موتوری، دوچرخه‌سازی، تولید انواع قایق، ماشین‌های اداری، تجهیزات عکاسی و فیلمبرداری، فرش و موکت، پوشاک، تولید مبلمان و روکش مبلمان، خشکشویی‌ها، ماشین‌های ساختمانی و کشاورزی، صنایع هواپیمایی، تولید حشره‌کش، صنایع شوینده، صنایع غذایی، پخت نان و شیرینی، تولید محصولات از جنس بوته و گیاهان خشک، محصولات از جنس کنف، صنایع چرم، صنایع ماشین‌سازی، خراطی و فرزکاری چوب، فیلمبرداری تلویزیونی و تصاویر متحرک (بدون تماشاچی)، کالای نوری، صنایع کاغذ، صنایع پلاستیک، صنایع چاپ، ماشین‌های تفریحی، کوره‌های سوزاندن زباله، تولید کفش، نساجی‌ها، دخانیات، صنایع چوب و کابینت.

**4-1-3-7-2 گروه ص-2: تصرف‌های صنعتی کم‌خطر**

تصرف‌های صنعتی که برای تولید و ساخت کالای غیر قابل سوختن استفاده شده و در حین فرآیندهای تولید، کارهای تکمیلی و بسته‌بندی، با هیچ گونه خطر حریق همراه نیستند، تحت گروه (ص-2) دسته‌بندی می‌شوند. از جمله موارد زیر:

مصالح بنایی نظیر آجر، محصولات سرامیکی، گداز فلزات، محصولات شیشه، گچ، یخ، محصولات فلزی (ساخت و شکل‌دهی)، نوشابه‌های غیر الکلی.

### 8-1-3-4 تصرف‌های انباری (ن)

هر بنا یا بخشی از بنا که برای انبار کردن استفاده شود، به شرطی که جزو تصرف‌های مخاطره‌آمیز نباشد، جزو تصرف انباری قرار می‌گیرد. تصرف‌های انباری به دو دسته (ن-1) و (ن-2) تقسیم می‌شوند.

#### 1-8-1-3-4 گروه ن-1: تصرف‌های انباری میان خطر

ساختمان‌هایی با تصرف انباری که جزو تصرف (ن-2) نباشند، جزو این دسته قرار می‌گیرند. از جمله انبارهای کالا و محصولات زیر:

کاغذ، کتاب، کیف و البسه، بامبو و خیزران، الوار، چرم، خز، کفش، پوتین، چکمه، مقوا و جعبه مقوایی، پشم، کاموا، طناب، مبلمان، چسب، کفپوش‌های لینولئوم، غلات، ابریشم، صابون، شکر، تایر، تنباکو، دخانیات، روکش و پرکننده مبلمان و شمع.

#### 2-8-1-3-4 گروه ن-2: تصرف‌های انباری کم خطر

ساختمان‌هایی با تصرف انبار برای نگهداری مواد غیر قابل سوختن، که می‌توانند بر روی پالت‌های چوبی قرار گرفته یا در داخل کارتن‌ها یا لفافه‌های کاغذی بسته‌بندی شده باشند. این محصولات می‌توانند دارای مقادیر اندکی تزئینات پلاستیکی (مثلاً به عنوان دسته، گیره یا پوشش نازک) نیز باشند. از جمله انبارهای کالای زیر:

کیسه‌های سیمان، گچ، آهک، لبنیات در بسته‌بندی‌های مقوایی بدون واکس، باتری‌های خشک، سیم‌پیچ‌های الکتریکی، موتورهای برقی، قوطی‌های خالی، محصولات غذایی، اغذیه در بسته‌بندی‌های غیر قابل سوختن، میوه و سبزیجات در بسته‌بندی‌های غیر پلاستیکی، غذای منجمد، شیشه، ظروف شیشه‌ای خالی یا دارای مایعات غیر قابل سوختن، تخته گچی، رنگدانه‌های خنثی، کابینت فلزی، میز فلزی با روکش و تزئینات پلاستیک، قطعات فلزی، آینه، پارکینگ اتومبیل، چینی، عاج، اجاق، ظرفشویی و خشک‌کن.

### 9-1-3-4 تصرف‌های مخاطره‌آمیز (خ)

هر بنا یا بخشی از یک بنا، اگر به مقاصدی مورد استفاده قرار گیرد که با مواد و محصولات بسیار قابل احتراق، آتش‌زا، سمی یا انفجاری در ارتباط باشد، دارای تصرف مخاطره‌آمیز شناخته می‌شود. این مواد

و محصولات ممکن است در زمانی کوتاه و به سرعت بسوزند یا منشأ شعله‌های گسترده، دود و گاز زیاد، تشعشعات رادیواکتیو، انفجار، مسمومیت یا خورندگی بوده و یا اینکه از لحاظ ترکیب، دارای اسیدها و بازهای بسیار قوی و مخرب باشند. همچنین بناهایی که فضای داخل آن‌ها به دلیل آسیا کردن مواد، مملو از ذرات بسیار ریز و غبارهای قابل اشتعال باشد، جزو این گروه محسوب می‌شوند. به عنوان مثال، ساختمان‌هایی که برای مقاصد زیر استفاده می‌شوند، می‌توان نام برد:

آ- انبار و نگهداری بیش از 23 متر مکعب از یکی از مواد استیلن، هیدروژن، گازهای طبیعی قابل اشتعال، آمونیاک، کلرین، فسژن، دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید کربن، اکسید متیل، هر گونه گاز قابل انفجار یا سمی، گازهای سرمازا، و غیره با فشار 103 کیلوپاسکال و بیشتر.

ب- انبار و نگهداری مایعات بسیار قابل اشتعال.

پ- انبار و نگهداری مواد و مهمات منفجره، سوخت موشک و مشابه.

ت- انبار و نگهداری هرگونه مواد بسیار قابل اشتعال.

ث- ساختمان‌هایی که غبارات قابل انفجار (مانند پودر آلومینیوم یا سیلوهای آرد) در آن‌ها وجود داشته باشد.

ج- انبار یا نگهداری اسیدها، بازها، اکسیدکننده‌های قوی.

چ- سایر ساختمان‌ها به تشخیص مقام قانونی مسئول.

با توجه به تنوع و پیچیدگی‌های خاص این نوع مواد، تمهیدات و الزامات ایمنی کاملاً تخصصی برای طرح و اجرای ساختمان‌های مخاطره‌آمیز نیاز است که به آیین‌نامه‌های تخصصی مربوط می‌شود و عمدتاً خارج از حوزه مقررات ملّی ساختمان است. در عین حال مقام قانونی مسئول به تشخیص خود می‌تواند رعایت تمام یا قسمت‌هایی از مقررات را (علاوه بر مقررات اختصاصی مربوط) در این ساختمان‌ها خواستار شود.

### 3-4-1-10 تصرف‌های متفرقه (ف)

ساختمان‌ها و ساختارهایی که دارای ماهیت فرعی باشند و نیز ساختمان‌هایی که در هیچیک از تصرف‌های 9 گانه ذکر شده در بالا جای نگیرند، جزو گروه تصرف‌های متفرقه قرار داده شوند. از جمله ساختمان‌های زیر را می‌توان نام برد:

ساختمان‌های مربوط به کارهای کشاورزی، آغل حیوانات و اصطبل، گلخانه‌ها، انبار شخصی غلات در مجاورت تصرف‌های مسکونی، پارکینگ شخصی اتومبیل.

**جدول راهنمای حروف اختصاری تصرف‌ها**

حروف اختصاری تصرف‌ها در جدول 4-3-1 ارائه شده است، تا کاربران به نحو ساده‌تری بتوانند، نوع تصرف ساختمان‌های مختلف رایج را یافته و با تقسیم‌بندی‌های ارائه شده در مقررات تطبیق دهند.

**جدول 4-3-1 حروف اختصاری تصرف‌ها به ترتیب حروف الفباء**

| حرف اختصاری | نوع تصرف | زیرگروه‌ها | مثال |
|---|---|---|---|
| آ | آموزشی/ فرهنگی | - | دوره‌های تحصیلی ابتدایی تا دبیرستان |
| ت | تجمعی | ت-1 | تصرف تجمعی با صندلی ثابت مانند سینما و تئاتر |
| | | ت-2 | صرف غذا یا نوشیدنی مانند سالن‌های ضیافت، رستوران‌ها، تریاها و باشگاه‌ها |
| | | ت-3 | محل‌های نیایش، جشن یا سرگرمی مانند مسجد، سالن سخنرانی، دادگاه، نمایشگاه، باشگاه ورزشی یا استخر سرپوشیده بدون تماشاچی، کتابخانه، موزه، سالن انتظار در ترمینال‌های مسافرتی |
| | | ت-4 | استادیوم‌ها و مجموعه‌های ورزشی سرپوشیده |
| | | ت -5 | پارک‌های تفریحی و استادیوم‌های سرباز |
| ح | حرفه‌ای/ اداری | - | دفاتر اداری، بانک‌ها، شعب پست، آرایشگاه، کلینیک‌ها و مطب‌های پزشکی، آزمایشگاه تشخیص طبی، دفاتر مهندسی، دانشگاه، پاسگاه نیروهای انتظامی |
| خ | مخاطره‌آمیز | خ-1 | اماکن حاوی مواد منفجره |
| | | خ-2 | اماکن حاوی مایعات قابل اشتعال یا قابل سوختن در ظروف باز یا ظروف بسته با فشار نسبی 103 کیلوپاسکال و بیشتر، غبار قابل سوختن و گازهای قابل اشتعال |
| | | خ-3 | اماکن حاوی مایعات قابل اشتعال یا قابل سوختن در ظروف بسته با فشار نسبی کمتر از 103 کیلوپاسکال، الیاف قابل سوختن، سیالات سرمازای اکسیدکننده، جامدات قابل اشتعال و مواد واکنش‌دهنده با آب |
| | | خ-4 | اماکن حاوی مواد خورنده و مواد سمی |
| | | خ-5 | کارخانه‌های تولید نیمه هادی‌ها |
| د | درمانی/ مراقبتی | د ـ1 | مراکز مراقبت شبانه‌روزی به علت شرایط روحی یا سایر دلایل در یک محیط مسکونی از افرادی که می‌توانند در موقعیت اضطراری بدون کمک فیزیکی دیگران واکنش لازم را از خود نشان دهند، مانند مراکز توانبخشی، مراکز نگهداری از آسیب‌دیدگان اجتماعی و مراکز ترک اعتیاد |
| | | د ـ2 | خدمات شبانه‌روزی پزشکی، جراحی، روانپزشکی و پرستاری |
| | | د ـ3 | زندان‌ها، بازداشتگاه‌ها، ندامتگاه‌ها و اندرزگاه‌ها، دارالتأدیبها |

**جدول 4- 3- 1 (ادامه) حروف اختصاری تصرف‌ها به ترتیب حروف الفباء**

| حرف اختصاری | نوع تصرف | زیرگروه‌ها | مثال |
|---|---|---|---|
| **د (ادامه)** | درمانی/ مراقبتی | د ـ4 | آسایشگاه‌های ویژه مراقبت شخصی برای بیش از پنج نفر افراد بالغ برای کمتر از 24 ساعت(مانند مراکز مراقبت روزانهٔ سالمندان)، مراکز ویژه نگهداری بیش از پنج کودک با سن کمتر از 3 سال به مدت کمتر از 24 ساعت (مانند مهد کودک‌ها) |
| **ص** | صنعتی | ص ـ1 | صنایع تولید ابزار، وسایل ورزشی، وسایل نقلیه موتوری، دوچرخه‌سازی، ماشین‌های اداری، فرش، موکت، پوشاک، ماشین‌های ساختمانی و کشاورزی، حشره‌کش، شوینده، لامپ، صنایع الکترونیک، صنایع غذایی، پخت نان و شیرینی، مبلمان و روکش مبلمان، خشکشویی‌ها، صنایع چرم، صنایع کاغذ، صنایع پلاستیک، تولید کفش، نساجی‌ها، دخانیات، صنایع چوب و کابینت |
| | | ص ـ2 | صنایع تولید: مصالح بنایی، گداز فلزات، محصولات شیشه، گچ، شکل‌دهی فلزات و نوشابه‌های غیرالکلی |
| **ف** | متفرقه | - | اصطبل، گلخانه، پارکینگ شخصی اتومبیل |
| **ک** | کسبی/ تجاری | - | فروشگاه‌ها، بازارها و بازارچه‌ها، داروخانه‌ها، تعمیرگاه‌های اتومبیل |
| **م** | مسکونی/ اقامتی | م ـ1 | هتل‌ها، هتل‌آپارتمان‌ها، متل‌ها و مسافرخانه‌ها |
| | | م ـ2 | بناهای آپارتمانی، اقامتگاه‌های غیرموقت سازمانی، خوابگاه‌ها و اقامتگاه‌های تفریحی شراکتی |
| | | م ـ3 | مسکونی برای مراقبت شبانه‌روزی از افراد بین 6 تا 16 نفر |
| | | م-4 | ساختمان‌های ویلایی، |
| **ن** | انباری | ن ـ1 | انبار: کاغذ، کتاب، کیف و البسه، بامبو و خیزران، الوار، چرم، خز، انواع کفش، مقوا و جعبه مقوایی، پشم، طناب، مبلمان، چسب، کفپوشهای لینولئوم، غلات، ابریشم، صابون، شکر، تایر، تنباکو، دخانیات، روکش و پرکننده مبلمان، شمع |
| | | ن ـ2 | انبار: مواد غیر قابل سوختن مانند کیسه‌های سیمان، گچ، آهک، لبنیات در بسته‌بندی‌های مقوایی بدون واکس، باتری‌های خشک، سیم‌پیچ‌های الکتریکی، موتورهای برقی، قوطی‌های خالی، اغذیه در بسته‌بندیهای غیرقابل سوختن، میوه و سبزیجات در بسته‌بندیهای غیر پلاستیکی، غذای منجمد، شیشه، ظروف شیشه‌ای خالی یا دارای مایعات غیرقابل سوختن، تخته گچی، رنگدانه‌های خنثی، کابینت فلزی، میز فلزی با روکش و تزئینات پلاستیک، قطعات فلزی، آینه، پارکینگ اتومبیل، چینی، اجاق، ماشین ظرفشویی یا خشک‌کن |

## 2-3-4 دسته‌بندی ساختمان‌ها از نظر تعداد طبقات و نحوه قرارگیری بر زمین

ساختمان‌ها، از نظر تعداد طبقات و نحوهٔ قرارگیری بر زمین، در این مبحث به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

### 1-2-3-4 دسته‌بندی کلی:

آ- ساختمان‌های یک و دو طبقه، ب- ساختمان‌های سه و چهار طبقه و
پ- ساختمان‌های بیش از چهار طبقه تا ارتفاع 23 متر و ت- ساختمان‌های با ارتفاع بیش از 23 متر.

### 2-2-3-4 گروه‌بندی جزئی:

آ- ساختمان‌های یک و دو طبقه:

گروه 1: ساختمان‌های ردیفی و متصل؛

گروه 2: ساختمان‌های مجزا و منفصل؛

گروه 3: ساختمان‌های ترکیبی با الگوی حیاط مرکزی.

ب- ساختمان‌های سه و چهار طبقه:

گروه 4: ساختمان‌های ردیفی و متصل؛

گروه 5: ساختمان‌های مجزا و منفصل.

پ- ساختمان‌های بیش از چهار طبقه تا 23 متر ارتفاع:

گروه 6: ساختمان‌های ردیفی و متصل؛

گروه 7: ساختمان‌های مجزا و منفصل.

ت- ساختمان‌های بلند

گروه 8: ساختمان‌های بیش از 23 متر ارتفاع

# 4-4 مقررات کلی

## 4-4-1 اهداف و انتظارات عملکردی

در این قسمت، اهداف و انتظارات عملکردی مبحث الزامات عمومی ساختمان، بر پایه اهداف بیان شده در بند 4-1-1، به صورت کیفی بیان می‌شود. الزامات کمّی و مقررات ساختمانی برای دستیابی به این اهداف عملکردی در قسمت‌های مربوط ارائه می‌شوند.

### 4-4-1-1 کارکرد مناسب و پایدار

مشخصات کالبدی ساختمان و فضاهای آن باید در تناسب با نوع و نحوهٔ بهره‌برداری از آن‌ها تعیین شود. به این منظور، انتظارات زیر باید از دیدگاه این مبحث، در طراحی و ساخت ساختمان برآورده شوند:

آ- رعایت حداقل ابعاد مناسب برای هر فضا برحسب نوع فعالیت و استفاده از آن،

ب- تامین تعداد لازم و کافی از فضاهای اصلی و جانبی بر اساس برآورد تعداد و ترکیب جمعیت استفاده کننده و نیازهای آن‌ها،

پ- امکان دسترسی مناسب و ایمن به ساختمان و بهره‌برداری از قسمت‌های مختلف آن برای همهٔ استفاده‌کنندگانی که در نظر گرفته شده است،

ت- تامین امنیت افراد یا گروه‌های استفاده کننده، در طراحی، استقرار و همجواری ساختمان‌ها، فضاها و اجزا و عناصر آن‌ها،

ث- تامین تجهیزات و سایر ویژگی‌های لازم کالبدی ساختمان بر اساس نوع و نحوه بهره‌برداری از آن.

### 2-1-4-4 بهداشت و سلامت

نباید در دورهٔ ساخت، بهره‌برداری یا تخریب بنا، بهداشت و سلامتی مردم تهدید شود و باید در این دوره‌ها از آلودگی و به خطر افتادن منابع و چرخهٔ حیات پیشگیری گردد. بنابراین لازم است انتظارات زیر برآورده شوند:

آ- برخورداری ساختمان از نورگیری و تهویهٔ مناسب،

ب- نفوذ نکردن رطوبت مزاحم به داخل ساختمان یا فضاها و اجزاء آن،

پ- وجود نداشتن خطراتی مانند متصاعد شدن گازهای سمی، ذرات یا گازها و تابش‌های خطرناک بر اثر استفاده از مصالح یا جزئیات نامناسب در ساختمان یا مکان‌یابی نادرست آن،

ت- آلوده نشدن آب یا خاک به وسیله ضایعات ساختمانی و فاضلاب.

ث- حفظ سطح نوفه یا سروصدای ناخواستهٔ دریافتی توسط مردم در حدی که از تهدید سلامتی آن‌ها پیش‌گیری شده و امکان کار و فعالیت، استراحت و خواب مناسب برای آن‌ها فراهم باشد.

### 3-1-4-4 ایمنی در حین بهره‌برداری

ساختمان، تجهیزات و اجزاء و عناصر آن باید به صورتی طراحی و ساخته شوند که در دوران ساخت یا بهره‌برداری، ایمنی ساکنان یا استفاده‌کنندگان و سایر افراد تامین شود. لذا باید شرایط زیر فراهم باشد:

آ- هیچ‌گونه احتمال خطر بر اثر حوادثی مانند لیز خوردن، سقوط افراد یا اشیاء، برخورد، برق‌گرفتگی و آتش سوزی یا انفجار رخ ندهد.

ب- امکان ایجاد حریق یا توسعهٔ آتش و دود در انطباق با مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان به حداقل تقلیل یابد و در صورت بروز آتش‌سوزی، اطفاء آن و نجات ساکنین مطابق مبحث یاد شده امکان‌پذیر باشد.

پ- امکان استتار، فرار، نجات یا پناه گرفتن در شرایط بروز سوانح یا جنگ، در انطباق با مبحث بیست و یکم مقررات ملّی ساختمان، برای افراد فراهم باشد.

### 4-4-1-4 حفظ انرژی

لازم است با رعایت تمهیداتی در طراحی و ساخت بنا، با درنظرگرفتن شرایط اقلیمی، محلی و اقتصادی، مقدار انرژی مصرفی در بهره‌برداری از ساختمان و تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویهٔ مطبوع، در انطباق با مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان، تا حد امکان پایین نگاه داشته شود.

### 4-4-1-5 حفاظت از ارزش‌های اسلامی - ایرانی

به منظور دستیابی به هویتی منسجم در ساختمان‌ها و محیط زندگی بر پایه ارزش‌های اسلامی- ایرانی، بناها باید با تمهیدات لازم در راستای پاسداری از این ارزش‌ها طراحی و ساخته شوند و زمینه‌ای برای تناقض با آن‌ها در ساختمان‌ها و محیط فراهم نگردد.

در این راستا، ضروریست که اصول ریشه‌دار معماری اسلامی- ایرانی از جمله موارد زیر در طراحی و ساخت بناها مورد توجه جدی قرار گیرند:

- "خودبسندگی و بوم‌آورد بودن" مصالح و فن‌آوری،
- "پرهیز از بیهودگی" به معنای دوری از افزوده‌های غیرضروری،
- "مردم‌واری" که رعایت مقیاس‌های انسانی به شکل مطلوب و بر اساس رفع نیازهای او است،
- "درونگرایی" که به مفهوم حفظ حریم‌هاست و بیش از اصول دیگر تأثیرات مذهب را نمایان می‌کند،
- "نیارش" که در طراحی ساختار اصلی بناها، به معنای رعایت چارچوب معین ترسیمی و هندسی سازه و عناصر اصلی نگهدارنده بنا است،
- "پیمون" به مفهوم پیروی از نظام ابعادی معین که به نحوی تولید انبوه و حرفه‌ای را ممکن می‌سازد،

این اصول سرمنشا ضوابطی بودند که به منظور تعیین و حفظ تناسب بین اجزای بنا در گذشته رعایت می‌شد و لازم است در دوران معاصر نیز، علاوه بر دست‌یابی به سایر اهداف و انتظارات تعیین‌شده در این قسمت، بازتاب عینی آن‌ها به صورت انتظارات زیر، از دیدگاه این مبحث مدنظر قرارگیرند:

آ- تامین امنیت معنوی انسان‌ها با رعایت حریم‌های لازم کار و زندگی و جلوگیری از تداخل قلمروهای خصوصی و عمومی در طرح و اجرای ساختمان‌ها.

ب- هماهنگی با ارزش‌های دینی و معنوی جامعه و سایر ارزش‌های نهفته در محیط طبیعی و مصنوعی، در تعیین شیوهٔ استقرار و جهت‌گیری فضاها و ساختمان‌ها و همچنین در طراحی حجم، ارتفاع و نمای بناها.

پ- در نظر گرفتن شان و منزلت انسان‌ها در طراحی و ساخت ساختمان‌ها، به صورتی که علاوه بر کفایت امکانات ساختمانی برای تامین ایمنی، بهداشت و سلامت لازم، هیچ فردی برای فعالیت و زندگی مستقل در آن‌ها، به کمک جسمی دیگران نیاز نداشته باشد.

ت- رعایت عدالت در امکان بهره‌برداری تمام اقشار و افراد با توانایی‌های جسمی متفاوت، به ویژه جانبازان، افراد معلول و سالمندان، از فضاها و بناهای عمومی.

ث- پرهیز از اسراف و رعایت اعتدال در تعیین اندازه‌ها، سطح و حجم فضاها و سهم آن‌ها از کل ساختمان، با توجه به انتظارات اقشار استفاده‌کننده به نحوی که از یک سو با حداقل نیازهای آنان متناسب بوده و موجب احساس کاستی و تنگنا در ساختمان و فضاها نشود و از سوی دیگر از اسراف و اتلاف منابع و سرمایه‌ها جلوگیری گردد.

ج- بهره‌گیری از تجارب معماری بومی در طراحی و ساخت ساختمان‌های معاصر، با تامین انتظاراتی مانند همسازی با اقلیم و شرایط محیطی، هماهنگی با فرهنگ و سنت‌های زندگی جامعه، هم‌خوانی حجم و اندازه‌های ساختمان با نوع و مقیاس کارکرد آن و کاربرد مواد و مصالح بومی.

چ- به‌کارگیری و اعتلای مظاهر و نمادهای بصری معماری اسلامی- ایرانی در طراحی ساختمان‌ها، به ویژه در کاربرد هندسه، رنگ، عناصر، شکل‌ها و حجم‌های ساختمانی.

ح- نشان دادن توانایی‌ها و قابلیت‌های فنی جامعه در طراحی ساختمان‌ها.

خ- تامین اختیار کافی در استفادهٔ متنوع یا چندمنظوره از فضاها، با پیش‌بینی تمهیدات لازم برای انعطاف‌پذیری فعالیت در آن‌ها.

د- نمایش آبادانی و نشاط لازم و در شان جامعه، از طریق تامین جلوهٔ بصری مناسب برای ساختمان‌ها بسته به نوع استفاده و موقعیت آن‌ها.

ذ- رعایت تعادل در کاربرد پیرایه‌ها و تزئینات، بر حسب نوع استفاده و جایگاه ساختمان‌ها در شهر.

ر- کنترل حجم، ارتفاع و نمای ساختمان‌ها به منظور جلوگیری از وارد شدن خدشه به آسایش، بهداشت و سایر حقوق استفاده‌کنندگان یا ساکنان ساختمان‌های دیگر و محیط پیرامون.

ز- طراحی و اجرای ساختمان با هدف حفظ دوام و کیفیت قابل قبول در طول عمر مفید آن و جلوگیری از استهلاک‌هایی که بر اثر آن‌ها سلامت و ایمنی ساکنان، استفاده‌کنندگان و سایر مردم به خطر می‌افتد.

## 4-4-2 ارتفاع و مساحت مجاز ساختمان‌ها

### 4-4-2-1 کلیات

**4-4-2-1-1** رعایت مقررات این قسمت در مورد حداکثر مساحت و ارتفاع مجاز ساختمان‌ها از لحاظ تامین اهداف این مبحث الزامیست. چنانچه در هر طرح توسعه و عمران شهری مصوب، محدودیت‌های بیشتری برای ارتفاع و مساحت تعیین شده باشد، آن مقادیر در حوزهٔ طرح مذکور ملاک عمل قرار می‌گیرد.

مبنای محاسبهٔ ارتفاع ساختمان، فاصلهٔ قائم تراز متوسط کف معبر مجاور تا متوسط ارتفاع بام شیب‌دار و یا بالاترین نقطه جان‌پناه الزامی در بام‌های مسطح است.

**4-4-2-1-2** در بافت‌های تاریخی مصوب، محدودیت ارتفاع و اندازه‌های بنا باید طبق ضوابط مورد تأیید سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری در نظر گرفته شود.

### 4-4-2-2 محدودیت کلی مساحت و ارتفاع

#### 4-4-2-2-1 ارتفاع مجاز گروه‌های ساختمانی

حداکثر ارتفاع مجاز گروه‌های ساختمانی بر حسب تعداد طبقات آن‌ها، از نظر این مبحث مطابق مقادیر تعیین‌شده در این قسمت است، مگر آن‌که به دلیل شرایط خاص اقلیمی و یا نوع تصرف یا ساختار بنا، مقادیر دیگری برای ارتفاع مجاز ساختمان‌ها در طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری یا در مقررات اختصاصی تصرف‌ها تعیین شده باشد.

مبنای محاسبهٔ ارتفاع ساختمان، تراز متوسط کف معبر مجاور، تا متوسط ارتفاع بام شیب‌دار یا بالاترین نقطهٔ جان‌پناه در بام‌های مسطح است.

آ- در گروه‌های ساختمانی 1، 2 و 3 (در حالت یک طبقه)، در ساختمان‌های دارای زیرزمین با پنجره نورگیر از نما، 5/30 متر و در ساختمان‌های فاقد آن 4/10 متر.

در گروه‌های ساختمانی 1، 2 و 3 (در حالت دو طبقه)، در ساختمان‌های دارای زیرزمین با پنجره نورگیر از نما، 8/50 متر و در ساختمان‌های فاقد آن 7/30 متر.

ب- در گروه‌های ساختمانی 4 و 5 (در حالت سه طبقه)، در ساختمان‌های دارای زیرزمین با پنجره نورگیر از نما، حداکثر 11/70 متر و در ساختمان‌های فاقد آن حداکثر 10/50 متر.

در گروه‌های ساختمانی 4 و 5 (در حالت چهار طبقه)، در ساختمان‌های دارای زیرزمین با پنجره نورگیر از نما، حداکثر 14/90 متر و در ساختمان‌های فاقد آن حداکثر 13/70 متر.

پ- در گروه‌های ساختمانی 6 و 7 (پنج تا هفت طبقه یا تا ارتفاع 23 متر) و گروه 8 (با ارتفاع بیش از هفت طبقه یا بیش از 23 متر)، به تناسب تعداد طبقات و سایر ضوابط و مقررات قانونی.

### 4-4-2-2-2 ارتفاع و مساحت مجاز بر اساس گروه‌های تصرف

ارتفاع و مساحت تصرف‌ها باید بر اساس نوع ساختار و وضعیت استقرار ساختمان در زمین با محدودیت‌های تعیین‌شده در مبحث سوم مقررات ملی ساختمان برای گروه‌های تصرف، منطبق باشد.

محدودیت‌های مساحت ساختمان، بخشی از ساختمان یا فضا، بر پایه سطح تصرف مورد نیاز به ازای هر نفر (واحد سطح تصرف)، که در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان تعیین شده است، محاسبه می‌گردد.

### 4-4-2-3 افزایش مجاز ارتفاع و مساحت

**4-4-2-3-1** در صورت افزایش ارتفاع بیش از حدود تعیین شده برای گروه‌های ساختمانی در بند 4-4-2-2-1، دریافت مجوز از شهرداری و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان بدین منظور الزامیست.

**4-4-2-3-2** افزایش تعداد طبقات و مساحت ساختمان‌ها بیش از حداکثر مجاز تعیین شده در بند 4-4-2-2-2 مجاز نیست، مگر آن‌که با شرایط تعیین‌شده در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان برای افزایش مجاز آن‌ها در برخی تصرف‌ها انطباق یابد.

### 4-2-4-4 مساحت میان‌طبقه‌ها

میان‌طبقه‌ها در صورت انطباق با تمام شرایط زیر جزو اتاق یا فضای زیرین خود محسوب شده و مساحت آن به عنوان بخشی از مساحت آن اتاق یا فضا قابل محاسبه است. چنین میان‌طبقه‌هایی نباید در احتساب تعداد طبقات مجاز ساختمان منظور شوند:

آ- اندازه‌ها، ارتفاع و مساحت میان‌طبقه به تنهایی با حداقل الزامات تعیین‌شده برای یک اتاق یا فضا با تصرف فضای مرتبط با آن منطبق باشد.

ب- سایر الزامات تعیین شده در این مبحث و سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان از جمله برای نورگیری، تهویه، ایمنی، بهداشت، گرمایش و سرمایش مناسب در آن رعایت شده باشد.

پ- مساحت میان‌طبقه از یک سوم مساحت طبقه زیرین آن یا مقادیر تعیین شده در مقررات یا ضوابط اختصاصی تصرف‌ها بیشتر نباشد.

در صورت عدم انطباق مشخصات میان‌طبقه با الزامات مذکور، جزو اتاق یا فضای مربوط به حساب نیامده و باید هر دو به عنوان فضاهایی مستقل تحت تصرف‌هایی در نظر گرفته شوند که با مجموعهٔ الزامات آن تصرف انطباق دارند.

### 4-2-4-5 مساحت طبقات زیرزمین

**4-2-4-5-1** در صورت استفاده از زیرزمین به عنوان فضای اقامت یا اشتغال در انطباق با الزامات قسمت 4-5-2-4 و ضوابط طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری، مساحت آن جزو مساحت تصرف مورد نظر در ساختمان محسوب می‌شود.

**4-2-4-5-2** در صورت عدم انطباق مشخصات زیرزمین با شرایط بند 4-2-4-5-1، چنانچه مساحت و سایر مشخصات زیرزمین‌ها با الزامات و محدودیت‌های تعیین‌شده در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان منطبق باشد، ایجاد آن‌ها از نظر این مقررات مجاز بوده ولی نباید از آن‌ها برای اقامت و اشتغال استفاده نمود. در این حالت مساحت زیرزمین در محاسبهٔ مساحت مجاز کل ساختمان منظور نمی‌شود، مگر آن‌که در طرح‌های توسعهٔ شهری و سایر ضوابط شهرسازی مصوب، محدودیت بیشتری برای سطح اِشغال و مساحت زیرزمین‌ها تعیین شده باشد که در این حالت، آن محدودیت‌ها در حوزهٔ طرح‌های مذکور ملاک عمل خواهد بود.

### 3-4-4 الزامات کلی ساخت و قرارگیری ساختمان

**1-3-4-4** ساخت ساختمان در زمین‌هایی مجاز است که از شبکهٔ رفت و آمد عمومی قابل دسترس و با سایر الزامات و شرایط مندرج در مقررات ملّی ساختمان و طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری برای محل ساخت بنا منطبق باشند.

**2-3-4-4** در زمین‌هایی که فقط توسط راه‌های پیاده قابل دسترس هستند، ساخت ساختمان محدود به گروه‌های 1 تا 3 و در صورتی مجاز است که علاوه بر امکان انطباق با مقررات خاص تصرف مورد نظر، امدادرسانی و اطفای حریق نیز برای آن امکان پذیر باشد.

**3-3-4-4** در بافت‌های تاریخی مصوب، ساخت ساختمان و نحوهٔ استقرار آن در زمین باید طبق ضوابط مورد تأیید سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری باشد.

**4-3-4-4** برای زمین‌هایی می‌توان پروانهٔ ساختمان درخواست نمود که امکان اتصال به شبکهٔ آب بهداشتی و شبکه برق داشته باشند. در مناطقی که شبکهٔ آب بهداشتی و یا شبکهٔ برق هنوز احداث نشده باشد، بنا به تشخیص مراجع صدور پروانه می‌توان پروانهٔ ساختمانی درخواست نمود مشروط بر آن‌که درخواست‌کننده نحوهٔ تامین آب بهداشتی و برق را به تأیید مقامات قانونی مسئول رسانده و متعهد شود که به محض احداث شبکهٔ آب بهداشتی و یا برق، نسبت به اتصال به آن‌ها در مهلت تعیین شده اقدام نماید.

**5-3-4-4** رعایت حریم‌های مصوب ساخت و ساز در حاشیه عوارض طبیعی از جمله جنگل، دریا، پارک حفاظت شده ملی، چشمه‌ها، رودخانه‌ها، نهرها، مسیل‌ها، همچنین خطوط انتقال برق، گاز، نفت، قنوات، جاده‌های برون شهری و سایر تاسیسات و تجهیزات مشابه، برای تمام گروه‌های ساختمانی الزامی است. در صورتی که حریم مصوب بدین منظور وجود نداشته باشد، باید حداقل فاصله 30 متر بین ساختمان و این اراضی یا تاسیسات و تجهیزات رعایت شود.

**4-4-3-6** در ساخت و قرارگیری ساختمان، رعایت ضوابط طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری و سایر مقررات ساختمان در رابطه با جانمایی ساختمان بر زمین، بسته یا پاکت حجمی بنا، تراکم ساختمانی، زیر بنای مجاز و جهت‌گیری تعیین‌شده با توجه به شرایط اقلیمی در انطباق با مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان الزامی است.

**4-4-3-7** مشخصات بر و کف زمین باید به‌گونه‌ای باشد که:

آ- با نمای کلی خیابان‌ها، محله‌ها و منظر شهری در موقعیت مورد نظر متناسب و در جهت پیشگیری از ایجاد یا گسترش ناهماهنگی در سیمای شهری باشد؛

ب- ارتفاع کف زمین در هماهنگی با ارتفاع خیابان دسترس و زمین همسایه قرار گیرد؛

پ- امکان دسترسی مناسب و عادلانه برای تمام متصرفان و استفاده‌کنندگان از ساختمان فراهم گردد؛

ت- از خاک‌برداری و خاکریزی نامتعارف جلوگیری شود.

تعیین بر و کف و لزوم اصلاح آن با تأیید شهرداری‌ها و یا سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان، بر اساس طرح‌های توسعه و عمران شهری مصوب و با رعایت مقررات ملّی ساختمان خواهد بود.

**4-4-3-8** به منظور جلوگیری از اتلاف انرژی و همچنین ایجاد آسایش برای متصرفان ساختمان، لازم است در تعیین محل درزهای انقطاع در ساختمان‌ها، هماهنگی لازم بین مهندس معمار و طراح سازهٔ بنا صورت گیرد.

## 4-4-4 الزامات همجواری ساختمان‌ها، تصرف‌ها و فضاها

**4-4-4-1** قرارگیری تصرف‌های مختلف در یک ساختمان یا ایجاد ساختمان‌های دارای تصرف‌های مختلف در مجاورت یکدیگر در یک کاربری زمین واحد، باید علاوه بر انطباق با این مقررات و سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان، با ضوابط پیش‌بینی شده در طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری نیز منطبق باشد.

**2-4-4-4** همجواری تصرف‌ها در ساختمان باید به نحوی صورت گیرد که مسأله اشراف و دید از تصرف‌های دیگر به تصرف‌های مسکونی، از طریق سطوح نورگذر و بازشوهای پنجره یا درهای ورودی، با رعایت ضوابط مندرج در قسمت 4-5-8 (الزامات فضاهای باز) به حداقل تقلیل یابد.

**3-4-4-4** نحوه قرارگیری فضاهای مختلف در هر تصرف و همجواری تصرف‌های مجاز در طرح معماری یک ساختمان، به تشخیص طراح معمار و در صورت عدم مغایرت با مفاد این مقررات و سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان، با تأیید شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان تعیین می‌شود.

**4-4-4-4** تغییر یک فضا یا واحد تصرف به فضا یا واحد تصرفی با کارکرد دیگر، تنها درصورت عدم ایجاد اختلال در ایمنی، دسترسی و کارکرد فضاها یا تصرف‌های مجاور و انطباق دادن مشخصات آن فضا و ساختمان با الزامات تعیین شده در مباحث مقررات ملّی ساختمان برای فضای جدید و ساختمان آن مجاز است.

## 5-4-4 الزامات شکل، حجم و نمای ساختمان

تمام سطوح خارجی نمایان و قابل دیدن ساختمان باید با مصالح و روش‌های مناسب ایمن، بهداشتی و بادوام و با رعایت مقررات این قسمت نماسازی شود.

**1-5-4-4** ساختمان باید طوری طراحی و اجرا شود که شکل، مقیاس، مصالح، رنگ و تاسیسات و سایر الحاقات تمام سطوح نمایان آن، و همچنین تناسبات حجم ساختمان، از نظر رعایت الزامات مربوط به ارتفاع آن، اندازه و شکل جداره‌های نورگذر و پنجره‌ها، پیش‌آمدگی‌ها، فضاهای نیمه‌باز مانند بالکن‌ها، و.... با مقررات ملّی ساختمان و ضوابط مصوب توسعه و عمران شهری منطبق و بسته به نوع تصرف و موقعیت قرارگیری آن، با محیط اطراف و ساختمان‌های همجوار هماهنگ باشد.

**2-5-4-4** طراحی و اجرای ساختمان‌ها باید به صورتی باشد که حجم و نما و سایر جزئیات نمایان آن‌ها در تناسب با هویت و موقعیت خیابان، محله، مظاهر فرهنگی، طبیعی و ویژگی‌های ارزشمند محیط از جمله سیمای شهری مورد انتظار در موقعیت و کاربری مورد نظر، مشخصات بصری ساختمان‌های موجود شاخص، چشم‌اندازها و عوارض طبیعی و شرایط اقلیمی و جغرافیایی باشد.

**3-5-4-4** استفاده از شیشه‌های بازتابی در نماهای شیشه‌ای ساختمان‌های همجوار بزرگراه‌ها و شریان‌های اصلی عبوری شهر، مشروط به عدم مغایرت با سایر مفاد این مقررات و عدم مزاحمت بصری یا درخشندگی مزاحم برای رانندگان است.

**4-5-4-4** در تمام ساختمان‌های دارای نمای شیشه‌ای، درنظرگرفتن تجهیزات یا تمهیدات مناسب جهت نظافت نما از جبهه بیرونی به‌گونه‌ای که در نما و حجم ساختمان تاثیر نامطلوب نگذارد، الزامی است.

**5-5-4-4** انتخاب نوع، تعداد لایه‌ها و ضخامت شیشه باید مطابق با مباحث مقررات ملی ساختمان و استانداردهای ملّی ایران صورت پذیرد.

**6-5-4-4** استفاده از نماهای شیشه‌ای پیوسته در ساختمان‌های مسکونی مشرف به معابر ممنوع است.

**7-5-4-4** در ساختمان‌های غیر مسکونی گروه‌های 6، 7 و 8، دارای نمای شیشه‌ای پیوسته، رعایت فاصله افقی حداقل 2/00 متر بین خط نمای شیشه‌ای پیوسته تا حد محدودهٔ زمین الزامی است.

**8-5-4-4** تمام سطوح شیشه‌ای با عرض بیش از 0/90 متر و مساحت بیش از 1/50 مترمربع که در مجاورت فضای باز و معبر قرار دارند، باید از شیشهٔ ایمن و غیر ریزنده باشند.

**4-4-5-9** مصالح نما باید بدون مغایرت با مقررات و آیین‌نامه‌های سازه‌ای، به سازه یا ساختارهای اصلی ساختمان اتصال کافی و مناسب داشته باشد تا خطر جدا شدن و فرو ریختن نما به وجود نیاید.

**4-4-5-10** علامت‌گذاری، نصب هرگونه تابلو، تبلیغ و آگهی بر سطح خارجی و نمای ساختمان تابع الزامات مبحث بیستم مقررات ملّی ساختمان است.

**4-4-5-11** ساختمان باید به نحوی طراحی و با مصالح و روش‌هایی ساخته شود که تمام سطوح خارجی و نمای آن ضمن انطباق با الزامات مبحث پنجم و استانداردهای ملّی مصالح ساختمانی، در برابر عوامل جوی متعارف در منطقه اقلیمی و جغرافیایی مورد نظر، مانند یخبندان، کج باران، تابش آفتاب، هوازدگی و نفوذ گازهای مضر مقاومت کافی داشته باشد و با عملیات نگهداری و تعمیرات لازم، دوام و کارآیی آن حفظ شود.

## 4-4-6 الزامات پیش‌آمدگی‌های ساختمان

### 4-4-6-1 پیش‌آمدگی در معابر عمومی

پیش‌آمدگی‌های مجاز ساختمان در معابر عمومی، با در نظر داشتن محدودیت‌های گفته‌شده در قسمت 4-4-6-4، از نظر این مقررات به شرح زیر است:

آ- پیش‌آمدگی طبقات یا بخشی از آن‌ها از خط مرز مالکیت، به عمق حداکثر 0/80 متر در معابر عمومی با پهنای 12 تا 20 متر، در صورتی‌که حد زیرین پیش‌آمدگی از بالاترین نقطهٔ کف معبر حداقل 3/50 متر ارتفاع داشته و حد پیش‌آمدگی آن از لبه سواره‌رو حداقل 0/80 متر فاصلهٔ افقی داشته باشد.

ب- پیش‌آمدگی طبقات یا بخشی از آن‌ها از خط مرز مالکیت، به عمق حداکثر 1/2 متر در معابر عمومی با پهنای بیش از 20 متر، با رعایت سایر شرایط بند آ.

پ- پیش‌آمدگی سایبان یا باران‌گیر بام از حد ساختمان، به عمق حداکثر 0/80 متر ، در صورتی‌که حد زیرین آن از بالاترین نقطهٔ کف معبر حداقل 3/50 متر ارتفاع داشته و حد پیش‌آمدگی آن از لبه سواره‌رو حداقل 0/80 متر فاصلهٔ افقی داشته باشد.

ت- ساباط و پل هوائی که بین ساختمان‌ها بر روی کوچه‌ها و معابر فرعی احداث شود، مشروط به اخذ مجوز از شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان و در صورتی که ارتفاع حداقل 3/50 متر از معبر رعایت شده باشد.

ث- تابلوها و سایر عناصر الحاقی به ساختمان منطبق با مبحث بیستم و سایر ضوابط طرح‌های توسعه وعمران شهری مشروط بر آن‌که لبهٔ خارجی آن‌ها بیشتر از 0/80 متر با لبهٔ جدول سواره‌رو فاصلهٔ افقی داشته باشد.

ج- درگاهی و لبهٔ کف پنجره، نیم‌ستون چسبیده به دیوار، قرنیزها، لوله‌های آب باران، پله یا شیبراه ورودی و دیگر عناصر ساختمانی که در ارتفاع کمتر از 3/50 متر از کف معبر مجاور باشند، نباید بیش از 0/10 متر در معبر عمومی پیش آمدگی داشته باشند.

چ- درهای ساختمان‌ها و تصرف‌هائی که به سمت بیرون و معبر عمومی باز می‌شوند، ضمن لزوم نصب علایم احتیاط، نباید در حالت باز بیش از 0/10 متر وارد حریم معبر شوند.

### 2-6-4-4 پیش‌آمدگی در داخل محدودهٔ مالکیت

پیش‌آمدگی‌های مجاز ساختمان در داخل محدودهٔ مالکیت، با در نظر داشتن محدودیت‌های گفته‌شده در قسمت4-6-4-4، از نظر این مقررات به شرح زیر است:

آ- پیش‌آمدگی طبقات یا بخشی از آن‌ها از لبهٔ خارجی طبقهٔ زیرین مشروط بر آن‌که لبهٔ بیرونی آن‌ها در داخل حدود سطح اشغال مجاز اعلام شده توسط شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه قرار گیرد و ارتفاع حد زیرین آن از بالاترین نقطهٔ کف زمین حداقل 2/70 متر باشد.

ب- پیش‌آمدگی سایبان یا باران‌گیر بام از حد ساختمان به عمق حداکثر 0/80 متر، در صورتی‌که حد زیرین آن از بالاترین نقطهٔ کف زمین حداقل 2/70 متر ارتفاع داشته و حد پیش‌آمدگی آن از لبه محدودهٔ زمین مجاور حداقل 0/80 متر فاصلهٔ افقی داشته باشد.

### 3-6-4-4 پیش‌آمدگی زیرزمین

**1-3-6-4-4** پیش‌آمدگی زیرزمین ساختمان در خارج از محدودهٔ مالکیت و در معابر عمومی ممنوع است.

**2-3-6-4-4** تعبیهٔ مجراهای خارجی نور و هوا در حدود داخلی ملک و خارج از سطح اشغال تعیین‌شده، مشروط به اخذ مجوز از شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان و در صورتی مجاز است که برای مقاصدی غیر از تأمین نور و هوا مورد استفاده قرار نگیرند و الزامات قسمت 2-9-5-4 در آن‌ها رعایت شده باشد. این مجراها بسته به فضاهایی در زیرزمین که نیاز به نور و تهویه دارند، می‌توانند در کنار جبهه‌های آزاد بنا ادامه یابند و کف آن‌ها نباید جزئی از مساحت زیرزمین محاسبه شود.

**3-3-6-4-4** پیش‌آمدگی زیرزمین به عنوان بخشی از ساختمان در داخل مرز مالکیت و خارج از محدودهٔ اِشغال اعلام شده توسط شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه مشروط به انطباق با ضوابط طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری و اخذ مجوز از مراجع یاد شده است. این پیش‌آمدگی باید تابع الزامات زیر باشد:

آ- تراز روی سقف آن بیشتر از بالاترین تراز مجاز برای محوطهٔ ساختمان نباشد و باعث اختلال در عملکرد، نورگیری و سایر الزامات فضاهای ساختمان، محوطهٔ اطراف آن و ساختمان‌ها و زمین‌های همجوار نشود.

ب- در صورتی‌که از سقف آن برای عبور وسایل نقلیه و به ویژه ماشین‌آلات و تجهیزات امدادرسانی استفاده شود، باید مقاومت مکانیکی لازم برای تحمل وزن آن‌ها را در حین تردد یا عملیات امداد داشته و دچار نشست یا ریزش نشود.

پ- در سقف آن الزامات عایقکاری رطوبتی و هدایت و دفع نزولات جوی مشابه بام ساختمان رعایت شده باشد.

ت- پیش‌آمدگی زیرزمین به نحوی موجب تغییر مشخصات فضای باز، محوطه و ساختمان نشود که باعث اختلال در تامین حداقل الزامات مربوط به آن‌ها مانند سرانهٔ فضای سبز و سایر تجهیزات الزامی در محوطه و همچنین پایداری و ایمنی ساختمان گردد.

### 4-6-4-4 محدودیت پیش‌آمدگی‌ها

**1-4-6-4-4** پیش‌آمدگی‌هائی که در این مقررات مجاز اعلام شده است در موارد زیر محدود یا ممنوع می‌شود:

آ- در صورتی‌که با سایر الزامات یا محدودیت‌های تعیین‌شده در ضوابط طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری و مقررات مباحث ششم و هشتم مقررات ملّی ساختمان برای پیش‌آمدگی‌ها مغایرت داشته باشد.

ب- در صورتی‌که برای تامین منافع عمومی، محدودیت‌های دیگری توسط مراجع قانونی مسئول تعیین شده باشد.

**2-4-6-4-4** پیش‌آمدگی در معابر با پهنای کمتر از 12 متر و در معابر موسوم به بزرگراه‌ها مجاز نیست، مگر آن‌که در طرح توسعه و عمران شهری یا ضوابط شهرسازی مصوب برای شهر یا منطقه‌ای، ضمن رعایت سایر الزامات پیش‌آمدگی، به‌گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

**3-4-6-4-4** هیچ‌گونه لوله‌کشی و کانال‌کشی تأسیساتی نباید در جداره خارجی پیش‌آمدگی طبقات و بام تعبیه شود.

**4-4-6-4-4** هیچ قسمت از ساختمان نباید به داخل حیاط‌های کوچک محصور (پاسیوها) که برای نورگیری و تهویهٔ فضاهای ساختمان تعبیه می‌شوند، پیش‌آمدگی داشته باشد.

# 5-4 الزامات عمومی فضاهای ساختمان‌ها

## 1-5-4 فضاهای ورود، خروج، ارتباط و دسترس

### 1-1-5-4 الزامات کلی

**1-1-1-5-4** پهنای الزامی بیان شده برای تمام قسمت‌های فضاهای ارتباط و دسترس نباید در جهت خروج از واحد تصرف یا ساختمان کاهش یابد.

**2-1-1-5-4** مسیرهای ارتباط و دسترس اصلی ساختمان نباید از درون اتاق‌ها یا فضاهای دیگر عبور کند، مگر در تصرف‌های اداری یا مراقبتی که می‌تواند از اتاقی برای کنترل رفت و آمد عبور نماید مشروط بر آن‌که با الزامات این مسیرها انطباق داشته باشد.

اتاق‌های انتظار، سرسراها، یا اتاق‌های پذیرش، که مطابق با الزامات راهروها ساخته شده‌اند و همان سطح الزامات در آنها تأمین شده است را می‌توان در مسیر ارتباط و دسترس اصلی قرار داد.

**3-1-1-5-4** علاوه بر الزامات تعیین شده در این قسمت، باید الزامات راه‌های خروج مطابق مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان نیز رعایت شود.

### 2-1-5-4 راه‌های دسترس و خروج قابل قبول

هر ساختمان باید همواره برای همهٔ بهره‌برداران و متصرفان آن قابل دسترس بوده و از هر نقطه از بنا شامل زیرزمین‌های قابل استفادهٔ افراد، مسیرهای پیوسته، ایمن و بدون مانع تا فضای باز امن یا معبر عمومی مطابق مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان فراهم باشد. مسیر یا مسیرهای دسترس و

خروج شامل فضاهای ورودی، پلکان‌ها، شیب‌راه‌ها، راهروها، هال‌های تقسیم، درها و ایوان‌ها یا بالکن‌های بیرونی است که باید با سایر ضوابط این قسمت انطباق داشته باشند.

### 3-1-5-4 فضاهای ورودی ساختمان

در تمام ساختمان‌ها باید پس از در ورودی اصلی فضای ورودی مناسب مطابق شرایط زیر وجود داشته باشد:

**1-3-1-5-4** در صورت وجود پله یا هر اختلاف سطح یا دیوار در مقابل در ورودی اصلی، باید حداقل 1/40 متر از آن فاصله داشته باشد.

**2-3-1-5-4** در فضای ورودی ساختمان باید امکان ایستادن چند نفر وجود داشته و دارای سطح آزاد و بدون مانعی برابر با حداقل 1/40 × 1/40 متر باشد.

**3-3-1-5-4** در فضای ورودی، ارتفاع زیر سقف از کف تمام‌شده نباید از موارد زیر کمتر باشد:

- حداقل2/1 متر در بیشتر از 50 درصد سطح فضا.
- حداقل2/05 متر به صورت موضعی یا محدود در 50 درصد باقی سطح فضا.

### 4-1-5-4 راهروها

**1-4-1-5-4** پهنای مفید آزاد و بدون مانع فضای راهروهای ارتباطی داخل ساختمان که در مسیر دسترس وخروج قراردارند بر اساس نوع تصرف و برآورد تعداد متصرفان یا بهره‌بردارانی که آن راهرو مسیر دسترس یا خروج آن‌هاست، محاسبه می‌شود. اما در هر صورت نباید از 1/40 متر کمتر باشد. مکان و اندازهٔ پیش‌بینی‌شده برای نصب هر وسیلهٔ مجاز یا مبلمان برای نشستن یا نگهبانی و پذیرش، باید به‌گونه‌ای باشد که پس از نصب آن‌ها پهنای مفید راهرو به کمتر از حداقل پهنای الزامی فوق کاهش نیابد.

در ساختمان‌ها یا داخل واحدهای تصرف که قابل دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامی نیست، اگر راهروی ارتباطی در راستای مسیر دسترس و خروج قرار داشته باشد، حداقل پهنای مفید و بدون مانع آن 1/10 متر است، مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرفی به گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

**2-4-1-5-4** راهروهایی که فقط برای دسترسی به تجهیزات برقی، مکانیکی یا لوله‌کشی و بهره‌برداری از آن، استفاده می‌شود باید حداقل 60 سانتی‌متر پهنا داشته باشند.

**3-4-1-5-4** حداقل پهنای الزامی راهروهای مستقیم با بار تصرف 50 نفر یا کمتر که قابل دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامی نباشد، 0/9 متر است.

**4-4-1-5-4** ارتفاع راهروها باید با ارتفاع الزامی فضای ورودی انطباق داشته باشد.

### 5-1-5-4 درهای ورودی اصلی

هر در که به عنوان در ورودی اصلی و یا خروج الزامی ساختمان یا واحد تصرف طراحی می‌شود باید علاوه بر رعایت الزامات قسمت 4-9-6 (نصب و اجرای درها و پنجره‌ها)، با الزامات این بخش نیز مطابقت داشته باشد.

درهای اصلی واحدهای تصرف که در دوربندهای خروج قرار می‌گیرند باید علاوه بر مطابقت با ضوابط این قسمت، با رعایت سایر ضوابط مربوط به دوربندهای خروج از جمله استفاده از درهای خودبسته‌شو یا خودکاربسته‌شو الزامی مندرج در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان طراحی، ساخته و نصب شوند.

**1-5-1-5-4** "در" اصلی باید از نوع لولایی با پهنای مفید حداقل 90 سانتی‌متر و ارتفاع مفید حداقل 205 سانتی متر باشد مگر آنکه در مقررات اختصاصی تصرفی به‌گونه‌ای دیگر تعیین‌شده باشد. درهای دولنگهٔ بدون وادار وسط که به عنوان در اصلی به‌کار می‌روند، باید در هنگام بازشدن لنگهٔ فعال، حداقل 80 سانتیمتر پهنای مفید بدون مانع داشته باشند. پهنای هر لنگه در نباید از 1/20 متر بیشتر باشد.

وسایل متوقف‌کننده یا تنظیم کنندهٔ حرکت درها نباید بلندی قد راه را به صورت موضعی به کمتر از 1/95 متر کاهش دهند.

**2-5-1-5-4** تمام درهای واقع در مسیرهای دسترس و خروج در موارد زیر، باید موافق جهت خروج بچرخند:

آ- درهای واقع در دوربندهای خروج.

ب- درهای واقع در فضاهای پرخطر.

پ- درهای اتاق‌ها و فضاهای با بار تصرف 50 نفر و بیشتر.

در این حالت درها در حالت کاملاً باز نباید هیچ‌یک از ابعاد الزامی پاگرد را بیش از 0/18 متر (با احتساب پیش‌آمدگی دستگیرهٔ در) کاهش دهند.

زمانی که بار تصرف یا تعداد استفاده کنندگان از پاگرد پله 50 نفر یا بیشتر است و یا ساختمان دارای مساحت 930 مترمربع ناخالص یا بیشتر است، مطابق مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان، این درها در هیچ موقعیتی طی بازشدن نباید اندازهٔ پاگرد را به کمتر از نصف اندازهٔ الزامی کاهش دهند.

در موارد زیر استفاده از انواع درهای غیر لولایی برای درهای واقع در مسیر دسترس و خروج مجاز است:

1. در پارکینگ‌های خصوصی، فضاهای اداری، کارخانه و انبارها با بار تصرف 10 نفر یا کمتر.
2. در تصرف‌های گروه (د-3)، که به عنوان محل بازداشت استفاده می‌شوند.
3. در واحد مسکونی تکی در تصرف (م-4).
4. درهای گردان مجاز در تمام تصرف‌ها به غیر از تصرف‌های گروه (خ).
5. درهای کشویی افقی مجاز به غیر از تصرف‌های گروه (خ)،
6. درهای برقی مجاز.

**3-5-1-5-4** در هر طرف در اصلی، باید یک کف یا پاگرد وجود داشته باشد. تراز سطح این کف یا پاگرد باید در هر دو سمت در یکسان باشد.

کف یا پاگرد واقع در مسیر دسترس و یا خروج الزامی اصلی نباید بیش از 20 میلی‌متر پایین‌تر از سطح بالایی آستانه در اصلی باشد. مگر در موارد زیر:

- ارتفاع کف یا پاگرد درهایی که در مسیر قابل دسترس الزامی برای افراد معلول قرار ندارند مجاز است حداکثر 0/38 متر در نظر گرفته شود.
- ارتفاع کف یا پاگرد مجاور درهای واقع در جدارهٔ خارجی ساختمان که در مسیر قابل دسترس برای افراد معلول یا خروج الزامی قرار ندارند را می‌توان حداکثر مطابق ارتفاع تعیین شده برای یک پله در نظر گرفت.
- سطح کف و پاگردهای واقع در بالکن‌های دسترس باید مطابق قسمت 4-5-1-6 در نظر گرفته شود.

**4-5-1-5-4** در مسیرهای دسترس و خروج اصلی، درها باید طوری طرح، ساخته، نصب و تنظیم شوند که در تمام اوقات استفاده از بنا از سمت داخل به آسانی و فوریت قابل باز شدن بوده و هیچ عامل بازدارنده‌ای مانند قفل، کلون، کشو و غیره، مانع خروج به موقع یا فرار متصرفان نشود.

در موارد زیر، برای جلوگیری از عمل کردن درهای خروج، می‌توان از قفل و چفت استفاده کرد:

آ. محل‌های بازداشت،

ب. در ساختمان‌های با بار تصرف 300 یا کمتر، در یا درهای اصلی (واقع در جداره‌های بیرونی) را می‌توان از سمت داخل به وسایل قفل‌کننده کلیددار مجهز کرد، به شرط آن که وسیلهٔ قفل‌کننده به آسانی تشخیص داده شود، قفل از انواع ساده انتخاب شود و باز کردن آن مهارت و تلاش خاصی لازم نداشته باشد و تمام متصرفان کلید را در اختیار داشته یا در غیاب مسئول ساختمان، بتوان امکان بازکردن در را فراهم کرد.

**5-5-1-5-4** نصب و استفاده از یک کلون، یا زنجیر ایمنی، فقط برای درهای اصلی خانه‌های یک یا دو خانواری و واحدهای مسکونی مستقل، مانند آپارتمان، اتاق‌های هتل، متل، مسافرخانه و مانند آنها مجاز است، مشروط بر آنکه کلون در ارتفاع حداکثر 120 سانتی‌متری از کف تمام شده نصب شود و بازکردن آن از داخل نیازی به کلید نداشته باشد.

### 6-1-5-4 ایوان‌ها، بالکن‌ها و سکوهای واقع در مسیر ورود و خروج

ایوان‌ها، بالکن‌ها و سکوهای بیرونی که در مسیرهای دسترس و خروج اصلی ساختمان یا واحدهای تصرف واقع شده‌اند علاوه بر رعایت مقررات مربوط به پاگردها و همچنین ضوابط قسمت فضاهای نیمه‌باز، باید با ضوابط این قسمت نیز منطبق باشند.

**1-6-1-5-4** ایوان‌ها یا بالکن‌های بیرونی که در ابتدا یا انتهای مسیر دسترس یا خروج قرار دارند باید دارای سطح آزاد و بدون مانعی با حداقل ابعاد 1/40 × 1/40 متر باشند و این سطح نباید برای هیچ فعالیت یا منظور دیگری در نظر گرفته شود. چنانچه در اصلی به سمت بالکن باز شود، نباید در تمام مسیر بازشدن عمق و پهنای الزامی بالکن را به کمتر از 90 سانتی‌متر کاهش دهد.

**2-6-1-5-4** ایوان‌ها و بالکن‌ها در هیچ جهت نباید دارای شیبی بیش از 2 در صد باشند.

**4-5-1-6-3** در صورتی که کف ایوان یا بالکن دسترس وخروج اصلی در ارتفاع بیش از 0/70 متر نسبت به کف فضا یا زمین مجاور قرار داشته باشد، باید دارای جان‌پناه یا حفاظ مناسب مطابق مشخصات قسمت 4-9-7 باشد.

**4-5-1-6-4** رعایت مقررات قسمت 4-5-1-14 برای ایوان‌ها، بالکن‌ها و سکوهای بیرونی واقع در مسیر دسترس و خروج اصلی ساختمان الزامیست.

### 4-5-1-7 راه‌پله‌ها

**4-5-1-7-1** در راه‌پلهٔ ساختمان، حداقل اندازه عمق کف‌پله 0/28 متر است. ارتفاع پله باید به میزانی باشد که مجموع اندازه کف‌پله و دو برابر ارتفاع آن بین 0/63 تا 0/64 متر باشد.

عمق کف پله از لبهٔ یک کف پله تا تصویر افقی لبهٔ کف پلهٔ بعدی اندازه‌گیری می‌شود.

**4-5-1-7-2** رعایت مفاد مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان در مورد راه‌پله و پلکان الزامی است.

**4-5-1-7-3** در تمام ساختمان‌ها میزان حداقل عرض پلهٔ الزامی، بر حسب نوع و بار تصرف و متناسب با تعداد استفاده‌کنندگان تعیین می‌گردد. در هر صورت پله‌هایی با عرض مفید کمتر از 1/10 متر و قفسه پله‌های دارای پاگردی که عموم از آن استفاده کنند با عرض کمتر از2/40 متر مجاز نیست، مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرفی به‌گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

**4-5-1-7-4** حداقل عرض یا شعاع پاگرد، مساوی عرض پله می‌باشد.

**4-5-1-7-5** حداکثر تعداد پله‌های بین دو پاگرد باید 12 پله باشد.

**4-5-1-7-6** حداقل ارتفاع غیر سرگیر پله‌ها و پاگردهای آن‌ها در تمام طول مسیر 2/05 متر است که از لبهٔ هر کف پله اندازه‌گیری می‌شود.

**4-5-1-7-7** در ساختمان‌های دارای چهار طبقه و بیشتر بالای زمین، حداقل یک پلکان عمومی ساختمان باید تا سطح بام امتداد یابد، مگر در بام‌هایی با شیب تندتر از 33 درصد و یا بام‌هایی که هیچ‌گونه استفاده‌ای ندارند، که دسترسی از طبقه آخر به آن‌ها از طریق دیگر امکانات مانند نردبام مجاز است.

**4-5-1-7-8** در ساختمانی که برای بام آن پلکان وجود دارد، دسترسی به بام باید از طریق یک اتاقک خرپشته با مساحت برابر یا کمتر از قفسهٔ راه‌پله تأمین گردد.

### 4-5-1-8 شیب‌راه‌های عبور پیاده

**4-5-1-8-1** شیب‌راه‌های عبور پیاده که در مسیر دسترس یا خروج اصلی واحدهای تصرف قرار می‌گیرند باید دارای شیبی برابر یا کمتر از 8 درصد باشند. شیب بقیه شیب‌راه‌های عبور پیاده در صورتی که قابل دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامی نباشد، نباید از 12/5 درصد بیشتر باشد.

**4-5-1-8-2** شیب‌راه‌ها باید در بالا و پایین، در نقاط گردش حرکت، ورود و خروج فضاها، درها ،و یا پس از طی هر 9 متر طول، پاگرد داشته باشند. پاگردها باید دارای شیبی کمتر از 2 درصد در هر جهت باشند. تغییر تراز و اجرای پله در پاگرد مجاز نیست. طول و عرض پاگردهای شیب‌راه‌ها در صورتی که قابل دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامی نباشد، باید حداقل 0/90 متر باشد.

**4-5-1-8-3** پهنای شیب‌راه‌های واقع در مسیر دسترس و خروج اصلی باید برابر با پهنای الزامی راهروهای اصلی در همان تصرف باشد. پهنای بقیهٔ شیب‌راه‌ها در صورتی که قابل‌دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامی نباشد، حداقل 0/9 متر است، مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرفی به‌گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

**4-5-1-8-4** شیب، اندازه‌ها و سایر مشخصات شیب‌راه‌ها و پاگردهای آن‌ها در مکان‌هایی که قابل دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامیست، باید تابع ضوابط مصوب شورایعالی شهرسازی و معماری ایران باشد.

### 4-5-1-9 آسانسورها و پله‌های برقی

وضعیت، ابعاد و تعداد و ظرفیت حداقل و سایر ضوابط و الزامات آسانسورها و پله‌های برقی، باید در انطباق با مباحث سوم و پانزدهم مقررات ملّی ساختمان باشد.

### 4-5-1-10 نورگیری و تهویه

**4-5-1-10-1** در راهروها و فضاهای عمومی مستقیم و یا دارای پنجره در دو انتها در مواردی که تأمین نور بصورت طبیعی صورت گیرد، سطح شیشه طبق جدول 4-6-1 و حداقل 1/80 مترمربع یا یک چهلم سطح کف است و در غیر از موارد فوق حداقل یک بیستم سطح کف می‌باشد.

**4-5-1-10-2** در راه‌پله‌ها، در مواردی که تأمین نور بصورت طبیعی صورت گیرد، سطح شیشه الزامی طبق جدول 4-6-1 و حداقل 0/9مترمربع به ازای هر طبقه است.

**4-5-1-10-3** درصورت عدم امکان نورگیری راه‌پله‌ها با پنجره‌های دیواری، تأمین نور طبیعی از سقف محفظه پلکان نیز منطبق با الزامات قسمت 4-9-5 مجاز است.

**4-5-1-10-4** در ساختمان‌های گروه‌های 6 تا 8 در صورت عدم امکان نورگیری راه‌پله‌ها با پنجره دیواری، علاوه بر تأمین نور طبیعی از سقف راه‌پله، تعبیه برق اضطراری برای تأمین نور مصنوعی طبق مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان الزامی است.

**4-5-1-10-5** در صورتی‌که راه‌پله‌ها به طور طبیعی تعویض هوا شوند، تعویض هوا باید به یکی از دو طریق زیر انجام شود:

آ- اگر تعویض هوا از در و پنجره‌های میانی در تمام ارتفاع محفظهٔ راه‌پله ممکن باشد، سطح بازشو در هر طبقه نباید از یک شانزدهم سطح تصویر افقی پله یا 0/45 مترمربع (مقدار بیشتر ملاک عمل است) کمتر باشد.

ب- اگر تعویض هوا فقط از سقف محفظهٔ راه‌پله انجام گیرد، سطح بازشو برای تمام راه‌پله باید در انطباق با قسمت 4-9-5 باشد.

**4-5-1-10-6** در ساختمان‌های بیش از 2 طبقه، ارتباط بین قفسه پلکان و فضای توقفگاه و موتورخانه باید با تعبیه عنصر یا فضای جداکننده‌ای جهت جلوگیری از انتقال دود و سر و صدا صورت گیرد.

### 4-5-1-11 دست‌اندازها، نرده‌ها و میله‌های دستگرد

**4-5-1-11-1** درمحل‌هایی که اختلاف سطح‌ها از 0/70 متر بیشتر باشد، باید به وسیلهٔ دست‌انداز یا جان‌پناه مطابق الزامات قسمت 4-9-7 از احتمال سقوط افراد ممانعت شود.

**4-5-1-11-2** ارتفاع دست‌اندازهای شیب‌دار پله‌ها یا شیب‌راه‌ها از لبهٔ پله یا سطح شیب‌راه باید حداقل 0/90 متر باشد.

**4-5-1-11-3** در شرایط زیر نصب میلهٔ دستگرد منطبق با الزامات قسمت 4-9-7 الزامیست. مگر آن‌که در ضوابط اختصاصی تصرف‌ها به گونهٔ دیگری تعیین شده باشد:

آ- در دو طرف راه‌پله‌هایی که بیش از دو ارتفاع پله را طی می‌کنند و در مسیرهای دسترس یا خروج اصلی ساختمان یا تصرف قرار دارند.

ب- در دو طرف تمام شیب‌راه‌هایی که در مسیرهای دسترس یا خروج اصلی ساختمان یا تصرف قرار دارند، ارتفاع بیش از 0/15 متر را طی می‌کنند و طول افقی آن‌ها بیش از 1/85 متر است و حداقل در یک طرف تمام شیب‌راه‌های غیر آن که دارای شیب بیش از8 درصد است.

پ- در میانهٔ پهنای پله‌های با عرض بیش از 1/80 متر که در مسیرهای دسترس یا خروج ساختمان یا تصرف قرار دارند، به نحوی که همواره افراد در فاصلهٔ 0/75 متر یا کمتر از یک میلهٔ دستگرد قرار گیرند.

### 5-4-1-12 کف‌سازی، نازک‌کاری و پوشش‌ها

**5-4-1-12-1** لبه و کف‌پله‌ها و پاگردها و همچنین کف شیب‌راه‌ها و راهروها باید از مصالح سخت، غیرلغزنده و ثابت باشند.

**5-4-1-12-2** کف‌پله‌ها در هر راه‌پله باید از مصالح، رنگ و اندازه‌های یکسان تشکیل شده باشد.

**5-4-1-12-3** شعاع گردی لبه کف پله (نوک پله) نباید بیش از 13 میلیمتر باشد.

**5-4-1-12-4** عناصر اصلی و مصالح مصرفی در پله‌ها، شیب‌راه‌ها و راهروهای ساختمان، باید مطابق با مندرجات مباحث سوم و پنجم مقررات ملّی ساختمان، دارای مقاومت مناسب در برابر حریق بوده و در هنگام زلزله ریزش نداشته باشند.

### 5-4-1-13 پیش‌آمدگی‌ها

پله‌ها، شیب‌راه‌ها و راهروهای ساختمان نباید با هیچ وسیله و تجهیزاتی مانند شیر آب، جعبهٔ آتش نشانی و سایر وسایل مسدود شوند، یا عرض آن‌ها به کمتر از مقدار حداقل الزامی تقلیل یابد.

### 5-4-1-14 شرایط بیرونی

بالکن‌ها و ایوان‌های واقع در مسیرهای دسترس و خروج و همچنین پله‌ها و سطوح شیب‌دار واقع در این مسیرها باید دارای سطح غیر لغزنده باشند و چنان طراحی و اجرا شوند که آب روی آن‌ها یا

روی سطح فضاهایی که به آن‌ها دسترسی دارد جمع نشود. سطوحی که در معرض نزولات جوی قرار دارند، باید چنان طراحی و سرپوشیده شوند که امکان جمع شدن برف و یخ روی آن‌ها به حداقل برسد.

## 4-5-2 فضاهای اقامت

### 4-5-2-1 الزامات کلی

**4-5-2-1-1** سطوح زیربنا، ابعاد و ارتفاع داخلی، نورگیری و تهویه در فضاهای اقامت نباید از مقادیر مشخص شده در این مقررات کمتر باشد. حداقل اندازه‌های سطح کف و ابعاد این فضاها باید خارج از کمدهای دیواری توکار، تاقچه‌ها و آستانهٔ درها و پنجره‌ها اندازه‌گیری و کنترل شود مگر آن‌که در مواردی به‌گونه‌ای دیگر بیان شده باشد..

**4-5-2-1-2** تنها دسترسی موجود به یک اتاق اقامت نباید از اتاق اقامت دیگری باشد مگر آنکه به عنوان فضای الحاق‌شده مطابق مقررات بند 4-5-2-5 محسوب شود، یا واحد تصرف دارای فضای اقامتی غیر از این دو اتاق نباشد.

### 4-5-2-2 اندازه‌های فضاهای اقامت

فضاهای اقامت باید دارای سطوح زیربنا و اندازه‌های حداقل به شرح زیر باشند مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرف‌ها به گونه‌ای دیگر بیان شده باشد:

**4-5-2-2-1** فضاهای اقامت باید حداقل 6/50 مترمربع زیربنا داشته باشند.

**4-5-2-2-2** فضای اقامت باید حداقل 2/15 متر عرض داشته باشد.

**4-5-2-2-3** حداقل ارتفاع فضای اقامت باید 2/40 متر باشد. این حداقل باید در تمام سطح الزامی رعایت شود. در اتاق‌های اقامت واقع در زیر سقف شیب‌دار، ارتفاع در قسمت‌هایی با فاصلهٔ 0/30 متر از کوتاه‌ترین قسمت آن نباید از 2/05 متر کمتر باشد.

**4-5-2-2-4** حداقل ارتفاع آزاد زیر چارچوب درها، تیرها، لوله‌ها و کانال‌ها و سایر عناصر سازه‌ای در فضاهای اقامت که از زیر آن‌ها عبور صورت می‌گیرد، نباید از 2/05 متر کمتر باشد.

**5-4-2-2-5** در صورت تعبیهٔ میان‌طبقه در فضای اقامتی به عنوان بخشی از آن فضا، ارتفاع قسمت بالا و پائین آن باید به‌ترتیب حداقل 2/1 و 2/4 متر باشد.

### 5-4-2-5-3 نورگیری و تهویه

**5-4-2-5-3-1** هر فضای اقامت، باید حداقل دارای یک یا چند در و پنجرهٔ شیشه‌ای باشد که لازم است با رعایت ضوابط شهرسازی، به طور مستقیم رو به فضای باز یا خیابان و معبر عمومی باشد.

**5-4-2-5-3-2** در فضاهای اقامت، در انطباق با الزامات فصل 4-6، سطح شیشهٔ الزامی، حداقل یک هشتم سطح کف است، مگر آنکه پنجره‌ها تنها در یک دیوار فضا تعبیه شده باشد و فاصلهٔ آن دیوار با دیوار مقابل در فضای مورد نظر بیش از 4/50 متر باشد، که در این صورت یک هفتم سطح کف، الزامی خواهد بود.

**5-4-2-5-3-3** در فضاهای اقامت درصورتی‌که لبهٔ بالایی پنجره‌ها، غیر از نورگیر سقف شیب‌دار، درارتفاع زیر 2/10 متر قرار گرفته باشد، سطح الزامی شیشهٔ شفاف یک ششم سطح کف است، مگر آنکه تمام دریچه‌ها نیز در یک دیوار تعبیه شده باشد و فاصلهٔ آن از دیوار مقابل بیش از 4/50 متر باشد، در این صورت سطح الزامی شیشه، یک پنجم کف فضا است.

**5-4-2-5-3-4** درصورتی‌که پنجره رو به یک ایوان باز شود، ایوان باید دارای شرایط زیر باشد:

آ- فضای ایوان باید به طور مستقیم به طرف فضای باز یا خیابان و معبر عمومی، بدون هیچ‌گونه مانع در برابر نور و جریان هوا، باشد.

ب- در و پنجره‌های شیشه‌ای الزامی برای تأمین نور طبیعی و تهویه در فضاهای اقامت، باید با ابعاد و سطوح تعیین‌شده در بند 4-5-2-3-2 و انطباق با الزامات فصل 4-6 بطور مستقیم و بدون مانع، به فضای سرپوشیدهٔ ایوان باز شوند.

پ- بین فضای اقامت یا اشتغال و فضای ایوان نباید محفظهٔ آفتاب‌گیر قرار داده شود.

**5-4-2-5-3-5** تمام فضاهای اقامت، باید مطابق با مندرجات مباحث چهاردهم و نوزدهم مقررات ملّی ساختمان به طور طبیعی یا مکانیکی تعویض هوا شوند.

**5-4-2-5-3-6** تمام فضاهای اقامتی که تهویهٔ مکانیکی می‌شوند، باید ارتباط مستقیم با فضای خارج داشته باشند تا تعویض هوای طبیعی نیز ممکن باشد.

**4-5-2-3-7** در صورت نورگیری از حیاط‌های خلوت یا حیاط‌های داخلی و پاسیوها، باید اندازه‌ها، سطح و سایر مقررات تعیین‌شده برای این حیاط‌ها و مقررات اختصاصی تصرف‌ها رعایت گردد.

### 4-5-2-4 الزامات فضاهای اقامتی واقع در زیرزمین

اتاق‌های زیرزمین، با رعایت شرایط زیر، می‌توانند به عنوان فضای اقامتی که تأمین نورطبیعی در آن الزامی است، استفاده شوند:

**4-5-2-4-1** از فضاهایی که کف آنها پایین‌تر از سطح زمین باشد، در صورتی که دارای نورگیری و تهویه لازم از فضای باز باشند و سایر الزامات مربوط به فضا یا تصرف مورد نظر به‌ویژه از نظر همجواری، ارتفاع، مساحت، دسترس و خروج، در آن‌ها رعایت شده باشد، می‌توان جهت اقامت و اشتغال استفاده نمود. اگر متوسط ارتفاع تراز زیر سقف فضای زیرزمین از سطح زمین طبیعی (معبر یا حیاط) کمتر از 0/90 متر باشد، جهت استفاده برای اقامت یا اشتغال، باید با تأیید شهرداری و سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان مجراهای خارجی نور و هوا مطابق الزامات قسمت 4-5-9-2 در کنار دیوار خارجی در حیاط‌ها پیش‌بینی شود.

**4-5-2-4-2** در ساختمان‌های گروه 3، تعبیه گودال باغچه در داخل حیاط اصلی، جهت تأمین نور و تهویهٔ فضای سکونت و اشتغال در زیرزمین، درصورت نداشتن مغایرت با ضوابط طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری و مطابق سایر مقررات قسمت 4-5-9-2 مجاز است.

### 4-5-2-5 فضاهای الحاق‌شده به اتاق‌ها و فضاهای اقامت

**4-5-2-5-1** اتاق‌های منضم به فضاهای اقامت، درصورتی‌که حداقل 80 درصد دیوار مشترک آن با فضای اصلی باز باشد، نیاز به نور و هوای مستقل ندارد و برای محاسبه نور و هوای لازم، سطح اتاق منضم، به سطح فضای اصلی افزوده می‌شود. در غیر این‌صورت فضای الحاق‌شده باید مطابق نوع استفاده، از نورگیری و تهویهٔ لازم مطابق این مقررات برخوردار باشد.

**4-5-2-5-2** در حالتی که کمتر از 80 درصد دیوار مشترک فضای الحاق‌شده به فضای اقامت اصلی باز باشد، باید هر دو فضا از ورودی مستقل نیز برخوردار باشند.

### 4-5-2-6 الزامات فضاهای اقامت با نورگیری از سقف

در هنگام تغییر نوع استفاده یا تعمیر اساسی فضاهای اقامت موجود که نسبت به سطح الزامی کمبود سطح پنجره دارند، تا حداکثر 50 درصد از سطح الزامی می‌تواند با رعایت سایر شرایط مندرج در قسمت 4-9-5 از طریق نورگیر سقفی تأمین شود.

### 4-5-2-7 الزامات فضاهای اقامت با نورگیری از محفظهٔ آفتاب‌گیر

نورگیری و تهویهٔ الزامی فضاهای قابل سکونت درصورت رعایت الزامات بیان‌شده در قسمت4-5-9-3 می‌تواند از طریق محفظه‌های آفتاب‌گیر انجام شود.

### 4-5-2-8 در و پنجره

**4-5-2-8-1** تمام اتاق‌های اقامت باید دارای حداقل یک «در» ورودی با رعایت اندازه‌های مندرج در این قسمت والزامات کلی قسمت 4-9-6 باشند. «در» اتاق‌های خواب، چندمنظوره و نشیمن باید از نوع لولایی یا پاشنه‌ای باشد.

استفاده از درهای کشویی یا تاشو بین اتاق‌های خواب و فضاهای منضم درصورتی که در اصلی ورود به اتاق نباشد، مجاز است.

**4-5-2-8-2** در ورودی اصلی اتاق‌های اقامت باید دارای حداقل 80 سانتی‌متر پهنای مفید و200 سانتی‌متر ارتفاع مفید باشد. درصورت استفاده از درهای چندلنگه برای اتاق‌ها، پهنای مفید لنگهٔ فعال در حالت باز باید حداقل 80 سانتیمتر باشد.

**4-5-2-8-3** عمق نورگیری در هر اتاق یا فضا یا فاصلهٔ مورد قبول برای نورگیری از یک پنجره، حداکثر 7 متر است. درصورتی که قسمتی از اتاق یا فضا با فاصلهٔ بیش از 7 متر از پنجره قرارداشته باشد، آن قسمت از نور طبیعی بی‌بهره به حساب می‌آید. در صورت نورگیری فضا از طریق یک فضای نیمه باز سرپوشیده مانند ایوان، عمق نورگیری مجاز از لبهٔ خارجی آن فضای نیمه‌باز محسوب می‌شود.

### 4-5-3 اتاق‌ها و فضاهای اقامتی چند منظوره

**4-5-3-1** فضاهایی که هم برای اقامت و هم صرف غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید حداقل 14/50 مترمربع زیر بنا داشته باشند.

**4-5-3-2** فضاهای مورد استفاده برای اقامت، صرف غذا و پخت و پز باید دارای زیربنای حداقل 20/00 مترمربع باشد.

**4-5-3-3** تمام فضاهای اقامت چند منظوره باید مطابق با مندرجات مباحث چهاردهم و نوزدهم مقررات ملّی ساختمان به طور طبیعی یا مکانیکی تعویض هوا شوند.

**4-5-3-4** سایر الزامات تعیین‌شده برای فضاهای اقامت، باید برای فضاهای اقامت چند منظوره نیز رعایت گردد.

### 4-5-4 فضاهای اشتغال

#### 4-5-4-1 الزامات کلی

**4-5-4-1-1** سطح زیربنا، ابعاد و ارتفاع داخلی، نورگیری و تهویه در فضاهای اشتغال نباید از مقادیر مشخص شده در این مقررات کمتر باشد. حداقل اندازه‌های سطح کف و ابعاد این فضاها باید خارج از کمدهای دیواری توکار، تاقچه‌ها و آستانهٔ درها و پنجره‌ها اندازه‌گیری و کنترل شود مگر آن‌که در مواردی به‌گونه‌ای دیگر بیان شده باشد..

**4-5-4-1-2** دسترسی به یک فضای اشتغال نباید از فضای اشتغال یا اقامت دیگری باشد مگر آنکه سلسله مراتب فعالیت مستلزم عبور از یک فضای اشتغال دیگر باشد یا به عنوان فضای الحاق‌شده مطابق مقررات بند 4-5-4-5 محسوب شود.

### 2-4-5-4 اندازه‌های الزامی

**1-2-4-5-4** فضاهای اشتغال باید حداقل 2/40 متر ارتفاع آزاد از کف تا سقف داشته باشند. این حداقل باید در تمام سطح الزامی رعایت شود. درسقف شیب‌دار، ارتفاع کوتاهترین قسمت آن نباید از 2/05 متر کمتر باشد.

**2-2-4-5-4** حداقل ارتفاع آزاد زیر چارچوب درها، تیرها، لوله‌ها وکانال‌ها و سایر عناصر سازه‌ای در فضاهای اشتغال که از زیر آن‌ها عبور صورت می‌گیرد، نباید از 2/05 متر کمتر باشد.

### 3-4-5-4 نورگیری و تهویه

**1-3-4-5-4** هر فضای اشتغالی که الزاماً به نور طبیعی نیاز دارد، باید حداقل دارای یک یا چند در و پنجرهٔ شیشه‌ای باشد که لازم است با رعایت ضوابط شهرسازی، به طور مستقیم رو به فضای باز یا خیابان و معبر عمومی باشد.

**2-3-4-5-4** در صورتی که پنجره به سمت ایوان باز شود، رعایت مقررات تعیین‌شده برای فضاهای اقامت در این شرایط نیز الزامیست.

**3-3-4-5-4** حداقل سطوح شیشه در فضاهای اشتغال با رعایت الزامات فصل 4-6، یک هشتم سطح کف است.

**4-3-4-5-4** تمام فضاهای اشتغال که مورد استفادهٔ اشخاص قرار می‌گیرند، باید مطابق با مندرجات مباحث چهاردهم و نوزدهم مقررات ملّی ساختمان به طور طبیعی یا مکانیکی تعویض هوا شوند.

**5-3-4-5-4** در صورت نورگیری از حیاط‌های خلوت یا حیاط‌های داخلی و پاسیوها، باید اندازه‌ها، سطح و سایر مقررات تعیین‌شده برای این حیاط‌ها و مقررات اختصاصی تصرف‌ها رعایت گردد.

### 4-4-5-4 الزامات فضاهای اشتغال واقع در زیرزمین

اتاق‌های زیرزمین، با رعایت شرایط بیان شده برای فضاهای اقامت، می‌توانند به عنوان فضای اشتغالی که تأمین نورطبیعی در آن الزامی است، استفاده شوند.

### 4-5-4-5 فضاهای الحاق‌شده به اتاق‌ها و فضاهای اشتغال

**4-5-2-5-4-1** اتاق‌های منضم به فضاهای اشتغال، درصورتی‌که حداقل 80 درصد دیوار مشترک آن با فضای اصلی باز باشد، نیاز به نور و هوای مستقل ندارد و برای محاسبه نور و هوای لازم، سطح اتاق منضم، به سطح فضای اصلی افزوده می‌شود. در غیر این‌صورت فضای الحاق‌شده باید مطابق نوع استفاده، از نورگیری و تهویهٔ لازم مطابق این مقررات برخوردار باشد.

**4-5-4-5-2** در حالتی که کمتر از 80 درصد دیوار مشترک فضای الحاق‌شده به فضای اصلی باز باشد، باید هر دو فضا از ورودی مستقل نیز برخوردار باشند مگر در مواقعی که فضای دارای ورودی تنها برای انتظار یا استقرار افرادی چون منشی یا راهنما استفاده شود که در این حالت می‌تواند تنها راه ورود به فضای دوم از این فضا باشد مشروط بر آن‌که اندازهٔ عبوری آزاد و بدون مانع کافی بر قرار باشد.

### 4-5-4-6 الزامات فضاهای اشتغال با نورگیری از سقف

**4-5-4-6-1** برای تأمین نور و تهویهٔ الزامی فضاهای اشتغالی که باید به شکل طبیعی صورت گیرد، در صورت عدم امکان تعبیه پنجره دیواری، استفاده از نورگیرهای سقفی مطابق مقررات قسمت 4-9-5 الزامی است.

**4-5-4-6-2** به هنگام تغییر تصرف یا تعمیر اساسی فضاهای اشتغال موجود که سطح پنجرهٔ آن‌ها نسبت به سطح الزامی کمتر است، تا حداکثر 50 درصد از سطح الزامی می‌تواند از طریق نورگیر سقفی تأمین شود.

## 4-5-5 فضاهای پخت و آشپزخانه‌ها

### 4-5-5-1 الزامات کلی

**4-5-5-1-1** سطح زیربنا، ابعاد و ارتفاع داخلی، نورگیری و تهویه در فضاهای آشپزخانه نباید از مقادیر مشخص شده در این مقررات کمتر باشد. حداقل اندازه‌های سطح کف و ابعاد این فضاها شامل قفسه‌هاست و باید خارج از کمدهای دیواری توکار، تاقچه‌ها و آستانهٔ درها و پنجره‌ها اندازه‌گیری و کنترل شود مگر آن‌که در مواردی به‌گونه‌ای دیگر بیان شده باشد..

**4-5-5-1-2** دسترسی به یک فضای اشتغال یا اقامت نباید از فضای آشپزخانه باشد. ولی دسترسی به آشپزخانه در واحدهای تصرف که حداکثر دارای دو فضای مستقل اقامت یا اشتغال هستند می‌تواند از یکی از آن فضاها تامین شود مشروط بر آنکه مانع فعالیت و کار در آن فضا نبوده، دسترسی به فضای مورد نظر برای همه فراهم و تهویهٔ لازم برای آشپزخانه مطابق این مقررات تامین شده باشد.

**4-5-5-1-3** نوع، حریم‌ها و شرایط نصب کلید و پریز و سایر تجهیزات الکتریکی در محدودهٔ قرارگیری تجهیزاتی که در آن‌ها از آب استفاده می‌شود، باید با رعایت مقررات مبحث سیزدهم به‌گونه‌ای باشد که ایمنی استفاده‌کنندگان از آشپزخانه را فراهم آورد.

### 4-5-5-2 اندازه‌های الزامی

اندازهٔ آشپزخانه‌ها و فضاهای پخت مستقل یا باز بر اساس نوع تصرف و نحوهٔ استفاده تعیین می‌شود. اما در هر صورت حداقل سطح آن‌ها ، شامل سطوح زیر قفسه‌ها، 5/5 مترمربع و حداقل ابعاد آشپزخانه مابین دیوارهای اصلی 1/80 متر است. در هر آشپزخانه سطحی برابر حداقل 2/75 مترمربع، خارج از قفسه بندی و بصورت آزاد برای فضای کار حفظ شود.

در سرتاسر آشپزخانه دیواری باید فضای کار آزاد و عاری از اشیاء و لوازم ثابت به عرض حداقل 0/90 متر از لبهٔ قفسه‌ها درنظر گرفته شود، مگر در مقررات اختصاصی تصرفی به گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

### 4-5-5-3 نورگیری و تهویه

**4-5-5-3-1** آشپزخانه‌های مستقل باید دارای نور طبیعی باشند. در آشپزخانه‌های باز و دیواری، استفاده از تهویه و نور مصنوعی، درصورت عدم امکان تعبیهٔ نور و تهویهٔ طبیعی و در صورت مجاز بودن استفاده از آن‌ها در تصرف موردنظر، الزامی است.

**4-5-5-3-2** در آشپزخانه‌های باز و دیواری، تخلیه هوای مکانیکی الزامی است.

**4-5-5-3-3** سیستم‌های تخلیهٔ هوای همهٔ آشپزخانه‌هایی که ملزم به تعبیهٔ هواکش روی اجاق (هود) هستند، باید توسط کانال یا هواکش مستقل به خارج از بنا ارتباط یابند.

**4-3-5-5-4** سیستم تخلیه هوای آشپزخانه در ساختمان‌های گروه‌های 6، 7 و8 باید در تمام مدت کارکرد آشپزخانه عمل کند. عایق‌کاری حرارتی این کانال‌ها باید مطابق با مندرجات مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان صورت پذیرد.

**5-3-5-5-4** تهویهٔ آشپزخانه‌های صنعتی و تجاری مشمول مقررات خاص خود است.

**6-3-5-5-4** در صورت نورگیری از حیاط‌های خلوت یا حیاط‌های داخلی و پاسیوها، باید اندازه‌ها، سطح و سایر مقررات تعیین‌شده برای این حیاط‌ها و مقررات اختصاصی تصرف‌ها در این مورد رعایت گردد.

### 4-5-5-4 کفسازی و پوشش دیوار

**1-4-5-5-4** کف آشپزخانهٔ مستقل و باز و فضای کار مقابل آشپزخانهٔ دیواری باید از کاشی و مصالح مشابه با قابلیت نظافت پوشیده شود.

**2-4-5-5-4** دیوارهای اطراف ظرفشوئی و اجاق در آشپزخانه‌های مستقل و باز و دیواری باید تا ارتفاع حداقل 1/50 متر از کاشی یا مصالح مشابه پوشیده شود.

**3-4-5-5-4** نوع و سایر الزامات کفسازی و پوشش دیوارها و سقف آشپزخانه‌های صنعتی و تجاری مشمول مقررات خاص خود است.

## 6-5-4 فضاهای بهداشتی

### 1-6-5-4 الزامات کلی

**1-1-6-5-4** در تمام تصرف‌ها بسته به نوع و بار تصرف، باید فضاهای بهداشتی به تعداد کافی تامین شود. در ساختمان‌های مورد استفادهٔ عموم و همچنین ساختمان‌های با گروه تصرف م-1 و م-3، تعبیه فضاهای بهداشتی مناسب برای افراد معلول مطابق ضوابط مصوب شورایعالی شهرسازی و معماری الزامیست.

**2-1-6-5-4** سطوح زیربنا، ابعاد و ارتفاع داخلی، نورگیری و تهویه در فضاهای بهداشتی نباید از مقادیر مشخص شده در این مقررات کمتر باشد. حداقل اندازه‌های سطح کف و ابعاد این فضاها باید خارج از کمدهای دیواری توکار، تاقچه‌ها و آستانهٔ درها و پنجره‌ها اندازه‌گیری و کنترل شود مگر آن‌که در مواردی به‌گونه‌ای دیگر بیان شده باشد.

**3-1-6-5-4** دسترسی به فضای بهداشتی در واحدهای تصرف که حداکثر دارای دو فضای مستقل اقامت یا اشتغال هستند می‌تواند از یکی از آن فضاها تامین شود مشروط بر آنکه دسترسی به فضای مورد نظر برای همه فراهم و تهویهٔ لازم و مستقل برای فضای بهداشتی مطابق این مقررات برقرار باشد، مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرفی به نحو دیگری تعیین شده باشد.

**4-1-6-5-4** تعبیهٔ فضاهای بهداشتی (مستراح) در هر شرایطی نباید در راستای جهت قبله صورت گیرد.

**5-1-6-5-4** نوع، حریم‌ها و شرایط نصب کلید و پریز و سایر تجهیزات الکتریکی در فضاهای بهداشتی، باید با رعایت مقررات مبحث سیزدهم به‌گونه‌ای باشد که ایمنی استفاده‌کنندگان از فضاهای بهداشتی را فراهم آورد.

### 2-6-5-4 اندازه‌های فضاهای بهداشتی

**1-2-6-5-4** اندازه افقی تمام شده برای ضلع کوچک‌تر هر فضای بهداشتی در هیچ شرایطی نباید از1/10 مترکمتر باشد مگر آنکه در مقررات اختصاصی تصرفی به گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.
درصورتی‌که محدوده‌ای به‌عنوان پیش‌ورودی در داخل فضای دوش مستقل پیش‌بینی شود یکی از ابعاد فضای دوش باید 1/50 تا 1/60 متر باشد.

**2-2-6-5-4** حداقل اندازهٔ فضای بهداشتی برای استفادهٔ افراد معلول، 1/70×1/50 متر است

**3-2-6-5-4** ارتفاع فضاهای بهداشتی درهر قسمت که فرد به‌طور معمول به‌صورت ایستاده است نباید از 210 سانتیمتر کمتر باشد مگر آنکه در مقررات اختصاصی تصرفی به گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

ارتفاع پایین‌ترین نقطهٔ چراغ سقفی را با رعایت سایر مقررات و معیارهای تعیین‌شده، در صورت نداشتن لبهٔ تیز و برجستگی موضعی خطرناک، می‌توان حداقل 2/00 متر درنظر گرفت. این ارتفاع برای چراغ نصب‌شده در دیوار به شرط آن‌که کمتر از 0/10 متر از دیوار پیش‌آمدگی داشته باشد و یا در بالای کاسهٔ روشویی نصب شود، حداقل 1/80 متر است.

در صورت ایستادن در وان، زیردوشی و یا بر روی سکو، لازم است ارتفاع مجاز از روی کف آن وسیله رعایت شود.

### 4-5-6-3 نورگیری و تهویه

**4-5-6-3-1** سطح بازشوی الزامی درصورت تعویض هوای طبیعی در فضاهای بهداشتی طبق جدول 4-6-1 و حداقل 0/18 مترمربع است. نورگیری و تعویض هوای طبیعی برای فضاهای بهداشتی الزامی نیست و می‌توان آن‌ها را بصورت مصنوعی تامین نمود.

**4-5-6-3-2** سیستم‌های تخلیهٔ هوای فضاهای بهداشتی در ساختمان‌های گروه‌های 6، 7 و 8 باید یا به صورت مرکزی و یا با هواکش‌هایی مستقل که توسط کلیدهای روشنایی برق یا کلیدهای جداگانه به کار افتند، عمل کنند. درصورتی که هوای چند فضای بهداشتی توسط یک هواکش تخلیه شود، این هواکش باید توسط کلیدهای مجزایی که در هر یک از آن‌ها قرار می‌گیرد به کار افتد و در انطباق با مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان، متصل به سیستم برق اضطراری باشد.

### 4-5-6-4 الزامات فضاهای بهداشتی با نورگیری از سقف

برای تأمین نور و تهویهٔ الزامی فضاهای بهداشتی که باید تأمین نور آنها بصورت طبیعی صورت گیرد، در صورت عدم امکان تعبیهٔ پنجره دیواری، استفاده از نورگیرهای سقفی مطابق شرایط قسمت 4-9-5 الزامی است.

### 4-5-6-5 کفسازی و پوشش دیوار

در تمام ساختمان‌ها، دیوارهای دست‌شویی و توالت باید تا ارتفاع حداقل 1/20 متر و در حمام حداقل 2/00 متر از کف، با کاشی یا مصالح مشابه پوشیده شود. کف این فضاها باید به نحو مناسب عایق‌کاری رطوبتی شده و با کاشی یا دیگر مصالح قابل شستشو پوشیده شوند.

## 4-5-7 فضاهای نیمه‌باز

### 4-5-7-1 الزامات کلی

**4-5-7-1-1** فضاهای نیمه‌باز تعبیه‌شده در تمام تصرف‌ها باید با الزامات این قسمت و مقررات اختصاصی هر تصرف منطبق باشند.

**4-5-7-1-2** جمع آوری و هدایت آب باران و برف در تمام فضاهای نیمه‌باز، توسط شیب‌بندی و کف‌شوی یا ناودان، الزامی است.

**4-5-7-1-3** هدایت و تخلیهٔ آب‌های سطحی فضاهای نیمه‌باز به سطح معابر عمومی مجاز نیست.

**4-5-7-1-4** در صورتیکه کف فضای نیمه‌باز ساختمان در ارتفاعی بیش از 0/70 متر از تراز زمین یا فضای باز مجاور قرار گیرد، تعبیه جان‌پناه به ارتفاع حداقل 1/10 متر الزامی است.

**4-5-7-1-5** شکل، مصالح و سایر مشخصات جان‌پناه تمام فضاهای نیمه‌باز ساختمان باید مطابق ضوابط مندرج در قسمت 4-9-7 باشد.

**4-5-7-1-6** تبدیل ایوان و بالکن به محفظهٔ آفتاب‌گیر، تنها با مجوز شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان مجاز خواهد بود.

**4-5-7-1-7** در صورت قرارگرفتن فضاهای نیمه‌باز در مسیر دسترس و خروج، باید علاوه بر ضوابط این قسمت، الزامات قسمت 4-5-1-6 نیز رعایت گردد.

### 4-5-7-2 بالکن

میزان حداکثر پیش آمدگی بالکن، در انطباق با الزامات قسمت 4-4-6 این مقررات و مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان و نیز بر اساس ضوابط شهرسازی مصوب تعیین می‌گردد.

### 4-5-7-3 بالکن کم‌عرض

بالکن کم‌عرض می‌تواند از مصالحی چون شبکه فلزی ساخته شود که آب باران و برف از کف آن عبور کند.

### 4-5-7-4 ایوان

برای نورگیری فضای مورد استفادهٔ افراد، از طریق پنجره واقع در یک ایوان، سطح باز نمای ایوان مقابل پنجره در هر طبقه نباید کمتر از یک چهارم سطح کف سرپوشیده شده به اضافهٔ دو برابر سطح نورگذر الزامی فضای سکونت مجاور باشد. عرض (عمق) ایوان نباید بیشتر از دو برابر طول (نمای) آن باشد.

## 4-5-8 فضاهای باز

### 4-5-8-1 الزامات کلی

**4-5-8-1-1** فضاهای باز در تمام تصرف‌ها باید با الزامات این‌قسمت و مقررات اختصاصی هر تصرف منطبق باشند.

**4-5-8-1-2** کف تمام فضاهای باز باید دارای شیب‌بندی مناسب و سیستم دفع آب‌های سطحی باشند.

**4-5-8-1-3** فضاهای باز مجاور معبر عمومی باید با دیوار، نرده یا حصار فضای سبز از معبر عمومی جدا گردند.

**4-5-8-1-4** تمام سطوح دیوارهای جانبی حیاط‌ها و حیاط‌های داخلی یا خلوتی که در معرض دید قرار دارند، باید با مصالح و روش‌های مناسب ایمن، بهداشتی و بادوام نماسازی شوند.

### 4-5-8-2 حیاط‌ها

**4-5-8-2-1** در تمام ساختمان‌های دارای بیشتر از یک واحد تصرف، باید دسترسی به حیاط بیرونی، به صورت راهرو یا پلکان مستقل از واحدها، برای تمام ساکنان و استفاده‌کنندگان ساختمان فراهم باشد.

### 4-5-8-3 حیاط‌های خلوت و پاسیوها

**4-5-8-3-1** در ساختمان‌های گروه 4 و 6، درصورتی‌که حیاط خلوت به معبر اصلی راه نداشته باشد و جایگاه‌های امدادرسانی تصرف‌ها در حیاط خلوت باشد، دسترسی به آن باید از طریق معبر مستقلی طبق بند 4-9-10-7 تأمین گردد. در سایر موارد، برای دسترسی به حیاط خلوت می‌توان از داخل ساختمان، و یا به صورت ویژه، از واحد یا واحدهایی که در طبقه همکف قرار دارند، استفاده نمود.

**4-5-8-3-2** در صورت مسقف شدن پاسیو با مصالح شفاف، درنظرگرفتن بازشوهای مناسب و کافی جهت تهویهٔ طبیعی آن الزامی است.

**4-5-8-3-3** تمام حیاط‌های خلوت و پاسیوها باید دارای دسترسی مناسب جهت نظافت باشند.

**4-3-8-5-4** درصورتی‌که طبقات زیرین ساختمان(زیرزمین یا همکف) به توقفگاه اختصاص داده شود، حیاط‌های خلوت یا پاسیوهایی که برای تأمین نور و تهویهٔ اتاق‌ها و فضاهای قابل سکونت و اشتغال پیش‌بینی شده‌اند، نباید تا فضای توقفگاه ادامه یابند، مگر آن‌که کاملاً به نحوی دوربندی شده باشند که امکان انتقال دود یا صدای توقفگاه به فضاهای اقامت و اشتغال وجود نداشته باشد.
قرارگیری نورگیر سقفی فاقد بازشو در حدفاصل توقفگاه و این حیاط‌ها، به شرط استفاده از مصالح غیرریزنده مقاوم در برابر ضربه و حرارت و آتش، بلامانع است.

**5-3-8-5-4** در ساختمان‌های گروه 1 تا 5، حیاط‌های خلوت یا پاسیوهایی که برای تأمین نور و تهویهٔ فضاهای اقامت یا اشتغال در طبقات پیش‌بینی می‌شوند، باید دارای حداقل 12 مترمربع مساحت با حداقل 3 متر عرض باشند، مگر در مقررات اختصاصی تصرفی به‌گونه‌ای دیگر مطرح شده باشد.

**6-3-8-5-4** در ساختمان‌های گروه‌های 1 تا 5، اگر حیاط‌های خلوت یا پاسیوها فقط برای تأمین نور و تهویهٔ آشپزخانه یا انبار در طبقات پیش‌بینی شوند، باید دارای حداقل 6 مترمربع مساحت با حداقل 2 متر عرض باشند، مگر در مقررات اختصاصی تصرفی به‌گونه‌ای دیگر مطرح شده باشد.

**7-3-8-5-4** در ساختمان‌های گروه 1 تا 5 واقع در زمین‌های با مساحت کمتر از 200 مترمربع، مساحت الزامی حیاط خلوت یا پاسیو، با رعایت سایر الزامات مربوط به سطح و اندازهٔ آن‌ها در تصرف موردنظر، برای نورگیری فضاهای اقامت یا اشتغال، حداقل 6 درصد مساحت زمین، و برای نورگیری آشپزخانه، حداقل 3 درصد مساحت زمین، است.

**8-3-8-5-4** در ساختمان‌های گروه 1 تا 5 واقع در زمین‌های بزرگ‌تر از 200 مترمربع، عرض الزامی حیاط خلوت با رعایت مقررات سطح امدادرسانی، حداقل 3 متر و در زمین‌های کمتر از 200 متر مربع، حداقل 2 متر است، مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرف‌ها به‌گونه‌ای دیگر بیان شده باشد.

**9-3-8-5-4** تعیین اندازه‌های مورد نیاز برای پاسیو با افزایش طبقات در ساختمان‌های گروه‌های 6 و 7، ضمن رعایت سایر الزامات مربوط به سطح و اندازهٔ آن‌ها در تصرف موردنظر، باید مطابق با نیازهای نورگیری تمام طبقات و به تشخیص مهندس طراح معماری و تأیید شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان صورت گیرد.

**4-5-8-3-10** در مـواردی که فضاهایی از دو تصرف مستقل از یک حیاط خلوت یا پاسیو نور و هوا می‌گیرند، فاصلهٔ دیوارهای پنجره‌های مقابل آن‌ها از هم نباید در هیچ شرایطی کمتر از 3 متر باشد. مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرف‌ها به گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

**4-5-8-3-11** استفاده از پاسیو برای نورگیری و تهویهٔ فضاها در ساختمان‌های گروه 8، تابع مقررات خاص ساختمان‌های بلند است.

### 4-5-8-4 گودال باغچه‌ها

**4-5-8-4-1** در ساختمان‌های گروه 3، حیاط‌های محصور به صورت گودال باغچه، در صورتی‌که به منظور تأمین نور و تهویهٔ فضاهای سکونت و اشتغال در زیرزمین مورد استفاده قرار گیرند، باید دارای حداقل 9 مترمربع مساحت و حداقل 3 متر عرض باشند.

برای تامین نور و تهویهٔ سایر فضاها، ابعاد گودال‌باغچه باید امکان تامین نور و تهویه مطابق الزامات آن فضاها و مقررات پاسیوها و حیاط‌های خلوت را فراهم نماید.

**4-5-8-4-2** مسقف نمودن گودال باغچه مجاز نیست.

**4-5-8-4-3** باید تمهیدات کافی برای هدایت و دفع نزولات جوی در کف گودال‌باغچه‌ها و دسترسی مناسب به منظور رسیدگی و نظافت آن‌ها پیش‌بینی شده باشد.

## 4-5-9 فضاها و عناصر واسط نورگیری و تهویه

### 4-5-9-1 الزامات کلی

**4-5-9-1-1** تمام فضاها و عناصر واسطی که برای رساندن نور و تهویهٔ الزامی فضاهای قابل سکونت یا اشتغال ایجاد می‌شوند باید با الزامات این قسمت منطبق باشند.

**4-5-9-1-2** باید دسترسی مناسب به منظور رسیدگی و نظافت این فضاها و عناصر پیش‌بینی شده باشد.

**4-5-9-1-3** بدنه عناصر واسط باید با مصالح مناسب و مقاوم در برابر شرایط بیرونی پوشانده یا اندود شده باشد.

### 4-5-9-2 مجراهای خارجی نور و هوا

**4-5-9-2-1** مجراهای خارجی نور و هوا که برای تامین نور و تهویهٔ الزامی فضاها ایجاد می‌شوند نباید برای مقاصد دیگر مورد استفاده قرار گیرند.

**4-5-9-2-2** این مجراها باید حداقل 1/50 متر عرض داشته باشند و با ارتفاع لازم در کنار دیوار خارجی در حیاط‌ها پیش‌بینی شوند.

**4-5-9-2-3** برای محاسبهٔ سطح نورگیر فضاها در مجرای خارجی نور و هوا، تنها ارتفاع 0/90 مترِ سطح نورگذر و یا بازشو در زیرِ ترازِ زمین محاسبه می‌شود.

**4-5-9-2-4** در صورتی که امکان عبور افراد یا وسایل نقلیه وجود داشته باشد، سطح فوقانی مجرای خارجی نور و هوا باید همسطح زمین باشد و توسط شبکهٔ فلزی مستحکم در برابر عبور افراد یا وسایل نقلیه و با رعایت ضوابط عبور افراد معلول پوشیده و حفاظت شود.

### 4-5-9-3 محفظه‌های آفتابگیر

**4-5-9-3-1** حداقل 60 درصد سطح داخلی دیوارهای محفظهٔ آفتاب‌گیر باید از شیشهٔ شفاف باشد.

**4-5-9-3-2** حداقل 50 درصد از سطح شیشهٔ الزامی محفظهٔ آفتاب‌گیر باید بازشو باشد.

**4-5-9-3-3** برای تأمین نور و تهویهٔ الزامی یک فضای اقامت از طریق محفظهٔ آفتاب‌گیر، سطح شیشه‌ای محفظهٔ آفتابگیر نباید ازیک چهارم سطح کف محفظه به اضافهٔ دو برابر سطح نورگذر الزامی مابین محفظهٔ آفتاب‌گیر و فضای اقامتی که از طریق این محفظه نورگیری و تهویه می شود، کمتر باشد.

**4-5-9-3-4** نور و تهویهٔ محفظهٔ آفتاب‌گیر نباید از محفظه یا فضای سرپوشیدهٔ دیگری تأمین شود.

**4-5-9-3-5** پنجرهٔ فضاهای بهداشتی و آشپزخانه نباید به آن محفظهٔ آفتاب‌گیر باز شود.

**4-5-9-3-6** در این محفظهٔ آفتابگیر نباید تاسیسات گرمایشی یا سرمایشی که از انواع سوخت جامد، مایع یا گاز استفاده می‌کنند، یا دستگاه‌های هوادهی که نیاز به هوای تازه دارند نصب گردد، مگر آن‌که تامین هوای تازهٔ مورد نیاز آن‌ها به صورت مستقیم از فضای باز فراهم شده باشد و تاسیسات یادشده به دودکش مناسب مطابق مقررات و استانداردهای مربوط مجهز باشند.

**4-5-9-3-7** برای کفسازی و پوشش دیوارها باید الزامات تعیین‌شده برای فضاهای نیمه‌باز رعایت شود.

**4-5-9-3-8** در صورتیکه کف محفظهٔ آفتابگیر در ارتفاعی بیش از 0/70 متر از تراز زمین یا فضای باز مجاور قرار گیرد، تعبیه جان‌پناه به ارتفاع حداقل 1/10 متر الزامی است. در صورت نصب پنجره در ارتفاع کمتر از 1/10 متر، باید حفاظ مناسب تا این ارتفاع نصب گردد.

**4-5-9-3-9** شکل، مصالح و سایر مشخصات جان‌پناه و حفاظ باید مطابق ضوابط مندرج در قسمت 4-9-7 باشد.

## 4-5-10 توقفگاه‌های خودرو

### 4-5-10-1 الزامات کلی

**4-5-10-1-1** تعداد الزامی محل توقف خودرو برای تصرف‌های مختلف بر حسب موقعیت آن‌ها در شهر، در ضوابط طرح‌های مصوب توسعه و عمران شهری تعیین می‌گردد.

**4-5-10-1-2** ورود و خروج توقفگاه‌های خودرو نباید از فضایی با تصرف یا استفادهٔ دیگر صورت گیرد. در توقفگاه‌های خودرو و مسیرهای ورود و خروج آن نباید دود، بو یا سروصدای ناشی از آن مزاحم آسایش و آرامش در ساختمان و اطراف آن باشد.

**4-5-10-1-3** در توقفگاه‌ها، به شرط عدم ایجاد مزاحمت برای خودروهای دیگر، پیش‌بینی دو واحد توقف خودرو در پشت سرهم بلامانع است.

**4-5-10-1-4** توقف خودروها در توقفگاه‌ها نباید مزاحمتی برای باز شدن درها و استفاده از فضاهای انباری و تأسیساتی ایجاد کند.

**4-5-10-1-5** هرگونه تعمیر یا تعویض قطعات خودرو در محل توقفگاه‌ها ممنوع است.

**4-5-10-1-6** در توقفگاه‌های بزرگ، به منظور تفکیک عبور سواره و پیاده، در کنار معبر سواره یا جایگاه‌های توقف خودرو باید گذرگاه عابران به عرض حداقل 0/60 متر در نظر گرفته شود که به میزان حداقل 0/20 متر بالاتر از سطح معبر سواره باشد.

### 5-4-10-5-2 اندازه‌های توقفگاه

**5-4-10-2-1-5-4** ارتفاع مجاز توقفگاه‌های کوچک خودرو، به منظور تقلیل خطرات ناشی از حریق، از کف تا سطح زیرین سقف و یا درصورت وجود تأسیسات یا عناصر سازه‌ای در زیر سقف، تا پایین‌ترین نقطه آن‌ها حداقل 2/20 متر است. در توقفگاه‌های متوسط و بزرگ حداقل ارتفاع از کف تا زیر سقف 2/40 متر است.

**5-4-10-2-2-5-4 ابعاد و مساحت محل‌های توقف خودرو:**

آ- ابعاد لازم جهت توقف دو خودرو، درصورتی‌که کنار یکدیگر قرار گیرند، هریک 2/50×5/00 متر می‌باشد. هنگامی که خودروها در طول و پشت سر یکدیگر قرار می‌گیرند، ابعاد مورد نیاز برای هر یک 2/00×6/00 متر می‌باشد. در توقفگاه‌های سرپوشیده در صورتیکه فاصلهٔ محور ستون‌ها 5/00 متر و فاصله داخلی بین دو ستون حداقل 4/50 متر باشد، دو خودرو می‌توانند بین دو ستون قرار گیرند. افزایش تعداد خودرو، با افزایش فاصله محور ستون‌ها به ازای 2/50 متر به ازای هر خودرو بلامانع است.

ب- قرارگیری خودروها به تعداد بیشتر، بسته به افزایش فاصله بین محور ستون‌ها به ازای 2/50 متر برای هر خودرو مجاز است.

پ- درصورتی‌که دو طرف یک محل توقف در توقفگاه دیوار باشد، عرض آن باید حداقل 3/00 متر باشد.

**5-4-10-2-3-5-4** حداقل عرض مسیر رفت و آمد در توقفگاه‌های بزرگ و متوسط نباید از 5/00 متر و در محل ستون‌ها از 4/50 متر کمتر باشد. شعاع میانی مسیر گردش خودرو در توقفگاه‌ها نیز نباید کمتر از 5/00 متر در نظر گرفته شود.

**5-4-10-2-4-5-4** حداکثر شیب در شیب‌راه توقفگاه‌ها 15% است. حداکثر شیب یک متر ابتدا و یک متر انتهای آن باید مساوی یا کمتر از 10% باشد.

**5-4-10-2-5-5-4** عرض شیب‌راه ورودی در توقفگاه‌های عمومی باید مطابق عرض مسیر داخلی توقفگاه باشد.

### 4-5-10-3 ورود و خروج

**4-5-10-3-1** پهنای معبر ورودی و شیب‌راه در توقفگاه‌های بزرگ نباید کمتر از 5 متر و در توقفگاه‌های متوسط نباید کمتر از 3/50 متر باشد. حداقل عرض ورودی برای توقفگاه‌های کوچک 2/50 متر است.

**4-5-10-3-2** توقفگاه‌های بزرگ و متوسط باید حداقل دو راه خروج افراد پیاده مطابق مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان داشته باشند

**4-5-10-3-3** در زمین‌های دارای بر بیش از 25 متر به معبر عمومی، تعبیه دو ورودی خودرو مجاز است.

**4-5-10-3-4** اتصال حیاط یا معبر عمومی به توقفگاه، بسته به تراز قرارگیری توقفگاه در ساختمان، با رعایت ضوابط شهرسازی و با شیب‌راه بصورت بالارونده یا پائین رونده بلامانع است.

**4-5-10-3-5** در توقفگاه‌های عمومی حداقلِ ارتفاعِ آزادِ درِ ورودی و خروجیِ خودرو به میزان 2/10 متر الزامی است.

**4-5-10-3-6** در توقفگاه‌های خصوصی، درصورت وجود ورودی مجزای دیگری برای اشخاص، پیش‌بینی ورودی و خروجی سواره به ارتفاع حداقل 1/80 متر الزامی است. در غیر این صورت تابع حداقل ارتفاع الزامی چارچوب در فضاها در بند 4-5-2-2-5 خواهد بود.

**4-5-10-3-7** هنگامی که طبقات دیگر ساختمان به وسیله پله‌ها از توقفگاه خودرو قابل دسترس باشد، باید فضای توقفگاه به وسیلهٔ دیوار و در یا فضای واسط محصور از فضای پلکان جدا شود.

### 4-5-10-4 تهویه و نورگیری

**4-5-10-4-1** تمام توقفگاه‌های سرپوشیده باید تا حد امکان به صورت طبیعی تهویه و درصورت کافی نبودن سطوح جهت تهویهٔ طبیعی، با سیستم مکانیکی تهویه شوند. سیستم تهویهٔ مکانیکی توقفگاه‌های خودرو باید در انطباق با مقررات مبحث چهاردهم باشد.

**4-5-10-4-2** سطح بازشو در توقفگاه سرپوشیدهٔ اتومبیل برای تهویهٔ طبیعی آن باید حداقل یک بیست و پنجم سطح کف باشد.

**4-5-10-4-3** تأمین نور طبیعی برای توقفگاه واقع در طبقات زیرین ساختمان (زیرزمین یا همکف)، از طریق حیاط‌های خلوت و پاسیوها، مطابق الزامات بیان شده در قسمت 4-5-8-3 مجاز است.

### 4-5-10-5 توقفگاه‌های واقع در زیرزمین

**4-5-10-5-1** در ساختمان‌های گروه‌های 6، 7 و8، درصورتیکه مساحت یک طبقه توقفگاه در زیرزمین کافی نباشد، استقرار توقفگاه در زیر فضای باز و محوطه با رعایت الزامات مربوط به پیش‌آمدگی‌های زیرزمین و همچنین مقررات راه امدادرسانی مجاز است.

**4-5-10-5-2** چنانچه احداث سطح نورگذر و بازشوی مستقیم به فضای باز ممکن نباشد، نور و تهویهٔ لازم را می‌توان از طریق احداث گودال‌باغچه یا مجراهای خارجی نور و هوا مطابق الزامات قسمت‌های 4-5-8-4 و 4-5-9-2 تامین کرد. استفاده از این فضاها و عناصر تنها برای یک طبقه زیرزمین مجاز است و در صورت احداث توقفگاه در بیش از یک طبقه زیرزمین، نصب تهویهٔ مکانیکی و همچنین تجهیزات هشدار و اطفای حریق مطابق الزامات مباحث چهاردهم و سوم مقررات ملّی ساختمان الزامیست.

### 4-5-10-6 مصالح و پوشش کف و دیوارها

**4-5-10-6-1** کف توقفگاه‌ها باید از مصالح قابل شستشو ساخته شود.

**4-5-10-6-2** ستون‌ها و دیوارهای واقع در توقفگاه‌های سرپوشیده باید مطابق مباحث سوم و نهم و دهم مقررات ملّی ساختمان در برابر حریق مقاوم شوند.

**4-5-10-6-3** کف شیب‌راه‌ها در توقفگاه‌ها باید از مصالح غیر لغزنده برای خودرو باشند.

4-5-10-6-4 در توقفگاه‌های متوسط و بزرگ باید تدابیری جهت جلوگیری از برخورد خودروها با ستون‌ها پیش‌بینی و تعبیه گردد.

### 4-5-10-7 تاسیسات و تجهیزات

**4-5-10-7-1** امکان دسترسی به آب لوله کشی در تمام توقفگاه‌ها ضروری است.

**4-5-10-7-2** همهٔ توقفگاه‌های خودرو باید مطابق مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان مجهز به تجهیزات کشف و اطفاء حریق باشند.

**4-5-10-7-3** آب‌های سطحی، مطابق مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان در توقفگاه‌ها، باید با شیب‌بندی مناسب هدایت و دفع شود.

## 4-5-11 انبارها

**4-5-11-1** حداقل ارتفاع در فضاهای انباری که برای مدت طولانی در آنها توقف نمی‌شود،2/10 متر است.

**4-5-11-2** درصورتی‌که تدابیری برای تهویهٔ فضای انباری که برای مدت طولانی در آنها توقف نمی‌شود، پیش‌بینی نشده باشد، برروی سطح در، باید شیارهایی جهت ورود و خروج هوا تعبیه گردد.

**4-5-11-3** در صورت حضور بلندمدت افراد در انباری‌های تخصصی یا حرفه‌ای و یا استفاده از آن به عنوان فضای اقامت یا اشتغال برخی افراد، باید مقررات مربوط به همان نوع فضاها در خصوص اندازه‌ها، ارتفاع، تهویه و نورگیری الزامی و..... رعایت گردد.

**4-5-11-3** رعایت مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان در خصوص حفاظت انبارها در برابر آتش الزامیست.

**4-5-11-4** در صورتی که انبار برای نگهداری کالاها و تجهیزات ساختمانی در حین اجرا استفاده شود، رعایت مبحث دوازدهم مقررات ملّی ساختمان الزامیست.

## 4-5-12 فضاهای نصب تأسیسات

هر فضا یا موقعیتی که برای نصب تاسیسات ساختمان یا تجهیزات مربوط به آن‌ها در نظر گرفته شود باید تابع الزامات این قسمت باشد. درصورت استفاده مداوم فرد یا افراد از این فضاها، مقررات فضاهای اشتغال نیز باید رعایت شود.

### 4-5-12-1 شیرها، کلیدها و کنتورهای اصلی

**4-5-12-1-1** قرارگیری شیرها، کلیدها و کنتورهای اصلی آب، برق و گاز در ساختمان‌ها باید تابع مقررات مندرج در این مبحث در خصوص اشیاء پیش‌آمده در فضاها و همچنین مباحث سیزدهم، شانزدهم و هفدهم مقررات ملّی ساختمان باشد.

**4-5-12-1-2** شیرها، کلیدها و کنتورهای اصلی باید به‌صورت ایمن و مطمئن در محل‌هایی نصب شوند که توسط مدیریت و مسئولان تاسیسات ساختمان قابل دسترس باشند و در معرض ضربه و صدمه نیز قرار نگیرند. این محل‌ها به‌هیچ وجه نباید توسط کودکان قابل دسترس باشند.

### 4-5-12-2 فضای موتورخانه

**4-5-12-2-1** مشخصات این فضا باید در انطباق با مقررات مبحث چهاردهمِ مقررات ملّی ساختمان باشد.

**4-5-12-2-2** صدابندی موتورخانه و میزان صدا و لرزش ناشی از تاسیسات در فضاهای مختلف ساختمان، باید مطابق با مبحث هجدهم مقررات ملّی ساختمان باشد.

**4-5-12-2-3** قرارگیری فضای موتورخانه در ساختمان‌های گروه‌های 6، 7 و8 در زیرزمینِ فضاهای باز با رعایت الزامات مربوط به پیش‌آمدگی‌های زیرزمین و همچنین مقررات راه امدادرسانی مجاز است.

**4-5-12-2-4** در طراحی فضای موتورخانه باید امکان ورود و خروج دستگاه‌های سنگین در هنگام ساخت و بهره‌برداری در نظر گرفته شود.

### 4-5-12-3 دستگاه تهویه (هوادهی)، کانال‌های تأسیساتی (قائم و افقی)

**4-5-12-3-1** محل قرارگیری دستگاه‌های تهویه باید طوری درنظر گرفته شود که بو و خاک را به فضاهای دیگر منتقل نکند و به منظور جلوگیری از مزاحمت برای ساکنان و اطرافیان به صورت مناسب مطابق مبحث هجدهم مقررات ملّی ساختمان، صدابندی شده باشد.

**4-5-12-3-2** موارد بند فوق در مورد کانال‌های تأسیساتی افقی و قائم و مصالح آن‌ها نیز صادق است.

**4-5-12-3-3** همهٔ دریچه‌های ورودی و یا خروجی کانال‌ها باید توسط توری سیمی، شبکه یا کرکرهٔ محکمی که جسمی به قطر 12/5 میلیمتر از آن نگذرد و قابل جویدن به وسیله موش و سایر حیوانات موذی نباشد، محافظت شود. به منظور تامین جریان مناسب هوا از این دریچه‌ها، حداقل فاصلهٔ اعضای این شبکه‌ها از یکدیگر باید در انطباق با مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان باشد.

**4-5-12-3-4** به منظور اجتناب از تشدید و باقی ماندن آلودگی در داخل ساختمان، فضاهای تأسیساتی باید دارای بازشو یا مجرای هوای متصل به خارج از فضای ساختمان باشند.

### 4-5-12-4 نصب تاسیسات در فضای باز ساختمان

نصب تجهیزات و تاسیسات در فضاهای باز و نیمه‌باز ساختمان مانند ایوان‌ها، تراس‌ها و بام باید بصورتی باشد که مطابق الزامات قسمت‌های 4-4-5 و 4-4-6 به نما و حجم ساختمان لطمه نزنند و به‌گونه‌ای ایمن و مطمئن در جای خود محکم شوند. تجهیزات خنک‌کننده، مانند کولر، علاوه بر رعایت الزامات یادشده، تا حد ممکن باید در محلی نصب گردند که از تابش مستقیم نور آفتاب نیز محفوظ باشند. کانال‌های کولر واقع در فضای باز نیز باید با الزامات قسمت‌های یادشده منطبق و در حد امکان کوتاه باشند. این کانال‌ها باید با عایق حرارتی مناسب پوشیده شوند.

## 4-5-13 سایر مشاعات و فضاهای خدماتی عمومی

### 4-5-13-1 فضای اقامت سرایدار

**4-5-13-1-1** فضای اقامت سرایدار که وظیفهٔ نگهداری و حفاظت عمومی از ساختمان را بر عهده دارد، جزو مشاعات ساختمان است.

**4-5-13-1-2** سرایداری باید دارای ورودی جداگانه و مستقل از واحدهای تصرف دیگر در ساختمان باشد، بطوریکه رفت و آمد سرایدار، مزاحمتی برای سایر ساکنین ساختمان ایجاد نکند.

**4-5-13-1-3** فضای سرایداری تابع مقررات فضاهای تصرف‌های مسکونی است.

**4-5-13-1-4** در ساختمان‌های گروه‌های 6 ، 7 و 8 با بیش از 10 واحد تصرف، پیش‌بینی حداقل یک فضای اقامت سرایدار الزامیست.

**5-4-13-5-1** فضای اقامت سرایدار باید به فضای بهداشتی در قسمت‌های مشاع ساختمان دسترسی داشته باشد.

### 5-4-13-5-2 فضای استخر و دیگر امکانات ورزشی

**5-4-13-5-2-1** محل استخر و دیگر امکانات ورزشی در ساختمان یا محوطهٔ آن که دارای سند تفکیکی مجزا نباشند، جزو مشاعات ساختمان است.

**5-4-13-5-2-2** استخرهای واقع در طبقات زیرین ساختمان‌ها، نباید در فضاهای کناره بنا مستقر شوند. فاصله دیواره‌های این استخرها از مرز مالکیت زمین در وجوه مختلف آن باید حداقل 2 متر و از طرف معبر عمومی حداقل 3 متر باشد.

**5-4-13-5-2-3** در دور تا دور تمام استخرها، باید مسیر حرکتی بدون مانع و غیرلغزنده با عرض حداقل 1/20 متر پیش‌بینی شود. در استخرهای عمومی، بسته به تعداد افراد استفاده‌کننده، پهنای این مسیر افزایش می‌یابد.

**5-4-13-5-2-4** در تمام استخرها باید حداقل یک سیستم خروج افراد از داخل استخر، مانند پله یا نردبان، پیش‌بینی شود.

**5-4-13-5-2-5** تمام استخرهای شنا باید به تجهیزات تصفیه آب مجهز باشند. استخر باید مجهز به وسایل تخلیهٔ آب باشد و آب باید با روش‌های مورد تأیید شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان، بدون هیچ‌گونه صدمه به همسایگان و تأسیسات شهری تخلیه شود.

**5-4-13-5-2-6** در اطراف استخرهای شنا باید وسائل نجات، مانند حلقه نجات، مهیا و در دسترس باشد.

**5-4-13-5-2-7** چنانچه ساختمان دارای سونای خشک باشد، باید دارای حداقل یک در با قابلیت بازشدن از هر دو سو، یک پنجره با ابعاد حداقل 0/30×0/50 متر در ارتفاع دید و یک دریچه تهویه مطابق الزامات مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان باشد.

نصب تاسیسات الکتریکی در این نوع سونا، به منظور جلوگیری از ایجاد خطر برای استفاده‌کنندگان و همچنین محافظت در برابر حریق، باید با مقررات ایمنی مربوط در مباحث سوم، سیزدهم و چهاردهم مقررات ملّی ساختمان منطبق باشد.

**4-5-13-2-8** در نصب و احداث فضای سونای بخار، علاوه بر رعایت مقررات مربوط به فضاهای بهداشتی، باید تمام دیوارها، کف و سقف با روش‌های مناسب و مطمئن بخاربندی شوند، به‌گونه‌ای که خطر ایجاد میعان در داخل جداره‌ها نیز وجود نداشته باشد. تاسیسات الکتریکی در این فضاها باید از نوع مقاوم در برابر نفوذ بخار و منطبق با مقررات مبحث سیزدهم باشد.

**4-5-13-2-9** در تمام استخرهای سرپوشیده باید بسته به نوع استفاده و تعداد استفاده‌کنندگان، راه یا راه‌های خروج به تعداد و اندازه‌های کافی مطابق مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان فراهم باشد. در استخرهای سرپوشیدهٔ عمومی، تامین حداقل دو راه خروج مطابق مقررات مبحث سوم الزامیست.

**4-5-13-2-10** تمام بخش‌های استخر و تاسیسات مکانیکی متعلق به آن باید با الزامات مباحث چهاردهم و شانزدهم مقررات ملّی ساختمان منطبق باشد.

### 4-5-13-3 محل بازی کودکان

**4-5-13-3-1** محل بازی کودکان در ساختمان‌ها یا محوطهٔ آن‌ها باید در مکانی قرار گیرد که علاوه بر محفوظ بودن از شرایط و خطراتی مانند برخورد با وسایل نقلیه، تابش شدید آفتاب، باد مزاحم و سقوط از ارتفاع، نظارت بزرگسالان فراهم باشد و امکان تعرض افراد بیگانه وجود نداشته باشد.

**4-5-13-3-2** دسترسی به محل بازی باید از طریق محوطه یا فضاهای عمومی ساختمان باشد.

**4-5-13-3-3** در صورت استقرار محل بازی در فضای بسته و سرپوشیده، اندازه‌ها، ارتفاع، تهویه و نورگیری و ورود و خروج فضا باید بر پایهٔ جمعیت پیش‌بینی شده برای آن، با مقررات فضاهای اشتغال یا تجمع مطابقت داشته باشد.

**4-5-13-3-4** فضای بازی کودکان باید به حداقل یک روشویی و یک آبخوری دسترسی داشته باشد. فضاهای بازی که برای 20 نفر یا بیشتر در نظر گرفته می‌شوند باید به فضای بهداشتی نیز دسترسی داشته باشند.

**4-5-13-3-5** باید در ورودی فضای بازی سرپوشیده به قفل مناسب مجهز باشد که دسترسی به کلید آن تنها برای مدیریت ساختمان فراهم باشد.

**6-3-13-5-4** در طراحی فضا، انتخاب دستگاه‌ها و استقرار آن‌ها باید استانداردهای ملّی ایران برای دستگاه‌ها و فضاهای بازی کودکان رعایت شود.

# 6-4 الزامات عمومی نورگیری و تهویهٔ فضاها

**1-6-4** هر فضایی که الزاماً به نور طبیعی نیاز دارد، باید حداقل دارای یک یا چند در و پنجرهٔ شیشه‌ای یا سطوح نورگذر مشابه باشد که در انطباق با مقررات این مبحث و سایر ضوابط شهرسازی به طور مستقیم رو به خیابان، معبر عمومی یا فضای باز قرار گیرد.

**2-6-4** تمام فضاهایی که مورد استفادهٔ اشخاص قرار می‌گیرند، باید مطابق با مقررات این مبحث و مندرجات مباحث چهاردهم و نوزدهم مقررات ملّی ساختمان به طور طبیعی یا مکانیکی تعویض هوا داشته باشند.

**1-2-6-4** استفاده از تعویض هوای مکانیکی به جای تعویض هوای طبیعی تنها در فضاهایی مجاز است که تعویض هوای آنها لازم بوده، اما ملزم به تعویض هوای طبیعی نشده‌اند.

**2-2-6-4** درصورت استفاده از تعویض هوای مکانیکی، این سیستم باید از روش‌های متعارف مهندسی بهره ببرد. جایی که استفاده از تعویض هوای مکانیکی الزامی شده یا به عنوان جایگزین تعویض هوای طبیعی مطرح شده، باید مقدار هوای لازم و الزامات هواکش‌ها، کانال‌ها، فیلترها، و دیگر جزئیات در انطباق با مندرجات مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان باشد.

**3-2-6-4** در سیستم‌های گرمایش یا سرمایش، هوای برگشت یک واحد تصرف نباید از طریق چرخهٔ برگشت هوای واحد تصرف دیگر تأمین گردد. مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرف‌ها به‌گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد.

**4-2-6-4** فضاهایی که برای آن‌ها مقررات خاصی وضع نشده است، ولی امکان ایجاد گرد و غبار، دود، گاز، بخار و دیگر شرایط زیان‌آور و مخاطره‌آمیز درآن‌ها وجود دارد، به منظور حفظ سلامت بهره‌برداران و ممانعت از ایجاد حریق و خطر انفجار باید به طور مجزا مطابق با مقررات مباحث سوم و چهاردهم مقررات ملّی ساختمان ایران تهویه و تعویض هوا شوند.

**3-6-4** حداقل الزامی سطوح نورگذر و بازشوها برای فضاهای مختلف طبق جدول 4-6-1 و سایر مندرجات این بند محاسبه می‌گردد. به منظور استفادهٔ بهتر از جدول، حداقل اندازه‌های الزامی فضاها نیز در آن گنجانده شده است.

**1-3-6-4** در صورت استفاده از انواع شیشه‌های مات و آجر شیشه‌ای و پلاستیک با ضریب نورگذر کمتر از شیشه شفاف، باید سطحی که نور معادل آن را تأمین کند، جایگزین گردد.

**2-3-6-4** در تعیین سطوح نورگذر و بازشوهای الزامی فضاها، تعیین میزان دقیق این سطوح با توجه به نوع تصرف و فضای مورد نظر، ویژگی‌های مکانی، جغرافیایی و اقلیمی و همچنین الزامات ایمنی آن‌ها، به روش‌های مندرج در مباحث نوزدهم، چهاردهم، هجدهم و سوم مقررات ملّی ساختمان الزامی است.

## جدول 4-6-1 الزامات نور و هوا و محدودیت‌های الزامی فضاها

| الزامی بودن تهویه طبیعی | الزامی بودن نور طبیعی | حداقل سطح بازشوی تهویه | نسبت سطح بازشوی تهویه به سطح کف فضا | پیش‌بینی سطح شیشه پنجره نسبت به سطح کف | | الزامات حداقل فضا | | | اتاق و فضای موردنظر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | سطح نورگذر در بیش از یک دیوار یا به فاصلهٔ کمتر از 4/5 متر از دیوار مقابل | سطح نورگذر در یک دیوار به فاصلهٔ بیش از 4/5 متر از دیوار مقابل | حداقل ارتفاع به متر | حداقل سطح به مترمربع | حداقل عرض به متر | |
| + | + | - | 1:16 | 1:8 | 1:7 | 2/60 * | 12/00 | 2/70 * | فضای اقامت اصلی واحد مسکونی |
| | | | | 1:8 | 1:7 | 2/40 | 6/5 | 2/15 | فضاهای اقامت دیگر |
| | | | | 1:8 | 1:7 | 2/40 | _ | _ | فضاهای منضم به فضای اصلی |
| | | | | 1:4 | 1:4 | 2/40 | 6/5 | 2/15 | فضاهای نورگیر از محفظهٔ آفتاب‌گیر |
| _ | _ | - | 1:25 | 1:25 | 1:25 | 2/1 | _ | _ | فضاهای انباری |
| **+ | **+ | - | 1:16 | 1:8 | 1:8 | 2/40 | 5/5 | 1/80 | آشپزخانهٔ مسکونی |
| **_ | **_ | | | 1:8 | 1:8 | 2/40 | _ | _ | آشپزخانهٔ دیواری |
| + | + | - | 1:16 | 1:8 | 1:7 | 2/60 * | 14/5 | 3/00 * | اتاق نشیمن و غذاخوری یا چندمنظوره |
| **+ | **+ | - | 1:16 | 1:8 | 1:7 | 2/40 | 7/5 | 2/15 | اتاق آشپزخانه و خوردن |
| + | + | - | 1:16 | 1:8 | 1:7 | *2/60 | 20 | 3/00 * | اتاق اقامت، پختن و خوردن |
| - | - | 0/18 | 1:20 | 1:10 | 1:10 | 2/1 | _ | _ | فضاهای بهداشتی |

* برای حداقل عرض و ارتفاع الزامی فضاهای اقامت اصلی به مقررات اختصاصی ساختمان‌های مسکونی مراجعه شود.

** برای اندازه‌ها و شرایط نورگیری و تهویهٔ آشپزخانه واحد مسکونی، به مقررات اختصاصی این ساختمان‌ها مراجعه شود.

**جدول 4-6-1 (ادامه) الزامات نور و هوا و محدودیت‌های الزامی فضاها**

| الزامی بودن تهویه طبیعی | الزامی بودن نور طبیعی | حداقل سطح بازشوی تهویه | نسبت سطح بازشوی تهویه به سطح کف فضا | پیش‌بینی سطح شیشه پنجره نسبت به سطح کف | | پیش‌بینی سطح شیشه پنجره نسبت به سطح کف | | | اتاق و فضای موردنظر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | سطح نورگذر در بیش از یک دیوار یا به فاصلهٔ کمتر از 4/5 متر از دیوار مقابل | سطح نورگذر در یک دیوار به فاصلهٔ بیش از 4/5 متر از دیوار مقابل | حداقل ارتفاع به متر | حداقل سطح به مترمربع | حداقل عرض به متر | |
| – | – | - | 1:25 | 1:20 | 1:20 | 2/20 | – | – | پارکینگ کوچک |
| – | – | - | | 1:8 | 1:8 | 2/40 | – | – | پارکینگ متوسط و بزرگ |
| – | – | - | 1:16 | 1:8 | 1:8 | 2/40 | – | – | فضای اشتغال(اداری یا تجاری) |
| – | – | 0/90 | 1:25 | 1:25 | 1:25 | 2/1 | – | – | راهروهای عمومی و دسترس‌های خروج |
| - | - | 0/45 | 1:16 | 1:8 | 1:8 | – | – | – | راه‌پله‌ها (در هر طبقه) |
| – | – | بسته به نوع استفاده | | 1:25 | 1:25 | 2/40 | – | – | زیرزمین ها |
| – | – | بسته به اندازه و نوع استفاده | | 1:8 | 1:8 | 2/40 | – | – | فروشگاه‌ها |
| – | – | - | 1:12 | مقررات خاص براساس نوع کار | | – | – | | فضای اشتغال(صنعتی) |
| + | + | - | 1:12 | 1:5 | 1:5 | 3/00 | – | – | کلاس‌های درس تا متوسطه (بالای 20 نفر) |
| + | + | - | 1:16 | 1:4 | 1:4 | 2/40 | – | – | محفظهٔ آفتابگیر |
| – | – | بسته به نوع استفاده | | 1:8 | 1:8 | 3/00 | – | – | فضاهای جمعی (بالای 20 نفر) |

# 7-4 مقررات اختصاصی تصرف‌ها

## 1-7-4 تصرف‌های مسکونی

### 1-1-7-4 ساختمان‌های مسکونی در گروه (م-2)

**1-1-1-7-4** پس از در اصلی واحدهای مسکونی واقع در ساختمان‌های آپارتمانی، باید فضای ورودی مناسب داخلی با رعایت شرایط زیر و سایر ضوابط بیان‌شده در قسمت راه‌های دسترس و خروج تامین شود. در داخل واحدهای مسکونی تکی یا ویلایی نیز پیش‌بینی فضای ورودی با همین شرایط توصیه می‌شود:

آ- عمق آزاد و بدون مانع فضای ورودی حداقل 1/40 متر و مساحت لازم آن حداقل 2 مترمربع است.

ب- دسترسی به اتاق‌ها وسایر فضاها در واحد مسکونی به جز انبار داخلی واحد، باید پس از عبور از قسمت ورودی یادشده صورت گیرد. می‌توان دسترسی به فضای بهداشتی را در دیوار مجاور در ورودی اصلی با فاصلهٔ حداقل 0/80 متر از آن در نظر گرفت. دسترسی فضاهای اصلی واحد مسکونی به یکدیگر نباید مستلزم عبور از این فضای ورودی باشد.

پ- در محل فضای ورودی لازم است قسمتی برای کفش‌کن و آویختن لباس به نحوی در نظر گرفته شود که اندازه‌های فضا را به کمتر از حداقل اعلام شده کاهش ندهد.

ت- همجواری ورودی و فضاهای دیگر در داخل تصرف‌های مسکونی باید به نحوی صورت گیرد که دید بیگانه از در ورودی به فضاهای داخلی تصرف محدود گردیده و اشراف آنان به این فضاها به حداقل تقلیل یابد.

ث- درقسمت ورودی واحد مسکونی به‌ویژه در اقلیم‌های سرد و گرم و مرطوب، بهتر است دو در متوالی پیش‌بینی‌گردد که در این حالت «در» دوم از لحاظ اندازه‌ها باید با در اصلی دسترس و خروج منطبق باشد ولی از لحاظ ساختار، مقررات مربوط به درهای اتاق‌ها ملاک عمل خواهد بود. حداقل فاصلهٔ دو در متوالی چنانچه هردو، در یک جهت بگردند 2 متر و در صورتی که به سمت یکدیگر بگردند 2/80 متر است. در صورتی که قابل دسترس بودن واحد مسکونی برای افراد معلول الزامی نباشد، این اندازه‌ها را می‌توان به ترتیب تا 1/60 و 2/20 متر کاهش داد.

**2-1-1-7-4** در قرارگیری و جانمایی سایر فضاهای اصلی واحد مسکونی، رعایت شرایط زیر الزامیست:

آ- دسترسی به اتاق‌های مستقل اقامت در واحد مسکونی نباید مستقیماً از یک اتاق دیگر یا نشیمن عمومی و یا سالن باشد، مگر در موارد زیر:

آ-1- در صورت وجود یک پیش‌ورودی یا فضای تقسیم مناسب که داخل فضای نشیمن عمومی یا سالن نباشد.

آ-2- در واحد مسکونی دارای مساحت کمتر از 75 متر مربع با یک اتاق اقامت.

آ-3- در واحد مسکونی دارای مساحت 75 مترمربع و بیشتر و یا دارای بیش از یک اتاق اقامت در صورتی‌که مطابق مقررات قسمت 4-5-2-5 باشد و به عنوان اتاق الحاق‌شده در نظر گرفته شود که در این حالت یک اتاق مستقل محسوب نمی‌گردد.

در هر حالت نباید در صورت باز بودن در اتاق اقامت، دید مستقیم از فضای نشیمن عمومی یا سالن به قسمت خواب اتاق اقامت وجود داشته باشد.

ب- دسترسی به تنها فضای بهداشتی واحد مسکونی نباید مستقیماً از یکی از اتاق‌های اقامت باشد. در ساختمان‌های دارای یک اتاق اقامت یا دارای مساحت کمتر از 75 مترمربع با حداکثر دو اتاق اقامت، می‌توان فقط دسترسی به تنها حمام واحد مسکونی را از یکی از اتاق‌ها قرار داد.

پ- در صورتی که از فضای نشیمن عمومی یا سالن، دید به داخل فضای بهداشتی وجود داشته باشد، استفاده از فضای بهداشتی توام مجاز نیست و باید فضایی به عنوان پیش‌ورودی در آن تعبیه شود که با در از سایر قسمت‌های آن جدا گردد. نصب کاسهٔ روشویی در فضای پیش‌ورودی مجاز است، مشروط بر آن‌که در حرکت و دسترسی به سایر قسمت‌های فضای بهداشتی اختلال ایجاد ننماید.

ت- کاربرد آشپزخانهٔ دیواری در واحدهای مسکونی دارای مساحت 75 مترمربع و بیشتر، به‌صورتی که مستقیما به فضای نشیمن عمومی یا سالن باز باشند، مجاز نیست.

ث- طراحی و قرارگیری آشپزخانه‌های باز یا دیواری در واحدهای مسکونی دارای مساحت 75 مترمربع و بیشتر نباید به نحوی باشد که دید مستقیم از فضای نشیمن عمومی یا سالن به قسمت‌های اصلی پخت و پز و کار آشپزخانه وجود داشته باشد.

**3-1-1-7-4** در ساختمان‌های گروه 1 تا 3 با تصرف مسکونی، حداقل عرض پلهٔ مستقیم 0/90 متر و حداقل عرض پله‌ای که دارای گردش یا پاگرد باشد، 1/10 متر است.

**4-1-1-7-4** در ساختمان‌های مسکونی گروه 4 تا 7، حداقل عرض پلهٔ مستقیم 1/10 متر و حداقل عرض قفسه پله‌ای که دارای پاگرد باشد، 2/40 متر است.

**5-1-1-7-4** در ساختمان‌های مسکونی گروه 8، اندازه‌های راه‌پله و قفسهٔ آن بر اساس جمعیت متصرف و الزامات راه‌های خروج در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان تعیین می‌شود.

**6-1-1-7-4** حداقل پهنای الزامی راهروهای مستقیم و پلکان‌های داخلی واحدهای مسکونی 0/90 متر است.

**7-1-1-7-4** در پلکان‌های داخلی واحدهای مسکونی که قابل دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول مطابق ضوابط مربوط الزامی نباشد یا پلکان‌های دارای 4 پله و کمتر، نیازی به نصب میلهٔ دستگرد ندارند، در سایر موارد لازم است که حداقل در یک طرف آن‌ها میله دستگرد نصب شود. در این حالت، میله دستگرد تنها باید از بالاترین ارتفاع پله به پایین‌ترین ارتفاع پله امتداد داشته باشد و نیازی به برگشتن انتهای میله دستگرد یا امتداد بیشتر از طول پله یا شیب‌راه ندارد.

**8-1-1-7-4** حداقل یکی از اتاق‌های اقامت در هر واحد مسکونی با زیربنای 75 مترمربع و بیشتر، باید دارای مساحت حداقل 12/00 مترمربع با پهنای حداقل 2/70 متر باشد. در واحدهای مسکونی با زیربنای کمتر از 75 مترمربع، مساحت این اتاق نباید از 9 متر مربع و هیچ یک از اندازه‌های افقی آن از 2/50 متر کمتر باشد.

اندازهٔ سایر فضاها و اتاق‌های اقامتی در واحدهای مسکونی، بر اساس نحوهٔ استفاده آن‌ها مشخص شده و حداقل 2/40 متر است.

**4-7-1-1-9** در واحدهای مسکونی، ارتفاع هر اتاق اقامت با زیر بنای 12/00 متر مربع و بیشتر، باید در بیشتر از 50 در صد سطح آن و ارتفاع نشیمن یا سالن در بیشتر از 75 در صد سطح آن حداقل 2/60 متر باشد. در باقی سطح این فضاها و در تمام سطح سایر فضاهای اقامت، باید ارتفاع حداقل 2/40 متر تامین شود.

**4-7-1-1-10** فضای آشپزخانهٔ مستقل یا باز واحد مسکونی که تنها برای پخت و پز استفاده می‌شود، باید حداقل 5/50 مترمربع مساحت داشته باشد. حداقل سطح زیربنای آزاد آن، خارج از سطح پیش‌بینی‌شده برای قفسه بندی، باید 2/75 مترمربع باشد.

**4-7-1-1-11** فضای آشپزخانه مستقل یا باز واحد مسکونی که برای پخت و پز و صرف غذا استفاده می‌شود، باید دارای زیربنای حداقل 7/50 مترمربع باشد.

**4-7-1-1-12** آشپزخانهٔ مستقل یا باز در واحدهای مسکونی باید حداقل1/80 متر عرض داشته باشد. این اندازه برای آشپزخانه‌هایی که برای پخت و پز و صرف غذا استفاده می‌شوند باید حداقل2/15 متر باشد.

**4-7-1-1-13** در سرتاسر آشپزخانه دیواری واحدهای مسکونی باید فضای کار آزاد و عاری از اشیاء و لوازم ثابت به عرض حداقل 1/1 متر از لبهٔ قفسه‌ها درنظر گرفته شود.

حداقل طول آشپزخانه دیواری واحدهای مسکونی 3/00 متر است.

**4-7-1-1-14** تمام آشپزخانه‌های مستقل در واحدهای مسکونی باید دارای نور و تهویهٔ طبیعی مستقل باشند. در واحدهای مسکونی دارای زیربنای 75 متر مربع یا بیشتر و یا در تمام مواردی که فاصلهٔ دورترین نقطهٔ آشپزخانه باز از پنجرهٔ فضای مجاور بیشتر از 7 متر است، تعبیه نور طبیعی مستقل برای این نوع آشپزخانه نیز الزامی است.

**4-7-1-1-15** در آشپزخانه‌هایی که به فضاهای اقامت خدمت‌رسانی می‌کنند، حداقل سطح بازشو تهویه باید یک شانزدهم سطح کف آشپزخانه باشد.

**4-7-1-1-16** سیستم تخلیهٔ هوای آشپزخانه در واحدهای مسکونی ساختمان‌های گروه‌های 6، 7 و 8 باید با کنترل مرکزی یا کلید برق روشنایی آشپزخانه و یا کلید مستقل شروع به کار کند و در آشپزخانه‌های فاقد تهویهٔ طبیعی، به سیستم برق اضطراری متصل باشد.

**4-7-1-1-17** در هر واحد مسکونی با زیربنای 75 مترمربع و بیشتر، باید فضای کافی و تاسیسات آب و فاضلاب لازم برای نصب حداقل یک کاسهٔ مستراح فرنگی پیش‌بینی شود.

**4-7-1-1-18** هر فضای بهداشتی مستقل در واحدهای مسکونی که قابل‌دسترس بودن آن‌ها برای افراد معلول الزامی نباشد، باید دارای حداقل 1/00 متر عرض و 1/20 متر طول باشد.

در فضاهای بهداشتی توام بدون وجود "در" میان آن‌ها، مقدار 0/15 متر از حداقل طول فوق کاسته می‌شود.

درصورتی‌که محدوده‌ای به‌عنوان پیش‌ورودی در داخل فضای دوش مستقل پیش‌بینی شود یکی از ابعاد این فضای بهداشتی باید حداقل 1/50 متر باشد.

**4-7-1-1-19** ارتفاع حداقل فضاهای بهداشتی در واحدهای مسکونی در 80 درصد از سطح الزامی باید 2/20 متر باشد. درسقف شیب‌دار، ارتفاع کوتاهترین قسمت آن نباید از 2/05 متر کمتر باشد.

**4-7-1-1-20** در ساختمان‌های مسکونی، در صورتی که سطوح ساخته نشدهٔ زمین برای مصارف ضروری دیگری چون شیب‌راه و توقفگاه و راه‌ها و جایگاه امدادرسانی طبق بند 4-9-10-7 منظور نشده باشد، باید به صورت فضای باز عمومی متشکل از کاربردهایی همچون فضای سبز، آب‌نما و محل بازی کودکان استفاده شود.

**4-7-1-1-21** در ساختمان‌های مسکونی گروه‌های 6 ، 7 و 8، یا حیاط آن‌ها، باید حداقل یک محل برای بازی کودکان و استقرار وسایل بازی در مشاعات منطبق با الزامات قسمت 4-5-13-3 درنظر گرفته شود.

**4-7-1-1-22** در تمام واحدهای مسکونی، در صورت عدم دسترسی مستقیم واحد به فضای باز، تعبیهٔ حداقل یک فضای نیمه‌باز اختصاصی منطبق با مقررات قسمت 4-5-7 الزامی است.

**4-7-1-1-23** در ساختمان‌های مسکونی گروه 3، احداث حیاط‌های محصور به صورت گودال باغچه، برای تأمین نور و تهویهٔ فضاهای سکونت مشروط بر انطباق با مقررات تعیین شده در قسمت 4-8-5-4 مجاز است.

**4-7-1-1-24** در مواردی که فضاهای اقامت اصلی از دو تصرف مسکونی مستقل، از یک حیاط داخلی نور و هوا می گیرند، فاصلهٔ دیوارهای پنجره‌های مقابل آن‌ها از هم نباید کمتر از 6 متر باشد.

**25-1-1-7-4** در مـواردی که فضاهای آشپزخـانه و اقامت از دو تصرف مسکونی مستقل و یـا آشپزخانه‌های آن‌ها از یک حیاط داخلی نور و هوا می‌گیرند، فاصلهٔ دیوارهای پنجره‌های مقابل آن‌ها از هم نباید کمتر از 4 متر باشد.

**26-1-1-7-4** سایر الزامات عمومی تعیین‌شده برای فضاها، اجزاء و عناصر ساختمان‌ها باید در طراحی و ساخت ساختمان‌های مسکونی نیز رعایت گردد.

### 2-1-7-4 هتل‌ها، هتل‌آپارتمان‌ها، متل‌ها و مسافرخانه‌ها در گروه (م-1)

در ساختمان هتل‌ها، هتل‌آپارتمان‌ها، متل‌ها و مسافرخانه‌ها، علاوه بر رعایت ضوابط و الزامات تعیین شده توسط سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، باید مقررات زیر نیز رعایت گردد:

**1-2-1-7-4** پس از در ورودی اتاق‌ها، سوئیت‌ها یا آپارتمان‌ها، باید فضای ورودی مناسب داخلی با رعایت شرایط زیر و سایر ضوابط بیان‌شده در قسمت راه‌های دسترس و خروج تامین شود:

آ- عمق آزاد و بدون مانع فضای ورودی حداقل 1/40 متر و مساحت لازم آن حداقل 2 مترمربع است.

ب- در صورت وجود اتاق‌های مستقل در داخل سوئیت یا آپارتمان موردنظر، دسترسی به آن‌ها باید پس از عبور از قسمت ورودی یادشده صورت گیرد. می‌توان دسترسی به فضای بهداشتی را در دیوار مجاور در ورودی اصلی با فاصلهٔ حداقل 0/80 متر از آن در نظر گرفت. دسترسی فضاهای یاد شده به یکدیگر نباید مستلزم عبور از این فضای ورودی باشد.

پ- در محل فضای ورودی لازم است قسمتی برای کفش‌کن و آویختن لباس یا نصب کمد دیواری به نحوی در نظر گرفته شود که اندازه‌های فضا را به کمتر از حداقل اعلام شده کاهش ندهد.

**2-2-1-7-4** دسترسی به اتاق‌های مستقل اقامت نباید مستقیماً از یک اتاق دیگر باشد، مگر آن‌که مطابق مقررات قسمت 4-5-2-5 باشد و به عنوان اتاق الحاق‌شده در نظر گرفته شود که در این حالت یک اتاق مستقل محسوب نمی‌گردد.

**3-2-1-7-4** در صورت وجود دو یا چند اتاق مستقل در سوئیت یا آپارتمان، بدون فضای بهداشتی اختصاصی برای هریک، دسترسی به تنها فضای بهداشتی آن سوئیت یا آپارتمان نباید فقط از یک اتاق باشد. در حالتی که حداکثر دو اتاق اقامت مستقل در سوئیت یا آپارتمان وجود داشته باشد و

هر اتاق دارای فضای بهداشتی مستقل نباشد، می‌توان تنها دسترسی به حمام را از یک اتاق اقامت قرار داد.

در هر حالت نباید دید مستقیم از هیچ اتاق یا فضای اصلی به داخل فضاهای بهداشتی بر قرار شود.

**4-2-1-7-4** حداقل طول آبدارخانهٔ دیواری سوئیت‌ها و آپارتمان‌ها بدون تجهیزات پخت، 1/80 متر و در آشپزخانهٔ دیواری دارای تجهیزات پخت، 2/50 متر است.

## 4-7-2 تصرف‌های حرفه‌ای/ اداری

**4-2-7-4-1** در طراحی ساختمان‌های اداری رعایت ضوابط و سرانه‌های تعیین شده در نشریهٔ شمارهٔ 178 معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری الزامیست.

**4-2-7-4-2** در ساختمان‌های حرفه‌ای/ اداری گروه 3، احداث حیاط‌های محصور به صورت گودال باغچه، برای تأمین نور و تهویهٔ فضاهای اشتغال مشروط بر انطباق با مقررات تعیین شده در قسمت 4-8-5-4 مجاز است.

## 4-7-3 تصرف‌های آموزشی/ فرهنگی

**4-3-7-4-1** در تصرف‌های آموزشی، ارتفاع فضای کلاس‌ها و سایر فضاهای آموزشی بر حسب شرایط اقلیمی و تعداد افراد استفاده‌کننده به گونه‌ای تعیین می‌شود که فضای سرانهٔ حداقل 3/6 مترمکعب برای هر نفر فراهم باشد. در هر صورت در فضاهای آموزشی که برای تعداد بیش از 20 نفر پیش‌بینی می‌شود، ارتفاع فضا نباید از 3/00 متر کمتر باشد. درصورتی که فضایی برای سخنرانی و نمایش طراحی و اجرا گردد، رعایت ضوابط معماری و ارتفاعات لازم جهت نورپردازی و تامین شرایط مناسب آکوستیکی و ... الزامی است.

**4-3-7-4-2** در تصرف‌های گروه (آ) شامل دوره‌های تحصیلی تا انتهای دبیرستان، حداقل پهنای آزاد و بدون مانع راهروهایی با ظرفیت الزامی 100 نفر یا بیشتر که در مسیر دسترس و یا خروج اصلی کلاس‌ها و سایر فضاهای آموزشی قرار دارند و تنها در یک طرف آن‌ها کلاس وجود دارد،

2/40 متر و در صورت وجود کلاس در هر دو طرف آن‌ها، حداقل 3/30 متر است. چنانچه این راهروها در مسیر دسترس و خروج اصلی فضاهای آموزشی قرار نداشته باشند، حداقل پهنای لازم آن‌ها 1/80 متر است.
حداقل ارتفاع آزاد و بدون مانع راهروها در هر حالت نباید از 2/60 متر کمتر باشد.

**4-3-7-3** در تعیین تعداد و نوع فضاها و همچنین سرانهٔ فضای مورد نیاز در تصرف‌های آموزشی، رعایت ضوابط تعیین‌شده توسط سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس الزامیست.

**4-3-7-4** سایر الزامات تعیین‌شده برای فضاها، اجزاء و عناصر ساختمان‌ها باید در طراحی و ساخت ساختمان‌های آموزشی نیز رعایت گردد.

## 4-7-4 تصرف‌های درمانی/ مراقبتی

**4-4-7-1** در بخش جراحی در تصرف‌های درمانی- مراقبتی شامل مراکز مراقبت‌های بهداشتی از بیمارهای غیردائم دریافت‌کننده مراقبت‌های پزشکی سرپایی که قادر به مراقبت از خود نیستند حداقل پهنای راهروها باید 180 سانتی‌متر باشد.

**4-4-7-2** در تصرف‌های گروه (د-2) شامل مراکز خدمات شبانه‌روزی پزشکی، جراحی، روانپزشکی و پرستاری، در مکانهایی که جابه‌جایی تختخواب در آنها لازم است حداقل پهنای راهروها باید 2/45 متر باشد.

**4-4-7-3** درهای اصلی واقع در مسیرهای دسترس و راه‌های خروج که در تصرف گروه د-2 به منظور جابجایی تخت‌ها به کار می‌روند، باید دارای عرض آزاد و بدون مانع حداقل 1/05 متر باشند.

## 5-7-4 تصرف‌های تجمعی

**1-5-7-4** در تصرف‌های تجمعی، در فضاهایی که برای تعداد بیش از 20 نفر پیش‌بینی می‌شود، ارتفاع فضا نباید از 3/00 متر کمتر باشد. درصورتی که این تصرف‌ها برای سخنرانی و نمایش طراحی و اجرا گردند، رعایت ضوابط معماری و ارتفاعات لازم جهت نورپردازی و آکوستیک و ... الزامی است.

**2-5-7-4** پلکان‌های راهرویی برای دسترسی به ردیف صندلی‌ها که تنها در یک طرف آنها جای نشستن وجود دارد، لازم است که حداقل در یک طرف آن‌ها میله دستگرد نصب شود.

**3-5-7-4** در تصرف‌های تجمعی، مانند سینماها و سالن‌های اجتماعات، پلکان‌های راهرویی که به میله دستگرد در وسط مجهزند، نیازی به میله دستگرد اضافی ندارند.

**4-5-7-4** سایر الزامات تعیین‌شده برای فضاها، اجزاء و عناصر ساختمان‌ها باید در طراحی و ساخت ساختمان‌های تجمعی نیز رعایت گردد.

# 8-4 مقررات خاص ساختمان‌های بلند (گروه 8)

**1-8-4** درساختمان‌های بلند (گروه 8)، محفظه پله‌ای که در راه خروج واقع شود، باید بطور مکانیکی تهویه و فشار مثبت داشته باشد.

**2-8-4** در ساختمان‌های بلند، حداکثر برای شش طبقهٔ آخر می‌توان از پاسیوهای داخلی برای نورگیری و تهویهٔ فضاهای اقامت، اشتغال و آشپزخانه‌ها استفاده کرد. در صورت استفاده از حیاط خلوت که یک ضلع آن به فضای آزاد باز است، محدودیتی برای نورگیری همهٔ طبقات وجود ندارد. اگر حیاط خلوت رو به معابر یا فضاهای عمومی شهری باز باشد، رعایت مقررات مربوط به نما و حجم ساختمان، در قسمت 4-4-5 الزامیست.

**3-8-4** تمام ساختمان‌های بلند باید به تجهیزات کشف، اعلام و اطفای حریق و همچنین امداد و نجات منطبق با ضوابط خاص اعلام‌شده در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان مجهز باشند.

**4-8-4** در تمام ساختمان‌های بلند باید اتاقی برای استقرار مدیریت ساختمان پیش‌بینی شود. در این اتاق باید تمام مدارک ساختمان از جمله نقشه‌های اجرا شدهٔ ساختمان و تاسیسات و همچنین کلیدهای مربوط به قفل درهای اصلی ساختمان، موتورخانه، بام و اتاقک یا جعبهٔ کنتورها به نحو مناسب نگهداری شود.

**5-8-4** تمام ساختمان‌های بلند باید به سیستم برق اضطراری که سیستم کشف و اعلام حریق و همچنین روشنایی فضاهای عمومی ارتباط و خروج را تامین می‌کند، مجهز باشند.

**6-8-4** سایر الزامات تعیین‌شده برای فضاها، اجزاء و عناصر ساختمان‌ها باید در طراحی و ساخت ساختمان‌های بلند نیز رعایت گردد.

# 9-4 الزامات عمومی عناصر و جزئیات مهم ساختمان

## 1-9-4 دیوارها

**1-1-9-4** تمام جداره‌های خارجی واحدهای تصرف و همچنین جداره‌های مشترک واحدها با یکدیگر و با فضاهای عمومی ساختمان، جهت مقاومت در برابر حریق، باید در انطباق با مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان بوده و دارای مقاومت کافی در برابر ضربه باشد. مقادیر صدابندی آن‌ها نیز باید مطابق با مبحث هجدهم مقررات ملّی ساختمان باشد. در دیوارهای آجری و بلوک سفالی خارجی و مشترک، باید ضخامت حداقل این دیوارها به میزان 0/20 متر رعایت گردد.

**2-1-9-4** جداره‌های خارجی تمام ساختمان‌ها و جداره‌های مشترک واحدهای تصرف با فضاهای کنترل نشده، باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان، عایق‌بندی حرارتی شده باشند.

**3-1-9-4** در تمام دیوارهای ساختمان، جهت مقاومت در برابر زمین لرزه، ضوابط مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان و آئین‌نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله (استاندارد2800) باید رعایت گردد.

## 2-9-4 سقف‌های کاذب

در هر قسمت از واحد مسکونی که به منظور پوشاندن عناصر تاسیسات یا عبور کانال و یا دلایل دیگر، سقف کاذب احداث می‌شود، باید علاوه بر رعایت سایر مقررات و نکات فنی الزامی، با مقررات این قسمت نیز منطبق باشد.

**4-9-2-1** نصب سقف کاذب نباید ارتفاع فضا را به کمتر از مقدار مجاز آن کاهش دهد. ارتفاع فضا، تا زیر سطح تمام شدهٔ سقف کاذب اندازه‌گیری می‌شود.

**4-9-2-2** سقف کاذب باید با استفاده از قطعات مناسب و به صورت مطمئن به ساختار اصلی ساختمان متصل شده باشد تا در شرایط بهره‌برداری عادی و در شرایط خاص به ویژه آتش‌سوزی یا زمین لرزه‌ای که ساختمان برای آن طراحی شده است، با تخریب یا ریزش تمام یا قسمتی از آن، موجب اختلال در عملکرد ساختمان و فضاهای آن نشود و به افراد و سایر اجزاء ساختمان آسیب وارد نیاورد.

**4-9-2-3** برای نصب آویزها، اتصالات و سایر اجزاء نگهدارندهٔ سقف کاذب، باید پیش‌بینی‌های لازم، مانند نصب و اجرای پروفیل‌ها یا میلگردهای انتظار در هنگام اجرای ساختار اصلی ساختمان انجام گرفته باشد و از تخریب و آسیب رساندن به ساختارهای اصلی بدین‌منظور خودداری شود.

**4-9-2-4** دیوارهای جداکنندهٔ فضاها باید تا بالای سقف کاذب و زیر سقف سازه‌ای امتداد داشته باشند و یا فضای بالای سقف کاذب در امتداد قائم دیوارهای جداکننده به وسیله مواد مقاوم و پایدار غیر قابل اشتعال و صدابند مناسب کاملا مسدود و جداسازی شود.

**4-9-2-5** از فضای بالای سقف کاذب نباید برای انبارکردن لوازم وتجهیزات استفاده شود مگر آنکه به وسیله ساختار مناسب و با احتساب بار اضافی لوازم یاد شده طراحی و اجرا گردد.

**4-9-2-6** تخلیهٔ هوای سرویس‌های بهداشتی و آشپزخانه به فضای بالای سقف کاذب مجاز نیست.

**4-9-2-7** در صورت استفاده از سیستم‌های سقف که در آن‌ها از مواد قابل سوختن مانند انواع بلوک یا صفحهٔ پلی‌استایرن استفاده می‌شود، باید پیش از اجرای سقف کاذب، سطح زیر سقف اصلی مطابق ضوابط مربوط، با اندود یا فرآورده‌های مناسب، در برابر آتش محافظت گردد.

**8-2-9-4** فضای بالای سقف کاذب نباید به فضای بیرون ساختمان یا به فضاهای نیمه باز و یا حیاط‌های داخلی گشودگی داشته باشد، مگر آن‌که این گشودگی به منظور تهویه در مناطق مرطوب و با رعایت تمام شرایط زیر انجام پذیرد:

آ- با نصب حفاظ و توری مناسب در محل گشودگی‌ها، از ورود جانوران و حشرات به فضای بالای سقف کاذب جلوگیری شود.

ب- گشودگی‌ها به فضای بیرون با تمهیدات لازم مانند نصب انواع دریچه (دامپر)، از باران، کج باران و سایر نزولات جوی و همچنین باد مزاحم محافظت شوند.

پ- در این حالت، از لحاظ اتلاف حرارت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، فضای مابین سقف کاذب و سقف سازه‌ای اصلی به عنوان فضای کنترل‌نشده محسوب می‌شود و با عایق‌کاری مناسب مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان باید از اتلاف حرارت فضای طبقات بالا و پایین سقف کاذب جلوگیری شود.

ت- نباید در این حالت فضای بالای سقف کاذب به هیچ‌یک از فضاهای داخلی ساختمان هیچ‌گونه درز یا گشودگی مانند دریچه، محل نصب لامپ‌های توکار و حفره‌های تزئینی داشته باشد و در صورت نیاز به دریچهٔ بازدید یا دسترس، دریچه مذکور باید با تمهیدات مناسب درزبندی شود.

**9-2-9-4** در مجاورت یا بالای سقف کاذب، هیچگونه لولهٔ آب، فاضلاب یا گاز، کانال و یا تاسیسات مشابه، نباید مستقیماً با آویزها، شبکهٔ نگهدارنده و سایر قسمت‌های سقف کاذب اتصال یا تماس داشته باشد.

**10-2-9-4** در صورت نیاز به نصب هرگونه شیشه یا عناصر شیشه‌ای در سقف کاذب، باید از شیشه‌های ایمنی مسلح یا غیرریزنده استفاده شود.

## 3-9-4 بام‌های مسطح

**1-3-9-4** تعبیه جان‌پناه در سقف‌های مسطح، در صورت وجود راه‌پله برای دسترسی ساکنین به بام، مطابق الزامات قسمت 4-9-7 الزامی است.

**2-3-9-4** بام‌های مسطح باید دارای شیب‌بندی مناسب حداقل 2% و کفشوی متصل به شبکهٔ فاضلاب مستقل از شبکهٔ اصلی ساختمان باشند.

**3-3-9-4** آب بام‌ها باید به صورتی جمع‌آوری و هدایت شود که موجب آلودگی یا ایجاد مزاحمت در محوطه و اجزاء ساختمان و اراضی مجاور یا معابر عمومی نشود و از سرازیر شدن آب بر روی نمای ساختمان یا ساختمان‌های مجاور پیش‌گیری گردد.

**4-3-9-4** تخلیهٔ آب حاصل از نزولات جوی بام‌ها به زمین‌های مجاور و معابر عمومی مجاز نیست و تخلیهٔ آن در محوطهٔ ساختمان باید با مجوز شهرداری یا سایر مراجع صدور پروانه انجام گیرد.

**5-3-9-4** اتصال فاضلاب بام به شبکهٔ فاضلاب شهری با مجوز ادارات فاضلاب شهری و سایر مراجع مسئول امکان‌پذیر است.

### 4-9-4 بام‌های شیبدار

**1-4-9-4** بام‌های شیبدار باید به نحوی طراحی و اجرا گردند که از ریزش برف، یخ یا اجزای سقف از ارتفاع جلوگیری شود.

**2-4-9-4** در بام‌های شیبدار باید تدابیر لازم به منظور حفظ جان کارگران در هنگام کار در روی بام پیش‌بینی گردد.

**3-4-9-4** چنانچه شیب بام شیبدار به سمت زمین‌های مجاور یا معابر عمومی باشد باید فاصلهٔ افقی لبهٔ بیرونی بام از مرز مالکیت، در ساختمان‌های گروه 1 تا 5، به اندازهٔ حداقل 0/20 متر رعایت گردد و در ساختمان‌های گروه‌های 6 و 7، به ازاء هر طبقهٔ اضافه، 0/10 متر به این فاصله افزوده می‌شود. برای ساختمان‌های گروه 8، رعایت مقررات و ضوابط خاص آن‌ها الزامیست.

**4-4-9-4** رعایت بندهای 4-9-3-3 تا 4-9-3-5 در مورد هدایت و تخلیهٔ آب بام الزامیست.

## 5-9-4 سقف‌های نورگذر

هرجا که نورگیری از طریق سقف صورت گیرد یا سطوح شفاف یا شیشه‌ای در سقف نصب شود باید با الزامات زیر منطبق باشد:

**1-5-9-4** نورگیرهای سقفی که برای تامین نور الزامی فضاها تعبیه می‌شوند باید به فضای باز یا حیاط‌های داخلی متصل باشند و سطح شفاف آن‌ها نباید از سطح الزامی شیشهٔ پنجره برای فضاهای مورد نظر کمتر باشد.

**2-5-9-4** مجموع سطح نورگیرهای سقفی و پنجره‌های دیواری در فضاهای مورد نظر که بصورت طبیعی نورگیری شود، باید معادل سطوح الزامی مذکور در جدول 4-6-1 باشند.

**3-5-9-4** سقف‌های نورگذر یا شفاف، مانند سقف گلخانه و پاسیو و همهٔ قسمت‌های شیشه‌ای یا شفاف در سایر سقف‌ها، باید از جنس ایمن و غیر ریزنده باشند.

**4-5-9-4** در طراحی و اجرای سقف‌های نورگذر یا شفاف وسیع مانند سقف گلخانه و پاسیو باید تدابیری جهت امکان نظافت و تحمل وزن نظافتکار جهت ایمنی در نظر گرفته شود.

## 6-9-4 نصب و اجرای در و پنجره

**1-6-9-4** مشخصات تمام درها و پنجره‌ها باید با استانداردهای ملّی ایران مطابقت داشته باشد.

**2-6-9-4** در درهای شیشه‌ای کشویی و درهای شیشه‌ای بدون قاب، دیواره و در شیشه‌ای وان و دوش، قطعات شیشه در اطراف ورودی‌های اصلی و خروجی بناها، قطعات شیشه‌ای درهای توقفگاه‌ها و قطعات بزرگ‌تر از ابعاد مجاز در بند 4-5-4-9 در نماهای شیشه‌ای و تمام درهایی که

شیشه در آن‌ها درارتفاع پایین‌تر از 1/05 متر بکار رفته، استفاده از شیشه‌های ایمن و غیر ریزنده الزامی است.

**4-9-6-3** در صورتی که پنجره در فضایی نصب شود که کف آن فضا در ارتفاع بیش از 0/70 متر نسبت به زمین یا فضای مجاور قرار داشته و پنجره به بالکن یا ایوان و مهتابی مشرف نیست، باید آن پنجره در ارتفاع حداقل1/10 متر از کف فضا نصب شده و یا دارای جان‌پناهی به ارتفاع حداقل 1/10 متر از کف فضا باشد.

**4-9-6-4** تعبیه پنجره در محل‌هائی که خارج از حدود مجاز در این مقررات موجب اشراف به حیاط و ساختمان مجاور گردد، ممنوع است.

**4-9-6-5** در صورتی که امکان اشراف از معبر عمومی مجاور به داخل فضاهای اقامت در ساختمان وجود داشته باشد، لازمست کف پنجره فضاهای اقامت در بالاتر از ارتفاع دید عابران تعبیه شود.

**4-9-6-6** درصورتی‌که تدابیری برای تهویهٔ فضاهایی مانند انبار پیش‌بینی نشده باشد که تهویهٔ آن‌ها الزامی نیست، باید برروی سطح در، شیارهایی جهت ورود و خروج هوا تعبیه گردد.

**4-9-6-7** استفاده از در و پنجره با ابعاد مدولار و تولید صنعتی در ساختمان توصیه می‌شود.

## 4-9-7 حفاظ‌ها، جان‌پناه‌ها و میله‌های دستگرد

### 4-9-7-1 حفاظ و جان‌پناه

هرجا که نصب جان‌پناه یا حفاظ و دست‌انداز الزامی اعلام شده باشد، باید در انطباق با مقررات زیر اجرا شود:

**4-9-7-1-1** ارتفاع دست‌اندازها یا جان‌پناه‌ها از سطح فضا یا بام در دسترس، باید حداقل 1/10 متر و از لبهٔ پله یا سطح شیب‌دار حداقل 0/9متر باشد.

**2-1-7-9-4** فاصلهٔ خالی بین دو نرده عمودی دست‌انداز و جان‌پناه نباید بیشتر از 0/11 متر باشد. در صورت وجود نرده‌های تزئینی، نباید از هیچ قسمت آن کره‌ای به قطر بیش از 0/11 متر عبور کند.

**3-1-7-9-4** استفاده از شیشه‌ایمن و غیر ریزنده در جان‌پناه‌ها و دست‌اندازهای دارای شیشه به هر قطع و اندازه، الزامی است.

## 2-7-9-4 میله‌های دستگرد

میله‌های دستگرد باید در محل‌های تعیین‌شده، مطابق الزامات زیر ساخته و نصب شوند، مگر آن‌که در مقررات اختصاصی تصرف‌ها به گونه‌ای دیگر تعیین شده باشد:

**1-2-7-9-4** ارتفاع میله‌های دستگرد که از لب پله و یا سطح کف تمام شده شیب‌راه یا فضا اندازه‌گیری می‌شود، باید بین 0/85 تا 0/90 متر باشد. این ارتفاع در تمام طول میلهٔ دستگرد باید به صورت یکنواخت امتداد داشته باشد.

**2-2-7-9-4** سطحی از میله دستگرد که با دست گرفته می‌شود باید پیوسته و یکنواخت باشد و به وسیلهٔ هیچ قطعه یا عنصری قطع نگردد.

**3-2-7-9-4** انتهای میله دستگرد باید به سمت یک دیوار، حفاظ یا سطح تردد چرخیده یا خم شود یا تا میله‌های دستگرد خیز مجاور پلکان یا شیب‌راه امتداد داشته باشد (تا از ایجاد جراحت یا گیر کردن اشیاء یا لباس افراد به میله‌های دستگرد جلوگیری شود). در جایی که میله دستگرد بین خیزهای مجاور پیوسته نیست، باید حداقل 0/30 متر به صورت افقی از لبه‌های ابتدا و انتهای شیب‌راه و از بالاترین پیشانی پله ادامه داشته باشد. در پله‌ها، میله دستگرد باید از سمت پایین شیب آن نیز، به اندازه عمق یک کف پله بعد از پائین‌ترین پیشانی پله ادامه یابد.

**4-2-7-9-4** قطر خارجی میله دستگردی که مقطع دایره‌ای دارد باید بین 35 تا 40 میلی‌متر باشد، یا آن‌که قابلیت گرفتن میله دستگرد را به اندازه معادل آن فراهم سازد. اگر مقطع میله دستگرد دایره‌ای نیست، اندازه محیطی آن باید حداقل 100 و حداکثر 160 میلی‌متر و حداکثر اندازه قطر آن 57 میلی‌متر باشد. لبه‌ها باید با شعاع حداقل 0/25 میلی‌متر گرد شده باشند.

**5-2-7-9-4** فاصله آزاد میان یک میله دستگرد و دیوار یا سطح دیگر باید حداقل 40 میلی‌متر باشد.

**6-2-7-9-4** میله دستگرد و دیوار یا هر سطح دیگر مجاور آن باید عاری از هر گونه جسم تیز یا برنده باشند.

**7-2-7-9-4** رنگ میله دستگرد باید با محیط اطراف و جداره زمینهٔ آن متضاد باشد.

## 8-9-4 آب‌بندی و عایق‌کاری رطوبتی

**1-8-9-4** در تمام ساختمان‌ها حفاظت در برابر بارش نزولات جوی و رطوبت خاک الزامی است. بام‌های تخت، ایوان‌ها، کف‌های در تماس با زمین‌های نمناک، کف کلیه فضاهای بهداشتی در طبقات، دیوارهای زیرزمین و سایر دیوارهای در تماس با زمین نمناک، بدنه و کف و دیوار استخرها و منابع آب، باید عایق رطوبتی شوند. بام‌های شیب‌دار و قوسی و گنبدها و نماهایی که در معرض بوران‌های موسمی قرار می‌گیرند، باید با روش مناسب در برابر نزولات جوی و کج‌باران حفاظت شوند.

**2-8-9-4** در تمام فضاهای داخلی بنا، هرجا که شیر برداشت آب تعبیه شود، کف فضا باید عایق رطوبتی شده و کف شوی دارای شترگلویی یا سیفون و تمهیدات لازم دیگر برای دفع فاضلاب، مطابق با ضوابط مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان، پیش بینی شود.

**3-8-9-4** عایقکاری سطح کف و دیواره‌های زیرزمین، جهت جلوگیری از نفوذ آب های سطحی و زیرزمینی و نشت آب لوله‌کشی، در ساختمان الزامی است.

## 9-9-4 شومینه، بخاری دیواری و دودکش‌ها

**1-9-9-4** شومینه‌های با مخزن باز که در آن‌ها از انواع سوخت گاز، مایع یا جامد استفاده می‌شود و هوای مورد نیازشان از داخل فضا تامین می‌گردد، وسیلهٔ حرارتی اصلی ساختمان محسوب نمی‌شوند و نباید گرمایش یک ساختمان یا بخشی از آن تنها به چنین شومینه‌هایی متکی باشد.

**2-9-9-4** نصب شومینه‌ها و بخاری‌هایی که در آن‌ها از انواع سوخت گاز، مایع یا جامد استفاده می‌شود و هوای مورد نیازشان از داخل فضا تامین می‌گردد، در اتاق‌هایی با مساحت کمتر از 12 مترمربع مجاز نیست.

**3-9-9-4** ساخت دودکش و مصالح آن باید بترتیبی باشد که امکان نشت گاز از آن به فضاهای داخل ساختمان بوجود نیاید. رعایت ضوابط مندرج در مباحث سوم، چهاردهم و هفدهم مقررات ملّی ساختمان در طراحی و ساخت دودکش‌ها در ساختمان الزامی است.

**4-9-9-4** در طراحی، ساخت، نصب و کاربرد هر نوع شومینه و بخاری باید محدودیت‌ها و الزامات مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان رعایت گردد.

## 10-9-4 جزئیات عمومی ایمنی در برابر سوانح و سایر خطرات

**1-10-9-4** استفاده از تجهیزات حفاظت در برابر آذرخش در ساختمان‌های گروه 6 تا 8 و ساختمان‌های دیگری که به علت نوع کاربری و یا موقعیت قرارگیری آن‌ها ضروری باشد، الزامی است، و باید مطابق با استاندارد ملّی ایران در مورد آذرخش، به شماره 1-6213 باشد.

**2-10-9-4** ساختمان باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که در صورت وقوع زلزله موجب صدمه و خسارت به ساختمان‌های همسایه نشود و از خسارت ساختمان‌های همسایه به آن نیز پیشگیری گردد. رعایت مقررات مندرج در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان، به ویژه در مورد تعبیهٔ درز انقطاع مابین ساختمان‌ها، الزامی است.

**3-10-9-4** بازشوها، درها و پنجره‌ها و مدخل زیرزمین‌های تمام ساختمان‌ها باید به گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که امنیت ساکنان و استفاده‌کنندگان را فراهم نمایند.

**4-10-9-4** مدخل و پنجره‌های بازشو زیرزمین باید با اتخاذ شیوه‌های متداول به گونه‌ای از ورود جانوران موذی، باران و آب‌های سطحی جلوگیری نمایند.

**5-10-9-4** در تمام تصرف‌ها و فضاها تأمین راه‌های خروج ایمن و نصب علایم هشداردهنده و ایمنی مطابق مباحث سوم و بیستم مقررات ملّی ساختمان الزامیست.

**6-10-9-4** راه‌های خروج ایمن در ساختمان‌ها باید طوری تعبیه شوند که علاوه بر هدایت مردم به مکان امن در هنگام آتش‌سوزی، درصورت وقوع زلزله نیز امکان خروج و یاری‌رسانی به ساکنان و استفاده‌کنندگان را فراهم نمایند.

**7-10-9-4** در طراحی ساختمان‌ها باید راه‌های امدادرسانی از خارج ساختمان، مطابق الزامات زیر، برای انجام عملیات امداد و نجات در هنگام وقوع سوانحی چون حریق و زلزله پیش‌بینی گردد.

این راه‌ها از طریق جایگاه‌های الزامی امدادرسانی در فضای باز مجاور ساختمان (در حیاط یا معابر عمومی مجاور) و بازشوی الزامی امدادرسانی (در تصرف‌های مسکونی) جهت ورود و استقرار افراد و وسایل امدادرسان تأمین می‌گردد.

**1-7-10-9-4** تعبیهٔ راه‌های امدادرسانی در ساختمان به منزلهٔ منتفی‌شدن مسیرهای خروج الزامی مندرج در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان نیست.

**2-7-10-9-4** هر واحد تصرف در گروه‌های ساختمان 1 تا 7 این مبحث باید دارای حداقل یک بازشوی مجزا و مستقل امدادرسانی در نما و مشرف بر جایگاه امدادرسانی باشد که بتوان از طریق آن عملیات نجات را انجام داد. عرض بازشوی امدادرسانی حداقل 0/90 متر و ارتفاع آن حداقل 1/30 متر است. بدیهی است که در زیر هر بازشوی امدادرسانی، باید یک جایگاه امداد رسانی در نظر گرفته شود.

**3-7-10-9-4** در ساختمان‌های گروه 4 تا 7 اگر طبقه آخر دارای سقف شیب‌دار باشد، احداث یک مهتابی یا بالکن حاوی بازشوی امداد رسانی در سقف شیب‌دار، که حول یکی از محورهای عمودی آن باز شود و دارای حداقل 0/90 متر عرض و 1/30 متر ارتفاع باشد، الزامی است.

**4-7-10-9-4** برای هر تصرف در ساختمان‌های گروه 4 تا 7 باید سطحی آزاد در فضای باز ساختمان بعنوان جایگاه امدادرسانی درنظر گرفته شود. از این جایگاه برای استقرار افراد، وسایل و خودروهای امدادرسانی استفاده می‌شود. این جایگاه باید به دسترسی‌های سواره اصلی شهر متصل باشد. در ساختمان‌های گروه 6 و 7 دسترسی سواره به جایگاه‌های امدادرسانی الزامی است.

**5-7-10-9-4** انجام فعالیت‌های دائمی در جایگاه‌های امدادرسانی و تعبیهٔ کاربری‌هایی که موجب اشغال این سطوح گردد، مجاز نیست.

**6-7-10-9-4** در ساختمان‌های گروه 4 و 5، جایگاه امدادرسانی باید حداقل به عرض 3/00 متر و طول 5/00 متر باشد. در ساختمان‌های گروه 6 و 7 به ازای افزایش هر طبقه 0/50 متر (تا حداکثر 5/00 متر) به این عرض افزوده می‌گردد. طول جایگاه امدادرسانی می‌تواند با نظر شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانهٔ ساختمان در تمام طول آن ضلع بنا امتداد یابد.

**7-7-10-9-4** در ساختمان‌های گروه 4 و 6 در پلاک‌های شمالی، هرگاه جایگاه امداد رسانی در حیاط خلوت باشد، این جایگاه باید بدون مانع و گذر از واحد مسکونی، توسط راهی به حیاط اصلی متصل گردد. این معبر در گروه 4 حداقل برای عبور افراد و تجهیزات لازم و در گروه 6 برای عبور خودرو امداد رسان در نظر گرفته می‌شود.

**8-7-10-9-4** حداقل فاصلهٔ ساختمان‌های گروه 7 از مرزهای مجاور، در صورت لزوم دسترسی سواره به جوانب ساختمان، باید 3/00 متر و در ساختمان‌های گروه 5، به منظور عبور افراد، 1/50 متر باشد.

**9-7-10-9-4** در صورت قرارگیری فضای تأسیسات و موتورخانه، در ساختمان‌های گروه‌های6 و 7 درزیر مسیر امدادرسانی، در نظرگرفتن امکان عبور وسایل سنگین امداد رسانی در محاسبهٔ بار سقف آن فضاها الزامی است.

**8-10-9-4** درها و پنجره‌های خروج و امدادرسانی، که در مواقع حریق و زلزله استفاده می‌شوند، باید از مصالح مقاوم و در انطباق با مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان باشند

### 4-9-11 عایق‌کاری حرارتی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی

عایق‌کاری حرارتی پوسته خارجی بنا و دیگر عناصر ساختمانی در انطباق با مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان الزامی است.

### 4-9-12 نگهداری و دفع زباله

**4-9-12-1** در تمام ساختمان‌ها با توجه به نیاز تصرف‌ها باید محل‌های نگهداری و دفع زباله به صورتی پیش‌بینی شود که مشکلاتی از نظر بهداشت و سلامتی برای ساکنان و استفاده‌کنندگان ایجاد نگردد و از لانه‌سازی حیوانات و حشرات موذی در این محل‌ها جلوگیری شود.

**4-9-12-2** در ساختمان‌های گروه‌های 6 تا 8، ایجاد سامانهٔ دفع زباله از داخل طبقات ساختمان، به نحوی که مزاحمت و خطری از نظر بو، آلودگی صوتی (در هنگام جابجایی زباله) و بهداشت برای ساکنان و استفاده‌کنندگان ایجاد نکند، ضروری است. رعایت ضوابط مربوط به تفکیک زباله، در صورت الزامِ آن‌ها توسط شهرداری‌ها و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان، ضروری است.

### 4-9-13 سایر تجهیزات و تاسیسات ساختمان

**4-9-13-1** در تمام ساختمان‌های مشمول این مقررات باید تجهیزات برقی و تأسیسات و لوله‌کشی توزیع آب، برق، گاز و دفع فاضلاب و آب‌های سطحی در انطباق با مباحث سیزدهم، چهاردهم، شانزدهم و هفدهم مقررات ملّی ساختمان در نظر گرفته شود.

**4-9-13-2** در ساختمان‌های گروه‌های 4 تا 8، نصب صندوق پستی اختصاصی برای هر واحد در محل ورودی ساختمان الزامی است. در ساختمان‌های گروه‌های دیگر نیز تعبیهٔ حداقل یک صندوق پستی برای مجموعهٔ واحدها، که امکان باز کردن آن برای همه واحدها وجود داشته باشد، الزامی است.

**4-9-13-3** وجود لانه‌های حیوانات خانگی تنها در محوطهٔ ساختمان و در شرایط زیر مجازست:

آ- طبق قوانین کشور، نگهداری آن‌ها در محل مورد نظر بلامانع باشد،

ب- برای همسایگان مزاحمتی فراهم نکند،

پ- به صورت عناصر یا فضاهایی مجزا از ساختمان و با مصالحی ایجاد شود که بعنوان یک بخش اصلی از ساختمان محسوب نشود. در این محل دسترسی به آب باید به طور دائم فراهم بوده و مسائل بهداشتی رعایت گردد.

ت- دسترسی به این لانه‌ها نباید مستلزم عبور از فضاهای اصلی واحدها باشد.

**4-9-13-4** در محل‌هایی که نگهداری و پرورش برخی حیوانات در داخل بافت شهری مجاز شمرده می‌شود، محل نگهداری حیوانات باید از فضاهای اقامت ساکنان به‌گونه‌ای جدا گردد که از نظر نحوهٔ دسترسی و جزئیات تهویه، تاسیسات ساختمان و دفع فاضلاب، منظر عمومی و سایر جنبه‌های معماری و ساختمانی، در بهداشت و آسایش ساکنان و همسایگان اختلالی پیش نیاید.

# پیوست

# ضوابط طراحی مدولار در و پنجره برای ساختمان

**از مجموعهٔ ضوابط طراحی مدولار در ساختمان**

**مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن**

## مقدمه

سیستم هماهنگی مدولار و اندازه‌های هماهنگ ساز به عنوان سیستمی کاربردی در طراحی‌ها و در تولید، نصب و اجرای ساختمان و اجزای آن به‌کار می‌رود. این سیستم در طراحی فضاها و لوازم و در عرصه‌های گوناگون طراحی و انبوه‌سازی و تولید صنعتی، کاربردی گسترده پیدا نموده است. مدول یا پیمون پایه، اندازه‌ای است که در هماهنگی مدولار استفاده می‌شود و واحد اصلی و اساسی در نظام مدولار است. اندازه‌ها در این سیستم بر اساس مدول پایه یا ضریبی از آن انتخاب می‌گردند. مدول پایه و ضرایب آن، برای هماهنگ نمودن گام‌ها یا فاصله‌ها در شبکه‌های طراحی به کار برده می‌شود.

با توجه به اهمیت به‌کاربستن سیستم‌های هماهنگ‌کننده ابعادی، و مزایای استفاده از آن در صنعت ساخت و ساز مانند سرعت بخشیدن، افزایش دقت، برخورداری از حداقل‌های لازم برای ارتقاء کیفیت ضابطه‌مند، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن از سال 1369 تاکنون، با به اجرا درآوردن بیش از دوازده طرح تحقیقاتی که نتایج مدون آن‌ها، به‌شکل تالیف، دستورالعمل و راهنما ارائه شده‌اند، سعی نموده است تا با استخراج ضوابط از مجموعه نتایج مذکور، نسبت به ترویج استفاده از سیستم مدولار ایران اقدام نماید.

ضوابط ابعادی ارائه شده، بر اساس مطالعات زیر به دست آمده‌اند:

1- رشته‌های عددی و نظام یافته بر اساس اصول و منطق ریاضیات؛

2- ابعاد و اندازه‌های انسان ایرانی (آنتروپومتری و ابعاد بدن انسان، اندازه‌های عملکردی با برداشت از اندازه‌های بدن 1500 نمونه زن و مرد ایرانی)، باتوجه به عوامل محیطی و قابل زیست، مانند جسم، حس، حرکت، فعالیت و سایر عوامل، با بهره‌بردن از دانش مهندسی عوامل انسانی یا ارگونومی؛

3- اندازه‌های ابزار، لوازم و تجهیزات و فضا با برداشت از 300 نمونه؛

4- کاربرد عملی هماهنگی اندازه‌ها و سیستم مدولار در طراحی؛

نتایج پژوهش‌های انجام شده در زمینه سیستم‌های مدولار و طراحی ارگونومیک برای تامین شرایط آسایش جسمی برای انسان ایرانی، به صورت مجموعه‌ای از ضوابط ابعادی برای طراحی مدولار

ساختمان تهیه شده است. تدوین این ضوابط علاوه بر تامین شرایط حداقل جهت طراحی برای آسایش انسان به لحاظ ابعادی، کاربرد بسیار گسترده و متنوعی در زمینه‌های گوناگون طراحی (معماری، سازه، اجزا و قطعات ساختمانی، مبلمان و اثاث، چیدمان و غیره) دارد که در تمام انواع ساختمان‌ها به ویژه ساختمان‌های مسکونی و متعارف که به روش‌های متداول یا به شکل صنعتی و نیمه‌صنعتی ساخته شوند، کاربرد خواهد داشت.

مزایای استفاده از این ضوابط شامل انبوه‌سازی‌ها و تک‌سازی به تعداد زیاد بوده و همچنین به‌منظور ایجاد هماهنگی در طراحی و تولید ساختمان و لوازم و اثاث که به‌صورت انفرادی در کارگاه‌ها تولید می‌شوند نیز کاربرد بسیار دارد. روشن است که انبوه‌سازی و پیش‌سازی بدون سیستمی جهت هماهنگ‌سازی ابعاد، بازدهی و سوددهی چشم‌گیری نخواهد داشت. لذا تدوین "ضوابط طراحی مدولار برای ساختمان – در و پنجره"، به‌عنوان یکی از فصل‌های مهم، جهت تکمیل هرچه بیشتر ضوابط ابعادی برای طراحی ساختمان به‌ویژه در سیستم مدولار ایران مطرح خواهد بود. جهت اطلاعات تکمیلی به آثار مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به ویژه شماره ض-470، گ- 463، گ-336، 268، 257، 215، 216، 361، 312، 316، 398 و 333 مراجعه گردد.

**ماهیت تغییرپذیری ابعاد در تولید صنعتی و رواداری‌ها**

ماهیت تغییرپذیری ابعاد در ساختمان و اجزای آن و ضوابطی که مطابق آن‌ها چنین تغییرپذیری، شکل کمیتی به خود می‌گیرد و با اعداد و ارقام مشخص می‌گردد و تعریف عواملی که باید در ارزیابی، تشخیص و بررسی رواداری‌های اجزای ساختمان و کار در کارگاه ساختمانی درنظر گرفته شوند، از جمله مواردی هستند که در تولید صنعتی باید مدنظر قرار بگیرند. این ضوابط برای ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی، به ویژه آن دسته که بر اساس اصول هماهنگی مدولار طراحی و اجرا میگردند، برای تولید انبوه و صنعتی ساختمان، به‌کار برده می‌شوند.

این تغییرپذیری نیز باید در سیستمی از اندازه های هماهنگ ساز و مدولار به‌انجام برسد.

**مدول پایه - مدول طراحی و مضارب مدول و شبکه مدولار طراحی برای در و پنجره**

آ- مدول پایه برابر M= 100mm

ب- مدول طراحی در و پنجره،بازشو یا درگاهی برابر $\frac{3M}{2}=150mm$

پ- شبکهء مدولار طراحی برای در و پنجره، بازشو یا درگاهی برابر

$\frac{3M}{2}=150mm$ x $\frac{3M}{2}=150mm$

ت- شبکه مدولار طراحی معماری برای مسکن برابر 3M×3M یا 300×300 mm

در طراحی مدولار، انطباق شبکه های طراحی اجزای ساختمانی، با شبکه مدول پایه و شبکه مدولار طراحی، الزامی است.

در سیستم مدولار، هماهنگی و همخوانی اجزا در ترکیب و اتصال با یکدیگر، از نظر اندازه و موقعیت بررسی می‌گردند. اندازه‌های هماهنگ‌ساز و مدولار همراه با شبکه‌های مدولار برای طراحی مطالعه می‌شوند. به منظور بالا بردن سطح دقت در انتخاب اندازه و اندازه‌گذاری، هنگام ارائه اندازه مدولار و اندازه اجرایی برای یک جزء ساختمانی باید به نوع اتصال و رواداری‌های آن در ترکیب با سایر اجزاء نیز توجه خاص مبذول گردد.

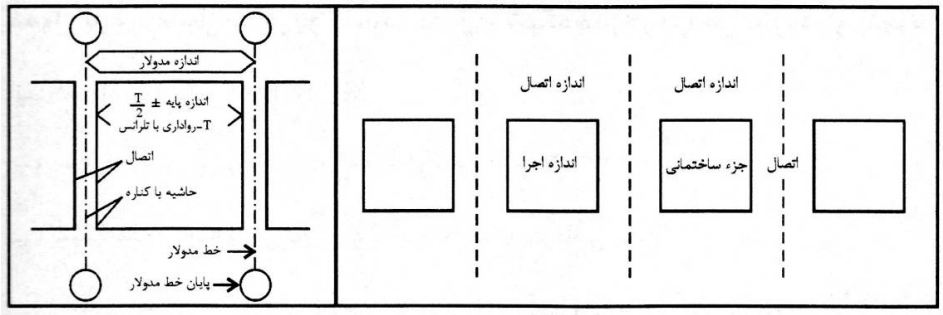
**اندازه‌های هماهنگ‌ساز یا مدولار**

برای طراحی در و پنجره در سیستم مدولار و اندازه‌های هماهنگ ساز باید به 3 اندازه توجه داشت:

1- اندازه اسمی برای دهانه گشودگی نصب بازشو یا پنجره در دیوار که اصولا از اندازه‌های مدولار و هماهنگ‌ساز آن‌ها بزرگتر ولی به آن‌ها بسیار نزدیک هستند.

2- اندازه هماهنگ و مدولار به گونه‌ای که مرزهای قرار گرفتن در و پنجره درون آن مشخص گردند(شکل پ-1)

3- اندازه اسمی برای در و پنجره که اصولا از اندازه های مدولار و هماهنگ‌ساز آن‌ها کوچکتر ولی به این اندازه‌ها بسیار نزدیک هستند.




**شکل پ- 1 اندازهٔ مدولار یا هماهنگ‌ساز**

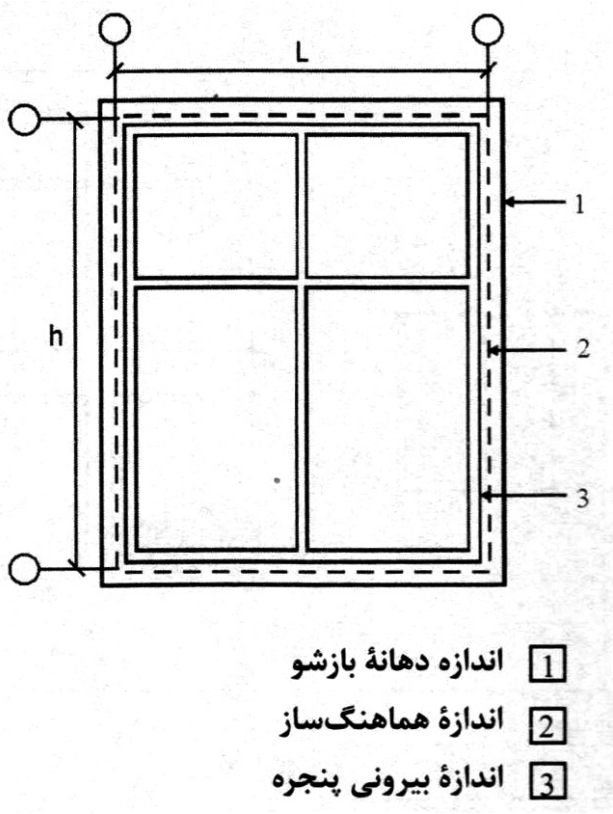
اندازه هماهنگ‌ساز یا مدولار، مقدار فضای اشغال شده توسط هر جزء ساختمانی و اتصالات مربوط به آن را مشخص می‌سازد. اندازه‌های مدولار، از مجموع اندازه‌های اجرایی و اندازه‌های دو حاشیه که در کنار جزء ساختمانی (برای اتصالات و رواداری‌ها و سایر) درنظر گرفته می‌شود، به دست می‌آید. اندازه‌های اجرایی بسته به نوع طرح، جنس مصالح و ویژگی‌های فیزیکی محصول دارد و توسط سازنده و تولیدکنندگان محصولات به گونه‌ای تنظیم می‌گردد که جزء ساختمانی، درون اندازه مدولار تعیین‌شده در سیستم اندازه‌های مدولار، تعبیه گردد.

در شکل پ- 2 سه اندازه گفته شده را می‌توان مشاهده کرد.روشن است که این تفاوت اندازه‌ها، به‌دلیل وجود برخی رواداری‌ها و انحراف از اندازه و موقعیت که ممکن است روی اندازه‌های تولید و به‌هنگام نصب و اجرا بروز نمایند، پدید می‌آیند.

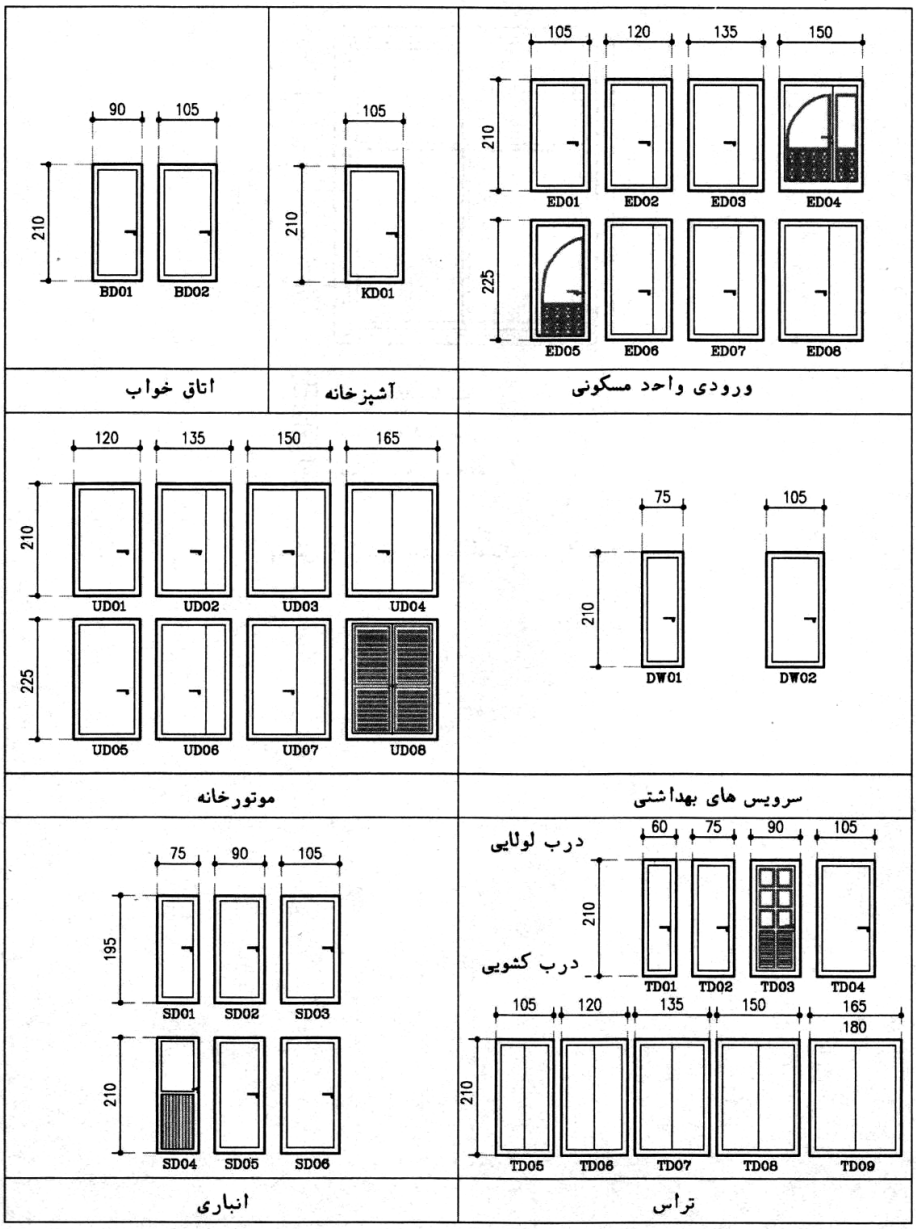
### هماهنگی مدولار و تولید انبوه و صنعتی در ساختمان

از اهداف اصلی طراحی، تولید و اجرای ساختمان در نظام هماهنگی اندازه‌ها و به‌کار بستن اندازه‌های هماهنگ‌ساز و مدولار، توسعه هرچه بیشتر انبوه‌سازی با استفاده از امکانات صنعتی است.

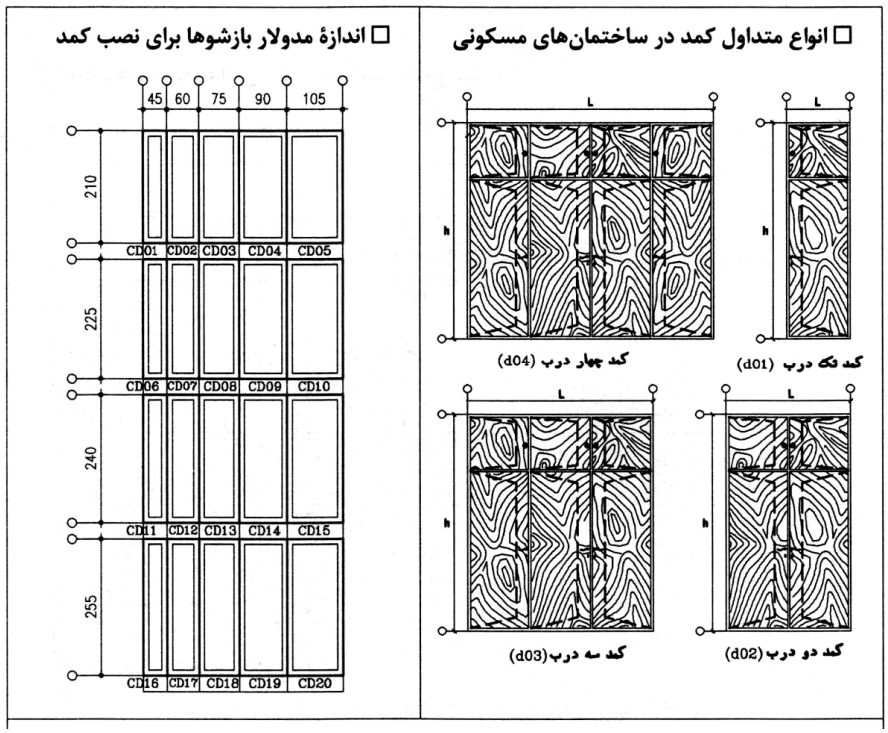
روند ساختمان‌سازی نمونه، روندی است که در آن ساختمان در پی ساخت و نصب متناسب اجزای آن بنا گردد. به عبارت دیگر، اجزای آن از پیش ساخته شده باشند. لذا طراحی در سیستمی از اندازه‌های هماهنگ‌ساز و مدولار الزامی می‌گردد.



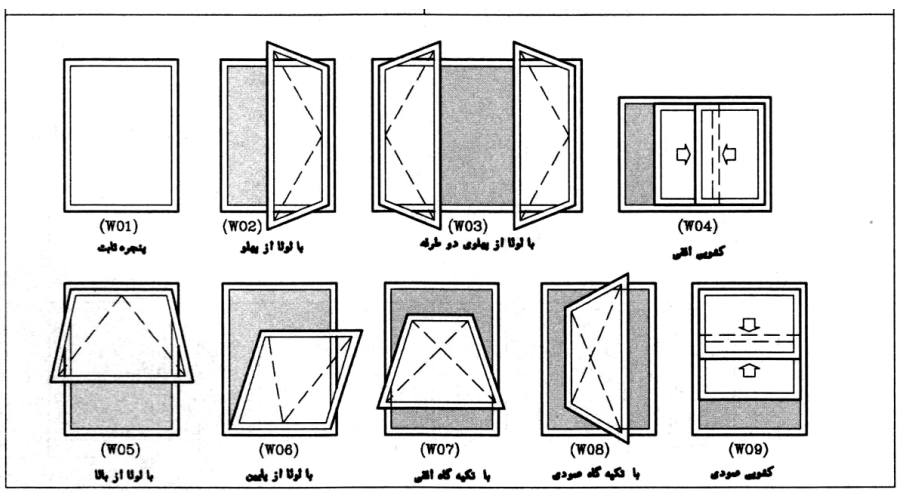

**شکل پ-2 اندازه‌های هماهنگ‌ساز مدولار**



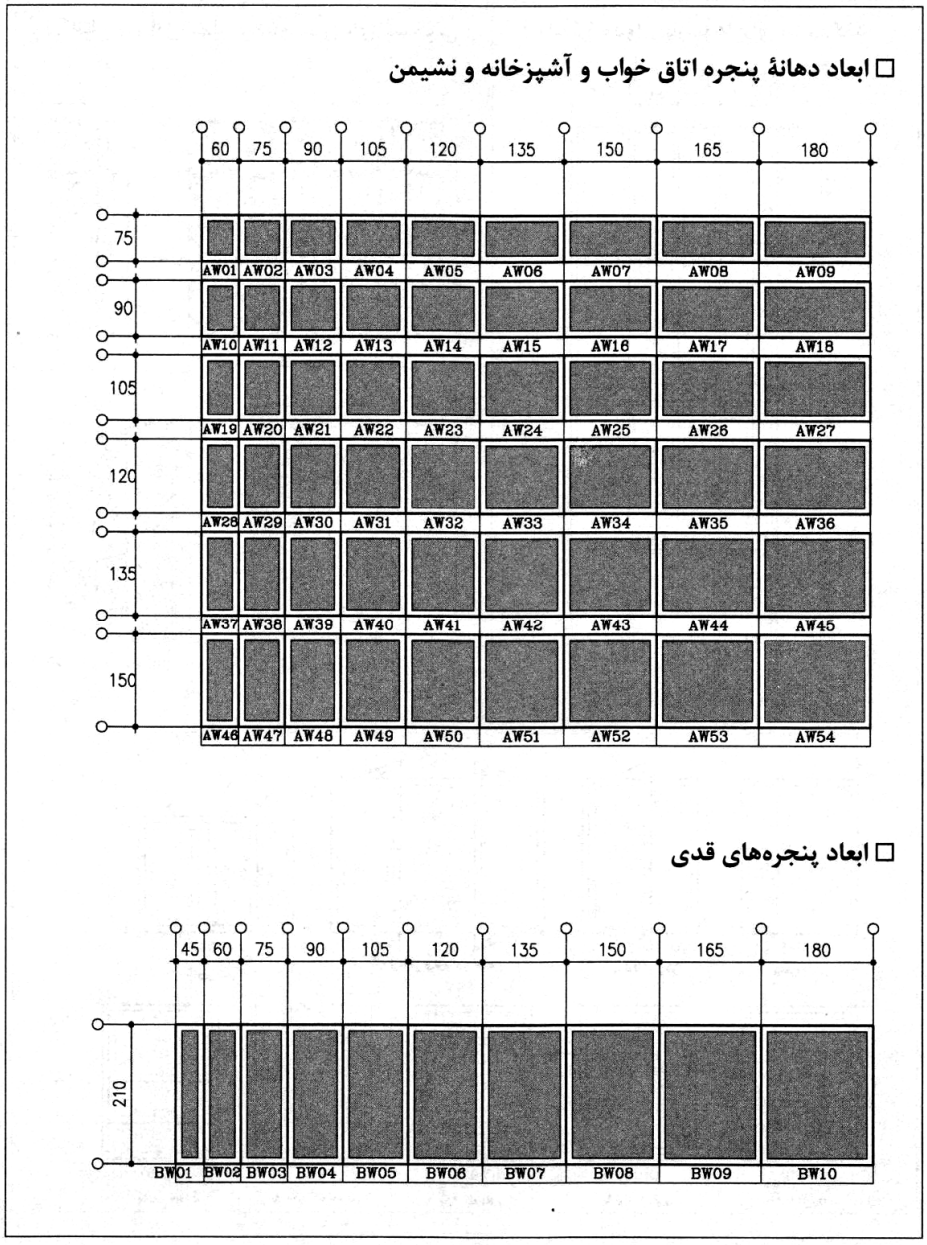

**شکل پ-3 اندازه‌های مدولار دهانهٔ "در" فضاهای واحد مسکونی**



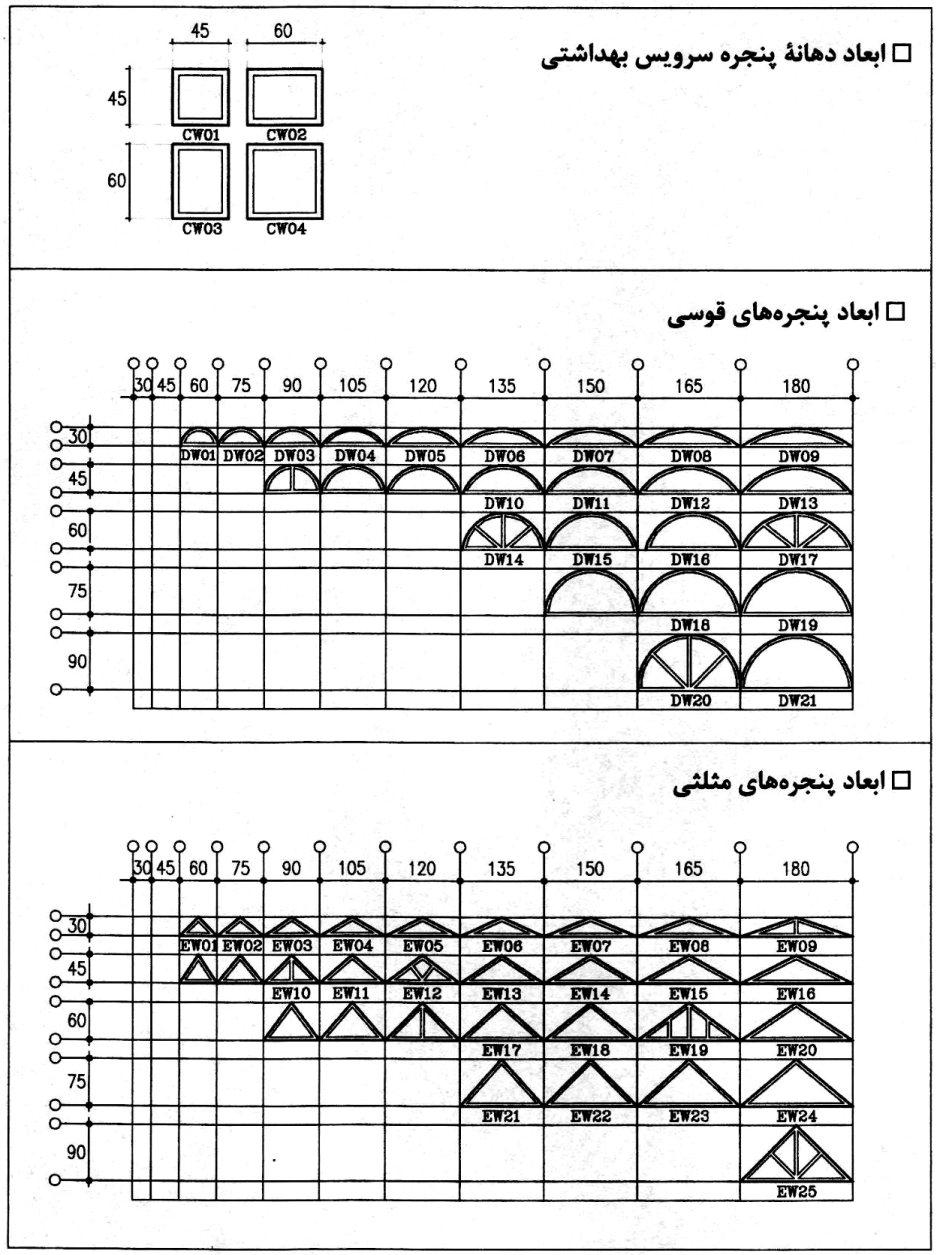

**شکل پ-4 انواع کمد و اندازهٔ مدولار بازشوهای آن در فضاهای واحد مسکونی**




**شکل پ-5 گروه‌بندی پنجره‌ها بر اساس نوع بازشو**




**شکل پ-6 اندازه‌های مدولار دهانهٔ پنجره‌های متداول در فضاهای واحد مسکونی**




**شکل پ-7 اندازه‌های مدولار انواع دیگر پنجره‌ها در فضاهای واحد مسکونی**

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث پنجم

# مصالح و فرآورده‌های ساختمانی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش چهارم ۱۳۹۲

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | مصالح و فرآورده های ساختمانی / وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان، دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **وضعیت ویراست:** | ویراست ۴. |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲ |
| **مشخصات ظاهری:** | ش، ۲۴۳ ص. جدول |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران، مبحث پنجم |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۹-۲ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - صنعت و تجارت - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | مصالح ساختمانی - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ [ج] ۵. |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲/الف۹م۷ج.۵ ۱۳۹۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۳۳۵۱۹۵۳ |


# نام کتاب: مبحث پنجم مصالح و فرآورده‌های ساختمانی


| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۹-۲ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۲ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۷۵،۰۰۰ ریال |


حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**عباس احمد آخوندی**
**وزیر راه و شهرسازی**

## مقدمه

در کشورهای مختلف به منظور نیل به اهدافی از جمله ایمنی، سلامت، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه، تدوین و ضوابط و مقرراتی را در بخشهای مختلف فعالیتهای ساختمانی مدنظر قرار داده‌اند، به نحوی که در دنیای امروز کمترین کشوری را می‌توان یافت که با تدوین قوانین عمومی یا اختصاصی، فعالیت‌های ساختمانی را تحت نظم در نیاورده باشد.

در کشور ما نیز وزارت راه و شهرسازی در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان را با رویکرد توجه به شرایط اقلیمی و اجرایی کشور و اقتصادی و معیشتی مردم در دستور کار خود قرار داده است.

در برنامه‌ریزی‌های انجام شده از سال ۱۳۸۷ تاکنون بر تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان با هدف آشنایی و هماهنگی دست‌اندرکاران ساخت و ساز با علوم فنی- مهندسی روز دنیا و با هدف ارتقاء کیفیت ساخت و سازها توجه ویژه‌ای شده است. همچنین با هدف شفاف‌سازی و ارائه توضیحات مفهومی درخصوص مباحث مذکور، تهیه راهنماهای مربوطه نیز به جد، در دستور کار دفتر مقررات ملّی ساختمان قرار گرفته است.

آنچه مسلم است شهرداری‌ها بعنوان دستگاه مسئول عهده‌دار کنترل ساخت و ساز در شهرها مهمترین وظیفه را در رعایت مقررات ملّی ساختمان بر عهده دارند که می‌بایست با همکاری سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان و سازمان ملّی استاندارد ایران و همچنین با استفاده از کمک تشکل‌های حرفه‌ای نسبت به ترغیب و تشویق استفاده از روش‌های نوین ساخت و حفاظت از طرح‌های بالادستی شهری در این خصوص اقدام کنند.

لازم می‌دانم در اینخصوص از حمایت‌های وزیر محترم راه و شهرسازی، اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مزبور و همکارانم در دفتر مقررات ملّی ساختمان که تلاش آنها منتج به تهیه و ابلاغ این مبحث گردیده است، صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم و از همه علاقمندان و مهندسان و مرتبطین با حوزه ساخت و ساز تقاضا کنم که هرگونه ایراد و اصلاحی را که نیاز می‌دانند به این دفتر ارسال نمایند.

**غلامرضا هوائی**

**مدیر کل مقررات ملّی ساختمان**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

- دکتر محمدعلی اخوان بهابادی — عضو
- مهندس محمدرضا اسماعیلی — عضو
- دکتر اباذر اصغری — عضو
- دکتر شهریار افندی‌زاده — عضو
- دکتر محمدحسن بازیار — عضو
- دکتر منوچهر بهرویان — عضو
- مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده — عضو
- دکتر علیرضا رهایی — عضو
- دکتر اسفندیار زبردست — عضو
- مهندس ابوالفضل صومعلو — رئیس
- دکتر محمدتقی کاظمی — عضو
- دکتر ابوالقاسم کرامتی — عضو
- دکتر محمود گلابچی — عضو
- دکتر غلامرضا هوائی — نایب رئیس و عضو

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

- مهندس حسن تابش — عضو
- دکتر امیرمحمد رمضانیانپور — عضو
- دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور — رئیس
- دکتر هرمز فامیلی — عضو
- محمدحسین ماجدی اردکانی — عضو
- دکتر سیدحسام مدنی — عضو

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

- مهندس سهیلا پاکروان — معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا
- دکتر بهنام مهرپرور — رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان

## مقدمه مبحث

مجموعه پیش‌رو ویرایش چهارم مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان با عنوان «مصالح و فرآورده‌های ساختمانی» می‌باشد و هدف از تدوین آن ارائه مشخصات فنی مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی به منظور حفظ ایمنی، بهداشت، محیط زیست، دوام مناسب و صرفه اقتصادی در ساختمان است.

با توجه به اهمیت مواد و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی در صنعت ساختمانی و پیشرفت‌های اخیر در تولید فرآورده‌های جدید و کاربرد آن‌ها در سیستم‌های جدید ساختمانی و تدوین استانداردهای جدید، ویژگی‌ها و مشخصات فنی مصالح، تهیه ویرایش جدید در دستور کار قرار گرفت.

در این بازنگری، تغییرات اساسی در بعضی از مصالح صورت گرفته که در زیر خلاصه شده‌اند:

۱- در مباحث آجر، سنگ، آهک، گچ، ملات‌ها، فلزات، چوب، قیر، شیشه، رنگ، عایق‌های حرارتی، پلیمرهای ساختمانی، تولیدات جدید بهمراه استانداردهای مربوط به ویژگی‌ها و مشخصات فنی و روش‌های آزمون آن‌ها اضافه گردیده‌اند.

۲- با توجه به اهمیت و مصرف فوق‌العاده بتن در جهان امروز و در کشور ما و عدم پرداخت به این ماده پرمصرف و اجزاء تشکیل دهنده آن در ویرایش‌های قبلی، خواص و ویژگی‌های سنگدانه‌های مصرفی در بتن، سیمان‌های مختلف و الزامات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی آن‌ها، سیمان‌های آمیخته و پوزولانی، خواص لازم برای آب بتن، مواد افزودنی شیمیایی بتن، انواع بتن‌ها نظیر بتن‌های توانمند، سبک، پلیمری، الیافی، خود تراکم بهمراه استانداردهای مربوطه در متن مبحث پنجم قرار گرفت.

۳- با توجه به اهمیت میلگرد در سازه‌های بتنی مسلح، خواص و ویژگی‌ها و استانداردهای آن در متن مبحث قرار گرفت.

۴- از آنجا که در اکثر کشورها کار بر روی نانومواد و تولید مواد نانویی در دستور کار قرار دارد این موضوع در اصل مبحث قرار گرفت.

۵- پیوست ۱ بصورت اساسی تغییر یافت. در این پیوست مشخصات مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مصرفی در سیستم‌های کامل ساختمانی دارای گواهینامه فنی نظیر صفحات مرکب سه بعدی، سیستم‌های سازه‌ای نظیر سازه‌های بتن مسلح دیوار باربر با شیوه قالب تونل، سیستم‌های

خمشی نوین نظیر قاب خمشی مختلط بتنی - فولادی، سقف‌ها - سازه‌های بتن مسلح دیوار باربر با شیوه قالب تونلی نظیر سقف مرکب فولادی - بتنی با عرشه فلزی، دیوارهای غیرباربر نظیر دیوارهای غیرباربر سبک و سایر مصالح ساختمانی نظیر نمای مدولار سرامیکی آورده شده‌اند.

۶- کلیه استانداردها به پیوست ۲ انتقال یافته است.

با امید به اینکه ویرایش جدید مبحث پنجم، برای کاربران مفید واقع شده و ما را از راهنمایی‌ها و نقطه نظرات خود بهره‌مند گردانند.

**کمیته تخصصی مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان**

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**۵-۱ کلیات** **۱**
۵-۱-۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۵-۱-۲ دسته بندی مصالح ۲
۵-۱-۳ استانداردها ۲
۵-۱-۴ ویژگی‌ها و مشخصات فنی ۳
۵-۱-۵ تأیید کیفیت ۳
۵-۱-۶ مطابقت با استاندارد ۴
۵-۱-۷ استفاده مجدد ۴
۵-۱-۸ مصالح و فرآورده‌های جدید ۴
۵-۱-۹ انبار کردن ۴
۵-۱-۱۰ ساخت و تولید در کارگاه ۵

**۵-۲ آجر** **۷**
۵-۲-۱ تعریف ۷
۵-۲-۲ دسته‌بندی ۷
۵-۲-۳ استانداردها ۸
۵-۲-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۳

۵-۲-۵ سازگاری ۱۳
۵-۲-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۳

**۵-۳ بلوک‌های سفالی توخالی ۱۵**
۵-۳-۱ تعریف ۱۵
۵-۳-۲ دسته‌بندی ۱۵
۵-۳-۳ استانداردها ۱۶
۵-۳-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۷
۵-۳-۵ سازگاری ۱۷
۵-۳-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۷

**۵-۴ کاشی سرامیکی ۱۹**
۵-۴-۱ تعریف ۱۹
۵-۴-۲ دسته‌بندی ۱۹
۵-۴-۳ استانداردها ۲۰
۵-۴-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۲۱
۵-۴-۵ سازگاری ۲۱
۵-۴-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۲۲

**۵-۵ سنگ ساختمانی ۲۳**
۵-۵-۱ تعریف ۲۳
۵-۵-۲ دسته‌بندی ۲۳
۵-۵-۳ استانداردها ۲۵
۵-۵-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۳۰
۵-۵-۵ سازگاری ۳۱
۵-۵-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۳۱

**۵-۶ سنگدانه‌ها ۳۳**
۵-۶-۱ تعریف ۳۳
۵-۶-۲ دسته‌بندی ۳۳

۵-۶-۳ استانداردها ۳۴
۵-۶-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۴۲
۵-۶-۵ سازگاری ۴۲
۵-۶-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۴۳

**۵-۷ سیمان و فرآورده‌های آن ۴۷**
۵-۷-۱ تعریف ۴۷
۵-۷-۲ دسته‌بندی ۶۰
۵-۷-۳ استانداردها ۷۹
۵-۷-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۷۹
۵-۷-۵ سازگاری ۸۰

**۵-۸ مواد افزودنی شیمیایی بتن ۸۳**
۵-۸-۱ تعریف ۸۳
۵-۸-۲ دسته‌بندی ۸۵
۵-۸-۳ استانداردها ۸۶
۵-۸-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۹۱
۵-۸-۵ سازگاری ۹۱
۵-۸-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۹۱

**۵-۹ آهک و فرآورده‌های آن ۹۳**
۵-۹-۱ تعریف ۹۳
۵-۹-۲ فرآورده‌های آهکی ۹۵
۵-۹-۳ استانداردها ۹۶
۵-۹-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۰۰
۵-۹-۵ سازگاری ۱۰۰
۵-۹-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۰۱

**۵-۱۰ گچ و فرآورده‌های آن ۱۰۳**
۵-۱۰-۱ تعریف ۱۰۳

۵-۱۰-۲ دسته‌بندی ۱۰۳
۵-۱۰-۳ استانداردها ۱۰۷
۵-۱۰-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۱۰
۵-۱۰-۵ سازگاری ۱۱۰
۵-۱۰-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۱۰

**۵-۱۱ ملات‌های ساختمانی ۱۱۳**
۵-۱۱-۱ تعریف ۱۱۳
۵-۱۱-۲ دسته‌بندی ۱۱۳
۵-۱۱-۳ استانداردها ۱۱۶
۵-۱۱-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۱۸
۵-۱۱-۵ سازگاری ۱۱۸
۵-۱۱-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۱۸

**۵-۱۲ فلزها و مصالح جوشکاری ۱۱۹**
۵-۱۲-۱ فلزها ۱۱۹
۵-۱۲-۲ مصالح جوش‌کاری ۱۳۰

**۵-۱۳ چوب و فرآورده‌های آن ۱۳۳**
۵-۱۳-۱ تعریف ۱۳۳
۵-۱۳-۲ دسته‌بندی ۱۳۳
۵-۱۳-۳ استانداردها ۱۳۴
۵-۱۳-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۳۶
۵-۱۳-۵ سازگاری ۱۳۶
۵-۱۳-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۳۶

**۵-۱۴ قیر و قطران ۱۳۷**
۵-۱۴-۱ تعریف ۱۳۷
۵-۱۴-۲ دسته‌بندی ۱۳۷
۵-۱۴-۳ استانداردها ۱۴۲

۵-۱۴-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۴۲
۵-۱۴-۵ سازگاری ۱۴۴
۵-۱۴-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۴۴

**۵-۱۵ شیشه ۱۴۵**
۵-۱۵-۱ تعریف ۱۴۵
۵-۱۵-۲ دسته‌بندی ۱۴۵
۵-۱۵-۳ استانداردها ۱۴۶
۵-۱۵-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۴۸
۵-۱۵-۵ سازگاری ۱۴۸
۵-۱۵-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۴۸

**۵-۱۶ رنگ و پوشش ساختمانی ۱۴۹**
۵-۱۶-۱ تعریف ۱۴۹
۵-۱۶-۲ دسته‌بندی ۱۴۹
۵-۱۶-۳ استانداردها ۱۵۰
۵-۱۶-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۵۲
۵-۱۶-۵ سازگاری ۱۵۳
۵-۱۶-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۵۳

**۵-۱۷ عایق‌های رطوبتی ۱۵۵**
۵-۱۷-۱ تعریف ۱۵۵
۵-۱۷-۲ دسته‌بندی ۱۵۵
۵-۱۷-۳ استانداردها ۱۵۶
۵-۱۷-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۵۷
۵-۱۷-۵ سازگاری ۱۵۷

**۵-۱۸ عایق‌های حرارتی ۱۵۹**
۵-۱۸-۱ تعریف ۱۵۹
۵-۱۸-۲ دسته‌بندی ۱۵۹

۵-۱۸-۳ استانداردها ۱۶۱
۵-۱۸-۴ ملاحظات زیست محیطی ۱۶۴
۵-۱۸-۵ سازگاری ۱۶۵
۵-۱۸-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۶۵

**۵-۱۹ پلیمرهای ساختمانی ۱۶۷**
۵-۱۹-۱ تعریف ۱۶۷
۵-۱۹-۲ دسته‌بندی ۱۶۷
۵-۱۹-۳ استانداردها ۱۷۰
۵-۱۹-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۷۱
۵-۱۹-۵ سازگاری ۱۷۲
۵-۱۹-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۷۳

**۵-۲۰ نانومواد ۱۷۵**
۵-۲۰-۱ تعریف ۱۷۵
۵-۲۰-۲ دسته‌بندی ۱۷۵
۵-۲۰-۳ استانداردها ۱۷۵
۵-۲۰-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی ۱۷۶
۵-۲۰-۵ سازگاری ۱۷۶
۵-۲۰-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری ۱۷۷

**پیوست ۱:** مشخصات مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مصرفی در برخی سیستم‌های ساختمانی ۱۷۹

**پیوست ۲:** استانداردهای مرجع ۱۹۷

# ۵-۱ کلیات

## ۵-۱-۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این مبحث، ارائه مشخصات فنی مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی به منظور حفظ ایمنی، بهداشت، محیط زیست، دوام مناسب و صرفه اقتصادی در ساختمان است. دامنهٔ کاربرد آن نیز محدود به انواع مواد، مصالح و فراورده‌های ساختمانی متعارف است، که در بنای انواع ساختمانها و تأسیسات مربوط، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مصالح و فرآورده‌های ساختمانی باید، جوابگوی نیازهای طراحی باشد. از این رو، مهندسان طراح، ناظر و مجری باید با توجه به مشخصات ساختمان و تأسیسات، مواد و مصالح و فراورده‌های ساختمانی مناسب را انتخاب و حداقل مشخصات فنی آنها را مطابق طرح ارائه کنند. مشخصات ارائه شده در طرح‌ها، بایستی با ضوابط مطرح در این مبحث تطبیق کند.

با توجه به زلزله‌خیز بودن ایران بایستی برای سبک‌سازی و کاهش جرم ساختمان، مصالح مقاوم و سبک با حداکثر نسبت مقاومت به وزن به‌کار برده شود، تا علاوه بر ایمنی بیشتر، تأثیر زلزله بر ساختمان نیز کاهش یابد. همچنین با توجه به ضرورت حفظ محیط زیست، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان می‌بایستی در استفاده مجدد، بازیافت و بازیابی مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی با رعایت ضوابط اهتمام ورزند.

**یادآوری**: در مورد هر دسته از مصالح، رعایت الزامات مقرر در دیگر مباحث مقررات ملّی ضروری است.

### ۵-۱-۲ دسته‌بندی مصالح

در این مبحث، مواد و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی به صورت زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

- آجر
- بلوک‌های سفالی توخالی
- کاشی سرامیکی
- سنگ ساختمانی
- سنگدانه‌ها
- سیمان و فرآورده‌های آنها
- مواد افزودنی شیمیایی بتن
- آهک و فرآورده‌های آنها
- گچ و فرآورده‌های آن
- ملات‌های ساختمانی
- فلزها و مصالح جوشکاری
- چوب و فرآورده‌های آن
- قیر و قطران
- شیشه
- رنگ و پوشش‌های ساختمانی
- عایق‌های رطوبتی
- عایق‌های حرارتی
- پلیمرهای ساختمانی
- نانومواد

### ۵-۱-۳ استانداردها

**۵-۱-۳-۱** مواد، مصالح و فراورده‌های ساختمانی باید از نظر ویژگی، مشخصات فنی و روش‌های آزمایش منطبق با استانداردهای ملّی ایران و معیارهای پذیرفته در هر بخش از این مبحث باشد. به

این منظور، برای هر دسته از مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، استانداردهای ملّی مربوط معرفی می‌شود.

**۵-۱-۳-۲** در مدت اعتبار این مبحث، چنانچه استانداردها یا ویرایش‌های جدیدی از استاندارد به تصویب برسد، جانشین استانداردها و معیارهای مشابه در این مبحث خواهد شد.

**۵-۱-۳-۳** اگر در پاره‌ای از موارد، استاندارد ملّی وجود نداشته باشد، باید استانداردهای معتبر بین‌المللی ملاک عمل قرار گیرد.

## ۵-۱-۴ ویژگی‌ها و مشخصات فنی

تولیدکنندگان و واردکنندگان مواد، مصالح و فراورده‌های ساختمانی باید ویژگی‌ها و مشخصات فنی آنها را برابر استانداردهای مربوط و معیارهای پذیرفته شده در این مبحث، معتبر بشمرند و در صورت درخواست مصرف کننده؛ تولیدکننده، توزیع‌کننده و یا واردکننده ملزم به ارائه مشخصات است.

## ۵-۱-۵ تأیید کیفیت

**۵-۱-۵-۱** کنترل ویژگی‌های مواد، مصالح و فراورده‌های ساختمانی، تطابق آن با استانداردهای مربوط، اعلام مشخصات و اظهار نظر مقایسه‌ای، با سازمان ملّی استاندارد یا آزمایشگاه‌های تأیید صلاحیت شده از سوی آن سازمان از طریق پروانه کاربرد نشان استاندارد است.

**۵-۱-۵-۲** تعیین مشخصات فنی و تطابق ویژگی‌های کارکردی مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی براساس مقررات ملّی ساختمان با مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی وابسته به وزارت راه، مسکن و شهرسازی و مراجع تأیید صلاحیت شده از سوی آن مرکز و از طریق صدور گواهی‌نامه فنی است.

### ۵-۱-۶ مطابقت با استاندارد

**۵-۱-۶-۱** طراحان و مجریان با توجه به محدوده کاربرد مصالح مورد نظر باید، در نقشه‌ها و مدارک فنی مربوط، ویژگی‌ها و مشخصات فنی مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی را تعیین کنند.

**۵-۱-۶-۲** استفاده از مواد و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی غیر مطابق با مشخصات و معیارهای پذیرفته شده در این مبحث، مجاز نیست.

### ۵-۱-۷ استفاده مجدد

استفاده از مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مستعمل، در صورت مطابقت مشخصات فنی آنها با معیارهای پذیرفته شده در این مبحث و توجه به نوع مصرف آنها بلامانع است.

### ۵-۱-۸ مصالح و فرآورده‌های جدید

مصالح و فرآورده‌های ساختمانی جدید، جز آنها که نام و مشخصاتشان در این مبحث آمده است، در صورتی قابل استفاده هستند که مشخصات و دامنه کاربرد آنها به تأیید سازمان ملّی استاندارد و یا مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی رسیده باشد و برای آن‌ها گواهینامه فنی معتبر اخذ شده باشد.

### ۵-۱-۹ انبار کردن

مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی باید به گونه‌ای انبار شود که دسترسی به آنها آسان باشد. مصالحی که زودتر وارد شده است باید زودتر نیز خارج و مصرف شود و با مصالح دیگر مخلوط نشود. محیط نگهداری آنها نیز نباید سبب از میان رفتن ویژگی‌ها و مشخصات فنی آنها شود. با توجه به نوع مصالح بایستی تمهیدات لازم جهت اطفاء حریق در بروز احتمال آتش سوزی پیش‌بینی و فراهم گردد.

### ۵-۱-۱۰ ساخت و تولید در کارگاه

**۵-۱-۱۰-۱** مواد و مصالح و فرآورده‌های تولیدی در کارگاه‌های ساختمانی باید با مشخصات فنی پذیرفته شده در این مبحث مطابقت داشته باشد.

**۵-۱-۱۰-۲** در تولید مواد، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی در کارگاه و محل مصرف، رعایت نکات ایمنی، مطابق مبحث دوازدهم، الزامی است.

# ۵-۲ آجر

## ۵-۲-۱ تعریف

آجر فرآورده‌ای ساختمانی است که در گونه‌های رسی، شیلی و شیستی، مارنی، ماسه آهکی، بتنی و شکل‌های گوناگون تولید می‌شود، و عمدتاً در دیوارچینی، نماسازی و کرسی‌چینی، کف‌سازی و کف‌پوشی به کار می‌رود.

## ۵-۲-۲ دسته‌بندی

آجر برحسب مواد خام استفاده شده در ساخت آن، به انواع زیر تقسیم می‌شود:

**۵-۲-۲-۱ آجر رسی، شیلی، شیستی و مارنی:** آجری که از پخت خشت خام رسی و یا از پخت خشت تهیه شده از مخلوط مرطوب فشرده شده شیل و شیست و مارن (روش پرسی) و در هر دو حالت، در دمای حدود ۱۰۰۰ درجهٔ سلسیوس به دست می‌آید.

براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۷ ایران، آجر رسی ساختمانی، برحسب نوع مصرف به گروه‌های آجر توکار، آجر نما و آجر مهندسی تقسیم می‌شود:

**آجر توکار:** آجری که برای کارهای عمومی ساختمان مناسب است. این آجرها، برحسب محل مصرف، به دو نوع باربر و غیرباربر منقسم و هرکدام نیز به دو دستهٔ توپر و سوراخ‌دار درجه‌بندی می‌شود.

**آجر نما:** آجری که بدون نیاز به اندودکاری یا پوشش‌های دیگر، مستقیماً برای نماسازی به مصرف می‌رسد. این آجر دو نوع متعارف و پلاکی دارد. آجرهای نمای متعارف و پلاکی به دو دسته توپر و

سوراخ‌دار و هرکدام، برحسب مقاومت فشاری، به دو درجهٔ ۱ و ۲ تقسیم می‌شود.
**آجر مهندسی:** آجری با جسم متراکم و پرمقاومت که برای ساخت اعضای باربر مناسب است. این نوع آجر به دو دستهٔ توپر و سوراخ‌دار و هرکدام، برحسب مقاومت فشاری، به دو درجهٔ ۱ و ۲ تقسیم می‌شود.

**۵-۲-۲-۲ آجر سبک:** آجری که از رس، لوم یا مواد رسی، با افزودنی‌ها (مواد هوازا) یا بدون آنها قالب‌گیری و پخته می‌شود. چگالی ظاهری این آجرها نباید بیشتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد. مواد افزودنی نیز نباید، در درازمدت، اثر مخرب بر خواص آجرها داشته باشد.

**۵-۲-۲-۳ آجر ماسه آهکی:** آجری که از مخلوط ماسهٔ سیلیسی یا سیلیکاتی (یا سنگ خرد شده یا مخلوطی از این دو) و آهک، در بخار آب و گرما، تولید می‌شود. خاکستر بادی، سربارهٔ کورهٔ آهن‌گدازی و به طورکلی، ضایعات صنعتی مناسب، برای تهیهٔ این نوع آجرها به کار می‌روند. آجرهای ماسه آهکی معمولاً به صورت توپر و سوراخ دار به ابعاد آجر رسی، یا مضاربی از آن ساخته می‌شود و برحسب مقاومت فشاری، دسته‌بندی می‌شود. آجر ماسه آهکی به رنگ خاکستری است و با افزودن مواد رنگی، می‌توان انواع رنگی آن را نیز تولید و در نمای ساختمان از آن استفاده کرد.

**۵-۲-۲-۴ آجر بتنی:** نوعی بلوک سیمانی توپر که از سیمان پرتلند، سنگدانه‌های معدنی مناسب و آب تهیه می‌شود. برای بهره‌گیری از کاربرد ویژهٔ آن، از افزودنی‌های مناسب استفاده می‌شود. این نوع آجرها، برحسب مقاومت فشاری و جذب آب، در دیوارهای خارجی و مصارف عمومی کاربرد دارند. از این نوع آجرها در داخل و خارج ساختمان و همچنین به‌عنوان کف‌پوش نیز استفاده می‌شود.

### ۵-۲-۳ استانداردها

#### ۵-۲-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۲-۳-۱-۱** آجرهای رسی، مارنی و شیلی و شیستی باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

کاملاً پخته، یکنواخت و سخت باشند. مقاومت فشاری، میزان جذب آب و دیگر مشخصات آنها، برحسب نوع، باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۷ تطبیق کند. در صورتیکه آجر رسی مطابق روش مشخص شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۷ تحت آزمون یخزدگی قرار می‌گیرد، درصد افت وزنی آن نباید بیشتر از ۳ درصد باشد. برخی الزامات عملکردی آجرهای رسی بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۷ در جدول ۵-۲-۱ ارائه شده است.

**۵-۲-۳-۱-۲** مصرف آجرهای کهنهٔ کاملاً تمیز درصورت داشتن ویژگی‌های استاندارد مانعی ندارد، ولی بهتر است همراه با آجرهای نو و در پشت کار از آنها استفاده شود.

**۵-۲-۳-۱-۳** استفاده از تکه آجر، شامل سه قد (سه چهارم آجر)، نیمه (یک دوم آجر)، چارک (یک چهارم آجر) و کلوک (پاره آجر)، در بخش‌های درونی و پشت کار و در جاهایی که مصرف آجر درست (کامل) مقدور نیست، مجاز است.

**۵-۲-۳-۱-۴** استفاده از آجرهای ترک‌دار، کج و معوج، گود و برجسته، که انحنای گودی و برجستگی آنها از ۵ میلی‌متر تجاوز نکند، بی اشکال است، مشروط بر اینکه تعداد آنها از ۲۰ درصد کل آجرها تجاوز نکند.

**۵-۲-۳-۱-۵** مصرف آجرهای نما که دارای آلوئک یا ترک جزیی است، تنها در پشت کار مجاز است.

**۵-۲-۳-۱-۶** ویژگی‌های آجرهای ماسه آهکی باید برابر استانداردهای معتبر باشد. آجرهای ماسه آهکی باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

ظاهر آنها تمیز، یکنواخت و از ترک و مواد خارجی عاری باشد. استفاده از آجرهای ماسه آهکی در جاهایی که خطر یخ زدگی وجود دارد، به شرطی مجاز است که پس از آزمایش یخبندان (قراردادن در معرض ۵۰ دوره یخ زدن و آب شدن)، کاهش مقاومت فشاری آنها کمتر از ۲۰ درصد باشد. جذب آب آجرهای ماسه‌آهکی مورد استفاده در بخش‌های بیرونی ساختمان نباید از آن مقدار که تولیدکننده اعلام کرده است، بیشتر باشد.

**۵-۲-۳-۱-۷** خواص آجرهای مجوف ساخته شده از ماسه سنگ باید منطبق بر الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۰ باشد. اینگونه آجرها بر اساس مقدار مقاومت فشاری در چهار درجه ۱، ۲، ۳ و ۴ قرار می‌گیرند. برخی الزامات استاندارد مذکور در جدول ۵-۲-۲ ارائه گردیده است. میانگین

جذب آب ده آزمونه نباید از ۸ درصد جرمی کمتر و از ۱۸ درصد جرمی بیشتر باشد. مقدار نمک‌های محلول در آب آجرهای مهندسی و نما نباید از ۰/۶ درصد جرمی بیشتر باشد.

**جدول ۵-۲-۱ الزامات عملکردی آجرهای رسی**

| نوع آجر | | حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | | حداکثر درصد جذب آب* | | حداکثر درصد نمک محلول در آب |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | میانگین | آجر منفرد | میانگین | آجر منفرد | |
| آجر مهندسی | درجه ۱ | ۳۵ | ۳۰ | ۱۲ | ۱۵ | ۰/۶ |
| | درجه۲ | ۲۵ | ۲۰ | | | |
| آجر نما | درجه ۱ | ۱۴ | ۱۱ | ۱۸ | ۲۰ | ۰/۶ |
| | درجه ۲ | ۱۲ | ۹ | | | |
| آجر توکار | باربر | ۸ | ۶ | - | - | - |
| | غیرباربر | ۴ | ۳ | | | |
| آزمون مطابق (استاندارد ملّی شماره) | | ۷ | | ۷ | | ۷ |

* جذب آب نباید کمتر از ۸ درصد باشد و در صورت عدم انطباق جذب آب انواع آجر با ویژگی‌های مندرج در این جدول، انجام آزمون یخ زدگی برای مناطق سردسیر الزامی بوده و پذیرش آجر منوط به انطباق با الزامات یخ‌زدگی مندرج در استاندارد ملّی ایران شماره ۷ می‌باشد.

**۵-۲-۳-۱-۸** ویژگی‌های آجرهای بتنی که در یک یا چند وجه در معرض شرایط محیطی هستند باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۲۱۱ مطابقت کند. طبق این استاندارد آجرهای بتنی باید دارای مقاومت فشاری میانگین حداقل ۲۴ مگاپاسکال باشند و مقاومت هیچ آجر منفردی کمتر از ۲۰ مگاپاسکال نباشد. حداکثر جذب آب میانگین برای آجر نمای بتنی سبک (میانگین جرم مخصوص خشک کمتر از ۱۶۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب)، آجر نمای بتنی با وزن متوسط (میانگین جرم مخصوص خشک بین ۱۶۸۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب) و آجر نمای بتنی با وزن معمولی (میانگین جرم مخصوص خشک بیشتر از ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب) بایستی به ترتیب ۲۴۰،

۲۰۸ و ۱۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب یاشد. میزان جمع شدگی آجر نمای بتنی نبایستی از ۰/۰۶۵ تجاوز کند.

**۵-۲-۳-۱-۹** ویژگی‌های آجر مارنی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۷باشد.

**۵-۲-۳-۱-۱۰** ویژگی‌های آجرهای ضداسید بایستی منطبق بر استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۹۸ باشد. در جدول ۵-۲-۳ برخی الزامات عملکردی آجرهای ضداسید بر اساس استاندارد ۱۴۴۹۸ ارائه شده است. هنگامیکه مقاومت در برابر یخزدگی به روش استاندارد ملّی ایران شماره ۷ سنجیده می‌شود، مقدار افت جرمی آجر ضداسید نباید از ۳٪ جرمی بیشتر باشد.

**جدول ۵-۲-۲ الزامات عملکردی آجرهای مجوف ساخته شده از ماسه سنگ**

| نوع آجر | | حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | | حداقل مقاومت خمشی (مگاپاسکال) | | حداقل جرم مخصوص کلی (کیلوگرم بر مترمکعب) | جمع شدگی ناشی از خشک شدن، درصد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | میانگین | آجر منفرد | میانگین | آجر منفرد | | |
| با مقاومت فشاری خیلی زیاد (عالی) | درجه ۱ | ۲۰ | ۱۶ | ۳/۴ | ۲/۸ | ۲۱۰۰ | ۲/۵ |
| با مقاومت فشاری زیاد | درجه ۲ | ۱۵ | ۱۲ | ۲/۸ | ۲/۳ | ۱۹۰۰ | ۳/۵ |
| با مقاومت فشاری متوسط | درجه ۳ | ۱۰ | ۸ | ۲/۲ | ۱/۸ | ۱۱۰۰ | ۳/۵ |
| با مقاومت فشاری کم | درجه ۴ | ۷/۵ | ۶/۵ | ۱/۸ | ۱/۵ | ۷۵۰ | ۳/۵ |
| آزمون مطابق (استاندارد ملّی شماره) | | ۷ | | ۷۱۲۲ | | ۷۱۳۴ | ۸۵۹۲ |

**جدول ۵-۲-۳ الزامات عملکردی آجرهای ضداسید**

| نوع آجر | حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | | حداقل مقاومت خمشی (مگاپاسکال) | | حداکثر درصد جذب آب | | حداکثر درصد افت وزنی در برابر اسید |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین | آجر منفرد | میانگین | آجر منفرد | میانگین | آجر منفرد | |
| درجه ۱ | ۷۰ | ۶۰ | ۱۰ | ۸/۵ | ۴ | ۵ | ۱/۵ |
| درجه ۲ | ۵۰ | ۴۰ | ۷ | ۶ | ۲ | ۲/۵ | ۳ |
| آزمون مطابق (استاندارد ملّی شماره) | ۷ | | ۷۱۲۲ | | ۷ | | ۱۴۴۹۸ |

### ۵-۲-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۲-۳-۲-۱ آجررسی:** آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی این آجر باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۷ انجام شود. این آزمایش‌ها عبارت است از: اندازه‌گیری ابعاد، تحدب و تقعر، اندازه‌گیری مقاومت فشاری، اندازه‌گیری جذب آب، تعیین املاح محلول، اندازه‌گیری مقاومت در برابر یخبندان.

**۵-۲-۳-۲-۲ آجر ماسه آهکی:** آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی این آجر باید بر اساس استانداردهای معتبر صورت پذیرد. این آزمایش‌ها عبارت است از: تعیین ابعاد، رواداری و شکل، تحدب و تقعر، اندازه‌گیری جرم مخصوص، اندازه‌گیری مقاومت فشاری، اندازه‌گیری مقاومت خمشی، اندازه‌گیری جذب آب، اندازه‌گیری مقاومت در برابر یخبندان، جمع شدگی ناشی از خشک شدن.

**۵-۲-۳-۲-۳ آجر بتنی:** آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی این آجر باید براساس استانداردهای معتبر انجام شود. این آزمایش‌ها عبارت است از: تعیین ابعاد و رواداری، اندازه‌گیری مقاومت فشاری، اندازه‌گیری جذب آب، اندازه‌گیری جمع‌شدگی خشک خطی.

**۵-۲-۳-۲-۴ آجر ضداسید:** آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی این آجر باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۹۸ انجام شود. آزمون‌ها شامل ویژگی‌های هندسی، مقاومت فشاری، جذب آب، یخزدگی و مقاومت در برابر اسید می‌باشند.

**۵-۲-۳-۲-۵** استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۲-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

**۵-۲-۴-۱** در فرآیند آجرکاری در ساختمان، برای حفظ محیط زیست، توجه شود که در عملیات کارگاهی مانند اندازه‌کردن، برش، ساب حداقل دورریز انجام شود. توصیه می‌شود، برای کاهش دور ریز، از آجرهای نیمه و سه‌چهارم تولید شده در کارخانه استفاده شود.

**۵-۲-۴-۲** بریدن آجر در کارگاه ساختمانی باعث آلودگی هوا می‌شود.

### ۵-۲-۵ سازگاری

**۵-۲-۵-۱** از مصرف آب شور برای شستن اجزای آجرهای چیده شده با ملات سیمانی باید خودداری شود.

**۵-۲-۵-۲** از پاشیدن گچ بر روی اجزای آجری که با ملات سیمانی چیده شده است، به‌خصوص در مناطق مرطوب، باید خودداری شود.

**۵-۲-۵-۳** هنگام اجرای ساختمان، از قرار دادن مستقیم مصالحی که در برابر رطوبت فسادپذیرند (مانند چوب) بر روی آجر باید خودداری شود.

### ۵-۲-۶ بسته‌بندی، حمل و نگه‌داری

**۵-۲-۶-۱** آجرهای مهندسی و نما باید روی طَبَق (پالت) چوبی و با پوشش نایلونی بسته‌بندی شوند.

**۵-۲-۶-۲** بارگیری، حمل و باراندازی انواع آجر باید با دقت انجام شود، تا ضایعات آنها به حداقل ممکن برسد.

**۵-۲-۶-۳** آجرها، هنگام حمل و نقل، باید به صورتی بسته‌بندی یا چیده شود که از ایجاد ضایعات جلوگیری کند.

**۵-۲-۶-۴** آجرها را باید در محل تمیز و سرپوشیده به طور جدا از هم دسته‌بندی کرد و آنها را از خاک، مواد مضر، رطوبت و یخ و برف دور نگه داشت.

# ۵-۳ بلوک‌های سفالی توخالی

## ۵-۳-۱ تعریف

بلوک سفالی توخالی با خاک رس، لای و ماسه، بدون افزودنی یا با افزودنی (مانند مواد حباب ساز) شکل‌دهی و پخته می‌شود. آجر رسی سبک با سوراخ‌های قائم عمدتاً در بنایی برای ساختن دیوارهای داخلی و خارجی باربر و غیرباربر استفاده می‌شود. آجر سبک غیرباربر با سوراخ‌های افقی (آجر تیغه‌ای) و پنل آجری رسی سبک غیرباربر با سوراخ‌های افقی برای دیوارچینی غیرباربر و دیوار داخلی کاربرد دارند.

## ۵-۳-۲ دسته‌بندی

بلوک‌های سفالی توخالی به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود:

**۵-۳-۲-۱ بلوک سقفی:** برای پر کردن بین تیرچه‌ها

**۵-۳-۲-۲ بلوک دیواری یا آجر رسی سبک:** این آجرها بر سه نوع است:

**۵-۳-۲-۲-۱ آجر رسی سبک باربر و غیرباربر، با سوراخ‌های قائم:** آجری با سوراخ‌های عمود بر سطح بستر.

**۵-۳-۲-۲-۲ آجر رسی سبک غیرباربر، با سوراخ‌های افقی:** آجری با سوراخ‌های به موازات سطح بستر، با ارتفاع اسمی کمتر از عرض اسمی.

**۵-۳-۲-۲-۳ پنل آجری رسی سبک غیرباربر، با سوراخ‌های افقی:** آجری با سوراخ‌های به موازات سطح بستر، با ارتفاع اسمی بیشتر از ضخامت اسمی، بدون الگوی مشخص سوراخ.

## ۵-۳-۳ استانداردها

### ۵-۳-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۳-۳-۱-۱** آجر رسی سبک دارای جرم مخصوص ظاهری خشک کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و شکل مکعب مستطیل است.

**۵-۳-۳-۱-۲** بلوک رسی سبک باربر و غیرباربر، با سوراخ‌های قائم، باید با ویژگی‌های استانداردهای ملّی ۷۱۲۱ و آجر رسی سبک غیرباربر، با سوراخ‌های افقی و پنل آجری رسی سبک غیرباربر، با سوراخ‌های افقی، باید با ویژگی‌های استاندارد ملّی ۷۱۲۲ مطابقت داشته باشند.

**۵-۳-۳-۱-۳** ویژگی‌های بلوک‌های سفالی سقفی مورداستفاده در سقف‌های تیرچه بلوک باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۲۹۰۹ باشد. در جدول ۵-۳-۱ برخی الزامات عملکردی بلوک‌های سفالی سقفی ارائه گردیده است.

**جدول ۵-۳-۱ الزامات عملکردی بلوک‌های سفالی سقفی**

| الزامات | حداقل نیروی سبب شکست، کیلونیوتن | حداکثر درصد جذب آب | حداکثر درصد نمک‌های محلول در آب |
|---|---|---|---|
| بلوک سفالی | ۲/۵ | ۲۰ | ۰/۶ |
| روش آزمون (استاندارد ملّی شماره) | ۲-۲۹۰۹ | ۷ | ۷ |

### ۵-۳-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

آزمایش‌های لازم بر روی بلوک‌های سفالی شامل تعیین طول و عرض و ارتفاع و اندازهٔ سوراخ‌ها، دیواره‌ها و جدارها، جرم مخصوص ظاهری بلوک، جرم مخصوص ظاهری بدنه بلوک، مقاومت

فشاری، میزان مواد منبسط شونده و نمک‌های قابل حل در آب هستند. استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۳-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

**۵-۳-۴-۱** استفاده از بلوک‌های دارای خواص مناسب عایق‌کاری حرارتی نقش مهمی در صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی دارد و در کاهش آلودگی محیط زیست نیز مؤثر است. استفاده از مواد سوختنی در خاک موجب صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف انرژی هنگام پخت می‌شود.

**۵-۳-۴-۲** نظر به محدودیت ذخایر خاک رس مناسب، برای تولید آجر و سفال، باید تا حد امکان از مصرف بی‌رویه این ذخایر جلوگیری کرد، لذا می‌بایستی با به کارگیری روش‌های صحیح تولید، حمل و استفاده، مانع از اتلاف و دورریز مصالح گردید، همچنین با تولید بلوک‌های نیمه و چارک، اتلاف مصالح هنگام اجرا کاهش داده شود.

### ۵-۳-۵ سازگاری

ترکیبات شیمیایی سایر مصالح معمولاً تاثیر نامطلوب بر مشخصات بلوک‌های سفالی ندارد. همچنین بلوک‌های سفالی نیز اثر نامطلوبی بر خواص سایر مصالح نمی‌گذارند.

### ۵-۳-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۳-۶-۱** برای جلوگیری از شکستن و اتلاف بلوک‌ها در حمل و نقل، باید از طَبَق (پالت) استفاده شود. هنگام حمل بلوک‌ها، باید تمهیداتی به کار برد تا احتمال شکستن و ضایع شدن آنها به کمترین حد ممکن برسد.

**۵-۳-۶-۲** برای کنترل کیفیت، لازم است بر روی یکی از سطوح راستهٔ آنها، یا بر روی بسته‌بندی، یا برچسب الصاق شده، مطابق استاندارد، ویژگی فرآورده نشانه‌گذاری شود.

# ۵-۴ کاشی سرامیکی

## ۵-۴-۱ تعریف

کاشی سرامیکی فرآورده‌ای است که با خواص و سیستم‌های مختلف تولید می‌گردد و به‌طور معمول برای پوشش دیوار، کف و تزیین سطوح داخل و خارج برخی اجزای ساختمانی و همچنین حوض‌ها و استخرها به کار برده می‌شود. مواد اولیهٔ تولید کاشی عبارت است از: کائولن، خاک رس، بال‌کلی، فلدسپات، دولومیت، شاموت و برخی کانی‌های دیگر که به صورت دانه‌های کوچک‌تر از ۰/۱ میلی‌متر درمی‌آیند. در برخی از کاشی‌ها از مواد رنگی نیز استفاده می‌شود.

یکی از انواع کاشی‌ها، کاشی‌های سرامیکی ضد باکتری با خاصیت خود تمیزشوندگی هستند که در سطح آنها از پوشش‌هایی فوتوکاتالیستی همچون پوشش‌های حاوی نانواکسیدتیتانیوم استفاده می‌گردد.

کاشی‌های ضداسید محصولاتی بدون لعاب با جذب آب متوسط کمتر یا مساوی ۱/۵درصد می‌باشند که دارای استحکام بالا و مقاومت در برابر اسیدها (به جز اسید فلوئوریدریک) هستند.

## ۵-۴-۲ دسته‌بندی

کاشی را، از جنبه‌های مختلف، می‌توان به چند دسته تقسیم کرد:

**۵-۴-۲-۱ روش تولید:** الف) روش اکسترودی؛ ب) روش پرس خشک؛ پ) دیگر روش‌های تولید

**۵-۴-۲-۲ مقدار جذب آب:** الف) کاشی‌های با جذب آب کم (کمتر از ۳ درصد)؛ ب) کاشی‌های با جذب آب متوسط( ۳-۱۰ درصد) در دو زیر گروه (۳-۶ درصد) و (۶-۱۰ درصد)؛ پ) کاشی‌های با جذب آب بالا (بیش از ۱۰ درصد)

**۵-۴-۲-۳ نوع نصب:** الف) تکی؛ ب) گروهی

**۵-۴-۲-۴ محل مصرف:** الف) کاشی‌های دیواری، شامل کاشی ارتن‌وری، گرانیتی، پرسلانی، منوپروزا (تک پخت)؛ ب) کاشی‌های کف، شامل کاشی‌های با جذب آب کم، گرانیتی و پرسلانی

**۵-۴-۲-۵ پوشش رویه:** الف) لعاب‌دار؛ ب) بدون لعاب

**۵-۴-۲-۶ درجه‌بندی:** الف) درجه۱؛ ب) درجه ۲؛ پ) درجه ۳

**۵-۴-۲-۷ مصارف کف بر اساس مقاومت سایشی:** در پنج رده مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۲۵

## ۵-۴-۳ استانداردها

### ۵-۴-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۴-۳-۱-۱** مشخصات فنی کاشی‌های سرامیکی کف و دیوار باید مطابق استاندارد ملّی ایران شمارهٔ ۲۵ و کاشی‌های موزاییکی گروهی مطابق با استاندارد ملّی ایران شمارهٔ ۴۲۸۹ باشند.

**۵-۴-۳-۱-۲** ویژگی کاشی‌های معرق لعابدار و بدون لعاب مورداستفاده در کف و دیوار بایستی با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۱ منطبق باشد.

**۵-۴-۳-۱-۳** کاشی‌های سرامیکی آنتی باکتریال و خودتمیزشونده بایستی علاوه بر دارا بودن خواص فیزیکی و شیمیایی و ظاهری مطابق با استاندارد ملّی شماره ۲۵ و استاندارد ملّی شماره

۴۲۸۹، خاصیت ویژه آنتی‌باکتریال و خودتمیزشوندگی داشته و الزامات استاندارد ملّی شماره ۱۴۴۹۹ را برآورده سازند.

**۵-۴-۳-۱-۴** ویژگی‌های کاشی‌های شیشه‌ای بایستی منطبق بر استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۹۶ باشد.

**۵-۴-۳-۱-۵** ویژگی کاشی‌های ضداسید بایستی منطبق با استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۵۱ باشد.

**۵-۴-۳-۱-۶** مشخصات کاشی‌های بتنی بام باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۴۰۸ باشد.

### ۵-۴-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

آزمایش‌های استاندارد کاشی عبارت است از: اندازه‌گیری طول و عرض، ضخامت، مستقیم‌الخط بودن، مستطیل بودن، تخت بودن سطح، کیفیت سطح، جذب آب، نیروی شکست، مدول گسیختگی، مقاومت در برابر سایش عمقی (کاشی‌های بدون لعاب)، مقاومت در برابر سایش سطحی (کاشی‌های لعابدار)، ضریب انبساط حرارتی خطی، مقاومت در برابر شوک حرارتی، مقاومت در برابر حرارت و رطوبت (کاشی‌های لعاب‌دار)، مقاومت در برابر یخزدگی، ضریب اصطکاک (لغزندگی)، انبساط رطوبتی، تفاوت رنگ‌های جزئی کاشی‌ها، مقاومت در برابر ضربه، مقاومت در برابر لکه‌گذاری، مقاومت در برابر اسیدها و بازهای غلیظ. استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۴-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

استفاده از کاشی‌های لعاب‌دار که در لعاب آنها ترکیباتی مانند اکسیدهای سرب و کادمیم وجود دارد، برای محیط زیست زیان‌بخش است.

## ۵-۴-۵ سازگاری

کاشی با سایر مصالح ناسازگاری ندارد.

### ۵-۴-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

کاشی‌ها در جعبه‌های مقوایی بسته‌بندی می‌شوند. برخی مشخصات فنی و درجهٔ آن مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۶۲۷۲، با رنگ ثابت و قابل رؤیت بر روی جعبه‌ها ثبت شده است.

# ۵-۵ سنگ ساختمانی

## ۵-۵-۱ تعریف

سنگ طبیعی جسمی است که از یک یا چند کانی تشکیل شده است. سنگ دارای کاربردهای زیادی در ساخت و ساز است که از جملهٔ آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

به شکل بلوک در ساختمان‌سازی، سد سازی، باراندازها، دیوارهای جان‌پناه و مانند آنها.

به شکل بریده، برای مصارف تزیینی، نما و کف ساختمان.

استفاده به عنوان سنگفرش.

## ۵-۵-۲ دسته‌بندی

سنگ‌ها، از نظر منشأ و طرز تشکیل، به سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی دسته‌بندی می‌شوند. از لحاظ کاربرد، مهم‌ترین دستهٔ سنگ‌های طبیعی سنگ‌های بریده شده است، که در نما و پوشش کف استفاده می‌شود. دسته‌بندی این سنگ‌ها به قرار زیر است:

**۵-۵-۲-۱ سنگ آهک ساختمانی:** سنگی رسوبی که اساساً متشکل از کربنات‌کلسیم یا کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم (دولومیت) و یا ترکیبی از هر دو است. این سنگ، بر اساس جرم مخصوص، به ۳ گروه دارای جرم مخصوص کم (در محدودهٔ بین ۱۷۶۰ تا ۲۱۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب)، داری جرم مخصوص متوسط (در محدودهٔ بین ۲۱۶۰ تا ۲۵۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب) و دارای جرم مخصوص زیاد (بیشتر از ۲۵۶۰ کیلوگرم برمترمکعب) تقسیم می‌شود.

**۵-۵-۲-۲ گرانیت:** سنگ آذرین نفوذی بلوری، با دانه‌های تقریباً مساوی، حاوی کوارتز و فلدسپات‌های قلیایی، که معمولاً مقداری میکا و هورنبلند و نیز مقادیر متفاوتی از دیگر فلدسپات‌ها و کانی‌های فرعی و غیرعادی در آن وجود دارد، که تنها تعداد اندکی از آنها، جز پیریت و گارنت، با چشم غیرمسلح قابل دیدن‌اند.

**۵-۵-۲-۳ سنگ کوارتز ساختمانی:** این سنگ، بر اساس مقدار سیلیس آزاد آن، به سه گروه ماسه‌سنگ (با حداقل ۶۰ درصد سیلیس آزاد)، ماسه‌سنگ کوارتزی (با حداقل ۹۰ درصد سیلیس آزاد) و کوارتزیت (با حداقل ۹۵ درصد سیلیس آزاد) دسته‌بندی می‌شود.

**۵-۵-۲-۴ مرمر (مرمریت):** سنگی کربناتی دگرگونی که به علت تبلور مجدد تحت حرارت و فشار در دورهٔ متامورف، دارای بافت بلوری مشخصی است و عمدتاً از کانی‌های کلسیت و دولومیت، یا ترکیبی از آنها، تشکیل شده است. مرمر باید حتماً صیقل دادنی و جلاپذیر باشد. در ایران سنگ‌های این گروه بسته به درشتی بلورهایشان، چینی (ریزبلور)، کریستال (دارای بلورهای درشت) و مرمریت (بدون قابلیت تشخیص بلورها) می‌نامند.

**۵-۵-۲-۵ تراورتن:** نوعی سنگ آهک رسوبی، با ساختار متخلخل و گاه لایه‌ای، که از ته‌نشین شدن کربنات‌کلسیم در چشمه‌ها، یا آب‌های گرم کربناتی، تشکیل می‌شود. این سنگ بیشتر به رنگ‌های کرم، زرد، قهوه‌ای، خاکستری و سفید است. وجود تخلخل در این سنگ به دلیل تشکیل گازها به هنگام ته‌نشین شدن کربنات کلسیم و درپاره‌ای از موارد بر اثر تجزیه گیاهان است. چون این حفره‌ها حاصل فرایند طبیعی تشکیل تراورتن است، عیب آن محسوب نمی‌شود.

**۵-۵-۲-۶ سنگ لوح:** یک سنگ دگرگون‌شده ریز بلورین، که اغلب حاصل دگرگونی شیل و دارای کانی‌های میکا، کلریت و کوارتز است. مهم‌ترین کاربرد سنگ لوح، پوشش دادن سقف‌های شیب‌دار است. سنگ لوح به سه گروه S۱، S۲، S۳ دسته‌بندی می‌شود. برای گروه S۱ عمر مفید بیش از ۷۰ سال، S۲ بین ۴۰ تا ۷۰ سال و S۳ بین ۲۰ تا ۴۰ سال در نظر گرفته می‌شود. سنگ

لوح استفاده شده در کاربردهای بیرونی در محیط با اتمسفر اسیدی یا در نواحی صنعتی که آلودگی محیط بالا است باید عاری از نوارهای کربن دار باشد. سنگ لوح باید سالم، بادوام، عاری از خرده‌های سنگ، ترک، رگه‌های باز، حفره‌ها، یا دیگر نواقصی باشد که ممکن است به انسجام ساختاری در زمینه استفاده موردنظر آسیب رساند.

## ۵-۵-۳ استانداردها

### ۵-۵-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۵-۳-۱-۱** ویژگی‌های سنگ‌های ساختمانی گرانیت، سنگ آهک، مرمریت، تراورتن، کوارتر و لوح به ترتیب در استانداردهای ۵۶۹۴، ۵۶۹۵، ۵۶۹۶، ۱۳۲۴۷، ۱۴۲۱۳ و ۱۴۲۱۶ آمده است. خصوصیات سنگ لوح مناسب برای استفاده در توفال‌های سقف باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۸ باشد. ویژگی‌های سنگ سرپانتین (سرپانتین مرمری) جهت استفاده‌های ساختمانی باید منطبق بر استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۴ باشد.

**۵-۵-۳-۱-۲** در جدول ۵-۵-۱ الزامات فیزیکی سنگ‌های آهکی، در جدول ۵-۵-۲ الزامات فیزیکی سنگ‌های گرانیت و مرمریت، در جدول ۵-۵-۳ الزامات فیزیکی سنگ‌های کوارتزی، در جدول ۵-۵-۴ الزامات فیزیکی سنگ‌های تراورتن و در جدول ۵-۵-۵ الزامات فیزیکی سنگ‌های لوح بر اساس استانداردهای ملّی عنوان شده ارائه شده است.

**جدول ۵-۵-۱ الزامات فیزیکی سنگ‌های آهکی**

| خواص فیزیکی | طبقه‌بندی سنگ آهک ساختمانی | | | روش آزمون (بر اساس استاندارد ملّی) |
|---|---|---|---|---|
| | جرم مخصوص پایین | جرم مخصوص متوسط | جرم مخصوص بالا | |
| حداکثر درصد جذب آب | ۱۲ | ۷/۵ | ۳ | ۵۶۹۹ |
| حداقل جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب) | ۱۷۶۰ | ۲۱۶۰ | ۲۵۶۰ | ۵۶۹۹ |
| حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | ۱۲ | ۲۸ | ۵۵ | ۵۶۹۸ |
| حداقل مدول گسیختگی (مگاپاسکال) | ۲/۹ | ۳/۴ | ۶/۹ | ۵۶۹۷ |
| حداقل شاخص مقاومت سایشی (صرفا برای سنگهای در معرض رفت و آمد) | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۸۲۳۰ یا ۵۷۰۰ |

**جدول ۵-۵-۲ الزامات فیزیکی سنگ‌های گرانیتی و مرمریت**

| خواص فیزیکی | الزامات سنگ‌های گرانیتی | الزامات سنگ-های مرمریت | | روش آزمون (بر اساس استاندارد ملّی) |
|---|---|---|---|---|
| | | کلسیت | دولومیت | |
| حداکثر درصد جذب آب | ۰/۴ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۵۶۹۹ |
| حداقل جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب) | ۲۵۶۰ | ۲۵۹۵ | ۲۸۰۰ | ۵۶۹۹ |
| حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | ۱۳۱ | ۵۲ | ۵۲ | ۵۶۹۸ |
| حداقل مدول گسیختگی (مگاپاسکال) | ۱۰/۳۴ | ۷ | ۷ | ۵۶۹۷ |
| حداقل مقاومت خمشی (مگاپاسکال) | ۸/۲۷ | ۷ | ۷ | ۸۲۲۹ |
| حداقل شاخص مقاومت سایشی (صرفا برای سنگهای در معرض رفت و آمد) | ۲۵ | *۱۰ | *۱۰ | ۸۲۳۰ یا ۵۷۰۰ |

* برای مکان‌ها با رفت و آمد زیاد مانند راهروها، پله‌های تجاوی و اداری و کف‌ها و سکوهای پر تردد استفاده از حداقل شاخص مقاومت سایشی ۱۲ توصیه می‌شود.

**جدول ۵-۵-۳ الزامات فیزیکی سنگ‌های ساختمانی کوارتزی**

| خواص فیزیکی | الزامات | | | روش آزمون (بر اساس استاندارد ملّی) |
|---|---|---|---|---|
| | ماسه سنگ | ماسه سنگ کوارتزی | کوارتزیت | |
| حداکثر درصد جذب آب | ۸ | ۳ | ۱ | ۵۶۹۹ |
| حداقل جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب) | ۲۰۰۰ | ۲۴۰۰ | ۲۵۶۰ | ۵۶۹۹ |
| حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | ۲۷/۶ | ۶۸/۹ | ۱۳۷/۹ | ۵۶۹۸ |
| حداقل مدول گسیختگی (مگاپاسکال) | ۲/۴ | ۶/۹ | ۱۳/۹ | ۵۶۹۷ |
| حداقل شاخص مقاومت سایشی (صرفا برای سنگهای در معرض رفت و آمد) | ۲ | ۸ | ۸ | ۸۲۳۰ یا ۵۷۰۰ |

**جدول ۵-۵-۴ الزامات فیزیکی سنگ‌های تراورتن**

| خواص فیزیکی | الزامات | | روش آزمون (بر اساس استاندارد ملّی) |
|---|---|---|---|
| | کاربرد خارجی | کاربرد داخلی | |
| حداکثر درصد جذب آب | ۲/۵ | ۲/۵ | ۵۶۹۹ |
| حداقل جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب) | ۲۳۰۵ | ۲۳۰۵ | ۵۶۹۹ |
| حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | ۵۲ | ۳۴/۵ | ۵۶۹۸ |
| حداقل مدول گسیختگی (مگاپاسکال) | ۴/۸ | ۴/۸ | ۵۶۹۷ |
| حداقل شاخص مقاومت سایشی (صرفا برای سنگهای در معرض رفت و آمد) | ۱۰ | ۱۰ | ۸۲۳۰ یا ۵۷۰۰ |
| حداقل مقاومت خمشی (مگاپاسکال) | ۳/۵ | ۳/۵ | ۱۳۲۴۷ و ۸۲۲۹ |

**جدول ۵-۵-۵ الزامات فیزیکی سنگ لوح**

| خواص فیزیکی | | الزامات | | روش آزمون (بر اساس استاندارد ملّی) |
|---|---|---|---|---|
| | | کاربرد خارجی | کاربرد داخلی | |
| حداکثر درصد جذب آب | | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۱۴۲۱۲ |
| حداقل مدول گسیختگی (مگاپاسکال) | در عرض لایه | ۶۲/۱ | ۴۹/۶ | ۱۴۲۱۷ |
| | در طول لایه | ۴۹/۶ | ۳۷/۹ | |
| حداقل شاخص مقاومت سایشی (صرفا برای سنگهای در معرض رفت و آمد) | | ۸ | ۸ | ۸۲۳۰ یا ۵۷۰۰ |
| حداقل مقاومت در برابر اسید بر حسب میلی‌متر | | ۰/۳۸ | ۰/۳۸ | ۱۴۲۱۵ |

### ۵-۵-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

آزمایش‌های استاندارد جذب آب، جرم مخصوص، مقاومت فشاری، مدول گسیختگی، مقاومت خمشی و مقاومت سایشی برای سنگ‌های ساختمانی مورد نیاز هستند. استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۵-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست‌محیطی

**۵-۵-۴-۱** استفاده از سنگ در ساختمان، یا نوع مصالح، یا روش اجرا، نباید خطری برای بهداشت و سلامتی افراد و محیط زیست ایجاد کند. در صورت احتمال هرگونه تابش مضر از سنگ، آن را باید مورد بررسی و آزمایش قرار داد. عملیات ساخت و ساز و دفع ضایعات نباید موجب آلوده شدن محیط زیست، آب، خاک و فضای سبز در محیط پیرامون ساختمان گردد.

**۵-۵-۴-۲** برش سنگ بایستی در یک محیط سرپوشیده با استفاده از آب انجام پذیرد.

**۵-۵-۴-۳** در هنگام برش سنگ بایستی از ماسک استفاده شود.

## ۵-۵-۵ سازگاری

سنگ‌های ساختمانی با انواع مصالح ساختمانی سازگاری دارد.

## ۵-۵-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۵-۶-۱** سنگ ساختمانی باید مناسب و بادوام بسته‌بندی شود، چنان‌که سنگ در حمل و نقل و انبار کردن آسیب نبیند. بسته‌بندی باید مانع از تکان خوردن و حرکت کردن آنها در داخل بسته‌ها شود. بسته‌ها باید دارای وزن و ابعاد مناسب برای حمل و نقل باشند. جابه‌جایی آنها با لیفتراک، بالابرها و دیگر وسایل رایج به نحو مناسب ممکن باشد.

**۵-۵-۶-۲** در تمام مراحل کار لازم است سنگ‌ها درست محافظت شوند. همچنین باید به سطوح خارجی، به‌خصوص در گوشه‌ها یا بخش‌های برجستهٔ تزئینی، توجه ویژه شود. برای این کار، می‌توان از قطعات باریک چوب، پارچهٔ کنفی یا روکش پلی‌اتیلن استفاده کرد. از این روکش برای محافظت سنگ در برابر باران و برف نیز می‌توان بهره گرفت.

**۵-۵-۶-۳** در هنگام انتقال سنگ ساختمانی بریده شده از محل تولید به محل فروش و کارگاه ساختمانی، باید اصول ایمنی کاملاً رعایت شود، تا کارگران یا دیگر افراد آسیبی نبینند. برای حمل سنگ‌ها، باید از دستکش مناسب استفاده شود.

**۵-۵-۶-۴** پس از پایان عملیات ساختمان‌سازی، سنگ باید از گرد و غبار، ملات و دیگر ذرات پاک شود. هنگام برداشتن و جمع کردن داربست‌ها نیز باید مراقب بود که لکه‌های زنگ از لوله‌ها به نما نپاشد و به آن ضربه وارد نشود.

**۵-۵-۶-۵** توصیه می‌شود از سنگ‌های تیره رنگ در نمای ساختمان استفاده نشود، زیرا ممکن است، بر اثر تابش آفتاب، رنگ آنها محو شود.

**۵-۵-۶-۶** برای شستن سنگ، بهتر است تنها از آب استفاده شود. برای تمیز کردن گرانیت‌ها می‌توان برس مویی غیرفلزی و محلول‌های شویندهٔ رقیق و مناسب به کار برد. مرمرها را نیز می‌توان با آب و محلول‌های شوینده رقیق تمیز کرد. در صورت استفاده از محلول‌های شوینده، حتماً انواع مطمئن آنها و مطابق دستورالعمل تولیدکننده به کار برد. برای این کار، پیش از استفاده از این محلول‌ها، اثر آنها بر روی نمونهٔ کوچک و مشابهی از سنگ آزمایش شود. از مصرف شوینده‌های اسیدی و قلیایی، از جمله اسیدکلریدریک، محلول آمونیوم و سود سوزآور خودداری کنید.

# ۵-۶ سنگدانه‌ها

## ۵-۶-۱ تعریف

سنگدانه مصالحی طبیعی، مصنوعی یا بازیافت شده، مانند ماسه، شن، سنگ شکسته، یا سربارهٔ کورهٔ بلند ذوب آهن و خاک رس منبسط شدهٔ دانه‌ای، است که در تولید فرآورده‌های ساختمانی، مانند بتن، به کار می‌رود.

## ۵-۶-۲ دسته‌بندی

**۵-۶-۲-۱** سنگدانه‌ها از نظر اندازه بر دو دسته سنگدانه ریز و درشت است:

**۵-۶-۲-۱-۱ سنگدانهٔ ریز:** سنگدانه‌ای است که تمامی آن از الک ۹/۵ میلی‌متر و حدود ۹۰ درصد آن از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره۴) بگذرد. یا بخشی از سنگدانه که از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) رد شود و روی الک نمره ۲۰۰ (۷۵ میکرومتر) باقی بماند.

**۵-۶-۲-۱-۲ سنگدانهٔ درشت:** سنگدانه‌ای است که بخش عمدهٔ آن بر روی الک ۴/۷۵ میلی‌متر (نمره ۴) باقی بماند.

**۵-۶-۲-۲** سنگدانه از نظر جرم مخصوص به انواع سنگین دانه، سبک دانه و وزن معمولی تقسیم می‌شود:

**۵-۶-۲-۲-۱ سنگین‌دانه:** سنگدانه‌ای با جرم مخصوص زیاد که در ساخت بتن سنگین به کار می‌رود، مانند سرپانتین، باریت، مگنتیت، لیمونیت، ایلمنیت، ژئوتیت، هماتیت، آهن یا فولاد. جرم

مخصوص انبوهی فله‌ای (سست) این سنگدانه از سرپانتین تا آهن یا فولاد از ۲۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب تا ۷۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب تغییر می‌کند.

**۵-۶-۲-۲-۲ سبک‌دانه:** سنگدانه‌ای با جرم مخصوص کم است که در ساخت بتن سبک کاربرد دارد و شامل سنگدانه‌های سبک طبیعی، مانند پومیس، خاکسترهای آتشفشانی، توف، دیاتومیت، و سنگدانه‌های سبک مصنوعی، مانند رس، شیل و اسلیت منبسط شدهٔ شیل‌های دیاتومه‌ای، پرلیت، ورمیکولیت و سربارهٔ منبسط یا سینتر شده و محصول نهایی احتراق کک یا زغال سنگ است.

سبک‌دانه برای بتن سازه‌ای و بنایی با جرم مخصوص انبوهی فله‌ای (سست) خشک حداکثر:

ماسه ۱۱۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب، شن ۸۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب و مخلوط آن دو ۱۰۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب

سبک‌دانه برای بتن عایق‌کاری حرارتی با جرم مخصوص انبوهی فله‌ای (سست) خشک حداکثر:

پرلیت ۱۹۶ کیلوگرم بر مترمکعب و ورمیکولیت ۱۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب

ماسه ۱۱۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب، شن ۸۸۰ کیلوگرم بر متر مکعب و مخلوط آن دو ۱۰۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب

**۵-۶-۲-۲-۳ سنگدانه با وزن معمولی:** سنگدانه‌ای است غیر از سنگدانه سبک یا سنگین، که برای ساخت بتن با جرم مخصوص معمولی به کار می‌رود.

## ۵-۶-۳ استانداردها

### ۵-۶-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۶-۳-۱-۱** سنگدانه‌های مورد استفاده در بتن باید با ویژگی‌های استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۲ مطابقت داشته باشند. مواد زیان‌آور، شامل کلوخه‌های رسی و ذرات سست، مواد ریزتر از الک ۷۵ میکرون (نمره ۲۰۰)، زغال‌سنگ، لیگنیت، یا سایر مواد سبک، دانه‌های پولکی و سوزنی است. سلامت، سایش (لس آنجلس)، سولفات‌های محلول در آب و کلریدهای محلول در آب در شمار الزامات اجباری است و از حدود اعلام شده در استاندارد ویژگی سنگدانه بتن نباید بیشتر باشد. برخی از این الزامات برای سنگدانه‌های ریز (ماسه) و سنگدانه‌های درشت در جدول‌های ۵-۶-۱ الی ۵-۶-۴ ارائه شده‌اند.

**۵-۶-۳-۱-۲** در مورد سنگدانه‌های ریز و درشت باید الزامات دانه‌بندی، شرح داده شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۲ رعایت گردد. مدول نرمی سنگدانهٔ ریز جزو الزامات اختیاری و بین ۲/۳ تا ۳/۱ است. الزامات دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۲ در جدول‌های ۵-۶-۵ و ۵-۶-۶ ارائه گردیده است.

**۵-۶-۳-۱-۳** دانه‌بندی و سایر ویژگی‌های سبکدانه‌های موردنظر برای استفاده در بتن سازه‌ای بایستی با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۸۵ مطابقت داشته باشد. برخی از الزامات در جدول‌های ۵-۶-۷ و ۵-۶-۸ ارائه شده است.

کل مقدار کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده نباید از ۲ درصد وزنی سبکدانه خشک بیشتر باشد. جمع شدگی در اثر خشک شدن آزمونه‌های بتنی که طبق استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۸۵ تعیین می‌شود باید از ۰/۰۷ درصد کمتر باشد. افت وزن در اثر سرخ شدن سبکدانه نباید از ۵ درصد تجاوز کند.

**۵-۶-۳-۱-۴** مشخصات سنگدانه‌های بازیافتی با جرم مخصوص مشخص که برای ساخت بتن غیرسازه‌ای و ملات مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۱۷۰ باشد.

**۵-۶-۳-۱-۵** لازم است که الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱- ۱۴۸۷۵ برای سبکدانه‌های مورد استفاده در بتن، ملات و گروت رعایت شود.

**۵-۶-۳-۱-۶** مشخصات سبکدانه‌های مورداستفاده در بلوک‌های بنایی بتنی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۷۶۵۷ باشد.

**۵-۶-۳-۱-۷** ویژگی سنگدانه‌های سبک مورداستفاده در بتن‌های عایق بایستی منطبق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۲۲ باشد. بتن عایق ساخته شده از سنگدانه‌های سبک بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۲۲ باید دارای مشخصات ارائه شده در جدول ۵-۶-۹ باشد.

**۵-۶-۳-۱-۸** در مواردی که احتمال واکنش قلیائی- سیلیسی سنگدانه‌ها وجود دارد، برای کنترل سنگدانه از روش استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۴۹ و یا دیگر استانداردهای ملّی تدوین شده در این زمینه استفاده گردد.

**جدول ۵-۶-۱ حداکثر میزان مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های ریز***

| ردیف | ماده زیان‌آور | | حداکثر وزنی ماده زیان‌آور نسبت به کل نمونه | آزمایش طبق استاندارد ملّی ایران |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | کلوخ‌های رسی و ذرات سست | | ۳ | - |
| ۲ | ذرات ریزتر از ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) حاوی رس یا شیل | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار می‌گیرند. | ۳ | ۴۴۶ |
| | | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار نمی‌گیرند. | ۵ | ۴۴۶ |
| ۳ | ذرات ریزتر از ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) فاقد رس یا شیل | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار می‌گیرند. | ۵ | ۴۴۶ |
| | | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار نمی‌گیرند. | ۷ | ۴۴۶ |
| ۴ | زغال‌سنگ و لیگنیت | نمای ظاهری بتن اهمیت دارد. | ۰/۵ | - |
| | | نمای ظاهری بتن اهمیت ندارد. | ۱ | - |
| ۵ | میکا | | ۱ | - |
| ۶ | سولفات‌های محلول درآب برحسب $SO_3$ | | ۰/۴ | - |
| ۷ | کلریدهای محلول درآب برحسب Cl | | ۰/۰۴ | - |

* در مواردی که استاندارد ملّی ایران برای آزمون مربوط وجود ندارد، این آزمون‌ها باید مطابق با یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی انجام شود. اگر مقدار سولفات محلول در آب موجود در سنگدانه ریز، بیش از مقدار مندرج در ردیف ۶ باشد، مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار سولفات محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد. اگر مقدار کلرید محلول در آب موجود در سنگدانه ریز، بیش از مقدار مندرج در ردیف ۷ باشد، مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار کلرید محلول درآب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

**جدول ۵-۶-۲ حداکثر میزان مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های درشت***

| ردیف | ماده زیان‌آور | | حداکثر وزنی ماده زیان‌آور نسبت به کل نمونه | شماره استاندارد ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | کلوخه‌های رسی و ذرات سست | | ۵ | - |
| ۲ | ذرات ریزتر ار ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) حاوی رس یا شیل | | ۱ | ۴۴۶ |
| ۳ | ذرات ریزتر ار ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) فاقد رس یا شیل | | ۱/۵ | ۴۴۶ |
| ۴ | زغال سنگ و لیگنیت | نمای ظاهری بتن اهمیت دارد. | ۰/۵ | - |
| | | نمای ظاهری بتن اهمیت ندارد. | ۱ | - |
| ۵ | سولفات‌های محلول درآب برحسب $SO_3$ | | ۰/۴ | - |
| ۶ | کلریدهای محلول درآب برحسب $Cl^-$ | | ۰/۰۴ | - |

* در مواردی که استاندارد ملّی ایران برای آزمون مربوط وجود ندارد این آزمون‌ها باید مطابق با یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی انجام شود. اگر مقدار سولفات محلول در آب موجود در سنگدانه ریز بیش از مقدار مندرج در ردیف ۵ باشد مصرف آن به شرطی مجازاست که مقدار سولفات محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد. اگر مقدار کلرید محلول در آب موجود در سنگدانه ریز بیش از مقدار مندرج در ردیف ۶ باشد مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار کلراید محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

**جدول ۵-۶-۳ حداکثر میزان مجاز دانه‌های پولکی و سوزنی در سنگدانه‌های درشت مصرفی در بتن***

| ردیف | شرح | حداکثر درصد وزنی سنگدانه سوزنی یا پولکی نسبت به کل نمونه |
|---|---|---|
| ۱ | دانه‌های پولکی موجود در سنگدانه‌های مانده برروی الک ۶/۳ میلی‌متر | ۳۰ |
| ۲ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۹/۵ میلی‌متر | ۴۵ |
| ۳ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۱۲/۵میلی‌متر | ۴۵ |
| ۴ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۱۹ میلی‌متر | ۴۰ |
| ۵ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر | ۴۰ |
| ۶ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۳۸ میلی‌متر | ۴۰ |
| ۷ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۵۰ میلی‌متر | ۳۵ |
| ۸ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۶۳ میلی‌متر | ۳۵ |

* تا زمان تدوین استاندارد ملّی ایران در این زمینه، آزمون مربوطه باید مطابق با یک استاندارد معتبر بین‌المللی انجام شود.

**جدول ۵-۶-۴ برخی از مشخصات الزامی سنگدانه‌های مصرفی در بتن**

| ردیف | شرح | نوع سنگدانه | حداکثر مقدار مجاز | حداقل مقدار مجاز | آزمایش طبق استاندارد ملّی ایران |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | میزان کاهش وزن در آزمایش لس‌آنجلس (درصد) | شن | ۵۰ | - | ۴۴۸ |
| ۲ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌سدیم (درصد) | شن | ۱۲ | - | ۴۴۹ |
| ۳ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌سدیم (درصد) | ماسه | ۱۰ | - | ۴۴۹ |
| ۴ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌منیزیم (درصد) | شن | ۱۸ | - | ۴۴۹ |
| ۵ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌منیزیم (درصد) | ماسه | ۱۲ | - | ۴۴۹ |

**جدول ۵-۶-۵ ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز مصرفی در بتن**

| ردیف | اندازه الک (mm) | درصد وزنی رد شده از الک |
|---|---|---|
| ۱ | ۹/۵۰ | ۱۰۰ |
| ۲ | ۴/۷۵ | ۸۹-۱۰۰ |
| ۳ | ۲/۳۶ | ۶۰-۱۰۰ |
| ۴ | ۱/۱۸ | ۳۰-۹۰ |
| ۵ | ۰/۶ | ۱۵-۵۴ |
| ۶ | ۰/۳ | ۵-۴۰ |
| ۷ | ۰/۱۵ | ۰-۱۵ |

**جدول ۵-۶-۶ ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های درشت مصرفی در بتن**

| ردیف | اندازه اسمی الک‌ها (یا بعد چشمه مربع (mm | اعداد داخل جدول درصد وزنی مصالح سنگی رد شده از الک‌ها را نشان می‌دهند | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۶۳ mm | ۵۰ mm | ۳۷/۵ mm | ۲۵ mm | ۱۹ mm | ۱۲/۵ mm | ۹/۵ mm | ۴/۷۵ mm | ۲/۳۶ mm |
| ۱ | ۲۵ تا ۵۰ | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۳۵-۷۰ | ۰-۱۵ | - | ۰-۵ | - | - | - |
| ۲ | ۴/۷۵ تا ۵۰ | ۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۳۵-۷۰ | - | ۱۰-۳۰ | - | ۰-۵ | - |
| ۳ | ۱۹تا ۳۷/۵ | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۵ | - | ۰-۵ | - | - |
| ۴ | ۴/۷۵ تا ۳۷/۵ | - | ۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۳۵-۷۰ | - | ۱۰-۳۰ | ۰-۵ | - |
| ۵ | ۱۲/۵ تا۲۵ | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۰ | ۰-۵ | - | - |
| ۶ | ۹/۵ تا ۲۵ | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۴۰-۸۵ | ۱۰-۴۰ | ۰-۱۵ | ۰-۵ | - |
| ۷ | ۴/۷۵ تا ۲۵ | - | - | ۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۲۵-۶۰ | - | ۰-۱۰ | ۰-۵ |
| ۸ | ۹/۵ تا ۱۹ | - | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۵ | ۰-۵ | - |
| ۹ | ۴/۷۵ تا ۱۹ | - | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | - | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۰ | ۰-۵ |
| ۱۰ | ۴/۷۵ تا ۱۲/۵ | - | - | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۴۰-۷۰ | ۰-۱۵ | ۰-۵ |

**جدول ۵-۶-۷ ویژگی فیزیکی و مکانیکی الزامی نمونه‌های بتن سازه‌ای با سنگدانه‌های سبک**

| ردیف | نوع سنگدانه‌ها | حداکثر مقدار میانگین جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب) * | حداقل میانگین مقاومت فشاری ۲۸ روزه، مگاپاسکال | حداقل میانگین مقاومت کششی ۲۸ روزه، مگاپاسکال** |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | تمامی سنگدانه‌ها سبکدانه هستند. | ۱۷۶۰ | ۲۸ | ۲/۲ |
| ۲ | | ۱۶۸۰ | ۲۱ | ۲/۱ |
| ۳ | | ۱۶۰۰ | ۱۷ | ۲/۰ |
| ۴ | سنگدانه‌ها، شامل سنگدانه‌های سبک و ماسه هستند. | ۱۸۴۰ | ۲۸ | ۲/۳ |
| ۵ | | ۱۷۶۰ | ۲۱ | ۲/۱ |
| ۶ | | ۱۶۸۰ | ۱۷ | ۲/۱ |

* حداکثر مقدار میانگین جرم مخصوص سه آزمونه بتنی ۲۸ روزه خشک شده در هوا (کیلوگرم بر مترمکعب)

** مقدار میانگین مقاومت کششی در آزمایش دونیم شدن برای هشت آزمونه بتنی ۲۸ روزه (مگاپاسکال)

**جدول ۵-۶-۸ ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های سبک مصرفی در بتن سازه‌ای**

| اندازه اسمی | ۲۵ mm | ۱۹ mm | ۱۲/۵ mm | ۹/۵ mm | ۴/۷۵ mm | ۲/۳۶ mm | ۱/۱۸ mm | ۰/۳ mm | ۰/۱۵ mm | ۰/۰۷۵ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سنگدانه ریز ۰-۴/۷۵ | - | - | - | ۱۰۰ | ۸۵-۱۰۰ | - | ۴۰-۸۰ | ۱۰-۳۵ | ۵-۲۵ | - |
| سنگدانه درشت ۴/۷۵-۲۵ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۲۵-۶۰ | - | ۰-۱۰ | - | - | - | - | ۰-۱۰ |
| ۴/۷۵-۱۹ | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | - | ۱۰-۵۰ | ۰-۱۵ | - | - | - | - | ۰-۱۰ |
| ۴/۷۵-۱۲/۵ | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۴۰-۸۰ | ۰-۲۰ | ۰-۱۰ | - | - | - | ۰-۱۰ |
| ۲/۳۶-۹/۵ | - | - | ۱۰۰ | ۸۰-۱۰۰ | ۵-۴۰ | ۰-۲۰ | ۰-۱۰ | - | - | ۰-۱۰ |
| مخلوط سنگدانه‌های ریز و درشت ۰-۱۲/۵ | - | ۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۵۰-۸۰ | - | - | ۵-۲۰ | ۲-۱۵ | ۰-۱۰ |
| ۰-۹/۵ | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۶۵-۹۰ | ۳۵-۶۵ | - | ۱۰-۲۵ | ۵-۱۵ | ۰-۱۰ |

**جدول ۵-۶-۹ خواص بتن عایق ساخته شده از سبکدانه‌ها**

| حداکثر میانگین جرم مخصوص نمونه ۲۸ روزه خشک شده (کیلوگرم بر مترمکعب) | حداکثر ضریب میانگین هدایت حرارتی (W/m.K) |
|---|---|
| ۸۰۰ | ۰/۲۲ |
| ۱۴۴۰ | ۰/۴۳ |

### ۵-۶-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۶-۳-۲-۱** آزمایش‌هایی که لازم است، برای تعیین کیفیت، بر روی سنگدانه‌ها انجام شود شامل این موارد است: تعیین دانه‌بندی، ناخالصی‌های آلی (ماسه)، کلوخه‌های رسی و ذرات سست، مواد ریزتر از ۷۵ میکرون، زغال سنگ و لیگنیت، سولفات‌های محلول در آب، کلریدهای محلول در آب، سلامت، دانه‌های پولکی (شن)، دانه‌های سوزنی (شن) و سایش لس آنجلس (شن)، لکه شدگی، افت وزن در برابر سرخ شدن، جرم مخصوص انبوهی. در صورت وجود خطر واکنش قلیایی لازم است آزمایش‌های واکنش‌زایی بالقوهٔ قلیایی سنگدانه‌ها انجام شود.

**۵-۶-۳-۲-۲** آزمایش‌هایی که لازم است روی سبکدانه‌های مورداستفاده در بتن‌های سازه‌ای و بلوک‌های بنایی انجام شود شامل: تعیین دانه بندی، ناخالصی‌های آلی، لکه شدگی، افت وزن در اثر سرخ شدن، مقدار کلوخه‌های رسی و ذرات خردشده، یکنواختی دانه بندی، جرم مخصوص انبوهی فله‌ای (سست)، یکنواختی جرم مخصوص انبوهی فله‌ای (سست)، ضریب جرم مخصوص، ویژگی‌های فیزیکی آزمونه‌های بتن حاوی سبکدانه‌های موردآزمون، جمع‌شدگی در اثر خشک شدن، بیرون پریدگی‌ها و مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن می‌باشند.

**۵-۶-۳-۲-۳** آزمایش‌هایی که لازم است روی سبکدانه‌های مورداستفاده در بتن‌های سازه‌ای و بلوک‌های بنایی انجام شود شامل: تعیین دانه‌بندی، ناخالصی‌های آلی، لکه شدگی، افت وزن در اثر سرخ شدن، مقدار کلوخه‌های رسی و ذرات خردشده، یکنواختی دانه‌بندی، جرم مخصوص انبوهی فله‌ای (سست)، یکنواختی جرم مخصوص انبوهی فله‌ای (سست)، ضریب جرم مخصوص و ویژگی‌های فیزیکی آزمونه‌های بتن حاوی سبکدانه‌های موردآزمون (جمع‌شدگی در اثر خشک شدن، بیرون پریدگی‌ها و مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن) می‌باشند. برای ارزیابی سبکدانه‌های موردمصرف

در بتن‌های سازه‌ای لازم است آزمون‌های مقاومت فشاری، مقاومت کششی دونیم کردن و جرم مخصوص آزمونه‌های بتن نیز انجام پذیرند.

**۵-۶-۳-۲-۴** در سبکدانه های مورد مصرف در بتن، ملات و گروت بایستی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی همچون مقاومت در برابر خردشدگی، درصد دانه‌های شکسته، جذب آب، مقاومت در برابر فروسایی، مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن، یون کلراید قابل حل در آب، گوگرد موجود در ترکیبات، آلاینده‌های آلی و در صورت لزوم واکنش زایی قلیایی- سیلیسی سنجیده شود.

**۵-۶-۳-۲-۵** استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۶-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

**۵-۶-۴-۱** مصالح سنگی را نباید از سواحل دریاها و رودخانه‌ها تأمین کرد. برای حفظ محیط زیست، لازم است از ذخایر مخلوط رودخانه‌های متروک و منابع کوهی استفاده شود. در فرایند تولید، باید از انتشار گرد وخاک زیاد در کارگاه تولید سنگدانه جلوگیری شود. یکی از این روش‌های جلوگیری از آن آب پاشی بر روی سرند اول این کارگاه‌هاست.

**۵-۶-۴-۲** در صورت مطابقت مشخصات سنگدانهٔ شکسته بازیافتی از آوارهای ساختمانی با ویژگی‌های استاندارد سنگدانهٔ بتن می‌توان، برای کمک به حفظ محیط زیست، در ساخت بتن، از آنها به جای بخشی از سنگدانه طبیعی (با طرح اختلاط مناسب) استفاده کرد.

## ۵-۶-۵ سازگاری

کاربرد سنگدانه‌های واکنش‌زا با سیمان‌های دارای قلیایی زیاد، به ویژه در پروژه‌های مهم و آبی مجاز نیست. سنگدانه‌های مورد نیاز در ساخت بتنی که در معرض رطوبت یا در تماس مداوم با زمین مرطوب یا در شرایط جوّی رطوبت‌زا قرار خواهد گرفت نباید دارای موادی باشد که با قلیایی‌های سیمان موجب واکنش زیان‌بخش و انبساط شدید ملات یا بتن شود. اما اگر مقدار زیادی از این مواد در سنگدانه وجود داشته باشد، استفاده از سنگدانهٔ ریز مجاز است، به شرطی که

نشان داده شود که استفاده از سیمان حاوی کمتراز ۰/۶ درصد قلیایی‌ها یا افزودن یک ماده مانع انبساط مضر حاصل از واکنش قلیایی سنگدانه خواهد شد.

### ۵-۶-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۶-۶-۱** سنگدانه باید، قبل از مصرف در بتن و ملات، در جای مناسبی انبار شود. سنگدانه نباید، برای بتن ریزی در هوای سرد، در معرض یخبندان و رطوبت و، در بتن‌ریزی در هوای گرم، در معرض تابش مستقیم خورشید قرار گیرد.

**۵-۶-۶-۲** سنگدانه نباید در جایی یا به گونه‌ای انبار شود که به مواد خارجی و زیان‌آور آلوده گردد.

**۵-۶-۶-۳** حمل و نگهداری سنگدانه‌ها نباید سبب جداشدگی آنها شود. هنگام حمل، لازم است سنگدانه، در پوشش یا درون مخزن قرار گیرد، تا میزان آلودگی کاهش یابد. سطح انبار و تجهیزات حمل نیز باید تمیز باشد.

**۵-۶-۶-۴** شرایط باید به گونه‌ای باشد که سنگدانه‌ها شکسته نشوند.

**۵-۶-۶-۵** شن‌های با حداکثر اندازه بیش از ۳۸ میلی‌متر، باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر نگهداری شوند. شن‌های با حداکثر اندازه ۳۸ میلی‌متر یا کمتر باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۱۹ میلی‌متر نگهداری شوند. این‌کار امکان جدا شدن‌دانه‌ها از یکدیگر را کاهش می‌دهد.

**۵-۶-۶-۶** دیواره‌های تقسیم دپوی مصالح سنگی باید به گونه‌ای مقاوم و پایدار باشد که در صورت خالی بودن یک قسمت و پر بودن قسمت مجاور، دیواره بر اثر رانش سنگدانه‌ها تخریب یا جابجا نشود.

**۵-۶-۶-۷** در هنگام بارش و یا یخبندان، باید سنگدانه‌های واقع در فضای آزاد با برزنت یا ورقه‌های پلاستیکی پوشانیده شود.

**۵-۶-۶-۸** روی سنگدانه‌های واقع در فضای آزاد، سایبان درست شود.

**۵-۶-۶-۹** شیب مخروط‌های دپوی شن و ماسه نباید زیاد باشد زیرا شیب زیاد دپوها موجب جدا شدن دانه‌های ریز و درشت از هم می‌شود.

**۵-۶-۶-۱۰** سنگدانه‌ها تا حد امکان باید به صورت لایه‌هایی با ضخامت یکسان بر روی یکدیگر ریخته شده و انبار شوند. سنگدانه‌ها باید با لودر یا وسایل مناسب دیگر به گونه‌ای برداشته شوند که هر بار قسمت‌هایی‌از همه لایه‌های افقی برداشته شوند.

**۵-۶-۶-۱۱** در صورت تخلیه سنگدانه‌ها هنگام باد، باید تدابیری اتخاذ گردد که از جدا شدن ذرات ریز جلوگیری شود.

**۵-۶-۶-۱۲** محل دپوی شن و ماسه باید به گونه‌ای باشد که همواره امکان تخلیه آب مازاد آنها وجود داشته باشد.

**۵-۶-۶-۱۳** سنگدانه‌های انبار شده در دپو باید حداقل ۱۲ ساعت در محل باقی مانده و سپس مصرف شود. این امر موجب می‌شود که رطوبت سنگدانه‌ها به حد یکنواخت و پایدار برسد.

**۵-۶-۶-۱۴** سیلوی ذخیره سنگدانه‌ها حتی‌المقدور باید با مقطع مربع یا دایره و شیب مخروط یا هرم تحتانی آن کمتر از ۵۰ درجه باشد. مصالح سنگی باید به صورت قائم در داخل سیلو ریخته شود تا از برخورد مواد سنگی با کناره‌های سیلو جلوگیری شده و دانه‌ها از هم جدا نشوند.

**۵-۶-۶-۱۵** در صورتی که سیلوی ذخیره سنگدانه‌ها پر باشد امکان شکسته شدن سنگدانه‌ها و تغییر دانه‌بندی آن کاهش می‌یابد. برای خالی کردن سنگدانه‌ها به داخل سیلو، باید از نردبان ویژه مصالح سنگی استفاده شود.

**۵-۶-۶-۱۶** در صورتی که شرایط به گونه‌ای باشد که امکان شکسته شدن سنگدانه‌ها در حین جابجا کردن یا انبار کردن وجود داشته باشد، باید قبل از ساخت بتن با این سنگدانه‌ها، بار دیگر آنها را دانه‌بندی کرد.

**۵-۶-۶-۱۷** ضوابط مربوط به جلوگیری از جدا شدن سنگدانه‌ها باید در مورد سنگدانه‌های گرد گوشه، که بیشتر مستعد این امر هستند، جدی‌تر رعایت شود.

**۵-۶-۶-۱۸** هنگام تحویل هر محموله از سنگدانه‌های وارده به کارگاه، باید مشخصات مذکور در اسناد تحویل سنگدانه‌ها با مشخصات سفارش داده شده و نیز سنگدانه‌های وارده بررسی، مقایسه و انطباق آن کنترل شود.

**۵-۶-۶-۱۹** درهنگام تحویل هر محموله از سنگدانه‌های وارده به‌کارگاه، باید وضعیت ظاهری آن‌ها از نظر اندازه، شکل دانه‌ها و ناخالصی‌های آن با چشم کنترل شود.

# ۵-۷ سیمان و فرآورده‌های آن

## ۵-۷-۱ سیمان

### ۵-۷-۱-۱ تعریف

سیمان هیدرولیکی مادهٔ چسباننده‌ای است که در هوا و مجاورت آب و جایی که هوا نیست می‌گیرد و سخت می‌شود. این ماده را در ساختن بتن و ملات‌های سیمانی به‌کار می‌برند. سیمان با آب سفت و سخت می‌شود و جسمی یکپارچه تشکیل می‌دهد.

پوزولان‌ها مواد سیلیسی یا سیلیسی، آلومینی هستند که به خودی خود خواص سیمانی نداشته یا خواص سیمانی اندک دارند، لیکن در حضور رطوبت با هیدروکسیدکلسیم واکنش داده و تولید ترکیباتی همچون سیلیکات کلسیم آبدار می‌نماید لذا می‌توانند خواص سیمانی نشان دهند.

### ۵-۷-۱-۲ دسته‌بندی

سیمان‌های هیدرولیکی به شرح زیر دسته‌بندی می‌شود:

**۵-۷-۱-۲-۱** سیمان‌های پرتلند که در پنج نوع ۱ تا ۵ طبقه‌بندی می‌گردد.

**الف**- سیمان پرتلند نوع یک (I)، یا سیمان پرتلند معمولی، که با نماد «پ-۱» نشان داده می‌شود.

سیمان پرتلند نوع یک، خود به سه نوع «۳۲۵-۱»، «۴۲۵-۱» و «۵۲۵-۱» تقسیم می‌شود.

**ب**- سیمان پرتلند نوع دو (II)، یا سیمان پرتلند اصلاح شده، که با نماد «پ-۲» نشان داده می‌شود.

**پ**- سیمان پرتلند نوع سه (III)، یا سیمان زود سخت شونده، که با نماد «پ-۳» نشان داده می‌شود.

**ت**- سیمان پرتلند نوع چهار (IV)، یا سیمان با حرارت‌زایی کم، که با نماد «پ-۴» نشان داده می‌شود.

**ث**- سیـمان پرتلند نوع پنج (V)، یا سیمان مقاوم در برابر سولفات، که با نماد «پ-۵» نشـان داده می‌شود.

**۵-۷-۱-۲-۲ سیمان‌های آمیخته:** که جزء اصلی آنها کلینکر سیمان پرتلند است و دارای مقادیری از مواد مناسب، مانند پوزولان‌های طبیعی، مصنوعی، یا مواد افزودنی ویژه جایگزین سیمان پرتلند است. انواع سیمان‌های پرتلند آمیخته معمول در ایران عبارت است از: پوزولانی، سرباره‌ای، بنایی و آهکی (PKZ).

الف- سیمان‌پرتلند پوزولانی: چسبانندهٔ هیدرولیکی است، متشکل از مخلوط کامل و یکنواخت سیمان پرتلند و پوزولان، که یا به روش پودر کردن هم‌زمان کلینکر سیمان پرتلند، پوزولان و سنگ گچ در آسیاب، و یا با سایش جداگانه پوزولان و آمیختن آن با سیمان پرتلند، و یا ترکیبی از دو روش، به دست می‌آید. مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۳۴۳۲، سیمان پرتلند پوزولانی بر دو گروه است:

الف-۱- پرتلند پوزولانی (پ. پ) با میزان پوزولان حداقل ۵ و حداکثر ۱۵ درصد وزنی سیمان.

الف-۲- پرتلند پوزولانی ویژه (پ.پ.و) با میزان پوزولان بیش از ۱۵ تا ۴۰ درصد وزنی سیمان. این نوع سیمان معمولاً در مواردی که بتن تحت تهاجم شیمیایی قرار می‌گیرد و نیز برای ساخت بتن‌های حجیم به‌کار می‌رود. این نوع سیمان، حرارت هیدراسیون کمی دارد، در برابر املاح شیمیایی مقاوم می‌باشد و مقاومت فشاری آن در روزهای اولیه (تا سه روز) کم است.

ب- سیمان‌پرتلند سرباره‌ای: سیمانی است که از آسیاب کردن مخلوط کلینکر سیمان پرتلند، سربارهٔ دانه شده فعال و آمورف و سنگ گچ و یا از مخلوط سیمان پرتلند و پودر سرباره، به نسبت‌های معین به دست می‌آید. مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۳۵۱۷، سیمان سرباره‌ای بر سه گروه است:

ب-۱- سیمان پرتلند سرباره‌ای (پ- س) با میزان سربارهٔ حداکثر ۲۵ درصد وزنی سیمان.

ب-۲- سیمان پرتلند سرباره‌ای ضدسولفات (پ-س- ۵) با میزان سربارهٔ ۲۵ تا ۷۰ درصد وزنی سیمان.

ب-۳- سیمان سرباره‌ای (س) با میزان سربارهٔ بیش از ۷۰ درصد وزنی سیمان.

پ- سیمان پرتلند آهکی: مادهٔ چسبانندهٔ هیدرولیکی، از خانواده سیمان پرتلند، که از آسیاب کردن مخلوط ۶ الی ۲۰ درصد سنگ آهک ویژه، همراه با درصد مناسبی سنگ گچ و حداقل ۸۰ درصد کلینکر سیمان پرتلند تولید می‌گردد. در تولید این نوع سیمان، میزان مواد افزودنی حداکثر یک درصد است. مواد افزودنی نباید شدت خوردگی میلگرد را افزایش دهد و یا باعث افت کیفیت سیمان یا ملات و بتن ساخته شده از آن شود.

ت- سیمان بنایی: چسباننده‌ای هیدرولیکی که در تهیهٔ ملات‌های مختلف مورد استفاده در بنایی به کار برده می‌شود. این سیمان از آسیاب کردن مخلوط کلینکر سیمان پرتلند و سنگ آهک طبیعی؛ یا مخلوط کردن سیمان پرتلند و پودر نرم شده سنگ آهک، یا پوزولان‌های طبیعی و مصنوعی و یا سربارهٔ آهن‌گدازی، به نسبت‌های معین، با رنگدانه‌های معدنی به دست می‌آید. استفاده از سیمان‌های بنایی در بتن و بتن آرمه مجاز نیست و آن را فقط در ملات و مانند آن باید به کار برد. برای شناسایی سیمان بنایی و پرهیز از مصرف آن در ساخت بتن، این نوع سیمان‌ها را رنگی تولید می‌کنند.

مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۳۵۱۶، سیمان بنایی بر چهار گروه است:

ت-۱- سیمان بنایی نوع (س- ب - ح - ۵) با حداقل ۲۵ درصد وزنی کلینکر. در این سیمان از ماده حباب‌زا استفاده می‌شود.

ت-۲- سیمان بنایی نوع (س- ب - ح - ۱۲/۵) با حداقل ۴۰ درصد وزنی کلینکر. در این سیمان از ماده حباب‌زا استفاده می‌شود.

ت-۳- سیمان بنایی نوع (س - ب - ۱۲/۵) با حداقل ۴۰ درصد وزنی کلینکر.

ت-۴- سیمان بنایی نوع (س - ب - ۲۲/۵) با حداقل ۴۰ درصد وزنی کلینکر.

ث- سیمان پرتلند مرکب الف - ۳۲/۵: ماده چسباننده هیدرولیکی از خانواده سیمان پرتلند است که از آسیاب و مخلوط کردن کلینکر سیمان پرتلند با حداقل ۲ نوع از انواع مواد افزونی (سنگ آهک ویژه، پوزولان طبیعی مرغوب، سرباره کوره آهنگدازی، خاکستر بادی، پوزولان کلسینه

شده، رس یا شیل پخته شده، دوده سیلیسی) همراه با درصد مناسبی از سنگ گچ حاصل می‌شود. سیمان پرتلند مرکب الف - ۳۲/۵ در تهیه ملات و بتن استفاده می‌شود و در اکثر مواردی که سیمان پرتلند نوع یک (۳۲۵-۱) به کار می‌رود، قابلیت کاربرد دارد.

**۵-۷-۱-۲-۳ سیمان سفید:** سیمان پرتلند سفید سیمانی است که در تولید آن از مواد اولیه‌ای که ترکیبات رنگزای آن در حد مجاز باشد، استفاده می‌شود. این نوع سیمان عمدتاً در نماسازی، بندکشی و کارهای تزئینی کاربرد دارد.

**۵-۷-۱-۲-۴ سیمان پرتلند رنگی:** از افزودن رنگدانه‌های معدنی (بدون داشتن واکنش شیمیایی) به سیمان پرتلند معمولی یا سفید به دست می‌آید. از سیمان پرتلند معمولی برای ساخت سیمان‌های پرتلند رنگی قرمز، قهوه‌ای و سیاه و از سیمان سفید در تولید سیمان‌هایی با رنگ‌های روشن، استفاده می‌شود. در ساخت سیمان‌های رنگی باید از رنگدانه‌هایی استفاده شود که در برابر عوامل جوی و تابش نور پایدار باشند، همچنین نبایستی رنگ‌ها در کارگاه‌های تولید بتن به بتن افزوده شود. از این نوع سیمان‌ها بیشتر در نماسازی، کف‌سازی، بندکشی و کارهای تزیینی استفاده می‌شود.

### ۵-۷-۱-۳ استانداردها

#### ۵-۷-۱-۳-۱ ویژگی‌ها

الف- ویژگی‌های انواع سیمان پرتلند باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۹ مطابقت کند. ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۳۴۳۲، سیمان سرباره‌ای مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۳۵۱۷، سیمان بنایی مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱- ۳۵۱۶، سیمان پرتلند مرکب الف ۳۲/۵ مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱- ۱۱۵۷۱ و سیمان پرتلند آهکی مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۲۰، سیمان پرتلند زئولیتی مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۴۸۱و ویژگی سیمان پرتلند سفید باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۳۱ باشد. ویژگی رنگدانه‌های مورد مصرف در سیمان بنایی و سیمان‌های رنگی باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹ باشد. در الزامات ترکیب شیمیایی و مشخصات فیزیکی و مکانیکی سیمان‌های پرتلند ارائه گردیده است. بر اساس استانداردهای مذکور الزامات ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی و مکانیکی برای سیمان‌های پرتلند در جدول‌های ۵-۷-۱ و ۵-۷-۲، برای سیمان‌های آمیخته

پوزولانی در جدول‌های ۵-۷-۳ و ۵-۷-۴، برای سیمان‌های پرتلند سرباره‌ای در جدول‌های ۵-۷-۵ و ۵-۷-۶، برای سیمان‌های پرتلند آهکی و سیمان پرتلند مرکب الف-۳۲/۵ در جدول‌های ۵-۷-۷ و ۵-۷-۸، آهک مورد استفاده در سیمان‌های پرتلند آهکی و سیمان پرتلند مرکب الف-۳۲/۵ در جدول ۵-۷-۹، سیمان پرتلند سفید در جدول‌های ۵-۷-۱۰ و ۵-۷-۱۱، و سیمان پرتلند زئولیتی در جدول‌های ۵-۷-۱۲ و ۵-۷-۱۳ ارائه گردیده است.

ب- مشخصات پوزولان‌های طبیعی باید منطبق بر استاندارد ملّی ایران شماره ۳۴۳۳ و دوده سیلیسی مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۷۸باشد. الزامات پوزولان‌های طبیعی طبق استاندارد در جدول‌های ۵-۷-۱۴ و ۵-۷-۱۵ و الزامات ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی دوده سیلیسی در جدول‌های ۵-۷-۱۶ و ۵-۷-۱۷ ارائه گردیده‌اند.

**جدول ۵-۷-۱ الزامات ترکیب شیمیایی سیمان‌های پرتلند***

| ویژگی شیمیایی | | نوع سیمان پرتلند | | | | | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | |
| $SiO_2$ (حداقل درصد وزنی) | | - | ۲۰ | - | - | - | ۱۶۹۲ |
| $Al_2O_3$ (حداکثر درصد وزنی) | | - | ۶ | - | - | - | ۱۶۹۲ |
| $Fe_2O_3$ (حداکثر درصد وزنی) | | - | ۶ | - | ۶/۵ | - | ۱۶۹۲ |
| MgO (حداکثر درصد وزنی) | | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۱۶۹۲ |
| $SO_3$ (حداکثر درصد وزنی) | اگر $C_3A \leq$ ٪۸ | ۳ | ۳ | ۳/۵ | ۲/۳ | ۲/۳ | ۱۶۹۲ |
| | اگر $C_3A \geq$ ٪۸ | ۳/۵ | - | ۴/۵ | - | - | |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | | ۳ | ۳ | ۳ | ۲/۵ | ۳ | ۱۶۹۲ |
| حداکثر میزان باقیمانده نامحلول (درصد وزنی) | | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۱۶۹۲ |
| $C_3S$ (حداکثر درصد وزنی) | | - | - | - | ۳۵ | - | ۱۶۹۲ |
| $C_2S$ (حداقل درصد وزنی) | | - | - | - | ۴۰ | - | ۱۶۹۲ |
| $C_3A$ (حداکثر درصد وزنی) | | - | ۸ | ۱۵ | ۷ | ۵ | ۱۶۹۲ |
| $2C_3A+C_4AF$ یا $C_2F+C_4AF$ (حداکثر درصد وزنی) | | - | - | - | - | ۲۵ | ۱۶۹۲ |

* قویا توصیه می‌گردد در شرایطی که خطر واکنش قلیایی سیلیسی سنگدانه‌ها وجود دارد مقدار قلیا ($Na_2O+0.658K_2O$) سیمان‌های پرتلند از ۰/۶ درصد وزنی تجاوز نکند. همچنین در شرایط معمول حرارت زایی سیمان، حداکثر مجموع $C_3S$ و $C_3A$ سیمان پرتلند تیپ ۲ از ۵۸ درصد وزنی تجاوز نکند.

**جدول ۵-۷-۲ الزامات فیزیکی و مکانیکی سیمان‌های پرتلند**

| مشخصه | | نوع سیمان پرتلند | | | | | | روش آزمایش براساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱ | | | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | |
| | | ۳۲۵-۱ | ۴۲۵-۱ | ۵۲۵-۱ | | | | | |
| حداقل سطح ویژه به روش بلین، (سانتی‌متر مربع بر گرم) | | ۲۸۰۰ | | | ۲۸۰۰ | ۳۲۰۰ | ۲۸۰۰ | ۲۸۰۰ | ۳۹۰ |
| حداکثر انبساط آزمایش اتوکلاو (درصد) | | ۰/۸ | | | ۰/۸ | ۰/۸ | ۰/۸ | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| مقاومت فشاری ملات استاندارد، مگاپاسکال | ۱ روزه (حداقل) | – | – | – | – | ۱۲/۵ | – | – | ۳۹۳ |
| | ۲ روزه (حداقل) | – | ۱۰ | ۲۰ | – | – | – | – | |
| | ۳ روزه (حداقل) | ۱۲ | – | – | ۱۰ | ۲۴ | – | ۸/۵ | |
| | ۷ روزه (حداقل) | ۲۰ | – | – | ۱۷/۵ | – | ۷ | ۱۵ | |
| | ۲۸ روزه (حداقل) | ۳۲/۵ | ۴۲/۵ | ۵۲/۵ | ۳۱/۵ | – | ۱۸ | ۲۷ | |
| | (حداکثر) | ۵۲/۵ | ۶۲/۵ | – | – | – | – | – | |
| زمان گیرش، به روش ویکات | حداقل گیرش اولیه (دقیقه) | ۴۵ | | | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۳۹۲ |
| | حداکثر گیرش نهایی (دقیقه) | ۳۶۰ | | | ۳۶۰ | ۳۶۰ | ۳۶۰ | ۳۶۰ | |

**جدول ۵-۷-۳ الزامات ترکیب شیمیایی سیمان‌های پرتلند پوزولانی**

| ویژگی شیمیایی | نوع سیمان پرتلند | | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|
| | پرتلند پوزولانی، پ.پ | پرتلند پوزولانی ویژه، پ.پ.و | |
| MgO (حداکثر درصد وزنی) | ۶ | ۶ | ۱۶۹۲ |
| $SO_3$ (حداکثر درصد وزنی) | ۴ | ۴ | |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | ۵ | ۵ | |

**جدول ۵-۷-۴ الزامات فیزیکی و مکانیکی سیمان‌های پرتلند پوزولانی**

| مشخصه | | نوع سیمان پرتلند | | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|---|
| | | پرتلند پوزولانی، پ.پ | پرتلند پوزولانی ویژه، پ.پ.و | |
| حداقل سطح ویژه به روش بلین، سانتی متر مربع بر گرم | | ۳۰۰۰ | ۳۲۰۰ | ۳۹۰ |
| حداکثر انبساط اتوکلاو (درصد) | | ۰/۸ | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| حداکثر انقباض اتوکلاو (درصد) | | ۰/۲ | ۰/۲ | ۳۹۱ |
| زمان گیرش، روش ویکات | حداقل گیرش اولیه (دقیقه) | ۶۰ | ۶۰ | ۳۹۲ |
| | حداکثر گیرش نهایی (دقیقه) | ۴۲۰ | ۴۲۰ | |
| حداقل مقاومت فشاری ملات استاندارد، مگاپاسکال | ۳ روزه | ۱۰ | - | ۳۹۳ |
| | ۷ روزه | ۱۷/۵ | ۱۵ | |
| | ۲۸ روزه | ۳۰ | ۲۷/۵ | |

**جدول ۵-۷-۵ الزامات ترکیب شیمیایی سیمان‌های سرباره‌ای**

| ویژگی شیمیایی | نوع سیمان | | | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|---|
| | پرتلند سرباره‌ای (پ- س) | پرتلند سرباره ضدسولفات (پ- س- ۵) | سیمان سرباره‌ای (س) | |
| $SO_3$ (حداکثر درصد وزنی) | ۳ | ۳ | ۴ | ۱۶۹۲ |
| $S^{--}$ (حداکثر درصد وزنی) | ۲ | ۲ | ۲ | |
| باقیمانده نامحلول (حداکثر درصد وزنی) | ۱ | ۱ | ۱ | |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | ۳ | ۳ | ۴ | |
| قلیائی‌های قابل حل در آب (حداکثر درصد) | - | - | ۰/۰۳ | |

**جدول ۵-۷-۶ الزامات فیزیکی و مکانیکی سیمان‌های سرباره‌ای**

| مشخصه | | نوع سیمان | | | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|---|---|
| | | پرتلند سرباره‌ای (پ- س) | پرتلند سرباره ضدسولفات (پ- س- ۵) | سیمان سرباره‌ای (س) | |
| حداقل سطح ویژه به روش بلین، سانتی متر مربع بر گرم | | ۲۸۰۰ | ۲۸۰۰ | ۲۸۰۰ | ۳۹۰ |
| حداکثر انبساط اتوکلاو (درصد) | | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۳۹۱ |
| حداکثر انقباض اتوکلاو (درصد) | | ۰/۲ | ۰/۲ | ۰/۲ | ۳۹۱ |
| زمان گیرش، روش ویکات | حداقل گیرش اولیه (دقیقه) | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۳۹۲ |
| | حداکثر گیرش نهایی (دقیقه) | ۴۲۰ | ۴۲۰ | ۴۲۰ | |
| حداقل مقاومت فشاری ملات استاندارد، مگاپاسکال | ۳ روزه | ۱۲ | ۱۰ | - | ۳۹۳ |
| | ۷ روزه | ۲۰ | ۱۸ | ۱۰ | |
| | ۲۸ روزه | ۳۲ | ۳۰ | ۲۲ | |
| حداکثر حرارت هیدراسیون (کالری بر گرم) | ۷ روزه | ۷۰ | ۷۰ | ۷۰ | ۳۹۴ |
| | ۲۸ روزه | ۸۰ | ۸۰ | ۸۰ | |

**جدول ۵-۷-۷ الزامات ترکیب شیمیایی سیمان پرتلند آهکی و پرتلند مرکب – الف ۳۲/۵**

| ویژگی شیمیایی | نوع سیمان | | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|
| | پرتلند آهکی | پرتلند مرکب – الف۳۲/۵ | |
| MgO (حداکثر درصد وزنی) | ۵ | ۵ | ۱۶۹۲ |
| $SO_3$ ( حداکثر درصد وزنی) | ۳/۵ | ۳/۵ | |
| $Cl^-$ (حداکثر درصد وزنی) | ۰/۱ | ۰/۱ | |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | ۱۲ | - | |

**جدول ۵-۷-۸ الزامات فیزیکی و مکانیکی سیمان پرتلند آهکی و پرتلند مرکب – الف ۳۲/۵**

| مشخصه | | نوع سیمان | | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|---|
| | | پرتلند آهکی | پرتلند مرکب – الف۳۲/۵ | |
| حداقل سطح ویژه به روش بلین، سانتی‌متر مربع بر گرم | | ۳۰۰۰ | ۳۰۰۰ | ۳۹۰ |
| حداکثر انبساط اتوکلاو (درصد) | | ۰/۸۰ | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| زمان گیرش، روش ویکات | حداقل گیرش اولیه (دقیقه) | ۷۵ | ۷۵ | ۳۹۲ |
| | حداکثر گیرش نهایی (دقیقه) | ۴۸۰ | - | |
| حداقل مقاومت فشاری ملات استاندارد، مگاپاسکال | ۳ روزه | ۱۲ | - | ۳۹۳ |
| | ۷ روزه | ۲۰ | ۱۶ | |
| | ۲۸ روزه | ۳۳ | ۳۲/۵ | |

**جدول ۵-۷-۹ الزامات ترکیب شیمیایی سنگ آهک ویژه مورد مصرف در تولید سیمان پرتلند آهکی و پرتلند مرکب – الف ۳۲/۵**

| ویژگی شیمیایی | حد قابل قبول | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|
| میزان کل کربن آلی TOC (حداکثر درصد وزنی) | ۰/۲۰ | روش تعیین شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۲۰ |
| میزان رس تعیین شده به روش آزمون جذب متیل بلو، (حداکثر درصد وزنی) | ۱/۲۰ | |
| میزان خلوص کربنات کلسیم در سنگ آهک ویژه (حداقل درصد وزنی) | ۹۰ | |

**جدول ۵-۷-۱۰ الزامات ترکیب شیمیایی سیمان پرتلند سفید**

| ویژگی شیمیایی | | مقدار مجاز | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|
| MgO (حداکثر درصد وزنی) | | ۵ | ۱۶۹۲ |
| $SO_3$ (حداکثر درصد وزنی) | اگر $C_3A \leq$ ٪۸ | ۳ | ۱۶۹۲ |
| | اگر $C_3A \geq$ ٪۸ | ۳/۵ | ۱۶۹۲ |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | | ۳ | ۱۶۹۲ |
| حداکثر میزان باقیمانده نامحلول (درصد وزنی) | | ۰/۷۵ | ۱۶۹۲ |

**جدول ۵-۷-۱۱ الزامات فیزیکی و مکانیکی سیمان پرتلند سفید**

| ویژگی شیمیایی | | مقدار مجاز | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|
| حداقل درجه سفیدی | | ۷۵ | ۲۹۳۱ |
| حداقل سطح ویژه به روش بلین، سانتی‌متر مربع بر گرم | | ۳۰۰۰ | ۳۹۰ |
| حداکثر انبساط اتوکلاو (درصد) | | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| زمان گیرش، روش ویکات | حداقل گیرش اولیه (دقیقه) | ۴۵ | ۳۹۲ |
| | حداکثر گیرش نهایی (دقیقه) | ۴۸۰ | |
| حداقل مقاومت فشاری ملات استاندارد، مگاپاسکال | ۲ روزه | ۱۱ | ۳۹۳ |
| | ۶ روزه | ۱۷/۵ | |
| | ۲۸ روزه | ۳۱/۵ | |

**جدول ۵-۷-۱۲ الزامات ترکیب شیمیایی سیمان پرتلند زئولیتی**

| ویژگی شیمیایی | حد قابل قبول | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|
| $MgO$ (حداکثر درصد وزنی) | ۵ | ۱۶۹۲ |
| $SO_3$ (حداکثر درصد وزنی) | ۳/۵ | |
| $Cl^-$ (حداکثر درصد وزنی) | ۰/۱ | |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | ۵ | |

**جدول ۵-۷-۱۳ الزامات فیزیکی و مکانیکی سیمان پرتلند زئولیتی**

| مشخصه | | حد قابل قبول | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|
| حداقل سطح ویژه به روش بلین، سانتی‌متر مربع بر گرم | | ۳۰۰۰ | ۳۹۰ |
| حداکثر سطح ویژه به روش بلین، سانتی‌متر مربع بر گرم* | | ۳۵۰۰ | |
| حداکثر انبساط اتوکلاو (درصد) | | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| زمان گیرش، روش ویکات | حداقل گیرش اولیه (دقیقه) | ۷۵ | ۳۹۲ |
| | حداکثر گیرش نهایی (دقیقه) | ۴۸۰ | |
| حداقل مقاومت فشاری ملات استاندارد، مگاپاسکال | ۳ روزه | ۱۰ | ۳۹۳ |
| | ۷ روزه | ۱۷/۵ | |
| | ۲۸ روزه | ۳۲/۵ | |

* در صورت درخواست مشتری تولید سیمان با سطح ویژه بیش از ۳۵۰۰ سانتیمترمربع برگرم مجاز می‌باشد.

**جدول ۵-۷-۱۴ الزامات ترکیب شیمیایی پوزولان‌های طبیعی**

| ویژگی شیمیایی | حد قابل قبول | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3 + SiO_2$ (حداقل درصد وزنی) | ۷۰ | به روش معرفی شده در ۳۴۳۳ |
| $SO_3$ (حداکثر درصد وزنی) | ۴ | |
| $S^{--}$ (حداکثر درصد وزنی) | ۳ | |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | ۱۰ | |
| رطوبت (حداکثر درصد وزنی) | ۳ | |

**جدول ۵-۷-۱۵ الزامات فیزیکی پوزولان‌های طبیعی**

| مشخصه | | حد قابل قبول | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|---|
| درصد باقیمانده روی الک ۴۵ میکرون به روش تر (حداکثر درصد وزنی) | | ۳۴ | به روش معرفی شده در ۳۴۳۳ |
| آب مصرفی در مقایسه با سیمان پرتلند (حداکثر درصد بیشتر از آزمونه شاهد) | | ۱۵ | |
| حداکثر انبساط اتوکلاو (درصد) | | ۰/۸ | |
| الزامات یکنواختی | جرم مخصوص متوسط نمونه‌ها | حداکثر تغییرات ۵ درصد | |
| | درصد مانده روی الک ۴۵ میکرون | حداکثر تغییرات ۵ درصد | |
| شاخص فعالیت پوزولانی بر مبنای مقاومت فشاری آزمونه مخلوط با سیمان پرتلند | ۷ روز | حداقل ۷۵ درصد آزمونه شاهد | |
| | ۲۸ روز | حداقل ۷۵ درصد آزمونه شاهد | |

**جدول ۵-۷-۱۶ الزامات ترکیب شیمیایی دوده سیلیسی**

| ویژگی شیمیایی | حد قابل قبول | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|
| $SiO_2$ (حداقل درصد وزنی) | ۸۵ | به روش معرفی شده در ۱۳۲۷۸ |
| حداکثر کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | ۶ | |
| رطوبت (حداکثر درصد وزنی) | ۳ | |

**جدول ۵-۷-۱۷ الزامات فیزیکی دوده سیلیسی**

| مشخصه | حد قابل قبول | روش آزمایش بر اساس استاندارد ملّی |
|---|---|---|
| درصد باقیمانده روی الک ۴۵ میکرون به روش تر (حداکثر درصد وزنی) | ۱۰ | به روش معرفی شده در ۱۳۲۷۸ |
| شاخص فعالیت پوزولانی به روش تسریع شده با سیمان پرتلند و به مدت ۷ روز نسبت به نمونه شاهد، (حداقل درصد) | ۱۰۵ | |
| سطح ویژه حداقل (مترمربع بر گرم) | ۱۵ | |

**۵-۷-۱-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد**

الف- روش‌های آزمایش شیمیایی سیمان باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره‌های ۱۶۹۲ و ۱۶۹۵ به کار گرفته شود. این آزمون‌ها عبارت‌اند از: اندازه‌گیری اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیم، آهن، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، تری‌اکسید گوگرد، افت سرخ شدن در ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد، باقی‌مانده نامحلول،آهک آزاد.

ب- آزمایش شیمیایی سیمان، برای اندازه‌گیری عناصر فرعی، آهک آزاد، گوگرد به صورت سولفید و کلرید- مواد آلی قابل حل در کلروفرم- کربن دی اکسید، باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره‌های ۱-۱۶۹۳، ۲-۱۶۹۳، ۱۶۹۴ و ۶۴۴۳ انجام گیرد.

پ- روش‌های آزمایش فیزیکی سیمان باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره‌های ۳۹۰ ، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴ و ۷۱۴۸ باشد. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از: اندازه‌گیری زمان گیرش اولیه و نهایی، تعیین غلظت نرمال، تعیین سلامت، اندازه‌گیری مقاومت فشاری ۳،۷ و ۲۸روز، اندازه‌گیری مقاومت خمشی ۳، ۷ و ۲۸روز، تعیین نرمی، جرم مخصوص و حرارت هیدراتاسیون.

ت- استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۷-۲ فرآورده‌های سیمانی

### ۵-۷-۲-۱ تعریف

فرآورده‌های سیمانی محصولاتی هستند که مادهٔ چسبانندهٔ آنها یکی از انواع سیمان‌های گفته شده در این فصل است.

### ۵-۷-۲-۲ دسته‌بندی

مهم‌ترین فرآورده‌های سیمانی عبارت است از:

**۵-۷-۲-۲-۱ بتن:** بتن پرکاربردترین مصالح مهندسی عمران به شمار می‌رود و طرح اختلاط آن بایستی با توجه به کاربرد، نوع مصالح و شرایط محیطی باشد. برای بتن‌های رده C۲۰ و بالاتر، تعیین نسبت‌های بهینه اختلاط باید از طریق مطالعات آزمایشگاهی و با درنظر گرفتن ضوابط طراحی بر اساس دوام صورت پذیرد. توصیه می‌شود از روش طرح مخلوط بتن ملّی ایران برای تعیین اولیه نسبت مصالح استفاده گردد.

بتن‌های ویژه مورد استفاده در کارهای ساختمانی را می‌توان به صورت ذیل طبقه‌بندی نمود:

**الف- بتن پرمقاومت:** بتن‌هایی که مقاومت فشاری مشخصه آنها بیشتر از ۵۰ مگاپاسکال است، بتن پرمقاومت محسوب می‌شوند.

**ب- بتن سبک:** بتن سبک عبارت است از بتنی که جرم مخصوص آن به طور محسوسی کمتر از جرم مخصوص بتنی است که با سنگدانه‌های طبیعی یا شکسته ساخته می‌شود. بتن سبک در سه نوع طبقه‌بندی می‌شود که عبارتند از:

ب-۱- بتن سبک غیر سازه‌ای که معمولا به عنوان تیغه‌های جداساز و عایق‌های صوتی در کف مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای جرم مخصوص کمتر از ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. با وجود جرم مخصوص کم، مقاومت فشاری آن حدود ۰/۳۵ تا ۷ مگاپاسکال است.

ب-۲- بتن سبک سازه‌ای که دارای مقاومت و جرم مخصوص کافی می‌باشد به گونه‌ای که کاربرد آن در اعضای سازه‌ای مجاز شمرده می‌شود. این بتن دارای جرم مخصوصی بین ۱۴۰۰ تا ۱۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب بوده و حداقل مقاومت فشاری موردنیاز برای آن ۱۷ مگاپاسکال است.

ب-۳- بتن سبک متوسط که از لحاظ جرم مخصوص و مقاومت فشاری در محدوده‌ای بین بتن‌های سبک غیر سازه‌ای و سازه‌ای قرار دارد. مقاومت فشاری این بتن‌ها بین ۷ تا ۱۷ مگاپاسکال و جرم مخصوص آنها ۸۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد.

**پ- بتن‌های پاششی (شاتکریت):** بتن پاششی بتن یا ملاتی است که به صورت پنوماتیکی (ضربه‌ای) به سطح پاشیده می‌شود. بتن‌های پاششی را می‌توان در دو گروه بتن پاششی مخلوط خشک و بتن پاششی مخلوط تر گروه‌بندی نمود. در بتن‌های پاششی مخلوط خشک اکثر آب مخلوط شده از محل سرلوله اضافه می‌شود درحالیکه در بتن پاششی مخلوط تر آب و سایر مصالح عمدتا قبل از ورود به بخش پاشنده مخلوط می‌شوند.

**ت- بتن اصلاح شده با پلیمر:** بتن‌هایی هستند که برای بهبود برخی خواص آنها از ترکیبات پلیمری استفاده می‌شود.

**ث- بتن خودمتراکم شونده:** در مواردی که به مخلوط بتن با قابلیت زیاد جاری شدن، خود پخش شدگی در تمام نقاط قالب، پوشش دادن آرماتور با تراکم زیاد، بدون جداشدگی ذرات و بدون لرزاندن مکانیکی نیاز باشد، بتن خودمتراکم شونده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**ج- بتن الیافی:** بتن ساخته شده از سیمان، آب، شن، ماسه و الیاف بتن الیافی نامیده می‌شود. الیاف در شکل‌ها و اندازه‌های متفاوت و از جنس فولاد، پلیمر، شیشه و مواد طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. الیاف از طریق افزایش مقاومت کششی و کنترل عرض ترک و ممانعت از توسعه آن سبب ارتقاء خواص مکانیکی بتن می‌گردند.

**۵-۷-۲-۲-۲ بلوک‌های سیمانی:** این بلوک در دو دستهٔ باربر و غیرباربر تولید شده و بسته به شرایط، در ساخت دیوارهای باربر و غیرباربر استفاده می‌شود. بلوک سیمانی سقفی قطعه‌ای پیش‌ساخته و توخالی است که بین دو تیرچه قرار می‌گیرد و با توجه به ضخامت و مقاومت سقف، ابعاد آن متغیر است. از بلوک‌های سیمانی سقفی در ساخت سقف‌های مجوف استفاده می‌شود.

**۵-۷-۲-۲-۳ بلوک‌های (قطعات) سیمانی سبک‌دانه:** بلوک‌های سیمانی سبک (توپر و توخالی) از اختلاط سیمان‌های هیدرولیکی، آب و دانه‌های سبک معدنی طبیعی و یا مصنوعی ساخته می‌شود. براساس جرم مخصوص ظاهری، بر دو دسته است:

الف- بلوک سیمانی سبک: بلوک‌هایی که جرم مخصوص خشک ظاهری آنها، کمتر از ۱۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

ب- بلوک سیمانی نیمه سبک: بلوک‌هایی که جرم مخصوص خشک ظاهری آنها، بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

بلوک‌های سیمانی سبک دانه غیرباربر در ساخت اعضای غیرباربر ساختمانی استفاده شده و بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۷۷۸۲ در چهار رده جرم مخصوص ظاهری ۵۰۰-۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، ۷۰۰-۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، ۱۰۰۰-۱۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، و ۱۷۰۰-۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب قرار می‌گیرند.

**۵-۷-۲-۲-۴ بلوک‌های (قطعات) بتن هوادار اتوکلاوشده:** بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاوشده یا بتن گازی، بلوک‌هایی هستند که با ایجاد تخلخل ناشی از واکنش شیمیایی یک عامل حباب‌ساز مانند پودر آلومینیم، بعد از گیرش اولیه و برش و عمل‌آوری در محیط‌های تحت فشار بخار ساخته می‌شوند. این نوع بلوک‌ها، قابلیت استفاده در دیوارهای غیرباربر داخلی و خارجی را دارند. محدودیت کاربری این بتن‌ها با توجه به رده مقاومتی آن‌ها تعیین می‌شود. بتن‌های گازی از نظر رده مقاومتی به سه دسته با مقاومت‌های ۲/۵، ۵ و ۷/۵ مگاپاسکال تقسیم می‌شوند. همچنین از نظر جرم حجمی خشک، این بتن می‌تواند دارای جرم حجمی اسمی ۴۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

**۵-۷-۲-۲-۵ بلوک‌های (قطعات) بتنی سبک اسفنجی (سلولی):** بلوک‌های بتن سبک اسفنجی (CLC) نوعی بتن سبک متخلخل است که تخلخل آن با استفاده از یک نوع ماده افزودنی کف‌ساز و یا در اثر یک فرآیند شیمیایی که منجر به تشکیل گاز در بتن، بدون فرآیند اتوکلاو، ایجاد می‌شود. بلوک‌های بتنی سبک اسفنجی، از نظر رده مقاومتی به چهار دسته با مقاومت‌های ۲، ۲/۵، ۳/۵ و ۶/۵ مگاپاسکال تقسیم می‌شوند. همچنین از نظر جرم حجمی خشک، این بتن می‌تواند دارای جرم حجمی اسمی ۴۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

**۵-۷-۲-۲-۶ موزاییک:** کف‌پوش متراکم شده‌ای است که از مصالح سنگی، سیمان و آب، با شکل و ضخامت یکنواخت، ساخته شده و دارای خصوصیات هندسی مشخصی است. موزاییک‌ها به روش پرس، ویبره و یا پرس و ویبره به شکل منفرد تولید می‌شود و یا به شکل بلوک‌های بزرگ، با پرس،

ویبره و یا خلأ قالب‌گیری و سپس در ابعاد مورد نظر بریده می‌شوند. موزاییک تک لایه و دو لایه است و براساس نمای ظاهری سطح رویه و دانه‌بندی، به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

الف- موزاییک سیمانی ساده: موزاییکی که در سطح رویه فاقد مصالح سنگی تزیینی است و انواع شیاردار و ساده دارد.

ب- موزاییک سنگ‌دار: موزاییکی که در سطح رویهٔ آن مصالح سنگی سخت صیقل‌پذیر تزیینی به‌کار رفته است و به صورت شیاردار یا شسته یا صاف ساخته می‌شود و برحسب اندازه بزرگ‌ترین قطر دانه‌های سنگی قابل مشاهده، به ۵ گروه نرم دانه، ریز دانه، میان دانه، درشت دانه و تکه‌ای (پلاکی) و لاشه‌ای تقسیم می‌شود.

**۵-۷-۲-۲-۷ ملات‌های آماده:** این ملات‌ها در کارخانه پیمانه و مخلوط و در دو نوع ملات خشک و ملات تر تولید می‌شوند. در ملات خشک آماده مصالح از پیش مخلوط شده و فقط به افزایش آب نیاز دارد، لیکن ملات تر بصورت تر آماده برای مصرف است. سایر انواع ملات‌های سیمانی در فصل ملات‌های سیمانی ارائه شده‌اند.

**۵-۷-۲-۲-۸ ورق‌های سیمانی الیاف‌دار (تخته‌های سیمانی):** ورق‌هایی متشکل از یک چسبانندهٔ هیدرولیکی معدنی یا یک چسبانندهٔ سیلیکات کلسیمی که با واکنش‌های شیمیایی یک مادهٔ سیلیسی و یک مادهٔ آهکی تقویت و با الیاف آلی یا الیاف سنتزی معدنی ساخته می‌شود. در تولید ورق‌های صاف سیمانی الیاف‌دار، استفاده از آزبست مجاز نیست. برخی از الیاف جانشین آزبست عبارت است از: الیاف شیشه، الیاف پلی‌پروپیلن، الیاف فولادی، الیاف آرامید، الیاف سلولزی، الیاف کربن، الیاف سرامیکی، کولار، پلی وینیل الکل، اکسید آلومینیوم، ولاستونیت و پلی‌استر. ورق‌های صاف سیمانی الیاف‌دار برای کاربری بیرونی ساختمان، نظیر پوشش نماهای خارجی ساختمان، تیغه‌ها، زیرنماها، پوشش جاهای آسیب‌دیده و مانند آنها، و با کاربری داخلی مانند جداگرها، کف‌ها، سقف‌ها و مانند آنها، با خواص گستردهٔ متناسب با نوع کاربرد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ورق‌ها ممکن است دارای سطح صاف یا نقش‌دار باشد. این ورق‌ها به دو نوع الف و ب تقسیم می‌شود:

الف- برای کاربری‌های بیرونی ساختمان، در جاهایی مناسب است که مستقیماً در معرض تابش خورشید، بارش برف و باران قرار دارند، ورق‌های نوع الف روکش‌دار یا بدون روکش است.

ب- معمولاً برای مصارف داخلی مناسب است و نیز برای مواردی از مصارف بیرونی ساختمان که در معرض تابش خورشید و بارش باران و برف قرار ندارند. این ورق‌ها، براساس مدول گسیختگی به بیش از ۵ گروه طبقه‌بندی می‌شوند.

### ۵-۷-۲-۳ استانداردها

#### ۵-۷-۲-۳-۱ ویژگی‌ها

الف- آب مصرفی در بتن باید دارای شرایط ذیل باشد:

الف-۱- آبی را که قابل آشامیدن است مزه یا بوی مشخصی ندارد و تمیز و صاف است، می‌توان بدون انجام آزمایش، در بتن به‌کار برد. تنها استثنا آن است که سوابق قبلی، نشان دهنده نامناسب بودن این آب برای بتن باشد، که در این صورت، این آب را نباید در بتن بکار برد.

الف-۲- حداکثر مقدار مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن باید مطابق جدول ۵-۷-۱۸ می‌باشد.

الف-۳- آب‌های غیرآشامیدنی را هنگامی می‌توان قابل قبول تلقی کرد که نتایج حاصل از یک آزمونه و یا میانگین نتایج حاصل از دو آزمونه متوالی ضوابط مربوط را برآورده سازند.

الف-۴- آب غیرآشامیدنی را تنها می‌توان در صورتی مورد استفاده قرار داد که موارد ذیل را تامین کند:

pH آب مصرفی در بتن نباید کمتراز ۵ یا بیشتر از ۸/۵ باشد. مقاومت ۷ و ۲۸ روزه آزمونه‌های ملات ساخته شده با آب غیرآشامیدنی حداقل معادل ۹۰درصد مقاومت نظیر آزمونه‌های مشابه ساخته شده با آب مقطر باشد. زمان گیرش اولیه خمیر سیمان ساخته شده با آب غیرآشامیدنی بیش از یک ساعت با زمان گیرش نظیر خمیر سیمان ساخته شده با آب مقطر تفاوت نداشته باشد.

نتیجه انبساط حجم به‌دست آمده از آزمایش سلامت سیمان، در آزمونه ساخته شده با آب غیرآشامیدنی از نتیجه به‌دست آمده از آزمونه نظیر ساخته شده با آب آشامیدنی بیشتر نباشد. میزان چربی معدنی آب مصرفی در یک حجم معین از بتن از ۲/۵ درصد وزن سیمان مصرفی در همان حجم از بتن بیشتر نباشد. هیچ یک از مواد زیان‌آور موجود در آب مصرفی در بتن از مقادیر جدول ۵-۷-۱۸ بیشتر نباشد. برای تعیین مشخصات ذکر شده بایستی از استانداردهای ملّی ایران و در صورت عدم تدوین استاندارد ملّی از استانداردهای معتبر بین‌المللی استفاده نمود.

**جدول ۵-۷-۱۸ حداکثر مقدار مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن***

| ردیف | ماده زیان‌آور | شرح مصرف | حداکثر مقدار مجاز (وزنی) (ppm) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ذرات معلق جامد | بتن پیش‌تنیده در هر شرایط محیطی | ۱۰۰۰ |
| ۲ | | بتن غیر مسلح و بدون آرماتور | ۲۰۰۰ |
| ۳ | | بتن آرمه در شرایط محیطی ملایم و متوسط | ۲۰۰۰ |
| ۴ | | بتن آرمه در شرایط محیطی شدید و بسیار شدید و فوق العاده شدید | ۱۰۰۰ |
| ۵ | کل مواد محلول در آب | بتن پیش تنیده در هر شرایط محیطی | ۱۰۰۰ |
| ۶ | | بتن غیر مسلح و بدون اقلام فلزی مدفون | ۳۵۰۰۰ |
| ۷ | | بتن آرمه در شرایط محیطی ملایم و متوسط | ۲۰۰۰ |
| ۸ | | بتن آرمه در شرایط محیطی شدید و بسیار شدید و فوق العاده شدید | ۱۰۰۰ |
| ۹ | کل یون کلراید | بتن پیش تنیده در هر شرایط محیطی | ۵۰۰ |
| ۱۰ | | بتن غیرمسلح و بدون آرماتور و بدون اقلام فلزی مدفون | ۱۰۰۰۰ |
| ۱۱ | | بتن آرمه در شرایط محیط شدید و بسیار شدید و فوق‌العاده شدید | ۵۰۰ |
| ۱۲ | | بتن آرمه در شرایط محیطی ملایم و متوسط | ۱۰۰۰ |
| ۱۳ | | بتن غیر مسلح و بدون آرماتور ولی دارای مواد آلومینیومی یا فلزات غیر مشابه یا دارای قالب‌های گالوانیزه | ۱۰۰۰ |
| ۱۴ | کل یون سولفات | بتن پیش تنیده در هر شرایط محیطی | ۱۰۰۰ |
| ۱۵ | | بتن آرمه در هر شرایط محیطی | ۱۰۰۰ |
| ۱۶ | | بتن غیر مسلح و بدون اقلام فلزی مدفون | ۳۰۰۰ |
| ۱۷ | قلیایی معادل | در تمامی انواع بتن‌ها | ۶۰۰ |

* در ردیف‌های ۹ تا ۱۲ علاوه بر برآورده شدن ضوابط این جدول، میزان یون کلرید آب نیز باید به میزانی باشد که وزن کل کلراید قابل حل در آب در حجم معینی از بتن (که منبع آن می‌تواند از هر یک از اجزای بتن یا از محیط باشد) برحسب درصدی از وزن سیمان همان حجم بتن از مقادیر مجاز تعیین شده در مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان تجاوز نکند. در ردیف‌های ۱۴تا ۱۶، علاوه بر برآورده شدن ضوابط این جدول میزان یون سولفات آب نیز باید به میزانی باشد که وزن کل سولفات قابل حل در آب در حجم معینی از بتن (که منبع آن می‌تواند از هریک از اجزای بتن از جمله سیمان یا از محیط باشد) برحسب درصدی از وزن سیمان همان حجم از بتن از ۴ درصد و وزن کل سولفات موجود در حجم معینی از بتن برحسب درصدی از وزن سیمان همان حجم از بتن از ۵ درصد بیشتر نباشد. رعایت ضابطه ردیف ۱۷ جدول فوق در مواردی که سنگدانه فعال باشد، الزامی است و منظور از قلیایی معادل در این جدول، میزان وزنی $Na_2O+ ۰/۶۵۸ K_2O$ می‌باشد.

ب- در مورد بتن پرمقاومت رعایت موارد ذیل لازم است:

ب-۱- انتخاب مصالح مصرفی برای ساخت بتن پرمقاومت باید با دقت بیشتری نسبت به بتن با مقاومت کمتر انجام شود.

ب-۲- تغییرات در خصوصیات سیمان، اثر نامطلوب بر خواص بتن پرمقاومت دارد، بنابراین تغییرات در خصوصیات سیمان باید محدود شود. تغییر در مقدار $C_3S$ و افت ناشی از سرخ شدن سیمان نباید به ترتیب بیش از ۴درصد و ۰/۵درصد باشد. همچنین تغییر در مقدار سولفات ($SO_3$) باید به ۰/۲± درصد محدود گردد.

ب-۳- هرچند افزایش نرمی سیمان سبب افزایش سرعت واکنش هیدراسیون می‌شود، اما نرمی بسیار زیاد قابل قبول نیست، زیرا تقاضای آب مخلوط را افزایش می‌دهد. بنابراین سیمان پرتلند نوع ۳ فقط در مواردی باید استفاده شود که مقاومت زیاد زودرس نیاز باشد.

ب-۴- برای کسب مقاومت فشاری و دوام مورد نظر در بتن‌های پرمقاومت می‌توان از مواد افزودنی معدنی از جمله پوزولان‌ها مانند بتن معمولی استفاده کرد.

ب-۵- از مواد افزودنی شیمیایی در ساخت بتن پرمقاومت مانند بتن معمولی می‌توان استفاده کرد، اما از سازگاری سیمان و مواد افزودنی به خصوص فوق روان‌کننده باید اطمینان حاصل کرد. از آزمایش اسلامپ به عنوان یکی از روش‌های بررسی می‌توان استفاده کرد.

ب-۶- مقاومت فشاری سنگدانه‌ها باید حداقل برابر با مقاومت فشاری خمیر سیمان مصرفی در بتن پرمقاومت باشد و سنگدانه درشت نباید دارای صفحات ضعیف باشند. برای بهبود کارایی و کاهش مقدار خمیر سیمان، سنگدانه ریز باید گرد و برای بهبود مقاومت پیوستگی بین سنگدانه و خمیر سیمان، سنگدانه درشت زاویه دار (شکسته) باشند.

ب-۷- مقدار مناسب سیمان بین ۳۹۰ تا ۵۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. در صورت عدم کسب مقاومت فشاری مورد نظر با استفاده از مقادیر سیمان ذکر شده، باید با کاهش نسبت آب به سیمان مخلوط و استفاده از مواد افزودنی معدنی مناسب به مقاومت فشاری متوسط لازم دست یافت.

ب-۸- حجم سنگدانه درشت در بتن پرمقاومت معمولاً بیشتر از بتن معمولی است. با مدول نرمی ماسه بین ۲/۵ تا ۳/۲ و بر مبنای اندازه حداکثر سنگدانه برابر با ۹/۵، ۱۲/۵، ۱۹ و ۲۵

میلیمتر، حجم شن در مخلوط بتن به ترتیب برابر با ۰/۶۵، ۰/۶۸، ۰/۷۲ و ۰/۷۵ توصیه می‌شود.

ب-۹- برای ساخت بتن با مقاومت فشاری تا ۶۰ مگاپاسکال، اندازه حداکثر شن باید ۱۹ یا ۲۵ میلی‌متر و برای مقاومت فشاری بیشتر تا ۱۰۰ مگاپاسکال، اندازه حداکثر شن باید ۹/۵ یا ۱۲/۵ میلی‌متر باشد.

ب-۱۰- مقدار آب مخلوط و نسبت آب به سیمان باید بر اساس مقاومت فشاری مورد نظر تعیین شود. برای کارایی یکسان اندازه حداکثر سنگدانه به مقدار آب مورد نیاز افزوده می‌شود. بازه وسیع مقاومت فشاری با نسبت آب به سیمان بین ۰/۳ تا ۰/۵ قابل کسب است، اما نسبت آب به سیمان نباید کمتر از ۰/۲۶ انتخاب شود.

ب-۱۱- پس از تعیین نسبت مخلوط، باید مخلوط‌های آزمون در آزمایشگاه ساخته شود. مخلوط‌های آزمون باید الزامات کارایی و مقاومت را تأمین کنند، در غیر این‌صورت باید مقدار یا نوع اجزای مخلوط اصلاح شوند.

ب-۱۲- مقاومت فشاری بتن‌های پرمقاومت باید در سن ۵۶ روزه اندازه گیری شود، مگر آن که بتن پرمقاومت زودرس در نظر باشد که باید مقاومت در سن ۲۸ روزه معیار و مورد اندازه گیری قرار بگیرد.

پ- در مورد بتن الیافی رعایت موارد ذیل لازم است:

پ-۱- الیاف در بتن نقش کنترل ترک‌ها را دارد که بر مبنای آن، مقاومت ضربه، خستگی، مقاومت برشی، مقاومت خمشی باقی مانده (پس از ترک‌خوردگی عضو) و ظرفیت جذب انرژی بتن بهبود می‌یابد. اما تأثیرگذاری الیاف در بتن به نوع و مقدار الیاف، شکل، طول، نسبت ظاهری (نسبت طول به قطر الیاف)، مقاومت کششی و مکانیزم مهاری الیاف بستگی دارد.

پ-۲- برای ساخت بتن الیافی می‌توان از مصالح معمول در ساخت بتن استفاده کرد و از انواع الیاف‌ها مانند فولادی، مصنوعی و طبیعی بهره گرفت. بعضی از الیاف مصنوعی مانند شیشه و اکثر الیاف طبیعی بامبو در محیط قلیایی بتن آسیب‌پذیرند. قبل از مصرف این نوع الیاف باید با پوشش‌های مناسب، سطح الیاف حفاظت شوند.

پ-۳- برای بتن‌های با مقاومت فشاری بیشتر از ۶۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی الیاف فولادی مصرفی باید بیش از ۱۵۰۰ مگاپاسکال باشد تا از رفتار ترد عضو بتنی جلوگیری شود.

پ-۴- برای جلوگیری از قلوه‌کن‌شدگی بتن در هنگام آتش‌سوزی، باید از الیاف پلی‌پروپیلن به مقدار ۰/۳۵ درصد حجم بتن استفاده شود. تشخیص ضرورت مقاومت در مقابل آتش‌سوزی بعهده کارفرما است.

پ-۵- بهبود خواص بتن با استفاده از الیاف گسترده است و شامل افزایش مقاومت طاقت، مقاومت ضربه، مقاومت خستگی و کاهش ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی پلاستیک است. انتخاب نوع و مقدار الیاف، طول و نسبت ظاهری و مقاومت کششی الیاف باید بر مبنای بهبود خاصیت مورد نظر بتن صورت پذیرد.

پ-۶- مقاومت پیوستگی بین الیاف و خمیر سیمان در بتن نباید در حد کم باشد که در بارهای کم، الیاف به آسانی از خمیر سیمان بیرون کشیده شود و در حد زیاد نباشد که الیاف بدون جذب انرژی شکسته شوند.

پ-۷- برای انتخاب نوع و مقدار الیاف و حصول اطمینان از عملکرد الیاف، تولید کننده موظف است بر مبنای مستندات آزمایشگاهی، اطلاعات مورد نیاز را ارائه دهد. در غیر اینصورت، باید آزمایش‌های مربوط انجام شوند.

پ-۸- در طرح اختلاط بتن الیافی باید موارد ذیل را درنظر گرفت:

تعیین نسبت مخلوط بتن الیافی مشابه بتن معمولی است. اما الیاف بر کارایی مخلوط بتن اثر دارد و باعث کاهش آن می‌شود و هرچه مقدار الیاف و طول آن بیشتر باشد از کارایی بیشتر کاسته می‌شود. بنابراین باید در تعیین نسبت مخلوط بتن یک یا چند از موارد به شرح زیر در اصلاح مخلوط اعمال شوند:

کاهش مقدار شن، افزایش مقدار سیمان، افزایش مقدار ماسه، استفاده از فوق‌روان‌کننده و کاهش اندازه حداکثر شن.

کاهش مقدار شن در مخلوط بتن یکی از مؤثرترین روش‌های جلوگیری از افت کارایی ناشی از الیاف در مخلوط است. بین درصد وزنی کاهش شن و $V(L/d)$ رابطه خطی وجود دارد که در آن $V$ درصد حجم الیاف و $L/d$ نسبت ظاهری الیاف است. برای مقدار $V(L/d)$ از ۲۰ تا

۷۰، باید مقدار شن بین ۵ تا ۲۰ درصد کاهش یابد تا کارایی بتن مشابه بتن بدون الیاف تأمین گردد.

پ-۹- برای اندازه گیری کارایی بتن الیافی نباید از اسلامپ استفاده شود، بلکه باید از مخروط اسلامپ معکوس و یا آزمایش زمان وی‌بی استفاده گردد.

ت- بتن خودمتراکم شونده

ت-۱- بتن‌های خود متراکم شونده، بتن‌هایی با روانی زیاد و خاصیت جاری شدن بوده و بدون نیاز به لرزاندن در قالبها ریخته می‌شوند. این بتن‌ها دارای سه مشخصه اصلی می‌باشند:

**قابلیت جاری شدن:** داشتن روانی کافی بتن برای جاری شدن تحت وزن خود و بدون نیاز به ویبره برای پرکردن فضاهای خالی تحت شرایط پیچیده قالب.

**قابلیت عبور (از شبکه آرماتور):** قابلیت عبور از فضاهای تنگ بتن مانند فضاهای خالی بین آرماتورها، بدون جداشدگی سنگدانه و گرفتار شدن سنگدانه‌ها در میان آرماتورها.

**قوام (پایداری):** قابلیت بتن برای حفظ قوام و عدم جداشدگی سنگدانه در طول مدت حمل، بتن‌ریزی و پس از آن.

ت-۲- آزمایشاتی که برای سنجش قابلیت بتن‌های خود متراکم شونده تدوین شده‌اند معمولا برای سنجش خواص مذکور یا ترکیبی از این خواص می‌باشند. برخی از این آزمایشات شامل اندازه‌گیری جریان اسلامپ مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۲۷۰، اندازه‌گیری میزان جداشدگی ایستایی مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۵، آزمون جعبه L شکل مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰-۳۲۰۳، آزمون قیف V مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۹-۳۲۰۳، آزمون سنجش قابلیت عبور به وسیله دستگاه حلقه J مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۲۷۱، تعیین مقاومت در برابر جداشدگی با الک مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱-۳۲۰۳ و آزمون جعبه U می‌باشند.

ت-۳- خواص بتن‌های خودمتراکم شونده را می‌توان از طریق کنترل حداکثر بعد سنگدانه، استفاده از مقدار مناسب ریزدانه‌ها، استفاده از پودر سنگ، استفاده از مواد دارای سطح ویژه بالا مانند نانومواد و پوزولان‌ها، استفاده از اصلاح‌کننده‌های لزجت و مقدار و نوع مناسب روانساز کنترل نمود. توصیه می‌شود که خواص بتن‌های خودمتراکم شونده با راهنماهای تهیه شده

در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و اداره استاندارد ملّی ایران مطابقت داشته باشد، همچنین می‌توان از دستورالعمل‌های معتبر که در سطح بین‌المللی تدوین شده‌اند برای طرح بتن‌های خودمتراکم شونده استفاده نمود.

ت-۴- استفاده از انواع سیمان‌های پرتلند در ساخت بتن خود متراکم شونده مجاز است، مگر آن‌که شرایط محیطی و دوام محدودیت در انتخاب نوع سیمان را ایجاب کند.

ت-۵- پودر سنگ‌های خنثی مانند آهکی، بازالت و کوارتز حاصل از آسیاب کردن سنگ‌ها و سیمان پرتلند آهکی برای تأمین گرانروی مخلوط بتن مجاز می‌باشند. اما هیچ نوع ترکیب زیان‌آور در ترکیبات پودرها نباید وجود داشته باشد. دانه‌بندی پودر سنگ می‌تواند ریزدانه‌تر یا درشت‌تر و یا مشابه دانه‌بندی سیمان پرتلند باشد.

ت-۶- مواد افزودنی معدنی مانند دوده سیلیس، کائولین و سرباره به عنوان جایگزین بخشی از سیمان و یا به عنوان پرکننده در مخلوط بتن مجاز می‌باشند.

ت-۷- برای تأمین مخلوط بتن استفاده از ماده افزودنی شیمیایی اصلاح‌کننده گرانروی مجاز است. همچنین برای ساخت مخلوط بتن با گرانروی مناسب ترکیب پودر سنگ و پودرهای فعال و ماده اصلاح‌کننده گرانروی امکان‌پذیر است.

ت-۸- تأمین روانی مخلوط بتن باید توسط مواد افزودنی فوق روان‌کننده‌های ممتاز مانند پلی‌کربوکسیلات فراهم گردد.

ت-۹- استفاده از هر اندازه حداکثر سنگدانه در ساخت بتن خود متراکم شونده مجاز است، اما توصیه می‌شود برای حفظ پایداری مخلوط، اندازه حداکثر به ۲۰ میلی‌متر محدود شود.

ت-۱۰- در طرح مخلوط بتن های خودمتراکم شونده لازم است موارد ذیل مراعات گردد:

تعیین نسبت‌های مخلوط بتن خودمتراکم شونده باید به نحوی انجام شود که خصوصیات مورد نظر شامل قابلیت پرکنندگی، قابلیت عبور و پایداری مورد نظر را تأمین کند. درجه مورد نیاز این خصوصیات تابع تراکم میلگردها، شکل و اندازه قالب و روش بتن‌ریزی است. بنابراین در هنگام طرح مخلوط باید خصوصیات مورد نظر مورد بررسی قرار بگیرند.

مقادیر مصالح باید با موارد به شرح زیر مطابقت داشته باشند، مگر آن‌که بررسی آزمایشگاهی نشان دهد که خارج از محدوده‌های ذکر شده تأثیر نامطلوب بر خواص بتن تازه و سخت شده ندارد.

نسبت حجمی آب به کل پودر (شامل سیمان، پودر سنگ و مواد افزودنی معدنی)، باید بین ۰/۸ تا ۱/۱۰ و حجم خمیر باید بین ۳۴ تا ۴۰ درصد کل حجم مخلوط باشد.

مقدار سنگدانه درشت باید بین ۲۸ تا ۳۵ درصد حجم مخلوط باشد.

کل مقدار پودر باید ۳۸۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد.

در تعیین نسبت مخلوط باید ابقاپذیری که ظرفیت مخلوط بتن در حفظ الزامات عملکرد در حالت تازه و سخت شده است بررسی شود و با تغییرات ناچیز در کمیت و کیفیت مصالح و مواد مصرفی و روش اجرا در خصوصیات بتن تازه و خواص بتن سخت شده، تغییرات عمده ایجاد نشود. برای بررسی ابقاپذیری باید روش زیر اتخاذ گردد:

مخلوط بتن طبق نسبت‌های تعیین شده همراه با دو مخلوط دیگر که در یکی مقدار آب ۸ لیتر در مترمکعب بیشتر از طرح مخلوط مورد نظر و در مخلوط دیگر مقدار آب ۸ لیتر در مترمکعب کمتر از طرح ساخته شوند. مقادیر آزمایش اسلامپ جاری شدن و آزمایش T-۵۰ هر یک از دو مخلوط (با افزایش و کاهش آب مخلوط) نباید بیشتر از ۱۵ درصد با مخلوط اصلی تفاوت داشته باشند. انحراف استاندارد مقاومت فشاری ۲۸ روزه این دو مخلوط نباید بیشتر از ۴ مگاپاسکال از بتن اصلی در نمونه‌های آزمایشگاهی و بیشتر از ۵ مگاپاسکال در نمونه‌های کارگاهی تفاوت داشته باشند.

ث- در مورد بتن‌های اصلاح شده با پلیمر رعایت موارد ذیل لازم است:

ث-۱- در هنگام مخلوط کردن اجزای بتن، پلیمرهای آلی به مخلوط اضافه می‌شوند. پلیمرهای آلی از مولکول‌هایی تشکیل شده‌اند که مونومر نامیده می‌شوند و واکنشی که مونومرها را ترکیب می‌کند به پلیمریزاسیون موسوم است. معمولاً پلیمرها به صورت محلول در آب تولید می‌شوند که به آنها لاتکس گفته می‌شود. هرچند تنوع در لاتکس‌ها زیاد است، اما فقط آن موادی که به صورت خاص برای سیمان پرتلند فرموله شده‌اند، برای ملات و بتن مناسب می‌باشند. هر یک از انواع لاتکس‌ها می‌تواند خواص معینی از ملات و یا بتن را تغییر دهد. با استفاده از منومرهای مختلف مانند استایرن، بوتادین و اکریلیک می‌توان لاتکس از یک نوع، اما با خواص متفاوت تولید کرد. بنابراین، هر نوع لاتکس دارای کوپلیمرهای مختلف است. لاتکس‌ها می‌توانند بعضی از خواص ملات یا بتن را بهبود بخشند، اما تغییر در خواص به نوع لاتکس مصرفی بستگی دارد. به طور کلی لاتکس‌ها، مقاومت سایش، مقاومت‌های کششی و

خمشی، مقاومت در مقابل یخزدگی و آب شدن بتن را افزایش می‌دهند و نفوذپذیری، مدول الاستیسیته و جمع شدگی بتن را کاهش می‌دهند.

ث-۲- کاهش مدول الاستیسیته ناشی از مصرف لاتکس‌ها در ملات یا بتن منجر به کاهش تنش‌ها به دلیل اختلاف کرنش‌های حرارتی و جمع شدگی می‌شود و تمایل بتن به ترک‌خوردگی کاهش می‌یابد.

ث-۳- مصالح مصرفی برای ساخت ملات یا بتن اصلاح شده با لاتکس مشابه بتن معمولی است و فقط ترکیب لاتکس که به بتن و ملات معمولی افزوده می‌شود، آن را متمایز می‌کند. لاتکس‌ها را بر حسب نوع بار الکتریکی روی منومرها، می‌توان به سه گروه تقسیم کرد. نوع ماده فعال‌کننده سطحی که برای پراکنده کردن منومرها استفاده می‌شود، مبنای این تقسیم‌بندی است. گروه‌ها به کاتیونی (بار مثبت)، آنیونی (بار منفی) و غیر یونی (بدون بار) تقسیم می‌شوند. لاتکس‌های کاتیونی یا آنیونی برای استفاده با سیمان مناسب نیستند، زیرا پایداری لازم را ندارند. بنابراین فقط لاتکس‌های غیر یونی باید استفاده شوند.

ث-۴- معمولاً لاتکس‌هایی که در ملات یا بتن استفاده می‌شوند، شامل لاتکس تک پلیمر استات‌وینیل و یا همراه با مونومرهای اتیلن، اکریلات‌اتیل و ایستروینیل لاتکس کوپلیمر اکریلات‌اتیل و لاتکس کوپلیمر استایرن‌بوتادین است.

ث-۵- تمام لاتکس‌ها باید حاوی مواد ضدکف باشند، زیرا لاتکس‌ها در مخلوط بتن تولید حباب‌های هوا می‌کنند که بر خواص بتن اثر منفی دارد.

ث-۶- پلیمرهایی که حاوی کلریدها هستند نباید در بتن‌آرمه استفاده شوند، زیرا در محیط قلیایی بتن، کلریدها آزاد و سبب خوردگی میلگردها می‌شوند. مونومرهایی که در این گروه جای دارند، کلراید وینی‌لیدین است.

ث-۷- در انتخاب نوع و مقدار لاتکس، باید تولیدکننده‌ها با مدارک مستند، اثر لاتکس در خواص ملات یا بتن را در شرایط محیطی مورد نظر ارائه دهند. در غیر این صورت باید مورد بررسی آزمایشگاهی قرار بگیرد.

ث-۸- در طرح مخلوط بتن‌های پلیمری موارد ذیل لازم است رعایت شوند:

حدود ۵۰ درصد وزن لاتکس‌ها، از آب تشکیل می‌شوند و بنابراین برای بهره بهینه از لاتکس‌ها، باید از مقدار آب مخلوط ملات یا بتن کاسته شود.

مقدار بهینه لاتکس‌ها بین ۸ تا ۲۰ درصد جامدات خشک پلیمر و وزن سیمان است. مقدار کمتر و یا بیشتر لاتکس باعث اثرات نامطلوب بتن می‌شود. مقدار بهینه لاتکس در ملات یا بتن باید توسط تولیدکننده با مستندات مربوط توصیه شود.

برای تعیین نسبت مخلوط ملات یا بتن اصلاح شده با لاتکس، باید در آزمایشگاه مخلوط‌های آزمون ساخته و برای خواص مورد نظر بررسی شوند.

ج- در مورد بتن‌های سبک موارد ذیل باید رعایت شود:

ج-۱- کارایی بتن تازه سبک، نیاز به توجه خاصی دارد، زیرا سنگدانه‌های سبک در مخلوط‌های دارای روانی زیاد، تمایل به جدا شدن دارند. بنابراین لازم است که حداکثر اسلامپ محدود شده و از ماده افزودنی حباب هواساز به میزان ۵ تا ۷ درصد (صرفنظر از افزایش دوام بتن در برابر یخ زدن و آب شدن) استفاده شود تا بدون جداشدگی سنگدانه‌ها و آب‌انداختگی بتن، کارایی مورد نظر حاصل گردد.

ج-۲- ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی الزامی نمونه‌های بتن سبک سازه‌ای مطابق جدول ۵-۶-۷ می‌باشد. همچنین ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های سبک مصرفی در این بتن، مطابق جدول ۵-۶-۸ می‌باشد.

ج-۳- بتن سبک در مقایسه با بتن معمولی، رطوبت بیشتری از خود عبور داده، بنابراین دارای جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن و خزش بیشتری می‌باشد که باید در طراحی مورد توجه قرار گیرد.

چ- در مورد بتن‌های پاششی (شاتکریت) رعایت موارد ذیل لازم است:

چ-۱- بایستی بین ترکیب مخلوط اولیه یعنی مخلوط در حال خروج از نول (سرشلنگی) و مخلوط پاشیده شده بر روی سطح تفاوت قائل شد. به دلیل همین تفاوت‌ها، کنترل دقیق و انجام آزمایش در مراحل مختلف بتن‌پاشی ضروری است.

چ-۲- نسبت آب به سیمان برای این نوع بتن در حدود ۰/۵- ۰/۳۵ است.

چ-۳- نسبت‌های اختلاط، در حدود یک قسمت حجمی سیمان و ۴/۵-۴ قسمت سنگدانه خشک در حالت غیرمتراکم است.

چ-۴- ماسه مصرفی می‌تواند گردگوشه یا تیزگوشه باشد.

چ-۵- مشخصات افزودنی‌های بتن پاششی در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۱ ارائه شده است.

چ-۶- طبق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۵۹۹ مواد هوادار نباید در تولید بتن‌های پاششی الیافی مخلوط خشک استفاده شوند. بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۵۹۹ الیافی که در تولید بتن‌های پاششی الیافی مورداستفاده قرار می‌گیرند در سه رده الف) الیاف‌های فولادی کربنی یا فولاد آلیاژی یا فولاد ضد زنگ، ب) الیاف شیشه‌ای مقاوم در برابر قلیا و پ) الیاف مصنوعی دیگر که دارای مقاومت بالا در برابر رطوبت، قلیا و مواد موجود در افزودنی‌های شیمیایی بتن باشند، قرار می‌گیرند.

چ-۷- سنگدانه‌های مورداستفاده در بتن پاششی در دو رده با حداکثر بعد ۱۲/۵ و ۹/۵ میلی‌متر قرار می‌گیرند. محدوده‌های دانه‌بندی و ویژگی مصالح موردمصرف در تولید بتن پاششی در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۲۰ ارائه گردیده است.

ح- بلوک‌های سیمانی: مطابقت ویژگی‌های بلوک‌های سیمانی (که در سقف استفاده نمی‌شوند) با استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۰ الزامی است. بلوک‌های سیمانی توخالی باید کاملاً سالم باشند و شکستگی ابعاد و نواقص دیگری نداشته باشند تا باعث ضعف بلوک نشود. در هنگام استفاده، بلوک‌ها باید بازرسی و بلوک‌های معیوب کنار نهاده شود. برخی الزامات عملکردی بلوک‌های سیمانی توخالی در جدول ۵-۷-۱۹ ارائه گردیده است. ویژگی‌های بلوک‌های سیمانی سقفی مورد استفاده در سقف‌های تیرچه بلوک باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۲۹۰۹ باشد.

**جدول ۵-۷-۱۹ الزامات عملکردی بلوک‌های سیمانی توخالی مورد مصرف در دیوارچینی**

| نوع بلوک | رده جرم مخصوص | جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب) | حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | | حداکثر جذب آب (کیلوگرم بر مترمکعب) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | میانگین | نمونه منفرد | |
| باربر | ۲/۲ | ۲۲۰۰-۲۰۰۰ | ۱۴ | ۱۲ | ۲۰۸ |
| | ۲/۴ | ۲۴۰۰-۲۲۰۰ | | | |
| غیرباربر | ۲/۲ | ۲۲۰۰-۲۰۰۰ | ۴/۵ | ۳/۵ | - |
| | ۲/۴ | ۲۴۰۰-۲۲۰۰ | | | |
| روش آزمون (بر اساس استاندارد شماره) | | ۷۰-۲ | ۷۰-۲ | | ۷۰-۲ |

خ- بلوک‌های (قطعات) سیمانی سبک: مطابقت ویژگی‌های بلوک‌های سیمانی سبک غیرباربر با استاندارد ملّی ایران شماره ۷۷۸۲ الزامی است. میانگین مقاومت فشاری بلوک‌های سیمانی سبک غیرباربر، براساس ردهٔ مقاومت فشاری، باید بین ۲/۵ تا ۱۰ مگاپاسکال باشد. جذب آب بلوک‌های سیمانی سبک غیرباربر، براساس ردهٔ جرم مخصوص ظاهری (رده‌های ۱، ۲ و ۳)، باید حداکثر ۲۸۸ و ردهٔ ۴ حداکثر باید ۲۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد. میزان رطوبت بلوک‌های سیمانی سبک غیرباربر، با توجه به درصد جمع‌شدگی خطی و برحسب میزان رطوبت در منطقهٔ اجرا، باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۷۷۸۲ مطابقت کند. جمع شدگی خشک خطی بلوک‌های سیمانی سبک غیرباربر حداکثر باید ۰/۰۶۵ درصد باشد.

د- بلوک‌های (قطعات) بتن هوادار اتوکلاو شده: مطابقت ویژگی‌های بلوک‌های بتنی هوادار اتوکلاو شده با استاندارد ملّی ایران شماره ۸۵۹۳ الزامی است. ویژگی‌های فیزیکی بلوک‌های بتن هوادار اتوکلاوشده باید مطابق جدول ۵-۷-۲۰ باشد.

ذ- بلوک‌های (قطعات) بتنی سبک اسفنجی (سلولی): خصوصیات بلوک‌های بتن سبک سلولی باید منطبق بر استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۴ باشد. ویژگی‌های فیزیکی الزامی بلوک‌های بتن سبک اسفنجی در جدول ۵-۷-۲۱ ارائه گردیده است. حداکثر جمع شدگی این بلوک‌ها نباید از شصت و پنج هزارم ۰/۰۶۵ تجاوز کند.

ر- موزاییک: ویژگی‌های انواع موزاییک باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۵ باشد.

میانگین مقاومت خمشی موزاییک نباید کم‌تر از ۵ مگاپاسکال بوده و هیچ موزائیک منفردی دارای استحکام خمشی کمتر از ۴ مگاپاسکال نباشد. ضریب اصطکاک سطح رویه موزاییک باید در حدی باشد که احتمال سرخوردن روی آن وجود نداشته باشد. جذب آب کل هر نمونه منفرد موزاییک نباید از ۸ درصد وزنی تجاوز کند، همچنین جذب آب هر نمونه منفرد نباید بزرگتر از ۰/۴ گرم بر سانتی‌متر مربع باشد.

ز- ورق‌های سیمانی الیاف‌دار: ویژگی‌های ورق‌های صاف سیمانی الیاف دار باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۱۵ باشد. حداقل مدول گسیختگی الزامی ورق‌های صاف سیمانی در جدول ۵-۷-۲۲ ارائه گردیده است. رعایت ضوابط استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۲۷۶ در مورد ورق‌های سیمان الیافی موج دار مورداستفاده در بام پوش الزامی می‌باشد.

**جدول ۵-۷-۲۰ مشخصات بلوک‌های بتنی هوادار اتوکلاو شده**

| رده مقاومتی | مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | | جرم مخصوص خشک اسمی (کیلوگرم بر مترمکعب) | محدوده جرم مخصوص خشک (کیلوگرم بر مترمکعب) | حداکثر میانگین جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن، درصد |
|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین | حداقل | | | |
| ب-ه-ا-۲ | ۲/۵ | ۲ | ۴۰۰<br>۵۰۰ | ۴۵۰-۳۵۰<br>۵۵۰-۴۵۰ | ۰/۰۲ |
| ب-ه-ا-۴ | ۵ | ۴ | ۵۰۰<br>۶۰۰<br>۷۰۰<br>۸۰۰ | ۵۵۰-۴۵۰<br>۶۵۰-۵۵۰<br>۷۵۰-۶۵۰<br>۸۵۰-۷۵۰ | |
| ب-ه-ا-۶ | ۷/۵ | ۶ | ۶۰۰<br>۷۰۰<br>۸۰۰ | ۶۵۰-۵۵۰<br>۷۵۰-۶۵۰<br>۸۵۰-۷۵۰ | |
| روش آزمون (استاندارد شماره) | ۸۵۹۶ | | ۸۵۹۴ | ۸۵۹۴ | ۸۵۹۲ |

**جدول ۵-۷-۲۱ مشخصات بلوک‌های بتنی سبک اسفنجی**

| رده مقاومتی | حداقل مقاومت فشاری (مگاپاسکال) | | میانگین جرم مخصوص خشک | محدوده جرم مخصوص خشک | حداکثر جذب آب، درصد |
|---|---|---|---|---|---|
| | منفرد | میانگین | (کیلوگرم بر مترمکعب) | (کیلوگرم بر مترمکعب) | |
| ۲ | ۱/۵ | ۲ | ۵۰۰<br>۶۰۰<br>۷۰۰ | ۴۵۰-۵۵۰<br>۵۵۰-۶۵۰<br>۷۵۰-۶۵۰ | ۱۵<br>۱۵<br>۱۵ |
| ۲/۵ | ۲ | ۲/۵ | ۸۰۰<br>۹۰۰ | ۷۵۰-۸۵۰<br>۸۵۰-۹۵۰ | ۱۲/۵<br>۱۲/۵ |
| ۳/۵ | ۳ | ۳/۵ | ۱۰۰۰<br>۱۱۰۰ | ۹۵۰-۱۰۵۰<br>۱۰۵۰-۱۱۵۰ | ۱۰<br>۱۰ |
| ۶/۵ | ۳ | ۶/۵ | ۱۲۰۰ | ۱۱۵۰-۱۲۵۰ | ۱۰ |
| روش آزمون (استاندارد شماره) | ۷۰-۲ | | ۸۵۹۴ | ۸۵۹۴ | ۷۰-۲ |

**جدول ۵-۷-۲۲ مشخصات مدول گسیختگی ورق‌های صاف سیمانی الیافی**

| طبقه‌بندی | حداقل مدول گسیختگی (مگاپاسکال) | |
|---|---|---|
| | ورق‌های نوع الف | ورق‌های نوع ب |
| ۱ | - | ۴ |
| ۲ | - | ۷ |
| ۳ | ۷ | ۱۰ |
| ۴ | ۱۳ | ۱۶ |
| ۵ | ۱۸ | ۲۲ |
| روش آزمون (استاندارد شماره) | ۷۵۱۵ | |

برای ورق‌های سیمانی نوع الف باید آزمون‌های نفوذپذیری آب، مقاومت در برابر یخزدگی، آب گرم، بارش-گرمایش و خیساندن و خشکاندن مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۱۵ انجام گیرد.

ژ- مشخصات ملات‌های بنایی آماده (ملات بستر، درزبندی و ماله‌کشی) برای استفاده در دیوارهای بنایی، ستون‌ها و جداگرها باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۰۶ باشد. سایر انواع ملات در فصل مربوطه توضیح داده شده‌اند.

س- ویژگی‌های قطعات بتنی سبک هبلکس باید منطبق بر استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۰۷ باشد.

ش- سایر فرآورده‌های سیمانی

ش-۱- سقف پوش‌های بتنی: ویژگی‌های سقف پوش‌های بتنی ماشینی، که از سیمان هیدرولیکی، آب و سنگدانه‌های معدنی و در صورت لزوم سایر افزودنی‌ها ساخته شده باشند، باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۳ مطابقت داشته باشد.

ش-۲- قطعات پیش ساخته بتنی نقشدار با طرح چوب: مشخصات و ویژگی‌های فنی قطعات پیش ساخته بتنی نقشدار با طرح چوب مورداستفاده در پارک‌ها بعنوان المان شهری باید مطابق با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۰۹ باشد.

ش-۳- نرده‌های بتنی: مشخصات و ویژگی‌های فنی نرده‌های پیش ساخته بتنی برای کاربردهای معماری باید مطابق با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۰۸ باشد.

ش-۴- سنگ‌های بتنی: سنگ بتن قطعات بتنی عمدتا پیش ساخته هستند که دارای مشخصات مشابه سنگ‌های تراش خورده یا قواره بوده و معمولاً برای بازسازی و تزئین در نما یا قسمت‌های داخلی ساختمان و یا محوطه سازی مورداستفاده قرار می‌گیرند. مشخصات و ویژگی‌های فنی سنگ بتنی برای کاربردهای معماری (بتن سنگ) باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۰۳۸ باشد.

**۵-۷-۲-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد**

الف- بلوک سیمانی توخالی: روش‌های آزمایش بلوک سیمانی توخالی باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۰ باشد. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از: اندازه‌گیری ابعاد و رواداری، اندازه‌گیری مقاومت فشاری، اندازه‌گیری جذب آب، اندازه‌گیری جرم مخصوص توده‌ای.

ب- بلوک سیمانی سبک غیرباربر: این بلوک‌ها نیز باید با روش‌های برشمرده شدهٔ استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۰ آزمایش شوند. این آزمایش‌ها عبارت است از: اندازه‌گیری ابعاد و رواداری،

اندازه‌گیری مقاومت فشاری، اندازه‌گیری جذب آب، اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری، تعیین میزان رطوبت. آزمایش اندازه‌گیری میزان جمع‌شدگی خشک خطی باید براساس استانداردهای معتبر انجام شود.

پ- موزاییک: روش‌های آزمایش موزاییک باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۵ باشد. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از: اندازه‌گیری ابعاد و رواداری، تعیین گونیا بودن و تابیدگی، تعیین نیروی استحکام خمشی، تعیین میزان سایش، تعیین مقاومت در برابر سرخوردن، اندازه‌گیری جذب آب، تعیین مقاومت در برابر یخزدگی.

ت- ورق‌های صاف الیاف سیمانی: روش‌های آزمایش ورق‌های صاف الیاف سیمانی باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۱۵ باشد. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از: تعیین ابعاد، رواداری و شکل، اندازه‌گیری مقاومت خمشی، اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری، نفوذپذیری آب، مقاومت در برابر یخزدگی، آب گرم، بارش- گرمایش و خیساندن- خشکاندن.

ث- روش‌های آزمایش بلوک‌های بتنی سبک سلولی بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۴ شامل رواداری‌های ابعادی، دانسیته، مقاومت فشاری، جذب آب، جمع شدگی ناشی از خشک شدن، هدایت حرارتی و ویژگی‌های ظاهری می‌باشند.

ج- استانداردهای استفاده شده در این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۷-۳ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

هنگام کار با سیمان، باید از دستکش، عینک و ماسک حفاظتی استفاده شود.

### ۵-۷-۴ سازگاری

**۵-۷-۴-۱** در نقاط مرطوب، ملات و بتن نباید مستقیماً در مجاورت گچ و فرآورده‌های گچی قرار گیرند.

**۵-۷-۴-۲** از به کار بردن مواد اسیدی بر روی فرآورده‌های سیمان پرتلندی باید پرهیز شود.

**۵-۷-۴-۳** از مواد پاک کنندهٔ اسیدی نباید در ملات و بتن استفاده شود.

**۵-۷-۴-۴** نماهای بتنی با استفاده از پوشش مناسب، باید در مقابل باران‌های اسیدی، حفاظت شوند.

**۵-۷-۴-۵** ملات یا بتن اصلاح شده با لاتکس‌ها وقتی در معرض دایمی آب قرار می‌گیرند باعث کاهش خواص از جمله مقاومت‌های فشاری، کششی و خمشی می‌شود. بنابراین ملات یا بتن اصلاح شده نباید در ساختمان‌هایی استفاده شوند که به طور مستمر در معرض آب قرار دارند.

## ۵-۷-۵ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

### ۵-۷-۵-۱ بسته‌بندی، حمل و نگهداری سیمان‌های کیسه‌ای

**۵-۷-۵-۱-۱** سیمان پرتلند باید در کیسه‌های مناسب، مقاوم و قابل انعطاف بسته‌بندی شود، به‌گونه‌ای که رطوبت و مواد خارجی نتوانند به داخل آن نفوذ کنند و کیسه سیمان در هنگام حمل و نقل پاره نشود.

**۵-۷-۵-۱-۲** مشخصات پاکت کاغذی سیمان‌های کیسه‌ای می‌باید مطابق با استاندارد ملّی ایران به شماره ۴۵۴۳ باشد. استفاده از پاکت‌ها یا کیسه‌های نفوذپذیر در برابر رطوبت مجاز نیست.

**۵-۷-۵-۱-۳** بر روی کیسه‌های سیمان باید نوع سیمان پرتلند (یک تا پنج) و تاریخ تولید سیمان درج شود. در سیمان‌های نوع یک، باید مقاومت سیمان نیز قید گردد.

**۵-۷-۵-۱-۴** وزن اسمی هر کیسه سیمان پرتلند ۵۰ کیلوگرم می‌باشد.

**۵-۷-۵-۱-۵** برای هر محموله وارد شده به کارگاه، مشخصات کارخانه و نوع سیمان و تاریخ تولید باید در برگ تحویل ثبت شده باشد.

**۵-۷-۵-۱-۶** سیمان‌های کیسه‌ای باید بر اساس نوع به طور جداگانه در انبار نگهداری شوند، به گونه‌ای که امکان اشتباه آنها با هم وجود نداشته باشد.

**۵-۷-۵-۱-۷** سیمان‌های کیسه‌ای باید بر روی کف خشک، که دست کم به اندازه ۱۰۰ میلیمتر از سطح اطراف خود بالاتر باشد، قرار گیرند.

**۵-۷-۵-۱-۸** شرایط انبار و ترتیب قرار دادن کیسه‌های سیمان در انبار باید به‌گونه‌ای باشد که کیسه‌ها، به ترتیب ورود به انبار مصرف شوند.

**۵-۷-۵-۱-۹** در مناطق خشک، حداکثر تعداد کیسه سیمان که می‌توان بر روی هم انبار کرد ۱۲ پاکت است، مشروط بر اینکه ارتفاع کل آنها از ۱/۸ متر تجاوز نکند. اعداد فوق در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد، به ترتیب ۸ پاکت و ۱/۲ متر می‌باشد.

**۵-۷-۵-۱-۱۰** در مناطق خشک، کیسه‌های سیمان باید نزدیک به یکدیگر، با فاصله ۵۰ تا ۸۰ میلیمتر از یکدیگر قرار داده شوند تا عبور جریان هوا از بین کیسه‌ها موجب خشک شدن سیمان بشود. در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از۹۰ درصد، کیسه‌های سیمان باید به یکدیگر چسبانیده شوند.

**۵-۷-۵-۱-۱۱** کیسه‌های سیمان، در همه مناطق، باید حداقل۳۰۰ میلیمتر از دیوارها و ۶۰۰ میلیمتر از سقف فاصله داشته باشند.

**۵-۷-۵-۱-۱۲** در مناطق و در فصل‌هایی‌که احتمال بارندگی وجود داشته باشد، کیسه‌های سیمان یا باید در انبارهای سرپوشیده نگهداری شود و یا اینکه روی آنها با ورقه‌های پلاستیکی پوشانیده شده و این ورقه‌ها به نحو کاملاً مطمئنی در اطراف پایدار و محکم شود. در این مناطق و در این فصل‌ها، درها، پنجره‌ها و سیستم‌های تهویه باید بسته نگهداشته شوند تا از جریان هوای مرطوب در انبار جلوگیری شود.

**۵-۷-۵-۱-۱۳** سیمان‌های کیسه‌ای باید در مناطق با رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد، ۴۵ روز پس از تولید، و در سایر مناطق ۹۰ روز پس از تولید مصرف شوند و اگر بنا به دلایل غیرقابل اجتناب این امر میسر نشد، این سیمان‌ها باید قبل از مصرف مورد آزمایش قرار گیرند.

**۵-۷-۵-۱-۱۴** سیمانی که به مدت زیاد انبار شود ممکن است به صورت کلوخه‌های فشرده در آید. اینگونه سیمان‌ها را باید با غلتانیدن پاکت‌ها بر روی کف اصلاح کرد تا به صورت پودر درآیند. در صورتی که با یک بار غلتانیدن، کلوخه به پودر تبدیل شود آن را می‌توان مصرف کرد وگرنه قبل از مصرف باید تحت آزمایش‌های مندرج در فصل دهم قرار گیرد و ضوابط این فصل کنترل شود.

**۵-۷-۵-۱-۱۵** سایر ضوابط نگهداری و مصرف سیمان، مطابق با استاندارد ملّی ایران، به شماره ۲۷۶۱ می‌باشد.

**۵-۷-۵-۲ بسته‌بندی، حمل و نگهداری سیمان‌های فله‌ای**

**۵-۷-۵-۲-۱** سیمان‌های فله، باید در سیلوهای استاندارد نگهداری شوند.

**۵-۷-۵-۲-۲** سیلوهای سیمان و شالوده‌های آنها باید از نظرسازه‌ای محاسبه و طراحی شده باشند.

**۵-۷-۵-۲-۳** سیلوهای سیمان باید مجهز به ترازنما، برای تعیین موقعیت تراز سیمان در داخل سیلو، و نیز دریچه‌ای در پایین برای میل زدن، در صورت طاق زدن سیمان باشند.

**۵-۷-۵-۲-۴** برای هر محموله وارد شده به کارگاه، مشخصات کارخانه و نوع سیمان و تاریخ تولید سیمان باید در برگ تحویل ثبت شده باشد.

**۵-۷-۵-۲-۵** از آنجا که انتقال سیمان از مخزن کامیون به داخل سیلو به کمک هوای فشرده صورت می‌گیرد و در نتیجه سیمان به تدریج متورم می‌شود، نباید بیش از ۸۰ درصد ظرفیت اسمی سیلوها را پر کرد.

**۵-۷-۵-۲-۶** سیمان‌های فله را باید براساس نوع آنها به طور جداگانه نگهداری کرد، به گونه‌ای که امکان اشتباه آنها با هم وجود نداشته باشد. نوع سیمان موجود در هر سیلو باید به نحو مناسبی مشخص شود.

**۵-۷-۵-۲-۷** سیمان نگهداری شده در سیلو، باید حداکثر ۹۰ روز پس از تولید مصرف شود، و اگر بنا به دلایل غیر قابل اجتناب این امر امکان‌پذیر نشد، باید قبل از مصرف تحت آزمایش قرار گیرد.

**۵-۷-۵-۲-۸** سایر مشخصات سیلوها و ضوابط نگهداری سیمان در آنها، مطابق با استاندارد ملّی ایران، به شماره ۲۷۶۱ می‌باشد.

# ۵-۸ مواد افزودنی شیمیایی بتن

### ۵-۸-۱ تعریف

**۵-۸-۱-۱ مواد افزودنی بتن:** موادی هستند که علاوه بر آب، سیمان و سنگدانه، در زمان اختلاط به بتن یا ملات اضافه شده و موجب اصلاح برخی از خواص بتن تازه یا سخت شده می‌گردند.

**۵-۸-۱-۲** مواد افزودنی اگر فقط بر روی یکی از خواص بتن (تازه یا سخت‌شده) تأثیر بگذارند مواد افزودنی تک منظوره و در غیر این صورت مواد افزودنی چند منظوره نامیده می‌شوند.

**۵-۸-۱-۳ عملکرد اصلی:** یکی از عملکردهای ماده افزودنی چند منظوره که توسط تولید کننده به عنوان عملکرد اصلی مشخص شده است.

**۵-۸-۱-۴ عملکرد ثانویه:** عملکردهای دیگر ماده افزودنی چند منظوره که علاوه بر عملکرد اصلی آن مشخص شده است.

**۵-۸-۱-۵ ماده افزودنی کندگیر کننده:** ماده افزودنی کندگیر کننده زمان گیرش بتن و تغییر حالت مخلوط از خمیری به سخت، را به تاخیر می‌اندازد.

**۵-۸-۱-۶ ماده افزودنی حباب هواساز:** ماده افزودنی که باعث ایجاد حبابهای ریز و یکنواخت هوا در داخل بتن می‌شود که بعد از سخت شدن نیز باقی می‌مانند.

**۵-۸-۱-۷ ماده افزودنی زودگیر کننده:** ماده افزودنی که زمان گیرش بتن و آغاز تغییر حالت مخلوط بتن از خمیری به سخت را تسریع می‌کند.

**۵-۸-۱-۸ ماده افزودنی زود سخت کننده (تسریع کننده زمان سخت شدگی):** ماده افزودنی که بدون تاثیر روی زمان گیرش روند کسب مقاومت بتن را تسریع می‌کند.

**۵-۸-۱-۹ ماده افزودنی نگهدارنده آب:** ماده افزودنی که با کاهش آب انداختگی میزان از دست دادن آب داخل بتن را کاهش می‌دهد.

**۵-۸-۱-۱۰ ماده افزودنی روان کننده (کاهنده آب):** ماده افزودنی که بدون تغییر روانی، مقدار آب مخلوط بتن را میتواند کاهش دهد، یا بدون تغییر مقدار آب، اسلامپ و روانی را افزایش می‌دهد یا هر دو اثر را بطور همزمان ایجاد می‌کند.

**۵-۸-۱-۱۱ ماده افزودنی فوق روان کننده (فوق کاهنده آب):** ماده افزودنی که بدون تغییر روانی می‌تواند مقدار آب مخلوط بتن را به میزان قابل توجه کاهش دهد، یا بدون تغییر مقدار آب، اسلامپ و روانی را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد، یا هر دو اثر را بطور همزمان ایجاد می‌کند.

**۵-۸-۱-۱۲ ماده افزودنی کاهنده میزان جذب آب:** ماده افزودنی که جذب مویینگی بتن سخت شده را کاهش می‌دهد.

**۵-۸-۱-۱۳ ماده افزودنی کندگیر کننده/ روان کننده:** ماده افزودنی که مجموعه‌ای از اثرات روان کنندگی (عملکرد اصلی) و کندگیر کنندگی (عملکرد ثانویه) را ایجاد می‌کند.

**۵-۸-۱-۱۴ ماده افزودنی کندگیر کننده/ فوق روان کننده:** ماده افزودنی که مجموعه‌ای از اثرات فوق کاهنده آب (فوق روان کننده) (عملکرد اصلی) و کندگیر کننده (عملکرد ثانویه) را ایجاد می‌کند.

**۵-۸-۱-۱۵ ماده افزودنی زودگیر کننده/ روان کننده:** ماده افزودنی که مجموعه‌ای از اثرات کاهنده آب (روان کننده) (عملکرداصلی) و زودگیر کننده (عملکرد ثانویه) را ایجاد می‌کند.

## ۵-۸-۲ دسته‌بندی

انواع مواد افزودنی را می‌توان در گروه‌های مواد افزودنی تک منظوره و مواد افزودنی چند منظوره طبقه‌بندی نمود.

### ۵-۸-۲-۱ انواع مواد افزودنی تک منظوره

ماده افزودنی کاهنده آب (روان‌کننده)

ماده افزودنی کاهنده آب قوی (فوق روان‌کننده)

ماده افزودنی زود سخت‌کننده (تسریع‌کننده زمان سخت‌شدگی)

ماده افزودنی حباب هواساز

ماده افزودنی نگهدارنده آب

ماده افزودنی کاهنده جذب آب

ماده افزودنی کندگیرکننده

ماده افزودنی زودگیرکننده

### ۵-۸-۲-۲ انواع مواد افزودنی چند منظوره

ماده کندگیرکننده/ روان‌کننده

ماده افزودنی زودگیرکننده/ روان‌کننده

ماده افزودنی کندگیرکننده/ فوق روان‌کننده

## ۵-۸-۳ استانداردها

### ۵-۸-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۸-۳-۱-۱** مشخصات مواد افزودنی برای استفاده در بتن بایستی با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۳۰ مطابقت داشته باشد. روش ترکیب و اختلاط برای تولید بتن و ملات شاهد جهت آزمون‌های بررسی تاثیر و سازگاری مواد افزودنی مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۱۷ می‌باشد.

**۵-۸-۳-۱-۲** بر اساس آزمون‌های انجام شده محدوده مصرف ماده افزودنی، بر حسب درصد وزن سیمان، بایستی توسط تولید کننده ارائه گردد، میزان مصرف مجاز نیز بایستی در محدوده توصیه شده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۳** در مواردی ممکن است محدوده مصرف توصیه شده توسط تولید کننده، الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۳۰ را برآورده نکند، در این صورت باید آزمون‌های لازم با مصالح موجود و در محل انجام شود تا میزان مصرف مورد نیاز برای انطباق با ویژگیهای استاندارد مشخص گردد.

**۵-۸-۳-۱-۴** استفاده از کلرید کلسیم فقط در بتن بدون فولاد مجاز است و حداکثر مقدار مصرف آن ۲ درصد وزنی سیمان یا مقدار تعیین شده توسط تولیدکننده می‌باشد.

**۵-۸-۳-۱-۵** ماده افزودنی روان کننده: در اسلامپ برابر برای حالتی که مخلوط آزمایشی حاوی روان کننده دارای مقدار آب ۰/۹۵ یا کمتر نسبت به مخلوط کنترل باشد، مقاومت‌های فشاری ۷ روزه و ۲۸ روزه مخلوط آزمایشی نباید مقداری کمتر از ۱۱۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل در آن سن داشته باشند. همچنین مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مقدار هوای مخلوط کنترل باشد، مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۶** ماده افزودنی فوق روان کننده: در اسلامپ برابر برای حالتی که مخلوط آزمایشی حاوی فوق روان کننده دارای مقدار آب ۰/۸۸ یا کمتر نسبت به مخلوط کنترل باشد، مقاومت‌های فشاری ۱روزه و ۲۸روز مخلوط آزمایشی نباید به ترتیب مقادیری کمتر از ۱۴۰درصد و ۱۱۵درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل در آن سن داشته باشند. مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مقدار هوای مخلوط کنترل باشد، مگر اینکه تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۷** مواد افزودنی نگهدارنده آب: در اسلامپ برابر برای مخلوط آزمایشی حاوی مواد نگهدارنده آب که دارای کمتر از ۵۰ درصد آب انداختگی نسبت به مخلوط کنترل می‌باشد، مقاومت فشاری ۲۸ روزه نباید کمتر از ۸۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد، همچنین مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مقدار هوای مخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۸** مواد افزودنی حباب هواساز: در اسلامپ برابر برای مخلوط آزمایشی حاوی مواد حباب هواساز که بیش از ۲/۵ درصد حجمی هوای بیشتری نسبت به مخلوط کنترل داشته باشد، ضریب فاصله حباب‌های هوا بایستی کمتر از ۰/۲۰۰ میلی‌متر باشد، همچنین مقاومت فشاری ۲۸ روزه مخلوط آزمایشی نباید کمتر از ۷۵ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد.

**۵-۸-۳-۱-۹** مواد افزودنی تندگیر کننده : در اسلامپ برابر برای مخلوط‌های آزمایشی حاوی مواد تندگیر کننده که زمان گیرش اولیهٔ مخلوط آزمایشی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس بیشتر از ۳۰ دقیقه و در دمای ۵ درجه سلسیوس کمتر از ۶۰ درصد زمان گیرش اولیه مخلوط کنترل باشد، مقاومت فشاری ۲۸ روزه نبایستی مقداری کمتر از ۸۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل داشته باشد، همچنین مقاومت فشاری۹۰ روزه مخلوط آزمایشی نباید کمتر از مقاومت فشاری ۲۸ روزه مخلوط کنترل باشد. مقدار هوای مخلوط آزمایشی نیز می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۱۰** مواد افزودنی زود سخت کننده (تسریع کننده زمان سخت شدگی): در اسلامپ برابر برای مخلوط آزمایشی حاوی ماده زود سخت کننده که در $20^{\circ}c$ و ۲۴ ساعت دارای مقاومت فشاری بیشتر از ۱۲۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد، مقاومت فشاری مخلوط آزمایشی در

۲۰°c و ۲۸ روز نباید کمتر از ۹۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل حاصل آید. همچنین در ۵°c و ۴۸ ساعت مقاومت فشاری مخلوط آزمایشی نباید کمتر از ۱۳۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد. مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۱۱** مواد افزودنی کندگیر کننده: در اسلامپ برابر برای مخلوط آزمایشی حاوی ماده کندگیرکننده که زمان گیرش اولیه حداقل ۹۰ دقیقه بیشتر از زمان گیرش اولیه مخلوط کنترل و زمان گیرش نهایی حداکثر ۳۶۰ دقیقه بیشتر از زمان گیرش نهایی مخلوط کنترل باشد، مقاومت فشاری ۷ روزه نبایستی کمتر از ۸۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد. مقاومت فشاری ۲۸روزه مخلوط آزمایشی نیز نبایدکمتر از ۹۰ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد. مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص نکرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۱۲** مواد افزودنی کاهنده میزان جذب آب: در اسلامپ برابر برای مخلوط آزمایشی حاوی ماده جاذب آب که بعد از ۷ روز عمل‌آوری جذب مویینه کمتر از ۵۰ درصد جذب مویینه مخلوط کنترل داشته باشد، نبایستی پس از ۲۸ روز عمل‌آوری جذب مویینه بیشتر از ۶۰ درصد مخلوط کنترل داشته باشد. همچنین مقاومت فشاری ۲۸ روزه مخلوط آزمایشی نباید کمتر از ۸۵ درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد. مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۱۳** ماده افزودنی کندگیر کننده/ روان کننده: در اسلامپ برابر برای حالتی که مخلوط آزمایشی حاوی کندگیر کننده/روان کننده دارای مقدار آب ۰/۹۵ یا کمتر نسبت به مخلوط کنترل باشد، مقاومت فشاری ۲۸ روزه مخلوط آزمایشی نباید کمتر از ۱۰۰درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد. زمان گیرش اولیه‌ی مخلوط آزمایشی باید حداقل ۹۰ دقیقه بیشتر از زمان گیرش اولیه مخلوط کنترل باشد، همچنین زمان گیرش نهایی مخلوط آزمایشی باید حداکثر۳۶۰ دقیقه بیشتر از زمان گیرش نهایی مخلوط کنترل باشد. مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۱۴** مواد افزودنی کندگیر کننده/ فوق روان کننده: در اسلامپ برابر برای حالتی که مخلوط آزمایشی حاوی روان کننده دارای مقدار آب ۰/۸۸ یا کمتر نسبت به مخلوط کنترل باشد، مقاومت‌های فشاری ۷ و ۲۸ روزه مخلوط آزمایشی به ترتیب نباید کمتر از ۱۰۰ و ۱۱۵درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشند. زمان گیرش اولیه مخلوط آزمایشی باید حداقل ۹۰ دقیقه بیشتر از زمان گیرش اولیه مخلوط کنترل باشد. زمان گیرش نهایی مخلوط آزمایشی باید حداکثر ۳۶۰ دقیقه بیشتر از زمان گیرش نهایی مخلوط کنترل باشد. مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصد حجمی بیش از مخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۱۵** مواد افزودنی زودگیر کننده/ روان کننده: در اسلامپ برابر برای حالتی که مخلوط آزمایشی حاوی روان کننده دارای مقدار آب ۰/۹۵ یا کمتر نسبت به مخلوط کنترل باشد، مقاومت فشاری ۲۸روزه مخلوط آزمایشی نباید کمتر از ۱۰۰درصد مقاومت فشاری مخلوط کنترل باشد. زمان گیرش اولیه‌ی مخلوط آزمایشی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نباید کمتراز ۳۰ دقیقه و در دمای ۵ درجه سلسیوس بیشتر از ۶۰ درصد زمان گیرش اولیه مخلوط کنترل باشد. مقدار هوای مخلوط آزمایشی می‌تواند حداکثر ۲ درصدحجمی بیش ازمخلوط کنترل باشد مگر تولید کننده مقدار دیگری را مشخص کرده باشد.

**۵-۸-۳-۱-۱۶** حداقل تعداد تکرار آزمایش‌ها کنترل محصول کارخانه در استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۳۰ ارائه شده است.

**۵-۸-۳-۱-۱۷** مصرف مواد افزودنی نباید باعث ایجاد جمع شدگی و انبساط قابل ملاحظه‌ای در بتن سخت شده شود.

### ۵-۸-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۸-۳-۲-۱ آزمایش‌های کلی:** ترکیبات موثر، جرم مخصوص (برای افزودنی‌های مایع)، مقدار مواد خشک، تاثیر روی گیرش در هنگام مصرف به میزان حداکثر، مقدار کل یون کلراید، مقدار کلراید محلول در آب، رفتار خوردگی، قلیائیت.

**۵-۸-۳-۲-۲ مواد افزودنی فوق کاهنده آب/ فوق روان کننده (با روانی برابر)**: اسلامپ، زمان گیرش، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه

**۵-۸-۳-۲-۳ مواد افزودنی نگهدارنده آب (با روانی برابر)**: آب انداختگی، مقاومت فشاری و مقدار هوای بتن تازه.

**۵-۸-۳-۲-۴ مواد افزودنی حباب هواساز (در روانی برابر)**: مقدار هوای بتن تازه، ضریب فاصله حباب‌های هوا در بتن (یا آزمون ذوب و انجماد)، مقاومت فشاری.

**۵-۸-۳-۲-۵ مواد افزودنی تندگیر کننده (با روانی برابر)**: زمان گیرش، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن.

**۵-۸-۳-۲-۶ مواد افزودنی زود سخت کننده (تسریع کننده زمان سخت‌شدگی) (در روانی‌برابر)**: مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.

**۵-۸-۳-۲-۷ مواد افزودنی کندگیر کننده (در روانی برابر)**: زمان گیرش، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن.

**۵-۸-۳-۲-۸ مواد افزودنی کاهنده میزان جذب آب (با روانی یا نسبت آب به سیمان برابر)**: جذب موئینه، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.

۵-۸-۳-۲-۹ ماده افزودنی کندگیر کننده/ کاهنده آب/ روان کننده (در روانی برابر): مقاومت فشاری، زمان گیرش، اسلامپ، مقدار هوای بتن تازه.

۵-۸-۳-۲-۱۰ مواد افزودنی کندگیر کننده/ فوق کاهنده آب/ فوق روان کننده (در روانی برابر): مقاومت فشاری، زمان گیرش، اسلامپ، مقدار هوای بتن تازه.

۵-۸-۳-۲-۱۱ مواد افزودنی زودگیر کننده/ کاهنده آب/ روان کننده (در روانی برابر): مقاومت فشاری، زمان گیرش، اسلامپ، مقدار هوای بتن تازه

۵-۸-۳-۲-۱۲ آزمایش‌ها برای مواد افزودنی کاهنده آب/ روان کننده: اسلامپ، زمان گیرش، مقاومت فشاری، مقدار هوای بتن تازه.

### ۵-۸-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

**۵-۸-۴-۱** در تماس مستقیم با مواد افزودنی بایستی از دستکش مناسب استفاده نمود و از تماس آنها با بدن جلوگیری نمود.

**۵-۸-۴-۲** در دفع مواد افزودنی بایستی تدابیر کافی اندیشیده شود تا از آلوده شدن محیط زیست با این مواد ممانعت گردد.

### ۵-۸-۵ سازگاری

در مواردی که مواد افزودنی مختلف بصورت همزمان استفاده می‌شوند بایستی نسبت به تاثیرگذاری آنها بر عملکرد یکدیگر و نیز سازگاری آن با سیمان بررسی صورت پذیرد.

### ۵-۸-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۸-۶-۱** تولیدکننده موظف است مشخصات ماده افزودنی، شامل نام محصول، نوع افزودنی، وزن، محدوده پیشنهادی مصرف، زمان تولید و تاریخ مصرف را بر روی بسته‌بندی درج نماید.

**۵-۸-۶-۲** افزودنی‌ها بایستی به نحوی بسته‌بندی شوند که نسبت به رطوبت و یخزدگی محفوظ باشند.

**۵-۸-۶-۳** افزودنی‌ها بایستی در انبارهای سرپوشیده و دور از معرض تابش مستقیم آفتاب نگهداری شوند.

# ۵-۹ آهک و فرآورده‌های آن

## ۵-۹-۱ آهک ساختمانی

### ۵-۹-۱-۱ تعریف

**۵-۹-۱-۱-۱ آهک ساختمانی:** آهکی است که بنا بر مشخصات شیمیایی (خلوص سنگ آهک)، فیزیکی و روش فرآوری (دما و نحوهٔ پخت) برای مصارف ساختمانی ویژه یا معمولی، به صورت آهک زنده یا شکفته، کاربرد دارد. به طور کلی، آهک واژه‌ای است عمومی که برای شکل‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی آهک زنده، آهک هیدراته و آهک هیدرولیک،که ممکن است پرکلسیم، منیزیمی یا دولومیتی باشد، به کار می‌رود. آهک پرکلسیم، منیزیمی و دولومیتی به ترتیب از سنگ آهک با مقدار اندک کربنات منیزیم (کربنات منیزم ۰-۵ درصد)، سنگ آهک منیزیمی با ۵-۳۵ درصد کربنات منیزیم و سنگ آهک دولومیتی حاوی ۳۵-۴۶ درصد کربنات منیزیم حاصل می‌آیند.

**۵-۹-۱-۱-۲ آهک زنده یا آهک هوایی:** آهک پرمایه‌ای که ۹۰ تا ۱۰۰ درصد اکسید کلسیم دارد و بخش عمدهٔ آن اکسید کلسیم یا اکسید کلسیم همراه با اکسید منیزیم است. این آهک بسیار زود شکفته می‌شود و در موقع شکفته شدن مقدار زیادی حرارت آزاد می‌کند و ازدیاد حجم آن در این موقع زیاد است. آهک زنده در مجاورت هوا خود را می‌گیرد و سفت می‌شود.

**۵-۹-۱-۱-۳ آهک شکفته یا آهک هیدراته:** پودر خشکی که از ترکیب اکسید کلسیم با آب به‌دست می‌آید. به‌طور عمده از هیدروکسید کلسیم، یا مخلوطی از هیدروکسید کلسیم و اکسید منیزیم یا هیدروکسیدمنیزیم و یا هردو ساخته می‌شود. آهک شکفته دی‌اکسیدکربن موجود در هوا را جذب می‌کند و به سنگ آهک تبدیل می‌شود.

**۵-۹-۱-۱-۴ آهک هیدرولیک هیدراته (آهک آبی)**: این نوع آهک از کلسینه شدن سنگ آهک حاوی سیلیس و آلومینا ساخته، در دمای نزدیک به ذوب حاصل می‌شود. به بیان دیگر، آهک کم مایه‌ای است که ۶۵ تا ۷۵ درصد اکسید کلسیم و ۲۵ تا ۳۰ درصد خاک رس دارد. به کندی شکفته می‌شود و افزایش حجم آن اندک است. از نظر ترکیب شیمیایی و گرفتن، بسیار شبیه به سیمان پرتلند است، ولی مقداری آهک زنده به‌حالت آزاد دارد و مقاومت آن از سیمان پرتلند کمتر و از آن دیرگیرتر است. نفوذ آب در ملات آن بیش از ملات سیمان است.

**۵-۹-۱-۱-۵ آهک نیمه آبی:** آهکی است که دارای ۷۵ تا ۸۵ درصد اکسید کلسیم و ۱۵ تا ۲۵ درصد خاک رس است. به تدریج شکفته می‌شود و حجم آن افزایش کمی دارد. مانند آهک آبی در زیر آب گرفته و سفت می‌شود، ولی مقاومت آن کمتر از آهک آبی است.

### ۵-۹-۱-۲ دسته‌بندی

**۵-۹-۱-۲-۱** آهک ساختمانی در انواع زیر دسته‌بندی می‌شود:

الف- آهک هیدراته هیدرولیکی، برای مصارف ساختمانی: کاربرد آهک هیدراتهٔ هیدرولیک عمدتاً در اندودکاری (لایهٔ آستر و اندود زبره)، ملات و افزودنی اصلاح کننده بتن است و به دو دسته آهک هیدراتهٔ هیدرولیکی با کلسیم بالا و آهک هیدراتهٔ هیدرولیکی با منیزیم بالا تقسیم می‌شود:

آهک هیدراتهٔ هیدرولیکی با کلسیم بالا: آهکی که حاوی کمتر از ۵ درصد اکسید منیزیم است.

آهک هیدراتهٔ هیدرولیکی با منیزیم بالا: آهکی که حاوی بیش از ۵ درصد اکسید منیزیم است.

ب- آهک هیدراتهٔ پرداخت: آهک هیدراتهٔ پرداخت در لایهٔ آستر، زیرکاری، روکش پرداخت، ساخت ملات و مادهٔ افزودنی در بتن کاربرد دارد. این آهک بر حسب مقدار اکسیدهای غیر هیدراته و زمان شکل پذیری در دو گروه معمولی پرداخت و ویژه پرداخت قرار می‌گیرد.

پ- آهک هیدراته برای مصارف بنایی: این آهک بر چهار نوع هیدراته معمولی برای مصارف بنایی، هیدراته ویژه برای مصارف بنایی، هیدراته معمولی هوادار برای مصارف بنایی و هیدراته ویژه هوادار برای مصارف بنایی قرار می‌گیرد.

تفاوت آهک هیدراتهٔ ویژه و آهک هیدراتهٔ ویژهٔ هوادار با آهک هیدراتهٔ معمولی و آهک هیدراتهٔ معمولی هوادار، عمدتاً در سرعت شکل‌پذیری و میزان آب نگهداری آب و محدودیت در مقدار اکسیدهای غیرهیدراته است.

کاربرد آهک هیدراتهٔ معمولی و ویژه در اندودکاری سیمانی (لایهٔ آستر و اندود زبره)، تهیه ملات و ماده افزودنی بتن است.

علاوه بر موارد گفته شده در بالا در مواردی نیز که نیاز به خواص ذاتی آهک و متخلخل شدن آن است، می‌توان از آهک هیدراته معمولی هوادار و ویژهٔ هوادار استفاده کرد.

به طور کلی، افزودن آهک به ملات‌های سیمانی سبب می‌شود که خاصیت خمیری، کارآیی، میزان آب نگهداری، انعطاف‌پذیری و چسبندگی ملات به مصالح بنایی افزایش یابد.

ت- آهک زنده: آهک زنده به سه گروه فعال، نیمه فعال و کم فعال تقسیم می‌شوند. اگر بر اساس دستورالعمل استاندارد ۱۴۶۹۶ شکفتن آهک در کمتر از ۵ دقیقه اتفاق افتد آهک فعال و اگر در محدوده ۵ تا ۳۰ دقیقه باشد آهک نیمه فعال و درصورتیکه در زمان‌های بیشتر از ۳۰ دقیقه باشد آهک کم فعال خواهد بود.

## ۵-۹-۲ فرآورده‌های آهکی

به طورکلی، انواع فرآورده‌های آهکی عبارت است از:

### ۵-۹-۲-۱ آجر ماسه آهکی (بخش ۵-۲-۲-۳)

**۵-۹-۲-۲ بتن آهکی سبک:** این بتن از جنس سیلیکات کلسیم است. از خواص آن سبک بودن و داشتن خاصیت عایق حرارتی است. قطعات پیش‌ساخته آن در ساخت سقف و دیوارهای غیربابر به کار می‌رود.

### ۵-۹-۳ استانداردها

#### ۵-۹-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۹-۳-۱-۱** ویژگی‌های آهک هیدراتهٔ هیدرولیکی برای مصارف ساختمانی باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۸ باشد. بر اساس این استاندارد گیرش اولیه خمیر آهک خالص با غلظت طبیعی، که به وسیله سوزن ویکات صورت می‌گیرد نباید کمتر از ۲ ساعت باشد و گیرش نهایی نیز باید ظرف مدت ۴۸ ساعت در رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد بدست آید. مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه‌های مکعبی با بعد ۵۰ میلی‌متر ملات‌های استاندارد آهک هیدرولیکی هیدراته نباید از ۱/۷ مگاپاسکال کمتر و از ۱۰/۳ مگاپاسکال بیشتر باشد. بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۸ ترکیب شیمیایی آهک هیدراته هیدرولیکی باید با الزامات جدول ۵-۹-۱ که بر مبنای مواد غیرفرار محاسبه و بر اساس درصد بیان شده است مطابقت داشته باشد. دانه‌های آهک هیدراتهٔ هیدرولیک، برای مصارف ساختمانی، باید به اندازه‌ای باشد که ماندهٔ آنها بر روی الک ۶۰۰ میکرون بیشتر از ۰/۵درصد و روی الک ۷۵ میکرون بیشتر از ۱۰ درصد نباشد.

**۵-۹-۳-۱-۲** ویژگی‌های آهک هیدراتهٔ پرداخت باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۷ باشد. طبق استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۷ ترکیب شیمیایی آهک هیدراته پرداخت باید منطبق بر جدول ۵-۹-۲ باشد. دانه‌های آهک هیدراتهٔ پرداخت باید به اندازه‌ای باشد که بر روی الک ۶۰۰ میکرون بیشتر از ۰/۵ درصد باقی نماند.

**۵-۹-۳-۱-۳** ویژگی‌های آهک هیدراته، برای مصارف بنایی، باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۵ باشد. بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۵ ترکیب شیمیایی آهک هیدراته برای مصارف بنائی باید مطابق جدول ۵-۹-۳ باشد.

**۵-۹-۳-۱-۴** دانه‌های آهک هیدراته برای مصارف بنایی باید به اندازه‌ای باشد که بر روی الک ۶۰۰ میکرون بیش از ۰/۵ درصد باقی نماند.

**جدول ۵-۹-۱ الزامات ترکیب شیمیایی آهک هیدرولیکی هیدراته**

| ترکیب شیمیایی | حداقل، درصد | حداکثر، درصد |
|---|---|---|
| اکسیدهای کلسیم و منیزیم (محاسبه شده بر مبنای مواد غیرفرار) | ۵۰ | ۷۵ |
| سیلیس ($SiO_2$ محاسبه شده بر مبنای مواد غیرفرار) | ۴ | ۲۰ |
| اکسیدهای آهن و آلومینیم ($Fe_2O_3$ و $Al_2O_3$ محاسبه شده بر مبنای مواد غیرفرار) | - | ۷ |
| دی اکسید کربن (محاسبه شده بر مبنای نمونه برداشته شده) | - | ۱۶ |
| آهک موجود (CaO محاسبه شده به روش معرفی شده در استاندارد ۴۷۳۸) | ۱۶ | - |

**جدول ۵-۹-۲ الزامات ترکیب شیمیایی آهک هیدراته پرداخت**

| ترکیب شیمیایی | هیدراته پرداخت معمولی | | هیدراته پرداخت ویژه | |
|---|---|---|---|---|
| | حداقل،درصد | حداکثر،درصد | حداقل،درصد | حداکثر،درصد |
| اکسیدهای کلسیم و منیزیم (برمبنای مواد غیر فرار) | ۹۵ | - | ۹۵ | - |
| اکسیدهای غیرهیدراته (براساس نمونه برداشته شده) | - | - | - | ۸ |
| دی اکسید کربن (بر اساس نمونه برداشته شده) | | | | |
| ۱- اگر نمونه از محل تولید باشد. | - | ۵ | - | ۵ |
| ۲- اگر نمونه برداری از مکان دیگری باشد. | - | ۷ | - | ۷ |

**جدول ۵-۹-۳ الزامات ترکیب شیمیایی آهک هیدراته برای مصارف بنایی**

| ترکیب شیمیایی | معمولی | | ویژه | |
|---|---|---|---|---|
| | معمولی | معمولی هوادار | ویژه | ویژه هوادار |
| حداقل مقدار اکسیدهای کلسیم و منیزیم به درصد (بر مبنای مواد غیرفرار) | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ | ۹۵ |
| حداکثر مقدار اکسیدهای غیرهیدراته به درصد (بر مبنای نمونه برداشته شده) | - | - | ۸ | ۸ |
| حداکثر مقدار دی اکسید کربن به درصد (بر مبنای نمونه برداشته شده)<br>۱- اگر نمونه از کارخانه برداشته شده باشد.<br>۲- اگر نمونه از مکان دیگری برداشته شده باشد. | ۵<br>۷ | ۵<br>۷ | ۵<br>۷ | ۵<br>۷ |

**۵-۹-۳-۱-۵** ویژگی‌های آهک زنده و هیدراته برای تثبیت خاک باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۵ باشد.

**۵-۹-۳-۱-۶** ویژگی‌های آهک زنده برای مصارف ساختمانی باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۷ باشد. آهک زنده قبل از آنکه شکفته شدن هرگز نباید برای مصارف ساختمانی مصرف گردد. طبق استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۷ ترکیب شیمیایی آهک زنده بر اساس مواد غیرفرار باید منطبق بر جدول ۵-۹-۴ باشد.

**۵-۹-۳-۱-۷** ویژگی‌های آهک قابل استفاده با پوزولان‌ها باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۴ مطابق باشد.

**۵-۹-۳-۱-۸** آهک را باید در جایی استفاده کرد که هوا نمناک باشد؛ یا دست‌کم آن را به مدت ۲۸ روز پس از مصرف نمناک نگه داشت.

**۵-۹-۳-۱-۹** آهک باید به صورت دوغاب مصرف شود.

**جدول ۵-۹-۴ الزامات ترکیب شیمیایی آهک زنده برای مصارف ساختمانی**

| ترکیب شیمیایی | آهک کلسیمی | | آهک منیزیمی | |
|---|---|---|---|---|
| | حداقل، درصد | حداکثر، درصد | حداقل، درصد | حداکثر، درصد |
| اکسید کلسیم (بر مبنای مواد غیر فرار) | ۷۵ | - | - | - |
| اکسید منیزیم (بر مبنای مواد غیر فرار) | - | - | ۲۰ | - |
| اکسیدهای کلسیم و منیزیم (بر مبنای مواد غیر فرار) | ۹۵ | - | ۹۵ | - |
| اکسیدهای سیلیسیم، آهن و آلومینیم (بر مبنای مواد غیر فرار) | - | ۵ | - | ۵ |
| دی اکسید کربن (بر مبنای نمونه برداشته شده)<br>۱- اگر نمونه از محل تولید برداشته شده باشد.<br>۲- اگر نمونه از مکان دیگری برداشته شده باشد. | -<br>- | ۳<br>۱۰ | -<br>- | ۳<br>۱۰ |

### ۵-۹-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۹-۳-۲-۱** آزمایش‌های شیمیایی آهک زنده، آهک هیدراته و سنگ آهک باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۶ انجام گیرد. این آزمایش‌ها عبارت است از: اندازه‌گیری اکسید سیلیسیم و مواد نامحلول، اندازه‌گیری مجموع اکسیدهای آلومینیم، آهن، فسفر، تیتانیم و منگنز، اندازه‌گیری اکسیدهای کلسیم، منیزیم، استرانسیم، تری‌اکسیدگوگرد، افت سرخ شدن در ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد، تعیین رطوبت آزاد در سنگ آهک و آهک هیدراته، تعیین فسفر، منگنز و آهن فرو، تعیین آهک مؤثر، تعیین سیلیس آزاد، تعیین دی‌اکسیدکربن و تعیین اکسیدهای غیرهیدراته براساس نتایج به دست آمده از تجزیهٔ شیمیایی.

**۵-۹-۳-۲-۲** آزمایش‌های فیزیکی آهک زنده، آهک هیدراته و سنگ آهک باید طبق روش‌های استاندارد ملّی ایران شماره ۵۲۵۴ انجام شود. این آزمایش‌ها عبارت است از: تعیین باقی‌مانده آهک

زنده، سرعت شکفتن آهک زنده، دانه‌بندی آهک زنده، آهک هیدراته و سنگ آهک، تعیین جرم مخصوص ظاهری آزاد آهک هیدراته، پودر آهک زنده و سنگ آهک، جرم مخصوص ظاهری متراکم آهک هیدراته، پودر آهک زنده و سنگ آهک، اندازه‌گیری pH پودر سنگ آهک، دانه‌بندی پودر سنگ آهک، روشنی یا سفیدی خشک پودر سنگ آهک، غلظت استاندارد خمیر آهک هیدراته، شکل‌پذیری خمیر آهک هیدراته، انبساط اتوکلاو آهک هیدراته، بیرون‌زدگی و کرم خوردگی آهک هیدراته، قابلیت آب نگهداری آهک هیدراته، میزان ته‌نشینی آهک هیدراته و هوادار بودن آهک هیدراته.

**۵-۹-۳-۲-۳** استانداردهای مرجع این بخش در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۹-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

**۵-۹-۴-۱** کاربردو جابه‌جا کردن آهک مستلزم رعایت نکات ایمنی است.

**۵-۹-۴-۲** استفادهٔ کارگران از کلاه ایمنی، عینک و نقاب‌های حفاظتی، کفش و پوتین حفاظتی، دستکش، ماسک حفاظتی و لباس‌های ایمنی الزامی است.

**۵-۹-۴-۳** از آنجا که شکفته کردن آهک با گرمازایی زیادی همراه است، در این کار باید نکات ایمنی و بهداشتی رعایت شود.

### ۵-۹-۵ سازگاری

**۵-۹-۵-۱** سطح زیرین اندود آهک یا آهک و گچ حتماً باید خشک باشد.

**۵-۹-۵-۲** اندود ماسه سیمان با آهک برای بیشتر سطوح مناسب است. با قفل و بست می‌توان از میزان انقباض خشک شدن کاست. این اندود برای محیط‌های مرطوب نیز مناسب است.

### ۵-۹-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۹-۶-۱** آهک زنده را باید از تأثیر آب و دی‌اکسید کربن هوا حفظ کرد و، همانند سیمان، در ظروف مخصوص، یا کیسه‌های آب‌بندی شده، نگهداری کرد.

**۵-۹-۶-۲** آهک هیدراته باید در محل مناسبی نگهداری شود و از نفوذ دی‌اکسیدکربن هوا و تابش آفتاب مصون باشد تا از خشک شدن آن جلوگیری شود.

**۵-۹-۶-۳** مشخصات آهک باید روی ظروف حمل و کیسه‌ها نوشته شود.

**۵-۹-۶-۴** چنانچه آهک مدتی در انبار بماند و کیفیت آن مشکوک باشد، باید قبل از مصرف آن را آزمایش کرد.

**۵-۹-۶-۵** آهک شکفته را می‌توان انبار کرد و حمل و نقل آن از آهک زنده آسان‌تر است و در انبار، در صورت محفوظ ماندن از هوا، فعالیت آن کم نمی‌شود. آهک زنده به سرعت از هوا رطوبت می‌گیرد و شکفته می‌شود، لذا باید آن را در جای خشک نگهداری و از نفوذ هوا، رطوبت و آب در آن جلوگیری کرد.

# ۵-۱۰ گچ و فرآورده‌های آن

## ۵-۱۰-۱ تعریف

گچ ساختمانی با فرمول شیمیایی $CaSO_4, \frac{1}{2} H_2O$ از مواد چسبانندهٔ ساختمانی (چسبانندهٔ هوایی) است که در صورت خالص بودن سفیدرنگ است. گچ ساختمانی از پختن سنگ گچ، در دمای کم (حدود ۱۸۰ درجه‌سانتی‌گراد در شرایط آزمایشگاهی)، به‌دست می‌آید.

## ۵-۱۰-۲ دسته‌بندی

**۵-۱۰-۲-۱** انواع گچ ساختمانی، اندودهای گچی آماده و اندودهای گچی ساختمانی ویژه و مشخصات آنها بر اساس کاربرد، در جدول ۵-۱۰-۱ ارائه شده است.

**جدول ۵-۱۰-۱ انواع گچ ساختمانی، اندودهای گچی آماده و اندودهای گچی ساختمانی ویژه و مشخصات آنها بر اساس کاربرد**

| دسته‌بندی | | | مشخصات بر اساس کاربرد |
|---|---|---|---|
| گچ ساختمانی | | | گچ ساختمانی برای مصارف عمومی (مانند گچ زیر کار) |
| | | | گچ ساختمانی برای سفیدکاری |
| | | | گچ ساختمانی برای فرآورده‌های گچی پیش ساخته برای استفاده در تولید بلوک‌های گچی، صفحات روکش‌دار گچی، سقف‌پوش‌های گچی |
| اندودهای گچی آماده | گ-۱ | اندود گچ ساختمانی | حداقل ۵۰ درصد گچ ساختمانی دارای افزودنی و سنگدانه معمولی |
| | گ-۲ | اندود ساختمانی پایه گچی | حداکثر ۵۰ درصد گچ ساختمانی دارای افزودنی و سنگدانه معمولی |
| | گ-۳ | اندود گچ ساختمانی - آهک | مخلوط گچ – آهک ساختمانی (مطابق ترکیبات اندودهای گچی گ-۱ وگ-۲ و با حداقل ۵ درصد آهک ساختمانی، دارای افزودنی و سنگدانه) |
| | گ-۴ | اندود گچ ساختمانی سبک وزن | حداقل ۵۰ درصد گچ ساختمانی دارای افزودنی و سبک‌دانه |
| | گ-۵ | اندود ساختمانی پایه گچی سبک وزن | حداکثر ۵۰ درصد گچ ساختمانی دارای افزودنی و سبک‌دانه |
| | گ-۶ | اندود گچ ساختمانی - آهک | مخلوط گچ – آهک ساختمانی سبک وزن (مطابق ترکیبات اندودهای گچی گ-۴ وگ-۵ و با حداقل ۵ درصد آهک ساختمانی، دارای افزودنی و سبک‌دانه) |
| | گ-۷ | اندود گچ ساختمانی برای اندود کاری با سختی سطحی اصلاح شده | اندود گچ ساختمانی با سختی سطحی بالا (مانند گچ مورد استفاده در پوشش‌های سطوح بتنی) |
| اندودهای گچی ساختمانی ویژه | گا-۱ | اندود گچی برای تولید قطعات گچی الیاف‌دار | برای چسباندن و تولید قطعات گچی الیاف‌دار |
| | گا-۲ | اندود گچی برای آجر کاری | مورد استفاده در آجر چینی دیوارهای غیرباربر، جداگرها و سقف‌ها |
| | گا-۳ | اندود گچی آکوستیکی | برای جذب صدا |
| | گ-۴ | اندود گچی عایق حرارتی | برای اهداف عایق حرارتی |
| | گا-۵ | اندود گچی محافظ آتش | برای محافظت در برابر آتش |
| | گا-۶ | اندود گچی لایه نازک | برای اندودکاری لایه نازک (مانند اندود پرداخت) |

راهنما:
گ- نشانه شناسایی برای انواع اندودهای گچی آماده است.
گا- نشانه شناسایی برای انواع اندودهای گچی ساختمانی ویژه است.

**۵-۱۰-۲-۲ مهم‌ترین فرآورده‌های گچی به شرح زیر می‌باشند:**

**۵-۱۰-۲-۲-۱ بلوک گچی:** بلوک گچی فرآورده‌ای ساختمانی است که از گچ ساختمانی فرآوری شده و آب تولید می‌شود. در این بلوک ممکن است از الیاف، پرکننده‌ها، سنگدانه‌ها یا سایر افزودنی‌های غیرزیان‌آور نیز استفاده گردد. بلوک گچی به شکل مکعب مستطیل، با سطوح کاملاً صاف، و دارای کام و زبانه بر روی حداقل دو لبهٔ مخالف آن است، تا اتصال این قطعات بر روی یکدیگر به آسانی صورت پذیرد. کاربرد عمدهٔ بلوک گچی در ساخت تیغه‌های غیربابر، یا پوشش مستقل دیوار، و محافظت ستون‌ها، چاه آسانسور و غیره در برابر آتش می‌باشد. بلوک‌های گچی بر حسب جرم مخصوص خشک در سه رده جرم مخصوص کم، متوسط و زیاد و بر حسب جذب آب در سه رده $H_1$، $H_2$ و $H_3$ و بر حسب مقاومت در دو رده A و R قرار می‌گیرند. رده‌بندی بلوک‌های گچی بر حسب جرم مخصوص و جذب آب در جدول ۵-۱۰-۲ ارائه گردیده است. رده‌بندی بر اساس مقاومت در استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۸۶ ارائه شده است.

بلوک‌های سبک گچی از گچ ساختمانی صنعتی، سنگدانه‌های سبک و مواد پلیمری محلول در آب، و آب ساخته شده و در اعضای غیربابر ساختمانی مورداستفاده قرار می‌گیرد. در بلوک سبک گچی ممکن است از الیاف، پرکننده‌ها، سنگدانه‌ها یا سایر مواد افزودنی‌های غیرزیان آور استفاده شود. کاربرد عمده این بلوک‌ها در ساخت تیغه‌های غیربابر یا پوشش مستقل دیوار و سقف تیرچه می‌باشد.

**جدول ۵-۱۰-۲ رده بندی بلوک‌های گچی بر حسب جرم مخصوص و جذب آب**

| | رده | جذب آب*، درصد | | رده | جرم مخصوص خشک*، کیلوگرم بر مترمکعب |
|---|---|---|---|---|---|
| رده جذب آب | H۱ | کمتر از ۲/۵ | رده جرم مخصوص | جرم مخصوص زیاد | ۱۵۰۰-۱۱۰۰ |
| | H۲ | کمتر از ۵ | | جرم مخصوص متوسط | ۱۱۰۰-۸۰۰ |
| | H۳ | الزامی وجود ندارد | | جرم مخصوص کم | ۸۰۰-۶۰۰ |
| *روش آزمون بر اساس استاندارد شماره ۲۷۸۶ می‌باشد. | | | | | |

**۵-۱۰-۲-۲-۲ تخته (صفحه) روکش‌دار گچی:** فرآورده‌ای مستطیل شکل و مسطح، متشکل از یک هستهٔ گچی که با ورقه‌های کاغذ صنعتی (کرافت) پوشش داده شده و به‌خوبی به آنها چسبیده است. با توجه به نوع استفاده از صفحه، نوع سطوح کاغذی تغییر می‌کند. هستهٔ گچی ممکن است دارای مواد افزودنی برای ایجاد خصوصیات عملکردی ویژه باشد. از صفحات روکش‌دار گچی، بسته به نوع، اندازه، ضخامت و شکل لبه، برای تیغه چینی خشک، ساخت سقف‌های کاذب، دیوار جداکننده آزاد و یا پوشش قطعات سازه، مانند ستون‌ها و تیرها، استفاده می‌شود. صفحات روکش‌دار گچی، از نظر ابعاد، نوع لبه و وزن، مختلف است و در انواع مقاوم در برابرآتش، با جذب آب کم، با تراکم کنترل شده، با سختی سطحی زیاد و با مقاومت خمشی زیاد تولید می‌شوند.

صفحات روکش دار گچی مسلح شده با الیاف از یک هسته گچی تشکیل می‌شوند که کاملا به شبکه الیافی بافته یا نبافته از جنس معدنی یا غیرمعدنی چسبیده است. این صفحات می‌توانند متشکل از یک یا چند لایه باشند.

پنل مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی / صوتی: پنل ساخته شده از فرآورده عایق‌کاری که درون صفحات روکش‌دار گچی لایه‌گذاری شده است. این پنل‌ها ممکن است دارای مواد کاهش دهنده نفوذ بخارآب یا بدون آن باشند.

پنل مرکب صفحات روکش دار گچی عایق حرارتی / صوتی، در دو رده ۱ و ۲ تولید می‌شود. رده ۱ با چسباندن یکی از فرآورده‌های عایق‌کاری مانند فوم پلی‌استایرن منبسط (EPS)، فوم پلی‌استایرن اکسترود شده (XPS)، فوم پلی یورتان صلب ( پلی‌ایزوسیانات، پلی ایزوسیانورات) (PUR و PIR)، فوم فنولیک (PF)، به صفحات روکش دار گچی ساخته می‌شود و رده دو با چسباندن پشم معدنی (MW) به صفحات روکش‌دار گچی ساخته می‌شود.

**۵-۱۰-۲-۲-۳ سقف پوش‌های گچی:** قطعاتی پیش ساخته از گچ با لبه داخلی ماهیچه‌دارکه قبل ازنصب باید خشک شده باشند. این قطعات ازمخلوط گچ، آب و مقدار کمی الیاف شیشه و افزودنی‌های دیگر تولید می‌شوند. کاربرد آنها در پوشش نمای سقف است. سقف‌پوش‌های گچی، با توجه به شکل و کاربرد، در انواع مشبک برای تهویه، مشبک آکوستیکی و غیرمشبک ساخته می‌شوند.

## ۵-۱۰-۳ استانداردها

### ۵-۱۰-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۱۰-۳-۱-۱** ویژگی‌های گچ ساختمانی و اندودهای گچی آماده باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۲۰۱۵ باشد.

**۵-۱۰-۳-۱-۲** در هر پروژه، گچ مصرفی با توجه به محل و نوع مصرف، شرایط محیط و سایر عوامل مؤثر انتخاب شود.

**۵-۱۰-۳-۱-۳** در صورتی که رطوبت نسبی هوا بیش از ۶۰ درصد باشد، باید از گچ‌های اصلاح شده (پایدار در برابر رطوبت) استفاده می‌شود.

**۵-۱۰-۳-۱-۴** استفاده از ملات گچ، برای چسبانیدن قطعات بنایی در دیوارهای غیرباربر مجاز است.

**۵-۱۰-۳-۱-۵** ویژگی‌های انواع بلوک‌های گچی باید با ویژگی‌های معرفی شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۸۶ مطابقت کند. بار شکست بلوک‌های گچی توپر که بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۸۶ تعیین می‌گردد، بسته به ضخامتشان، باید حداقل ۱/۷ تا ۴ کیلونیوتن باشد. جذب آب انواع بلوک گچی نوع دافع آب باید حداکثر ۵ درصد وزن خشک خود باشد. در ساخت بلوک‌های گچی، مواد پرکننده و افزودنی مصرفی نباید معایبی در کیفیت بلوک‌ها ایجاد کند. از بلوک‌های گچی نباید برای ساخت اعضای باربر استفاده شود. ویژگی‌های بلوک‌های گچی سبک باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۲ مطابق باشد.

**۵-۱۰-۳-۱-۶** ویژگی‌های انواع صفحات روکش‌دار گچی باید با ویژگی‌های معرفی شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۸ مطابقت کند. بار شکست خمشی صفحات روکش‌دار گچی که بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۸ تعیین می‌گردد، بسته به ضخامت (۹/۵ تا ۱۵ میلی‌متر)، در جهت طولی باید حداقل ۴۰۰ تا ۶۵۰ نیوتن و در جهت عرضی ۱۶۰ تا ۲۵۰ نیوتن باشد. در ضخامت‌های بیشتر حداقل بار شکست خمشی (بر حسب نیوتن) این صفحات حداقل به ۴۳ و ۱۶/۸ برابر ضخامت (میلی‌متر) به ترتیب برای جهات طولی و عرضی محدود می‌گردد. بار شکست خمشی صفحات روکش‌دار گچی با مقاومت خمشی زیاد، بسته به ضخامتشان (۱۲/۵ تا ۱۵ میلی‌متر)، در جهت طولی باید حداقل ۷۲۵ تا ۸۷۰ نیوتن و در جهت عرضی ۳۰۰ تا ۳۶۰ نیوتن باشد. در ضخامت‌های بیشتر حداقل بار شکست خمشی (بر حسب نیوتن) این صفحات حداقل به

۵۸ و ۲۴ برابر ضخامت (میلی‌متر) برای جهات طولی و عرضی محدود می‌گردد. جذب آب کامل صفحات روکش‌دارگچی باجذب آب کم باید حداکثر ۵ درصد وزن خشک خود باشد.

**۵-۱۰-۳-۱-۷** مشخصات صفحات روکش‌دار گچی مسلح شده با شبکه الیاف بایستی با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۴۴۷۸ مطابقت داشته باشد.

**۵-۱۰-۳-۱-۸** ویژگی‌های انواع سقف‌پوش‌های گچی باید بر اساس ویژگی‌های ارائه شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۶۱ باشد. بار شکست سقف‌پوش‌های گچی باید حداقل ۱۵۰ نیوتن باشد.

**۵-۱۰-۳-۱-۹** ویژگی‌های پنل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی / صوتی باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۰۵ مطابقت کند. چنانچه در لایه عایق پنل‌های مرکب صفحات روکش دار گچی عایق حرارتی / صوتی از فوم پلی استایرن منبسط (EPS)، فوم پلی استایرن اکسترود شده (XPS)، فوم پلی یورتان صلب (پلی‌ایزوسیانات، پلی ایزوسیانورات) (PUR و PIR)، فوم فنولیک (PF) یا پشم معدنی (MW) استفاده گردد، این مواد باید به ترتیب با ضوابط استانداردهای ملّی ایران با شماره‌های۱۰۹۵۰، ۱۰۹۵۲، ۸۲۹۸، ۱۰۹۵۳ و ۸۱۱۶ مطابق باشند. بارشکست پنل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی / صوتی که بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۸ تعیین می‌گردد، در جهت عرضی حداقل ۱۶۰ نیوتن و بار شکست طولی حداقل ۴۰۰ نیوتن باشد.

**۵-۱۰-۳-۱-۱۰** بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۹ چسباننده‌های پایه گچی مورداستفاده در پنل‌های مرکب عایق حرارتی / صوتی و صفحات روکش‌دار گچی باید دارای مقاومت کافی در برابر آتش، مقاومت چسبندگی حداقل ۰/۰۶ مگاپاسکال، حداکثر مواد زیان‌آور مجاز، میزان کلسیم سولفات حداقل ۳۰ درصد و زمان گیرش نهایی مجاز باشند. چسباننده‌های پایه گچی مورد استفاده در صفحات روکش‌دار گچی در صورتیکه در ترکیب خود دارای بیش از ۱ درصد وزنی یا حجمی مواد آلی باشند، بایستی از مقاومت کافی آنها در برابر آتش اطمینان حاصل نمود.

**۵-۱۰-۳-۱-۱۱** عملکرد چسباننده‌های پایه گچی که در نصب بلوک‌های گچی مورد استفاده قرار می‌گیرند باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۰۶ مطابق باشد. خصوصیات عملکردی شامل واکنش در برابر آتش و آزاد شدن مواد زیان‌آور، صدابندی هوابرد مستقیم، مقاومت

چسبندگی و مقاومت حرارتی می‌باشند. چسباننده‌های پایه گچی مورداستفاده در بلوک‌های گچی باید کاملا از الک ۴۰۰ میکرون عبور کرده و جرم مانده روی الک ۲۰۰ میکرون حداکثر ۱۰ درصد باشد. زمان گیرش اولیه چسباننده‌های پایه گچی مذکور باید از ۲۰ دقیقه بیشتر باشد. مقدار ضریب هدایت حرارتی گچ ساختمانی مورد استفاده در تولید چسباننده‌های پایه گچی مذکور بر حسب جرم مخصوص می‌تواند از ۰/۱۸ تا ۰/۵۶ متغیر باشد.

### ۵-۱۰-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۱۰-۳-۲-۱ گچ ساختمانی:** روش‌های آزمایش شیمیایی و فیزیکی گچ باید براساس استانداردهای ملّی ایران شماره ۲- ۱۲۰۱۵ و ۵۰۲۹ و ۵۴۸۲ باشد. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از : الف) آزمایش‌های شیمیایی (اندازه‌گیری آب آزاد در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری آب ترکیبی در دمای ۲۱۵-۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری افت حرارتی در دمای ۲۸۰-۳۰۰ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری دی‌اکسید کربن، اندازه‌گیری سیلیس و مواد نامحلول، اندازه‌گیری اکسیدهای آهن و آلومینیوم، اندازه‌گیری اکسید کلسیم، اندازه‌گیری اکسید منیزیم، اندازه‌گیری تری اکسید گوگرد، اندازه‌گیری نمک‌های محلول سدیم و پتاسیم). و ب) آزمایش‌های فیزیکی (اندازه‌گیری آب آزاد در دمای ۴۵ درجه‌سانتی‌گراد، تعیین نرمی، اندازه‌گیری غلظت نرمال با استفاده از دستگاه ویکات اصلاح شده، اندازه‌گیری زمان گیرش، اندازه‌گیری مقاومت فشاری، اندازه‌گیری مقاومت خمشی، اندازه‌گیری دانسیته).

**۵-۱۰-۳-۲-۲ بلوک گچی:** آزمایش این بلوک‌ها باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۸۶ انجام شود. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از: اندازه‌گیری ابعاد و رواداری، تخت بودن بلوک‌های گچی، جرم مخصوص خشک و رواداری، جرم سطحی بلوک‌های گچی و رواداری، مقاومت خمشی، مقدار رطوبت، pH، قابلیت جذب آب برای بلوک‌های گچی دافع آب و سختی سطحی بلوک‌های گچی.

**۵-۱۰-۳-۲-۳ سقف‌پوش گچی:** این بلوک‌ها باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۶۱ آزمایش شوند. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از: اندازه‌گیری ابعاد و رواداری، جرم مخصوص ، جرم سطحی، مقاومت خمشی، ضریب جذب صوت سقف‌پوش‌های آکوستیکی.

**۵-۱۰-۳-۲-۴ صفحات روکش‌دار گچی:** این صفحات باید براساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۸ آزمایش شوند. این آزمایش‌ها عبارت‌اند از: اندازه‌گیری ابعاد و رواداری، تعیین شکست در برابر نیروی خمش، تعیین خیز تحت بار، تعیین نیروی برشی، بررسی رفتار در برابر آتش (واکنش در مقابل آتش، مقاومت در برابر آتش) مقاومت حرارتی، مقاومت در برابر ضربه، نفوذپذیری بخار آب، بررسی خواص آکوستیکی (اندازه‌گیری صدابندی در برابر صدای هوابرد، ضریب جذب صوت)، تعیین جذب آب (جذب آب سطحی و جذب آب کامل) برای صفحات روکش‌دار با میزان جذب آب کم، تعیین چسبندگی هسته در دمای بالا، تعیین سختی سطحی برای صفحات گچی با سختی سطحی بالا، اندازه‌گیری جرم مخصوص برای صفحات گچی با تراکم کنترل شده، تعیین جرم پایه کاغذ.

**۵-۱۰-۳-۲-۵** استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۱۰-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

ضایعات فرآورده‌های گچی بازیافت شدنی است.

## ۵-۱۰-۵ سازگاری

**۵-۱۰-۵-۱** چنانچه گچ یا فرآورده‌های گچی، به‌خصوص در مناطق مرطوب، در مجاورت قطعات فولادی قرار گیرند، باید پیش از گچ‌کاری، قطعات فولادی با رنگ‌های ضدزنگ پوشانیده شود.

**۵-۱۰-۵-۲** در نقاط مرطوب، گچ و فرآورده‌های گچی را نباید مستقیماً در مجاورت بتن و سایر فرآورده‌های سیمانی به کار برد.

## ۵-۱۰-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۱۰-۶-۱** گچ ساختمانی باید خشک و عاری از کلوخه باشد و در پاکت حمل شود.

**۵-۱۰-۶-۲** مشخصات انواع گچ باید روی کیسه‌های آنها نوشته شود.

**۵-۱۰-۶-۳** گچ ساختمانی باید از اثرآب و رطوبت حفظ و همانند سیمان، در ظرف‌های مخصوص یا کیسه‌های آب‌بندی‌شده نگهداری شود.

**۵-۱۰-۶-۴** به‌طورکلی، شرایط نگهداری سیمان در مورد گچ نیز باید مراعات شود.

# ۵-۱۱ ملات‌های ساختمانی

## ۵-۱۱-۱ تعریف

ملات تازه، جسمی است خمیری که از اختلاط جسم چسباننده، مانند خمیر سیمان، و جسم پرکننده، مانند سنگدانهٔ ریز، ساخته و در صورت نیاز به مشخصات ویژهٔ کاربری، از مواد افزودنی در آن استفاده می‌شود. از ملات برای چسباندن قطعات مصالح بنایی به یکدیگر، تأمین بستری برای توزیع بار، اندودکاری، نماسازی و بندکشی استفاده می‌کنند.

## ۵-۱۱-۲ دسته بندی

**۵-۱۱-۲-۱** ملات‌ها، از نظر گیرش و سخت شدن، به دو دسته هوایی و آبی به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

**۵-۱۱-۲-۱-۱ ملات هوایی:** این نوع ملات‌ها یا به طور فیزیکی در هوا خشک می‌شوند و آب آزاد آنها تبخیر می‌شود (مانند ملات گل و کاهگل) یا به طور شیمیایی در معرض هوا می‌گیرند و خشک و سفت می‌شوند، مانند ملات گچ و ملات آهک هوایی. این ملات‌ها برای گرفتن و سخت شدن و سخت ماندن به هوا نیاز دارند.

**۵-۱۱-۲-۱-۲ ملات آبی:** این ملات‌ها در آب یا هوا به طور شیمیایی می‌گیرند و سفت و سخت می‌شوند؛ مانند ملات‌های سیمانی و گل آهک.

**۵-۱۱-۲-۲** ملات‌های ساختمانی، از نظر مواد چسباننده، به انواع زیر دسته‌بندی می‌شوند:

**۵-۱۱-۲-۲-۱ ملات گل و کاهگل:** ملات گل از مخلوط کردن خاک و آب به دست می‌آید. برای پیشگیری از ترک خوردن یا گسترش ترک‌ها، به آن کاه می‌افزایند. این ملات برای اندود ساختمان‌های گلی، زیرسازی اندود گچی و آب بندی بام ساختمان‌ها به کار می‌رود.

**۵-۱۱-۲-۲-۲ ملات آهک و خاک رس (شفته آهک):** از مخلوط کردن آهک، خاک رس و آب، به دست می‌آید. از ملات گل آهک و شفته آهک برای جلوگیری از نشت کردن آب و همچنین پایدار کردن زمین برای بارگذاری بیشتر استفاده می‌شود.

**۵-۱۱-۲-۲-۳ ملات ساروج:** از مخلوط کردن آهک شکفته، خاکستر چوب، ماسه بادی، خاک رس و گل جگن (لویی) تولید می‌شود. در گذشته از ساروج به عنوان ملات پایدار در برابر آب و رطوبت برای آب‌بندی کردن آب انبارها و حوض‌ها، استفاده می‌شده است.

**۵-۱۱-۲-۲-۴ ملات‌های گچی:** از پاشیدن تدریجی گرد گچ ساختمانی در آب و به هم زدن آن ساخته می‌شود. .خمیر گچ و ملات‌های گچ و خاک، گچ و ماسه و گچ و پرلیت در این گروه قرار دارد. مادهٔ چسبانندهٔ این ملات‌ها دوغاب گچ است. ملات‌های گچی زودگیر است و باید به سرعت مصرف شود. برای سفیدکاری داخل ساختمان، اتصالات قطعات گچی و در بعضی موارد، برای اندودهای زودگیر، مانند اندود آستر سقف‌های کاذب از ملات گچ استفاده می‌شود.

**۵-۱۱-۲-۲-۵ ملات گچ و خاک:** برای کندگیر کردن ملات گچ، به آن خاک رس اضافه می‌کنند. نسبت خاک رس به گچ از ۲ به ۱ تا ۱ به ۱ متغیر است. ملات گچ و خاک بیشتر در طاق ضربی، تیغه چینی و آستر اندودکاری‌های داخل ساختمان کاربرد دارد.

**۵-۱۱-۲-۲-۶ ملات گچ و ماسه:** محصول اختلاط گچ و ماسهٔ ریزدانه است و از آن می‌توان به جای ملات گچ و خاک، برای زیرسازی اندودها در نقاطی که ماسه بادی یا ساحلی یا رودخانه‌ای ریزدانه فراوان است، استفاده کرد. برای ساخت ملات گچ و ماسه باید، مطابق استاندارد ملّی ۳۰۱، بزرگ‌ترین اندازهٔ ماسه ۲ میلی‌متر باشد.

**۵-۱۱-۲-۲-۷ ملات گچ و آهک:** افزودن دو قسمت آهک شکفته به یک قسمت وزنی گچ، آن را کندگیر و برای قشر رویه مناسب می‌سازد. در مناطق مرطوب، از ملات گچ و آهک برای اندود کردن استفاده می‌شود.

**۵-۱۱-۲-۲-۸ ملات گچ و پرلیت:** جاذب صوتی مناسب و عایق حرارتی خوبی است. این اندود خطر گسترش آتش را کاهش می‌دهد و در هنگام آتش‌سوزی، به سبب عایق بودن، در کاهش نفوذ حرارت به اسکلت فولادی و بتنی ساختمان مؤثر است.

**۵-۱۱-۲-۲-۹ ملات ماسه و آهک:** ملاتی هوایی است و، برای گرفتن و سفت و سخت شدن، به دی‌اکسید کربن موجود در هوا نیاز دارد. این ملات برای مصرف بین درز مناسب نیست، زیرا دی‌اکسید کربن هوا به داخل آن نفوذ نمی‌کند و فقط سطح رویی آن کربناتی می‌شود. از این رو، در مناطق مرطوب، برای اندود سطح رویه مناسب است.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۰ ملات‌های پوزولانی:** این ملات‌ها بر دو نوع است: الف- ملات ماسه، سیمان، پوزولان ب- ملات ماسه، آهک، پوزولان.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۱ ملات پوزولان- آهک:** کاربرد آن در مناطقی است که مقاومت مصالح در برابر تأثیرات مخرب مواد شیمیایی، به ویژه سولفات‌ها مورد نظر است. اگر در تهیه این ملات از گرد آجر به جای پوزولان استفاده شود، به آن ملات سرخی گفته می‌شود. برای عمل‌آوری ملات‌های آهکی، باید آنها را به مدت ۲۸ روز مرطوب نگه داشت.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۲ ملات ماسه و سیمان:** مخلوطی است از ماسه و سیمان به نسبت‌های مختلف. از این ملات برای دیوارچینی، آب‌بندی کف و دیوارهای آب انبارها، آب‌گیرها، پی‌ها، دیواره‌ها (پنل‌ها)، بلوک‌های بزرگ بتن و آجر، ساختمان‌های بتنی و بتن مسلح در زیر آب و زیر زمین، و روی زمین مورد استفاده می‌شود. ملات ماسه سیمان دارای مقاومت زیادی به ویژه در سنین اولیه است.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۳ ملات ماسه سیمان آهک:** این ملات، با نسبت‌های مختلف از سیمان پرتلند، آهک و ماسه تهیه می‌شود و در برابر سرما و یخ زدگی عملکرد بهتری دارد.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۴ ملات‌های قیری (ماسه آسفالت):** این ملات از مخلوط قیر مناسب و ماسه، به نسبت‌های معین، تولید می‌شود و از آنها در ساختن رویهٔ پیاده‌روها، پوشش محافظ لایهٔ نم‌بندی بام‌ها، پر کردن درز قطعات بتنی کف پارکینگ‌ها و پیاده‌روها استفاده می‌شود.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۵ ملات‌های بنایی:** این ملات مخلوطی است از چسباننده‌های غیرآلی، سنگدانه‌ها، آب و برخی افزودنی‌ها. ملات‌های بنایی از نظر کاربرد دارای انواع زیر است:

الف- ملات برای کاربردهای عمومی: در بندکشی‌هایی با ضخامتی بیشتر از ۳ میلی‌متر که در آن فقط سنگدانه‌های با وزن معمولی به‌کار می‌رود.

ب- ملات با بستر نازک: در بندکشی‌هایی که با ضخامت بین ۱ تا ۳ میلی‌متر طراحی شده است.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۶ ملات‌های آماده:** این ملات‌ها در کارخانه پیمانه و مخلوط و در دو نوع زیر عرضه می‌شود:

- ملات خشک، که از پیش مخلوط شده و فقط به افزایش آب نیاز دارد.
- ملات تر، که بصورت تر آماده برای مصرف است.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۷ ملات بنَایی سبک:** ملاتی که جرم مخصوص سخت شدهٔ خشک آن برابر یا کمتر از ۱۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

**۵-۱۱-۲-۲-۱۸ ملات‌های ضداسید:** ملات‌هایی هستند که از دوام مناسب در محیط‌های اسیدی برخوردار می‌باشند.

## ۵-۱۱-۳ استانداردها

### ۵-۱۱-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۱۱-۳-۱-۱** مواد تشکیل دهندهٔ ملات‌ها شامل سیمان پرتلند، سیمان پرتلند پوزولانی، سیمان بنَایی، سیمان‌های سرباره‌ای، سیمان پرتلند آهکی، خاکستر بادی و دیگر پوزولان‌های مورد استفاده با آهک، آهک زنده برای مصارف ساختمانی، آهک هیدراته برای مصارف بنَایی، ماسه برای ملات سیمانی و ماسه برای ملات گچ، باید با ویژگی‌های داده شده در استاندارد ملّی مربوطه مطابقت داشته باشند.

**۵-۱۱-۳-۱-۲** ملات‌های بنَایی و تهیه و به‌کار بردن آنها (ملات‌های ماسه سیمان، باتارد) باید مطابق استاندارد ملّی شماره ۷۰۶ ایران باشد.

**۵-۱۱-۳-۱-۳** برای تهیهٔ ملات‌ها، تا حد ممکن باید از ابزار اندازه‌گیری دقیق و دستگاه‌های مخلوط کن استفاده شود. در اندازه‌گیری مواد ملات مورد استفاده در ساختمان، باید نسبت‌های تعیین شدهٔ این مواد، کنترل و به دقت حفظ شود. برای حفظ این نسبت‌ها، استفاده از بیل و کمچه و نظایر آن مجاز نیست و باید حتماً از پیمانه‌ای با حجم معین استفاده شود.

**۵-۱۱-۳-۱-۴** همهٔ مواد چسباننده و سنگدانه باید بین ۳ تا ۵ دقیقه، در یک مخلوط کن پیمانه‌ای مکانیکی، با حداکثر مقدار آبی که غلظت با کارایی لازم را به دست دهد، مخلوط شود. مخلوط کردن دستی ملات فقط با اجازه نامهٔ کتبی ناظر ساختمان، که روش مخلوط کردن دستی در آن مشخص شده است، مجاز است. از افزودن خاک به ملات، برای لوز دادن آن، باید خودداری شود.

**۵-۱۱-۳-۱-۵** ملات‌هایی که سفت شده‌اند، نباید با افزودن آب برای رسیدن به غلظت مورد نیاز، دوباره درهم آمیخت. همچنین اگر دو ساعت و نیم از مخلوط شدن ملات بگذرد، نباید از آن استفاده کرد.

**۵-۱۱-۳-۱-۶** در جایی که خطر تأثیر سولفات‌ها وجود دارد، در ساخت ملات‌های سیمانی، باید از سیمان‌های نوع ۲، ۵ یا پوزولانی، استفاده کرد.

**۵-۱۱-۳-۱-۷** مواد افزودنی ملات‌های بنّایی شامل: بهبود دهنده چسبندگی، افزایندهٔ کارایی، زودگیرکننده‌ها، کندگیرکننده‌ها و مواد دافع آب و مانند اینهاست. ملات رنگی را می‌توان از اختلاط گرد رنگ، حداکثر تا ۱۰ درصد وزنی مواد چسباننده در ملات‌ها و اندودهای سیمانی و آهکی، به دست آورد. رنگ‌های مصرفی باید از نظر شیمیایی بی‌اثر و در برابر نور و قلیاها مقاوم باشند.

**۵-۱۱-۳-۱-۸** در کارهای مختلف بنّایی می‌توان بر اساس نیازهای طراحی از انواع سیمان‌های مختلف، مانند پوزولانی، بنایی استفاده کرد.

**۵-۱۱-۳-۱-۹** ویژگی‌های ملات آماده برای اندودکاری بیرونی و داخلی دیوارها، سقف ها، ستون‌ها و جداگرها باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۰۶ باشد.

**۵-۱۱-۳-۱-۱۰** مشخصات ملات‌های بنایی آماده (ملات بستر، درزبندی و ماله کشی) برای استفاده در دیوارهای بنایی، ستون‌ها و جداگرها باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۰۶ باشد.

**۵-۱۱-۳-۱-۱۱** خصوصیات ملات‌های ضداسید باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۹۷ مطابقت داشته باشد.

### ۵-۱۱-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

آزمایش‌هایی که باید روی ملات‌ها انجام شود، به این شرح است: آزمایش‌های روانی ملات، قابلیت نگهداری آب و مقاومت فشاری. استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۱۱-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

**۵-۱۱-۴-۱** آهک به چشم و پوست آسیب می‌رساند و تنفس بخار آهک زنده، هنگام شکفتن، زیان‌آور است. بهتر است در کارگاه ساختمانی از آهک هیدراته استفاده شود. اگر باید آهک زنده در محل مصرف شکفته شود، حتماً باید به ایمنی کار توجه شود.

**۵-۱۱-۴-۲** هنگام مصرف ملات‌های آهکی، استفاده از دستکش و ماسک لازم است. در کارگاه ساختمانی، باید ترتیبی اتخاذ گردد تا از تماس سیمان یا ملات‌های سیمانی با پوست کاربر جلوگیری شود.

**۵-۱۱-۴-۳** از آنجا که فرآیند تولید سیمان، به سبب تولید مقدار زیادی دی اکسید کربن، موجب آسیب شدید محیط زیست می‌شود، بهتر است، به جای سیمان پرتلند، از ملات سیمان بنَایی، سیمان پوزولانی یا حداقل باتارد استفاده شود.

### ۵-۱۱-۵ سازگاری

آب آهک سبب خوردگی فلزات، به ویژه سرب، روی و آلومینیم، می‌شود، بنابراین، باید قطعات فلزی را، پیش از قرار دادن در ملات‌های آهکی یا سیمانی، با مواد مناسب اندود کرد.

### ۵-۱۱-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

مواد چسباننده و سنگدانه را باید به گونه‌ای انبار کرد که از آلودگی یا داخل شدن مواد خارجی در آنها جلوگیری شود. انبار کردن و نگهداری سیمان باید مطابق استاندارد مربوط صورت گیرد. هنگام تهیه و حمل ملات، باید آن را از آسیب یخبندان، باران، آفتاب و دیگر عوامل جوی محافظت کرد.

# ۵-۱۲ فلزها و مصالح جوشکاری

## ۵-۱۲-۱ فلزها

### ۵-۱۲-۱-۱ تعریف

فلزها عناصری هستند که در دمای معمولی جامدند (به‌جز جیوه). بیشتر فلزها جرم مخصوص بالایی دارند و فلزها نورگذران نیستند، مگر طلا و نقره که ورق نازک آنها نورگذران است. فلز رسانای خوبی برای برق و حرارت است. بیشتر آنها شکل‌پذیر و چکش‌خوارند و می‌توان آنها را به صورت ورقه و مفتول در آورد. فلزها جلاپذیرند و هرگاه سطح آنها جلا داده شود، درخشندگی خاصی، که معروف به جلای فلزی است یافته و به‌خوبی نور را بازمی‌تابانند.

### ۵-۱۲-۱-۲ دسته‌بندی

در این بخش فلزها به دو گروه فلزهای آهنی و فلزهای غیرآهنی دسته بندی شده‌اند.

**۵-۱۲-۱-۲-۱ فلزهای آهنی:** آهن خالص کاربرد ساختمانی ندارد، اما انواع فولاد و چدن، که آمیزه‌ای است از چند فلز (آلیاژ)، از پر مصرف‌ترین مصالح فلزی آهنی در ساختمان‌سازی و صنایع دیگر است.

الف- چدن: از ذوب مجدد و تصفیهٔ آهن خام به دست می‌آید. آهن خام محصول احیای سنگ آهن به استفاده از کک و اکسیژن، در کورهٔ بلند یا احیای مستقیم (آهن اسفنجی) است. کربن چدن حدود ۳ تا ۴ درصد است. مقاومت فشاری چدن از مقاومت کششی آن بیشتر است. از چدن در ساخت لوله‌های آب‌رسانی و فاضلاب و قطعات مربوط، مانند زانویی، سه راهه، چهارراهه و شیرآلات

صنعتی و همچنین دیگ‌های حرارت مرکزی، رادیاتورهای ویژهٔ جاهای نمناک، مانند حمام‌ها، و همچنین در ساخت دریچه‌های بازدید، کنتور آب، قطعات درپوش و پلهٔ آدم‌رو شبکهٔ فاضلاب‌ها استفاده می‌شود. به طور کلی، چدن در شرایطی که زنگ‌زدگی فولاد محتمل است مصرف می‌شود.

ب- فولاد: مشخصات فولاد باید بر اساس ضوابط تعیین شده در این مبحث و مباحث ۹ و ۱۰ مقررات ملّی ساختمان باشد.

**۵-۱۲-۱-۲-۲ فلزهای غیرآهنی:** عمده‌ترین فلزهای غیرآهنی مورد مصرف در ساختمان عبارت است از: آلومینیم، مس، سرب، روی و قلع. از دیگر فلزها، مانند نیکل و منیزیم، در ساخت آلیاژها یا به عنوان پوشش استفاده می‌شود.

الف- آلومینیوم: فلزی است نقره‌ای رنگ، با جلای فلزی، نرم و سبک و دارای قابلیت شکل‌پذیری زیاد و، پس از فولاد پرمصرف‌ترین فلز صنعتی است. از مزایای آلومینیم و آلیاژهای آن سبکی وزن و ضد زنگ بودن آنهاست. از معایب آنها مدول ارتجاعی کم (تغییر شکل زیاد آنها زیر بار) و حساسیت در برابر افزایش حرارت (تغییر محسوس در خواص مکانیکی آنها در حرارت بیش از ۱۰۰ درجه سیلسیوس) است که مصرف سازه‌ای این فلز را محدود می‌سازد. آلیاژهای آلومینیم مصرفی در کارهای ساختمانی به دو گروه تقسیم می‌شود:

الف-۱- آلیاژهای آلومینیم با مقاومت نسبتاً کم، که بیشتر برای ساخت ورق ساده یا موج‌دار، پوشش شیروانی‌ها، درزبند و درزپوش، تزیین ساختمان، ساخت در و پنجره و، برخی منابع نگهداری مایعات و جز آنها استفاده می‌شود.

الف-۲- آلیاژهای آلومینیم با مقاومت زیاد، که در قطعات باربر اصلی در کارهای ساختمانی و ساخت اسکلت سبک سازه‌ها به کار می‌رود.

از پودر آلومینیم در ساختن رنگ و بتن گازی استفاده می‌شود.

آلیاژهای آلومینیمی که در کارهای ساختمانی مصرف می‌شوند، به صورت نیمرخ‌های مختلف، مانند ورق، میلگرد و، قوطی تولید می‌شود. در اتصالات ساختمانی آلومینیمی، از پرچ، جوش و پیچ استفاده می‌شود. برای آن دسته از آلیاژهای آلومینیمی که به‌خوبی قابلیت جوش‌پذیری ندارند، پرچ کردن مناسب است.

آلومینیم جهت کاربرد در مصارف زیر تولید و استفاده می‌شود:

کاربرد ورق آلومینیمی (ساده و موجدار) در نماسازی، پوشش بام، درزبند، درزپوش، کلاهک دودکش‌ها، هواروها، کرکره‌ها و پوشش عایق حرارتی و رطوبتی و بازتاب گرماست. از ورق‌های نازک آلومینیم نیز به منزلهٔ محافظ رطوبت در دیوارها و سقف‌ها و عایق استفاده می‌شود.

نیمرخ‌های آلومینیمی را در ساخت چارچوب و قاب و در و پنجره، قاب دیوارهای غیر باربر، چارچوب، کف پله‌ها، نرده، ریل‌ها و میله‌ها می‌توان به کار برد. آلومینیم و آلیاژهای آن با نیمرخ‌های مختلف مانند تیرهای I و H شکل، ناودانی، نبشی و سپری و مقاطع Z شکل، ساخته می‌شود.

از لوله‌ها و قوطی‌های آلومینیمی برای برخی کارهای ساختمانی، مانند نرده، شبکه‌های تزیینی، جان‌پناه‌ها، حفاظ‌ها و دیوارکوب‌های روشنایی، استفاده می‌شود.

ب- مس: مس فلزی است سرخ رنگ، جلاپذیر و نرم. که به خوبی قابلیت چکش‌خواری دارد و به آسانی شکل می‌گیرد. در حالت سرد، به آسانی تا می‌شود، اما نمی‌شکند. مس را می‌توان جوش داد و به آسانی لحیم کرد. پس از آهن و آلومینیوم، مس پرمصرف‌ترین فلز صنعتی است.

از مس و آلیاژهای آن، که گونه‌های برنج و مفرغ است، در آب‌بندی، درزبندی، کارهای تزئیناتی، ساختن قطعات شیرآلات و یراق‌آلات و لوله‌سازی استفاده می‌شود.

از ورق‌ها و تسمه‌های مسی برای پوشاندن بام و آب‌بندی و همچنین به منزلهٔ درزپوش استفاده می‌شود.

لوله‌های مسی را برای انتقال آب و بخار آب به کار می برند. جنس لولهٔ مارپیچ آب گرم کن نیز از مس است.

مس برای گرمارسانی و برق‌رسانی از توانایی بسیار خوبی برخوردار است.

پ- سرب: فلزی است به رنگ خاکستری مایل به آبی، به آسانی بریده می‌شود و خراش برمی‌دارد. سنگین‌ترین و نرم‌ترین فلز صنعتی است. می‌توان آن‌را به آسانی شکل داد و اگر سر باشد، قابلیت برش، تا خوردن، نورد و منگنه شدن دارد و می توان آن را لحیم کرد و جوش داد.

از ورق سرب برای مغزی عایق‌های پیش ساخته و آب‌بندی سر ناودان‌ها، کنارها و کنج‌های بام مصرف می‌شود. در کارخانه‌های شیشه‌سازی، اتاق‌های عکس‌برداری پزشکی و همچنین در محل‌های کار کردن با پرتوهای رادیواکتیو، دیوارها، و کف و سقف را با ورق‌های سربی می‌پوشانند.

از ورق سربی برای تراز کردن خرپاها و تیرهای فولادی به عنوان زیرسری استفاده می‌شود.

از سرب به همراه کنف برای درزبندی لوله‌های چدنی فاضلاب استفاده می‌کنند.

ت- روی: فلزی است با رنگ متمایل به آبی و جلادار، در گرمای ۱۰۰ درجهٔ سیلسیوس ترد است و در گرمای ۱۰۰ تا ۲۵۰ درجهٔ سیلسیوس از تردی آن کاسته می‌شود و می‌توان به آن شکل داد، نورد کرد و به شکل سیم درآورد. در گرمای تا ۳۰۰ درجهٔ سلسیوس به اندازه‌ای ترد می‌شود که می‌توان آن را کوبید و از آن گرد ساخت. گرد روی در ساخت رنگ‌های ویژهٔ ضد زنگ به کار می‌رود. از روی برای پوشاندن ورق، لوله و سایر قطعات فولادی و نیز جلوگیری از زنگ زدن آنها استفاده می‌شود. این قبیل محصولات به آهن سفید شهرت دارند. در جاهای نمناک، از ورق، لوله، پیچ و مهره و میخ فولادی روی اندود استفاده می‌کنند تا زنگ نزند.

ث- قلع: قلع فلزی به رنگ سفید نقره‌ای جلادار، نرم است و به آسانی شکل می‌پذیرد. آن را می‌توان ریخت و لحیم کرد و بی‌آن‌که، نیاز به گرم کردن داشته باشد، چکش‌کاری و نورد کرد. از قلع کمتر از روی، برای پوشش قطعات فولادی ساختمانی استفاده می‌شود و در تولید انواع آلیاژها، به خصوص برنز یا مفرغ، که آلیاژی از مس و قلع است، کاربرد دارد.

### ۵-۱۲-۱-۳ استانداردها

#### ۵-۱۲-۱-۳-۱ ویژگی‌ها

الف- ویژگی انواع میلگرد باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره‌های ۳۱۳۲، ۱۷۹۷ باشد.

الف-۱- میلگردهای مصرفی از نظر شکل رویه به سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند:

الف-۱-۱- میلگردهای با رویه صاف، یا میلگردهای ساده. این نوع رویه فقط در میلگرد س ۲۴۰ به کار برده می‌شود. این میلگردها فقط می‌توانند به عنوان میلگرد دورپیچ در اعضای سازه‌ای بتن‌مسلح یا در ساختمان‌های بتن‌مسلح به کار روند و استفاده از آنها به عنوان میلگرد سازه‌ای غیراز مورد فوق، در تمامی انواع ساختمان‌ها ممنوع است.

الف-۱-۲- میلگردهای با رویه آجدار، که سایر میلگردها را شامل می‌شود. آج عبارت است از برجستگی‌هایی به شکل‌های متفاوت که به صورت طولی زاویه‌دار در هنگام نورد بر روی آن ایجاد می‌شود.

الف-۱-۳- میلگردهای با رویه آجدار پیچیده، که از پیچانیدن میلگردهای آجدار به دست می‌آید. در این میلگردها، علاوه بر آج اولیه میلگرد، یک خط مارپیچ بر روی میلگرد نیز به چشم می‌خورد که هرچه میزان تابانیدن میلگرد بیشتر باشد گام این خط کمتر خواهد بود.

الف-۲- آج‌ها از نظر شکل به صورت دوکی‌شکل (آج با مقطع متغیر) یا به صورت یکنواخت (آج با مقطع ثابت) و از نظر امتداد به صورت مارپیچ یا جناقی می‌باشند.

الف-۳- الزامات هندسی میلگردها در استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲ ارائه شده است.

الف-۴- میلگردهای آج دار باید دارای آج عرضی و طولی باشند، بگونه‌ای که به جز در محل‌های نشانه‌گذاری، حداقل دو ردیف آج عرضی با توزیع یکنواخت در دو طرف آج‌های طولی قرار داشته باشد.

الف-۵- آج‌های عرضی در میلگردهای آج ۳۴۰ باید به صورت یکنواخت با زاویه حداقل ۴۵ درجه نسبت به محور طولی یا دوکی شکل مارپیچ در دو طرف آج طولی طبق ضوابط مشخص شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲ باشند.

الف-۶- آج‌های عرضی در میلگردهای آج ۴۰۰ باید به صورت یکنواخت با زاویه حداقل ۴۵ درجه نسبت به محور طولی یا دوکی شکل در دو طرف آج طولی و به صورت دو نیم مارپیچ غیر هم جهت در دو نیمه طولی میلگرد طبق ضوابط مشخص شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲ باشند.

الف-۷- میلگردهای آج ۵۰۰ باید دارای آج‌های عرضی دوکی شکل در دو طرف آج طولی و به صورت چهار نیم مارپیچ به شکل هفت- هشت مطابق با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲ باشند.

الف-۸- طبق استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲ ترکیب شیمیایی مذاب ریخته گری میلگرد ساده و آج دار در جدول ۵-۱۲-۱ ارائه گردیده است.

الف-۹- طبق استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲ مشخصات مکانیکی میلگردهای ساده و آج دار در جدول ۵-۱۲-۲ ارائه شده است.

الف-۱۰- میلگردها از نظر روش ساخت در سه گروه فولاد گرم‌نورد شده، فولاد سرد اصلاح شده و فولاد گرم اصلاح شده تقسیم می‌شوند. فولاد سرد نوردشده بر اثر انجام عملیات مکانیکی نظیر پیچانیدن، کشیدن، نورد کردن یا گذرانیدن از حدیده، بر روی میلگردهای گرم نورد شده در حالت

سرد به دست می‌آید و فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه، بر اثر انجام عملیات مکانیکی نظیر گرمایش و آب دادن، بر روی میلگردهای گرم نورد شده در حالت گرم حاصل می‌شود.

الف-۱۱- تفکیک میلگردها از یکدیگر، به لحاظ هندسی، براساس قطر اسمی آنها صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر، قطر اسمی، پارامتر هندسی مشخصه انواع میلگردها است. ضوابط و الزامات قطر اسمی انواع میلگردهای ساده و آجدار، قطر زمینه میلگردهای آجدار($d_1$)، یعنی قطر میلگرد آجدار بدون در نظر گرفتن آج آن و نیز قطر خارجی میلگردهای آجدار ($d_2$)، یعنی قطر میلگرد با احتساب کامل آج آن مطابق جدول ۵-۱۲-۳ می‌باشد.

الف-۱۲- طول استاندارد میلگردهای شاخه‌ای به طور معمول ۱۲ متر است.

**جدول ۵-۱۲-۱ ترکیب شیمیایی مذاب ریخته گری میلگرد (حداکثر مقادیر بر اساس درصد جرمی)***

| طبقه‌بندی | علامت مشخصه | کربن | سیلیسیم | منگنز | فسفر | گوگرد | نیتروژن | کربن معادل** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ساده | س ۲۴۰ | ۰/۲۲ | ۰/۵۵ | ۰/۷۵ | ۰/۰۵۰ | ۰/۰۵۰ | - | - |
| آج دار مارپیچ | آج ۳۴۰ | ۰/۳۲ | ۰/۶۰ | ۱/۳۰ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۴۵ | - | ۰/۵۰ |
| آج دار جناغی | آج ۴۰۰ | ۰/۳۷ | ۰/۶۰ | ۱/۶۰ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۴۵ | - | - |
| آج دار مرکب | آج ۵۰۰ | ۰/۴۰ | ۰/۶۰ | ۱/۸۰ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۴۵ | - | - |

* اگر حداقل مقدار کل آلومینیم در آنالیز شیمیایی ۰/۰۱۵درصد باشد، لازم نیست حداکثر مقدار نیتروژن اعمال شود. اگر چنانچه آلومینیم قابل حل در اسید به میزان حداقل ۰/۰۱۳درصد باشد و یا مقدار کافی عناصر نیتریدزای دیگر وجود داشته باشد، بایستی مقدار عناصر نیتریدزا نظیر Ti، Nb، V و ... در گواهی کیفیت محصول آورده شود.

** کربن معادل فولاد از رابطه ارائه شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲ بدست می‌آید.

**جدول ۵-۱۲-۲ مشخصات مکانیکی میلگردهای ساده و آج دار***

| طبقه‌بندی | علامت مشخصه | مقاومت مشخصه تسلیم، مگاپاسکال | | مقاومت کششی نهایی، مگاپاسکال | نسبت مقاومت کششی نهایی به مقاومت مشخصه تسلیم | میزان ازدیاد طول نسبی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | حداقل | حداکثر | حداقل | حداقل | حداقل A۵ | حداقل A۱۰ |
| ساده | س ۲۴۰ | ۲۴۰ | - | ۳۶۰ | ۱/۲۵ | ۲۵ | ۱۸ |
| آج دار مارپیچ | آج ۳۴۰ | ۳۴۰ | - | ۵۰۰ | | ۱۸ | ۱۵ |
| آج دار جناغی | آج ۴۰۰ | ۴۰۰ | - | ۶۰۰ | | ۱۶ | ۱۲ |
| آج دار مرکب | آج ۵۰۰ | ۵۰۰ | - | ۶۵۰ | | ۱۰ | ۸ |

* A۵ و A۱۰ به ترتیب مربوط به کشش آرماتورها با طول برابر ۵ برابر و ۱۰ برابر قطر آرماتور بوده و انتخاب یکی از این طول‌های آزمون برای تعیین میزان ازدیاد طول نسبی کافی است. در خصوص میلگردهایی که قطر اسمی آنها ۳۲ میلی‌متر یا بیشتر است، مقدار مقاومت مشخصه تعریف شده برای A۵ ممکن است تا ۳ درصد به ازای هر ۳ میلی‌متر افزایش در قطر کاهش یابد. اگرچه حداکثر کاهش از حداقل مقادیر تعریف شده در این جدول تا ۴ درصد محدود می‌باشد.

**جدول ۵-۱۲-۳ ضوابط و الزامات قطرهای: اسمی، زمینه و خارجی انواع میلگردها بر حسب میلی‌متر**

| میلگرد س۲۴۰ | میلگردهای آج ۳۴۰ آج ۴۰۰ (با آج دوکی) | | | میلگردهای آج ۳۴۰ آج ۴۰۰ (با آج یکنواخت) | | | میلگردهای آج ۵۰۰ (با آج دوکی) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قطر اسمی ($d_b$) میلی‌متر | قطر اسمی ($d_b$) میلی‌متر | قطر زمینه ($d_1$) میلی‌متر | حداکثر ارتفاع برجستگی طولی میلی‌متر | قطر اسمی ($d_b$) میلی‌متر | قطر زمینه($d_1$) میلی‌متر | قطرخ ارجی($d_2$) میلی‌متر | قطر اسمی($d_b$) میلی‌متر | قطر زمینه ($d_1$) میلی‌متر | قطر خارجی در بلندترین نقطه آج عرضی و یا آج طولی ($d_2$) میلی‌متر |
| ۶ | ۶ | ۵/۷۰ | ۰/۶ | ۶ | ۵/۷۵ | ۶/۷۵ | – | – | – |
| ۸ | ۸ | ۷/۶۰ | ۰/۸ | ۸ | ۷/۵۰ | ۹/۰۰ | – | – | – |
| ۱۰ | ۱۰ | ۹/۵۰ | ۱/۰ | ۱۰ | ۹/۳۰ | ۱۱/۳۰ | – | – | – |
| ۱۲ | ۱۲ | ۱۱/۴۰ | ۱/۲ | ۱۲ | ۱۱/۰۰ | ۱۳/۵۰ | – | – | – |
| ۱۴ | ۱۴ | ۱۳/۴۰ | ۱/۴ | ۱۴ | ۱۳/۰۰ | ۱۵/۵۰ | ۱۴ | ۱۳/۲۰ | ۱۵/۷۰ |
| ۱۶ | ۱۶ | ۱۵/۳۰ | ۱/۶ | ۱۶ | ۱۵/۰۰ | ۱۸/۰۰ | ۱۶ | ۱۵/۲۰ | ۱۸/۲۰ |
| ۱۸ | ۱۸ | ۱۷/۳۰ | ۱/۸ | ۱۸ | ۱۷/۰۰ | ۲۰/۰۰ | ۱۸ | ۱۷/۲۰ | ۲۰/۲۰ |
| ۲۰ | ۲۰ | ۱۹/۲۰ | ۲/۰ | ۲۰ | ۱۹/۰۰ | ۲۲/۰۰ | ۲۰ | ۱۹/۲۰ | ۲۲/۲۰ |
| ۲۲ | ۲۲ | ۲۱/۲۰ | ۲/۲ | ۲۲ | ۲۱/۰۰ | ۲۴/۰۰ | ۲۲ | ۲۱/۲۰ | ۲۴/۲۰ |
| ۲۵ | ۲۵ | ۲۴/۰۳ | ۲/۵ | ۲۵ | ۲۴/۰۰ | ۲۷/۰۰ | ۲۵ | ۲۴/۲۰ | ۲۷/۲۰ |
| ۲۸ | ۲۸ | ۲۶/۹۰ | ۲/۸ | ۲۸ | ۲۶/۵۰ | ۳۰/۵۰ | ۲۸ | ۲۶/۸۰ | ۳۰/۸۰ |
| ۳۲ | ۳۲ | ۳۰/۷۸ | ۳/۲ | ۳۲ | ۳۰/۵۰ | ۳۴/۵۰ | – | – | – |
| ۳۶ | ۳۶ | ۳۴/۸۰ | ۳/۶ | ۳۶ | ۳۴/۵۰ | ۳۹/۵۰ | – | – | – |
| ۴۰ | ۴۰ | ۳۸/۵۰ | ۴/۰ | ۴۰ | ۳۸/۵۰ | ۴۳/۵۰ | – | – | – |

ب- ویژگی‌های انواع لوله‌های چدنی، بست‌ها و متعلقات خطوط لولهٔ تحت فشار باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۶ مطابقت کند.

پ- ویژگی‌های انواع فراورده‌های مسی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۴۸۰ باشد.

ت- ویژگی انواع نیمرخ‌های آلومینیمی باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۲۳۸۴ تطبیق کند.

ث- ویژگی انواع ورق و تسمه باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره‌های ۴۴۰، ۳۶۹۳، ۳۶۹۴ باشد.

ج- ویژگی انواع نیمرخ‌های نوردیده باید با استاندارد ملّی ایران شماره‌های ۱۶۰۰، ۱۷۹۱، ۱-۱۳۹۶۸، ۲-۱۳۹۶۸ و۳۲۷۷ و همچنین ویژگی انواع لوله‌های فولادی باید با استاندارد ملّی ایران شماره‌های ۳۹۶، ۴۲۱، ۴۲۲ مطابقت کند.

چ- ویژگی انواع پیچ و مهره باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۲۸۷۴ مطابقت کند.

ح- ویژگی الیاف‌های فولادی برای بتن تقویت شده با الیاف بایستی منطبق با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۹۱ باشد.

خ- ویژگی فولادهای مورداستفاده برای پیش تنیده کردن بتن باید با الزامات استانداردهای ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۰ مطابقت داشته باشد.

د- ویژگی فلزهای غیرآهنی باید مطابق استانداردهای معتبر باشد.

ذ- ورق‌های فولادی سرد نورد شده مورد مصرف در سیستم‌های قاب سبک فولادی باید شرایط و معیارهای مناسب مقاومتی جهت باربری و شکل‌پذیری کافی به منظور خم کاری‌های موردنیاز را داشته باشند. این ورق‌ها معمولاً دارای ضخامت ۰/۶ تا ۲/۵ میلی‌متر هستند و حد جاری شدن آنها ۲۴۰ الی ۳۴۰ مگاپاسکال می‌باشد. نسبت تنش گسیختگی به تسلیم برای تامین رفتار شکل‌پذیر در این ورق‌ها ۱/۰۸ می‌باشد. پوشش‌های حفاظتی که میتوان برای ورق‌های سرد نورد شده را مورد استفاده قرار داد عبارتند از: گالوانیزه، گالفان و گالوالوم.

**۵-۱۲-۱-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد**

الف- میلگرد گرم نوردیده: تعیین ترکیب شیمیایی، بازرسی ظاهری، اندازه‌گیری ابعاد، جرم و تعیین مقاومت‌های کششی و خمشی.

ب- تیرآهن گرم نوردیده بال نیم پهن: تعیین درصد عناصر متشکله، تعیین مقاومت‌های کششی و خمشی.

پ- ورق فولادی گرم نوردیده با کیفیت معمولی و کششی: تعیین درصد عناصر متشکله، تعیین مقاومت‌های کششی و خمشی.

ت- در موارد ضرورت آزمایش‌هایی که استاندارد ملّی برای آنها تدوین نشده است، باید به استانداردهای معتبر رجوع کرد.

ث- فلزهای غیرآهنی باید مطابق استانداردهای معتبر آزمایش شود.

ج- استانداردهای مرجع این بخش در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۱۲-۱-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

هنگام برش‌کاری، آهنگری و به طور کلی کارهایی که باعث ایجاد خطر برای صورت و چشم کارگران می‌شود، باید آنها به عینک و نقاب حفاظتی استاندارد متناسب با نوع کار و خطرهای آن مجهز باشند.

### ۵-۱۲-۱-۵ سازگاری

**۵-۱۲-۱-۵-۱** همهٔ قطعات فولادی باید دارای نوعی حفاظت در برابر خوردگی باشند.

**۵-۱۲-۱-۵-۲** سطوح فولادی که با ماشین کردن آماده می‌شود، باید در مقابل خوردگی محافظت شود. بدین منظور، از یک لایهٔ مصالح ضد زنگ، که بتوان آن را پیش از نصب به آسانی زدود، یا مصالح مخصوصی که احتیاج به زدودن ندارند، می‌توان استفاده کرد.

**۵-۱۲-۱-۵-۳** در مواردی که زنگ زدگی فولاد محتمل است، مانند لوله‌های آب‌رسانی، فاضلاب و قطعاتی مانند زانویی، سه راهه، و شیرآلات صنعتی، از چدن استفاده می‌شود.

**۵-۱۲-۱-۵-۴** در جاهای نمناک، برای جلوگیری از زنگ‌زدگی ورق، لوله، پیچ و مهره و میخ فولادی، از اندود روی استفاده می‌شود.

### ۵-۱۲-۱-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۱۲-۱-۶-۱** مصالح فلزی، تا زمان حمل، ترجیحاً باید در انبار مسقف تهویه‌دار و کف‌سازی شده نگهداری شود. در مناطق یا در مواردی که احتمال بارندگی مداوم وجود دارد و مصالح باید مدت طولانی در انبار بماند، سطح بسته‌ها را باید با برزنت یا پوشش مناسب دیگر پوشانید.

**۵-۱۲-۱-۶-۲** تیرآهن‌های به طول مساوی، مرجحاً تیرآهن‌های ۱۲، به کمک تسمه یا مفتول‌های ضخیم بسته‌بندی می‌شود.

**۵-۱۲-۱-۶-۳** لازم است هر مجموعه پیچ و مهره بسته‌بندی شود. اگر پیچ و مهره چرب و آغشته به روغن نباشد، آنها را باید در لفافه‌ای پلاستیکی (نایلونی) قرار داد و تا حد ممکن هوای داخل بسته را خارج کرد.

**۵-۱۲-۱-۶-۴** میلگردهایی‌که هنوز بریده یا خم نشده‌اند باید به گونه‌ای انبار و نگهداری شوند که بر چسب و علامت کارخانه سازنده فولاد بر روی آنها قابل رویت باشد.

**۵-۱۲-۱-۶-۵** از هرنوع صدمه مکانیکی یا تغییر شکل پلاستیک به میلگردها، نظیر بریدگی و ضربه و...، می‌باید جلوگیری شود.

**۵-۱۲-۱-۶-۶** میلگردهای پوسته شده باید ماسه پاشی و پس از برآوردن ضوابط مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان مصرف شوند. رفع پوسته‌ها با استفاده از برس سیمی و سایر روش‌های مشابه مجاز نیست.

**۵-۱۲-۱-۶-۷** میلگردها باید به روشی حمل و انبار شوند که دچار خمیدگی بیش از حد نشوند.

**۵-۱۲-۱-۶-۸** میلگردها باید بسته به قطر و رده آنها، به صورت مجزا انبار شوند.

**۵-۱۲-۱-۶-۹** میلگردها باید به نحوی تخلیه شوندکه هم به کارگران صدمه نزنند و هم خود صدمه نبینند.

**۵-۱۲-۱-۶-۱۰** میلگردهای س ۲۴۰، آج ۳۴۰ و آج ۴۰۰ با قطر کوچکتر یا برابر ۱۲ میلی‌متر به صورت کلاف و یا به صورت شاخه مستقیم با طول‌های مساوی بسته‌بندی می‌شوند. قطر کلاف میلگردهای کلاف باید حداقل ۲۰۰ برابر قطر میلگرد باشد. میلگردهای س ۲۴۰، آج ۳۴۰ و آج ۴۰۰ با قطر برابر و بزرگتر ۱۴ میلی متر و نیز تمامی میلگردهای آج ۵۰۰ فقط به صورت شاخه مستقیم با طول‌های مساوی بسته‌بندی می‌شوند.

**۵-۱۲-۱-۶-۱۱** بر روی شاخه‌های میلگردهای آجدار تولیدی، به صورت یک در میان باید علامت مشخصه‌ای حک شود تا از روی آن نام کارخانه سازنده و نوع میلگرد معلوم شود.

**۵-۱۲-۱-۶-۱۲** هر یک از بسته‌های میلگرد باید دارای حداقل دو پلاک فلزی باشد که بر روی هریک از پلاک‌های مزبور مشخصات (الف) تا (ح) زیر به صورتی خوانا حک و یا به صورتی که نتواند مخدوش شود، نوشته شده باشد:

الف- شماره بسته

ب- نوع میلگرد (س ۲۴۰، آج ۳۴۰، ...)

پ- نمره میلگرد (قطر اسمی برحسب میلی‌متر)

ت- وزن بسته (بر حسب کیلو نیوتن)

ث- شماره ذوب یا بهر
ج- نشانه تأییدیه کنترل کیفیت از سوی کارخانه سازنده
چ- نام یا نشانه تجارتی کارخانه سازنده
ح- علامت استاندارد ملّی ایران

## ۵-۱۲-۲ مصالح جوش‌کاری

### ۵-۱۲-۲-۱ تعریف

هدف از جوش‌کاری ایجاد پیوند بین دو قطعهٔ فلز به کمک حرارت حاصل از قوس الکتریکی بوده و روش صحیح آن مستلزم شناخت و انتخاب صحیح مصالح جوش‌کاری می‌باشد.

### ۵-۱۲-۲-۲ دسته‌بندی

مصالح جوشکاری انواع مختلفی دارد:

**۵-۱۲-۲-۱** الکترود جوشکاری: الکترود به فلز پرکنندهٔ درز جوش گفته می‌شود که به شکل مفتول یا میلگرد نازک بدون روکش و یا روکش‌دار عرضه می‌شود. روکش الکترود ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی فلز جوش را کنترل و تنظیم می‌کند. روکش‌ها ممکن است اکسیدکننده، اسیدی، سلولزی و یا قلیایی باشند. هنگام جوش‌کاری با الکترود، جریان قوس الکتریکی بین انبرک جوش کاری و قطعه کار برقرار می‌شود. نوع الکترود باید با مشخصات مکانیکی و شیمیایی فلز و نیز با خصوصیات جوش مورد نظر سازگار باشد، تا درز جوش به نحو مطلوب پر و مقاومت لازم اتصال به‌دست آید. قطر الکترود تابع عواملی مانند نوع و وضعیت جوش، نوع درز، ضخامت ورق‌های اتصال و مهارت جوش‌کار است. الکترودها دارای انواع مختلفی است:

الف) الکترودهای جوش‌کاری فولادهای ساختمانی
ب) الکترودهای جوش‌کاری فولادهای کم آلیاژ
پ) الکترودهای جوش‌کاری فولادهای مخصوص، نظیر فولادهای مقاوم در برابر حرارت و فولادهای پرمقاومت.

**۵-۱۲-۲-۲-۲** سیم جوش‌کاری: سیم‌های جوش‌کاری در جوش‌کاری با گاز و در محیط مناسب استفاده می‌شود. سیم جوشکاری باید تمیز و به دور از هرگونه آلودگی و ناخالصی و سطح آن عاری از زنگ‌زدگی و روغن و مانند این‌ها باشد.

**۵-۱۲-۲-۲-۳** پودرگدازآور جوشکاری: از این پودرها در جوش قوس الکتریکی، با الکترود فولادی بدون روکش، استفاده می‌شود و جوش‌کاری با سیم، برای برقراری قوس الکتریکی به کار می‌رود. پودر جوشکاری باید خاصیت قلیایی داشته و با شرایط مکانیکی و فشار وارد بر آن انطباق داشته باشد. رطوبت پودر پیش از مصرف نباید از ۰/۱ درصد تجاوز کند.

### ۵-۱۲-۲-۳ استانداردها

#### ۵-۱۲-۲-۳-۱ ویژگی‌ها

ویژگی‌های الکترودهای روپوش‌دار جوش‌کاری با قوس الکتریکی باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۸۷۱ مطابق باشد.

#### ۵-۱۲-۲-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

آزمایش الکترودهای روپوش‌دار باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۸۷۱ آزمایش شود. این آزمایش‌ها عبارت است از: مقاومت کشش جنس جوش و مقاومت در برابر ضربه. استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۱۲-۲-۴ ایمنی و بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

به دلیل احتمال وجود برخی مواد مضر در روپوش و یا وجود آزبست، کارگران از تماس مستقیم پوست دست و بدن خود با پوشش روی الکترودها خودداری کنند.

### ۵-۱۲-۲-۵ بسته‌بندی و حمل و نقل و نگهداری

**۵-۱۲-۲-۵-۱** الکترودهای روپوش‌دار باید در بسته‌بندی مناسب مانند لفافهٔ نایلونی، عرضه گردد. نایلون یا پوشش ضد رطوبت باید در حدی باشد که به آسانی سوراخ یا پاره نشود.

**۵-۱۲-۲-۵-۲** پوشش باید کاملاً اطراف الکترودها را بگیرد و به آنها چسبیده باشد، تا هوای پوشش را به کم‌ترین حد ممکن برساند و از حرکت الکترودها جلوگیری کند. البته اگر بتوان هوای داخل پوشش را تخلیه کرد، بهتر خواهد بود.

**۵-۱۲-۲-۵-۳** دسته‌ها، بسته‌ها، جعبه‌ها حلقه‌ها، قرقره‌های الکترود باید دارای اطلاعات طبقه‌بندی الکترود، نام سازنده یا علامت تجاری، طول و قطر استاندارد و مدت زمان تضمین باشد.

**۵-۱۲-۲-۵-۴** معمولاً چند بسته در یک کارتن یا هر بستهٔ لفافه‌دار جداگانه درون یک کارتن قرار داده می‌شود.

**۵-۱۲-۲-۵-۵** الکترودها باید در انبارهای مسقف و خشک و به دور از رطوبت نگهداری شوند.

**۵-۱۲-۲-۵-۶** در هنگام بارگیری نباید به بسته‌ها یا کارتن‌ها ضربه شدید وارد شود و از پرتاب کردن آنها باید خودداری کرد. در هر حال، به پوشش روی الکترود نباید آسیبی برسد.

# ۵-۱۳ چوب و فرآورده‌های آن

## ۵-۱۳-۱ تعریف

چوبی که در ساختمان به مصرف می‌رسد، به یکی از صورت‌های طبیعی یا مصنوعی است. از جمله کاربردهای چوب طبیعی ساختن اسکلت ساختمان‌های چوبی، ساخت در و پنجره، دیوارپوش، کف‌پوش، سقف‌پوش، بام‌پوش، نرده، شمع‌کوبی، قالب‌بندی و داربست است. از چوب‌های مصنوعی، مانند تخته لایه و نئوپان، در تزیینات، ساخت قفسه، کمد و در استفاده می‌شود.

## ۵-۱۳-۲ دسته‌بندی

**۵-۱۳-۲-۱** چوب به دو دستهٔ چوب‌های طبیعی و تخته مرکب تقسیم می‌شود:

**۵-۱۳-۲-۱-۱** چوب‌های طبیعی، از نظر گونه، به دو دسته پهن برگان (چوب سخت) و سوزنی برگان (چوب‌های نرم) تقسیم می‌شوند. این چوب‌ها به دو صورت چوب گرد و الواری، که ابعاد آنها در استاندارد ملّی ایران شماره ۴۱۷ تعیین شده است، بریده می‌شود.

**۵-۱۳-۲-۱-۲** چوب‌های مصنوعی، یا تخته‌های مرکب، در انواع تخته لایی، تخته فیبر، روکش و تخته خرده چوب (نئوپان) تولید و مصرف می‌شود.

**۵-۱۳-۲-۲** مهم‌ترین فرآورده‌های چوب به شرح ذیل می‌باشد:

**۵-۱۳-۲-۲-۱ پارکت:** پارکت معمولاً از تکه‌های سخت چوب (از گونه‌های مختلف آن) در اندازه‌ها و نقش‌های متفاوت، مانند شطرنجی، جناغی و حصیری، ساخته می‌شود. ضخامت تکه‌های چوب

معمولاً ۶ تا ۱۸، طول آنها ۷۵ تا ۴۵۰ و عرض آنها ۲۰ تا ۵۶ میلی‌متر است و در کارخانه بریده و آماده می‌شود.

**۵-۱۳-۲-۲-۲ کفپوش‌های چوب پنبه‌ای:** کفپوش‌های چوب پنبه‌ای در دو نوع تولید می‌شود:

الف- لینولیوم: مواد اولیهٔ لینولیوم روغن بزرک، گرد چوب پنبه، رزین و گرد چوب است که، طی فرایندهایی، از آنها ورق‌هایی به ضخامت ۲ تا ۶ میلی‌متر تهیه و به صورت توپ‌هایی به عرض ۱۸۰۰ میلی‌متر و کاشی‌های مربعی به ابعاد ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر بریده می‌شود.

ب- کاشی چوب پنبه‌ای: از مخلوط تراشه‌ها و خرده‌های چوب پنبه با رزین و فشردن مخلوط خمیری در قالب ساخته می‌شود. ضخامت کاشی‌ها ۴/۵ تا ۸ میلی‌متر و اضلاع کاشی‌های مربعی ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر و اندازهٔ کاشی‌های مستطیل شکل ۳۰۰×۱۵۰ و ۶۰۰×۳۰۰ میلی‌متر است.

**۵-۱۳-۲-۲-۳ درب و پنجره چوبی:** درب‌های چوبی به شکل یک لنگه، چند لنگه، قابلمه‌ای، بدون قابلمه و شیشه‌دار تولید می‌شود.

**۵-۱۳-۲-۲-۴ مواد و مصالح اتصال دهنده و نصب:** مواد و مصالح اتصال دهنده و نصب میخ، پیچ، بست‌ها است که در فصل مربوط به فلزات آورده شده است.

## ۵-۱۳-۳ استانداردها

### ۵-۱۳-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۱۳-۳-۱-۱** چوبی که در صنعت ساختمان به کار می‌رود باید، از نظر بافت و ظاهر، یکنواخت، تمیز و بدون ترک و صمغ، تابیدگی، پیچیدگی و سایر معایب باشد. وجود گره، بن شاخه، پوسیدگی و خشک شدگی، تجمع شیرهٔ گیاهی و صمغ بر روی سطوح نمایان چوب نشانهٔ نامرغوب بودن آن است. انواع معایب چوب و حدود قابل قبول آنها در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۷۵ ذکر شده است. ویژگی‌های چوب‌های مصنوعی، اعم از تخته فیبر، در استانداردهای ملّی ایران شماره ۷۴۱۶، ۱-۷۴۱۶، ۲-۷۴۱۶، ۴-۷۴۱۶ و ۵-۷۴۱۶ و تخته خرده چوب (نئوپان)، در استاندارد ملّی ایران شماره ۹۰۴۴، و تخته لایه، در استاندارد ملّی ایران شماره ۳۴۹۲ ارائه شده است.

**۵-۱۳-۳-۱-۲** ویژگی‌های تخته لایه‌های مورداستفاده در قالب‌بندی (با حداکثر طول ۳۱۰۰ میلی‌متر و عرض حداکثر ۱۵۰۰ میلی‌متر) بایستی با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۸۶ مطابق باشد.

**۵-۱۳-۳-۱-۳** خصوصیات تخته خرده چوب و تخته فیبر با روکش ملامینه برای مصارف داخل ساختمان باید با الزامات استانداردهای ملّی ایران شماره ۱۴۰۹۲ و ۱۴۰۹۳مطابق باشد.

**۵-۱۳-۳-۱-۴** ارزیابی کارکرد تیرهای دوبل چوبی پیش ساخته شامل: برش، لنگر، سفتی، تحمل کشش و فشار بال تیر، که به عنوان اعضاء ساختمانی تحت بار خمشی قرار می‌گیرند باید تحت الزامات و روش‌های آزمون استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۲۲۳۸۹ انجام پذیرد. این استاندارد برای تیرهای دوبل چوبی که اجزاء مقاوم به تاثیرات منفی رطوبت بر عملکرد ساختمانی دارند و در محیط‌های سرپوشیده موردمصرف قرار می‌گیرند و هیچگاه به مدت طولانی در معرض هوا قرار نمی‌گیرند کاربرد دارد. این استاندارد ضوابط مربوط به مقاومت در برابر آتش‌سوزی و الزامات مربوط به فرمالدئید و دوام بیولوژیک را دربر نمی‌گیرد و برای این موارد باید به استانداردهای مرجع مراجعه شود.

**۵-۱۳-۳-۱-۵** ویژگی انواع درب‌های پیش ساختهٔ چوبی داخلی باید مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۷۴۸ و ویژگی انواع پنجره‌های چوبی باید مطابق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳۲۴۵ باشد. سطح رویهٔ درب‌ها باید هموار و بدون فرورفتگی، برجستگی و پیچیدگی باشد. درب‌های ساخته شده، پس از برش نهایی، باید گونیا باشند. پنجره‌های چوبی بایستی از الوارهایی به ضخامت معین ساخته شود، تا پس از رنده کردن آنها، ضخامت‌های استاندارد به‌دست آید. برای این‌که بازشوی پنجره به‌راحتی باز و بسته شود، باید پس از رنده و آماده کردن کردن آن، ۲ میلی‌متر فضای آزاد (فضای باز) میان قسمت‌های مختلف پنجره ایجاد گردد. پیش از رنگ زدن، باید فضای باز میان پروفیل تحتانی بازشو و قاب، ۳ میلی‌متر باشد.

**۵-۱۳-۳-۱-۶** ویژگی‌های الوار و مواد چوبی مورداستفاده در پنجره و درب‌های بیرونی و چهارچوب آنها باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۲۰ مطابقت داشته باشند.

**۵-۱۳-۳-۱-۷** ویژگی‌های الوار و مواد چوبی مورداستفاده در پنجره و درب‌های داخلی و چهارچوب آنها باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۲۱ مطابقت داشته باشند.

**۵-۱۳-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد**

آزمایش‌های استاندارد چوب عبارت است از: اندازه‌گیری معایب چوب‌های بریده شده، تعیین مقاومت طبیعی چوب در برابر فساد، جذب آب، تورم‌پذیری، مقاومت خمشی، کششی، فشاری، مدول الاستیسیته، استحکام سطح، تعیین انبساط و انقباض.

استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۱۳-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

چوب نباید در محیطی قرار گیرد که بپوسد.

## ۵-۱۳-۵ سازگاری

**۵-۱۳-۵-۱** چوب با دیگر مصالح سازگار است.

**۵-۱۳-۵-۲** مصالح اتصال دهنده باید با شرایط آب و هوایی سازگار باشند.

## ۵-۱۳-۶ بسته‌بندی، حمل و نقل و نگهداری

**۵-۱۳-۶-۱** چوب باید در انبار به صورتی نگهداری شود که ویژگی‌های آن تغییر نکند و از عوامل آسیب‌رسان دور باشد.

**۵-۱۳-۶-۲** انبار مواد چوبی باید از آتش محافظت شود و از مواد قابل اشتعال دور و مجهز به سیستم‌های اعلام و اطفای حریق باشد.

**۵-۱۳-۶-۳** چوب باید در برابر حشرات، آتش و رطوبت محافظت شود.

# ۵-۱۴ قیر و قطران

## ۵-۱۴-۱ تعریف

**۵-۱۴-۱-۱** قیر جسمی هیدروکربنی است به رنگ سیاه تا قهوه‌ای تیره که از شمار بسیار هیدروکربن‌های آلی با ترکیبات پیچیده شیمیایی ساخته می‌شود. قیر در دمای محیط، جامد - نیمه جامد است، اما با افزایش دما روان می‌شود. کاربرد مهم قیر به علت وجود دو خاصیت مهم این ماده است: غیرقابل نفوذ بودن در برابر آب و چسبنده بودن.

**۵-۱۴-۱-۲** قطران از تقطیر گازهای حاصل از حرارت دادن زغال سنگ، چوب و سنگ‌های شیستی به‌دست می‌آید و رنگی سیاه و متمایل به قهوه‌ای دارد. این ماده قطران خام نام دارد و از تصفیه آن در حرارت ۳۰۰ تا ۳۵۰ درجه قطران راه‌سازی به دست می‌آید.

## ۵-۱۴-۲ دسته‌بندی

**۵-۱۴-۲-۱** قیر عمدتاً بر دو نوع است: اگر از معدن به دست آید، قیر طبیعی و هر گاه از پالایش نفت خام حاصل شود، قیر نفتی نام دارد.

**۵-۱۴-۲-۱-۱ قیر طبیعی:** برخی از انواع قیر در طبیعت و در اثر تبدیل تدریجی نفت خام و تبخیر مواد فرار آن در اثر گذشت سالهای بسیار زیاد به دست می‌آید. چنین قیری، قیر طبیعی نامیده می‌شود.

**۵-۱۴-۲-۱-۲ قیر نفتی:** قیر نفتی را از پالایش نفت خام به‌دست می‌آورند و با توجه به نوع قیر، چگونگی کاربرد آن در صنایع مختلف است، به این شرح:

الف- قیرهای جامد: قیر جامد آخرین فرآورده‌ای است که از تقطیر نفت خام فراهم و برحسب درجات نفوذ مختلف، تولید می‌شود. حدود درجات نفوذ قیرهایی که در ایران تولید می‌شوند ۱۰ تا ۳۰۰ درجه است. قیرهای محصول ایران، عبارت‌اند از: ۴۰/۵۰، ۶۰/۷۰، ۸۵/۱۰۰، ۱۲۰/۱۵۰ و ۲۰۰/۳۰۰.

ب- قیرهای دمیده: حساسیت این قیرها نسبت به دما کمتر است و از آنها بیشتر برای پر کردن ترک‌های روسازی بتنی و درزها استفاده می‌شود. قیرهای خالص نیمه جامد، یا قیرهای با درجهٔ نفوذ ۲۰۰/۳۰۰، ۸۵/۱۰۰ و ۶۰/۷۰، را با دمیدن هوای تحت فشار و درجه حرارت ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط واکنش‌های تراکمی قرار می‌دهند و قیرهای جامدی، با درجه نفوذ کمتر نسبت به قیر اولیه، به نام قیرهای دمیده، تولید می‌کنند. انواع این قیرها عبارت‌اند از: R۸۵/۲۵، R۹۰/۱۵. که اعداد ۲۵، ۱۵ درجه نفوذ و ۸۵، ۹۰ نقطه نرمی این قیرها را نشان می‌دهد.

پ- قیرهای محلول: قیرهای خالص جامد یا نیمه جامد هستند و مصرف آنها جز به روش حرارت دادن، که موجب کاهش کندروانی قیر می‌شود، امکان‌پذیر نیست. راه دیگر استفاده از قیر، تهیهٔ قیرهای محلول به روش مخلوط کردن قیرهای خالص با حلّال‌های نفتی است که حالت قیر را از جامد یا نیمه جامد به مایع تغییر می‌دهد. قیرهای محلول، یا پس برگشته، با مخلوط کردن قیرهای خالص در حلّال‌ها یا حل کردن قیر در آنها و یا روغن‌های نفتی سبک و فرّار مانند بنزین و نفت سفید، به دست می‌آید. نوع و کیفیت این قیرها بستگی به نوع قیرهای خالص اصلی و کیفیت حلال‌ها و مقدار آنها دارد. هرقدر حلّال مصرفی زیادتر باشد، قیر محلول، شل‌تر و روان‌تر است. کندروانی قیرهای محلول باید حتی‌الامکان به اندازه‌ای باشد که برای گرم کردن آنها نیاز به حرارت زیاد نباشد، البته این حرارت باید از درجهٔ اشتعال حلّال‌ها کمتر باشد. قیرهای محلول، در راه‌سازی برای اندودهای نفوذی، اندودهای سطحی، آسفالت سطحی، آسفالت سرد کارخانه‌ای یا مخلوط در محل، درزگیری ترک‌های آسفالتی و دیگر عملیات ترمیمی به مصرف می‌رسد. این قیر، برحسب سرعت گیرش، تصعید مواد فرّار و نوع حلّال‌ها، به سه گروه زیر تقسیم می‌شود:

ت- قیرهای زودگیر یا RC: اگر برای حل کردن قیرهای خالص و تهیهٔ قیر محلول از حلّال‌های سبک نظیر بنزین استفاده شود، قیر حاصل زودگیر است، زیرا حلّال موجود در این قیرها در مدت نسبتاً کمی، پس از مصرف قیر، تصعید می‌شود و قیر اصلی برجای می‌ماند. این قیرها بر حسب کندروانی سینماتیک با واحدسانتی‌استوکس در چهار نوع RC-۷۰، RC-۲۵۰، RC-۸۰۰ و RC -۳۰۰۰ درجه‌بندی می‌شوند. اعداد پسوند قیرها معرف حداقل کندروانی قیر در ۶۰ درجه سانتی‌گراد است.

ث- قیرهای کندگیر یا MC: این قیرها از حل کردن قیر خالص در موادی مانند نفت سفید و یا حلّال‌های مشابه تهیه می‌شود که سرعت تصعید این حلّال‌ها نسبت به حلّال بنزین در قیرهای زودگیر، کندتر و طولانی‌تر است. قیرهای کندگیر در پنج نوع درجه‌بندی شده است که حداقل کندروانی آنها در ۶۰ درجه سانتی‌گراد، برای رقیق‌ترین نوع آن یا MC-۳۰ معادل ۳۰ سانتی‌استوکس، و برای غلیظ‌ترین یا MC-۳۰۰۰ مساوی ۳۰۰۰ سانتی‌استوکس است.

ج- قیرهای دیرگیر یا SC: قیرهای دیرگیر را با حل کردن قیرهای خالص در روغن‌ها، حلّال‌های دیرگیر نفتی، مانند گازوییل یا نفت سیاه، می‌توان، مانند قیرهای خالص، مستقیماً از تقطیر نفت خام تهیه کرد. برای گیرش کامل قیرهای دیرگیر بعد از مصرف، مدت زمان زیادی لازم است. در واقع این قیرها در شرایط آب و هوای عادی نمی‌گیرند، بلکه تغییر شکل مولکولی آنها نسبتاً تدریجی و طولانی است. قیرهای دیرگیر در چهار نوع درجه‌بندی شده‌اند که حداقل کندروانی آنها در ۶۰ درجه سانتی‌گراد و برای رقیق‌ترین نوع آن یا SC-۷۰ معادل ۷۰ سانتی‌استوکس و برای غلیظ‌ترین آن یا SC-۳۰۰۰ معادل ۳۰۰۰ سانتی استوکس است.

چ- قیر امولسیون: از مخلوط کردن قیر و آب با یک ماده امولسیون ساز قیرهای امولسیونی بدست می‌آیند. امولسیون قیر در دو نوع آنیونیک و کاتیونیک وجود داردکه هریک به زیر گروه‌های سریع شکن، تند شکن، کندشکن و دیر شکن و هریک از این زیر گروه‌ها نیز به گروه‌های فرعی دیگری تقسیم می‌شوند که تعداد آن‌ها به بیست نوع قیر امولسیون می‌رسد. مقدار قیر امولسیون‌های قیر از ۵۰ تا ۷۵ درصد، مقدار آب از ۲۵ تا ۴۰ درصد و امولسیون‌سازها حداکثر ۰/۵ درصد وزنی این قیرها را تشکیل می‌دهد.

ح- قیرهای اصلاح شده: افزودنی‌های قیر، که طیف وسیعی از مواد معدنی، آلی، طبیعی را در برمی‌گیرد، برای اصلاح برخی از خواص قیر و در نتیجه مخلوط‌های آسفالتی است که در موارد زیر کاربرد دارد:

- جلوگیری از عریان شدن سنگدانه مخلوط‌های آسفالتی
- جلوگیری از ترک‌های حرارتی و انقباضی در رویه‌های آسفالتی
- کاهش پدیده‌های تغییر شکل و قیرزدگی رویه‌های آسفالتی
- جلوگیری از روآمدن ترک‌های آسفالتی
- کاهش میزان سخت شدن و کهنه‌شدن قیر
- افزایش تاب خستگی آسفالت

قیرهای اصلاح شده، برحسب نوع افزودنی‌های آن، به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند که برای هر یک مشخصات فنی معینی در نظر گرفته شده است. این مشخصات، قیرهای اصلاح شده‌ای است که حاصل اختلاط فقط قیرهای خالص با پلیمر، کوپلیمر، مواد شیمیایی تثبیت کننده و پودر لاستیک‌های بازیافتی است. به طور کلی، افزودنی‌های مصرفی، باید با قیرهای خالص انتخاب شده در هر پروژه سازگاری داشته باشد و قیر اصلاح شده نیز باید قبلاً به صورت مخلوطی همگن و یکنواخت تهیه شود.

مشخصات ۳ گروه اصلی قیرهای اصلاح شده، که هریک با افزودنی‌های معینی تهیه می‌شوند، به شرح زیر است:

ح-۱- قیرهای اصلاح شده پلیمری

ح-۱-۱- قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع I: این قیرها از افزودن کوپلیمرهای استایرن بوتادین (SB)، یا استایرن بوتادین استایرن (SBS) به قیرهای خالص تهیه می‌شوند و دارای مشخصات تإیید شده در استانداردهای معتبر باشد. قیرهای اصلاح شده با این پلیمر و پلیمرهای دیگر دارای ویژگی‌های مطابق با مشخصات استانداردهای معتبر به چهار گروه I-A، I-B، I-C و I-D تقسیم می‌شوند.

ح-۱-۲- قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع II: از افزودن پلیمر مایع استایرن بوتادین رابر (SBR) یا نوع پلیمر مایع پلی‌کلروپرن به قیرهای خالص به دست می‌آید و باید با مشخصات تأیید

شده در استانداردهای معتبر مطابق باشد. قیرهای اصلاح شده با این پلیمر و پلیمرهای دیگر دارای ویژگی‌های مطابق با مشخصات استانداردهای معتبر، به چهار گروه II-A، II-B، II-C و II-D تقسیم می‌شود.

ح-۱-۳- قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع III: از افزودن پلیمر اتیلن وینیل استات (EVA) به قیر خالص تهیه می‌شوند و باید با مشخصات تأیید شده در استانداردهای معتبر انطباق داشته باشند. قیرهای اصلاح شده با این پلیمر و یا پلیمرهای دیگر دارای ویژگی‌های مطابق با استانداردهای معتبر، در پنج گروه III-A تا III-E رده‌بندی می‌شود.

ح-۱-۴- قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع IV: از افزودن کوپلیمر غیرشبکه‌ای استایرن بوتادین استایرن (SBS) به قیرهای خالص تهیه می‌شود و باید با مشخصات تأیید شده در استانداردهای معتبر باشد. قیرهای اصلاح شده با این کوپلیمر و یا پلیمرهای دیگر دارای ویژگی‌های مطابق با استانداردهای معتبر، به شش گروه IV-۷ تا IV-F تقسیم می‌شوند.

ح-۲- قیرهای اصلاح شده با پودر لاستیک: از اختلاط پودر لاستیک‌های بازیافتی و، در صورت لزوم افزودنی‌های معدنی و یا مواد الیافی دیگر، با قیر خالص تهیه می‌شوند و باید با مشخصات استانداردهای معتبر مطابقت داشته باشند. قیرهایی که از این راه اصلاح می‌شوند، از نظر کندروانی، به سه گروه I تا III به ترتیب با غلظت زیاد تا کم، تقسیم می‌شوند. پودر باید با قیر داغ تا آنجا مخلوط شود و واکنش نشان دهد که ذرات لاستیک، پیش از مصرف قیر، به اندازه کافی متورم و منبسط شود. پودر لاستیک به کار رفته برای تهیهٔ این قیر باید دارای خواص مندرج در استانداردهای معتبر باشد. قیر اصلاح شده با پودر لاستیک برای آسفالت گرم، مصرف می‌شود. درصد الیاف موجود در آسفالت، نباید از ۰/۵ و در صورت استفاده برای قیرپاشی، نباید از ۰/۱ درصد وزنی پودر لاستیک بیشتر باشد.

ح-۳- قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی تثبیت کننده: این قیرها از افزودن مواد شیمیایی تثبیت کننده به قیرهای خالص تولید می‌شوند و باید با مشخصات استانداردهای معتبر مطابقت داشته باشند. قیرهای اصلاح شده با این مواد و یا اصلاح کننده‌های دیگر دارای ویژگی‌های مندرج در استانداردهای معتبر به چهار گروه قیر با درجه نفوذ ۱۸۵-۱۴۰ تا درجه نفوذ ۶۵-۳۵ تقسیم می‌شود.

### ۵-۱۴-۳ استانداردها

#### ۵-۱۴-۳ -۱ ویژگی‌ها

**۵-۱۴-۳-۱-۱** الزامات قیرهای مورداستفاده در عایق کاری رطوبتی ساختمان در استاندارد ملّی ایران شماره ۲۱۲ ارائه گردیده است.

**۵-۱۴-۳-۱-۲** ویژگی‌ها و روش‌های آزمون قیرهای طبیعی (معدنی) باید بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۱۴ سنجیده شود.

**۵-۱۴-۳-۱-۳** مشخصات قیرهای امولسیونی که قبلاً مصرف شده و مجددا در چرخه مخلوط استفاده می‌شوند، باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۶۵۱ می‌باشد.

**۵-۱۴-۳-۱-۴** بایستی مشخصات عایق‌های قیرگونی در ساختمان مطابق استاندارد ملّی ۲۹۵۲، عایق‌های رطوبتی پیش ساخته قیری برای پی مطابق استاندارد ۳۸۶۴، عایق‌های رطوبتی پیش ساخته بوسیله قیر اصلاح شده با پلیمرها با استاندارد ملّی ۳۸۸۴ و قیر اصلاح شده در ساخت عایق‌های رطوبتی پیش ساخته قیری مطابق استاندارد ملّی ۳۸۶۹ باشند.

**۵-۱۴-۳-۱-۵** قطران راه‌سازی باید با مشخصات داده شده در استانداردهای معتبر مطابقت داشته باشد. در ایران قطران به مقدار بسیار اندک تولید می‌شود و استفاده از آن در صنعت راه‌سازی معمول نیست.

#### ۵-۱۴-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۱۴-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

انتخاب درجه حرارت صحیح و مناسب برای گرم کردن انواع متفاوت قیرهای جامد، محلول و امولسیون در شرایط آب و هوایی مختلف و برای مصارف گوناگون، با کیفیت و مرغوبیت قیر و ملاحظات ایمنی و زیست محیطی با تاکید بر جلوگیری در اشتعال و آتش‌سوزی و کاهش آلودگی

زمین ارتباط مستقیم دارد. راهنمای کلی انتخاب دمای مناسب برای گرم کردن و مصرف قیرها به این شرح است:

**۵-۱۴-۴-۱ قیرهای خالص:** حداکثر درجه حرارت برای گرم کردن قیرهای خالص نباید از ۱۷۶ درجهٔ سانتی‌گراد تجاوز کند. در موقع گرم کردن این قیرها و هر نوع قیر دیگری در دمای مناسب، نباید دود آبی رنگ متصاعد شود که انتشار آن در هوا، موجب افزایش آلدهیدها در محیط کار می‌شود. هر قدر درجه حرارت این قیرها برای گرم کردن و مدت زمان آن نیز کمتر باشد، آلودگی زیست‌محیطی کمتر است.

**۵-۱۴-۴-۲ قیرهای محلول:** درجه حرارت مناسب برای این قیرها بر حسب این که قیر محلول در چه رده‌ای از قیرهای زودگیر، کندگیر یا دیرگیر قرار گرفته باشد، باید همواره کمتر از درجه اشتعال قیر باشد. در غیر این صورت، کلیه نکات ایمنی برای پیشگیری از حریق و اشتعال باید در موقع حرارت دادن این قیرها رعایت شود. دمای مناسب برای قیرهای محلول به‌ویژه برای انواع رقیق آنها مانند MC - ۳۰، SC ۷۰، RC، MC نباید به ترتیب بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۵۰ درجه سانتی‌گراد باشد. برای گروه‌های غلیظ‌تر این قیرها مانند SC۳۰۰۰، MC و RC، حداکثر درجه حرارت باید بین ۸۰ تا ۱۱۵ سانتی‌گراد باشد. افزایش دمای قیرهای محلول به سهولت موجب تصعید و فرّاریت و انتشار حلّال‌های موجود در این قیرها (هیدروکلریدها) در هوای محیط می‌شود و نتیجهٔ آن افزایش شدید آلدهیدها در محیط کار است که باید مورد توجه قرار گیرد.

**۵-۱۴-۴-۳ قیرهای امولسیون:** برای مصرف این قیرها به طور معمول نیازی به حرارت دادن آنها نیست. لذا از نظر اقتصادی و ایمنی بر انواع دیگر قیرها، برتری دارند، زیرا:

- انرژی مصرفی برای گرم کردن آنها به مراتب کمتر از قیرهای محلول و قیرهای خالص است.
- به جای تبخیر و تصعید حلّال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول و انتشار آنها در محیط زیست که موجب تشدید آلودگی می‌شود، در قیرهای امولسیون فقط آب تبخیر می‌شود. ضمن آن که

استفاده از این قیرها برای اختلاط با مصالح سنگی مرطوب و یا پخش قیر روی سطوح مرطوب هیچ گونه اثر منفی بر عملکرد آن ندارد.
- هزینه حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد حلّال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول است.

### ۵-۱۴-۵ سازگاری

انتخاب قیر مناسب و مطلوب برای شرایط متنوع و گوناگون اجرایی و محیطی و مصارف ناهمگون، به عوامل موثر و متعددی از جمله مصالح مصرفی با قیر، شرایط جوی - اقلیمی و حداقل - حداکثر و متوسط دمای محیط بیرون، وسایل اجرای کار، نوع و میزان ترافیک عبوری در دوره سرویس‌دهی پروژه بستگی دارد که برای انواع قیرهای جامد، محلول و امولسیون متفاوت است.

### ۵-۱۴-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

شرایط بسته‌بندی، حمل و نگهداری قیرها بر حسب نوع قیر به شرح زیر متفاوت است:

**۵-۱۴-۶-۱** قیرهای جامد و محلول: این قیرها برای مصارف ساختمانی، در بشکه عرضه می‌شود. در بشکه‌های قیر، موقعی که قیر داخل بشکه سرد شده باشد، بسته می‌شود.

**۵-۱۴-۶-۲** امولسیون‌های قیر با بشکه حمل نمی‌شوند زیرا جابه‌جایی و نقل و انتقال بشکه‌ها به ویژه اگر روی زمین غلطیده شود موجب شکست امولسیون قیر می‌شود و در نهایت آن‌را غیر قابل مصرف می‌سازد. از این رو، از تانکر برای حمل قیرهای امولسیون استفاده می‌شود. امولسیون‌های قیر نباید یخ بزند، زیرا این عمل باعث شکست آن شده و قیر را از آب جدا می‌سازد. افزایش دما موجب شکست زود هنگام امولسیون قیر می‌شود.

# ۵-۱۵ شیشه

## ۵-۱۵-۱ تعریف

شیشه از مواد مصنوعی غیرفلزی و غیرآلی است. این فرآورده از نظر فیزیکی و شیمیایی، مادهٔ تکنیکی مذابی است که به‌صورت آمورف و بدون کریستالیزاسیون به حالت صلب سرد شده است. شیشه دارای ساختار آمورف و جسمی سخت، ترد، شفاف، نورگذر، سختی۶-۷ موس و جرم مخصوص ۲/۲۰-۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب است.

## ۵-۱۵-۲ دسته‌بندی

شیشه و فرآورده‌های آن از لحاظ کاربرد، به انواع مختلفی طبقه‌بندی می‌شود:

**۵-۱۵-۲-۱** شیشه‌های جام به شیشه‌های دارای سطح ساده، سطح برجسته، رنگی، بی‌رنگ یک لایه، دو لایه، شفاف، مات، پوشش‌دار و بدون پوشش تقسیم می‌شود:

شیشه‌های جام مسطح

شیشه‌های جام مسطح، ساده، شفاف، نورگذر، بی‌رنگ، رنگی

شیشه‌های جام مسطح، دو طرف ساده بی‌رنگ

شیشه‌های جام مسطح، دو طرف ساده رنگی

شیشه‌های جام مسطح، یک طرف ساده و یک طرف آینه‌ای یا پوشش‌دار

شیشه‌های جام مسطح، ساده، یک لایه، دولایه

شیشه‌های جام مسطح و برجسته

شیشه‌های جام یک طرف ساده و یک طرف برجستهٔ با نقش و نگار (شیشه‌های مشجر)
شیشه‌های جام دو طرف برجسته

**۵-۱۵-۲-۲** گروه‌های مهم شیشه‌های ویژه به صورت ذیل می‌باشند:
**شیشه دوجداره:** رجوع شود به مبحث ۱۹ مقررات ملّی ساختمان.
**بلوک شیشه‌ای توپر:** نوعی شیشهٔ توپر و ضخیم که نور را از بام ساختمان، یا فضای آزاد، به طبقهٔ پایین، یا کف پاسیو، یا زیر زمین، می‌رساند. این بلوک‌ها به شکل ساده، طرح‌دار، مات و با شفافیت کم (کدر) وجود دارد.
**بلوک شیشه‌ای توخالی:** این شیشه‌ها از دو صفحه شیشهٔ به‌هم جوش خورده ساخته شده است که میان دو صفحه فضای خالی از هوا وجود دارد. این بلوک شیشه‌ای توخالی برای عایق صدا و عایق گرما و عبور نور به کار می‌رود.

**۵-۱۵-۲-۳** انواع دیگر شیشه‌ها عبارت است از: شیشه‌های نشکن، ایمنی، مسلح، تنیده، لایه‌دار، باسیم، بازتابنده رنگی، بازتابنده پوشش‌دار آینه‌ای، عایق گرما، عایق آتش، عایق صدا، شیشه‌های سلولی.

**۵-۱۵-۲-۴** فرآورده‌های اصلی شیشه به صورت ذیل می‌باشند:
**پشم شیشه:** الیاف شیشه‌ای بسیار نازک درهمی که از آن برای عایق صدا و گرما استفاده می‌شود. پشم شیشه در داخل کاغذهای آلومینیمی و قیراندود و تور و نمد و پلات فیبری قرار داده می‌شود.
**الیاف شیشه:** فیبر شیشه‌ای که جهت ناصافی‌ها و درزها بکار می‌رود. این نوع فیبرهای شیشه‌ای بعنوان نمدکاری و حتی کاغذ دیواری بکار می‌روند.

## ۵-۱۵-۳ استانداردها

### ۵-۱۵-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۱۵-۳-۱-۱** شیشهٔ جام باید مسطح یا برجسته و بدون موج، حباب، لب‌پریدگی، لب برآمدگی، ترک، لکه، دودزدگی و خم و انحنا باشد. ضخامت شیشهٔ جام در تمام سطح آن بایستی یکنواخت

باشد و صافی و یکنواختی ضخامت آن به حدی باشد که اگر از زاویه ۶۰ درجه پشت شیشه به جسمی که در فاصلهٔ یک‌متری آن قرار دارد، نگریسته شود، آن جسم کج و معوج دیده نشود. شیشهٔ جام باید خاصیت ارتجاعی و انعطاف‌پذیری خود را حفظ کند. شیشهٔ جام باید در برابر عوامل جوّی و هوازدگی مقاوم باشد و با گذشت زمان کدر نشود.

**۵-۱۵-۳-۱-۲** هیچ‌گونه خراش و ترک در شیشهٔ ایمنی مجاز نیست. البته لب‌پریدگی شیشه‌های ایمنی را، که ممکن است بر اثر عملیات حرارتی یا در مراحل دیگر تولید پدید آمده باشد، اگر از ۱۳ میلی‌متر تجاوز نکند، می‌توان نادیده گرفت. طبقه بندی شیشه‌های ایمن بر اساس مقاومت در برابر نیرو در استاندارد ملّی ایران شماره ۱- ۱۳۷۵۵ مشخص شده است.

**۵-۱۵-۳-۱-۳** تعیین مقادیر عایق صوتی برای تمامی فرآورده‌های شیشه‌ای شفاف، نیمه شفاف و مات که برای مجموعه‌های لعاب‌کاری شده مورد استفاده در ساختمان‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند بایستی بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۵۷ صورت پذیرد.

**۵-۱۵-۳-۱-۴** درجه مقاومت به آتش و رده مجموعه‌های لعاب‌کاری نسوز شامل شیشه شفاف و نیمه شفاف برای استفاده در ساختمان باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۵۶ منطبق باشد.

**۵-۱۵-۳-۱-۵** شیشه‌های نقره اندودشده برای استفاده در سطوح خارجی ساختمان‌ها باید با ضوابط استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۶۸۸ مطابق باشند.

**۵-۱۵-۳-۱-۶** نماهای شیشه‌ای باید در برابر باد مطابق مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان طراحی شوند، علاوه بر این نماهای شیشه‌ای باید قادر به تحمل نیروهای لرزه ای باشند.

**۵-۱۵-۳-۱-۷** محصول شیشه سلولی باید با الزامات استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۰۹۵۱ مطابقت داشته باشد.

### ۵-۱۵-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۱۵-۳-۲-۱ شیشه جام:** اندازه‌گیری ابعاد، لب پریدگی، حباب‌ها (حبابک و جوش)، زایده، تجزیهٔ شیمیایی بر اثر رطوبت، رگه‌ها، پوسته، توخالی یا گودی‌ها، رشته، لکه، سنگدانه، قطره، موج‌دار، خم‌دار (اندازه‌گیری خم شیشه)، لب برآمدگی، ترک سطحی

**۵-۱۵-۳-۲-۲ شیشهٔ ایمنی:** الزامات و روش آزمون برای شیشه کاری ایمن در برابر ضربات در استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۳۷۵۵ ذکر شده است. برخی از ویژگی‌ها شامل تعیین ستبرا، آزمون یکنواختی، آزمون خرد شدگی می‌شوند.

**۵-۱۵-۳-۲-۳** استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

### ۵-۱۵-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

هنگام کار با شیشه بایستی از دستکش‌های ضخیم استفاده شود.

### ۵-۱۵-۵ سازگاری

شیشه با دیگر مصالح سازگار است.

### ۵-۱۵-۶ بسته‌بندی، حمل و نقل و نگهداری

جام‌های شیشه باید با پوشال محکم بسته‌بندی و در جعبه‌های چوبی مقاوم نگهداری و حمل شود. بین هر دو جام باید برگ‌های کاغذی یا مانند آن نهاد تا از تماس دو سطح شیشه با یکدیگر جلوگیری شود.

# ۵-۱۶ رنگ و پوشش ساختمانی

## ۵-۱۶-۱ تعریف

رنگ‌ها و پوشش‌ها: ترکیباتی است از مواد آلی و معدنی، مانند رزین‌ها، مواد افزودنی، رنگدانه‌ها، پرکننده‌ها، حلال‌ها، که به ترتیب برای تزیین (زیبایی) و حفاظت اجزای ساختمانی به‌کار می‌رود.

## ۵-۱۶-۲ دسته‌بندی

**۵-۱۶-۲-۱** رنگ‌ها و پوشش‌ها به چهار دستهٔ کلی تقسیم می‌شوند:

**۵-۱۶-۲-۱-۱** رنگ‌ها و پوشش‌های حلّالی

**۵-۱۶-۲-۱-۲** رنگ‌ها و پوشش‌های بدون حلّال

**۵-۱۶-۲-۱-۳** رنگ‌ها و پوشش‌های پایه آبی

**۵-۱۶-۲-۱-۴** رنگ‌ها و پوشش‌های پودری

**۵-۱۶-۲-۲** از نظر فرآیند تشکیل فیلم، تقسیم‌بندی رنگ‌ها و پوشش‌ها به‌صورت هوا خشک، کوره‌ای، و پرتو سخت است. با توجه به نحوهٔ تشکیل فیلم، رنگ‌ها و پوشش‌های هوا خشک در صنعت ساختمان کاربرد بیشتری دارند و از نظر نحوهٔ خشک شدن، در سه حالت الف) خشک شدن فیزیکی و یا تبخیر حلال، ب) خشک شدن اکسیداسیونی و پ) سخت شدن شیمیایی (رنگ‌های دو جزئی) تقسیم می‌شوند.

**۵-۱۶-۲-۳** مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹ بر حسب ترکیب شیمیایی رنگدانه‌ها در یکی از رده‌های ترکیبات زیر قرار می‌گیرند:

**۵-۱۶-۲-۳-۱** اکسیدها و هیدروکسیدهای مصنوعی یا طبیعی آهن.

**۵-۱۶-۲-۳-۲** اکسیدهای کروم، تیتانیوم و منگنز.

**۵-۱۶-۲-۳-۳** رنگدانه‌های کمپلکس غیرآلی، برای مثال مخلوطی از اکسیدها و هیدروکسیدهای فلزی یادشده در بالا با اکسیدها و هیدروکسیدهای کبالت، آلومینیم، نیکل و آنتیموان.

**۵-۱۶-۲-۳-۴** رنگدانه از نوع لاجورد.

**۵-۱۶-۲-۳-۵** فتالوسیانین آبی و سبزرنگ.

**۵-۱۶-۲-۳-۵** کربن به شکل دوده (باید به عنوان رنگدانه غیرآلی درنظر گرفته شود).

**۵-۱۶-۲-۳-۶** مخلوطی از مواد یادشده در بالا (می‌تواند دارای رنگدانه یار نیز باشد).

## ۵-۱۶-۳ استانداردها

### ۵-۱۶-۳-۱ ویژگی‌ها

**۵-۱۶-۳-۱-۱** ویژگی رنگ‌ها و پوشش‌ها باید، در صورت وجود استاندارد ملّی، با آن مطابقت کند.

**۵-۱۶-۳-۱-۲** رنگ‌های تزیینی مورد استفاده در ساختمان باید بر پایهٔ آب باشند.

**۵-۱۶-۳-۱-۳** دو لایه از این رنگ‌ها باید سطح را کاملاً بپوشاند.

**۵-۱۶-۳-۱-۴** اگر این رنگ‌ها برای سطوح خارجی ساختمان‌ها به کار برده می‌شود، باید در برابر شرایط محیطی، مانند UV، دما و رطوبت، یخبندان، مقاوم باشد و در کوتاه مدت (کمتر از ۵ سال) تخریب نشود.

**۵-۱۶-۳-۱-۵** رنگ‌ها و پوشش‌ها باید بر روی زیرکار مناسب و سازگار، که به طور صحیح و به اندازهٔ نیاز آماده‌سازی شده، به کار برده شود.

**۵-۱۶-۳-۱-۶** پیش از پوشش، همهٔ عیوب سطحی، ترک‌ها و درزها، که ممکن است موجب نایکنواختی رنگ یا پوشش شود، باید درزگیری و بتونه‌کاری شوند.

**۵-۱۶-۳-۱-۷** رنگ‌ها و پوشش‌های ساختمانی باید قابلیت کاربرد با قلم‌مو و غلتک (برای سطوح و بناهای کوچک) و پاشش (برای سطوح بزرگ) را داشته باشند.

**۵-۱۶-۳-۱-۸** لوازم چوبی معمولاً در کارگاه‌ها و پارکت‌ها پس از نصب پوشش داده می‌شوند. لاک‌های چوبی مصرفی در ساختمان باید بر پایهٔ آب باشند.

**۵-۱۶-۳-۱-۹** ویژگی‌ها و روش‌های آزمون رنگدانه‌ها برای استفاده در رنگی کردن مصالح ساختمانی پایه سیمانی، پایه آهکی و ترکیبات سیمانی - آهکی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹ باشد. همچنین رنگدانه‌های مطابق این استاندارد را می‌توان در ملات آهک خالص نیز مورداستفاده قرار داد.

**۵-۱۶-۳-۱-۱۰** زمان گیرش اولیه سیمان با رنگدانه منفرد یا رنگدانه مخلوط که مطابق روش استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹ اندازه‌گیری می‌شود نباید از ۶۰ دقیقه کمتر باشد. اختلاف زمان گیرش اولیه مخلوط‌های با رنگدانه منفرد یا رنگدانه مخلوط و بدون رنگدانه نباید از ۶۰ دقیقه بیشتر باشد.

**۵-۱۶-۳-۱-۱۱** زمان گیرش نهایی سیمان با رنگدانه منفرد یا رنگدانه مخلوط که مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹ اندازه‌گیری می‌شود نباید از ۷۲۰ دقیقه بیشتر باشد.

**۵-۱۶-۳-۱-۱۲** مقاومت فشاری ۲۸روزه مخلوط‌های با رنگدانه منفرد یا رنگدانه مخلوط که مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹ اندازه‌گیری می‌شود، در مقایسه با مخلوط بدون رنگدانه نباید بیش از ۸ درصد کاهش داشته باشد. مگر آنکه تولید کننده کاهش قابل توجه مقاومت را به دلیل استفاده از رنگدانه‌ها در مدارک مربوط به رنگدانه‌ها ارائه نماید. مقدار موادجامد بر مبنای درصد وزنی رنگدانه آماده شده با آب باید توسط تولیدکننده اظهار گردد.

**۵-۱۶-۳-۱-۱۳** مشخصات رنگ برای استخرهای شنا و سایر سطوح بتونی و ساختمانی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۷ باشد.

**۵-۱۶-۳-۱-۱۴** ویژگی و شرایط استفاده از رنگ‌ها و جلاهای محافظ مورد مصرف برای حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی بایستی مطابق با الزامات استانداردهای ملّی ایران شماره‌های ۶۵۹۴ باشد.

### ۵-۱۶-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۱۶-۳-۲-۱** آزمایش‌های استاندارد شامل، اندازه‌گیری درصد مواد جامد، اندازه‌گیری زمان خشک شدن، تعیین گرانروی، تعیین دانسیته، تعیین مقاومت در شرایط مه نمکی (برای پوشش‌ها)، تعیین

مقاومت در شرایط رطوبت صد در صد (برای پوشش‌ها)، تعیین قدرت پوشانندگی (برای رنگ‌های تزیینی)، تعیین مقاومت شستشو (برای رنگ‌های تزیینی)، اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و مکانیکی، شامل: مقاومت سایشی، ضربه و جاری شدن، تعیین مقدار ماده غیرفرار و مقاومت در برابر شرایط محیطی می‌باشند.

**۵-۱۶-۳-۲-۲** آزمایش‌ها روی رنگدانه‌های مورد استفاده در موادپایه سیمانی شامل کنترل تاثیر روی خواص بتن شامل: ۱- زمان گیرش و مقاومت فشاری، ۲- ترکیب شامل: ترکیب شیمیایی رنگدانه، مواد محلول در آب، کلرید محلول در آب، مقدار کلرید کل، ۳- کسر وزن بعد از سرخ شدن، ۴- انتشار رادیواکتیو، ۵- آزادشدن مواد خطرناک، ۶- قدرت نسبی فام بخشی رنگ، ۷- مانده روی الک، ۸- مقدار pH، ۹- پایداری در برابر قلیایی، ۱۰- پایداری در برابر عوامل جوی، پایداری حرارتی، مقایسه رنگ با رنگدانه استاندارد و مقاومت در برابر نور می‌باشد.

**۵-۱۶-۳-۲-۳** استانداردهای مرجع این بخش در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۱۶-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

**۵-۱۶-۴-۱** رنگ‌های مورد استفاده در ساختمان باید عاری از حلّال باشد و مقدار مواد آلی فرّار نزدیک به صفر داشته باشند.

**۵-۱۶-۴-۲** رنگ‌ها و پوشش‌های ساختمانی نباید مواد سمّی مانند سرب و کروم، داشته باشند. سطوح رنگ شده نباید دارای مواد آلاینده‌ای باشد که تماس با آن برای انسان زیان‌آور باشد.

**۵-۱۶-۴-۳** رنگ‌های معروف به رنگ روغنی، عمدتاً دارای ترکیبات سمی است و نباید از آنها استفاده شود.

**۵-۱۶-۴-۴** استفاده از رنگ‌های امولسیونی بر پایهٔ رزین‌های اکریلیک، یا پلی‌وینیل استات، در ساختمان، به شرط حذف ترکیبات خطرناک مانند فرمالدهید در فرمولاسیون آنها، بلامانع است.

**۵-۱۶-۴-۵** رنگ‌های ساختمانی تزیینی نباید دارای ترکیبات فرمالدهید باشند.

**۵-۱۶-۴-۶** هنگام به کار بردن یا رقیق کردن رنگ یا پوشش ضروری است که کاربر از ماسک و دستکش استفاده کند.

## ۵-۱۶-۵ سازگاری

از رنگ‌های تزیینی، بر حسب نوع رزین، می‌توان برای تزیین انواع سطوح چوبی، گچی، سیمانی و فلزی استفاده کرد. پوشش‌های حفاظتی در ساختمان برای حفاظت سازه‌های فلزی در برابر خوردگی بر اثر شرایط محیطی است.

## ۵-۱۶-۶ بسته‌بندی حمل و نگهداری

**۵-۱۶-۶-۱** رنگ‌ها و پوشش‌ها باید به نحوی بسته‌بندی شود که به هنگام انتقال، حتی در مسافت‌های طولانی، به آنها آسیب نرسد.

**۵-۱۶-۶-۲** وزن ظروف باید به اندازه‌ای باشد (حداکثر تا ۲۰ کیلوگرم) که فردی عادی بتواند آن را حمل کند.

**۵-۱۶-۶-۳** برروی برچسب ظرف رنگ، باید مشخصات کاربردی، تاریخ تولید، تاریخ انقضا و ویژگی‌های عمومی رنگ نوشته شده باشند.

**۵-۱۶-۶-۴** بر روی ظروف، باید شرایط نگهداری در دما، نور و رطوبت به طور مشخص نوشته شده باشد.

**۵-۱۶-۶-۵** بر روی برچسب ظروف رنگ و پوشش، باید نوع کاربرد آنها از نظر داخلی یا خارج ساختمان مشخص شده باشد.

**۵-۱۶-۶-۶** رنگ‌ها و پوشش‌ها باید در دمای ۲±۲۵درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شود.

**۵-۱۶-۶-۷** باید شرایط نگهداری رنگ‌ها و پوشش‌ها و زمان انبارداری در مشخصات فنی که تولید کننده، ارائه می‌کند، ذکر شده باشد.

# ۵-۱۷ عایق‌های رطوبتی

## ۵-۱۷-۱ تعریف

عایق‌های رطوبتی مواد و مصالحی است برای جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت، در ساختمان. عایق رطوبتی قیری، غشای نیمه انعطاف‌پذیر پیوسته‌ای است شامل لایه‌های متناوب نمد اشباع شده یا روکش شده، یا منسوج، با لایه‌های قیر، و ممکن است با رویهٔ سنگدانهٔ معدنی، مواد قیری یا سایر ورق‌ها روکش شود.

## ۵-۱۷-۲ دسته‌بندی

عایق‌های رطوبتی به ۳ نوع اصلی دسته‌بندی می‌شود:

**۵-۱۷-۲-۱** عایق رطوبتی قیر و گونی.

**۵-۱۷-۲-۲** عایق رطوبتی پلیمری تک لایهٔ پیش ساخته، یا اجراپذیر در محل (مایع مصرف شونده).

**۵-۱۷-۲-۳** عایق رطوبتی پیش ساخته با قیر اصلاح شده به‌وسیلهٔ پلیمرها، که خود به انواع زیر تقسیم می‌شود:

**۵-۱۷-۲-۳-۱ عایق رطوبتی پی:** برای عایق کردن پی و سطوح داخلی ساختمان‌ها

**۵-۱۷-۲-۳-۲ عایق رطوبتی بام:** این عایق‌ها به صورت تک لایه با بستری از یک لایهٔ پلی‌استر ترمو و یا به صورت دو لایه با بستری از یک لایه الیاف شیشه و یک لایه پلی‌استر ساخته و با مذاب

قیر اصلاح شده با مواد پلیمری اشباع می‌شوند و برای عایق کردن سطوح خارجی ساختمآنها و استخرها و تونل به کار می‌روند. عایق رطوبتی بام، بر حسب نوع پلیمر اصلاح کننده قیر و نوع قیر، به ۳ دسته اصلی تقسیم می‌شود:

**الف- عایق رطوبتی نوع A**: از قیر اصلاح شده با مواد پلیمری، به سرگروهی APP (پلی پروپیلن اتکتیک)، استفاده می‌شود.

**ب- عایق رطوبتی نوع S**: از قیر اصلاح شده با مواد پلیمری، به سرگروهی SBS (استایرن بوتادین استایرن)، استفاده می‌شود.

**پ- عایق رطوبتی با پایهٔ قیر اکسیده:** فرآورده‌ای متشکل از الیاف آلی یا الیاف معدنی و آلی به صورت بافته یا نبافته که با قیر اکسیده اشباع شده است.

## ۵-۱۷-۳ استانداردها

### ۵-۱۷-۳-۱ ویژگی‌ها

ویژگی‌های انواع عایق‌های رطوبتی باید مطابق استانداردهای ملّی ایران شماره‌های ۲۹۵۲، ۳۸۶۴، ۳۸۸۴، ۱-۳۸۸۵ و ۳-۳۸۸۵ باشد. مشخصات گونی مصرفی در ساخت عایق قیر- گونی باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۱، قیروگونی مورداستفاده در عایق کاری رطوبتی ساختمان با استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۲، پلی استر نبافته با استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۹، فلت الیاف شیشه با استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۹۱ و قیر اصلاح شده در ساخت عایق‌های پیش ساخته قیری با استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۹ مطابقت داشته باشند. برای افزایش دوام عایق‌های رطوبتی بام توصیه می‌شود که آن را با یک لایه سنگدانه معدنی، موزاییک یا سایر مصالح بپوشاند.

### ۵-۱۷-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

آزمایش‌های لازم برای تعیین کیفیت عایق‌های رطوبتی عبارت است از: تعیین حلالیت مواد قیری در تری کلرو اتیلن، مقاومت عایق رطوبتی پیش ساخته در برابر پارگی، تاب کششی اتصالات عایق رطوبتی پیش ساخته، میزان انعطاف‌پذیری (دمای تاب خمشی) عایق رطوبتی پیش‌ساخته در سرما، اندازه‌گیری ابعاد و جرم واحد سطح، مقاومت کششی عایق‌های رطوبتی، مقاومت عایق رطوبتی

پیش ساخته در مقابل اوزن، مقاومت عایق رطوبتی پیش ساخته در مقابل نفوذ بخار آب (ضریب مقاومت)، پایداری ابعادی عایق‌های رطوبتی در برابر حرارت. استانداردهای مرجع این فصل در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۱۷-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست محیطی

حرارت دادن قیر، برای اجرای قیرگونی در محل ساختمان، سبب انتشار گازهای مضر و افزایش آلودگی می‌شود. کارخانهٔ تولید کننده عایق‌های رطوبتی قیر اصلاح شدهٔ پیش ساخته باید دور از شهر باشد، تا از آلودگی مناطق شهری جلوگیری شود. نخاله‌های حاصل از تعمیر و بازسازی عایق‌های رطوبتی بر پایهٔ قیر از لحاظ اقتصادی قابل بازیافت نیست.

## ۵-۱۷-۵ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۱۷-۵-۱** محصول نهایی عایق‌های پیش‌ساختهٔ قیری باید به صورت رول بسته‌بندی شود. هنگام بسته‌بندی، برای جلوگیری از چسبندگی، یک طرف عایق باید با پودر معدنی، مانند تالک یا روکش آلومینیوم، و طرف دیگر با فیلم پلی‌اتیلن قابل ذوب با حرارت مشعل پوشانده شود.

**۵-۱۷-۵-۲** رول عایق باید در هوای خشک و در انبار سرپوشیدهٔ دارای کف تخت، با دمای ۵+ تا ۳۵+ درجهٔ سانتی‌گراد، به طور عمودی نگهداری شود. زمان نگهداری عایق رطوبتی از تاریخ تولید تا نصب نباید بیشتر از شش ماه باشد. در صورت نگهداری آن در فضای باز، باید روی پالت نهاده و روکش پلی‌اتیلن رنگی بر روی آن کشیده شود. رول نباید بیش از یک هفته، در فضای باز بماند. رول‌ها باید به شکلی کنار هم قرار داده شوند که جریان هوا بتواند از بین آنها عبور کند. هیچگاه نباید دو رول را روی هم قرار داد.

**۵-۱۷-۵-۳** رول‌ها همیشه باید به‌طور عمودی حمل شوند. هنگام حمل، باید مراقبت کرد که لبهٔ عایق پاره نشود. هنگام تخلیه، باید از پرتاب کردن رول‌ها خودداری کرد.

# ۵-۱۸ عایق‌های حرارتی

## ۵-۱۸-۱ تعریف

عایق‌های حرارتی مواد و مصالحی است که برای کاهش انتقال حرارت به کار می‌رود. میزان عایق بودن این مواد یا مصالح بستگی به ترکیب شیمیایی و یا ساختار فیزیکی آنها دارد.

## ۵-۱۸-۲ دسته‌بندی

**۵-۱۸-۲-۱ پشم معدنی:** فرآورده‌ای است دارای ماهیت و ظاهر پشم‌گونه که از سنگ، سرباره یا شیشه مذاب ساخته می‌شود. انواع آن عبارتند از:

**۵-۱۸-۲-۱-۱ پشم شیشه:** پشم معدنی ساخته شده از شیشه مذاب

**۵-۱۸-۲-۱-۲ پشم سنگ:** پشم معدنی ساخته شده عمدتاً از سنگ‌های طبیعی آذرین مذاب

**۵-۱۸-۲-۱-۳ پشم سرباره:** پشم معدنی ساخته شده از سرباره مذاب کوره بلند ذوب آهن

**۵-۱۸-۲-۲ پلاستیک‌های سلولی:** پلاستیک‌هایی که در آن جرم مخصوص فرآورده، در اثر وجود حفره‌های کوچک متعدد (سلول‌ها)، کاهش یافته است. این حفره‌ها، که ممکن است به هم ارتباط داشته باشند، در سرتاسر ماده توزیع می‌شوند. انواع آن به شرح زیر است:

**۵-۱۸-۲-۲-۱ پلی‌استایرن منبسط شده:** ماده‌ای که با قالب‌گیری دانه‌های پلی‌استایرن قابل انبساط، یا یکی از کوپلیمرهای آن، ساخته شده و اساساً دارای ساختار سلول بسته و پر از هواست. پلی استایرن منبسط شده بر اساس استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۱۰۸ در چهار گروه با کارکرد

معمولی، با کارکرد بالا، با کارکرد بسیار بالا و با کارکرد ویژه قرار می‌گیرد. طبق استانداردهای ملّی ایران شماره ۱۱۱۰۸ و ۸۲۹۹ فرآورده‌های پلی استایرن منبسط شده مورد استفاده در صنعت ساختمان باید از نظر واکنش در برابر آتش از نوع کندسوز باشند.

**۵-۱۸-۲-۲ اسفنج پلی‌استایرن بیرون رانده شده (اکسترود شده):** مادهٔ عایق‌کاری پلاستیک سلولی منبسط و اکسترود شده با ساختار سلول بسته

**۵-۱۸-۲-۳ اسفنج پلی‌یورتان:** ماده پلاستیک سلولی نیمه صلب یا صلبی که بر پایهٔ پلی‌یورتان است.

**۵-۱۸-۲-۴ اسفنج الاستومری خم‌شو:** اسفنج قابل انعطاف سلول بسته‌ای که از لاستیک طبیعی یا مصنوعی، یا مخلوطی از آن دو، ساخته شده و حاوی سایر پلیمرها و مواد شیمیایی است.

**۵-۱۸-۲-۵ اسفنج پلی‌اتیلن:** مادهٔ عایق‌کاری پلاستیک سلولی است که عمدتاً مشتق از اتیلن یا پروپیلن است.

**۵-۱۸-۲-۶ پلی وینیل کلراید منبسط:** مادهٔ پلاستیک سلولی که بر پایهٔ پلیمرهای وینیل کلراید منبسط است.

**۵-۱۸-۲-۳ رس منبسط:** مادهٔ دانه‌ای که از کانی‌های رسی منبسط بر اثر حرارت ساخته شده است.

**۵-۱۸-۲-۴ پرلیت منبسط:** مادهٔ دانه‌ای که معمولاً از سنگ طبیعی آتشفشانی منبسط شده بر اثر حرارت ساخته شده است.

**۵-۱۸-۲-۵ ورمیکولیت ورقه‌ای:** مادهٔ عایقی که از انبساط و ورقه‌ای کردن کانی طبیعی میکا در اثر حرارت به دست می‌آید.

**۵-۱۸-۲-۶ عایق سلولزی:** عایق الیافی ساخته شده از چوب، کاغذ یا مواد خام کاغذ با چسباننده‌ها و کندسوزکننده‌ها.

**۵-۱۸-۲-۷ الیاف سرامیکی:** الیاف غیرآلی غیر فلزی ساخته شده از اکسیدهای فلزی یا رس‌ها.

**۵-۱۸-۲-۸ بتن سلولی:** بتن حاوی شمار زیادی سلول‌های کوچک هوا یا گاز.

**۵-۱۸-۲-۹ سنگدانه سرباره اسفنجی:** سرباره کوره آهنگدازی که برای تولید سنگدانه سبک فرآوری می‌شود.

**۵-۱۸-۲-۱۰ بتن سرباره اسفنجی:** بتن عایق حرارتی با سرباره اسفنجی به عنوان سنگدانه.

## ۵-۱۸-۳ استانداردها

### ۵-۱۸-۳-۱ ویژگی‌ها

در انتخاب نوع عایق حرارتی، برخی موارد باید در نظر گرفته شود:

**۵-۱۸-۳-۱-۱** فرآورده‌های عایق حرارتی مورد استفاده در ساختمان باید مقاومت حرارتی بیش از ۰/۵ مترمربع کلوین بر وات و ضریب هدایت حرارتی کمتر از ۰/۰۶۵وات برمترکلوین داشته باشند.

**۵-۱۸-۳-۱-۲** اگر عایق حرارتی در معرض رطوبت‌های نسبی زیاد تا نزدیک ۱۰۰ درصد و اختلاف فشار بخار آب در دو طرف (مانند بام‌های وارونه و عایقکاری زمینی محافظت نشده) قرار گیرند، لازم است میزان جذب آب درازمدت آن از راه نفوذ در حد مجاز استاندارد باشد. مقدار جذب آب کوتاه مدت (۲۴ ساعته) به روش غوطه‌ورسازی جزیی نباید از حد مجاز استاندارد بیشتر باشد. با این آزمایش یک دوره بارندگی ۲۴ ساعته در طی اجرای ساختمان شبیه‌سازی می‌شود. مقدار جذب آب دراز مدت (۲۸ روزه) به روش غوطه‌ورسازی کامل نباید از حد مجاز استاندارد بیشتر باشد. با این آزمایش، جذب آب از طریق مدتی دراز درون آب ماندن عایق، شبیه‌سازی می‌شود. در برخی کاربردها، بعضی از فراورده‌ها، در شرایط یاد شده قرار می‌گیرد.

**۵-۱۸-۳-۱-۳** در هنگام بهره‌برداری، چنانچه عایق حرارتی، به‌طور مکرر در شرایط دمایی کم و تماس با آب قرار گیرد، مانند بام‌های وارونه و عایق‌کاری زمینی محافظت نشده، لازم است مقاومت کافی در برابر یخ زدگی و آب شدن مطابق با استاندارد مربوط داشته باشد.

**۵-۱۸-۳-۱-۴** در صورت استفاده از عایق در کف یا بام ساختمان، بارهای وارده بر آن باید محاسبه و، با توجه به این بارها، کلاس مقاومت فشاری، یا تنش فشاری، در ۱۰ درصد تغییر شکل مربوط، مطابق با استاندارد انتخاب شود.

**۵-۱۸-۳-۱-۵** مقاومت کششی موازی با سطوح عایق‌های حرارتی الیاف معدنی باید به اندازه‌ای باشد که فرآورده، مقاومت کافی برای تحمل تنش‌های وارده (حداقل دو برابر وزن کل فراورده) در حین حمل و بهره‌برداری داشته باشد.

**۵-۱۸-۳-۱-۶** طراح باید، با استناد به روش ارائه شده در راهنمای مبحث ۱۹ و با توجه به سیستم طراحی، نفوذپذیری بخار آب جدار را ارزیابی کند و، در صورت وجود خطر میعان، با پیش‌بینی لایهٔ بخاربند در محل مناسب آن را بر طرف کند.

**۵-۱۸-۳-۱-۷** عایق باید از نظر طول، عرض، ضخامت (برای همه فرآورده‌ها)، تخت و گونیا بودن (برای تخته‌ها)، پایداری ابعادی، واکنش در برابر آتش، و سایر خواص مورد نیاز برای کاربرد مورد نظر، با حدود مجاز استاندارد و تراز، یا مقادیر اعلام شده از سوی تولید کننده، مطابقت داشته باشد.

**۵-۱۸-۳-۱-۸** نفوذ باران و رطوبت زیاد درون ساختمان و میعان ممکن است سبب کاهش شدید مقاومت حرارتی عایق‌های حرارتی شود. بنابراین، باید احتیاط لازم را برای جلوگیری از خیس شدن عایق حرارتی به‌کار برد. عایق‌های حرارتی باید با ویژگی‌های استاندارد فرآوردهٔ مربوط مطابقت داشته باشند.

**۵-۱۸-۳-۱-۹** ویژگی‌های فرآورده‌های عایق حرارتی بر پایه پشم‌های معدنی ساخته شده در کارخانه با روکش یا بدون روکش که در عایق کاری حرارتی ساختمان موردمصرف قرار می‌گیرند بایستی با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۱۶ مطابقت داشته باشند.

**۵-۱۸-۳-۱-۱۰** خصوصیات فرآورده‌های عایق کاری حرارتی ساخته شده در کارخانه از پرلیت منبسط بایستی منطبق بر استاندارد ملّی ایران شماره ۸۳۲۰ باشد.

**۵-۱۸-۳-۱-۱۱** ویژگی‌های پنل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی / صوتی باید با الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۰۵ مطابقت کند. چنانچه در لایه عایق پنل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی/ صوتی از فوم پلی استایرن منبسط (EPS)، فوم پلی استایرن اکسترود شده (XPS)، فوم پلی یورتان صلب (پلی‌ایزوسیانات، پلی ایزوسیانورات) (PUR

و PIR)، فوم فنولیک (PF) یا پشم معدنی (MW) استفاده گردد، این مواد باید به ترتیب با ضوابط استانداردهای ملّی ایران با شماره‌های ۱۰۹۵۰، ۱۰۹۵۲، ۸۲۹۸، ۱۰۹۵۳ و ۸۱۱۶ مطابق باشند.

**۵-۱۸-۳-۱-۱۲** سامانه نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی‌استایرن منبسط شده (ETICS) برای سطوح بیرونی دیوارها به منظور بهبود عایق حرارتی به کار می‌رود و شامل اجزایی بدین قرار است: چسب ویژه سامانه و اتصالات مکانیکی ویژه، مصالح عایق‌کاری حرارتی ویژه سامانه، تقویت کننده‌های داخلی سامانه شامل شبکه‌های فلزی یا الیاف شیشه، مصالح آلی یا معدنی ویژه سامانه تشکیل دهنده نمای سامانه. این سامانه باید مطابق الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۰۵۶ باشد و همچنین پلی‌استایرن منبسط شده مورد استفاده در این سیستم مطابق الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۵۰ باشد.

**۵-۱۸-۳-۱-۱۳** شیشه سلولی مصالح عایق‌کاری صلب یا نیمه صلب است که از شیشه منبسط با یک ساختار سلول بسته ساخته می‌شود و مورد استفاده در عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها است. محصول شیشه سلولی باید با الزامات استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۰۹۵۱ مطابقت داشته باشد.

**۵-۱۸-۳-۱-۱۴** بلوک‌های پلی استایرن بلوک‌های ساخته شده از دانه‌های پلی استایرن منبسط شده هستند که می‌توان از آنها در کاربردهای مختلف همچون قالب سقف بین تیرچه‌ها استفاده نمود. مشخصات بلوک‌های پلی استایرن سقفی باید مطابق الزامات استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۱۰۸ باشد. طبق روش مشخص شده در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۱۰۸حداقل نیروی سبب شکست بلوک‌های تولیدشده به عرض ۵۰ سانتی‌متر در برابر بارهای حین اجرا باید برابر ۲ کیلونیوتن به ازای هر ۳۰ سانتی‌متر طول باشد. جذب آب حداکثر بلوک‌ها بر حسب رده پلی استایرن مصرفی بین ۶ درصد برای پلی استایرن با کارکرد معمولی تا ۲ درصد برای پلی استایرن با کارکرد ویژه قرار دارد.

### ۵-۱۸-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۱۸-۳-۲-۱** آزمایش‌های لازم برای تعیین کیفیت عایق‌های حرارتی پلیمری و پشم معدنی تخته‌ای و رولی در همهٔ کاربردها عبارت است از: تعیین ضریب هدایت حرارتی، مقاومت حرارتی، طول، عرض، ضخامت، گونیا بودن (تخته)، تخت بودن (تخته)، جرم مخصوص ظاهری، پایداری

ابعادی تحت شرایط معین، تنش فشاری یا مقاومت فشاری (پلی یورتان و پلی استایرن اکسترود)، مقاومت کششی موازی با سطوح (پشم معدنی) و مقاومت خمشی (پلی استایرن منبسط).

**۵-۱۸-۳-۲-۲** آزمایش‌های لازم برای پنل‌های مرکب صفحات روکش دار گچی عایق حرارتی/ صوتی شامل رفتار در برابر آتش، مقاومت حرارتی پنل، نفوذپذیری بخار آب، مقاومت ضربه‌ای، جذب صدا، مقاومت خمشی صدابندی هوابرد مستقیم، ابعاد و رواداری‌ها، ناهم برابری، تخت بودن پنل‌های مرکب، چسبندگی/ پیوستگی فرآورده عایق کاری و مواد خطرناک می‌باشد.

**۵-۱۸-۳-۲-۳** آزمایش‌های لازم برای سامانه نمای مرکب عایق حرارتی بیرونی بر پایه پلی‌استایرن منبسط شده شامل تعیین مقاومت حرارتی، واکنش در برابر آتش، مقاومت مکانیکی و پایداری سامانه، مقاومت چسبندگی پوشش پایه به تخته پلی استایرن منبسط شده، مقاومت چسبندگی چسب به تخته پلی استایرن منبسط شده برای سامانه‌های متصل به وسیله چسب، مقاومت بیرون کشیدن مربوط به سامانه‌های متصل به وسیله اتصالات مکانیکی، مقاومت کششی تقویت شده، تراوایی سطح سامانه در برابر آب مایع، مقاومت در برابر ضربه، مقاومت در برابر فرورفتگی، تراوایی در برابر بخار آب و دوام و چسبندگی مصالح نازک کاری روی پوشش پایه می‌باشد.

**۵-۱۸-۳-۲-۴** استانداردهای مرجع این بخش در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۱۸-۴ ملاحظات زیست محیطی

**۵-۱۸-۴-۱** عایق‌های پشم معدنی ممکن است سبب ایجاد حساسیت پوستی و خارش شود. توصیه می‌شود کاربران این مواد از دستکش استفاده کنند.

**۵-۱۸-۴-۲** پشم‌های معدنی غیرقابل اشتعال‌اند، اما روکش آنها، اگر کاغذی باشد طبعاً می‌سوزد.

**۵-۱۸-۴-۳** الیاف آزبستی که از سیلیکات‌های طبیعی با ساختار بلوری به شکل رشته‌های باریک تشکیل می‌شود، به سبب خطر آن برای سلامتی انسان، نباید در ساخت فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی استفاده شود.

**۵-۱۸-۴-۴** مشکلات عایق‌های پلیمری اسفنجی عبارت است از: قابلیت اشتعال، زباله‌سازی و تجزیه نشدن باطله‌های آنها در طبیعت. اسفنج پلی یورتان به علت استفاده از کلروفلوئوروکربن (CFC) در ساخت آن سبب تخریب لایهٔ ازون می‌شود.

## ۵-۱۸-۵ سازگاری

پلی استایرن منبسط، و هر لایهٔ همراه، نباید با هیچ نوع مصالح ساختمانی در ساختمان که با پلی استایرن واکنش نشان می‌دهد و سبب انحلال یا متورم شدن آن می‌شود تماس داشته باشد. از جملهٔ این مواد بعضی چسباننده‌های بر پایه حلّال و محافظ چوب است.

## ۵-۱۸-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۱۸-۶-۱** عایق‌های حرارتی، به ویژه آنها که میزان جذب آب آنها بالاست، باید در بسته‌بندی‌های مناسب پلاستیکی حمل شوند. هنگام حمل و انبار کردن، نباید بار وارده بر لایه‌های زیرین سبب تخریب آنها شود.

**۵-۱۸-۶-۲** رطوبت جذب شده درعایق اثر قابل ملاحظه‌ای در میزان ضریب هدایت حرارتی آن دارد. بنابراین، هنگام حمل و انبارداری عایق‌های حرارتی باید، در این مورد تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود مواد و فرآورده‌های عایق حرارتی در مکانی سرپوشیده و دور از رطوبت و خطر آتش سوزی و با روش مناسب نگهداری شوند.

# ۵-۱۹ پلیمرهای ساختمانی

## ۵-۱۹-۱ تعریف

پلیمرها (بسپارها)، از نظر شیمیایی، به مولکول‌های زنجیر بلند، با وزن مولکولی بسیار زیاد در حد صدها هزار گفته می‌شود. در این زنجیرها، یک واحد اصلی، که مونومر (تکپار) نامیده می‌شود، به تعداد زیاد تکرار می‌شود. این زنجیر ممکن است خطی یا دارای تعدادی شاخه باشد. همچنین ممکن است زنجیرها با تعدادی اتصالات عرضی به یکدیگر پیوند برقرار کنند.

## ۵-۱۹-۲ دسته‌بندی

**۵-۱۹-۲-۱** مواد پلیمری کاربردهای بسیار متنوع و متعدد در ساختمان دارند. بنابراین، تعیین تفکیکی این کاربردها ضرورتی ندارد. در جدول ۵-۱۹-۱، یک دسته‌بندی کلی از کاربردهای پلیمر در ساختمان ارائه شده است.

**جدول ۵-۱۹-۱ دسته‌بندی کاربردی پلیمرها**

| حوزهٔ اصلی کاربرد | نوع کاربرد | سیستم یا فراوردهٔ ساختمانی اصلی | | مثال‌هایی از نوع جزء پلیمری قابل استفاده در سیستم |
|---|---|---|---|---|
| محصول نمامشده ساختمانی | سازه‌ای | انواع سازه‌های خطی یا صفحه‌ای که در آنها از اجزا یا مواد پلیمری استفاده شده باشد. | | پروفیل، آرماتور، قالب، بتن‌های پلیمری یا اصلاح‌شده با پلیمر، انواع عناصر FRP، تیرچه، بلوک‌های سقفی پلاستیکی یا اسفنجی پلیمری |
| | | تقویت کننده‌های سازه | | ورق‌های FRP، لرزه‌گیرها |
| | غیرسازه‌ای | تیغه‌های جداکننده | | هسته یا رویه تیغه‌ها |
| | | بازشوها | | پروفیل |
| | | | | جدارهای نورگذران و شفاف |
| | | عایق حرارتی | | اسفنج پلیمری |
| | | رنگ‌ها و پوشش‌ها | داخلی | پوشش‌های دیوار و سقف (انواع ورق نرم یا سخت، کاغذ، اندود، رنگ یا کف‌پوش |
| | | | خارجی | بام‌پوش |
| | | | | نما |
| | | تجهیزات تأسیساتی | مکانیکی | لوله‌های پلیمری، لوله‌های تلفیقی، اتصالات و دریچه‌ها |
| | | | برقی | روکش‌های سیم‌ها و کابل‌های الکتریکی، کلید، پریز، و مشابه |
| | | درزبندها | | خمیر و نوار درزبند |
| | | توری تقویت | | انواع توری، ژئوگرید، ژئو تکستایل و مشابه |
| مواد افزودنی* | اصلاح یا بهبود خواص مصالح | بتن و ملات | | الیاف پلیمری |
| | | | | انواع رزین و لاتکس به صورت افزودنی (روان‌کننده‌ها، تندگیرکننده‌ها، ...) |
| چسباننده‌ها | خمیر اصلی چسباننده‌ها یا ایجاد چسبندگی بین دو سطح | بتن پلیمری، ملات پلیمری و چسب | | انواع رزین‌ها، گروت‌ها و چسب‌ها |
| مصالح تعمیراتی | تعمیر و تقویت | پوشش تعمیر | | خمیر مصالح تعمیراتی، پارچه‌ها و ورق‌های FRP |

* در مورد مواد افزودنی به فصل مربوطه مراجعه شود.

**۵-۱۹-۲-۲** پلیمرها را، بر مبنای مکانیک تغییر شکل، می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم کرد:

**۵-۱۹-۲-۲-۱ ترموپلاستیک‌ها (گرمانرم‌ها)**: پلیمرهای غیربلوری یا نیمه‌بلوری که تا دمای تجزیه خود اتصال عرضی پیدا نمی‌کنند، یا اتصال عرضی آن بسیار محدود است، و در فاصلهٔ بین اتم‌ها در مولکول‌های آنها قابلیت جابه‌جایی وجود دارد. این مواد دارای نقطه ذوب بوده و با سرد کردن آنها می‌توان دوباره مادهٔ ترموپلاستیک را به دست آورد. برای تغییر شکل یک ترموپلاستیک، در محدوده دمایی زیر نقطه نرمی آن، معمولاً نیاز به نیروی زیادی است.

**۵-۱۹-۲-۲-۲ ترموست‌ها (گرماسخت‌ها)**: مواد پلیمری غیربلوری یا نیمه‌بلوری که به طور شیمیایی پخت شده است و یک شبکهٔ فشرده می‌سازد، به طوری که در مکان فضایی خود ثابت است و مولکول‌های پلیمر تنها در مقیاس بین اتمی متحرک است. بنابراین، ترموست آن حالت از ماده است که اجازهٔ هیچ‌گونه تغییر شکل خمیری را نمی‌دهد و برای کمترین تغییر شکل آن نیاز به نیروی بزرگی است و تغییر شکل نیز تا حدود زیادی برگشت‌ناپذیر است.

**۵-۱۹-۲-۲-۳ الاستومرها**: اغلب مواد پلیمری غیربلوری‌اند که به صورت شیمیایی کاملاً به یکدیگر متصل شده‌اند. بنابراین، حرکت مولکول‌های پلیمر جز می‌توانند حرکات در مقیاس بین اتمی و در حرکات بخش‌هایی از زنجیر پلیمری ناممکن است. الاستومر حالتی است از مواد که در آن تغییر شکل خمیری رخ نداده است و در کارکرد، تغییر شکل‌های کشسان دارند. کشسانی بالا در الاستومرها به سبب تغییرات برگشت‌پذیر بخش‌های زنجیر است و یک نشانه آن این است که با نیرویی اندک، تغییر شکل بسیار کشسان رخ می‌دهد. ماده باید، با وارد آوردن اندکی نیرو، تا ۱۰۰درصد و بیشتر کش بیاید و پاره نشود و با برداشتن نیرو سریعاً به جای پیشین خود بازگردد.

**۵-۱۹-۲-۲-۴ الاستومرهای ترموپلاستیک**: این پلیمرها، در حالت مطلوب، دارای خواص کاربردی الاستومرها و خواص فرآیندی ترموپلاستیک‌هاست. این مواد معمولاً از امتزاج یک الاستومر با یک ترموپلاستیک سازگار با آن تولید می‌شود. مادهٔ به دست‌آمده را می‌توان، مانند ترموپلاستیک‌ها، با روش‌های مختلف (مانند اکسترودر) شکل داد. از نظر مکانیکی نیز می‌توان به یک تعادل مناسب از مقاومت مکانیکی و قابلیت کشسانی در آنها دست یافت.

### ۵-۱۹-۳ استانداردها

#### ۵-۱۹-۳-۱ ویژگی‌ها

نظر به تنوع فراوان پلیمرها و نیز کاربردهای آنها در ساختمان‌ها ارائهٔ فهرست کاملی از ویژگی‌های آنها در اینجا ممکن نیست. تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، بسته به نوع محصول و کاربرد مورد نظر، باید ویژگی‌های استاندارد و الزامات عملکردی آن را با توجه به استانداردهای ملّی یا استانداردهای معتبر در نظر داشته باشند. به عنوان مثال، معمولاً برای بیشتر محصولات پلیمری، مقاومت‌های مکانیکی به سبب کنترل کیفی آنها، یا حداقل مقاومت و مدول کششی آنها از ویژگی‌هایی است که باید به آن توجه شود. همچنین، اگر محصول تحت بار فشاری است، باید حداقل مقاومت فشاری آن تعیین شده باشد. گاهی، با توجه به نوع محصول (مثلاً اسفنج‌ها و عایق‌های حرارتی پلیمری) به جای مقاومت فشاری، باید حداقل مقاومت فشاری در ۱۰ درصد تغییر شکل، در نظر گرفته شود. خستگی در پلیمرها بسیار بیشتر از مصالح دیگر است، بنابراین چنانچه محصول پلیمری تحت بار باشد، باید پدیدهٔ خستگی آن نیز در نظر گرفته شود. در صورت لزوم قرار گرفتن پلیمر در معرض رطوبت، ویژگی جذب آب آن باید معلوم شده باشد، به‌خصوص در مورد اسفنج‌ها و عایق‌های حرارتی پلیمری که مستعد جذب آب است و خواص آنها با جذب آب تغییر می‌کند. دوام یافتن پلیمرها در شرایط کاربرد (مثلاً در شرایط جوّی، یا در برابر مواد شوینده یا حتی در شرایط عادی) بسیار مهم است. واکنش پلیمرها در برابر آتش نیز بستگی به کاربرد آنها در ساختمان دارد، که با توجه به الزامات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان تعیین می‌شود. هدایت حرارتی پلیمر نیز ممکن است بسته به نوع کاربرد آن مهم باشد. برای عایق‌های حرارتی پلیمری، تعیین هدایت حرارتی ضروری است و حداقل مقادیر قابل قبول و دسته‌بندی مربوط به آنها را استانداردهای ویژگی‌های مربوط به آنها، ارائه کرده است.

#### ۵-۱۹-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

**۵-۱۹-۳-۲-۱** تنوع فراوان پلیمرها و کاربردهای آنها در ساختمان مستلزم آن است که تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، بسته به نوع محصول و کاربرد مورد نظر، آزمایش‌های استاندارد در مورد آنها انجام دهند. از جمله آزمایش‌های مهم استاندارد که معمولاً باید انجام شود، می‌توان

تعیین مقاومت و مدول کششی، مقاومت در برابر نفوذ، مقاومت فشاری یا مقاومت فشاری در ۱۰ درصد تغییر شکل، جذب آب، آزمایش‌های آتش، ضریب هدایت و مقاومت حرارتی و آزمایش‌های دوام را نام برد.

**۵-۱۹-۳-۲-۲** روش‌های آزمون قابل کاربرد برای میله و رشته‌های پلیمری تقویت شده با الیاف به عنوان مسلح کننده‌ها یا تاندون‌های پیش تنش در بتن در استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۴۷۶۱ ارائه شده است.

**۵-۱۹-۳-۲-۳** روش‌های آزمون استاندارد برای ملات و بتن سیمان هیدرولیکی در آماده سازی آزمونه‌های ساخته شده با اصلاح کننده‌های پلیمری در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۲ ارائه گردیده است.

**۵-۱۹-۳-۲-۴** طبقه‌بندی، الزامات و روش‌های آزمون پروفیل‌های پلی وینیل کلرید سخت (PVC-U) برای ساخت درب و پنجره در استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۲۹۱ ارائه شده است.

**۵-۱۹-۳-۲-۵** ویژگیها و روشهای آزمون پروفیل‌های پلی وینیل کلراید با مقاومت ضربه‌ای بالا (PVC-H) مورد مصرف در ساخت درب و پنجره در استاندارد ملّی ایران شماره ۶۸۴۰ ارائه شده است.

**۵-۱۹-۳-۲-۶** استانداردهای مرجع این بخش در پیوست دوم ارائه شده‌اند.

## ۵-۱۹-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست‌محیطی

با توجه به تنوع انواع مواد پلیمری مصرفی در صنعت ساختمان و خصوصیات متفاوت این مواد با یکدیگر، الزامات ایمنی کار با این مواد به طور کلی به شرح زیر است:

**۵-۱۹-۴-۱** هنگام کار با برخی از پلیمرهای مایع در ساختمان، که مستلزم استفاده از حلال‌ها برای تنظیم گرانروی است (مانند پوشش‌ها، افزودنی‌ها، رزین‌ها و چسب‌ها)، باید از دستکش مقاوم در برابر مواد شیمیایی استفاده کرد تا از تماس حلّال‌ها با پوست جلوگیری کند و اگر کار در محوطهٔ بسته انجام می‌گیرد، باید از ماسک‌های مخصوص تنفسی استفاده شود، زیرا بسیاری از حلّال‌ها (خصوصاً حلّال‌های آروماتیک) به شدت سمی و سرطانزاست.

**۵-۱۹-۴-۲** استفاده از هر نوع محصول پلیمری محدود به دماهای خاص کاربرد است. برخی از پلیمرها، در هنگام آتش‌سوزی و یا در معرض حرارت بالا، تجزیه می‌شود و گازهای سمی متصاعد و ایجاد مسمومیت می‌کند. بنابراین، باید از کاربرد این مواد در معرض حرارت بالا جلوگیری شود. درصورت سوختن این مواد و تولید دود، از استنشاق آن باید خودداری کرد. پیش از انتخاب و کاربرد مصالح پلیمری در ساختمان، باید رفتار آنها در برابر آتش بررسی شود و استفاده از آنها با رعایت کامل ضوابط ایمنی صورت گیرد. مثلاً در برخی فضاهای ساختمان (مانند راه‌های خروج یا فضاهای تجمعی) استفاده از این مواد غیر مجاز است، یا نیاز به پوشش‌های محافظت‌کننده دارد.

**۵-۱۹-۴-۳** برخی از پلاستیک‌ها از پلیمرها و یا اجزای سمی تولید می‌شود، بنابراین، از کاربرد آنها برای نگهداری یا انتقال آب آشامیدنی (حتی سرد) و کشاورزی باید خودداری شود.

**۵-۱۹-۴-۴** دما و رطوبت (یا آب داغ) هم‌زمان اثر مخرب‌تری روی پلیمرها دارند. در صورتی که پلیمر دارای مونومر آزاد (مونومرهایی که در فرایند پلیمریزاسیون وارد واکنش نشده و در ماتریس به صورت آزاد باقی مانده‌اند) باشد، ممکن است مواد آن به آب داغ انتقال پیدا کنند؛ چون اغلب مونومرها به شدت سمی و سرطان‌زا هستند، از مصرف خوراکی آن آبها باید خودداری شود.

**۵-۱۹-۴-۵** هر چند پلیمرها در حالت جامد کم خطرترند، نظر به کاربرد عوامل پخت بسیار سمی در برخی از این مواد (مثلاً ترکیبات کبالت و پراکسید در بتن پلیمرها) باید هنگام کار با آنها از ماسک و دستکش مخصوص استفاده شود.

**۵-۱۹-۴-۶** در هنگام کارکردن با پلیمرهای سمی، یا دارای حلّال‌های سمی، علاوه بر به کار گرفتن تجهیزات ایمنی لازم، جملگی عملیات باید در محوطهٔ دارای هواکش قوی صورت گیرد.

### ۵-۱۹-۵ سازگاری

تولیدکنندگان محصولات پلیمری موظف‌اند، در بروشورهای فنی خود هر نوع عدم سازگاری محصول با سایر مصالح ساختمانی را که امکان دارد با هم در ساختمان به کار برده شوند، اعلام

کنند و راه‌حل‌های لازم (مانند کاربرد پرایمرهای ویژه، انواع توری یا سایر تمهیدات) را به طور دقیق ارائه دهند. مصرف‌کننده نیز موظف است به این موارد به دقت توجه کند.

## ۵-۱۹-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۱۹-۶-۱** در هنگام بسته‌بندی پلیمرها، باید به مایع یا جامد بودن آن توجه شود. معمولاً پلیمرهای مایع در ظرف‌های فلزی با مقاومت زیاد در برابر خوردگی حمل می‌شوند. گاهی برخی از پلیمرها و حلّال‌ها در ظرف‌های پلاستیکی حمل می‌شوند. این کار در صورتی مجاز است که از عدم انحلال مواد سازندهٔ ظرف در مایع درون آنها اطمینان حاصل شده باشد.

**۵-۱۹-۶-۲** معمولاً پلاستیک‌ها و پلیمرهای جامد به صورت تکی و یا در بسته‌های کارتونی یا پلاستیکی حاوی چند عدد از آنها حمل می‌شوند. در مورد پلاستیک‌ها باید اطمینان یافت که فشار زیاد به قطعات وارد و یا از شکل اولیه خارج نخواهد شد.

**۵-۱۹-۶-۳** ظرف‌های مخصوص بسته‌بندی و حمل پلیمرهای مایع باید کاملاً آب‌بند باشد و از نفوذ هر ماده خارجی و یا خروج محتوای آن جلوگیری کند. همچنین، این ظروف باید تحمل بارهای اضافی را داشته باشند، تا درصورت وارد آمدن صدمات ناخواسته و اتفاقی، دچار نشت و ریزش مواد درون آن نشود.

**۵-۱۹-۶-۴** در صورتی‌که پلیمر یا ماده پلاستیک به نور و رطوبت یا حرارت حساس باشد، در هنگام بسته‌بندی و حمل، باید از ورقه‌های پلاستیکی مات یا ظرف‌های مات و یا بسته‌بندی کامل استفاده شود.

**۵-۱۹-۶-۵** مواد سمّی باید در ظرف‌های مناسب آن بسته‌بندی و علائم خطر و عبارت "سمّی" و یا "بسیار سمّی" روی آن ثبت گردد. آنها را باید کاملاً محکم و مطمئن بسته‌بندی کرد و هنگام حمل باید از وارد آمدن ضربه به بسته یا ظرف جلوگیری شود.

**۵-۱۹-۶-۶** شرایط محیطی می‌تواند روی ترکیب، درصد، شیمی و خصوصیات پلاستیک‌ها و حتی شکل‌پذیری آنها اثرگذار باشد، بنابراین در هنگام نگهداری این مواد، باید به عواملی مانند رطوبت محیط، دمای محیط و تابش نور و صدمات مکانیکی توجه کرد. اغلب پلیمرهای مایع یا حلّال‌های آنها نسبت به دما بسیار حساس‌اند. حلّال‌ها باید در دمایی زیر نقطهٔ اشتعال نگهداری و رزین‌ها باید در دمایی که موجب ژل‌شدگی آنها نشود، حفظ شوند. بنابراین، نگهداری مواد پلیمری و پلاستیکی و حلّال‌ها در انبار کاری حساس است و نیاز به برنامه‌ریزی و تدابیر خاص دارد.

**۵-۱۹-۶-۷** با توجه به آتش‌گیری نسبی مواد پلیمری، انبار این مواد، یا مواد وابسته، باید حتماً مجهز به وسایل آتش‌نشانی و جعبهٔ کمک‌های اولیه باشد.

**۵-۱۹-۶-۸** در انبار پلیمرها، ظرف‌ها بر روی ظرف‌های دیگر و یا کف کاذب ساخته شده برای این منظور، قرار داده می‌شوند. بنابراین، ظرف‌های حاوی مواد پلیمری مایع و یا قطعات پلیمری، نباید مستقیماً روی زمین نهاده شوند.

**۵-۱۹-۶-۹** تعداد ظرف‌های حاوی مواد پلیمری مایع که بر روی هم قرار گرفته است نباید چندان زیاد باشد که باعث سقوط آنها و یا نشت کردن طرف‌های زیرین شود.

**۵-۱۹-۶-۱۰** روی برچسب ظرف پلیمرها باید شرایط نگهداری آنها، از جمله در نور، دما و رطوبت، درج شده باشد.

# ۵-۲۰ نانو مواد

## ۵-۲۰-۱ تعریف

به موادی که اندازه ذرات آنها حداقل در یک بعد کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد، عنوان نانوماده اطلاق می‌گردد. ریزشدن ابعاد ذرات ماده تا ابعاد نانومتری سبب می‌شود که برخی از مواد خواص جدیدی کسب کنند. همچنین افزایش قابل توجه سطح ویژه نانومواد سبب می‌شود که سطح در معرض واکنش آنها به شدت افزایش یافته و سرعت و میزان تاثیرگذاری آنها ارتقاء یابد.

## ۵-۲۰-۲ دسته‌بندی

نانومواد بسته به نوع یا سطح ویژه طبقه بندی می شوند.

## ۵-۲۰-۳ استانداردها

### ۵-۲۰-۳-۱ ویژگی‌ها

در کاربردهای ساختمانی از نانومواد استفاده‌هایی همچون تولید کاشی‌ها و پوشش‌های آنتی باکتریال و خودتمیز شونده، شیشه‌های خودتمیزشونده، روکش‌های ضد مه، فولادهای توانمند با خواص مکانیکی بهبود یافته، مصالح ترمیمی بتن، عایق‌های حرارتی و رطوبتی، پوشش‌های ضدخوردگی و تسریع دهنده‌های روند کسب خواص بتن شده است. از برخی از نانومواد به کار رفته در صنعت ساختمان می‌توان به نانو رس، نانو سیلیس، نانو اکسید تیتانیوم، نانو کربنات کلسیم و نانو لوله‌های کربن اشاره نمود.

### ۵-۲۰-۳-۲ آزمایش‌های استاندارد

مشخصات نانومواد باید مطابق با استانداردهای ملّی تدوین شده در این زمینه و در صورت عدم وجود این استانداردها با استانداردهای بین‌المللی معتبر باشد.

### ۵-۲۰-۳-۳ استانداردهای مرجع

لازم است در کاربرد و تعیین مشخصات نانومواد از استانداردهای ملّی در این زمینه و در صورت عدم وجود این استانداردها از استانداردهای بین‌المللی استفاده گردد.

## ۵-۲۰-۴ ایمنی، بهداشت و ملاحظات زیست‌محیطی

**۵-۲۰-۴-۱** به دلیل ریزی بسیار بالای مواد نانویی می‌بایستی احتیاط لازم برای کارکرد با این مواد رعایت شود.

**۵-۲۰-۴-۲** در هنگام کار با نانومواد پودری از ماسک مناسب و دستکش استفاده شود.

**۵-۲۰-۴-۳** در هنگام کار با نانومواد پخش در محیط مایع لازم است از دستکش استفاده گردد.

**۵-۲۰-۴-۴** در صورت وجود خطرات زیست محیطی نانوماده، تولیدکننده موظف است آن را به اطلاع خریدار برساند.

## ۵-۲۰-۵ سازگاری

نانوماده استفاده شده بایستی سازگار با سایر مصالح مورداستفاده باشد.

### ۵-۲۰-۶ بسته‌بندی، حمل و نگهداری

**۵-۲۰-۶-۱** نانومواد پودری لازم است در محیط‌های خشک و دور از رطوبت نگهداری شوند مگر آنکه تولیدکننده صراحتاً رطوبت هوا را در نگهداری این مواد موثر ندانسته باشد.

**۵-۲۰-۶-۲** نانومواد نباید در شرایط دمایی بسیار بالا یا پایین نگهداری شوند مگر آنکه تولیدکننده صراحتا دمای هوا را در نگهداری این مواد موثر ندانسته باشد.

**۵-۲۰-۶-۳** تولیدکننده موظف است تاریخ تولید و انقضای نانومواد را بر روی بسته‌بندی محصول درج نماید.

# پیوست ۱:
# مشخصات مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مصرفی در برخی سیستم‌های ساختمانی

## پ۱-۱ سیستم‌های کامل ساختمانی

### پ۱-۱-۱ سیستم ساختمانی قاب‌های سبک فولادی سرد نورد شده (LSF)

ساختمان‌های پیش ساخته فولادی سبک، به صورت اجرای خشک و عمدتاً با استفاده از اتصالات پیچی و به روش تولید صنعتی به کار گرفته می‌شود.

مشخصات مصالح مورد استفاده در سیستم متشکل از قاب‌های سبک فولادی سرد نورد شده به شرح زیر است:

ورق فولادی گالوانیزه با ضخامتی بین ۰/۶ میلی‌متر تا ۲/۵ میلی‌متر و مقاومت تسلیم ۲۴۰-۳۴۰ مگاپاسکال و دارای نسبت مقاومت گسیختگی به مقاومت تسلیم بیش از ۱/۰۸ و کرنش گسیختگی بیش از ۱۰ درصد مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی برای ساخت قاب‌بندی سیستم ساختمانی قاب‌های سبک فولادی سرد نورد شده.

مشخصات مقاطع غیرسازه‌ای فولادی گالوانیزه سرد نورد شده باید در تطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد.

اجزای اتصال شامل پیچ خودکار، پیچ و مهره باید مطابق استانداردهای معتبر باشد.

### پ۱-۱-۲ سیستم صفحات ساندویچی سه بعدی با بتن پاششی (۳D)

ساختمان‌های نیمه پیش‌ساخته با صفحات منفرد ساندویچی سقف و دیوار، شامل لایه میانی پلی‌استایرن و بتن پاششی و ساختمان‌های با صفحات دو لایه ساندویچی ۳D با بتن میانی درجا از انواع سیستم‌های نوین ساختمانی هستند.

مشخصات مصالح مورد استفاده در پانل‌های ساندویچی سه بعدی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۴۳ باشد.

پلی‌استایرن منبسط شده از نوع کندسوز (خودخاموش‌شو) مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۸۲۹۹ با حداقل جرم مخصوص ۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب به عنوان هسته پانل‌های دیواری و سقفی باشد. ویژگی‌های ورق پلی‌استایرن به کار رفته در آن باید با استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۸۴ مطابقت داشته باشد.

مفتول فولادی با قطر حداقل ۳/۵ میلی‌متر برای ساخت شبکه مش جوش شده مورد استفاده در پانل‌های دیواری و سقفی باید داری حداقل مقاومت تسلیم ۳۸۵ مگاپاسکال و حداقل مقاومت کششی ۴۸۵ مگاپاسکال مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۷۱۴۳ باشد.

تا زمان تدوین استاندارد ملّی مشخصات مفتول شبکه‌های جوش شده در اعضای خرپایی، مشخصات شبکه مش مفتول‌های فولادی و جوش اعضای خرپایی و مشخصات مکانیکی مفتول‌های فولادی به کار رفته در شبکه مش باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی مشخص شده در استاندارد ملّی ایران به شماره ۷۱۴۳ باشد.

مشخصات بتن پاششی باید مطابق الزامات فصل مربوطه در این مبحث و استانداردهای معتبر بین‌المللی با حداقل مقاومت فشاری ۱۸ مگاپاسکال برای اجرا در دو طرف پانل‌های دیواری و سقفی مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۴۳ باشد.

## پ۱-۲ سیستم‌های سازه‌ای

### پ۱-۲-۱ سازه های بتن مسلح دیوار باربر با شیوه قالب تونلی (TSF)

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال برای اجرای دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن

باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۲-۲ سازه‌های بتنی سقف و دیوار با قالب یکپارچه

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال برای اجرای دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۲-۳ ساختمان‌های بتن مسلح با قالب‌های آلومینیومی

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال برای اجرای دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۲-۴ ساختمان‌های بتن مسلح با استفاده از میز پرنده

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال برای اجرای دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۲-۵ ساختمان‌های بتن مسلح دیوار باربر با قالب عایق ماندگار (ICF)

پلی‌استایرن منبسط شده از نوع کندسوز (خودخاموش‌شو) مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۸۲۹۹ با حداقل جرم مخصوص ۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب برای ساخت قالب عایق ماندگار. ورق پلی‌استایرن منبسط شده باید دارای مقاومت لازم در مقابل بارهای حین اجرا و مطابق استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۸۴ باشد.

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال برای اجرا در داخل قالب‌های ماندگار. اسلامپ بتن باید بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل

مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی داخل قالب‌های ماندگار. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

مشخصات مصالح مورد استفاده برای رابط‌های اتصالی قالب‌ها در طرفین دیوار بسته به نوع رابط پلی‌پروپیلن یا رابط فولادی گالوانیزه یا انواع دیگر باید مطابق مشخصات استانداردهای معتبر باشد. همچنین ضوابط لازم در برابر حریق را دارا باشند.

### پ۱-۲-۶ ساختمان‌های بتن مسلح دیوار باربر با صفحات دو لایه ساندویچی 3D و بتن میانی درجا

پلی‌استایرن منبسط شده از نوع کندسوز (خودخاموش‌شو) مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۸۲۹۹ با حداقل جرم مخصوص ۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب در دو طرف پانل‌های دیواری.

مفتول فولادی با قطر حداقل ۳/۵ میلی‌متر برای ساخت شبکه مش جوش شده مورد استفاده در پانل‌های دیواری و حداقل مقاومت تسلیم ۳۸۵ مگاپاسکال و حداقل مقاومت کششی ۴۸۵ مگاپاسکال مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۷۱۴۳.

بتن پاششی مطابق ضوابط این مبحث و استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد. لازم است حداقل مقاومت فشاری ۱۸ مگاپاسکال برای اجرا در دو طرف پانل‌های دیواری مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۷۱۴۳ تامین شود.

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال برای اجرا در داخل دیوارها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی داخل دیوارها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۲-۷ ساختمان‌های بتن مسلح متشکل از دیوار باربر دولایه و سقف‌های نیمه پیش‌ساخته با بتن درجا

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۲-۸ سیستم با قاب‌های بتن‌مسلح پیش‌ساخته به همراه دیوارهای برشی بتن‌مسلح درجا

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۲-۹ سیستم دیوارهای برشی بتن‌مسلح پیش‌ساخته با شکل‌پذیری متوسط به روش اجرای تیلت آپ

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشار ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال  مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی دیوارها و سقف‌ها. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

## پ۱-۳ سیستم‌های قاب خمشی نوین

### پ۱-۳-۱ سیستم قاب خمشی مختلط بتنی- فولادی (RCS)

قطعات مورد استفاده در ساخت قسمت فولادی قاب از فولاد ساختمانی با مدول الاستیسیته $۲ \times ۱۰^{۵}$ مگاپاسکال و ضریب پوآسون ۰/۳ و عموماً دو نوع ST ۳۷ با مقاومت تسلیم ۲۲۵-۲۳۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۳۴۰-۴۷۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۵ درصد و نوع ST ۵۲ با مقاومت تسلیم ۳۴۵-۳۵۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۴۹۰-۶۳۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱ درصد مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰.

قسمت بتنی قاب از بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۵ مگاپاسکال. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد. در قسمت بتنی، استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۳- ۲ سیستم قاب خمشی با اتصالات ConXL

قطعات فولادی مورد استفاده در ساخت قاب خمشی از فولاد ساختمانی با مدول الاستیسیته $۲ \times ۱۰^{۵}$ مگاپاسکال و ضریب پوآسون ۰/۳ و عموماً دو نوع ST ۳۷ با مقاومت تسلیم ۲۲۵-۲۳۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۳۴۰-۴۷۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۵ درصد و نوع ST ۵۲ با تسلیم ۳۴۵-۳۵۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۴۹۰-۶۳۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱ درصد مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰.

### پ۱-۳-۳ سیستم با قاب‌های ساده مرکب فولادی- بتنی به همراه دیوار برشی بتن‌آرمه درجا

استفاده از ورق فولادی با مقاومت تسلیم ۲۴۰-۳۴۰ مگاپاسکال و دارای نسبت مقاومت گسیختگی به مقاومت تسلیم بیش از ۱/۰۸ و کرنش گسیختگی بیش از ۱۰ درصد در ساخت لوله‌های فولادی ستون مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰.

قسمت بتنی سیستم از بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد. در قسمت بتنی، استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰

مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۳-۴ سیستم قاب ساده بتن مسلح پیش‌ساخته به همراه مهاربند همگرای فولادی

قسمت بتنی سیستم از بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد. در قسمت بتنی، استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد برای آرماتوربندی. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

بادبند از فولاد ساختمانی با مدول الاستیسیته $۲ \times ۱۰^{۵}$ مگاپاسکال و ضریب پوآسون ۰/۳و عموماً دو نوع ST ۳۷ با مقاومت تسلیم ۲۲۵-۲۳۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۳۴۰-۴۷۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۵درصد و نوع ST ۵۲ با تسلیم ۳۴۵-۳۵۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۴۹۰-۶۳۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱ درصد مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰.

### پ۱-۳-۵ سیستم اسکلت فولادی پیش‌ساخته با اتصالات پیچ و مهره‌ای

فولاد ساختمانی با مدول الاستیسیته $۲ \times ۱۰^{۵}$ مگاپاسکال و ضریب پوآسون ۰/۳ و عموماً دو نوع ST ۳۷ با مقاومت تسلیم ۲۲۵-۲۳۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۳۴۰-۴۷۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۵درصد و نوع ST ۵۲ با مقاومت تسلیم ۳۴۵-۳۵۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۴۹۰-۶۳۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱ درصد مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰.

**پ۱-۳-۶ سیستم قاب خمشی یک طبقه با مقاطع سبک فولادی سرد نورد شده**

ورق فولادی گالوانیزه با مقاومت تسلیم ۲۴۰-۳۴۰ مگاپاسکال و دارای نسبت مقاومت گسیختگی به مقاومت تسلیم بیش از ۱/۰۸و کرنش گسیختگی بیش از ۱۰درصد مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی.

## پ۱-۴ سقف‌ها

### پ۱-۴-۱ سقف مرکب فولادی- بتنی با عرشه فلزی

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در سقف. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

میلگردهای فولادی افت و حرارت عموماً از نوع ساده س ۲۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۲۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۳۶۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱درصد و یا نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

تیر فولادی از فولاد ساختمانی با مدول الاستیسیته $۲ \times ۱۰^{۵}$ مگاپاسکال و ضریب پوآسون ۰/۳و عموماً دو نوع ST ۳۷ با مقاومت تسلیم ۲۲۵-۲۳۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۳۴۰-۴۷۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۵درصد و نوع ST ۵۲ با تسلیم ۳۴۵-۳۵۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۴۹۰-۶۳۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱ درصد مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰.

عرشه فولادی از ورق فولادی گالوانیزه با مقاومت تسلیم ۲۴۰-۳۴۰ مگاپاسکال و دارای نسبت مقاومت گسیختگی به مقاومت تسلیم بیش از ۱/۰۸ و کرنش گسیختگی بیش از ۱۰درصد مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی.

### پ۱-۴-۲ سقف متشکل از تیرچه‌های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در سقف. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

میلگردهای فولادی افت و حرارت عموماً از نوع ساده س ۲۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۲۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۳۶۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱درصد و یا نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

ورق پایین و پروفیل گرم نورد شده بالای تیرچه از جنس فولاد ساختمانی با مدول الاستیسیته $۲ \times ۱۰^{۵}$ مگاپاسکال و ضریب پوآسون ۰/۳و عموماً دو نوع ST ۳۷ با مقاومت تسلیم ۲۲۵-۲۳۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۳۴۰-۴۷۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۵درصد و نوع ST ۵۲ با تسلیم ۳۴۵-۳۵۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۴۹۰-۶۳۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱ درصد مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰. میلگردهای فولادی جان تیرچه عموماً از نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۴-۳ سقف مجوف بتن‌مسلح با استفاده از بلوک‌های توخالی ماندگار مکعب مستطیلی (UBOOT)

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در اجرای سقف. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل‌دهنده آن باید مطابق مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آن باشد.

میلگردهای فولادی طولی سقف عموماً از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

میلگردهای فولادی عرضی سقف در صورت نیاز عموماً از نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد. قالب‌های توخالی ماندگار از جنس پلی‌پروپیلن مورد استفاده در سقف.

### پ۱-۴-۴ سقف مجوف بتن‌مسلح با استفاده از بلوک‌های توخالی ماندگار کروی

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در اجرای سقف. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

میلگردهای فولادی طولی سقف عموماً از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

میلگردهای فولادی عرضی سقف در صورت نیاز عموماً از نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد. قالب‌های توخالی ماندگار از جنس پلی‌پروپیلن مورد استفاده در سقف.

### پ۱-۴-۵ سقف بتنی پیش‌تنیده از نوع پس‌کشیده

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۳۰ مگاپاسکال مورد استفاده در سقف. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

کابل فولادی با مقاومت گسیختگی بین ۱۲۰۰-۲۲۰۰ مگاپاسکال مطابق مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان باشد.

### پ۱-۴-۶ سقف‌های مجوف پیش‌ساخته هالوکور (Hollow Core)

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در سقف. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

میلگردهای فولادی طولی سقف عموماً از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴ درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

میلگردهای فولادی عرضی سقف در صورت نیاز عموماً از نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷ درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

در صورت پیش‌تنیده نمودن سقف، استفاده از کابل فولادی با مقاومت گسیختگی بین ۱۲۰۰-۲۲۰۰ مگاپاسکال مطابق مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان باشد. همچنین بتن سازه‌ای مورد استفاده باید دارای جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۳۰ مگاپاسکال باشد. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل‌دهنده آن باید مطابق مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آن باشد.

### پ۱-۴-۷ سقف‌های پیش‌ساخته دابل تی (Double Tee)

بتن سازه‌ای معمولی با جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۲۰ مگاپاسکال مورد استفاده در سقف. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل دهنده آن باید مطابق با فصل مربوطه در این مبحث و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آنها باشد.

میلگردهای فولادی طولی سقف عموماً از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

میلگردهای فولادی عرضی سقف در صورت نیاز عموماً از نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

در صورت پیش‌تنیده نمودن سقف، استفاده از کابل فولادی با مقاومت گسیختگی بین ۱۲۰۰-۲۲۰۰ مگاپاسکال مطابق مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان باشد. همچنین بتن سازه‌ای مورد استفاده باید دارای جرم مخصوص حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و حداقل مقاومت فشاری ۳۰ مگاپاسکال باشد. مشخصات این نوع بتن و اجزای تشکیل‌دهنده آن باید مطابق مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان ایران و استانداردهای ملّی اشاره شده در آن باشد.

## پ۱-۵ دیوارهای غیر باربر

### پ۱-۵-۱ بلوک‌های دیواری بتنی سبک هوادار اتوکلاو نشده (NAAC)

در تولید بلوک‌های بتنی سبک هوادار اتوکلاو نشده مصالح لازم شامل آب، سیمان، ماسه ریزدانه، گچ، پودر آلومینیوم و افزودنی‌های پایدارکننده می‌باشد.

حداکثر جرم مخصوص خشک ظاهری این نوع بلوک‌ها که مطابق با استاندارد شماره ۸۵۹۵ ملّی ایران تعیین می‌شود، به ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب محدود می‌شود. حداقل مقاومت فشاری لازم برای این نوع بلوک که مطابق با استاندارد شماره ۸۵۹۶ ملّی ایران تعیین می‌شود، ۲ مگاپاسکال و حداقل میانگین مقاومت فشاری لازم، ۲/۵ مگاپاسکال می‌باشد.

### پ۱-۵-۲ دیوارهای غیرباربر نیمه پیش‌ساخته صفحات ساندویچی ۳D

پلی‌استایرن منبسط شده از نوع کندسوز (خودخاموش‌شو) مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۸۲۹۹ با حداقل جرم مخصوص ۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب به عنوان هسته پانل‌های دیواری.

مفتول فولادی با قطر حداقل ۳/۵ میلی‌متر برای ساخت شبکه مش جوش شده مورد استفاده در پانل‌های دیواری و حداقل مقاومت تسلیم ۳۸۵ مگاپاسکال و حداقل مقاومت کششی ۴۸۵ مگاپاسکال مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۷۱۴۳.

بتن پاششی مطابق استانداردهای معتبر بین المللی با حداقل مقاومت فشاری ۱۸ مگاپاسکال برای اجرا در دو طرف پانل‌های دیواری مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۷۱۴۳.

### پ۱-۵-۳ دیوارهای غیر باربر سبک LSF (Dry Wall)

ورق فولادی گالوانیزه با ضخامتی بین ۰/۶ میلی‌متر تا ۲/۵ میلی‌متر و مقاومت تسلیم ۲۴۰-۳۴۰ مگاپاسکال و دارای نسبت مقاومت گسیختگی به مقاومت تسلیم بیش از ۱/۰۸و کرنش گسیختگی بیش از ۱۰درصد مطابق استانداردهای معتبر بین المللی برای ساخت قاب‌بندی سیستم LSF.

پشم‌های معدنی به عنوان عایق صوت و حرارت مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۸۱۱۶ در داخل جداره‌ها.

## پ۱-۶ سایر مصالح ساختمانی

### پ۱-۶- ۱ نمای مدولار سرامیکی

نمای مدولار پرسلان، کتیبه‌ای است از جنس خاک رس که به وسیله دستگاه اکستروژن و از طریق پخت خاک رس با دانه‌بندی پرسلان در دمای بسیار بالا و فشردگی بسیار زیاد تولید می‌شود. این نما، در رنگ‌های مختلف با طیف رنگی آزاد و در قطعات نسبتاً بزرگ (با ابعاد حداقل ۳۰۰×۳۰۰ و حداکثر ۱۲۰۰×۶۰۰ میلی‌متر) و به صورت توخالی ساخته می‌شود. کاربرد این محصول در فضاهای داخلی و خارجی و اغلب در نما و کف ساختمان و همچنین به عنوان کف پله و یا دکورهای داخلی می‌باشد.

نمای مدولار سرامیکی در زمره کاشی‌های سرامیکی اکسترودی با جذب آب کمتر یا مساوی ۳ درصد قرار می‌گیرد. رعایت کلیه ضوابط مرتبط با گروه کاشی‌های سرامیکی مطابق با استاندارد ملّی ایران به شماره ۲۵ الزامی است.

### پ۱-۶-۲ عایق حرارتی الاستومری سلول بسته

مشخصات عایق حرارتی الاستومری باید مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد.

### پ۱-۶-۳ صفحات کامپوزیت چوب پلاست

کامپوزیت چوب پلاست محصولی است با سابقه تولید طولانی در سطح جهانی که از پودر و یا الیاف چوب، مواد افزودنی و یک پلیمر ترموپلاستیک تهیه شده، خواص خوب چوب و مواد پلیمری را داشته و کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. این محصول به عنوان پوشش داخلی دیوارها، سقف و کف ساختمان و همچنین قرنیز دیوارها قابل استفاده است. خواص فیزیکی و مکانیکی این محصول باید مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد. در نصب صفحات کامپوزیت چوب پلاست، اجرای زیرسازی مناسب الزامی است.

### پ۱-۶-۴ شبکه آرماتور با نقطه جوش مقاومتی به روش ماشینی

میلگردهای فولادی طولی عموماً از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

میلگردهای فولادی عرضی عموماً از نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۶-۵ خرپای فلزی تیرچه با نقطه جوش مقاومتی به روش ماشینی

ورق پایین و پروفیل گرم نورد شده بالای تیرچه از جنس فولاد ساختمانی با مدول الاستیسیته $۲ \times ۱۰^{۵}$ مگاپاسکال و ضریب پوآسون ۰/۳ و عموماً دو نوع ST ۳۷ با مقاومت تسلیم ۲۲۵-۲۳۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۳۴۰-۴۷۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۵درصد و نوع ST ۵۲ با مقاومت تسلیم ۳۴۵-۳۵۵ مگاپاسکال، مقاومت کششی ۴۹۰-۶۳۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۲۱درصد مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۶۰۰.

میلگردهای فولادی جان تیرچه عموماً از نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۶-۶ آرماتور بندی (بند زنی) اتوماتیک

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

### پ۱-۶-۷ جوشکاری سر به سر میلگرد با گاز استیلن و فشار

استفاده از میلگردهای فولادی از نوع آجدار آج ۴۰۰ با مقاومت تسلیم حدود ۴۰۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۶۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۴درصد و یا نوع آجدار آج ۳۴۰ با مقاومت تسلیم حدود ۳۴۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی نهایی حدود ۵۰۰ مگاپاسکال و کرنش گسیختگی حدود ۱۷درصد. مشخصات این میلگردهای فولادی باید مطابق استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

گاز استیلن برای حرارت دادن میلگردها و ذوب کردن آنها.

# پیوست ۲:
# استانداردهای مرجع

**پ۲-۱** در این بخش استانداردهای مرجع فصل‌های مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان ارائه گردیده است. در مدت اعتبار این مبحث، چنانچه استانداردها یا ویرایش‌های جدیدی از استاندارد به تصویب برسد، جانشین استانداردها و معیارهای مشابه در این مبحث خواهد شد.

## پ۲-۲ استانداردهای مرجع فصل ۵-۲: آجر

- استاندارد ملّی ایران شماره ۷، "آجر رسی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۶۲، "خاک - خاک رس جهت ساخت آجر رسی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۲۲: "مصالح ساختمانی - آجرهای رسی سبک غیرباربر با سوراخهای افقی و پنلهای آجری رسی سبک غیرباربر با سوراخهای افقی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۳۴، "مصالح ساختمانی- آجرهای رسی سبک غیر باربر با سوراخ‌های افقی، پنل‌های آجری رسی سبک غیرباربر با سوراخ‌های افقی و آجرهای رسی سبک با سوراخ‌های قائم - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۴۹۸، "آجر ضداسید - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۵۰۰، "آجر مجوف از ماسه سنگ - ویژگی‌ها"

- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۵۰۷، " آجر مارنی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۶۲۱۱، " آجر نمای بتنی- ویژگی‌ها"

## پ۲-۳ استانداردهای مرجع فصل ۵-۳: بلوک‌های سفالی توخالی

- استاندارد ملّی ایران، شماره ۲-۲۹۰۹، "بلوک‌های سقفی مورد مصرف در سقف‌های تیرچه بلوک - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۷۱۲۱، "مصالح ساختمانی- بلوک‌های سفالی دیواری باربر و غیرباربر با سوراخ‌های قائم - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۲۲، "مصالح ساختمانی- آجرهای رسی سبک غیرباربر با سوراخ‌های افقی و پنل‌های آجری رسی سبک غیرباربر با سوراخ‌های افقی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۳۴، "مصالح ساختمانی - آجرهای رسی سبک غیر باربر با سوراخ‌های افقی، پنل‌های آجری رسی سبک غیرباربر با سوراخ‌های افقی و آجرهای رسی سبک با سوراخ‌های قائم - روش آزمون"

## پ۲-۴ استانداردهای مرجع فصل ۵-۴: کاشی سرامیکی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۵، "کاشی‌های سرامیکی - تعاریف - طبقه بندی - ویژگی‌ها و نشانه‌گذاری‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۵۱، "ویژگی‌های کاشی ضد اسید"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۹۲، "تعاریف، ویژگی‌ها، علامت‌گذاری، رده‌بندی کاشی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۹۴، "تعیین جذب آب کاشی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۹۶، "روش آزمون تعیین مقاومت سطح کاشی در برابر خراشیدگی بر اساس جدول سختی موهس"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۹۷، "تعیین سایش عمق - کاشی‌های بدون لعاب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۹۸، "تعیین انبساط حرارتی خطی کاشی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۰۰۱، "تعیین مقاومت شیمیایی - کاشی‌های بدون لعاب"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۰۰۲، "تعیین مقاومت شیمیایی - کاشی‌های لعاب‌دار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۰۰۶، "روش‌های نمونه و جداول بازرسی کاشی از طریق نمونه‌های خاص (انفرادی)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۰۰۷، "روش‌های نمونه‌برداری و جداول بازرسی کاشی از طریق نمونه‌های متغیر به‌منظور تعیین درصد عیوب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۸۹، "ویژگی‌های کاشی‌های موزاییکی گروهی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۲۰۰، "کاشی‌ها - روش آزمون مقاومت دربرابر لکه‌پذیری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۲۷۲، " کارتن جهت بسته‌بندی انواع کاشی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۸۲۵، "تعیین مقاومت قطعات لعابی در برابر ضربه - روش آزمون تپانچه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۸۲۶، "تعیین مقاومت لعاب‌ها در برابر سایش - کاهش وزن بعد از سایش سطحی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲- ۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت۲- تعیین ابعاد و کیفیت سطح - روش آزمون "
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت چهارم- تعیین مدول گسیختگی (مقاومت خمشی) و نیروی شکست"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵-۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- روش آزمون - قسمت پنجم- تعیین مقاومت در برابرضربه با اندازه گیری ضریب ارتجاعی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷-۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت ۷- تعیین مقاومت سایش سطحی کاشی‌های لعاب دار - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹- ۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت نهم - تعیین مقاومت در برابر شوک حرارتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰- ۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت ۱۰- تعیین انبساط رطوبتی - روش آزمون "

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱- ۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت یازدهم - تعیین مقاومت در برابر انبساط حرارتی- رطوبتی (اتوکلاو) کاشی‌های لعابدار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲- ۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت دوازدهم- تعیین مقاومت در برابر یخزدگی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵-۹۱۶۹، "کاشی‌های سرامیکی- قسمت ۱۵- تعیین میزان سرب و کادمیوم آزاد شده از کاشی لعابدار - روش آزمون "
- استاندارد ملّی ایران شماره۳- ۱۰۷۶۰، "کاشی‌های سرامیکی - ملات‌ها و چسب‌ها - قسمت سوم: اصطلاحات، تعاریف و ویژگی‌های ملات‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۱۰۷۶۰، "کاشی‌های سرامیکی - ملات‌ها و چسب‌ها - قسمت چهارم: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۲۷۳۹، "پوشش‌های لعابی - تعیین مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی - قسمت اول - تعیین مقاومت به خوردگی شیمیایی توسط اسیدها در دمای اتاق"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۴۳، "سرامیک‌های ظریف (سرامیک‌های پیشرفته، سرامیک‌های صنعتی پیشرفته) - تعیین فعالیت نور تحریکی سطوح در محیط‌های آبی به وسیله تخریب متیل بلو - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۴۹۶، "کاشی‌های شیشه‌ای - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۴۹۹، "کاشی‌های سرامیکی ضد باکتری (خودتمیزشونده) - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۵۰۱، "کاشی‌های تزئینی - کاشی‌های موردمصرف در معرق کاری - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۵۰۸، "کاشی‌های سرامیکی - بسته‌بندی و نشانه‌گذاری"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۷۲۲، "وسایل بهداشتی سرامیکی قابل نصب - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۶۴۰۸، "کاشی بتنی بام - ویژگی‌ها"

## پ۲-۵ استانداردهای مرجع فصل ۵-۵: سنگ ساختمانی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۴۹، "سنگدانه- سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۱۷، "روش‌های تعیین تاب گسیختگی، فشاری و خمشی مصالح سنگی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۱۸، "بلوک‌های سنگ‌های طبیعی برای برش به منظور استفاده در نما، کف و تزئینات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۶۵، "روش تعیین تاب فشاری مصالح سنگی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۰۲۹: "گچ - سنگ گچ، گچ استریش و بتن گچی - روش‌های آزمون شیمیایی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۶۹۴، "سنگ‌های ساختمانی - گرانیت - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۶۹۵: "سنگ‌های ساختمانی - سنگ آهک- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۶۹۶، "سنگ‌های ساختمانی- مرمریت - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۶۹۷، "سنگ‌های ساختمانی - تعیین ضریب گسیختگی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۶۹۸، "سنگ‌های ساختمانی - تعیین مقاومت فشاری - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۶۹۹، "سنگ‌های ساختمانی - تعیین جذب آب و جرم مخصوص - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۰۰، "سنگ‌های ساختمانی - تعیین مقاومت سایش در اثر رفت و آمد - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۲۲۸، "سنگ‌های ساختمانی- واژه‌نامه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۲۲۹، "سنگ‌های ساختمانی- تعیین مقاومت خمشی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۲۳۰، "سنگ‌های ساختمانی- تعیین مقاومت سایش در اثر رفت و آمد - با استفاده از دستگاه سایش تیبر - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۰۳۸، "سنگ بتنی برای کاربردهای معماری (بتن سنگ) - ویژگی‌ها"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۰۵۹، "فرآورده‌های سنگ طبیعی - سنگ ساختمانی کارشده - الزامات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۴۷، "سنگ‌های ساختمانی- تراورتن - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۲، "سنگ‌های ساختمانی - سنگ لوح - تعیین جذب آب - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۳، "سنگ ساختمانی کوارتزی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۴، "سنگ‌های ساختمانی - سرپانتین - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۵، "سنگ‌های ساختمانی - سنگ لوح - مقاومت در برابر هوازدگی – روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۶، "سنگ‌های ساختمانی - سنگ لوح - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۷، "سنگ‌های ساختمانی - آزمون خمشی سنگ لوح (بار شکست، ضریب گسیختگی، ضریب کشسانی) - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۱۸، "سنگ‌های ساختمانی- سنگ لوح برای سقف سازی - ویژگی‌ها"

### پ۲-۶ استانداردهای مرجع فصل ۵-۶: سنگدانه‌ها

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۲، "سنگدانه‌های بتن - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۴۶، "روش تعیین مقدار موادی از سنگدانه که از الک ۷۵ میکرون می‌گذرد"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۴۸، "روش آزمون برای تعیین سایش مصالح سنگی درشت‌دانه با استفاده از ماشین لس‌آنجلس"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۴۴۹،" سنگدانه، سلامت سنگدانه با استفاده از محلول سولفات سدیم یا منیزیم - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۹۸: "الک‌های آزمون و آزمون الک کردن - واژه‌ها و اصطلاحات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۷۷، "روش آزمون دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت توسط الک"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۷۸، "روش آزمون کلوخه‌های رسی و ذرات خرد شونده در سنگدانه"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۷۹: "روش آزمون ناخالصی‌های آلی سنگدانه‌های ریز برای بتن"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۴۹۸۰، "سنگدانه - تعیین جرم مخصوص، جرم مخصوص نسبی (جرم مخصوص) و جذب آب سنگدانه ریز - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۴۹۸۱، "سنگدانه - تعیین جرم مخصوص انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی در سنگدانه - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۴۹۸۲، "سنگدانه - تعیین جرم مخصوص، جرم مخصوص نسبی (جرم مخصوص) و جذب آب سنگدانه‌های درشت - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۸۳، "روش تعیین رطوبت کل سنگدانه‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۸۴، "آزمون ذرات سبک در سنگدانه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۸۵، "سنگدانه- سبکدانه برای بتن سازه‌ای- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۵۰۰۲: "الک‌های آزمون - الزامات فنی و آزمون - قسمت اول: الک‌های آزمون با تور سیمی فلزی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۴۶، "مصالح ساختمانی - سنگدانه - کاهش دادن نمونه سنگدانه تا اندازه آزمون - روش کار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۴۷، "سنگدانه - تعیین نمک‌های کلریدی محلول در آب - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۶۵۶، "بتن - اندازه گیری پتانسیل واکنش قلیایی سنگ‌های کربناتی به عنوان سنگدانه بتن با استفاده از روش استوانه سنگی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۷۶۵۷، "سنگدانه - سبکدانه برای بلوک‌های بنایی بتنی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۸۱۴۹، "سنگدانه - قابلیت انبساط‌پذیری به روش بررسی تغییر طول منشورهای بتنی، ناشی از واکنش سنگدانه‌ها با قلیائی‌ها - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۸۴۴۷، "سنگدانه - تعیین مقاومت سنگدانه‌های درشت در مقابل سایش و ضربه در دستگاه لوس آنجلس - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۶۷۲، "سنگدانه - تعیین مقدار سولفات - روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۷۵۳، "قابلیت واکنش سنگدانه‌ها با قلیایی‌ها به روش ملات منشوری تسریع شده - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۹۱۴۸، "سنگدانه‌های بتن- واژه‌نامه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۲۶۷، "سنگدانه- نمونه‌برداری از سنگدانه‌ها - آیین کار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۲۶۹، "سنگدانه - اندازه گیری دانه‌های پولکی، دانه‌های طویل یا دانه‌های پولکی و طویل در سنگدانه درشت - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۵۶۸، "سنگدانه - تعیین درصد شکستگی سنگدانه‌های درشت - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۱۷۰، "سنگدانه‌های بازیافتی مورد مصرف در ملات و بتن - الزامات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۵۵۲، "سنگدانه - سنگ شناسی سنگ دانه‌های بتن - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۶۲، "سنگدانه‌های درشت مورد مصرف در بتن - تعیین جرم مخصوص مصالح و جذب آب - روش تعادل هیدرواستاتیک - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۶۳، "بتن - تحلیل دانه‌بندی سنگدانه با الک"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۶۵، "سنگدانه‌های بتن - فرآوری و تحویل - راهنما"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۹۳۹، "سنگدانه - روش‌های کاهش نمونه‌های آزمایشگاهی - آیین کار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۲۲، "سنگدانه - سنگدانه سبک جهت استفاده در بتن‌های عایق - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰-۱۴۸۷۴، "سنگدانه - خواص فیزیکی و مکانیکی سنگدانه‌ها - قسمت ۱۰: تعیین ارتفاع مکش آب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۴۸۷۵، "سبکدانه - قسمت۱ - سبکدانه برای بتن، ملات و گروت"

## پ۲-۷ استانداردهای مرجع فصل ۵-۷: سیمان و فرآورده‌های آن

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۰، "بلوک‌های سیمانی - قسمت اول - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۰: "بلوک سیمانی توخالی- قسمت دوم - روشهای آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۹، "ویژگی‌های سیمان پرتلند"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۰، "سیمان - تعیین نرمی سیمان هیدرولیکی با دستگاه نفوذپذیری هوا – روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۱، "سیمان هیدرولیکی - تعیین انبساط به روش اتوکلاو - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۲، "سیمان - تعیین زمان گیرش سیمان هیدرولیکی با سوزن ویکات – روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۳، "سیمان - تعیین مقاومت فشاری و خمشی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۴، "سیمان- تعیین حرارت هیدراسیون سیمان هیدرولیکی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۵، "موزاییک - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۹۲، "سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی- اندازه‌گیری عناصر اصلی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱- ۱۶۹۳، "سیمان‌های هیدرولیکی- روش‌های آزمون شیمیایی- قسمت اول- اندازه‌گیری عناصر فرعی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲- ۱۶۹۳، "سیمان‌های هیدرولیکی- روش‌های‌آزمون شیمیایی- قسمت دوم- اندازه‌گیری کلسیم اکسید آزاد"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۹۴، "سیمان‌های هیدرولیکی - روش‌های آزمون شیمیایی - اندازه‌گیری گوگرد به‌صورت سولفید"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۹۵، "سیمان‌های هیدرولیکی- روش‌های‌آزمون شیمیایی- تعیین سدیم اکسید و پتاسیم اکسید"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۶۱، "آیین کاربرد حفاظت و انبار کردن سیمان در کارگاه ساختمانی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۲۹۰۹، "بلوک‌های سقفی موردمصرف در سقف‌های تیرچه بلوک - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۳۱، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون سیمان پرتلند سفید"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۳۲۰۳، "بتن تازه - قسمت دوم- تعیین روانی به روش اسلامپ - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۳۲۰۳، "بتن تازه- قسمت ششم - جرم مخصوص - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹-۳۲۰۳، "آزمون بتن تازه - قسمت نهم: بتن خود متراکم - آزمون قیف V شکل"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰-۳۲۰۳، "آزمون بتن تازه- قسمت دهم: بتن خود متراکم - آزمون قیف جعبه L شکل"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱-۳۲۰۳، "آزمون بتن تازه- قسمت یازدهم: بتن خود متراکم - آزمون دانه بندی با الک"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۴۳۲، " ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۳۴۳۳، " ویژگی‌های پوزولان‌های طبیعی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۳۵۱۶، "سیمان بنایی - قسمت اول: ترکیبات، ویژگی‌ها و معیارهای انطباق"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۳۵۱۶، "سیمان بنایی - قسمت دوم: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۵۱۷، "ویژگی‌های سیمان سرباره‌ای"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۲۰، "سیمان پرتلند آهکی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۵۴۳، "بسته‌بندی- پاکت‌های کاغذی سیمان، گچ و سایر مصالح پودری ساختمانی با جرم ویژه مشابه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۴۴۳، "سیمان‌های هیدرولیکی- روش‌های آزمون شیمیایی- تعیین مقدار کلرید، مواد آلی قابل حل در کلروفرم و کربن دی‌اکسید"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۶۷۱۳،" نمونه برداری و آزمایش پوزولان‌های طبیعی یا خاکستربادی برای مصرف به عنوان یک افزودنی معدنی در بتن سیمان پرتلند - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره: ۷۱۰۶: زئولیت - تعیین درصد تبلور نسبی زئولیت 4A به وسیله دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD)
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۴۸، "سیمان‌های هیدرولیکی- تعیین جرم مخصوص - روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۱۵، "ورق‌های صاف الیاف سیمانی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۷۸۲، "بلوک‌های سیمانی سبک غیر باربر - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره۸۵۹۲، "بتن سبک- تعیین جمع شدگی ناشی از خشک شدگی بتن هوا دار اتو کلاو شده- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۵۹۳، "بتن سبک- قطعات بتنی هوادار اتوکلاو شده - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره۸۵۹۴،"بتن سبک- تعیین جرم حجمی خشک بتن هوادار اتو کلاو شده -روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره۸۵۹۵، "بتن سبک- تعیین ابعاد قطعات بنایی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره۸۵۹۶، "بتن سبک- تعیین مقاومت فشاری بتن هوادار اتوکلاو شده - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹-۱۰۴۴۷، "سنگدانه - آزمون‌های خصوصیات ساختاری - قسمت نهم: تعیین نرمه به روش متیلن بلو"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۲۷۰، "بتن- اندازه‌گیری جریان اسلامپ بتن خودتراکم - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۲۷۱، "بتن- اندازه‌گیری قابلیت عبور بتن خود تراکم به وسیله دستگاه حلقه J - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۱۵۷۱، "سیمان پرتلند مرکب الف ۳۲/۵ - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۰۳۸، "سنگ بتنی برای کاربردهای معماری (بتن سنگ) - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹، "مصالح ساختمانی - رنگدانه‌ها برای رنگی کردن مصالح ساختمانی پایه سیمانی و یا آهکی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۲۷۶، "ورقه‌های شکل داده شده (موج دار) سیمان الیافی و قطعات اتصال - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۵۹۹، "بتن پاششی و بتن مسلح الیافی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۱، "مواد افزودنی بتن پاششی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۲، "ملات و بتن اصلاح شده پلیمری - آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۳، "سقف پوش‌های بتنی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۲۰، "بتن- مصالح موردمصرف در بتن پاششی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۵، "بتن- اندازه گیری میزان جداشدگی ایستایی بتن خودتراکم با استفاده از روش فنی ستون - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۷۸، "دوده سیلیسی (میکروسیلیس) مورداستفاده در مخلوط‌های سیمانی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۶۱، "محصولاتی با سیمان الیافی- ورقه‌های موج دار کوتاه یا ورقه‌های با مقطع نامتفارن و اتصالات برای بام پوش- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۰۱، "تعیین مقدار تغییر ارتفاع نمونه‌های استوانه‌ای مخلوط‌های سیمانی در سنین اولیه - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۴، " بلوک بتنی سبک سلولی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۰۷، " بلوک بتنی سبک هبلکس - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۰۸، "نرده بتنی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۰۹، "قطعات بتنی با طرح چوب موردمصرف در پارک‌ها - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۳۲، "تعیین مقاومت فشاری سنگ بتنی برای کاربردهای معماری (بتن سنگ) - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۳۳، "تعیین جذب آب سنگ بتنی برای کاربردهای معماری (بتن سنگ) - روش آزمون "
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۴۶، "سیمان - سیمان‌های پوزولانی - روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره: ۱۴۹۶۴: زئولیت - تعیین تبلور نسبی زئولیت ZSM-۵ به وسیله دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD)
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۴۰۸، "کاشی بتنی بام - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۴۸۱، "سیمان پرتلند زیولیتی - ویژگی‌ها"

## پ۲-۸ استانداردهای مرجع فصل ۵-۸: مواد افزودنی شیمیایی بتن

- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۹۸، "تعیین جرم مخصوص (دانسیته مایعات در ۲۰ درجه سلسیوس)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۳۰، "بتن - مواد افزودنی شیمیایی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۲۰۳، "بتن تازه - آزمایش روانی (اسلامپ)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۲۰۶، " بتن - تعیین مقاومت فشاری آزمونه‌های بتن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۵۲۰، "بتن تازه -تعیین مقدار هوای موجود"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۸۱۱۷، "بتن - مواد افزودنی شیمیایی - روش آزمون قسمت اول: بتن و ملات شاهد"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۸۱۱۷، "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت دوم: تعیین زمان گیرش - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۸۱۱۷، "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت دوم: تعیین زمان گیرش - روش آزمون
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۸۱۱۷، "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب قسمت چهارم: اندازه گیری آب انداختگی بتن - روش آزمون
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵-۸۱۱۷، "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت پنجم: اندازه گیری جذب مویینه - روش آزمون
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۸۱۱۷، "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت ششم: طیف سنجی مادون قرمز – روش آزمون
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸-۸۱۱۷، "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت هشتم: تعیین مقدار ماده خشک – روش آزمون
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۱، "مواد افزودنی بتن پاششی - ویژگی‌ها"

## پ۲-۹ استانداردهای مرجع فصل ۵-۹: آهک و فرآورده‌های آن

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۰، "آهک ساختمانی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۶۹، "آهک - آهک زنده و هیدراته - تعاریف و طبقه‌بندی"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۴، "روش‌های نمونه‌برداری، بازرسی، بسته‌بندی و نشانه‌گذاری محصولات آهک و سنگ آهک"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۵، "ویژگی‌های آهک هیدراته برای مصارف بنایی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۶، "روش‌های آزمون آنالیز شیمیایی سنگ آهک، آهک زنده و آهک هیدراته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۷، "ویژگی‌های آهک هیدراته پرداخت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۷۳۸، "آهک هیدرولیکی هیدراته برای مصارف ساختمانی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۲۵۴، "روش‌های آزمون فیزیکی آهک زنده، آهک هیدراته و سنگ آهک"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۶۹۵، "سنگ‌های ساختمانی - سنگ آهک - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۳، "آهک و سنگ آهک مورد مصرف در صنعت- واژه‌نامه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۴، "آهک مورد استفاده با پوزولان‌ها - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۵، "آهک زنده و آهک هیدراته برای تثبیت خاک - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۱۷، "آهک زنده برای مصارف ساختمانی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۶۹۶، "آهک- آهک زنده و هیدراته- تعاریف و طبقه بندی"

## پ۲-۱۰ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۰: گچ و فرآورده‌های آن

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۶۱، "سقف‌پوش گچی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۲۸۹، "روش نمونه‌برداری از سنگ گچ (ژیپس)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۸۶، "گچ - بلوک‌های گچی - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۵۴۳، "بسته‌بندی- پاکت‌های کاغذی سیمان، گچ و سایر مصالح پودری ساختمانی با جرم ویژه مشابه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۰۲۹، "گچ - سنگ گچ، گچ استریش و بتن گچی - روش های آزمون شیمیایی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۰۳۰، "ویژگی‌های سنگ گچ"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۰۳۱، "گچ استریش - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۰۳۲، "بتن گچی (گچ سنگی) - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۴۸۲، "گچ‌های ساختمانی - روش‌های آزمون فیزیکی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۷۲۷۱، "واکنش در برابر آتش و اجزای ساختمانی، روش آزمون- قسمت چهارم- قابلیت افروزش فرآورده‌های ساختمانی در برخورد مستقیم شعله (آزمون منبع تک شعله)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۱۶، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - فرآورده‌های پشم معدنی کارخانه‌ای- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۲۹۸، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - فوم پلی یورتان صلب ساخته شده در کارخانه (PUR)– ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۲۹۹، "واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی- طبقه‌بندی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۸۵۶۸،"آکوستیک - اندازه‌گیری صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی - قسمت سوم - اندازه‌گیری آزمایشگاهی صدابندی هوابرد اجزای ساختمانی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۶۲۱،"مصالح ساختمانی- فرآورده‌های با مقاومت حرارتی متوسط و زیاد- تعیین مقاومت حرارتی - روش لوح گرم محافظت شده و جریان حرارت سنج"
- استاندارد ملّی ایران شماره۱-۸۸۳۴، "آکوستیک - درجه بندی صدابندی در ساختمان‌ها و اجزای ساختمانی- قسمت اول- صدابندی هوابرد"
- استاندارد ملّی ایران شماره۱۰۷۴۲، "مصالح ساختمانی - واژه‌نامه - گچ و فرآورده‌های گچی و سامانه‌های وابسته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۴۵،" کوستیک - اندازه گیری جذب صدا در یک اتاق واخنش"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۵۰،: "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - پلی استایرن منبسط کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۵۲، "مصالح ساختمانی- فرآورده‌های عایق کاری حرارتی پلی استایرن اکسترود شده کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۰۵۵، "مصالح و فرآورده‌های ساختمانی- خواص رطوبت- حرارت، مقادیر طراحی جدول بندی شده استایرن یا عایق فوم صلب پلی یورتان - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۲۰۱۵، "گچ - گچ‌های ساختمانی و اندودهای گچی آماده - قسمت اول: ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۲۰۱۵، "گچ - گچ‌های ساختمانی و اندودهای گچی آماده- قسمت دوم: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۰۵، "گچ - پانل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی/ صوتی – تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۰۶، "گچ - چسباننده‌های پایه گچی مورداستفاده در بلوک‌های گچی- تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۰۷، "گچ- مواد درزبندی برای صفحات روکش دار گچی- تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۰۳۵، "گچ - اجزای قاب‌بندی فلزی برای سامانه‌های صفحات روکش‌دار گچی - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۸۶، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - تخته گچی با عایق فوم صلب پلی استایرن یا عایق فوم صلب پلی یورتان - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۰۲، "گچ - اتصالات مکانیکی برای سامانه‌های صفحات روکش‌دار گچی - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۸۲، "بتن گچی -نصب و اجرای بتن مسلح گچی درجا - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۷۸، "گچ - صفحات روکش دار گچی مسلح شده با الیاف - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون - قسمت ۱: صفحات روکش دار گچی با شبکه الیاف"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۰۲، "بلوک‌های سبک گچی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۸، "گچ - صفحات روکش‌دار گچی - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۹، "گچ- چسباننده‌های پایه گچی مورداستفاده در پنل‌های مرکب عایق حرارتی / صوتی و صفحات روکش دار گچی - تعاریف؛ الزامات و روش‌های آزمون"

## پ۲-۱۱ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۱: ملات‌های ساختمانی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۱، "ماسه برای اندود گچ"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۰۶، "ملات‌های بنایی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۰۶، "ملات بنایی - ویژگی‌ها - قسمت اول- ملات اندودکاری بیرونی و داخلی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۰۶، "ملات‌بنایی - ویژگی‌ها - قسمت دوم - ملات برای کارهای بنایی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۹۰۳، "تهیه و بکاربردن ملات‌های بنایی، بخش اول ملات‌های ماسه سیمان- باتارد"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۲۹۳۰، "افزودنیهای بتن، ملات و دوغاب- قسمت ششم: نمونه‌برداری و کنترل و ارزیابی انطباق"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۱۷۱، "خاکستر بادی و سایر پوزولآنهای مورد استفاده با آهک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۸۱۱۷، "افزودنیهای بتن، ملات و دوغاب - قسمت دوم: زمان گیرش- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۸۱۱۷، "افزودنیهای بتن، ملات و دوغاب - قسمت چهارم: اندازه گیری آب انداختگی بتن- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵-۸۱۱۷، "افزودنیهای بتن، ملات و دوغاب - قسمت پنجم: اندازه گیری جذب مویینه- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۸۱۱۷،"افزودنیهای بتن، ملات و دوغاب - قسمت ششم: طیف سنجی مادون قرمز- روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۸-۸۱۱۷، "افزودنیهای بتن، ملات و دوغاب - قسمت هشتم: تعیین مقدار مواد خشک- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰-۸۱۱۷،"افزودنیهای بتن، ملات و دوغاب - قسمت دهم: تعیین مقدار کلرید محلول در آب- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۹۳، "بتن - تعیین مقاومت فشاری ملات بتن پیش آکنده در آزمایشگاه - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۸۷۱، "دوغاب - دوغاب (روان ملات) برای بنایی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۹۴۵، "ملات - تعیین مقاومت چسبنگی ملات به قطعات بنایی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۹۴۶، "اندازه گیری کلرید محلول در اسید در ملات و بتن سخت شده – روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۹۴۷، "اندازه گیری کلرید محلول در آب در ملات و بتن سخت شده - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۹۱۵۰، "ملات بنایی- قسمت دوم- نمونه‌گیری توده‌ای (انبوهی) ملات و تهیه ملات‌های آزمایشی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۹۱۵۰، "ملات بنایی- قسمت سوم- تعیین روانی ملات تازه (به وسیله میز روانی)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت ششم- تعیین جرم حجمی ملات تازه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷-۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت هفتم- تعیین مقدار هوای ملات تازه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت نهم- تعیین عمر کارایی و زمان تصحیح ملات تازه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت دهم- تعیین جرم مخصوص انبوهی خشک ملات سخت شده"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت یازدهم- تعیین مقاومت خمشی و فشاری ملات سخت شده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت دوازدهم- تعیین مقاومت چسبندگی ملات‌های اندودکاری بیرونی و داخلی سخت شده، به مصالح زیرکار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۷- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت هفدهم- تعیین مقدار کلرید محلول در آب برای ملات‌های تازه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۸- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت هجدهم- تعیین ضریب جذب آب موئینه ملات سخت شده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۹- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت نوزدهم- تعیین نفوذ بخار آب ملات‌های اندودکاری نمای بیرونی و داخلی سخت شده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۱- ۹۱۵۰، "ملات بنایی- روش آزمون - قسمت بیست و یکم- تعیین سازگاری ملات‌های اندود کاری بیرونی یک لایه با مصالح زیرکار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۰۹۲۳، "دیرگدازها - ابعاد آجرهای دیرگداز - قسمت اول- آجرهای مستقیم"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱- ۱۲۰۱۵، "گچ‌های ساختمانی و اندودهای گچی آماده - قسمت اول: ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۱۷۰: "سنگدانه‌های بازیافتی موردمصرف در ملات و بتن - الزامات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۹۷: "ملات ضداسید- ویژگی‌ها"

## پ۲-۱۲ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۲: فلزها و مصالح جوشکاری

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۹۶،"لوله‌های فولادی عمل آمده و آهنی عمل آمده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۱، "قطر خارجی لوله‌های فولادی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۲، "ضخامت لوله‌های فولادی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۳: "لوله‌های فولادی مناسب برای دنده پیچ کردن مطابق ISO ۷-۱"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۴،"فلزات - لوله - آزمایش انبساط حلقه "

- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۵، "لوله‌های فولادی بدون پیچ جهت مصارف عمومی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۶، "لوله‌های چدنی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۲۸، "پیچ و مهره"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۳۲، "آزمون سختی برینل برای چدن خاکستری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۴۰، "ضخامت ورق‌های فولادی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۸۰، "روش آزمون کشش مس و آلیاژهای مس"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۹۱، "فولاد و محصولات فولادی - محل و آماده‌سازی نمونه‌ها و آزمونه‌ها برای آزمون‌های مکانیکی"
- استاندارد ملّی ایران شماره۸۷۱، "ویژگی‌های الکترودهای روپوش‌دار جوشکاری با قوس الکتریکی (بخش ۱، ۲ و۳)"
- استاندارد ملّی ایران شماره۱۵۴۷، "لوله‌ها و اتصالات چدنی بهداشتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۰۰، "فولادهای ساختمانی - اصول کلی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۷۹۱، "تیرآهن‌های گرم نوردیده بال نیم پهن موازی- ویژگی‌ها و روش آزمون
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۷۹۳، "آزمون ایجاد لبه اتصال (فنج) روی لوله‌های فولادی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۷۹۷، "اندازه میل‌های فولادی گرم نوردیده - میلگرد"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۳۸۴، "ویژگی پروفیل آلومینیم"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۶۶۷، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون لوله‌های دو لایه فولادی"
- استاندارد ملّی ایران شماره۲۸۷۴، "پیچ‌ها ومیله‌های دو سر دنده - ویژگی‌های مکانیکی و روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره۳۱۳۲، "میلگردهای گرم نوردیده مصرفی در بتن- ویژگی‌ها و روش های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۲۷۷، "تیرآهن گرم نوردیده بال باریک شیب‌دار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۶۶۵، "ویژگی‌ها و طبقه‌بندی - آلومینیم کارپذیر"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۶۹۳، "ورق فولادی گرم نوردیده با کیفیت معمولی و کششی- ویژگیها و روشهای آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۶۹۴، "ورق فولادی گرم نوردیده با کیفیت ساختمانی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۳۴۷، "روش آزمون نفوذپذیری دریچه‌های فولادی پیش ساخته ساختمان"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۳۴۸، "در و پنجره فولادی پیش ساخته ساختمان"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۵۵۵، "اتصال دهنده‌ها، پیچ و مهره و میله یک یا دوسر دنده از جنس فولاد زنگ نزن - ویژگی‌ها و روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۲۲، "ورق فولادی سرد نوردیده با کیفیت ساختمانی - ویژگی‌ها و روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۲۳، "ورق فولادی سرد نوردیده با کیفیت معمولی و کششی - ویژگی ها و روش های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۰۳۱، "ابعاد و رواداریهای میله فولادی با مقطع گرد گرم نوردیده (میلگرد)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۶۹۳۵، "فولاد برای مسلح کردن بتن - قسمت ۲: میله‌های آجدار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۳۳۵، "پروفیل‌های فولادی سرد شکل داده شده z - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۳۳۶، "پروفیل‌های فولادی - پروفیل های فولادی مخصوص در و پنجره - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۹۶، "ورق فولاد کربنی گالوانیزه گرم پیوسته با کیفیت ساختمانی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۸۱۰۳، "فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت اول: میلگرد، مفتول و سیم‌های تسلیح کننده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۸۱۰۳، "فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت دوم: شبکه جوش شده"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۸۱۰۳، "فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت سوم: فولاد پیش تنیده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۸۱۳۳، "فولاد برای مسلح کردن بتن - قسمت سوم: شبکه فولادی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۴۴۸، "فولاد روی اندود شده برای آرماتوربندی بتن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۵۵۸، "میلگردهای سرد نوردیده موردمصرف جهت تسلیح بتن و ساخت شبکه‌های جوش شده - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۶۰۹، "فولادهای ساختمانی - صفحات، محصولات تخت عریض، شمش‌ها، مقاطع و پروفیل‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۱۶۰۹: "الزامات فنی، تحویل برای مقاطع توخالی تکمیل کاری گرم شده محصولات فولادی - تعاریف و طبقه بندی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۸۰۵، "محصولات فولادی - تعاریف و طبقه‌بندی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۰۲۳، "صفحه‌های فولادی زنگ نزن گرم نوردیده - رواداری ابعاد و شکل"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۵۹۹، "بتن پاششی و بتن مسلح الیافی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۷۰۱، "مواد فلزی - سیم - آزمون خمش معکوس"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۲۷۲۳، "فولادها برای آرماتوربندی بتن - کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده‌های مکانیکی میله‌ها - قسمت ۱: الزامات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۲۷۲۳، "فولادها برای آرماتوربندی بتن - کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده‌های مکانیکی میله‌ها - قسمت ۲: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۰۳۵: "گچ - اجزای قاب‌بندی فلزی برای سامانه‌های صفحات روکش‌دار گچی - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۳۲۵۰، "فولاد - فولاد مورداستفاده برای پیش تنیده کردن بتن - قسمت ۱: الزامات عمومی"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۳۲۵۰، "فولاد - فولاد مورداستفاده برای پیش تنیده کردن بتن - قسمت ۲: سیم کشیده شده با روش سرد"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۱۳۲۵۰، "فولاد - فولاد مورداستفاده برای پیش تنیده کردن بتن - قسمت ۳: سیم آب دیده و حرارت دیده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۱۳۲۵۰، "فولاد - فولاد مورداستفاده برای پیش تنیده کردن بتن - قسمت چهارم: سیم بافته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۴۷، " ورق فولادی گرم نوردیده پیوسته با کیفیت ساختمانی دارای مقاومت به خوردگی اتمسفری بهبود یافته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۳۹۶۸، "نبشی‌های فولادی گرم نوردیده- قسمت ۱ - نبشی‌های بال مساوی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۳۹۶۸، "نبشی‌های فولادی گرم نوردیده- قسمت ۱ - نبشی‌های بال نامساوی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۹۱، "الیاف فولادی برای بتن تقویت شده با الیاف - ویژگی‌ها"

## پ۲-۱۳ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۳: چوب و فرآورده‌های آن

- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۱۷، "اصطلاحات و ابعاد چوب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۲۶، "طبقه‌بندی تخته لایه‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۴۸، "ویژگی‌های درهای پیش ساخته چوبی داخل ساختمان"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۷، "تعیین مقاومت به خمش تخته فیبرها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۹، "چوب- اوراق فشرده چوبی - تخته فیبرها - تعیین جذب آب - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۲۴، "چوب شناسی - اصطلاحات و واژه ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۷۴، "روکش‌های چوبی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۷۵، "چوب (معایب قابل قبول در گرده بینه و درجه‌بندی آنها)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۰۳، "تعاریف و اصطلاحات معایب چوب‌های اره شده سوزنی برگان"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۹۵، "اندازه‌گیری معایب چوب‌های بریده شده سوزنی برگان"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۹۶، "اصطلاحات و تعاریف معایب چوب‌های بریده شده (پهن برگان)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۹۷، " اندازه‌گیری معایب چوب‌های بریده شده پهن برگان"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۱۴۰، "چوب- روش‌های نمونه‌برداری از چوب و الزامات عمومی برای چوب‌های صنعتی پهن برگ - آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۱۵۲، "روش آزمون مقاومت طبیعی چوب به فسادپذیری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۱۵۴، "تخته فیبرها، تخته‌های سخت و نیمه سخت برای مصارف عمومی، جذب آب و تورم در ضخامت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۳۳۰، "روش آزمون مقاومت تخته چند لایه در برابر آتش"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۳۳۱، "روش تعیین مقاومت تخته فیبر و تخته خرده چوب (نوپان) در برابر کشش موازی با سطح رویه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۳۳۴ ، "روش تعیین جرم مخصوص و میزان رطوبت تخته لایه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۳۳۵ ، "آزمون چسبندگی لایه‌های تخته لایه به یکدیگر"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۴۲۳، "روش تعیین مقاومت میخ در برابر بار انفصالی در تخته خرده چوب و تخته فیبر"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۴۲۴، "روش تعیین مقاومت میخ در برابر بار انفصالی (کندن) در تخته خرده چوب و تخته فیبر"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۴۸۸، "روش تعیین جذب آب توسط تخته خرده چوب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۴۸۹، "چوب - اوراق فشرده- روش تعیین واکشیدگی ضخامت پس از غوطه‌وری کامل در آب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۷۰۸، "ویژگی‌های چوب ضربه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۸۳۸، "روش اندازه‌گیری هم‌کشیدگی حجمی چوب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۸۹۴، "چوب - روش تعیین واکشیدگی در جهت شعاعی و مماس"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۸۹۶، "چوب- تعیین واکشیدگی حجمی چوب"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۲۱۰، "روش آزمون مقاومت به خمش تخته لایه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۲۴۵، "آیین‌کار پنجره‌های ساده خانه‌های مسکونی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۳۰۰، "روش آزمون اثر تغییر رطوبت در ورق‌های پیش ساخته چوبی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۴۹۲، "چوب و فرآورده‌های آن - تخته لایه‌های معمولی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۷۰۴، "روش آزمایش مقاومت برشی تخته خرده چوب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۷۲۵، "طبقه‌بندی تخته خرده چوب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۷۸۴ ، "چوب - اوراق فشرده چوبی - نمونه‌برداری و برش آزمونه‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۹۰۸، "سقف - سقف‌های چوبی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۴۱۶ ، "چوب - اوراق فشرده - تخته فیبر - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۴۱۶ ، "چوب - اوراق فشرده - تخته فیبر - ویژگی‌ها - قسمت اول - الزامات عمومی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۴۱۶ ، "چوب - اوراق فشرده - تخته فیبرهای سخت با فرآیند مرطوب – قسمت ۲ – الزامات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۷۴۱۶ ، "چوب - اوراق فشرده - تخته فیبر - ویژگی‌ها - قسمت ۴ - الزامات برای تخته فیبر نرم"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵-۷۴۱۶ ، "چوب - اوراق فشرده- تخته فیبر بدون روکش - تولید شده با فرآیند خشک - قسمت ۵ - الزامات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۷۳۴ ، "چوب - اوراق فشرده چوبی- تخته لایه - واژه‌نامه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۰۴۴، "چوب - اوراق فشرده چوبی - تخته خرده چوب - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۸۴۹، "سازه‌های چوبی - اتصالات انگشتی در چوب آلات ماسیو - الزامات تولید"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۸۵۱، "سازه‌های چوبی - اتصالات ساخته شده با قیود مکانیکی - اصول اولیه تعیین مشخصه‌های مقاومتی و تغییرشکلی"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۸۵۲، "سازه‌های چوبی - اتصالات ساخته شده با قیود مکانیکی - روش آزمون نیمه استاتیک با چرخه معکوس"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۸۵۳، "مقاومت در برابر آتش، قسمت‌های مختلف درهای چوبی - تعیین اثربخشی درزگیرهای آماس کننده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۸۵۴، "چوب‌آلات ساختمانی - درجه‌بندی مقاومت چوب با استفاده از ماشین درجه‌بندی - اصول اولیه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۴۱۸، "درها و پنجره‌ها - اصطلاحات و تعاریف"
- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۴۱۹، "عملکرد حرارتی درها، پنجره‌ها و کرکره‌های- قسمت اول- کلیات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۱۴۱۹، "عملکرد حرارتی درها، پنجره‌ها و کرکره‌های بیرونی - محاسبه ضریب انتقال حرارت - قسمت ۲، روش عددی برای چهارچوب‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۲۶۴۲، "چوب - اوراق فشرده چوبی - تعیین مقدار گاز فرمالدئید آزادشده، قسمت اول، انتشار گاز فرم آلدئید با استفاده از محافظه‌ای به حجم یک مترمکعب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۱۲۶۴۲، چوب - اوراق فشرده - تعیین مقدار گاز فرمالدئید آزادشده، قسمت ۳، روش آنالیز گازی.
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۱۲۶۴۲، چوب - اوراق فشرده - تعیین مقدار گاز فرمالدئید آزادشده، قسمت ۴، روش خشکانه.
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۷۳، "ساختمان - هماهنگی مدولار - واژه نامه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۷۹، "ساختمان - هماهنگی مدولار - مدول پایه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۰۵۲، "کفپوشهای چوب پنبه‌ای فشرده - اندازه‌گیری ابعاد و انحراف از راست و عمود بودن لبه‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۲۶، "کف پوش‌های چوبی - اجزای پارکت‌های چوبی با فاق و / یا زبانه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۳ ، "چوب - اوراق فشرده - تعیین استحکام سطح"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۴ ، "چوب - اوراق فشرده - تعیین ابعاد آزمونه"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۳، "چوب - اوراق فشرده - تعیین استحکام سطح"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۵، "چوب - اوراق فشرده - تعیین ابعاد ورق‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۶، "چوب - اوراق فشرده - اندازه‌گیری مقاومت در برابر بیرون آوردن محوری پیچ‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۲۵۴ ، "چوب - اوراق فشرده - تعیین ابعاد آزمونه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۳۳۰۲، "چسب‌ها - ارزیابی و انتخاب چسب برای محصولات چوبی مورداستفاده در فضاهای بسته، قسمت ۱، مقاومت در برابر لایه لایه شدن در محیط‌های ملایم - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۰۹۲، "چوب - اوراق فشرده - تخته خرده چوب و تخته فیبر با روکش ملامینه برای مصارف داخل ساختمان - تعاریف، الزامات و طبقه بندی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۰۹۳، "چوب - اوراق فشرده - تخته خرده چوب و تخته فیبر با روکش ملامینه برای مصارف داخل ساختمان - روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۲۰، "الوار و مواد چوبی مورد استفاده در پنجره و درب‌های بیرونی و چهارچوب آنها – الزامات و ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۲۱، "الوار و مواد چوبی مورد استفاده در پنجره و درب‌های داخلی و چهارچوب آنها - الزامات و ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۱۰، "صفحات چهارگوش چوب پنبه‌های ترکیبی کاهنده صدا - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۵۴۶، "چوب - اوراق فشرده - تعیین مقاومت کششی عمود بر سطح – روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۸۶، "چوب - اوراق فشرده - تخته لایه - تخته لایه برای قالب بندی اعضاء ساختمانی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۲۲۳۸۹، "ساختمان‌های چوبی - مقاومت خمشی تیرهای I شکل (تیرهای دوبل) قسمت ۱: روش‌های آزمون، ارزیابی و ویژگی‌ها"

## پ۲-۱۴ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۴: قیر و قطران

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۱۱، "عایق کاری ساختمان بوسیله قیر"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۱۷، "قیر و مواد قیری - مصالح راه‌ها و روسازی - واژه‌نامه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۹۷، "قیر و مواد قیری - شناوری مواد قیری "
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۷۵، "قیرو مواد قیری - تعیین نقاط اشتعال و شعله وری با ظرف روباز کلیولند - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۹۱، "روش جهت تعیین درجه تراکم رویه ساخته شده از مخلوط‌های قیر و مصالح سنگی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۴۹، "قیر و مواد قیری - آزمون لکه مواد قیری - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۰، "قیر و مواد قیری - تعیین درجه نفوذ - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۱، "روش آزمون تعیین نقطه نرمی مواد قیری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۲، "ویژگی عایق‌های رطوبتی در ساختمان (قیرگونی)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۳، "قیر و مواد قیری - تعیین درجه حلالیت مواد قیری در تری کلرواتیلن - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۶، "قیرهای جامد و نیمه جامد - روش آزمون - تعیین جرم مخصوص"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۷، "قیر و مواد قیری - تاثیر گرما و هوا بر مواد قیری (آسفالتی) -TFOT روش آزمون "
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۴، "ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی پیش ساخته قیری برای پی، عایق پی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۶، "قیر و مواد قیری - تعیین کشش‌پذیری - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۷، "قیر و مواد قیری - تعیین نقطه شکست فراس قیر و مواد قیری -روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۸، "قیر و مواد قیری - تعیین نقطه نرمی با ابزار حلقه و گلوله - روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۹، "ویژگی‌های قیر اصلاح شده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۱، "ویژگی‌های گونی مصرفی در ساخت عایق جهت جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت "
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۴، "روش آزمون اندازه‌گیری دانسیته نسبی قیر جامد"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۴، "ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی پیش ساخته بوسیله قیر اصلاح شده توسط پلیمرها "عایق پی""
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۵، "ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی بام ساختمان "عایق بام"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۳۸۸۵، " عایق‌های رطوبتی پیش ساخته بام - اکسیده - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۸۶۸، "قیر و مواد قیری - تعیین جرم مخصوص حقیقی مخلوط آسفالت گرم (HMA) متراکم با استفاده از آزمونه‌های با پوشش پارافین - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۵۰۵، "قیر و مواد قیری - مشخصات قیرهای راهسازی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۵۵، "قیر و مواد قیری - تعیین گرانروی سینماتیک قیرها - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۵۷، "قیر و مواد قیری - اندازه‌گیری میزان مواد نامحلول قیرهای قطرانی (پیچ و تار) در کینولین - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۵۸، "قیر و مواد قیری - اندازه‌گیری میزان مواد نامحلول قیرهای قطرانی (پیچ و تار) درتولوئن - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۶۵۱، "قیر و مواد قیری - طبقه‌بندی مواد بازیافتی امولسیونی - آئین کار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۷۱۴، "قیرهای طبیعی (معدنی) - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"

## پ۲-۱۵ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۵: شیشه

- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۳، "شیشه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۲۸، "روش‌های استاندارد برای تجزیه شیمیایی شیشه آهک - سودا "
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۲۹، "روش آزمون نقطه تافتگی و بیشترین نقطه فروکش شیشه"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۳۸۵، "شیشه‌های ساختمان - ایمنی آبدیده حرارتی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۸۹۸، "سنگ آهک برای ساخت شیشه‌های بیرنگ - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۸۰۵۵، "شیشه - تعیین ضریب نوری - تنش - قسمت اول: آزمون کشش"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۸۰۵۵، "شیشه - تعیین ضریب نوری - تنش - قسمت دوم: آزمون خمش"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۵۶، "اندودهای شیشه به شیشه - تعیین تنش‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۱۶، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - فرآورده‌های پشم معدنی کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۸۵۲۱، "شیشه - مجموعه شیشه‌های دو یا چند جداره - ویژگی‌ها - قسمت اول: با لایه هوا"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۵۲۲، "شیشه - مجموعه شیشه‌های دو یا چند جداره - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۱۰۵، "شیشه برای شیشه کاری - واژه‌نامه کار روی شیشه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۱۰۶، "شیشه برای شیشه کاری - طبقه‌بندی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱- ۱۰۶۷۳، " شیشه ساختمانی - محصولات اولیه شیشه سیلیکاتی - سودا - لایم - قسمت اول: تعاریف، خواص عمومی، فیزیکی و مکانیکی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲- ۱۰۶۷۳، "شیشه ساختمانی - محصولات اولیه شیشه سیلیکاتی - سودا - لایم - قسمت دوم: ویژگی و روش آزمون شیشه فلوت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴- ۱۰۶۷۳ ، "شیشه ساختمانی - محصولات اولیه شیشه سیلیکاتی- سودا - لایم - قسمت چهارم: ویژگی و روش آزمون شیشه تخت کششی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵- ۱۰۶۷۳، "شیشه ساختمانی - محصولات اولیه شیشه سیلیکاتی - سودا - لایم - قسمت پنجم: ویژگی و روش آزمون شیشه مشجر"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۵۱، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - شیشه سلولی کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۹۵۴، "شیشه در ساختمان - تعیین ضریب انتقال حرارت - روش محاسبه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۵۹۵، "شیشه در ساختمان - محاسبه مقدار ضریب انتقال حرارت مجموعه شیشه‌های چندجداره در حالت پایا"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۶۸۸، "شیشه در ساختمان - آیینه تخت شیشه ای نقره فام"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۵۳، "شیشه در ساختمان - تعیین مقدار انرژی تعادلی - روش محاسبه"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۵۴، "شیشه ساختمانی - تعیین مقادیر حالت ایستای U (ضریب عبور انرژی گرمایی) شیشه کاری چندگانه - روش اندازه گیری جریان گرما"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۳۷۵۵، "شیشه ساختمانی - شیشه کاری ایمن با نیروی اعمالی - قسمت۱: آزمون و طبقه بندی بوسیله سقوط تکراری گلوله"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۵۶، "شیشه ساختمانی - مجموعه لعاب کاری نسوز شامل شیشه شفاف و نیمه شفاف برای استفاده در ساختمان"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۵۷، "شیشه ساختمانی - شیشه کاری و عایق‌بندی صدای محیط - شرح محصول و تعیین خواص آن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۷۵۸، "شیشه ساختمانی - لعاب‌کاری و عایق‌بندی صوتی محیط - اندازه‌گیری مقاوم مکانیکی شیشه‌های چندلایه‌ای"

## پ۲-۱۶ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۶: رنگ و پوشش ساختمانی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۸۹، "رنگ‌ها و جلاها - پوشرنگ امولسیونی بر پایه رزین پلی وینیل استات - ویژگی‌ها و روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۰۷، "مشخصات رنگ برای استخرهای شنا و سایر سطوح بتونی و ساختمانی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۳۹، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون رنگ ترافیک"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۱۴، "مواد پلاستیک اندازه‌گیری نشت رنگ‌ها"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۷۶، "ویژگی‌های رنگ آلومینیومی آماده به مصرف"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۳۴، "ویژگی و روش آزمون رنگ قیری آلومینیومی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۳۵، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون رنگ مورد مصرف روی اسکلت‌های فولادی ساختمان"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۵۴، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون جلای الکیدی براق مصارف داخلی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۹۲، "روغن بزرک خام، تصفیه شده و جوشیده برای استفاده در رنگها و جلاها - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۹۷، "ویژگی‌ها و روش های آزمون رنگ پوشش زیرین بر پایه رزین الکید"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۷۰۰، "رنگ‌ها و جلاها – پوشرنگ روغنی براق آلکیدی حلال پایه – ویژگی‌ها و روش های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۸۲۴، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون رنگ آستری بر پایه کرومات روی، اکسید آهن برای مصارف روی در و پنجره فلزی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۰۴۶، "ویژگی‌های رنگینه (لاجورد) مورد مصرف در رنگ"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۰۶۶، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون قلم‌موهای مدور و بیضی شکل جهت مصارف رنگ‌کاری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۰۶۷، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون قلم‌موهای تخت جهت مصارف رنگ‌کاری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۲۲۵، "رنگ‌ها و جلاها - رنگ روغنی مات الکیدی حلال پایه جهت مصارف داخل ساختمان - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۲۴۸، "آئین حفاظت و نگهداری قلم‌مو"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۸۱۷، "استاندارد رنگ - ویژگی‌ها و روش آزمون رنگ آستری در پایه رزین آلکید و اکسید آهن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴۸۷۹، "ویژگی‌ها و روش آزمون بتنه روغنی"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۹۰۷، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین مقدار ماده غیرفرار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ - قسمت اول، مقدمات عمومی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ – قسمت دوم، طبقه‌بندی شرایط محیطی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ - قسمت سوم، ملاحظات طراحی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ - قسمت چهارم، انواع سطوح و آماده‌سازی آنها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ - قسمت پنجم، سیستم پوشش‌های محافظ"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ - قسمت ششم، روش‌های آزمون جهت اجرای آزمایشگاهی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ - قسمت هفتم، اجرا و نظارت بر اعمال رنگ آمیزی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸-۶۵۹۴، "رنگ‌ها و جلاها - حفاظت سازه‌های فولادی در برابر خوردگی با استفاده از سیستم رنگهای محافظ - قسمت هشتم، تدوین ویژگی‌های کار جدید و تعمیراتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۶۸، "رنگ‌ها و جلاها - رنگ آستر اپوکسی سرشار از روی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۴۱، "رنگ ضد خوردگی با رنگدانه سرب قرمز"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۴۷۷، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین نرخ عبور بخار آب - قسمت اول- روش ظرف برای فیلم‌های جدا"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۴۷۷، "رنگ‌ها و جلاها - مواد و سیستم‌های پوششی مناسب برای سطوح خارجی سیمانی و بتنی - قسمت دوم، تعیین و طبقه بندی سرعت عبور بخار آب (نفوذپذیری)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۴۷۸، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین ترکیب آلی فرار- قسمت اول"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۴۷۸، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین ترکیب آلی فرار - قسمت دوم"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۴۸۵، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین مقاومت در برابر خوردگی چرخه‌ای – قسمت اول، تر(مه نمک) / خشک / رطوبت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۴۸۵، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین مقاومت در برابر خوردگی چرخه‌ای - قسمت دوم، تر(مه نمک) / خشک / رطوبت / نور فرابنفش"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۴۸۶، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین مقاومت در برابر خوردگی رشته‌ای- قسمت اول، زیرآیندهای فولادی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۴۸۶، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین مقاومت در برابر خوردگی رشته‌ای- قسمت دوم، زیرآیندهای آلومینیمی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۰۶، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین درصد حجمی مواد غیر فرار به وسیله اندازه گیری دانسیته فیلم خشک - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۵۰۸، "رنگ‌ها و جلاها - تغییر شکل سریع - قسمت اول، آزمون سقوط وزنه با سمبه سر پهن - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۸۱۴۸، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین مقاومت در برابر خش، قسمت دوم، روش استفاده از قلم نوکدار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۸۸۳۱، "رنگ‌ها و جلاها - رنگ سنجی، قسمت دوم، اندازه‌گیری رنگ"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۲۱۸، "رنگ‌ها و جلاها - واژه‌ها و اصطلاحات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۰۳۵، "رنگ‌ها، جلاها و مواد اولیه آنها - نمونه‌برداری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۱۴۹، "مصالح ساختمانی - رنگدانه‌ها برای رنگی کردن مصالح ساختمانی پایه سیمانی و یا آهکی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۵-۱۲۷۳۹، "پوشش‌های لعابی - تعیین مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی – قسمت پنجم، تعیین مقاومت به خوردگی شیمیایی در سیستم‌های بسته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۱۳۱۹۸، "رنگ‌ها و جلاها - مواد و سامانه های پوششی برای مصالح بنایی و بتنی بیرون - قسمت ۳ - تعیین نفوذپذیری آب - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۱۳۱۹۸، "رنگ‌ها و جلاها - مواد و سامانه‌های پوششی برای مصالح بنایی و بتنی بیرون - قسمت ۶ - تعیین نفوذپذیری دی اکسید کربن - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۵۶۹، "رنگ‌ها و جلاها - تعیین درصد حجم مواد غیرفرار ار طریق اندازه‌گیری مقدار ماده غیرفرار و جرم مخصوص مواد پوشش و محاسبه تئوری میزان انتشار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۳۹۰۷، "رنگ‌ها و جلاها - آزمون‌های خشک شدن - قسمت ۲ - آزمن فشار برای تعیین انباشتگی"

## پ۲-۱۷ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۷: عایق‌های رطوبتی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۱۱، "عایق کاری ساختمان بوسیله قیر"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۵۲، "ویژگی عایق‌های رطوبتی در ساختمان (قیرگونی)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۳، "روش آزمون مقاومت عایق رطوبتی پیش ساخته در برابر پارگی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۴، "ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی پیش ساخته قیری برای پی، عایق پی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۶۹، "ویژگی‌های قیر اصلاح شده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۰، "روش آزمون تاب کششی اتصالات عایق رطوبتی پیش ساخته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۱، "ویژگی‌های گونی مصرفی در ساخت عایق جهت جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۷، "روش نصب عایق رطوبتی پیش ساخته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۸، "آزمون اندازه گیری ابعاد و جرم واحد سطح عایق رطوبتی"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۷۹، "روش آزمون میزان جذب آب از طریق سطح عایق رطوبتی پیش ساخته"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۰، "ویژگی‌ها و روش‌های آزمون پلی‌استر مصرفی در ساخت عایق‌های رطوبتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۱، "روش آزمون تعیین میزان انعطاف‌پذیری (دمای تاب خمشی) عایق رطوبتی پیش ساخته در سرما"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۲، "روش آزمون تعیین مقاومت کششی عایق‌های رطوبتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره۳۸۸۴، "ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی پیش ساخته بوسیله قیر اصلاح شده توسط پلیمرها "عایق پی""
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۳۸۸۵، "عایق‌های رطوبتی قیری پیش ساخته بام - پلیمری - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۳۸۸۵، "عایق‌های رطوبتی پیش ساخته بام - اکسیده - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۷، "روش آزمون مقاومت عایق رطوبتی پیش ساخته در مقابل اوزن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۸، "روش آزمون مقاومت عایق رطوبتی پیش ساخته در مقابل نفوذ بخار آب (ضریب مقاومت)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۸۹، "ویژگی‌های منسوج پلی استر نبافته "
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۹۰، "روش آزمون پایداری ابعادی عایق‌های رطوبتی در برابر حرارت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۸۹۱، "ویژگی‌های فلت الیاف شیشه"

## پ۲-۱۸ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۸: عایق‌های حرارتی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۸۴، "ویژگی‌ها و روش آزمون صفحه‌های پلی استایرن قابل انبساط برای مصارف عایق حرارتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵۸۴۳ ، "پلاستیک‌های سلولی درجا با پایه اوره فرمالدئید مورد مصرف در عایق بندی ساختمان مواد عایق حرارتی - ویژگی‌ها"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۱۳ ، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین طول و عرض- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۱۴، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین ضخامت- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۱۵، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین گونیا بودن- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۱۶، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین تخت بودن- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۱۷، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین رفتار فشاری- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۱۸، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین جرم مخصوص ظاهری- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۱۹، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین مقاومت کششی عمود بر سطوح- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۲۰، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین جذب آب کوتاه مدت از طریق غوطه‌وری جزیی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۱۷۱، "آزمون‌های واکنش در برابر آتش، آزمون قابلیت نسوختن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۲۷۱ ، "روش آزمون - واکنش در برابر آتش برای فرآورده‌های ساختمانی، روش‌های آزمون – قسمت دوم - آزمون قابلیت نسوختن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۹۳، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین پایداری ابعادی در شرایط آزمایشگاهی نرمال ثابت- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۹۴، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین پایداری ابعادی در شرایط آزمایشگاهی دما و رطوبت معین - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۹۵، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین تغییر شکل تحت شرایط دما و بار فشاری مشخص - روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۹۶، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین خزش فشاری – روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۹۷، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین مقاومت کششی موازی با سطوح- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۹۸، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین ابعاد خطی آزمونه ها- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۹۹، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین خواص انتقال بخار آب- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۳۰۰، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین جذب آب دراز مدت با غوطه‌ورسازی – روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۳۰۱ ، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین جذب آب دراز مدت از طریق نفوذ- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۳۰۲ ، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی- تعیین رفتار خمشی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۳۰۳ ، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی- تعیین رفتار برشی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۳۰۴ ، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۸۱، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، تعیین مواد آلی– روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۸۲ ، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، آکوستیک ـ تعیین سفتی دینامیکی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۸۳، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی، تعیین ضخامت فرآورده‌های عایق کاری حرارتی کف شناور - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۸۴ ، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، واژه‌نامه"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۸۵ ، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی، آکوستیک- مصالح برای کاربردهای آکوستیکی- تعیین مقاومت در برابر جریان هوا- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۰۸۶، "مصالح ساختمانی، فرآورده‌های عایق کاری حرارتی، تعیین رفتار تحت بار متمرکز - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۱۶ ، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - فرآورده‌های پشم معدنی کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۸۴ ، "آکوستیک - جذب کننده‌های صدا برای استفاده در ساختمان ـ درجه بندی جذب صدا"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۲۹۸، "مصالح ساختمانی- فرآورده‌های عایق کاری حرارتی، فرآورده‌های فوم پلی یورتان صلب ساخته شده در کارخانه (PUR)- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۲۹۹، "واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، طبقه‌بندی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۳۲۰، "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی ساخته شده در کارخانه از پرلیت منبسط - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۵۰: "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - پلی استایرن منبسط کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۵۱: "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - شیشه سلولی کارخانه‌ای – ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۵۲، "مصالح ساختمانی - فراورده‌های عایق کاری حرارتی - فوم پلی استایرن اکسترود شده کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۰۵۶، "فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمان‌ها - سامانه‌های مرکب عایق حرارتی بیرونی (ETICS) بر پایه پلی‌استایرن منبسط شده - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۱۱۰۸، "بلوک‌ها و صفحات ساخته شده از دانه‌های پلی استایرن منبسط شده- ویژگی‌ها"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۸۰۵: "گچ - پانل‌های مرکب صفحات روکش‌دار گچی عایق حرارتی/ صوتی - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۴۲۲، "سنگدانه- سنگدانه سبک جهت استفاده در بتن‌های عایق - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۸: "گچ - صفحات روکش‌دار گچی - تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۱۹: "گچ- چسباننده‌های پایه گچی مورداستفاده در پنل‌های مرکب عایق حرارتی / صوتی و صفحات روکش‌دار گچی - تعاریف؛ الزامات و روش‌های آزمون"

## پ۲-۱۹ استانداردهای مرجع فصل ۵-۱۹: پلیمرهای ساختمانی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۸۰، "پلاستیک (تعیین درصد مواد تفکیک شده از پلاستیک توسط استون)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۵۷، " پلاستیک‌ها - تعیین خواص خمشی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۱۱، "پلاستیک‌ها - تعیین جذب آب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۹۱، "ورقه‌های نازک پلی اتیلن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۷۴، "چسب حلال برای اتصال لوله‌های پلاستیکی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۱۸۲، "ورقه‌های پلی‌استیرن"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۳۴، "ورقه پلی‌وینیل کلراید سخت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۸۴، "ویژگی‌ها و روش آزمون صفحه‌های پلی استیرن قابل انبساط برای مصارف عایق حرارتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۵۱، "ویژگی‌های کف‌پوشهای مربع شکل ترموپلاستیکی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۷۷۴، "روش تعیین مقاومت پلاستیک‌ها نسبت به باکتریها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۹۹۳، "روش اندازه‌گیری سختی پلاستیک‌ها به وسیله سختی سنج (سختی شور)"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۴۳۰، "پلاستیک‌های سلولی سخت شده - تعیین خواص کششی"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۱۵، "پلاستیک‌ها - رزین‌های هموپلیمر و کوپلیمر وینیل کلرید - تعیین جرم مخصوص ظاهری توده فشرده"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۹۳۰، "بتن - مواد افزودنی شیمیایی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶-۲۹۳۰، "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب - قسمت ششم - نمونه‌برداری، کنترل و ارزیابی انطباق"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۱۹۳، "پلاستیک‌ها - روش تعیین سازگاری نرم کننده‌ها با PVC تحت شرایط مرطوب- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۲۳۷، "پلاستیک‌ها- رزین‌های اپوکسی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۶۲۱، "پلاستیک‌ها - تعیین خواص کششی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۶۶۲۱، "پلاستیک‌ها - تعیین خواص کششی - قسمت ۴: شرایط آزمون برای کامپوزیت‌های پلاستیکی ایزوتروپیک و ارتوتروپیک تقویت شده با الیاف"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۸۴۰، "پروفیل‌های PVC-H (پلی وینیل کلراید با مقاومت ضربه‌ای بالا) مورد مصرف در ساخت درب و پنجره ـ ویژگیها و روشهای آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۶۸۴۵، "پلاستیک‌ها - تعیین دمای تغییر شکل تحت بار خمشی - قسمت اول: روش کلی آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۶۸۴۵، "پلاستیک‌ها - تعیین دمای تغییرشکل تحت بار خمشی - قسمت ۲: پلاستیک‌ها و ابونیت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۸۸۴، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - قواعد عمومی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۶۹۸۱، "پلاستیک‌ها - تعیین مقاومت ضربه به روش IZOD - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۶۹۸۴، "پلاستیک‌ها - تعیین رفتار خزشی - قسمت اول، خزش کششی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۶۹۸۴، "پلاستیک‌ها - تعیین رفتار خزشی - قسمت دوم، خزش خمشی با استفاده از بارگذاری سه نقطه‌ای - روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۷۰۹۰، "پلاستیک‌ها تعیین جرم مخصوص پلاستیک‌های غیر اسفنجی - قسمت سوم: زرو پیکنومتر گازی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۲۷۱ (شامل چند قسمت)، "واکنش در برابر آتش برای مصالح و فراورده‌های ساختمانی، روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۷۴۰۰، "پلاستیک‌ها ـ مواد رنگ ده - تعیین پایداری رنگ در برابر گرما طی فرایند رنگین کردن پلاستیک‌ها، قسمت اول: کلیات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۷۴۰۰، "پلاستیک‌ها - مواد رنگ ده - تعیین پایداری رنگ در برابر گرما طی فرایند رنگین کردن پلاستیک‌ها، قسمت دوم : قالبگیری تزریقی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۷۴۰۰، "پلاستیک‌ها - مواد رنگ ده - تعیین پایداری رنگ در برابر گرما طی فرایند رنگین کردن پلاستیک‌ها - قسمت سوم: آزمون گرم خانه - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۴۰۲، "پلاستیک‌ها - بررسی مقاومت به حلالهای شیمیایی - آیین کار"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۴۷۸، "پلاستیک‌ها (رزین‌های پلی استر)- رنگ‌ها و جلاها (پیونده)- اندازه‌گیری ارزش اسیدی جزئی کلی و جزئی - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۶۶۸، "پلاستیک‌ها - لوله‌ها و اتصالات پلی وینیل کلرید سخت جرم مخصوص - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۶۶۹، "پلاستیک‌ها - لوله‌های زهکشی از جنس پلی وینیل کلرید سخت - ویژگی‌ها و روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۵۸، "پلاستیک‌ها - تعیین ضریب شکست - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۷۶، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - استحکام برشی میان لایه‌ای ظاهری- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۷۷، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - خواص فشاری- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۷۸، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - خواص خمشی- روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۷۹، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - استحکام برشی عمودی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۸۰، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - خواص برشی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۸۱، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - خواص کششی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۸۲، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه - سختی بارکول- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۸۳، "پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف شیشه – مقدار فضای خالی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۵۰۶، "پلیمرها - پلاستیک‌ها - تعیین متوسط وزنی وزن مولکولی و توزیع آن - کروماتوگرافی ژل تراوایی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۵۰۸، "پلیمرها - پلاستیک‌ها - تعیین خواص دینامیکی، مکانیکی در حالت فشار - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۵۱۰، "پنجره‌های پلاستیکی ساخته شده از پروفیل پلی وینیل کلراید سخت-PVC-U پنجره‌های (PVC-U) -ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۶۷۶، "پلاستیک‌ها و فراورده‌های پلاستیکی - مقررات عمومی بازیافت و نشانه‌گذاری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۱۱۷، "لاستیک‌ها- لوله و اتصالات پلی وینیل کلرید سخت(-PVC U)- مورد مصرف در آبرسانی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۹۱۱۹، "پلاستیک‌ها- لوله و اتصالات و سیستم لوله‌کشی پلی وینیل کلرید سخت(PVC-U)- مورد مصرف در تخلیه فاضلاب ساختمان- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳-۱۰۱۳۷، "پلاستیک‌ها- تعیین خاکستر- قسمت سوم- استات سلولز نرم نشده"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۰۱۵۶، "پلاستیک‌ها- تعیین سختی- قسمت اول - روش فرورفتگی گوی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۰۱۵۶، "پلاستیک‌ها - تعیین سختی - قسمت دوم - روش سختی راکول"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۱۶۹، "پلیمرها - لاستیک، ولکانیزه یا ترموپلاستیک- اندازه‌گیری نفوذپذیری گازها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۱۷۰، "پلیمرها - لاستیک، ولکانیزه یا ترموپلاستیک- تعیین تغییر شکل کششی باقیمانده تحت شرایط افزایش طول ثابت و تعیین تغییر شکل کششی باقیمانده، افزایش طول و خزش تحت بار کششی ثابت"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۱۷۱، "پلیمرها - لاستیک، ولکانیزه یا ترموپلاستیک- تعیین میزان شکنندگی در دمای پایین"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۰۲۳۷، "پلاستیک‌ها - تعیین خاکستر- قسمت اول - روش‌های عمومی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۰۲۳۷، "پلاستیک‌ها - تعیین خاکستر- قسمت دوم- پلی الکیلن ترفتالات"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۴-۱۰۲۳۷، "پلاستیک‌ها - تعیین خاکستر- قسمت چهارم - پلی آمیدها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۵-۱۰۲۳۷، "پلاستیک‌ها - تعیین خاکستر-قسمت پنجم- پلی وینیل کلرید"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۲۳۸، "پلاستیک‌ها - پلی ال‌های مورد مصرف در تولید پلی یورتان - تعیین محتوای آب"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۲۴۰، "پلاستیک‌ها - ورق پلی وینیل کلرید سلولی انعطاف پذیر - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۶۰۷، "پلاستیک‌ها- لوله‌های پلاستیکی گرمانرم - تعیین انعطاف‌پذیری حلقوی"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۶۰۸، "پلاستیک‌ها- لوله و اتصالات پلی وینیل کلرید سخت - تهیه آزمونه برای تعیین عدد گرانروی و محاسبه عدد k"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۶۰۹، "پلاستیک‌ها - لوله‌های پلی وینیل کلرید سخت - مقاومت در مقابل دی کلرومتان در دمای مشخص - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۶۱۰، "پلاستیک‌ها - لوله‌های پلاستیکی گرمانرم صاف برای انتقال سیالات - ابعاد و رواداری‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۶۵۰،" پلاستیک‌ها و لاستیک‌های اسفنجی- تعیین چگالی ظاهری"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۷۱۷، "پلاستیک‌های سلولزی سخت - تعیین خواص تراکمی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۷۱۸، "پلاستیک‌های سلولزی سخت - آزمون پایداری ابعادی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۰۷۱۹، "مواد پلیمری سلولزی انعطاف‌پذیر- تعیین مشخصه‌های تنش - کرنش در تراکم - قسمت دوم - مواد بادانسیته بالا"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۷۳۵، "پلیمرهای سلولی قابل انعطاف -تعیین سختی- روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۷۳۶، "پلیمرهای سلولی قابل انعطاف - تعیین خستگی تحت کوبش با بار ثابت -روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۰۷۳۷، "پلیمرهای سلولی قابل انعطاف و سخت زمانمندی تسریع شده -روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۲-۱۱۴۵۰، "پلاستیک‌ها - پلی وینیل کلرید نرم شده - مواد قالب گیری و اکستروژن - قسمت ۲: تعیین آزمونه‌ها و تعیین خواص"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۲۹۱ - "پروفیل‌های پلی وینیل کلرید سخت (PVC-U) برای ساخت درها و پنجره‌ها - طبقه بندی، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۲۶۰۲، "ملات و بتن اصلاح شده پلیمری - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۳۹۸۱، "پلاستیک‌ها - آزمونه‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۶۴۵، "چسب‌ها - چسب‌های پوشش‌های پلاستیکی یا لاستیکی دیوار یا کف - تعیین تغییرات ابعادی بعد از فرسایش تسریع شده - روش آزمون"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۶۶۹، "پلاستیک‌ها - اندازه گیری رفتار ذوب (دمای ذوب یا محدوده دمایی ذوب) پلیمرهای نیمه بلورین با استفاده از روش‌های لوله مویین و میکروسکوپ قطبشی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱-۱۴۷۶۱، "پلیمر تقویت شده با الیاف (FRP) برای تسلیح بتن - روش‌های آزمون. قسمت ۱: میله و رشته‌های FRP"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۸۲۶، "پلیمرهای سلولی قابل انعطاف - فوم پلی یورتان برای استفاده ورقه‌ای - ویژگی"

## پ۲-۲۰ استانداردهای مرجع فصل ۵-۲۰: نانو مواد

- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۴۲۴۳، "سرامیک‌های ظریف (سرامیک‌های پیشرفته، سرامیک‌های صنعتی پیشرفته) - تعیین فعالیت نور تحریکی سطوح در محیط‌های آبی به وسیله تخریب متیل بلو - روش آزمون"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۴۹۹، "کاشی‌های سرامیکی ضد باکتری (خود تمیزشونده) - ویژگی‌ها"

## پ۲-۲۱ استانداردهای مرجع پیوست۱: مشخصات مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مصرفی در برخی سیستم‌های ساختمانی

- استاندارد ملّی ایران شماره ۲۵، "کاشی‌های سرامیکی - تعاریف - طبقه‌بندی - ویژگی‌ها و نشانه‌گذاری‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۵۸۴، "ویژگیها و روش‌های آزمون صفحه‌های پلی استایرن قابل انبساط برای مصارف عایق حرارتی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۱۶۰۰،"فولادهای ساختمانی - اصول کلی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۳۱۳۲، "میلگردهای فولادی گرم نوردیده برای تسلیح بتن - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۱۴۳، "پانل‌های ساندویچی سبک سه بعدی - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۷۷۸۲، "بلوک‌های سیمانی سبک غیر باربر - ویژگی‌ها"

- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۱۱۶: "مصالح ساختمانی - فرآورده‌های عایق کاری حرارتی - فرآورده‌های پشم معدنی کارخانه‌ای - ویژگی‌ها"
- استاندارد ملّی ایران، شماره ۸۲۹۹، "واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی- طبقه‌بندی"
- استاندارد ملّی ایران شماره ۸۵۹۲": بتن سبک - تعیین جمع شدگی ناشی از خشک شدگی بتن هوا دار اتو کلاو شده-روش آزمون"

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث ششم

# بارهای وارد بر ساختمان

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش سوم ۱۳۹۲

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | بارهای وارد بر ساختمان/ دفتر امور مقررات ملّی ساختمان، وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان |
| **وضعیت ویراست:** | ویراست ۳ |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲ |
| **مشخصات ظاهری:** | ش، ۱۵۲ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ششم |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۳-۰ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | بارگذاری |
| **موضوع:** | بارگذاری - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ششم |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲/الف۹م۷ ج.۶ ۱۳۹۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملی:** | ۳۲۸۱۹۴۸ |

# نام کتاب: مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **ناشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۳-۰ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۲ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۶۵،۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشـور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مـدارک فنـی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**

**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر شهریار افندی‌زاده | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر هوشیار ایمانی کله‌سر | عضو |
| • دکتر روح ا... پروانه‌خواه تهران | عضو |
| • دکتر فیاض رحیم‌زاده رفویی | عضو |
| • دکتر حمزه شکیب | عضو |
| • دکتر غلامرضا قدرتی امیری | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • مهندس مهدی نورمحمدی | دبیر |
| • دکتر محمود یحیایی | عضو |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

**مقدمه:**

مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان که مربوط به "بارهای وارد بر ساختمان" است اولین بار در سال ۱۳۸۰ منتشر گردید و دو آیین‌نامه موجود در کشور را تحت عناوین: آیین‌نامه حداقل بار وارده بر ساختمان‌ها و ابنیه فنی - استاندارد شماره ۵۱۹ سال ۱۳۷۹، و" آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله" استاندارد شماره ۲۸۰۰ سال ۱۳۷۸ را در برگرفت. ویرایش دوم این مبحث نیز در سال ۱۳۸۴ و در پی تغییرات گسترده در ویرایش سوم استاندارد ۲۸۰۰ انتشار یافت.

با توجه به توسعه ساخت و ساز در کشور و همچنین پیشرفت‌های ایجاد شده در علم مهندسی عمران لزوم بازنگری ویرایش دوم و بروز رسانی آن براساس آخرین ویرایش آیین‌نامه‌های معتبر دنیا در زمینه تدوین آیین‌نامه‌های بارگذاری ضروری به نظر می‌رسد. در ادامه مهمترین تغییرات ایجاد شده در ویرایش حاضر مختصراً ارائه می‌شود:

۱- با توجه به گستردگی و تنوع اقلیم آب و هوایی کشور ایران، ضوابط مربوط به بار سیل (فصل ۶)، بار باران (فصل ۸) و بارهای یخ - یخ زدگی جوی (فصل ۹) در این ویرایش به مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان اضافه شده است.

۲- با توجه به فصول جدید بارگذاری اضافه شده، گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان و همچنین ضریب اهمیت مربوط به هر نوع بارگذاری در فصل اول این مقررات منظور شده است.

۳- ترکیبات بارگذاری مربوط به طراحی به روش‌های متفاوت با در نظر گرفتن بارهای جدید اعمالی، در فصل دوم این مقررات ارائه شده است.

۴- عمده‌ترین تغییر ایجاد شده در فصل مربوط به بار مرده، حذف بار مربوط به تیغه‌های جداساز فضا و انتقال آن به فصل مربوط به بارهای زنده است.

۵- حداقل بار طراحی جانبی خاک با توجه به شرح مصالح انباشته شده در پشت دیوار حائل اصلاح و در فصل بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی (فصل ۴) اعمال شده است.

۶- از جمله مهمترین تغییرات اعمالی در فصل بارهای زنده (فصل ۵) عبارتست از: ارائه ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده، اصلاح ضوابط مربوط به کاهش بارهای زنده طبقات از جمله امکان کاهش بار زنده محل عبور و یا پارک خودروهای سواری و کاهش در بارهای زنده بام

تحت شرایط خاص، اصلاح بارهای جراثقال، تکمیل و بروز رسانی حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت و بار زنده متمرکز کف‌ها، بار زنده محل فرود بالگرد و تعیین یک حداقل مقدار ممکنه برای حالاتی که بار زنده آنها در این مبحث مشخص نشده است.

۷- اصلاح رابطه مربوط به تعیین بار برف بام بر اساس ضریب اهمیت، ضریب برف‌گیری، ضریب شرایط دمایی و ضریب شیب؛ بازنگری ضوابط مربوط به بارگذاری نامتوازن، انباشتگی برف در بام‌های ترازهای پایین‌تر و متفاوت، و سربار باران بر برف از جمله تغییراتی است که در بار برف (فصل ۷) ایجاد شده است.

۸- با توجه به گسترش صنعت بلند مرتبه‌سازی و همچنین امکان بروز طوفان‌هایی با سرعت زیاد، لزوم بازنگری ضوابط مربوط به تعیین بارهای ناشی از باد ضروری به نظر می‌رسد. تغییرات ایجاد شده در این فصل به حدی است که می‌توان فصل مربوط به بارهای ناشی از باد (فصل ۱۰) را یک فصل جدید در این مبحث به شمار آورد. بطور کلی سه روش جهت محاسبه بار باد در این فصل پیش‌بینی شده است: روشهای استاتیکی، دینامیکی و تجربی (تونل باد). روش استاتیکی برای سازه و ساختمان‌های با ارتفاع کم و متوسط و نیز نما و پوسته خارجی مناسب است. در این روش فشار ناشی از باد به دو بخش فشار داخلی و خارجی تقسیم شده و هریک از این نیروها بر اساس ضریب اهمیت، فشار سرعتی، ضریب بادگیری، ضریب اثر باد جهشی و ضریب فشار داخلی یا خارجی تعیین می‌شود. روش دینامیکی برای تعیین اثرات کلی باد شامل پاسخ تشدید شده و عمدتاً برای ساختمان‌های بلند و سازه‌های لاغر (بجز نما و پوسته خارجی و اعضای سازه‌ای ثانوی) به کار می‌رود. ساختار این روش مشابه روش استاتیکی است، با این تفاوت که ضریب اثر تند باد و ضریب بادگیری به طور متفاوتی تعیین می‌شوند. روش تجربی برای ساختمان‌هایی که ممکن است در معرض اثرات جستی باد یا گرفتگی قسمتی از عبور جریان توسط موانع بالا دست جریان، ریزش گردباد یا اثرات ناپایداری آیرو دینامیکی قرار گیرند و همچنین ساختمان‌هایی که پوسته خارجی نامتعارفی دارند مناسب است. ضوابط و روابط مربوط به هر روش به تفصیل در هر بخش ارائه شده است.

۹- با توجه به بازنگری در ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ (آیین‌نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله)، کمیته تخصصی مبحث ششم تصمیم گرفت تا ضمن ارجاع ضوابط طراحی در برابر زلزله به

آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ به ذکر ضوابط لرزه‌ای مهم و بیان واضح‌تر موارد ابهام آمیز در فصل ۱۱ این مبحث بسنده کند.

۱۰- با توجه به اهمیت موضوع پدافند غیرعامل و انتشار مبحث ۲۱ در خصوص این مطلب، بارهای ناشی از انفجار در فصل ۱۲ ارائه گردیده است.

در انتها کمیته تخصصی علاقه‌مند است تشکر خود را از مهندسان و یا سازمان‌هایی که پیشنهاداتی ارسال نموده‌اند اظهار نماید و امید دارد این همکاری ادامه داشته باشد. بدیهی است کلیه پیشنهادات حفظ شده و مجدداً مورد بحث قرار خواهد گرفت. امید است متن این ویرایش برای مهندسان کشور مفید واقع شده و کمیته تخصصی مبحث را کماکان از راهنمایی‌ها و اظهارنظرهای خود محروم نفرمایند.

**کمیته تخصصی مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان**

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**۶-۱ کلیات** **۱**

۶-۱-۱ دامنه کاربرد ۱

۶-۱-۲ تعاریف ۱

۶-۱-۳ الزامات مبنا ۴

۶-۱-۴ انسجام کلی سازه ۷

۶-۱-۵ گروه‌بندی ساختمان‌ها و سایر سیستم‌های سازه‌ای ۷

**۶-۲ ترکیب بارها** **۱۳**

۶-۲-۱ کلیات ۱۳

۶-۲-۲ علایم اختصاری ۱۳

۶-۲-۳ ترکیب بارها در طراحی به روش حالت‌های حدی ۱۴

۶-۲-۴ ترکیب بارها برای حوادث غیرعادی ۲۰

**۶-۳ بار مرده** **۲۱**
۶-۳-۱ کلیات ۲۱
۶-۳-۲ وزن اجزای ساختمان و مصالح مصرفی ۲۱
۶-۳-۳ وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت ۲۱

**۶-۴ بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی** **۲۳**
۶-۴-۱ کلیات ۲۳
۶-۴-۲ فشارهای جانبی ۲۳
۶-۴-۳ زیر فشار وارد بر کف و شالوده ۲۴

**۶-۵ بار زنده** **۲۷**
۶-۵-۱ تعاریف ۲۷
۶-۵-۲ بار زنده گسترده یکنواخت ۲۸
۶-۵-۳ بار زنده متمرکز ۲۹
۶-۵-۴ بارهای وارده بر سیستم‌های نرده، نرده حفاظ، دست انداز، حفاظ پارکینگ، و نردبان ثابت ۳۰
۶-۵-۵ بارهای ضربه‌ای ۳۱
۶-۵-۶ بار زنده نامشخص ۳۲
۶-۵-۷ کاهش بارهای زنده طبقات ۳۲
۶-۵-۸ کاهش در بارهای زنده بام ۳۴
۶-۵-۹ بارهای جراثقال ۳۵

**۶-۶ بار سیل** **۴۳**
۶-۶-۱ کلیات ۴۳
۶-۶-۲ تعریف ۴۳
۶-۶-۳ الزامات و بارهای طراحی ۴۴

**۶-۷ بار برف** **۴۷**
۶-۷-۱ بار برف زمین ۴۷
۶-۷-۲ بار برف بام ۴۸
۶-۷-۳ ضریب اهمیت ۵۱
۶-۷-۴ ضریب برف‌گیری ۵۱
۶-۷-۵ ضریب شرایط دمایی ۵۲
۶-۷-۶ ضریب شیب ۵۳
۶-۷-۷ بارگذاری جزیی ۵۴
۶-۷-۸ بارگذاری نامتوازن ۵۵
۶-۷-۹ انباشتگی برف در بام پایین‌تر ۵۷
۶-۷-۱۰ بالا آمدگی و دست‌انداز بام ۵۸
۶-۷-۱۱ برف لغزنده ۵۹
۶-۷-۱۲ سربار باران بر برف ۵۹
۶-۷-۱۳ ناپایداری برکه‌ای ۶۰
۶-۷-۱۴ بام‌های موجود ۶۰

**۶-۸ بار باران** **۶۱**
۶-۸-۱ کلیات ۶۱
۶-۸-۲ علائم ۶۱
۶-۸-۳ زهکشی بام ۶۲
۶-۸-۴ بارهای ناشی از باران طرح ۶۲
۶-۸-۵ ناپایداری انباشتگی آب ۶۴

**۶-۹ بار یخ - یخ زدگی جوی** **۶۷**
۶-۹-۱ کلیات ۶۷
۶-۹-۲ بار یخ ۶۷
۶-۹-۳ ضخامت طراحی یخ ناشی از یخزدگی باران ۶۸
۶-۹-۴ ضریب ارتفاع ۶۸
۶-۹-۵ ضخامت اسمی یخ ۶۹
۶-۹-۶ اثر باد بر سازه‌ها و اجزای پوشیده از یخ ۶۹
۶-۹-۷ بارگذاری جزیی ۶۹

**۶-۱۰ بار باد** **۷۱**
۶-۱۰-۱ کلیات ۷۱
۶-۱۰-۲ فشار ناشی از باد بر ساختمان‌ها و سازه‌ها ۷۱
۶-۱۰-۳ فشار مبنای باد ۷۳
۶-۱۰-۴ روش محاسبه بار باد ۷۳
۶-۱۰-۵ ارتفاع مبنا ۷۴

۶-۱۰-۶ روش استاتیکی ۷۵
۶-۱۰-۷ بار باد برروی سازه‌های مختلف ۱۰۰

**۶-۱۱ بار زلزله ۱۰۵**
۶-۱۱-۱ هدف ۱۰۵
۶-۱۱-۲ حدود کاربرد ۱۰۶
۶-۱۱-۳ ضوابط کلی ۱۰۶
۶-۱۱-۴ ملاحظات معماری و پیکربندی سازه‌ای ۱۰۷
۶-۱۱-۵ ملاحظات طراحی و ساخت ساختمان در پهنه‌های گسلی ۱۰۹
۶-۱۱-۶ گروه بندی ساختمان برحسب اهمیت ۱۱۰
۶-۱۱-۷ گروه بندی ساختمان برحسب نظم سازه‌ای ۱۱۰
۶-۱۱-۸ گروه بندی ساختمان برحسب سیستم سازه‌ای ۱۱۲
۶-۱۱-۹ زلزله طرح ۱۱۴
۶-۱۱-۱۰ ترکیب بارهای شامل اثرهای زلزله طرح ۱۱۴
۶-۱۱-۱۱ اثرات بار زلزله شامل ضریب اضافه مقاومت ۱۱۴
۶-۱۱-۱۲ تعیین ابعاد شالوده ۱۱۵
۶-۱۱-۱۳ تغییرمکان جانبی طرح ۱۱۵
۶-۱۱-۱۴ درز انقطاع ۱۱۵
۶-۱۱-۱۵ کنترل ساختمان برای زلزله سطح بهره‌برداری ۱۱۶

**۶-۱۲ بار انفجار ۱۱۷**
۶-۱۲-۱ حدود کاربرد ۱۱۷

۶-۱۲-۲ بار بر پوسته ساختمان ۱۱۷
۶-۱۲-۳ ظرفیت باقی مانده ۱۱۷

**پیوست شماره ۶-۱ جرم مخصوص مواد و جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان ۱۱۹**

**پیوست شماره ۶-۲ روش دینامیکی محاسبه بار باد ۱۳۱**
پ-۶-۲ روش دینامیکی ۱۳۳

# ۶-۱ کلیات

## ۶-۱-۱ دامنه کاربرد

**۶-۱-۱-۱** این مبحث حداقل الزامات بارگذاری برای طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موضوع این مقررات را تعیین می‌نماید. بارها و ترکیبات بار اختصاص داده شده که هماهنگ با یکدیگر تعریف شده‌اند، برای استفاده در روش‌های طراحی متفاوت بیان شده است.

**۶-۱-۱-۲** در مواردی‌که ضوابط این مبحث دارای ابهام یا مسکوت می‌باشد، استعلام از دفتر مقررات ملّی ساختمان ملاک عمل خواهد بود.

## ۶-۱-۲ تعاریف

**۶-۱-۲-۱ اثرات بار:** نیروها یا تغییرشکل‌هایی که در اعضای سازه‌ای در اثر بارهای اعمالی ایجاد می‌شود.

**۶-۱-۲-۲ بارها:** نیروها یا سایر عواملی که ناشی از وزن کل مصالح سازه، ساکنان آن و سایر لوازم داخلی بوده یا ناشی از اثرات محیطی، تغییرات حرکتی، و تغییرات ابعاد مقید می‌باشد. بارهای ثابت بارهایی هستند که تغییرات آن‌ها در طول زمان به ندرت اتفاق می‌افتد. سایر بارها، بارهای متغیر می‌باشد.

**۶-۱-۲-۳ بارهای اسمی:** بزرگی بارهای تعریف شده در این مبحث برای بار مرده، زنده، خاک، باد، برف، یخ، باران، سیل، زلزله و انفجار می‌باشد.

**۶-۱-۲-۴ بار ضریبدار:** به حاصلضرب بار اسمی در ضریب بار اطلاق می‌گردد.

**۶-۱-۲-۵ بناها و تاسیسات ضروری:** ساختمان‌ها یا سایر سازه‌هایی که باید در شرایط وقوع حوادث شدید و بحرانی بارهای محیطی مانند سیل، باد، برف و زلزله قابلیت بهره‌برداری و استفاده بی‌وقفه را داشته باشند.

**۶-۱-۲-۶ تغییرمکان نسبی طبقه:** تغییرمکان جانبی یک کف نسبت به کف زیرین آن برابر با تغییرمکان نسبی طبقه می‌باشد.

**۶-۱-۲-۷ حالت‌های حدی:** شرایطی که فراتر از آن سازه یا عضو مورد نظر برای سرویس‌دهی نامناسب بوده و انتظار می‌رود بعد از آن قابلیت استفاده بیشتر را نداشته (حد بهره‌برداری) و یا غیر ایمن گردد (حد نهایی یا مقاومت).

**۶-۱-۲-۸ سازه‌های غیرساختمانی:** به کلیه سازه‌ها، به جز سازه‌هایی که به طور معمول در ساختمان‌ها به کار برده می‌شود، اطلاق می‌گردد.

**۶-۱-۲-۹ ساختمان‌ها:** سازه‌هایی که با دیوار و سقف محصور بوده و برای تامین سرپناه یا بهره‌برداری دیگری ساخته می‌شود.

**۶-۱-۲-۱۰ ساختمان‌ها و تاسیسات موقت:** ساختمان‌ها یا سایر سازه‌هایی که برای یک مدت زمانی کوتاه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و تحت تاثیر کوتاه مدت عوامل محیطی قرار دارند.

**۶-۱-۲-۱۱ سیستم باربر جانبی:** قسمتی از کل سازه است که برای تحمل بارهای جانبی به کار گرفته می‌شود.

**۶-۱-۲-۱۲ ضریب اهمیت:** به ضریبی اطلاق می‌گردد که برای در نظر گرفتن گروه خطرپذیری ساختمان استفاده می‌گردد.

**۶-۱-۲-۱۳ ضریب بار:** ضریبی که برای در نظر گرفتن بار واقعی نسبت به بار اسمی استفاده می‌شود. این ضریب با توجه به عدم قطعیت‌های مراحل تحلیل و با توجه به احتمال رخداد همزمان بیش از یک بار حدی، تعیین شده است.

**۶-۱-۲-۱۴ ضریب مقاومت:** ضریبی که اختلاف مقاومت واقعی مصالح را از مقاومت اسمی و نیز نحوه و تبعات شکست را در نظر می‌گیرد (همچنین این ضریب به عنوان ضریب کاهش مقاومت نیز نامیده می‌شود).

**۶-۱-۲-۱۵ کاربری:** به نوع و نحوه استفاده از ساختمان یا هر سازه دیگر یا قسمتی از آن‌ها، اطلاق می‌شود، مانند استفاده به صورت مسکونی یا اداری و غیره.

**۶-۱-۲-۱۶ گروه خطرپذیری:** یک گروه‌بندی برای میزان خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها جهت محاسبه بار سیل، باد، برف، یخ و زلزله (مطابق جدول ۶-۱-۱) می‌باشد.

**۶-۱-۲-۱۷ مرجع ذیصلاح:** مرجع دارای صلاحیت قانونی است که در این مبحث در صورت لزوم به آن ارجاع داده شده است.

**۶-۱-۲-۱۸ مقاومت:** به ظرفیت نهائی یک عضو برای تحمل نیروهای وارده اطلاق می‌گردد.

**۶-۱-۲-۱۹ مقاومت اسمی:** ظرفیت سازه یا اعضای سازه‌ای که اثرات بارگذاری را تحمل می‌نمایند، اطلاق می‌گردد که براساس مقاومت مصالح و ابعاد و روابط استخراج شده از قانون‌های پذیرفته شده مکانیسم‌های سازه‌ای مشخص می‌شود و یا براساس آزمایش‌های میدانی یا آزمایشگاهی بر روی مدل‌های مقیاس شده حاصل می‌گردند.

**۶-۱-۲-۲۰ مقاومت طراحی:** به حاصلضرب مقاومت اسمی در ضریب مقاومت اطلاق می‌گردد.

## ۶-۱-۳ الزامات مبنا

### ۶-۱-۳-۱ سختی و مقاومت

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها، و کلیه اعضای آن‌ها، بایستی با سختی و مقاومت کافی برای تامین پایداری سازه، حفظ عناصر غیرسازه‌ای و سیستم‌ها از آسیب غیرقابل قبول و همچنین تامین الزامات سرویس‌دهی ذکر شده در بند ۶-۱-۳-۲، طراحی و اجرا گردند.

مقاومت قابل قبول و مجاز بایستی حداقل براساس یکی از روش‌های زیر مشخص گردد:

۱- روش حالت‌های حدی نهایی یا مقاومت بند ۶-۱-۳-۱-۱،

۲- طراحی به روش تنش مجاز بند ۶-۱-۳-۱-۲،

۳- در صورت تصویب مرجع ذیصلاح برای پروژه‌های خاص (یا موردی)، استفاده از روش‌های عملکردی بند ۶-۱-۳-۱-۳.

ممکن است برای قسمت‌های متفاوت یک سازه و برای ترکیبات بار مختلف، استفاده از روش‌های متفاوت و جایگزین هم با توجه به محدودیت‌های فصل ۲ اجازه داده شود. در صورتی که مقاومت برای شرایط فوق‌العاده و غیرعادی در نظر باشد، روش‌های بخش ۶-۲-۴ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

**۶-۱-۳-۱-۱ روش حالت‌های حدی نهایی یا مقاومت**

اعضای سازه‌ای و غیر سازه‌ای و اتصالات آن‌ها باید مقاومت کافی برای تحمل ترکیبات بار بندهای ۶-۲-۳-۲ و ۶-۲-۳-۳ این مقررات را داشته باشند، بدون این‌که از حدود مجاز مقاومت تعیین شده برای مصالح تجاوز شود.

**۶-۱-۳-۱-۲ طراحی به روش تنش مجاز**

اعضای سازه‌ای و غیر سازه‌ای و اتصالات آن‌ها باید مقاومت کافی برای تحمل ترکیبات بار بند ۶-۲-۳-۴ این مقررات را داشته باشند، بدون این‌که از حدود مجاز تنش تعیین شده برای مصالح تجاوز شود.

**۶-۱-۳-۱-۳ روش‌های عملکردی**

برای اعضاء سازه‌ای و غیر سازه‌ای و اتصالات آنها باید به وسیله تحلیل و یا ترکیبی از تحلیل و آزمایش نشان داده شود که درصد اطمینانی حداقل برابر با آنچه برای اعضای مشابه طراحی شده با روش مقاومت بند۶-۱-۳-۱-۱ در برابر تاثیر بارهای مرده، زنده، محیطی و سایر بارها موردانتظار است، تامین شده است. ملاحظات مربوط به عدم قطعیت‌های مربوط به بارگذاری و مقاومت بایستی در نظر گرفته شود.

**۶-۱-۳-۱-۳-۱** تحلیل- تحلیل باید بر اساس روش‌های منطقی که مبتنی بر قوانین پذیرفته شده مکانیک مهندسی می‌باشند، انجام شود و باید تمام منابع مهم تغییرشکل و مقاومت در آن در نظر گرفته شود. فرضیات مربوط به سختی، مقاومت، میرایی و سایر مشخصات اعضا و اتصالات سازه‌ای که در تحلیل سازه در نظر گرفته می‌شوند، بایستی بر اساس اطلاعات آزمایشگاهی قابل قبول یا مراجع استاندارد لحاظ گردند.

**۶-۱-۳-۱-۳-۲** آزمایش- شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده برای اثبات ظرفیت عملکردی اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای و اتصالات مربوطه تحت بارگذاری مورد نظر، بایستی به نحوی باشد که به درستی نمایانگر مصالح، هندسه، شرایط ساخت، شدت بارگذاری و شرایط مرزی پیش‌بینی شده برای سازه باشد. در صورتی که یک استاندارد صنعتی یا نتایج تجربه آزمایشگاهی قابل قبول بر روی اعضای سازه‌ای مشابه وجود داشته باشد، برنامه آزمایش و محاسبات مربوط به مقادیر طراحی مربوط به برنامه آزمایش بایستی مطابق با آن استاندارد یا کار آزمایشگاهی انجام شود. در صورتی که چنین استاندارد یا تجربه قبلی آزمایشگاهی موجود نباشد، نمونه‌ها بایستی در مقیاسی مشابه با کاربرد واقعی ساخته شود مگر این‌که به نحوی نشان داده شود که اثرات مقیاس کردن بر روی عملکرد موردنظر تاثیر چندانی ندارد. ارزیابی نتایج آزمایش براساس نتایج به دست آمده از حداقل سه آزمایش انجام شود و انحراف نتایج به دست آمده از هر آزمایش بیش از ۱۵٪ نسبت به مقدار میانگین نتایج تمام آزمایش‌ها نباشد. در صورتی که انحراف بیش از ۱۵٪ نسبت به میانگین در

نتایج هر یک از آزمایش‌ها مشاهده شود، لازم است آزمایش‌های اضافی انجام شود تا زمانی که انحراف از نتایج هیچ یک از آزمایش‌ها بیش از ۱۵٪ نگردد یا این‌که حداقل ۶ آزمایش انجام شده باشد. هیچ یک از نتایج آزمایش‌ها نباید بدون ارائه دلیل منطقی حذف گردد. گزارش آزمایش‌ها باید شامل محل، زمان و تاریخ آزمایش باشد، مشخصات نمونه آزمایشگاهی، تجهیزات آزمایشگاهی، شرایط هندسی آزمایش، تاریخچه بارگذاری و تغییرشکل‌های به دست آمده تحت بارگذاری و همچنین هرگونه آسیب مشاهده شده در نمونه در طی آزمایش به همراه مقدار بار و تغییرشکلی که متناظر با این آسیب بوده است بایستی ثبت گردد.

**۶-۱-۳-۱-۳-۳** تهیه مدارک- روش‌های مورد استفاده برای انجام این بند و نتایج حاصل از تحلیل و آزمایش‌ها باید طی یک یا چند گزارش آماده شده و به یک مرجع ذیصلاح ارسال گردد تا با استفاده از یک گروه داوری مستقل به بررسی و تصویب آن اقدام نماید.

### ۶-۱-۳-۲ قابلیت بهره‌برداری

سیستم‌های سازه‌ای و کلیه اعضای آن‌ها، باید به نحوی طراحی شوند که سختی کافی برای محدود شدن تغییرشکل‌ها، تغییرمکان نسبی جانبی، ارتعاشات یا هر نوع تغییرشکلی که تاثیر نامناسب بر کاربری و عملکرد موردنظر می‌گذارد را داشته باشد. ترکیب بارهای حالت‌های حدی بهره‌برداری در بند ۶-۲-۳-۵ ارائه شده است.

### ۶-۱-۳-۳ نیروهای خودکرنشی

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید چنان طراحی شوند که بتوانند از عهده تحمل اثرات خودکرنشی ناشی از نشست غیر یکنواخت پی و همچنین اثرات ناشی از تغییرات ابعادی در اعضای مقید شده تحت تاثیر عوامل تغییرات دما، رطوبت، جمع شدگی و خزش را به خوبی برآید.

### ۶-۱-۳-۴ تحلیل

اثرات بارگذاری بر هر یک از اعضای سازه‌ای باید با استفاده از روش‌های تحلیلی که در آن‌ها شرایط تعادل، پایداری کلی، همسازی هندسی و خواص کوتاه‌مدت و درازمدت مصالح در نظر گرفته شده‌اند،

تعیین گردند. برای اعضایی که تمایل به جذب تغییرشکل‌های پسماند تحت بارهای سرویس تکرارشونده را داشته باشند باید اثرات خروج از مرکزیت اضافه شده مورد انتظار در طول دوره بهره‌برداری نیز در نظر گرفته شود.

### ۶-۱-۳-۵ نیروهای مقاوم سازه‌ای

تمام اعضاء و سیستم‌های سازه‌ای و تمام ملحقات و نازک‌کاری‌ها در یک ساختمان یا سایر سازه‌ها باید برای تحمل نیروهای ناشی از زلزله و باد با در نظر گرفتن واژگونی، لغزش و بلندشدگی طراحی شوند و بایستی مسیر بار ممتدی برای انتقال این نیروها به پی تامین شود. زمانی که از لغزش برای جداسازی المان‌ها استفاده شود، اثرات اصطکاک بین المان‌های جداساز بایستی به عنوان یک نیرو در نظر گرفته شود. زمانی که تمام یا قسمتی از مقاومت تحمل کنندهٔ این نیروها، به وسیله بار مرده تامین می‌گردد، از حداقل بار مرده محتمل در زمان ایجاد نیروهای موردنظر استفاده شود. ملاحظات فوق بایستی برای اثرات تغییرشکل‌های افقی و قائم ناشی از نیروهای ذکر شده، در نظر گرفته شوند.

## ۶-۱-۴ انسجام کلی سازه

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید به نحوی طراحی شوند که آسیب‌دیدگی موضعی در آن‌ها پایداری کلی سازه را به خطر نیاندازد و در حد امکان به سایر اعضای سازه گسترش نیابد. برای تامین این منظور سیستم سازه باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که بارها بتوانند از یک عضو آسیب دیده به سایر اعضا منتقل شوند و پایداری سازه در هر حالت حفظ گردد. این مقصود معمولاً با ازدیاد پیوستگی، نامعینی، شکل‌پذیری یا ترکیبی از آن‌ها در اعضای سازه تامین می‌شود.

## ۶-۱-۵ گروه‌بندی ساختمان‌ها و سایر سیستم‌های سازه‌ای

### ۶-۱-۵-۱ گروه‌بندی خطرپذیری

ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید بنا بر میزان خطرپذیری جانی، سلامت و رفاهی که بر اساس میزان آسیب یا خرابی و با توجه به کاربری آنها مطابق جدول ۶-۱-۱ تعیین می‌شود، برای اعمال بار

سیل، باد، برف، زلزله و یخ دسته‌بندی گردند. به هر ساختمان یا سیستم سازه‌ای بایستی بالاترین گروه خطرپذیری ممکن اختصاص یابد. حداقل نیروهای طراحی برای سازه‌ها باید براساس ضرایب اهمیت ارائه شده در جدول ۶-۱-۲ که از آن در سایر فصول این مبحث استفاده شده، تعیین گردد. اختصاص گروه‌های خطرپذیری مختلف به یک ساختمان یا سیستم سازه‌ای برای انواع مختلف شرایط بارگذاری (برای نمونه، باد یا زلزله) امکان‌پذیر است.

### ۶-۱-۵-۲ گروه‌های خطرپذیری گوناگون

در صورتی که ساختمان یا سایر سیستم‌های سازه‌ای به قسمت‌هایی با سیستم‌های سازه‌ای مستقل تقسیم شده باشد، گروه‌بندی هر قسمت می‌تواند به صورت مستقل از هم انجام شود. در صورتی که سیستم‌های ساختمانی مانند خروجی‌های مورد نیاز، تاسیسات مکانیکی، یا موتور الکتریکی برای یک قسمت نیاز به گروه خطرپذیری بالاتری داشته باشد و وابسته به قسمت‌های دیگری از ساختمان که گروه خطرپذیری پایین‌تری دارند باشد، برای این قسمت‌ها نیز باید گروه خطرپذیری بالاتر درنظر گرفته شود.

### ۶-۱-۵-۳ مواد شیمیایی خطرناک، بسیار خطرناک و منفجره

ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که محل نگهداری مواد شیمیایی و سمی خطرناک و بسیار خطرناک یا مواد منفجره می‌باشند، در صورتی می‌توانند در گروه خطرپذیری ۳ دسته‌بندی گردند که بتوانند با ارائه ارزیابی خطر انجام شده، به عنوان بخشی از برنامه جامع مدیریت خطرپذیری، به مرجع رسمی ساختمان نشان دهند که انتشار این مواد به اندازه و درجه‌ای نخواهد بود که منجر به ایجاد خطر برای عموم شود.

**جدول ۶-۱-۱ گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بار سیل، باد، برف، زلزله و یخ**

| گروه خطرپذیری | نوع کاربری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها |
|---|---|
| ۱ | ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که به عنوان تاسیسات ضروری طراحی می‌گردند و وقفه در بهره‌برداری از آن‌ها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تاسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در امداد و نجات موثر باشد.<br>ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر برای محیط زیست در کوتاه‌مدت یا دراز مدت خواهد گردید. هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب دهنده مقادیری از مواد شیمیایی یا زباله‌های بسیار خطرناک با توجه به ضوابط قانونی موجود باشند که انتشار این مواد منجر به خطری برای عموم شود، مشمول این گروه خطرپذیری می‌باشد.<br>سایر ساختمان‌ها و سیستم‌های سازه‌ای که برای حفظ عملکرد ساختمان‌های گروه خطرپذیری ۱ موردنیاز می‌باشند. |
| ۲ | ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی قابل توجه شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری، یا هر فضای سرپوشیده‌ای که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر زیر یک سقف باشد.<br>ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لکن خرابی آن‌ها خسارت اقتصادی قابل توجهی داشته یا باعث از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش نگهداری می‌شود.<br>ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها و تاسیسات صنعتی که جزو موارد گروه خطرپذیری ۱ نمی‌باشند لیکن خرابی آن‌ها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، مراکز گازرسانی، انبارهای سوخت و یا هرگونه ساختمان یا تاسیساتی که سازنده، پردازنده، فروشنده یا ترتیب‌دهنده مقادیری از موادی مانند سوخت‌های خطرناک، موادشیمیایی خطرناک، زباله‌های خطرناک و یا مواد منفجره باشند که با توجه به ضوابط قانونی موجود، انتشار گسترده این مواد سمی و مضر منجر به خطری برای عموم نمی‌شود (مطابق بند۶-۱-۵-۳). |
| ۳ | کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های مشمول این مبحث که جزو ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه خطرپذیری دیگر نباشند مانند ساختمان‌های مسکونی، اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های طبقاتی، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی و غیره. |
| ۴ | ساختمان‌ها و سایر سازه‌هایی که خرابی آن‌ها منجر به تلفات جانی و خسارات مالی نسبتاً کم خواهد شد مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های مرغداری.<br>ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موقتی که مدت بهره برداری از آن‌ها کمتر از دو سال است. |

**جدول ۶-۱-۲ ضریب اهمیت مربوط به گروه‌بندی خطرپذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها برای بارهای باد، برف، یخ و زلزله**

| گروه خطرپذیری مطابق جدول ۶-۱-۱ | ضریب اهمیت بار لرزه‌ای، $I_e$ | ضریب اهمیت بار باد، $I_w$ | ضریب اهمیت بار یخ $I_i$ | ضریب اهمیت بار برف، $I_s$ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱٫۴ | ۱٫۲۵ | ۱٫۲۵ | ۱٫۲ |
| ۲ | ۱٫۲ | ۱٫۱۵ | ۱٫۲۵ | ۱٫۱ |
| ۳ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۴ | ۰٫۸ | ۰٫۸ | ۰٫۸ | ۰٫۸ |

برای کاهش گروه خطرپذیری لازم است مالک یا بهره‌بردار ساختمان‌ها یا سایر سازه‌های دارای مواد شیمیایی و سمی خطرناک و بسیار خطرناک یا مواد منفجره، برنامه جامع مدیریت خطرپذیری ارائه نماید که شامل حداقل سه بخش ارزیابی خطر، برنامه پیشگیری از خطر و برنامه پاسخ اضطراری باشد. به عنوان یک حداقل، ارزیابی خطر بایستی شامل گزارش بدترین سناریوی انتشار مواد موردنظر برای هر سازه به همراه ارائه اثرات بالقوه حاصله بر روی عموم جامعه باشد. به عنوان یک حداقل، بدترین حادثه محتمل بایستی شامل خرابی کامل (همزمان با انتشار تمام محتویات) یک مخزن، سیستم لوله‌ای، یا سایر وسایل، المان‌ها و سازه‌های ذخیره‌کننده باشد. بدترین حادثه محتمل حداقل بایستی شامل انتشار مواد در طی طول دوره طراحی برای باد یا زلزله باشد. در این ارزیابی، بررسی میزان موثر بودن عوامل ثانویه برای کاهش اثرات حادثه نیز بایستی برمبنای فرض خرابی کامل منبع ذخیره اولیه انجام شود. اثرات خارج سایت بایستی بر اساس میزان جمعیت موجود در نواحی با پتانسیل آسیب تعریف شود. برای دستیابی به کاهش گروه خطرپذیری لازم است ارزیابی خطر انجام شده نشان دهد که انتشار مواد موردنظر در اثر وقوع بدترین حادثه ممکن منجر به خطر برای عموم و محیط زیست خارج از محدوده تاسیسات موردنظر نخواهد شد.

به عنوان یک حداقل، برنامه پیشگیری از خطر باید شامل تمامی المان‌های پروسه جامع مدیریت ایمنی به نحوی که پیشگیری از حوادث با اعمال کنترل‌های مدیریتی بر نواحی کلیدی طراحی، ساخت، عملیات و نگهداری انجام شود. مخازن ثانویه مواد شیمیایی و سمی خطرناک و بسیار خطرناک یا مواد منفجره (شامل، البته نه محدود به، تانک آب با دیوار دوبل، موانع آب‌بند با ظرفیت

کافی برای جلوگیری از ریزش مواد به هوا، خاک، آب زیرزمینی و سطحی) می‌توانند برای برنامه کاهش خطر انتشار مواد استفاده شوند. در صورتی که مخازن ثانویه تامین شده باشد، آن‌ها باید برای تمام بارهای محیطی طراحی شوند. در نواحی مستعد طوفان و گردباد، اجرای روش‌هایی که قابلیت کنترل موثر اثرات باد بر عناصر سازه‌ای جهت جلوگیری از انتشار مواد حین و بعد از طوفان را داشته باشد، الزامی است.

به عنوان یک حداقل، برنامه پاسخ اضطراری شامل اطلاع‌رسانی عمومی، آمادگی اورژانس پزشکی برای آسیب‌های انسانی و روش‌هایی برای پاسخ اضطراری به انتشار مواد به صورت متناوب به خارج از محدوده تاسیسات می‌باشد. این برنامه باید شامل منابعی جهت ایجاد پتانسیل کشف عوامل ایجاد کننده حادثه نیز باشد.

# ۶-۲ ترکیب بارها

## ۶-۲-۱ کلیات

در طراحی ساختمان‌ها و دیگر سازه‌ها، احتمال همزمانی تأثیر بارها باید به شرحی که در این فصل ارائه شده و بر اساس روش طراحی مربوط به هر مصالح، در نظر گرفته شود. ترکیب بارها در طراحی به روش حالت‌های حدی در بخش ۶-۲-۳ و برای حوادث غیرعادی در بخش ۶-۲-۴ ارائه شده است.

در مواردی که ضرایب جزیی ایمنی و یا تنش‌های مجاز محاسباتی در ترکیب بارهای مقررات ملّی ساختمان و دیگر آیین‌نامه‌های رسمی کشور وجود نداشته باشد، آنها را می‌توان از سایر آیین‌نامه‌های معتبر دنیا مشخص نمود.

## ۶-۲-۲ علایم اختصاری

علایم به کار رفته در روابط این فصل عبارتند از:

$A_k$: بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی $A_K$

$D$ : بار مرده

$D_i$: وزن یخ

$E$ : بار زلزله طرح

$F$ : بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص

$F_a$: بار سیل

H : بار ناشی از فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده

L : بار زنده طبقات به جز بام

$L_o$: حداقل بار زنده گسترده یکنواخت

$L_r$: بار زنده بام

R : بار باران

S : بار برف

T : بار خود کرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی

W : بار باد

$W_i$: بار باد وارد بر یخ

## ۶-۲-۳ ترکیب بارها در طراحی به روش حالت‌های حدی

### ۶-۲-۳-۱ کاربرد

ترکیب بارها و ضرایب بار ارائه شده در این بخش باید تنها در حالتی استفاده شود که سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان و یا آیین‌نامه‌های طراحی اجازه استفاده از آن را داده باشند. ترکیب بارهای روش حالت‌های حدی نهایی برای ساختمان‌های بتن‌آرمه (موضوع مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان) در بند ۶-۲-۳-۲، ترکیب بارهای روش حالت‌های حدی مقاومت برای انواع دیگر ساختمان‌ها از جمله ساختمان‌های فولادی با روش طراحی ضرایب بار و مقاومت (موضوع مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان) در بند ۶-۲-۳-۳، ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز در بند ۶-۲-۳-۴ و ترکیب بارهای حالت حدی بهره‌برداری در بند ۶-۲-۳-۵ ارائه شده است.

### ۶-۲-۳-۲ ترکیب بارهای حالت‌های حدی نهایی در طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه

در طراحی ساختمان‌های بتن‌آرمه، موضوع مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان، از ترکیب بارهای این بند استفاده می‌شود. سازه‌ها، اعضاء و شالوده‌های آنها باید به گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگ‌تر و یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشد:

۱) $۱٫۲۵D+۱٫۵L+۱٫۵(L_r$ یا $S$ یا $R)$

۲) $D+۱٫۲L+۱٫۲(L_r$ یا $S$ یا $R)+۱٫۲(W$ یا $۰٫۷E)$

۳) $۰٫۸۵D+۱٫۲(W$ یا $۰٫۷E)$

۴) $۱٫۲۵D+۱٫۵L+۱٫۵(L_r$ یا $S$ یا $R)$ $+۱٫۵(H$ یا $۰٫۸۴F)$

۵) $۰٫۸۵D+۱٫۵(H$ یا $۰٫۸۴F)$

۶) $D+۱٫۲L+۱٫۲(L_r$ یا $S)+T$

۷) $۱٫۲۵D+۱٫۵T$

- برای کاربری‌هایی که بار $L_o$ آن‌ها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء بام، کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی، ضریب بار مربوط به $L$ را می‌توان برابر با ۰٫۶ برای ترکیب بار شماره ۲، و ۰٫۷۵ برای ترکیب بار شماره ۴ منظور نمود.
- در شرایطی که اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر می‌بایست معادل صفر منظور گردد.
- در طراحی سازه‌های پیش تنیده اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- بیشترین اثرات نامطلوب ناشی از بارهای باد و زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد، ولی نیازی نیست که اثر آن‌ها به طور همزمان بر سازه منظور شود. در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان رعایت گردد.
- اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آن‌ها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.
- اگر سازه در محل با احتمال وقوع سیل واقع شود، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی $۱٫۲W+۲٫۰F_a$ به جای $۱٫۲W$ در ترکیب‌های ۲ و ۳ نیز در نظر گرفته شود.

### ۶-۲-۳-۳ ترکیب بارهای حالت‌های حدی مقاومت در طراحی سایر ساختمان‌ها از جمله ساختمان‌های فولادی

در طراحی ساختمان‌های فولادی، به روش ضرایب بار و مقاومت، موضوع مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان، و یا دیگر مصالح به جز بتن‌آرمه، از ترکیب بارهای این بند استفاده می‌شود. سازه‌ها و اعضای آن‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که مقاومت طراحی آن‌ها، بزرگ‌تر و یا برابر با اثرات ناشی از ترکیب بارهای ضریب‌دار زیر باشند:

۱) $۱٫۴D$

۲) $۱٫۲D+۱٫۶L+۰٫۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۳) $۱٫۲D+۱٫۶(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)+[L \text{ یا } ۰٫۵(۱٫۴W)]$

۴) $۱٫۲D+ ۱٫۰(۱٫۴W)+L+۰٫۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۵) $۱٫۲D+۱٫۰E+L+۰٫۲S$

۶) $۰٫۹D+۱٫۰(۱٫۴W)$

۷) $۰٫۹D+۱٫۰E$

۸) $۱٫۲D+۰٫۵L+۰٫۵(L_r \text{ یا } S)+۱٫۲T$

۹) $۱٫۲D+۱٫۶L+۱٫۶(L_r \text{ یا } S)+۱٫۰T$

موارد زیر در ترکیب بارهای این بند باید در نظر گرفته شود:

- ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که بار $L_o$ آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع است، به استثناء کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی را می‌توان برابر با ۰٫۵ منظور نمود.
- در شرایطی که اثر بار زنده در هریک از ترکیب بارها کاهش دهنده باشد، این اثر می‌بایست معادل صفر منظور گردد.
- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.
- اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آنها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

- در مواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضرایب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۵ و ۷ منظور شوند.
- در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده، H، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

۱- اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱٫۶ در ترکیب بارها منظور شود،

۲- اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰٫۹ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرفنظر گردد.

- اگر سازه در محل با احتمال وقوع سیل واقع شود، علاوه بر ترکیب‌های ارائه شده، باید دو ترکیب بار اضافی با جایگزینی $۱٫۴W+۲٫۰F_a$ به جای ۱٫۴W در ترکیب‌های ۴ و ۶ نیز در نظر گرفته شود.
- در صورتی‌که سازه تحت اثر بار یخ جوی و بار باد وارده بر یخ قرار گیرد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شود:

۱- عبارت $۰٫۵(L_r$ یا S یا R) در ترکیب بار شماره ۲ باید با عبارت $۰٫۲D_i+۰٫۵S$ جایگزین شود.

۲- عبارت $۰٫۵(L_r$ یا S یا R) + ۱٫۰(۱٫۴W) در ترکیب بار شماره ۴ باید با عبارت $D_i+۱٫۰(۱٫۴W_i)+۰٫۵S$ جایگزین شود.

۳- عبارت ۱٫۰(۱٫۴W) در ترکیب بار شماره ۶ باید با عبارت $D_i+۱٫۰(۱٫۴W_i)$ جایگزین شود.

### ۶-۲-۳-۴ ترکیب بارها در طراحی به روش تنش مجاز

در طراحی به روش تنش مجاز و یا مقاومت مجاز، بارهای ذکر شده در این مبحث باید در ترکیب بارهای زیر منظور شود؛ و هرکدام که بیشترین اثر نامطلوب را بر روی ساختمان، شالوده یا اعضای سازه‌ای تولید می‌کنند، می‌بایست مد نظر قرار گیرد. اثرات یک یا چند بار که امکان وارد نشدن آن‌ها بر سازه وجود دارد، باید در ترکیب بارها بررسی گردد.

۱) D
۲) D+L
۳) D+($L_r$ یا S یا R)

۴) $D+۰/۷۵L+۰/۷۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۵) $D+[۰/۶(۱/۴W) \text{ یا } ۰/۷E]$

۶) $D+۰/۷۵L+۰/۷۵[۰/۶(۱/۴W)]+ ۰/۷۵(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

۷) $D+۰/۷۵L+۰/۷۵(۰/۷E)+ ۰/۷۵S$

۸) $۰/۶D+۰/۶(۱/۴W)$

۹) $۰/۶D+۰/۷E$

۱۰) $۱/۰D+۱/۰T$

۱۱) $۱/۰D+۰/۷۵[L+(L_r \text{ یا } S)+T]$

- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- بیشترین اثرات نامطلوب ناشی از بارهای باد و زلزله باید مورد ارزیابی قرار گیرد، ولی نیازی نیست که اثر آن‌ها به طور همزمان بر سازه منظور شود. در هر حال باید ضوابط شکل‌پذیری لرزه‌ای رعایت گردد.
- افزایش تنش مجاز در ترکیب بارهای ارائه شده در این مبحث نباید انجام شود.
- در مواردی که بار سیال F بر سازه وارد می‌شود، اثر این بار باید با ضریب باری همانند ضریب بار مرده D در ترکیب بارهای ۱ تا ۷ و ۹ منظور شوند.
- در صورت وجود فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده، H، اثر آن‌ها را باید به صورت زیر منظور نمود:

۱- اگر اثر این بار در جهت افزودن به اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، اثر بار H باید با ضریب ۱/۰ در ترکیب بارها منظور شود،

۲- اگر اثر این بار در جهت کاهش اثرات دیگر متغیرهای اصلی بارگذاری باشد، در صورت وجود دائمی بار H، اثر آن باید با ضریب ۰/۶ در ترکیب بارها منظور شود و در بقیه موارد باید از اثر بار H صرفنظر شود.

- زمانی‌که سازه در محدوده وقوع سیل واقع شده است، علاوه بر ترکیب بارهای ارائه شده در بالا، باید عبارت $۱/۵F_a$ به ترکیب بارهای ۵ تا ۸ اضافه شده و ضریب بار E در ترکیب بارهای ۵ و ۷ برابر با صفر منظور شود.

- در صورتی‌که سازه تحت اثر بارهای یخ جوی و بار باد وارده بر یخ قرار گیرد، ترکیب بارهای زیر در طراحی سازه باید منظور شود:

۱- عبارت $۰/۷D_i$ باید به ترکیب بار شماره ۲ اضافه شود.

۲- عبارت (R یا S یا $L_r$) در ترکیب بار شماره ۳ باید با عبارت $۰/۷D_i+۰/۷(۱/۴W_i)+S$ جایگزین شود.

۳- عبارت $۰/۶(۱/۴W)$ در ترکیب بار شماره ۸ باید با عبارت $۰/۷D_i+۰/۷(۱/۴W_i)$ جایگزین شود.

### ۶-۲-۳-۵ ترکیب بارهای حالت‌های حدی بهره‌برداری

برای حالت‌های بهره‌برداری موضوع بند ۶-۱-۳-۲، باید ترکیب بارهای مناسب بارهای مرده، زنده و سایر بارهای مرتبط با توجه به مباحث طراحی مقررات ملّی ساختمان و یا سایر آیین‌نامه‌های طراحی مربوطه در نظر گرفته شود. در این ترکیب‌ها از بارهای کوتاه مدت نظیر زلزله طرح، باد، سیل، یخ جوی و ... استفاده نمی‌شود. ترکیب بارهای زیر باید برای حالت‌های بهره‌برداری به کار برده شود. در صورتی‌که در مباحث طراحی مقررات ملّی ساختمان و یا سایر آیین‌نامه‌های طراحی مربوطه پیشنهاد استفاده از ضرایب بار کمتر از یک را در ترکیب بارها داده باشد، باید از آن ضرایب به جای یک در ترکیب بارهای زیر استفاده گردد.

۱) D
۲) D+L
۳) D+($L_r$ یا S یا R)
۴) D+L+($L_r$ یا S یا R)
۵) D+T
۶) D+L+T+($L_r$ یا S)

- در طراحی سازه‌های پیش تنیده، اثر پیش‌تنیدگی باید مانند اثر بار مرده در ترکیب بارها وارد شود.
- در صورت وجود بار سیال، فشار جانبی خاک، فشار آب زیرزمینی و یا فشار مواد انباشته شده، باید اثرات آن‌ها با ضریب یک در ترکیب‌های فوق لحاظ گردد.
- برای زلزله سطح بهره‌برداری به فصل ۱۱ این مبحث مراجعه شود.

### ۶-۲-۴ ترکیب بارها برای حوادث غیرعادی

#### ۶-۲-۴-۱ کاربرد

در صورت درخواست کارفرما و یا لزوم آن در دیگر مباحث مقررات ملّی ساختمان، مقاومت و پایداری سازه برای اطمینان از توانایی سازه در تحمل اثرات بارهای غیرعادی (با احتمال وقوع کم) مانند آتش، انفجار و ضربه وسایل نقلیه بدون ایجاد فروپاشی نامتناسب بررسی شود.

#### ۶-۲-۴-۲ ظرفیت

به منظور کنترل ظرفیت یک سازه و یا عضو سازه‌ای در تحمل اثر یک حادثه غیرعادی، ترکیب بار ثقلی زیر باید منظور شود:

$(۰٫۹ \text{ یا } ۱٫۲)D+A_k+۰٫۵L+۰٫۲S$

$A_k$ برای بار ناشی از انفجار طبق بخش ۶-۱۲-۲ تعیین می‌شود.

#### ۶-۲-۴-۳ ظرفیت باقیمانده

جهت کنترل ظرفیت باقیمانده باربری سازه یا عضو سازه‌ای بعد از وقوع حادثه خسارت‌زا، اعضای باربر باید به صورت اسمی حذف شود، و ظرفیت سازه صدمه دیده با استفاده از ترکیب بار ثقلی زیر ارزیابی گردد:

$(۰٫۹ \text{ یا } ۱٫۲)D+ ۰٫۵L+۰٫۲(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$

اعضای منتخب باربری که حذف می‌شوند باید توسط یک مهندس طراح با تجربه مشخص گردد.

#### ۶-۲-۴-۴ ملاحظات پایداری

الزامات پایداری کل سازه و هرکدام از اعضای آن باید با استفاده از روشی که اثرات مرتبه دوم را لحاظ می‌کند، مورد ارزیابی واقع شود.

# ۶-۳ بار مرده

## ۶-۳-۱ کلیات

بارهای مرده عبارتند از وزن اجزای دائمی ساختمان‌ها مانند: تیر و ستون‌ها، دیوارها، کف‌ها، بام، سقف، راه‌پله، نازک‌کاری، پوشش‌ها و دیگر بخش‌های سهیم در اجزاء سازه‌ای و معماری. همچنین وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت شامل وزن جراثقال ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می‌شود.

## ۶-۳-۲ وزن اجزای ساختمان و مصالح مصرفی

**۶-۳-۲-۱** در محاسبه بارهای مرده، باید وزن واقعی مصالح مصرفی و اجزای ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. برای انجام محاسبه، در صورت عدم وجود اطلاعات معتبر، جرم واحد حجم و یا جرم واحد سطح اجزای ساختمانی، باید به شرح مندرج در جداول ارائه شده در پیوست شماره ۶-۱ در نظر گرفته شوند.

## ۶-۳-۳ وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت

وزن تأسیسات و تجهیزات ثابت از قبیل لوله‌های شبکه آب و فاضلاب، تجهیزات برقی، گرمایشی، تجهیزات تهویه‌ای و سیستم تهویه مطبوع باید به نحو مناسبی برآورد شده و در محاسبه بارهای مرده منظور شود. چنانچه احتمال اضافه شدن این نوع تجهیزات در آینده وجود داشته باشد وزن آن‌ها نیز باید در نظر گرفته شود.

# ۶-۴ بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی

## ۶-۴-۱ کلیات

مطالب مطرح شده در این فصل به عنوان حداقل ضوابط جهت محاسبه بارهای خاک و فشار هیدرواستاتیکی در صورت عدم ارائه بار خاک در گزارش مکانیک خاک می‌باشد. علاوه بر ضوابط این فصل، ضوابط مندرج در مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان نیز باید رعایت گردد.

## ۶-۴-۲ فشارهای جانبی

در طراحی سازه‌های زیر سطح زمین، باید نیروی فشاری جانبی ناشی از فشار خاک مجاور نیز منظور شود. در صورتی‌که بار خاک در گزارش مکانیک خاک تهیه شده توسط افراد ذیصلاح ارائه نشده باشد، در آن صورت بارهای خاک تعیین شده در جدول ۶-۴-۱ باید به عنوان حداقل بار طراحی منظور شود. چنانچه خاک مجاور سازه در معرض سربارهای ثابت و یا متحرک قرار گیرد، اثر این سربارها باید در محاسبه فشار خاک بر روی دیوار منظور گردد. زمانی‌که کل یا قسمتی از خاک مجاور در زیر سطح آزاد آب زیرزمینی قرار داشته باشد، محاسبات باید بر اساس وزن مخصوص خاک غوطه‌ور به اضافه فشار کامل ایستایی آب زیرزمینی صورت گیرد.

در مواردی‌که در مطالعات ژئوتکنیکی به وجود خاک منبسط شونده در محل اشاره شده باشد، فشار جانبی باید بر اساس نتایج حاصل از آن مطالعات افزایش داده شود.

### ۶-۴-۳ زیر فشار وارد بر کف و شالوده

در طراحی کف زیرزمین و دیگر اجزاء مشابه تقریباً افقی که پایین‌تر از سطح زمین قرار دارند، اثر زیر فشار آب زیرزمینی، درصورت وجود، باید به صورت فشار کامل ایستایی بر تمام کف در نظر گرفته شود. بارهای هیدرواستاتیکی باید تا زیر سطح شالوده ساختمان محاسبه شوند. هرگونه بار به سمت بالای دیگر نیز باید در طراحی منظور شود.

در صورت وجود خاک منبسط شونده در زیر شالوده یا دال بر روی زمین، شالوده، دال و دیگر اجزاء باید برای تحمل حرکات به سمت بالا طراحی شده یا در برابر بارهای به سمت بالا ناشی از خاک منبسط شونده مقاومت کنند؛ و یا خاک منبسط شونده برداشته شده یا در زیر و اطراف سازه به خوبی تثبیت گردد.

**جدول ۶-۴-۱ بار طراحی جانبی خاک**

| بار طراحی جانبی خاک[۱] (kN/m$^۲$ به ازای هر متر عمق) | طبقه‌بندی یکنواخت خاک | شرح مصالح انباشته شده |
|---|---|---|
| [۲]۵٫۵ | GW | شن تمیز خوب دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه |
| [۲]۵٫۵ | GP | شن تمیز بد دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه |
| [۲]۵٫۵ | GM | شن لای‌دار؛ مخلوط شن و ماسه بد دانه‌بندی شده |
| [۲]۷٫۰۷ | GC | شن رس‌دار؛ مخلوط شن و رس بد دانه‌بندی شده |
| [۲]۵٫۵ | SW | ماسه تمیز خوب دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن به همراه ماسه |
| [۲]۵٫۵ | SP | ماسه تمیز بد دانه‌بندی شده؛ مخلوط شن و ماسه |
| [۲]۷٫۰۷ | SM | ماسه لای‌دار؛ مخلوط ماسه و لای بد دانه‌بندی شده |
| [۳]۱۳٫۳۵ | SM-SC | مخلوط ماسه و لای با ریزدانه‌های پلاستیک |
| [۳]۱۳٫۳۵ | SC | ماسه لای‌دار و رس‌دار؛ مخلوط ماسه و رس بد دانه‌بندی شده |
| [۳]۱۳٫۳۵ | ML | لای و لای رس‌دار غیرآلی |
| [۳]۱۳٫۳۵ | ML-CL | مخلوط غیرآلی لای و رس |
| ۱۵٫۷۱ | CL | رس‌های غیرآلی با پلاستیسیته کم تا متوسط |
| [۴] | OL | لای‌ها و لای‌های رس‌دار آلی؛ خاک‌های آلی با پلاستیسیته کم |
| [۴] | MH | لای با پلاستیسیته بالا، رس‌های کشسان |
| [۴] | CH | رس‌های غیرآلی با پلاستیسیته کم |
| [۴] | OH | رس‌های آلی و رس‌های لای‌دار |

[۱] بار طراحی جانبی خاک ارائه شده برای خاک در شرایط مرطوب و برای چگالی بهینه می‌باشد. شرایط واقعی محل باید منظور شود. فشارهای خاک غوطه‌ور و اشباع شامل وزن خاک شناور به علاوه بارهای هیدروستاتیکی می‌باشد.

[۲] برای دیوارهای نسبتاً صلب، در حالتی‌که توسط کف‌ها مهار شوند، بار جانبی طراحی خاک باید برای خاک‌های شنی و ماسه‌ای تا ۹٫۵ kN/m$^۲$ بر هر متر عمق افزایش یابد. دیوار زیرزمینی که بیشتر از ۲٫۴ متر در زیر سطح زمین ادامه نیافته باشد و نیز کف‌هایی با سیستم سبک را نگه می‌دارند، دیوارهای نسبتاً صلب منظور نمی‌شوند.

[۳] برای دیوارهای نسبتاً صلب، در حالتی‌که توسط کف‌ها مهار می‌شوند، بار جانبی طراحی خاک باید برای خاک‌های لای و رسی تا ۱۵٫۷ kN/m$^۲$ بر هر متر عمق افزایش یابد. دیوار زیرزمینی که بیشتر از ۲٫۴ متر در زیر سطح زمین ادامه نیافته باشد و نیز کف‌هایی با سیستم سبک را نگه می‌دارند، دیوارهای نسبتاً صلب منظور نمی‌شوند.

[۴] مصالح پرکننده نامناسبی است.

# ۶-۵ بـار زنــده

## ۶-۵-۱ تعاریف

**۶-۵-۱-۱ بار زنده:** باری غیر دائمی است که در حین استفاده و یا بهره‌برداری از ساختمان و یا سایر سازه‌ها به آنها وارد شود و شامل بارهای حین ساخت و یا بارهای محیطی مانند بار باد، بار برف، بار باران، بار زلزله، بار سیل و یا بارهای مرده نمی‌شود.

**۶-۵-۱-۲ بار زنده بام:** باری بر روی بام که توسط کارگران، تجهیزات و مصالح در حین انجام تعمیرات بر روی آن بدان وارد شده و یا توسط اشیاء متحرکی چون گلدان و یا لوازم تزئینی کوچک که ارتباطی با استفاده از ساختمان در طول عمر بهره‌برداری آن نداشته باشند، به آن اعمال شود.

**۶-۵-۱-۳ فضابند:** یک ساختمان و یا قسمتی از آن، که بصورت کامل و یا موضعی خود ایستا بوده و شامل دیوار و سقفی برای جلوگیری از نفوذ حشرات یا نور آفتاب باشد. فضابند از جنس فایبر گلاس، آلومینیم، پلاستیک و یا سایر مصالح سبک توری تشکیل شده، که یک محل در دست استفاده مانند استخر شنا و یا سکوی برگزاری مراسم، و تاسیسات مرتبط با تولیدات باغی و یا کشاورزی را می‌پوشاند.

**۶-۵-۱-۴ سیستم حفاظ پارکینگ:** سیستمی از قطعات شامل مهارها و ادوات اتصال به سیستم سازه‌ای که مانع از حرکت وسائل نقلیه به سمت لبه‌های بدون حفاظ پارکینگ و یا برخورد آن به دیواره‌های پارکینگ و یا راه عبور وسایل نقلیه می‌شوند.

**۶-۵-۱-۵ سیستم دستگیره:** یک میله به همراه مهارهای مربوطه و ادوات آن به سیستم سازه‌ای که برای تحمل بار وزن در مکان‌هایی مانند توالت، دوش و وان به کار می‌رود.

**۶-۵-۱-۶ سیستم نرده حفاظ:** مجموعه‌ای از قطعات شامل مهارها و قطعات اتصال به سیستم سازه‌ای که در نزدیکی لبه‌های باز سطوح برآمده با هدف به حداقل رساندن امکان سقوط مردم و یا تجهیزات و یا مصالح از آن نقاط به کار می‌رود.

**۶-۵-۱-۷ سیستم نرده:** نرده‌ای که توسط دست برای حفظ تعادل و یا طی مسیر مورد استفاده قرار گرفته و شامل مهارها و اتصالات آن به سیستم سازه‌ای می‌باشد.

**۶-۵-۱-۸ نردبان ثابت:** نردبانی که به‌طور دائمی به یک سازه، ساختمان و یا تجهیز متصل شده باشد.

## ۶-۵-۲ بار زنده گسترده یکنواخت

### ۶-۵-۲-۱ بار زنده لازم

بار زنده‌ای که در طراحی ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود، باید بیشترین بار مورد انتظار برای کاربری مورد نظر بوده و در هیچ حالتی از حداقل بارهای یکنواخت داده شده در جدول ۶-۵-۱ با در نظر گرفتن میزان کاهش‌های مجاز کمتر نباشد.

### ۶-۵-۲-۲ ضوابط مربوط به دیوارهای تقسیم کننده

در ساختمان‌های اداری و یا سایر ساختمان‌هایی که در آن‌ها احتمال استفاده از دیوارهای تقسیم‌کننده و یا جابجایی آن‌ها وجود دارد، باید ضوابطی برای وزن دیوارهای تقسیم‌کننده بدون توجه به اینکه آن‌ها در پلان نشان داده شده باشند و یا خیر، اقدام گردد. وزن دیوارهای تقسیم کننده نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شود. در ساختمان‌هایی که از تیغه‌های سبک نظیر دیوارهای ساندویچی استفاده می‌شود، این بار را می‌توان حداقل به ۰/۵کیلونیوتن بر مترمربع کاهش داد، مشروط بر آن‌که وزن یک مترمربع از این نوع دیوارهای جداکننده و ملحقات آنها از ۰/۴ کیلونیوتن تجاوز نکند.

در صورتی‌که وزن هر مترمربع سطح دیوارهای جداکننده از ۲ کیلونیوتن بیشتر باشد، وزن آن به‌عنوان بار مرده در نظر گرفته شده و در محل واقعی خود اعمال می‌گردد.

**استثناء:** اگر حداقل بار زنده از ۴ کیلونیوتن بر متر مربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده دیوار تقسیم‌کننده نیست.

### ۶-۵-۲-۳ نامناسب‌ترین وضع بارگذاری

در تیرهای یکسره و در قاب‌های نامعین در مواردی که بار زنده بیشتر از ۴ کیلونیوتن بر مترمربع و یا بیشتر از یک و نیم برابر بار مرده است، موقعیت قرارگیری بار زنده در دهانه‌های مختلف باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر مورد نظر را در عضو سازه‌ای ایجاد نماید. برای این منظور کافی است علاوه بر حالت قرار دادن بار زنده در تمام دهانه‌ها، حالت‌های بارگذاری زیر نیز در نظر گرفته شوند:

الف- قرار دادن بار زنده در دو دهانه مجاور هم،

ب- قرار دادن بار زنده در دهانه‌های یک در میان.

## ۶-۵-۳ بار زنده متمرکز

کف‌ها، بام‌ها و سایر سطوح مشابه باید بنحوی طراحی شوند که بارهای زنده گسترده یکنواخت توزیع شده، طبق مفاد بخش ۶-۵-۲ یا بارهای متمرکز داده شده در جدول ۶-۵-۱، هر کدام که

منجر به آثار بزرگ‌تری شوند را به‌نحوی ایمن تحمل نمایند. در صورت مشخص نبودن ابعاد بار متمرکز، بار وارده می‌بایست بصورت یکنواخت برروی سطحی به ابعاد ۷۵۰ ×۷۵۰ میلیمتر توزیع شده و محل آن طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثر ناشی از بارگذاری را در اعضا ایجاد نماید.

## ۶-۵-۴ بارهای وارده بر سیستم‌های نرده، نرده حفاظ، دست انداز، حفاظ پارکینگ، و نردبان ثابت

### ۶-۵-۴-۱ بارهای وارده بر سیستم‌های نرده و نرده حفاظ

سیستم نرده و یا نرده حفاظ باید طوری طراحی شود که یک بار متمرکز ۱ کیلونیوتن وارد بر هر نقطه و در هر جهتی از آن را به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثر بار بر روی اجزای سازه‌ای مربوطه شوند، تحمل کرده و آن را توسط تکیه‌گاه‌های خود به سازه منتقل نماید. همچنین نرده و یا نرده حفاظ باید طوری طراحی شود که یک بار گسترده ۰٫۷۵ کیلونیوتن بر متر طول را در هر جهتی در امتداد نرده و یا نرده حفاظ تحمل کند. این بار لازم نیست که به‌صورت همزمان با بار متمرکز گفته شده قبلی در نظر گرفته شود.

میله‌های میانی نرده‌ها و قطعات پر کننده میان آن‌ها باید برای تحمل یک بار افقی ۰٫۲۵ کیلونیوتن به صورت عمود بر روی سطحی به ابعاد تا ۳۰۰×۳۰۰ میلی‌متر (با احتساب فضای خالی بین میله‌های نرده) به نحوی که سبب ایجاد حداکثر اثرات ناشی از آن بارگذاری گردد، طراحی شود. عکس العمل‌های ناشی از این بارگذاری لازم نیست که به سایر بارهای مذکوردر این بند اضافه گردد.

### ۶-۵-۴-۲ بار وارده به دست انداز

دست‌انداز باید به‌نحوی طراحی شود که یک بار متمرکز ۱٫۲ کیلونیوتن وارده بر هر نقطه و در هر جهتی از دست انداز به‌نحوی که حداکثر اثرات ناشی از بار را ایجاد کند، تحمل نماید.

### ۶-۵-۴-۳ بار وارده به سیستم حفاظ پارکینگ

سیستم حفاظ پارکینگ در برابر ماشین‌های شخصی باید به‌نحوی طراحی شود که بتواند یک بار متمرکز ۳۰ کیلونیوتنی که بصورت افقی و در هر جهتی به سیستم حفاظ وارد شود را تحمل نماید.

همین‌طور دارای مهارها و یا اتصالات مناسب برای انتقال این بار به سازه باشد. در طراحی این سیستم، بار بنا به فرض در ارتفاعی بین ۴۵ تا ۷۰ سانتی‌متری از کف پارکینگ و یا رمپ به‌نحوی که بیشترین اثر را ایجاد کند، وارد می‌گردد. بار روی سطحی که بیشتر از ۳۰۰×۳۰۰ میلی‌متر نباشد وارد شده و محل آن به‌نحوی در نظر گرفته می‌شود که بیشترین اثر را ایجاد کند. این بار لازم نیست بصورت همزمان با هر کدام از بارهای گفته شده برای نرده و یا نرده حفاظ در بند ۶-۵-۴-۱ اعمال شود. سیستم حفاظ پارکینگ اتوبوس‌ها و کامیون‌ها باید بر طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور طراحی شوند.

### ۶-۵-۴-۴ بار وارده به نردبان ثابت

حداقل بار زنده روی نردبان ثابت برابر با یک بار متمرکز ۱٫۳۵ کیلونیوتن بوده که در هر نقطه‌ای که بیشترین اثر بار را بر روی عضو مورد نظر ایجاد کند، وارد می‌گردد. تعداد و محل اعمال بارهای زنده متمرکز اضافی شامل حداقل یک بار ۱٫۳۵ کیلونیوتن برای هر ۳ متر از طول نردبان خواهد بود. موقعی که انتهای بالایی پایه‌های نردبان ثابت به بالاتر از سقف طبقه و یا محل اتکا امتداد یابد، بخش امتداد یافته هر پایه به‌نحوی طراحی خواهد شد که یک بار زنده متمرکز ۰٫۴۵ کیلونیوتن در هر جهتی و در هر ارتفاعی تا بالای پایه را تحمل کند.

## ۶-۵-۵ بارهای ضربه‌ای

### ۶-۵-۵-۱ کلیات

در بارهای زنده مشخص شده در بخش‌های ۶-۵-۲ الی ۶-۵-۴ اثرات ناشی از ضربه، در حد متعارف، منظور شده است. در طراحی اجزای سازه‌هایی که در آنها شرایط ارتعاش و ضربه به‌طور غیرمتعارف موجود است، می‌بایست ملاحظات لازم در نظر گرفته شود. در صورت عدم انجام تحلیل‌های دینامیکی، برای برخی از سازه‌های عنوان شده در بندهای ۶-۵-۵-۲ الی ۶-۵-۵-۴ بارها باید با ضرایب ضربه تعیین شده به‌شرح زیر افزایش داده شوند.

**۶-۵-۵-۲ آویزهای کششی نگهدارنده کف‌ها و بالکن‌ها**: بار زنده باید در ضریب ۱٫۳۳ ضرب شود.

**۶-۵-۵-۳ سازه‌های نگهدارنده ماشین‌آلات**: وزن ماشین، ملحقات و بارهای متحرک آن‌ها باید در ضرایب مشخص شده در زیر ضرب شوند. در صورت تعیین ضریب اضافه بار بیشتر توسط شرکت‌های سازنده، از آنها برای افزایش بار استفاده شود.

الف- ماشین‌آلاتی که دارای محور دورانی می‌باشند: ضریب ۱٫۲،

ب- ماشین‌آلاتی که دارای حرکت رفت و برگشتی می‌باشند: ضریب ۱٫۵.

**۶-۵-۵-۴ سازه‌های نگهدارنده آسانسورها**: وزن اتاقک، ماشین‌آلات، وزنه تعادل و بار زنده ناشی از وزن مسافران و وسایل باید در ضریب ۲ ضرب شوند، مگر آنکه بارهای اسمی ارائه شده توسط سازنده در ضریبی حداقل برابر این مقدار ضرب شده باشد.

### ۶-۵-۶ بار زنده نامشخص

برای کاربری‌ها و یا استفاده‌هایی که در این فصل مشخص نشده‌اند، بار زنده بر طبق سایر آیین‌نامه‌های معتبر و یا طبق روش مورد تائید مرجع ذیصلاح تعیین می‌شود.

برای بار کف، در مواردی که کاربری بخشی از ساختمان با موارد مندرج در جدول شماره ۶-۵-۱ تطابق نداشته باشد، مقدار این بار باید با در نظر گرفتن نکات زیر تعیین شود. ولی در هر حال مقدار این بار نباید کمتر از ۱٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود:

الف- وزن افرادی که احتمالا در آن‌جا تجمع خواهند نمود.

ب- وزن تجهیزات و دستگاه‌هایی که احتمالاً در آنجا قرار خواهند گرفت.

پ- وزن موادی که احتمالاً در آنجا انبار خواهد شد.

### ۶-۵-۷ کاهش بارهای زنده طبقات

#### ۶-۵-۷-۱ کلیات

به جز بارهای زنده یکنواخت بام، سایر بارهای زنده توزیع شده یکنواخت حداقل، $L_o$، داده شده در جدول ۶-۵-۱ را می‌توان بر طبق ملاحظات بندهای ۶-۵-۷-۲ الی ۶-۵-۷-۶ کاهش داد.

### ۶-۵-۷-۲ کاهش در بارهای زنده یکنواخت

با در نظر گرفتن محدویت‌های ارائه شده در بندهای ۶-۵-۷-۳ الی ۶-۵-۷-۶، اعضایی که برای آن‌ها مقدار $K_{LL}A_T$ برابر با ۳۷ مترمربع یا بیشتر باشد، را می‌توان با استفاده از بارهای زنده کاهش یافته بر طبق رابطه (۶-۵-۱) کاهش داد:

$$L = L_o\left[۰٫۲۵ + \frac{۴٫۵۷}{\sqrt{K_{LL}A_T}}\right] \qquad (۱-۵-۶)$$

که در آن:

L: بار زنده طراحی کاهش یافته در هر مترمربع، تحمل شده توسط عضو

$L_o$: بار زنده طراحی کاهش نیافته در هر مترمربع، تحمل شده توسط عضو (از جدول ۶-۵-۱)

$K_{LL}$: ضریب عضو برای بار زنده (از جدول ۶-۵-۲)

$A_T$: سطح بارگیر (مترمربع)

L برای اعضایی که بار یک طبقه را تحمل می‌کنند نباید از $۰٫۵L_o$، برای اعضایی که بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند، نباید از $۰٫۴L_o$ کمتر باشد.

### ۶-۵-۷-۳ بارهای زنده سنگین

بارهای زنده بیش از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع کاهش نمی‌یابند.

**استثناء:** بارهای زنده برای اعضایی که بار دو طبقه و یا بیشتر را تحمل می‌کنند را می‌توان به میزان ۲۰٪ کاهش داد.

### ۶-۵-۷-۴ محل عبور و یا پارک خودروهای سواری

بارهای زنده محل عبور و یا پارک خودروهای سواری کاهش داده نمی‌شود.

**استثناء:** کاهش بارهای زنده اعضایی که بار ۲ طبقه یا بیشتر را تحمل می‌کنند، به میزان ۲۰٪ مجاز می‌باشد.

### ۶-۵-۷-۵ محل اجتماع و ازدحام

بار زنده محل‌های اجتماع و ازدحام کاهش نمی‌یابد.

### ۶-۵-۷-۶ محدودیت‌های مربوط به دال‌های یک‌طرفه

سطح بارگیر $A_T$ برای دالهای یک‌طرفه از حاصلضرب دهانه دال در عرضی برابر با ۱٫۵ برابر دهانه دال (در جهت عمود بر آن) بیشتر نخواهد بود.

## ۶-۵-۸ کاهش در بارهای زنده بام

### ۶-۵-۸-۱ کلیات

بار زنده توزیع شده یکنواخت حداقل بام، $L_o$، داده شده در جدول ۶-۵-۱ را می‌توان طبق ضوابط بندهای ۶-۵-۸-۲ و ۶-۵-۸-۳ کاهش داد.

### ۶-۵-۸-۲ بام های تخت، شیب‌دار و قوسی

بام‌های معمولی تخت، شیب‌دار و قوسی و سایبان‌ها به غیر از مواردی مانند سقف‌های پارچه‌ای که با استفاده از یک سازه اسکلتی مجزا تحمل شوند، برای بار زنده کاهش یافته بام حاصل از رابطه ۶-۵-۲ و یا سایر ترکیب بارهای کنترل کننده در فصل دو، هر کدام که بیشتر باشد، طراحی می‌شوند. در سازه‌هایی مانند گلخانه که در آن از داربست‌های مخصوص عبور کارگران و حمل مصالح در زمان نگهداری و تعمیر استفاده می‌شود، مقادیر بار زنده بام نیز نباید کمتر از مقدار داده شده توسط رابطه ۶-۵-۲ باشد.

$$L_r = L_o R_1 R_2 \qquad ۰٫۶ \text{ kN/m}^2 \le L_r \le ۱٫۵ \text{ kN/m}^2 \qquad (۲-۵-۶)$$

که در این رابطه:

$L_r$ = بار زنده طراحی کاهش یافته بام در هر مترمربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو

$L_o$ = بار زنده طراحی کاهش نیافته بام در هر مترمربع تصویر افقی سطح نگهداری شده توسط عضو (جدول ۶-۵-۱)

ضرایب کاهش $R_1$ و $R_2$ مطابق روابط زیر تعیین می‌شوند:

$$R_1 = \begin{cases} ۱ & \text{برای} \quad A_T \le ۱۸m^2 \\ ۱/۲ - ۰/۰۱۱۱\ A_T & \text{برای} \quad ۱۸\ m^2 \le A_T < ۵۴m^2 \\ ۰/۶ & \text{برای} \quad A_T \ge ۵۴m^2 \end{cases} \qquad (۳-۵-۶)$$

که در آن $A_T$ سطح بارگیر عضو (بر حسب مترمربع) می‌باشد. برای بام‌های شیب‌دار، با شیب S (به درصد)، ضریب $R_2$ از رابطه ۶-۵-۴ محاسبه می‌شود.

$$R_2 = \begin{cases} ۱ & \text{برای} \quad S \le ۳۳ \\ ۱/۲ - ۰/۰۰۶S & \text{برای} \quad ۳۳ < S < ۱۰۰ \\ ۰/۶ & \text{برای} \quad S \ge ۱۰۰ \end{cases} \qquad (۴-۵-۶)$$

برای بام‌های قوسی یا گنبدی، مقدار S برابر با حاصل ضرب ۲۶۶/۶ در نسبت ارتفاع به طول دهانه آن‌ها می‌باشد.

### ۶-۵-۸-۳ بام‌های دارای کاربری ویژه

برای بام‌هایی که محل اجتماع و ازدحام بوده و دارای کاربری‌های خاصی چون باغچه پشت بام و غیره می‌باشند، می‌توان بارهای زنده یکنواخت آن‌ها را طبق ضوابط بخش ۶-۵-۸ کاهش داد.

## ۶-۵-۹ بارهای جراثقال

### ۶-۵-۹-۱ کلیات

بار زنده جراثقال به بار بهره‌برداری آن بستگی دارد. در جراثقال‌های پل‌دار و جراثقال‌های تک ریلی بارهای طراحی تیرهای زیرسری به همراه اتصالات و نشیمن‌گاه‌های آن‌ها باید در برگیرنده حداکثر بار چرخ پل جراثقال، ضربه قائم و بارهای جانبی و طولی ناشی از حرکت جراثقال باشند.

### ۶-۵-۹-۲ حداکثر بار چرخ جراثقال

حداکثر بار چرخ در جراثقال‌های پل‌دار شامل، بار ناشی از وزن پل به علاوه مجموع بار بهره‌برداری جراثقال و وزن ارابه، در موقعیتی از قرارگیری ارابه بر روی زیرسری که بیشترین اثر را در آن ایجاد نماید.

### ۶-۵-۹-۳ نیروی ضربه قائم

برای در نظرگیری اثر ضربه قائم یا نیروی ارتعاشی ایجاد شده، حداکثر بار چرخ جراثقال باید مطابق با درصدهای زیر افزایش یابد:

| | |
|---|---|
| جراثقال‌های تک ریلی موتوردار | ٪۲۵ |
| جراثقال‌های دارای پل موتوری کابین دار یا دارای کنترل از راه دور | ٪۲۵ |
| جراثقال‌های دارای پل دارای موتور با کنترل آویزی | ٪۱۰ |
| جراثقال‌های دارای پل یا تک ریلی بدون موتور با ارابه و بالابر دستی | ٪۰ |

### ۶-۵-۹-۴ بار جانبی

بار جانبی تیر زیرسری جراثقال دارای ارابه‌های برقی باید برابر ۲۰ درصد مجموع بار ضریب‌دار جراثقال و وزن ارابه و بالابر در نظر گرفته شود. این بار به صورت افقی و در امتداد عمود بر محور تیر زیرسری (به سمت تیر زیرسری و یا در خلاف آن) و در سطح تماس چرخ با تیر زیرسری در نظر گرفته شده و به نسبت سختی جانبی تیرهای زیرسری طرفین و سازه نگهدارنده آن‌ها توزیع می‌شود.

### ۶-۵-۹-۵ نیروی طولی

نیروی طولی وارد بر تیر زیرسری جراثقال به جز جراثقال پلی با چرخ‌دنده دستی باید برابر ۱۰ درصد حداکثر بار چرخ جراثقال محاسبه شود. بار طولی باید به صورت افقی، در امتداد محور تیر زیرسری و در هر یک از جهات در سطح تماس چرخ با تیر زیرسری اثر داده شود.

**جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت $L_o$ و بار زنده متمرکز کف‌ها**

| ردیف | نوع کاربری | بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع | بار متمرکز کیلونیوتن |
|---|---|---|---|
| ۱ | بام‌ها | | |
| ۱-۱ | بام‌های معمولی تخت، شیب‌دار و قوسی | ۱٫۵[۱] | ۱٫۳ |
| ۱-۲ | بام با پوشش سبک | ۰٫۵ | ۱٫۳ |
| ۱-۳ | بام‌های دارای باغچه و گلخانه | ۵ | — |
| ۱-۴ | بام‌هایی با پوشش پارچه‌ای با سازه اسکلتی | ۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش) | ۱٫۳ |
| ۱-۵ | بام‌هایی با امکان تجمع و ازدحام | بسته به نوع کاربری | — |
| ۱-۶ | قاب‌های نگهدارنده یک فضابند | ۰٫۲۵ (غیر قابل کاهش، فقط به اعضای قابها وارد می‌شود) | ۱ |
| ۲ | سالن‌ها و محل‌های تجمع و ازدحام | | |
| ۲-۱ | سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع دارای صندلی‌های ثابت (چسبیده به کف) | ۳[۳] | — |
| ۲-۲ | سالن‌های عمومی و محل‌های تجمع فاقد صندلی‌های ثابت | ۵[۳] | — |
| ۲-۳ | سالن‌های غذاخوری و رستوران‌ها | ۵[۳] | — |
| ۲-۴ | سینماها و تئاترها | ۵[۳] | — |
| ۲-۵ | صحنه سینماها و تئاترها | ۷٫۵[۳] | — |
| ۲-۶ | سالن‌های اجرای مراسم گروهی، اجرای سرود و ... | ۷٫۵ [۳] | — |
| ۲-۷ | شبستان مساجد و تکایا | ۶[۳] | — |
| ۲-۸ | سالن انتظار و ملاقات | ۵[۳] | — |
| ۲-۹ | پایانه‌های مسافربری | ۶[۳] | |
| ۳ | راهروها، راه پله‌ها[۴] و بالکن‌ها | | |
| ۳-۱ | راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی) | ۵ | — |
| ۳-۲ | راهروهای مراکز تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات | مطابق بار زنده اتاق‌های مجاور | — |
| ۳-۳ | راه‌پله و راههای منتهی به درب‌های خروجی | ۵ [۱۴] و [۴] | ۱٫۳ |
| ۳-۴ | راه پله اضطراری | ۵ | ۱٫۳ |
| ۳-۵ | راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تاسیسات | ۲ | ۱٫۳ |
| ۳-۶ | بالکن‌ها | ۱٫۵ برابر بار زنده کف اتاق‌های متصل به آنها. لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود. | — |

**ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت $L_o$ و بار زنده متمرکز کف‌ها**

| ردیف | نوع کاربری | بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع | بار متمرکز کیلونیوتن |
|---|---|---|---|
| ۴ | ساختمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی | | |
| ۱-۴ | اتاق‌ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس‌ها- انبار- راهروها) | ۲ | — |
| ۲-۴ | اتاق‌های محل تجمع و راهروهای مرتبط با آن | ۵ | — |
| ۵ | هتل‌ها- فروشگاه‌ها | | |
| ۱-۵ | اتاق‌ها و سایر فضاهای هتل‌ها، مهمانسراها و خوابگاه‌ها | ۲ | — |
| ۲-۵ | فروشگاه‌های کوچک و خرده‌فروشی- طبقه همکف (ورودی) | ۵ | ۴٫۵ |
| ۳-۵ | فروشگاه‌های کوچک و خرده‌فروشی- کف سایر طبقات | ۳٫۵ | ۴٫۵ |
| ۴-۵ | فروشگاه‌های عمده‌فروشی- همه طبقات | ۶[۳] | ۴٫۵ |
| ۶ | ساختمان‌های آموزشی- فرهنگی و کتابخانه‌ها | | |
| ۱-۶ | کلاس‌های درس، آزمایشگاه‌های سبک | ۲٫۵ | ۴٫۵ |
| ۲-۶ | اتاق‌های مطالعه | ۳ | ۴٫۵ |
| ۳-۶ | مخازن کتاب یا اتاق بایگانی با قفسه‌های ثابت | ۲٫۵[۵] به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۷٫۵ | ۴٫۵ |
| ۴-۶ | مخازن کتاب یا محل بایگانی با قفسه‌های متحرک | ۴ به ازای هر متر ارتفاع، حداقل ۱۰ | ۷ |
| ۵-۶ | راهروهای طبقه همکف (ورودی) | ۵ | ۴٫۵ |
| ۶-۶ | راهروهای سایر طبقات | ۴ | ۴٫۵ |
| ۷ | ساختمان‌های اداری | | |
| ۱-۷ | دفاتر کار معمولی | ۲٫۵ | ۹ |
| ۲-۷ | سالن انتظار و ملاقات- راهروهای طبقه همکف (ورودی) | ۴٫۵ | ۹ |
| ۳-۷ | راهروهای سایر طبقات | ۳٫۵ | ۹ |
| ۸ | ساختمان‌های صنعتی | | |
| ۱-۸ | کارگاه‌های صنعتی سبک | ۶ [۲] [۳] [۶] | ۹ |
| ۲-۸ | کارگاه‌های صنعتی متوسط | ۱۰ [۲] [۳] [۶] | ۱۱ |
| ۳-۸ | کارگاه‌های صنعتی سنگین | ۱۲ [۲] [۳] [۶] | ۱۴ |
| ۹ | ورزشگاه‌ها و تأسیسات تفریحی | | |
| ۱-۹ | سالن‌های ورزشی سبک مانند تنیس روی میز- بیلیارد و ... | ۳٫۵ [۳] | — |
| ۲-۹ | سالن‌های ورزشی و تمرینات بدنی | ۵[۳] | — |
| ۳-۹ | ورزشگاه‌های دارای صندلی ثابت | ۵[۳] | — |
| ۴-۹ | ورزشگاه‌های فاقد صندلی ثابت یا دارای نیمکت | ۶[۳] [۵] | — |

**ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت $L_o$ و بار زنده متمرکز کف‌ها**

| ردیف | نوع کاربری | بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع | بار متمرکز کیلونیوتن |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | بیمارستان‌ها و مراکز درمانی | | |
| ۱-۱۰ | اتاق‌های بیمار | ۲ | ۴٫۵ |
| ۲-۱۰ | اتاق‌های عمل، آزمایشگاه‌ها | ۳ | ۴٫۵ |
| ۳-۱۰ | راهروهای طبقه اول | ۵ | ۴٫۵ |
| ۴-۱۰ | راهروهای سایر طبقات | ۴ | ۴٫۵ |
| ۱۱ | محل عبور و پارک خودروها | | |
| ۱-۱۱ | محل عبور و پارک خودروهایی با وزن حداکثر تا ۴۰ کیلونیوتن | ۳ (۲) (۳) (۷) (۸) | ۲۰ |
| ۲-۱۱ | محل عبور و پارک خودروهایی با وزن ۴۰ تا ۹۰ کیلونیوتن | ۶ | ۳۰ |
| ۳-۱۱ | معابر و بخش‌هایی از محوطه با امکان عبور کامیون | ۱۲(۹) | ۳۶(۱۵) |
| ۱۲ | سایر موارد | | |
| ۱-۱۲ | سردخانه‌ها | ۵ به ازای هر متر ارتفاع مفید، حداقل ۱۵ | — |
| ۲-۱۲ | آشپزخانه‌های صنعتی و رختشوی‌خانه‌ها | ۵ | — |
| ۳-۱۲ | تعبیه انبار سبک در فضای داخل سقف کاذب | ۱ | — |
| ۴-۱۲ | انباری‌های سبک | ۶(۲) | — |
| ۵-۱۲ | انباری‌های سنگین | ۱۲(۱۰) و (۲) | — |
| ۶-۱۲ | موتورخانه‌ها | ۷٫۵ | — |
| ۷-۱۲ | اتاق‌های هواساز- پمپ و نظایر آن | ۴ | — |
| ۸-۱۲ | محل فرود بالگرد | ۳(۱۱) و(۱۲) و(۱۳) | — |
| ۹-۱۲ | کف کاذب در فضاهای اداری | ۲٫۵ | ۹ |
| ۱۰-۱۲ | کف کاذب برای اتاق‌های کامپیوتر | ۵ | ۹ |
| ۱۱-۱۲ | اتاق آسانسور | ۳٫۶ | ۱٫۳ (برروی سطحی برابر با ۵۰×۵۰ میلی‌متر وارد شود) |
| ۱۲-۱۲ | هرگونه ساختمان دیگر | ۱ | |

۱) چنانچه بار زنده گسترده یکنواخت بام مطابق بخش ۶-۵-۸ به کمتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع کاهش یافته و برای طراحی اعضای سازه‌ای مورد استفاده شده در تامین یکپارچگی سقف به کار گرفته شود، بار زنده کاهش یافته، باید در دهانه‌های مجاور یا سایر دهانه‌ها به‌صورت یک در میان اعمال شود به نحوی که بیشترین اثر را ایجاد نماید.

۲) اجزاء خرپاها و تیرها (اجزاء اصلی) که برای پوشش سالن‌های صنعتی، پارکینگ‌های تعمیراتی، انبارها ... به‌کار می‌روند باید علاوه بر بارهای زنده وارد به سقف، یک بار متمرکز برابر با ۱۰ کیلونیوتن را بطور موضعی تحمل نمایند. این بار در خرپاها و در تیرها در هر نقطه اختیاری از تیر که بیشترین اثر را ایجاد کند وارد می‌شوند.

۳) کاهش سربار زنده برای این نوع کاربری طبق بخش ۶-۵-۷ مجاز نمی‌باشد مگر اینکه استثنای خاصی در خصوص آن اعمال گردد.

۴) در راه پله‌هایی که در آنها کف پله‌ها به صورت طره‌ای مجزا در نظر گرفته شده‌اند، کف پله‌ها باید برای یک بار متمرکز ۲ کیلونیوتن که در انتهای طره وارد می‌شود طراحی گردند. این بار لزومی ندارد همزمان با بار گسترده یکنواخت اعمال شود.

۵) علاوه بر بارهای قائم، طراحی باید بر اساس بارهای افقی جانبی که به هر ردیف از صندلی‌ها مطابق زیر وارد می‌شود، انجام شود: ۰٫۴ کیلونیوتن بر متر طول در راستای موازی ردیف صندلی‌ها و ۰٫۱۵ کیلونیوتن در راستای عمود بر ردیف صندلی. نیازی به اعمال همزمان این دو بارگذاری نمی‌باشد.

۶) کف‌های تعمیرگاه‌ها، کارخانجات، کارگاه‌های صنعتی و فضاهایی از این قبیل که دارای تجهیزات و یا کاربری‌های خاص می‌باشند، باید برای بار زنده متناسب با کاربری خود طراحی شوند.

۷) کف پارکینگ‌ها و یا بخش‌هایی از یک ساختمان که برای پارک وسیله نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد، براساس بار زنده گسترده یکنواخت ارائه شده در جدول ۶-۵-۱ و بارهای متمرکز زیر طراحی می‌شوند اما لازم نیست این دو بار به طور همزمان اعمال شوند:

الف) در خصوص پارکینگ‌هایی برای خودروهای با ظرفیت کمتر از ۹ نفر، براساس یک نیروی متمرکز ۱۳٫۵ کیلونیوتن اعمال شده بر روی یک سطح ۱۲۰ × ۱۲۰ میلی‌متر.

ب) برای پارکینگ‌های مکانیزه بدون دال یا سقف که جهت پارک خودروهای سبک (شخصی) به کار می‌روند، براساس بار ۱۰ کیلونیوتن به ازای هر چرخ.

۸) بارگذاری کف‌ها برای عبور کامیونت، کامیون یا اتوبوس با وزن بیش از ۴۰ کیلونیوتن باید بر طبق آیین‌نامه بارگذاری پل‌ها، نشریه شماره ۱۳۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور طراحی می‌شوند.

۹) سایر بارهای یکنواخت مطابق روش تأیید شده‌ای که دربر دارنده ضوابط بارگذاری کامیون‌ها می‌باشد به صورت مناسب لحاظ گردد.

۱۰) بار گسترده یکنواخت کف انبارها باید براساس جداول پیوست شماره ۶-۱ تعیین گردد. چنانچه وضع مواد انبار شونده روشن نباشد، این بار باید با تخمین نوع انبار و مقایسه آن با جداول پیوست شماره ۶-۱، برابر با مقادیر پیشنهاد شده در آن جدول در نظر گرفته شود. این بار در هر صورت نباید کمتر از ۷٫۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.

۱۱) بار زنده کف جایگاه بالگردهایی با وزن کمتر از ۱۴ کیلونیوتن (در هنگام برخاستن)، ۲ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود. این بار قابل کاهش نیست. وزن و ظرفیت بالگرد باید توسط مرجع ذیصلاح اعلام شود.

۱۲) دو بار متمرکز منفرد به فاصله ۲/۴۵ متر باید به کف جایگاه (محل قرارگیری چرخ‌ها) اعمال گردد. مقدار هر یک از این بارها برابر ۷۵٪ وزن بالگرد در هنگام برخاستن می‌باشد. محل قرار گیری این دو باید طوری باشد که بیشترین اثر را بر سازه وارد نماید. این بارها باید در سطحی به ابعاد ۲۰۰ × ۲۰۰ میلی‌متر وارد شده و نباید با سایر بارهای زنده متمرکز و گسترده همزمان وارد شود.

۱۳) یک بار متمرکز منفرد با مقدار ۱۳٫۵ کیلونیوتن در سطحی به ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰ میلی‌متر در محلی که بیشترین اثر را در عضو ایجاد کند، اعمال گردد. نیازی به در نظرگیری همزمان این بار با سایر بارهای زنده گسترده و متمرکز نمی‌باشد.

۱۴) بار متمرکز پله‌ها در سطحی به ابعاد ۵۰ × ۵۰ میلی‌متر و بصورت غیرهمزمان با بارهای یکنواخت اعمال شود.

۱۵) بار متمرکز چرخ باید در سطحی با ابعاد ۱۲۰ × ۱۲۰ میلی‌متر اعمال گردد.

**جدول ۶-۵-۲ ضریب عضو برای بار زنده $K_{LL}$**

| ردیف | جزء سازه‌ای | $K_{LL}$ |
|---|---|---|
| ۱ | ستون‌های داخلی | ۴ |
| ۲ | ستون‌های خارجی بدون دال‌های طره‌ای | ۴ |
| ۳ | ستون کناری با دال طره‌ای | ۳ |
| ۴ | ستون گوشه با دال طره‌ای | ۲ |
| ۵ | تیر کناری بدون دال طره‌ای | ۲ |
| ۶ | تیر داخلی | ۲ |
| ۷ | بقیه اعضای ذکر نشده شامل: | |
| | ۷-۱ تیر کناری با دال طره‌ای، | ۱ |
| | ۷-۲ تیر طره‌ای، | ۱ |
| | ۷-۳ دال یک‌طرفه، | ۱ |
| | ۷-۴ دال دو طرفه، | ۱ |
| | ۷-۵ اعضایی که فاقد ضابطه انتقال پیوسته برش در جهت عمود بر دهانه خود باشند. | ۱ |

# ۶-۶ بـار سیل

## ۶-۶-۱ کلیات

بندهای این فصل بر اساس آمار موجود در منطقه، تاریخچه خسارت‌های سیل در نزدیکی محل و مطالعات هیدرولوژیکی و مهندسی آب مورد تأیید مراجع ذیصلاح و مراکز دارای صلاحیت قانونی نظیر سازمان هواشناسی کشور و مطابقت تعریف‌های زیر و مفاهیم آنها با روش‌های تحلیلی موجود در آیین‌نامه‌ها، مدل‌سازی عددی و یا آزمون آزمایشگاهی (مدل‌سازی فیزیکی) توصیه شده مجاز و معتبر بین‌المللی، برای ساختمان‌ها و سایر سازه‌های واقع در یک منطقه ویژه خطر سیل به کار می‌رود.

در مناطق ویژه خطر سیل لازم است ساختمان توسط یک شمع، پی ستونی و غیره، بالاتر از ارتفاع سیل طرح و در بلندی قرار گیرد و در محدوده ارتفاع سیل طرح از موانعی نظیر دیوارهای فرو ریزشی به منظور ایجاد مسیری آزاد برای عبور موج‌ها و جریان‌های سیلابی دارای سرعت بالا از زیر ساختمان استفاده گردد.

## ۶-۶-۲ تعریف

**۶-۶-۲-۱ دیوار فرو ریزشی:** هر نوع دیواری در معرض سیل که به عنوان تأمین کننده تکیه‌گاه سازه‌ای لازم برای یک ساختمان یا سازه دیگر نمی‌باشد و بر حسب شرایط سیل طرح یا سیلی کمتر، طراحی و ساخته شده و به گونه‌ای فرو خواهد ریخت که هم به سیلاب‌ها اجازه عبور آزادانه می‌دهد و هم آسیبی به سازه یا سیستم تکیه‌گاه پی نمی‌زند.

**۶-۶-۲-۲ سیل طرح و ارتفاع سیل طرح:** سیلابی که احتمال تجاوز از آن در سال، ۱ درصد (دوره بازگشت ۱۰۰ سال) باشد. ارتفاع این سیلاب که شامل ارتفاع موج ناشی از آن است، به عنوان ارتفاع سیل طرح می‌باشد.

**۶-۶-۲-۳ منطقه ویژه خطر سیل:** ناحیه در معرض سیل طرح شامل سواحل مجاور آب‌های آزاد، خطوط ساحلی دریاچه‌های بزرگ و یا در مواردی که در طول یک سیلاب رودخانه‌ای طولانی مدت، ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به طور مستقیم یا به واسطه لبریز شدن رودخانه‌ها و مسیل‌ها، تحت تأثیر موج‌های پر سرعت و فرسایش ناشی از طوفان‌ها یا کانون‌های زلزله قرار دارند. منشاء اصلی سیل در این مناطق، جزر و مدها، طوفان‌های ساحلی، گردبادها، نوسان‌های امواج یا سونامی‌ها است و باید به صورت توأم، میزان عمق آب ساکن سیل، برابر یا بزرگتر از ۶۰۰ میلی‌متر و ارتفاع موج شکننده، برابر یا بزرگتر از ۴۵۰ میلی‌متر در جریان موجود سیل طرح باشد.

## ۶-۶-۳ الزامات و بارهای طراحی

**۶-۶-۳-۱** سیستم‌های سازه‌ای ساختمان و سایر سازه‌ها باید به گونه‌ای طراحی، ساخته، متصل و مهار شوند تا در مقابل شناوری، فروریختن و تغییرمکان جانبی دائمی ناشی از اثر بارهای سیل بر مبنای سیل طرح همراه با سایر بارها و مطابق با ترکیب بارها در فصل ۲ مقاومت کنند.

**۶-۶-۳-۲** با توجه به این که فرسایش و آب‌شستگی می‌توانند هم بر پایداری پی تأثیر بگذارند و هم عمق سیلاب در محل و اثرات بارهای سیل وارد بر ساختمان و سازه‌های دیگر را افزایش دهند، تأثیرات ناشی از آن‌ها باید در محاسبه بارهای وارد بر ساختمان و سایر سازه‌های موجود در مناطق ویژه خطر سیل لحاظ گردد. با افزایش عمق پی می‌توان اثرات فرسایش و آب‌شستگی را کاهش داد. همچنین می‌توان ساختمان‌ها را به طور پیوسته دور از خطوط ساحلی و خارج از حریم نواحی ساحلی احداث نمود.

**۶-۶-۳-۳** دیوارهای فرو ریزشی و تیغه‌های لازم به همراه اتصالات آنها به سازه برای فرو ریختن پیوسته به یک طرف باید برای بزرگترین بار ناشی از باد بر اساس فصل ۱۰، ناشی از زلزله بر اساس فصل ۱۱ و یا باری برابر ۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع که به صورت عمودی به صفحه دیوار اثر می‌کند، طراحی شوند و نباید بارگذاری برای باری بیشتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع انجام شود، مگر این‌که طراحی مطابق شرایط زیر باشد.

- فروریختن دیوار فرو ریزشی در اثر بار سیلی کمتر از آن‌چه که در طی سیل طرح اتفاق می‌افتد، طراحی شده باشد.
- تکیه‌گاه پی و بخش مرتفع ساختمان باید در مقابل فروریختن، تغییرمکان دائمی و سایر آسیب‌های سازه‌ای ناشی از اثرات بارهای سیل در ترکیب با دیگر بارها، همان طور که در فصل ۲ مشخص شده است، طراحی شده باشند.

**۶-۶-۳-۴** طراحی سازه‌ای در مناطق ویژه خطر سیل بر مبنای سیل طرح صورت می‌پذیرد. بارهای ناشی از سیل شامل بارهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک است. ارتفاع و بارهای موج شکننده وارد بر شمع‌کوبی‌های قائم، ستون‌ها و دیوارهای ساختمان و سایر سازه‌ها باید به منظور طراحی تعیین شوند.

**۶-۶-۳-۵** بارهای ناشی از مواد زائد (نخاله)، یخ و هر شیء دیگری که توسط سیلاب انتقال پیدا کرده و به ساختمان‌ها و سازه‌ها یا بخش‌هایی از آن ضربه وارد می‌کنند، به عنوان بارهای ضربه‌ای محسوب شده و اثر آن باید به عنوان یک بار متمرکز افقی در بحرانی‌ترین محل، در نظر گرفته شود.

# ۶-۷ بار برف

## ۶-۷-۱ بار برف زمین

بار برف زمین، $P_g$ ، وزن لایه برف بر روی سطح افقی زمین است که، بر اساس آمار موجود در منطقه، احتمال تجاوز از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال).

بار برف زمین در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص شده در جدول ۶-۷-۱ و یا شکل ۶-۷-۱، حداقل برابر با مقادیر زیر درنظر گرفت:

| | |
|---|---|
| منطقه ۱- برف بسیار کم (نادر) | ۰٫۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع |
| منطقه ۲- برف کم | ۰٫۵ کیلونیوتن بر متر مربع |
| منطقه ۳- برف متوسط | ۱ کیلونیوتن بر متر مربع |
| منطقه ۴ – برف زیاد | ۱٫۵ کیلونیوتن بر متر مربع |
| منطقه ۵ – برف سنگین | ۲ کیلونیوتن بر متر مربع |
| منطقه ۶- برف فوق سنگین | ۳ کیلونیوتن بر متر مربع |

این بار را می‌توان با انجام مطالعات دقیق‌تر آماری برای منطقه مورد نظر نیز تعیین نمود، ولی مقدار آن نباید کمتر از مقادیر فوق درنظر گرفته شود مگر آنکه به تأیید سازمان هواشناسی کشور برسد.

### ۶-۷-۲ بار برف بام

بار برف بر روی بام، $P_r$ ، با توجه به شیب و دمای بام، برف‌گیری، و اهمیت سازه، برای هر متر مربع تصویر افقی سطح آن، به کمک رابطه ۶-۷-۱ تعیین می‌شود:

$$P_r = ۰/۷ C_s C_t C_e I_s P_g \qquad (۱-۷-۶)$$

که در آن:

$I_s$ = ضریب اهمیت طبق بخش ۶-۷-۳

$C_e$ = ضریب برف‌گیری طبق بخش ۶-۷-۴

$C_t$= ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵

$C_s$ = ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶

می‌باشند. بار برف $P_r$ بیانگر بار برف متوازن می‌باشد که به عنوان یک امکان بارگذاری برف درنظر گرفته می‌شود. امکان‌های دیگر باربرف شامل بار برف حداقل طبق بند ۶-۷-۲-۱، بار برف جزیی طبق بخش ۶-۷-۷، بار برف نامتوازن طبق بخش ۶-۷-۸، بار انباشتگی برف طبق بخش ۶-۷-۹، و بار برف لغزنده طبق بخش ۶-۷-۱۱ می‌باشد.

**جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف**

| ردیف | شهر | منطقه | ردیف | شهر | منطقه |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | آستارا | ۵ | ۳۱ | بوشهر | ۱ |
| ۲ | اراک | ۴ | ۳۲ | بیجار | ۴ |
| ۳ | اردبیل | ۵ | ۳۳ | بیرجند | ۲ |
| ۴ | اردستان | ۲ | ۳۴ | پیرانشهر | ۵ |
| ۵ | ارومیه | ۴ | ۳۵ | تبریز | ۴ |
| ۶ | اسلام آباد غرب | ۴ | ۳۶ | تربت جام | ۴ |
| ۷ | اصفهان | ۳ | ۳۷ | تربت حیدریه | ۳ |
| ۸ | الیگودرز | ۵ | ۳۸ | تکاب | ۴ |
| ۹ | امیدیه | ۱ | ۳۹ | تهران جنوب | ۴ |
| ۱۰ | انار | ۲ | ۴۰ | تهران شمال | ۴ |
| ۱۱ | اهر | ۴ | ۴۱ | جاسک | ۱ |
| ۱۲ | اهواز | ۲ | ۴۲ | جلفا | ۴ |
| ۱۳ | ایرانشهر | ۱ | ۴۳ | جیرفت | ۲ |
| ۱۴ | ایلام | ۴ | ۴۴ | چابهار | ۱ |
| ۱۵ | ایوان غرب | ۳ | ۴۵ | خاش | ۱ |
| ۱۶ | آبادان | ۲ | ۴۶ | خدابنده | ۴ |
| ۱۷ | آباده | ۳ | ۴۷ | خرم آباد | ۴ |
| ۱۸ | آبعلی | ۵ | ۴۸ | خرم دره | ۴ |
| ۱۹ | آستانه اشرفیه | ۵ | ۴۹ | خلخال | ۵ |
| ۲۰ | انزلی | ۴ | ۵۰ | خور بیابانک | ۱ |
| ۲۱ | بافت | ۳ | ۵۱ | خور بیرجند | ۲ |
| ۲۲ | بافق | ۲ | ۵۲ | خوی | ۴ |
| ۲۳ | بانه | ۵ | ۵۳ | داران | ۵ |
| ۲۴ | بجنورد | ۴ | ۵۴ | درود | ۵ |
| ۲۵ | بروجرد | ۴ | ۵۵ | دزفول | ۳ |
| ۲۶ | بستان | ۲ | ۵۶ | دهلران | ۳ |
| ۲۷ | بشرویه | ۲ | ۵۷ | دوگنبدان | ۲ |
| ۲۸ | بم | ۲ | ۵۸ | رامسر | ۴ |
| ۲۹ | بندرعباس | ۱ | ۵۹ | رامهرمز | ۲ |
| ۳۰ | بندر لنگه | ۱ | ۶۰ | رباط پشت بام | ۲ |

**ادامه جدول ۶-۷-۱ تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف**

| ردیف | شهر | منطقه | ردیف | شهر | منطقه |
|---|---|---|---|---|---|
| ۶۱ | رشت | ۵ | ۹۱ | کاشان | ۳ |
| ۶۲ | رفسنجان | ۳ | ۹۲ | کاشمر | ۲ |
| ۶۳ | روانسر | ۴ | ۹۳ | کرج | ۴ |
| ۶۴ | زابل | ۲ | ۹۴ | کرمان | ۳ |
| ۶۵ | زرینه اوباتو | ۵ | ۹۵ | کرمانشاه | ۴ |
| ۶۶ | زنجان | ۴ | ۹۶ | کنگاور | ۴ |
| ۶۷ | سبزوار | ۳ | ۹۷ | کهنوج | ۱ |
| ۶۸ | سراب | ۴ | ۹۸ | کوهرنگ | ۶ |
| ۶۹ | سراوان | ۱ | ۹۹ | گرگان | ۳ |
| ۷۰ | سرپل ذهاب | ۳ | ۱۰۰ | گرمسار | ۳ |
| ۷۱ | سرخس | ۳ | ۱۰۱ | گلپایگان | ۵ |
| ۷۲ | سردشت | ۶ | ۱۰۲ | گلمکان | ۴ |
| ۷۳ | سقز | ۵ | ۱۰۳ | گناباد | ۲ |
| ۷۴ | سمنان | ۳ | ۱۰۴ | لار | ۱ |
| ۷۵ | سنندج | ۴ | ۱۰۵ | ماکو | ۴ |
| ۷۶ | سیرجان | ۴ | ۱۰۶ | مراغه | ۴ |
| ۷۷ | شاهرود | ۳ | ۱۰۷ | مریوان | ۵ |
| ۷۸ | شهر بابک | ۳ | ۱۰۸ | مسجدسلیمان | ۳ |
| ۷۹ | شهر کرد | ۴ | ۱۰۹ | مشهد | ۴ |
| ۸۰ | شیراز | ۳ | ۱۱۰ | ملایر | ۴ |
| ۸۱ | طبس | ۲ | ۱۱۱ | مهاباد | ۴ |
| ۸۲ | فردوس | ۲ | ۱۱۲ | میانه | ۴ |
| ۸۳ | فسا | ۳ | ۱۱۳ | نایین | ۲ |
| ۸۴ | فیروز کوه | ۴ | ۱۱۴ | نهاوند | ۴ |
| ۸۵ | قائن | ۲ | ۱۱۵ | نهبندان | ۲ |
| ۸۶ | قراخیل | ۴ | ۱۱۶ | نیشابور | ۴ |
| ۸۷ | قروه | ۴ | ۱۱۷ | همدان | ۴ |
| ۸۸ | قزوین | ۴ | ۱۱۸ | همدان نوژه | ۴ |
| ۸۹ | قم | ۳ | ۱۱۹ | یاسوج | ۴ |
| ۹۰ | قوچان | ۴ | ۱۲۰ | یزد | ۲ |

### ۶-۷-۲-۱ بار برف حداقل برای بام‌های با شیب کم

برای بام‌های شیب‌دار با شیب کمتر از پانزده درجه و برای بام‌های قوسی با زاویه قائم بین تاج و پای قوس کمتر از ده درجه باید بار حداقل، $P_m$ ، طبق رابطه ۶-۷-۲، نیز بطور جداگانه درنظر گرفته شود.

$P_m = I_s P_g$ برای $P_g \leq ۱ \text{ kN/m}^۲$ (۶-۷-۲-الف)

$P_m = I_s$ برای $P_g > ۱ \text{ kN/m}^۲$ (۶-۷-۲-ب)

بار برف حداقل، یک امکان بار برف یکنواخت جداگانه محسوب می‌شود. در تعیین و ترکیب با حالت‌های بار برف متوازن، برف جزیی، برف نامتوازن، برف انباشتگی و برف لغزنده، بار برف حداقل درنظر گرفته نمی‌شود.

### ۶-۷-۳ ضریب اهمیت

ضریب اهمیت ساختمان از نظر بار برف از جدول ۶-۱-۲ بدست می‌آید.

### ۶-۷-۴ ضریب برف‌گیری

اثر ناهمواری محیط و ساخت و ساز اطراف و میزان برف‌گیری بام ساختمان به کمک ضریب برف‌گیری، $C_e$ ، حاصل از جدول ۶-۷-۲، درنظر گرفته می‌شود.

در حالت برف‌ریز، بام بالاتر از محیط اطراف می‌باشد و محافظتی از اطراف وجود ندارد. اگر بر روی بام، واحدهای تأسیساتی بزرگ مستقر بوده و یا ارتفاع دست‌انداز بام و سایر برجستگی‌ها از روی بام بیشتر از ارتفاع برف متوازن، $h_b = P_r / \gamma$، باشد آن بام نمی‌تواند در گروه برف‌ریز قرار گیرد. موانع اطراف ساختمان تا فاصله ده برابر $h_\circ$ می‌توانند برای برف بام آن ساختمان محافظت ایجاد کرده و در آن صورت بام را نمی‌توان برف‌ریز دانست. $h_\circ$، فاصله قائم از روی مانع بالاتر تا روی بام می‌باشد. وزن مخصوص برف، $\gamma$، را می‌توان از رابطه ۶-۷-۳ محاسبه کرد.

$\gamma = ۰٫۴۳ P_g + ۲٫۲$ کیلونیوتن بر متر مکعب (۶-۷-۳)

مقدار $\gamma$ لازم نیست بیشتر از ۴/۷ کیلونیوتن بر متر مکعب در نظر گرفته شود. بام برف‌گیر از تمام جوانب پایین‌تر از موانع متصل به آن و یا موانع اطراف می‌باشد. بام‌های غیر برف‌گیر و غیر برف‌ریز بام‌های نیمه برف‌گیر محسوب می‌شوند. گروه ناهمواری محیط طبق بند ۶-۷- ۴-۱ تعیین می‌شود. گروه ناهمواری محیط و ضریب برف‌گیری باید بیانگر شرایط پیش‌بینی شده در دوره عمر مفید ساختمان مورد نظر باشند.

**جدول ۶-۷-۲ ضریب برف‌گیری، $C_e$**

| گروه ناهمواری محیط | بام برف‌ریز | بام نیمه برف‌گیر | بام برف‌گیر |
|---|---|---|---|
| زیاد | ۰/۹ | ۱/۰ | ۱/۲ |
| متوسط | ۰/۹ | ۱/۰ | ۱/۱ |
| کم | ۰/۸ | ۰/۹ | ۱/۰ |

### ۶-۷-۴-۱ گروه ناهمواری محیط

برای هر جهت باد، گروه ناهمواری محیط بر اساس مشخصات هریک از دو قطاع ۴۵ درجه در دو طرف جهت مورد نظر باد تعیین و هرکدام که بیشترین اثر را دارد انتخاب می‌شود. سه گروه ناهمواری محیط به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- گروه ناهمواری زیاد - محیط شهری و حومه شهری، محیط باغ، جنگل و سایر محیط‌های شامل ناهمواری و موانع متعدد و متراکم با ارتفاع ۹ متر یا بیشتر
- گروه ناهمواری متوسط- محیط با موانع پراکنده با ارتفاع عموماً کمتر از ۹ متر
- گروه ناهمواری کم - محیط مستوی بدون موانع از قبیل دریا و دریاچه، باتلاق و نمکزار

در نظر گرفتن چهار جهت باد متفاوت منطبق بر دو امتداد متعامد کافی می‌باشد.

## ۶-۷-۵ ضریب شرایط دمایی

ضریب شرایط دمایی، $C_t$، از جدول ۶-۷-۳، با توجه به شرایط مورد انتظار ساختمان در سال‌های عمر مفید، تعیین می‌شود.

**جدول ۶-۷-۳ ضریب شرایط دمایی، $C_t$**

| | |
|---|---|
| تمام ساختمان‌های به‌جز موارد زیر | ۱٫۰ |
| سازه‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند. | ۱٫۱ |
| سازه‌های با زیر بام باز و سازه‌های بدون گرمایش | ۱٫۲ |
| سازه‌هایی که همیشه دمای آنها زیر صفر درجه نگهداشته می‌شود | ۱٫۳ |

## ۶-۷-۶ ضریب شیب

برای بام‌های مسطح، ضریب شیب، $C_s$، برابر واحد می‌باشد. برای بام‌های شیب‌دار ضریب شیب بر حسب زاویه شیب، $\alpha$، به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$C_s = ۱٫۰$ $\quad \alpha \le \alpha_\circ$ ،(۶-۷-۴-الف)

$C_s = ۱ - \dfrac{\alpha - \alpha_\circ}{۷۰ - \alpha_\circ}$ $\quad \alpha_\circ < \alpha < ۷۰^\circ$ ،(۶-۷-۴- ب)

$C_s = ۰$ $\quad \alpha \ge ۷۰^\circ$ ،(۶-۷-۴- پ)

زاویه $\alpha_\circ$، طبق بند ۶-۷-۶-۱، با توجه به شرایط سطح شیب‌دار مشخص می‌شود.

**۶-۷-۶-۱** اگر سطح بام لغزنده بوده و لغزش برف بر روی سطح شیب‌دار بدون مانع باشد و همچنین فضای کافی پایین‌تر از لبه بام برای پذیرش برف موجود باشد، مقدار $\alpha_\circ$ برای $C_t$=۱ برابر پنج درجه، برای $C_t$= ۱٫۱ برابر ده درجه و برای مقادیر بیشتر $C_t$ برابر پانزده درجه خواهد بود. بام‌های لغزنده شامل پوشش‌های فلزی، سنگ برگ، شیشه‌ای و پوشش لاستیکی، پلاستیکی و قیراندود با سطوح صاف و هموار می‌باشد. غشاهای دارای سطوح آجدار را نمی‌توان صاف دانست. ورقه‌های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده محسوب نمی‌شوند.

در صورت عدم وجود شرایط لغزنده و مانع‌دار بودن بام، مقدار $\alpha_\circ$ برای $C_t$ =۱ برابر ۳۰ ° و برای $C_t$ های بیشتر برابر ۴۵ ° می‌باشد.

**۶-۷-۶-۲** در بام‌های قوسی ضریب اثر شیب باید با توجه به شیب قوس در طول آن تعیین گردد. برای این منظور کافی است قوس به صورت یک چند ضلعی درنظر گرفته شود و ضریب اثر شیب برای هر یک از اضلاع بر حسب زاویه ضلع با افق و بر طبق بند ۶-۷-۶-۱ تعیین گردد. تعداد قطعات در هر نیمه قوس نباید از سه قطعه کمتر باشد. برای قسمت‌های با شیب بیشتر از هفتاد درجه بار برف درنظر گرفته نشده و این نواحی جزو تقسیمات قوس درنظر گرفته نمی‌شود.

**۶-۷-۶-۳** برای بام‌های کنگره‌ای و شیب‌دار دندانه‌ای ضریب شیب برای کلیه سطوح برابر یک خواهد بود.

**۶-۷-۶-۴** بر روی طره لبه پایین بام، که امکان تجمع برف وجود خواهد داشت، از ضریب یک برای $C_s$ و $C_t$ استفاده شده ولی مقدار $P_r$ در ناحیه تجمع برف دو برابر می‌شود. عرض ناحیه تجمع برف برابر طول طره خواهد بود ولی مقدار آن از بر دیوار زیر سقف به سمت بیرون را لازم نیست بیشتر از ۱٫۵ متر درنظر گرفت.

## ۶-۷-۷ بارگذاری جزیی

اثر لحاظ بار برف متوازن، $P_r$ ، فقط بر روی برخی از دهانه‌ها و مقدار $P_r$ ۰٫۵ برای سایر قسمت‌ها باید بررسی شود. برای تیرهای ممتد چند دهانه، سه حالت زیر درنظر گرفته شود:

- بار کامل متوازن برف بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و نیم‌بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- نیم بار متوازن برف بر روی هر یک از دهانه‌های انتهایی و بار کامل متوازن بر روی سایر دهانه‌ها
- تمام ترکیب‌های ممکن بار کامل متوازن بر روی دو دهانه مجاور و نیم‌بار متوازن بر روی سایر دهانه‌ها

طره به صورت یک دهانه جداگانه لحاظ می‌شود. اعمال ضوابط این بخش برای اعضای عمود بر خط‌الراس سقف شیب‌دار دو طرفه با شیب بیشتر از چهار درصد ضروری نیست. برای سایر انواع پوشش‌های بام، امکان ایجاد اثر بیشتر ناشی از بارگذاری جزیی، از طریق کاهش بار برف متوازن به نصف در بخش‌هایی از بام باید بررسی شود.

## ۶-۷-۸ بارگذاری نامتوازن

بارگذاری متوازن و نامتوازن برف بطور جداگانه درنظر گرفته می‌شوند. در تعیین بار نامتوازن امکان وزش باد از تمام جوانب باید بررسی شود.

### ۶-۷-۸-۱ بار نامتوازن برف برای بام‌های با شیب دو و یا چند طرفه

درنظر گرفتن بار نامتوازن برف برای بام‌های با شیب کمتر از ۴٪ و شیب بیشتر از ۶۰٪ لازم نیست. برای بام‌های با فاصله افقی کمتر از ۶ متر بین تاج و پای شیب با تیرهای با تکیه‌گاه ساده بین تاج و پای شیب، بار نامتوازن یکنواخت برف در حالت پشت به باد با شدت $I_sP_g$ درنظر گرفته شده و قسمت رو به باد بدون بار برف درنظر گرفته شود. برای سایر بام‌ها، بار نامتوازن شامل بار گسترده $۰/۳P_r$ در سمت بادگیر و در سمت پشت به باد $P_r$ به اضافه سربار به شدت بر واحد سطح افقی برابر $\gamma h_d \sqrt{i}$ و در فاصله افقی $۸h_d/(۳\sqrt{i})$ از تاج شیب به سمت پای شیب خواهد بود. i ، بیانگر شیب سقف (تانژانت زاویه شیب) می‌باشد. ارتفاع انباشت برف، $h_d$، بر حسب متر، از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$h_d = ۰/۱۲ \sqrt[۳]{l_u} \sqrt[۴]{۱۰۰P_g + ۵۰} - ۰/۵ \qquad (۵-۷-۶)$$

در رابطه فوق، $l_u$ فاصله افقی تاج تا پای شیب در قسمت رو به باد بر حسب متر می‌باشد. برای طول افقی ناحیه پشت به باد کمتر از ۶ متر، از مقدار ۶ متر برای $l_u$ استفاده شود.

### ۶-۷-۸-۲ بار نامتوازن برف برای بام‌های قوسی

برای بخش‌هایی از بام با شیب بیشتر از ۷۰ درجه بار برف لحاظ نخواهد شد. اگر شیب خط رابط از تاج به پای قوس (یا نقطه با شیب ۷۰ درجه در صورت وجود) کمتر از ده درجه و یا بیشتر از ۶۰ درجه باشد، لحاظ بار نامتوازن ضروری نیست. برای بخش رو به باد بار برف درنظر گرفته نخواهد شد و برای قسمت پشت به باد توزیع بار برف نامتوازن بصورت زیر خواهد بود:

الف- اگر شیب پای بام کمتر یا برابر ۳۰ درجه باشد، مقدار شدت بار در تصویر افقی بام در پای شیب از مقدار $۲P_r/C_e$، محاسبه شده برای شیب پای بام، بطور خطی به مقدار $۰/۵P_r$ ، با لحاظ $C_s=۱$، در تاج کاهش خواهد یافت.

ب- اگر شیب پای بام بین ۳۰ و ۷۰ درجه باشد، مقدار شدت بار برف در تصویر افقی بام از $P_r$ ۰/۵ (با Cs=۱) در تاج بطور خطی تا مقدار $2P_r/C_e$ (محاسبه شده برای شیب ۳۰ درجه) در محل شیب ۳۰ درجه افزایش داده شده و سپس به مقدار $2P_r/c_e$ در پای بام (محاسبه شده برای شیب پای بام) به‌طور خطی کاهش داده می‌شود.

پ- اگر شیب پای بام بیشتر از ۷۰ درجه باشد. برای ناحیه پایین‌تر از شیب ۷۰ درجه بار برف صفر در نظر گرفته شده و برای بقیه بام مطابق حالت ب عمل خواهد شد.

اگر در کمتر از یک متری پای بام زمین و یا بام دیگری قرار دارد، برای دو حالت ب و پ، مقدار شدت بار برف برای ناحیه با شیب بیشتر از ۳۰ درجه کاهش داده نشده و برابر مقدار محاسبه شده در شیب ۳۰ درجه تا لبه بام در نظر گرفته خواهد شد.

### ۶-۷-۸-۳ بار نامتوازن بار برف برای بام‌های دندانه‌دار، کنگره‌ای، و تاوه چین‌دار

برای اینگونه بام‌ها، اگر دارای شیب بیشتر از ۳ درصد باشند، بار برف نامتوازن درنظر گرفته می‌شود. مقدار بار متوازن، برای اینگونه بام‌ها، برابر $P_r$ با لحاظ $C_s$=۱ می‌باشد (بند ۶-۷-۶-۳). شدت بار برف نامتوازن، در تصویر افقی، از نصف مقدار بار برف متوازن در نقاط تاج بطور خطی به مقدار $2P_r/C_e$ در نقاط قعر بام (با لحاظ $C_s$=۱) افزایش می‌یابد. تراز برف معادل حساب شده در نقاط قعر لازم نیست از تراز برف در نقاط تاج بیشتر باشد.

### ۶-۷-۸-۴ بار نامتوازن برای گنبد

گنبد و یا پوشش‌های مدور مشابه به چهار ربع (قطاع نود درجه) در پلان تقسیم شده و هرقطاع نود درجه به‌طور جداگانه، مشابه بند ۶-۷-۸-۲، بصورت پشت به باد بارگذاری می‌شود. از هر لبه مشترک قطاع نود درجه مورد نظر با قطاع نود درجه مجاور، بار برف به تدریج تا مقدار صفر در میانه قطاع مجاور کاهش داده می‌شود. زاویه کل قطاع بارگذاری شده پشت به باد در مجموع ۱۳۵ درجه خواهد بود. برای قطاع رو به باد باقی مانده با زاویه کل ۲۲۵ در پلان بار برف لحاظ نخواهد شد.

## ۶-۷-۹ انباشتگی برف در بام پایین‌تر

بام برای تحمل بارهای انباشته شده برف ناشی از سایه باد قسمت‌های بالاتر همان ساختمان و یا بلندی‌ها و ساختمان‌های مجاور باید طراحی شود.

### ۶-۷-۹-۱ بام پایین‌تر ساختمان

برف ممکن است بر اثر وزش باد از قسمت بالاتر بام ساختمان بر روی بام پایین‌تر آن ریزش کند (انباشت پشت به باد) و یا باد در جهت مقابل بار برف را بر روی بام پایین‌تر در مجاورت قسمت بلندتر انباشته سازد (انباشت رو به باد). مقدار انباشت بار برف به بار متوازن اضافه خواهد شد. اگر شرط $h_c/h_b < ۰/۲$ برقرار باشد درنظر گرفتن انباشتگی برف لازم نیست. $h_b = P_r / \gamma$ ، ارتفاع بار برف متوازن می‌باشد و $h_c$ برابر ارتفاع نزدیک‌ترین نقطه بام مجاور بالاتر از روی برف متوازن روی بام پایین‌تر می‌باشد. هر دو امکان انباشت پشت به باد و رو به باد باید درنظر گرفته شود:

الف- در امکان پشت به باد، شدت بار برف انباشت برابر مقدار $P_d = \gamma h_d$ در پای دیوار قسمت بلندتر خواهد بود. $h_d$ از رابطه ۶-۷-۵ بدست می‌آید و در آن رابطه $l_u$ بیانگر طول بام بالاتر می‌باشد.

ب- برای امکان رو به باد، عرض بام پایین‌تر برابر $l_u$ در نظر گرفته شده و سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۶-۷-۶ ، برای $h_d$ به عنوان ارتفاع برف انباشت بر روی بام مورد نظر در مجاورت بخش بلندتر درنظر گرفته می‌شود. اگر این مقدار از مقدار $h_d$ امکان الف بیشتر بود، نتیجه امکان الف ملاک بارگذاری انباشت برف خواهد بود.

اگر $h_d$ محاسبه شده از $h_c$ کمتر باشد، عرض توزیع مثلثی انباشت برف برابر $w = ۴h_d$ و اگر مقدار $h_d$ از $h_c$ بیشتر بود، مقدار عرض انباشتگی از رابطه:

$$w = \frac{۴h_d^۲}{h_c} \qquad (۶-۷-۶)$$

بدست می‌آید. ارتفاع انباشت مثلثی در پای ناحیه بلندتر مقدار حداکثر $h_d$ را داشته و ارتفاع انباشت برف به‌طور خطی به صفر در فاصله $w$ از آن کاهش داده می‌شود. مقدار $w$ از مقدار $۸h_c$ بیشتر

درنظر گرفته نخواهد شد. اگر w از عرض بام مورد نظر، $l_r$ ، بیشتر باشد مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر $h_d(w-l_r)/w$ بوده و برف انباشت توزیع ذوزنقه‌ای خواهد داشت.

### ۶-۷-۹-۲ ساختمان‌های مجاور

اگر فاصله افقی دو ساختمان، d، کمتر از ۶ متر و کمتر از ۶ برابر فاصله قائم آن‌ها، h ، باشد، بار انباشتگی بر روی بام پایین‌تر بر اساس قسمت الف بند ۶-۷-۹-۱، برای حالت پشت به باد، با اختیار ارتفاع انباشت برف برابر کمترین مقادیر $h_d$ (بر اساس طول ساختمان بلندتر) و ۶/(۶h - d) محاسبه می‌شود. عرض ناحیه مثلثی برابر مقدار کمتر $6h_d$ و (۶h - d) درنظر گرفته می‌شود. h، بیانگر اختلاف تراز لبه بام بلندتر با لحاظ دست‌انداز و روی لبه بام پایین بدون لحاظ دست‌انداز می‌باشد.

برای امکان رو به باد محاسبه بر اساس قسمت ب بند ۶-۷-۹-۱ انجام می‌شود. در مجاورت ساختمان بلندتر مقدار حداکثر انباشت فرض شده و از توزیع مثلثی حاصل، بخشی از توزیع برف انباشت که در بین دو ساختمان قرار می‌گیرد از بارگذاری حذف می‌گردد.

در مورد دست‌اندازها، طول بام در جهت عمود بر دست‌انداز برای $l_u$ منظور خواهد شد. در مورد قسمت بالا آمده از بام، مقدار بزرگتر طول بالادست و طول پایین‌دست باد بر روی بام برای $l_u$ منظور خواهد شد. اگر ناحیه‌ای مجاور قسمت بالا آمده بر روی بام عرض کمتر از ۴٫۵ متر داشته باشد، برای آن لحاظ بار برف انباشت لازم نیست.

### ۶-۷-۱۰ بالا آمدگی و دست‌انداز بام

اثر قسمت‌های بالا آمده از بام از قبیل خرپشته و فضاهای تأسیساتی و دست‌انداز اطراف بام در انباشتگی برف باید مطابق بند ۶-۷-۹-۱ در اطراف آن‌ها درنظر گرفته شود. ارتفاع حداکثر انباشت برف را می‌توان سه چهارم مقدار حاصل از رابطه ۶-۷-۵ درنظر گرفت.

### ۶-۷-۱۱ برف لغزنده

بار حاصل از لغزش برف از بام شیب‌دار بالاتر و ریختن آن به سقف پایین‌تر باید برای بام‌های لغزنده با شیب بیشتر از دو درصد و برای سایر بام‌های با شیب بیشتر از ۱۵ درصد باید درنظر گرفته شود. مقدار کل بار بر واحد طول در مجاورت لبه پایین بام بالاتر برابر $۰/۴P_rW/C_s$ بر روی بام پایین درنظر گرفته می‌شود. W، فاصله افقی لبه پایین تا خط‌الرأس سقف شیب‌دار بالاتر است. این بار بطور یکنواخت از بر لبه پایین بام بالاتر تا فاصله ۴/۵ متر از آن بر روی بام پایین به‌صورت نواری توزیع می‌شود. اگر عرض بام پایینی کمتر از ۴/۵ متر باشد، مقدار بار به نسبت عرض بام بر ۴/۵ متر کاهش می‌یابد.

برای دو سازه جدا، بار برف لغزنده در صورتی در نظر گرفته می‌شود که $h/d > ۱$ و $d < ۴/۵$ متر باشد، عرض نوار بار برف لغزیده بر روی بام پایین‌تر برابر d - ۴/۵ متر بوده و مقدار بار برف بر واحد طول نوار برابر $۰/۴P_r W\left[\frac{(۴/۵-d)}{۴/۵C_s}\right]$ در نظر گرفته خواهد شد. اگر اختلاف تراز لبه پایین سقف شیب‌دار با سقف پایین کم باشد به‌طوری که برف روی بام پایین باعث کاهش لغزش برف از بام بالاتر گردد می‌توان مقدار برف لغزیده شده را کمتر درنظر گرفت.

بار برف لغزنده به بار متوازن اضافه می‌شود و اثر آن به‌صورت همزمان با برف نامتوازن، انباشتگی برف، بارگذاری جزیی برف و اثر باران به برف درنظرگرفته نمی‌شود.

### ۶-۷-۱۲ سربار باران بر برف

در مناطق با برف زمین ۱ کیلونیوتن بر متر مربع و کمتر ولی بیشتر از ۰/۲۵ کیلونیوتن بر مترمربع (مناطق ۲ و ۳) برای بام با شیب کمتر از W/۱۵ درجه (W بر حسب متر می‌باشد)، سربار باران به مقدار ۰/۲۵ کیلونیوتن بر متر مربع به بار برف متوازن اضافه خواهد شد. این بار لازم نیست همراه با اثر انباشتگی، لغزش، بار برف نامتوازن، بار برف حداقل و یا بار بارگذاری جزیی برف درنظر گرفته شود.

### ۶-۷-۱۳ ناپایداری برکه‌ای

در طراحی بام باید ناپایداری برکه‌ای شدن بررسی شود. برای بام‌های با شیب کمتر از دو درصد و بام‌های با امکان انباشتگی آب، به دلیل گرفتگی آبرو، تغییرشکل بام بر اثر بار کامل برف، با لحاظ اثر برکه‌ای شدن، محاسبه و ارزیابی شود.

### ۶-۷-۱۴ بام‌های موجود

در صورت ساخت سازه جدید و یا تغییرات در ساختمان موجود امکان اضافه شدن بار برف بام‌های مجاور موجود باید بررسی شود. اگر سازه جدید و یا قسمت جدید در فاصله‌ای کمتر از ۶ متر از بام موجود ساخته می‌شود باید توسط سازنده بخش جدید به مالک ساختمان موجود، درباره خطرات احتمالی افزایش بار برف بام موجود، آگاهی‌های لازم داده شود.

# ۶-۸ بار باران

## ۶-۸-۱ کلیات

بندهای این فصل بر اساس مطابقت تعریف‌ها و علائم زیر و مفاهیم آنها با آمار موجود در منطقه و مطالعات هیدرولوژیکی و مهندسی آب مورد تأیید مراجع ذیصلاح و مراکز دارای صلاحیت قانونی نظیر سازمان هواشناسی کشور برای ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها به کار می‌رود.

## ۶-۸-۲ علائم

$A$ : مساحت بام بر حسب مترمربع که برای یک شبکه زهکشی به کار می‌رود.

$d_h$ : عمق آب مازاد بر روی بام تغییرشکل نیافته بر اساس جریان طرح و در بالای دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی که به عنوان ارتفاع هیدرولیکی بوده و بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

$d_s$ : عمق آب روی بام تغییرشکل نیافته تا دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی در زمانی که شبکه زهکشی اصلی مسدود شده است و به عنوان ارتفاع استاتیکی بوده که بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

$i$ : شدت بارندگی طرح با مدت زمان تدوام ۱ ساعت و با دوره بازگشت ۱۰۰ سال بر حسب میلی‌متر بر ساعت.

$Q$ : دبی جریان ورودی به یک شبکه زهکشی منفرد بر حسب مترمکعب بر ثانیه.

$R$ : بار باران روی بام تغییرشکل نیافته بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع. هنگامی که اصطلاح بام تغییرشکل نیافته استفاده می‌شود، تغییرشکل ناشی از بارها (شامل بارهای مرده) نباید در تعیین میزان باران روی بام لحاظ گردد.

### ۶-۸-۳ زهکشی بام

زهکشی بام یک مسأله سازه‌ای مرتبط با موضوعات معماری و مکانیکی (لوله‌کشی) است. شبکه‌های زهکشی بام باید مطابق با شرایط و ضوابط مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان و آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی و مراجع ذیصلاح و مراکز دارای صلاحیت قانونی، طراحی شوند. ظرفیت جریان زهکش‌های فرعی و سرریزهای فرعی یا مجرای ناودان‌ها نباید کمتر از زهکش‌ها و مجرای ناودان‌های اصلی باشد.

### ۶-۸-۴ بارهای ناشی از باران طرح

عمق آب، $d_h$، در بالای محل ورودی شبکه زهکشی فرعی یعنی ارتفاع هیدرولیکی، تابعی از شدت بارش باران در محل، $i$، مساحت بامی که شبکه زهکشی در آن مورد استفاده قرار گرفته و همچنین اندازه شبکه زهکشی می‌باشد. دبی جریان داخل یک شبکه زهکشی منفرد به صورت رابطه زیر است.

$$Q = ۰/۲۷۸ \times ۱۰^{-۶} Ai \qquad (۱-۸-۶)$$

مطابق جدول ۶-۸-۱، ارتفاع هیدرولیکی، $d_h$، در شبکه‌های زهکشی مختلف با دبی جریان، $Q$، ارتباط دارد.

جدول ۶-۸-۱ نشان می‌دهد که ارتفاع هیدرولیکی، $d_h$، می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای بر اساس نوع و اندازه هر شبکه زهکشی تغییر کند و باید بر اساس دبی جریان، $Q$، بررسی شود. همچنین ارتفاع هیدرولیکی، $d_h$، هنگامی که شبکه زهکشی فرعی در امتداد لبه بام به سادگی سرریز می‌شود، صفر است.

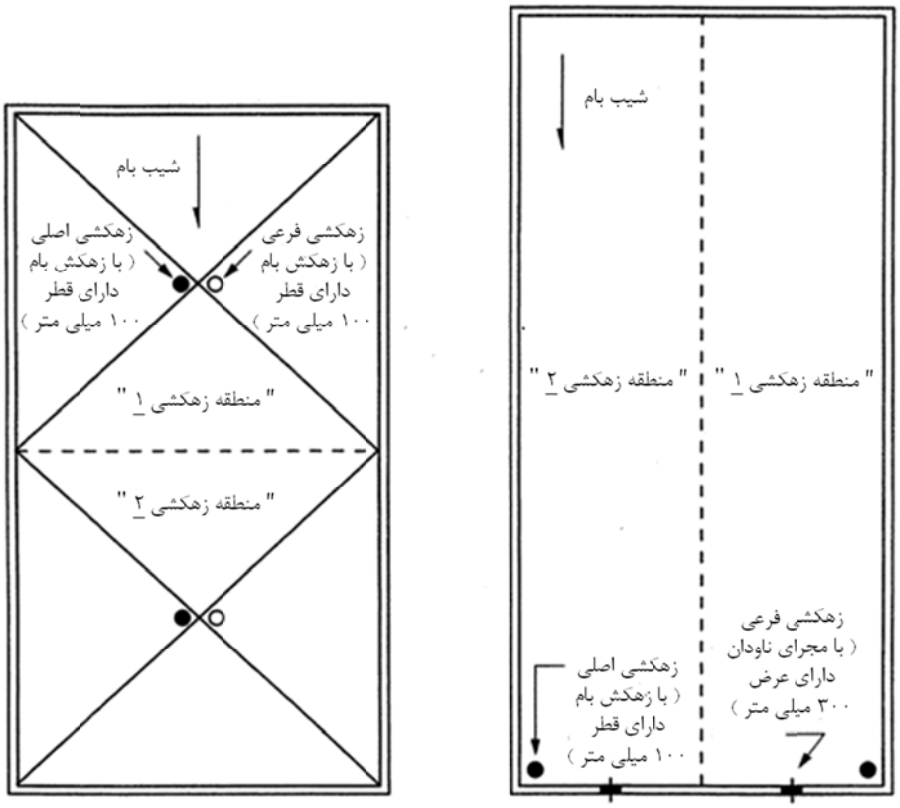
هر بخش از بام باید به گونه‌ای طراحی شود که در صورت مسدود شدن شبکه زهکشی اصلی برای آن بخش، بار کل آب باران جمع شده روی بام به علاوه بار یکنواخت ایجاد شده جریان طرح به واسطه آبی که در روی دهانه ورودی شبکه زهکشی فرعی بالا آمده است را بر مبنای رابطه زیر تحمل کند.

$$R = ۰/۰۱(d_S + d_h) \qquad (۲-۸-۶)$$

**جدول ۶-۸-۱ دبی جریان، $Q$، شبکه‌های زهکشی مختلف بر حسب مترمکعب بر ثانیه در ارتفاع‌های هیدرولیکی، $d_h$، گوناگون بر حسب میلی‌متر**

| نوع شبکه زهکشی فرعی | $Q\ (m^3/s)$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $d_h\ (mm)$ | ۲۵ | ۵۰ | ۷۵ | ۱۰۰ | ۱۲۵ | ۱۷۵ | ۲۰۰ |
| زهکش با قطر ۱۰۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۵۱ | ۰٫۰۱۰۷ | – | – | – | – | – |
| زهکش با قطر ۱۵۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۶۳ | ۰٫۰۱۲۰ | ۰٫۰۲۴۰ | – | – | – | – |
| زهکش با قطر ۲۰۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۷۹ | ۰٫۰۱۴۵ | ۰٫۰۳۵۳ | ۰٫۰۶۹۴ | – | – | – |
| مجرای ناودان با عرض ۱۵۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۱۱ | ۰٫۰۰۳۲ | ۰٫۰۰۵۷ | ۰٫۰۰۸۸ | ۰٫۰۱۲۲ | ۰٫۰۲۰۲ | ۰٫۰۲۴۸ |
| مجرای ناودان با عرض ۶۰۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۴۵ | ۰٫۰۱۲۶ | ۰٫۰۲۲۷ | ۰٫۰۳۵۳ | ۰٫۰۴۹۰ | ۰٫۰۸۱۰ | ۰٫۰۹۹۲ |
| مجرای ناودان مسدود با عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۱۱ | ۰٫۰۰۳۲ | ۰٫۰۰۵۷ | ۰٫۰۰۸۸ | ۰٫۰۱۱۲ | ۰٫۰۱۴۶ | ۰٫۰۱۶۰ |
| مجرای ناودان مسدود با عرض ۶۰۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۴۵ | ۰٫۰۱۲۶ | ۰٫۰۲۲۷ | ۰٫۰۳۵۳ | ۰٫۰۴۴۷ | ۰٫۰۵۸۳ | ۰٫۰۶۳۸ |
| مجرای ناودان مسدود با عرض ۱۵۰ و ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۱۱ | ۰٫۰۰۳۲ | ۰٫۰۰۵۷ | ۰٫۰۰۸۸ | ۰٫۰۱۲۲ | ۰٫۰۱۹۱ | ۰٫۰۲۱۶ |
| مجرای ناودان مسدود با عرض ۶۰۰ و ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر | ۰٫۰۰۴۵ | ۰٫۰۱۲۶ | ۰٫۰۲۲۷ | ۰٫۰۳۵۳ | ۰٫۰۴۹۰ | ۰٫۰۷۶۵ | ۰٫۰۸۶۶ |

چنانچه شبکه‌های زهکشی فرعی شامل مسیرهای زهکشی و نقاط تخلیه باشند، باید از مسیرهای زهکشی اصلی مجزا در نظر گرفته شوند. بدیهی است که تراز شبکه‌های زهکشی فرعی همواره بالاتر از شبکه‌های زهکشی اصلی است. همچنین در شکل ۶-۸-۱، دو نمونه شبکه زهکشی مجزا برای بام قابل مشاهده است که خط‌های نقطه‌چین در هر یک، نشان‌دهنده مرز بین مناطق زهکشی مجزا است.



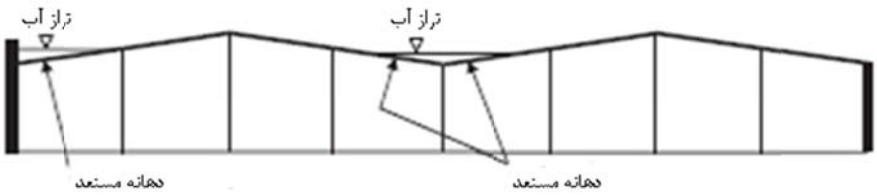

**شکل ۶-۸-۱ دو نمونه شبکه زهکشی مجزا برای بام**

### ۶-۸-۵ ناپایداری انباشتگی آب

انباشتگی آب در مورد تغییرشکل بام‌های نسبتاً تخت به واسطه جمع شدن آب، به کار می‌رود. صرف نظر از شیب بام، در صورتی که امکان جمع شدن آب بر روی بام به منظور رسیدن به شبکه زهکشی فرعی وجود داشته باشد، ناپایداری انباشتگی آب می‌تواند رخ دهد.

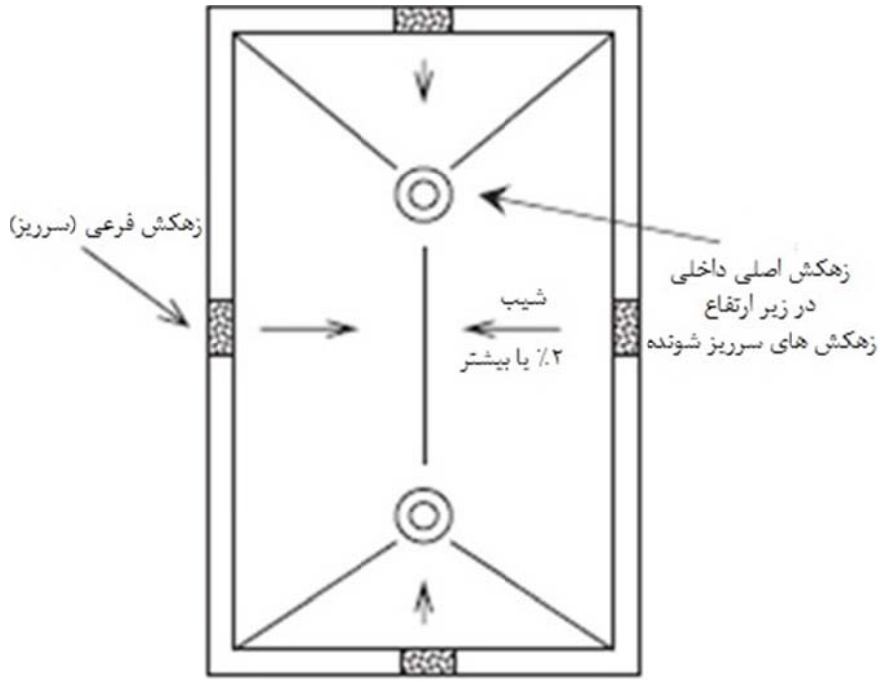
در جایی که شرایط جمع شدن آب وجود دارد، دهانه بین دو ستون به عنوان دهانه مستعد در معرض خطر، درنظر گرفته می‌شود. هر دهانه مستعد در ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها باید توسط تجزیه و تحلیل‌های سازه‌ای بررسی شود تا از دارا بودن سختی کافی آن به منظور جلوگیری نمودن از تغییرشکل مستمر و ناپایداری انباشتگی آب هنگام بارش باران یا در صورت وجود آب ناشی از

ذوب شدن برف بر روی آن، اطمینان حاصل گردد. دهانه‌ها برای یک بام با شیب کمتر از ۲٪ یا هنگامی که آب روی تمام یا بخشی از آن‌ها جمع شده و شبکه زهکشی اولیه مسدود گردیده است، اما امکان بهره‌برداری از شبکه زهکشی فرعی وجود دارد، باید به عنوان دهانه‌های مستعد در نظر گرفته شوند. در این تجزیه و تحلیل، بار برف یا بار باران معادل بزرگتر باید به عنوان شرط طراحی برای یک شبکه زهکشی اصلی مسدود، مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۶-۸-۲، نمونه‌ای از دهانه‌های مستعد برای یک بام با شیب ۲٪ یا بیشتر را نشان می‌دهد. برای هر سازه مشابه دارای بامی با شیب کمتر از ۲٪، تمام دهانه‌ها مستعد محسوب می‌شوند.




**شکل ۶-۸-۲ نمایی از دهانه‌های مستعد برای انباشتگی آب به واسطه شیب بام ۲٪ یا بیشتر**

شکل ۶-۸-۳، نمایی از یک بام با زهکش‌های سرریز احاطه کننده فرعی و زهکش‌های اصلی داخلی را نشان می‌دهد.




**شکل ۶-۸-۳ نمایی از یک بام با شیب ۲٪ یا بیشتر در معرض ناپایداری ناشی از انباشتگی آب در تمام دهانه‌های مستعد**

# ۶-۹ بار یخ - یخ زدگی جوی

## ۶-۹-۱ کلیات

بار ناشی از یخزدگی باران و برف باید در طراحی سازه‌ها و اجزای حساس به یخ درنظر گرفته شود. سازه‌ها و اجزای حساس به یخ شامل سازه‌های مشبک، لوله، کابل و پایه‌های آنها، سازه‌های شهربازی، نرده، پله، نردبان، پل‌های عابر پیاده، تابلو و علائم و سایر سازه‌ها و اجزاء سبک نمایان و در معرض یخزدگی برف و باران وارد بر آن‌ها می‌باشد. بار یخ بر اساس دوره بازگشت متوسط پنجاه سال تعیین می‌شود. این مبحث شامل خطوط انتقال برق و مخابرات و خطوط آبرسانی و سوخت نمی‌شود. اثرات دینامیکی بار یخ بر روی سازه‌ها و اجزای انعطاف‌پذیر در این مبحث درنظر گرفته نشده است و در صورت لزوم باید بطور موردی بررسی شود.

## ۶-۹-۲ بار یخ

در محاسبه وزن یخ جوی می‌توان وزن مخصوص متوسط یخ را نه دهم وزن مخصوص آب درنظر گرفت. حجم یخ، $V_i$، برای ورق‌ها و اجزای سه بعدی بزرگ ماند گنبد و کره از رابطه ۶-۹-۱ حاصل می‌شود.

$$V_i = \pi t_d A_s \qquad (۱-۹-۶)$$

حجم یخ برای مقاطع سازه‌ای و اجزای منشوری بر اساس سطح مقطع یخ احاطه کننده آن‌ها بدست می‌آید. سطح مقطع یخ احاطه کننده عضو از رابطه ۶-۹-۲ حاصل می‌شود:

$$A_i = \pi t_d (D_c + t_d) \qquad (۶-۹-۲)$$

در روابط ۶-۹-۱ و ۶-۹-۲:

$t_d$ : ضخامت طراحی یخ بر اثر یخزدگی باران طبق بخش ۶-۹-۳

$A_s$ : مساحت یک طرف ورق برای ورق‌های مستوی و مساحت بزرگترین مقطع جزء سه بعدی نظیر گنبد و کره

$D_c$ : قطر استوانه محیط بر مقطع سازه‌ای و یا جزء منشوری

برای ورق‌های قائم مقدار حجم یخ را بیست درصد و برای ورق‌های افقی مقدار حجم یخ را چهل درصد می‌توان کاهش داد.

## ۶-۹-۳ ضخامت طراحی یخ ناشی از یخزدگی باران

مقدار ضخامت طراحی یخ، از رابطه ۶-۹-۳ بدست می‌آید:

$$t_d = ۲t I_i F_z \qquad (۶-۹-۳)$$

که در آن:

$t$ : ضخامت اسمی یخ ناشی از یخزدگی باران در ارتفاع ده متر، طبق بخش ۶-۹-۵

$I_i$ : ضریب اهمیت طبق جدول ۶-۱-۲

$F_z$ : ضریب ارتفاع طبق بخش ۶-۹-۴

## ۶-۹-۴ ضریب ارتفاع

ضریب ارتفاع برای ارتفاع $z$ ، بر حسب متر، از سطح زمین از رابطه ۶-۹-۴ بدست می‌آید:

$$F_z = \left(\frac{z}{۱۰}\right)^{۰/۱} \qquad (۶-۹-۴)$$

لازم نیست مقدار $F_z$ را از ۱/۴ بیشتر درنظر گرفت.

### ۶-۹-۵ ضخامت اسمی یخ

ضخامت اسمی یخ بر اساس دوره بازگشت متوسط پنجاه سال با استفاده از مطالعات محلی و یا اطلاعات سازمان هواشناسی کشور تعیین می‌شود. در غیاب مطالعات دقیق‌تر، ضخامت اسمی یخ را برای مناطق مختلف برف فصل هفتم این مبحث بصورت زیر می‌توان تعیین نمود:

| | |
|---|---|
| - مناطق ۱ و ۲- برف کم و نادر | t = ۰ |
| - منطقه ۳- برف متوسط | t = ۵ mm |
| - منطقه ۴- برف زیاد | t = ۷/۵ mm |
| - منطقه ۵- برف سنگین | t = ۱۲/۵ mm |
| - منطقه ۶- برف فوق سنگین | t = ۱۵ mm |

### ۶-۹-۶ اثر باد بر سازه‌ها و اجزای پوشیده از یخ

ترکیب بارهای شامل وزن یخ، $D_i$ ، و اثر باد بر روی یخ ، $W_i$، بر اساس فصل دوم انجام خواهد شد. در محاسبه نیروی باد در حالت وجود یخ، اثر افزایش ابعاد به اندازه ضخامت طراحی یخ باید درنظر گرفته شود. ضریب اهمیت باد وارد بر عضو پوشیده شده با یخ، برای تمام گروه‌ها اهمیت برابر واحد خواهد بود و فقط ضریب اهمیت مربوط به ضخامت یخ، طبق رابطه ۶-۹-۳، برای محاسبه ضخامت طرح و وزن یخ، بکار خواهد رفت.

### ۶-۹-۷ بارگذاری جزیی

اثر وجود یخ بر روی بخشی از سازه و یا عضو باید بررسی شود.

# ۶-۱۰ بار باد

## ۶-۱۰-۱ کلیات

ساختمان‌ها و سازه‌ها و کلیهٔ اجزا آن‌ها باید برای اثر ناشی از باد، بر اساس ضوابط این فصل طراحی و ساخته شوند. این اثر باید با توجه به میانگین سرعت باد در منطقه، ارتفاع، شکل هندسی ساختمان‌ها، میزان پوشش و گرفتگی که موانع مجاور برای آنها در مقابل باد ایجاد می‌کنند، محاسبه شوند.

برای تعیین اثر ناشی از باد طراحی باید فرض شود که باد به‌صورت افقی و در هر یک از امتدادها، ترجیحاً در امتداد محورهای اصلی ساختمان، و به طور غیر همزمان به ساختمان اثر می‌نماید. اثر باد باید در امتداد مشخص شده در جهت مورد نظر نیز بررسی شود.

در طراحی اعضای سازه، اثر ناشی از بار باد با بار زلزله جمع نمی‌شود. کلیه اعضای سازه باید برای اثر هر یک از این دو که بیشتر باشد، طراحی شوند.

## ۶-۱۰-۲ فشار ناشی از باد بر ساختمان‌ها و سازه‌ها

فشار خارجی یا مکش تحت باد بر روی جز یا کل سطح یک ساختمان باید با استفاده از رابطه ذیل بدست آید.

$$p = I_w q C_e C_g C_p \qquad (۱-۱۰-۶)$$

در این رابطه:

$p$ = فشار خارجی که به‌صورت استاتیکی در جهت عمود بر سطح چه در حالت فشار وارد بر سطح یا مکش به سمت خارج از سطح، عمل می‌کند.

$I_w$ = ضریب اهمیت برای بار باد طبق جدول ۶-۱-۲

q = فشار مبنای باد بخش ۶-۱۰-۳ و جدول ۶-۱۰-۲

$C_e$ = ضریب بادگیری طبق بند ۶-۱۰-۶-۱

$C_g$ = ضریب اثر جهشی باد طبق بند ۶-۱۰-۶-۴

$C_p$ = ضریب فشار خارجی که بر مساحت وجه مورد نظر میانگین‌گیری شده باشد.

بار خالص باد برای کل ساختمان از جمع جبری بارهای وارده بر سطوح رو و پشت به باد (فشار یا مکش) بدست می‌آید. در برخی موارد این بار را می‌توان از جمع حاصلضرب فشار یا مکش در مساحت سطوح که فشار یا مکش میانگین‌گیری شده باشد، محاسبه شود.

فشار خالص ناشی از باد بر یک جزء یا تمام سطح یک ساختمان از جمع جبری فشار و مکش بدست می‌آید. فشار یا مکش داخلی در اثر باد از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$p_i = I_w q C_e C_{gi} C_{pi} \qquad (۶\text{-}۱۰\text{-}۲)$$

در این رابطه:

$p_i$ = فشار داخلی که بصورت استاتیکی در جهت عمود بر سطح، به شکل فشار وارد بر سطح یا مکش به سمت خارج از سطح عمل می‌کند.

$I_W$ = ضریب اهمیت برای بار باد طبق جدول ۶-۱-۲

$C_e$ = ضریب بادگیری طبق بند ۶-۱۰-۶-۱

$C_{gi}$ = ضریب اثر جهشی باد داخلی که طبق بند ۶-۱۰-۶-۴ بیان شده است.

$C_{pi}$ = ضریب فشار داخلی

### ۶-۱۰-۳ فشار مبنای باد

فشار مبنای باد بنا به تعریف، فشاری است که باد با سرعتی برابر با سرعت مبنای باد بر سطحی عمود بر جهش وزش باد اعمال می‌کند. مقدار این فشار برابر با $۰/۰۰۰۶۱۳V^۲$ برحسب کیلونیوتن بر مترمربع و $V$ سرعت مبنای باد به کیلومتر بر ساعت است.

فشار مبنای باد، q، براساس سرعت متوسط ساعتی باد که احتمال تجاوز از این مقدار در سال ۲٪ است و بطور متعارف با دوره بازگشت ۵۰ ساله بیان می‌گردد، بدست می‌آید. معادلهٔ ۶-۱۰-۱۶ (رجوع شود به بند۶-۱۰-۷-۴) اطلاعاتی را درخصوص تبدیل فشار مبنای باد، q، به سرعت مبنای باد، V، که در معادلهٔ ۶-۱۰-۱۷ استفاده می‌شود، را ارائه می‌دهد (رجوع شود به بند ۶-۱۰-۷-۴).

جدول شماره ۶-۱۰-۲ که توسط سازمان هواشناسی کشور ارائه شده است میانگین عددی سرعت باد در دوره بازگشت ۵۰ ساله با احتمال تجاوز ۲٪ در سال می‌باشد که دیدبانی پارامتر باد در ایستگاه‌های هم‌دیدی در ارتفاع ۱۰ متری روزانه ۸ نوبت رأس ساعات گرینویچ انجام می‌پذیرد.

### ۶-۱۰-۴ روش محاسبه بار باد

بار باد بر روی ساختمان باید با استفاده از یکی از سه روش ذیل با توجه به شرایط آن تعیین گردد:

***روش اول*** که روش استاتیکی نامیده می‌شود، برای اکثر موارد، شامل طراحی سازه و ساختمان‌های با ارتفاع کم و متوسط و نیز نما و پوسته خارجی مناسب است. سازه یا اجزائی که در این روش طراحی می‌شوند، نسبتاً صلب می‌باشند و به جزئیات خصوصیات دینامیکی این سازه‌ها یا اجزاء آن‌ها نیازی نیست و اثرات دینامیکی باد می‌تواند توسط بارهای استاتیکی معادل بیان شود.

***روش دوم*** که روش دینامیکی نام دارد، برای تعیین اثرات کلی باد شامل پاسخ تشدید شده و عمدتاً برای ساختمان‌های بلند و سازه‌های لاغر (بجز نما و پوسته خارجی و اعضای سازه‌ای ثانویه) به کار می رود. ساختار این روش مشابه روش استاتیکی است، با این تفاوت که ضریب اثر جهشی باد،$C_g$، و ضریب بادگیری ،$C_e$، به طور متفاوتی تعیین می‌شوند. $C_g$ از مجموعه محاسباتی که در برگیرنده موارد ذیل می‌باشد بدست می‌آید.

(الف) شدت تلاطم باد برای منطقه که تابعی از ارتفاع و ناهمواری سطح زمین اطراف است، و

(ب) مشخصات ساختمان مانند ارتفاع، عرض، فرکانس طبیعی ارتعاش و میرائی

هنگامی که $C_g$ در فشار مبنای باد، q، ضریب اهمیت، $I_w$، ضریب بادگیری، $C_e$، و ضریب فشار، $C_p$، ضرب شود، این ضریب اثر جهشی باد انتظار می‌رود فشار طرح استاتیکی را نتیجه دهد که نمایانگر همان اثر بار بیشینه تحت پاسخ دینامیکی تشدیدی به باد متلاطم واقعی باشد. علاوه بر محاسبه بار باد، محاسبه تغییرمکان جانبی و ارتعاشات ناشی از باد نیز می‌تواند برای برخی ساختمان‌ها که لازم است با روش دینامیکی طراحی شوند، مهم باشد. این موضوعات به همراه ریزش گردبادی سازه‌های گرد باید به طور جداگانه در نظر گرفته شود. روش دینامیکی در پیوست ۶-۲ آمده است.

***روش سوم*** که روش تجربی نام دارد، شامل آزمایش تونل باد یا سایر روش‌های تجربی می‌باشد. این روش می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای روش‌های استاتیکی و دینامیکی به کار رود. این روش مخصوصاً برای ساختمان‌هایی که ممکن است در معرض اثرات جستی باد یا گرفتگی قسمتی از عبور جریان توسط موانع بالا دست جریان، ریزش گردبادی یا اثرات ناپایداری آیرو دینامیکی قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود. روش تجربی همچنین برای تعیین ضرایب فشار خارجی، طراحی نما و پوسته خارجی و نیز ساختمان‌هایی که هندسه آن‌ها به طور محسوسی از شکل معمول متفاوت است، مناسب می‌باشد.

ضریب بادگیری و ضریب اثر جهشی باد برای روش استاتیکی در بندهای ۶-۱۰-۶-۱ و ۶-۱۰-۶-۴ و برای روش دینامیکی در بند پ-۶-۲-۱ الی پ-۶-۲-۶ ارائه شده‌اند. ضرایب فشار داخلی و خارجی برای روش‌های استاتیکی و دینامیکی در بند ۶-۱۰-۶-۷ الی ۶-۱۰-۶-۹ ارائه شده است.

### ۶-۱۰-۵ ارتفاع مبنا

برای محاسبهٔ فشار خارجی با استفاده از هر دو روش استاتیکی و دینامیکی، ارتفاع مبنا، h، برای محاسبهٔ $C_e$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

(الف) برای ساختمان‌های کوتاه مرتبه، همان‌گونه که در بند ۶-۱۰-۶-۵ تعریف خواهد شد، h ارتفاع متوسط بام یا ۶ متر، هر کدام که بزرگتر باشد. ارتفاع پیش آمدگی لبهٔ بام اگر شیب بام کمتر از $7^\circ$ باشد، ممکن است جایگزین ارتفاع متوسط شود.

(ب) برای ساختمان‌های بلندتر،

h برای وجه رو به باد، ارتفاع واقعی آن نقطه در بالای زمین است،

h برای وجه پشت به باد، نصف ارتفاع ساختمان، و

h برای بام و دیوارهای جانبی، ارتفاع ساختمان است.

(ج) برای هر المان سازه‌ای از ساختمان، h ارتفاع المان در بالای زمین است.

برای محاسبهٔ فشار داخلی، ارتفاع h در رابطهٔ مربوط به $C_e$ به اندازه نصف ارتفاع ساختمان تعریف می‌شود، زمانی‌که یک بازشوی بزرگ وجود دارد؛ h باید ارتفاع بازشو از سطح زمین در نظر گرفته شود.

## ۶-۱۰-۶ روش استاتیکی

روش استاتیکی برای محاسبهٔ بارهای باد روی کل ساختمان‌ها به جز ساختمان‌هایی با ضابطه تعریف شده در بخش ۶-۱۰-۴ به کار می‌رود.

### ۶-۱۰-۶-۱ ضریب بادگیری، $C_e$

ضریب بادگیری $C_e$ تغییرات سرعت باد با ارتفاع و نیز اثرات ناشی از تغییر در زمین اطراف و توپوگرافی را نشان می‌دهد. این ضریب براساس توزیع سرعت باد در ارتفاع روی دو نـوع زمین اطراف، باز و یا پرتراکم، بشرح ذیل تعیین می‌شود:

الف) برای زمین باز، $C_e = \left(\frac{h}{۱۰}\right)^{۰/۲}$، و حداقل برابر ۰/۹ درنظر گرفته می‌شود. زمین باز زمینی است که در آن ساختمان‌ها، درختان و موانع دیگر بصورت پراکنده بوده و یا به دریاچه، دریا و یا کنار ساحل باز، اطلاق می‌شود. $h$ ارتفاع مبنا از روی سطح زمین طبق بخش ۶-۱۰-۵ در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود $C_e$ از قانون نمائی با ضریب ۰/۲ که معادل ضریب ۰/۱ برای سرعت‌های باد جهشی است، پیروی می‌کند. باد جهشی بادی است که حدوداً ۳ تا ۵ ثانیه ادامه دارد و نمایانگر حجمی از باد است که بر روی کل سازه اثر می‌کند.

ب) برای زمین پرتراکم، $C_e = ۰/۷\left(\frac{h}{۱۲}\right)^{۰/۳}$ و حداقل برابر ۰/۷ در نظر گرفته می‌شود. زمین پرتراکم به زمین حومه شهری، شهری، جنگل پرتراکم که تا یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان در

بالا دست، هر کدام بیشتر باشد، امتداد پیدا کند، اطلاق می‌شود. فرض می شود $C_e$ از قانون نمائی با ضریب ۰/۳ که معادل ضریب ۰/۱۵ برای سرعت‌های باد جهشی است، پیروی می‌کند.

مقادیر میانیابی شده بین دو گروه الف و ب را در مواردی که ناهمواری زمین در کمتر از یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان، هر کدام بیشتر باشد، تغییر کند، می‌توان استفاده نمود.

### ۶-۱۰-۶-۲ تغییرات در نوع زمین

مقدار $C_e$ که در بند ۶-۱۰-۶-۱ برای زمین ناهموار داده شده، در صورتی‌که این ناهمواری در بالادست جریان حداقل ۱ کیلومتر یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان، H؛ هر کدام که بزرگتر باشد؛ امتداد یابد، باید استفاده شود. هنگامی که ناهمواری زمین کمتر از ۱ کیلومتر امتداد یابد (به عبارت دیگر x<۱ km ) و ساختمان کوتاه‌تر از ۱۰۰ متر باشد، مقدار $C_e$ را می‌توان با میانیابی بین زمین باز و پر تراکم با استفاده از روابط زیر محاسبه نمود:

برای $x_r$ بزرگتر از ۰/۰۵ km و کمتر از ۱ km ،

$$C_e = C_{er}\left[۰/۸۱۶ + ۰/۱۸۴\log_{۱۰}^{\left(\frac{۱۰}{x_r - ۰/۰۵}\right)}\right] \le C_{eo} \qquad (۳-۱۰-۶)$$

و برای $x_r$ کوچکتر یا مساوی ۰/۰۵ Km ،

$$C_e = C_{eo} \qquad (۴-۱۰-۶)$$

**که** در آن $x_r$ طول زمین ناهموار در بالادست جریان باد، $C_{er}$ برابر $C_e$ برای زمین ناهموار و $C_{eo}$ برابر $C_e$ برای زمین باز است.

### ۶-۱۰-۶-۳ خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی زمین

تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها می‌توانند به طور قابل توجهی، سرعت باد را در نزدیکی سطح زمین افزایش دهند که باید در ضریب بادگیری برای ساختمان‌های واقع روی تپه یا پرتگاه درنظرگرفته شود. راه

حلی که می‌تواند برای هر دو روش استاتیکی و دینامیکی این تشدید سرعت را لحاظ نماید، به‌شرح ذیل می‌باشد.

ساختمان‌های واقع روی تپه یا پرتگاه با حداکثر شیب بزرگتر از ۱ به ۱۰ (۱۰٪)، مخصوصاً نزدیک قله، ممکن است در معرض سرعت‌هایی به مراتب بزرگتر از ساختمان‌هایی که روی سطح زمین هستند، قرار گیرند. در صورتی که شیب تپه و پرتگاه کمتر از ۱۰٪ باشد احتمال آنکه سرعت باد افزایش قابل توجهی داشته باشد، وجود ندارد. بنابراین ضریب بادگیری در ارتفاع z بالای تراز زمین اطراف، برابر است با مقدار زمین باز ضربدر ضریب $(1+\Delta S(z))^2$ که در آن $\Delta S(z)$، ضریب خیز سرعت برای میانگین سرعت باد می‌باشد (این اثر در شکل ۶-۱۰-۱ نشان داده شده است). در نزدیکی قله و در فاصله $|x| < K$، ضریب بادگیری به صورت زیر اصلاح می‌شود:

$$C_e^* = C_e\left\{1+\Delta S_{\max}\left(1-\frac{|x|}{KL_h}\right)e^{\left(-\frac{\alpha z}{L}\right)}\right\}^2 \qquad (۶-۱۰-۵)$$

که در رابطه بالا:

$C_e^*$ = مقدار متناظر اصلاح شده برای استفاده در تپه و بالا آمدگی،

$C_e$ = ضریب بادگیری در روی سطح زمین باز، که در بند ۶-۱۰-۶-۱ برای روش استاتیکی و در بند پ-۶-۲-۱ برای روش دینامیکی ارائه شده است،

$\Delta S_{max}$ = ضریب خیز سرعت نسبی در رأس قله، نزدیک سطح،

$\alpha$ = ضریب کاهش برای کم شدن سرعت با ارتفاع

مقادیر $\alpha$ و $\Delta S_{max}$ به شکل و شیب تپه یا بالا آمدگی بستگی دارد.

مقادیر این پارامترها در جدول ۶-۱۰-۱ ارائه شده است.

**جدول ۶-۱۰-۱ پارامترهای حداکثر خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی**

| شکل تپه یا بالا آمدگی | $\Delta S_{max}$ | $\alpha$ | K | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $x<0$ | $x>0$ |
| تپه‌های ممتد یا دو بعدی (یا دره‌های با H منفی) | $۲/۲\left(\frac{H_h}{L_h}\right)$ | ۳ | ۱/۵ | ۱/۵ |
| پرتگاه‌های دو بعدی | $۱/۳\left(\frac{H_h}{L_h}\right)$ | ۲/۵ | ۱/۵ | ۴ |
| تپه‌های سه بعدی متقارن محوری | $۱/۶\left(\frac{H_h}{L_h}\right)$ | ۴ | ۱/۵ | ۱/۵ |

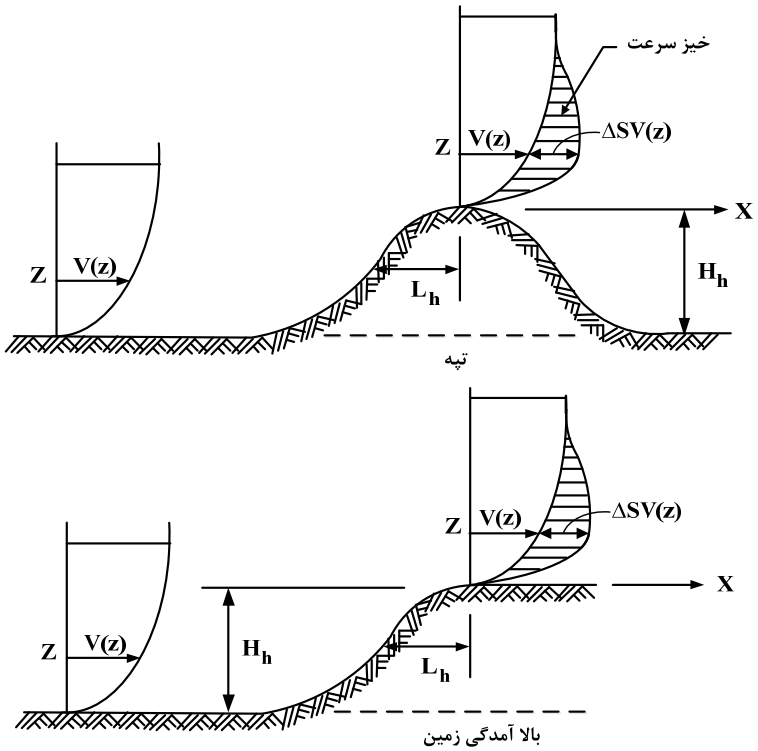
برای $\frac{H_h}{L_h} > ۰/۵$ فرض شود که $\frac{H_h}{L_h} = ۰/۵$ و $۲H_h$ جایگزین $L_h$ در معادله ۶-۱۰-۵ شود.

علائم جدول ۶-۱۰-۱ بشرح ذیل می‌باشد:

$H_h$ = ارتفاع تپه یا بالا آمدگی، یا اختلاف تراز بین قله و زمین اطراف تپه یا بالا آمدگی در بالادست جریان

$L_h$ = فاصلهٔ قله تا جایی که تراز زمین، نصف $H_h$ در بالادست جریان مطابق شکل ۶-۱۰-۱ است.

حداکثر شیب برای تپهٔ گرد، تقریباً $\frac{H_h}{۲L_h}$ می‌باشد. در عبارت‌های بالا فرض می‌گردد که باد در امتداد جهت حداکثر شیب به سمت تپه جریان دارد. به عبارت دیگر، جهتی که بیشترین خیز سرعت را نزدیک قله ایجاد می‌کند.




**شکل ۶-۱۰-۱ خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی زمین**

### ۶-۱۰-۶-۴ ضریب اثر جهشی باد، $C_{gi}$ , $C_g$

#### ۶-۱۰-۶-۴-الف کلیات

ضریب اثر جهشی باد $C_g$ باید مطابق با یکی از موارد ذیل اختیار شود.

الف: برای کل ساختمان و اعضای اصلی سازه $C_g = ۲/۰$

ب: برای فشار خارجی و مکش در اعضاء کوچک از جمله نما یا پوسته خارجی $C_g = ۲/۵$

پ: برای فشارهای داخلی $C_{gi} = ۲/۰$ و یا محاسبات دقیق‌تری که اندازه‌های بازشوها را در ساختمان، فشار حجم داخلی و انعطاف‌پذیری ساختمان را در نظر گرفته باشد.

ت: در تحلیل‌های دینامیکی $C_g$ مقداری است که بطور مناسبی تلاطم باد، ابعاد و فرکانس سازه را در نظر گرفته باشد.

در این بخش، روش‌ها برای تعیین ضریب اثر جهشی باد خارجی و داخلی مربوط به بخش ۶-۱۰-۲ ارائه شده است. این دو ضریب که به ترتیب با $C_g$ , $C_{gi}$ نشان داده می‌شوند، به صورت نسبت حداکثر اثر بارگذاری به میانگین اثر بارگذاری تعریف می‌شوند. این دو ضریب، موارد زیر را در بر می‌گیرند:

الف) نیروهای نوسانی تصادفی باد که در اثر تلاطم در باد ایجاد شده و به مدت کوتاهی روی کل سازه یا بخشی از آن اثر می‌کنند،

ب) نیروهای نوسانی القائی به وسیلهٔ منطقه پشت سازه،

پ) نیروهای اینرسی اضافی ایجاد شده توسط حرکت خود سازه، هنگامی که به نیروهای نوسانی باد پاسخ می‌دهد،

ت) نیروهای آیرو دینامیکی اضافی به سبب دگرگونی و تغییر جریان هوا در اطراف سازه به علت حرکت خود سازه (اثرات آیرو الاستیک).

همهٔ سازه‌ها تا اندازه‌ای تحت تأثیر این نیروها قرار می‌گیرند. پاسخ کلی را می‌توان با جمع کردن یک مولفهٔ زمینه که به صورت شبه استاتیکی عمل می‌کند و مولفهٔ تشدیدی که به سبب نیروهای اینرسی ایجاد شده از تحریک نزدیک به فرکانس طبیعی سازه در نظر گرفته می‌شود، لحاظ نمود. برای اکثر سازه‌ها، مولفهٔ تشدیدی کوچک بوده و اثر دینامیکی را می‌توان تنها با مولفهٔ زمینه و با استفاده از روش‌های استاتیکی در نظر گرفت. برای سازه‌هایی که مخصوصاً بلند، لاغر، سبک و انعطاف‌پذیر یا با میرایی کم هستند، ممکن است مولفهٔ تشدیدی حاکم باشد. در مورد چنین سازه‌هایی باید از روش دینامیکی استفاده نمود.

**۶-۱۰-۶-۴-ب ضریب اثر جهشی باد خارجی ، $C_g$**

مقادیر ضریب اثر جهشی باد خارجی، $C_g$، برای سازه‌های کوچک و کوتاه مرتبه یا سازه‌ها و اجزایی که صلبیت نسبتاً بالایی دارند، در بند ۶-۱۰-۶-۴-الف ارائه شده است.

ضرایب فشار بیشینه برخی از سازه‌های کوتاه مرتبه را می‌توان مستقیماً از آزمایش‌های تونل باد تعیین نمود. این ضرایب، ترکیبی از مقادیر $C_p$ $C_g$ هستند که با لحاظ کردن اثر جهشی باد علاوه بر ضریب شکل آیرو دینامیکی در تعیین ضریب فشار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۶-۱۰-۶-۴-پ اصلاح ضریب $C_g$ برای خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی**

خیز سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها، عمدتاً میانگین سرعت باد را تحت تأثیر قرار داده و بر دامنهٔ نوسانات تلاطمی آن اثر ندارد. لذا باید ضریب اثر جهشی باد برای هر دو روش استاتیکی و دینامیکی تصحیح شود تا افزایش در دامنهٔ جستی باد جهشی را هنگامی که ضریب $C_e^*$ از رابطه ۶-۱۰-۵ تعیین می‌شود، جبران نماید. رابطه ۶-۱۰-۶ ضریب اثر جهشی باد اصلاح شده را برای طراحی سازه‌های واقع در روی تپه‌ها و بالا آمدگی بیان می‌کند:

$$C_g^* = ۱ + (C_g - ۱)\sqrt{\frac{C_e}{C_e^*}} \qquad (۶-۱۰-۶)$$

که در آن:

$C_g^* =$ ضریب اصلاح شده برای تپه‌ها و بالا آمدگی‌های زمین، و

$C_g =$ ضریب اثر جهشی باد برای زمین تخت

هنگامی که از مقدار $C_p$ $C_g$ ترکیبی استفاده می‌شود، این مقدار می‌تواند برای تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها با ضرب نسبت $\frac{C_g^*}{C_g}$ که از معادله ۶-۱۰-۶ محاسبه می‌شود در مقدار $C_g = ۲$ برای سازهٔ ساختمان و $C_g = ۲/۵$ برای پوسته خارجی و اعضای ثانویه سازه‌ای استفاده شود.

**۶-۱۰-۶-۴-ت ضریب اثر جهشی باد داخلی**

همان‌گونه که در بند ۶-۱۰-۶-۴-الف اشاره گردید، مقدار پیش فرض ضریب اثر جهشی باد داخلی، $C_{gi}$، باید ۲ در نظر گرفته شود. برای سازه‌های بزرگ که یک حجم تیغه‌بندی نشده منفرد را احاطه می‌کند، فشار داخلی زمان قابل توجهی را می‌گیرد تا به تغییرات در فشار خارجی پاسخ دهد و در نتیجه ضریب اثر باد جهشی را کاهش می‌دهد. در چنین مواردی، رابطهٔ زیر برای $C_{gi}$ به جای مقدار پیش فرض استفاده می‌شود:

$$C_{gi} = ۱ + \frac{۱}{\sqrt{۱ + \tau}} \qquad (۷-۱۰-۶)$$

که $\tau$ یک متغیر وابسته به زمان است که فشار داخلی لازم دارد تا به تغییرات فشار خارجی در بازشوها پاسخ دهد و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tau = \frac{V_.}{۶۹۵۰A}\left[۱ + ۱/۴۲ \times ۱۰^{۵}\frac{A_S}{V_.}\delta\right] \qquad (۸-۱۰-۶)$$

$V_.$ = حجم داخلی برحسب $m^۳$ ،

$A$ = مساحت کل همهٔ بازشوهای خارجی حجم مورد نظر بر حسب $m^۲$ ،

$A_S$ = مساحت کل سطح داخلی حجم مورد نظر(به استثنای دال‌های روی سطح زمین)، برحسب $m^۲$، و

$\delta$ = میزان انعطاف پذیری پوستهٔ ساختمان و میانگین تغییرمکان به سمت بیرون پوستهٔ احجام در هر واحد افزایش فشار داخلی، برحسب $\frac{m^۳}{N}$.

مقدار متعارف $\delta$ برای ساختمان‌های با پوستهٔ خارجی و نمای فلزی حدوداً $۵\times۱۰^{-۵}\frac{m^۳}{N}$ می‌باشد. در مواقعی که تخمین $\delta$ مشکل باشد، به طور محافظه کارانه صفر در نظر گرفته می‌شود.

### ۶-۱۰-۶-۵ ضرایب فشار، $C_{pi}$ , $C_p^*$ , $C_p$

ضرایب فشار، نسبت‌های بی‌بعد فشارهای ایجاد شده توسط باد روی سطح ساختمان به فشار سرعتی باد در ارتفاع مبنا می‌باشند. این ضرایب، اثرات شکل آیرودینامیکی ساختمان، زاویه سطح باد خور به جهت جریان باد و تغییرات سرعت باد با ارتفاع را در بر می‌گیرد. ضرایب فشار معمولاً از آزمایش‌های تونل باد روی مدل‌های کوچک مقیاس تعیین می‌شوند، هر چند بعضی اوقات اندازه‌گیری‌ها روی ساختمان‌های در مقیاس کامل نیز انجام می‌گردد. شبیه‌سازی تغییرات سرعت طبیعی با ارتفاع، و تلاطم در تونل باد بسیار مهم است. آزمایش‌ها در جریان یکنواخت می‌توانند به شدت گمراه کننده باشند.

### ۶-۱۰-۶-۶ جهت باد

در هر موقعیت جغرافیایی، قوی‌ترین بادها در جهت‌های جغرافیایی مشخصی می‌باشند. احتمال اینکه جهت قوی‌ترین باد در امتداد جهتی باشد که بیشترین فشار را روی سطح مورد نظر ایجاد

می‌کند، کمتر از ۱۰۰٪ است. بنابراین، بار باد واقعی روی یک سطح مورد نظر، کمتر از مقداری است که از ترکیب فشار سرعتی مبنای باد برای آن محل با ضریب فشار بیشینه برای سطح محاسبه می‌شود. اثرات جهت وزش در بارهای ضریب دار لحاظ شده‌اند و نباید کاهش مجددی اعمال گردد.

### ۶-۱۰-۶-۷ ضرایب فشار خارجی برای ساختمان‌های کوتاه مرتبه

ضرایب فشار خارجی توصیه شده برای طراحی ساختمان‌های کوتاه مرتبه در شکل ۶-۱۰-۲ الی ۶-۱۰-۶ ارائه شده است. این ضرایب بر اساس داده‌های به دست آمده از مطالعات تونل باد لایهٔ مرزی می‌باشند. در موارد مختلفی، درستی این داده‌ها با اندازه‌گیری‌های مقیاس کامل صحت‌سنجی شده است. این ضرایب مبتنی بر حداکثر فشارهای باد جهشی هستند که تقریباً ۱ ثانیه به طول می‌انجامد، و در نتیجه شامل یک مقداری از ضریب اثر باد جهشی، $C_g$ می‌باشند. بنابراین، این ضرایب نشان دهندهٔ حاصل ضرب $C_pC_g$ هستند. ضرایب فشار خارجی به ناحیهٔ مربوط به المان یا عضو مشخصی که فشار باد روی آن عمل می‌کند، اعمال می‌گردد.

ضرایب فشار جهشی خارجی در شکل‌های ۶-۱۰-۲ الی ۶-۱۰-۶ برای ساختمان‌های با نسبت‌های ارتفاع به عرض کمتر از ۰٫۵ و ارتفاع مبنای کمتر از ۲۰ متر در حالتی که عرض ساختمان بعد کوچکتر پلان، $D_S$، باشد، توصیه می‌گردد. در نبود اطلاعات بیشتر، این شکل‌ها را می‌توان برای ساختمان‌های با نسبت‌های ارتفاع به عرض کمتر از ۱ و ارتفاع مبنای کمتر از ۲۰ متر نیز به کار برد. به جز این محدودیت‌ها، باید از شکل ۶-۱۰-۷ نیز استفاده شود.

شکل ۶-۱۰-۲ مقادیر $C_pC_g$ را برای سیستم مقاوم اصلی در برابر نیروی باد ساختمان‌های تحت تأثیر فشار باد در بیشتر از یک وجه، مانند قاب‌های ساختمانی، را نشان می‌دهد. توزیع بار ساده شده در شکل ۶-۱۰-۲ برای نمایش هر چه نزدیک‌تر رفتارهای سازه‌ای (فشار افقی، بلندشدگی و لنگرهای قاب) از آزمایشات تونل باد بدست آمده است. این نتایج حد مجاز بارگذاری جزئی جهشی باد را که در بند ۶-۱۰-۶-۴ به آن اشاره شده است، مشخص می‌کند.

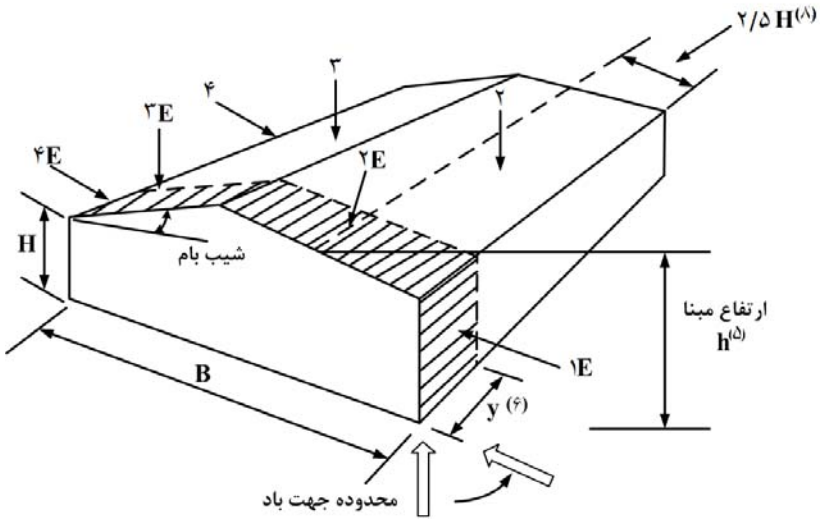
شکل‌های ۶-۱۰-۳ الی ۶-۱۰-۶ اثراتی را که باد روی وجوه منفرد، مانند طراحی پوستهٔ خارجی و نما و اعضای سازه‌ای ثانویه مثل تیرهای فرعی سقف و تیرچه‌ها دارد را ارائه می‌نمایند. این شکل‌ها باید برای طراحی المان‌های سازه‌ای با سطوح منفرد، مانند سقف‌ها که در آن لنگر اتصالات در محل

تقاطع سقف و دیوار در نظر گرفته نمی‌شود، نیز به کار رود. در این‌گونه موارد، لازم است بارهای روی لبه‌ها تنها در مجاورت لبه‌های رو به باد در نظر گرفته شوند، و در کل پیرامون محیط ضروری نمی‌باشد. برای سقف‌های با شیب بزرگتر از $7^{o}$ که نواحی لبه نیز در امتداد کناره‌ها رأس بام می‌باشند، این بارهای افزایش یافته تنها لازم است روی وجه پایین دست در نظر گرفته شوند. بارهای روی سایر نواحی لبه را می‌توان به مقادیر مشخص شده برای نواحی داخلی رجوع داد.

### ۶-۱۰-۶-۸ ضرایب فشار خارجی برای ساختمان‌های بلند مرتبه

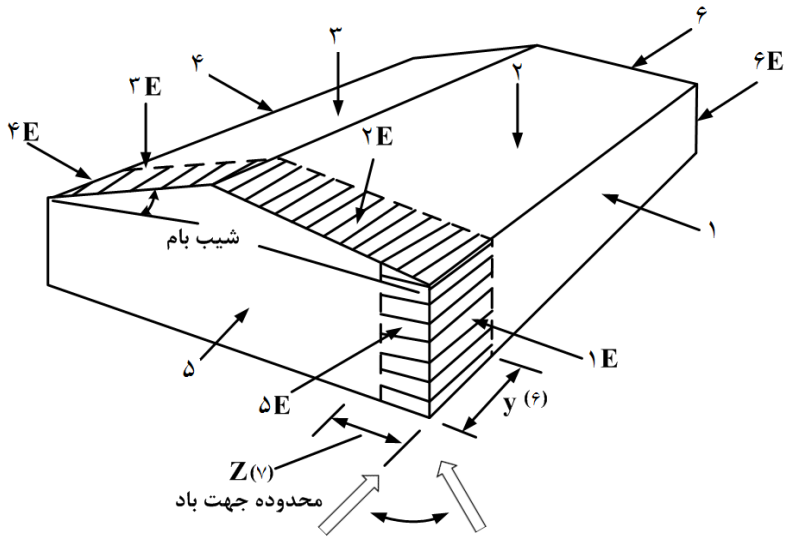
شکل ۶-۱۰-۷ ضرایب فشار خارجی مورد استفاده برای ساختمان‌های مستطیلی در پلان، با ارتفاع، H، بزرگتر از ۲۰ متر یا بعد کوچکتر پلان، $D_S$، را در بر می‌گیرد. ضرایب به صورت ضریب فشار متوسط زمانی و فضائی، $C_p$، یا صرفاً به صورت ضریب فشار محلی متوسط زمانی، $C_p^*$، داده شده اند. ضریب فشار محلی $C_p = \pm ۰/۹$ ، که در طراحی سطوح کوچک پوستهٔ خارجی یا نما (در حدود اندازه یک پنجره) استفاده می‌شود، می‌تواند تقریباً در هر جا و در هر ترازی، به جز نزدیک گوشه‌ها که $C_p^*$ محلی برابر با ۱/۲ مناسب است، اعمال گردد.

بارگذاری الف: باد عموماً عمود بر لبه




| شیب بام | سطوح ساختمان | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۱E | ۲ | ۲E | ۳ | ۳E | ۴ | ۴E |
| ۰° تا ۵° | ۰/۷۵ | ۱/۱۵ | -۱/۳ | -۲/۰ | -۰/۷ | -۰/۳ | -۰/۵۵ | -۰/۸ |
| ۲۰° | ۱ | ۱/۵ | -۱/۳ | -۲/۰ | -۰/۹ | -۱/۳ | -۰/۸ | -۱/۲ |
| ۳۰° تا ۴۵° | ۱/۰۵ | ۱/۳ | ۰/۴ | ۰/۵ | -۰/۸ | -۱/۰ | -۰/۷ | -۰/۹ |
| ۹۰° | ۱/۰۵ | ۱/۳ | ۱/۰۵ | ۱/۳ | -۰/۷ | -۰/۹ | -۰/۷ | -۰/۹ |

بارگذاری ب: باد عموماً موازی با لبه




| شیب بام | سطوح ساختمان | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۱E | ۲ | ۲E | ۳ | ۳E | ۴ | ۴E | ۵ | ۵E | ۶ | ۶E |
| ۰° تا ۹۰° | -۰٫۸۵ | -۰٫۹ | -۱٫۳ | -۲٫۰ | -۰٫۷ | -۱٫۰ | -۰٫۸۵ | -۰٫۹ | ۰٫۷۵ | ۱٫۱۵ | -۰٫۵۵ | -۰٫۸ |

**شکل ۶-۱۰-۲ ضریب بیشینه مرکب فشار و باد جهشی خارجی، $C_pC_g$، برای کنش‌های سازه‌ای اولیه ناشی از اثر هم زمان بار باد روی کلیه سطوح**

در شکل ۶-۱۰-۲:

(۱) ساختمان باید برای کلیهٔ جهات باد طراحی شود. هرگوشه باید به نوبهٔ خود به عنوان گوشهٔ رو به باد مطابق شکل‌های مربوطه، در نظر گرفته شود. برای تمامی شیب‌های بام، به بارگذاری $A$ و بارگذاری $B$ به عنوان دو وضعیت بارگذاری جداگانه نیاز است تا سیستم سازه‌ای، در برابر کنش‌های باد، شامل پیچش، مقاومت کند.

(۲) برای مقادیر نشان داده نشدهٔ شیب بام، ضریب $C_pC_g$ می‌تواند به صورت خطی میانیابی شود.

(۳) ضرایب مثبت نشان دهندهٔ نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند.

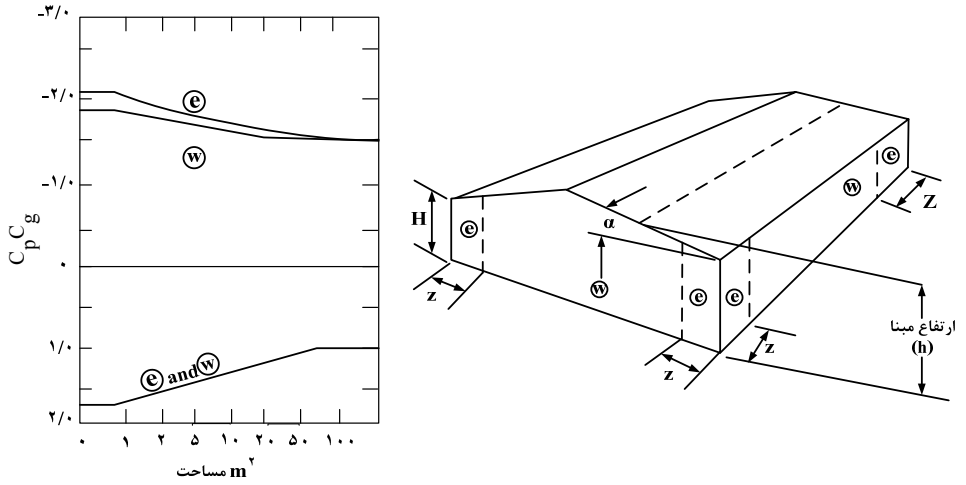
(۴) برای طراحی شالوده‌ها، به غیر از میل مهارهای قاب‌ها، تنها ۷۰٪ بار موثر باد در نظر گرفته می‌شود.

(۵) ارتفاع مبنا، h، برای محاسبهٔ فشار، ارتفاع میانه سقف یا ۶ متر، هر کدام که بزرگتر، می‌باشد. ارتفاع پاشیب، H، می‌تواند در صورت شیب کمتر از $7^{o}$ بام، جایگزین میانگین ارتفاع شود.

(۶) عرض ناحیهٔ انتهایی، y، باید ۶m یا ۲z هر کدام بزرگتر باشد، در نظر گرفته شود. z، ناحیهٔ انتهای دیوار ساختمان برای ترکیب بار B، تعریف شده است. از طرف دیگر، برای ساختمان‌های با قاب، ناحیهٔ انتهایی $y$ می‌تواند فاصلهٔ بین انتها و نخستین قاب داخلی باشد.

(۷) عرض ناحیهٔ انتهایی z برابر ۱۰٪ کمترین بعد افقی یا ۴۰٪ ارتفاع، H، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از ۴٪ بعد افقی کوچکتر یا ۱ متر اختیار شود.

(۸) برای$B/H<۵$ در بارگذاری A، ضرایب منفی روی سطوح ۲، ۲E باید تنها روی سطحی اعمال شوند که پهنای آن از محل پاشیب رو به به باد، ۲/۵H باشد. فشار روی بقیهٔ بام رو به باد باید به ضرایب مشخص شده برای بام پشت به باد (ضرایب مربوط به سطوح ۳، ۳E) کاهش یابد.




**شکل ۶-۱۰-۳ ضریب ترکیبی بیشینه فشار و باد جهشی خارجی، $C_pC_g$، روی دیوارهای منفرد برای طراحی اجزاء سازه‌ای و پوسته خارجی ونما**

در شکل ۶-۱۰-۳

(۱) این ضرایب برای هر شیب بامی $(\alpha)$ اعمال می‌شود.

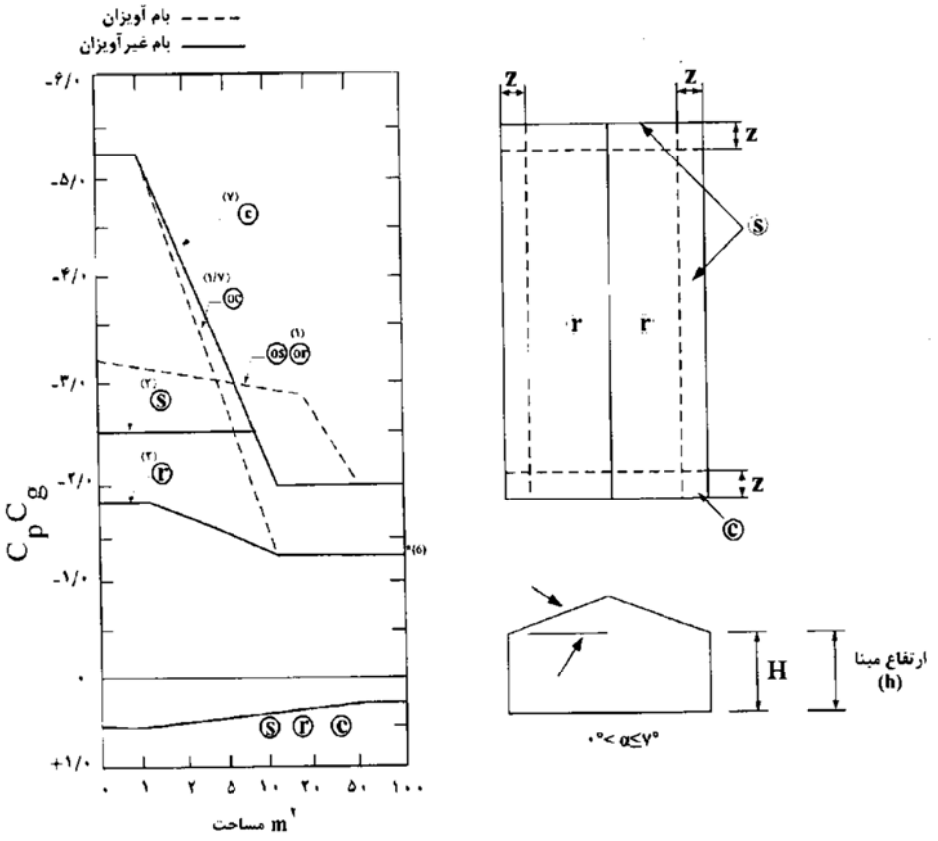
(۲) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیهٔ مشخص شده است.

(۳) عرض ناحیهٔ انتهایی z برابر ۱۰٪ کمترین بعد افقی یا ۴۰٪ ارتفاع، H، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از ۴٪ بعد افقی کوچکتر یا ۱ متر اختیار شود.

(۴) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دست‌یابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.

(۵) ضرایب مثبت نشان دهندهٔ نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.

(۶) ضرایب فشار می‌تواند معمولاً برای پوسته‌های خارجی با ویژگی‌های معماری بکار رود، با این حال، هنگامی که اعضای عمودی سازه عمیق‌تر از ۱ متر روی یک پوسته خارجی قرار می‌گیرند، $C_pC_g$ = -۲٫۸ به منطقهٔ e اعمال می‌شود.




**شکل ۶-۱۰-۴ ضرایب ترکیبی بیشینه فشار ـ جهش باد، $C_p C_g$، روی سقف‌های با شیب ۷° یا کمتر، برای طراحی اجزای سازه‌ای و پوسته خارجی**

در شکل ۶-۱۰-۴:

(۱) ضرایب برای بام‌های آویزان پیشوند "$o$" دارند که به مساحت‌های بام مشابه با آنچه که نماد متناظر بدون پیشوند، نشان می‌دهد، اشاره می‌کند. این ضرایب مشارکت هر دو سطوح بالایی و پایینی را شامل می‌شوند. در مورد طاق نماها، دیوارها به سمت داخل نمای کلی سقف هستند.

(۲) r, S هم در مورد بام‌ها و هم در مورد سطوح بالایی سایه‌بان‌ها به کار می‌روند.

(۳) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیهٔ مشخص شده است.

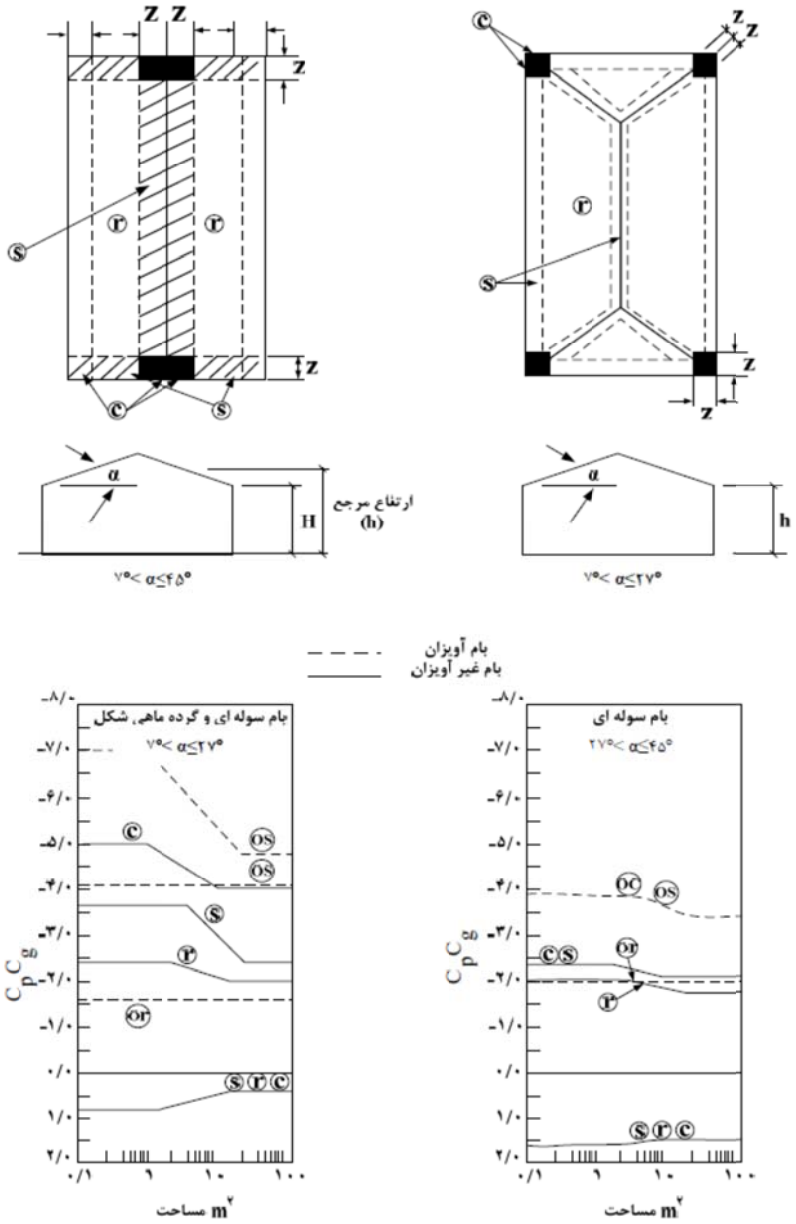
(۴) عرض ناحیهٔ انتهایی z برابر ۱۰٪ کمترین بعد افقی یا ۴۰٪ ارتفاع، H، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از ۴٪ بعد افقی کوچکتر یا ۱ متر اختیار شود.

(۵) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دست‌یابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.

(۶) ضرایب مثبت نشان دهندهٔ نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.

(۷) برای محاسبهٔ نیروهای بلندشدگی روی سطوح تحت تأثیر بزرگتر از $m^2$ ۱۰۰ روی بام‌های تقریباً بدون مانع با جان‌پناه‌های کوتاه، و جایی که مرکز سطح تحت تأثیر، از نزدیکترین لبه حداقل دو برابر ارتفاع ساختمان است، مقدار $C_pC_g$ ممکن است در $\frac{X}{H}$ = ۲ به ۱٫۱- و در $\frac{X}{H}$ = ۵ به صورت خطی به ۰٫۶- کاهش یابد، که x فاصله تا نزدیکترین لبه و H ارتفاع ساختمان است.

(۸) برای بام‌های با یک جان‌پناه محیطی که ارتفاع آن ۱ متر یا بیشتر است، ضرایب $C_pC_g$ گوشه برای سطوح تحت تأثیر کوچک، می‌تواند از ۵٫۴- به ۴٫۴- کاهش یابد.




**شکل ۶-۱۰-۵ ضرایب ترکیبی بیشینه فشار ـ جهش باد خارجی، $C_p C_g$، روی بام‌های شیروانی تک دهانه و چند شیبه با شیب ۷° یا بیشتر برای طراحی اجزای و پوسته خارجی**

در شکل ۶-۱۰-۵:

(۱) ضرایب برای بام‌های آویزان پیشوند "$o$" دارند که به مساحت‌های بام مشابه با آن‌چه که نماد متناظر بدون پیشوند، نشان می‌دهد، اشاره می‌کند. این ضرایب مشارکت هر دو سطوح بالایی و پایینی را شامل می‌شوند. در مورد طاق نماها، دیوارها به سمت داخل نمای کلی سقف هستند.

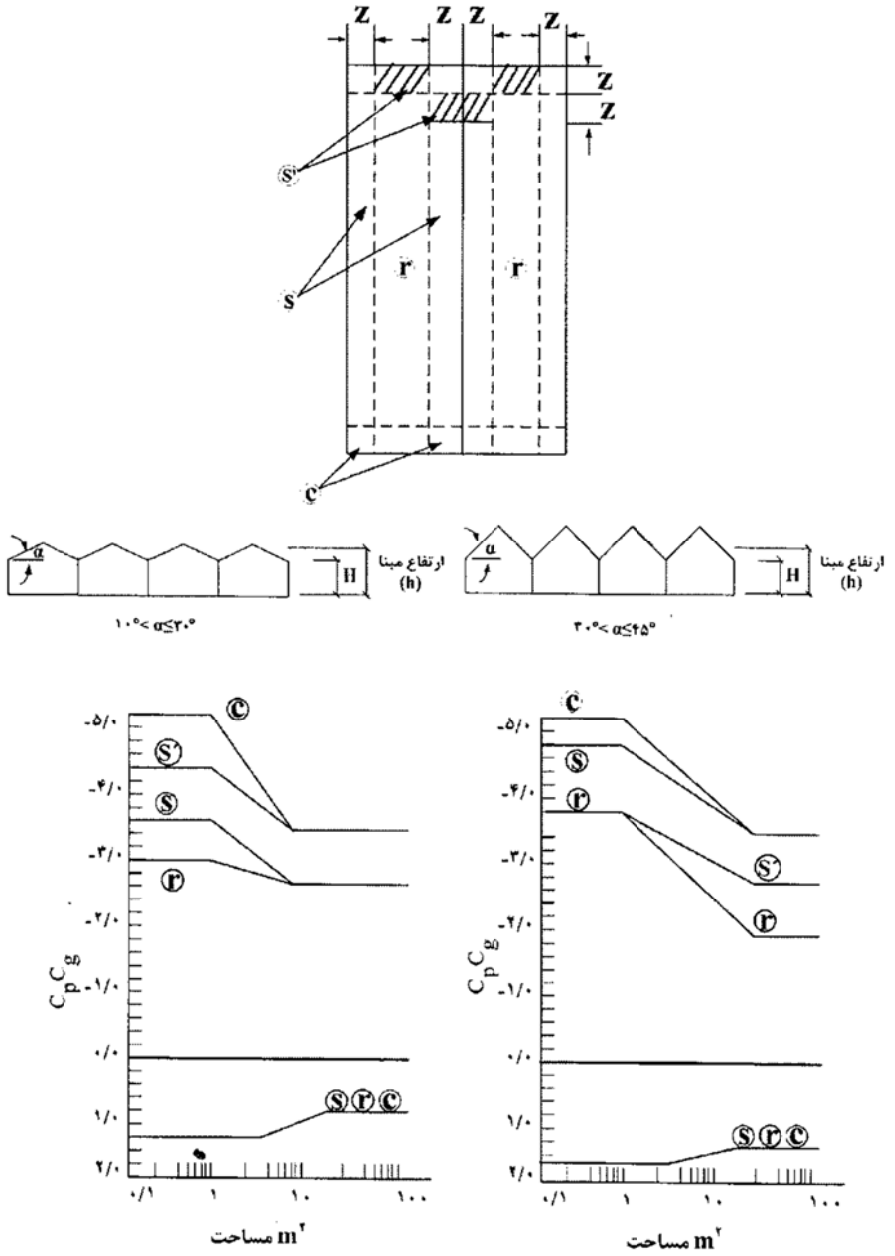
(۲) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیهٔ مشخص شده است.

(۳) عرض ناحیهٔ انتهایی z برابر ۱۰٪ کمترین بعد افقی یا ۴۰٪ ارتفاع، H، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از ۴٪ بعد افقی کوچکتر یا ۱ متر اختیار شود.

(۴) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دست‌یابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.

(۵) ضرایب مثبت نشان دهندهٔ نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.

(۶) برای بام‌های چند شیبه با $7° \leq \alpha \leq 27°$، نوارهای لبه تارک و ضرایب فشار ـ جهش باد برای تارک‌های بام‌های شیروانی‌دار، در امتداد هر شیب اعمال می‌شوند.




**شکل ۶-۱۰-۶ ضرایب ترکیبی بیشینه فشار ـ جهش باد، $C_p C_g$، روی بام‌های شیروانی (دندانه‌ای) چند دهانه با شیب بزرگتر از ۱۰°برای طراحی اجزای سازه‌ای و پوسته خارجی**

در شکل ۶-۱۰-۶:

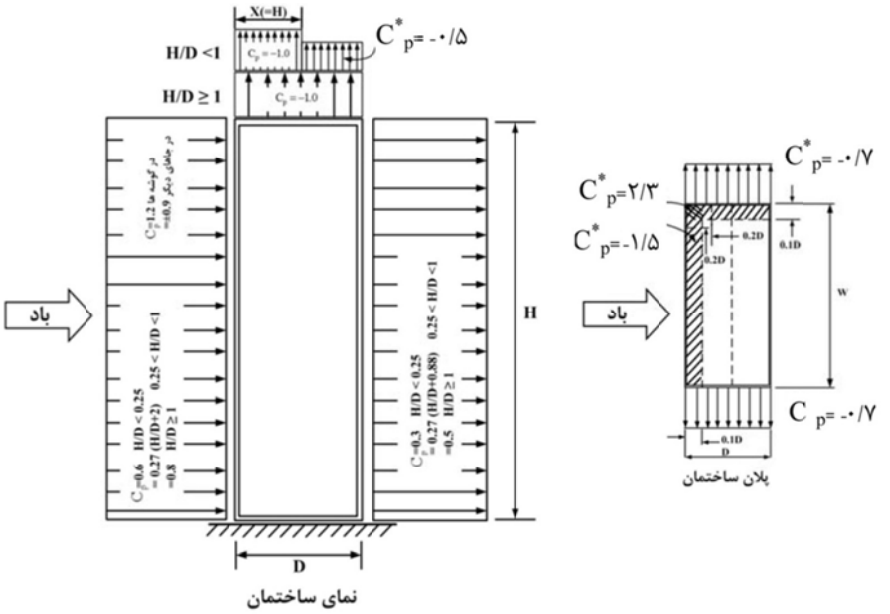
(۱) محور افقی در نمودار، مساحت تحت طراحی در ناحیهٔ مشخص شده است.

(۲) عرض ناحیهٔ انتهایی z برابر ۱۰٪ کمترین بعد افقی یا ۴۰٪ ارتفاع، H، هر کدام کمتر باشد، است. این عرض، نباید از ۴٪ بعد افقی کوچکتر یا ۱ متر اختیار شود.

(۳) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دست‌یابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود.

(۴) ضرایب مثبت نشان دهندهٔ نیروهای رو به سطح هستند، در حالی که ضرایب منفی، نیروهای دور از سطح را نشان می‌دهند. هر المان سازه‌ای باید برای هر دوی این نیروها طراحی شود.

(۵) برای $\alpha \leq 10^\circ$ ، ضرایب داده شده در شکل ۶-۱۰-۴ اعمال می‌گردد.




**شکل ۶-۱۰-۷ ضرایب فشار خارجی $C_p$ و $C_p^*$، برای ساختمانهای با بام تخت**

در شکل ۶-۱۰-۷:

(۱) W, D به ترتیب نشان‌دهندهٔ ابعاد پلان پای ساختمان در روی شالوده، در جهت باد و جهت عمود بر باد می‌باشند.

(۲) ضرایب $C_p$ نشان داده شده رو به باد دیوار، هنگامی که جهت باد عمود بر دیوار است، قابل اعمال‌اند.

(۳) ضرایب $C_p^*$، برای مکش‌های موضعی شدید ایجاد شده توسط وزش باد با یک زاویه کوچکی به سمت دیوار می‌باشند. این ضرایب باید برای طراحی پوسته خارجی و سطوح بام کوچک به کار روند، لیکن نباید به همراه $C_p$ برای کل ساختمان در نظر گرفته شوند.

(۴) ترکیب فشار خارجی و داخلی باید برای دست‌یابی به بحرانی‌ترین حالت بارگذاری، ارزیابی شود. ضرایب فشار داخلی، $C_{pi}$، در بند ۶-۱۰-۶-۹ ارائه شده‌اند.

(۵) ضرایب فشار نشان داده شده معمولاً برای نماهای شیشه‌ای فاقد عضو نگهدارنده قائم خمیده عمیق به کار می‌رود. در چنین نماهائی، $C_p$ = -۱٫۲ که برای گوشه‌ها داده شده، برای ناحیهٔ گوشه که عرض آن ۰٫۱D است، به کار می‌رود. هنگامی که عضو نگهدارنده قائم خمیده عمیق‌تر از ۱ متر روی این نماهای شیشه‌ای قرار می‌گیرند، به یک ناحیهٔ گوشه که عرضش ۰٫۲D است، اعمال می‌گردد.

(۶) مقدار $C_p^*$ را برای بام‌های با جان پناه‌های محیطی بلندتر از ۱ متر، از ۲٫۳- به ۲- باید کاهش داد.

(۷) در سطوح پایین‌تر بام‌های پله‌ای مسطح، ضرایب فشار مثبت مساوی با همین مقادیر برای دیوارها، برای فاصلهٔ b اعمال می‌شود (به شکل۶-۱۰-۷ برای تعریف b رجوع شود). بخش‌هایی از دیوارها بالای بام‌های پایین‌تر، ضرایب مشابه با دیوارهای دیگری دارند که به نحو مشابهی در برابر جریان باد چرخیده باشند.

### ۶-۱۰-۶-۹ ضریب فشار داخلی، $C_{pi}$

ضریب فشار داخلی، $C_{pi}$، اثر باد روی فشار هوای درون ساختمان را تعریف می‌کند و هم در طراحی المان‌های پوسته خارجی و هم سازهٔ اصلی اهمیت دارد. بزرگی این ضریب بستگی به توزیع

و اندازهٔ منافذ نشت هوا و بازشوها دارد که هوای داخلی را به بیرون انتقال می‌دهد. با ترک‌ها و منفذهای بسیار کوچک که یکنواخت توزیع شده باشند، خروج هوا آهسته صورت می‌گیرد. اگر چه فشار داخلی تقریباً با فشار خارجی متوسط روی سطح در معرض باد، به تعادل خواهد رسید، لیکن اثر جهش باد تقلیل خواهد یافت. اگر بازشوها بزرگتر و قابل ملاحظه‌تر باشند (در مقیاس با درها و پنجره‌ها) فشار داخلی به فشار خارجی در بزرگترین بازشوی حاکم، نزدیک خواهد شد و فشارهای جهشی در داخل احساس خواهد شد.

به خاطر قابلیت تغییر و عدم قطعیت اندازه و توزیع بازشوها، ضرایب فشار داخلی می‌تواند محدودهٔ وسیعی را در برگیرد. علی رغم این عدم قطعیت‌ها، استفاده از ضرایب داده شده در ادامهٔ این بخش، برای هر دو روش استاتیکی و دینامیکی، کافی است. ضریب $C_{pi}$ به این بستگی دارند که بازشوهای بزرگ و یا کوچک هوا از آنها عبور می‌کند، به طور یکنواخت توزیع شده باشند. در این‌جا، یک بازشوی بزرگ یا قابل ملاحظه به معنای یک بازشو منفرد یا ترکیبی از بازشوها روی هر دیواری است که راهرویی را برای باد فراهم می‌کند که مساحتی معادل دو برابر یا بیشتر از مساحت متناظر آن در سطوح باقی ماندهٔ ساختمان، شامل بام باشد. چنین بازشوی قابل توجهی، ممکن است توسط درهای اصلی، درهای مخصوص حمل و نقل پنجره‌ها و دریچه‌های تهویه در صورت باز بودن در زمان طوفان و یا شکستن ایجاد شود.

برای کنترل دامنهٔ شرایطی که می‌تواند موجود باشد، سه گروه اصلی طراحی در زیر ارائه شده است. برای هر یک از این سه گروه، $C_{gi}$ با استفاده از الزامات بند ۶-۱۰-۶-۴-ت محاسبه شده است:

گروه ۱: صفر تا ۰٫۱۵- $= C_{pi}$

این گروه، شامل ساختمان‌های بدون هرگونه بازشوهای بزرگ یا قابل توجه است، اما بازشوهای کوچک یکنواخت توزیع شده دارای مساحتی کمتر از ۰٫۱ درصد مساحت کل سطح می شود. مقدار $C_{pi}$ باید ۰٫۱۵- در نظر گرفته شود. در مواردی که چنین بازشوهایی، بار خارجی را کاهش می‌دهند؛ ضریب $C_{pi} = 0$ اختیار می‌شود. چنین ساختمان‌هایی شامل ساختمان‌های بلند مرتبه هستند که اسماً هوابندی شده‌اند و هیچ پنجره و در توری قابل باز شدن نداشته و به صورت مکانیکی تهویه می‌شوند.

برخی ساختمان‌های کوتاه مرتبهٔ کمتر متداول، مثل انبارهای بدون پنجره که در آن‌ها سیستم‌های در معرض خرابی در طوفان نمی‌باشند، نیز در این گروه قرار دارند.

گروه ۲: $C_{pi} = -۰/۴۵$ تا $۰/۳$

این گروه در بر گیرندهٔ ساختمان‌هایی است که در صورت داشتن بازشوهای بزرگ می‌توان به بسته شدن آن‌ها، در طول طوفان‌ها اعتماد کرد، لیکن در این ساختمان‌ها نشت هوا از منافذ ممکن است یکنواخت توزیع نشده باشد. اکثر ساختمان‌های کوتاه مرتبه در این گروه جای می‌گیرند مشروط بر این‌که تمام اجزای ساختمان مخصوصاً درهای حمل و نقل و پارکینگ در برابر باد کاملاً مقاوم باشند. اکثر ساختمان‌های بلند مرتبه با پنجره‌های قابل بازشو یا درهایی که پشت بالکن باز می شوند نیز در این گروه واقع می‌شوند.

گروه ۳: $C_{pi} = -۰/۷$ تا $۰/۷$

این گروه، ساختمان‌های با بازشوهای بزرگ یا قابل توجه را در بر می‌گیرد که از طریق آن‌ها بادهای جهشی به فضای داخلی انتقال می‌یابند. مثال‌های چنین ساختمان‌هایی شامل پناهگاه‌های با یک ضلع باز یا بیشتر و نیز ساختمان‌های صنعتی با درهای حمل و نقل بزرگ، دستگاه‌های تهویه و مانند آن‌ها هستند که احتمال باز بودن آن‌ها در طول طوفان‌ها وجود دارد یا کاملاً مقاوم نیستند.

یکی از تهدیدات همیشگی در طوفان‌های شدید، شکستن سطوح شیشه‌ای بدون حفاظ و دیگر اجزای آسیب پذیر توسط ذرات و اشیاء کوچک معلق در هوا است. سازه‌هایی که باید قابلیت بهره‌برداری پس از طوفان را داشته باشند لازم است توانایی مقاومت در برابر کلیهٔ پیامدهای شکست شیشه‌ها را داشته و الزامات گروه ۳ برآورده نماید. برای دیگر سازه‌ها که در آن، شیشه برای باد طراحی شده و حفاظت کافی در برابر بلند شدگی بام وجود دارد، احتمال وقوع خرابی شیشه به سبب ذرات و اشیاء معلق در هوا، توسط ضرایب معمول بار برای باد لحاظ شده است.

در اکثر موارد، نیازی نیست که فشارهای داخلی غیریکنواخت، جز در طراحی تیغه‌بندی‌های داخلی در نظر گرفته شود. در نتیجه، برای اکثر طراحی‌های سازه‌ای، دو مقدار حدی فشار داخلی (در گروه‌های بالا) می‌تواند به طور جداگانه در نظر گرفته شود، مگر این‌که دیوارهای داخلی

ساختمان به خوبی هوابندی شده باشند و خرابی باد و امثال آن بتواند یک سطح از ساختمان را در شرایط گروه ۳ قرار دهد، در صورتی که بقیهٔ ساختمان در گروه ۱ یا ۲ باقی می‌ماند و منجر به فشارهای داخلی نامتوازن می‌گردد.

فشارهای داخلی همچنین تحت تأثیر تهویهٔ مکانیکی و اثر دودکش در اثر تفاضل درجه حرارت بیرون و داخل قرار می‌گیرند. تحت بهره‌برداری معمول، سیستم‌های تهویهٔ مکانیکی، تفاضلی کمتر از ۰٫۱ کیلو نیوتن بر مترمربع در دیوارها ایجاد می‌کند، در حالیکه اثر دودکش به سبب اختلاف دمای $40^{\circ}C$ می‌تواند تفاضلی برابر ۰٫۲ کیلو نیوتن بر متر مربع در هر ۱۰۰ متر ارتفاع ساختمان برسد.

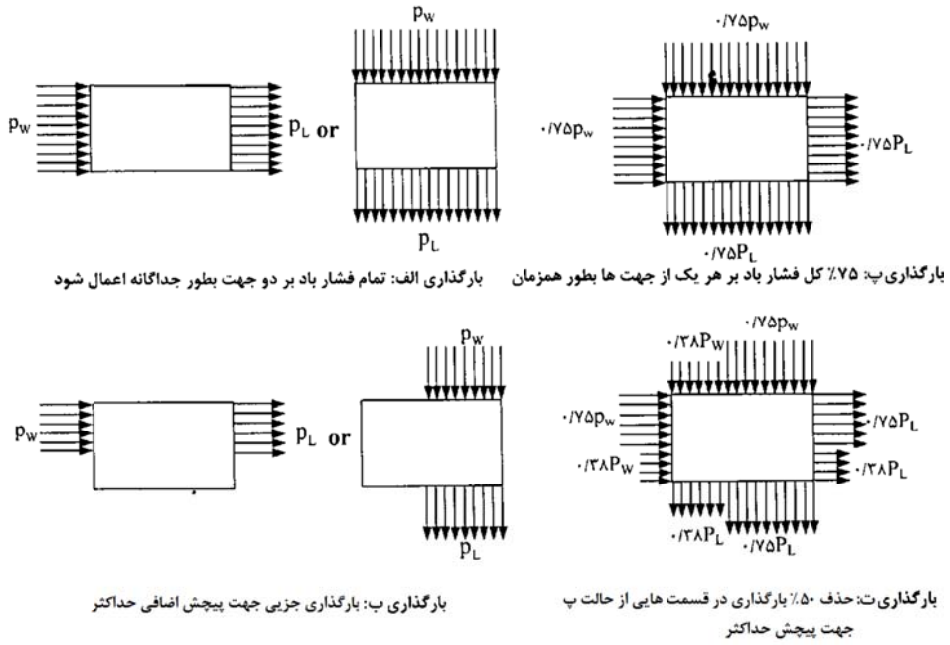
### ۶-۱۰-۶-۱۰ بارگذاری جزیی

بارگذاری جزئی باد، در مواردی می‌تواند باعث اثرات شدیدی نسبت به بارگذاری کلی داشته باشد. الگوهای فشار مشاهده شده در باد متلاطم، بارگذاری کاهش یافته در بخش‌هایی از نمای ساختمان را نشان می‌دهد که می‌تواند تولید پیچش اضافی دراثر انتقال افقی بردار بار باد نماید. بار باد کاهش یافته ولی همزمان در امتداد هر دو جهت می‌تواند به وسیله وزش باد به صورت قطری در ساختمان اعمال شود که تولید تنش‌های بزرگتری در تعدادی از اعضای سازه‌ای ایجاد کند. سازه‌های دیگر مانند بام‌های قوسی احتمال دارد تنش‌های بزرگتری تحت اثر بارگذاری جزئی تحمل کنند. همه انواع ساختمان‌ها باید دربرابر بارهای جزئی طراحی و کنترل شوند.

ساختمان‌های کوتاه که با روش استاتیکی طرح شده‌اند (شکل ۶-۱۰-۲) نیازی به داشتن بارهای نامتعادل اضافی ندارند. فشار ساختمان‌های بلندتر علاوه بر این‌که برای بار باد کلی در امتداد هر دو جهت اصلی که در شکل ۶-۱۰-۸ حالت "الف" نشان داده شده است، طراحی می‌شوند، باید برای پیچش اضافی حداکثر ناشی از بارگذاری جزیی ایجاد شده توسط اعمال فشار باد به تنها یک قسمت از وجه ساختمان مطابق شکل ۶-۱۰-۸ حالت "ب"، برای ساختمان‌های با پلان مستطیلی، نیز کنترل گردند.

برای در نظر گرفتن اثرات شدید ناشی از بار باد قطری و همچنین برای نوسان سازه‌ها در جهت عمود بر باد، سازه‌های بلند باید برای ۷۵٪ فشار باد حداکثر در هریک از جهت‌های اصلی که به‌طور

همزمان اعمال می‌شود مطابق شکل ۶-۱۰-۸ حالت پ طراحی شوند. به‌علاوه اثر حذف ۵۰٪ بارهای حالت "پ" از قسمت‌هایی از وجه ساختمان که پیچش را حداکثر می‌کند، مطابق شکل ۶-۱۰-۸ حالت "ت" باید بررسی شود.




**شکل ۶-۱۰-۸ بارگذاری باد کامل و جزئی**

(۱) $P_L, P_W$ : به ترتیب فشار درجهت رو به باد و پشت به باد می‌باشد.

(۲) در حالت "ب" فشار کل باد باید به تنها بخش‌هایی از وجه دیوار اعمال شود که پیچش ناشی از باد حداکثر گردد.

### ۶-۱۰-۷ بار باد برروی سازه‌های مختلف

#### ۶-۱۰-۷-۱ دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها

اگر در اثر طوفان پنجره‌ها شکسته شوند، اختلاف فشارهای قابل توجهی در عرض دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها در سازه‌های بلند ایجاد می‌شود. در برخی مناطق تقریباً کل اختلاف فشار بین وجوه رو به باد و پشت باد ساختمان می‌تواند در عرض دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها اعمال شود. برای مثال، هنگامی‌که یک پنجره بزرگ در یک اتاق کوچک در وجه رو به باد شکسته شود، کل فشار مثبت به دیوارهای آن اتاق اعمال می‌شود. شرایط مشابهی در مورد ساختمان‌های آپارتمانی نیز می‌تواند اتفاق افتد. این اختلاف فشار در صورت وجود سیستم تهویه مکانیکی و یا اثر دودکش در ساختمان‌های بلند در زمستان تشدید می‌یابد. از سوی دیگر، خرابی زیادی در دیوارهای داخلی در اثر اختلاف فشار تجربی مشاهده نشده است و بنابراین احتمالاً نیازی به طراحی دیوارهای داخلی و تیغه‌بندی‌ها در برابر اختلاف فشار حداکثر محتمل نمی‌باشد. اختلاف فشار حداقل ۰٫۲۵ کیلو نیوتن بر مترمربع در نظر گرفته می‌شود و یک مقدار ۰٫۵ کیلو نیوتن بر مترمربع یا بیشتر برای حالتی‌که فشار باد خارجی به دیوارهای داخلی به واسطه بازشوهای بزرگ انتقال می‌یابد الزامی است.

#### ۶-۱۰-۷-۲ سقف‌های غشایی محافظت شده

در مورد یک سقف غشایی محافظت شده که در آن عایق ضد آب به عایق حرارتی نچسبیده است فشار بلندشدگی در عایق برابر با بلندشدگی کل سیستم به دلیل نفوذ هوا و فشار جزئی متعادل شده بین لایهٔ بیرونی و داخلی، نمی‌باشد. بنابراین فشار خارجی یا بلندشدگی در اثر باد به غشاها اعمال می‌شود که به صورت یک مانع هوا بین داخل و خارج عمل کرده و از تعادل فشار جلوگیری می‌کند.

#### ۶-۱۰-۷-۳ پارکینگ‌های طبقاتی مجزا

برای پارکینگ‌های طبقاتی باز، سطوح خارجی در معرض باد در مقایسه با پارکینگ‌های طبقاتی بسته کاهش می‌یابد. به هر حال قسمت‌های داخلی سازه و خودروهای پارک شده تحت اثر نیروهای باد اضافی قرار خواهند گرفت در صورتی‌که به پارکینگ‌های بسته اعمال نمی‌گردد.

### ۶-۱۰-۷-۴ اعضای قاب‌های سازه‌ای، سازه‌های گرد

برای تعیین بارهای باد بر روی سازه‌های گرد مانند دودکش‌ها، پوسته‌ها و قاب‌های سازه‌ای، خرپاها و شبکه‌های ساخته شده از چنین پوسته‌هایی به راهنمای این مبحث مراجعه گردد. دراعضای قابی شکل که پشت به پشت یکدیگر در جهت باد قرار می‌گیرند اثر پوششی باید درنظر گرفته شود.

### ۶-۱۰-۷-۵ بار باد افزایش یافته در اثر یخ زدگی

در مکان‌هایی که بادهای قوی می‌وزد و یخ زدگی بطور همزمان وجود دارد، نیروهای موثر بر اعضای سازه‌ای، کابل‌ها و طناب‌ها باید با فرض یک پوشش یخی براساس آب و هوا و تجربه محلی تعیین شود. برای شرایط یخزدگی، مقادیرمعلوم $C_f$ در شکلهای ۶-۱۰-۹ برای کابل‌های سیمی ضخیم با سطح ناهموار باید استفاده شود.

$\frac{l}{d} > ۱۰۰$

کل نیرو $F = C_f . q . C_g . C_e . A . l_w$

ضریب فشار $= C_f$

$A = d . l$

| | $d\sqrt{qC_e}$ | |
|---|---|---|
| | $< ۰/۱۶۷$ | $> ۰/۱۶۷$ |
| سیم‌ها، میله‌ها و لوله‌های صاف | ۱/۲ | ۰/۵ |
| سیم‌ها، میله‌ها با زبری متوسط | ۱/۲ | ۰/۷ |
| کابل سیمی نازک | ۱/۲ | ۰/۹ |
| کابل سیمی کلفت | ۱/۳ | ۱/۱ |

**شکل ۶-۱۰-۹ تیر برق، میله‌ها و سیم‌ها و کابل‌ها**

### ۶-۱۰-۷-۶ اثرات ریزش گردبادی

سازه‌های استوانه‌ای لاغر مانند دودکش‌ها، برج‌ها و در بعضی موارد ساختمان‌های بلند باید برای مقابله با اثر دینامیکی ریزش گردبادی طراحی شوند. دراین بخش سازه‌ای لاغر محسوب می‌شود که نسبت ارتفاع به عرض آن بیش از ۵ باشد. زمانی‌که باد درعرض سازه‌های منشوری و استوانه‌ای می‌وزد، گردبادهایی بطور متناوب در دو طرف پشت سازه و در طول (مانند حرکت یک شناور در دریا) تشکیل می‌شود و باعث ایجاد نوسان در سازه می‌شود و متعاقباً افزایش نیروی نوسانی در جهت عمود بر باد می‌گردد. سرعت باد $V_{Hc}$ در بالای سازه هنگامی‌که فرکانس ریزش گردبادی برابر با فرکانس طبیعی سازه $f_n$ شد برابر می‌شود با

$$V_{Hc} = \frac{۱}{S} f_n D \qquad (۹-۱۰-۶)$$

$V_{Hc}$= سرعت متوسط بحرانی باد در بالای ساختمان بر حسب متر برثانیه دراثر ریزش گردبادی

$S$ = عدد استروهال که بستگی به شکل سازه دارد

$D$ = عرض یا قطر بر حسب متر

$f_n$ = فرکانس بر حسب هرتز

برای حالت استوانه‌ای یا نزدیک به آن عدد استروهال تقریبا ۰٫۱۶۷ برای سازه‌های با قطر کوچک مانند دودکش‌ها و ۰٫۲ برای سازه‌های با قطر بزرگ مانند برج‌های دیده‌بانی یا ساختمان می‌باشد. برای سازه‌های غیراستوانه‌ای عدد استروهال تقریباً برابر با ۰٫۱۳۴ در نظر گرفته می‌شود. آزمایش‌های تونل باد برای اعضای غیر استوانه‌ای ضروری است.

**جدول ۶-۱۰-۲ سرعت و فشار مبنای باد**

| ردیف | نام ایستگاه | سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت | فشار مبنا (q) کیلو نیوتن بر متر مربع |
|---|---|---|---|
| ۱ | آبادان | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۲ | آباده | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۳ | آبعلی | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۴ | اراک | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۵ | اردبیل | ۱۳۰ | ۱٫۰۳۶ |
| ۶ | ارومیه | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۷ | آغاجاری | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۸ | اصفهان | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۹ | امیدیه | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۱۰ | اهواز | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۱۱ | ایرانشهر | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۱۲ | بابلسر | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۱۳ | بجنورد | ۱۳۰ | ۱٫۰۳۶ |
| ۱۴ | بم | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۱۵ | بندر انزلی | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۱۶ | بندر عباس | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۱۷ | بندر لنگه | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۱۸ | بوشهر | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۱۹ | بیرجند | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۲۰ | پارس آباد مغان | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۲۱ | تبریز | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۲۲ | تربت حیدریه | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۲۳ | تهران | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۲۴ | جاسک | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۲۵ | جزیره سیری | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۲۶ | جزیره کیش | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۲۷ | چابهار | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۲۸ | خرم آباد | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۲۹ | خوی | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |

**ادامه جدول ۶-۱۰-۲ سرعت و فشار مبنای باد**

| ردیف | نام ایستگاه | سرعت مبنای باد (V) کیلومتر بر ساعت | فشار مبنا (q) کیلو نیوتن بر متر مربع |
|---|---|---|---|
| ۳۰ | دزفول | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۳۱ | رامسر | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۳۲ | رشت | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۳۳ | زابل | ۱۲۰ | ۰٫۸۸۳ |
| ۳۴ | زاهدان | ۱۳۰ | ۱٫۰۳۶ |
| ۳۵ | زنجان | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۳۶ | سبزوار | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۳۷ | سرخس | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۳۸ | سقز | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۳۹ | سمنان | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۴۰ | سنندج | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۴۱ | شاهرود | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۴۲ | شهرکرد | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۴۳ | شیراز | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۴۴ | طبس | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۴۵ | فسا | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۴۶ | قائم شهر | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۴۷ | قزوین | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۴۸ | قم | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۴۹ | کاشان | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۵۰ | کرمان | ۱۳۰ | ۱٫۰۳۶ |
| ۵۱ | کرمانشاه | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۵۲ | گرگان | ۸۰ | ۰٫۳۹۲ |
| ۵۳ | مراغه | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |
| ۵۴ | مشهد | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۵۵ | منجیل | ۱۳۰ | ۱٫۰۳۶ |
| ۵۶ | نوشهر | ۹۰ | ۰٫۴۹۶ |
| ۵۷ | همدان | ۱۰۰ | ۰٫۶۱۳ |
| ۵۸ | یزد | ۱۱۰ | ۰٫۷۴۱ |

# ۶-۱۱ بار زلزله

## ۶-۱۱-۱ هدف

هدف این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمان‌ها در برابر اثرهای ناشی از زلزله است به طوری که با رعایت آن انتظار می‌رود:

۱- با حفظ ایستایی ساختمان در زلزله‌های خیلی شدید، تلفات جانی به حداقل برسد و نیز ساختمان در برابر زلزله‌های شدید، بدون وارد شدن آسیب عمده سازه‌ای قادر به مقاومت باشد.

الف: ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک، در زمان وقوع زلزله‌های شدید، تغییر قابل توجهی در مقاومت و سختی اجزای سازه‌ای آن‌ها مشاهده نشود و استفاده بی‌وقفه از آن امکان‌پذیر باشد و در زمان زلزله‌های خیلی شدید خسارات سازه‌ای و غیر سازه‌ای به حداقل برسد، به طوری که قابل مرمت باشد.

ب: ساختمان‌های با گروه خطرپذیری دو، در زمان وقوع زلزله‌های شدید آسیب سازه‌ای و غیر سازه‌ای در آن‌ها کم و محدود باشد به نحوی که با انجام مرمت بخش‌های آسیب دیده، ادامه بهره‌برداری از ساختمان میسر باشد و در زلزله‌های خیلی شدید، آسیب سازه‌ای و غیرسازه‌ای عمده‌ای را متحمل نگردد.

پ: ساختمان‌های با گروه خطرپذیری سه، در زمان زلزله‌های شدید، خسارات سازه‌ای و غیرسازه‌ای به حداقل برسد و در زلزله‌های خیلی شدید، ایستایی خود را حفظ کرده و تلفات جانی به حداقل برسد.

۲- کلیه ساختمان‌های بلندتر از ۵۰ متر و یا بیشتر از ۱۵ طبقه و نیز کلیه ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک و دو با هر تعداد طبقه در برابر زلزله‌های خفیف بدون آسیب چندانی قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ نمایند.

زلزله خیلی شدید، زلزله‌ای است که احتمال وقوع آن و یا زلزله‌های بزرگتر از آن در ۵۰ سال عمر مفید ساختمان دو درصد باشد. این زلزله، حداکثر زلزله محتمل نامیده می‌شود (دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال).

زلزله شدید، زلزله‌ای است که احتمال وقوع آن و یا زلزله‌های بزرگتر از آن در ۵۰ سال عمر مفید ساختمان ده درصد باشد. این زلزله، زلزله طرح نامیده می‌شود (دوره بازگشت ۴۷۵ سال).

زلزله خفیف، زلزله‌ای است که احتمال وقوع آن و یا زلزله‌های بزرگتر از آن در ۵۰ سال عمر مفید ساختمان ۹۹/۵ درصد است. این زلزله، زلزله سطح بهره‌برداری نامیده می‌شود (دوره بازگشت حدود ۱۰ سال).

### ۶-۱۱-۲ حدود کاربرد

این مقررات، شامل انواع ساختمان‌های بتن‌آرمه، فولادی، چوبی و با مصالح بنایی می‌باشد. سازه‌های خاص مانند سدها، پل‌ها، اسکله‌ها، سازه‌های دریایی و نیروگاه‌های هسته‌ای مشمول ضوابط این مبحث نمی‌شوند. برای طراحی ساختمان‌های با مصالح بنایی غیر مسلح نیز باید ضوابط مندرج در مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان رعایت گردد.

### ۶-۱۱-۳ ضوابط کلی

**۶-۱۱-۳-۱** کلیه عناصر باربر ساختمان باید به نحو مناسبی به هم پیوسته باشند تا در زمان زلزله عناصر مختلف از یکدیگر جدا نشده و ساختمان به طور یکپارچه عمل کند. در این مورد کف‌ها باید به عناصر قائم باربر، قاب‌ها و یا دیوارها، به نحو مناسبی متصل باشند، به طوری که بتوانند به صورت یک دیافراگم نیروهای ناشی از زلزله را به عناصر باربر جانبی منتقل کنند.

**۶-۱۱-۳-۲** ساختمان باید در هر دو امتداد افقی عمود بر هم قادر به تحمل نیروهای افقی ناشی از زلزله باشد و در هریک از این امتدادها نیز باید انتقال نیروهای افقی به شالوده به طور مناسب صورت گیرد.

**۶-۱۱-۳-۳** محاسبه ساختمان‌ها در برابر نیروهای زلزله و باد به تفکیک انجام می‌شود و در هر عضو سازه‌ای اثر هریک که بیشتر باشد، ملاک عمل قرار می‌گیرد. ولی رعایت ضوابط شکل‌پذیری طراحی برای زلزله، مندرج در سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰، مطابق نیاز سیستم سازه در کلیه اعضاء الزامی است.

## ۶-۱۱-۴ ملاحظات معماری و پیکربندی سازه‌ای

**۶-۱۱-۴-۱** برای حذف و یا کاهش خسارات و خرابی‌های ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، ساختمان‌ها باید با پیش‌بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله‌ای حداقل از مرز مشترک با زمین‌های مجاور ساخته شوند. برای تامین این منظور باید به بخش ۶-۱۱-۱۴ این مبحث مراجعه شود.

فاصله درز انقطاع را می‌توان با مصالح کم مقاومت که در هنگام وقوع زلزله بر اساس برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می‌شوند، به نحو مناسبی پر نمود، به طوری که پس از زلزله به سادگی قابل جایگزین کردن و بهسازی باشد.

**۶-۱۱-۴-۲** توصیه می‌شود پلان ساختمان به شکل ساده و متقارن در دو امتداد عمود بر هم و بدون پیش آمدگی و پس رفتگی زیاد باشد و از ایجاد تغییرات نامتقارن پلان در ارتفاع ساختمان نیز احتراز شود.

**۶-۱۱-۴-۳** توصیه می‌گردد از احداث طره‌های بزرگتر از ۱/۵ متر احتراز شود.

**۶-۱۱-۴-۴** از ایجاد بازشوهای بزرگ و مجاور یکدیگر در دیافراگم‌های کف‌ها خودداری شود.

**۶-۱۱-۴-۵** از قرار دادن اجزای ساختمانی، تاسیسات و یا کالاهای سنگین بر روی طره‌ها و عناصر لاغر و دهانه‌های بزرگ پرهیز گردد.

**۶-۱۱-۴-۶** با بکارگیری مصالح غیرسازه‌ای سبک، سقف کاذب، تیغه‌بندی، نما و ... وزن ساختمان به حداقل رسانده شود.

**۶-۱۱-۴-۷** توصیه می‌شود از ایجاد اختلاف سطح در کف‌ها خودداری شود.

**۶-۱۱-۴-۸** از کاهش و افزایش مساحت زیر بنای طبقات در ارتفاع، به طوری که تغییرات قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود، پرهیز گردد.

**۶-۱۱-۴-۹** عناصری که بارهای قائم را تحمل می‌نمایند، توصیه می‌شود در طبقات بر روی هم قرار داده شوند تا انتقال بار این عناصر به یکدیگر به واسطه عناصر افقی صورت نگیرد.

**۶-۱۱-۴-۱۰** عناصری که نیروهای افقی ناشی از زلزله را تحمل می‌کنند به صورتی در نظر گرفته شوند، که انتقال نیروها به سمت شالوده به طور مستقیم انجام شوند و عناصری که با هم کار می‌کنند در یک صفحه قائم قرار داشته باشند.

**۶-۱۱-۴-۱۱** عناصر مقاوم در برابر نیروهای افقی ناشی از زلزله به صورتی در نظر گرفته شوند که پیچش ناشی از این نیروها در طبقات به حداقل برسد. برای این منظور بهتر است فاصله مرکز جرم و مرکز سختی در طبقه در هر امتداد، کمتر از ۵ درصد بُعد ساختمان در آن امتداد گردد.

**۶-۱۱-۴-۱۲** ساختمان و اجزای آن به نحوی طراحی گردند که شکل‌پذیری و مقاومت مناسب در آنها تأمین شده باشد.

**۶-۱۱-۴-۱۳** در ساختمان‌هایی که در آن‌ها از سیستم قاب خمشی برای بار جانبی استفاده می‌شود، توصیه می‌شود طراحی به نحوی صورت گیرد که ستون‌ها دیرتر از تیرها دچار خرابی شوند.

**۶-۱۱-۴-۱۴** توصیه می‌شود اعضای غیر سازه‌ای، مانند دیوارهای داخلی و نماها طوری اجرا شوند که مزاحمتی برای حرکت اعضای سازه‌ای در زمان وقوع زلزله ایجاد نکنند. در غیر این صورت، اثر اندرکنش این اعضاء با سیستم سازه باید در تحلیل سازه در نظر گرفته شود.

**۶-۱۱-۴-۱۵** توصیه می‌گردد از ایجاد ستون‌های کوتاه، به خصوص در نورگیرهای زیرزمین‌ها خودداری شود.

## ۶-۱۱-۵ ملاحظات طراحی و ساخت ساختمان در پهنه‌های گسلی

**۶-۱۱-۵-۱** جابجایی ناشی از گسلش در سطح زمین می‌تواند موجب آسیب به سازه‌ها گردد. در پهنه‌های گسلی به ویژه گسل‌های اصلی، اجتناب از ساخت ساختمان به ویژه ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک اکیداً توصیه می‌شود.

**۶-۱۱-۵-۲** کاربری زمین‌های شهری حتی‌المکان باید به نحوی انجام شود که محدوده‌های پهنه‌های گسلی به ویژه گسل‌های اصلی به کاربری‌های کم خطر و یا کم تراکم نظیر فضای سبز، معابر، فضاهای ورزشی و تفریحی با سازه‌های سبک اختصاص یابد.

**۶-۱۱-۵-۳** اکیداً توصیه می‌شود پی مورد استفاده از نوع گسترده (بدون استفاده از شمع) با ضخامت کافی (صلب) بوده و در یک تراز اجرا شود.

**۶-۱۱-۵-۴** سازه ساختمان باید از یکپارچگی و انسجام کافی برخوردار باشد.

**۶-۱۱-۵-۵** اتصالات شریان‌های حیاتی شهری به ویژه برق و گاز به ساختمان باید در مقابل نیروها و تغییرمکان‌های ناشی از گسلش طراحی شوند.

**۶-۱۱-۵-۶** جدا کردن وجوه جانبی ساختمان از خاک اطراف در بخش‌های واقع در زیرزمین در کلیه پهنه‌های گسلی توصیه می‌شود، منوط به آن‌که مشکلی برای پایداری کلی ساختمان به‌وجود نیاورد.

**۶-۱۱-۵-۷** طراحی، اجرا و نظارت و کنترل‌های مربوطه برای ساختمان‌های واقع در پهنه‌های گسلی باید با دقت مضاعف انجام شود. از جمله اقدامات ضروری در این ساختمان‌ها عبارت است از:

- کنترل کامل نقشه‌ها و محاسبات،
- تهیه مشخصات فنی و خصوصی و دستورالعمل‌های اجرایی به منظور اجرای دقیق آن‌ها،
- انجام آزمایشات مورد نیاز مطابق مقرارت ملّی ساختمان.

## ۶-۱۱-۶ گروه بندی ساختمان برحسب اهمیت

گروه‌بندی ساختمان برحسب اهمیت در استاندارد ۲۸۰۰ مطابق گروه‌بندی خطرپذیری فصل یک این مبحث می‌باشد. ضریب اهمیت بار لرزه‌ای $I_e$ در این مبحث، همان ضریب اهمیت $\mathrm{I}$ در استاندارد ۲۸۰۰ می‌باشد.

## ۶-۱۱-۷ گروه بندی ساختمان برحسب نظم سازه ای

ساختمان‌هایی که به لحاظ سازه‌ای دارای یکی از خصوصیات زیر باشند، نامنظم محسوب می‌شوند، در غیر این‌صورت منظم می‌باشند.

### ۶-۱۱-۷-۱ نامنظمی در پلان

الف- نامنظمی هندسی: در مواردی که پیش‌رفتگی یا پس‌رفتگی هم زمان در دو جهت در یک گوشه از پلان ساختمان بیشتر از ۲۰ درصد طول پلان در آن جهت باشد.

ب- نامنظمی پیچشی: در مواردی که حداکثر تغییرمکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه با احتساب پیچش تصادفی، بیشتر از ۲۰ درصد متوسط تغییرمکان نسبی در دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد.

در مواردی که این اختلاف از ۴۰ درصد تجاوز کند، اثرش نسبتاً زیاد بوده و نامنظمی پیچشی شدید نامیده می‌شود.

نامنظمی پیچشی تنها در مواردی که دیافراگم کف صلب و یا نیمه صلب هستند کاربرد دارد.

پ- نامنظمی در دیافراگم: در مواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم، به میزان مجموع سطح بازشوی بیشتر از ۵۰ درصد سطح طبقه، و یا تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم، به میزان بیشتر از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور، وجود داشته باشد.

ت- نامنظمی خارج از صفحه سیستم باربر: در مواردی که در سیستم باربر جانبی انقطاعی در مسیر انتقال نیروی جانبی مانند تغییر صفحه اجزاء باربر جانبی در طبقات وجود داشته باشد.

ث- نامنظمی سیستم‌های باربر جانبی غیرموازی: در مواردی که اجزای سیستم باربر جانبی قائم به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نبوده و یا نسبت به آن‌ها متقارن نباشد.

### ۶-۱۱-۷-۲ نامنظمی در ارتفاع

الف- نامنظمی هندسی: در مواردی که ابعاد افقی سیستم باربر جانبی در هر طبقه بیشتر از ۱۳۰ درصد آن در طبقات مجاور باشد.

ب- نامنظمی جرمی: در مواردی که توزیع جرم هر طبقه بیشتر از ۵۰ درصد با جرم‌های طبقات مجاور اختلاف داشته باشد.

طبقات بام و خرپشته از این تعریف مستثنی هستند.

پ- نامنظمی سیستم باربر جانبی: در مواردی که اجزاء سیستم باربر جانبی در ارتفاع جابجایی درون صفحه‌ای بیشتر از یک دهانه در طبقه داشته باشد و یا با کاهشی در سختی جانبی در طبقه زیرین روبرو باشد.

ت- نامنظمی تغییرات سختی: در مواردی که سختی جانبی هر طبقه از ۷۰ درصد سختی جانبی طبقه روی خود و یا کمتر از ۸۰ درصد متوسط سختی‌های جانبی سه طبقه روی خود باشد، چنین طبقه‌ای را طبقه نرم نامند.

در مواردی که مقادیر فوق به ترتیب به ۶۰ درصد و ۷۰ درصد کاهش پیدا کنند، آن طبقه را طبقه خیلی نرم می‌نامند.

ث- نامنظمی تغییرات مقاومت: در مواردی که مقاومت جانبی طبقه از ۸۰ درصد مقاومت جانبی طبقه روی خود کمتر باشد، چنین طبقه‌ای را طبقه ضعیف می‌نامند.

در مواردی که مقدار فوق به ۶۵ درصد کاهش یابد آن طبقه را طبقه خیلی ضعیف نامند.

مقاومت هر طبقه برابر با مجموع مقاومت جانبی اجزای باربر جانبی در آن طبقه است.

## ۶-۱۱-۸ گروه بندی ساختمان برحسب سیستم سازه‌ای

ساختمان‌ها برحسب سیستم سازه‌ای در یکی از گروه‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

### ۶-۱۱-۸-۱ سیستم دیوارهای باربر

نوعی سیستم سازه‌ای است که فاقد قاب‌های ساختمانی برای باربری قائم می‌باشد. در این سیستم، دیوارهای باربر و یا قاب‌های مهاربندی شده عمدتاً بارهای قائم را تحمل نموده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی نیز به وسیله دیوارهای باربر که به صورت دیوارهای برشی عمل می‌کنند و یا قاب‌های مهاربندی شده تأمین می‌شود.

### ۶-۱۱-۸-۲ سیستم قاب ساختمانی ساده

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های ساختمانی تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی شده تأمین می‌شود.

در این سیستم، قابهای مهاربندی شده را می‌توان به صورت هم محور یا برون محور به کار برد.

### ۶-۱۱-۸-۳ سیستم قاب خمشی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن بارهای قائم توسط قاب‌های ساختمانی تحمل شده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط قاب‌های خمشی تامین می‌گردد. سازه‌های با قاب‌های خمشی کامل، و سازه‌های با قاب‌های خمشی در پیرامون و یا در قسمتی از پلان و قاب‌های با اتصالات ساده در سایر قسمت‌های پلان، از این گروه‌اند.

### ۶-۱۱-۸-۴ سیستم دوگانه یا ترکیبی

نوعی سیستم سازه‌ای است که در آن:

الف- بارهای قائم عمدتاً توسط قاب‌های ساختمانی تحمل می‌شوند.

ب- مقاومت در برابر بارهای جانبی توسط مجموعه‌ای از دیوارهای برشی یا قاب‌های مهاربندی شده همراه با مجموعه‌ای از قاب‌های خمشی صورت می‌گیرد. سهم برشگیری هر یک از دو مجموعه با توجه به سختی جانبی و اندرکنش آن دو، در تمام طبقات تعیین می‌شود.

در این سیستم، قاب‌های مهاربندی شده و قاب‌های خمشی را می‌توان به صورت‌هایی که در سیستم‌های بندهای ۶-۱۱-۸-۲ و ۶-۱۱-۸-۳ عنوان شده، به کار برد و دیوارهای برشی بتن آرمه را نیز به کار گرفت.

پ- قاب‌های خمشی مستقلاً قادر به تحمل حداقل ۲۵ درصد نیروی جانبی وارد به ساختمان می‌باشد.

**تبصره ۱:** به کارگیری قاب‌های خمشی بتنی و فولادی معمولی (بر اساس استاندارد ۲۸۰۰) برای باربری جانبی در این سیستم مجاز نمی‌باشد و در صورت استفاده از این نوع قاب، سیستم از نوع قاب ساختمانی ساده، بند ۶-۱۱-۸-۲، محسوب خواهد شد.

**تبصره ۲:** در صورتی که سیستمی ضابطه ردیف پ را برآورده نکند، سیستم دوگانه محسوب نشده و جزو سیستم قاب ساختمانی ساده ، بند ۶-۱۱-۸-۲، منظور می‌گردد.

### ۶-۱۱-۸-۵ سایر سیستم‌های سازه‌ای

نوعی سیستم سازه‌ای است که با سیستم‌های معرفی شده در بندهای ۶-۱۱-۸-۱ تا ۶-۱۱-۸-۴ متفاوت باشد. ویژگی‌های این سیستم‌ها از نظر باربری قائم و جانبی باید بر مبنای آیین‌نامه‌ها و تحقیقات فنی و یا آزمایش‌های معتبر تعیین شود.

## ۶-۱۱-۹ زلزله طرح

زلزله طرح، زلزله‌ای است که احتمال وقوع آن و یا زلزله‌ای بزرگتر از آن در دوره ۵۰ سال ده درصد باشد. مشخصات این زلزله برای مناطق با لرزه‌خیزی مختلف کشور بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ تعیین می‌شود.

ساختمان‌ها و اجزای آن‌ها باید برای زلزله طرح طراحی و ساخته شوند. با توجه به بند ۶-۱۱-۵، در صورت نیاز، لازم است سازه برای زلزله بهره‌برداری نیز کنترل شود. در صورت نیاز به تغییر مشخصات سازه برای زلزله بهره‌برداری، لازم است این تغییرات با حفظ ضوابط شکل‌پذیری مباحث طراحی مقررات ملّی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ انجام شود.

## ۶-۱۱-۱۰ ترکیب بارهای شامل اثرهای زلزله طرح

اثرات زلزله طرح در ترکیب بارهای فصل دوم استفاده می‌شود. این اثرات باید بر اساس تراز نهایی، با استفاده از ضریب رفتار نهایی ساختمان، محاسبه شوند. در صورت استفاده از ویرایش سوم استاندارد ۲۸۰۰، لازم است نیروهای ناشی از زلزله در ضریب ۱٫۴ ضرب شده و سپس در ترکیب بارهای فصل دوم این مبحث استفاده شوند.

## ۶-۱۱-۱۱ اثرات بار زلزله شامل ضریب اضافه مقاومت

در مواردی که براساس دیگر مباحث مقررات ملّی ساختمان و آیین‌نامه‌های طراحی، استفاده از نیروی تشدید یافته ناشی از زلزله ضروری است، باید اثرات مولفه‌های افقی زلزله در ضریب اضافه مقاومت، $\Omega_{\circ}$، ضرب شده و سپس در ترکیب بارهای شامل اثر زلزله در فصل دوم به کار رود. مقدار این نیرو لازم نیست از نیروئی که براساس تحلیل مکانیزم خمیری و یا تحلیل غیرخطی با استفاده

از مقادیر مورد انتظار مصالح، امکان ایجاد در عضو را دارد بیشتر در نظر گرفته شود. در موارد استفاده از ضریب اضافه مقاومت، می‌توان ضریب نامعینی سازه را برابر واحد در نظر گرفت.

### ۶-۱۱-۱۲ تعیین ابعاد شالوده

در تعیین و یا کنترل ابعاد شالوده بر اساس ترکیب بارهای طراحی به روش تنش مجاز فصل دو، با توجه به استفاده از ضرایب کاهش در ترکیب بارهای شامل بار زلزله طرح، ظرفیت باربری مجاز خاک نباید افزایش داده شود. برای جزئیات بیشتر به مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان مراجعه شود.

### ۶-۱۱-۱۳ تغییرمکان جانبی طرح

تغییرمکان جانبی طرح بر اساس زلزله طرح محاسبه می‌شود. در این محاسبه اثر تغییرشکل‌های غیرارتجاعی و اثر $P\text{-}\Delta$ باید لحاظ شود. بدین منظور می‌توان تغییرمکان ارتجاعی جانبی ساختمان را بر اثر زلزله طرح محاسبه کرده و نتیجه را در ضریب بزرگ‌نمایی $C_d$ استاندارد ۲۸۰۰ ضرب کرد. اثر $P\text{-}\Delta$ را می‌توان در مرحله تحلیل ارتجاعی در نظر گرفت. مقادیر تغییرمکان جانبی نسبی طرح نباید در هر طبقه از مقادیر زیر بیشتر باشد.

برای ساختمان‌های تا ۵ طبقه ۰/۰۲۵ ارتفاع طبقه

برای سایر ساختمان‌ها ۰/۰۲۰ ارتفاع طبقه

در تحلیل سازه‌های بتن آرمه لازم است مقادیر ممان اینرسی مقاطع، مطابق مبحث نهم در نظر گرفته شده و از ضرایب اصلاح ممان اینرسی ۰/۳۵ برای تیر و ۰/۷ برای ستون استفاده کرده و بسته به میزان ترک خوردگی، ضریبی بین آن دو مقدار برای دیوار در نظر گرفت.

### ۶-۱۱-۱۴ درز انقطاع

در ساختمان‌های با پنج طبقه و کمتر، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک و دو با هر

تعداد طبقه و در ساختمان‌های با بیشتر از پنج طبقه، عرض فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور نباید کمتر از تغییرمکان جانبی طرح آن طبقه، تغییرمکان غیر ارتجاعی ناشی از زلزله طرح با اعمال ضریب بزرگ‌نمایی $C_d$ و لحاظ اثر $P\text{-}\Delta$ مندرج در استاندارد ۲۸۰۰، باشد. اگر زمین مجاور معبر عمومی باشد، رعایت فاصله مزبور ضروری نیست. اگر درز انقطاع از داخل یک ساختمان واقع در یک ملک عبور نماید می‌توان از جذر مجموع مربعات تغییرمکان‌های جانبی طرح دو ساختمان برای تعیین عرض درز انقطاع استفاده کرد و یا اینکه فاصله هر سازه از مرز مشترک دو قسمت را به هفتاد درصد مقدار تغییرمکان جانبی طرح آن کاهش داد.

## ۶-۱۱-۱۵ کنترل ساختمان برای زلزله سطح بهره‌برداری

تمام ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک و دو، و تمام ساختمان‌های بلندتر از ۵۰ متر و یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید علاوه بر زلزله طرح برای زلزله سطح بهره‌برداری، طبق استاندارد ۲۸۰۰، نیز کنترل شوند. ترکیب بارهای زلزله سطح بهره‌برداری مشابه ترکیب بارهای طراحی به روش تنش مجاز حاوی بار زلزله خواهد بود ولی با این تفاوت که ضرایب تمام بارها واحد درنظر گرفته می‌شود. نیروهای داخلی ایجاد شده در اعضای سازه نباید از مقاومت اسمی نظیرشان، بدون لحاظ ضرایب کاهش مقاومت، بیشتر شوند. تغییر مکان جانبی ناشی از زلزله سطح بهره‌برداری در هر طبقه نباید از ۰٫۰۰۵ ارتفاع آن طبقه از تراز پایه بیشتر باشد مگر در موارد اجازه داده شده در استاندارد ۲۸۰۰ که می‌تواند تا ۰٫۰۰۸ افزایش یابد. در این محاسبه می‌توان ممان اینرسی مقاطع سازه‌های بتن آرمه را پنجاه درصد نسبت به مقادیر استفاده شده در زلزله طرح افزایش داد. درنظر گرفتن اثر $P\text{-}\Delta$ برای زلزله بهره‌برداری ضروری نیست. کنترل ابعاد شالوده برای زلزله بهره‌برداری ضرورت ندارد.

در طراحی نهایی اعضای سازه در هر حال باید ضوابط مربوط به شکل‌پذیری بر اساس زلزله طرح رعایت گردد.

# ۶-۱۲ بار انفجار

## ۶-۱۲-۱ حدود کاربرد

برای سازه‌ها و ساختمان‌های با گروه خطرپذیری یک طبق جدول ۶-۱-۱، و سایر سازه‌ها در صورت درخواست کارفرما، در نظر گرفتن بارهای ناشی از انفجار ضروری است.

## ۶-۱۲-۲ بار بر پوسته ساختمان

پوسته ساختمان‌هایی که برای آن‌ها بارهای ناشی از انفجار باید در نظر گرفته شود باید برای فشار وارد از خارج به داخل و یا از داخل به خارج برابر ۲ کیلونیوتن بر مترمربع طرح شوند. برای در نظر گرفتن اثر این بار، از ترکیب بار ظرفیت بند ۶-۲-۴-۲ با جایگزینی فشار ناشی از انفجار برای $A_k$ استفاده شود. ظرفیت اعضای سازه و مقاومت مصالح را می‌توان براساس مبحث ۲۱ افزایش داد. ضریب اهمیت به کار رفته برای بارهای ناشی از انفجار مشابه ضریب اهمیت بار زلزله (جدول ۶-۱-۲) خواهد بود.

## ۶-۱۲-۳ ظرفیت باقی مانده

در مورد سازه‌هایی که برای آن‌ها بارهای ناشی از انفجار در نظر گرفته می‌شود، لازم است ظرفیت باقی‌مانده باربری سازه و اعضای آن پس از حذف عضوی از آن، طبق بند ۶-۲-۴-۳، بررسی شود. در این بررسی لازم است پایداری کلی سازه و اعضای آن با لحاظ اثرات مرتبه دوم، طبق بند ۶-۲-۴-۴، ارزیابی شود. مقاومت مصالح را می‌توان طبق مبحث ۲۱ افزایش داد.

# پیوست شماره ۶-۱

## جرم مخصوص مواد و جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

**جدول شماره پ ۶-۱-۱ جرم مخصوص مواد**

| شرح | جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب) |
|---|---|
| ۱- فلزات | |
| آلومینیم | ۲۷۰۰ |
| آهن خام خاکستری | ۷۲۰۰ |
| آهن خام سفید | ۷۷۰۰ |
| چدن | ۷۲۰۰ |
| فولاد نرم | ۷۸۵۰ |
| سرب | ۱۱۴۰۰ |
| مس | ۸۹۰۰ |
| برنز | ۸۵۰۰ |
| روی | ۷۲۰۰ |
| قلع | ۷۲۰۰ |
| نیکل | ۸۸۰۰ |
| آنتیموان | ۶۷۰۰ |
| آرسنیک | ۵۷۰۰ |
| کرم | ۶۹۰۰ |
| برنج ریخته شده | ۸۸۰۰ |
| منیزیم | ۱۷۰۰ |
| منگنز | ۷۰۰۰ |
| بیسموت | ۹۸۰۰ |
| جیوه | ۱۳۶۰۰ |
| پلاتین | ۲۱۴۰۰ |
| طلا | ۱۹۳۰۰ |

**ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۱ جرم مخصوص مواد**

| شرح | جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب) |
|---|---|
| ۲- مایعات | |
| آب | ۱۰۰۰ |
| لجن | ۱۱۰۰ |
| اتر | ۸۰۰ |
| الکل | ۸۰۰ |
| نفت | ۷۰۰ |
| بنزین | ۸۰۰ |
| گلیسیرین | ۱۲۵۰ |
| روغن دانه | ۱۰۰۰ |
| روغن موتور | ۱۰۰۰ |
| نفت چراغ | ۸۰۰ |
| اسید سولفوریک | ۱۶۰۰ |
| اسید نیتریک | ۱۵۰۰ |
| اسید کلریدریک | ۱۲۰۰ |
| قیر ذغال سنگ | ۱۲۰۰ |
| شیر | ۱۰۰۰ |
| روغن نباتی | ۱۰۰۰ |
| ۳- گازها (دمای صفر درجه سانتی گراد و فشار یک اتمسفر) | |
| استیلن | ۱/۷۷۰ |
| اکسید دو کربن | ۱/۲۵۰ |
| انیدرید کربنیک | ۱/۹۶۴ |
| گاز روشنائی | ۰/۵۶۰ |
| هوای خشک | ۱/۲۹۳ |
| هوای مرطوب | ۱/۳۰۰ |
| اکسیژن | ۱/۴۲۹ |
| ازت | ۱/۲۵۴ |
| هیدروژن | ۰/۰۸۹ |

**ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۱ جرم مخصوص مواد**

| شرح | جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب) |
|---|---|
| ۴- چوب‌ها (در حالت خشک *) | |
| زربین | ۶۰۰ |
| زبان گنجشک - ون | ۷۱۰ |
| راش | ۶۷۰ |
| داغداغان- تا دانه | ۶۵۰ |
| گلابی وحشی- خوج | ۷۵۰ |
| خرمندی | ۷۵۰ |
| توسکا ییلاقی | ۵۸۰ |
| توسکا قشلاقی | ۵۴۰ |
| تبریزی | ۴۱۰ |
| شیردار | ۶۴۰ |
| افرا- پلت | ۵۳۰ |
| بیدمشک | ۵۲۰ |
| بلوط – بلندمازو | ۸۵۰ |
| نارون - اوجا | ۶۴۰ |
| انجیری- چوب آهن | ۸۰۰ |
| آزاد | ۷۰۰ |
| زیتون | ۸۵۰ |
| سرخدار | ۵۹۰ |
| چنار- سفیدار- عرعر | ۵۰۰ |
| سفید پلت | ۴۰۰ |
| سیاه بید | ۴۵۰ |
| سیب | ۶۵۰ |
| شب خسب- درخت ابریشم | ۴۸۰ |
| شمشاد | ۹۰۰ |
| گردو | ۶۵۰ |
| گلابی | ۶۴۰ |
| گوجه جنگلی | ۷۰۰ |

**ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۱ جرم مخصوص مواد**

| شرح | جرم مخصوص(کیلوگرم بر مترمکعب) |
|---|---|
| گیلاس جنگلی | ۷۳۰ |
| لرگ | ۴۳۰ |
| کرات- لیلکی | ۶۴۰ |
| ملج | ۶۳۰ |
| مرس - ممرز | ۷۰۰ |
| نمدار | ۵۳۰ |
| کاج | ۶۰۰ |
| صنوبر | ۶۰۰ |
| شربین- کاج سیاه | ۵۰۰ |
| ۵- سنگ‌های طبیعی | |
| گرانیت | ۲۸۰۰ |
| دیوریت- گابرو | ۳۰۰۰ |
| بازالت- ملافیر | ۳۰۰۰ |
| کفسنگ (توف) | ۲۰۰۰ |
| سنگ‌های اذرین ماگماتیک | ۲۸۰۰ |
| سنگ‌های آتشفشانی | ۲۸۰۰ |
| توف‌های آتشفشانی | ۱۶۰۰ |
| تراورتن | ۲۵۰۰ |
| گنایس | ۲۸۰۰ |
| شیست | ۲۸۰۰ |
| ماسه سنگ | ۲۷۰۰ |
| مارل | ۲۳۰۰ |
| سنگ آهک متخلخل | ۲۰۰۰ |
| سنگ آهک آبی | ۲۴۰۰ |
| سنگ آهک سخت | ۲۷۰۰ |
| دولومیت | ۲۸۰۰ |

**ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۱ جرم مخصوص مواد**

| | |
|---|---|
| سنگ مرمر | ۲۷۰۰ |
| تخته سنگ‌های رسی | ۲۶۰۰ |

* ارقام مربوط به چوب‌های خشک برای چوب‌های با حداکثر رطوبت ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است. در صورتی‌که چوب از اثر باران و رطوبت حفاظت نشده باشد، مقدار ۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب و چنانچه با آب اشباع شده باشد مقدار ۱۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب به مقادیر فوق اضافه می‌شود.

در مورد چوب‌های تازه بریده شده مقادیر فوق باید در ضریب ۱٫۸ ضرب شوند.

**جدول شماره پ ۶-۱-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان**

| شرح | جرم واحد حجم(کیلوگرم بر متر مکعب) |
|---|---|
| ۱- آجرها و بلوک‌های ساختمانی | |
| آجر توپر پخته رسی معمولی (آجر فشاری) | ۱۷۰۰ |
| آجر سوراخدار پخته رسی (آجر سفال) | ۱۳۰۰ |
| آجر ماسه آهکی متخلخل | ۱۴۵۰ |
| آجر ماسه آهکی توپر | ۱۸۰۰ |
| آجر نسوز | ۱۸۵۰ |
| آجر ضد اسید | ۲۰۰۰ |
| آجر شیشه ای مجوف | ۱۲۵۰ |
| آجر مجوف | ۶۰۰ |
| بلوک سیمانی | ۹۰۰ تا ۱۳۰۰ (بسته به شکل) |
| ۲- ملات‌ها | |
| ملات ماسه آهک | ۱۸۵۰ |
| ملات ماسه سیمان و آهک ( با تارد) | ۲۰۰۰ |
| ملات ماسه سیمان | ۲۱۰۰ |
| ملات گچ | ۱۳۰۰ |
| ملات خاک نسوز | ۱۹۰۰ |
| کاهگل | ۱۶۰۰ |
| ملات گچ و خاک | ۱۶۰۰ |
| ملات گل | ۲۰۰۰ |
| ۳- بتن‌ها | |
| بتن با شن و ماسه معمولی | ۲۴۰۰ |
| بتن آرمه و بتن پیش تنیده با شن و ماسه معمولی | ۲۵۰۰ |
| بتن با سرباره کوره آهن گدازی | ۱۷۵۰ |
| بتن‌های سبک هوادار و گازی | ۶۰۰ |
| بتن با سنگ دانه سبک | ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع) |
| بتن اسفنجی | ۵۰۰ تا ۹۰۰ (بسته به نوع) |
| بتن با خرده آجر | ۱۷۰۰ |
| بتن با پوکه معدنی و سیمان | ۱۳۰۰ |
| بتن با پوکه صنعتی و سیمان | ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع) |

**ادامه جدول شماره پ ۶- ۱-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان**

| شرح | جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب) |
|---|---|
| ۴- سنگ دانه‌ها و پر کننده‌ها | |
| شن خیس | ۲۰۰۰ |
| شن خشک | ۱۷۰۰ |
| ماسه خیس | ۱۸۰۰ |
| ماسه خشک | ۱۵۵۰ |
| ماسه بادی | ۱۶۰۰ |
| خاک- ماسه- گل رس خیس | ۲۱۰۰ |
| خاک- ماسه – گل رس مرطوب (۵٪ رطوبت) | ۱۸۰۰ |
| خاک نسوز | ۸۰۰ |
| لاشه سنگ | ۱۴۰۰ |
| سرباره کوره آهنگدازی | ۱۵۰۰ |
| سرباره کوره آهنگدازی دانه به دانه | ۱۰۰۰ |
| پوزولان‌ها | ۱۰۰۰ |
| پوکه معدنی | ۶۰۰ |
| پوکه کک | ۷۰۰ |
| جوش زغال | ۱۰۰۰ |
| زغال سنگ | ۸۰۰ |
| زغال چوب (از چوب نرم و سبک) | ۱۵۰ |
| زغال چوب (از چوب سفت و سنگین) | ۲۲۰ |
| خرده آخر | ۱۵۰۰ |
| سنگ آهک پخته | ۷۰۰ |
| خاکستر کک | ۷۰۰ |
| پودر سیمان توده شده و بطور آزاد | ۱۳۰۰ |
| پودر سیمان در کیسه و جابجا شده | ۱۸۰۰ |

**ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان**

| شرح | جرم واحد حجم (کیلوگرم بر متر مکعب) |
|---|---|
| ۵- بنائی با سنگ‌های طبیعی و ملات ماسه سیمان | |
| گرانیت، پورفیت | ۲۸۰۰ |
| لاشه آذرین (تراشیت) | ۲۶۰۰ |
| ماسه سنگ، لایه سنگ | ۲۳۰۰ |
| سنگ آهکی فشرده، دولومیت، مرمر، گل سنگ آهکی (شیل) | ۲۷۰۰ |
| تراورتن | ۲۴۰۰ |
| اسلیت، تخته سنگ | ۲۸۰۰ |
| سنگ چینی با سنگ‌های لاشه آهکی توپر | ۲۵۰۰ |
| سنگ چینی با سنگ توف | ۲۰۰۰ |
| ۶- بنائی با آجر و بلوک * | |
| آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان | ۱۸۵۰ |
| آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک | ۱۸۰۰ |
| آجر کاری با آجر فشاری و ملات گچ و خاک (طاق ضربی) | ۱۷۵۰ |
| آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخ‌ها با ملات پر شود) | ۲۱۰۰ |
| آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخ‌ها با ملات پر شود) | ۲۰۰۰ |
| آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان | ۸۵۰ |
| آجرکاری با آجر نسوز و ملات نسوز | ۲۰۰۰ |
| آجرکاری با آجر ضد اسید و ملات قیری | ۱۹۰۰ |

* در محاسبه وزن دیوار با مصالح بنایی می‌توان ۷۰ درصد وزن هر متر مکعب دیوار را مصالح آجری یا بلوکی و ۳۰ درصد بقیه را ملات به حساب آورد.

**ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان**

| شرح | **جرم واحد حجم** (کیلوگرم بر متر مکعب) |
|---|---|
| ۷- پوشش‌ها و مواد متفرقه ساختمانی | |
| آسفالت | ۲۲۰۰ |
| قیر | ۱۲۰۰ |
| تخته‌های سقف پوش آزبستی (آردواز) | ۲۰۰۰ |
| ورق‌های موجدار آزبست | ۱۶۰۰ |
| لوله‌های سیمان آزبست | ۱۸۰۰ |
| موزائیک سیمانی | ۲۲۵۰ |
| سنگ موزائیک | ۲۴۰۰ |
| آجر فرش با آجر سوراخدار | ۱۳۵۰ |
| آجر فرش با آجر توپر | ۱۶۰۰ |
| رزین اپوکسی بدون فیلر (افزودنی) | ۱۱۵۰ |
| رزین با مواد معدنی | ۲۰۰۰ |
| رزین با فایبر گلاس | ۱۸۰۰ |
| کف پوش لاستیکی | ۱۸۰۰ |
| ورق پی وی سی | ۱۴۰۰ |
| کف پوش پی وی سی | ۱۷۰۰ |
| صفحات گچ و پرلیت جهت سقف کاذب | ۸۵۰ |
| شیشه جام | ۲۵۰۰ |
| شیشه مسلح | ۳۰۰۰ |
| کاشی سرامیکی دیواری | ۱۷۰۰ |
| کاشی سرامیکی کفی | ۲۱۰۰ |

**ادامه جدول شماره پ ۶-۱-۲ جرم واحد سطح اجزای ساختمان**

| شرح | جرم واحد سطح (کیلوگرم بر مترمربع) |
|---|---|
| ۸- پوشش‌های سقف | |
| پوشش شیروانی‌ها با سفال | ۷۰ |
| گونی قیراندود یک لا | ۱۰ |
| گونی قیراندود دو لا | ۱۵ |
| سقف کاذب با اندود سیمانی | ۷۵ |
| سقف کاذب با اندود گچی | ۵۰ |

# پیوست شماره ۶-۲

## روش دینامیکی محاسبه بار باد

## پ-۶-۲ روش دینامیکی

کاربرد:

استفاده از روش آزمایشگاهی یا دینامیکی برای ساختمان‌های بلندتر از ۴ برابر عرض موثر حداقل یا بزرگتر از ۶۰ متر ارتفاع و دیگر سازه‌هایی که کوچکترین فرکانس طبیعی آن $۰/۲۵ < f_n < ۱$ باشد الزامی می‌باشد. عرض موثر حداقل در رابطه زیر تعریف شده است.

$$w = \frac{\sum h_i w_i}{h_i} \qquad (۱-۲-۶-پ)$$

که $h_i$ ارتفاع تراز از زمین و $w_i$ کمترین عرض ساختمان در جهت عمود بر باد در ارتفاع $i$ است.

روش‌های تجربی برای ساختمان‌هایی که فرکانس طبیعی آنها "$f_n$" کمتر از ۰/۲۵هرتز است با روش‌های مناسب مانند تونل باد الزامی می‌باشد.

کوتاه‌ترین فرکانس طبیعی "$f_n$" را می‌توان از روش رایلی بشرح ذیل بدست آورد:

ساختمان با $N$ تراز عمودی که نمایانگر هر طبقه باشد و با تراز $i$ ام و یا بام نمایش داده شود، تقسیم می گردد.

هر تراز یا طبقه دارای نیروی باد "$F_i$" را داشته که می‌توان آن را از روش‌های استاتیکی بدست آورد.

هر تراز دارای جرم "$M_i$" می‌باشد.

تغییر مکان هر طبقه "$X_i$" که با اعمال نیروی "$F_i$" بوجود می‌آید از روش‌های مناسب تحلیل‌های استاتیکی بدست می‌آید. همچنین تغییر مکان بالاترین تراز "$X_N$" در $N$ ام تراز از همین روش‌ها محاسبه می‌شود.

کوتاه‌ترین فرکانس طبیعی برحسب هرتز از رابطه ذیل تخمین زده می‌شود.

$$f_n = \frac{۱}{۲\pi}\left\{\frac{\sum_{i=۱}^{N} F_i \frac{X_i}{X_N}}{X_N \sum_{۱}^{N} M_i \left(\frac{X_i}{X_N}\right)^۲}\right\}^{\frac{۱}{۲}} \qquad (۲-۲-۶-پ)$$

رابطه بالا صرفاً برای تخمین فرکانس طبیعی سازه در روش‌های دینامیکی تحت بار باد استفاده می گردد و نمی‌توان آن را در محاسبه بارهای زلزله استفاده نمود.

در روش دینامیکی برای محاسبه بار باد در سازه‌های ساختمانی، ضریب بادگیری $C_e$ و ضریب اثر جهشی باد $C_g$ متفاوت از مقادیر متناظر در روش استاتیکی می‌باشد، لیکن ضریب فشار $C_p$ تغییری ندارد.

علاوه بر محاسبه بار باد، محاسبه تغییرمکان جانبی ناشی از باد، ارتعاش و اثر گردبادی نیز در مورد سازه‌هایی که باید با روش دینامیکی طراحی شوند، مهم بوده و باید در نظر گرفته شوند.

### پ-۶-۲-۱ ضریب باد گیری $C_e$

در روش دینامیکی ضریب بادگیری براساس پروفیل سرعت متوسط باد تعیین می‌شود که به طور قابل ملاحظه‌ای با ناهمواری‌های زمین قبل از این‌که باد به ساختمان برسد، تغییر می‌کند. برای تعیین ضریب بادگیری، زمین به دو گروه طبقه‌بندی می‌شود.

ناحیه ۱: نواحی باز با ساختمان‌های پراکنده، درختان یا موانع دیگر، ساحل دریا. این ناحیه ای است که سرعت‌های باد مبنا در آن اندازه‌گیری می‌شوند. ضریب بادگیری برابر است با:

$$C_e = \left(\frac{h}{۱۰}\right)^{۰/۲۸} \quad \text{برای} \quad ۱/۰ \le C_e \le ۲/۵ \qquad (پ-۶-۲-۳)$$

ناحیه ۲: نواحی شهری، پر درخت یا مرکز شهرها با تعداد کم ساختمان‌های بلند و پراکنده که با رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$C_e = ۰/۵\left(\frac{h}{۱۲/۷}\right)^{۰/۵۰} \quad \text{برای} \quad ۰/۵ \le C_e \le ۲/۵ \qquad (پ-۶-۲-۴)$$

ناحیه ۲ تنها در حالتی که زمین در بالادست جریان حداقل یک کیلومتر و یا ۲۰ برابر ارتفاع ساختمان ادامه داشته باشد قابل استفاده می‌باشد. همچنین اگر زمین در دو جهت اصلی ساختمان متفاوت باشد ضریب بادگیری باید دوباره محاسبه گردد.

ضریب بادگیری به غیر محاسبه فشار روی سطح ساختمان، برای محاسبه سرعت میانگین باد در بالای ساختمان، $V_H$ و ضریب اثر جهشی باد، $C_g$ نیز استفاده می‌شود.

### پ-۶-۲-۲ خیز سرعت در تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها

ضریب باد گیری باید برای افزایش سرعت در بالای تپه‌ها و بالا آمدگی‌ها در هردو روش استاتیکی و دینامیکی اصلاح شود. از این رو اساساً زمانی‌که خیز سرعت، سرعت متوسط باد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اصلاحی را بر روی ضریب جهش مطابق بند ۶-۱۰-۶-۳ باید اعمال گردد.

### پ-۶-۲-۳ ضریب جهشی باد $C_g$

کلیات مربوط به ضریب جهشی باد در بند ۶-۱۰-۶-۴-الف در روش استاتیکی گردید که در روش دینامیکی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### پ-۶-۲-۴ ضریب جهشی خارجی $C_g$

رابطه عمومی برای اثر بارگذاری بیشینه که با $W_p$ معرفی می‌شود به صورت زیر می‌باشد:

$$W_p = \mu + g_p \sigma \qquad (۵-۲-۶-پ)$$

$\mu$ = اثر بارگذاری میانگین

$g_p$ = ضریب بیشینه آماری برای اثر بارگذاری

$\sigma$ = جذر میانگین مربعات اثر بارگذاری

اگر رابطه بالا بازنویسی شود، ضریب اثر جهشی باد، $C_g$، که برابر $\frac{W_p}{\mu}$ است، به صورت زیر خواهد بود:

$$C_g = ۱ + g_p \left(\frac{\sigma}{\mu}\right) \qquad (۶-۲-۶-پ)$$

مقدار $\frac{\sigma}{\mu}$ ضریب تغییرات است و با رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$\frac{\sigma}{\mu} = \sqrt{\frac{K}{C_{eH}}\left(B + \frac{sF}{\beta}\right)} \qquad (پ-۶-۲-۷)$$

K = ضریبی مربوط به ناهمواری‌های زمین که براساس ناحیه‌بندی تعریف شده در بند ۶-۱۰-۶-۱ به صورت زیر تعیین می‌شود:

۰٫۰۸ برای ناحیه ۱، ۰٫۱۰ برای ناحیه ۲

$C_{eH}$ =ضریب بادگیری در بالای ساختمان که بر اساس بند پ-۶-۲-۱ و یا از شکل پ-۶-۲-۱ تعیین می شود.

B = ضریب تلاطم زمینه ساختمان مطابق شکل پ-۶-۲-۲

w = عرض موثر وجه رو به باد ساختمان

H = ارتفاع وجه رو به باد ساختمان

$s$ = ضریب کاهش اندازه که از شکل پ-۶-۲-۳ تعیین می شود و تابعی از $\frac{w}{H}$ و فرکانس کاهش یافته $\frac{f_{nD}H}{V_H}$

$f_{nD}$ = فرکانس طبیعی ارتعاش سازه در جهت باد بر حسب هرتز Hz

$V_H$ = سرعت میانگین باد بر حسب متر بر ثانیه در بالای سازه، H، که از طریق رابطه پ-۶-۲-۸ بدست می‌آید.

F = نسبت انرژی جهشی در فرکانس طبیعی سازه که از شکل پ-۶-۲-۴ بر حسب عدد موج $\frac{f_{nD}H}{V_H}$ تعیین می‌شود.

$\beta$= نسبت میرایی در امتداد وزش باد

سرعت میانگین باد در بالای سازه، $V_H$ در شکل های پ-۶-۲-۳ و پ-۶-۲-۴ از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V_H = \bar{V}\sqrt{C_{eH}} \qquad (پ-۶-۲-۸)$$

در رابطه ۶-۱۰-۱۶ $\bar{V}$ سرعت مبنای باد در ارتفاع ۱۰ متری که بر اساس فشار مبنای باد به صورت زیر تعیین می شود:

$$\bar{V} = ۳۹/۲\sqrt{I_W q} \qquad (پ-۶-۲-۹)$$

نسبت میرایی $\beta$ عمدتاً براساس آزمایشات بر روی سازه‌های واقعی بدست می‌آید. معمولاً در طراحی سازه‌های فولادی و بتنی درصدی از میرایی استفاده می‌شود که به ترتیب مقادیر ۱٪ و ۲٪ تعیین شده است. دکل‌ها و دودکش‌ها ممکن است مقادیر میرائی کمتری داشته باشند. میرایی آیرودینامیک در امتداد باد در سرعت‌های بالا مهم است، لیکن نقش مهمی در محدود کردن نوسانات سازه در جهت عمود بر باد در اثر ریزش گردبادی ندارد. شالوده‌های گسترده روی خاک نرم یا سختی متوسط، میرایی‌های بزرگتری در مقایسه با شالوده با شمع یا فونداسیون گسترده برروی خاک سخت و یا سنگ دارد. کاهش لگاریتمی $2\pi$ برابر نسبت میرایی بحرانی می‌باشد. همچنین یک محدوده ۰/۲٪ الی ۰/۸٪ برای نسبت میرایی کل برای دودکش‌های فلزی دایره‌ای بدون روکش لحاظ می‌گردد، که مقادیر حداقل باید در طراحی استفاده گردد. محدوده مشابهی برای دودکش‌های فولادی جوش شده با روکش و دودکش‌های بتنی بدون روکش به ترتیب به صورت ۰/۵٪ الی ۱٪ و ۱٪الی ۲٪ می‌باشد.

ضریب بیشینه $g_p$ در رابطه پ-۶-۲-۵ تعداد انحراف معیارها در اثر بار بیشینه را که انتظار می‌رود از مقدار اثر بار متوسط تجاوز کند، نشان می‌دهد، و در شکل پ-۶-۲-۵ ارائه شده است که تابعی از نرخ متوسط نوسان $\nu$ می‌باشد. این ضریب از رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$\nu = f_n\sqrt{\frac{sF}{sF + \beta B}} \qquad (پ-۶-۲-۱۰)$$

### پ-۶-۲-۵ توضیحات مربوط به $\sigma/\mu$ و $g_p$

پاسخ یک ساختمان بلند و باریک به نیروی نوسانی تصادفی را می‌توان با مدل کردن سازه به صورت جسم صلب طره‌ای با یک فنر و میرائی مناسب که رفتاری مشابه سازه واقعی از خود نشان دهد، تخمین زد. پراکندگی کمیت خروجی یا اثر بارگذاری برابر با مساحت زیر نمودار طیف کمیت

ورودی (تابع بارگذاری) پس از ضرب آن در یک تابع انتقال می‌باشد. تابع انتقال مربع ضریب تشدید بار دینامیکی برای یک سازه یک درجه آزادی می‌باشد.

در حالتی‌که باد به صورت نیروی نوسانی تصادفی باشد، طیف سرعت باد باید ابتدا در تابع انتقال امپدانس آیرودینامیکی ضرب شود، تا چگونگی تغییرات تلاطم را پس از برخورد با ساختمان در بر گیرد.

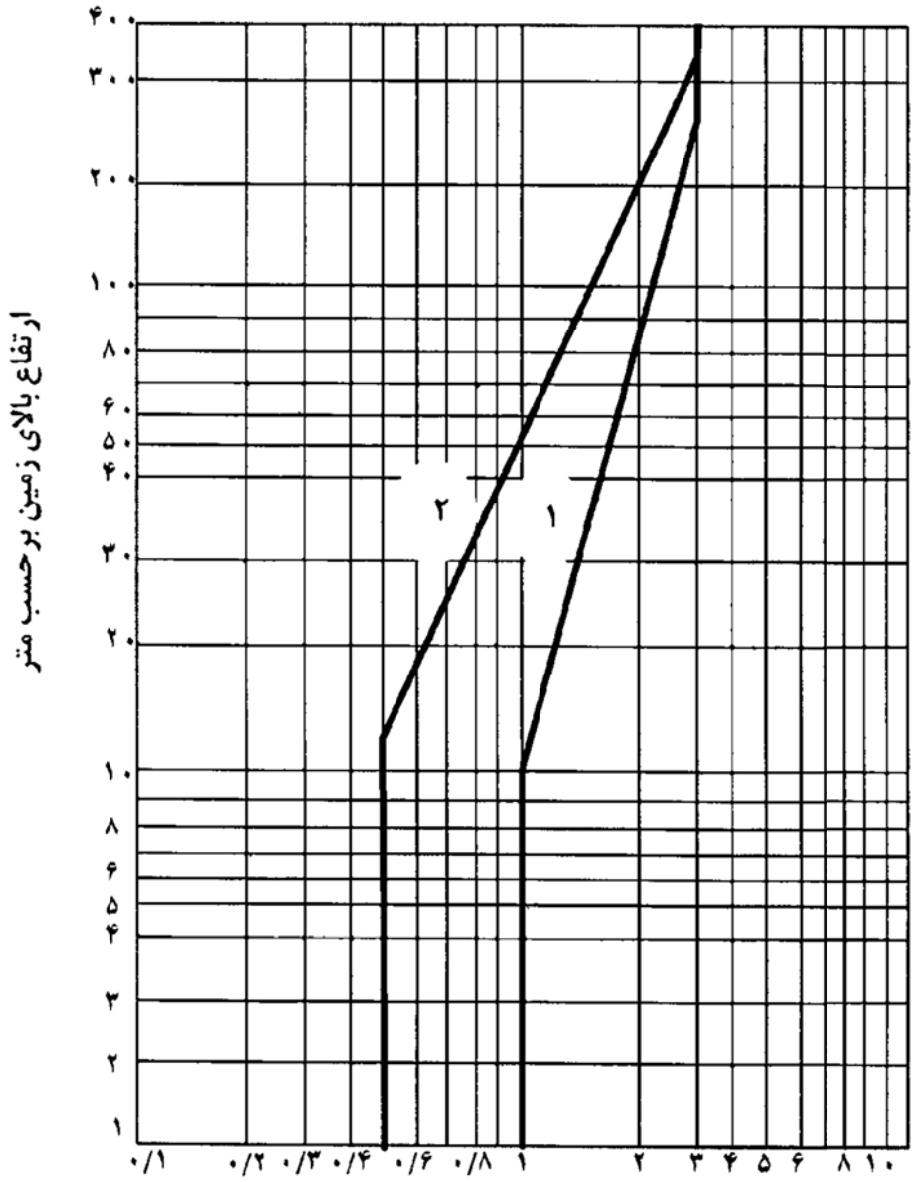
برای محاسبه $\frac{\sigma}{\mu}$ ، طیف سرعت باد به وسیله رابطهٔ جبری که از مشاهدات باد واقعی به دست آمده است، تعریف می‌شود. تابع امپدانس آیرودینامیکی نیز براساس رابطه جبری بیان می‌شود که از طریق فرض‌های ساده شده‌ای بدست آمده است لیکن این فرض‌ها انطباق خوبی با مشاهدات آزمایشگاهی دارند. طیف سرعت باد تابعی از فرکانس می‌باشد که شکل طیف شبیه به یک کوهان پهن مانند شکل پ-۶-۲-۴ می‌باشد. امپدانس آیرودینامیکی با افزایش فرکانس، مختصات منحنی را به طرف راست کوهان هدایت می‌کند. این پدیده بخشی از انعکاس تأثیر کاهش یافته بادهای جهشی کوچک در بارگذاری یک ناحیه بزرگ می‌باشد. ضریب تشدید بار دینامیکی یا امپدانس مکانیکی، یک بیشینه جدید یا کوهان در مرکز در فرکانس طبیعی سازه ایجاد می‌کند که نشان دهنده چگالی حداکثر نیروی نوسانی باد می‌باشد.

مساحت زیر نمودار طیف اثر بارگذاری، ریشه دوم ضریب تغییرات $\frac{\sigma}{\mu}$ می‌باشد که به صورت مجموع دو مولفه تعیین می‌شود. مساحت زیر نمودار کوهان پهن که باید به صورت عددی برای هر سازه انتگرال‌گیری شود و مساحت زیر نمودار بیشینه تشدید برای یک رابطه ساده تحلیلی می‌باشد. این مولفه‌ها در رابطه پ-۶-۲-۸ به وسیله $\frac{sF}{\beta}$ و $B$ ارائه شده‌اند. ضریب $\frac{K}{C_{eH}}$ نیز از طریق مقیاس کردن نتیجه برای تراز ورودی تلاطم تعیین می‌شود. اگر اثر تشدید کوچک باشد نسبت $\frac{sF}{\beta}$ در مقایسه با $B$ کوچک می‌گردد و بالعکس.

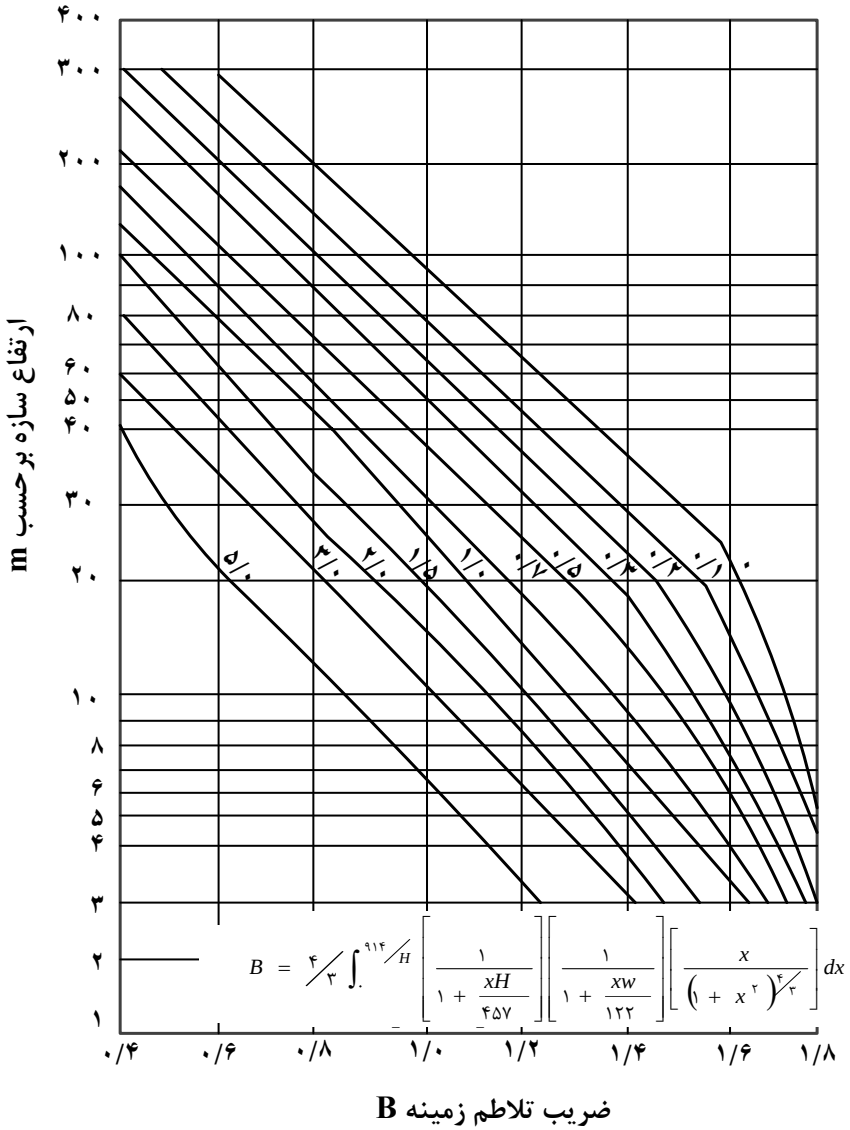
ضریب بیشینه $g_p$ بستگی به متوسط تعداد دفعاتی دارد که مقدار میانگین اثر بارگذاری در طول زمان میانگین‌گیری یک ساعته از آن عبور می‌کند.

### پ-۶-۲-۶ اصلاح $C_g$ برای افزایش سرعت در بالای تپه‌ها و یا بالا آمدگی‌ها

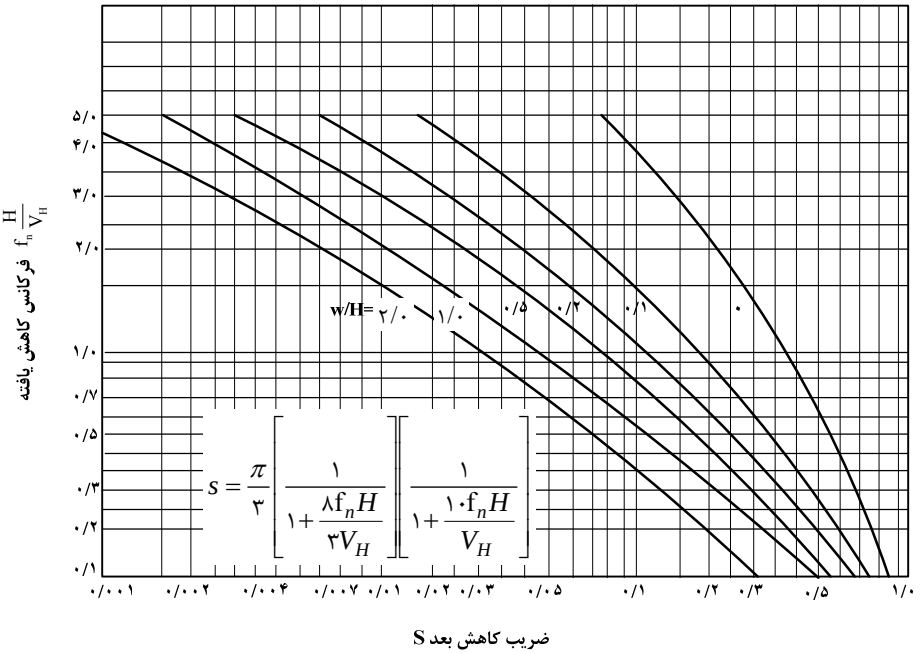
اصلاح اعمال شده در روش استاتیکی برای $C_g$ که در بند ۶-۱۰-۶-۴-پ آمده است، باید در مورد روش دینامیکی نیز اعمال گردد.



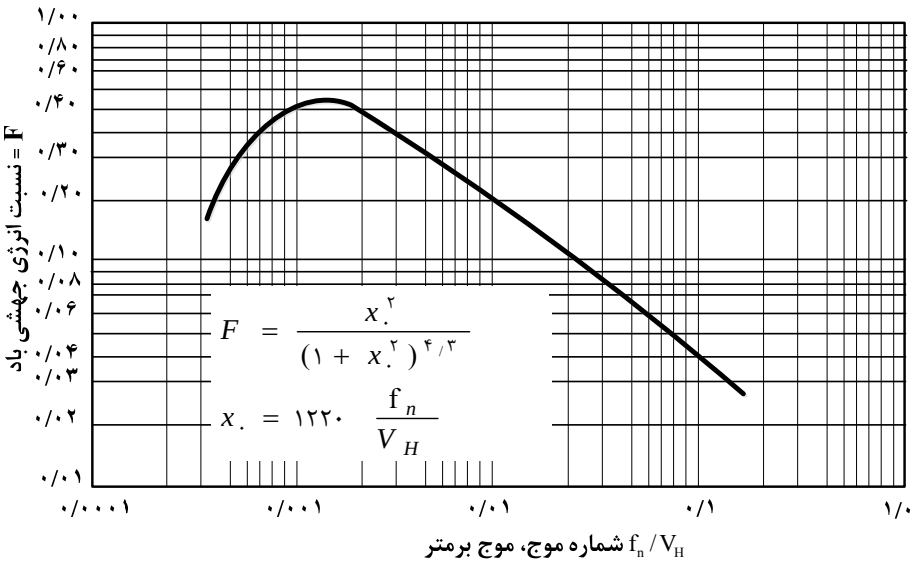

**شکل پ-۶-۲-۱ ضریب بادگیری بعنوان تابع ناهمواری زمین و ارتفاع بالای زمین**



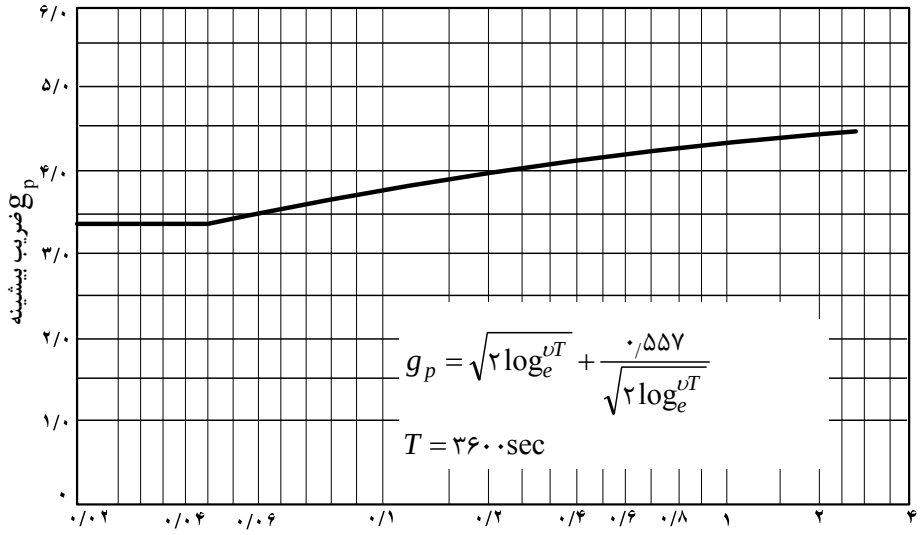

**شکل پ-۶-۲-۲ ضریب تلاطم زمینه بعنوان تابعی از عرض و ارتفاع سازه**




**شکل پ-۶-۲-۳ ضریب کاهش ابعادی بعنوان تابع عرض به ارتفاع و کاهش فرکانس سازه**




**شکل پ-۶-۲-۴ نسبت انرژی جهشی باد بعنوان تابع تعداد موج**




**پ-۶-۲-۵ ضریب بیشینه بعنوان میانگین نرخ نوسانی**

### پ-۶-۲-۷ ضرایب فشار Cp

مطالب مندرج در بند ۶-۱۰-۶-۵ در روش استاتیکی کماکان در مورد روش دینامیکی قابل کاربرد می‌باشد.

### پ-۶-۲-۸ ضریب فشار خارجی$C_p$

ضرایب فشار مشخص شده در شکل ۶-۱۰-۷ در روش استاتیکی برای حالت دینامیکی نیز استفاده می‌شود.

### پ-۶-۲-۹ بارگذاری جزیی

مطالب مندرج در بند ۶-۱۰-۶-۱۰ در این حالت نیز به‌کار می‌رود.

### پ-۶-۲-۱۰ تغییرشکل جانبی ساختمان‌های بلند

تغییرشکل‌های جانبی سازه‌های بلند تحت بار باد از نظر راحتی و خدمت رسانی باید مورد توجه قرار گیرد. به دلیل انعطاف‌پذیری سازه‌های بلند با استفاده از مصالح با مقاومت بالا برای تأمین مقاومت لازم، امکان دارد سختی سازه متناسب با آن افزایش پیدا نکند.

یکی از نشانه‌های عدم خدمت رسانی سازه، ترک خوردگی در اندودهای داخلی و مصالح بنایی می‌باشد. برای جلوگیری از آسیب به تیغه‌بندی‌های داخلی، حداکثر تغییرشکل جانبی به ۰٫۰۰۲ ارتفاع ساختمان محدود می‌گردد.

### پ-۶-۲-۱۱ ارتعاش ساختمان

درحالیکه بار جانبی و تغییر مکان حداکثر باد درجهت موازی با جهت باد می‌باشد، شتاب حداکثر یک ساختمان که منجر به احساس وجود حرکت در ساکنین یا حتی ناراحتی آنها شود، ممکن است در جهت عمود بر باد رخ دهد. شتاب‌های در جهت عمود بر باد وقتی بیشتر از شتاب در جهت باد می‌شود که ساختمان در هر جهت لاغر باشد. اگر $\frac{\sqrt{WD}}{H}$ کمتر از یک سوم گردد این حالت اتفاق

می‌افتد. دراینجا، W عرض موثر در جهت عمود بر باد و D عرض موثر در جهت باد و H ارتفاع ساختمان است.

شتاب در یک ساختمان بستگی زیادی به شکل آن، جهت ساختمان و نوسانات نامنظم از سازه‌های اطراف دارد. ازاین رو رابطه‌ای براساس مطالعات تونل باد به صورت زیر برای شتاب حداکثر در جهت باد ارائه می‌شود.

$$a_W = f_{nW}^{2} g_p \sqrt{WD} \left( \frac{a_r}{\rho_B g \sqrt{\beta_W}} \right) \qquad (\text{پ-۶-۲-۱۱})$$

در سازه‌های با لاغری کمتر یا برای سرعت‌های کمتر باد، شتاب حداکثر ممکن است در جهت باد رخ دهد که از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$a_D = 4\pi^{2} f_{nD}^{2} g_p \sqrt{\frac{KsF}{C_{eH}\beta_D}} \frac{\Delta}{C_g} \qquad (\text{پ-۶-۲-۱۲})$$

w و D = عرض موثر در جهت عمود بر باد و در جهت باد بر حسب متر

$$a_r = 78/5 \times 10^{-3} \left[ \frac{V_H}{(f_{nW}\sqrt{WD})} \right]^{3/3} \quad \text{N/m}^{3}$$

$\rho_B$ = چگالی متوسط ساختمان بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب

$\beta_W$ و $\beta_D$ = کسری از میرایی بحرانی به ترتیب در جهت عمود بر باد و در جهت باد

$f_{nW}$ و $f_{nD}$ = فرکانس طبیعی اصلی سازه در جهت عمود بر باد و در جهت باد بر حسب هرتز

$\Delta$ = تغییر مکان جانبی حداکثر ناشی از باد در بالای ساختمان در جهت باد بر حسب متر

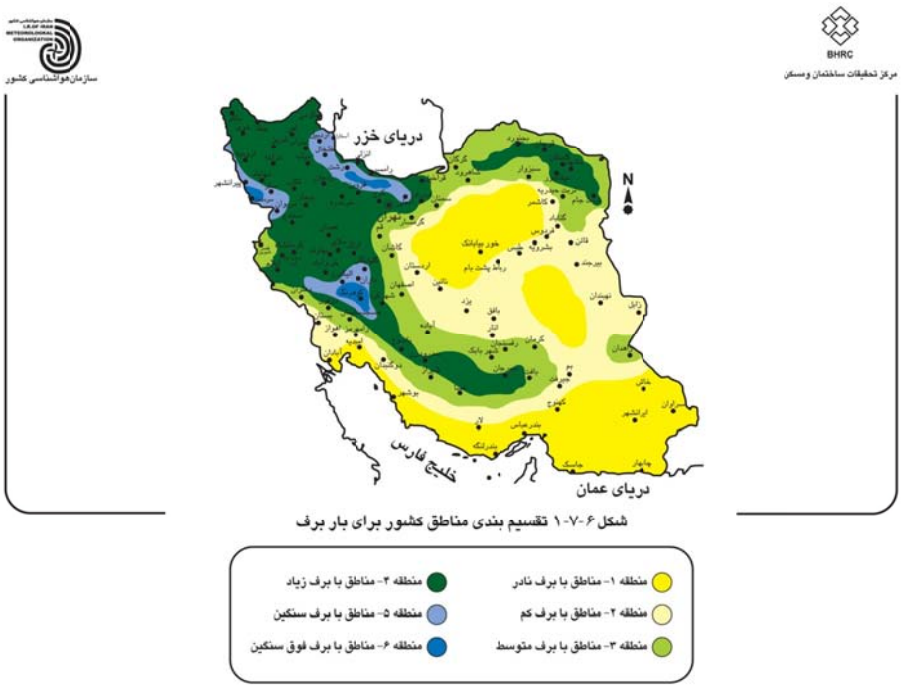
$g$ = 9/81 m/s$^{2}$ برابر با شتاب جاذبه زمین

متغیرهای $g_p, K, s, F, C_{eH}, C_g$ در قسمت‌های قبلی تعریف شده‌اند. (روابط پ-۶-۲-۲ الی پ-۶-۲-۴)

اگرچه بسیاری از عوامل جنبی مثل علائم بصری، مختصات و جهت و حالت ذهن، درک بشر از حرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، حرکت ساختمان برای بسیاری از مردم زمانی که دامنه شتاب در محدوده ۰/۵ الی ۱/۵ درصد شتاب جاذبه زمین است، قابل احساس خواهد بود.

معادله پ-۶-۲-۱۱ و پ-۶-۲-۱۲ با حدود ۱ الی ۳ درصد شتاب جاذبه زمین در هر ده سال یک بار برای ارزیابی اولیه ساختمان‌های بلند استفاده می‌شوند. معمولاً حد پایین این محدوده برای ساختمان‌های مسکونی و حد بالایی آن برای برج‌های اداری اعمال می‌شود.

به دلیل حساسیت نسبی معادلات پ-۶-۲-۱۱ و پ-۶-۲-۱۲ به فرکانس طبیعی ارتعاش، و معادله پ-۶-۲-۱۲ به سختی متناظر ساختمان، این مشخصات باید با استفاده از روش‌های مناسب تعیین گردد. برای مثال، استفاده از رابطه $\frac{۱۰}{N}$ برای محاسبه فرکانس طبیعی با فرض اینکه تغییرمکان دراثر باد باید کمتر از $۰/۰۰۲H$ باشد، سازگاری ندارد. دراین رابطه $N$ تعداد طبقات ساختمان را نشان می‌دهد.




شکل ۶-۷-۱ تقسیم بندی مناطق کشور برای بار برف

به نام خدا

وزارت راه و شهرسازی

مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان
# ژئوتکنیک و مهندسی پی

غیر قابل انتشار

تدوین مقررات ملّی ساختمان
ویرایش چهارم (۱۴۰۰)

| | | |
|---|---|---|
| سرشناسه | : | |
| عنوان و نام پدیدآور | : | مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان - ژئوتکنیک و مهندسی پی |
| مشخصات نشر | : | |
| مشخصات ظاهری | : | ۱۱۰ص.: مصور، جدول، نمودار. |
| شابک | : | ۹۷۸۶۲۲۰۰۲۲۰۵۳ |
| وضعیت فهرست نویسی | : | فیپا |
| موضوع | : | ساختمان سازی—قوانین و مقررات – ایران |
| موضوع | : | Building Construction—Law and legislation—Iran |
| موضوع | : | ژئوتکنیک – مهندس پیی |
| موضوع | : | Geotechnic – Foundation engineering |
| شناسه افزوده | : | ایران. وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان |
| شناسه افزوده | : | Ministry of Road and Urban Development, Deputy for Housing and Construction |
| شناسه افزوده | : | دفتر مقررات و کنترل ساختمان |
| رده بندی کنگره | : | |
| رده بندی دیویی | : | |
| شماره کتابشناسی ملی | : | |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : | |


# مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان
# ژئوتکنیک و مهندسی پی


تهیه کننده: دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان

ناشر:

نوبت چاپ: اول

قیمت:

تیراژ: ۱۰۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸۶۲۲۰۰۲۲۰۵۳



**مسئولیت صحت دیدگاه های فنی کتاب بر عهده نگارندگان محترم می باشد.**

**کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر برای تهیه کننده محفوظ است.**

به نام خدا

# پیشگفتار

این وزارتخانه در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی ساختمان را بر عهده دارد. مقررات ملّی ساختمان کشور بی شک یکی از کامل ترین و موثر ترین مقررات بومی موجود و لازم الاجرا در میان کشورهای منطقه می باشد که حاصل تلاش اساتید، صاحبنظران و حرفه مندان صنعت ساختمان طی سالهای متمادی در کشورمان است. در سال های اخیر مقررات ملّی ساختمان گام های موثری در ارتقای کیفیت ساخت و ساز و مقاومت بناها و ساماندهی و استاندارد سازی مصالح، روشهای طراحی و ساخت و کاهش هزینه های مصرف انرژی، محیط زیست، ایمنی بهداشت و آسایش و رفاه استفاده کنندگان داشته است. در این راستا پایش مستمر بازخوردهای مقررات ملّی ساختمان در زمینه های گوناگون، پس از انتشار آن، و برنامه ریزی جهت بازنگری و رفع نقایص موجود و ارتقای مداوم محتوای آن از اهداف اصلی وزارت راه و شهرسازی است. مقایسه کیفیت ساختمان ها خصوصا از لحاظ سازه ای در سال های اخیر با قبل از تدوین مقررات ملّی ساختمان مؤید تاثیر این مقررات در ارتقای کیفیت ساختمان ها است. در هر حال باید به کلیه دست اندرکاران صنعت ساختمان متذکر شوم در کنار رعایت مقررات و آیین نامه ها پایبندی به اصول اخلاق حرفه ای و وجدان کاری مهمترین ضامن در پیشبرد اهداف و اصول فنی و حرفه ای در این صنعت می باشد.

از کلیه اساتید، صاحبنظران، حرفه مندان و تدوین کنندگان که از ابتدا تاکنون در تدوین و بازنگری های متعدد در مباحث مقررات ملّی ساختمان تلاش نموده و در همفکری و همکاری با این وزارتخانه از هیچ کوششی دریغ ننموده اند سپاسگزارم. و از تمامی نخبگان و جوانان متخصص دعوت می شود ما را در پیشبرد اهداف عالیه قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان یاری نمایند. همچنین برای تمامی دست اندرکاران صنعت ساختمان اعم از مراجع صدور پروانه، کنترل ساختمان و کلیه اشخاصی که در اجرای مقررات و رعایت اصول اخلاق حرفه ای تلاش می نمایند توفیق و سربلندی آرزو می نمایم.

در خاتمه از تلاش ها و زحمات اعضاء شورای تدوین، کمیته های تخصصی، دبیرخانه مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده اند سپاسگزاری می نمایم.

**رستم قاسمی**

**وزیر راه و شهرسازی**

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
وزیر

تاریخ : ۱۴۰۰/۱۰/۲۹
شماره : ۱۴۷۸۳۸/۱۰۰/۰۲

بسمه تعالی

**جناب آقای دکتر وحیدی**
**وزیر محترم کشور**

**موضوع: ابلاغ ویرایش چهارم مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان « ژئوتکنیک و مهندسی پی»**

با سلام و احترام

در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴، بدینوسیله ویرایش چهارم مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان « **ژئوتکنیک و مهندسی پی**» که مراحل تهیه، تدوین و تصویب را در وزارت راه و شهرسازی گذرانده است، بشرح پیوست ابلاغ می گردد. زمان انقضای ویرایش سال ۱۳۹۲ این مبحث شش ماه بعد از تاریخ این ابلاغ خواهد بود و بدیهی است تا آن زمان استفاده از هر کدام از این دو ویرایش مجاز است.

**رستم قاسمی**

رونوشت:
- جناب آقای محمودزاده، معاون محترم مسکن و ساختمان جهت آگاهی و اقدام لازم
- جناب آقای قاری قرآن - سرپرست محترم مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی جهت آگاهی و اقدام لازم
- جناب آقای بیگزاده، رئیس محترم بنیاد مسکن انقلاب اسلامی جهت آگاهی و اقدام لازم
- ادارات کل راه و شهرسازی استان ها جهت اطلاع و اقدام لازم
- رئیس محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور جهت اطلاع و اقدام لازم
- رئیس محترم سازمان نظام کاردانی ساختمان کشور جهت اطلاع و اقدام لازم

تهران، [illegible]
[illegible]
[illegible]
کد پستی: [illegible]
صندوق پستی: [illegible]
www.mrud.ir

غیر قابل انتشار

## هیات تدوین کنندگان مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان – ویرایش چهارم (۱۴۰۰)

(براساس حروف الفبا)

### الف-۱) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان - دوره ششم از ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۸

- دکتر محمدتقی احمدی — رییس
- مهندس محمدرضا انصاری — عضو
- دکتر حمید باقری — عضو
- دکتر سعید بختیاری — عضو
- دکتر حمید بدیعی — عضو
- دکتر ناصر بنیادی — عضو
- مهندس محسن بهرامغفاری — عضو
- دکتر محسن تهرانی‌زاده — عضو
- مهندس محمدابراهیم دادسرشت* — عضو
- مهندس سید محمدتقی راتقی — عضو
- زنده‌یاد دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور — عضو
- دکتر محمد شکرچی‌زاده — عضو
- معاون مسکن و ساختمان — عضو
- مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی — عضو
- مهندس شاپور طاحونی — عضو
- مهندس بهروز علمداری میلانی — عضو
- زنده‌یاد مهندس مسعود غازی سلحشور — عضو
- مهندس یونس قلی‌زاده طیار — عضو
- دکتر بهروز گتمیری — عضو
- دکتر محمدرضا ماهری — عضو
- دکتر بهروز محمدکاری — عضو
- زنده‌یاد مهندس حشمت الله منصف — عضو
- دکتر سید رسول میرقادری — عضو
- مهندس نادر نجیمی — عضو
- مهندس سیدرضا هاشمی — عضو

### الف-۲) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان - دوره هفتم از ۱۳۹۸ تا ابلاغ این ویرایش

- دکتر فرهاد آزرمی — عضو
- مهندس یعقوب آصفی — عضو
- مهندس شهرام آدم‌نژاد — عضو
- دکتر اباذر اصغری — عضو
- مهندس مصطفی احمدوند — عضو
- دکتر بهروز بهنام — عضو
- زنده‌یاد مهندس اکبر ترکان — عضو
- مهندس احمد خرم — عضو
- دکتر بهرنگ سجادی — عضو
- دکتر غلامرضا شیران — عضو
- دکتر سید کمال‌الدین شهریاری — عضو
- دکتر محمد شکرچی‌زاده — عضو
- مهندس امیر فرجامی — عضو
- مهندس فرزانه صادق مالواجرد — عضو
- دکتر غلامرضا کاظمیان شیروان — عضو
- دکتر محمود گلابچی — عضو
- دکتر محمود محمودزاده — رییس
- مهندس حامد مانی‌فر — عضو و دبیر
- دکتر سید رسول میرقادری — عضو
- دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی — عضو
- دکتر سید حمید میرمیران — عضو
- دکتر سید ابوالحسن نائینی — عضو

### ب) اعضای کمیته تخصصی

- دکتر محمد حسن بازیار — عضو
- دکتر سید محسن حائری — عضو
- مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی — عضو
- دکتر عباس قلندرزاده — عضو
- دکتر بهروز گتمیری — رییس
- مهندس بهاره کاتبی — دبیر

- دکتر محسن کمالیان عضـو
- دکتر سید رسول میرقادری عضـو

**پ) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان - دوره هفتم**

- مهندس حامد مانی‌فر مدیر کل دفتر مقررات ملّی و کنترل ساختمان و دبیر شورا
- مهندس امیرعباس محمودی کارشناس راه و ساختمان دفتر مقررات ملّی و کنترل ساختمان و نماینده دبیرخانه شورا

غیر قابل انتشار

**مقدمه**

مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان که از این ویرایش نام " ژئوتکنیک و مهندسی پی" به آن داده شده است در ویرایش‌های قبلی با نام "پی و پی سازی" شناخته می‌شد. اولین ویرایش در مرداد سال ۱۳۶۹ با حجم مختصر منتشر و برای اجرا به سازمانهای مختلف ابلاغ گردید. دو ویرایش بعدی در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ با گسترش قابل توجه مطالب و ارائه جداول مورد نیاز برای طراحی منتشر شدند. در ویرایش حاضر علاوه بر تکمیل و به روزرسانی فصلهای موجود در دو ویرایش قبلی، فصل ژئوتکنکیک لرزه ای نیز بدان افزوده شده است.

اساساً موضوع مهندسی ژئوتکنیک به علت پیچیدگیها و عدم قطعیتهای موجود حاصل از گونه‌گونی زمین و تکیه بر آزمایشهای آزمایشگاهی و صحرایی و تعمیم نتایج آنها در ساختگاه مورد نظر مانند سایر گرایشهای مهندسی عمران به راحتی در چارچوب آئین‌نامه و مقررات نمی‌گنجد و علاوه بر باید و نبایدهای آئین‌نامه‌ای لازم است با اشاره به مفاهیم اساسی و جزئیات لازم برای نتیجه‌گیری بهتر مهندسین و دست‌اندرکاران عمرانی کشور را هدایت کند. بهمین دلیل فضای حاکم بر مبحث هفتم کمی متفاوت از سایر مباحث مقررات ملی ساختمان است. تکیه بر نظرات متخصص ژئوتکنیک در بسیاری از موارد توصیه شده است تا بتوان از تجربه مهندسی و قضاوت تخصصی بیشتر بهره گرفت و بدینطریق با شناخت بیشتر گونه‌گونیهای ویژه در هر ساختگاه علاوه بر ارتقاء کیفیت تصمیم مهندسی بر اساس تجربیات و مشاهدات، کارشناس متخصص با حس مسئولیت بیشتری اقدام نماید.

در این ویرایش همچون دو ویرایش قبلی، طراحیها بر اساس روشهای تنش مجاز، روش ضرایب بار و مقاومت و روشهای عملکردی بنا بر شرایط پروژه و انتخاب طراح می‌توانند انجام پذیرند. هماهنگی و تطابق جداول عرضه شده در دو روش تنش مجاز و روش ضرایب بار و مقاومت در همهٔ حالات حدی نهایی و بهره‌برداری تأمین شده است.

به دلیل ویژگی این مبحث که ارتباط تنگاتنگ با مباحث سازه‌ای و محاسباتی منجمله مباحث ششم، نهم و دهم دارد، در کمیتهٔ تدوین از کارشناسان صاحب‌نظر سازه در جمع کارشناسان ژئوتکنیک تدوین‌کننده استفاده شده است تا همزمان نظرات سازه‌ای نیز طرح گردد.

در خاتمه لازم است یادآوری شود که ضمن آنکه موضوع خاک و ژئوتکنیک از قدیم‌ترین تخصص‌های مهندسی عمران است، ولی به علت پیچیدگی‌های خاص آن هنوز مسائل ناشناخته در آن فراوان است و نیاز به پژوهش و کسب تجربه در آن بیشتر به چشم می‌آید. از این‌رو علی‌رغم اینکه در ویرایش جدید تا آنجا که ممکن بوده سعی شده برای سؤالات و گزینه‌های مختلف طراحان، پاسخ‌های روشن و قاطعی داده شود، اما سؤالات پاسخ داده نشده و یا اشکالات متعددی ممکن است در متن فعلی وجود داشته

باشد که برای برطرف کردن آنها نیاز به راهنمایی عموم مهندسان و اهل فن می‌باشد. امید است استفاده‌کنندگان این مبحث از اظهارنظر و ارائه پیشنهاد و نقدهای خود دریغ نکنند و تدوین‌کنندگان مبحث را مورد عنایت قرار دهند.

در پایان اعضاء کمیته مبحث از همکاران شورای تدوین و دیگر متخصصان که با بررسی متن اولیه و با ارائه نقطه نظرات و نقدهای خود طی جلسات مختلف باعث ارتقاء کیفیت این مبحث شدند، سپاس و قدردانی می‌نمایند.

دفتر مقررات ملّی و کنترل ساختمان

کمیته تخصصی مبحث ۷ مقررات ملّی ساختمان

غیر قابل انتشار

# فهرست مطالب

صفحه


۷-۱- کلیات ۱۱

۷-۱-۱ هدف ۱۱

۷-۱-۲- دامنه کاربرد ۱۱

۷-۱-۳- تعاریف ۱۱

۷-۱-۳-۱- پی ۱۱

۷-۱-۳-۲- خاکریزی مهندسی ۱۱

۷-۱-۳-۳- سازه‌های نگهبان ۱۲

۷-۱-۳-٤- شناسایی ژئوتکنیکی ۱۲

۷-۱-۳-٥- داده‌های ژئوتکنیکی ۱۲

۷-۱-۳-٦- اطلاعات ژئوتکنیکی ۱۲

۷-۱-۳-۷- گمانه ۱۲

۷-۱-۳-۸- طراحی ژئوتکنیکی ۱۲

۷-۱-۳-۹- زمین مناسب ۱۲

۷-۱-۳-۱۰- لایه‌بندی پیچیده ۱۲

۷-۱-۳-۱۱- ساختمان‌های با اهمیت کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد ۱۳

۷-۱-٤- روش‌های طراحی ۱۳

۷-۱-٤-۱- روش تنش مجاز ۱۳

۷-۱-٤-۲- روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) ۱۳

۷-۱-٤-۲-۱- حالت حدی مقاومت ۱۳

۷-۱-٤-۲-۲- حالت حدی بهره‌برداری ۱۳

۷-۱-٤-۳- روش‌های عملکردی ۱٤

۷-۱-٤-۳-۱- تحلیل ۱٤

۷-۱-٤-۳-۲- آزمایش ۱٤

۷-۱-٤-۳-۳- تهیه مدارک ۱٤


غیرقابل انتشار

صفحه


۷-۲- ملاحظات طراحی و شناسایی ژئوتکنیکی زمین ۱۵
۷-۲-۱ اهداف شناسایی ژئوتکنیکی ۱۵
۷-۲-۲- بررسی های ژئوتکنیکی ۱۵
۷-۲-۳- الزامات بررسی های ژئوتکنیکی ۱۶
۷-۲-۳-۱- الزامات بررسی های مقدماتی ۱۶
۷-۲-۳-۲- الزامات بررسی های طراحی ۱۸
۷-۲-۳-۲-۱- شناسایی‌های لازم در مرحله بررسی طراحی ۱۸
۷-۲-۳-۲-۲- حفاری و نمونه برداری خاک ۲۱
۷-۲-۳-۲-۳- آزمون های آزمایشگاهی ۲۲
۷-۲-۳-۲-٤- آزمون های برجا ۲۳
۷-۲-۳-۲-۵- گزارش بررسی های طراحی ۲٤
۷-۲-۳-۲-۵-۱- گزارش عملیات مطالعات ژئوتکنیکی ۲٤
۷-۲-٤- سایر ملاحظات طراحی ژئوتکنیکی ۲۵
۷-۲-٤-۱- ملاحظات بارگذاری ۲٦
۷-۲-٤-۲- الزامات بررسی‌های کنترلی ۲۷
۷-۲-٤-۳- ملاحظات دوام ۲۸


غیرقابل انتشار

صفحه


۷-۳- گودبرداری و پایش ۳۰
۷-۳-۱ هدف ۳۰
۷-۳-۲- تعاریف ۳۰
۷-۳-۳- ملاحظات کلی ۳۱
۷-۳-٤- تحلیل تغییر شکل گود و سازه‌های مجاور ۳٦
۷-۳-٥- تغییر شکل‌های مجاز ۳۷
۷-۳-٦- زهکشی ۳۷
۷-۳-۷- پایش و کنترل ۳۷
۷-۳-۷-۱- اهداف ابزارگذاری و پایش ۳۷
۷-۳-۷-۲- برنامه پایش ۳۸
۷-۳-۷-۳- ابزار پایش ۳۸
۷-۳-۷-٤- مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش ۳۸


غیر قابل انتشار

صفحه


| | |
|---|---|
| ۷-٤- پی سطحی | ۳۹ |
| ۷-٤-۱ هدف | ۳۹ |
| ۷-٤-۲- ملاحظات طراحی پی‌های سطحی | ۳۹ |
| ۷-٤-۳- ظرفیت باربری پی‌های سطحی | ٤۳ |
| ۷-٤-٤- مقادیر نشست مجاز | ٤٤ |
| ۷-٤-٥- روش‌های طراحی پی سطحی | ٤٤ |
| ۷-٤-٥-۱- روش تنش مجاز | ٤٥ |
| ۷-٤-٥-۲- روش ضرایب بار و مقاومت | ٤٦ |
| ۷-٤-٥-۳- ملاحظات لرزه‌ای در طراحی پی‌های سطحی | ٤٦ |
| ۷-٤-٦- پی‌های انعطاف‌پذیر | ٤۸ |
| ۷-٤-۷- ملاحظات اجرایی پی‌های سطحی | ٤۸ |


نمونه قابل انتشار

صفحه


۷-۵- سازه‌های نگهبان ۵۱
۷-۵-۱ دامنه کاربرد و هدف ۵۱
۷-۵-۲- انواع سازه‌های نگهبان ۵۱
۷-۵-۳- پایداری انواع سازه‌های نگهبان ۵۱
۷-۵-۳-۱- حالت‌های حدی دیوارهای صلب وزنی ۵۱
۷-۵-۳-۲- حالت‌های حدی دیوارهای انعطاف پذیر مهار شده ۵۲
۷-۵-۳-۳- حالت‌های حدی دیوارهای خاک مسلح ۵۳
۷-۵-٤- ملاحظات طراحی و ساخت ۵٤
۷-۵-۵- فشار خاک ۵٦
۷-۵-۵-۱- کلیات ۵٦
۷-۵-۵-۲- تعیین فشار خاک در حالات مختلف ۵٦
۷-۵-۵-۲-۱- فشار خاک در حالت سکون ۵٦
۷-۵-۵-۲-۲- فشار محرک و مقاوم خاک ۵۷
۷-۵-۵-۲-۳- فشار خاک در خاکریز متراکم شده ۵۷
۷-۵-۵-۲-٤- فشار حالت محرک و مقاوم در شرایط دینامیکی ۵۷
۷-۵-۵-۲-۵- تعیین فشار خاک در پشت دیوار ۵۸
۷-۵-٦- فشار آب ۵۹
۷-۵-۷- روش‌های طراحی سازه‌های نگهبان ٦۰
۷-۵-۷-۱- روش تنش مجاز ٦۰
۷-۵-۷-۱-۱- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای صلب ٦۰
۷-۵-۷-۱-۲- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای انعطاف پذیر سپری ٦۱
۷-۵-۷-۱-۲-۱- ضریب اطمینان مهار ٦۱
۷-۵-۷-۱-۲-۲- ضریب اطمینان در برابر بالا زدگی کف ٦۲
۷-۵-۷-۱-۳- حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای خاک مسلح ٦۲
۷-۵-۷-۱-٤- کنترل تغییرشکل ٦۳


غیر قابل انتشار

صفحه


۷-۵-۷-۲- روش ضرایب بار و مقاومت ۶۳
۷-۵-۷-۲-٤- ضرایب کاهش مقاومت در دیوارهای صلب ۶۳
۷-۵-۷-۲-۵- ضرایب نیروی مقاوم در دیوارهای انعطاف پذیر ٦٤
۷-۵-۷-۲-٦- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در خاکریزها و شیروانی‌ها ٦٤
۷-۵-۷-۲-۷- ضرایب کاهش نیروی مقاوم در دیوارهای خاک مسلح ٦٥
۷-۵-۸- مهاربندی ٦٥
۷-۵-۸-۱- کلیات ٦٥
۷-۵-۸-۲- طراحی مهارها ٦٦
۷-۵-۸-۳- آزمایش مهارها ٦٧
۷-۵-۸-۳-۱- آزمایش باربری و خزش ٦٧
۷-۵-۹- خاکریز پشت دیوار ٦٩
۷-۵-۱۰- زهکشی و آب‌بندی دیوارها ٦٩


غیر قابل انتشار

صفحه


۷-٦- پی‌های عمیق ۷۰
۷-٦-۱ هدف و دامنه کاربرد ۷۰
۷-٦-۲- مبانی طراحی پی‌های عمیق ۷۰
۷-٦-۳- بارهای طراحی ۷۱
۷-٦-۳-۱- ترکیب بارهای وارده ۷۱
۷-٦-۳-۲- نیروهای تغییرمکان زمین ۷۱
۷-٦-۳-۲-۱- اصطکاک منفی جدار ۷۱
۷-٦-۳-۲-۲- بالا زدگی شمع ۷۲
۷-٦-۳-۲-۳- حرکات جانبی ۷۲
۷-٦-٤- شمع تحت بار محوری ۷۲
۷-٦-٤-۱- ظرفیت باربری ۷۲
۷-٦-٤-۱-۱- روشهای تعیین ظرفیت باربری شمع ۷۳
۷-٦-٤-۱-۲- استفاده از روابط تحلیلی ۷۳
۷-٦-٤-۱-۳- استفاده مستقیم از نتایج آزمایش‌های برجا ۷۵
۷-٦-٤-۱-٤- استفاده از آزمایش بارگذاری استاتیکی ۷٦
۷-٦-٤-۱-۵- استفاده از آزمایش دینامیکی ۷٦
۷-٦-٤-۱-٦- تحلیل معادله موج (WEAP) ۷٦
۷-٦-٤-۱-۷- آزمایش دینامیک شمع (DLT) ۷۷
۷-٦-٤-۲- نشست شمع‌ها ۷۷
۷-٦-٤-۳- شمع‌های کششی ۷۸
۷-٦-۵- شمع‌های تحت بار جانبی ۷۹
۷-٦-۵-۱- ظرفیت باربری جانبی ۷۹
۷-٦-۵-۲- تغییرمکان جانبی ۸۰
۷-٦-٦- گروه شمع ۸۰
۷-٦-٦-۱- ظرفیت باربری گروه شمع ۸۰

صفحه


۷-٦-٦-۲- نشست گروه شمع ۸۱

۷-٦-٦-۳- تحلیل نیروها در گروه شمع ۸۱

۷-٦-٦-٤- طراحی گروه شمع ۸۲

۷-٦-۷- بار مجاز طراحی شمع‌ها ۸۲

۷-٦-۷-۱- روش مقاومت مجاز (بارهای عمدتاً بدون ضریب) ۸۳

۷-٦-۷-۲- روش ضرایب بار و مقاومت ۸٤

۷-٦-۸- آزمایش‌های بارگذاری شمع ۸۵

۷-٦-۸-۱- آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی ۸٦

۷-٦-۸-۲- آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی ۸٦

۷-٦-۸-۳- شمع‌های آزمایشی ۸۷

۷-٦-۸-٤- شمع‌های اصلی ۸۸

۷-٦-۸-۵- گزارش آزمایش‌های بارگذاری ۸۹

۷-٦-۹- طراحی سازه‌ای شمع‌ها ۸۹

۷-٦-۱۰- ملاحظات ساخت و اجرای شمع ۹۰

۷-٦-۱۱- ملاحظات شمعها در خاکهای مستعد روانگرایی و گسترش جانبی ۹۲


نمونه قابل انتشار

صفحه


۷-۷- ژئوتکنیک لرزه ای ۹٤
۷-۷-۱ دامنه کاربرد ۹٤
۷-۷-۲- زلزله طرح و اثرات ساختگاهی ۹٤
۷-۷-۲-۱- روش آیین نامه‌ای ۹٤
۷-۷-۲-۲- مطالعات ویژه زلزله طرح ۹٤
۷-۷-۲-۲-۱- تحلیل مخاطره‌پذیری ۹٤
۷-۷-۲-۳- تحلیل اثر ساختگاه ۹۵
۷-۷-۲-۳-۱- تاثیر لایه های رسوبی سطحی ۹۵
۷-۷-۲-۳-۲- تاثیر توپوگرافی سطحی ۹۷
۷-۷-۲-۳-۳- تاثیر توپوگرافی عمقی ۹۷
۷-۷-۳- روانگرایی ۹۷
۷-۷-۳-۱- ارزیابی پتانسیل روانگرایی ۹۸
۷-۷-۳-۱-۱- مرحله اول ارزیابی ۹۸
۷-۷-۳-۱-۲- مرحله دوم ارزیابی ۹۹
۷-۷-۳-۲- تعیین نشست ناشی از روانگرایی ۱۰۰
۷-۷-۳-۳- گسترش جانبی ۱۰۰
۷-۷-۳-٤- پیشگیری از مخاطرات ناشی از روانگرایی ۱۰۱
۷-۷-٤- ناپایداری شیبها و زمین لغزش ۱۰۱
۷-۷-۵- مخاطره گسلش سطحی ۱۰۲


غیر قابل انتشار

## ۱-۷ کلیات

### ۱-۱-۷ هدف

هدف این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طراحی ژئوتکنیکی ساختمان‌ها است، به طوری که ایمنی کافی در ساختمان‌ها تأمین شود و شرایط بهره‌برداری مطلوب در طول عمر آن‌ها حفظ گردد.

### ۲-۱-۷ دامنه کاربرد

رعایت ضوابط و مقررات این مبحث در کلیه ساختمان‌ها و سازه‌های موضوع مقررات ملی ساختمان الزامی است. ابنیه فنی مانند پل‌ها، سدها و سازه نیروگاه‌ها مشمول مقررات این مبحث نمی‌شوند ولی رعایت آن‌ها به صورت غیرالزامی توصیه می‌شود.

### ۳-۱-۷ تعاریف

**۱-۳-۱-۷ پی:** به مجموعه بخش‌هایی از سازه و زمین در تماس با آن اطلاق می‌شود که انتقال بار بین سازه و زمین مناسب از طریق آن صورت می‌گیرد. پی‌ها عمدتاً به سه گروه اصلی زیر تقسیم می‌شوند:

**الف- پی‌های سطحی**: به پی‌هایی گفته می‌شود که در عمق کم و نزدیک سطح زمین (عمق پی (D) کمتر از سه برابر عرض پی (B) $\frac{D}{B}\leq 3$ ) ساخته می‌شوند. این پی‌ها شامل: پی‌های منفرد، نواری، شبکه‌ای و گسترده هستند. پی‌های سطحی ممکن است از جنس مصالح بنایی، بتنی یا بتن‌آرمه باشند.

**ب- پی‌های عمیق یا شمع‌ها**: به پی‌هایی گفته می‌شود که نسبت عمق قرارگیری به کوچکترین بعد افقی آن‌ها از ۱۰ تجاوز کند ($\frac{D}{B}\geq 10$ ). این پی‌ها شامل انواع شمع‌ها، دیوارک‌ها و دیوارهای جداکننده می‌شوند. پی‌های عمیق در ساختمان‌ها معمولاً به وسیله یک سازه میانی، که کلاهک یا سرشمع نامیده می‌شود، بارهای سازه را به زمین منتقل می‌نمایند.

**پ- پی‌های نیمه‌عمیق**: به پی‌هایی گفته می‌شود که در حدفاصل بین پی‌های سطحی و پی‌های عمیق قرار دارند. پی‌های صندوقه‌ای معمولاً در این گروه قرار دارند.

**۲-۳-۱-۷ خاکریزی مهندسی:** به خاکریزی گفته می‌شود که در حین ساخت، تراکم و سایر مشخصات خاک کنترل می‌شود و می‌تواند بخشی از پی ساختمان در نظر گرفته شود.

**۳-۳-۱-۷ سازه‌های نگهبان:** به سازه‌هایی اطلاق می‌شود که برای نگهداری خاک به کار برده می‌شوند. این سازه‌ها شامل انواع دیوارها و سیستم‌های نگهدارنده خاک هستند که ممکن است در بعضی از انواع آن‌ها عناصر سازه‌ای با خاک یا سنگ ترکیب شده یا از تسلیح خاک استفاده شود.

**٤-۳-۱-۷ شناسایی ژئوتکنیکی:** به مجموعه اقدامات و مطالعاتی گفته می‌شود که منجر به شناخت مشخصات مهندسی (مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی) لایه‌های زمین می‌شود. این اقدامات شامل بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی با مقیاس مناسب، بررسی گزارش لایه‌های زمین در ساختگاه‌های مجاور، بازدید از برش‌ها و مقاطع موجود خاک مورد نظر، انجام مطالعات ژئوفیزیک و ژئوتکنیک با حفر گمانه یا چاه دستی، نمونه‌گیری دست‌خورده ودست‌نخورده نماینده وانجام آزمایش‌های برجا و آزمایشگاهی می‌باشد.

**٥-۳-۱-۷ داده‌های ژئوتکنیکی:** به پارامترهای برداشت‌شده از زمین ساختگاه گفته می‌شود که پردازش نشده‌اند.

**٦-۳-۱-۷ اطلاعات ژئوتکنیکی:** به داده‌های ژئوتکنیکی گفته می‌شود که پردازش شده‌اند.

**۷-۳-۱-۷ گمانه:** به حفاری در زمین به منظور شناخت خواص مهندسی خاک گفته می‌شود. حفاری عمدتاً با ماشین حفاری انجام می‌گیرد ولیکن می‌تواند با رعایت مسائل فنی و ایمنی خاص به صورت دستی نیز انجام شود که به آن چاه دستی نیز اطلاق می‌شود.

**۸-۳-۱-۷ طراحی ژئوتکنیکی:** کلیه خدمات مهندسی است که به منظور تعیین هندسه، کنترل پایداری، ایستایی و تغییر شکل‌های پی و بخش خاک زیر آن انجام می‌گیرد.

**۹-۳-۱-۷ زمین مناسب:** زمینی که با توجه به بار سازه مورد نظر، از باربری و نشست‌پذیری قابل‌قبول برخوردار باشد. چنانچه اطلاعاتی از زمین موردنظر قبل از شناسایی در دست نباشد، نمی‌توان زمین را مناسب فرض کرد.

**۱۰-۳-۱-۷ لایه‌بندی پیچیده:**لایه‌بندی زمینی که لایه‌های خاک ان منحنی شکل با شیب تند یا با جنس متنوع باشند( از قبیل زمین در مجاورت گسل‌ها یا نزدیک رودخانه‌ها یا پای شیب‌ها) و تفسیر لایه‌بندی مشکل باشد، لایه بندی پیچیده است. در سایر شرایط که لایه‌بندی یکنواخت است، به آن لایه‌بندی ساده اطلاق می‌شود.

**۱۱-۳-۱-۷ ساختمان‌های با اهمیت کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد:** این تعاریف عیناً طبق تعاریف به کار برده‌شده در استاندارد ۲۸۰۰ است.

## ٤-۱-۷ روش‌های طراحی

استفاده از روش‌های طراحی تنش مجاز، روش ضرایب بار و مقاومت و روش عملکردی در این مقررات مجاز می‌باشد و طراح می‌تواند هر یک از این روش‌ها را انتخاب کند.

### ۱-٤-۱-۷ روش تنش مجاز:

در این روش بارهایی که در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان آورده شده است با ضریب عمدتاً یک در محاسبات نیرو لحاظ می‌شوند و بار وارده بر خاک محاسبه می‌گردد. سپس با اعمال ضریب اطمینان مناسب تنش مجاز خاک محاسبه و طراحی انجام می‌شود. برای محاسبه نشست، بارهای وارده عمدتاً با ضریب یک در نظر گرفته می‌شود و نشست محاسبه شده باید از نشست مجاز کمتر باشد.

### ۲-٤-۱-۷ روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD):

در این روش دو ضریب ایمنی برای بار و مقاومت به طور جداگانه در محاسبات حالات حدی مقاومت و بهره‌برداری استفاده می‌شود.

#### ۱-۲-٤-۱-۷ حالت حدی مقاومت:

اولین مجموعه ضرایب ایمنی در این روش اعمال ضرایب افزایش بار است و مقدار آن بستگی به میزان عدم اطمینان در برآورد مقدار بار دارد. ضرایب فوق با استفاده از مبحث ششم مقررات ملی ساختمان تعیین می‌شوند. دومین مجموعه ضرایب کاهشی برای تقلیل مقاومت مصالح است و مقدار آن بستگی به عدم اطمینان موجود در کیفیت مصالح، نحوه اجرا و دقت دارد. مقادیر ضرایب افزایش بار و تقلیل مقاومت بر حسب مورد در فصل‌های مختلف این مبحث آمده است.

#### ۲-۲-٤-۱-۷ حالت حدی بهره‌برداری:

طراحی در حالت حدی بهره‌برداری اغلب جهت کنترل نشست و تغییرشکل‌ها به کار می‌رود و در آن هر دو ضرایب کاهش مقاومت و افزایش بار متناسباً برای بهره‌برداری در نظر گرفته می‌شود.

### ۳-٤-۱-۷ روش‌های عملکردی:

در طراحی به این روش باید به وسیله تحلیل یا ترکیبی از تحلیل و آزمایش نشان داده شود که ضریب اطمینانی حداقل برابر با آنچه برای اعضای مشابه طراحی شده با روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) در برابر تاثیر بارهای مرده، زنده، محیطی و سایر بارها مورد انتظار است، تأمین شده است. در این راستا ملاحظات مربوط به عدم قطعیت‌های مربوط به بارگذاری و مقاومت باید در نظر گرفته شود.

**۱-۳-٤-۱-۷ تحلیل:**

تحلیل باید بر اساس روش‌های منطقی مبتنی بر قوانین پذیرفته شده مکانیک خاک، انجام شود و باید تمام منابع مهم تغییرشکل و مقاومت در آن در نظر گرفته شود. فرضیات مربوط به انتخاب کلیهٔ مشخصات و پارامترها باید بر اساس اطلاعات آزمایشگاهی قابل‌قبول و مراجع استاندارد لحاظ گردند.

**۲-۳-٤-۱-۷ آزمایش:**

شرایط آزمایشگاهی و مدل‌سازی فیزیکی مورداستفاده برای اثبات ظرفیت عملکردی تحت بارگذاری مورد نظر، باید به نحوی باشد که به درستی نمایانگر مصالح، هندسه، شرایط ساخت، شدت بارگذاری و شرایط مرزی پیش‌بینی شده برای سازه باشد. اگر ارزیابی نتایج آزمایش براساس نتایج به‌دست آمده از حداقل سه آزمایش انجام شود باید انحراف نتایج به‌دست‌آمده از هر آزمایش بیش از ۱۵٪ نسبت به مقدار میانگین نتایج تمام آزمایش‌ها نباشد. در صورتی که در نتایج هر یک از آزمایش‌ها انحراف بیش از ۱۵٪ نسبت به میانگین مشاهده شود، لازم است آزمایش‌های اضافی انجام شود تا زمانی که انحراف از نتایج هیچ یک از آزمایش‌ها بیش از ۱۵٪ نگردد یا این که حداقل ٦ آزمایش انجام شده باشد. هیچ‌یک از نتایج آزمایش‌ها نباید بدون ارائه دلیل منطقی حذف گردد. گزارش آزمایش‌ها باید شامل محل، زمان و تاریخ آزمایش باشد، مشخصات نمونه آزمایشگاهی، تجهیزات آزمایشگاهی، شرایط هندسی آزمایش، تاریخچه بارگذاری و تغییرشکل‌های به‌دست‌آمده تحت بارگذاری و همچنین هرگونه آسیب مشاهده‌شده در نمونه در طی آزمایش به همراه مقدار بار و تغییرشکلی که متناظر با این آسیب بوده است باید ثبت گردد.

**۳-۳-٤-۱-۷ تهیه مدارک:**

روش‌های مورد استفاده برای انجام این بند و نتایج حاصل از تحلیل و آزمایش‌ها باید طی یک یا چند گزارش آماده شده و به یک مرجع ذیصلاح ارسال گردد تا با استفاده از یک گروه بررسی‌کننده مستقل به بررسی و تصویب آن اقدام شود.

## ۲-۷ ملاحظات طراحی و شناسایی ژئوتکنیکی زمین

### ۱-۲-۷ اهداف شناسایی ژئوتکنیکی

۱-۱-۲-۷ داده‌های ژئوتکنیکی باید همواره مبتنی برگردآوری، انجام بررسی ژئوتکنیکی و اطلاعات ثبت‌شده بوده و با دقت مورد تفسیر قرار گیرند. این داده ها افزون بر اطلاعات ژئوتکنیکی شامل داده‌های زمین‌شناسی عمومی، زمین‌شناسی مهندسی، زمین ریخت‌شناسی، لرزه‌خیزی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی و تاریخچه ساختگاه می‌باشند. این شناسایی‌ها شامل بررسی لایه‌بندی خاک و خصوصیات مهندسی آن، شرایط آب زیرزمینی، تراز سنگ بستر و سایر مشخصات ساختگاه پروژه است. کسب اطلاعات فوق ضروری و تابع نوع پروژه و شرایط زمین می‌باشد.

۲-۱-۲-۷ برنامه‌ریزی انجام شناسایی ژئوتکنیکی زمین باید چنان انجام شود که نیازمندی‌های طراحی، ساخت و تامین عملکرد سازه پیشنهادی را فراهم نماید. باید توجه داشت در صورت مواجه‌شدن با تغییرشرایط زمین (مشخصات ژئوتکنیکی...) یا سازه (جابجایی محل سازه مهم، تغییر تعداد طبقات سازه....) ، شناسایی ژئوتکنیکی باید متناسب با این تغییرات مورد بررسی مجدد قرار گیرد.

### ۲-۲-۷ بررسی‌های ژئوتکنیکی

بررسی‌های ژئوتکنیکی شامل سه مرحله زیر است که ممکن است بین این مراحل همپوشانی‌هایی وجود داشته باشد:

- بررسی‌های مقدماتی
- بررسی‌های طراحی
- بررسی‌های کنترلی

۱-۲-۲-۷ بررسی‌های مقدماتی با اهداف زیر انجام می‌شود:

- شناسایی و ارزیابی کلی ساختگاه‌ها
- مقایسه ساختگاه‌های مختلف برای انتخاب مناسب‌ترین گزینه، در صورت نیاز
- تخمین تغییراتی که ممکن است در اثر کارهای پیشنهادشده پیش آید و پیامدهای آنها
- پیش‌بینی پیامدهای ناشی از اجرا در محیط پروژه و اطراف ان

۲-۲-۲-۷ بررسی‌های طراحی با اهداف زیر انجام می‌شود:

- فراهم‌نمودن اطلاعات لازم ساختگاه به منظور طراحی ایمن و تامین عملکرد مورد انتظار سازه‌های دائمی و موقت با حفظ صرفه اقتصادی در طراحی
- فراهم‌نمودن اطلاعات لازم برای برنامه‌ریزی اجرای کارهای موقت (مثل پایدارسازی گود) و دائمی در ساختگاه
- پیش‌بینی و شناسایی مشکلات ژئوتکنیکی احتمالی که ممکن است در خلال اجرا و پس از آن بروز نماید

۳-۲-۲-۷ بررسی‌های کنترلی با اهداف زیر انجام می‌شود:

- برای اطمینان از تامین ایمنی کافی در حین گودبرداری و اجرای سازه‌های نگهبان موقت و دائم، ساخت پی و سازه
- برای اطمینان از عملکرد مناسب سازه در دوران ساخت و بهره‌داری، در اموری که به پی سازه و و زمین ارتباط پیدا می‌کند
- تطبیق فرضیات طراحی با مشاهدات واقعی و اندازه‌گیریهای ژئوتکنیکی در ساختگاه.

### ۳-۲-۷ الزامات بررسی‌های ژئوتکنیکی

با توجه به نوع بررسی ژئوتکنیکی مدنظر، الزامات متفاوتی مطابق بندهای ۷-۲-۳-۱ الی ۷-۲-۳-۳ ممکن است مدنظر قرار گیرد. همچنین تعمیم محتوای الزامات هر بند به الزامات بندهای دیگر به جز در مواردی که صراحتاً بیان شده باشد مجاز نمی‌باشد.

### ۱-۳-۲-۷- الزامات بررسی‌های مقدماتی

۱-۱-۳-۲-۷ در بررسی‌های مقدماتی موارد زیر باید بررسی یا انجام و اطلاعات و مستندات مربوطه جمع‌آوری و ارائه گردد:

- شناسایی میدانی ساختگاه
- تاریخچه ساختگاه

- توپوگرافی منطقه
- وجود مناطق ناپایدار
- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی
- بررسی محلی در خصوص سطح آب زیرزمینی
- بررسی ساختمان‌ها و حفاری‌های همجوار
- نقشه ها و مدارک زمین‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی موجود
- بررسی‌های پیشین انجام شده در محدوده مورد نظر
- عکس‌های هوایی و ماهواره ای
- نقشه‌های قدیمی
- مستحدثات تحت‌الارضی ساختگاه (مانند قنات‌ها یا سایر حفرات زیرزمینی، شریان‌های حیاتی و غیره)
- لرزه‌خیزی منطقه

۲-۱-۳-۲-۷ گزارش بررسی مقدماتی باید شامل موارد ذیل باشد:

- درج نوع بررسی انجام شده (بررسی مقدماتی) در گزارش ارائه‌شده الزامی می‌باشد.
- توضیحات، تحلیل‌ها و مستندات مربوط به موارد مطرح شده در بند ۷-۲-۳-۱-۱ باید به صورت کامل در گزارش آورده شود.
- استفاده از تحلیل‌ها و پارامترهای ارائه‌شده در گزارش بررسی مقدماتی برای طراحی مجاز نمی‌باشد. در تنظیم ادبیات فنی گزارش بررسی مقدماتی، باید از هرگونه اظهارنظر قطعی اجتناب شده و این امر به ارائه گزارش بررسی طراحی یا کنترلی منوط گردد.
- تعداد، فاصله، عمق و نوع گمانه‌ها و آزمون‌های آزمایشگاهی و صحرایی پیش‌بینی شده لازم، که باید در شناسایی طراحی اعمال گردند، به صورت یک فصل مجزا در انتهای گزارش بررسی‌های مقدماتی، با استناد به الزامات مذکور در آخرین نسخه مبحث ۷ مقررات ملّی ساختمان (ژئوتکنیک و مهندسی پی) ذکر گردد و توصیه‌های لازم در این خصوص در صورت نیاز ارائه گردد.
- انجام بررسی مقدماتی قبل از انجام هر نوع بررسی دیگر ( بررسی طراحی یا بررسی کنترلی)، الزامی می‌باشد.

**۲-۳-۲-۷ الزامات بررسی‌های طراحی**

**۱-۲-۳-۲-۷ شناسایی‌های لازم در مرحله بررسی طراحی**

۱-۱-۲-۳-۲-۷ طبقه‌بندی نوع خاک، باید بر مبنای مشاهدات و آزمایش‌های موردنیاز و متناسب با مصالح به‌دست‌آمده از حفاری گمانه یا چاهک یا هر شناسایی اکتشافی زیر سطحی در نقاط مناسب انجام شود.

۲-۱-۲-۳-۲-۷ به منظور ارزیابی مقاومت برشی خاک و تغییرشکل‌پذیری خاک در شرایط بارگذاری استاتیکی و لرزه‌ای باید متناسب با شرایط ژئوتکنیکی وسازه مورد نظر آزمایش‌های لازم انجام شود.

۳-۱-۲-۳-۲-۷ انجام آزمایش‌هایی به‌منظور شناخت سطح آب زیرزمینی و توجه به خاک‌های مسئله‌دار و ناپایداری‌های ژئوتکنیک لرزه‌ای ساختگاه مورد نظر ضروری است.

٤-۱-۲-۳-۲-۷ وسعت شناسایی زمین از قبیل تعداد و نوع حفاری، تجهیزات مورد استفاده برای حفاری و نمونه برداری، تجهیزات آزمایش‌های برجا و برنامه آزمایش‌های آزمایشگاهی باید توسط متخصص ژئوتکنیک و با استناد به این مبحث تعیین شود.

۵-۱-۲-۳-۲-۷ تعداد، فاصله و عمق گمانه و چاه‌های دستی ذکرشده در بندهای بعدی صرفاً به‌عنوان مقادیر حداقلی می‌باشد و انتخاب این مقادیر رافع مسئولیت متخصص ژئوتکنیک نمی‌باشد.

٦-۱-۲-۳-۲-۷ تعداد و فاصله گمانه‌ها

اقدامات زیر برای تعیین فاصله گمانه‌ها یا چاه های شناسایی ضروری است. در توضیحات زیر باید توجه داشت هر جا از واژه گمانه استفاده شده است، منظور گمانه ماشینی یا چاه دستی شناسایی می‌باشد.

چنانچه گمانه زنی به منظور ساخت یک ساختمان منفرد انجام می‌شود:

الف – فاصله گمانه ها باید ۱۵ الی ۳۵ متر متناسب با تعداد طبقات، اهمیت ساختمان و پیچیدگی لایه‌بندی زمین و با توجه به جدول ۷-۲-۱ تعیین شود.

ب- در جدول ۷-۲-۱، اهمیت ساختمان‌ها بر مبنای استاندارد ۲۸۰۰ تعیین شده است.

پ- در صورتیکه ساختمان موردنظر پس از ایجاد گودبرداری احداث شود، گمانه‌های لازم برای گودبرداری (جدول ۷-۲-۱) نیز باید به تعداد گمانه‌های تعیین‌شده برای ساختمان اضافه شود.

**جدول ۷-۲-۱ حداقل تعداد گمانه مورد نیاز**

| مساحت | اهمیت ساختمان | تعداد حداقل گمانه |
|---|---|---|
| یک ساختمان منفرد با | خیلی زیاد و زیاد | ۳ |

| | | |
|---|---|---|
| سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ مترمربع | متوسط | ۲ |
| | کم | ۱ |
| یک ساختمان منفرد با سطح اشغال ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ مترمربع | خیلی زیاد و زیاد | ٤ |
| | متوسط | ۳ |
| | کم | ۲ |

تبصره ۱: چنانچه نتایج حاصل از این گمانه‌ها عدم یکنواختی را در زمین نشان دهد یا لایه‌بندی زمین پیچیده باشد (مثل چین‌خوردگیها، مجاور گسل‌ها، نزدیک رودخانه‌ها و کوه‌ها، زمین‌های بسیار ناهموار و دره‌ها)، به‌منظور رسیدن به اطلاعات لازم، بنابر تشخیص متخصص ژئوتکنیک به تعداد گمانه‌های فوق اضافه می‌شود.

تبصره ۲: برای سطح اشغال بیش از ۱۰۰۰ مترمربع، حداقل دو گمانه به ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع به مقادیر تعداد گمانه اضافه می‌شود به نحوی که گمانه‌ها در یک شبکه‌بندی مناسب قرار گرفته، حداقل فاصله گمانه مذکور در بند الف را رعایت نماید وکل مساحت زمین را پوشش دهد.

چنانچه گمانه‌زنی به منظور شناخت یک زمین برای ساختمان‌سازی گسترده یا انبوه‌سازی انجام شود رعایت موارد زیر الزامی می‌باشد:

الف- حضور یک متخصص ژئوتکنیک در فعالیت‌های ساختمان‌سازی گسترده الزامی می‌باشد.

ب- اگر منظور شناسایی زمین برای ساختمان‌سازی گسترده برای ساختمان بیش از ۱۲ طبقه باشد، تعداد گمانه‌ها براساس تعداد گمانه‌ها همانند ساختمان منفرد انجام می‌شود.

پ- اگر منظور شناسایی زمین برای ساختمان‌سازی گسترده برای ساختمان بین ۵ و ۱۲ طبقه باشد فاصله گمانه‌ها بین ۳۰ تا ٦۰ متر متناسب با تعداد طبقات، اهمیت ساختمان و پیچیدگی لایه‌بندی زمین خواهد بود.

ت- اگر منظور شناسایی زمین برای ساختمان‌سازی گسترده با ارتفاع کمتر از ۵ طبقه باشد:

ت-۱- اگر لایه‌بندی زمین به صورت یکنواخت باشد، فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر بین گمانه‌ها متناسب با تعداد طبقات، اهمیت ساختمان و پیچیدگی لایه زمین قابل قبول می‌باشد.

ت-۲- اگر لایه‌بندی زمین پیچیده باشد (مثل مجاور گسل‌ها، نزدیک رودخانه‌ها و کوه‌ها، زمین‌های بسیار ناهموار و دره‌ها)، فاصله حداکثر ۳۰ متر بین گمانه‌ها قابل‌قبول می‌باشد.

ث- اگر ساختمانی با تعداد طبقات یا اهمیت متفاوت با سایر ساختمان‌ها در مجموعه موردنظر باشد، شناسایی خاص آن ساختمان باید انجام شود. در این صورت برای این‌گونه ساختمان‌ها، باید ضوابط تعیین فاصله گمانه ها برای ساختمان‌های منفرد اعمال گردد.

چنانچه برای احداث ساختمان، نیاز به گودبرداری باشد لازم است مطالعات ضروری و خاص گودبرداری انجام گیرد و اطلاعات لازم برای انجام صحیح تحلیل‌های پایداری و تغییرشکل‌ها به منظور حفظ پایداری دیواره‌ها و عدم‌بروز خسارت در ابنیه مجاور به‌دست آید. برای جزئیات مطالعات و تمهیدات ضروری لازم است به فصل گودبرداری و پایش مراجعه شود.

۷-۱-۲-۳-۲-۷ عمق گمانه‌ها

عمق گمانه‌های موردنیاز باید بیش از عمقی باشد که افزایش تنش ناشی از بار ساختمان در آن عمق به کمتر از هر یک از دو معیار زیر برسد. هر عمقی بیشتر شد ملاک می‌باشد:

الف- عمقی که تنش وارده از پی به زمین از ۱۰درصد تنش موثر موجود ناشی از وزن زمین در آن عمق کمتر شود.

ب- عمقی که تنش ناشی از پی به زمین به ۱۰ درصد مقدارتنش خالص ساختمان در تراز پی خود کاهش یابد.

پ- در هر صورت عمق گمانه ها نباید از عرض ساختمان کمتر باشد.

تبصره ۱: در صورتی که عرض ساختمان در مقایسه با بار ساختمان زیاد باشد (مثل سوله،.....) نیازی نیست عرض ساختمان مبنا قرار گیرد.

تبصره ۲: در ساختمان با پی‌های منفرد: اگر فاصله لب به لب دو پی مجاور بیشتر از مجموع عرض آن دو پی باشد، عرض یک پی ملاک تعیین عمق گمانه‌ها در نظر گرفته می‌شود و در غیر این صورت عرض کل ساختمان شاخص تعیین عمق گمانه‌ها خواهد بود.

نکاتی که باید در تعیین عمق گمانه رعایت شود :

الف- اگر احداث ساختمان با گود برداری همراه باشد، عمق گود باید به عمق گمانه اضافه شود.

ب- حفر حداقل یک چاه دستی جهت مشاهده بافت خاک در هر پروژه ضروری است. عمق چاه دستی حداکثر تا سطح آب زیرزمینی می‌باشد. این چاه دستی علاوه بر تعداد حداقل گمانه‌ها حفر می‌شود.

پ- در صورتی‌که قبل از رسیدن به عمق نهایی گمانه به بستر سنگی برخورد شود عمق گمانه می‌تواند کمتر شود. نفوذ حداقل سه متر در بستر سنگی ضروری است.

ت- در صورتی‌که درگمانه به نهشته‌هایی که برای پی مناسب نیستند (از قبیل خاک دستی و نباتی) برخورد شود عمق گمانه باید توسط یک متخصص ژئوتکنیک ذیصلاح تعیین گردد.

ث-برای پی‌های عمیق یا شمع‌ها، گمانه‌ها و آزمایش‌های نفوذ یا سایر آزمایش‌های برجا باید تا عمقی صورت گیرد که شناسایی شرایط زمین با اطمینان کافی حاصل شود. این عمق معمولا تا چهار برابر قطر شمع (4D) برای یک شمع علاوه بر طول شمع ادامه پیدا می‌کند. برای گروه شمع به اندازهٔ ۲B (B عرض گروه) شمع پایین‌تر از نوک شمع‌ها گسترش داده شود.

### ۲-۲-۳-۲-۷ حفاری و نمونه‌برداری خاک

۲-۲-۳-۲-۷ -۱ فرآیند حفاری و نمونه‌برداری و دستگاه‌های مورداستفاده باید مطابق استانداردهای ملّی یا بین‌المللی معتبر باشد.

۲-۲-۳-۲-۷ در طول زمان حفاری گمانه و نمونه‌گیری باید ناظر واجد صلاحیت در محل پروژه حاضر و بر عملیات نظارت داشته باشد.

۳-۲-۳-۲-۷ باید صلاحیت مجموعه‌ای که عملیات حفاری گمانه و نمونه‌برداری و سایر عملیات اجرایی را انجام می‌دهند، به تایید مراجع ذی‌ربط رسیده باشد.

٤-۳-۲-۲-۷ روش‌های حفاری گمانه

حفاری گمانه و نمونه‌گیری به صورت دستی یا ماشینی و با توجه به بندهای ذیل قابل قبول است:

روش معمول گمانه‌زنی در تمام خاک‌ها حتی در زیر سطح آب، حفاری دورانی است. باید توجه نمود که برای اخذ نمونه دست‌نخورده در خاک چسبنده باید سرعت دوران و فشار مته محدود شود. در نمونه‌گیری ها باید مراقب بود که عملیات گمانه‌زنی و نمونه‌گیری باعث تغییر در رطوبت یا مشخصات خاک نشود. مصالحی که مستقیماً از حفاری دورانی به‌دست می‌آیند برای هیچ‌یک از آزمون‌های آزمایشگاهی نباید استفاده شوند.

حفاری با اوگر با میله توپر فقط در خاک چسبنده نرم و کم عمق که دیواره گمانه پایدار است قابل‌قبول می‌باشد. حفاری اوگر با میله توخالی در بالای سطح آب قابل قبول است. اخذ نمونه دست‌نخورده در این روش در زیر سطح آب قابل‌قبول نیست.

حفاری دورانی با مغزه‌گیری پیوسته در خاک و سنگ در صورت لزوم و طبق نظر متخصص ژئوتکنیک ذیصلاح انجام می‌گیرد. باید توجه نمود که نمونه خاک اخذشده از داخل مغزه در این روش نمی‌تواند به عنوان نمونه دست‌نخورده مورد استفاده قرار گیرد. در صورت نیاز به نمونه دست‌نخورده در خاک‌ها لازم است از کربارل دو جداره استفاده شود.

در خاک‌هایی که امکان نمونه‌گیری توسط ماشین وجود ندارد (از قبیل خاک‌های مخلوط به‌خصوص خاک‌هایی که دارای قلوه سنگ می‌باشند) حفر چاه دستی و انجام آزمایش‌های برجا و نمونه‌گیری بلوکی دست‌نخورده برای آزمایش مکانیکی دقیق و نمونه دست‌خورده برای آزمایش‌های شناسایی و طبقه‌بندی اکیداً توصیه می‌گردد.

روش‌های نمونه‌گیری، جابجایی و انبارکردن نمونه‌ها باید گزارش شود تا اثر به کارگیری این روش‌ها هنگام تفسیر نتایج آزمایش‌ها مدنظر قرار گیرد.

### ۲-۳-۲-۷- ۳ آزمون‌های آزمایشگاهی

آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های خاک و سنگ به‌دست‌آمده از ساختگاه پروژه انجام شده و نتایج آن به همراه سایر آزمایش‌ها و مشاهدات مورد استفاده قرار گیرند. این آزمون‌ها باید مطابق با استانداردهای معتبر ملّی و بین‌المللی انجام گیرد. جدول ۷-۳-۱ می‌تواند در این رابطه مورد استناد قرار گیرد.

غیر قابل انتشار

**جدول ۷-۳-۱ استانداردهای برخی از آزمایش‌های مکانیک خاک**

| آزمایش | شماره ASTM |
|---|---|
| نفوذپذیری خاک دانه‌ای | D ٦٨-٢٤٣٤ (٢٠٠٠) |
| درصد رطوبت | D ٩٨-٢٢١٦ |
| دانه‌بندی و هیدرومتری | D ٦٣-٤٢٢ (٠٢) و D ٤٢١-٨٥(٠٢) |
| اتربرگ | D ٠٠-٤٣١٨ |
| وزن مخصوص Gs خاک | D ٠٢-٨٥٤ |
| طبقه‌بندی خاک ASTM | D ٠٠-٢٤٨٧ |
| تک محوری خاک | D ٠٠-٢١٦٦ |
| سه محوری UU | D ٠٣-٢٨٥٠a |
| سه محوری CU | D ٠٤-٤٧٦٧ |
| برش مستقیم | D ٠٤-٣٠٨٠ |
| تحکیم | D ٠٤-٢٤٣٥ |
| تراکم آزمایشگاهی استاندارد | D ٠٠-٦٩٨٠a |

### ٤-٢-٣-٢-٧ آزمون‌های برجا

آزمون‌های برجا به عنوان بخش مهمی از شناسایی‌های ژئوتکنیکی زمین باید مورد توجه قرار گیرد. انواع متداول این آزمایش‌ها و نوع خاک‌هایی که هر کدام از این آزمون‌ها کاربرد دارند و همچنین روش انجام آنها باید مطابق با استانداردهای معتبر ملّی یا بین‌المللی باشد. جدول ۷-۳-۲ می‌تواند دراین رابطه مورد استناد قرار گیرد.

**جدول ۷-۳-۲ استانداردهای برخی از آزمون‌های برجا**

| آزمایش | نشریه ایرانی | شماره ASTM |
|---|---|---|
| نفوذ استاندارد SPT | ۲۲٤ سازمان برنامه و بودجه | D۱۱-۱۵۸٦ |
| C.B.R | | D۱٦-۱۸۸۳ |
| پرسیومتری | ۲۲۳ سازمان برنامه و بودجه | D۰۷-٤۷۱۹ |
| C.P.T | ۲٤۳ سازمان برنامه و بودجه | D۰۹-٤۷۷۱(۲۰۱٤) |
| بارگذاری صفحه | ۲۳۱ طرح استاندارد آب | D۰۹-۱۱۹۵(۲۰۱۵) |
| برش برجا | | D۱۲-٤۵۵٤ |

**۵-۲-۳-۲-۷ گزارش بررسی‌های طراحی**

عملیات مطالعات و خدمات مهندسی ژئوتکنیکی باید توسط مشاور ژئوتکنیکی باتجربه و ذیصلاح انجام گردد. گزارش ارائه‌شده باید شامل برنامه‌ریزی عملیات مطالعات ژئوتکنیکی، کلیه داده‌ها و اطلات ژئوتکنیکی حاصل از بررسی‌ها و حفاری‌های انجام شده در ساختگاه باشد. برنامه‌ریزی عملیات مطالعات ژئوتکنیکی، انتخاب پارامترهای طراحی و محاسبات مربوط به طراحی‌های انجام شده باید توسط مشاور خدمات مهندسی ژئوتکنیکی انجام گیرد و گزارش شود.

گزارش نهایی مطالعات شامل دو بخش عمدهٔ زیر است:

- بخش عملیات مطالعات ژئوتکنیکی

- بخش خدمات مهندسی ژئوتکنیک

**۱-۵-۲-۳-۲-۷ گزارش عملیات مطالعات ژئوتکنیکی**

۱-۱-۵-۲-۳-۲-۷ پس از انجام شناسایی‌های ژئوتکنیکی مربوط به مرحله بررسی طراحی، لازم است گزارش کامل آن ارائه شود. نتایج آزمون‌های انجام شده باید به دو صورت اندازه‌گیری شده و پردازش‌شده گزارش شوند.

۲-۵-۲-۳-۲-۷ گزارش بررسی مقدماتی که قبلاً مطابق الزامات بند ۷-۲-۳-۱-۲ تنظیم و ارائه شده است، باید به پیوست گزارش عملیات ژئوتکنیکی بررسی طراحی ارائه شود. در صورتی که قبلاً بنا به هر دلیلی بررسی مقدماتی انجام نشده باشد، کلیه اطلاعات مطرح شده در بند ۷-۲-۳-۲-۱-٦ باید در قالب فصل اول

گزارش بررسی طراحی جمع‌آوری و ارائه گردد. به عبارت دیگر برای تهیه گزارش عملیات ژئوتکنیکی بررسی طراحی، همواره بررسی مقدماتی باید انجام و گزارش شود.

۳-۵-۲-۳-۲-۷ گزارش توصیفی از شناسایی‌های ژئوتکنیکی مربوط به بررسی‌های طراحی باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

خلاصه‌ای از پروژه موردنظر شامل اطلاعات محل پروژه، هندسه و ابعاد پروژه، برآورد بارهای پیش‌بینی‌شده، ، سیستم سازه در صورت امکان

نقشه محل گمانه‌های حفاری با مختصات مسطحاتی و تراز گمانه‌ها.

لوگ گمانه‌ها شامل: شرح تمام نمونه‌های گرفته شده از خاک و سنگ با ذکر تاریخ نمونه‌گیری، سطح آب زیرزمینی در صورت مشاهده با ذکر تاریخ برداشت و درج نوسانات آن در حین اجرای کارهای صحرایی و نتایج تمام آزمایش‌های محلی (برجا)

شرح موارد مشاهده‌شده در حین حفاری از قبیل: افتادن میله حفاری، کاهش یا افزایش سرعت حفاری، برخورد مته با قطعات بزرگ سنگ و سایر موارد

شرح زمان‌هایی که در فاصله بین آنها هر گونه عملیات صحرایی یا آزمایشگاهی انجام شده است.

نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی با ذکر تاریخ آزمایش.

نحوه انجام تمام آزمایش‌های برجا و آزمایشگاهی

فهرست انواع تجهیزات به‌کار برده شده با عنوان نوع خدمات ارائه‌شده توسط آن تجهیزات

اسامی کلیه مشاوران و پیمانکاران ژئوتکنیک دست اندرکار

تهیه جداول مقادیر کارهای صحرایی و آزمایشگاهی

ارائه مشاهدات صحرایی که توسط افراد بخش نظارت صحرایی در خلال بررسی‌های زیر سطحی به عمل آورده شده است. مشاهدات صحرایی مهم که حتما باید مورد توجه قرار گیرند به شرح زیر است:

- حفره‌ها، فضاهای خالی و قنات‌ها، انباره‌های فاضلاب و غیره
- تغییر وضع سنگ‌ها، خاک‌ها یا مصالح پرکننده

### ٤-۲-۷ سایر ملاحظات طراحی ژئوتکنیکی

در استفاده از پارامترهای ارائه‌شده در گزارش مطالعات به منظور انجام طراحی‌های ژئوتکنیکی، باید ملاحظات بارگذاری و دوام مربوطه مدنظر قرار گیرد.

### ۱-٤-۲-۷ ملاحظات بارگذاری

۱-۱-٤-۲-۷ در طراحی ژئوتکنیکی باید علاوه بر بارهای وارد از سازه به پی، به بارها و اثرات ناشی از عوامل زیر توجه داشت:

- وزن خاک، سنگ و آب
- تنش‌های برجای زمین
- فشارهای هیدروستاتیک آب‌های آزاد، فشار آب‌های زیرزمینی، نیروی جریان آب
- باربرداری یا گودبرداری زمین
- بارهای حاصل از حرکات زمین، خزش و گسیختگی توده‌های خاکی
- بارهای ناشی از ترافیک
- حرکات ناشی از معدن‌کاری و حفر قنات‌ها و احداث تونل
- اثرات ناشی از فعل و انفعالات شیمیایی
- اثرات ناشی از فروریزش (رمبندگی)، جمع‌شدگی و تورم خاک
- حرکات و بارهای ناشی از اثر زلزله، ارتعاشات و انفجارها

۲-۱-٤-۲-۷ برخی از نیروها به تبع تغییرمکان‌های به وجود آمده در خاک بسیج می‌شوند. مانند نیروهای ناشی از فشار خاک بر دیوارها و اصطکاک منفی جدار شمع‌ها. در این نوع موارد باید به این امر توجه داشت و اگر جابجایی و تغییرمکان خاصی اجازه داده می‌شود، میزان نیروی بسیج‌شده مربوط به آن در محاسبات لحاظ گردد.

۳-۱-٤-۲-۷ در موارد خاص از جمله حساسیت سازه به نشست، ممکن است تحلیل برهم‌کنش بین سازه و خاک ضروری گردد. در طراحی و ساخت هر سازه باید اثرات مخرب آن بر محیط و سازه‌های مجاور دیده و راهکار مناسب ارائه شود.

### ۲-٤-۲-۷ الزامات بررسی‌های کنترلی

۱-۲-٤-۲-۷ الزامات بررسی‌های کنترلی مربوط به سازه‌ها شامل موارد زیر است :

۲-۲-٤-۲-۷ کنترل‌های مضاعف مربوط به خاک و سنگ

الف – خواص ژئوتکنیکی خاک‌ها یا سنگ‌هایی که سازه در داخل یا روی آن بنا می‌شود باید کنترل گردد. احتمال دارد بررسی‌های اضافی ساختگاه نیز ضروری باشد. نمونه‌هایی از این سنگ‌ها و خاک‌ها را می‌توان بازیابی و آزمایش کرد و خواص شاخص، مقاومتی و تغییر شکلی آنها را تعیین نمود.

ب- در صورتیکه بررسی‌های بیشتری برای تعیین جزئیات خواص زمین یا شرایط خاک برداری و خاکریزی که از نظر طراحی دارای اهمیت است، ضروری گردد باید اقدامات لازم زیرنظر متخصص ژئوتکنیک انجام گیرد.

پ- شواهد غیرمستقیم در مورد خواص ژئوتکنیکی زمین، مانند اطلاعات شمع‌کوبی، باید ثبت و از آنها برای تفسیر شرایط زمین استفاده شود.

ت- چنانچه در حین اجرا با خاک‌های مسئله‌دار، خاک‌های ریزشی، حفره‌های زیرزمینی، گسلش و پهنه‌های خردشده که قبلا دیده نشده مواجه شوند باید مورد توجه قرار گیرد.

ت- به منظور پایش گودبرداری‌ها در موارد حساس ممکن است استفاده از ابزارگذاری به منظور رفتارسنجی ضروری گردد. در این مورد برداشت اطلاعات به فواصل زمانی تعیین‌شده و توام با شرایط جدید محیطی و ژئوتکنیکی ( ناشی از تغییرات فصلی، بارندگی‌های ممتد یا شدید، وقوع زمین لرزه و غیره) باید انجام پذیرد.

۱-۲-۲-٤-۲-۷ کنترل‌های مضاعف مربوط به آب زیرزمینی

در مواردی که شرایط آب زیرزمینی تاثیر مهمی بر روش ساخت یا عملکرد سازه داشته باشد، کنترل‌ها باید با مشاهده مستقیم انجام شود. در این موارد باید به نکات زیر توجه داشت:

- مشاهده و ثبت سطح آب در گمانه‌ها و لوله‌های قائم و نوسان آن در خلال زمان
- ارزیابی هیدروژئولوژیکی ساختگاه شامل عوارضی نظیر سفره‌های آب آرتزین یا معلق یا تغییرات جزرومدی در ساحل‌ها

- مشخصه‌های جریان آب زیرزمینی و رژیم فشار حفره‌ای را می‌توان توسط "پیزومتر" به دست آورد، که ترجیحاً باید قبل از شروع عملیات ساختمانی نصب شده باشند. در بعضی موارد ممکن است ضرورت داشته باشد پیزومترها را به فاصله زیادی از ساختگاه به عنوان بخشی از شبکه رفتارسنجی نیز نصب کرد.
- چنانچه تغییرات فشار آب حفره‌ای در حین اجرا بر عملکرد سازه تاثیرگذار باشد، باید فشارهای آب حفره ای تا زمان تکمیل ساختمان یا کاهش آنها به مقادیر ایمن کنترل شود.
- در مورد سازه‌های واقع در زیر تراز آب‌های زیرزمینی که ممکن است شناور شوند، فشارهای آب حفره‌ای باید تا زمانی که وزن سازه به حدی برسد که احتمال شناورشدن را از بین ببرد، کنترل گردند.
- در صورتی که آب زیر زمینی جریان داشته باشد تجزیه شیمیایی آب در گردش باید در هر زمانی که بخشی از کارهای موقت یا دائمی به طور قابل‌توجهی در معرض خوردگی شیمیایی قرار می‌گیرند، انجام شود.
- مطالعات زیست محیطی و آلودگی‌های آب و خاک مورد توجه قرار گیرد.

۳-۲-٤-۲-۷ گزارش بررسی‌های کنترلی

در صورت انجام نظارت و کنترل در حین اجرا، باید گزارشی از تجزیه و تحلیل مشاهدات میدانی فوق شامل موارد زیر ارائه گردد:

الف- پیچیدگی شرایط زمین و عدم انطباق آن با مفروضات اولیه در صورت وجود

ب- خطر گسیختگی و ناپایداری در حین اجرا

پ- تجزیه و تحلیل بر اساس مشاهدات جدید و مطالعات دیگر تکمیلی و ارائه پیشنهاد در صورت لزوم.

**۳-٤-۲-۷ ملاحظات دوام**

۱-۳-٤-۲-۷ در طراحی ژئوتکنیکی، شرایط محیطی داخلی و خارجی باید در مرحله طراحی ارزیابی شده و اهمیت آن در رابطه با دوام سازه در عمر مفید آن مشخص گردد. بر اساس این ارزیابی‌ها باید توصیه‌های لازم برای محافظت یا تامین مقاومت لازم در مصالح از نظر دوام ارائه شود.

۲-۳-٤-۲-۷ در طراحی برای دوام مصالح به کاربرده‌شده در خاک باید به موارد زیر توجه داشت:

- در سازه‌های ژئوتکنیکی مانند خاک‌های مسلح و خاک‌های میخ‌کوبی شده و مهاربندی‌ها، به اثر مواد خورنده بر روی مصالح آن‌ها
- به احتمال وجود کاتیون‌ها و آنیون‌های شیمیایی در خاک و تاثیر آن‌ها بر رفتار طولانی مدت سازه های مجاور آن‌ها
- به پدیده‌های انحلالی مواد شیمیایی و تغییر ساختار خاک در ایجاد حرکات القایی و تغییرات تنش‌ها در سازه‌های ژئوتکنیکی و اثر آن‌ها در باربری خاک زیر پی.

غیر قابل انتشار

## ۳-۷ گودبرداری و پایش

### ۷-۳-۱ هدف

هدف این فصل ارائه حداقل الزامات موردنیاز در طراحی، اجرا، نظارت و پایش گودبرداری برای احداث پروژه‌های شهری می‌باشد.

### ۷-۳-۲ تعاریف

۷-۳-۲-۱ گودبرداری‌ها به شرح زیر به دو گروه کلی: حفاظت‌نشده و حفاظت‌شده تقسیم می‌شوند:

گروه اول گودهایی هستند که در کلیهٔ شرایط دوران عملکرد، پایداری و تغییرشکل مجاز در آن بدون هیچ‌گونه حفاظتی تأمین شده باشد.

گروه دوم گودهایی هستند که در کلیهٔ شرایط دوران عملکرد، پایداری و تغییرشکل مجاز در آن با دو مکانیزم مختلف زیر تأمین شده باشد:

- با استفاده از بسیج نیروهای داخلی خاک و عناصر مسلح کننده خاک
- با استفاده از سازه نگهبان

۷-۳-۲-۲ گودها یا دائمی‌اند یا موقت. گود موقت گودی است که برای زمانی کوتاه تعریف‌شده طبق بند ۷-۳-۲-۲-۱ به منظور اجرای عملیات ساختمانی احداث می‌شود.

در طراحی گودهای موقت یا دائم، بارگذاری‌ها و جزئیات روش‌ها و مشخصات مصالح باید منطبق با شرایط پایدارسازی موقت یا دائم در نظر گرفته شود.

۷-۳-۲-۲-۱ پایدارسازی موقت: نوعی پایدارسازی است که پایداری گود را در دوران احداث بنا تأمین می‌کند و برای آن نقشی در کاهش نیروهای رانش خاک بر سازهٔ اصلی در شرایط بهره‌برداری در نظر گرفته نمی‌شود.

۷-۳-۲-۲-۲ پایدارسازی موقت می‌تواند در هنگام طراحی به صورت کوتاه مدت (کمتر از یکسال پس از اتمام یا توقف عملیات گودبرداری) یا بلندمدت در نظر گرفته شود. در پایدارسازی موقت بلندمدت باید ملاحظات بارگذاری متناسب با زمان، شرایط دوام مصالح و جزئیات روش‌های مناسب منطبق با شرایط بلندمدت در نظر گرفته شود.

غیر قابل انتشار

۳-۲-۲-۳-۷ در پایدارسازی دائم باید الزامات بارگذاری لرزه‌ای، تأمین دوام مصالح و جزئیات روش‌های مناسب در نظر گرفته شود.

### ۳-۳-۷ ملاحظات کلی

۱-۳-۳-۷ الزامات و مبانی در طراحی واجرای گودها در این مبحث برای گودبرداری‌های کمتر از ۲۰ متر است و اکیداً توصیه می‌شود از احداث گود با عمق بیشتر از ۲۰ متر احتراز شود. در صورت ضرورت احداث گودهای عمیق‌تر موارد زیر باید انجام پذیرد:

- ضرورت احداث توسط شورای عالی شهرسازی به تصویب برسد.
- مقادیر مجاز تغییرشکل‌ها ۲۰٪ کاهش و ضرایب اطمینان پایداری و مقاومتی ۲۰٪ افزایش پیدا کند.
- تعداد گمانه‌ها نسبت به جدول ۷-۲-۱ پنجاه درصد افزایش پیدا کند.
- مطالعه جامع جریان‌های آب زیرزمینی در محدوده‌ای که شامل ساختگاه می‌شود، در طول دوران گودبرداری، ساخت و بهره برداری از ساختمان انجام پذیرد و گزارش آن ارائه گردد.
- مطالعهٔ اثرات زیست محیطی احداث این گودها انجام پذیرد.
- مطالعهٔ کامل بررسی اثر اندرکنش خاک و سازه در شرایط استاتیکی و دینامیکی انجام شود.
- پایش گود با روش‌های پیشرفته و تجهیزات کامل در دوران ساخت انجام پذیرد و گزارش آن هر دو هفته یکبار ارائه شود.

۲-۳-۳-۷ بر اثر گودبرداری در خاک وضعیت تنش در آن تغییر می‌کند و ممکن است تغییرشکل‌ها و ناپایداری‌های زیر در آن به وجود آید:

- برآمدگی و تورم کف گود، که می‌تواند در شرایطی به جوشش و ناپایداری کف بینجامد.
- تغییرمکان جانبی دیواره‌های گود یا ناپایداری دیواره‌ها
- نشست زمین در نواحی مجاور گود

تراز سطح آب زیرزمینی و تغییرات آن در هر سه مورد بالا می‌تواند تأثیرگذار باشد و باید کنترل شود.

۳-۳-۳-۷ در بررسی ناپایداری گودبرداریها، انتخاب و طراحی سیستم‌های نگهدار آن‌ها، موارد زیر باید مدنظر قرار گیرند:

- نوع ساختار و بافت لایه‌های خاک
- پارامترهای مقاومت برشی خاک
- پارامترهای تغییرشکلی خاک
- عمق و عرض گودبرداری
- شرایط آب زیرزمینی و آب‌های سطحی
- وجود یا عدم‌وجود سازه در نواحی مجاور گود و نحوهٔ ساخت‌وساز آن‌ها
- وضعیت سربارهای موجود در کناره گود از قبیل ترافیک خیابان‌ها و غیره
- کوتاه‌مدت یا بلندمدت بودن دوران استفاده از گود

۷-۳-۳-٤ به منظور پایدارسازی دیواره گودها باید از روش‌های مناسب مانند موارد زیر استفاده کرد:

الف- ایجاد شیب پایدار

ب- میخ‌گذاری یا اجرای میل مهار

پ- دیوارهای مهارشده با تیرک از جلو

ت- دیوارهای مهارشده با میل‌مهار از پشت

ث- استفاده از سیستم‌های نگهبان خرپایی

ج- استفاده از سیستم شمع‌ها و دیوارک‌های طره‌ای

چ- استفاده از سیستم شمع‌های به‌هم پیوسته با یا بدون مهار

ح- سایر روش‌ها

۷-۳-۳-۵ در گودبرداری‌ها باید گسیختگی‌ها و تغییرشکل‌های متداول به شرح زیر کنترل شود:

الف- ناپایداری دیواره گود

ب- نشست و تغییرمکان محیط اطراف و ساختمان‌های مجاور گود

پ- ریزش

ت- بالازدگی کف گود بر حسب مورد

ث- جوشش ماسه از کف گود (در صورت بالا بودن سطح آب زیرزمینی در خاکهای ماسه ای) بر حسب مورد

ج- مشکلات ناشی از لرزش حاصل از عملیات گودبرداری در سازه‌های اطراف گود

غیر قابل انتشار

۷-۳-۶-۳ به منظور واگذاری طراحی، اجرا و نظارت گودبرداری و تفویض مسئولیت‌ها به مرجع ذیصلاح، ارزیابی خطر گودبرداری باید طبق الزامات بندهای ۷-۳-۶-۳-۱ تا ۷-۳-۶-۳-۱۱ صورت گیرد.

۷-۳-۶-۳-۱ جهت ارزیابی خطر گود قائم لازم است هر سه شرط تعیین‌شده برای هر دسته در جدول ۷-۳-۱ برقرار باشد. در صورتی که هر سه شرط مذکور به طور همزمان برقرار نباشد، خطر گود با توجه به شرطی که بحرانی است تعیین می‌شود. در صورت وجود اختلاف در ارزیابی خطر گود در وجوه مختلف آن، بحرانی‌ترین وجه به عنوان شاخص انتخاب می‌گردد.

عمق $h_c$ از رابطه ۷-۳-۱ محاسبه می‌شود.

$$h_c = \frac{2c}{\gamma\sqrt{k_a}} - \frac{q}{\gamma} \qquad (۷-۳-۱)$$

که در آن:

$h_c$ بر حسب متر، عمقی است که از نظر تئوری، به دلیل وجود چسبندگی در خاک، دیوارهٔ جدار گودبرداری می‌تواند بدون استفاده از سیستم نگهبان پایدار بماند که به آن عمق بحرانی گودبرداری گفته شده است، c چسبندگی خاک بر حسب کیلوپاسکال، $\gamma$ وزن مخصوص خاک بر حسب کیلونیوتن بر مترمکعب، $k_a$ ضریب فشار افقی زمین در حالت محرک و q تنش ناشی از سربار کنارهٔ گود بر حسب کیلوپاسکال می‌باشد. مقادیر منفی $h_c$ معادل صفر در نظر گرفته شود.

۷-۳-۶-۳-۲ اگر فاصله ساختمان مجاور از لبه گود کمتر از عمق گود باشد، باید تنش حاصل از کل بار ساختمان (q) در محاسبات پایداری گود در نظر گرفته شود.

۷-۳-۶-۳-۳ در صورت حضور آب یا رطوبت قابل‌توجه، به کاهش $h_c$ با توجه به اثر آب بر خواص خاک در رابطه ۷-۳-۱ توجه شود.

**جدول ۷-۳-۱ ارزیابی خطر گود با دیوار قائم**

| مقدار $\frac{h}{h_c}$ | عمق گود از تراز صفر | عمق گود از زیر پی ساختمان موجود در محدودهٔ ناپایداری دیوارهٔ گود | خطر گود |
|---|---|---|---|
| کمتر از ۰/۵ | کمتر از ٤ متر | صفر | معمولی |
| بین ۰/۵ تا ۲ | بین ٤ تا ۱۰ متر | بین صفر تا ٦ متر | زیاد |
| بیشتر از ۲ | بیشتر از ۱۰ متر | بیشتر از ٦ متر | بسیار زیاد |

h عمق گود مورد نظر است و $h_c$ عمق بحرانی بر اساس رابطه ۷-۳-۱ به دست می‌آید.

٤-٦-۳-۳-۷ اگر تراوش آب در گود موجود باشد همواره خطر گود زیاد یا بسیار زیاد است.

٥-٦-۳-۳-۷ اگر خاکی که در آن گودبرداری انجام می‌شود دستی یا فاقد چسبندگی قابل اعتماد باشد، خطر گود با توجه به معیارهای دیگر زیاد یا بسیار زیاد است.

٦-٦-۳-۳-۷ چنانچه ساختمان موجود در حوزهٔ تأثیر ناپایداری گود دارای یکی از مشخصات در بندهای زیر باشد، خطر گود همواره بسیار زیاد در نظر گرفته می‌شود.

الف- ساختمان فاقد انسجام و یکپارچگی کافی برای تحمل نشست‌های افقی و قائم نظیر ساختمان بدون اسکلت یا بدون پی پیوسته بتنی مسلّح (پی‌های نواری و گسترده) یا هرگونه ساختمانی که در آن نشانه آشکار فرسودگی و ضعف در باربری مشاهده گردد.

ب- ساختمان با ارزش فرهنگی و تاریخی

ج- ساختمان با اهمیت بسیار زیاد در استاندارد ۲۸۰۰

د- ساختمان ۸ طبقه یا بیشتر

۷-٦-۳-۳-۷ در صورت وجود تأسیسات شهری عمده (مانند خطوط اصلی آب، گاز و مخابرات) در مجاورت گود، خطر گود زیاد یا بسیار زیاد ارزیابی می‌شود.

۸-٦-۳-۳-۷ در صورتی که خطر گود مطابق با جدول ۷-۳-۱ معمولی باشد، مسئولیت طراحی گودبرداری بر عهده مهندس طراح ساختمان خواهد بود. البته توصیه می‌شود کارفرما در کنار مهندس طراح در پایدارسازی گود از یک متخصص ژئوتکنیک ذیصلاح استفاده نماید.

۷-۳-۳-۶-۹ در صورتی که خطر گود مطابق با جدول ۷-۳-۱ زیاد باشد، مسئولیت طراحی گودبرداری باید بر عهده یک شرکت مهندسی ژئوتکنیک ذیصلاح واگذار شود. نظارت بر اجرای عملیات بر عهدهٔ ناظر ذیصلاح ژئوتکنیک است.

۷-۳-۳-۶-۱۰ در صورتی که خطر گود مطابق با جدول ۷-۳-۱ بسیار زیاد باشد. مسئولیت طراحی گودبرداری باید توسط یک شرکت مهندسی ژئوتکنیک ذیصلاح، عملیات پایدارسازی گود توسط پیمانکار ذیصلاح و نظارت بر اجرای عملیات توسط ناظر ذیصلاح ژئوتکنیک انجام گردد.

۷-۳-۳-۶-۱۱ حضور ناظر ژئوتکنیک در گودهای با خطر زیاد و بسیار زیاد در طول مدت اجرای عملیات گودبرداری و پایدارسازی گود به صورت تمام وقت و پیوسته در کارگاه ضروری است.

**۷-۳-۳-۷ تحلیل پایداری و تغییرشکل گود**

۷-۳-۳-۷-۱ در صورت وجود بنا در حوزهٔ تأثیر ناپایداری گود، طراحی‌ها باید با در نظر گرفتن تغییرشکل‌ها انجام پذیرد. در این موارد تنها تأمین پایداری جداره‌های گود کافی نیست. در این موارد تغییرمکان افقی و قائم مجاز باید با توجه به شرایط و ویژگی‌های ذکر شده مطابق بند ۷-۳-۵ تعیین شود.

۷-۳-۳-۷-۲ در خاک‌های بسیار سست، سیستم‌های نگهدارنده باید قبل از شروع عملیات گودبرداری احداث شوند. شمع‌ها و چاه‌های نگهدارنده بتنی در جداره بیرونی گود، دیواره‌های جداکننده، سپرهای فلزی (در صورت امکان استفاده) از این نوع سیستم‌ها هستند.

۷-۳-۳-۷-۳ در خاک‌های با پایداری نسبی خوب می‌توان سیستم‌های نگهدارنده را همراه با انجام گودبرداری، به صورت گام‌به‌گام، احداث نمود. در این حالت باید به تغییرشکل گود و تغییرشکل‌های القایی زیر پی ساختمان مجاور توجه ویژه داشت و چنانچه این تغییرشکل‌ها از مقادیر مجاز تجاوز کنند باید از روش ساخت سیستم‌های نگهدارنده قبل از شروع عملیات گودبرداری استفاده نمود.

۷-۳-۳-۷-۴ تحلیل پایداری با روش‌های تعادل حدی و بر اساس روش تنش مجاز انجام می‌گیرد. در این روش، حداقل ضرایب اطمینان به شرط موقت بودن گود (کمتر از یک سال) به شرح جدول ۷-۳-۳ می‌باشد. استفاده از روش ضرایب بار و مقاومت نیز مجاز است.

۷-۷-۳-۳-۵ برای تحلیل پایداری گود لازم است بار مرده و زنده ساختمان‌ها و ابنیه مجاور به طور کامل در نظر گرفته شود.

۷-۷-۳-۳-۶ برای تحلیل گود در شرایط موقت در نظر گرفتن بار زلزله الزامی نیست.

**جدول ۷-۳-۳ حداقل ضریب اطمینان برای پایداری کلی گود موقت**

| نوع | حداقل ضریب اطمینان پیشنهادی برای پایداری کلی |
|---|---|
| | موقت |
| شیب‌های خاکبرداری | ۱/۳ |
| پایداری کلی شیروانی | ۱/۳ |
| بالا آمدن کف گود | ۱/۵ |

۷-۷-۳-۳-۷ در صورتی که گود موقت نباشد باید نیروی زلزله لحاظ شود و در انتخاب ضریب اطمینان مناسب، دوام مصالح نیز مورد توجه قرار گیرد.

۷-۷-۳-۳-۸ در صورت وجود ساختمان در حوزهٔ تأثیر ناپایداری، ضرایب اطمینان در جدول ۷-۳-۳ باید ۱/۵ در نظر گرفته شود.

۷-۷-۳-۳-۹ باید توجه داشت که در بسیاری از خاک‌ها بر حسب شرایط نوع و بافت خاک و کانی‌های تشکیل‌دهندهٔ آن، امکان کاهش ضریب اطمینان در طول زمان موجود است. در چنین شرایطی ضریب اطمینان باید متناسبا افزایش یابد.

### ۷-۳-۴ تحلیل تغییرشکل گود و سازه‌های مجاور

۷-۳-۴-۱ تعیین تغییرشکل گود و سازه‌های مجاور آن باید از روابط معتبر یا مدل‌سازی‌های عددی صحت‌سنجی شده، به‌دست آید.باید از صحت پارامترهای ورودی به مدلسازی عددی نیز اطمینان حاصل کرد. تغییرشکل‌های افقی و قائم پیش‌بینی‌شده ابنیه مجاور گود باید در حد مجاز باشد. گودبرداری نباید بهره‌برداری از ساختمان مجاور گود را مختل کند.

۲-٤-۳-۷ تغییرمکان‌های افقی و قائم ساختمان مجاور گود اعم از تغییرمکان یکنواخت یا غیریکنواخت باید کمتر از حدود مجاز باشد.

### ۵-۳-۷ تغییرشکل‌های مجاز

حدود مجاز تغییرشکل‌ها و تغییرمکان‌های قائم و افقی در هر گودبرداری با توجه به شرایط تحت‌الارضی و نوع خاک محل گودبرداری و خاک زیر ساختمان‌های مجاور گود، نوع و پیوستگی پی ، نوع سازه، اهمیت ساختمان، میزان انسجام و یکپارچگی ساختمان مجاور و نوع سیستم سازه‌ای آن توسط طراح ژئوتکنیکی تعیین می‌شود.

### ٦-۳-۷ زهکشی

چنانچه برای تأمین فضایی جهت انجام پروژه، عملیات گودبرداری در محیط آب‌دار نیاز به زهکشی داشته باشد باید به تغییرشکلهای زمین اطراف گود زهکشی‌شده توجه ویژه مبذول گردد. استفاده از زهکشی به‌جای آب‌بندی ساختمان در دوران بهره‌برداری منوط به کنترل و بررسی تاثیر آن بر محیط ژئوتکنیکی پیرامون آن با رعایت ملاحظات زیست‌محیطی می‌باشد. در این‌صورت باید مطالعه کامل انجام پذیرد و اثرات زهکشی طولانی‌مدت به طور جامع بررسی و گزارش شود.

### ۷-۳-۷ پایش و کنترل

در گودهای با خطر زیاد و بسیار زیاد لازم است رفتار سازه‌های مجاور و دیواره گود مورد پایش دقیق قرار گیرد و نتایج آن به طور منظم تفسیر شود.

#### ۱-۷-۳-۷ اهداف ابزارگذاری و پایش

پایش به منظور تأمین اهداف زیر انجام می‌گیرد:

- تأمین ایمنی گود در حین عملیات اجرایی وپس از گودبرداری
- ارزیابی پاسخ سازه‌های موجود به وضعیت جدید در حین و پس از گودبرداری
- کنترل روش و پارامترهای طراحی انتخاب شده و بازنگری آن در صورت نیاز

**۲-۷-۳-۷ برنامه پایش**

ابزارگذاری و پایش گودها و ساختمان‌های مجاور مستلزم برنامه‌ریزی دقیق و تخصصی است که شامل نوع، تعداد، محل نصب، فواصل اندازه‌گیری و دیگر مواردی است که باید توسط متخصص ذیصلاح انجام گیرد.

به طور معمول این ابزارها شامل نشست‌سنج، کشش‌سنج، انحراف‌سنج، سلول‌های بارگذاری، پیزومتر و غیره می‌باشند. در گودهای با خطر بسیار زیاد استفاده از پایش توسط حسگرهای مناسب علاوه بر عملیات نقشه‌برداری یا میکروژئودزی اجباری است.

۳-۷-۳-۷ بخشی از ابزار پایش باید قبل از شروع عملیات گودبرداری نصب و قرائت شوند به‌همین دلیل لازم است انتخاب متخصص انجام‌دهندهٔ این امر و تنظیم برنامه پایش قبل از شروع عملیات سامان یابد.

**٤-۷-۳-۷ مسئولیت طراحی، اجرا و نظارت پایش**

طراح گودبرداری مسئولیت تهیهٔ برنامهٔ پایش را به عهده دارد.

مسئولیت اجرای روزمّره برنامه پایش شامل تأمین، نصب، قرائت، پردازش، اعلام خطر به عهدهٔ پیمانکار پایش می‌باشد. اطلاع‌رسانی به موقع به کلیه دست‌اندرکاران پروژه از وظایف پیمانکار پایش است.

ناظر پروژه مسئولیت نظارت بر حسن اجرای انجام مراحل پایش را به عهده دارد.

در گودهای با خطر معمولی در صورتی‌که شرایطی موجود باشد که انجام پایش را ضروری سازد، باید این عملیات انجام پذیرد.

## ٤-٧ پی سطحی

### ١-٤-٧ هدف

الزامات این فصل مربوط به پی‌های سطحی نظیر پی‌های منفرد، نواری، گسترده و مرکب است. برخی از این الزامات ممکن است شامل گونه‌هایی از پی‌های نیمه‌عمیق مانند پی صندوقه‌ای نیز بشود. مطالب این فصل در خصوص پی‌های بتنی، فولادی، چوبی و مصالح بنایی می‌باشد.

### ٢-٤-٧ ملاحظات طراحی پی‌های سطحی

حالاتی که پی‌های سطحی معمولاً برای آن‌ها طراحی یا کنترل می‌شوند، به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

الف – مواردی که در حالت حدی نهایی کنترل می‌شوند:

الف-١- از دست رفتن پایداری کلّی پی

گسیختگی ناشی از فقدان پایداری کلّی در کلیه پی‌ها و اجزای آن‌ها باید کنترل شود. پی‌های واقع در محل‌های زیر باید مورد توجه ویژه قرار گیرند:

- در نزدیکی و یا روی ساختگاه شیب‌دار، چه به صورت طبیعی و چه به صورت خاکریزی یا خاکبرداری شده
- در نزدیکی گودبرداری‌ها یا سازه‌های نگهبان
- در نزدیکی رودخانه‌ها، کانال‌ها، دریاچه‌ها، مخازن آب یا سواحل دریاها
- در نزدیکی معادن در حال بهره‌برداری یا سازه‌های مدفون

در این موارد باید نشان داده شود که پایداری کلّی خاک و سازه پی با ضریب اطمینان کافی تأمین است.

الف-٢: گسیختگی خاک ناشی از کمبود ظرفیت باربری (کمبود مقاومت)

برای آنکه یک پی در برابر گسیختگی ناشی از کمبود ظرفیت باربری ایمنی کافی داشته باشد، باید رابطه زیر در همه حالات حدی نهایی و برای کلیه ترکیبات بارگذاری برقرار باشد.

$$F \leq R$$

F: تنش طراحی حالت حدی مقاومت است که شامل تنش حاصل از بار سازه (عمودی، افقی و لنگر)، وزن پی، خاک روی آن و بار ناشی از فشار آب در صورت وجود می‌باشد.

R: ظرفیت باربری نهایی خاک زیر سازهٔ پی است. در محاسبهٔ R باید کلیهٔ ضرایب کاهنده یا افزاینده مربوط به شکل، شرایط هندسی پی، قرارگیری پی روی سطح شیب‌دار، خروج از مرکزیت و مایل‌بودن بار در نظر گرفته شود.

-در تعیین مقدار R در خاک‌های چسبنده به دلیل وجود تغییرات مقاومت برشی خاک در اثر تغییرات فشار آب حفره‌ای و بارهای دینامیکی باید شرایط کوتاه‌مدت و بلندمدت به طور جداگانه بررسی شوند.

- در مواردی که یک سازند مقاوم در زیر یک سازند ضعیف قرار دارد، در محاسبه R باید پارامترهای برشی سازند ضعیف بر حسب محل قرارگیری این سازند ضعیف در محاسبات دخالت داده شوند. همچنین اثر مثبت سازند مقاوم بر ظرفیت باربری باید منظور گردد

- در مواردی که خاک پی متشکل از نهشته‌های چند لایه‌ای است، پارامترهای ژئوتکنیکی هر لایه باید در محاسبه R منظور شود.

الف-۳: گسیختگی خاک ناشی از لغزش پی

در پی‌هایی که بارهای مورب یا افقی بر آن‌ها وارد می‌شود باید لغزش پی بررسی شود. در این پی‌ها، در مواردی که کف زیرین پی افقی است، برای تأمین ایمنی کافی، باید نامساوی زیر برقرار باشد:

$$H \leq S + P_p$$

H: مؤلفه افقی بارهای طراحی وارد بر پی است که در آن نیروی رانش محرک خاک نیز لحاظ شده است.

S: نیروی برشی مقاوم موجود بین سطح زیرین سازه پی و خاک پی است که طبق ضوابط الف-۳-۱ محاسبه می‌شود.

$P_p$: نیروی رانشی مقاوم جلوی سازه پی است که در اثر حرکت نسبی پی و زمین می‌تواند بسیج شود. این نیرو با توجه به ملاحظات الف-۳-۲ تعیین می‌شود.

الف۳-۱: نیروی برشی مقاوم (S) در شرایط زهکشی‌شده و زهکشی‌نشده (بلندمدت و کوتاه‌مدت) به شرح زیر محاسبه می‌شوند:

الف-۳-۱-۱: خاک در شرایط زهکشی‌شده $S= P'tan(\delta)$

که در این رابطه $P'$: مؤلفه قائم بارهای طراحی مؤثر وارد به پی است.

$\delta$: زاویه اصطکاک بین سطح زیرین سازه پی با خاک است. در پی‌های ساخته‌شده با بتن درجا $\delta$ برابر با زاویه اصطکاک داخلی $(\acute{\varphi})$ و در پی‌های با بتن پیش‌ساخته معادل $\frac{2}{3}\acute{\varphi}$ است.

در رابطهٔ فوق همانطوری‌که مشاهده می‌شود هرگونه چسبندگی مؤثر، $\acute{C}$، نادیده گرفته شده است.

الف-۳-۱-۲: خاک در شرایط زهکشی‌نشده $S = A'.C_u$

در این رابطه $A'$ مساحت مؤثر سطح زیرین پی و $C_u$ چسبندگی زهکشی‌نشده خاک می‌باشد.

الف ۳-۲: نیروی رانشی مقاوم $P_p$ با استفاده از ضریب مقاوم خاک $K_p$ محاسبه می‌شود و مقدار آن بستگی به میزان حرکت نسبی بین سازه پی و زمین دارد. در محاسبه $P_p$ در هیچ حالت مقدار $K_p$ نباید بیشتر از پنجاه درصد مقدار محاسباتی آن در نظر گرفته شود.

در کاربرد $P_p$ به دلیل نقش مقاوم آن باید اطمینان حاصل کرد که این نیرو در طول عمر سازه (زمان ساخت و زمان بهره‌برداری) وجود دارد و در اثر عواملی مثل فرسایش یا دخالت‌های انسانی حذف نمی‌گردد. در غیراینصورت از آن صرف‌نظر شود.

الف-٤: گسیختگی سازه ناشی از تغییرمکان پی

تغییرمکانهای قائم و افقی نسبی قابل ملاحظه پی‌ها ممکن است در سازه اثرات نامطلوب و حتی گسیختگی ایجاد کند. باید اثرات این‌گونه تغییرمکانها بر سازه مطالعه شوند. این مطالعه باید بر اساس الزامات مبحث مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

ب: مواردی که در حالت حدی بهره‌برداری کنترل می‌شوند:

ب-۱: نشست یکنواخت پی

ابعاد پی باید به نحوی تعیین شود که رابطهٔ زیر برقرار باشد: $S \leq S_a$

که در این رابطه:

$S_a$: نشست یکنواخت مجاز می‌باشد که با توجه به جنس خاک، نوع پی و سازه با توجه به الزامات بند ٤-٤-٧ تعیین می‌شود.

S: نشست یکنواخت حداکثر تحت بارهای سرویس است که شامل نشست‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت (نشست تحکیمی و خزش) می‌باشد.

ب-٢: نشست غیریکنواخت پی

ب-٢-١: نشست‌های غیریکنواخت و دوران‌های نسبی پی‌ها باید با در نظر گرفتن توام توزیع نیروی متفاوت وارده و تغییرات احتمالی مشخصات زیر پی‌های مختلف محاسبه شوند.

ب-٢-٢: محاسبه نشست غیریکنواخت بدون منظور کردن سختی سازه ممکن است به پیش‌بینی مقادیر غیر واقعی بینجامد. برای ساختمان‌های با اهمیت زیاد، اندرکنش سازه و خاک باید در تحلیل‌ها منظور شود.

ب-٢-٣: مقادیر نشست غیریکنواخت مجاز بر حسب نوع پی، نوع خاک و نوع سازه برای حفظ شرایط بهره‌برداری انتخاب می‌شود. این مقادیر در بند ٧-٤-٤ داده شده‌اند.

ب-٢-٤: به اثرات ناشی از زهکشی خاک که نشست‌های غیریکنواخت ایجاد می‌کند و همچنین به نشست‌های اضافی در اثر تحکیم خاک باید توجه داشت.

ب-٢-٥: دوران پی‌ها بر اثر بارهای خارج از محور را می‌توان با در نظر گرفتن توزیع فشار خطی در زیر پی و با محاسبه نشست‌های ایجاد شده در گوشه‌های پی، تعیین نمود.

ب-٣: در محاسبه نشست‌ها مدل‌های خطی یا غیرخطی رفتار خاک باید با شرایط ساختگاه سازگار باشند.

ب-٤: ژرفای لایه‌های مؤثر در محاسبه نشست باید با توجه به شکل و ابعاد پی، بار وارده و تغییرات سختی خاک در عمق و فاصلهٔ اجزای پی از یکدیگر تعیین گردد. این ژرفا معمولاً معادل با عمقی است که تنش قائم اضافی ناشی از بارگذاری پی در آن عمق معادل ١٠٪ تنش مؤثر روبار برجای خاک باشد یا ژرفای

معادل حباب گسترش تنش ۱۰٪ تنش کلّ وارد بر پی باشد. این ژرفا در بیشتر خاک‌ها بین ۱ تا ۳ برابر پهنای پی (بر حسب گسترده بودن یا نواری بودن پی) در نظر گرفته می‌شود. در پی‌های پهن که زیر بارهای سبک قرار دارند می‌توان این مقدار را کاهش داد. در مورد خاک‌های خیلی نرم این کاهش نباید انجام گیرد.

ب-۵: سایر شرایط

سایر شرایطی که در بهره‌برداری پی تأثیر می‌گذارد از قبیل ارتعاشات پی و خاک، تورم خاک، فروریزشی بودن خاک، آب‌شستگی زیر پی، تغییرات سطح آب زیرزمینی و رطوبت خاک و غیره باید در نظر گرفته شوند.

### ۳-٤-۷ ظرفیت باربری پی‌های سطحی

جهت تعیین ظرفیت باربری پی‌های سطحی می‌توان از یکی از روش‌های زیر بر حسب شرایط پروژه استفاده کرد.

- استفاده از روابط نظری ظرفیت باربری

با توجه به نوع خاک و پارامترهای به‌دست آمده از آزمایش‌های مکانیک خاک بر روی نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده اخذشده از اعماق مختلف و نیز شرایط هندسی و بارگذاری پی، می‌توان از روابط موجود در مراجع معتبر مکانیک خاک و مهندسی پی ظرفیت باربری را تعیین نمود. در این راستا باید کلیهٔ ضرایب کاهنده و افزاینده را بر حسب شرایط هندسی و شرایط بارگذاری پی با توجه به نوع خاک در رابطهٔ اختیارشده بر حسب مورد در نظر گرفت.

- استفاده از آزمونهای برجا

از نتایج آزمایش‌های برجا همانند نفوذ استاندارد، نفوذ مخروط، پرسیومتر، بارگذاری صفحه و غیره می‌توان به صورت مستقیم یا غیر مستقیم ظرفیت باربری را به‌دست آورد. همواره باید توجه داشت که روابط تجربی استفاده‌شده به این منظور باید از اعتبار کامل برخوردار بوده و با شرایط ساختگاه سازگاری داشته باشند. نظر کارشناسی متخصص ژئوتکنیک در این موارد باید اخذ شود.

### ٤-٤-۷ مقادیر نشست مجاز

۱-٤-٤-۷- مقادیر مجاز نشست یکنواخت و غیریکنواخت در جدول ۷-٤-۲ و مقادیر مجاز چرخش در جدول ۷-٤-۳ ارائه شده است.

۲-٤-٤-۷- مقادیر مجاز نشست غیریکنواخت نصف مقادیر مجاز نشست یکنواخت می‌باشد.

**جدول ۷-٤-۲ مقادیر نشست مجاز تحت بارگذاری استاتیکی**

| خاک | نوع پی | سیستم سازه‌ای | نشست یکنواخت (mm) |
|---|---|---|---|
| ماسه | منفرد | قاب فولادی یا بتنی | ۲۵ |
| | نواری | | ٤۰ |
| | گسترده | | ۵۰ |
| رس | منفرد | قاب فولادی یا بتنی | ۵۰ |
| | نواری | | ۷۰ |
| | گسترده | | ۱۰۰ |

**جدول ۷-٤-۳ مقادیر مجاز چرخش**

| مقدار حداکثر چرخش مجاز $R_a$ | نوع ساختمان |
|---|---|
| ۰/۰۰٦۷ | حد خرابی (با اسکلت) |
| ۰/۰۰۳۳ | حد ایجاد ترک غیرسازه‌ای |

### ۵-٤-۷ روش‌های طراحی پی سطحی

در این مبحث دو روش طراحی شامل روش تنش مجاز و روش ضرایب بار و مقاومت برای طراحی پیشنهاد میشود. طراح می‌تواند هر یک از این روش‌ها را انتخاب کند.

#### ۱-۵-٤-۷- روش تنش مجاز

۱-۱-۵-٤-۷- ترکیب بار مورد استفاده در این روش ترکیبات مطرح شده در بخش تنش مجاز مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان می‌باشد. ضرایب بار در این روش عمدتاً یک می‌باشد.

۲-۱-۵-٤-۷- در خاک‌های چسبنده فقط ۵۰٪ بار زنده در محاسبات نشست درازمدت اعمال می‌شود.

۳-۱-۵-٤-۷- در صورتی که بار زلزله یا باد در نظر گرفته شود، در محاسبهٔ ظرفیت باربری مجاز خاک از ضریب اطمینان کوچک‌تری می‌توان استفاده نمود. به‌هرحال ضریب اطمینان را بیش از ۳۳٪ نمی‌توان کاهش داد.

٤-۱-۵-٤-۷- ضریب اطمینان با توجه به نوع گسیختگی باید به صورت مناسب تعریف و مقدار آن نباید از مقادیر جدول ۷-٤-٤ کمتر باشد.

**جدول ۷-٤-٤ حداقل ضرایب اطمینان به روش تنش مجاز در شرایط استاتیکی (پی منفرد- نواری)**

| نوع حالت حدی | برشی | | | تراوش | |
|---|---|---|---|---|---|
| | لغزش | ظرفیت باربری | واژگونی ساختمان | پایداری کلی | رگاب | فشار رو به بالا |
| ضریب اطمینان | ۱/۵ | ۳ | ۱/۷۵ | ۱/۵ | ٤ | ۱/۵ |

٦-۱-۵-٤-۷- کنترل نشست در روش تنش مجاز ضروری است. باید توجه داشت که مقدار نشست در حالت بهره‌برداری محاسبه شده نباید از مقدار نشست مجاز بیشتر شود.

۷-۱-۵-٤-۷- در روش تنش مجاز جهت کنترل تنش زیر پی لازم است جدول ۷-٤-۵ مدنظر قرار گیرد.

**جدول ۷-٤-۵ وضعیت تنش محاسبه‌شده زیر پی در مقایسه با ظرفیت باربری**

| نوع خاک / نوع پی | دانه‌ای | صرفاً چسبنده |
|---|---|---|
| صلب | ظرفیت باربری مجاز > تنش متوسط | ظرفیت باربری مجاز > تنش حداکثر |
| انعطاف‌پذیر | ظرفیت باربری مجاز > تنش متوسط | ظرفیت باربری مجاز > تنش متوسط |

۸-۱-۵-٤-۷- در کنترل تنش‌های زیر پی منفرد اجازه داده می‌شود تا $\frac{1}{4}$ عرض پی به کشش کار کند.

۹-۱-۵-٤-۷- در پی‌های انعطاف‌پذیر چنانچه ظرفیت باربری مجاز از معیار نشست به دست آمده باشد نیازی به کنترل نقطه به نقطه تنش نیست و طراحی را می‌توان بر اساس تنش مؤثر متوسط کمتر از ظرفیت باربری مجاز انجام داد.

**۲-۵-٤-۷- روش ضرایب بار و مقاومت**

۱-۲-۵-٤-۷- در روش ضرایب بار و مقاومت، ضرایب مورد استفاده برای افزایش بارها باید منطبق با مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان باشد.

۲-۲-۵-٤-۷- در این روش طراحی ضرایب کاهش مقاومت باید مطابق جدول ۷-٤-٦ در نظر گرفته شود.

۳-۲-۵-٤-۷- در حالت حدی بهره‌برداری، ضرایب بار و مقاومت عمدتاً برابر یک می‌باشد و باید مطابق الزامات مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان در نظر گرفته شود همچنین مقدار نشست محاسبه شده باید از نشست مجاز کمتر باشد.

٤-۲-۵-٤-۷- برای کنترل تنش زیر پی در روش ضرایب بار و مقاومت مشابه جدول ۷-٤-٦ عمل شود ولی لازم است به جای ظرفیت باربری مجاز از ظرفیت باربری کاهش یافته استفاده شود.

**جدول ۷-٤-٦ ضرایب کاهش مقاومت در شرایط استاتیکی**

| نوع حالت حدی | ضرایب کاهش مقاومت |
|---|---|
| پایداری کلی | ۱ |
| ظرفیت باربری | ۰/۵ |
| واژگونی | ۰/۷۵ |
| لغزش | ۱ |

**۳-۵-٤-۷- ملاحظات لرزه‌ای در طراحی پی‌های سطحی**

در طراحی پی‌هایی که تحت ترکیبات بارگذاری لرزه‌ای قرار می‌گیرند، بندهای زیر در تعیین ظرفیت باربری مجاز پی، R، الزامی است.

۱-۳-۵-٤-۷: احتمال کاهش مقاومت و سختی خاک، بر اثر بارهای زلزله باید بررسی شود و پارامترهای ژئوتکنیکی خاک با توجه به این احتمال محاسبه شوند. کاهش مقاومت و سختی خاک می‌تواند از کرنش‌های کوچک هم آغاز شود.

۲-۳-۵-٤-۷: در سازه‌هایی که به تغییرشکل‌های ایجادشده در خاک حساس هستند، در تعیین تغییرشکلهای دائمی احتمالی ناشی از زلزله باید رفتار غیرخطی خاک مورد توجه قرار گیرد.

۳-۳-۵-٤-۷: احتمال کاهش مقاومت برشی در رس‌ها در نظر گرفته شود.

٤-۳-۵-٤-۷: خاک‌های دانه‌ای کم متراکم یا با تراکم متوسط براثر زلزله در معرض افزایش فشار آب حفره‌ای قرار می‌گیرند. کاهش مقاومت برشی زهکشی‌نشده (کوتاه‌مدت) در اثر این افزایش فشار آب حفره‌ای در محاسبه R در شرایط لرزه ای باید لحاظ شود.

۵-۳-۵-٤-۷: در خاک های ماسه‌ای اشباع نامتراکم تا کم‌تراکم، احتمال وقوع روانگرایی باید بررسی شود و در صورت وقوع روانگرایی پیش‌بینی‌های لازم در نظر گرفته شود . در صورت عدم وقوع روانگرایی، کاهش ظرفیت باربری در اثرافزایش فشار آب حفره‌ای در نظر گرفته شود.

٦-۳-۵-٤-۷: در شرایط زلزله ضریب اطمینان ظرفیت باربری و ضرایب بار و مقاومت طبق جداول ۷-٤-۷ و ۷-٤-۸ تغییر می‌یابد. باید توجه شود که اگر در ترکیبات بارگذاری ضرایب کاهنده در هنگام زلزله منظور شده باشد، افزایش ظرفیت باربری و یا به تعبیر دیگر کاهش ضرایب اطمینان مجاز نیست.

**جدول ۷-٤-۷ حداقل ضریب اطمینان به روش تنش مجاز در شرایط لرزه‌ای**

| نوع حالت حدی | لغزش | ظرفیت باربری | واژگونی | پایداری کلی |
|---|---|---|---|---|
| ضریب اطمینان | ۱/۲ | ۲ | ۱/۵ | ۱/۲ |

**جدول ۷-٤-۸ ضرایب بار و مقاومت در شرایط لرزه‌ای برای روش ضرایب بار و مقاومت**

| ضرایب بار و کاهش مقاومت | نوع حالت حدی | ضریب |
|---|---|---|
| ضریب کاهش مقاومت | پایداری کلی | ۱/۲۵ |
| | ظرفیت باربری | ۰/۷۵ |
| | واژگونی | ۱ |
| | لغزش | ۱/۲۵ |
| ضرایب بار | طبق مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان | |

### ٦-٤-۷- پی‌های انعطاف‌پذیر

۱-٦-٤-۷: برای تحلیل پی‌های انعطاف‌پذیر نمی‌توان از توزیع خطی تنش در زیر پی استفاده کرد و باید توزیع تنش را با مدل‌سازی پی به صورت تیر و دال بر روی بستر الاستیک یا برروی یک‌سری فنر ارتجاعی با سختی مناسب به‌دست آورد.

۲-٦-٤-۷: مدول عکس‌العمل بستر $(K_s)$ باید با استفاده از تحلیل نشست و با در نظر گرفتن توزیع تنش مناسب تعیین گردد. از آزمایش‌های برجا همانند بارگذاری صفحه و پرسیومتری با اصلاحات لازم باید استفاده کرد. این مدول در ارزیابی نیروهای داخلی پی نقش تعیین‌کننده دارد و باید با دقت تعیین شود.

۳-٦-٤-۷: برای پی‌های گسترده انتخاب مقدار یکنواخت $(K_s)$ در تمام سطح زیر پی صحیح نمی‌باشد و متناسب با نشست رخداده باید تغییر کند. افزایش سختی در لبه‌ها تا دو برابر توصیه می‌شود. پهنای نوارهای لبه می‌تواند حدود $\frac{1}{10}$ پهنای پی در همان جهت در نظر گرفته شود.

٤-٦-٤-۷: به‌جای استفاده از مدول فنری در پی‌های انعطاف‌پذیر، بهتر است از مدل‌سازی محیط متخلخل استفاده نمود.

### ۷-٤-۷- ملاحظات اجرایی پی‌های سطحی

۱-۷-٤-۷: در صورت عدم وجود زیرزمین، عمق قرارگیری پی باید بزرگتر از عمق یخزدگی باشد.

**۲-۷-٤-۷:** در تعیین تراز پی باید موارد زیر رعایت گردند.

الف- پی باید در ترازی قرار گیرد که تغییرات فصلی پی را تحت تأثیر قرار ندهد.

ب- پی باید بر روی لایه باربر مناسب طبیعی یا خاک بهسازی‌شده یا متراکم شده اجرا شود.

ج- عمق پی در مناطق دارای پتانسیل سیل باید به حدی باشد که خاک زیر آن براثر سیلاب شسته نشود

**۳-۷-٤-۷:** برای جلوگیری از تغییرمکانهای افقی نسبی پی‌ها بر اثر بارهای وارده، به ویژه هنگام زلزله، لازم است پی‌های منفرد واقع در یک صفحهٔ افقی توسط کلاف‌هایی در دو جهت بهم متصل گردند. این کلافها باید دارای مقاومت و سختی کافی برای مقابله با نیروهای افقی پیش‌بینی شده باشند.

کلاف‌ها معمولاً برای کشش طراحی می‌شوند و نیروی ایجادشده در آنها را می‌توان با مدل‌سازی مناسبی تعیین کرد. در غیر این‌صورت این کلاف‌ها باید بر اساس ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان برای نیروی کششی معادل ده درصد بزرگترین نیروی محوری وارد به ستون‌های طرفین خود طراحی شوند.

**٤-۷-٤-۷:** در مواردی که نیاز به استفاده از پی نواری در سازه است ترجیح داده می‌شود به جای نوارهای یکطرفه در یک جهت و کلاف‌های رابط در جهت دیگر، از نوارهای دوطرفه استفاده شود و سختی نوارها طوری در نظر گرفته شود که بارهای وارده تا حدامکان به طور یکنواخت توزیع شوند.

**۵-۷-٤-۷:** محل پی‌هایی که در نزدیکی شیب‌ها ساخته می‌شوند باید مطابق موارد زیر انتخاب شوند:

الف- پی‌ها باید از لبه شیب در بالا و پائین فاصله مناسبی داشته باشند، این فاصله با کنترل پایداری شیب و تغییرشکلها مشخص می‌شود. در صورت طراحی مناسب(تأمین پایداری با محدودیت تغییرشکل درحد مجاز) این فاصله می‌تواند صفر شود.

ب- در صورت قرارگیری پی در بالای شیب، در صورت عدم محاسبه پایداری، خطی که با شیب ۲ افقی به ۱ قائم از لبه پی می‌گذرد نباید با سطح شیب برخورد کند. در صورت تأمین پایداری و تعیین تغییرشکلهای پی که کمتر از مقادیر مجاز باشند، نقض مورد ذکرشده اشکالی ندارد.

ج- برای قرارگیری پی‌ها در مجاورت سطوح شیب‌دار باید یا از لبه سطح شیبدار عقب‌نشینی شود یا با انجام تمهیدات لازم از عدم پایداری یا تغییرشکلهای غیرمجاز جلوگیری شود.

**٦-٧-٤-٧:** در قرارگیری پی روی بسترهای سنگی باید احتمال برخورد به هر یک از حالات زیر را بررسی کرد:

- وجود هرگونه لایه ضعیف، قابل انحلال یا هرگونه حفاری و سازه‌های زیرزمینی در زیر پی
- وجود درزه‌ها، شکاف‌ها، ناپیوستگی‌ها و هرگونه مواد پرکننده ناپیوستگی
- شیب لایه‌های سنگی
- وجود حالت هوازدگی و شکست در سنگ

غیر قابل انتشار

## ۵-۷- سازه‌های نگهبان

### ۱-۵-۷: دامنه کاربرد و هدف

سازه‌های نگهبان به سازه‌هایی گفته می‌شود که برای نگهداری دائم یا موقت فشار جانبی خاک، مصالح مشابه یا آب به کار برده می‌شوند. این سازه‌ها شامل انواع سازه‌های نگهبان صلب و انعطاف‌پذیر هستند.

### ۲-۵-۷: انواع سازه‌های نگهبان

سازه‌های نگهبان از نظر عملکرد و طراحی به دو دسته صلب و انعطاف‌پذیر تقسیم می‌شوند:

الف :سازه‌های نگهبان صلب:

سازه‌هایی هستند که بر اثر فشار جانبی خاک، در آن‌ها حرکت صلب جابجایی یا چرخش اتفاق می‌افتد. دیوارهای حائل وزنی، طره‌ای و پشت‌بنددار از انواع سازه‌های نگهبان صلب هستند.

ب: سازه‌های نگهبان انعطاف‌پذیر:

سازه‌های هستند که بر اثر فشار جانبی خاک دچار تغییرشکل می‌شوند. سپری‌ها اعم از پشت بنددار، مهارشده یا بدون مهار و پشت‌بند، انواع خاک مسلح، میخ‌کوبی، بلوک و مهار، شمع‌های فولادی یا بتنی پشت بنددار، مهارشده یا نشده، دیوار برلنی، شمع‌های فولادی با مهار متقابل، مهارشده از جلیا توسط خرپا و نظایر آن از انواع سازه‌های نگهبان انعطاف‌پذیر هستند که به آنها دیوارهای تثبیت‌شده مکانیکی نیز اطلاق می‌شود.

### ۳-۵-۷: پایداری انواع سازه‌های نگهبان

#### ۱-۳-۵-۷: حالت‌های حدی دیوارهای صلب وزنی

برای طراحی دیوارهای صلب باید حالت‌های حدی زیر کنترل شوند:

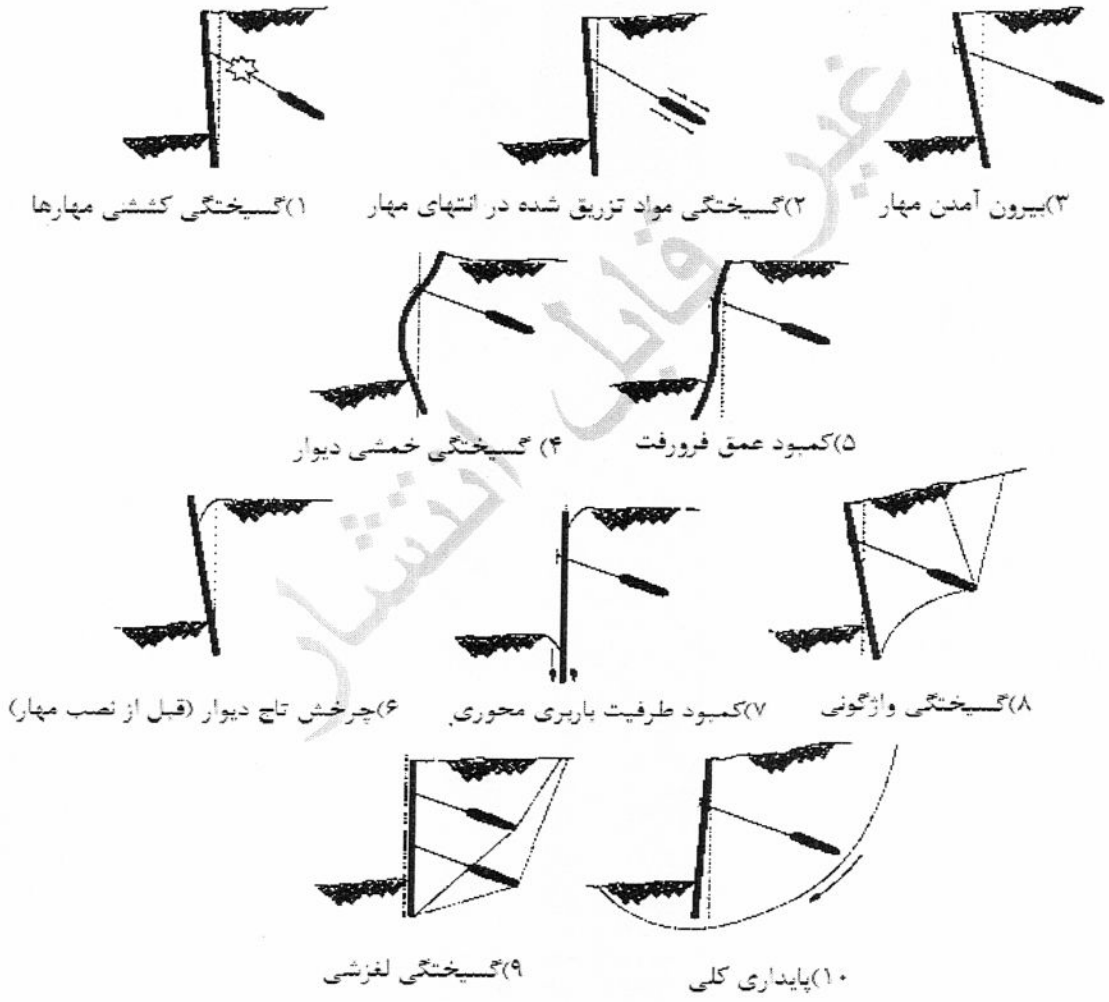
- مقابله با لغزش
- مقابله با واژگونی
- تأمین ظرفیت باربری پی زیر دیوار
- بررسی پایداری کلی دیوار

- کنترل سازه‌ای دیوار در برابر خمش و برش

- کنترل نشست پی زیر دیوار

**۲-۳-۵-۷: حالت‌های حدی دیوارهای انعطاف‌پذیر مهار شده**

۱-۲-۳-۵-۷: برای طراحی دیوارهای مهارشده از پشت باید حالت‌های حدی شکل (۷-۵-۱) کنترل شود.



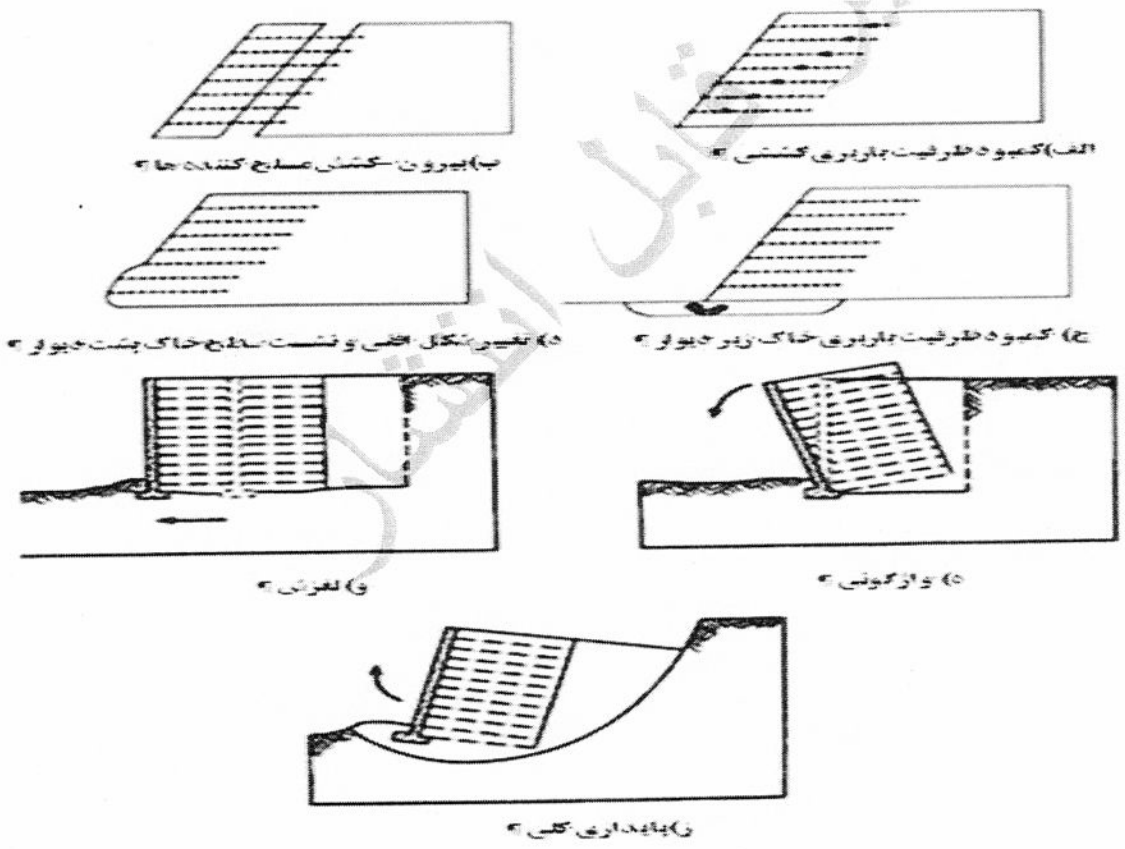

**شکل شماره (۷-۵-۱): حالت‌های حدی دیوارهای مهارشده**

۲-۲-۳-۵-۷: جهت تحلیل دیوارهای مهارنشده باید تمام حالت‌های حدی ٤ تا ۱۰ نشان داده شده در شکل (۱-۵-۷) بدون در نظر گرفتن مهارها کنترل گردند.

۳-۲-۳-۵-۷: دیوار مهارشده از جلو می‌تواند با مهارهای مایل یا متقابل باشد. در دیوار با مهار متقابل یا مایل، حالت‌های حدی علاوه بر موارد فوق باید کمانش مهارها، بالاآمدگی کف گود و جوشش ماسه در کف گود نیز بررسی شود.

### ۳-۳-۵-۷: حالت‌های حدی دیوارهای خاک مسلح

برای طراحی دیوارهای خاک مسلح باید حالت‌های حدی نشان داده در شکل (۷-۵-۲) کنترل شود.



شکل شماره (۷-۵-۲): حالت‌های حدی دیوارهای خاک مسلح

### ٤-۵-۷: ملاحظات طراحی و ساخت

**۱-٤-٥-۷:** در ساخت و طراحی سازه‌های نگهبان، نکات زیر (در صورت کاربرد) باید مورد توجه قرار گیرند:

- تمهیدات و اثرات ساخت دیوار شامل:

- الزامات مربوط به نگهداری موقت خاک برجا
- تغییرات در تنش‌های برجای خاک و حرکت‌های ناشی از ساخت و نصب دیوار در زمین
- دست‌خوردگی زمین بر اثر شمع‌کوبی یا گمانه‌زنی
- الزامات مربوط به دسترسی‌ها برای عملیات ساخت
- الزامات مربوط به زهکشی خاک
- الزامات مربوط به زهکشی دیوار
- توجه به زهکشی سطحی در جلوی دیوار
- میزان آب‌بندی مورد نیاز برای دیوار تمام شده
- عملی‌بودن ساخت دیوار برای رسیدن به لایه‌ای با تراوایی اندک و تشکیل یک دیوار آب‌بند و ارزیابی تعادل جریان آب زیرزمینی که به این ترتیب حاصل می‌شود.
- عملی‌بودن ایجاد مهارهای پشت بند در زمین مجاور
- عملی‌بودن حفاری بین دیرک‌های دیوارهای نگهبان
- توان دیوار برای تحمل بارهای قائم
- انعطاف‌پذیری سازه‌ای دیوار برای جلوگیری از گسیختگی‌های ترد و واژگونی ناگهانی بدون تغییرشکل‌های مقدماتی
- ایجاد امکان دسترسی برای تعمیر و نگهداری دیوار و هرگونه زهکشی مرتبط با آن
- شکل ظاهری و دوام دیوار و مهاری‌ها
- طراحی مقطعی به قدرکافی سخت برای سپرکوبی‌ها به‌منظور رسیدن به عمق نفوذ پیش‌بینی‌شده بدون از دست‌رفتن اتصال سپرها به یکدیگر
- پایداری گمانه‌ها یا جداره ترانشه‌ها در حالت روباز
- توجه به نوع مصالح قابل دسترس و وسایل مورد نیاز برای کوبیدن خاکریزی‌های پشت دیوار و در مجاورت دیوار

**۲-٤-٥-۷:** در طراحی سازه‌های نگهبان، وضعیت طرح باید به شرح زیر مدنظر قرار گیرد:

- تغییرات در خواص خاک در طول زمان و با توجه به شرایط محل
- تغییرات در سطوح آب و فشار آب حفره‌ای در طول زمان
- تغییرات در بارگذاری‌ها و چگونگی ترکیب آن‌ها
- حفاری، آب‌شستگی یا فرسایش در خاک جلوی سازه نگهبان و منظورکردن فعالیت‌های احتمالی انسانی که منجر به برداشتن خاک در جلوی سازه نگهبان می‌گردد.
- خاکریزی در پشت سازه نگهبان
- تأثیر سازه‌ها و سربارهای آتی (در صورت پیش‌بینی)
- حرکات زمین بر اثر نشست و آماس

**۳-٤-٥-۷:** در مواردی که ایمنی و قابلیت بهره‌برداری طرح بستگی به عملکرد موفقیت‌آمیز زهکشی دارد، پیامد عدم‌کارآیی آن باید با توجه به صدمات مالی و جانی و هزینه‌های تعمیرات، مورد بررسی قرار گیرد. در این موارد یک یا ترکیبی از اقدامات زیر باید به کار گرفته شود:

الف- یک برنامه تعیمر و نگهداری برای شبکه زهکشی باید مشخص شده و در جریان طراحی تدابیر لازم برای دسترسی‌های لازم پیش‌بینی شود. در این رابطه ایجاد فیلتر مناسب زهکشی‌ها و تعمیر و نگهداری آن‌ها با استفاده از تزریق آب با فشار بالا می‌تواند کارساز باشد.

ب- با استفاده از تجربیات مشابه و ارزیابی آبی که ظاهر خواهد شد، نشان داده شود که شبکه زهکشی، بدون تعمیر و نگهداری، عملکرد مناسب کافی خواهد داشت. در این راستا مقادیر آب نشتی، فشارها و میزان مواد شیمیایی موجود در آبی که ظاهر می‌شود، باید بررسی شود.

**٤-٤-٥-۷:** مقادیر داده‌های هندسی مربوط به رژیم آب آزاد و رژیم آب زیرزمینی باید بر اساس داده‌های موجود در محل و برای شرایط هیدرولیکی و هیدروژئولوژیکی ساختگاه سازه نگهبان در مدت زمان عملکرد و بهره‌برداری در نظر گرفته شود.

**۵-٤-۵-۷:** در تعیین سطوح آب زیرزمینی باید به تأثیر تغییرات تراوایی بر روی رژیم این آب‌ها توجه داشت و احتمال وجود شرایط برعکس برای فشار آب را به دلیل وجود سفره آب بالا آمده یا چاه‌های آرتزین بررسی نمود.

**۵-۵-۷: فشار خاک**

**۱-۵-۵-۷: کلیات**

در تعیین فشارهای جانبی طراحی، باید مقدار حرکت و کرنش قابل‌قبولی که ممکن است در سازه‌های نگهبان در حالت حدی مورد نظر پیش آید، در نظر گرفته شود.

در محاسبه مقادیر و جهت‌های فشارهای طراحی خاک، موارد زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرند:

- سربار روی سطح زمین
- شیب زمین
- زاویه دیوار نسبت به خط قائم
- سفره‌های آب و نیروهای تراوش آب در زمین
- مقدار و جهت حرکت دیوار نسبت به خاک
- تعادل افقی و قائم برای کل سازه نگهبان
- مقاومت برشی و وزن مخصوص خاک
- زبری دیوار

**۲-۵-۵-۷: تعیین فشار خاک در حالات مختلف**

**۱-۲-۵-۵-۷: فشار خاک در حالت سکون**

این فشار در حالتی ایجاد می‌شود که دیوار نسبت به خاک پشت دیوار تقریباً هیچ حرکتی ندارد و خاک در این وضعیت در حالت تنش سکون قرار دارد. فشار در حالت سکون معمولا در شرایطی که حداکثر حرکت جانبی دیوار نسبت به زمین کمتر از $5x10^{-5}$ برابر ارتفاع آن است، ایجاد می‌گردد.

تغییر قابل انتشار

**۲-۲-۵-۵-۷: فشار محرک و مقاوم خاک**

در شرایطی که حرکت دیوار نسبت به خاک بزرگتر یا مساوی مقادیر جدول ۷-۵-۱ باشد، میزان فشار وارده از خاک در حالت محرک یا مقاوم می‌باشد. با احتساب تغییرمکان دیوار معادل مقادیر زیر، برای محاسبه فشارهای فوق می‌توان از روابط رانکین یا کولمب استفاده نمود.

**جدول ۷-۵-۱ تغییرشکل افقی ($\Delta_x$) مرتبط با فشار محرک و مقاوم خاک برای دیوار به ارتفاع H**

| نوع خاک | $\Delta_x$ /H | |
|---|---|---|
| | محرک | مقاوم |
| ماسه متراکم | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱ |
| ماسه با تراکم متوسط | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| ماسه سست | ۰/۰۰٤ | ۰/۰٤ |
| لای متراکم | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| رس متراکم | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ |
| رس نرم | ۰/۰۲ | ۰/۰٦ |

**۳-۲-۵-۵-۷: فشار خاک در خاکریز متراکم‌شده**

در مواردی که خاک پشت دیوار به صورت لایه‌لایه خاکریزی و متراکم می‌شود، فشار افزوده‌ای در خاک به وجود می‌آید. برای تعیین این فشار افزوده باید مراحل تراکم خاک در نظر گرفته شود و در محاسبه فشار خاک، اثر ناشی از وزن غلتک به حساب آورده شود.

**٤-۲-۵-۵-۷: فشار حالت محرک و مقاوم در شرایط دینامیکی**

**۱-٤-۲-۵-۵-۷:** در صورت وجود زلزله، فشار جانبی خاک را می‌توان از روش‌های شبه‌استاتیکی مانند روابط مونونابه- اکابه محاسبه و این مقادیر در محاسبات پایداری و سازه‌ای دیوار منظور شود. همچنین نقطه اثر اضافه فشار دینامیکی را می‌توان بین ۰/٤۵ تا ۰/٦ ارتفاع دیوار از پای دیوار در نظر گرفت. هر چه صلبیت دیوار کمتر باشد مقادیر بزرگتری برای نقطه اثر اختیار می‌شود.

**۲-٤-۲-۵-۵-۷:** در شرایط بارگذاری زلزله اضافه فشار مقاوم با اثر مساعد در پایداری دیوار، نادیده گرفته شود.

**۳-٤-۲-۵-۵-۷:** فشار آب در شرایط زلزله باید بر اساس نوع خاک و میزان نفوذپذیری در محاسبات در نظر گرفته شود.

**۵-۲-۵-۵-۷: تعیین فشار خاک در پشت دیوار**

**۱-۵-۲-۵-۵-۷:** در دیوارهایی که به دلایل انعطاف‌پذیری سازه‌ای' لغزش افقی یا چرخش، می‌تواند به اندازه کافی تغییرشکل یا تغییر مکان افقی(طبق جدول ۷-۵-۱) اتفاق افتد، باید از فشار خاک در حالت محرک استفاده شود.

**۲-۵-۲-۵-۵-۷:** در دیوارهایی که به دلایل انعطاف‌پذیری سازه‌ای' لغزش افقی یا چرخش، تغییرشکل یا تغییرمکان افقی رخ داده اما به اندازه کافی جهت بسیج شدن نیروی محرک نباشد باید از فشار خاک در حالت سکون استفاده شود.

**۳-۵-۲-۵-۵-۷:** در دیوارهای طره‌ای یا دیوارهای سپری بدون مهار یا مهارشده با یک میل‌مهار از پشت باید از فشار خاک در حالت محرک با توزیع مثلثی استفاده شود. چنانچه مهارهای پشت زیاد باشد (دیوار پشت‌بنددار)، می‌توان توزیع فشار خاک را با تحلیل‌های عددی یا روش‌های تجربی به دست آورد.

**٤-۵-۲-۵-۵-۷:** در دیوارهای سپری مهارشده با چند تیرک افقی یا مایل از جلو، باید از توزیع فشار ذوزنقه‌ای یا مستطیلی استفاده شود.

**۵-۵-۲-۵-۵-۷:** در دیوارهای زیرزمین که انتهای آن‌ها به سقف متصل هستند در شرایط بارگذاری استاتیکی باید از فشار خاک در حالت سکون استفاده شود.

**٦-۵-۲-۵-۵-۷:** در دیوارهای زیرزمین که انتهای آن‌ها به سقف متصل هستند در شرایط بارگذاری لرزه‌ای باید از جدول ۷-۵-۲ استفاده شود. سختی یا نرمی خاک، با توجه به خصوصیات خاک، ارتفاع دیوار و ارتفاع ساختمان بر اساس قضاوت مهندسی انتخاب گردد.

**جدول ۷-۵-۲ تعیین فشاردینامیکی خاک**

| خاک پشت دیوار | روش محاسبه فشار جانبی خاک در هنگام زلزله |
|---|---|

| | |
|---|---|
| **متراکم یا سخت** | فشار دینامیکی خاک با فرض حالت سکون و بکارگیری روابطی مانند وود |
| **متوسط و سست** | فشار دینامیکی خاک با فرض حالت محرک و بکارگیری روابطی مانند مونونابه- اکابه<br>یا<br>فشار استاتیکی با فرض حالت سکون |

**۷-۵-۲-۵-۵-۷:** فشار جانبی خاک در هنگام زلزله، با دو مولفه در ترکیبات بارگذاری در نظر گرفته می‌شود.

فشار خاک در حالت استاتیکی + اضافه فشار خاک هنگام زلزله = فشار خاک در هنگام زلزله

**۸-۵-۲-۵-۵-۷:** طراح می‌تواند جهت تعیین فشار خاک ناشی از زلزله بر روی دیوار پروژهٔ مورد نظر، از مدل‌سازی عددی توسط نرم افزارهای معتبر صحت‌سنجی شده استفاده نماید.

**۹-۵-۲-۵-۵-۷: فشار خاک تحت شرایط خاص**

فشار آب، فشار ریشه گیاهان، فشار ناشی از تورم خاک، فشار ناشی از یخبندان و فشار برکنش نیز در صورتی که وجود داشته باشند باید در نظر گرفته شود. همچنین چنانچه احتمال بروز ترک کششی وجود داشته باشد باید در محاسبه فشار مد نظر قرار گیرد.

**۶-۵-۷: فشار آب**

**۱-۶-۵-۷:** در تعیین فشار طراحی آب باید سطح آب آزاد یا سطح آب زیرزمینی در نظر گرفته شوند. در شرایطی که تراز آب آزاد یا زیرزمینی متغیر باشد باید بالاترین تراز ممکن در محاسبات فشار آب لحاظ شود.

**۲-۶-۵-۷:** برای سازه‌های نگهبان خاک با تراوایی متوسط یا پایین، نظیر سیلت‌ها و رس‌ها، در صورت وجود آب فشارهای آب باید با فرض آنکه تراز سفره آب زیرزمینی حداقل در سطح فوقانی لایه‌ای که تراوایی آن کم است قرار دارد، تعیین شود، مگر آنکه یک شبکه زهکشی مطمئن نصب شده یا از نفوذ آب جلوگیری شده باشد.

**۳-٦-۵-۷:** در مواردی که تغییرات ناگهانی در سطح سفره آزاد آب ایجاد می‌شود، هم وضعیت ناپایا که بلافاصله پس از تغییر در سفره آب رخ می‌دهد، و هم وضعیت پایا باید بررسی شود.

**٤-٦-۵-۷:** در مواردی که هیچ‌گونه تمهیدات خاصی برای زهکشی یا جلوگیری از جریان آب پیش‌بینی‌نشده باشد، باید اثرات احتمالی ترک‌های کششی یا ترک‌های انقباضی پر شده از آب در نظر گرفته شوند. در این موارد، در خاک‌های چسبنده نگهداری‌شده، فشار کلی طراحی معمولاً نباید از فشار هیدروستاتیکی آبی که از سطح زمین شروع می‌شود کمتر در نظر گرفته شود.

### ۷-۵-۷: روش‌های طراحی سازه‌های نگهبان

طراح می‌تواند هر یک از دو روش تنش مجاز یا روش ضرایب بار و مقاومت را انتخاب کند و جهت طراحی دیوار استفاده نماید.

#### ۱-۷-۵-۷ روش تنش مجاز

در کلیه دیوارها ترکیب بار و ضرایب بارگذاری باید منطبق با مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان باشد در ترکیبهای بارگذاری در شرایط استاتیکی با حضور وزن خاک، H همان فشار خاک استاتیکی است. در ترکیبهای بارگذاری، مجموع فشار استاتیکی و اضافه فشار دینامیکی خاک به عنوان فشار خاک (H) در نظر گرفته می‌شود. در زیر حداقل ضرایب اطمینان برای انواع سازه‌های نگهبان در این روش ارائه شده است.

#### ۱-۱-۷-۵-۷ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای صلب

مقادیر حداقل ضریب اطمینان برای این گونه دیوارها در طراحی به روش تنش مجاز در جدول ۷-۵-۳ آمده است.

**جدول ۷-۵-۳ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای وزنی در طراحی به روش تنش مجاز**

| شرایط | واژگونی | لغزش | ظرفیت باربری پی دیوار | پایداری کلی (شیروانی) |
|---|---|---|---|---|
| استاتیکی | ۱/۷۵ | ۱/۵ | ۳ | ۱/۵ |
| لرزه‌ای | ۱/۲ | ۱/۲ | ۲ | ۱/۳ |

در این دیوارها برآیند بار قائم در تراز پی باید درثلث میانی پی باشد یعنی حداکثر خروج از مرکزیت در تراز کف پی باید مقدار B/٦ باشد (هیچ قسمت از پی به کشش نیفتد) خروج از مرکزیت در سایر ترازها برای دیوارهای وزنی متشکل از قطعات وزنی ناپیوسته (نظیر بلوک بتنی) کافی است از ۰/۲۵ بیشتر نشود، یعنی اگر بخش کوچکی از پی به کشش بیفتد مجاز است.

در صورتی که در پایداری در برابر لغزش نیروی مقاوم خاک جلوی دیوار لحاظ گردد باید از ضریب اطمینان ۲ استفاده شود.

**۲-۱-۷-۵-۷ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای انعطاف‌پذیر سپری**

در بررسی پایداری دیوار سپری می‌توان ضرایب اطمینان زیر را استفاده کرد:

**الف- واژگونی:** ضرایب اطمینان مشابه جدول ۷-۵-۳ می‌باشد.

**ب- لغزش افقی:** ضریب اطمینان ۲ بر فشار جانبی مقاوم جلوی سپر اعمال می‌شود تا مقدار نیروی مقاوم جلوی سپر کاهش یابد. این مقدار ضریب اطمینان برای خاک‌های تحکیم‌یافته باید بزرگتر از ۲ باشد.

**ج- افزایش عمق گیرداری سپر:** در روش تنش مجاز، طول مورد نیاز نفوذ سپر در خاک، در ضریب ۱/۵ ضرب شود.

**۱-۲-۱-۷-۵-۷ ضریب اطمینان مهار**

**الف-** در صورتی که دیوار سپری مهارشده باشد، جهت محاسبه باربری مجاز مهارهای تزریقی در سنگ و خاک به ترتیب از ضرایب اطمینان ٤ و ۳ استفاده شود. اگر میل‌مهار به شمع متصل باشد، ضریب اطمینان شمع به کار می‌رود و اگر به سپر متصل باشد، ضریب اطمینان مشابه سپرها انتخاب می‌گردد.

**ب-** طراحی تیرک‌های متقابل و مایل باید مطابق با مباحث نهم و دهم مقررات ملّی ساختمان برای اجزا بتنی یا فولادی باشد.

**۲-۲-۱-۷-۵-۷ ضریب اطمینان در برابر بالا زدگی کف**

بالا زدگی کف گود باید کنترل شود و ترجیحاً $\frac{\gamma H}{c} < 6$ باشد.

**۳-۱-۷-۵-۷ حداقل ضرایب اطمینان دیوارهای خاک مسلح**

**الف) ضریب اطمینان کلی دیوار**

ضرایب اطمینان مرتبط با پایداری خارجی این دیوارها مشابه ضرایب اطمینان دیوارهای صلب (جدول ۵-۳) می‌باشد بجز ضریب اطمینان مربوط به ظرفیت باربری پی دیوار که برابر ۲ می‌باشد.

**ب) ضریب اطمینان مسلح‌کننده**

ضرایب اطمینان مصالح مسلح‌کننده به دو قسمت تقسیم می‌شود. یکی مربوط به تنش کششی مجاز مسلح‌کننده و دیگری در ارتباط با نیروی بیرون کشیدن مهار می‌باشد:

**ب-۱ ضریب اطمینان مقاومت کششی مجاز مسلح کننده‌ها**

برای فلزات از ضریب اطمینان ۱/۵ تا ۱/۷ (با توجه به خورندگی محیط) استفاده می‌شود. برای ژئوسینتتیک‌ها می‌توان ضریب اطمینان را بر اساس ضرایب اطمینان جزیی به صورت زیر محاسبه کرد:

$$T_a = T_{ult}\left(\frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}}\right) \qquad (۵-۱)$$

$FS_{id}$ = ضریب اطمینان احتمال آسیب دیدگی ناشی از نصب (۱/۱ تا ۱/۵ با توجه به روش اجرا)

$FS_{cr}$ = ضریب اطمینان خزش (۱ تا ۳) با توجه به نوع مصالح

$FS_{cd}$ = ضریب اطمینان خوردگی یا شیمیایی (حدود ۱ تا ۱/۵ با توجه به محیط)

$FS_{bd}$ = ضریب اطمینان فساد بیولوژیکی (حدود ۱ تا ۱/۳)

$T_a$ = مقاومت کششی مجاز

$T_{ult}$ = مقاومت کششی نهایی

باید دقت کرد که ضریب اطمینان‌های فوق برای اعمال بر مقاومت تضمین شده کارخانه سازنده یا مقاومت اندازه گیری شده تعریف شده است.

در هر حال ضریب اطمینان مقاومت کششی مسلح کننده‌ها باید بین ۱/۵ تا ۲/۵ انتخاب شوند.

**ب-۲)** ضریب اطمینان بیرون کشیدن مهار مسلح کننده‌ها برابر ۱/۵ باشد.

**ب-۳)** ضریب اطمینان اتصال بین مهار و نمای خاک مسلح برابر ۱/۵باشد.

### ٤-۱-۷-۵-۷ کنترل تغییرشکل

**الف-** در طراحی سازه‌های نگهبان در روش تنش مجاز علاوه بر کنترل ضرایب اطمینان به شرح بالا باید تغییرشکل‌ها نیز کنترل شوند. در شرایط استاتیکی جهت محاسبه تغییرمکان ایجادشده در سازه‌های نگهبان و خاکریز پشت دیوار و کنترل سایر شرایط بهره‌برداری (مانند لرزش‌ها و نظایر آن) باید تغییرمکان ایجادشده محاسبه و سپس با توجه به تاسیسات و نوع سازه مورد استفاده، تغییرمکان به‌دست‌آمده از مقدار مجاز کمتر باشد.

ب) تغییرشکل‌های دیوار باید در شرایط لرزه‌ای نیز کنترل شود. در شرایط لرزه‌ای با استفاده از روش‌هایی مانند بلوک لغزان نیومارک یا مدل‌سازی عددی میتوان تغییرشکل‌های دیوار را محاسبه نمود.

### ۲-۷-۵-۷ روش ضرایب بار و مقاومت

۱-۲-۷-۵-۷ در کلیه دیوارها، ترکیب بار و ضرایب بارگذاری باید منطبق با مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان باشد. ضرایب تقلیل مقاومت در انواع سازه‌های نگهبان در جداول ۷-۵-۵ تا ۷-۵-۸ آمده است.

۲-۲-۷-۵-۷ در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط زلزله، فقط اضافه فشار خاک هنگام زلزله به عنوان بخشی از نیروهای زلزله (**E**) لحاظ می‌گردد. در این حالت ترکیب بارگذاری، فشار خاک در شرایط استاتیکی به عنوان بار مرده (**D**) محسوب می‌گردد.

۳-۲-۷-۵-۷ در ترکیب‌های بارگذاری در شرایط استاتیکی با حضور وزن خاک، کافیست فشار خاک در شرایط استاتیکی به عنوان فشار خاک (**H**) لحاظ گردد.

### ٤-۲-۷-۵-۷ ضرایب کاهش مقاومت در دیوارهای صلب

در دیوارهای صلب جهت کاهش مقاومت از ضرایب جدول ۷-۵-۵ استفاده می‌شود.

**جدول ۷-۵-۵ ضرایب مقاومت دیوارهای صلب**

| کنترل‌ها | ضرایب کاهش نیرو یا لنگر مقاوم در شرایط استاتیکی | ضرایب کاهش نیرو یا لنگر مقاوم در شرایط لرزه‌ای | تعریف مقاومت |
|---|---|---|---|
| پایداری کلی | ۱ | ۱/۱۵ | ممان یا نیروهای مقاوم در برابر لغزش |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ظرفیت باربری | ۰/۵ | ۰/۷۵ | ظرفیت باربری نهایی ($q_u$) |
| واژگونی | ۰/۸۵ | ۱/۲۵ | لنگرهای مقاوم در برابر واژگونی |
| لغزش | ۱ | ۱/۲۵ | نیروهای مقاوم در برابر لغزش افقی |

### ۵-۲-۷-۵-۷ ضرایب نیروی مقاوم در دیوارهای انعطاف پذیر

در دیوارهای انعطاف پذیر جهت نیروی مقاوم از ضرایب جدول ۷-۵-٦ استفاده می‌شود.

**جدول ۷-۵-٦ ضرایب کاهش مقاومت دیوارهای انعطاف پذیر**

| کنترل‌ها | ضرایب مقاومت در شرایط استاتیکی | ضرایب مقاومت در شرایط لرزه‌ای |
|---|---|---|
| پایداری کلی | ۱ | ۱/۱۵ |
| واژگونی | ۰/۸۵ | ۱/۲۵ |
| لغزش | ۱ | ۱/۲۵ |
| دیوار مهاری یا المان مقاوم | ۰/۷۵ | ۰/۸۵ |
| مقاومت کششی | ۰/۸ | ۰/۸ |
| مقاومت در برابر بیرون کشش | ۰/٦۵ برای خاک و ۰/۵ برای سنگ | ۰/۹ برای خاک و ۱ برای سنگ |

### ٦-۲-۷-۵-۷ ضرایب کاهش نیروی مقاوم در خاکریزها و شیروانی‌ها

در ترانشه‌ها جهت کاهش نیروی مقاوم از ضرایب جدول ۷-۵-۷ استفاده می‌شود.

**جدول ۷-۵-۷ ضرایب کاهش مقاومت شیروانی**

| کنترل‌ها | ضرایب کاهش مقاومت در شرایط استاتیکی | ضرایب کاهش مقاومت در شرایط لرزه‌ای |
|---|---|---|
| پایداری کلی | ۱ | ۱/۱۵ |

| | | |
|---|---|---|
| ظرفیت باربری | ۰/۵ | ۰/۷۵ |
| لغزش | ۰/۹ | ۰/۹۵ |

### ۷-۲-۷-۵-۷ ضرایب کاهش نیروی مقاوم در دیوارهای خاک مسلح

در دیوارهای خاک مسلح جهت بررسی پایداری خارجی از ضرایب ارائه شده در جدول ۷-۵-۵ استفاده شود و جهت کاهش نیروی مقاوم در بررسی مسلح‌کننده‌ها از ضرایب جدول ۷-۵-۸ استفاده می‌شود.

**جدول ۷-۵-۸ ضرایب کاهش مقاومت در پایداری داخلی دیوارهای خاک مسلح (مسلح‌کننده‌ها)**

| نوع پایدارسازی | کنترل‌ها | ضرایب کاهش مقاومت در شرایط استاتیکی | ضرایب کاهش مقاومت در شرایط لرزه‌ای |
|---|---|---|---|
| مسلح کننده | مقاومت کششی تسمه فلزی | ۰/۷۵ | ۰/۹۵ |
| | مقاومت کششی مسلح کننده ژئوسنتیک | ۰/۹ | ۱/۲ |
| | مقاومت بیرون کشیدن مسلح‌کننده | ۰/۹ | ۰/۹۵ |
| | لغزش بین مسلح‌کننده و خاک | ۰/۸ | ۰/۹۵ |

### ۷-۵-۸ مهاربندی

#### ۷-۵-۸-۱ کلیات

مهاربندی‌ها به عناصر سازه‌ای اطلاق می‌شوند که برای نگهداری سازه‌های نگهبان و انتقال نیروی کششی از آن‌ها به یک تشکیلات باربر خاکی یا سنگی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مهاربندی‌ها شامل انواع زیر می‌باشند:

**الف-** سیستم‌های متشکل از یک سر مهاری، یک طول آزاد مهاری و یک طول ثابت مهاری که با عمل تزریق در زمین تثبیت می‌شوند.

در این مهارها می‌توان از رزین، سیمان یا بتن جهت تزریق استفاده کرد. در صورتی که از مهارهای رزین‌دار استفاده شود می‌توان ۲ ساعت پس از اجرا، آزمایش‌های مربوطه را انجام داد. همچنین تزریق بتن باید در مهارهای با قطر زیاد (بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر) انجام شود.

**ب**- سیستم‌های متشکل از یک سر مهاری، یک طول ثابت مهاری ولی طول آزاد مهاری ندارد. این سیستم به نام میخ مهاری معروف هستند.

**پ**- سیستم‌های متشکل از یک سر مهاری، یک طول آزاد مهاری و یک بلوک بتنی یا صفحه فولادی در انتهای مهار.

**ت**- سیستم‌های متشکل از یک مهار پیچ و یک کلاهک مهاربندی.

از مهاربندی‌ها می‌توان به عنوان عناصر موقتی یا دایمی سازه نگهبان استفاده کرد. مهاربندی‌هایی که بیشتر از دو سال مورد استفاده قرار می‌گیرند باید به عنوان مهاربندی‌های دایمی طراحی شوند.

**۲-۸-۵-۷ طراحی مهارها**

**۱-۲-۸-۵-۷** برای طراحی مهارها در حالات حدی نهایی سازوکار گسیختگی باید تحلیل و بررسی شود:

**الف**- شکست سازه‌ای مهار یا سر مهارها

**ب**- اعوجاج یا خوردگی سر مهار

**پ**- در مهارهای تزریق‌شده، گسیختگی در ناحیه بین خاک و مصالح تزریق شده

**ت**- در مهارهای تزریق‌شده، گسیختگی در ناحیه بین میله مهار و مصالح تزریق‌شده پیرامون آن

**ث**- در مهارهایی که با سیستم بار مرده کار می‌کنند، گسیختگی به جهت عدم مقاومت کافی بار مرده

**ج**- از دست دادن باربری مهار به جهت تغییرشکل زیاد، چرخش سر مهار یا خزش

**۲-۲-۸-۵-۷** مشخصات کابل‌های پیش‌تنیدگی و میلگردهایی که برای مهاربندی به کار گرفته می‌شوند، باید براساس آیین‌نامه‌های سازه‌ای مربوطه تعیین شوند. طول آزاد مهاربندی‌ها نباید کمتر از ۵ متر انتخاب گردد.

**۳-۲-۸-۵-۷** در مهاربندی‌هایی که تمام یا قسمتی از آن‌ها در خارج از زمین ساختگاه قرار می‌گیرند باید به احتمال قطع آن‌ها در طول عمر سازه نگهبان توجه ویژه داشت و تمهیدات لازم برای چنین شرایطی را پیش‌بینی کرد.

۷-۵-۸-۲-٤ برای جلوگیری از خوردگی قسمت آزاد، سر مهاربندی‌ها باید آن قسمت با لاستیک‌های گریس‌دار و پوشش مناسب حفظ گردد و اطراف آن با مواد تزریق پر شود.

۷-۵-۸-۲-۵ طراحی اولیه مهارها باید بر اساس روش‌های تئوری انجام شود و طراحی نهایی بر اساس آزمایش‌های حین نصب صورت پذیرد.

### ۷-۵-۸-۳ آزمایش مهارها

پس از نصب مهارها باید از رسیدن میزان باربری آن‌ها به حد موردنظر اطمینان حاصل شود. برخی از مهارها به میزان باربری مورد نظر می‌رسند اما پس از مدتی باربری خود را از دست می‌دهند. لذا برای کنترل کارایی مهارها باید آزمایش‌های عملکرد، باربری و خزش بر روی آن‌ها انجام شود.

#### ۷-۵-۸-۳-۱ آزمایش باربری و خزش

باید مطابق با جدول ۷-۵-۹ آزمایش باربری مهارها در محل انجام شود.

غیر قابل انتشار

**جدول ۷-۵-۹ آزمایش باربری مهارها**

| حالت | شرایط کارگاه و خاک | بار آزمایش | حداقل تعداد آزمایش‌ها |
|---|---|---|---|
| ۱ | وجود تجربه در خاک و | ٪۱۵۰ بار | ٪۵ از تعداد کل مهارها باید |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | مهار مورد نظر در نزدیکی کارگاه وجود داشته باشد | طراحی | آزمایش شوند. |
| ۲ | تجربه در خاک و مهار مورد نظر وجود داشته باشد اما نه در نزدیکی کارگاه | ٪۱۵۰ بار طراحی | ٪۵ از تعداد کل مهارها باید آزمایش شوند. همچنین ۲ الی ۳ مهار تا ٪۲۰۰ بار طراحی آزمایش شود. |
| ۳ | تجربه در خاک و مهار مورد نظروجود نداشته باشد | ٪۱۵۰ بار طراحی | ٪۱۰ از تعداد کل مهارها باید آزمایش شوند. همچنین ۲ الی۳ مهار تا ٪۲۵۰ بار طراحی آزمایش شود. |

در انتهای کلیه آزمایش‌های فوق آزمایش خزش انجام گیرد.

اگر در آزمایش‌های فوق، مهاری زیر ٪۲۰۰ بار طراحی گسیخته شود باید طراحی مجدداً انجام شود.

در صورتی که مهارها به صورت موقت استفاده شوند می‌توان به جای ٪۱۵۰ در ٪۱۲۵ بار طراحی آزمایش‌ها انجام شود.

آزمون‌های فوق باید با بارگذاری- باربرداری جهت تعیین عملکرد مهارها انجام شود. هر پله بارگذاری و باربرداری حداقل ٪۲۵ بار طراحی باشد.

آزمایش خزش باید مطابق با جدول ۷-۵-۱۰ انجام شود.

**جدول ۷-۵-۱۰ آزمایش خزش مهارها**

| خاک | مقدار بار | مدت نگهداری بار حداکثر در آزمایش | نرخ قابل قبول |
|---|---|---|---|

| | | خزش | |
|---|---|---|---|
| ماسه | ۱۵۰٪ بار طراحی | ۱ الی ۲ ساعت | در نمودار تغییرمکان- لگاریتم زمان باید خزش در بازه‌های ۲۰ دقیقه کمتر از ۲ میلی‌متر باشد. |
| رس | ۱۵۰٪ بار طراحی | ۲٤ ساعت | |

در صورتی که مهارها به صورت موقت استفاده شوند آزمایش‌ها می‌تواند به جای ۱۵۰٪ در ۱۲۵٪ بار طراحی انجام شود.

### ۷-۵-۹ خاکریز پشت دیوار

بهترین نوع مصالح برای خاکریزی، خاک‌های GW، GP،SW و SP می‌باشند.

در صورتی می‌توان از خاک‌های GM، GC، SM و SC استفاده کرد که بتوان از سیستم‌های زهکشی مناسب استفاده و خاک را همواره در شرایط غیراشباع و رطوبت کم نگه داشت.

انواع دیگر خاک‌ها جهت استفاده به عنوان خاکریز مناسب نمی‌باشند، مگر آنکه تمهیدات لازم با نظر مشاور ذیصلاح (مانند روش‌های تثبیت با آهک، سیمان و غیره و تامین زهکشی) دیده شده باشد.

### ۷-۵-۱۰ زهکشی و آب‌بندی دیوارها

۷-۵-۱۰-۱ اگر دیوار برای فشار هیدرواستاتیکی آب و یخ طراحی نشده است ضروری است از سیستم زهکش و فیلتر مناسب در پشت دیوار استفاده شود.

۷-۵-۱۰-۲ دیوارهای زیرزمین باید به صورت آب‌بندی‌شده طراحی شوند و فشار احتمالی آب در طراحی لحاظ شود.

## ۷-٦ پی‌های عمیق

### ۱-۶-۷ هدف و دامنه کاربرد

الزامات این فصل مربوط به پی‌های عمیق یا شمع‌های فشاری (اتکایی یا اصطکاکی)، کششی یا تحت بار جانبی است که به وسیله کوبش، فروبردن با فشار، حفاری با یا بدون تزریق به کار گرفته می‌شوند. هم شمع‌های منفرد و هم گروه شمع‌ها شامل الزامات این فصل هستند. همچنین مطالب عنوان‌شده در این فصل مربوط به شمع یا پی‌های عمیق بتنی، فولادی، چوبی یا ترکیبی از آن‌ها می‌باشد.

### ۲-۶-۷ مبانی طراحی پی‌های عمیق

گسیختگی‌ها و تغییر شکل‌هایی که پی‌های عمیق معمولاً برای آنها طراحی یا کنترل می‌شوند به شرح زیر می‌باشند:

۱-۲-۶-۷ گسیختگی‌های زیر در هر دو روش طراحی به روش تنش مجاز یا طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت باید کنترل شوند:

**الف**- ازدست‌دادن پایداری کلی

**ب**- گسیختگی ناشی از کمبود ظرفیت باربری شمع‌ها

**پ**- گسیختگی ناشی از "زیرفشار" یا مقاومت کششی ناکافی شمع‌های کششی

**ت**- گسیختگی در زمین ناشی از بارگذاری جانبی شمع‌ها

**ث**- گسیختگی سازه‌ای شمع در فشار، کشش، خمش، برش یا کمانش

**ج**- گسیختگی همزمان زمین و شمع

۲-۲-۶-۷ تغییر شکل‌های زیر برای شرایط بهره‌برداری در هر دو روش طراحی باید کنترل شود:

**الف**- نشست بیش از حد مجاز در شمع‌های فشاری

**ب**- بیرون‌کشیدگی بیش از حد مجاز در شمع های کششی

**پ**- دوران بیش از حد مجاز

**ت**- تغییرشکل جانبی بیش از حد مجاز

**ث**- ارتعاش غیرپذیرفتنی

۱-۲-۲-۶-۷ مقادیر حدی مجاز برای هر یک از موارد الف تا ث برای شرایط بهره‌برداری با توجه به عملکرد سازه و پایداری آن انتخاب می‌گردد.

غیر قابل انتشار

۷-۶-۲-۲-۲ ضمن توجه به عملکرد سازه، باید در نظر داشت که مقادیر مجاز نشست برای شمع تکی مشابه پی منفرد و برای گروه شمع مشابه پی گسترده در نظر گرفته می‌شود.

### ۷-۶-۳ بارهای طراحی

#### ۷- ۱-۳-۶ ترکیب بارهای وارده

کلیهٔ ترکیب بارهایی که در طراحی پی‌های عمیق در نظر گرفته می‌شوند بر اساس ضوابط مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان می‌باشند.

#### ۷-۶-۳-۲ نیروهای تغییرمکان زمین

نیروهای مربوط به تغییرمکان زمین در صورت وجود، باید در طراحی لحاظ شوند. زمینی که شمع‌ها در آن نصب می‌شود ممکن است با تغییرمکان‌های ایجادشده در اثر تحکیم، بالاآمدگی، بارگذاری‌های مجاور، بارگذاری‌های جانبی، خزش خاک و زمین‌لغزش مواجه گردد. این پدیده‌ها در شمع‌ها اثراتی مانند نیروی ناشی از "اصطکاک منفی جدار"، "بالازدگی شمع" و "حرکات جانبی" (و در نتیجه نیروهای جانبی) ایجاد می‌نماید که طبق الزامات بندهای زیر باید در طراحی شمع منظور شود.

#### ۷-۶-۳-۲-۱ اصطکاک منفی جدار

**الف**- در یک گروه شمع، حداکثر نیروی اصطکاک منفی جدار با استفاده از تنش ناشی از سربار اطراف گروه شمع که موجب نشست شده و همچنین با منظور کردن تغییرات فشار آب زیرزمینی مربوط به نوسانات سطح آب، تحکیم یا کوبش شمع‌های مجاور، باید محاسبه گردد.

**ب**- افزایش نیروی محوری در شمع ناشی از اثر اصطکاک منفی و مقدار حداکثر آن در تراز صفحه خنثی باید در طرح سازه‌ای شمع لحاظ گردد.

**پ**- لحاظ کردن نیروی اصطکاک منفی در ظرفیت باربری صرفاً با توجه به مقایسه نشست ایجادشده ناشی از کل نیروها به نشست مجاز انتخاب می‌گردد.

### ۷-٦-۳-۲-۲ بالا زدگی شمع

بالا زدگی شمع می‌تواند ناشی از باربرداری، حفاری، یخبندان یا فروبردن شمع‌های مجاور باشد. همچنین می‌تواند ناشی از افزایش درصد رطوبت زمین در اثر کندن درختان، توقف برداشت از آب زیرزمینی و در نتیجه بالا آمدن سطح آن، جلوگیری از تبخیر (بر اثر ساختمان‌سازی جدید) و غیره باشد که عمدتاً در خاک‌های متورم‌شونده اتفاق می‌افتد و باید "فشار بالابرنده" و سایر نیروهای اضافه وارده بر شمع در طراحی لحاظ گردند.

### ۷-٦-۳-۲-۳ حرکات جانبی

حرکات جانبی زمین موجب اعمال بارهای جانبی بر روی شمع‌ها می‌شود. این بارها در مواردی که یک یا ترکیبی از شرایط زیر رخ دهد باید در طراحی لحاظ شوند:

**الف**- سربارهای با مقادیر متفاوت بر روی دو وجه مقابل یک شمع اعمال گردد.

**ب**- حفاری‌های با تراز متفاوت بر روی دو وجه مقابل یک شمع انجام شود.

**پ**- شمع در جوار یک خاکریز قرار گیرد.

**ت**- شمع در زمین شیب‌داری که خاک آن در حال خزش است اجرا شود.

**ث**- وقتی تغییرمکان جانبی زمین و شمع وجود داشته باشد.

**چ**- در جایی که امکان گسترش جانبی وجود دارد، باید شمع تحت تأثیر نیروهای جانبی ناشی از گسترش جانبی، ایستا بوده و حرکت نکند یا جابجایی آن در حد مجاز باشد.

## ۷-٦-٤ شمع تحت بار محوری

در این بخش ضوابط طراحی تحت بار محوری (فشاری یا کششی) شامل ضوابط تعیین ظرفیت باربری، کنترل نشست و تغییرمکان ارائه شده است. اما طراح سایر مواردی که در بخش ۷-٦-۲ ذکر شده را نیز باید کنترل نماید.

### ۷-٦-٤-۱ ظرفیت باربری

برای آنکه یک شمع، بارهای فشاری طراحی را با ایمنی مناسبی تحمل نماید، باید نامساوی زیر در همه حالات حدی نهایی و برای کلیه ترکیبات بارگذاری بر قرار باشد.

$$R_c \geq F_c \qquad (۷-٦-۱)$$

در این رابطه:

$F_c$ = بار فشاری طراحی

$R_c$ = ظرفیت باربری فشاری شمع

**۱-۱-٤-٦-۷ روش‌های تعیین ظرفیت باربری شمع**

تعیین ظرفیت باربری شمع‌ها می‌تواند بر اساس روش‌های زیر صورت گیرد:

**الف**- استفاده از روابط تحلیلی که اعتبار آن‌ها در شرایط مشابه به وسیلهٔ آزمایش‌های بارگذاری (استاتیکی یا دینامیکی) به اثبات رسیده باشد.

**ب**- روش‌های مبتنی بر استفاده مستقیم از نتایج آزمایش‌های برجا (نفوذ استاندارد، نفوذ مخروط، ...)که اعتبار آن‌ها در شرایط مشابه به وسیلهٔ آزمایش‌های بارگذاری (استاتیکی یا دینامیکی) به اثبات رسیده باشد.

**پ**- نتایج آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی

**ت**- نتایج آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی

**تبصره:** برای تعیین ظرفیت باربری چنانچه فقط از روش‌های الف و ب استفاده گردد، نتایج به دست آمده ممکن است دقت لازم را نداشته باشد. لذا به منظور اطمینان از ظرفیت باربری شمع استفاده از نتایج آزمایش‌های بارگذاری (پ و ت) توصیه می‌شود.

**۲-۱-٤-٦-۷ استفاده از روابط تحلیلی**

باربری فشاری $R_c$ را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$R_c = R_b + R_s \qquad (۷-٦-۲)$$

در رابطه فوق:

$R_b$ مقاومت نوک شمع و $R_s$ مقاومت جداره شمع است که مقادیر آن‌ها را می‌توان با استفاده از روابط زیر به دست آورد:

$$R_b = q_b A_b \qquad (۷-٦-۳)$$

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} q_{si} A_{si} \qquad (۷-٦-٤)$$

در این روابط:

$q_b$ = ظرفیت باربری نوک شمع

$A_b$ = مساحت مؤثر سطح قاعده نوک شمع

$q_{si}$ = ظرفیت باربری جداره شمع در لایه i

$A_{si}$ = مساحت مؤثر سطح جانبی شمع در لایه i

مقادیر $q_b$ و $q_{si}$ را می‌توان با استفاده از روابط محاسباتی معتبر و بر اساس پارامترهای حاصل از نتایج مطالعات ژئوتکنیک یا بهره‌گیری از نتایج آزمایش‌های برجا به دست آورد.

**الف-** ظرفیت باربری نوک شمع $q_b$ را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد:

$$q_b = cN_c^* + \bar{q}\,N_q^* \qquad (۷-۶-۵)$$

که در آن c چسبندگی خاک در اطراف و زیر نوک شمع و $\bar{q}$ تنش موثر قائم در تراز نوک شمع است.

برای محاسبه $N_c^*$ و $N_q^*$ باید از روابط معتبری مانند "مایرهوف"، "وسیک"، "جانبو"، "کولهاوی" (مخصوص شمع‌های درجاریز) یا هر روش دیگری که در مراجع معتبر آمده است، استفاده نمود.

مقاومت نوک را در خاک‌های چسبنده رسی می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$q_b = N_t \cdot S_u \qquad (۷-۶-۶)$$

که در آن $S_u$ حداقل مقاومت برشی زهکشی نشده خاک رس در تراز نوک شمع است. $N_t$ ضریب ظرفیت باربری است که تابعی از قطر شمع است و به شرح زیر تعیین می‌شود:

- برای قطر شمع کوچکتر از ۰/۵ m برابر ۹
- برای قطر شمع بین ۰/۵ m تا ۱ m برابر ۷
- برای قطر شمع بزرگتر از ۱ m برابر ۶

**ب-** مقاومت باربری جدار شمع در لایه i، $q_{si}$ را می‌توان از هر یک از روش‌های تنش کل (مانند $\alpha$) یا تنش موثر (مانند $\beta$) محاسبه نمود.

در روش تنش کل مقدار $q_{si}$ از فرمول زیر حاصل می‌گردد:

$$q_{si} = \alpha \times S_u \qquad (۷-٦-۷)$$

که در آن $S_u$ مقاومت برشی زهکشی نشده و $\alpha$ ضریبی است که در محدوده ۰/۳ تا ۱ تغییر می‌کند.

بر اساس روش تنش موثر $\beta$، مقاومت واحد جداری شمع در خاک‌های غیرچسبنده و در هر عمق z در طول شمع از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$q_{si} = \beta \sigma'_v \qquad (۷-٦-۸)$$

که در آن $\beta$ فاکتور مقاومت جدار و $\sigma'_v$ تنش قائم مؤثر خاک در کنار شمع در عمق z است. فاکتور مقاومت جداری، $\beta$، به‌طور کلی در دامنه ۰/۲ تا ۱/۵ تغییر می‌کند.

**پ**- در انتخاب روابط تحلیلی، برای استفاده در یک پروژه، باید به عوامل زیر توجه شود:

نوع خاک شامل: دانه‌بندی، کانی‌شناسی، شکل دانه‌ها، پیش تحکیمی، قابلیت تراکم یا فشردگی و تراوایی.

روش اجرای شمع شامل: شمع‌های درجاریز یا رانده‌شده (کوبشی یا ارتعاشی)، طول، قطر و مصالح شمع.

نوع آزمایش خاک: شامل شرایط زهکشی، سرعت بارگذاری، میزان دست‌خوردگی، ....

**ت**- در محاسبه مقاومت نوک شمع باید به مقاومت ناحیه‌ای از زمین که بر روی آن تأثیر می‌گذارد توجه داشت. در این رابطه باید اثرات لایه ضعیف در این ناحیه را که بر روی مقاومت نوک شمع تأثیر قابل ملاحظه دارد، به حساب آورد. در مواردی که لایهٔ ضعیفی در ژرفای کمتر از ۳ برابر قطر نوک شمع در زیر آن وجود دارد، باید سازوکار گسیختگی سوراخ‌کننده را در محاسبات ظرفیت باربری منظور داشت.

**۳-۱-٤-٦-۷ استفاده مستقیم از نتایج آزمایش‌های برجا**

در روش استفاده مستقیم از نتایج به دست آمده از آزمایش‌های برجا (مانند نفوذ استاندارد، نفوذ مخروط، ...)، پارامترهای حاصل از آزمایش مستقیما در تخمین توان باربری شمع مورد استفاده واقع می‌شوندکه روابط حاصله بیشتر جنبهٔ تجربی دارند. در این خصوص باید به نکات زیر توجه داشت:

**الف**- آزمایش باید تا عمق کافی پایین‌تر از تراز نوک شمع انجام شده باشد.

**ب** - چنانچه جدار شمع در لایه‌های مختلفی قرار دارد، باید آزمایش در نقاط کافی در هر لایه انجام شده باشد.

**پ**- هر روش برای نوع بخصوصی از روش اجرای شمع و خاک پیشنهاد شده است و تحلیل‌ها به شرطی معتبر است که با جزئیات طراحی و اجرائی شمع منطبق باشند.

**٤-١-٤-٦-٧ استفاده از آزمایش بارگذاری استاتیکی**

در مواردی که آزمایش بارگذاری شمع انجام می‌شود، ظرفیت باربری طراحی را باید با نتایج این آزمایش تدقیق نمود. در این مورد باید به نکات زیر توجه داشت:

**الف**- نتایج آزمایش بارگذاری شمع در یک ساختگاه تنها با شرط اجرا در شرایط یکسان "شمع‌های آزمایشی" و "شمع‌های اصلی" قابل استفاده است.

**ب**- قطر و طول شمع‌های آزمایشی باید تا حد امکان با قطر شمع‌های اصلی یکسان باشد. در صورت اختلاف بین قطرهای این دو، نسبت قطر شمع آزمایشی به شمع اصلی نباید کمتر از نیم باشد.

**پ**- تعیین ظرفیت باربری طراحی از روی منحنی نیرو - نشست باید بر اساس یک روش معتبر انجام شود.

**٥-١-٤-٦-٧ استفاده از آزمایش دینامیکی**

**الف**- نتایج آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی شمع‌ها می‌تواند در تعیین ظرفیت باربری مورد استفاده قرار گیرد، مشروط بر آنکه اولاً مطالعه ژئوتکنیک کامل برای ساختگاه انجام شده باشد، ثانیاً نتایج این آزمایش‌ها با آزمایش‌های استاتیکی بر روی شمع‌های مشابه به لحاظ نوع، طول، سطح مقطع و در شرایط خاک مشابه کالیبره شده باشد.

**ب**- نتایج آزمایش‌های دینامیکی همواره باید در ارتباط و مقایسه با یکدیگر مورد استفاده قرارگیرند. این آزمایش‌ها را می‌توان به عنوان روشی برای تعیین یکنواختی عملکرد شمع‌ها به کار گرفت و از آنها برای تشخیص شمع‌های ضعیف، مسئله‌دار و آسیب‌دیده نیز استفاده نمود.

**٦-١-٤-٦-٧ تحلیل معادله موج (WEAP)**

در مواردی که ظرفیت باربری نهایی شمع‌های فشاری منفرد با استفاده از تحلیل‌های معادله موج تعیین می‌شود، اعتبار این تحلیل‌ها باید با توجه به عملکرد قبلی آن‌ها در آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی روی نمونه شمع‌های مشابه، با طول و مقطع مشابه، و در شرایط زمین یکسان تأیید شده باشد.

پارامترهای مورد استفاده در تحلیل معادله موج را در مواردی که آزمایش بارگذاری دینامیکی بر روی شمع‌های آزمایشی انجام شده باشد، می‌توان مورد تجدید نظر قرار داد و اصلاح کرد. در این صورت باید به انجام آزمایش در شرایط کوبش اولیه یا کوبش مجدد توجه داشت.

نتایج تحلیل معادله موج بیشتر برای طراحی شرایط و ابزار کوبش (مانند ظرفیت چکش مورد نیاز، بالشتک چکش و شمع، ....) و همچنین زمان کوبش و قابل کوبش بودن شمع تا عمق مورد نظر استفاده می‌گردد. در این صورت باید نتایج به صورت "گراف باربری" و گراف‌های حاصل از "تحلیل قابلیت کوبش" ارائه گردند.

**۷-۱-٤-٦-۷ آزمایش دینامیکی شمع (DLT)**

نتایج آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی شمع‌ها می‌تواند در تعیین ظرفیت باربری مورد استفاده قرار گیرد، مشروط بر آنکه اولاً مطالعه ژئوتکنیک کامل برای ساختگاه انجام شده باشد، ثانیاً نتایج این آزمایش‌ها با آزمایش‌های استاتیکی بر روی شمع‌های مشابه به لحاظ نوع، طول سطح مقطع و در شرایط خاک مشابه کالیبره شده باشد.

نتایج آزمایش‌های دینامیکی همواره باید در ارتباط و مقایسه با یکدیگر مورد استفاده قرارگیرند. این آزمایش‌ها را می‌توان به عنوان روشی برای تعیین یکنواختی عملکرد شمع‌ها به کار گرفت و از آن‌ها برای تشخیص شمع‌های ضعیف، مسئله‌دار و آسیب‌دیده نیز استفاده نمود.

۸-۱-٤-٦-۷ در صورتی‌که نتایج ظرفیت باربری حاصل از آزمون‌های بارگذاری شمع با نتایج حاصل از روش‌های تحلیلی و روش‌های استفاده مستقیم از نتایج آزمایش‌های برجا متفاوت باشد باید شمع‌ها بر اساس آزمون‌های بارگذاری طراحی گردند.

۹-۱-٤-٦-۷ در صورتی‌که نتایج ظرفیت باربری حاصل از آزمون‌های بارگذاری شمع با روش‌های استفاده مستقیم از نتایج آزمایش‌های برجای معتبر و مرتبط با شمع مثل "نفوذ مخروطی یا پرسیومتر" متفاوت باشد باید شمع‌ها بر اساس هر دو معیار و با نظر کارشناس ژئوتکنیک طراحی گردند.

**۷-٦-٤-۲ نشست شمع‌ها**

۱-۲-٤-٦-۷ محاسبه نشست شمع‌ها می‌تواند هر یک از موارد زیر را شامل شود:

**الف**- نشست شمع‌های منفرد

**ب**- نشست اضافی ناشی از عملکرد گروهی شمع‌ها

۲-۲-٤-٦-۷ در تحلیل گروه شمع بخصوص در خاک‌های ریزدانه باید به اثر زمان بر نشست کل مانند تحکیم و خزش خاک توجه داشت.

**۳-٤-٦-۷ شمع‌های کششی**

**۱-۳-٤-٦-۷** برای آنکه یک شمع، بارهای طراحی را با ایمنی مناسبی در مقابل گسیختگی کششی تحمل نماید، باید نامساوی زیر در همه حالات حدی نهایی و برای کلیه ترکیبات بارگذاری برقرار باشد:

$$R_t \geq F_t \qquad (۷-٦-۹)$$

در این نامساوی:

$F_t$ = بار محوری کششی طراحی

$R_t$ = باربری کششی شمع

**۲-۳-٤-٦-۷** در تعیین ظرفیت باربری شمع‌های کششی، دو نوع سازوکار گسیختگی باید در نظر گرفته شود:

**الف**- بیرون آمدن شمع‌ها از زمین به صورت منفرد

**ب**- بالا آمدن بلوک زمین حاوی گروه شمع

**۳-۳-٤-٦-۷** نیروی مقاوم کششی، چه در حالت منفرد و چه در حالت گروهی، با استفاده از رابطه (۷-٦-۱۰) محاسبه می‌شود:

$$R_t = W_t + F_s - U_{uplift} \qquad (۷-٦-۱۰)$$

در این رابطه:

$W_t$ = وزن شمع‌ها و وزن بلوک خاک (در گروه‌شمع)

$F_s$= مقاومت جانبی جدار شمع و خاک یا مقاومت برشی خاک در مرز بلوک خاک (در گروه‌شمع)

$U_{uplift}$ = برآیند نیروهای رو به بالای طراحی ناشی از فشار آب بالابرنده در زیر بلوک خاک.

**٤-۳-٤-٦-۷** در تعیین ظرفیت باربری بلوک خاک باید کوچکترین دو مقدار "ظرفیت باربری کششی گروه شمع"، و "مجموع ظرفیت باربری کششی شمع‌ها" در نظر گرفته شود.

**٥-۳-٤-٦-۷** در بارگذاری‌های متناوب، باید اثر تکرار بار بر روی کاهش ظرفیت باربری کششی شمع‌ها در نظر گرفته شود.

**٦-۳-٤-٦-۷** مقاومت اصطکاک جدار کششی شمع‌های منفرد ۰/۷ تا ۰/۸٥ اصطکاک جدار شمع در حالت فشاری لحاظ شود، مگر آنکه آزمایش بارگذاری استاتیکی کششی انجام شده باشد.

### ۵-۶-۷ شمع‌های تحت بار جانبی

#### ۱-۵-۶-۷ ظرفیت باربری جانبی

جهت طراحی شمع‌ها تحت بار جانبی باید نامساوی زیر در همه حالات حدی نهایی و برای کلیه ترکیبات بارگذاری برقرار باشد.

(۷-۶-۱۱)

$$R_{tr} \geq F_{tr}$$

در این نامساوی:

$F_{tr}$ = بار جانبی طراحی

$R_{tr}$ = مقاومت جانبی شمع

۱-۱-۵-۶-۷ در ارزیابی ظرفیت باربری جانبی شمع‌ها یکی از سازوکارهای گسیختگی زیر باید در نظر گرفته شود:

**الف**- در شمع‌های کوتاه چرخش یا انتقال شمع به عنوان یک جسم صلب

**ب**- در شمع‌های بلند و لاغر گسیختگی خمشی شمع همراه با تسلیم موضعی و تغییرمکان خاک جلوی شمع در ناحیه بالای آن

۲-۱-۵-۶-۷ در هر یک از حالت‌های الف و ب برای تحلیل ظرفیت شمع می‌توان از روش‌های تحلیل تعادل حدی معتبر استفاده نمود.

۳-۱-۵-۶-۷ در ارزیابی ظرفیت باربری جانبی گروه شمع‌ها باید اثر گروهی آن‌ها در نظر گرفته شود.

٤-۱-۵-۶-۷ در تحلیل شمع‌های تحت اثر بار جانبی باید احتمال گسیختگی سازه‌ای شمع در زیر سطح زمین بررسی شود.

#### ۲-۵-۶-۷ تغییرمکان جانبی

۱-۲-۵-۶-۷ در ارزیابی تغییرمکان جانبی بالای شمع‌ها باید سختی زمین، سختی جانبی هر یک از شمع‌ها، گیرداری شمع‌ها در سر شمع، اثر گروهی شمع‌ها و همچنین اثر رفت و برگشت بارها در نظر گرفته شود.

۲-۲-۵-۶-۷ پاسخ شمع‌ها تحت بار جانبی به‌طور کامل غیرخطی است و فقط در صورتی که حداکثر تغییرشکل جانبی شمع کوچک باشد (کمتر از ۱ درصد قطر)، مصالح شمع رفتار خطی داشته باشد و

بارگذاری نیز یک طرفه باشد، می‌توان از روش‌هایی که از فرض خطی‌بودن رفتار خاک استفاده می کنند، استفاده نمود.

۳-۲-۵-٦-۷ از روش منحنی‌های p-y می‌توان در تحلیل استفاده نمود، به شرط آنکه از منحنی‌های مناسب برای خاک‌های اصطکاکی و چسبنده استفاده گردد.

٤-۲-۵-٦-۷ در آزمایش بارگذاری جانبی باید مدل تحلیلی برای شرایط آزمایش با تحلیل برگشتی صحت‌سنجی شود. در گروه شمع با سرشمع صلب و اتصال گیردار، پس از صحت‌سنجی مدل تحلیلی برای شمع با سر آزاد، باید منحنی نیرو-جابجایی شمع با سر گیردار تحلیل شود.

### ٦-٦-۷ گروه شمع

در تحلیل میزان بار انتقال‌یافته به شمع‌ها باید مشخصات هندسی و مکانیکی کلاهک سرشمع، موقعیت و طول شمع‌ها، نحوه اتصال سرشمع، سختی شمع‌ها و مشخصات بارهای وارده مورد توجه قرار گیرد. در این مبحث انواع گروه شمع از نظر تحلیل و طراحی مورد توجه است. در این مبحث گروه شمع به دو حالت "گروه شمع کلاسیک" و "رادیه-شمع" تقسیم شده است. بسته به نوع گروه شمع فرضی در طراحی، اندرکنش خاک با اجزاء مختلف سازه‌ای مانند شمع‌ها و سرشمع باید به درستی بررسی شود. موارد مطرح شده در این مبحث در ارتباط باگروه شمع کلاسیک می باشد.

#### ۱-٦-٦-۷ ظرفیت باربری گروه شمع

۱-۱-٦-٦-۷ از آنجا که ظرفیت باربری هر شمع در گروه با ظرفیت باربری شمع تکی فرق دارد، باید ضریب موسوم به اثر گروهی یا بازدهی گروه در محاسبه ظرفیت باربری گروه شمع در نظر گرفته شود.

۲-۱-٦-٦-۷ ضریب بازدهی گروه شمع به فاصله و قطر شمع‌ها، نوع خاک و روش اجرای شمع بستگی دارد. ضریب بازدهی گروه شمع در هر پروژه باید با توجه به شرایط آن پروژه و براساس استفاده از داده‌ها و روابط تجربی متناسب تعیین گردد.

#### ۲-٦-٦-۷ نشست گروه شمع

نشست گروه شمع با توجه به نکات زیر تعیین گردد:

۷-۶-۶-۲-۱ تخمین اولیه نشست گروه شمع را می‌توان با فرض پی گسترده معادل تخمین زد. عمق پی گسترده معادل باید با توجه به نسبت باربری نوک و جدار شمع تعیین گردد.

۷-۶-۶-۲-۲ محاسبه نشست نهایی گروه شمع با مدل‌سازی خاک با فنر (مدل وینکلر) دقت کافی ندارد و باید تحلیل گروه شمع با لحاظ نمودن اندرکنش‌های مختلف بین شمع و خاک انجام گیرد.

نشست شمع‌ها، به ویژه گروه شمع را می‌توان با تحلیل نتایج آزمایش بارگذاری تعیین نمود. اما اگر آزمایش از نوع آهسته و حتی طولانی باشد نمی‌توان برای محاسبه نشست ناشی از تحکیم، از نتایج آزمایش بارگذاری استفاده نمود.

### ۷-۶-۶-۳ تحلیل نیروها در گروه شمع

تحلیل نیروها در گروه باید به منظور تعیین سهم نیروها و لنگرهای وارد بر هر شمع در گروه و همچنین توزیع نیرو و لنگر در سرشمع انجام گیرد.

۷-۶-۶-۳-۱ طراح جهت سادگی می‌تواند سهم باربری خاک زیر سرشمع گسترده را در نظر نگیرد، اما تحلیل دقیق با در نظر گرفتن سهم سرشمع برای طراحی بهینه توصیه می‌شود.

۷-۶-۶-۳-۲ در تحلیل گروه شمع با لحاظ کردن سهم باربری خاک می‌توان خاک زیر پی گسترده (سرشمع) را به صورت فنر در نظر گرفت، ولی باید ضرایب اندرکنش بین فنرها لحاظ گردد. خاک اطراف شمع در هر عمق با ۳ فنر (یک قائم و ۲ افقی) تحلیل می‌شود. در این‌صورت رفتار فنر قائم زیر نوک شمع (Q-z)، فنرهای قائم اصطکاکی جدار شمع (t-z) و فنرهای افقی در جدار شمع (p-y) و به ویژه مقدار سختی آن‌ها باید بر اساس اندازه‌گیری در ساختگاه پروژه یا داده‌های تجربی قابل قبول از سایت‌ها و شمع-های مشابه تعیین گردد.

۷-۶-۶-۳-۳ علاوه بر تحلیل‌های بندهای۷-۶-۶-۳-۱و ۷-۶-۶-۳-۲ تحلیل گروه شمع با فرض خاک به صورت محیط پیوسته با استفاده از نرم‌افزارهای عددی صحت‌سنجی شده، در ساختمان‌های با اهمیت زیاد و بسیار زیاد و با تعداد طبقات بیشتر از ۳ طبقه و ساختمان‌های با اهمیت متوسط با تعداد طبقات بیشتر از ۸ طبقه ضروری است.

### ٤-٦-٦-٧ طراحی گروه شمع

**١-٤-٦-٦-٧** طراحی طبق این مبحث با روش‌های سنتی و همچنین روش شمع‌های کاهنده نشست (موسوم به پی-شمع) به شرح مندرج در بند ٧-٦-٦-٤-٣ قابل‌قبول است.

**٢-٤-٦-٦-٧** اگر ظرفیت باربری پی گسترده (سرشمع) مستقر بر گروه شمع برای تحمل بارهای وارد کافی نباشد، آن‌گاه باید بار وارد بر هر شمع با تحلیل مشخص شود و ابعاد هر شمع چنان تعیین گردد که بار وارده را تحمل کند. برای تحلیل گروه شمع در این حالت می‌توان از هر دو روش مندرج در بند ٧-٦-٦-٣ استفاده کرد.

**٣-٤-٦-٦-٧** اگر ظرفیت باربری مجاز پی گسترده (سرشمع) مستقر بر گروه شمع کافی باشد، ولی نشست بیش از مقدار مجاز باشد، آن‌گاه عملکرد پی گسترده با اضافه کردن تعدادی شمع بهبود می‌یابد. تعداد شمع‌ها چنان در نظر گرفته می‌شود که نشست سرشمع را به مقدار مجاز برسانند. برای تحلیل در این روش طراحی، باید نقش سر شمع و خاک زیر آن در نظر گرفته شود. استفاده از مدل تحلیلی مناسب که رفتار و سختی خاک و شمع و اندرکنش بین آن‌ها به نحو مناسبی در آن لحاظ شده و با اندازه‌گیری‌های میدانی تدقیق شده باشد، ضروری است.

**٤-٤-٦-٦-٧** از آن جا که در روش شمع‌های کاهنده نشست، شمع‌ها برای تامین شرایط بهره برداری به کار می‌روند نیازی به اعمال ضرایب اطمینان بر ظرفیت باربری شمع (روش مقاومت مجاز ) یا اعمال ضرایب بار و مقاومت نیست.

### ٧-٦-٧ بار مجاز طراحی شمع‌ها

جهت تعیین بار مجاز شمع می‌توان از هر یک از دو روش ضرایب بار و مقاومت و مقاومت مجاز استفاده نمود.

#### ١-٧-٦-٧ روش مقاومت مجاز (بارهای عمدتاً بدون ضریب)

**١-١-٧-٦-٧** در این حالت بارهایی که در بند ٧-٦-٣ این مبحث آورده شده عمدتاً با ضریب یک در محاسبات نیرو لحاظ می‌شوند و بار وارد بر شمع‌ها محاسبه می‌گردد. این بارها برای محاسبه نیروهای فشاری، کششی و جانبی وارد بر شمع (به ترتیب با $F_c$، $F_t$ و $F_{tr}$) معرفی شده‌اند.

۷-۶-۷-۱-۲ از تقسیم بار نهائی ($Q_{ult}$) حاصله از هر یک از روش‌های بند ۷-۶-٤-۱-۱ بر ضریب اطمینان، بار مجاز ($Q_{allow}$) حاصل می‌گردد (رابطه ۷-۶-۹). درروش مقاومت مجاز ، $Q_{allow}$ در واقع $R_c$ ، $R_t$ و $R_{tr}$ به ترتیب در شمع تحت بارهای فشاری، کششی و جانبی است.

$$Q_{allow} = \frac{Q_{ult}}{F.S.} \qquad (۷-۶-۱۲)$$

۷-۶-۷-۱-۳ به طور کلی تصمیم‌گیری راجع به مقدار ضریب اطمینان (F.S.) بستگی به میزان اطمینان از تعیین باربری نهایی شمع ($Q_{ult}$) و همچنین تعیین بارهای وارده به شمع دارد.

۷-۶-۷-۱-٤ ضریب اطمینان شمع دروضعیت استاتیکی نباید از مقادیر جدول ۷-۶-۱ کمتر باشد. همچنین باید توجه داشت که مقدار نشست کل، دوران و اختلاف نشست نباید از مقادیر مجاز بهره‌برداری بیشتر شود. برای انتخاب ضریب اطمینان در شرایط لرزه‌ای می‌توان به آئین‌نامه‌های معتبر دیگر مراجعه کرد.

۷-۶-۷-۱-۵ عدد ضریب اطمینان ۲/۲ مربوط به آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی در جدول ۷-۶-۱ به شرطی قابل استفاده است که شمع تا بار گسیختگی بارگذاری شده باشد.

۷-۶-۷-۱-۶ به شرط انجام آزمایش‌های بارگذاری، علاوه بر "شمع‌های آزمایشی"، بر روی تعدادی یا درصدی از "شمع‌های اصلی"، می‌توان ضریب اطمینان را تا ۲ کاهش داد. نوع آزمایش، تعداد یا درصد آن و ترکیب آزمایش‌های مختلف با نظر مشاور ذیصلاح باید مشخص گردد.

**جدول ۷-۶-۱ حداقل ضریب اطمینان شمع در شرایط استاتیکی (روش مقاومت مجاز )**

| نوع بار اعمالی | روش تعیین ظرفیت باربری | | ضریب اطمینان (F.S.) |
|---|---|---|---|
| فشاری/کششی | فقط روش تحلیلی | کوبشی | ۳ |
| | | درجاریز | ٤ |

| | | |
|---|---|---|
| | آزمایش نفوذ مخروط | ۲/۸ |
| | آزمایش بارگذاری استاتیکی (فشاری/کششی) | ۲/۲ |
| | آزمایش بارگذاری دینامیکی | ۲/۵ |
| جانبی | فقط روش تحلیلی | ۲/۵ |
| | آزمایش استاتیکی (جانبی) | ۲ |

۷-۱-۷-٦-۷ اگر از روش شمع‌های کاهنده نشست (پی- شمع) برای طراحی استفاده شود، نیازی به کنترل ضریب اطمینان ظرفیت باربری شمع‌های منفرد نیست اما ضریب اطمینان مناسب سرشمع (پی گسترده) باید تامین شده باشد.

**۲-۷-٦-۷ روش ضرایب بار و مقاومت**

۱-۲-۷-٦-۷ در کلیه شمع‌ها ترکیب بار و ضرایب بارها منطبق بر مباحث ششم، نهم و دهم مقررات ملّی ساختمان (بر حسب مورد) انتخاب می‌شود. این بارها برای محاسبه نیروهای فشاری، کششی و جانبی وارد بر شمع ( $F_c$، $F_t$ و $F_{tr}$) به کار می‌روند.

۲-۲-۷-٦-۷ با اعمال ضرایب کاهش مقاومت بار نهائی ($Q_{ult}$) حاصله از هر یک از روش‌های بند ۷-٦-۱-۱-٤، در واقع $R_c$ ، $R_t$ و $R_{tr}$ به ترتیب در شمع تحت بارهای فشاری، کششی و جانبی حاصل می‌شوند.

۳-۲-۷-٦-۷ ضرایب کاهش مقاومت در وضعیت استاتیکی با توجه به شرایط طراحی مندرج در جدول (۲-٦-۷) تعیین می‌گردد.

**جدول ۷-٦-۲ ضرایب کاهش مقاومت در شرایط استاتیکی (مقاومت نهایی)**

| نوع بار اعمالی | شرایط طراحی | | ضریب کاهش مقاومت |
|---|---|---|---|
| فشاری/کششی | فقط روش تحلیلی | کوبشی | ۰/۵ |
| | | درجاریز | ۰/۳۷۵ |
| | آزمایش نفوذ مخروط | | ۰/۵۵ |

| | | |
|---|---|---|
| | آزمایش بارگذاری استاتیکی (فشاری/کششی) | ۰/٦۸ |
| | آزمایش بارگذاری دینامیکی | ۰/٦ |
| جانبی | فقط روش تحلیلی | ۰/٦ |
| | آزمایش بارگذاری استاتیکی (جانبی) | ۰/۷۵ |

٤-۲-۷-٦-۷ در کنترل حالت حدی بهره‌برداری مقدار نشست کل، دوران و اختلاف نشست با اعمال ضرایب بار یک به دست می‌آیند که این مقادیر نباید از مقادیر مجاز بهره برداری بیشتر گردد.

### ۸-٦-۷ آزمایش‌های بارگذاری شمع

آزمایش بارگذاری شمع باید تا باری ادامه یابد و تحت شرایطی انجام شود که بتوان ظرفیت باربری، رابطه نیرو - تغییرشکل و ضریب سختی شمع را بر اساس نتایج آن استخراج کرد و همچنین بتوان کیفیت شمع‌های اجرا شده و امکانات اجرای شمع را کنترل و ارزیابی نمود. آزمایش‌های بارگذاری شمع‌ها باید در وضعیت-های زیر انجام شوند:

**الف**- در مواردی که از نوع شمع یا روش اجرائی استفاده می‌شود که نتایج مطالعات یا تجربه فعلی بر روی آن‌ها در خاک مشابه یا شرایط بارگذاری مشابه در دست نمی‌باشد.

**ب**- در مواردی که از سیستم شمعی استفاده می‌شود که تجربه اجرایی آن در منطقه احداث طرح وجود ندارد.

**پ**- در مواردی که شمع‌ها تحت شرایط بارگذاری خاص قرار می‌گیرند و به لحاظ تئوری و تجربی اطمینان کافی در تحلیل آن‌ها وجود ندارد.

**ت**- در مواردی که مشاهدات به عمل‌آمده در حین اجرای شمع‌ها در محل از آنچه بر اساس تئوری و تجربه قبلی پیش‌بینی می‌شده تفاوت نامناسب قابل‌توجهی دارد و با بررسی‌های اضافی خاک نتوان دلایل آن را روشن کرد.

### ۷- ۱-۸-٦ آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی

۷-۱-۸-٦-۱ آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی شامل آزمایش بارگذاری فشاری، آزمایش بارگذاری کششی و آزمایش بارگذاری جانبی می‌باشد و باید طبق استاندارد ملّی یا بین‌المللی معتبر که مورد توافق کارفرما و ناظر باشد، انجام پذیرند.

۷-۱-۸-٦-۲ روش آزمایش بارگذاری استاتیکی شمع باید با توجه به تعداد دفعات بارگذاری و مدت زمان آن‌ها و کاربرد بارگذاری تناوبی، چنان باشد که از نتایج آن بتوان رفتار شمع به لحاظ تغییرشکل‌ها، خزش، سختی و چگونگی بازگشت تغییرشکل‌های ارتجاعی را استخراج نمود.

۷-۱-۸-٦-۳ آزمایش بارگذاری شمع‌ها در کشش معمولاً تا حد گسیختگی ادامه داده می‌شود. برون‌یابی بارجابجایی در آزمایش‌های کششی، مخصوصاً در موارد بارگذاری‌های کوتاه مدت نباید انجام شود.

۷-۱-۸-٦-٤ راستای نیروهای کششی یا فشاری در آزمایش شمع‌ها تحت نیروی محوری باید منطبق بر محور طولی آن‌ها باشد.

### ۷- ۲-۸-٦ آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی

آزمایش دینامیکی شمع (PDA) یا آزمایش دینامیکی با دامنه کرنش بالا طبق استاندارد معتبری که مورد توافق کارفرما و ناظر باشد باید انجام گردد.

۷-۲-۸-٦-۱ چنانچه آزمایش دینامیکی شمع در شرایط کوبش اولیه انجام شود، نتایج برای تعیین عمق مدفون مناسب شمع، ارزیابی تجهیزات و ملحقات کوبش و کنترل سلامت و یکپارچگی شمع مفید است. برای تعیین ظرفیت باربری باید مطابق بند ۷-٦-۸-۲-۲ عمل کرد.

۷-۲-۸-٦-۲ برای تعیین ظرفیت باربری باید آزمایش کوبش مجدد به فاصله زمانی مناسب از کوبش اولیه انجام گردد تا اثرات گیرش یا رهائی خاک لحاظ گردد. فاصله زمانی مناسب از کوبش اولیه شمع برای آزمایش کوبش مجدد به شرایط زهکشی خاک بستگی دارد. در خاک‌های دانه‌ای حداقل ۲٤ ساعت و خاک‌های ریزدانه حداقل یک هفته زمان لازم خواهد بود.

۷-۲-۸-٦-۳ چنانچه فرصت کافی یا امکان کوبش مجدد فراهم نباشد، می‌توان با روابط تئوریک و بر حسب تجربیات قبلی منطقهٔ اجرا، اثرات گیرش یا رهایی خاک بر افزایش یا کاهش ظرفیت باربری را ارزیابی نمود.

۷-٦-۸-۲-٤ آزمایش کنترل یکپارچگی شمع با دامنه کرنش کم را می‌توان برای ارزیابی کیفیت شمع‌های اجراشده استفاده نمود. به ویژه انجام این آزمایش در کنترل کیفیت شمع‌های بتنی درجاریز ضروری است. این آزمایش باید طبق استاندارد معتبری که مورد توافق کارفرما و ناظر باشد انجام گردد.

### ۷-٦-۸-۳ شمع‌های آزمایشی

۷-٦-۸-۳-۱ در انتخاب نوع و تعداد "شمع‌های آزمایشی" مورد نیاز برای کنترل و تدقیق طراحی باید موارد مختلفی از جمله شرایط زمین و تغییرات آن در محدوده ساختگاه، تعداد و اهمیت سازه‌های اجرائی، شواهد و مستندات قبلی موجود برای رفتار شمع‌های مشابه در ساختگاه‌های مشابه و تعداد کل و نوع شمع موردنیاز در طرح در نظر گرفته شود.

۷-٦-۸-۳-۲ قبل از برنامه‌ریزی اجرای شمع‌های آزمایشی، شرایط زمین و لایه‌بندی خاک در ساختگاه باید به طور کامل بررسی شده باشد. عمق گمانه‌های حفاری آزمایش باید به حدی باشد که نسبت به شرایط در اطراف نوک شمع اطمینان کافی حاصل گردد. این بررسی‌ها باید تا عمق حداقل ٤ برابر قطر شمع زیر نوک شمع ادامه یابد، مگر آنکه در عمقی کمتر به سنگ سالم یا خاک سخت برخورد شود.

۷-٦-۸-۳-۳ جهت انجام آزمایش بارگذاری، محل آن باید در جایی پیش‌بینی شود که خاک دارای شرایط عمومی محل باشد و باید اثر تغییرات شرایط زمین در پارامترهای خاک مربوط به تعیین ظرفیت باربری شمع در سایر شرایط به نحو مناسبی در نظر گرفته شود.

۷-٦-۸-۳-٤ چنانچه دو یا چند آزمایش بارگذاری انجام می‌شود، محل‌های آن‌ها باید در مکان‌هایی پیش-بینی شود که خاک دارای شرایط عمومی محل باشد و یکی از این آزمایش‌ها تا حد امکان در محلی که نامناسب‌ترین شرایط برای خاک پیش‌بینی می‌شود، اجرا گردد.

۷-٦-۸-۳-٥ مدت زمان در نظر گرفته‌شده بین نصب شمع‌های آزمایشی و انجام آزمایش‌ها باید به اندازه-ای در نظر گرفته شود که شمع مقاومت سازه‌ای خود را به دست آورده باشد و فشار آب حفره‌ای اضافی ناشی از اجرای شمع به شرایط پایدار اولیه خود بازگشته باشد.

۷-٦-۸-۳-٦ در صورتی که شمع آزمایشی تحت بارگذاری قرار می گیرد باید حداقل تا ۲ برابر بار طراحی یا حد گسیختگی بارگذاری گردد تا نتایج در تدقیق ظرفیت باربری قابل استفاده باشد.

۷-٦-۸-۳-۷ چنانچه بر روی شمع آزمایشی هم آزمایش بارگذاری دینامیکی و هم آزمایش بارگذاری استاتیکی مدنظر باشد، باید فاصله زمانی دو آزمایش به حدی باشد که تغییرات در خاک و زمین ناشی از

عملیات آزمایش اول (مانند تغییرات فشار آب حفره‌ای و دست‌خوردگی خاک) حتی‌الامکان از بین رفته باشد و شرایط خاک به حالت اولیه خود بازگشته باشد.

**٤-٨-٦-٧ شمع‌های اصلی**

**١-٤-٨-٦-٧** تعداد یا درصد آزمایش‌های بارگذاری بر روی "شمع‌های اصلی" به منظور اطمینان‌سنجی و کنترل کیفیت باید بر اساس یافته‌های مشاهده و ثبت‌شده در زمان ساخت و اجرای شمع‌ها و با نظر مشاور ذیصلاح تعیین گردد.

**٢-٤-٨-٦-٧** چنانچه تعداد یا درصد شمع‌های اصلی که باید در حین عملیات اجرایی روی آن‌ها آزمایش بارگذاری استاتیکی یا دینامیکی انجام گردد شرط انتخاب ضریب اطمینان (یا ضریب کاهش مقاومت) خاصی توسط طراح باشد، تعداد یا درصد مربوطه و شرایط بارگذاری و میزان بارهای وارده باید در اسناد پیمان منعکس شوند.

**٣-٤-٨-٦-٧** در صورتی که شمع‌های اصلی تحت بارگذاری قرار گیرند حداکثر تا ١/٢ برابر بار طراحی می‌توانند بارگذاری شوند.

**٤-٤-٨-٦-٧** تعداد کل آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی در مراحل مختلف طراحی، اجرا و پس از اجرا، بسته به شرایط ساختگاه و تعداد کل شمع‌ها توسط مشاور ژئوتکنیک طرح تعیین می‌گردد.

**٥-٤-٨-٦-٧** جهت تعیین تعداد کل شمع‌های مورد آزمایش (استاتیکی و دینامیکی) باید الزامات کلیه بندهای زیر با نظر مشاور ژئوتکنیک لحاظ گردد:

حداقل تعداد ٢٪ از کل شمع‌های اصلی مورد آزمایش استاتیکی و دینامیکی قرار گیرد.

در هر پروژه حداقل ٢ شمع اصلی مورد آزمایش استاتیکی قرار گیرد.

در صورتی‌که در یک پروژه تعداد شمع‌های اجراشده کمتر از ١٠ عدد باشد می‌توان از انجام آزمایش های استاتیکی صرفنظر نمود.

**٥-٨-٦-٧ گزارش آزمایش‌های بارگذاری**

گزارش آزمایش بارگذاری شمع‌ها باید کلیه آزمایش‌ها را شامل شود و موارد زیر را، تا حدی که ارتباط پیدا می‌کند، دربرگیرد:

- توصیف ساختگاه
- شرایط زمین با توجه به بررسی‌های ژئوتکنیکی به عمل‌آمده

- نوع شمع

- تشریح تجهیزات و ابزارهای بارگذاری و اندازه‌گیری عکس‌العمل‌ها

- اسناد و شواهد کالیبراسیون ابزارهای اندازه‌گیری نیروها، جک‌ها و تغییرمکان‌ها

- نحوه استقرار شمع‌های آزمایشی

- نتایج عددی آزمایش‌ها

- منحنی‌های نشست-زمان هر مرحله از بارگذاری، در مواردی که از روش بارگذاری گام‌به‌گام استفاده می‌شود.

- منحنی‌های نیرو- نشست

- در آزمایش‌های بارگذاری دینامیکی، نوع چکش و ملحقات کوبش، انرژی حاصل از کوبش در ضربات مختلف، تنش‌های حداکثر فشاری و کششی حاصل از کوبش، ظرفیت باربری نوک و جدار شمع، پارامترهای میرایی و حداکثر تغییرمکان ارتجاعی برای جدار و نوک شمع

- عکس‌های گرفته‌شده از شمع و محل آزمایش

- توجیه کامل دلایل عدول از هریک از توصیه‌های همین بند

### ۹-۶-۷ طراحی سازه‌ای شمع‌ها

**۱-۹-۶-۷** طراحی سازه‌ای شمع‌ها باید بر اساس ضوابط طراحی شمع‌های بتنی مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و شمع‌های فولادی مندرج در مبحث دهم مقررات ملی انجام شود. در این طراحی باید علاوه بر تنش‌های ایجاد شده در شمع‌ها که از طراحی ژئوتکنیکی آن‌ها حاصل شده است، به موارد زیر نیز توجه گردد:

**الف**- تنش ایجادشده در شمع‌ها در جریان ساخت، نقل و انتقال و کوبیدن آن‌ها

**ب**- منظورکردن رواداری‌های ساخت مشخص‌شده برای نوع شمع، نوع بارگذاری وچگونگی عملکرد پی

**پ**- اثرات مرتبه دوم بارهای محوری فشاری یا اثر کمانش در شمع‌های لاغر که در داخل آب یا لایه‌های ضعیف خاک قرار دارند.

**۲-۹-۶-۷** در طراحی سازه‌ای شمع‌ها باید به اثر زلزله بر روی آن‌ها توجه داشت. در این رابطه باید علاوه بر اثر زلزله که از سازه اصلی به آن‌ها منتقل می‌شود، اثر ناشی از تغییرشکل‌های خاک محیط اطراف به واسطه عبور امواج لرزه را در محاسبات منظور نمود. در تعیین اثرات ناشی از خاک محیط اطراف، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

**۱-۲-۹-۶-۷** تحلیل شمع و تعیین نیروهای داخلی در آن باید بر اساس مدل‌های گسسته یا پیوسته‌ای باشد که در آن خصوصیات زیر، حتی به طور تقریبی، رعایت شده باشد:

**الف**- سختی جانبی شمع

**ب**- کاهش عکس‌العمل خاک در طول شمع در اثر بارگذاری‌های متناوب و میزان کرنش ایجادشده در خاک

**پ**- اثر اندرکنش شمع با شمع که اصطلاحاً اثر دینامیکی "گروه شمع" نامیده می‌شود.

**ت**- شرایط انتهایی شمع و میزان انعطاف‌پذیری اتصال به سرشمع

**۲-۲-۹-۶-۷** کاهش مقاومت جانبی لایه‌های خاکی که در معرض روانگرایی یا کاهش مقاومت هستند.

### ۷-۶-۱۰ ملاحظات ساخت و اجرای شمع

**۱-۱۰-۶-۷** در اجرای شمع یا پی‌های عمیق باید پلان وضعیت استقرار شمع‌ها، که در آن اطلاعات زیر آورده شده باشد، تهیه گردد:

**الف**- نوع شمع و مشخصات فنی آن شامل مصالح، روش اجرا و ابزارهای لازم

**ب**- محل هر شمع، رواداری‌های موقعیت هندسی و میزان مورب بودن آن

**پ**- تعداد شمع‌ها، طول و مشخصات مقطع عرضی آن‌ها

**ت**- نحوه اتصال شمع‌های چند قطعه‌ای به یکدیگر

**ث**- ظرفیت باربری مورد نیاز شمع

**ج**- تراز نوک و سر شمع

**چ**- توالی اجرای شمع‌ها در یک گروه

**ح**- موانع شناخته‌شده برای استقرار شمع‌ها

**خ**- هر گونه محدودیت در عملیات اجرای شمع

۲-۱۰-٦-۷ چگونگی استقرار همه شمع‌ها باید به دقت کنترل و تمامی داده‌ها در محل ساختگاه ثبت و ضبط شوند. داده‌های مربوط به هر شمع باید توسط ناظر و سازنده شمع تأیید و نگهداری شوند.

۳-۱۰-٦-۷ اطلاعات ثبت‌شده در هنگام اجرا باید بعد از تکمیل عملیات اجرایی شمع‌ها به همراه سایر مدارک مربوط به ساخت نگهداری شوند.

٤-۱۰-٦-۷ در مواردی که مشاهدات یا بازرسی اطلاعات نشان‌دهنده عدم‌اعتماد به کیفیت اجرای شمع‌ها باشد، باید بررسی تکمیلی به منظور تعیین مشخصات شمع‌های اجراشده و اینکه آیا نیاز به تمهیدات خاص برای بهبود وضعیت آن‌ها هست یا نه، انجام شود. این بررسی‌ها شامل کوبش مجدد، آزمایش دینامیکی شمع یا آزمایش تعیین یکپارچگی شمع با دامنه کم، آزمایش‌های محلی تکمیلی مکانیک خاک در اطراف شمع‌های مشکوک و آزمایش‌های بارگذاری استاتیکی می‌باشد.

۵-۱۰-٦-۷ برای ارزیابی کیفیت شمع‌های درجاریزی که ممکن است دارای نقایص جدی در بدنه شمع باشند یا اینکه در حین ساخت مشکلات خاصی مانند تاخیر در بتن‌ریزی (احتمال ریزش خاک جدار) یا مشکلاتی حین بیرون‌کشیدن غلاف مشاهده شده باشد، باید آزمایش‌های دینامیکی شمع با دامنه کم (یا آزمایش تعیین یکپارچگی) انجام شود. نقایصی چون مقاومت کم بتن و ضخامت کم پوشش میلگردها که بر عملکرد درازمدت شمع اثر می‌گذارند، اغلب به وسیله آزمایش دینامیکی دامنه کم کشف نمی‌شوند. در این موارد لازم است از آزمایش‌های دیگری مانند امواج صوتی عرضی یا مغزه گیری استفاده شود.

### ۷-۶-۱۱ ملاحظات شمع‌ها در خاک‌های مستعد روانگرایی و گسترش جانبی

۷-۶-۱۱-۱ در خاک‌های مستعد روانگرایی با توجه به افزایش فشار آب منفذی، مقاومت و استحکام خاک کاهش یافته و همچنین در اثر حرکت زمین لنگرهای خمشی و نیروهای برشی زیادی در شمع ایجاد خواهد شد. بنابراین اولا ظرفیت باربری جدار شمع که در لایه هایی با قابلیت روانگرایی قرار می گیرند نباید در محاسبات ظرفیت باربری لحاظ گردد، ثانیاً در صورت بروز گسترش جانبی لنگرها و نیروهای برشی ایجادشده بر روی شمع ناشی از گسترش جانبی زمین باید در نظر گرفته شود.

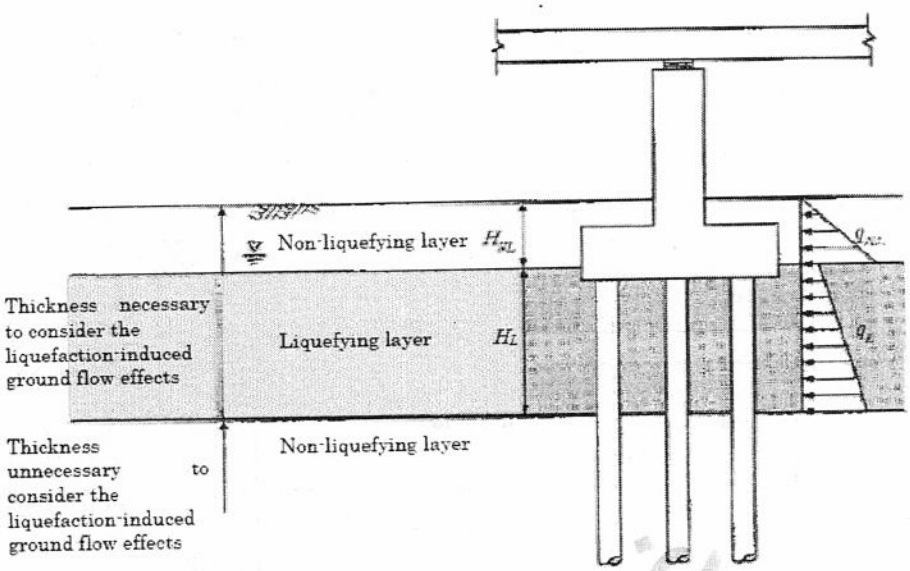
۷-۶-۱۱-۲ در خاک‌های مستعد روانگرایی به جهت از دست دادن مقاومت خاک اطراف جداره شمع، در شمع‌های با نسبت لاغری بالا، اثرات لاغری شمع باید در نظر گرفته شود.

۷-۶-۱۱-۳ در خاک‌های مستعد روانگرایی جهت مقابله با اثرات لاغری شمع و با توجه به افزایش مقدار P-Δ، باید مقایسه فنی و اقتصادی بین گزینه‌های استفاده از گروه شمع و بهسازی خاک صورت پذیرد.

۷-۶-۱۱-٤ جهت در نظرگرفتن تاثیر گسترش جانبی بر روی شمعها، نیروهای وارد بر واحد سطح اعضا سازه‌ای مانند شکل ۷-۶-۱، در خاک روانگراشده و روانگرانشده باید در نظر گرفته شوند. این نیروها از روابط ۷-۶-۱۳ و ۷-۶-۱٤ به‌دست می‌آید:

$$q_{NL} = C_{NL} K_p \gamma_{NL} . x \qquad (0 \leq x \leq H_{NL}) \qquad (۷-۶-۱۳)$$

$$q_L = C_L (\gamma_{NL} . H_{NL} + \gamma_L (x - H_{NL})) \qquad (H_{NL} \leq x \leq H_{NL} + H_L) \qquad (۷-۶-۱٤)$$




**شکل شماره (۷-۶-۱): نیروهای وارد بر سطوح اعضای سازه‌ای**

به عبارت دیگر در لایه غیر روانگرا زمین که دچار حرکت شده، فشار جانبی وارد بر شمع همان فشار مقاوم بوده که در ضریب $C_{NL}$ ، مطابق جدول ۷-۶-۳ بر حسب شاخص روانگرایی (PL) ، ضرب می شود. همچنین در لایه روانگرا شده که دچار گسترش جانبی شده، فشار جانبی با ضرب اندازه فشار قائم در ضریب اصلاح $C_L$ که برابر با ۰/۳ در نظر گرفته می‌شود، به‌دست می‌آید.

**جدول ۷-۶-۳ ضرایب $C_{NL}$**

| شاخص روانگرایی $P_{L(m^2)}$ | ضریب اصلاحی $C_{NL}$ |
|---|---|
| $P_L \leq 5$ | 0 |
| $5 < P_L \leq 20$ | $(0.2P_L - 1)/3$ |
| $20 < P_L$ | 1 |

## ۷-۷ ژئوتکنیک لرزه‌ای

### ۷-۷-۱ دامنه کاربرد

ملاحظات مربوط به مسائل ژئوتکنیک لرزه‌ای و الزامات مربوطه در این **فصل** ارائه شده‌اند. این **فصل** شامل مباحث مربوط به ملاحظات لرزه‌ای شامل تعیین زلزله طرح و اثرات ساختگاهی، روانگرایی و مخاطرات مرتبط با آن، زمین لغزش و مخاطره گسلش سطحی می‌شود.

### ۷-۷-۲ زلزله طرح و اثرات ساختگاهی

#### ۷-۷-۲-۱ روش آیین‌نامه‌ای

استفاده از شتاب‌های پایه و طیف‌های مربوط به انواع مختلف زمین‌ها بر اساس طبقه‌بندی مبحث ششم برای ساختمان‌هایی که مشمول این مبحث می‌شوند، الزامی است. نحوهٔ اعمال اثرات ساختگاهی با در نظر گرفتن تأثیر لایه‌های سطحی طبق روش‌های ذکر شده در مبحث ششم و استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.

#### ۷-۷-۲-۲ مطالعات ویژه زلزله طرح

برای برخی از ساختمان‌ها طبق شرایط مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ باید مطالعات خاص برآورد مخاطره‌پذیری زلزله و محاسبات طیف ویژه طراحی و ارائه تاریخچه زمانی شتاب طراحی ساختگاه به عنوان "زلزله طرح" به شرح زیر انجام گیرد:

##### ۷-۷-۲-۲-۱ تحلیل مخاطره‌پذیری

برای انجام برآورد مخاطره‌پذیری زلزله از روش متعارف "تحلیل احتمالاتی مخاطره‌پذیری" می‌تواند استفاده شود. در این نوع تحلیل پارامترهای حرکت زمین در سنگ بستر لرزه ای محاسبه می‌شوند. منظور از "پارامترهای حرکت زمین" مقادیر مربوط به شتاب، سرعت، جابجایی ونیز سایر پارامترهای طیفی و زمانی زمین‌لرزه است. پارامترهای حرکت زمین در یک ساختگاه براساس موقعیت ساختگاه نسبت به منابع لرزه‌زا، توان لرزه‌زایی و مکانیزم گسیختگی منابع لرزه‌زا محاسبه و پیشنهاد می‌شود. این مطالعه باید توسط متخصص این موضوع و با در نظر گرفتن نکات زیر و در پنج مرحله کلی انجام شود:

الف) شناسایی و مشخص نمودن تمامی منابع لرزه‌زا که قادر به تولید زمین‌لرزه موثر بر ساختگاه مورد مطالعه هستند.

ب) ارائه رابطه دوره بازگشت زلزله‌ها و انتخاب پارامترهای لرزه‌خیزی مناسب برای هر منبع لرزه‌زا با استفاده از کاتالوگ زلزله‌های منطقه یا روش‌های مناسب دیگر، در صورت نبود یا نقصان داده‌های کاتالوگ.

پ) انتخاب روابط کاهیدگی مناسب.

ت) تعیین مخاطره‌پذیری زلزله در محل سایت بر حسب پارامترهای زلزله طرح که در قالب منحنی مخاطره زلزله و با محاسبه احتمال رخداد پارامتر حرکتی مورد نظرارائه می‌شود.

ث) بر اساس پارامترهای حرکتی و طیف طرح ویژه ساختگاه، به‌دست آمده در رقوم سنگ بستر لرزه‌ای، نگاشت‌های تاریخچه زمانی شتاب قابل ارائه‌اند. برای محاسبه پارامترهای حرکت قوی زلزله طرح و نیز ارائه نگاشت‌های مناسب برای آن می‌توان از نرم‌افزارهای معتبر استفاده کرد.

### ۳-۲-۷-۷ تحلیل اثر ساختگاه

حرکت ناشی از زلزله از سنگ بستر لرزه‌ای وارد لایه‌های سطحی رسوبی شده و با عبور از آن به پی سازه‌ها می‌رسد. اثراتی که مشخصات لایه های سطحی بر حرکت ناشی از زلزله درتراز پی می‌گذارد از اهمیت زیادی برخوردار بوده و باید در تعیین پارامترها، طیف پاسخ و تاریخچه زمانی حرکت زمین (زلزله طرح) در نظر گرفته شوند. اثر ساختگاه به‌دلیل وجود عوامل زیر بوجود می‌آید:

- قرارگیری لایه‌های (نهشته‌های) نرم رسوبی بر روی لایه‌های سخت رسوبی یا سنگی
- توپوگرافی سطحی
- توپوگرافی عمقی لایه‌های رسوبی و سنگ بستر لرزه‌ای

### ۱-۳-۲-۷-۷ تاثیر لایه‌های رسوبی سطحی

مهمترین نمود اثر ساختگاه به‌صورت تأثیر لایه‌های سطحی رسوبی بر پارامترهای حرکتی زلزله عبوری از این لایه‌ها است. در صورتی‌که لایه‌های رسوبی سطحی افقی یا تقریبا افقی باشند و هیچ‌گونه توپوگرافی

سطحی و عمقی قابل‌ملاحظه‌ای در ساختگاه وجود نداشته باشد می‌توان از تحلیل‌های یک بعدی دینامیکی به روش خطی معادل برای تعیین مشخصات زلزله در سطح خاک استفاده کرد. در خصوص ساختگاه‌های با هندسه محرز دیا سه‌بعدی در زمین و نیز در خصوص سازه‌های مهم بنا به تشخیص طراح سازه باید از روش‌های دیا سه‌بعدی غیرخطی استفاده کرد. در صورتی‌که لایه‌های سطحی اشباع باشند باید از تحلیل‌های مناسبی که تغییرات تنش مؤثر در آن‌ها قابل مدل‌سازی است استفاده شود.

ملاحظات زیر برای انجام تحلیل‌های دینامیکی اثر ساختگاه باید در نظر گرفته شوند:

- در شناسایی‌های ژئوتکنیکی علاوه بر تعیین مشخصات متعارف لایه‌های خاک، سرعت موج برشی، مدول برشی حداکثر $G_{max}$ و منحنی‌های تغییرات غیر خطی $G/G_{max}$-$\gamma$ و $D$-$\gamma$ برای انجام تحلیل‌های دینامیکی یک بعدی به روش خطی معادل تعیین گردند.

در خصوص ساختمان‌ها توصیه می‌شود که تعیین پارامترهای دینامیکی خاک‌ها با تهیه نمونه‌های دست‌نخورده و با انجام آزمایش‌های دینامیکی مناسب با اندازه‌گیری در محدوده کرنش‌های برشی از $10^{-6}$ الی $10^{-2}$ انجام گیرد. برای پوشش‌دادن این محدوده از کرنش‌ها باید حتی‌الامکان از آزمایش‌های المان خمشی، ستون تشدید و سه محوری دینامیکی استفاده شود.

- زلزله ورودی برای تحلیل، بسته به اینکه در برونزدگی سنگی یا در رقوم عمقی سنگ بستر لرزه‌ای شده باشد با روش متناسب در تحلیل اعمال شود. این زلزله ورودی می‌تواند مربوط به زلزله‌های طبیعی رخداده باشد یا با استفاده از روش‌های ریاضی به‌صورت شتاب‌نگاشت مصنوعی تهیه شود.

تاریخچه زمانی شتاب برای تحلیل دینامیکی ساختگاه باید متناسب با مشخصات لرزه‌ای منطقه انتخاب شوند.. این نگاشت‌ها باید با توجه به پارامترهای حرکتی زلزله ساختگاه با روش مناسبی مقیاس شوند.

- نتایج به‌دست‌آمده با توجه به میزان اهمیت ساختگاه و سازه موردنظر و با ملاحظه میزان عدم قطعیت در محاسبات، در قالب پارامترهای حرکتی از جمله شتاب حداکثر و نیز طیف‌های پاسخ حرکت در سطح زمین برای استفاده در طراحی لرزه‌ای سازه‌های رویی ارائه شوند. همچنین در صورت نیاز برای سازه‌های با اهمیت بالا تعداد کافی نگاشت تاریخچه زمانی شتاب باید با روش مناسبی ارائه شوند.

### ۲-۳-۲-۷-۷ تاثیر توپوگرافی سطحی

یکی دیگراز مصادیق مهم اثر ساختگاه تاثیر توپوگرافی سطحی زمین بر پارامترهای حرکت زمین است و چنانچه سازه مورد طراحی بر روی بلندی یا در دامنه یک شیب قرار داشته باشد باید به این موضوع توجه ویژه مبذول شود. چنانچه ارتفاع شیب بیش از ۳۰ متر، زاویه شیب دامنه بیش از ۱۵ درجه بوده و سازه در ۱/۳ فوقانی شیب قرار داشته باشد حرکت زمین دچار بزرگنمایی می‌شود و ضرایب پیشنهادی در استاندارد ۲۸۰۰ برای منظور کردن بزرگنمایی باید مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از نرم‌افزارهای مناسب که تأثیر توپوگرافی را مدل می‌سازند توصیه می‌شود.

در خصوص سازه‌های با اهمیت بالا استفاده از تحلیل دینامیکی دیا سه بعدی متناسب با در نظر گرفتن اثرات همزمان توپوگرافی و لایه‌های رسوبی توصیه می‌گردد.

### ۳-۳-۲-۷-۷ تاثیر توپوگرافی عمقی

توپوگرافی سنگ بستر لرزه‌ای می‌تواند بر پارامترهای حرکت زمین تأثیر بگذارد. دره‌های تنگ پرشده از نهشته‌های نرم خاکی و نیز قسمت‌هایی از حوضه یا تشتک زمین‌شناسی که سنگ بستر لرزه‌ای به‌صورت بیرون‌زدگی از رسوب سربر می‌آورد (گوشه یا لبه حوضه)، نمونه‌های شاخصی از وجود اثرات توپوگرافی عمقی است. چنانچه سازه های تحت طراحی در چنین نقاطی قرار داشته باشند برای تحلیل دینامیکی اثرات ساختگاهی ضروری است از تحلیل‌های دیا سه بعدی با در نظر گرفتن اثرات همزمان توپوگرافی و لایه‌های رسوبی استفاده شود و بکارگیری تحلیل‌های یک بعدی مجاز نیست.

### ۳-۷-۷ روانگرایی

روانگرایی به ناپایداری لایه‌های خاک اشباع در اثر کاهش تنش موثر و در نتیجه کاهش مقاومت برشی اطلاق می‌گردد که در اثر افزایش فشار آب حفره‌ای ناشی از تغییرشکل برشی حاصل از زلزله ایجاد می‌شود. این پدیده به عنوان یک مخاطره ژئوتکنیکی زلزله به حساب می‌آید که می‌تواند آثار و عوارض مختلفی ایجاد نماید باعث آسیب به سازه‌ها و ابنیه گردد.

"پتانسیل روانگرایی" و " ارزیابی اثرات یا عوارض ناشی از روانگرایی" دو موضوع مورد بررسی اصلی در خصوص روانگرایی است. آثار ناشی از روانگرایی عموما به‌صورت موارد زیر بروز می‌کنند:

- نشست عمومی زمین
- کاهش ظرفیت باربری پی‌ها و نشست و کج‌شدگی ساختمان و فرورفتن پی و ساختمان در داخل لایه‌های خاک
- غوطه‌وری و بالازدن سازه‌های مدفون
- گسترش جانبی
- ناپایداری و تغییرشکل شیروانی‌ها
- افزایش فشار جانبی بر دیوارهای نگهبان خاک
- جوشش ماسه

در طراحی سازه‌ها باید به تاثیر عوارض ناشی از روانگرایی توجه جدی مبذول گردد.

### ۱-۳-۷-۷ ارزیابی پتانسیل روانگرایی

به طور کلّی ارزیابی پتانسیل روانگرایی با روش تنش تناوبی انجام می‌شود. برای ارزیابی ابتدا بدون انجام محاسبات بررسی اولیه‌ای صورت می‌گیرد و چنانچه امکان بروز روانگرایی در این مرحله منتفی نشود ارزیابی در مرحله دوم و با انجام محاسبات ادامه پیدا می‌کند.

#### ۱-۱-۳-۷-۷ مرحله اول ارزیابی

خاک‌هایی که مستعد روانگرایی هستند معمولا در رده خاک‌های غیرچسبنده دسته‌بندی می‌شوند. از نظر قابلیت روانگرایی خاکها را می‌توان به ترتیب به ماسه‌های تمیز، ماسه‌های سیلتی با خواص خمیری کم، سیلت‌های غیرپلاستیک و شن‌ها محدود کرد. خاک‌های چسبنده عمدتاً در معرض خطر روانگرایی نیستند. با این حال در مواردی که با وجود خاک‌های چسبنده رسی، خاک مستعد روانگرایی می‌باشد باید همه معیارهای زیر برآورده شوند:

- درصد وزنی خاک ریزدانه در اندازه رس (کوچکتر از mm ۰/۰۰۵)، از ۱۵٪ کمتر باشد.
- حد روانی خاک (LL) کمتر از ۳۵٪ باشد.
- درصد رطوبت خاک مورد بررسی بیشتر از ۰/۹ حد روانی خاک مورد بررسی باشد (w>۰/۹LL).

خاک‌های در معرض روانگرایی علاوه بر شرط فوق شامل موارد زیر می‌باشند:

- سطح آب زیرزمینی کمتر از ۱۰ متر از سطح زمین یا از رقوم کف پی‌های سطحی باشد.

- عمق لایه مستعد روانگرایی کمتر از ۲۰ متر از سطح زمین یا از رقوم کف پی‌های سطحی باشد.
- درصد ریزدانه کمتر از ۳۵٪ (FC<=٪۳۵) یا انديس پلاستيسيته ريزدانه خاک کمتر از ۱۵٪ باشد (PI<۱۵٪).
- $D_{50}$<=۱۰ mm و $D_{10}$<=۱ mm باشد.

تخمین تراز آب زیرزمینی با توجه به امکان نوسان آن براساس بیشینه متوسط یا تراز آب احتمالی در شرایط جوی بحرانی بلندمدت باید انجام گیرد. در خصوص پی های عمیق پیشنهاد می شود عمق مورد بررسی در شمعهای اتکایی تا ٦ متر زیر پایین‌ترین رقوم نوک شمع‌ها انجام گیرد.در حالت گروه شمع بر حسب تعداد و نحوه قرارگیری شمعها عمق مورد بررسی باید تعیین گردد.

**۲-۱-۳-۷-۷ مرحله دوم ارزیابی**

در این مرحله نسبت تنش تناوبی ناشی از زلزله CSR با نسبت مقاومت تناوبی خاک CRR با هم مقایسه می‌شوند. نسبت تنش تناوبی ناشی از زلزله و نسبت مقاومت تناوبی با استفاده از روابط ارائه‌شده درمراجع معتبر قابل محاسبه هستند.

تشخیص وقوع یا عدم وقوع روانگرایی بر اساس مقایسه $CSR$ و $CRR_{7.5}$ انجام می‌گیرد. با فرض $F_L = \frac{CRR_{7.5}}{CSR}$ به‌عنوان ضریب اطمینان روانگرایی، وقوع روانگرایی برای $F_L$های کمتر از ۱ محتمل است. در این صورت کنترل نشست و سایر عوارض ناشی از روانگرایی باید انجام گیرد.

باید توجه کرد که در روش فوق مقدار $CRR_{7.5}$ برای زلزله با بزرگای ۷/۵ انجام می‌گیرد. چنانچه بزرگای زلزله طرح عددی غیر از ۷/۵ باشد، مقدار $CRR_{7.5}$ باید در یک ضریب مناسب براساس بزرگای زلزله ضرب شود. همچنین تصحیحات برای در نظر گرفتن اثر تنش سربار و نیز وجود تنش برشی استاتیکی اولیه بر نسبت مقاومت تناوبی با اعمال ضرایب مناسب انجام گیرد.

در صورتی‌که برآورد CRR براساس روش فوق برای تصمیم‌گیری در خصوص روانگرایی در ساختگاه‌های مهم از دقت کافی برخوردار نباشد برای تعیین دقیق‌تر CRR، استفاده از آزمایش سه محوری یا برش ساده تناوبی یا دینامیکی بر روی نمونه های دست‌نخورده توصیه می‌شود.

**۲-۳-۷-۷ تعیین نشست ناشی از روانگرایی**

نشست ایجادشده در حین و بعد از روانگرایی یکی از عوارض مهم روانگرایی است. توصیه می‌شود محاسبه نشست با استفاده از کرنش حجمی و روش‌های پیشنهادی معتبر انجام پذیرد.

### ۳-۳-۷-۷ گسترش جانبی

گسترش جانبی از عوارض مهم روانگرایی است که می‌تواند به سازه‌های مدفون، خطوط لوله، شمع‌ها و ... آسیب

در زمینهای مستعد روانگرایی که دارای شیب ملایم بوده یا دارای یک وجه آزاد نظیر زمینهای منتهی به کانالهای زهکش، نهرها و رودخانه‌ها یا ساحل دریا باشند، احتمال وقوع گسترش جانبی وجود دارد. گسترش جانبی می‌تواند موجب جابجائی‌های بزرگ در زمین گردد. جهت ارزیابی استعداد و مقدار جابجائی ناشی از گسترش جانبی می‌توان حداقل از یکی از سه رویکرد تحلیلی، تجربی یا عددی استفاده نمود.

طراحی لرزه‌ای پی برای مقاومت در برابر گسترش جانبی باید بگونه‌ای انجام شود که جابجایی افقی در بالای پی یا تنش‌های ناشی از آن از مقادیر مجاز مربوط به هر سازه فراتر نرود. علاوه بر طراحی مقاوم پی ساختمان، طراحی پی باید به گونه‌ای باشد که ساختمان از نظر کلی نیز ایمن باشد. برای این منظور طراحی لرزه‌ای سازه و پی مربوطه باید در سه حالت زیر انجام شود و نتایجی که بزرگترین اثر را مشخص می‌کند در طراحی پی و سازه اعمال شود:

حالتی که فرض می‌شود گسترش جانبی اتفاق خواهد افتاد

حالتی که فرض می‌شود تنها روانگرایی اتفاق خواهد افتاد.

حالتی که فرض می‌شود هیچکدام از روانگرایی و گسترش جانبی اتفاق نخواهد افتاد. در این صورت بایستی در طراحیها یا از طیف طراحی برای خاک نرم یا از طیف حاصل از مطالعات ویژه ساختگاهی بدون در نظر گرفتن وقوع روانگرایی استفاده نمود.

در حالاتی که اثرات گسترش جانبی، در طراحی پی‌های سطحی و عمیق در نظر گرفته می‌شود، برای مطالعه عملکرد لرزه‌ای پی اثر آن باید بصورت یک فشار افقی منظور گردد. بدیهی است که در این حالت نیازی به اضافه نمودن نیروی اینرسی دینامیکی افقی زلزله ناشی از وزن سازه به نیروهای افقی ناشی از گسترش جانبی برای طراحی بخش‌های زیرزمینی سازه نمی‌باشد.

### ٤-٣-٧-٧ پیشگیری از مخاطرات ناشی از روانگرایی

چنانچه محاسبات مربوط به پتانسیل روانگرایی، نشست ناشی از روانگرایی یا گسترش جانبی و نیز سایر عوارض روانگرایی نشان‌دهنده وقوع قطعی روانگرایی و نشست غیرمجاز یا گسترش جانبی باشد باید با در نظر گرفتن ملاحظات فنی، اجرایی و اقتصادی روش مناسبی برای پیشگیری یا تقلیل عوارض روانگرایی به کار گرفته شود. طراحی و اجرای روش‌های پیشگیری باید توسط متخصصین ژئوتکنیک لرزه ای انجام شود.

### ٤-٧-٧ ناپایداری شیب‌ها و زمین لغزش

چنانچه ساختمان یا سازه‌ای در مجاورت یا بر روی شیب قرار گیرد بررسی ناپایداری استاتیکی و لرزه‌ای شیب باید انجام گیرد. در خصوص ساختمان‌های با اهمیت کم و متوسط توصیه می‌شود از روش شبه استاتیکی برای کنترل پایداری لرزه‌ای شیبها استفاده شود. در روش شبه‌استاتیکی نیروهای افقی و قائم وارده بر شیب برآورد شده و به همراه نیروهای استاتیکی ثقلی و نیروهای مقاوم وارده بر شیب برای محاسبه ضریب اطمینان پایداری مورد استفاده قرار می‌گیرند. در خصوص سازه‌های با اهمیت بالا و همچنین در صورت نیاز به محاسبه تغییرشکلهای لرزه‌ای خصوصاً باید از تحلیل‌های تنش- تغییرشکل مناسب استفاده می‌شود. برای محاسبه نیروهای شبه‌استاتیکی می‌توان از روابط ٧-٧-٢ و ٧-٧-٣ استفاده کرد:

$$F_h = k_h . W \qquad (٧-٧-٢)$$

$$F_v = k_v . W \qquad (٧-٧-٣)$$

$k_h$ و $k_v$ به ترتیب ضرایب مولفه های افقی و قائم زلزله هستند که از تقسیم مقادیر شتاب زلزله بر شتاب ثقل زمین بدست می‌آیند. در صورتی‌که شتاب قائم زلزله معلوم نباشد برای تخمین نیروی شبه‌استاتیکی قائم برای زلزله‌های میدان دور می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$F_v = 0.5F_h \qquad (٧-٧-٤)$$

مقدار $k_h$ باید معرف شتاب متوسط وارده بر شیب باشد و معمولا تابعی از ارتفاع و انعطاف‌پذیری شیب است. این ضریب معمولا باید با ضریب اطمینان قابل پذیرش $FS_a$ متناسب باشد. هر دو مقدار مذکور باید به‌گونه ای تعیین شوند که میزان جابجایی دائمی مجاز برای شیب (برای آسیب‌ندیدن سازه رویی) به

حداکثر ۵۰ میلی‌متر محدود شود. بدیهی است محاسبه دقیق میزان جابجایی لرزه‌ای خصوصاً برای ساختمان‌های با اهمیت بالا از تحلیل‌های تنش-تغییرشکل بدست می‌آید. برای ساختمان‌های متعارف و شیروانی‌های تا ارتفاع ۳۰ متر مقدار $k_h=0.5A$ و $FS=1.1$ در نظر گرفته شود. A نسبت شتاب مبنای طرح بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ است

### ۵-۷-۷ مخاطره گسلش سطحی

منظور از گسلش سطحی جابجایی بزرگ برشی است که با انتشار گسیختگی ناشی از جابجایی گسل در لایه‌های رسوبی سطحی ایجاد شده و به سطح زمین رسیده و سازه‌های رویی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ضروری است که امکان ایجاد گسلش سطحی در موقعیت ساختگاه پروژه با استفاده از نقشه معتبر محدودهٔ گسلش سطحی گسل‌ها(در صورت وجود) یا با مطالعه توسط کارشناس مجرب مشخص گردد. و مناسبترین راهکار برای کاهش خسارات و خطرات گسلش سطحی استفاده از کاربری مناسب در محدوده ناحیه گسیختگی است. این محدوده را می‌توان تا ۲۰ متر از طرفین خط اصلی گسلش سطحی در نظر گرفت. داخل این محدوده باید از کاربری‌هایی که حداقل ساخت‌وساز در آن انجام می‌گیرد استفاده شود.

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

## مبحث هشتم

## طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش دوم ۱۳۹۲

| | |
|---|---|
| **عنوان ونام پدیدآور:** | طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی/ تهیه کننده دفتر امور مقررات ملّی ساختمان، وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان. |
| **وضعیت ویراست:** | [ویراست ۲]. |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲. |
| **مشخصات ظاهری:** | ر، ۷۹ص. مصور، جدول |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۸. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۲۳-۹ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **یادداشت:** | عنوان دیگر: مبحث هشتم - طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی |
| **عنوان دیگر:** | مبحث هشتم – طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی. |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - صنعت و تجارت - - قوانین و مقررات - - ایران. |
| **موضوع:** | مصالح ساختمانی. |
| **موضوع:** | مصالح ساختمانی - - استانداردها. |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان. |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۸. |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲/الف۹م۷ ۸.ج ۱۳۹۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۹۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۳۴۱۹۴۸۹ |

# نام کتاب: مبحث هشتم طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۲۳-۹ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۲ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۳۰،۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**عباس آخوندی**
**وزیر راه و شهرسازی**

## مقدمه

در کشورهای مختلف به منظور نیل به اهدافی از جمله ایمنی، سلامت، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه، تدوین و ضوابط و مقرراتی را در بخشهای مختلف فعالیتهای ساختمانی مدنظر قرار داده‌اند، به نحوی که در دنیای امروز کمترین کشوری را می‌توان یافت که با تدوین قوانین عمومی یا اختصاصی، فعالیت‌های ساختمانی را تحت نظم در نیاورده باشد.

در کشور ما نیز وزارت راه و شهرسازی در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان را با رویکرد توجه به شرایط اقلیمی و اجرایی کشور و اقتصادی و معیشتی مردم در دستور کار خود قرار داده است.

در برنامه‌ریزی‌های انجام شده از سال ۱۳۸۷ تاکنون بر تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان با هدف آشنایی و هماهنگی دست‌اندرکاران ساخت و ساز با علوم فنی- مهندسی روز دنیا و با هدف ارتقاء کیفیت ساخت و سازها توجه ویژه‌ای شده است. همچنین با هدف شفاف‌سازی و ارائه توضیحات مفهومی درخصوص مباحث مذکور، تهیه راهنماهای مربوطه نیز به جد، در دستور کار دفتر مقررات ملّی ساختمان قرار گرفته است.

آنچه مسلم است شهرداری‌ها بعنوان دستگاه مسئول عهده‌دار کنترل ساخت و ساز در شهرها مهمترین وظیفه را در رعایت مقررات ملّی ساختمان بر عهده دارند که می‌بایست با همکاری سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان و سازمان ملّی استاندارد ایران و همچنین با استفاده از کمک تشکل‌های حرفه‌ای نسبت به ترغیب و تشویق استفاده از روش‌های نوین ساخت و حفاظت از طرح‌های بالادستی شهری در این خصوص اقدام کنند.

لازم می‌دانم در اینخصوص از حمایت‌های وزیر محترم راه و شهرسازی، اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مزبور و همکارانم در دفتر مقررات ملّی ساختمان که تلاش آنها منتج به تهیه و ابلاغ این مبحث گردیده است، صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم و از همه علاقمندان و مهندسان و مرتبطین با حوزه ساخت و ساز تقاضا کنم که هرگونه ایراد و اصلاحی را که نیاز می‌دانند به این دفتر ارسال نمایند.

**غلامرضا هوائی**

**مدیر کل مقررات ملّی ساختمان**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

- دکتر محمدعلی اخوان بهابادی — عضو
- مهندس محمدرضا اسماعیلی — عضو
- دکتر اباذر اصغری — عضو
- دکتر شهریار افندی‌زاده — عضو
- دکتر محمدحسن بازیار — عضو
- دکتر منوچهر بهرویان — عضو
- مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده — عضو
- دکتر علیرضا رهایی — عضو
- دکتر اسفندیار زبردست — عضو
- مهندس ابوالفضل صومعلو — رئیس
- دکتر محمدتقی کاظمی — عضو
- دکتر ابوالقاسم کرامتی — عضو
- دکتر محمود گلابچی — عضو
- دکتر غلامرضا هوائی — نایب رئیس و عضو

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

- دکتر مسعود سلطانی محمدی — عضو
- دکتر حمزه شکیب — عضو
- دکتر محمدزمان کبیر — رئیس
- دکتر محمودرضا ماهری — عضو

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

- مهندس سهیلا پاکروان — معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا
- دکتر بهنام مهرپرور — رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان

## مقدمه مبحث

استفاده از مصالح بنایی در اجرای ساختمان‌ها از دیر باز در ایران رواج داشته است. اکثر ساختمان‌های موجود در کشور خصوصاً در شهرهای کوچک، بخش‌ها، روستاها و همچنین در بافت‌های فرسوده و قدیمی کلان شهرها از نوع مصالح بنایی می‌باشد. آسیب‌پذیری قابل توجه این ساختمان‌ها در زمین لرزه‌های گذشته با عنایت به عدم رعایت صحیح ضوابط فنی، اهمیت تدوین به‌روزرسانی، ترویج مقررات ملّی ساختمان را آشکار می‌سازد. با توجه به اهتمام جدی دفتر امور مقررات ملّی ساختمان جهت بازنگری و بروز نمودن مباحث، کمیته مبحث هشتم پس از تدوین آخرین ویرایش مبحث در سال ۱۳۸۴، کمیته بازنگری را در سال ۱۳۹۱ تشکیل و مجدداً ارزیابی و بازنگری مطالب را آغاز نمود که خوشبختانه با برگزاری جلسات فشرده در تابستان ۱۳۹۲ پیش‌نویس ویرایش جدید این مبحث آماده شد و در معرض نظرخواهی صاحبنظران و مهندسان قرار گرفت و به تصویب شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان رسید. در این ویرایش نسبت به چاپ پیشین تغییرات زیر انجام شده است:

۱. در فصل اول ویرایش جدید تعاریف اولیه مورد نیاز این مبحث از مقررات ملّی ساختمان به صورت موردی ارائه شده است.
۲. فصل دوم از ویرایش جدید به معرفی خصوصیات مصالح مورد استفاده می‌پردازد که نسبت به ویرایش پیشین مفصل‌تر بوده و اطلاعات بیشتری جهت انتخاب مصالح در اختیار مهندسان قرار خواهد داد.
۳. در ویرایش جدید این مبحث، فصل سوم تحت عنوان "الزامات عمومی" به مباحث قبلی اضافه شده است که رعایت این ضوابط در کلیه ساختمان‌های موضوع این مبحث الزامی می‌باشد.
۴. فصل چهارم ویرایش جدید به ارائه ضوابط "ساختمان‌های بنایی مسلح" اختصاص داده شده است. این ساختمان‌ها با توجه به اینکه عملکرد مناسبی در مقابل بار زلزله داشته و نیز به دلیل هزینه ساخت کمتر نسبت به سایر ساختمان‌ها، در کشورهای دیگر بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. لذا کمیته مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان کلیات طراحی و اجرای این

ساختمان‌ها را به عنوان یک گام اولیه و با امید به استفاده هر چه بیشتر این سازه‌ها در کشور، در فصل چهارم ارائه نموده است.

۵. در فصل ششم ویرایش جدید نیز فصل‌های "ساختمان‌های بنایی بدون کلاف"، "ساختمان‌های خشتی" و "ساختمان‌های سنگی" ویرایش پیشین ادغام شده و قسمت‌های تکراری آن‌ها حذف گردیده است.

ویرایش جدید مبحث هشتم نیز مانند سایر تألیفات بشری عاری از اشتباه نمی‌باشد، لذا از محققان و مهندسان محترم خواهشمندیم نظرات اصلاحی و تکمیلی خود را جهت بررسی در اختیار این کمیته قرار دهند.

**کمیته تخصصی مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان**

## فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| **۸-۱ کلیات** | **۱** |
| ۸-۱-۱ دامنه کاربرد | ۱ |
| ۸-۱-۲ تعریف‌ها | ۲ |
| **۸-۲ مشخصات مصالح و کنترل کیفیت** | **۹** |
| ۸-۲-۱ کلیات | ۹ |
| ۸-۲-۲ مصالح ساختمانی | ۹ |
| **۸-۳ الزامات عمومی** | **۲۳** |
| ۸-۳-۱ کلیات | ۲۳ |
| **۸-۴ ساختمان‌های بنایی مسلح** | **۳۳** |
| ۸-۴-۱ کلیات | ۳۳ |
| ۸-۴-۲ تحلیل و طراحی | ۳۴ |

۸-۴-۳ ضوابط و جزئیات مسلح کردن برای مناطق با خطر نسبی کم ۳۶
۸-۴-۴ ضوابط جزئیات مسلح کردن برای مناطق با خطر نسبی متوسط ۴۰
۸-۴-۵ ضوابط ویژه برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد ۴۱

**۸-۵ ساختمان‌های بنایی محصور شده با کلاف ۴۵**
۸-۵-۱ کلیات ۴۵
۸-۵-۲ محدوده کاربرد ۴۵
۸-۵-۳ ساختگاه ۴۵
۸-۵-۴ مصالح ۴۶
۸-۵-۵ طرح و اجرا ۴۶

**۸-۶ ساختمان‌های بنایی غیر مسلح ۶۳**
۸-۶-۱ کلیات ۶۳
۸-۶-۲ محدوده کاربرد ۶۳
۸-۶-۳ ساختگاه ۶۳
۸-۶-۴ مصالح ۶۴
۸-۶-۵ طرح و اجرا ۶۴

# ۸-۱ کلیات

## ۸-۱-۱ دامنه کاربرد

این مبحث شامل ضوابط طراحی مهندسی و ساخت ساختمان‌های بنایی است و برای آن دسته از اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای تدوین شده است که در ساخت آن‌ها از مصالح بنایی استفاده می‌شود. مصالح مصرفی در ساخت ساختمان‌های بنایی باید ضوابط مندرج در این مبحث را دارا باشند و باید طوری انتخاب شوند که ضوابط طراحی از نظر ایمنی، عملکرد سازه‌ای، پایایی و شکل ظاهری سازه با توجه کافی به شرایط محیطی تأمین شود.

استانداردهای پذیرفته شده در این مبحث، استانداردهای ملّی ایران است و باید در همه زمینه‌ها به آن‌ها رجوع شود. اگر در مورد پاره‌ای از مسائل اشاره شده در این مبحث، استانداردهای داخلی تهیه نشده باشد، استانداردهای معتبر بین‌المللی باید ملاک عمل قرار گیرد.

ضوابط کلی و مقررات مربوط به ساختمان‌های بنایی باید در چارچوب مفاد مندرج در این مبحث و سایر مباحث مرتبط مقررات ملّی ساختمان باشد.

این مبحث از مقررات ملّی ساختمان شامل ساختمان‌های زیر می‌باشد:

**الف- ساختمان بنایی مسلح**

ساختمان بنایی مسلح ساختمانی است که با آجر، سنگ یا بلوک سیمانی یا ترکیبی از آن‌ها ساخته شده و در آن میلگردهای فولادی به همراه مصالح بنایی برای تحمل نیرو به‌کار می‌روند. در این ساختمان‌ها معمولاً از واحد بنایی برای تحمل فشار و از میلگردهای فولادی برای تحمل کشش استفاده می‌شود.

**ب- ساختمان بنایی محصور شده با کلاف**

ساختمانی است که با آجر، سنگ یا بلوک سیمانی یا ترکیبی از آن‌ها ساخته شده و در آن تمام بارهای قائم و نیروهای جانبی توسط دیوارها تحمل می‌شوند. کلاف‌ها در این ساختمان‌ها با نقش محصور کنندگی خود باعث افزایش یکپارچگی و شکل‌پذیری دیوارها می‌شوند.

**پ- ساختمان بنایی غیرمسلح**

ساختمانی است که در ساخت آن از آجر، بلوک سیمانی، سنگ و یا خشت استفاده شده و در آن دیوارها فشار ناشی از بارهای قائم و تا حدودی برش ناشی از نیروهای جانبی را تحمل می‌کنند.

### ۸-۱-۲ تعریف‌ها

در این مبحث واژه‌ها و عبارت‌های تعریف شده به صورت زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند و در مورد سایر اصطلاحات، مفهوم عام آن‌ها مورد نظر است.

#### ۸-۱-۲-۱ آجر نما

آجری است که به طور خاص برای نمای ساختمان تولید می‌شود.

#### ۸-۱-۲-۲ ابعاد مشخصه

به ابعادی از اجزای ساختمان مانند آجر و بند گفته می‌شود که کلیه محاسبات ابعاد بر مبنای آن‌ها صورت می‌گیرد.

#### ۸-۱-۲-۳ ابعاد اسمی واحد مصالح بنایی

ابعاد اسمی واحد مصالح بنایی برابر است با ابعاد مشخصه، به اضافه نصف ضخامت بند یا بندهایی که در اطراف آن قرار دارد (به تعریف واحد مصالح بنایی مراجعه شود).

#### ۸-۱-۲-۴ ابعاد واقعی

ابعاد واقعی عبارت است از ابعاد اندازه‌گیری شده عناصر بنایی مانند آجر، جرز، ستون و دیوار.

### ۸-۱-۲-۵ ارتفاع مؤثر

آن بعد از دیوار یا ستون که برای محاسبه نسبت لاغری در نظر گرفته می‌شود.

### ۸-۱-۲-۶ بست دیوار

بست مکانیکی فولادی است که لایه‌های بنایی را به یکدیگر یا به مصالح دیگر متصل می‌کند.

### ۸-۱-۲-۷ بند بستر(افقی)

لایه افقی ملات که واحد بنایی بر روی آن قرار داده می‌شود.

### ۸-۱-۲-۸ بند کله(قائم)

بند قائم بین قطعات بنایی که با ملات یا دوغاب پر می‌شود.

### ۸-۱-۲-۹ بند گلویی

فضایی خالی که به صورت قائم در طول یک لایه بنایی (یا واحد بنایی لایه‌ای) و قسمت ساخته شده پشت آن قرار دارد و با ملات یا دوغاب پر شده باشد.

### ۸-۱-۲-۱۰ پشت بند

عضوی است سازه‌ای با ضخامت کافی که در فواصل معینی از امتداد دیوار به منظور تأمین تکیه‌گاه جانبی یا تحمل بارهای متمرکز قائم، عمود بر امتداد دیوار ساخته می‌شود.

### ۸-۱-۲-۱۱ پوسته

به قسمت خارجی واحد مصالح بنایی توخالی پوسته گفته می‌شود.

### ۸-۱-۲-۱۲ پیوند ممتد

چیدمان واحدهای مصالح بنایی که فاصله افقی بندهای کله (قائم) در آن، در ردیف‌های متوالی، حداقل یک چهارم طول واحد مصالح بنایی باشد.

### ۸-۱-۲-۱۳ جان

بخش داخلی بنایی توخالی است، به همان نحو که در واحد بنایی قرار می‌گیرد.

### ۸-۱-۲-۱۴ جرز

عضو قائم مجزا که بُعد افقی آن نسبت به ضخامت بیشتر از ۳ و برابر یا کمتر از ۶ باشد و ارتفاع آن از ۵ برابر طولش کمتر باشد.

### ۸-۱-۲-۱۵ چگالی حقیقی

جرم موجود در واحد حجم واقعی ماده است.

### ۸-۱-۲-۱۶ چگالی ظاهری

جرم موجود در واحد حجم ظاهری ماده است.

### ۸-۱-۲-۱۷ حفره

فضایی خالی است که مساحت آن بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر مربع باشد.

### ۸-۱-۲-۱۸ تنگ

میلگردی که برای مقاومت در برابر برش یا پیچش در یک عضو سازه‌ای استفاده می‌شود و به شکل‌های U، L یا مستطیلی است.

### ۸-۱-۲-۱۹ دوغاب

مخلوطی از مصالح سنگی ریزدانه و سیمان است که آب کافی به آن اضافه شده تا مخلوط بدون این که اجزای تشکیل‌دهنده آن از یکدیگر جدا گردد، ریخته شود. به دوغاب ملات روان نیز گفته می‌شود.

### ۸-۱-۲-۲۰ دیوار

عضوی قائم است که طول آن بیشتر از شش برابر ضخامتش باشد.

### ۸-۱-۲-۲۱ دیوار باربر

دیواری است که به طور عمده، بارهای قائم را همراه با لنگر خمشی یا بدون آن، تحمل می‌کند.

### ۸-۱-۲-۲۲ دیوار سازه‌ای

دیواری است که برای مقاومت در برابر بارهای قائم یا جانبی و یا هر دو طراحی می‌شود و از اجزای اصلی پایداری ساختمان در طول عمر آن است.

### ۸-۱-۲-۲۳ دیوار غیرباربر

دیواری است که به طور عمده هیچ باری غیر از وزن خود را تحمل نمی‌کند.

### ۸-۱-۲-۲۴ ستون

عضو سازه‌ای قائمی است که بُعد بزرگ مقطع آن از سه برابر بُعد کوچک مقطع تجاوز نکند و ارتفاع آن حداقل سه برابر بُعد کوچک مقطع باشد.

### ۸-۱-۲-۲۵ ستون مسلح

عضو سازه‌ای قائمی است که در آن فولاد و واحد بنایی با هم، بارهای قائم و جانبی را تحمل می‌کنند.

### ۸-۱-۲-۲۶ سوراخ

فضایی خالی است که مساحت آن کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌متر مربع باشد.

### ۸-۱-۲-۲۷ ضخامت مؤثر

ضخامت یک دیوار یا ستون که برای محاسبه نسبت لاغری آن در نظر گرفته می‌شود.

### ۸-۱-۲-۲۸ طول مؤثر

طول یک دیوار که برای محاسبه نسبت لاغری آن در نظر گرفته می‌شود.

### ۸-۱-۲-۲۹ کلاف افقی

عضوی است که در جهت افقی و معمولاً در پای دیوارها، در زیر یا در تراز سقف‌ها و در تراز بالا یا پایین بازشوها ساخته می‌شود. این کلاف‌ها به صورت اعضای کششی یا فشاری، نیروهای اینرسی ناشی از زلزله را منتقل می‌کنند و مانع جدا شدن اجزای دیگر ساختمان مانند شالوده، سقف و دیوارها از یکدیگر می‌شوند.

### ۸-۱-۲-۳۰ کلاف قائم

عضوی است در جهت قائم که به منظور پیوند دیوارها به یکدیگر به کار می‌رود.

### ۸-۱-۲-۳۱ مساحت بستر

مساحتی که در صفحه‌ی بند در تماس با ملات باشد.

### ۸-۱-۲-۳۲ مساحت خالص

مساحت کل منهای مساحت هسته‌های فاقد دوغاب، شکاف‌ها، سوراخ‌ها، حفره‌ها و فرورفتگی‌ها و سطوح فاقد تماس با ملات را مساحت خالص می‌نامند.

### ۸-۱-۲-۳۳ مساحت کل

عبارت است از کل مساحت مقطع عرضی در مقطع بنایی مورد نظر.

### ۸-۱-۲-۳۴ مساحت مؤثر

عبارت است از حداقل مساحت بسترهای واحدهای توخالی یا مساحت کل واحدهای توپر به اضافه مساحتی که دوغاب ریخته شده است.

### ۸-۱-۲-۳۵ ملات

مخلوطی از مصالح سنگی و سیمان و یا چسباننده‌ها است که پس از مصرف شدن می‌گیرد و سفت و سخت می‌شود. ملات در بنایی به عنوان چسباننده قطعات بنایی به همدیگر و تبدیل آن‌ها به جسمی یکپارچه به‌کار می‌رود.

### ۸-۱-۲-۳۶ میلگرد بستر

میلگرد بستر از یک جفت مفتول طولی تغییرشکل یافته که مفتول‌های عرضی به صورت نردبانی یا خرپایی به آن جوش شده‌اند، تشکیل شده و در ابعاد مناسب برای قرارگیری در درزهای ملات بین ردیف‌های واحدهای بنایی نصب می‌شود.

### ۸-۱-۲-۳۷ واحد بنایی

واحد بنایی عبارت است از بخشی از دیوار، جرز و ستون که شامل ترکیبی از واحد مصالح بنایی و ملات است.

### ۸-۱-۲-۳۸ واحد مصالح بنایی

یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده واحد بنایی شامل آجر یا بلوک را واحد مصالح بنایی می‌نامند.

### ۸-۱-۲-۳۹ واحد مصالح بنایی توپر

واحد مصالح بنایی کاملاً همگنی است که هیچ‌گونه حفره یا سوراخی در آن وجود نداشته باشد.

### ۸-۱-۲-۴۰ واحد مصالح بنایی توخالی

واحد مصالح بنایی دارای فضاهای مختلف اعم از سوراخ‌ها، حفره‌ها و فرورفتگی‌ها است که حجم آن‌ها برابر با ۳۵ تا ۷۰ درصد از حجم کلی باشد.

### ۸-۱-۲-۴۱ واحد مصالح بنایی سوراخ‌دار

واحد مصالح بنایی است که دارای یک یا چند سوراخ با حجم کمتر از ۳۵ درصد حجم کلی باشد.

# ۸-۲ مشخصات مصالح و کنترل کیفیت

## ۸-۲-۱ کلیات

مصالح مصرفی در ساخت ساختمان‌های مشمول این مبحث باید علاوه بر ویژگی‌های مندرج در مباحث پنجم، نهم و دهم مقررات ملّی ساختمان، دارای مشخصات این فصل نیز باشند. در صورتی که برای مصالحی در این فصل و مباحث پنجم و نهم مقررات ملّی ساختمان، ضوابطی تصریح نشده باشد، کیفیت مصالح باید بر مبنای نتایج آزمایش‌های مناسب تعیین شده و به تأیید دستگاه نظارت برسد.

در مورد مصالح مصرفی ساختمان‌های مشمول این مبحث رعایت موارد کلی زیر الزامی است:

الف) لازم است تا حد امکان از مصالحی که نسبت مقاومت به وزن آن‌ها زیاد است برای عضوهای سازه‌ای و از مصالح سبک برای عضوهای غیرسازه‌ای استفاده شود تا وزن ساختمان کاهش یابد.

ب) کلیه مصالح مصرفی در ساختمان‌های مشمول این مبحث باید به گونه‌ای انبار شوند که در زمان استفاده تمیز و از نظر فنی برای استفاده مورد نظر، مناسب باشند.

## ۸-۲-۲ مصالح ساختمانی

### ۸-۲-۲-۱ سنگدانه‌ها

مصالح سنگی بتن سیمانی و آهکی، باید سخت، تمیز و بادوام بوده و از هرگونه پوسیدگی و لایه‌های تورم پذیر یا تراکم پذیر (هنگام مجاورت با هوا) و مواد شیمیایی مضر برای بتن و میلگرد و

لایه‌های سست، کلوخه‌های رسی و ذرات میکا عاری باشد. مشخصات ماسه مصرفی باید با موارد عنوان شده در مباحث ۵ و ۹ مقررات ملّی ساختمان مطابقت داشته باشد.

### ۸-۲-۲-۲ چسباننده‌ها

**الف) سیمان**

با توجه به ملاحظات طراحی و شرایط محیطی، می‌توان از سیمان پرتلند نوع یک، دو یا سه، سیمان سرباره‌ای و سیمان پرتلند سرباره‌ای انواع پ-س، پ-س-۵ و س، سیمان پرتلند پوزولانی، سیمان پرتلند آهکی، سیمان بنایی، سیمان پرتلند سفید و سیمان تراس در ساخت ساختمان‌های بنایی استفاده کرد. ویژگی‌های انواع مختلف سیمان مطابق با استانداردهایی است که در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان اشاره شده است. در مواردی که به عنوان و شماره استانداردها در مبحث پنجم اشاره نشده باشد، استانداردهای ملّی ایران و در غیر این‌صورت استانداردهای معتبر خارجی ملاک عمل می‌باشد.

**ب) آهک**

آهک مصرفی در ساخت ملات، شفته و بتن آهکی و خشت‌های تثبیت شده معمولاً از نوع آهک سفید است. ویژگی‌های آهک ساختمانی و آهک زنده برای مصارف ساختمانی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران باشند. همچنین آهک باید به صورت شیر آهک مصرف شود.

**پ) گچ**

گچ مورد استفاده در کارهای بنایی باید با استاندارد ملّی ایران مطابقت داشته باشد.

**ت) خاک رس**

خاک رس مصرفی باید عاری از مواد آلی، ریشه گیاهان و سایر بقایای نباتی باشد و خاصیت واگرایی نداشته باشد.

### ۸-۲-۲-۳ آب

آب مصرفی باید تمیز و صاف بوده و عاری از مقادیر زیان‌آور روغن‌ها، اسیدها، قلیایی‌ها، نمک‌ها، مواد قندی، مواد آلی یا مواد دیگری باشد که ممکن است به کارهای ساختمانی به ویژه بتن، ملات‌ها، میلگردها و سایر اقلام مدفون در کار آسیب برسانند. معمولاً آب آشامیدنی زلال، بی‌بو،

بی‌رنگ و بدون طعم را می‌توان در ساخت بتن و ملات در مناطقی که خطر خوردگی وجود نداشته باشد مورد استفاده قرار داد. مصرف آبی که دارای خزه است برای ساختن بتن و ملات مناسب نیست. همچنین آب گل آلود را باید قبل از مصرف از میان حوضچه‌های ته‌نشین گذراند و یا با روش‌های دیگر تصفیه کرد تا مقدار لای و رس آن کاهش یابد.

### ۸-۲-۲-۴ واحد مصالح بنایی

واحدهای مصالح بنایی بر حسب شکل ظاهری به سه نوع تقسیم می‌شود:

الف) واحدهای مصالح بنایی توپر

ب) واحدهای مصالح بنایی سوراخ‌دار

پ) واحدهای مصالح بنایی توخالی (انواع ۱، ۲ و ۳)

ضوابط هندسی واحدهای بنایی در جدول ۸-۲-۱ آمده است.

**جدول ۸-۲-۱: ضوابط هندسی گروه‌های مختلف آجر رسی و بلوک‌های سیمانی**

<table dir="rtl">
<tr><th colspan="7">آجر رسی یا بلوک سیمانی</th></tr>
<tr><th rowspan="3">سوراخ‌دار</th><th colspan="6">توخالی</th></tr>
<tr><th colspan="3">آجر رسی</th><th colspan="3">بلوک سیمانی</th></tr>
<tr><th>نوع ۱</th><th>نوع ۲</th><th>نوع ۳</th><th>نوع ۱</th><th>نوع ۲</th><th>نوع ۳</th></tr>
<tr><td colspan="7">حجم فضاهای خالی نسبت به حجم کل</td></tr>
<tr><td>٪۳۵ ≥</td><td>٪۳۵ < و ٪۴۵ ></td><td>٪۴۵ < و ٪۵۵ ></td><td>٪ ۵۵< و ٪۷۰ ≥</td><td>٪۳۵ < و ٪۵۰ <</td><td>٪۵۰ < و ٪۶۰ ></td><td>٪ ۶۰< و ٪۷۰ ≥</td></tr>
<tr><td colspan="7">حجم هر فضای خالی نسبت به حجم کل</td></tr>
<tr><td>٪۱۰ ≥</td><td>≥ ٪۱۲/۵</td><td>≥ ٪۱۲/۵</td><td>محدود به مساحت</td><td>≥ ٪۱۲/۵</td><td>≥ ٪۱۲/۵</td><td>محدود به مساحت (رجوع به بند زیر)</td></tr>
<tr><td colspan="7">مساحت هر فضای خالی</td></tr>
<tr><td>محدود به حجم</td><td>محدود به حجم</td><td>محدود به حجم</td><td>برای چندحفره ۲۸۰۰< میلی‌متر مربع<br>برای تک حفره ۱۸۰۰۰ ≤ میلی‌متر مربع باشد</td><td colspan="2">(رجوع به بند بالا)</td><td>برای چندحفره ۲۸۰۰< میلی‌متر مربع<br>برای تک حفره ۱۸۰۰۰ ≤ میلی‌متر مربع باشد</td></tr>
<tr><td colspan="7">مجموع ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در هر جهت نسبت به کل طول یا عرض در همان جهت</td></tr>
<tr><td>٪۳۰ ≤</td><td>٪۳۰ ≤</td><td>٪۲۰ ≤</td><td>بدون محدودیت</td><td>٪۳۰ ≤</td><td>≤ ٪۲۰</td><td>بدون محدودیت</td></tr>
</table>

**۸-۲-۲-۴(پ)** در مناطق با خطر نسبی زلزله خیلی زیاد و زیاد، واحدهای مصالح بنایی توخالی که در دیوارهای سازه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند باید دارای شرایط زیر باشند:

۱- واحدهای مصالح بنایی توخالی نوع ۲ و ۳، تنها در دیوارهای غیر سازه‌ای مجاز است.

۲- در واحدهای مصالح بنایی سوراخ‌دار و توخالی، سوراخ‌ها باید عمود بر سطح بزرگ واحد مصالح بنایی و به طور یکنواخت در سطح آن توزیع شود. اندازه سوراخ‌های مربعی و قطر سوراخ‌های دایره‌ای باید حداکثر به ۲۵ میلی‌متر محدود شود و ضخامت جداره بین سوراخ و لبه واحد مصالح بنایی بیش از ۱۵ میلی‌متر و فاصله بین دو سوراخ بیش از ۱۰ میلی‌متر باشد. در صورت تأمین نشدن شرایط فوق، بکار بردن این واحدهای مصالح بنایی فقط در دیوارهای غیر سازه‌ای مجاز است.

۳- ضخامت پوسته‌ها نباید کمتر از ۱۵ میلی‌متر باشد.

۴- جان آجر توخالی باید در کل عرض واحد مصالح بنایی امتداد یابد.

**۸-۲-۲-۴-۱ آجر**

۱- آجر باید کاملاً پخته، یکپارچه و سخت باشد و هرگاه با یک آجر به آجر دیگر ضربه‌ای وارد آید، صدای مشخص زنگداری تولید شود.

۲- مقاومت فشاری آجر باید منطبق با مشخصات طراحی و حداقل ۵ مگاپاسکال باشد.

۳- چگالی حقیقی هر دو نوع آجر توپر و سوراخ‌دار نباید از ۱۷۰۰ و چگالی ظاهری آن‌ها از ۱۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب کمتر شود.

۴- آجرهای مصرفی در نما باید مطابق استاندارد ملّی ایران، عاری از معایب ظاهری مانند ترک‌خوردگی، شوره‌زدگی، آلوئک و نظایر آن باشد. از آجرهای کاملاً پخته استفاده شود و آجرها نباید مکنده آب باشند. درصد جذب آب برای آجرهای در مجاورت آب مانند آجرهای نما نباید بیش از ۵ درصد باشد.

**۸-۲-۲-۴-۲ بلوک سیمانی**

**الف) بلوک‌های دیواری**

بلوک‌های سیمانی توخالی که در ساختمان مصرف می‌شود باید با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ملّی ایران و موارد زیر مطابق باشد:

۱- بلوک‌های ساخته شده از شن و ماسه طبیعی رودخانه‌ای یا شکسته، دارای وزن ویژه‌ای معمولی و در حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب هستند. بلوک‌های با وزن ویژه کمتر از ۱۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب را سبک به حساب می‌آورند. در صورتی که وزن ویژه بلوک بین ۱۷۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در متر مکعب باشد آنرا نیمه سبک به شمار می‌آورند.

۲- عرض لبه‌هایی از بلوک سیمانی که ملات روی آن پخش نمی‌شود باید حداقل۱۰ میلی‌متر و حداکثر ۱۲ میلی‌متر باشد.

۳- برای بلوک‌های سیمانی مورد استفاده در دیوار باربر، خلاصه ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در جدول ۸-۲-۲ آمده است.

۴- مخلوط بتن مصرفی در ساخت بلوک باید از یک پیمانه سیمان پرتلند و ۳/۵ پیمانه شن (به درشتی حداکثر نصف ضخامت نازکترین دیواره بلوک) و ۲/۵ پیمانه ماسه و ۱۵۰-۱۳۰ لیتر آب برای بتن لرزیده یا ۱۸۰-۱۶۰ لیتر برای بتن نلرزیده در هر متر مکعب تشکیل شده باشد، اختلاط می‌تواند با دست یا ماشین انجام شود.

**جدول ۸-۲-۲: ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها**

| عرض بلوک سیمانی (میلی‌متر) | حداقل ضخامت پوسته (میلی‌متر)[۱] | حداقل ضخامت جان (میلی‌متر)[۱][۲] | ضخامت جان معادل (میلی‌متر بر متر طول)[۳] |
|---|---|---|---|
| ۷۶/۲ و ۱۰۲ | ۲۰ | ۲۰ | ۱۳۶ |
| ۱۵۲ | ۲۵ | ۲۵ | ۱۸۸ |
| ۲۰۳ | ۳۲ | ۲۵ | ۱۸۸ |
| ۲۵۴ و بزرگتر | ۳۲ | ۲۹ | ۲۰۹ |

(۱) برای بلوک‌های سیمانی کاملاً دوغاب شده ضخامت پوسته و جان نباید کمتر از ۱۶ میلی‌متر باشد

(۲) برای بلوک‌های سیمانی با فاصله بین جان‌ها کمتر از ۲۵ میلی‌متر، حداقل ضخامت جان ۲۰ میلی‌متر می‌باشد.

(۳) بلوک‌های سیمانی دوغاب شده کامل یا به شکل جزئی، از این ضوابط مستثنی هستند. در این موارد برای محاسبه ضخامت جان معادل باید طول دوغاب شده از طول بلوک کسر شود.

**ب) بلوک‌های سقفی**

ضخامت تیغه‌های بلوک سقفی باید حداقل ۱۵ میلی‌متر و عرض تکیه‌گاه بلوک سقفی بر روی تیرچه دست کم ۲۰ میلی‌متر باشد.

**۸-۲-۲-۴-۳ سنگ**

**الف) ویژگی‌های سنگ مصرفی**

۱- سنگ مصرفی در ساخت ساختمان‌های سنگی از کوه تأمین می‌شود و در صورت بزرگ بودن باید به وسیله پتک یا دیگر ابزار دستی به قطعات کوچکتر تقسیم شود.

۲- وزن قطعه سنگ مورد مصرف برای ساخت دیوار سنگی باید در حدی باشد که یک نفر بتواند آن را برداشته و در دیوار جای دهد.

۳- سنگ‌هایی که در ساخت اعضای باربر مانند دیوارهای باربر، دیوارهای حائل و شالوده‌ها به کار برده می‌شوند باید از نظر ظاهر یکنواخت و بدون ترک، رگه‌های سست و سایر کانی‌هایی باشند که بر اثر عوامل جوی و هوازدگی خراب شده و به استحکام آن‌ها لطمه می‌زنند.

۴- استفاده از قلوه سنگ مجاز نیست مگر اینکه به صورت شکسته و در ابعاد مورد نظر این فصل مصرف شود.

۵- ابعاد قطعه سنگ مصرفی باید حداقل ۱۵۰ میلی‌متر و حداکثر به اندازه پهنای دیوار باشد. در صورت استفاده از سنگ‌های کوچکتر، کاربرد آن‌ها فقط به عنوان سنگ‌های پرکننده مجاز است.

۶- استفاده از سنگ‌های کهنه در صورتی که با شرایط این فصل منطبق باشند مجاز است.

۷- سنگ‌های مصرفی در اقلیم‌های سرد باید در برابر یخبندان پایدار بوده و ضوابط مندرج در مشخصات و استانداردهای مربوطه را تأمین نمایند.

**ب) حداقل ضوابط لازم برای سنگ‌های مصرفی**

مقاومت فشاری سنگ‌ها برای کارهای بنایی باربر نباید کمتر از ۱۵ مگاپاسکال باشد. جذب آب سنگ‌های رگی حداکثر ۵٪ و ضریب نرم شدن سنگ در آب، در مورد سنگ‌های باربر و نما دست کم ۷۰٪ است. جذب آب مجاز در استاندارد ایران برای سنگ‌های آهکی متراکم ۱۵٪، سنگ‌های آهکی متخلخل ۲۵٪ و در مورد توف‌ها ۳۰٪ تعیین شده است.

**تبصره:** ضریب نرم شدن سنگ در آب عبارتست از نسبت مقاومت فشاری نمونه خیس شده در آب به مدت حداقل ۲۴ ساعت به مقاومت فشاری همان سنگ در حالت خشک.

### ۸-۲-۲-۴-۴ خشت

۱- سطوح خشت باید صاف باشد.

۲- مقاومت فشاری خشت باید حداقل ۱/۲ مگاپاسکال باشد.

۳- خشت باید در محیطی بدون باد و بدون احتمال ریزش برف و باران، خشک گردد به طوری که در زمان مصرف رطوبت آن کمتر از ۴ درصد باشد.

۴- ابعاد خشت‌ها از ۵۰×۲۰۰×۲۰۰ میلی‌متر تا ۶۰×۲۵۰×۲۵۰ میلی‌متر بوده و باید هم‌اندازه هم باشند.

### ۸-۲-۲-۵ فولاد

**الف) میلگرد**

۱- ویژگی‌های میلگردهای گرم نوردیده فولادی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان و میلگردهای فولادی تولید شده به روش کشش سرد و میلگردهای گالوانیزه باید مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد.

۲- برای مسلح نمودن قائم و افقی دیوارها و کلاف‌ها، میلگرد آجدار با مقاومت تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال قابل استفاده است.

۳- میلگردهای فولادی باید تمیز و عاری از پوسته‌های رنگ، روغن، گرد و خاک و هر نوع آلودگی دیگر باشند، زیرا این آلودگی‌ها سبب کاهش چسبندگی بین ماده چسباننده (بتن، ملات دوغابی، ملات) و میلگرد می‌شود.

**ب) فولادهای ساختمانی**

۱- قطعات فولادی اعم از نیمرخ‌های نورد شده و ورق باید از نواقصی که به مقاومت یا شکل ظاهری آن‌ها لطمه می‌زند، عاری باشند. استفاده از قطعات زنگ زده و پوسته پوسته شده مجاز نیست، مگر اینکه به وسیله ماسه‌پاشی یا برس‌زنی کاملاً تمیز گردند. در این حالت چنانچه

سطح مقطع نیمرخ‌ها ضعیف شده باشد، سطح واقعی ضعیف شده باید در محاسبات استحکام سازه منظور گردد.

۲- فولادهای غیر استاندارد و نامشخص را در صورت نداشتن عیوب سطحی و ظاهری می‌توان در بخش‌هایی از ساختمان‌که دارای اهمیت در ایمنی بهره‌برداری نبوده و در مکان‌هایی که این فولادها روی استحکام ساختمان اثر سوئی به جا نمی‌گذارند، مانند اجزای غیر سازه‌ای به کار برد.

۳- خواص فولادهای ساختمانی باید مطابق استانداردهای ملّی ایران باشد.

**پ) اتصال دهنده‌ها**

بست‌های دیوار و مهارهایی که با سیم‌های فولادی ساخته می‌شوند و دیگر بست‌ها و مهارهای فولادی، تا تعیین استاندارد لازم برای آن‌ها باید مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی تهیه و استفاده شوند. بست‌ها و مهارهای ساخته شده از مس، برنج یا دیگر فلزات مقاوم در برابر خوردگی باید حداقل مقاومت تسلیم ۲۰۰ مگاپاسکال را داشته باشند.

**ت) شبکه فولاد جوش شده**

شبکه فولادی جوش شده باید مطابق با استاندارد ملّی ایران باشد.

### ۸-۲-۲-۶ ملات‌ها

ملات مخلوطی است از ماده‌ای چسباننده، ماسه و آب که در صورت لزوم برای رسیدن به کارایی مورد نظر، مواد افزودنی به آن اضافه می‌شود. در استفاده از ملات محدودیت‌های زیر باید رعایت شود:

۱- در ساخت ساختمان‌های خشتی استفاده از ملات گل، کاهگل و گل آهک مجاز است.

۲- در ساخت ساختمان‌های سنگی استفاده از ملات گل مجاز نیست و باید از ملات‌های گل- آهک، ماسه- سیمان و ماسه- سیمان- آهک استفاده شود.

#### ۸-۲-۲-۶-۱ انواع ملات‌ها

**الف) ملات‌های سیمانی**

ملات‌های ماسه- سیمان و ماسه- سیمان- آهک در این گروه قرار می‌گیرند.

**ملات ماسه- سیمان:** این ملات متشکل از ماسه و سیمان بوده و نسبت ماسه به سیمان از ۵ به ۱ تا ۳ به ۱ متغیر است. رعایت موارد زیر برای ملات ماسه سیمان ضروری است:

۱- برای زودگیر کردن ملات سیمانی هیچ‌گاه نباید به آن گچ افزوده شود.

۲- میزان مواد مضر نظیر خاک رس، مواد آلی و سولفات‌ها در ملات باید محدود گردد.

۳- برای شمشه گیری ملات‌های سیمانی هرگز نباید از گچ استفاده نمود.

**ملات ماسه- سیمان- آهک (باتارد):** ملات ماسه- سیمان- آهک با نسبت‌های مختلفی از سیمان، آهک، ماسه و آب کافی ساخته می‌شود.

**ب) ملات‌های آهکی**

ملات‌های گل- آهک، ماسه- آهک و ملات‌های ساروج در این گروه قرار می‌گیرند.

**ملات گل- آهک:** نسبت حجمی خاک و آهک در ساخت ملات گل - آهک یک حجم آهک و سه حجم خاک می‌باشد. برای ساخت این ملات باید نخست آهک را درون آب پاشید و به صورت شیر آهک درآورد و سپس به خاک افزوده و بخوبی مخلوط نمود.

**ملات ماسه- آهک:** ماده پرکننده این ملات، ماسه و ماده چسباننده آن، آهک است. نسبت حجمی ماسه و آهک در ساخت ملات ماسه- آهک نیز یک حجم آهک و سه حجم ماسه می‌باشد. برای ساخت این ملات نیز باید همانند ملات گل- آهک عمل کرد. توصیه می‌شود در ساخت این ملات از ماسه کفی (ماسه خاکدار که حداکثر ۵ درصد خاک رس دارد) استفاده شود. از این ملات فقط می‌توان برای اندود سطوح استفاده نمود.

**ملات ساروج:** از ملات‌های ساروج سرد و گرم به شرح زیر می‌توان در اندودکاری و آب‌بندی قسمت‌های مختلف ساختمان استفاده کرد.

۱- ملات ساروج گرم: ملات ساروج گرم در واقع نوعی ملات آهک آبی است که از پختن و آسیاب کردن سنگ‌های آهکی رس‌دار و افزودن آب به آن به دست می‌آید.

۲- ملات ساروج سرد: ملات ساروج سرد از اختلاط ۱۰ حجم گرد آهک شکفته، ۷ حجم خاکستر الک شده، یک حجم خاک رس، یک حجم ماسه بادی و ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم لویی یا پشم بز (برای هر متر مکعب ملات)، مقدار کافی آب و ورز دادن آن‌ها به دست می‌آید.

**پ) ملات‌های گچی**

ملات گچ برای رویه در گچ‌کاری، اتصالات قطعات گچی و در برخی موارد برای اندودهای زودگیر مانند اندود آستر سقف‌های کاذب مصرف می‌شود. ملات گچ و خاک برای آستر در گچ‌کاری دیوار، جرز و ستون استفاده می‌شود.

**ت) ملات‌های گلی**

ملات‌های گل و کاهگل در این گروه قرار می‌گیرند و ماده چسباننده آن‌ها گل رس است. ملات گل از اختلاط خوب خاک و آب و ورز دادن کامل آن ساخته می‌شود. این ملات پس از خشک شدن جمع شده و ترک می‌خورد. از ملات گل فقط باید به عنوان لایه بستر (ملات بین ردیف‌های مختلف) در دیوارهای خشتی استفاده شود.

برای جلوگیری از ترک خوردن ملات گل پس از خشک شدن به آن کاه می‌افزایند. برای ساختن هر مترمکعب کاهگل حدود ۴۵ تا ۵۰ کیلوگرم کاه لازم است. از ملات کاهگل فقط برای ساخت خشت و اندودکاری دیوارها و پوشش بام برای عایق‌کاری رطوبتی و حرارتی استفاده می‌شود.

**۸-۲-۲-۶-۲ روش انتخاب ملات**

ملات‌ها به چهار گروه ملات خیلی قوی، ملات قوی، ملات متوسط و ملات ضعیف تقسیم می‌شوند. ویژگی‌های این ملات‌ها وابسته به عوامل متعددی همچون نوع چسباننده، ویژگی‌های ماسه، حجم مصالح سنگی و موارد دیگری است که کنترل آن‌ها بدون استفاده از برخی آزمایش‌ها ممکن نیست. نحوه استفاده از این ملات‌ها به شرح زیر می‌باشد:

ملات خیلی قوی: این ملات دارای مقاومت فشاری ۴۲ روزه برابر یا بیش از ۲۰ مگاپاسکال بوده و برای عملیات بنایی در زیر سطح زمین استفاده می‌شود.

ملات قوی: این ملات دارای مقاومت فشاری ۴۲ روزه برابر یا بیش از ۱۲ مگاپاسکال بوده و برای دیوارهایی که به مقاومت خمشی زیاد نیاز دارند، استفاده می‌شود.

ملات متوسط: ملات با مقاومت فشاری ۴۲ روزه برابر یا بیش از ۵ مگاپاسکال برای مصارف عمومی مانند دیوارهای خارجی بالاتر از سطح زمین در معرض شرایط جوی بحرانی، جان‌پناه‌ها و دودکش‌ها، استفاده می‌شود.

ملات ضعیف: ملات با مقاومت کم که فقط برای نازک کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۸-۲-۲-۷ دوغاب

دوغاب، مخلوطی از مواد چسباننده و سنگدانه است که آب کافی به آن اضافه شده تا مخلوط بدون این که اجزای تشکیل دهنده آن از یکدیگر جدا گردد، ریخته شود که به دو نوع دوغاب بنایی و دوغاب سیمانی تقسیم می‌گردد.

**الف) دوغاب بنایی**

این نوع دوغاب در ساختمان‌های بنایی به عنوان پرکننده بین قطعات بنایی کاربرد دارد. انواع دوغاب، مقاومت فشاری آن، نسبت اختلاط مصالح مورد استفاده در آن و بقیه ویژگی‌ها باید مطابق استاندارد ملّی ایران باشد.

**ب) دوغاب سیمانی**

دوغاب سیمانی در تقویت کارهای بنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از ساخت هر پنج ردیف آجر، عمل دوغاب‌ریزی سیمانی انجام می‌شود و باید این عمل تا پایان ساخت کامل دیوار ادامه یابد. موارد زیر باید در دوغاب‌ریزی مورد توجه قرار گیرد:

۱- دوغاب سیمانی باید به نسبت حجمی یک سیمان و یک ماسه ریخته شود.

۲- دوغاب سیمانی باید در کمترین زمان ممکن بعد از اختلاط و پیش از آغاز گرفتن سیمان، مورد مصرف قرار گیرد.

۳- استفاده از دوغاب سیمانی که سیمان آن گرفته و سخت شده، مجاز نیست. در هر حال، نباید از دوغابی که از شروع اختلاط آن ۱/۵ ساعت گذشته است، استفاده گردد.

۴- لازم است از یخ زدن دوغاب سیمانی حداقل تا ۲۴ ساعت پس از اجرا، جلوگیری شود.

### ۸-۲-۲-۸ افزودنی‌های ملات و دوغاب

**مخلوط‌های ضدیخ:** مایعات ضد یخ، نمک‌ها یا سایر مواد مشابه نباید در ملات یا ملات دوغابی بکار روند.

**هوادهی:** از مواد هوازا نباید در ملات یا ملات دوغابی استفاده کرد، مگر آن که آزمایش‌هایی برای تأیید تطابق آن‌ها با ضوابط این فصل انجام شود.

**رنگ‌ها:** فقط اکسید معدنی خالص، کربن سیاه یا رنگ‌های پلاستیکی را می‌توان مورد استفاده قرار داد. مقدار کربن سیاه موجود باید به حداکثر ۳ درصد وزن سیمان محدود شود.

### ۸-۲-۲-۹ شفته و بتن آهکی

الف) شفته آهکی مخلوطی از آب و آهک و خاک رس می‌باشد. شفته آهکی را با دوغاب آهک هوایی و خاک رس یا خاک دارای خاک رس بدون ریشه گیاهی و سایر مواد آلی می‌سازند. بهترین روش ساختن شفته آهکی استفاده از دوغاب آهک می‌باشد. معمولاً، مقاومت فشاری شفته آهکی با مرور زمان افزایش می‌یابد و برای لایه‌های زیر پی و برای بارگذاری‌های کم (مقاومت فشاری ۱ مگاپاسکال) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ساخت شفته آهکی موارد زیر باید منظور شود:

۱- مقدار آب لازم برای شفته آهکی بستگی به مقدار خاک رس در خاک شفته، دانه‌بندی خاک و گرما و خشکی محل کار دارد. هر اندازه آب کمتر مصرف شود بهتر است زیرا شفته پوک نمی‌شود.

۲- مقدار آهکی که در ساختن شفته آهکی باید مصرف شود بستگی به مقاومت مورد نیاز و مقدار خاک رس درون خاک دارد.

۳- وجود دانه‌های سنگی درشت برای مصرف خاک در شفته مشروط بر اینکه دانه‌بندی مناسبی داشته باشد، بلامانع است.

۴- بهترین خاک برای ساختن شفته آهکی، خاک با دانه‌بندی پیوسته است که ریزدانه آن از ۲۵ درصد و خاک رس آن از ۱۵ درصد خاک کمتر نباشد.

۵- کاهش حجم ناشی از خشک شدن در شفته آهکی که به سبب وجود خاک رس و آب زیاد اتفاق می‌افتد باید مورد توجه قرارگیرد.

ب) بتن آهکی مانند بتن سیمانی است با این تفاوت که چسبنده آن خمیر آهک است و مقدار خاک رس آن می‌تواند تا ۵ درصد مصالح سنگی باشد.

### ۸-۲-۲-۱۰ بتن سیمانی

کیفیت بتن از نظر مقاومت، پایایی و سایر نیازهای ویژه محیطی باید با ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان مطابقت داشته باشد. بتن باید با عیار سیمان حداقل ۲۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب بتن ساخته شود. حداقل مقاومت فشاری بتن مورد استفاده در کلاف‌ها نباید کمتر از ۲۰ مگاپاسکال باشد.

بتن خرده سنگی برای پی‌سازی در ساختمان‌های بنایی با مصرف حداقل ۷۰ درصد بتن با مقاومت فشاری ۴۲ روزه ۲۰ مگاپاسکال و ۳۰ درصد سنگ لاشه یا خرده سنگ، مجاز است.

### ۸-۲-۲-۱۱ چوب

۱- رطوبت الوارهای مصرفی باید با شرایط اقلیمی و مورد مصرف تناسب داشته باشد.

۲- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب‌های طبیعی، در انواع مختلف گونه‌های چوب و در جهات طولی، شعاعی و مماسی تنه درخت با یکدیگر متفاوتند، بنابراین هنگام مصرف باید به این عوامل توجه کرد.

۳- چوب مصرفی در ساختمان‌های چوبی باید با استفاده از مواد مناسب در برابر تهاجم موریانه ایمن شده باشد و در برابر پوسیدگی محافظت شود.

# ۸-۳ الزامات عمومی

## ۸-۳-۱ کلیات

رعایت ضوابط عمومی زیر در طراحی و اجرای ساختمان‌های موضوع این مبحث الزامی است.

### ۸-۳-۱-۱ درز انقطاع

چنانچه یکی از ابعاد پلان ساختمان نسبت به بُعد دیگر بزرگ باشد و یا در قسمت‌های مختلف ساختمان اختلاف ارتفاع و یا اختلاف ارتفاع طبقات وجود داشته باشد و نیز وجود پیشامدگی‌ها در پلان بیش از حد مجاز باشد باید ساختمان را با استفاده از درزهای انقطاع به قسمت‌های مختلف تقسیم کرد. جهت تأمین حداقل عرض درز انقطاع، فاصله هر طبقه ساختمان از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر ۰/۰۰۵ ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. درز انقطاع لازم نیست در شالوده ادامه یابد.

### ۸-۳-۱-۲ پیوستگی سازه‌ای

در مورد اجزای سازه‌ای ساختمان‌های مشمول این مبحث رعایت موارد کلی زیر الزامی است:

۱- تمامی اجزای ساختمان باید به گونه مناسبی به هم پیوسته باشند تا ساختمان در برابر نیروها به طور یکپارچه عمل کند.

۲- دیوارهای باربر باید در یک راستای قائم تا پی ادامه داشته باشند.

۳- کل ساختمان باید از نظر واژگونی پایدار باشد.

۴- دیوارها باید به تمام کف‌ها یا سقف‌ها یا سایر عناصری که برای دیوار، تکیه‌گاه جانبی تأمین می‌کنند به نحو مناسبی مهار شوند.

### ۸-۳-۱-۳ شالوده‌ها

رعایت ملاحظات ژئوتکنیکی مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان در طراحی شالوده‌ها ضروری است. در طراحی و اجرای شالوده‌ها باید ضوابط موجود در مباحث هفتم و نهم مقررات ملّی ساختمان رعایت شوند.

### ۸-۳-۱-۴ دیوارهای زیرزمین

دیوارهای زیرزمین جهت تحمل بارهای قائم به اضافه بارهای جانبی که از خاک‌های مجاور ناشی می‌شود باید دارای مقاومت و ضخامت کافی باشند. در ضمن رعایت ضوابط زیر برای این دیوارها لازم است:

الف) ضخامت دیوار زیرزمین باید حداقل برابر با ضخامت دیوار طبقه همکف باشد.

ب) کلیه نعل‌درگاه‌ها در طبقه زیرزمین باید از بتن درجا ساخته شده باشند و توسط میلگردهای قائم یا کلاف‌های قائم به کلاف‌های افقی پایین و بالا متصل گردند.

ج) در صورت عدم استفاده از کلاف افقی زیر دیوار طبقه زیرزمین، باید کلیه میلگردهای قائم در دیوار طبقه زیرزمین به میلگردهای شالوده متصل گردند.

د) دیوارها باید در برابر نفوذ آب و رطوبت عایقکاری شوند. عایقکاری رطوبتی زیر دیوار با قیر گونی و سایر مصالح مشابه به دلیل کاهش مقاومت برشی در برابر بارهای جانبی، مجاز نیست و ۲۰ میلی‌متر ملات ماسه- سیمان با نسبت سیمان به ماسه یک به دو کافی است.

### ۸-۳-۱-۵ بازشوها و تقویت کننده‌های اطراف آن‌ها

بازشوها باید حتی‌الامکان کوچک بوده و در قسمت‌های مرکزی دیوار قرار گیرند. در دیوارهای باربر، در صورت امکان باید از تعبیه بازشوها در یک راستای قائم احتراز شود. در غیر این صورت، باید پیرامون بازشوها به نحو مناسبی مثلاً با میلگرد، یا نعل‌درگاه یا کلاف تقویت شود.

### ۸-۳-۱-۶ دیوارهای چند جداره

فاصله بین کلیه جدارهای دیوارهای چند جداره باید توسط دوغاب پر شوند یا با بست‌های مقاوم در برابر خوردگی یا میلگردهای بستر به یکدیگر محکم شوند.

### ۸-۳-۱-۷ بست‌های دیواری در اجرای دیوار میان‌تهی

طول کلی بست‌های دیواری باید به اندازه کافی بلند باشد تا حداقل ۲ بند کله از هر جداره را در برگیرد. بخشی از بست‌های دیواری که درون جدار قرار دارند باید کاملاً در ملات یا دوغاب محصور باشند. دو انتهای بست‌های دیواری باید با زاویه ۹۰ درجه و حداقل به طول ۵ میلی‌متر خم شوند.
به ازای هر ۰/۶ متر مربع از مساحت دیوار، باید حداقل یک بست دیواری با قطر ۱۲ میلی‌متر تعبیه شود. اگر فاصله بین دو جداره بزرگتر از ۷۵ میلی‌متر و کوچکتر از ۱۱۵ میلی‌متر باشد، باید برای هر ۰/۴ متر مربع از مساحت دیوار، حداقل یک بست دیواری به قطر ۱۲ میلی‌متر در نظر گرفته شود. بستها در صفحه قائم دیوار باید یک در میان (بصورت متناوب) تعبیه شوند. حداکثر فاصله قائم میان بست‌ها نباید از ۶۰۰ میلی‌متر و حداکثر فاصله افقی میان آن‌ها نباید از ۹۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید. در اطراف بازشوها فاصله افقی بست‌ها باید کمتر از ۹۰۰ میلی‌متر و حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر دورتر از لبه بازشو، تعبیه گردند.

### ۸-۳-۱-۸ بست‌های دیواری در دیوارهای چند جداره حفره پر

در هر ۰/۲ متر مربع از دیوارهای چند جداره، جداره‌ها باید با بست‌های دیواری به قطر حداقل ۵ میلی‌متر به یکدیگر بسته شوند. می‌توان از بست‌های دیواری با اندازه و فاصله متفاوت که مقاومت یکسانی را میان جداره‌ها ایجاد می‌کنند استفاده کرد.

### ۸-۳-۱-۹ میلگرد بستر

میلگرد بستر پیش‌ساخته برای دیوارهای بنایی باید دارای حداقل یک سیم عرضی با قطر حدود ۳ میلی‌متر برای هر ۰/۲ مترمربع از مساحت دیوار باشد. فاصله عمودی میلگرد بستر نباید بیش از ۴۰۰ میلی‌متر باشد. سیم‌های طولی باید کاملاً در ملات بند افقی خوابانده شوند. میلگردهای بستر

باید همه جداره‌ها را در بر گیرند. در جایی که فضای بین جدارهای پیوند داده شده کاملاً با دوغاب یا ملات پر و سفت شده باشد، باید از ضوابط مربوط به تنش‌های مجاز و سایر شرایط ذیربط، که برای دیوارهای بنایی (معمولی) بکار برده شود استفاده کرد اما اگر این فضا پر نشده باشد، ضوابط مربوط به تنش‌های مجاز، شرایط تکیه‌گاه جانبی، ضخامت (منهای حفره)، ارتفاع و شرایط بست دیوارهای دو جداره را ارضا کند.

### ۸-۳-۱-۱۰ کنترل نسبت لاغری

**الف) کنترل نسبت لاغری در دیوارها**

در دیوارهای باربر غیر مسلح، نسبت لاغری (که از تقسیم ارتفاع مؤثر بر ضخامت یا تقسیم طول مؤثر دیوار بر ضخامت، هر کدام کمتر است، به دست می‌آید) نباید از ۱۵ بیشتر شود. در دیوارهای مسلح، این نسبت به مقادیر جدول ۸-۳-۱ محدود می‌شود.

**جدول۸-۳-۱ حداکثر نسبت لاغری در دیوارهای باربر مسلح**

| حداکثر نسبت لاغری در دیوارهای باربر مسلح | |
|---|---|
| شرایط انتهایی | حداکثر نسبت لاغری مجاز |
| تکیه‌گاه ساده | ۳۵ |
| تکیه‌گاه پیوسته | ۴۵ |
| دیوار طره | ۱۸ |

**ب) کنترل نسبت لاغری در ستون‌ها**

نسبت لاغری در ستون‌ها از تقسیم ارتفاع مؤثر ستون بر ضخامت مؤثر در هر جهت، هر کدام بیشتر است، به دست می‌آید. این نسبت در ستون‌های غیرمسلح باید کمتر از ۱۵ باشد. در ستون‌های مسلح، این نسبت به عدد ۲۰ محدود می‌شود. در محاسبات باید حداکثر خروج از مرکزیتی معادل با ۱۰ درصد بعد ستون در هر جهت در نظر گرفت.

### ۸-۳-۱-۱۱ دیوارهای غیرسازه‌ای و تیغه‌ها

۱- برای اتصال اجزای غیرسازه‌ای به اجزای سازه‌ای طرح‌های مناسبی باید تهیه گردد که صدمات وارده به اجزای غیر سازه‌ای در اثر تغییر شکل اجزای سازه‌ای حداقل باشد.

۲- حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای غیرسازه‌ای و تیغه‌ها از تراز کف مجاور ۳/۵ متر می‌باشد. در صورت تجاوز از این حد باید با استفاده از مهارهای مناسب، پایداری بیشتری برای دیوار تأمین گردد.

۳- تیغه‌هایی که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارند باید کاملاً به زیر پوشش سقف مهار شوند.

۴- لبه قائم تیغه‌ها نباید آزاد باشد. این لبه باید به یک تیغه و یا یک دیوار عمود بر آن، یکی از اجزای سازه و یا عنصر قائم (همانند یک ستونک) که بهمین منظور از فولاد، بتن‌آرمه و یا چوب ساخته شده است، با اتصال کافی تکیه داشته باشد. چنانچه طول تیغه پشت‌بند کمتر از ۱/۵ متر باشد لبه آن می‌تواند آزاد باشد.

۵- در صورتیکه دیوار و تیغه متکی به آن بطور همزمان و یا بصورت لاریز و یا بصورت هشت‌گیر چیده شوند، اتصال تیغه به دیوار کافی تلقی می‌گردد ولی چنانچه تیغه بعد از احداث دیوار و بدون اتصال به آن ساخته شود باید در محل تقاطع به نحو مناسبی به دیوار متصل و محکم گردد. در غیر اینصورت لبه کناری تیغه آزاد تلقی شده و باید عنصر قائم در این لبه تعبیه گردد. دو تیغه عمود بر هم باید با یکدیگر قفل و بست شوند.

### ۸-۳-۱-۱۲ نعل‌درگاه

۱- به جز نعل‌درگاه‌ها در طبقه زیرزمین، نعل‌درگاه می‌تواند از مصالحی مانند آجر مسلح، چوب، فولاد، بتن درجا و بتن پیش‌ساخته باشد.

۲- بار وارد بر نعل‌درگاه عبارت است از بخشی از دیوار مثلثی شکل که اضلاع جانبی آن با افق زاویه ۶۰ درجه می‌سازد. تمام بار مثلث به اضافه کف‌ها و تیرها بایستی در نظر گرفته شوند.

۳- طول تکیه‌گاه تیر نعل‌درگاه در هر طرف بایستی حداقل ۳۵۰ میلی‌متر یا یک دهم طول دهانه، هر کدام بیشتر است، در نظر گرفته شود. این طول باید طوری در نظر گرفته شود که تنش

ایجاد شده در واحد بنایی زیرین (ناشی از ترکیب وزن دیوار، تنش حاصل از عملکرد قوسی و تنش تکیه‌گاهی تیر نعل‌درگاه) از حد مجاز تنش تکیه‌گاهی بیشتر نشود.

### ۸-۳-۱-۱۳ نما

۱- اتصالات نما به سازه باید توانایی انتقال نیروی زلزله ایجاد شده در اثر جرم دیوار به سازه را دارا باشند. همچنین این اتصالات باید بتوانند تغییر مکان در قاب‌ها یا اعضای سازه‌ای محیطی را به شکل مناسبی به نما منتقل کنند. در انتخاب نما، تا آنجا که ممکن است مصالح می‌بایست سبک و انعطاف‌پذیر انتخاب شوند.

۲- نما باید با سطح زیر کار اتصال مناسب و کافی داشته باشد تا هنگام بروز زلزله خطر جداشدن و فروریختن آن وجود نداشته باشد.

### ۸-۳-۱-۱۴ جان‌پناه

ارتفاع جان‌پناه اطراف بام و بالکن‌ها از کف تمام شده باید حداکثر ۷۰۰ میلی‌متر و ضخامت آن حداقل ۲۰۰ میلی‌متر باشد. همچنین لازم است در فواصل ۵ متر توسط کلاف‌های افقی و قائم مهار شوند.

### ۸-۳-۱-۱۵ دودکش

ساخت دودکش باید بصورت یکپارچه از طبقات پایین تا پشت‌بام ادامه یابد. باید دودکش در ارتفاعی برابر با ارتفاع جان‌پناه به روش مناسبی مهار شود. ساخت دودکش با مصالح بنایی مجاز نیست. ارتفاع دودکش نباید بیش از ۱/۵ متر از کف بام باشد و در صورتی‌که ارتفاع آن از این مقدار تجاوز نماید باید به وسیله عناصر قائم فولادی یا بتن مسلح به گونه مناسبی تقویت و در کف بام گیردار شود.

### ۸-۳-۱-۱۶ بادگیر

بادگیر ساخته شده با مصالح بنایی و اجزای مشابه نباید از کف بام، بلندتر از ۱/۵ متر باشد. در صورتی که ارتفاع بادگیر از این مقدار تجاوز کند باید به وسیله عناصر قائم فولادی یا بتن مسلح به نحو مناسبی تقویت و در کف بام گیردار شود.

### ۸-۳-۱-۱۷ تکیه‌گاه بنایی

**الف) تکیه‌گاه قائم**

سطح باربر اعضای سازه‌ای که نقش تکیه‌گاه قائم را به عهده دارند، باید به نحوی باشد که ضخامت نخستین بند بستر آن کمتر از ۶ میلی‌متر و بیشتر از ۲۵ میلی‌متر نباشد. همچنین این اعضا باید از مواد نسوز انتخاب شوند.

**ب) تکیه‌گاه جانبی**

تکیه‌گاه جانبی را می‌توان بوسیله دیوارهای عرضی، ستون‌ها، یا پشت‌بندها که با فاصله افقی معینی از یکدیگر قرار گرفته باشند، یا بوسیله کف‌ها، تیرها، یا سقف‌ها که بطور عمودی دارای فاصله معینی باشند، تأمین کرد. در صورتیکه از تیر بعنوان تکیه‌گاه جانبی استفاده شود، فاصله آزاد بین تیرها نباید از ۳۲ برابر حداقل عرض مساحت ناحیه فشاری بیشتر باشد.

### ۸-۳-۱-۱۸ حفاظت از بست‌ها و میلگردهای بستر

بست‌ها یا میلگردهای بستر باید با ملاتی که حداقل ضخامتش ۱۶ میلی‌متر است، در برابر هوازدگی، پوشش داده شوند. ضخامت ملات دوغابی یا ملات بین واحدهای بنایی و میلگرد بستر نباید کمتر از ۶ میلی‌متر باشد. در مواردی که از پیچ‌ها یا میلگرد با قطر ۶ میلی‌متر یا کمتر استفاده می‌شود، می‌توان آن‌ها را در بندهای افقی که حداقل ضخامت آن‌ها دو برابر ضخامت میلگرد یا پیچ است جایگذاری کرد.

### ۸-۳-۱-۱۹ لوله‌ها و مجاری توکار

عبور دادن لوله‌ها و مجاری توکار در صورتی مجاز است که قطر آن‌ها از یک ششم ضخامت دیوار کمتر باشد.

### ۸-۳-۱-۲۰ ابعاد هندسی مؤثر در دیوارها و ستون‌ها

**۸-۳-۱-۲۰-۱ ضخامت مؤثر**

ضخامت مؤثر دیوارها و ستون‌ها در سازه‌های بنایی در بندهای الف تا ت ارائه شده است.

**الف) دیوارهای تک جداره**

ضخامت مؤثر دیوارهای تک جداره واحدهای توپر یا میان خالی، ضخامت مشخصه دیوار است.

**ب) دیوارهای چند جداره**

ضخامت مؤثر دیوارهای چند جداره، که فضای بین جدارها با ملات یا ملات دوغابی پر شده باشد، برابر ضخامت مشخصه دیوار است. برای دیوارهای با فضای باز در بین جدارها، ضخامت مؤثر همانند دیوارهای میان‌تهی تعیین خواهد شد.

**پ) دیوارهای میان‌تهی**

اگر هر دو جدار از دیوارهای میان‌تهی، به طور محوری بارگذاری شده باشد، هر جدار باید برای عملکرد مستقل در نظر گرفته شود. ضخامت مؤثر هر جدار در قسمت الف آورده شده است. اگر یک جدار تحت بار محوری باشد، ضخامت مؤثر دیوار میان‌تهی از ریشه دوم مجموع مربعات ضخامت‌های مشخصه جدارها بدست می‌آید. اگر یک دیوار میان‌تهی تک جداره یا چند جداره باشد و هر دو طرف تحت بار محوری باشند، هر طرف دیوار میان‌تهی، باید برای عملکرد مستقل، در نظر گرفته شود و ضخامت مؤثر هر طرف طبق قسمت‌های الف وب خواهد بود. اگر یک طرف دیوار تحت بار محوری باشد، ضخامت مؤثر دیوار میان‌تهی، ریشه دوم مجموع مربعات ضخامت‌های مشخصه دو طرف خواهد بود.

**ت) ستون‌ها**

عرض مؤثر برای ستون‌های مستطیلی در امتداد مورد نظر، عرض مشخصه است. عرض مؤثر برای ستون‌های غیر مستطیلی، ضخامت یک ستون مربعی با همان ممان اینرسی، حول محوری می‌باشد که در ستون واقعی مورد نظر است.

**۸-۳-۱-۲۰-۲ ارتفاع مؤثر**

ارتفاع مؤثر ستون‌ها و دیوارها، برابر با ارتفاع آزادی است که بین تکیه‌گاه‌های جانبی بالا و پایین و در امتداد عمود بر محور مورد نظر قرار دارد. برای اعضایی که در بالا و در امتداد عمود بر محور مورد نظر، دارای تکیه‌گاه نیستند، ارتفاع مؤثر، دو برابر ارتفاع عضو از بالای تکیه‌گاه پایین است. اگر ارتفاع مؤثر کمتر از ارتفاع آزاد باشد، می‌توان آن را در صورتی که قابل توجیه باشد، بکار برد.

### ۸-۳-۱-۲۰-۳ مساحت مؤثر

مساحت مؤثر برای واحدهای توخالی برابر است با مساحت خالص بستر و برای واحدهای توپر برابر است با مساحت خالص به اضافه مساحتی که در آن ملات دوغابی ریخته شده باشد. اگر از واحدهای توخالی با حفره‌های عمود بر امتداد تنش استفاده شده باشد، مساحت مؤثر، کوچکترین عدد از دو مقدار حداقل مساحت بستر یا حداقل مساحت مقطع عرضی خواهد بود. اگر بندهای افقی تورفته باشند، مساحت مؤثر به همان نسبت کاهش خواهد یافت. مساحت مؤثر برای دیوارهای توخالی باید مقداری باشد که از جدارهای تحت بار بدست می‌آید.

### ۸-۳-۱-۲۱ جاگذاری پیچ‌های مهاری مدفون

ضوابط جاگذاری پیچ‌های مهار، اعم از پیچ‌های مهار با مهره و یا پیچ‌های مهار از میلگرد خم شده، مطابق مقررات این قسمت تعیین می‌شود. پیچ‌های مهار از میلگرد خم شده باید داری یک قلاب ۹۰ درجه خم با قطر داخلی سه برابر قطر پیچ، به اضافهٔ طول مستقیمی مساوی ۱/۵ برابر قطر پیچ بعد از انتهای آزاد باشند. پیچ‌های مهار با مهره دارای یک مهرهٔ استاندارد خواهند بود. پیچ‌های مهار صفحه، دارای صفحه‌ای خواهند بود که به بدنه پیچ، جوش می‌شود تا معادل پیچ مهار با مهره را تأمین کند.
عمق مؤثر مدفون برای پیچ‌های مهار صفحه یا پیچ‌های مهار با مهره، برابر با طول مدفون است که از سطح واحد بنایی تا سطح باربر صفحه یا مهره مهار در جهت عمود اندازه‌گیری می‌شود. عمق مؤثر مدفون برای مهار با میلگرد خم شده، طول توکاری است که از سطح واحد بنایی تا سطح باربر خم، منهای یک برابر قطر پیچ مهار در جهت عمود اندازه‌گیری می‌شود. همهٔ پیچ‌ها، باید در محل خود، با حداقل ۲۵ میلی‌متر ملات دوغابی بین پیچ و واحد بنایی محصور شوند، مگر پیچ‌های به قطر ۶ میلی‌متر که آنها را می‌توان در بندهای افقی با ضخامت حداقل ۱۲ میلی‌متر جای داد. حداقل فاصله مرکز تا مرکز پیچ‌ها ۴۰ برابر قطر پیچ است.

### ۸-۳-۱-۲۲ میلگرد بازشوها

حداقل میلگرد افقی و قائم برای بالا و پایین و اطراف بازشوها ۱۳۰ میلی‌متر مربع می‌باشد که میلگردهای افقی باید حداقل بطول کمترین عدد از دو مقدار «۶۰۰ میلی‌متر» و «۴۰ برابر قطر

میلگرد» بعد از بازشو امتداد یابند. در صورت استفاده از کلاف‌ها، باید طرفین بازشو را با تعبیه کلاف‌های قائم که به کلاف‌های افقی بالا و پایین آن طبقه متصل می‌شوند و همچنین با مهار نعل‌درگاه بازشو در کلاف‌های قائم طرفین تقویت کرد.

### ۸-۳-۱-۲۳ دیوارهای جدا شده از سیستم اصلی سازه‌ای

دیوارهای بنایی که در جهت عمود بر صفحه خود (در جهت جانبی) دارای تکیه‌گاه هستند ولی از لحاظ سازه‌ای مستقل و از سه طرف بطور جدا شده از سیستم اصلی سازه‌ای عمل می‌کنند، می‌بایست دارای حداقل میلگرد افقی برابر با ۰/۰۰۷ مساحت مقطع عرضی دیوار باشند. این ضابطه می‌بایست با توزیع یکنواخت میلگرد بستر یا با میلگردهای افقی که فاصله آن‌ها از یکدیگر بیش از ۱۲۰۰ میلی‌متر نباشد، و بطور کامل در ملات یا ملات دوغابی مدفون باشند، ارضا گردد. اجزای معماری (غیرسازه‌ای) دیوارهای بنایی از مطالب حداقل میلگرد مستثنی می‌باشد.

### ۸-۳-۱-۲۴ حداقل ضخامت دیوار باربر

ضخامت اسمی دیوارهای باربر مسلح نباید از ۱۵۰ میلی‌متر کمتر باشد. در مورد دیوارهای باربر بنایی مسلح با واحد آجر مجوف، ضخامت اسمی ۱۰۰ میلی‌متر مجاز است، به شرط آنکه مقاومت واحد سطح خالص بیشتر از ۵۵ مگاپاسکال باشد، نسبت لاغری بزرگتر از ۲۷ نباشد، واحدها در پیوند ممتد قرار گیرند، اندازه میلگرد کمتر از یا مساوی ۱۲ میلی‌متر باشد و حداکثر دو میلگرد با یک وصله در هر حفره قرار گیرد، و بندها به شکل صاف محدب یا صاف V شکل باشند.

### ۸-۳-۱-۲۵ ضوابط استفاده از بتن برای تقویت دیوارهای سازه‌ای

هر جا بتن به واحد بنایی سازه‌ای، نظیر لایه‌های شروع یا تقاطع دیوارها و بند بین مصالح که به عنوان یک درز انقطاع طراحی نشده‌اند، متصل می‌گردد، سطح بتن می‌بایست زبر شود بطوریکه ارتفاع متوسط ظاهر شده سنگدانه‌ها برابر با ۱/۶ میلی‌متر باشد و بتن می‌بایست به واحد بنایی عیناً مثل اینکه بتن از جنس واحد بنایی است متصل گردد.

# ۸-۴ ساختمان‌های بنایی مسلح

## ۸-۴-۱ کلیات

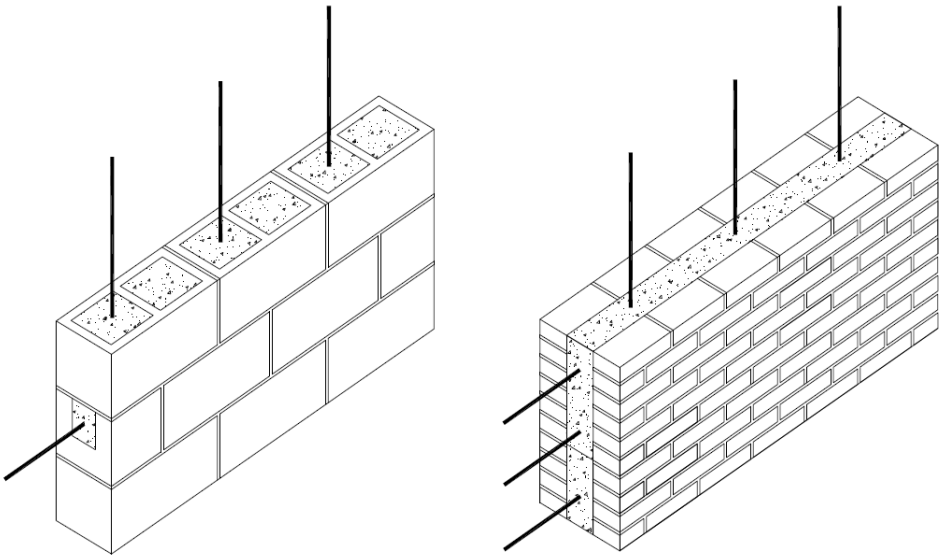
در اجـرای ساختمان‌های بنایی مسلح علاوه بر رعایت الزامات عمومی ذکر شده در فصل ۳، رعایت ضوابط این فصل ضـروری می‌باشد. اجرای ساختمان‌های مشمول این فصـل به دلیل رفتار شکل‌پذیرتر در مقایسه با سایر ساختمان‌های بنایی سنتی ترجیح دارد.

### ۸-۴-۱-۱ محدوده کاربرد

این فصل از مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان شامل حداقل ضوابط برای طراحی و ساخت ساختمان‌های بنایی مسلح می‌باشد. مسلح نمودن در این نوع ساختمان‌ها به وسیله هسته بتنی مسلح و یا قرار دادن میلگردهای فولادی درون حفره‌های واحدهای بنایی مجوف و پر کردن آن‌ها توسط ملات یا بتن مانند شکل ۸-۴-۱ انجام می‌شود. حداکثر ارتفاع ساختمان‌های بنایی مسلح ۱۵ متر از تراز پایه می‌باشد.

### ۸-۴-۱-۲ مصالح

مصالح مصرفی باید با کلیه مقررات و ضوابط ارائه شده در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان و فصل دوم این مبحث مطابقت داشته باشد.



دیوار آجری مسلح　　دیوار بلوک سیمانی مسلح

**شکل ۸-۴-۱ نمونه‌هایی از دیوارهای بنایی مسلح**

## ۸-۴-۲ تحلیل و طراحی

طراحی ساختمان‌های بنایی به دو روش تنش مجاز و مقاومت نهایی صورت می‌گیرد.

فرضیات طراحی به روش تنش مجاز بر اساس تنش‌های مجاز و فرض توزیع خطی تنش و کرنش و در نظر گرفتن این که کلیه تنش‌ها در محدوده ارتجاعی می‌باشند به قرار زیر است:

۱- مقاطع صفحه‌ای پیش از خمش، پس از خمش نیز مستوی باقی می‌مانند.

۲- تنش، متناسب با کرنش است.

۳- ترکیب اعضای بنایی، یک عضو همگن را تشکیل می‌دهد.

۴- بنایی هیچگونه تنش کششی را تحمل نمی‌نماید.

۵- میلگرد کاملا توسط ملات یا دوغاب محصور و با واحد بنایی پیوند دارد، به طوری که مجموعاً دارای رفتار همگن بوده و در محدوده تنش‌های مجاز، عمل می‌کنند.

روش طراحی مقاومت نهایی بر اساس فرضیات زیر استوار است:

۱- میلگرد کاملاً توسط مصالح بنایی محصور شده و پیوستگی کرنش بین ملات و میلگرد وجود دارد، به طوریکه بارهای اعمالی به صورت مرکب تحمل می‌شوند.

۲- مقاومت اسمی مقاطع بنایی مسلح برای ترکیب خمش و بار محوری بایستی بر اساس اعمال شرایط تعادل و سازگاری کرنش‌ها باشد.

۳- توزیع کرنش در عمق مقطع، خطی در نظر گرفته می‌شود.

۴- حداکثر کرنش قابل استفاده در دورترین تار فشاری بنایی باید برابر با ۰/۰۰۳ برای بنایی رسی و ۰/۰۰۲۵ برای بنایی بتنی فرض شود.

۵- مقدار تنش میلگرد در محدوده ارتجاعی از حاصلضرب مدول الاستیسیته در کرنش میلگرد به دست می‌آید. برای کرنش‌های بزرگتر از کرنش حد ارتجاعی، تنش در میلگرد باید مستقل از کرنش و برابر با مقاومت تسلیم در نظر گرفته شود.

۶- در محاسبات خمش و نیروهای محوری باید از مقاومت کششی بنایی صرفنظر کرد، ولی برای محاسبه خیز مقاومت کششی بنایی باید در نظر گرفته شود.

۷- تنش بنایی در دورترین تار فشاری برابر با ۰/۸۵ مقاومت فشاری مشخصه بنایی است که در ناحیه فشاری و تا عمق ۰/۸ فاصله بین تار کنش فشاری حداکثر و محور خنثی به صورت یکنواخت توزیع می‌شود.

در طراحی به روش تنش مجاز، تنش‌های ایجاد شده در بنایی بتنی یا رسی نباید از مقادیر مجاز ارائه شده در آیین‌نامه‌های معتبر تجاوز نماید.

در طراحی به روش مقاومت نهایی، مقاومت طراحی ارائه شده در آیین‌نامه‌های معتبر که عبارت است از مقاومت اسمی ضربدر ضریب کاهش مقاومت باید برابر یا بیشتر از مقاومت لازم باشد.

تحلیل و طراحی این ساختمان‌ها تا زمان تدوین مقررات مربوط به این فصل، با استفاده از آیین‌نامه‌های معتبر مجاز می‌باشد.

## ۸-۴-۳ ضوابط و جزئیات مسلح کردن برای مناطق با خطر نسبی کم

### ۸-۴-۳-۱ کلیات

ضوابط و جزئیات مسلح کردن برای مناطق با خطر نسبی کم باید با بندهای ۸-۴-۳-۲ تا ۸-۴-۳-۱۰ مطابقت نماید.

### ۸-۴-۳-۲ الزامات میلگردها

الف) اندازه قطر میلگرد طولی نباید از ۲۸ میلی‌متر بیشتر باشد. همچنین قطر میلگرد طولی نباید بیشتر از یک هشتم ضخامت اسمی دیوار یا یک چهارم هر یک از موارد زیر باشد:

۱- بعد کوچک حفره

۲- ضخامت هسته مسلح

ب) درصد نسبی میلگردهای طولی در حفره یا در ردیف‌های واحدهای بنایی توخالی نباید بیش از ۴ درصد در محل‌های بدون وصله و ۸ درصد در محل وصله میلگردها باشد. همچنین در یک حفره دیوار نباید بیش از ۲ میلگرد جایگذاری شود.

**تبصره:** درصد نسبی میلگرد، نسبت سطح مقطع میلگرد به مساحت حفره و یا هسته مسلح معادل می‌باشد.

### ۸-۴-۳-۳ فاصله میلگردها

۱- فاصله آزاد بین میلگردهای موازی بجز در ستون‌ها، نباید کمتر از قطر اسمی میلگردها یا ۲۵ میلی‌متر، هر کدام بیشتر است باشد.

۲- در ستون‌ها و ستونک‌ها فاصله آزاد بین میلگردهای طولی نباید از هیچ‌یک از دو مقدار ۱/۵ برابر قطر اسمی و ۳۸ میلی‌متر کمتر باشد.

۳- محدودیت فواصل آزاد بین میلگردها باید برای فاصله آزاد بین یک وصله پوششی و وصله‌ها یا میلگردهای مجاور نیز رعایت شود.

۴- فاصله آزاد بین یک میلگرد و هر سطح واحد بنایی، در صورت استفاده از دوغاب درشت دانه و ریزدانه به ترتیب نباید کمتر از ۱۳ میلی‌متر و ۷ میلی‌متر باشد.

۵- در گروه میلگردهای موازی که میلگردها در تماس با یکدیگر بسته می‌شوند تا به‌صورت یک واحد عمل کنند، تعداد میلگردهای هر گروه باید به دو عدد محدود شود و این میلگردهای گروه شده باید در داخل تنگ‌ها محصور شوند.

### ۸-۴-۳-۴ مهار میلگردهای خمشی

۱- فشار یا کشش محاسبه شده در میلگرد در هر مقطع از اعضای سازه‌ای باید در هر طرف آن مقطع بوسیله طول گیرایی مستقیم، قلاب یا وسایل مکانیکی، یا ترکیبی از آن‌ها قابل حصول باشد. از قلاب‌ها نباید برای مهار میلگردهای تحت فشار بهره گرفت.

۲- میلگرد کششی را می‌توان بوسیله خم کردن در ارتفاع جان عضو بطوری که یا مستقیماً گیردار شود و یا با میلگرد موجود در وجه مخالف عضو پیوسته شود، مهار کرد.

۳- مقاطع بحرانی برای مهار میلگرد در اعضای خمشی عبارتند از نقاط تنش حداکثر و نقاطی در طول دهانه که در آن نقاط میلگرد مجاور قطع یا خم می‌شود.

۴- میلگرد باید از نقطه‌ای که از نظر مقاومت خمشی دیگر به آن نیازی نیست تا فاصله‌ای برابر با بزرگترین دو مقدار عمق مؤثر عضو و ۱۲ برابر قطر اسمی میلگرد امتداد یابد، مگر در تکیه‌گاه‌های دهانه‌های ساده و در انتهای آزاد اعضای طره‌ای.

۵- میلگرد خمشی نباید در یک ناحیه کششی قطع شود، مگر اینکه یکی از شرایط زیر برآورده شود:

الف) برش در نقطه قطع میلگرد از دو سوم مقدار مجاز آن، با در نظر گرفتن مقاومت برشی میلگردهای برشی موجود، فراتر نرود.

ب) میلگرد امتداد یافته دو برابر مساحت لازم برای خمش در نقطه قطع را دارا باشد و برش از سه چهارم مقدار مجاز آن (ظرفیت برشی مقطع) فراتر نرود.

۶- میلگردهای فشاری در اعضای خمشی باید توسط بست‌ها یا تنگ‌ها مهار شوند. قطر این بست‌ها یا تنگ‌ها نباید کمتر از ۶ میلی‌متر و فاصله بین آن‌ها نباید بیشتر از ۱۶ برابر قطر اسمی میلگرد یا ۴۸ برابر قطر بست باشد. این بست‌ها یا تنگ‌ها، باید در سرتاسر فاصله‌ای که در آن به فولاد فشاری نیاز هست، به کار روند.

### ۸-۴-۳-۵ مهار میلگردهای برشی

۱- میلگرد برشی باید تا حدی که ضوابط مربوط به پوشش بتنی و مجاورت به سایر میلگردها اجازه می‌دهد تا نزدیکی وجوه فشاری و کششی عضو ادامه یابد.

۲- میلگردهای طولی که جهت رفتار به عنوان میلگرد برشی خم می‌شوند، اگر به داخل یک ناحیه کششی امتداد یابند باید با میلگرد طولی وصله گردند و چنانچه به داخل ناحیه فشاری امتداد یابند باید بعد از نیمه ارتفاع مؤثر عضو مهار گردند.

### ۸-۴-۳-۶ تنگ‌های جانبی

تنگ‌های جانبی باید با ضوابط زیر مطابقت داشته باشد:

۱- میلگردهای طولی باید توسط تنگ‌های جانبی حداقل به قطر ۶ میلی‌متر محصور شوند.

۲- فاصله قائم تنگ‌های جانبی نباید از هیچ‌یک از مقادیر ۱۶ برابر قطر میلگردهای طولی، ۴۸ برابر قطر تنگ و کوچکترین بعد عضو فشاری تجاوز نماید.

۳- تنگ‌های جانبی باید بگونه‌ای ترتیب یابند که تمام میلگردهای گوشه و نیز میلگردهای طولی به طور حداقل یک در میان، در گوشه یک تنگ با زاویه داخلی حداکثر ۱۳۵ درجه قرار گرفته و به طور جانبی نگه داشته شوند. به علاوه هیچ میلگردی نباید از میلگردهای دو طرف خود که در گوشه این تنگ‌ها قرار گرفته‌اند فاصله آزادی بیش از ۱۵۰ میلی‌متر داشته باشد. در مواردی که میلگردهای طولی روی محیط یک دایره قرار می‌گیرند، می‌توان از یک تنگ به شکل یک دایره کامل استفاده کرد، طول همپوشانی برای تنگ‌های دایره‌ای باید ۴۸ برابر قطر تنگ‌ها باشد.

۴- در هر طبقه، فاصله قائم تنگ‌های جانبی واقع شده در بالای دال یا پی از سطح فوقانی دال یا پی، نباید از نصف یک فاصله تنگ بیشتر شود و باید در طول عضو و با فاصله تعیین شده بگونه‌ای قرار گیرند که فاصله آخرین تنگ از پایین‌ترین میلگرد افقی موجود در تیر، شاه‌تیر، دال یا پهنه فوقانی، از نصف یک فاصله تنگ بیشتر نشود.

۵- در مواردی که تیرها یا دستک‌ها از چهار طرف به داخل یک ستون قاب می‌شوند، می‌توان در مقطعی که فاصله آن از زیر یا پایین‌ترین میلگرد افقی موجود در کم عمق‌ترین آن تیرها یا دستک‌ها، حداکثر برابر با ۷۵ میلی‌متر باشد قرار دادن تنگ‌های جانبی را متوقف کرد.

### ۸-۴-۳-۷ ضوابط میلگردها در ستون و جرز

بایستی حداقل چهار میلگرد طولی، در هر گوشه ستون و جرز، مطابق با موارد زیر تعبیه شود:

۱- درصد میلگرد طولی در ستون‌ها و جرزها نبایستی کمتر از ۰/۵ درصد و بیشتر از ۴ درصد باشد.

۲- فاصله آزاد میان میلگردهای طولی نباید کمتر از ۱/۵ برابر قطر اسمی میلگرد و نیز کمتر از ۳۸ میلی‌متر باشد.

### ۸-۴-۳-۸ پوشش میلگرد

الف) برای میلگرد باید حداقل پوشش بنایی ذیل تأمین شود:

۱- نمای بنایی در معرض خاک یا هوا: ۵۰ میلی‌متر برای میلگردهای به قطر بزرگتر از ۱۶ میلی‌متر و ۳۸ میلی‌متر برای میلگردهای به قطر ۱۶ میلی‌متر و کوچکتر.

۲- ۳۸ میلی‌متر برای بنایی که در معرض خاک یا زمین نیست.

ب) سیم‌های طولی میلگرد بستر باید کاملاً در ملات یا دوغاب مدفون شود، حداقل پوشش برای حالتی که در معرض خاک یا هوا باشد برابر با ۱۶ میلی‌متر و برای حالتی که در معرض خاک یا هوا نمی‌باشد برابر با ۱۳ میلی‌متر می‌باشد. میلگرد بستر باید از نوع فولاد ضد زنگ باشد و در بنایی واقع در معرض خاک یا هوا و یا در دیوارهای داخلی که در معرض میانگین رطوبت نسبی بیش از ۷۵ درصد می‌باشند، توسط روکش گالوانیزه یا اپوکسی در برابر خوردگی محافظت شود. تمام میلگردهای بستر باید از فولاد گالوانیزه و ضد زنگ باشند.

### ۸-۴-۳-۹ قلاب

در مورد قلاب‌ها موارد زیر باید رعایت شود:

۱- کاربرد قلاب در مناطق کششی تیر مجاز نمی‌باشد، مگر در انتهای تیرهای ساده و طره‌ای یا در تکیه‌گاه انتهایی تیرهای سرتاسری و گیردار.

۲- قلاب‌ها نباید برای تحمل باری که تنش کششی بیش از ۵۲ مگاپاسکال در میلگرد ایجاد می‌کند به کاربرده شوند.

۳- در صورت وجود کشش، طول معادل برای قلاب استاندارد برابر با ۱۳برابر قطر میلگرد می‌باشد.
۴- قلاب‌ها را نباید در افزایش مقاومت فشاری میلگردها مؤثر دانست.
۵- از هر وسیله مکانیکی که قادر باشد مقاومت میلگرد را بدون آسیب رساندن به واحد بنایی افزایش دهد، می‌توان به جای قلاب استفاده کرد. باید داده‌هایی برای نشان دادن کفایت این وسایل ارائه شود.

### ۸-۴-۳-۱۰ حداقل قطر خم برای میلگرد

قطر داخلی خم میلگردها، به جز برای تنگ‌ها، نباید از مقادیر مندرج در جدول ۸-۴-۱ کمتر باشد. برای تنگ‌های ساخته شده از میلگرد با قطر ۱۶ میلی‌متر و کوچکتر، قطر داخلی خم نباید از ۴ برابر قطر میلگرد کمتر باشد. برای میلگردهای بزرگتر از ۱۶ میلی‌متر، قطر خم باید با مقادیر مندرج در جدول ۸-۴-۱ مطابقت کند.

**جدول۸-۴-۱ حداقل قطر خم**

| قطر میلگرد (db) | تنش جاری شدن (MPa) | حداقل قطر خم |
|---|---|---|
| ۱۰ تا ۲۲ میلی‌متر | ۲۲۰ | ۵db |
| ۱۰ تا ۲۵ میلی‌متر | ۳۰۰ تا ۴۰۰ | ۶db |
| بزرگتر از ۲۵ میلی‌متر | ۳۰۰ تا ۴۰۰ | ۸db |

## ۸-۴-۴ ضوابط جزئیات مسلح کردن برای مناطق با خطر نسبی متوسط

ساختمان‌های بنایی که در مناطق زلزله‌خیز با خطر نسبی متوسط ساخته می‌شوند، باید با مقررات طراحی این فصل و ضوابط خاص بندهای ۸-۴-۴-۱ تا ۸-۴-۴-۴ طراحی شوند.

### ۸-۴-۴-۱ میلگردگذاری ستون‌ها

در این ساختمان‌ها ستون‌ها باید مطابق بند ۸-۴-۳-۷ میلگردگذاری شوند.

### ۸-۴-۴-۲ میلگرد قائم در دیوارها

حداقل میلگردهای قائم برابر با ۱۳۰ میلی‌مترمربع است که باید بطور متمرکز در هر تقاطع دو یا چند دیوار و نیز در انتهای دیوارها تعبیه شوند. همچنین حداقل ۱۳۰ میلی‌مترمربع از میلگردهای قائم باید برای طول دیوار و به فاصله افقی حداکثر ۱۲۰۰ میلی‌متر (در سرتاسر دیوار) تعبیه گردد.

### ۸-۴-۴-۳ میلگرد افقی در دیوارها

حداقل میلگرد افقی برای هر یک از موارد زیر با مساحت مقطع عرضی برابر با ۱۳۰ میلی‌متر مربع در نظر گرفته شود:

الف) در بالای دیوار و در محل اتصال پیوسته سقف یا کف به دیوار.

ب) در پایین دیوار یا در بالای پی‌ها در صورتی که پی‌ها به دیوارها متصل شده باشند.

ج) به صورت متمرکز در فواصل حداکثر ۳ متر، یا به صورت یکنواخت در ارتفاع.

د) میلگردهای بالا و پایین هر بازشو باید به سمت داخل و به اندازه مقدار مندرج در بند ۸-۳-۱-۲۲ تعبیه گردد.

### ۸-۴-۴-۴ دیوارهای جدا شده از سیستم اصلی سازه‌ای

دیوارهای بنایی که در جهت عمود به صفحه خود (در جهت جانبی) دارای تکیه‌گاه هستند ولی از لحاظ سازه‌ای مستقل و از سه طرف بطور جدا شده از سیستم اصلی سازه‌ای عمل می‌کنند، می‌بایست دارای حداقل میلگرد افقی برابر با ۰/۰۰۷ مساحت مقطع عرضی دیوار باشند. این ضابطه می‌بایست با توزیع یکنواخت میلگرد بستر یا با میلگردهای افقی که فاصله آن‌ها از یکدیگر بیش از ۱/۲ متر نباشد، و بطور کامل در ملات یا ملات دوغابی مدفون باشند، ارضا گردد. اجزای معماری (غیرسازه‌ای) دیوارهای بنایی از مطالب حداقل میلگرد مستثنی می‌باشد.

### ۸-۴-۵ ضوابط ویژه برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد

برای این مناطق علاوه بر ضوابط بند ۸-۴-۴، ضوابط این بند نیز باید تأمین شود. ساختمان‌های یک یا دو طبقه با اهمیت کم که در مناطق با خطر نسبی زلزله زیاد واقع شده‌اند از این قاعده مستثنی هستند.

### ۸-۴-۵-۱ میلگرد عرضی ستون‌ها

در ستون‌هایی که تحت اثر تنش‌های فشاری یا کششی محوری ناشی از نیروهای واژگونی ناشی از زلزله می‌باشند، حداکثر فاصله میلگردهای عرضی ستون نباید بیش از ۲۰۰ میلی‌متر برای ارتفاع کل ستون باشد. میلگردهای عرضی باید از نوع بست‌های ویژه بوده و شرایط آن مطابق ضوابط بند ۸-۴-۵-۱-۳ باشد.

در غیر موارد ذکر شده در بند ۸-۴-۵-۱-۳، در قسمت‌های بحرانی در بالا و پایین ستون، میلگرد عرضی باید از نوع بست ویژه بوده و شرایط آن طبق ضوابط بند ۸-۴-۵-۱-۳ در نظر گرفته شود، و فاصله آن‌ها از یکدیگر بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر اختیار نشود مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به میلگرد بیشتری را ایجاب کند.

**۸-۴-۵-۱-۱** طول قسمت بحرانی در بالا و پایین ستون نباید کمتر از بیشترین مقادیر زیر در نظر گرفته شود:

الف- یک ششم ارتفاع آزاد ستون

ب- ۴۵۰ میلی‌متر

ج- ضلع بزرگتر مقطع مستطیلی شکل ستون

**۸-۴-۵-۱-۲** فاصله میلگردهای عرضی در ارتفاع باقیمانده ستون نباید از ۱۶ برابر قطر میلگرد طولی یا ۴۸ برابر قطر میلگرد عرضی یا بعد کوچکتر مقطع عرضی ستون یا ۴۵۰ میلی‌متر تجاوز کند.

**۸-۴-۵-۱-۳** تنگ‌های ویژه ستون باید در دو انتها دارای قلاب ویژه باشند. حداقل طول این قلاب باید ۶ برابر قطر میلگرد یا ۱۰۰ میلی‌متر ، هرکدام بیشتر است، بوده و زاویه خم آن ۱۳۵ درجه باشد. این قلاب‌ها باید میلگرد طولی ستون را در برگیرند و به درون ستون نفوذ کنند. قلاب‌ها به شکل کلی باید ضوابط بند ۸-۴-۳-۹ و ۸-۴-۳-۱۰ را نیز تأمین نمایند.

### ۸-۴-۵-۲ حداقل ابعاد ستون

ابعاد اسمی یک ستون بنایی نباید کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

### ۸-۴-۵-۳ میلگرد گذاری دیوار

کلیه دیوارها باید بطور افقی و قائم میلگردگذاری شوند. مجموع مساحت میلگردهای افقی و عمودی باید حداقل ۰/۰۰۲ برابر مساحت کل مقطع عرضی دیوار باشد. حداقل مساحت میلگرد در هر جهت نباید کمتر از ۰/۰۰۰۷ برابر مساحت کل مقطع عرضی دیوار باشد. فواصل میلگردها نباید از ۱/۲ متر تجاوز کند و قطر میلگرد نباید از ۱۰ میلی‌متر کمتر باشد (به غیر از میلگرد بستر که ممکن است به عنوان تمام یا بخشی از حداقل میلگرد مورد نیاز، در نظر گرفته شود). میلگردها باید در اطراف گوشه‌های دیوار و در محل تقاطع دیوارها به صورت پیوسته قرار داده شوند، مگر اینکه دیوارهای متقاطع از یکدیگر جدا باشند. فقط میلگردهای افقی که در دیوار یا عضو بصورت پیوسته قرار دارند می‌بایست در محاسبه سطح میلگرد افقی منظور گردند.

# ۸-۵ ساختمان‌های بنایی محصور شده با کلاف

## ۸-۵-۱ کلیات

احداث ساختمان‌های آجری با کلاف باید بر اساس مقررات این فصل انجام گیرد. ساختمان‌های مشمول این فصل در مقایسه با ساختمان‌های آجری سنتی، رفتاری نسبتاً شکل‌پذیر داشته ولیکن استفاده از ساختمان‌های بنایی مسلح ترجیح دارد.

## ۸-۵-۲ محدوده کاربرد

این فصل از مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان شامل حداقل ضوابط برای طراحی و ساخت ساختمان‌های بنایی محصور شده با کلاف می‌باشد. در این ساختمان‌ها در حالتی که از میلگرد برای تقویت دیوارها استفاده شود، مقاومت میلگردها نباید در محاسبه مقاومت ساختمان مؤثر فرض شود.

## ۸-۵-۳ ساختگاه

احداث ساختمان‌های مشمول این فصل بر روی زمین‌های ناپایدار یا در معرض سیل، مجاز نمی‌باشد. منظور از زمین ناپایدار زمینی است که احتمال وقوع پدیده‌هایی مانند روانگرایی، نشست زیاد، سنگ ریزش و زمین لغزش در آن وجود داشته باشد یا اینکه زمین متشکل از خاک رس حساس باشد.

### ۸-۵-۴ مصالح

مصالح مصرفی باید با کلیه مقررات و ضوابط ارائه شده در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان و فصل دوم این مبحث مطابقت داشته باشد.

## ۸-۵-۵ طرح و اجرا

### ۸-۵-۵-۱ الزامات عمومی

پلان ساختمان باید واجد خصوصیات زیر باشد:

الف) طول ساختمان از سه برابر عرض آن یا ۲۵ متر بیشتر نباشد.

ب) نسبت به هر دو محور اصلی تقریباً قرینه باشد.

پ) پیشامدگی‌های آن الزامات زیر را برآورده نماید:

۱- اندازه پیشامدگی در هر راستایی نباید از یک پنجم بُعد ساختمان در همان راستا بیشتر باشد و علاوه بر آن بعد دیگر پیشامدگی نباید از مقدار پیشامده کمتر باشد.

۲- چنانچه اتصال قسمت پیشامده با ساختمان، بیش از نصف بُعد ساختمان در آن راستا باشد، این قسمت پیشامدگی تلقی نمی‌شود و در این صورت محدودیتی برای بُعد دیگر وجود ندارد مشروط بر آن که پلان ساختمان به طور نامناسبی نامتقارن نگردد.

در صورت نداشتن هر یک از الزامات فوق، باید با ایجاد درز انقطاع، ساختمان را به قطعات مناسب تقسیم نمود، به‌گونه‌ای که هر قطعه واجد شرایط یاد شده باشد. لازم نیست که درز انقطاع در شالوده ساختمان امتداد یابد.

### ۸-۵-۵-۲ ارتفاع و تعداد طبقات ساختمان

در مورد ساختمان‌های مشمول این فصل رعایت نکات زیر الزامی است:

الف) حداکثر تعداد طبقات بدون احتساب زیرزمین به دو محدود می‌شود.

ب) در احتساب تعداد طبقات، تراز روی سقف زیرزمین نباید نسبت به متوسط تراز زمین مجاور بیش از ۱/۵ متر باشد، در غیر این صورت، این طبقه نیز به عنوان طبقه‌ای از ساختمان منظور می‌گردد.

پ) تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور نباید بیش از ۸ متر باشد.

ت) حداکثر ارتفاع طبقه (از روی کلاف زیرین تا زیر سقف) محدود به ۴ متر می‌باشد و در صورت تجاوز از این حد، باید یک کلاف افقی اضافی در داخل دیوارها و در ارتفاع حداکثر ۴ متر از روی کلاف زیرین تعبیه گردد. به این ترتیب می‌توان ارتفاع طبقه را حداکثر تا ۶ متر افزایش داد.

### ۸-۵-۵-۳ برش قائم

**الف) پیشامدگی سقف**

در صورت وجود پیشامدگی سقف لازم است ضوابط زیر رعایت گردد:

۱- طول پیشامده طره در مورد بالکن‌های سه طرف باز از ۱/۲ متر و برای بالکن‌های دو طرف باز از ۱/۵ متر بیشتر نباشد و طره‌ها بخوبی در سقف طبقه مهار شوند.

۲- در صورتی‌که طول پیشامده طره از حدود مذکور در فوق تجاوز نماید طره باید در برابر نیروهای قائم زلزله مطابق مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان محاسبه گردد.

۳- روی هیچ قسمت پیشامدگی ساختمان نباید دیواری ساخته شود ولی ساخت جان‌پناه تا ارتفاع ۷۰۰ میلی‌متر مجاز است.

**ب) اختلاف سطح در طبقه**

حتی‌المقدور از ایجاد اختلاف سطح در طبقه پرهیز شود. در صورت وجود اختلاف سطح در طبقه، باید دیوارهای حد فاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند با کلاف‌بندی مناسب تقویت شوند و یا اینکه دو قسمت ساختمان بوسیله درز انقطاع از یکدیگر جدا شوند.

### ۸-۵-۵-۴ سازه

در مورد اجزای سازه‌ای ساختمان‌های مشمول این فصل رعایت موارد کلی زیر الزامی است:

۱- تمامی اجزای ساختمان باید به گونه مناسبی به هم پیوسته باشند تا ساختمان در برابر نیروها به طور یکپارچه عمل‌کند. بویژه سقف باید با حفظ انسجام خود به صورت یکپارچه، نیروی ناشی از زلزله را به اجزای قائم منتقل نماید.

۲- دیوارهای باربر باید در یک راستای قائم تا پی ادامه داشته باشند.
۳- ساختمان باید دارای تقارن سازه‌ای مناسب باشد، در غیر این صورت باید از درز انقطاع استفاده شود.
۴- از قرار دادن اجزای ساختمانی، تأسیسات و یا اجسام سنگین روی طره‌ها، اجزای لاغر، دهانه‌های بزرگ و بام پرهیز شود.

### ۸-۵-۵-۵ شالوده

رعایت ضوابط زیر برای شالوده‌ها الزامی است:

الف) شالوده‌ها باید در یک تراز ساخته شوند و هر گاه احداث شالوده به هر دلیل در یک تراز ممکن نباشد، هر بخشی از شالوده باید به صورت افقی در یک تراز قرار گیرد.

ب) ساخت شالوده شیب‌دار به هیچ وجه مجاز نیست. در زمین‌های شیب‌دار چنانچه ساخت شالوده ساختمان در یک تراز ممکن نباشد باید از شالوده‌های پلکانی استفاده شود، به طوری که این شالوده‌ها در جهت افقی حداقل ۶۰۰ میلی‌متر همپوشانی داشته و ارتفاع هر پله نباید بیش از ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

پ) برای دیوارهای باربر، عرض شالوده نواری باید حداقل ۱/۵ برابر عرض کرسی چینی و عمق آن حداقل ۵۰۰ میلی‌متر باشد.

ت) شالوده دیوارها باید با استفاده از بتن یا حداقل شفته آهکی با عیار ۳۵۰ کیلوگرم آهک در متر مکعب شفته و یا سنگ لاشه با یکی از ملات‌های گل- آهک، ماسه- سیمان- آهک (باتارد) و یا ماسه- سیمان ساخته شود.

ث) در مناطق سردسیر و دارای یخبندان تراز روی شالوده حداقل ۴۰۰ میلی‌متر زیر سطح زمین قرار گیرد.

### ۸-۵-۵-۶ کرسی چینی

اگر از کلاف افقی به عنوان شالوده استفاده شود، باید کلاف‌های افقی بر روی کرسی چینی با مصالح بنایی اجرا شود. در این حالت رعایت موارد زیر الزامی است:

الف) کرسی چینی باید از روی سطح شالوده تا حداقل ۳۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف تمام شده محوطه پیرامون ساختمان باشد.

ب) برای جلوگیری از نفوذ رطوبت باید سطح کرسی چینی با ۲۰ میلی‌متر ملات ماسه-سیمان با نسبت سیمان به ماسه یک به دو پوشانده شود.

پ) عرض کرسی چینی باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بیشتر از عرض دیوار باشد.

ت) کرسی چینی دیوارها با استفاده از سنگ لاشه، آجر یا بلوک سیمانی توپر با یکی از ملات‌های زیر اجرا شود:

۱- ملات ماسه- سیمان با نسبت حجمی یک به سه (یک قسمت سیمان، سه قسمت ماسه)

۲- ملات ماسه- سیمان- آهک (باتارد) با نسبت حجمی یک به یک به شش (یک قسمت سیمان، یک قسمت آهک، شش قسمت ماسه)

۳- ملات ماسه- آهک با نسبت حجمی دو به پنج (دو قسمت آهک، پنج قسمت ماسه خاکی)

ث) در صورت استفاده از بلوک سیمانی حفره‌دار، لازم است داخل حفره از ترکیب ملات و شن پر شود.

ج) در زمین‌های مرطوب، در صورت استفاده از آجر در کرسی چینی، مصرف آجرهای ماسه آهکی یا رسی مرغوب (مهندسی) الزامی است.

**تبصره:** به جای استفاده از کلاف افقی با کرسی چینی مصالح بنایی می‌توان از شالوده بتن مسلح با رعایت شرایط مندرج در جدول ۸-۵-۱ استفاده کرد. در این حالت رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- مقاومت بتن مورد استفاده در شالوده باید حداقل ۲۰ مگاپاسکال باشد.

۲- مقاومت میلگرد مورد استفاده در شالوده باید حداقل ۲۴۰ مگاپاسکال باشد.

۳- فولاد عرضی باید به میزان فولاد خمشی در نظر گرفته شود.

۴- بتن مگر زیر شالوده با ضخامت ۱۰۰ میلی‌متر بیشتر از عرض شالوده و حداقل ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر باشد.

**جدول ۸-۵-۱ حداقل قطر میلگردهای خمشی شالوده در هر سفره**

| نوع خاک محل ساخت | تعداد طبقات | | |
|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲ | ۳ |
| | فولاد خمشی مورد نیاز شالوده در هر سفره | | |
| خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها در حدود ۲ تا ۲/۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع باشد. | ۲ Φ ۱۰ | ۲ Φ ۱۲ | ۳ Φ ۱۲ |
| خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بیش از ۱/۵ و کمتر از ۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. | ۳ Φ ۱۰ | ۳ Φ ۱۲ | ۳ Φ ۱۲ |
| خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بیش از ۱ و کمتر از ۱/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. | ۳ Φ ۱۲ | ۴ Φ ۱۲ | ۴ Φ ۱۲ |
| خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها در حدود ۱ کیلوگرم بر سانتیمترمربع باشد. | ۳ Φ ۱۲ | ۴ Φ ۱۲ | ۴ Φ ۱۲ |

### ۸-۵-۵-۷ دیوار

**الف) دیوارهای باربر**

دیوارهای باربر باید به طور یکنواخت در دو جهت عمود بر هم توزیع شوند. همچنین از نظر مقدار سطح مقطع و مقاومت برای مقابله با نیروهای قائم و نیروهای جانبی ناشی از زلزله کافی باشند. دیوارها باید در کف و سقف محکم شوند. برای رفتار مناسب سازه‌ای، دیوارها باید مشخصات زیر را دارا باشند:

۱- کلیه دیوارهای پیرامونی (باربر و یا غیر باربر) باید دارای ضخامت ۳۵۰ میلی‌متر باشند.

۲- حداکثر نسبت ارتفاع دیوار باربر به ضخامت ۱۵ میلی‌متر می‌باشد. در هر حال، ضخامت دیوار باربر در طبقه اول و دوم نباید از ۲۲۰ میلی‌متر و در زیر زمین از ۳۵۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۳- حداکثر طول مجاز محصور بین دو کلاف قائم نباید از ۵ متر بیشتر باشد ارتفاع دیوارهای باربر باید با مفاد بند (۸-۵-۵-۲) تطبیق نماید.

**ب) دیوار نسبی**

در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان مقدار دیوار نسبی مورد نیاز باید بر اساس محاسبات پایداری تعیین گردد ولی این مقدار در هر طبقه نباید از مقادیر مندرج در جدول ۸-۵-۲ کمتر باشد.

**جدول ۸-۵-۲ حداقل درصد دیوار نسبی در هر امتداد ساختمان آجری محصور شده با کلاف**

| نوع و تعداد طبقات | | خطر نسبی مناطق | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | خطر نسبی بسیار زیاد و زیاد | | | خطر نسبی متوسط و کم | | |
| | | زیرزمین | طبقه اول | طبقه دوم | زیرزمین | طبقه اول | طبقه دوم |
| ساختمان آجری | یک طبقه | ۶ | ۴ | - | ۵ | ۳ | - |
| | دو طبقه | ۸ | ۶ | ۴ | ۶ | ۵ | ۳ |
| ساختمان با بلوک سیمانی | یک طبقه | ۱۰ | ۶ | - | ۸ | ۵ | - |
| | دو طبقه | ۱۲ | ۱۰ | ۶ | ۹ | ۸ | ۵ |
| ساختمان سنگی | یک طبقه | ۶ | ۵ | - | ۵ | ۴ | - |
| | دو طبقه | ۸ | ۸ | ۵ | ۶ | ۶ | ۴ |

**پ) دیوارهای جداگر**

علاوه بر موارد ذکر شده در بند ۸-۳-۱-۱۱ دیوارهای جداگر باید مشخصات زیر را نیز دارا باشند:

۱- دیوارهای جداگر منحصراً به منظور جدا سازی فضاهای ساختمان به کار می‌روند. وزن این دیوارها یا مستقیماً به وسیله شالوده یا با واسطه کف‌ها توسط دیوارهای باربر تحمل می‌شود.

۲- دیوارهای جداگر می‌توانند از آجر، بلوک سفالی یا قطعات پیش ساخته گچی و نظایر آن ساخته شوند.

۳- حداقل ضخامت دیوارهای جداگر برای آجر ۱۱۰ میلی‌متر و برای بلوک سفالی و قطعات پیش‌ساخته گچی ۸۰ میلی‌متر می‌باشد.

۴- حداکثر طول آزاد دیوار جداگر بین دو پشت‌بند عبارت است از ۴۰ برابر ضخامت دیوار یا ۵ متر، هر کدام کمتر باشد. پشت‌بند باید به ضخامت حداقل معادل ضخامت دیوار و به طول حداقل یک ششم بزرگترین دهانه طرفین پشت‌بند باشد. به‌جای پشت‌بند می‌توان اجزای قائم فولادی، بتن مسلح یا چوبی در داخل دیوار قرار داد و دو سر این اجزا را به‌گونه مناسبی در کف و سقف طبقه مهار نمود.

۵- حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای جداگر از تراز کف مجاور ۳/۵ متر می‌باشد. در صورت تجاوز از این حد باید با تعبیه کلاف‌های افقی به گونه مناسبی به تقویت دیوار جداگر مبادرت گردد.

۶- جداگرهایی که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارند باید کاملاً به زیر پوشش سقف مهار شوند، یعنی رج آخر دیوار با فشار و ملات کافی یا روش‌های مناسب دیگر، در زیر سقف مهار شود.

۷- لبه فوقانی جداگرهایی که در تمام ارتفاع طبقه ادامه ندارند باید با کلاف مناسب به دیوار یا کلاف‌های احاطه کننده جداگر متصل شود.

۸- لبه قائم جداگرها نباید آزاد باشد. لبه جداگر باید به دیوار یا جداگر عمود بر آن یا یک ستونک، به نحو مناسب متصل‌گردد. ستونک می‌تواند از فولاد، بتن مسلح یا چوب ساخته شود. برای ستونک می‌توان از یک ناودانی نمره ۶ (یا نیمرخ فولادی معادل آن)، بتن مسلح یا چوب استفاده کرد. چنانچه طول دیوار جداگر پشت‌بند کمتر از ۱/۵ متر باشد لبه آن می‌تواند آزاد باشد.

**ت) دیوار چینی**

در مورد اجرای دیوارهای آجری رعایت نکات زیر الزامی است:

۱- در ساخت دیوارهای باربر از یک نوع آجر استفاده شود.

۲- قبل از اجرا، آجرها در آب خیس شوند تا آب ملات را به خود جذب نکنند.

۳- دیوار چینی باید با ملات ماسه- سیمان یا حداقل ملات ماسه- سیمان- آهک (باتارد) با نسبت اختلاط مندرج در بند (۸-۵-۵-۶-ت) و با اطمینان از تأمین مقاومت فشاری تعیین شده در مشخصات طرح سازه انجام شود.

۴- آجرها حداقل به اندازه یک چهارم طول خود با آجرهای ردیف قبلی همپوشانی داشته باشند.

۵- امتداد رگ‌ها کاملاً افقی باشد.

۶- بندهای قائم در دو رگ متوالی، در یک امتداد نبوده (یک رگ در میان در مقابل هم قرار گرفته باشند) و شاقولی باشند.

۷- ضخامت بندهای افقی و قائم نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشتر از ۱۲ میلی‌متر باشد.

۸- بندهای قائم باید از ملات پر شوند.

۹- در دیوارهای باربر باید حداقل از سه میلگرد آجدار به قطر ۱۰ میلی‌متر که هر یک به ترتیب در فواصل یک سوم، یک دوم و دو سوم ارتفاع دیوار و به صورت سرتاسری در طول دیوار در بندهای افقی قرار می‌گیرند، استفاده شود. این میلگردها باید تا محل کلاف‌های قائم امتداد داده شده و در داخل آن‌ها مهار گردد.

۱۰- رگ‌های دیوار چینی در تمام قسمت‌های ساختمان باید همزمان (در ارتفاع) اجرا شود و استفاده از روش هشت‌گیر در ساخت دیوارها مجاز نمی‌باشد.

۱۱- دیوار چینی باید کاملاً شاقولی باشد.

۱۲- دیوارهای مهاری باید همزمان با دیوارهای باربر اجرا شوند.

۱۳- دیوارها در محل اجرای کلاف‌های قائم بتن مسلح باید به صورت هشت‌گیر اجرا گردند. در این حالت حداقل فاصله بین آجرهای هشت‌گیر نباید از بعد لازم کلاف کمتر باشد. به جای استفاده از هشت‌گیر می‌توان در هنگام اجرای دیوار با تعبیه شاخک‌ها یا میلگردهای افقی در هر ۵۰۰ میلی‌متر ارتفاع، اتصال بین دیوار و کلاف را تأمین نمود.

۱۴- دیوارها باید پس از اجرا حداقل به مدت سه روز مرطوب نگه داشته شود.

۱۵- برای حفظ انسجام ساختمان باید دیوارهای باربر با کلاف روی آن به نحو مناسب درگیر شود.

### ۸-۵-۵-۸ بازشوها و تقویت کننده‌های اطراف آن‌ها

علاوه بر موارد ذکر شده در بند ۸-۳-۱-۵، رعایت موارد زیر در مورد اندازه و محل بازشوها الزامی است:

۱- بازشوها نباید سبب قطع کلاف‌ها شوند.

۲- مجموع سطح بازشوها در هر دیوار باربر از یک سوم سطح آن دیوار بیشتر نباشد.

۳- مجموع طول بازشوها در هر دیوار باربر از یک دوم طول دیوار بیشتر نباشد.

۴- فاصله اولین بازشو در هر دیوار باربر از بر خارجی ساختمان (از انتهای دیوار) کمتر از دو سوم ارتفاع بازشو یا کمتر از ۷۵۰ میلی‌متر نباشد، مگر آنکه در طرفین بازشو کلاف قائم (از کف تا سقف) قرار داده شود.

۵- فاصله دو بازشو نباید از دو سوم ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود و همچنین از یک ششم مجموع طول آن دو بازشو کمتر باشد. در غیر این صورت جرز بین دو بازشو جزئی از بازشو منظور می‌شود و نباید آن را به عنوان دیوار باربر به حساب آورد.

۶- نعل‌درگاه روی بازشوهای مجاور باید به صورت یکسره با دهانه‌ای برابر مجموع طول بازشوها به اضافه طول جرز بین آن‌ها و ۲۰۰ میلی‌متر اضافه در هر طرف با رعایت نکات بند (۸-۵-۵-۹) منظور شود.

۷- هیچ یک از ابعاد بازشوها از ۲/۵ متر بیشتر نباشد. در غیر این صورت باید طرفین بازشو را با تعبیه کلاف‌های قائم که به‌کلاف‌های افقی متصل می‌شوند، تقویت نمود.

### ۸-۵-۵-۹ نعل‌درگاه

برای نصب نعل درگاه‌ها علاوه بر ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۲ رعایت ضوابط زیر نیز الزامی است:

۱- در صورت استفاده از کلاف‌های قائم در اطراف بازشوها، نعل‌درگاه باید به نحو مناسبی به آن‌ها متصل شوند.

۲- عرض نعل‌درگاه باید مساوی ضخامت دیوار باشد.

### ۸-۵-۵-۱۰ کلاف‌ها

#### ۸-۵-۵-۱۰-۱ کلاف‌بندی افقی

**الف) محل‌های تعبیه و مشخصات کلاف‌های افقی**

در کلیه دیوارهای باربر باید کلاف‌های افقی در تراز زیر دیوار و زیر سقف با رعایت ضوابط زیر، ساخته شود:

۱- در تراز زیر دیوار: این کلاف باید با بتن مسلح (با عیار سیمان حداقل ۲۵۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن) ساخته شود به طوری که عرض آن از عرض دیوار و یا ۲۵۰ میلی‌متر و ارتفاع آن از دو سوم عرض دیوار و یا ۲۵۰ میلی‌متر کمتر نباشد.

۲- در تراز زیر سقف: کلاف سقف چنانچه با بتن مسلح ساخته شود، باید عرض آن هم عرض دیوار بوده مگر در دیوارهای خارجی که به منظور نماسازی می‌توان عرض کلاف را حداکثر تا ۱۲۰ میلی‌متر از عرض دیوار کمتر اختیار نمود ولی در هیچ حال عرض کلاف افقی نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. ارتفاع کلاف نیز نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. به جای کلاف بتن مسلح می‌توان از نیمرخ‌های فولادی معادل تیرآهن نمره ۱۰ (IPE100) استفاده نمود مشروط بر آن که کلاف فولادی به خوبی به سقف متصل شده و همچنین این کلاف‌ها به نحوی مناسب به کلاف قائم یا دیوار متصل گردد. هنگام اجرای کلاف سقف، تدابیر لازم برای اتصال مناسب آن به تیرهای سقف اتخاذ شود.

**ب) مشخصات و محل تعبیه میلگردها در کلاف‌های افقی بتنی**

۱- میلگردهای طولی باید از نوع آجدار با حداقل قطر ۱۰ میلی‌متر باشند.

۲- میلگردهای طولی باید در چهار گوشه کلاف با پوشش بتنی مناسب، قرار گیرند. در صورتی که عرض کلاف از ۳۵۰ میلی‌متر تجاوز نماید تعداد میلگردهای طولی باید به ۶ عدد و یا بیشتر افزایش داده شود به گونه‌ای که فاصله هر دو میلگرد مجاور از ۲۵۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

۳- میلگردهای طولی باید با تنگ‌های ساده‌ای به قطر حداقل ۶ میلیمتر به یکدیگر بسته شوند. فاصله تنگ‌ها از یکدیگر نباید از ارتفاع کلاف یا ۲۵۰ میلی‌متر بیشتر باشد. فاصله تنگ‌ها در فاصله ۴۵۰ میلی‌متر از بر کلاف قائم باید حداقل به ۱۵۰ میلی‌متر کاهش یابد.

۴- پوشش بتن اطراف میلگردهای طولی نباید در مورد کلاف زیر دیوارها از ۵۰ میلی‌متر و در مورد کلاف سقف از ۲۵ میلی‌متر کمتر باشد.

**پ) اتصال کلاف‌های افقی**

۱- در هر تراز، کلاف‌ها باید به یکدیگر متصل شوند تا کلاف‌بندی به صورت شبکه به هم پیوسته‌ای باشد.

۲- میلگردها در محل تلاقی کلاف‌ها باید به اندازه ۵۰۰ میلی‌متر همپوشانی داشته باشند تا اتصال کلاف‌ها بخوبی تأمین گردد.

۳- کلاف افقی نباید در هیچ جا منقطع باشد. عبور لوله یا دودکش به قطر بیش از یک ششم عرض کلاف از درون کلاف مجاز نمی‌باشد. بدیهی است لوله یا دودکش باید از وسط کلاف عبور نموده و نباید باعث قطع میلگردها گردد. همچنین لوله آب گرم و دودکش باید با عایق حرارتی پوشانده شوند.

**۸-۵-۵-۱۰-۲ کلاف‌بندی قائم**

**الف) محل‌های تعبیه و مشخصات کلاف‌های قائم**

۱- کلاف‌های قائم باید در محل تقاطع دیوارها تعبیه گردند. در صورتی که طول دیوار بین دو کلاف بیشتر از ۵ متر باشد باید کلاف‌های قائم با توزیع یکنواخت در فواصل کمتر از ۵ متر در داخل دیوار، تعبیه گردد.

۲- هیچ یک از ابعاد مقطع کلاف قائم بتن مسلح (با عیار سیمان حداقل ۲۵۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن) نباید کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد. به جای کلاف بتن مسلح می‌توان از تیرآهن نمره ۱۰ (IPE100) یا نیمرخ فولادی معادل آن استفاده نمود، مشروط بر آن که اتصال کلاف فولادی با دیوار به وسیله میلگردهای افقی بخوبی تأمین شود.

**ب) مشخصات و محل تعبیه میلگردها در کلاف‌های قائم بتنی**

۱- میلگردهای طولی باید از نوع آجدار با حداقل قطر ۱۰ میلی‌متر باشد.

۲- میلگردهای طولی باید در چهار گوشه کلاف با پوشش بتنی مناسب قرار گیرند و به نحو مناسبی با میلگردهای طولی کلاف افقی مهار شوند.

۳- میلگردهای طولی باید با تنگ‌هایی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر به یکدیگر بسته شوند. فاصله تنگ‌ها از یکدیگر نباید از ۲۵۰ میلی‌متر یا عرض کلاف هر کدام که کمتر است، بیشتر باشد. حداکثر فاصله تنگ‌ها در ناحیه بحرانی باید به ۱۵۰ میلی‌متر کاهش یابد. طول ناحیه بحرانی در کلاف قائم از بر داخلی کلاف افقی محاسبه شده و برابر با بزرگترین مقادیر زیر است:

- یک پنجم فاصله محور تا محور کلاف‌های افقی بالا و پایین دیوار بنایی
- دو برابر ضخامت کلاف قائم در راستای عمود بر دیوار

۴- در اطراف میلگردهای طولی باید حداقل ۲۵ میلی‌متر پوشش بتن وجود داشته باشد.

**پ) اتصال کلاف‌های قائم**

کلاف‌های قائم باید به نحوی مناسب در کلیه محل‌های تقاطع، به کلاف‌های افقی متصل شوند. در نقاط تقاطعی که کلاف قائم ادامه نمی‌یابد میلگردهای طولی کلاف قائم باید حداقل به اندازه ۴۰۰ میلی‌متر در داخل کلاف افقی مهار گردد.

**ت) معادل کردن کلاف‌های قائم**

به جای هر کلاف قائم به شرح مذکور در بند (۸-۵-۵-۱۰-۲) می‌توان میلگردهایی را در طول و ارتفاع دیوار بر اساس ضوابط زیر، توزیع نمود:

۱- برای اجرای دیوار از ملات ماسه- سیمان (با عیار سیمان حداقل ۲۵۰ کیلوگرم در متر مکعب ملات) استفاده شود.

۲- فاصله دو میلگرد قائم متوالی از ۶۰۰ میلی‌متر کمتر و از ۱/۲ متر بیشتر نباشد.

۳- میلگردهای قائم در فاصله حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر، با میلگردهای افقی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر، به یکدیگر بسته شوند.
۴- اطراف میلگردها به صورت غوطه‌ای چیده شده و بندهای قائم کاملاً پر گردند. دور هر میلگرد قائم، فضایی که کوچکترین بعد آن از ۶۰ میلی‌متر کمتر نباشد ایجاد گردیده و ضمن چیدن دیوار با ملات پر شود.

### ۸-۵-۵-۱۱ سقف

سقف ساختمان‌های مشمول این فصل می‌تواند به صورت تخت، شیب‌دار و قوسی با رعایت شرایط زیر ساخته شود.

در زیر سقف، یک کلاف افقی فولادی از تیر آهن حداقل نمره ۱۰ و یا معادل آن یا یک کلاف افقی بتنی با عرض حداقل مساوی ضخامت دیوار و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر و با حداقل چهار میلگرد طولی آجدار نمره ۱۰ و میلگردهای عرضی ساده نمره ۶ به فاصله حداکثر ۲۰۰ میلی‌متر، اجرا شود. هنگام اجرای کلاف سقف، تدابیر لازم برای اتصال مناسب آن به تیرهای سقف اتخاذ گردد.

سقف‌های مندرج در بند ۸-۶-۵-۸-۲ (مربوط به ساختمان‌های خشتی و سنگی) با رعایت ضوابط مربوط می‌تواند در ساختمان‌های مشمول این فصل نیز اجرا شود.

بخش طره‌ای سقف باید همزمان با سقف اجرا شده و تیرهای آن ادامه تیرهای سقف باشد.

در مواردی که اجرای سقف‌های طاق ضربی یا تیرچه بلوک مد نظر باشد، باید شرایط زیر در مورد هر یک رعایت گردد.

**الف) سقف‌های طاق ضربی**

۱- فاصله بین تیرآهن‌های سقف از ۱ متر بیشتر نشود.
۲- تیرآهن‌های سقف باید در فواصل حداکثر ۲ متر توسط تیرآهن‌های عرضی (حداکثر یک شماره کمتر از تیرآهن اصلی) که در دل تیرآهن‌های سقف قرار می‌گیرند، به یکدیگر متصل گردند.
۳- لازم است انتهای تیرآهن‌های سقف توسط تیرآهن‌های دیگری که در امتداد عمود بر تیرهای سقف هستند، به یکدیگر متصل شوند.
۴- تیرآهن‌های سقف به گونه مناسبی به کلاف افقی متصل شوند.

۵- تیرآهن انتهایی سقف باید در چشمه‌های ۱ متری، حداقل به صورت یک چشمه در میان، با تسمه یا میلگرد به شکل ضربدری به تیرآهن کناری خود مهار شود.

۶- تکیه‌گاه مناسبی برای پاطاق آخرین دهانه طاق ضربی تعبیه گردد. این تکیه‌گاه می‌تواند با قرار دادن یک نیمرخ فولادی و اتصال آن با کلاف زیر خود یا با جاسازی در کلاف بتنی تأمین شود. چنانچه این تکیه‌گاه فولادی باشد باید با میلگردها یا تسمه‌های کاملاً کشیده و مستقیم در دو انتهای تیر و همچنین در فواصل کمتر از ۲ متر به آخرین تیرآهن سقف متصل گردد.

۷- حداقل سطح مقطع میلگرد یا تسمه که برای مهاربندی ضربدری تیرآهن‌های سقف یا استوار کردن آخرین دهانه به‌کار می‌رود، میلگرد با قطر ۱۴ میلی‌متر یا تسمه معادل آن می‌باشد.

**ب) سقف‌های تیرچه بلوک**

۱- تیرچه‌های سقف به نحو مناسبی به کلاف افقی متصل شوند.

۲- میلگرد مورد استفاده در بتن پوشش سقف حداقل به قطر ۶ میلی‌متر به فواصل حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر در جهت عمود بر تیرچه‌ها، قرار داده شود.

۳- پوشش بتن روی بلوک‌ها حداقل دارای ۵۰ میلی‌متر ضخامت باشد.

۴- در صورت تجاوز دهانه تیرچه‌ها از ۴ متر، تیرچه‌ها به وسیله کلاف عرضی که عرض مقطع آن حداقل ۱۰۰ میلی‌متر باشد به هم متصل شوند. این کلاف باید دارای حداقل ۲ میلگرد آجدار سراسری به قطر ۱۰ میلی‌متر (یکی در بالا و یکی در پائین مقطع کلاف) باشد.

۵- در صورت وجود طره در سقف، لازم است حداقل به اندازه میلگردهای پایین در بالا و به طول حداقل ۱/۵ متر تعبیه شود.

**پ) سقف کاذب**

سقف کاذب سقفی است که وزن آن از طریق اتصال به سیستم باربر ساختمان به آن منتقل شده و بین آن و سقف اصلی فضای خالی به وجود می‌آید. سقف‌های کاذب به صورت مستوی یا غیر مستوی ساخته می‌شوند. این سقف‌ها باید از مصالح سبک ساخته شده و قاب بندی آن به گونه مناسبی به سقف اصلی بالای آن یا به دیوار یا کلاف‌بندی ساختمان متصل گردد تا ضربه تکان‌های ناشی از زلزله در آن‌ها، موجب خرابی دیوارهای مجاور نگردد.

در اجرای سقف کاذب رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- آویزها در سقف‌های کاذب به سازه اصلی ساختمان (دیوارهای باربر، کلاف‌ها و یا سقف) متصل گردند.
۲- از آویزهایی استفاده شود که مقاومت کافی داشته و در برابر عوامل خورنده و زنگ‌زدگی مقاوم باشند.
۳- تعداد و فاصله آویزها بسته به نوع پوشش سقف کاذب محاسبه و برآورد شود، اما در هر حال نباید از ۳ عدد در هر متر مربع سقف کمتر باشد.
۴- آویزها باید شاقولی و صاف بوده و با اتصالات مناسب به سازه اصلی متصل شوند.
۵- بار وارد از طرف آویزها از باری که سقف بر اساس آن طراحی شده تجاوز نکند.
۶- مقاطع نیمرخ‌های اصلی و فرعی افقی که برای نگه داشتن سقف‌های کاذب به کار می‌روند باید با محاسبه تعیین شود ولی به هر حال سطح مقطع نیمرخ‌های اصلی و فرعی از هر لحاظ نباید به ترتیب از سطح مقاومت میلگردهای فولادی نمره ۱۰ و ۶ کمتر باشد.
۷- سقف‌های کاذب باید در برابر نیروهای جانبی مقاوم باشند.
۸- در صورتی که تأسیسات حرارتی در فضای بین سقف اصلی و سقف کاذب قرار می‌گیرد، ایجاد درز انبساط در اطراف سقف کاذب به منظور تأمین جا برای تغییر مکان‌های حرارتی ضروری است.

### ۸-۵-۵-۱۲ نما

رعایت نکات زیر در نماسازی علاوه بر موارد بند ۸-۳-۱-۱۳، الزامی است:
۱- نما باید با سطح زیر کار اتصال مناسب، پایدار، بادوام و کافی داشته باشد تا در طول عمر آن پایداری آن تأمین بوده و هنگام بروز زلزله خطر جدا شدن و فرو ریختن آن وجود نداشته باشد.
۲- نما باید قابلیت تحمل شرایط اقلیمی خاص هر منطقه را داشته باشد و حتی‌المقدور از مصالح سبک وزن استفاده شود.
۳- نما باید به گونه‌ای انتخاب و اجرا شود که بروز اشکالاتی در آن (مانند ترک خوردگی) موجب آسیب دیدن اتصال آن به سطح زیر کار و اجزای سازه‌ای نشود.
۴- از اجرای نماهای مجزا قبل از تکمیل سطح زیر کار پرهیز شود.

### ۸-۵-۵-۱۳ جان‌پناه

رعایت ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۴ در مورد جان‌پناه الزامی است.

### ۸-۵-۵-۱۴ دودکش

رعایت ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۵ برای اجرای دودکش الزامی است.

### ۸-۵-۵-۱۵ بادگیر

رعایت ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۶ برای بادگیر الزامی است.

### ۸-۵-۵-۱۶ عایقکاری رطوبتی

اجرای عایقکاری رطوبتی در موارد زیر لازم است:

الف) بام‌های تخت، شیب‌دار، قوسی و گنبدها

ب) ایوانگاه‌ها و ایوان‌ها

پ) کف‌ها (در تماس با زمین نمناک و کف سرویس‌ها و آشپزخانه)

ت) شالوده‌ها (در تماس با زمین نمناک)

ث) دیوارهای زیرزمین و دیوارهای در تماس با زمین نمناک: برای عایقکاری زیر دیوارها استفاده از مواد قیری یا مشابه مجاز نیست و باید عایقکاری با ۲۰ میلی‌متر ملات ماسه- سیمان با نسبت سیمان به ماسه یک به دو استفاده شود.

ج) سایر قسمت‌ها از قبیل کف پنجره‌های در تماس با محیط اطراف، درپوش و دیوار جان‌پناه، دودکش‌ها، بدنه و کف استخرها و منابع آب، نماهایی که در معرض بوران قرار می‌گیرند.

چ) اگر عایقکاری با قیر و گونی و گونی قیر اندود انجام می‌شود باید موارد زیر رعایت شود:

۱- ایجاد زیرسازی مناسب برای انجام عایقکاری ضروری است.

۲- عایقکاری به هنگام بارندگی مجاز نیست.

۳- عایقکاری بر روی سطوح مرطوب مجاز نیست.

۴- قیرهای جامد را تا هنگامی که گرم و روانند باید مصرف کرد.

۵- عایقکاری در هوای سرد (زیر ۴+ درجه سلسیوس) مجاز نیست.

۶- راه رفتن روی سطوح عایقکاری شده باید با احتیاط و با استفاده از کفش‌های بدون میخ انجام شود.

۷- مصرف میخ برای محکم کردن لایه‌های عایقکاری مجاز نیست.

۸- لایه‌های عایق باید از هر طرف حداقل ۱۰۰ میلی‌متر همپوشانی داشته و با قیر کاملاً به هم چسبانده شوند. در همپوشانی لایه‌ها باید لایه‌های رویی در سمتی قرار گیرند که مطابق شیب‌بندی انجام شده آب از روی آن‌ها به سمت لایه زیری سرازیر گردد.

۹- هنگامی که عایقکاری در بیش از یک لایه انجام می‌شود، لایه‌های متوالی عایق باید عمود بر هم قرار گیرند.

۱۰-سطوح عایقکاری شده باید پس از تکمیل با لایه محافظی پوشانده شوند.

ح) عایقکاری با عایق‌های رطوبتی آماده، باید مطابق روش‌های توصیه شده توسط تولیدکنندگان و بر اساس استاندارد انجام شود.

خ) اطراف ساختمان تا فاصله یک متر باید با شیب ۳ درصد برای عدم نفوذ آب برف و باران به دیوار، با بتن سیمانی، بتن آسفالتی یا مصالح مناسب پوشیده شود.

# ۸-۶ ساختمان‌های بنایی غیر مسلح

## ۸-۶-۱ کلیات

احداث ساختمان‌های بنایی غیر مسلح باید بر اساس مقررات این فصل انجام گیرد. در این ساختمان‌ها به علت عدم وجود عناصر پیوند دهنده بنایی مسلح و یا بنایی محصور شده با کلاف، دیوارها یکپارچگی خود را در برابر حرکت‌های ناشی از زلزله حفظ نکرده لذا در برابر نیروی زلزله مقاومت چندانی ندارند بنابراین احداث آن‌ها توصیه نمی‌شود. ساخت ساختمان‌های مشمول این فصل در مناطق با خطر نسبی زیاد، خیلی زیاد و متوسط ممنوع می‌باشد.

## ۸-۶-۲ محدوده کاربرد

ضوابط این فصل به مسایل اجرایی و مصالح ساختمان‌های بنایی غیر مسلح محدود می‌شود و برای ساختمان‌هایی در نظر گرفته شده است که در نواحی با خطر نسبی کم می‌توانند ساخته شوند. احداث این ساختمان‌ها با حداکثر یک طبقه بالای زمین، یا دو طبقه با در نظر گرفتن زیرزمین مجاز است. حداکثر ارتفاع طبقات به ۸ برابر ضخامت دیوار باربر یا ۳/۵ متر هر کدام که کوچکتر باشد، محدود می‌گردد.

## ۸-۶-۳ ساختگاه

احداث ساختمان‌های مشمول این فصل بر روی زمین‌های ناپایدار یا در معرض سیل، مجاز نمی‌باشد. منظور از زمین ناپایدار زمینی است که احتمال وقوع پدیده‌هایی مانند آبگونگی، نشست

زیاد، سنگ ریزش و زمین لغزش در آن وجود داشته باشد، یا اینکه زمین متشکل از خاک رس حساس باشد.

### ۸-۶-۴ مصالح

مصالح مصرفی باید با ویژگی‌های ارائه شده در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان و فصل دوم این مبحث مطابقت داشته باشند.

### ۸-۶-۵ طرح و اجرا

اجزای اصلی ساختمان‌های مشمول این فصل عبارتند از شالوده، کرسی‌چینی، دیوارهای باربر و غیر باربر و سقف. این اجزا باید چنان اجرا شوند که هر یک پایداری موضعی خود را حفظ کرده و اتصال آن‌ها به یکدیگر پایداری کلی ساختمان را تأمین کند. با توجه به اثر نیروهای ناشی از زلزله، پایداری کلی ساختمان منوط به انتقال صحیح نیروهای زلزله به شالوده می‌باشد. بدین منظور علاوه بر اجزای اصلی فوق، در اطراف بازشوهای بزرگ باید کلاف‌های افقی و قائم نیز تعبیه شوند.

#### ۸-۶-۵-۱ الزامات عمومی

پلان ساختمان باید واجد خصوصیات زیر باشد:

الف) طول ساختمان از دو برابر عرض آن یا ۲۵ متر بیشتر نباشد.

ب) نسبت به هر دو محور اصلی تقریباً قرینه باشد.

پ) در ساختمان‌های خشتی و سنگی نباید پیشامدگی و پسرفتگی در پلان وجود داشته باشد ولی پیشامدگی و پسرفتگی در پلان ساختمان‌های آجری با رعایت الزامات زیر مجاز می‌باشد:

- اندازه پیشامدگی در هر راستایی نباید از یک پنجم بُعد ساختمان در همان راستا بیشتر باشد و علاوه بر آن بعد دیگر پیشامدگی نباید از مقدار پیشامده کمتر باشد.
- چنانچه اتصال قسمت پیشامده با ساختمان، بیش از نصف بُعد ساختمان در آن راستا باشد، این قسمت پیشامدگی تلقی نمی‌شود و در این صورت محدودیتی برای بُعد دیگر وجود ندارد مشروط بر آن که پلان ساختمان به طور نامناسبی نامتقارن نگردد.

در صورت نداشتن هر یک از الزامات فوق، باید با ایجاد درز انقطاع، ساختمان را به قطعات مناسب تقسیم نمود، به‌گونه‌ای که هر قطعه واجد شرایط یاد شده باشد. لازم نیست که درز انقطاع در شالوده ساختمان امتداد یابد.

### ۸-۶-۵-۲ برش قائم

در ساختمان‌های خشتی و سنگی وجود پیشامدگی در سقف و اختلاف سطح در طبقه ممنوع است ولی در ساختمان‌های آجری با رعایت ضوابط الف و ب مجاز می‌باشد.

**الف) پیشامدگی سقف**

در صورت وجود پیشامدگی سقف لازم است ضوابط زیر رعایت گردد:

۱- طول پیشامدگی از یک متر بیشتر نباشد.

۲- روی هیچ قسمت پیشامدگی ساختمان نباید دیواری ساخته شود ولی ساخت جان‌پناه تا ارتفاع ۷۰۰ میلی‌متر مجاز است.

**ب) اختلاف سطح در طبقه**

حتی‌المقدور از ایجاد اختلاف سطح در طبقه باید پرهیز شود. در صورت وجود اختلاف سطح در طبقه، باید دیوارهای حد فاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند با کلاف‌بندی مناسب تقویت شوند.

### ۸-۶-۵-۳ سازه

در مورد اجزای سازه‌ای ساختمان‌های مشمول این فصل رعایت موارد کلی زیر الزامی است:

۱- تمامی اجزای باربر ساختمان باید به گونه مناسبی به هم پیوسته باشند تا ساختمان در برابر نیروها به طور یکپارچه عمل کند. به ویژه لازم است سقف با حفظ انسجام خود به صورت یکپارچه، نیروی ناشی از زلزله را به اجزای قائم منتقل نماید.

۲- ساختمان باید در دو امتداد عمود بر هم قادر به تحمل نیروهای افقی ناشی از زلزله باشد و در هر یک از این امتدادها نیز باید نیروهای افقی به سمت شالوده به گونه‌ای مناسب منتقل گردد.

۳- دیوارهای باربر باید در یک راستای قائم تا پی ادامه داشته باشند.

۴- ساختمان باید دارای تقارن سازه‌ای مناسب باشد، در غیر این صورت باید از درز انقطاع استفاده شود.

۵- از قرار دادن اجزای ساختمانی، تأسیسات و یا اجسام سنگین روی طره‌ها، اجزای لاغر، دهانه‌های بزرگ و بام پرهیز شود.

### ۸-۶-۵-۴ شالوده

رعایت ضوابط زیر برای شالوده‌ها الزامی است:

الف) شالوده‌ها باید در یک سطح افقی ساخته شوند و هر گاه احداث شالوده به هر دلیل در یک تراز ممکن نباشد، هر بخشی از شالوده باید در یک سطح افقی قرار گیرد.

ب) ساخت شالوده شیب‌دار به هیچ وجه مجاز نیست. در زمین‌های شیب‌دار چنانچه ساخت شالوده ساختمان در یک تراز ممکن نباشد باید از شالوده‌های پلکانی استفاده شود، به طوری که این شالوده‌ها در جهت افقی حداقل ۶۰۰ میلی‌متر همپوشانی داشته باشند و ارتفاع هر پله نباید بیش از ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

پ) برای دیوارهای باربر، عرض شالوده نواری باید حداقل ۱/۵ برابر عرض کرسی چینی و عمق آن حداقل ۵۰۰ میلی‌متر باشد.

ت) شالوده باید به یکی از دو روش زیر ساخته شود:

روش اول: با استفاده از سنگ لاشه و ملات با نسبت حجمی اختلاط زیر در ساختمان‌های خشتی و سنگی:

- چهار قسمت سیمان
- یک قسمت آهک
- دوازده قسمت ماسه
- آب تمیز به اندازه کافی

و یا با استفاده از سنگ لاشه با یکی از ملات‌های گل- آهک، ماسه- آهک، ماسه- سیمان- آهک (باتارد) و یا ماسه- سیمان در ساختمان‌های آجری.

روش دوم: با استفاده از شفته آهکی با عیار ۳۵۰ کیلوگرم آهک در مترمکعب شفته.

ث) در مناطق سردسیر و دارای یخبندان تراز روی شالوده حداقل ۴۰۰ میلی‌متر زیر سطح زمین قرار گیرد.

### ۸-۶-۵-۵ کرسی چینی

در مورد کرسی چینی رعایت ضوابط زیر الزامی است:

الف) کرسی چینی باید از روی سطح شالوده تا حداقل ۳۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف تمام شده محوطه پیرامون ساختمان باشد.

ب) برای جلوگیری از نفوذ رطوبت باید سطح کرسی چینی با ۲۰ میلی‌متر ملات ماسه- سیمان با نسبت سیمان به ماسه دو به یک کافی است

پ) عرض کرسی چینی باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بیشتر از عرض دیوار باشد.

ت) کرسی چینی دیوارها با استفاده از سنگ لاشه، آجر یا بلوک سیمانی توپر با یکی از ملات‌های زیر اجرا شود:

- ملات ماسه - سیمان با نسبت حجمی یک به سه (یک قسمت سیمان، سه قسمت ماسه)
- ملات ماسه - سیمان - آهک (باتارد) با نسبت حجمی یک به یک به شش (یک قسمت سیمان، یک قسمت آهک، شش قسمت ماسه)
- ملات ماسه آهک با نسبت حجمی دو به پنج (دو قسمت آهک، پنج قسمت ماسه خاکی)

**تبصره ۱:** در صورت استفاده از بلوک سیمانی حفره‌دار، لازم است داخل حفره از ترکیب ملات و لاشه سنگ پر شود.

**تبصره ۲:** برای کرسی‌چینی در زمین‌های مرطوب استفاده از آجرهای ماسه آهکی یا رسی مرغوب (مهندسی) الزامی است.

### ۸-۶-۵-۶ دیوار

#### ۸-۶-۵-۶-۱ دیوارهای باربر

دیوارهای باربر باید به‌طور یکنواخت در هر دو جهت عمود بر هم در پلان ساختمان توزیع شوند. برای تأمین مقاومت در برابر نیروهای جانبی ناشی از زلزله، دیوارها باید در کف و سقف به نحو مناسبی مهار شوند.

دیوارهای باربر باید دارای مشخصات زیر باشند:

۱- هواکش، لوله بخاری یا فاضلاب نباید در دیوارهای باربر قرار گیرند.

۲- رگ‌های دیوار چینی در تمام قسمت‌های ساختمان باید همزمان (در ارتفاع) اجرا شود و استفاده از روش هشت‌گیر در ساخت دیوارها مجاز نمی‌باشد.

۳- بندهای قائم (کوره‌بند) در دو رگ متوالی، در یک امتداد نبوده، یک رگ در میان در مقابل هم قرار گرفته باشند و از اجرای بندهای مورب ممتد پرهیز شود.

۴- برای رفتار مناسب سازه‌ای، دیوارها در ساختمان‌های آجری باید علاوه بر موارد ۱ تا ۳ مشخصات زیر را دارا باشند:

الف) حداقل ضخامت دیوارهای باربر آجری یک دهم ارتفاع آن دیوار یا ۳۵۰ میلی‌متر (طول یک و نیم آجر)، هر کدام بیشتر باشد در نظر گرفته می‌شود.

ب) حداکثر طول آزاد دیوار باربر بین دو پشت‌بند نباید از ۵ متر بیشتر باشد. مقصود از پشت‌بند، دیواری است که در امتداد عمود با دیوار باربر تلاقی می‌نماید. دیواری به عنوان پشت‌بند تلقی می‌شود که ضخامت آن حداقل ۲۰۰ میلی‌متر و طول آن با احتساب ضخامت دیوار باربر حداقل برابر یک ششم بزرگترین دهانه طرفین پشت‌بند باشد. کلاف قائم نیز می‌تواند به عنوان پشت‌بند محسوب شود.

۵- دیوارهای باربر در ساختمان‌های خشتی باید علاوه بر موارد ۱ تا ۳ دارای مشخصات زیر باشند:

الف) ارتفاع هر دیوار نباید بیش از ۸ برابر ضخامت آن باشد.

ب) حداکثر طول آزاد دیوار واقع بین دو دیوار عمود بر آن، ۴/۵ متر می‌باشد.

پ) اگر استفاده از دیوار درازتر از ۴/۵ متر ضروری باشد، باید برای ارضای بند (ب) از پشت‌بند استفاده شود. ضخامت پشت‌بند باید حداقل ۳۵۰ میلی‌متر و طول قاعده آن یک چهارم بزرگترین دهانه طرفین پشت‌بند و حداقل یک متر باشد. پشت‌بند باید همراه با دیوار اجرا شود و ارتفاع آن به اندازه ارتفاع دیوار باشد.

ت) حداقل ضخامت دیوارهای باربر خشتی که دارای تکیه‌گاه جانبی هستند، ۳۵۰ میلی‌متر باشد.

ث) برای اتصال مناسب‌تر دیوارهای گوشه باید از کلاف‌های گوشه حداکثر در هر ۷۰۰ میلی‌متر ارتفاع دیوار استفاده شود. کلاف گوشه از سه قطعه چوب به ضخامت یک خشت و عرض ۱۰۰

میلی‌متر به شکل گونیا ساخته می‌شود. طول قطعه‌های متعامد یک متر و قطعه مورب نیم متر می‌باشد.

ج) در بالای تمام دیوارهای باربر در تراز سقف باید از کلاف چوبی به قطر حدود ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شود.

چ) خشت‌ها حداقل به اندازه یک چهارم طول خود با خشت‌های ردیف قبلی همپوشانی داشته باشند.

۶- دیوارهای ساختمان‌های سنگی علاوه بر موارد ۱ تا ۳ باید ضوابط زیر را نیز برآورده نمایند:

الف) ارتفاع هر دیوار نباید بیش از ۸ برابر ضخامت آن باشد.

ب) حداکثر طول آزاد دیوار واقع بین دو دیوار عمود بر آن، ۴ متر می‌باشد. اگر طول دیوار بیش از ۴ متر ضروری باشد، باید برای ارضای بند (ب) از پشت‌بند استفاده شود. ضخامت پشت‌بند باید حداقل به اندازه ضخامت دیوار و طول قاعده آن یک چهارم بزرگترین دهانه طرفین پشت‌بند و حداقل یک متر باشد. پشت بند باید همراه با دیوار اجرا شود و ارتفاع آن به اندازه ارتفاع دیوار باشد.

پ) حداکثر ضخامت مجاز ملات ۴۰ میلی‌متر است. ملات مورد استفاده در دیوار چینی باید مشابه ملات‌های کرسی چینی باشد.

ت) حداقل ضخامت دیوارهای باربر سنگی که دارای تکیه‌گاه جانبی هستند باید ۴۵۰ میلی‌متر باشد.

ث) از سنگ‌های گرد و سنگهای با زوایای تیز و شکننده نباید استفاده گردد، مگر اینکه قبلاً گوشه‌های تیز آن زده شود.

ج) ارتفاع هیچ سنگی نباید از عرض (قاعده) آن زیادتر باشد.

چ) از مصرف سنگ‌های سست یا سنگ‌هایی که خطر شکسته شدن دارند باید خودداری شود.

ح) فاصله بین سنگ‌ها باید با حداقل ۲۰ میلی‌متر ملات پر شود.

خ) ارتفاع سنگ‌های پای دیوار (فاصله اولین بند افقی تا زمین) نباید از ۳۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

د) فاصله دو سنگ کله از هم نباید بیش از ۱/۲ متر شود و در هر رگ باید از سنگ کله در دیوار چینی استفاده شود.

ذ) همپوشانی یک سنگ بر روی سنگ دیگر (فاصله افقی بین دو بند قائم) حداقل باید ۱۰۰ میلی‌متر باشد.

ر) توزیع سنگ‌ها در دیوار چینی به گونه‌ای باشد که سنگ‌های بزرگتر در پایین دیوار و سنگ‌های کوچکتر در بالای دیوار قرار داده شوند.

**۸-۶-۵-۶-۲ دیوارهای جداگر**

دیوارهای جداگر منحصراً به منظور جدا سازی فضاهای ساختمان به کار می‌روند. وزن این دیوارها یا مستقیماً به وسیله شالوده یا با واسطه کف‌ها توسط دیوارهای باربر تحمل می‌شود.

الف) دیوارهای جداگر در ساختمان‌های آجری باید مطابق ضوابط بند ۸-۵-۵-۷ ب، اجرا شوند.

ب) دیوارهای جداگر در ساختمان‌های خشتی و سنگی باید مطابق ضوابط زیر اجرا شوند:

۱- در این ساختمان‌ها دیوار جداگر می‌تواند خشتی یا آجری باشد، استفاده از دیوار جداگر سنگی در این ساختمان‌ها مجاز نمی‌باشد.

۲- دیوار جداگر باید در امتداد اضلاع قائم خود به دیوارهای باربر و در امتداد ضلع افقی فوقانی به طور مناسب به سقف متصل شود.

۳- دیوار جداگر باید همزمان با دیوارهای باربر ساخته شده و اتصال با قفل و بست مناسب در هنگام چیدن دو دیوار انجام شود.

۴- اتصال دیوار جداگر به دیوار باربر به وسیله چوب‌هایی به قطر حداقل ۵۰ میلی‌متر و طول حداقل ۳۰۰ میلی‌متر که به فاصله حداکثر ۱ متر در دیوار باربر قرار داده می‌شوند، تأمین گردد.

۵- حداقل ضخامت دیوار جداگر خشتی ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

۶- حداقل ضخامت دیوار جداگر آجری ۱۱۰ میلی‌متر می‌باشد (آجرها به صورت تیغه‌ای چیده نشوند). دیوار چینی باید با ملات ماسه- سیمان، ماسه- سیمان- آهک (باتارد) یا ملات گچ اجرا شود. رعایت تمام موارد دیوار چینی در اجرای دیوارهای جداگر آجری الزامی است.

۷- لبه آزاد افقی دیوار جداگر باید با تیر چوبی مهار شود.

۸- حداکثر طول آزاد دیوارهای جداگر ۱/۵ متر می‌باشد و در صورت تجاوز از این مقدار باید در فواصل ۱/۵ متر از پشت‌بند یا وادار چوبی استفاده شود.

۹- دیوار جداگر در یک ساختمان خشتی باید در یک کلاف چوبی چهارتراش محصورکننده، اجرا شود.

### ۸-۶-۵-۶-۳ دیوار چینی

در مورد اجرای دیوارهای آجری رعایت نکات زیر الزامی است:

۱- در ساخت دیوارهای باربر از یک نوع آجر استفاده شود.

۲- قبل از اجرا، آجرها در آب خیس شوند تا آب ملات را به خود جذب نکنند.

۳- آجرها حداقل به اندازه یک چهارم طول خود با آجرهای ردیف قبلی همپوشانی داشته باشند.

۴- امتداد رگ‌ها کاملاً افقی باشد.

۵- بندهای قائم در دو رج متوالی، در یک امتداد نباشند (یک رگ در میان در مقابل هم قرار گرفته باشند).

۶- ضخامت بندهای افقی و قائم نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشتر از ۱۲ میلی‌متر باشد.

۷- باید بندهای قائم از ملات پر شوند.

۸- رگ‌های دیوار چینی در تمام قسمتهای ساختمان باید همزمان (در ارتفاع) اجرا شود و استفاده از روش هشت‌گیر در ساخت دیوارها مجاز نمی‌باشد.

۹- دیوار چینی باید کاملاً شاقولی باشد.

۱۰-دیوارهای پشت‌بند باید همزمان با دیوارهای باربر اجرا شوند.

۱۱-دیوارها باید پس از اجرا حداقل به مدت سه روز مرطوب نگه داشته شود.

### ۸-۶-۵-۷ بازشوها و تقویت کننده‌های اطراف آن‌ها

رعایت موارد زیر در مورد اندازه و محل بازشوها الزامی است:

الف) بازشوها حتی‌الامکان در قسمت مرکزی طول دیوارها تعبیه شوند.

ب) مجموع سطح بازشوها در هر دیوار باربر از یک سوم سطح آن دیوار بیشتر نباشد.

پ) طول کل بازشوها در هر دیوار از یک دوم طول دیوار بیشتر نباشد.

ت) فاصله اولین بازشو در هر دیوار باربر از بر خارجی ساختمان کمتر از دو سوم ارتفاع بازشو نباشد مگر اینکه در طرفین‌بازشو کلاف قائم (از کف تا سقف) قرار داده شود.

ث) در ساختمان‌های آجری علاوه بر رعایت موارد الف تا ت رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- فاصله دو بازشو در ساختمان‌های آجری نباید از دو سوم ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود و همچنین از یک ششم مجموع طول آن دو بازشو کمتر باشد. در غیر این صورت جرز بین دو بازشو جزئی از بازشو منظور می‌شود و نباید آن را به عنوان دیوار باربر به حساب آورد.

۲- هیچ یک از ابعاد بازشوها از ۲/۵ متر بیشتر نباشد. در غیر این صورت باید طرفین بازشو را با تعبیه کلاف‌های قائم و افقی، تقویت نمود.

۳- نعل‌درگاه روی بازشوهای مجاور باید به صورت یکسره با دهانه‌ای برابر مجموع طول بازشوها به اضافه جرز بین آنها باشد.

ج) در ساختمان‌های خشتی و سنگی علاوه بر رعایت موارد الف تا ت رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- حداکثر دهانه بازشوها ۱/۲ متر می‌باشد. در صورتی که دهانه بازشوها از این مقدار بیشتر باشد، با قرار دادن کلاف‌های قائم و افقی در دو طرف، بازشوها تقویت می‌شوند.

۲- حداقل فاصله افقی بین دو بازشو برابر ضخامت دیوار می‌باشد به شرطی که از ۶۵۰ میلی‌متر کمتر نباشد. در صورت عدم رعایت این فاصله، دو بازشوی نزدیک به یکدیگر مانند یک بازشو در نظر گرفته می‌شوند. در این حالت دیواری که در بین دو بازشو قرار می‌گیرد، باربر محسوب نمی‌شود و باید فاصله دو بازشو با مهاربندی چوبی به صورت قطری، تقویت گردد.

۳- حداکثر ارتفاع بازشوها ۲/۲ متر است. در صورت تجاوز از این حد، اطراف بازشوها باید به وسیله کلاف‌های افقی و قائم تقویت گردد.

۴- در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان مقدار دیوار نسبی در هر طبقه نباید از ۱۰ درصد کمتر باشد. مقدار دیوار نسبی هر طبقه در هر امتداد عبارت است از نسبت مساحت مقطع افقی دیوارهای موازی با امتداد مورد نظر به مساحت زیربنای ساختمان. برای تعیین مقدار دیوار نسبی فقط دیوارهایی که ضخامت آن‌ها ۳۵۰ میلی‌متر یا بیشتر است، به حساب می‌آیند. دیوارهای بالا و پایین بازشوها در محاسبه دیوار نسبی منظور نمی‌شوند. به عبارت دیگر برای تعیین مقدار دیوار نسبی مقطع افقی شکسته‌ای که حداقل مساحت دیوار را به دست می‌دهد در نظر گرفته می‌شود.

۵- در بالا و پایین تمام بازشوهای بزرگ باید کلاف افقی چوبی قرار داده شود. این دو کلاف باید به وسیله کلاف‌های قائم به یکدیگر متصل شوند. حداقل قطر کلاف چوبی با مقطع دایره‌ای

۱۰۰ میلی‌متر می‌باشد. برای ساخت کلاف‌های چوبی می‌توان تیر و الوار چوبی یا ترکیبی از این دو که به نحو مناسبی به یکدیگر متصل شده‌اند استفاده کرد. در این صورت حداقل عرض و ضخامت کلاف باید ۱۰۰ میلی‌متر باشد. ضخامت هیچ یک از تیرها یا الوارهای به کار رفته در کلاف نباید از ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد. لازم است از تخته‌های زیرسری به طول برابر با ضخامت دیوار، عرض ۱۵۰ میلی‌متر و حداقل ضخامت ۱۵ میلی‌متر ، به فاصله ۶۵۰ میلی‌متر زیر کلاف‌های چوبی استفاده شود.

۶- کلاف‌های افقی و قائم باید کاملاً به یکدیگر متصل شوند. اتصال کلاف‌های چوبی می‌تواند توسط میخ، بست‌های فلزی یا قطعات چوبی مناسب تأمین گردد.

۷- در طرفین تمام بازشوهای بزرگ در ساختمان‌های خشتی باید کلاف قائم چوبی قرار داده شود. حداقل ضخامت کلاف‌های قائم باید ۷۵ میلی‌متر باشد. برای ساخت کلاف‌های چوبی می‌توان از تیر یا الوار چوبی یا ترکیبی از این دو که به نحو مناسبی به یکدیگر متصل شده‌اند استفاده کرد. ضخامت هیچ یک از تیرها یا الوارهای به کار رفته در کلاف قائم نباید از ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد.

### ۸-۶-۵-۸ سقف

**۸-۶-۵-۸-۱** سقف ساختمان‌های آجری مشمول این فصل می‌تواند به صورت تخت، شیب‌دار و قوسی با رعایت شرایط زیر ساخته شود.

در زیر سقف یک کلاف افقی فولادی از تیر آهن حداقل نمره ۱۲ (IPE 120) و یا معادل آن یا یک کلاف افقی بتنی با عرض حداقل مساوی ضخامت دیوار و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر و با حداقل چهار میلگرد طولی نمره ۱۰ و میلگردهای عرضی نمره ۶ به فاصله حداکثر ۲۰۰ میلی‌متر، اجرا شود. هنگام اجرای کلاف سقف تدابیر لازم برای اتصال مناسب آن به تیرهای سقف اتخاذ گردد.

سقف‌های مندرج در بند (۸-۶-۵-۸-۲) (مربوط به ساختمان‌های خشتی و سنگی) با رعایت ضوابط مربوط می‌تواند در ساختمان‌های مشمول این فصل نیز اجرا شود.

بخش طره‌ای سقف باید همزمان با سقف اجرا شده و تیرهای آن ادامه تیرهای سقف باشد.

در مواردی که اجرای سقف‌های طاق ضربی یا تیرچه بلوک مد نظر باشد، باید ضوابط بند ۸-۵-۵-۱۱ الف و ب، در مورد هر یک رعایت گردد.

**۸-۶-۵-۸-۲** سقف ساختمان‌های خشتی و سنگی مشمول این فصل می‌تواند به صورت تخت، شیب‌دار و قوسی با رعایت شرایط زیر ساخته شود.

**تبصره:** استفاده از سقف شیب‌دار ناشی از اختلاف ارتفاع دیوارهای نگهدارنده سقف مجاز نمی‌باشد.

**الف) سقف تخت**

سقف تخت از نوع چوبی متشکل از تیر، پوشش از تخته، نی یا نظایر آن، غوره گل و اندود کاهگل می‌باشد و رعایت موارد زیر در مورد آن الزامی است:

۱- تیرهای اصلی سقف باید روی تکیه‌گاه چوبی یکسره (در طول دیوار) قرار گرفته و به آن متصل گردد.

۲- تیرهای چوبی سقف باید در روی دیوارها به وسیله چارچوب چوبی افقی مهار شوند. برای اتصال تیرهای چوبی باید از میخ‌های چوبی یا فولادی که اتصال مناسب را تأمین می‌کند استفاده شود.

۳- حداکثر فاصله محور تا محور تیرهای اصلی نباید از ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

۴- حداقل قطر تیرها باید بر اساس جدول ۸-۶-۱ تعیین گردد.

۵- تیرهای اصلی سقف باید از هر طرف ساختمان حداقل ۳۰۰ میلی‌متر و حداکثر ۶۰۰ میلی‌متر به صورت طره ادامه یابند.

۶- در صورتی که مقطع تیرهای سقف مدور باشد، باید به صورت سر و ته کنار هم قرار گیرند.

۷- روی تیرها به وسیله تخته‌هایی با ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر یا مصالح مناسب دیگر به صورت کاملاً به هم چسبیده پوشیده شود.

۸- روی تخته‌ها با غوره گل به ضخامت حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر پوشیده شود.

۹- به منظور عایق کاری، روی غوره گل، با کاهگل به ضخامت حداکثر ۳۰ میلی‌متر اندود شود.

۱۰-برای عایق کاری مجدد لایه کاهگل قبلی باید برداشته شود.

**جدول ۸-۶-۱ حداقل قطر تیرهای اصلی به میلی‌متر**

| فاصله محور تا محور تیرهای اصلی به میلی‌متر | دهانه تیرهای اصلی به متر | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ۲ | ۳ | ۴ | ۴/۵ |
| ۴۰۰ | ۹۰ | ۱۲۰ | ۱۵۰ | ۱۶۰ |
| ۵۰۰ | ۱۰۰ | ۱۳۰ | ۱۶۰ | ۱۷۰ |
| ۶۰۰ | ۱۱۰ | ۱۴۰ | ۱۷۰ | ۱۸۰ |

**ب) سقف شیب‌دار**

سقف شیب‌دار متشکل از خرپاهای چوبی، تیرچه‌های فرعی و پوشش مناسب روی تیرچه‌های فرعی می‌باشد و رعایت ضوابط زیر در مورد آن الزامی است:

۱- حداکثر فاصله خرپاها از یکدیگر ۴/۵ متر می‌باشد.

۲- خرپاهای چوبی شامل اعضای فوقانی، تحتانی و اعضای مورب و یا قائم متصل کننده اعضای فوقانی و تحتانی می‌باشند.

۳- اعضای فوقانی و تحتانی خرپاها باید از چوب‌هایی با قطر حداقل ۸۰ میلی‌متر باشد.

۴- اعضای مورب و یا قائم باید از چوب‌هایی با قطر حداقل ۵۰ میلی‌متر و طول حداکثر ۱/۲ متر باشد.

۵- فاصله مرکز به مرکز تقاطع‌های موجود روی اعضای فوقانی و تحتانی حداکثر ۱/۲ متر باشد.

۶- اعضای مورب باید به طور مناسبی به اعضای فوقانی و تحتانی متصل شوند. همواره باید امتداد تمام اعضا در یک محل اتصال از یک نقطه به نام مفصل بگذرد.

۷- تیرچه‌ها باید به نحو مناسبی به اعضای فوقانی متصل شوند.

۸- فاصله محور به محور تیرچه‌ها نباید بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر باشد.

۹- حداقل قطر تیرچه‌ها براساس جدول ۸-۶-۲ به دست می‌آید.

**جدول ۸-۶-۲ حداقل قطر تیرچه‌های روی خرپاها به میلی‌متر**

| فاصله محور تامحور تیرچه‌های اصلی به میلی‌متر | فاصله خرپاها از یکدیگر به متر | | |
|---|---|---|---|
| | ۳ | ۴ | ۴/۵ |
| ۴۰۰ | ۱۲۰ | ۱۵۰ | ۱۶۰ |
| ۵۰۰ | ۱۳۰ | ۱۶۰ | ۱۷۰ |
| ۶۰۰ | ۱۴۰ | ۱۷۰ | ۱۸۰ |

**توجه:** برای پوشش فلزی اعداد این جدول در عدد ۰/۷۵ ضرب می‌شوند.

**پوشش‌های سقف شیب‌دار**

پوشش روی تیرچه‌ها باید به روش مناسبی مانند یکی از موارد زیر انجام پذیرد:

- ورق‌های فلزی موج‌دار
- تخته‌های نازک و ملات گل- آهک و سفال بام پوش
- تخته‌های نازک و غوره گل و اندود کاهگل

**۱- پوشش فلزی**

در این نوع پوشش روی تیرچه‌ها با استفاده از ورق‌های فلزی موجدار پوشانده می‌شود. این ورق‌ها باید به وسیله پیچ‌های خم شده (پیچ سرخم) و واشرهای لاستیکی جهت آب‌بندی به تیرچه‌ها وصل شوند.

**۲- پوشش سفالی**

در این نوع پوشش روی تیرچه‌ها باید با تخته‌هایی به ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر کاملاً پوشیده شود. تخته‌ها با میخ‌های چوبی یا فلزی به تیرچه‌ها وصل می‌شوند. زهوار نگهدارنده سفال‌ها باید توسط میخ به تخته‌ها متصل شود. سفال‌ها باید چنان قرار داده شوند که همپوشانی مناسب جهت آب‌بندی سقف را داشته باشند.

**۳- پوشش غوره گل**

در این نوع پوشش روی تیرچه‌ها باید با تخته‌هایی به ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر کاملاً پوشیده شوند. تخته‌ها باید با میخ‌های چوبی یا فلزی به تیرچه‌ها وصل شوند. روی تخته‌ها با استفاده از غوره

گل به ضخامت حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر به طور کامل پوشیده شده و روی غوره گل، اندود کاهگل به ضخامت حداکثر ۳۰ میلی‌متر اجرا می‌شود.

**پ) سقف قوسی**

سقف قوسی از نوع خشتی، آجری یا چوبی می‌باشد. این سقف‌ها می‌توانند به شکل استوانه‌ای یا گنبدی ساخته شوند. سقف‌های قوسی روی چارچوب چوبی قرار می‌گیرند که باید به طور مناسب به آن وصل شوند. پوشش روی این سقف‌ها باید به روش مناسبی مانند اندود کاهگل یا آجر فرش با ملات نیمچه کاه اجرا شود.

**ت) سقف‌های استوانه‌ای**

- حداقل بلندی قوس‌های استوانه‌ای برای دهانه‌های کناری باید برابر نصف دهانه و برای دهانه‌های میانی یک سوم دهانه باشد.
- به منظور جذب نیروی رانش افقی باید به یکی از شیوه‌های زیر عمل شود:

۱- چارچوب چوبی در جهت دهانه قوس باید به فاصله هر ۱/۵ متر به وسیله یک عضو افقی (کش) در جهت عمود بر محور قوس تقویت شود. کش می‌تواند از چوب با قطر حداقل ۷۰ میلی‌متر باشد.

۲- دیوارهای کناری باید به فاصله هر ۱/۵ متر توسط پشت‌بند مناسبی تقویت شوند.

**ث) سقف‌های گنبدی**

سقف‌های گنبدی باید دارای پلان دایره‌ای یا چند ضلعی منتظم باشند. حداقل بلندی قوس‌های این نوع سقف‌ها یک سوم دهانه گنبد است. در این قبیل سقف‌ها لازم است یک کلاف چوبی پیوسته بر روی دیوارها و زیر گنبد تعبیه گردد.

### ۸-۶-۵-۹ نما

رعایت نکات بند ۸-۵-۵-۱۲ در نماسازی الزامی است.

### ۸-۶-۵-۱۰ نعل‌درگاه

برای نصب نعل‌درگاه‌ها علاوه بر ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۲ رعایت شرایط ذیل نیز الزامی است:

الف) ساختمان‌های آجری

۱- در صورت استفاده از کلاف‌های قائم در اطراف بازشوها، نعل‌درگاه باید به نحو مناسبی به آن‌ها متصل شوند.

۲- عرض نعل‌درگاه باید مساوی ضخامت دیوار باشد.

ب) ساختمان‌های خشتی و سنگی

۱- نعل‌درگاه می‌تواند از چوب یا خشت باشد. در صورتی که نعل‌درگاه چوبی باشد باید از چوب‌هایی به قطر یا ضخامت حداقل ۵۰ میلی‌متر استفاده شود.

۲- مجموع قطر یا عرض چوب‌های به کار رفته در نعل‌درگاه باید دو سوم ضخامت دیوار را بپوشاند.

۳- نعل‌درگاه باید از هر طرف حداقل به اندازه ضخامت دیوار ادامه داشته و در دیوار مهار شود.

۴- نعل‌درگاه خشتی باید به صورت قوسی با حداقل خیز برابر با یک سوم عرض دهانه درگاه ساخته شود.

### ۸-۶-۵-۱۱ جان‌پناه

رعایت ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۴ در مورد جان‌پناه الزامی است.

### ۸-۶-۵-۱۲ دودکش

علاوه بر رعایت ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۵، رعایت نکات زیر نیز برای اجرای دودکش الزامی است:

- حداکثر قطر خارجی دودکش ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد.
- در ساختمان‌های دارای کلاف چوبی، دودکش باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر از عناصر چوبی، کلاف افقی و قائم یا تیر فاصله داشته باشد و این فاصله باید با عایق جدا کننده مناسب پر شود.

### ۸-۶-۵-۱۳ بادگیر

رعایت ضوابط بند ۸-۳-۱-۱۶ برای بادگیر الزامی است.

### ۸-۶-۵-۱۴ محافظت از سطوح

به منظور محافظت از سطوح در معرض عوامل جوی رعایت نکات زیر الزامی است:

۱- وجوه خارجی تمام دیوارهای خارجی خشتی باید با اندود کاهگل با ضخامت حداقل ۳۰ میلی‌متر پوشیده شود.

۲- دیوارهای سنگی باید با ملات ماسه- سیمان یا ماسه- سیمان- آهک (باتارد) بندکشی گردد.

۳- سطوح کلیه چوب‌هایی که در معرض عوامل جوی قرار دارند، باید با مواد محافظ آغشته یا رنگ شوند.

### ۸-۶-۵-۱۵ عایقکاری رطوبتی

در اجرای عایقکاری رطوبتی رعایت موارد بند ۸-۵-۵-۱۶ الزامی است.

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث نهم

# طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش چهارم۱۳۹۲

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه / تهیه کننده دفتر مقـررات ملّـی سـاختمان؛ [بـرای] وزارت راه و شهرسازی. |
| **وضعیت ویراست:** | ویراست ۴. |
| **مشخصات نشر:** | تهران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲. |
| **مشخصات ظاهری:** | ض، ۳۹۲ص. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۹. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۲-۳ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | ساختمان های بتن مسلح - - ایران - - طرح و محاسبه. |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. معاونت امور مسکن و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۹ |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲/الف۹م۷ ج۹ ۱۳۹۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۳۲۸۱۶۳۸ |

**نام کتاب: مبحث نهم طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه**

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۱۰۰۰۰ جلد |
| **شـابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۲-۳ |
| **نوبت چاپ:** | سوم |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۳ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۱۶۰،۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**عباس آخوندی**
**وزیر راه و شهرسازی**

## مقدمه

در کشورهای مختلف به منظور نیل به اهدافی از جمله ایمنی، سلامت، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه، تدوین و ضوابط و مقرراتی را در بخشهای مختلف فعالیتهای ساختمانی مدنظر قرار داده‌اند، به نحوی که در دنیای امروز کمترین کشوری را می‌توان یافت که با تدوین قوانین عمومی یا اختصاصی، فعالیت‌های ساختمانی را تحت نظم در نیاورده باشد.

در کشور ما نیز وزارت راه و شهرسازی در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان را با رویکرد توجه به شرایط اقلیمی و اجرایی کشور و اقتصادی و معیشتی مردم در دستور کار خود قرار داده است.

در برنامه‌ریزی‌های انجام شده از سال ۱۳۸۷ تاکنون بر تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان با هدف آشنایی و هماهنگی دست‌اندرکاران ساخت و ساز با علوم فنی- مهندسی روز دنیا و با هدف ارتقاء کیفیت ساخت و سازها توجه ویژه‌ای شده است. همچنین با هدف شفاف‌سازی و ارائه توضیحات مفهومی درخصوص مباحث مذکور، تهیه راهنماهای مربوطه نیز به جد، در دستور کار دفتر مقررات ملّی ساختمان قرار گرفته است.

آنچه مسلم است شهرداری‌ها بعنوان دستگاه مسئول عهده‌دار کنترل ساخت و ساز در شهرها مهمترین وظیفه را در رعایت مقررات ملّی ساختمان بر عهده دارند که می‌بایست با همکاری سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان و سازمان ملّی استاندارد ایران و همچنین با استفاده از کمک تشکل‌های حرفه‌ای نسبت به ترغیب و تشویق استفاده از روش‌های نوین ساخت و حفاظت از طرح‌های بالادستی شهری در این خصوص اقدام کنند.

لازم می‌دانم در اینخصوص از حمایت‌های وزیر محترم راه و شهرسازی، اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مزبور و همکارانم در دفتر مقررات ملّی ساختمان که تلاش آنها منتج به تهیه و ابلاغ این مبحث گردیده است، صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم و از همه علاقمندان و مهندسان و مرتبطین با حوزه ساخت و ساز تقاضا کنم که هرگونه ایراد و اصلاحی را که نیاز می‌دانند به این دفتر ارسال نمایند.

**غلامرضا هوائی**

**مدیر کل مقررات ملّی ساختمان**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر شهریار افندی‌زاده | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر حمیدرضا اشرفی | عضو |
| • دکتر فرزاد حاتمی برق | عضو |
| • دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور | عضو |
| • دکتر علیرضا رهائی | رئیس |
| • دکتر پرویز قدوسی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر علی‌اکبر مقصودی | عضو |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

## مقدمه مبحث

توسعه مداوم طرحهای عمرانی و حجم بزرگ سرمایه‌های دولتی و خصوصی که هر ساله در کشور صرف انجام عملیات ساختمانی می‌شود اهمیت تدوین، بروزرسانی و ترویج مقررات ملّی ساختمان را آشکار می‌سازد. با توجه به اهتمام جدی دفتر امور مقررات ملّی ساختمان جهت بازنگری و بروز نمودن مباحث، کمیته مبحث نهم بعد از تدوین آخرین ویرایش مبحث در سال ۱۳۸۸، از سال ۱۳۹۱ مجدداً ارزیابی و بازنگری مطالب را آغاز نمود که خوشبختانه در خردادماه ۹۲ پیش‌نویس ویرایش جدید این مبحث آماده شد و در معرض نظرخواهی صاحبنظران و مهندسان قرار گرفت. در این ویرایش نسبت به چاپ قبلی اقدامات زیر انجام شده است:

۱. ویرایش جدید مشتمل بر دو بخش، که بخش اول با عنوان «مفاهیم کلی و مشخصات مصالح» در دوازده فصل و بخش دوم با عنوان «اصول تحلیل و طراحی» نیز در دوازده فصل منظور شده است.
۲. اصلاح برخی اشکالات و رفع ابهامات موجود در فصول مختلف.
۳. در بخش اول با اصلاح برخی فصول قبلی، چهار فصل جدید با عناوین پایایی (دوام) بتن و میلگردهای فولادی، اجرای بتن در شرایط غیرمتعارف، بتن‌های ویژه و ارزیابی و کنترل کیفیت و بازرسی بتن و مطالح مصرفی تدوین و ارائه گردیده است.
۴. در بخش دوم که در قالب ۱۲ فصل ارائه شده ضمن ارائه روشها و مبانی طراحی، به دلیل افزودن موضوع بتن‌های توانمند، اصلاحاتی در فصول مختلف صورت گرفته به طوری که روشهای ارائه شده برای بتنهای معمولی و توانمند قابل استفاده باشد.
۵. با توجه به اهمیت و توسعه استفاده از بتن پیش تنیده در پروژه‌های مختلف ساختمانی از جمله صفحات پوشش، آخرین فصل بخش دوم به معرفی محدودیتهای طراحی و اجرایی اعضای بتن پیش تنیده پرداخته است.

امید است با توجه به تلاش صورت گرفته، محققان و مهندسان با ارزیابی و بکارگیری این مبحث، هر نوع نظرات اصلاحی و تکمیلی را جهت بررسی و اعمال در ویرایش بعدی در اختیار این کمیته قرار دهند.

**کمیته تخصصی مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان**

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**۹-۱ کلیــات**

۹-۱-۱ هدف ۱

۹-۱-۲ دامنه کاربرد ۱

۹-۱-۳ مبانی طراحی ۱

۹-۱-۴ ضوابط خاص برای تأمین ایمنی در برابر زلزله ۲

۹-۱-۵ واحدها ۲

۹-۱-۶ علایم و اختصارات ۳

**۹-۲ شرایط کلی ارائه و تائید مدارک فنی و مستندسازی ۵**

۹-۲-۱ ارائه طرح و محاسبه، نقشه‌ها و مدارک فنی ۵

۹-۲-۲ نظارت و بازرسی ۷

۹-۲-۳ آزمایش بارگذاری ۹

۹-۲-۴ تصویب روشهای خاص طراحی یا اجرا ۹

**۹-۳ مصالح و اجزای بتن ۱۱**

۹-۳-۱ کلیات ۱۱

۹-۳-۲ سیمان ۱۱
۹-۳-۳ سنگدانه یا مصالح سنگی ۱۶
۹-۳-۴ آب ۱۹
۹-۳-۵ مواد افزودنی ۱۹
۹-۳-۶ مواد جایگزین سیمان یا مکمل سیمان ۲۰

**۹-۴ میلگردهای مصرفی ۲۳**
۹-۴-۰ علایم اختصاری ۲۳
۹-۴-۱ میلگردهای فولادی ۲۴
۹-۴-۲ میلگردهای کامپوزیتی ۲۹

**۹-۵ مقاومت بتن ۳۳**
۹-۵-۰ علائم اختصاری ۳۳
۹-۵-۱ کلیات ۳۳
۹-۵-۲ مبانی تعیین نسبت‌های اختلاط بتن ۳۵
۹-۵-۳ تعیین نسبت‌های اختلاط براساس تجربه کارگاهی و مخلوط‌های آزمایشی ۳۶

**۹-۶ پایایی (دوام) بتن و میلگردهای فولادی ۴۳**
۹-۶-۱ کلیات ۴۳
۹-۶-۲ مکانیزم‌های کاهنده پایایی ۴۴
۹-۶-۳ ضوابط ویژه برای افزایش پایایی در شرایط محیطی مختلف ۴۵
۹-۶-۴ دسته‌بندی شرایط محیطی و الزامات برای بتن مسلح در معرض یون‌های کلرید ۴۶
۹-۶-۵ تخمین عمر مفید ساختمان‌های بتن مسلح ۴۹
۹-۶-۶ دوام در محیط‌های در معرض دوره‌های یخ زدن و آب شدن ۵۱
۹-۶-۷ تدابیر احتیاطی در محیط‌های سولفاتی ۵۱

۹-۶-۸ پوشش بتنی روی میلگردها ۵۷

**۹-۷ اجرای بتن ۵۹**

۹-۷-۱ نیروی انسانی، تجهیزات و آماده‌سازی محل بتن‌ریزی ۵۹

۹-۷-۲ اختلاط بتن ۶۰

۹-۷-۳ انتقال بتن ۶۲

۹-۷-۴ بتن‌ریزی ۶۳

۹-۷-۵ تراکم بتن ۶۵

۹-۷-۶ پرداخت سطح بتن ۶۶

۹-۷-۷ عمل‌آوری ۶۹

**۹-۸ اجرای بتن در شرایط غیر متعارف ۷۳**

۹-۸-۱ شرایط غیر متعارف ۷۳

۹-۸-۲ اجرای بتن در هوای گرم ۷۳

۹-۸-۳ ضوابط ویژه اجرای بتن در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان ۷۸

۹-۸-۴ ضوابط ویژه اجرای بتن در هوای سرد ۸۰

۹-۸-۵ مشخصات بتن پمپی (پمپ شونده) ۸۵

۹-۸-۶ مشخصات بتن‌های پاشیدنی (شاتکریت) ۸۷

۹-۸-۷ مشخصات بتن‌های مصرفی برای بتن‌ریزی از طریق ترمی (قیف و لوله) ۸۷

۹-۸-۸ مشخصات بتن‌های مصرفی در شمع‌های بتنی درجاریز ۸۸

**۹-۹ بتن‌های ویژه ۸۹**

۹-۹-۰ علائم اختصاری ۸۹

۹-۹-۱ کلیات ۸۹

۹-۹-۲ بتن پرمقاومت ۹۰

۹-۹-۳ بتن الیافی ۹۴
۹-۹-۴ بتن خودتراکم ۹۶
۹-۹-۵ بتن اصلاح شده با پلیمر ۱۰۰
۹-۹-۶ بتن سنگین ۱۰۲
۹-۹-۷ بتن سبک ۱۰۴

**۹-۱۰ ارزیابی و کنترل کیفیت و بازرسی بتن و مصالح مصرفی ۱۰۷**
۹-۱۰-۰ علائم اختصاری ۱۰۷
۹-۱۰-۱ کلیات ۱۰۸
۹-۱۰-۲ ضوابط پذیرش سیمان‌های پرتلند ۱۰۸
۹-۱۰-۳ ضوابط پذیرش سنگدانه‌های مصرفی در بتن ۱۱۵
۹-۱۰-۴ ضوابط پذیرش آب مصرفی در بتن ۱۲۳
۹-۱۰-۵ ضوابط پذیرش مواد افزودنی مصرفی در بتن ۱۲۶
۹-۱۰-۶ ضوابط پذیرش پوزولان‌ها و مواد شبه سیمانی ۱۲۸
۹-۱۰-۷ ضوابط پذیرش میلگردهای مصرفی در بتن ۱۲۸
۹-۱۰-۸ ضوابط پذیرش بتن‌های مصرفی در کارگاه ۱۳۳
۹-۱۰-۹ کنترل و بازرسی بتن و اجرای آن ۱۴۷

**۹-۱۱ ضوابط فولادگذاری ۱۵۱**
۹-۱۱-۱ بریدن میلگردها ۱۵۱
۹-۱۱-۲ خم کردن میلگردها ۱۵۱
۹-۱۱-۳ جایگذاری و بستن آرماتورها ۱۵۲
۹-۱۱-۴ کاربرد توام انواع مختلف فولاد ۱۵۳
۹-۱۱-۵ رواداری‌ها ۱۵۳
۹-۱۱-۶ نقشه‌ها و جزئیات لازم برای اجرای میلگردها ۱۵۳

**۹-۱۲ ضوابط قالب بندی در بتن، لوله‌ها و مجراهای مدفون و درزهای بتن** **۱۵۵**
۹-۱۲-۰ علائم اختصاری ۱۵۵
۹-۱۲-۱ کلیات و تعاریف ۱۵۵
۹-۱۲-۲ درزهای بتن ۱۷۳

**۹-۱۳ اصول تحلیل و طراحی** **۱۷۷**
۹-۱۳-۰ علائم اختصاری ۱۷۷
۹-۱۳-۱ گستره ۱۷۸
۹-۱۳-۲ اهداف طراحی ۱۷۹
۹-۱۳-۳ اصول پایه طراحی ۱۸۰
۹-۱۳-۴ ضرایب ایمنی ۱۸۱
۹-۱۳-۵ اعضای سازه‌ای ۱۸۲
۹-۱۳-۶ اصول تحلیل ۱۸۳
۹-۱۳-۷ مشخصات مصالح ۱۸۴
۹-۱۳-۸ مشخصات هندسی ۱۸۶
۹-۱۳-۹ بارگذاری ۱۸۷
۹-۱۳-۱۰ طراحی در حالت حدی نهایی مقاومت ۱۸۷
۹-۱۳-۱۱ کنترل در حالت حدی بهره برداری ۱۹۰

**۹-۱۴ خمش و بارهای محوری** **۱۹۱**
۹-۱۴-۰ علائم اختصاری ۱۹۱
۹-۱۴-۱ گستره ۱۹۲
۹-۱۴-۲ حالت حدی نهایی مقاومت در خمش و نیروی محوری ۱۹۳
۹-۱۴-۳ فرضیات طراحی مقطع ۱۹۴
۹-۱۴-۴ ضوابط کلی طراحی ۱۹۵
۹-۱۴-۵ محدودیت‌های آرماتورها در قطعات خمشی ۱۹۶
۹-۱۴-۶ ضوابط تیرهای **T** شکل و تیرچه‌های بتنی ۱۹۷

۹-۱۴-۷ فاصله تکیه‌گاه‌های جانبی قطعات خمشی ۲۰۰
۹-۱۴-۸ ابعاد طراحی برای قطعات فشاری ۲۰۰
۹-۱۴-۹ محدودیت‌های آرماتورها در قطعات فشاری (ستون‌ها) ۲۰۱
۹-۱۴-۱۰ مقاومت اتکایی ۲۰۲
۹-۱۴-۱۱ محدودیت‌های فولادگذاری جهت اعضای خمشی یا فشاری ۲۰۳

**۹-۱۵ برش و پیچش ۲۰۷**
۹-۱۵-۰ علائم اختصاری ۲۰۷
۹-۱۵-۱ گستره ۲۱۱
۹-۱۵-۲ حالت حدی نهایی مقاومت در برش ۲۱۱
۹-۱۵-۳ نیروی برشی مقاوم تأمین شده توسط بتن ۲۱۲
۹-۱۵-۴ نیروی برشی تأمین شده توسط آرماتورها ۲۱۳
۹-۱۵-۵ ضوابط کلی طراحی برای برش ۲۱۵
۹-۱۵-۶ محدودیت آرماتورهای برشی ۲۱۶
۹-۱۵-۷ حالت حدی نهائی پیچش ۲۱۷
۹-۱۵-۸ لنگر پیچشی مقاوم تأمین شده توسط آرماتورهای پیچشی ۲۱۸
۹-۱۵-۹ ترکیب پیچش و خمش - پیچش و برش ۲۱۹
۹-۱۵-۱۰ محدودیت‌های آرماتورهای پیچشی ۲۱۹
۹-۱۵-۱۱ لنگر پیچشی نهایی در اعضای ساختمان‌های نامعین ۲۲۱
۹-۱۵-۱۲ جزئیات تکمیلی آرماتورهای عرضی ۲۲۱
۹-۱۵-۱۳ برش‌اصطکاکی ۲۲۳
۹-۱۵-۱۴ ضوابط ویژه برای اعضای خمشی با ارتفاع زیاد (تیرهای عمیق) ۲۲۵
۹-۱۵-۱۵ ضوابط ویژه برای دستک‌ها و شانه‌ها ۲۲۷
۹-۱۵-۱۶ ضوابط ویژه برای دیوارها ۲۲۹
۹-۱۵-۱۷ ضوابط ویژه برای دال‌ها و شالوده‌ها ۲۳۱
۹-۱۵-۱۸ ضوابط ویژه برای اتصالات قاب‌ها ۲۳۷

**۹-۱۶ اثر لاغری و کمانش ۲۳۹**
۹-۱۶-۰ علائم اختصاری ۲۳۹

۹-۱۶-۱ گستره ۲۴۱
۹-۱۶-۲ کلیات ۲۴۱
۹-۱۶-۳ طبقات مهارشده جانبی ۲۴۲
۹-۱۶-۴ طول آزاد قطعات فشاری ۲۴۲
۹-۱۶-۵ طول موثر قطعات فشاری ۲۴۳
۹-۱۶-۶ شعاع ژیراسیون ۲۴۴
۹-۱۶-۷ ضوابط اثر لاغری ۲۴۴
۹-۱۶-۸ روش تشدید لنگرهای خمشی ۲۴۵
۹-۱۶-۹ حداقل برو محوری بار ۲۴۸
۹-۱۶-۱۰ اثر لاغری در قطعات فشاری تحت اثر خمش دو محوره ۲۴۸
۹-۱۶-۱۱ تشدید لنگر خمشی در قطعات خمشی متصل به قطعات فشاری ۲۴۹

**۹-۱۷ تغییرشکل و ترک‌خوردگی ۲۵۱**
۹-۱۷-۰ علائم اختصاری ۲۵۱
۹-۱۷-۱ گستره ۲۵۳
۹-۱۷-۲ تغییرشکل ۲۵۳
۹-۱۷-۳ ترک‌خوردگی‌ها ۲۵۹

**۹-۱۸ طراحی دال ۲۶۳**
۹- ۱۸-۰ علائم اختصاری ۲۶۳
۹-۱۸-۱ گستره ۲۶۴
۹- ۱۸-۲ تعاریف ۲۶۴
۹-۱۸-۳ ضوابط کلی طراحی دال‌ها ۲۶۶
۹-۱۸-۴ آرماتورگذاری در دال‌ها ۲۶۸

**۹-۱۹ طراحی دیوار ۲۷۱**
۹-۱۹-۰ علائم اختصاری ۲۷۱
۹-۱۹-۱ گستره ۲۷۱

۹-۱۹-۲ تعاریف ۲۷۱
۹-۱۹-۳ ضوابط کلی طراحی ۲۷۲
۹-۱۹-۴ محدودیت آرماتورها ۲۷۲
۹-۱۹-۵ دیوارهای باربر ۲۷۴
۹-۱۹-۶ دیوارهای برشی ۲۷۵
۹-۱۹-۷ دیوارهای حائل ۲۷۶

**۹-۲۰ طراحی شالوده ۲۷۷**
۹-۲۰-۰ علائم اختصاری ۲۷۷
۹-۲۰-۱ گستره ۲۷۷
۹-۲۰-۲ تعاریف ۲۷۸
۹-۲۰-۳ ضوابط کلی طراحی ۲۷۹
۹-۲۰-۴ ضوابط تعیین بارهای وارد بر شالوده‌ها ۲۸۱
۹-۲۰-۵ آرماتورهای شالوده‌ها و شمع‌ها و محدودیتهای آنها ۲۸۴
۹-۲۰-۶ انتقال نیرو از پای ستون، دیوار یا ستون پایه بتنی به شالوده ۲۸۵
۹-۲۰-۷ محدود کردن حرکت نسبی شالوده‌ها ۲۸۷
۹-۲۰-۸ آرماتورهای حرارت و جمع‌شدگی در شالوده‌ها ۲۸۸

**۹-۲۱ مهار و وصله آرماتور ۲۹۱**
۹-۲۱-۰ علائم اختصاری ۲۹۱
۹-۲۱-۱ گستره ۲۹۲
۹-۲۱-۲ مهار میلگردها ۲۹۳
۹-۲۱-۳ ضوابط مهار آرماتورهای خمشی ۲۹۸
۹-۲۱-۴ وصله میلگردها ۳۰۱

**۹-۲۲ ضوابط ویژه طراحی در برابر آتش‌سوزی** **۳۰۷**
۹-۲۲- ۰ علائم اختصاری ۳۰۷
۹-۲۲-۱ گستره ۳۰۷
۹-۲۲-۲ مدت زمان مقاومت در برابر حریق ۳۰۸
۹-۲۲-۳ اثر تغییرات درجه حرارت بر مقاومت مصالح مصرفی ۳۰۸
۹-۲۲-۴ ملاحظات طراحی ۳۱۰

**۹-۲۳ ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله** **۳۱۵**
۹-۲۳-۰ علائم اختصاری ۳۱۵
۹-۲۳-۱ گستره ۳۱۷
۹-۲۳-۲ ضوابط کلی طراحی ۳۱۸
۹-۲۳-۳ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط ۳۲۳
۹-۲۳-۴ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری زیاد ۳۲۷

**۹-۲۴ طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده** **۳۴۵**
۹-۲۴-۰ علائم اختصاری ۳۴۵
۹-۲۴-۱ گستره ۳۴۹
۹-۲۴-۲ تعاریف ۳۴۹
۹-۲۴-۳ روش‌های پیش‌تنیدگی بتن ۳۵۱
۹-۲۴-۴ ضوابط کلی طراحی ۳۵۲
۹-۲۴-۵ مشخصات بتن مصرفی ۳۵۲
۹-۲۴-۶ فولاد پیش‌تنیدگی ۳۵۴
۹-۲۴-۷ حالت‌های حدی نهایی مقاومت ۳۵۸
۹-۲۴-۸ کنترل پایداری قطعات بتن پیش‌تنیده ۳۶۰
۹-۲۴-۹ حالت حدی بهره‌برداری ۳۶۱

۹-۲۴-۱۰ طراحی برشی ۳۶۳
۹-۲۴-۱۱ پیچش ۳۶۶
۹-۲۴-۱۲ کنترل مقاومت در پشت گیره‌ها و خفت انداختن سیم‌ها ۳۶۷
۹-۲۴-۱۳ جزئیات اجرایی ۳۷۰
۹-۲۴-۱۴ ضوابط مربوط به آرماتورهای معمولی ۳۷۳

# ۹-۱ کلیــات

## ۹-۱-۱ هدف

هدف این مبحث ارائه حداقل ضوابط و مقرراتی است که با رعایت آنها شرایط ایمنی، قابلیت بهره‌برداری و پایایی ساختمان‌های موضوع این مبحث فراهم شود.

## ۹-۱-۲ دامنه کاربرد

**۹-۱-۲-۱** ضوابط و مقررات این مبحث باید در مشخصات مواد تشکیل دهنده و طرح، محاسبه، اجرا و کنترل ساختمان‌های بتنی، رعایت شوند. این ضوابط مربوط به ساختمان‌های بتنی با سنگدانه‌های معمولی و سبک و سیمان پرتلند یا سیمان آمیخته و با مقاومت مشخصه حداقل برابر ۲۰ مگاپاسکال و یا اعضای بتن پیش‌تنیده با حداقل مقاومت مشخصه ۳۰ مگاپاسکال می‌باشد.

**۹-۱-۲-۲** در مواردی که ضوابط این مبحث دارای ابهام یا مسکوت می‌باشد، استعلام از دفتر مقررات ملّی ساختمان ملاک عمل خواهد بود.

## ۹-۱-۳ مبانی طراحی

**۹-۱-۳-۱** در این مبحث مبنای طراحی ساختمان‌ها برای حصول ایمنی و قابلیت بهره‌برداری، بررسی و کنترل آنها در حالت‌های حدی است. روش کلی طراحی مبتنی بر جنبه‌های احتمالاتی است که با

اعمال ضرایب جزئی ایمنی به مقادیر مشخصه بارها و آثار موثر بر ساختمان طبق مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان و مقادیر مشخصه مقاومت‌های بتن و فولاد، در محاسبه منظور می‌شوند.

**۹-۱-۳-۲** پایایی ساختمان‌ها با توجه به شرایط رویارویی آنها با محیط، از طریق انتخاب شکل قطعات متناسب با این شرایط، مراعات مشخصات فنی اجرایی از قبیل کیفیت و حداقل مقدار سیمان، کیفیت آب، نسبت آب به سیمان، نوع و کیفیت سنگدانه‌ها، حداکثر مقدار مواد زیان‌آور در مواد تشکیل‌دهنده بتن، نسبت‌های اختلاط، شرایط ریختن و جادادن بتن، عمل‌آوردن و مراقبت بتن، ضخامت پوشش بتن و درزهای ساختمانی، تأمین می‌شود.

## ۹-۱-۴ ضوابط خاص برای تأمین ایمنی در برابر زلزله

در این مبحث برای رفتار ساختمان‌های بتن‌آرمه در برابر آثار ناشی از زلزله، سه سطح شکل‌پذیری کم، شکل‌پذیری متوسط و شکل‌پذیری زیاد (ویژه) در نظر گرفته شده است. ضوابط مندرج در متن این مبحث تأمین‌کننده حد شکل‌پذیری کم بوده و ضوابط ویژه تأمین حدود شکل‌پذیری متوسط و زیاد در فصل بیست و سوم گنجانده شده است.

## ۹-۱-۵ واحدها

سیستم واحدهای مورد استفاده برای کمیت‌های مختلف در این مبحث سیستم دهدهی بین‌المللی (SI) است.

واحدهایی‌که در این مبحث مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عبارتند از:

الف- برای طول متر (m) و میلیمتر (mm)

ب- برای سطح، مترمربع ( $m^2$ ) و میلیمتر مربع ( $mm^2$ )

پ- برای بارهای متمرکز و وزن، کیلونیوتن (kN) و برای بارهای گسترده خطی، کیلونیوتن بر متر ( $kN/m$ ) و برای بارهای گسترده در سطح، کیلونیوتن بر مترمربع ( $kN/m^2$ ) برابر با یک کیلوپاسکال (kPa)

ت- برای جرم مخصوص (جرم واحد حجم)، کیلوگرم بر متر مکعب ( $kg/m^3$ )

ث- برای وزن مخصوص (وزن واحد حجم)، کیلونیوتن بر متر مکعب ( $kN/m^3$ )

ج- برای تنش‌ها و مقاومت‌ها، مگاپاسکال (MPa)، معادل یک نیوتن بر میلیمتر مربع، یا مگانیوتن بر مترمربع ( $MN/m^2$ )

چ- برای لنگرها، کیلونیوتن - متر (kN.m)

ح- برای دما، درجه سلسیوس (°C)

### ۹-۱-۶ علایم و اختصارات

علایم و اختصارات مورد استفاده در این مبحث بطور کلی بنحوی اختیار شده است که هماهنگ با علائم و اختصارات متحدالشکل مورد تأیید سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) باشد.

# ۹-۲ شرایط کلی ارائه و تائید مدارک فنی و مستندسازی

## ۹-۲-۱ ارائه طرح و محاسبه، نقشه‌ها و مدارک فنی

**۹-۲-۱-۱** نقشه‌های ساختمان‌های بتن‌آرمه باید بر مبنای نقشه‌های معماری، که در آن تمامی اندازه‌ها، ارتفاع‌ها و سایر ویژگی‌های اصلی ساختمان به وضوح تعیین شده است، تهیه شوند. یک نسخه از نقشه‌های معماری مزبور که مبنای محاسبات ساختمان بتنی قرار گرفته و به امضای مهندس محاسب رسیده باشد باید به نقشه‌های ساختمان بتنی ضمیمه و به مقامات رسیدگی‌کننده تحویل شود.

**۹-۲-۱-۲** همراه با نقشه‌های ساختمان بتن‌آرمه، که برای تصویب ارائه می‌شوند، باید دفترچه محاسبات فنی شامل نکات زیر ارائه شود.

الف- ویژگی‌های اصلی به طور اختصار و معرفی ساختمان از نظر نوع بهره‌برداری، محل اجرا، تعداد طبقات و ارتفاع.

ب- فرضیات و مطالعات انجام شده در مورد مقاومت خاک، سطح سفره آب زیرزمینی و سایر اطلاعات ژئوتکنیکی لازم.

پ- مباحث و آئین‌نامه‌های مورد استفاده برای طراحی

ت- ویژگی‌های مصالح مورد استفاده در ساختمان از قبیل فولاد و سیمان مصرفی در بتن و مقاومت‌های مشخصه بتن در سنین استاندارد یا مراحل تعیین شده برای اجرا، که طراحی براساس آنها انجام پذیرفته است.

ث- فرضیات محاسباتی از نظر مشخصات بارهای دائمی، سربارهای بهره‌برداری، بارهای جوی (باد و برف و باران) و بارهای اتفاقی (زلزله و...)

ج- پلان‌ها و نقشه قاب‌های بارگذاری شده.

چ- روش‌های مورد استفاده برای تحلیل و طراحی، نرم‌افزارهای مورد استفاده برای این امر و تنش ها و ضرایب ویژه‌ای که مبنای محاسبه قرار گرفته‌اند.

ح- جزئیات عملیات محاسباتی با افزودن کروکی‌ها و توضیحات لازم و مشخص کردن نتایج اصلی محاسباتی به صورت واضح و روشن، بطوریکه رسیدگی به محاسبات تا حد امکان آسان باشد. در صورت به کار بردن روش‌های رایانه‌ای باید مشخصات و مبنای برنامه‌های مورد استفاده، فرض‌ها، داده‌های اولیه و نتایج بدست آمده ضمیمه دفترچه محاسبه شوند.

**۹-۲-۱-۳** بسته به مورد دو نوع نقشه برای اجرای ساختمان‌ها تهیه می‌شوند:

**۹-۲-۱-۳-۱** نقشه‌های طراحی، که علاوه بر اطلاعات نقشه‌های محاسباتی، شامل جزئیات اجرایی ساختمان از قبیل قطر، تعداد و طول میلگردها، محل قطع و وصله کردن آنها، نوع وصله‌ها و نظایر آن هستند، بطوریکه اجرای ساختمان به کمک این نقشه‌ها بدون ابهام میسر باشد. نقشه‌های اجرایی ساختمان‌های بتن آرمه با رعایت شرایط زیر باید توسط مهندس محاسب صلاحیت‌دار تهیه و به مقامات رسیدگی‌کننده تسلیم شود:

الف- نقشه‌ها باید با اطلاعات کافی و به‌طور واضح و با مقیاس قابل قبول تهیه شوند.

ب- مقاومت خاک مبنای محاسبه و نیز ویژگی‌های مکانیکی بتن و فولاد باید ذکر شود.

پ- ابعاد و موقعیت تمام قطعات سازه‌ای، موقعیت و ابعاد تمامی بازشوها و سوراخ‌ها باید در نقشه‌ها داده شوند.

ت- جزئیات و مقاطع لازم برای تهیه نقشه‌های کارگاهی، قطر میلگردها، محل خم، قطع و وصله کردن آنها و اندازه‌های مربوط، باید داده شوند. قسمتی از این اطلاعات را می‌توان در جدول میلگردها قید کرد.

ث- ضخامت پوشش بتن روی میلگردها، قطر بزرگترین سنگدانه قابل مصرف در بتن و حداکثر نسبت آب به سیمان و مقاومت مشخصه بتن و فولاد باید در نقشه‌ها داده شوند.

ج- موقعیت درزهای انقطاع، انبساط، اجرایی و جزئیات آنها در نقشه‌ها داده شوند.

چ- تهیه جدول میلگرد و تعیین وزن فولاد مصرفی به تفکیک هر نوع میلگرد، جزو وظایف طراح ساختمان در قبال کارفرما است، ولی تسلیم آن برای اخذ پروانه ساختمان ضرورت ندارد مگر مواقعی که قسمتی از اطلاعات مربوط به میلگردها و نقشه‌های اجرایی قید نشده و تنها در این جداول به آنها اشاره شده باشد.

**۹-۲-۱-۳-۲** نقشه‌های کارگاهی، که متناسب با شرایط هر ساختمان و سازندگان آن، با استفاده از جزئیات داده شده در نقشه‌های اجرایی و با مقیاس بزرگ، برای قسمت‌های خاص و حساس ساختمان تهیه می‌شوند. این نقشه‌ها باید بر اساس نیازهای کارگاه و برمبنای نقشه‌های اجرایی، همزمان با عملیات اجرایی تهیه شوند و به تأیید دستگاه نظارت برسند.

## ۹-۲-۲ نظارت و بازرسی

**۹-۲-۲-۱** اجرای ساختمان‌های بتنی باید تحت نظر مهندسان صاحب صلاحیت انجام گیرد. توصیه می‌شود که تا حد امکان نظارت عالیه توسط مهندس محاسب یا افرادصلاحیت داری که نمایندگی او را دارند انجام پذیرد.

**۹-۲-۲-۲** دفترچه‌ای بنام دفترچه کارگاه باید همواره، در کارگاه موجود باشد و در آن، موارد زیر برای تمامی بتن‌ها درج شوند:

الف- رده، کیفیت و نسبت‌های اختلاط مصالح بتن.

ب- تاریخ قالب بندی، آرماتورگذاری، بتن‌ریزی و قالب برداری.

پ- ساعت ساخت و ریختن بتن.

ت- شرایط جوی، از قبیل دما و بارندگی.

ث- نتایج آزمایش‌هایی که روی نمونه‌های مختلف انجام می‌شوند.

ج- هرگونه بار قابل توجه اعمال شده بر کف‌های تمام شده، دیوارها و سایر اعضا درحین ساخت.

چ - نام، سمت و امضای عوامل اجرایی فنی حاضر در محل کار.

ح- پیشرفت کلی کار

پرونده گزارش‌های روزانـه حـاوی اطـلاعـات یاد شده می‌تواند جایگزین دفترچه کارگاه شود.

**۹-۲-۲-۳** در مواقعی که دما کمتر از ۵ و یا بیشتر از۳۲ درجه سلسیوس باشد درج ارقام کامل مربوط به دما در دفترچه کارگاه ضرورت قطعی دارد. در این‌گونه موارد باید تمامی تدابیری که برای حفظ بتن از سرما و گرما به کار برده شده است در دفترچه کارگاه منعکس شود.

**۹-۲-۲-۴** دفترچه کارگاه (یا پرونده گزارش‌های روزانه) شامل اطلاعات مذکور باید به امضای مهندس مسئول و ناظر کارگاه برسد و در تمام مدت اجرای عملیات ساختمانی در محل کارگاه باشد، بطوریکه هنگام مراجعه بازرسان ساختمان بتواند در اختیار آنان قرار گیرد.

یک نسخه از این دفترچه باید بعد از اتمام عملیات ساختمانی همراه با نقشه‌های اجرایی نهایی، نزد صاحب کار (نظیر اسناد مالکیت) و نسخه دیگر نزد مهندس ناظر حفظ و نگهداری شود. ضبط و نگهداری این اطلاعات به صورت رایانه‌ای برای ساختمان‌های مهم الزامی است.

**۹-۲-۲-۵** چنانچه ضمن اجرای کارهای ساختمانی و در نتیجه بازرسی ساختمان (تبصره ۱) ملاحظه شود که کارها طبق نقشه‌های اجرایی انجام نیافته یا در اجرای بعضی از قسمت‌های کار اصول فنی مراعات نشده است، بازرسان ساختمان باید مراتب را به مسئول کارگاه تذکر دهند و در صورتی که معایب موجود احتمال بروز خطری برای ساختمان داشته باشند، از کمیسیون فنی بدوی (تبصره ۲) تقاضای رسیدگی فوری کنند.

کمیسیون فنی بدوی بلافاصله در کارگاه تشکیل می‌شود و در صورت لزوم دستور توقف تمام و یا قسمتی از کار را صادر و موضوع را برای رسیدگی قطعی به کمیسیون فنی نهایی ارجاع می‌کند. کمیسیون فنی نهایی به موارد مربوط رسیدگی می‌کند و در صورت لزوم به بررسی محل، برداشت جزئیات و ابعاد اعضای ساخته شده، و انجام آزمایش‌های لازم برای ارزیابی کیفیت مصالح مصرفی و ایمنی اقدام و تصمیم مقتضی اتخاذ می‌کند.

**تبصره ۱:** بازرسان ساختمان، مأموران و مقامات صلاحیت‌داری هستند که بموجب قوانین و آیین‌نامه‌های کشور و شهرداری محل اختیار بازرسی طرح و اجرای کار را دارند و به

طورکلی افرادی هستند که مسئولیت نظارت عالی فنی و کنترل اعمال ضوابط این مبحث را برعهده دارند.

**تبصره ۲:** اعضای کمیسیون‌های فنی بدوی و نهایی به موجب قوانین و مجموعه مقررات ملّی ساختمان و شهرداری محل تعیین خواهند شد.

## ۹-۲-۳ آزمایش بارگذاری

**۹-۲-۳-۱** هرگاه شرایط و وضع ساختمان طوری باشد که بازرسان ساختمان نسبت به ایمنی آن تردید داشته باشند و ارزیابی ایمنی از طریق انجام محاسبات فنی به رفع ابهام و تردید منجر نشود، بازرسان می‌توانند از طریق کمیسیون فنی بدوی و تصویب کمیسیون فنی نهایی دستور آزمایش بارگذاری تمام ساختمان و قسمتی از آن را که مشکوک است صادر کنند. در این دستور باید جزئیات و مشخصات فنی و نقشه‌های لازم برای آزمایش بارگذاری اعلام شود.

**۹-۲-۳-۲** آزمایش بارگذاری باید تحت نظر کمیسیون فنی بدوی پس از گذشت حداقل ۸ هفته از زمان اجرای قسمت یا موضع موردنظر به عمل آید؛ مگر آنکه طراح و صاحب کار با آزمایش قطعات در سن کمتر موافقت کنند. در صورتی‌که اجرای ساختمان توسط پیمانکار یا پیمانکاران انجام پذیرد تقاضای تقلیل سن آزمایش باید با موافقت آنان همراه باشد.

آزمایش بارگذاری باید بنحوی انجام گیرد که در صورت بروز خرابی، امنیت جانی افراد آزمایش کننده و سالم ماندن تجهیزات تأمین شده باشد.

## ۹-۲-۴ تصویب روشهای خاص طراحی یا اجرا

اگر برای تحلیل و طراحی، ارزیابی ایمنی، یا اجرای ساختمان‌های موضوع این مبحث روش‌های جدید ابداع و پیشنهاد شوند که کاربرد آنها در این مبحث پیش‌بینی نشده باشد یا کاملاً منطبق بر ضوابط این مبحث به شمار نیاید، ولی اعتبار آنها از طریق توجیه علمی ثابت شده باشد، ابداع کنندگان این روش‌ها می‌توانند از مراجع ذیصلاح درخواست کنند که موضوع جهت بررسی به دفتر امور مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوطه ارجاع شود.

# ۹-۳ مصالح و اجزای بتن

## ۹-۳-۱ کلیات

مصالح مصرفی اصلی بتن عبارتند از سیمان، سنگدانه درشت یا مصالح سنگی درشت دانه (شن)، سنگدانه ریز یا مصالح سنگی ریزدانه (ماسه) و آب. علاوه بر این مصالح، مواد اصلاح‌کننده خواص بتن، یعنی مواد افزودنی، پوزولان‌ها و مواد شبه سیمانی، نیز می‌توانند در بتن استفاده شوند.

## ۹-۳-۲ سیمان

سیمان‌های مصرفی در بتن عبارتند از سیمان‌های پرتلند پنج گانه و سیمان‌های ویژه.

### ۹-۳-۲-۱ سیمان‌های پرتلند

سیمان پرتلند، نوعی سیمان هیدرولیکی است که به طور عمده شامل CaO، $SiO_2$، $Al_2O_3$ و $Fe_2O_3$ است. این اکسیدها عمدتا به صورت پیوند یافته در بتن وجود دارند و شامل ترکیبات زیر می‌شوند:

$3CaO.SiO_2 (C_3S)$
$2CaO.SiO_2 (C_2S)$
$3CaO.Al_2O_3 (C_3A)$
$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 (C_4AF)$

به منظور تنظیم و افزایش زمان گیرش سیمان پرتلند، کلینکر آن را به همراه مقدار مناسبی سنگ گچ یا سولفات کلسیم متبلور خام آسیاب می‌کنند.

انواع سیمان‌های پرتلند عبارتند از:

۱) سیمان پرتلند نوع یک (I)، یا سیمان پرتلند معمولی، که با نماد «پ-۱» نشان داده می‌شود. سیمان پرتلند نوع یک، خود به سه نوع «۳۲۵-۱»، «۴۲۵-۱» و «۵۲۵-۱» تقسیم می‌شود.

۲) سیمان پرتلند نوع دو (II)، یا سیمان پرتلند اصلاح شده، که با نماد «پ-۲» نشان داده می‌شود.

۳) سیمان پرتلند نوع سه (III)، یا سیمان زود سخت شونده، که با نماد «پ-۳» نشان داده می‌شود.

۴) سیمان پرتلند نوع چهار (IV)، یا سیمان با حرارت زایی کم، که با نماد «پ-۴» نشان داده می‌شود.

۵) سیمان پرتلند نوع پنج (V)، یا سیمان مقاوم در برابر سولفات، که با نماد «پ-۵» نشان داده می‌شود.

سیمان‌های پرتلند را به صورت کیسه‌ای بسته‌بندی و مصرف کرده و یا به صورت فله‌ای مصرف می‌کنند.

**۹-۳-۲-۱-۱ سیمان‌های ویژه**

**۹-۳-۲-۱-۲ سیمان پرتلند سفید**

این سیمان، از آسیاب کردن کلینکر سیمان سفید با مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید. میزان اکسید آهن و اکسید منیزیم در این نوع سیمان ناچیز است.

**۹-۳-۲-۱-۳ سیمان پرتلند رنگی**

سیمان پرتلند رنگی، از افزودن مواد رنگی معدنی بی اثر شیمیایی به سیمان پرتلند معمولی یا سفید به دست می‌آید. از سیمان پرتلند معمولی برای ساخت سیمان‌های پرتلند رنگی قرمز، قهوه‌ای و سیاه، برای ساخت سیمان‌های به رنگ‌های دیگر، از سیمان سفید استفاده می‌شود. استفاده از این نوع سیمان به عنوان بتن سازه‌ای مجاز است.

**۹-۳-۲-۱-۲ سیمان‌های پرتلند آمیخته**

**۹-۳-۲-۱-۲-۱ سیمان‌پرتلند پوزولانی**

سیمان پرتلند پوزولانی، چسباننده‌ای هیدرولیکی است که مخلوط کامل، یکنواخت و همگنی از سیمان پرتلند و پوزولان می‌باشد.

سیمان‌های پرتلندِ آمیخته با پوزولان‌های طبیعی، به دو گروه سیمان پرتلند پوزولانی معمولی و سیمان پرتلند پوزولانی ویژه تقسیم‌بندی می‌شوند.

سیمان پرتلند پوزولانی معمولی، دارای پوزولان به میزان حداقل ۵ و حداکثر ۱۵ درصد وزنی می‌باشد. این نوع سیمان با نماد «پ.پ» نشان داده می‌شود و برای مصارف عمومی در ساخت ملات یا بتن به کار می‌رود.

سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، دارای پوزولان به میزان بیش از ۱۵ درصد تا ۴۰ درصد وزنی است. این نوع سیمان با نماد «پ.پ.و» نشان داده می‌شود و معمولاً برای ساخت بتن‌های حجیم و نیز در مواردی که بتن تحت تهاجم شیمیایی قرار می‌گیرد به‌کار می‌رود. این نوع سیمان، حرارت هیدراسیون کمی دارد، در برابر املاح شیمیایی مقاوم و مقاومت فشاری آن در روزهای اولیه (تا سه روز) کم است.

**۹-۳-۲-۱-۲-۲ سیمان پرتلند روباره‌ای یا سرباره‌ای**

این سیمان، از آسیاب کردن ۱۵ تا ۹۵ درصد سرباره کوره آهنگدازی فعال و غیرکریستالی (آمورف)، با سیمان پرتلند به دست می‌آید. این نوع سیمان پایداری بیشتری در برابر سولفات‌ها دارد و بتن ساخته شده با آن، نفوذپذیری کمتر و دوام بیشتری دارد. این نوع سیمان، در مقایسه با سیمان پرتلند معمولی، دیرگیرتر و حرارت هیدراسیون آن کمتر است.

**۹-۳-۲-۱-۲-۳ سیمان بنایی**

استفاده از این نوع سیمان در بتن و بتن‌آرمه مجاز نیست و از آن می‌توان فقط در کارهای بنایی، در ملات و مانند آن استفاده کرد.

**۹-۳-۲-۲ ضوابط الزامی بسته‌بندی، حمل و نقل، انبار کردن و مصرف سیمان‌های کیسه‌ای**

۱) سیمان پرتلند باید در کیسه‌های مناسب، مقاوم و قابل انعطاف بسته‌بندی شود، به‌گونه‌ای که رطوبت و مواد خارجی نتوانند به داخل آن نفوذ کنند و کیسه سیمان در هنگام حمل و نقل پاره نشود.

۲) مشخصات پاکت کاغذی سیمان‌های کیسه‌ای می‌باید مطابق با استاندارد ملّی ایران به شماره ۴۵۴۳ باشد. استفاده از پاکت‌ها یا کیسه‌های نفوذپذیر در برابر رطوبت مجاز نیست.

۳) بر روی کیسه‌های سیمان باید نوع سیمان پرتلند (یک تا پنج) و تاریخ تولید سیمان درج شود. در سیمان‌های نوع یک، باید مقاومت سیمان نیز قید گردد.

۴) وزن اسمی هر کیسه سیمان پرتلند ۵۰ کیلوگرم می‌باشد.

۵) برای هر محموله وارد شده به کارگاه، مشخصات کارخانه و نوع سیمان و تاریخ تولید باید در برگ تحویل ثبت شده باشد.

۶) سیمان‌های کیسه‌ای باید بر اساس نوع به طور جداگانه در انبار نگهداری شوند، به گونه‌ای که امکان اشتباه آنها با هم وجود نداشته باشد.

۷) سیمان‌های کیسه‌ای باید بر روی کف خشک، که دست کم به اندازه ۱۰۰ میلیمتر از سطح اطراف خود بالاتر باشد، قرار گیرند.

۸) شرایط انبار و ترتیب قرار دادن کیسه‌های سیمان در انبار باید به‌گونه‌ای باشد که کیسه‌ها، به ترتیب ورود به انبار مصرف شوند.

۹) در مناطق خشک، حداکثر تعداد کیسه سیمان که می‌توان بر روی هم انبار کرد ۱۲ پاکت است، مشروط بر اینکه ارتفاع کل آنها از ۱/۸ متر تجاوز نکند. اعداد فوق در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد، به ترتیب ۸ پاکت و ۱/۲ متر می‌باشد.

۱۰) در مناطق خشک، کیسه‌های سیمان باید نزدیک به یکدیگر، با فاصله ۵۰ تا ۸۰ میلیمتر از یکدیگر قرار داده شوند تا عبور جریان هوا از بین کیسه‌ها موجب خشک شدن سیمان بشود. در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از۹۰ درصد، کیسه‌های سیمان باید به یکدیگر چسبانیده شوند.

۱۱) کیسه‌های سیمان، در همه مناطق، باید حداقل۳۰۰ میلیمتر از دیوارها و۶۰۰ میلیمتر از سقف فاصله داشته باشند.

۱۲) در مناطق و در فصل‌هایی‌که احتمال بارندگی وجود داشته باشد، کیسه‌های سیمان یا باید در انبارهای سرپوشیده نگهداری شود و یا اینکه روی آنها با ورقه‌های پلاستیکی پوشانیده شده و این ورقه‌ها به نحو کاملاً مطمئنی در اطراف پایدار و محکم شود. در این مناطق و در این فصل‌ها، درها، پنجره‌ها و سیستم‌های تهویه باید بسته نگهداشته شوند تا از جریان هوای مرطوب در انبار جلوگیری شود.

۱۳) سیمان‌های کیسه‌ای باید در مناطق با رطوبت نسبی بیش از ۹۰٪، ۴۵ روز پس از تولید، و در سایر مناطق ۹۰ روز پس از تولید مصرف شوند و اگر بنا به دلایل غیرقابل اجتناب این امر میسر نشد، این سیمان‌ها باید قبل از مصرف مورد آزمایش قرار گیرند.

۱۴) سیمانی که به مدت زیاد انبار شود ممکن است به صورت کلوخه‌های فشرده در آید. اینگونه سیمان‌ها را باید با غلتانیدن پاکت‌ها بر روی کف اصلاح کرد تا به صورت پودر درآیند. در صورتی که با یک بار غلتانیدن، کلوخه به پودر تبدیل شود آن را می‌توان مصرف کرد وگرنه قبل از مصرف باید تحت آزمایش‌های مندرج در فصل دهم قرار گیرد و ضوابط این فصل کنترل شود.

۱۵) سایر ضوابط نگهداری و مصرف سیمان، مطابق با استاندارد ملّی ایران، به شماره ۲۷۶۱ می‌باشد.

### ۹-۳-۲-۳ ضوابط الزامی انبار کردن و مصرف سیمان‌های فله

۱) سیمان‌های فله، باید در سیلوهای استاندارد نگهداری شوند.

۲) سیلوهای سیمان و شالوده‌های آنها باید از نظرسازه‌ای محاسبه و طراحی شده باشند.

۳) سیلوهای سیمان باید مجهز به ترازنما، برای تعیین موقعیت تراز سیمان در داخل سیلو، و نیز دریچه‌ای در پایین برای میل زدن، در صورت طاق زدن سیمان باشند.

۴) برای هر محموله وارد شده به کارگاه، مشخصات کارخانه و نوع سیمان و تاریخ تولید سیمان باید در برگ تحویل ثبت شده باشد.

۵) از آنجا که انتقال سیمان از مخزن کامیون به داخل سیلو به کمک هوای فشرده صورت می‌گیرد و در نتیجه سیمان به تدریج متورم می‌شود، نباید بیش از ۸۰ درصد ظرفیت اسمی سیلوها را پر کرد.

۶) سیمان‌های فله را باید براساس نوع آنها به طور جداگانه نگهداری کرد، به گونه‌ای که امکان اشتباه آنها با هم وجود نداشته باشد. نوع سیمان موجود در هر سیلو باید به نحو مناسبی مشخص شود.

۷) سیمان نگهداری شده در سیلو، باید حداکثر ۹۰ روز پس از تولید مصرف شود، و اگر بنا به دلایل غیر قابل اجتناب این امر امکان‌پذیر نشد، باید قبل از مصرف تحت آزمایش قرار گیرد.

۸) سایر مشخصات سیلوها و ضوابط نگهداری سیمان در آنها، مطابق با استاندارد ملّی ایران، به شماره ۲۷۶۱ می‌باشد.

## ۹-۳-۳ سنگدانه یا مصالح سنگی

سنگدانه‌های بزرگتر از ۴/۷۵ میلیمتر (بعد چشمه‌های الک نمره۴) را سنگدانه درشت یا شن و سنگدانه‌های ریزتر از ۴/۷۵ میلیمتر را سنگدانه ریز یا ماسه می‌نامند.

طبق تعریف، «بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه» عبارت است از اندازه کوچکترین الکی‌که حداکثر ۱۰ درصد وزنی سنگدانه روی آن باقی بماند.

### ۹-۳-۳-۱ محدودیت بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت

بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت نباید از هیچ یک از مقادیر زیر بیشتر باشد:

۱) یک پنجم کوچکترین بعد داخلی قالب بتن

۲) یک سوم ضخامت دال

۳) سه چهارم حداقل فاصله آزاد بین میلگردها

۴) سه چهارم پوشش بتن روی میلگردها

۵) ۳۸ میلیمتر در بتن‌آرمه

۶) ۶۳ میلیمتر در بتن حجیم غیرمسلّح

### ۹-۳-۳-۲ سنگدانه‌های سبک مصرفی در بتن

به طور کلی سنگدانه‌های سبک مصرفی در بتن، به دو صورت تهیه می‌شوند:

۱) سنگدانه‌های حاصل از شیشه‌ای شدن، انبساط، گلوله شدن مواد، و یا موادی نظیر سرباره کوره آهنگدازی، خاک رس، دیاتومه، خاکستر بادی، شیل یا سنگ لوح.

۲) سنگدانه‌های حاصل از فرآوری مواد طبیعی نظیر پومیس، اسکوریا و توف. سنگدانه‌های سبک می‌توانند هم در بتن سازه‌ای و هم در بتن غیرسازه‌ای به کار روند.

### ۹-۳-۳-۳ ضوابط حمل و نقل، تحویل و نگهداری سنگدانه‌های مصرفی در بتن

ضوابط بارگیری، حمل و نقل، تخلیه و انبارکردن سنگدانه‌های مصرفی در بتن به قرار زیر است:

۱) شرایط باید به‌گونه‌ای باشد که مواد خارجی و زیان آور در سنگدانه‌ها نفوذ نکنند.

۲) شرایط باید به گونه‌ای باشد که دانه‌های ریز و درشت در یک دپو از یکدیگر جدا نشوند.

۳) شرایط باید به گونه‌ای باشد که سنگدانه‌ها شکسته نشوند.

۴) محل نگهداری سنگدانه‌ها باید دور از پوشش گیاهی و مواد آلوده کننده باشد.

۵) شن‌های با حداکثر اندازه بیش از ۳۸ میلیمتر، باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۲۵ میلیمتر نگهداری شوند. شن‌های با حداکثر اندازه ۳۸ میلیمتر یا کمتر باید در دو گروه کمتر و بیشتر از ۱۹ میلیمتر نگهداری شوند. این‌کار امکان جدا شدن‌دانه‌ها از یکدیگر را کاهش می‌دهد.

۶) دیواره‌های تقسیم دپوی مصالح سنگی باید به گونه‌ای مقاوم و پایدار باشد که در صورت خالی بودن یک قسمت و پر بودن قسمت مجاور، دیواره بر اثر رانش سنگدانه‌ها تخریب یا جابجا نشود.

۷) در هنگام بارش و یا یخبندان، باید سنگدانه‌های واقع در فضای آزاد با برزنت یا ورقه‌های پلاستیکی پوشانیده شود.

۸) در هنگام گرمای شدید، باید بر روی سنگدانه‌های واقع در فضای آزاد، سایبان درست شود.

۹) شیب مخروط‌های دپوی شن و ماسه نباید زیاد باشد زیرا شیب زیاد دپوها موجب جدا شدن دانه‌های ریز و درشت از هم می‌شود.

۱۰) سنگدانه‌ها تا حد امکان باید به صورت لایه‌هایی با ضخامت یکسان بر روی یکدیگر ریخته شده و انبار شوند. سنگدانه‌ها باید با لودر یا وسایل مناسب دیگر به گونه‌ای برداشته شوند که هر بار قسمت‌هایی از همه لایه‌های افقی برداشته شوند.

۱۱) در صورت تخلیه سنگدانه‌ها هنگام باد، باید تدابیری اتخاذ گردد که از جدا شدن ذرات ریز جلوگیری شود.

۱۲) محل دپوی شن و ماسه باید به گونه‌ای باشد که همواره امکان تخلیه آب مازاد آنها وجود داشته باشد.

۱۳) سنگدانه‌های انبار شده در دپو باید حداقل ۱۲ ساعت در محل باقی مانده و سپس مصرف شود. این امر موجب می‌شود که رطوبت سنگدانه‌ها به حد یکنواخت و پایدار برسد.

۱۴) سیلوی ذخیره سنگدانه‌ها حتی المقدور باید با مقطع مربع یا دایره و شیب مخروط یا هرم تحتانی آن کمتر از ۵۰ درجه باشد. مصالح سنگی باید به صورت قائم در داخل سیلو ریخته شود تا از برخورد مواد سنگی با کناره‌های سیلو جلوگیری شده و دانه‌ها از هم جدا نشوند.

در صورتی که سیلوی ذخیره سنگدانه‌ها پر باشد امکان شکسته شدن سنگدانه‌ها و تغییر دانه‌بندی آن کاهش می‌یابد. برای خالی کردن سنگدانه‌ها به داخل سیلو، باید از نردبان ویژه مصالح سنگی استفاده شود.

۱۵) در صورتی که شرایط به گونه‌ای باشد که امکان شکسته شدن سنگدانه‌ها در حین جابجا کردن یا انبار کردن وجود داشته باشد، باید قبل از ساخت بتن با این سنگدانه‌ها، بار دیگر آنها را دانه‌بندی کرد.

۱۶) ضوابط مربوط به جلوگیری از جدا شدن سنگدانه‌ها باید در مورد سنگدانه‌های گرد گوشه، که بیشتر مستعد این امر هستند، جدی‌تر رعایت شود.

۱۷) در هنگام بارش برف و یخبندان، سنگدانه‌ها باید به گونه‌ای انبار شوند که امکان یخزدگی و نیز جمع شدن برف و یخ بین دانه‌ها وجود نداشته باشد.

۱۸) هنگام تحویل هر محموله از سنگدانه‌های وارده به کارگاه، باید مشخصات مذکور در اسناد تحویل سنگدانه‌ها با مشخصات سفارش داده شده و نیز سنگدانه‌های وارده بررسی، مقایسه و انطباق آن کنترل شود.

۱۹) درهنگام تحویل هر محموله از سنگدانه‌های وارده به‌کارگاه، باید وضعیت ظاهری آن‌ها از نظر اندازه، شکل دانه‌ها و ناخالصی‌های آن با چشم کنترل شود.

### ۹-۳-۴ آب

آب به سه صورت در بتن به‌کار می‌رود: آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه‌ها، آب به عنوان یکی از اجزای تشکیل‌دهنده بتن که در هنگام ساخت آن به کار می‌رود و آب مصرفی برای عمل‌آوری بتن.

#### ۹-۳-۴-۱ ضوابط حمل و نقل، نگهداری و ذخیره کردن آب مصرفی در بتن

آب مصرفی بتن در کارگاه‌ها باید به گونه‌ای حمل و نقل و نگهداری شود که احتمال ورود مواد مضر به داخل آن و نیز رشد خزه‌ها و مواد آلی در آنها وجود نداشته باشد.

### ۹-۳-۵ مواد افزودنی

مواد افزودنی یا چاشنی‌های بتن موادی هستند که غیر از مواد اصلی (سیمان، آب و مصالح سنگی)، در حین اختلاط به بتن یا ملات افزوده می‌شوند. مقدار افزودنی‌ها کم است و در تعیین نسبت‌های اختلاط به حساب نمی‌آیند.

مواد افزودنی معمولاً به صورت گرد یا مایع هستند و یک یا چند ویژگی بتن تازه یا سخت شده را تغییر می‌دهند و هدف از کاربرد آنها اصلاح برخی از این ویژگی‌ها است، اگرچه در عین حال ممکن است موجب اختلال و بروز عیب در پاره‌ای از ویژگی‌های مطلوب بتن شوند، که این امر نباید خارج از محدوده مجاز استاندارد باشد.

مواد افزودنی اگر فقط بر روی یکی از خواص بتن (تازه‌یا سخت‌شده) تأثیر بگذارند مواد افزودنی تک منظوره و در غیر این صورت مواد افزودنی چند منظوره نامیده می‌شوند.

مواد افزودنی چند منظوره دارای یک عملکرد اصلی و یک یا چند عملکرد جنبی هستند که بسته به مورد مصرف ممکن است عملکرد اصلی آنها تغییر کند.

مواد افزودنی مورد نظر در این بند، مواد افزودنی شیمیایی هستند که به صورت صنعتی و شیمیایی تولید می‌شوند.

مواد افزودنی را یا می‌باید با کمی از آب اختلاط بتن مخلوط کرده و همراه با سایر اجزای بتن به داخل مخلوط‌کن ریخت، و یا اینکه آن را به صورت تدریجی به مخلوط کنِ در حال کار وارد کرد. سازگاری افزودنی‌ها با یکدیگر و نیز با سیمان می‌باید بررسی گردد.

### ۹-۳-۵-۱ میزان مصرف

حداکثر میزان مصرف مواد افزودنی ۵ درصد وزنی سیمان است. استفاده از کلرید کلسیم فقط در بتن بدون فولاد مجاز است و حداکثر مقدار مصرف آن ۲ درصد وزنی سیمان است. در هر حال مواد افزودنی نباید بیشتر از مقداری که تولیدکننده مشخص کرده است، مصرف شوند.

### ۹-۳-۵-۲ انواع مواد افزودنی تک منظوره

۱) ماده افزودنی کندگیرکننده

۲) ماده افزودنی تندگیرکننده

۳) ماده افزودنی زود سخت‌کننده یا تسریع‌کننده زمان سخت‌شدگی

۴) ماده افزودنی حباب هواساز

۵) ماده افزودنی نگهدارنده آب

۶) ماده افزودنی کاهنده جذب آب

### ۹-۳-۵-۳ انواع مواد افزودنی چند منظوره

۱) ماده افزودنی کاهنده آب/ روان‌کننده

۲) ماده افزودنی کاهنده آب قوی/ روان‌کننده قوی، یا فوق کاهنده آب/ فوق روان‌کننده

۳) ماده کندگیرکننده/ کاهنده آب/ روان‌کننده

۴) ماده افزودنی تندگیرکننده/ کاهنده آب/ روان‌کننده

۵) ماده افزودنی کندگیرکننده/ کاهنده آب قوی/ روان‌کننده قوی، یا کندگیرکننده/ فوق کاهنده آب/ فوق روان‌کننده

### ۹-۳-۶ مواد جایگزین سیمان یا مکمل سیمان

این مواد به منظور تأمین یک یا چند خاصیت زیر، بسته به مورد، به کار می‌روند:

۱- کاهش مصرف سیمان

۲- کاهش سرعت و میزان حرارت هیدراسیون

۳- افزایش مقاومت بتن
۴- افزایش پایایی بتن از طریق کاهش نفوذپذیری آن

### ۹-۳-۶-۱ پوزولان‌ها

پوزولان‌ها عبارتند از مواد سیلیسی یا سیلیسی و آلومینی که خود به تنهایی فاقد ارزش چسبانندگی‌اند یا ارزش چسبانندگی آنها کم است، اما به صورت ذرات بسیار ریز، در دمای متعارف و در مجاورت رطوبت با هیدروکسید کلسیم واکنش می‌دهند و ترکیباتی را تولید می‌کنند که ساختار آنها تا حدودی مشابه ترکیباتی است که بر اثر هیدراسیون سیمان پرتلند تولید می‌شود. پوزولان‌ها بر دو نوعند: پوزولان‌های طبیعی و پوزولان‌های مصنوعی یا صنعتی.

پوزولان‌های طبیعی در انواع خام یا تکلیس شده وجود دارند و به طور عمده شامل خاکسترهای آتشفشانی غیر بلورین می‌باشند.

پوزولان‌های مصنوعی یا صنعتی به طور عمده شامل دوده سیلیس، خاکستر بادی، و خاکستر پوسته برنج می‌باشند.

دوده سیلیس یا میکرو سیلیس محصول فرعی کوره‌های قوس الکتریکی صنایع فرو آلیاژ و فرو سیلیس بوده و ماده‌ای است با فعالیت پوزولانی بسیار شدید که بیش از ۸۵ درصد سیلیس بلوری نشده دارد.

خاکستر بادی محصول فرعی سوخت زغال سنگ است که شامل سیلیس، آلومین و اکسیدهای آهن و کلسیم است.

خاکستر بادی در رده‌های F (با اکسید کلسیم حداکثر ده درصد) و C (با اکسید کلسیم بیش از ده درصد) وجود دارد. خاکستر بادی رده C، در محیط بتن خاصیت سیمانی شدن نیز دارد، و آن را می‌توان جزو مواد شبه سیمانی به حساب آورد. خاکستر پوسته برنج از سوختن پوسته برنج به دست می‌آید و دارای میزان زیادی سیلیس غیر کریستالی یا آمورف است.

### ۹-۳-۶-۲ مواد شبه‌سیمانی

مواد شبه‌سیمانی دارای خاصیت پنهان هیدرولیکی هستند و در صورتی‌که به گونه‌ای مناسب فعال شوند خواص سیمانی پیدا می‌کنند. این مواد فقط در محیط قلیایی با آب واکنشی مشابه سیمان پرتلند نشان می‌دهند. متداول‌ترین مواد شبه سیمانی، روباره یا سرباره کوره آهنگدازی و خاکستر بادی رده C هستند.

# ۹-۴ میلگردهای مصرفی

## ۹-۴-۰ علایم اختصاری

$f_{su}$ = تنشی که مقاومت نهایی حداکثر ۵٪ از نمونه‌های میلگرد فولادی کمتر از آن باشد، مگاپاسکال

$f_y$= تنش حد تسلیم میلگردهای فولادی، برحسب مگاپاسکال، این تنش در میلگردهای S۲۴۰ از روی تنش تسلیم مشهود آن به دست می‌آید. در سایر میلگردها تنش تسلیم قراردادی (تنش نظیر تغییر شکل نسبی ماندگار ۰/۲ درصد، و یا تنش نظیر تغییر شکل نسبی ۰/۳۵ درصد تعریف می‌شود.)

$f_{yk}$= مقاومت مشخصهٔ تسلیم میلگردهای فولادی، کمترین تنشی که تنش تسلیم حداکثر ۵٪ از نمونه‌های میلگرد فولادی کمتر ازآن باشد، مگاپاسکال

$M$ = جرم یک قطعه میلگرد، بر حسب گرم

$S$ = سطح مقطع موثر یا اسمی میلگرد، برحسب میلی‌متر مربع

$L$ = طول یک قطعه میلگرد، برحسب میلی‌متر

$d_b$ = قطر اسمی میلگردهای ساده یا آجدار، بر حسب میلی‌متر

$\varphi$ = قطر اسمی میلگردهای ساده، که معمولا در نقشه‌ها و سایر مدارک فنی به کار می‌رود.

$\Phi$ = قطر اسمی میلگردهای آجدار، که معمولا در نقشه‌ها و سایر مدارک فنی به کار می‌رود.

$d_1$= قطر زمینه میلگردهای آجدار، بر حسب میلی‌متر

$d_2$= قطر خارجی میلگردهای آجدار، بر حسب میلی‌متر

## ۹-۴-۱ میلگردهای فولادی

### ۹-۴-۱-۱ تعاریف

**۹-۴-۱-۱-۱ رده میلگردهای فولادی:**

عبارت است از عدد مقاومت مشخصهٔ میلگرد بر حسب مگاپاسکال، که پس از حرف S می‌آید. رده‌های میلگردها عبارتند از: S240، S340، S400 وS500.

رده میلگردها باید در تمامی اسناد فنی (دفترچه‌های محاسبات، نقشه‌ها و...) قید شود.

**۹-۴-۱-۱-۲ کربن معادل فولاد:** از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{۶} + \frac{Cr + V + Mo}{۵} + \frac{Cu + Ni}{۱۵} \qquad (۱-۴-۹)$$

در این رابطه C، Mn، Cr، V، Mo، Cu و Ni به ترتیب درصد هریک از عناصر کربن، منگنز، کرُم، وانادیم، مولیبدن، مس و نیکل در فولاد می‌باشد.

**۹-۴-۱-۱-۳ بسته:** عبارت است از دو یا چند کلاف میلگرد به هم بسته شده، و یا تعدادی میلگرد شاخه مستقیم هم قطر و هم شکل و با یک مشخصه.

**۹-۴-۱-۱-۴ شماره ذوب:** عدد نشان دهنده شماره فرآیند تولید هنگام ساخت فولاد است.

**۹-۴-۱-۱-۵ بهر:** عبارت است از تعدادی بسته یا مقدار معینی میلگرد هم قطر و هم شکل و با یک مشخصه که تحت شرایطی که یکنواخت فرض می‌شود تولید می‌گردد.

**۹-۴-۱-۱-۶ محموله:** عبارت است از تعدادی بسته میلگرد. مشخصه‌های همه بسته‌ها باید یکسان، ولی قطر آنها از یک بسته به بسته دیگر می‌تواند متفاوت باشد.

### ۹-۴-۱-۲ طبقه‌بندی میلگردها از نظر روش ساخت

۱) فولاد گرم‌نورد شده

۲) فولاد سرد اصلاح شده، که براثر انجام عملیات مکانیکی نظیر پیچانیدن، کشیدن، نورد کردن یا گذرانیدن از حدیده، بر روی میلگردهای گرم نورد شده در حالت سرد به دست می‌آید.

۳) فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه، که بر اثر انجام عملیات مکانیکی نظیر گرمایش و آب دادن، بر روی میلگردهای گرم نورد شده در حالت گرم به دست می‌آید.

### ۹-۴-۱-۳ طبقه‌بندی میلگردها از نظر مکانیکی

میلگردهای فولادی بر اساس مقاومت مشخصه آنها تقسیم‌بندی می‌شوند. انواع رده‌های میلگرد فولادی از نظر مکانیکی در جدول ۹-۴-۱ درج شده است.

فولادهای فوق از نظر شکل پذیری به سه رده طبقه‌بندی می‌شوند:

۱) فولاد نرم (S240)، که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم مشهود است.

۲) فولاد نیم‌سخت (S340 و S400)، که منحنی تنش- تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم بسیار محدود است.

۳) فولاد سخت (S500)، که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی آن فاقد پله تسلیم است.

**جدول ۹-۴-۱ رده‌بندی مکانیکی میلگردهای فولادی**

| رده | علامت مشخصه در استانداردهای ملّی ایران | $f_{su}$ ($N/mm^2$) | $f_{yk}$ ($N/mm^2$) | طبقه بندی از نظر شکل رویه | رده از نظر سختی |
|---|---|---|---|---|---|
| **S240** | س ۲۴۰ | ۳۶۰ | ۲۴۰ | ساده | نرم |
| **S340** | آج ۳۴۰ | ۵۰۰ | ۳۴۰ | آجدار مارپیچ | نیم سخت |
| **S400** | آج ۴۰۰ | ۶۰۰ | ۴۰۰ | آجدار جناقی | نیم سخت |
| **S500** | آج ۵۰۰ | ۶۵۰ | ۵۰۰ | آجدار مرکب | سخت |

### ۹-۴-۱-۴ انواع شکل رویه

میلگردهای مصرفی از نظر شکل رویه به سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند:

۱) میلگردهای با رویه صاف، یا میلگردهای ساده. این نوع رویه فقط در میلگرد S240 به کار برده می‌شود. این میلگردها فقط می‌توانند به عنوان میلگرد دورپیچ در اعضای سازه‌ای بتن‌آرمه یا در ساختمان‌های بتن‌آرمه به کار روند و استفاده از آنها به عنوان میلگرد سازه‌ای غیراز مورد فوق، در تمامی انواع ساختمان‌ها ممنوع است.

۲) میلگردهای با رویه آجدار، که سایر میلگردها را شامل می‌شود. آج عبارت است از برجستگی‌هایی به شکل‌های متفاوت که به صورت طولی زاویه‌دار در هنگام نورد بر روی آن ایجاد می‌شود.

آج‌ها از نظر شکل به صورت دوکی‌شکل (آج با مقطع متغیر) یا به صورت یکنواخت (آج با مقطع ثابت)، و از نظر امتداد به صورت مارپیچ یا جناقی می‌باشند.

۳) میلگردهای با رویه آجدار پیچیده، که از پیچانیدن میلگردهای آجدار به دست می‌آید. در این میلگردها، علاوه بر آج اولیه میلگرد، یک خط مارپیچ بر روی میلگرد نیز به چشم می‌خورد که هرچه میزان تابانیدن میلگرد بیشتر باشد گام این خط کمتر خواهد بود.

### ۹-۴-۱-۵ مشخصات هندسی میلگردها

**۹-۴-۱-۵-۱** سطح مقطع اسمی میلگردهای ساده، و سطح مقطع اسمی یا موثر میلگردهای آجدار از رابطه (۹-۴-۲) به دست می‌آید:

$$S = \frac{M}{۰/۰۰۷۸۵L} \qquad (۲-۴-۹)$$

**۹-۴-۱-۵-۲** قطر اسمی میلگردهای ساده یا آجدار، از رابطه (۹-۴-۳) به دست می‌آید:

$$d_b = ۲\sqrt{\frac{M}{۰/۰۰۷۸۵\pi L}} \qquad (۳-۴-۹)$$

**۹-۴-۱-۵-۳** تفکیک میلگردها از یکدیگر، به لحاظ هندسی، براساس قطر اسمی آنها صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر، قطر اسمی، پارامتر هندسی مشخصه انواع میلگردها است.

**۹-۴-۱-۵-۴** طول استاندارد میلگردهای شاخه‌ای به طور معمول ۱۲ متر است.

### ۹-۴-۱-۶ جوش‌پذیری

۱) جوش پذیری یا قابلیت جوشکاری میلگردها براساس مقدار کربن معادل آنها تعیین می‌شود. در صورتی که مقدار کربن معادل از ۰/۵۱درصد کمتر باشد میلگرد قابل جوشکاری است و هرچه این مقدار کمتر باشد قابلیت جوش‌پذیری فولاد بیشتر است. حداکثر کربن معادل مجاز انواع فولادها در جدول ۹-۴-۲ آورده شده است. الکترود مناسب برای جوشکاری و نیز روش و ضوابط جوشکاری میلگردها بر اساس مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان تعیین می‌گردد.

**جدول ۹-۴-۲ حداکثر کربن معادل مجاز انواع فولادها**

| نوع فولاد | S240 | S340 | S400 | S500 |
|---|---|---|---|---|
| حداکثر کربن معادل (٪) | - | ۰/۵۰ | * | * |

* میلگردهای رده S400 وS500، بسته به میزان قطر و کربن معادل آنها، ممکن است به پیشگرم کردن در هنگام جوشکاری نیاز داشته یا نداشته باشند. حداقل دمای پیشگرم میلگردها نیز به قطر و کربن معادل آنها بستگی دارد.

عملیات جوشکاری میلگردهای مصرفی در بتن در دمای زیر $-18\ ^\circ C$ ممنوع است.

پس از پایان جوشکاری باید میلگرد به‌طور طبیعی سرد شده و به دمای محیط برسد. شتاب دادن به فرآیند سرد شدن میلگردهای جوش شده ممنوع است.

### ۹-۴-۱-۷ نشانه‌گذاری و بسته‌بندی میلگردها

میلگردهای S240، S340 و S400 با قطر( $d_b \le 12mm$ ) به صورت کلاف و یا به صورت شاخه مستقیم با طول‌های مساوی بسته‌بندی می‌شوند. قطر کلاف میلگردهای کلاف باید حداقل ۲۰۰ برابر قطر میلگرد باشد.

میلگردهای S240، S340 و S400 با قطر( $d_b \ge 14mm$ )، و نیز تمامی میلگردهای S500 فقط به صورت شاخه مستقیم با طول‌های مساوی بسته‌بندی می‌شوند.

بر روی شاخه‌های میلگردهای آجدار تولیدی، به صورت یک در میان باید علامت مشخصه‌ای حک شود تا از روی آن نام کارخانه سازنده و نوع میلگرد معلوم شود.

هر یک از بسته‌های میلگرد باید دارای حداقل دو پلاک فلزی باشد که بر روی هریک از پلاک‌های مزبور مشخصات (الف) تا (ح) زیر به صورتی خوانا حک و یا به صورتی که نتواند مخدوش شود، نوشته شده باشد:

الف- شماره بسته

ب- نوع میلگرد (س ۲۴۰، آج ۳۴۰، ...)

پ- نمره میلگرد (قطر اسمی برحسب میلی‌متر)

ت- وزن بسته (بر حسب کیلو نیوتن)

ث- شماره ذوب یا بهر

ج- نشانه تأییدیه کنترل کیفیت از سوی کارخانه سازنده

چ- نام یا نشانه تجارتی کارخانه سازنده

ح- علامت استاندارد ملّی ایران

### ۹-۴-۱-۸ گواهینامه فنی

هر یک از محموله‌های بیش از ۲۵۰۰۰ کیلوگرم باید دارای گواهینامه فنی صادره از طرف تولیدکننده باشند و این گواهینامه می‌باید همراه محموله به مصرف‌کننده تحویل شود. قید موارد (الف) تا (ر) این بند در گواهینامه فنی الزامی است:

الف- نام و نشانی کارخانه سازنده

ب- شماره گواهینامه

پ- تاریخ صدور گواهینامه

ت- علامت مشخصه نوع میلگرد

ث- شماره ذوب یا بهر

ج- نمره (قطر اسمی) میلگرد

چ- طول اسمی شاخه‌ها

ح- تعداد بسته‌ها

خ- مشخصات فنی شیمیایی شامل ترکیبات شیمیایی و کربن معادل

د- مشخصات مکانیکی

ذ- رنگ انتخابی برای مقطع میلگرد

ر- نوع علامت حک شده و به کار رفته بر روی پلاک‌های الصاقی

### ۹-۴-۱-۹ ضوابط حمل و نقل، انبارکردن و نگهداری

۱- میلگردهای فولادی را باید در محل‌های تمیز و عاری از رطوبت و گل و خاک و سایر آلودگی‌ها نگهداری کرد تا از زنگ زدگی و کثیف شدن سطح آنها جلوگیری شود.

۲- از هرنوع صدمه مکانیکی یا تغییر شکل پلاستیک، نظیر بریدگی و ضربه و...، می‌باید جلوگیری شود.

۳- میلگردهای پوسته شده باید ماسه پاشی و پس از برآوردن ضوابط مذکور در فصل دهم، مصرف شوند. رفع پوسته‌ها با استفاده از برس سیمی و سایر روش‌های مشابه مجاز نیست.

۴- میلگردها باید به روشی حمل و انبار شوند که دچار خمیدگی بیش از حد نشوند.

۵- میلگردها هیچگاه نباید به طور مستقیم بر روی زمین انبار شوند.

۶- میلگردها باید بسته به قطر و رده آنها، به صورت مجزا انبار شوند.

۷- میلگردهایی‌که هنوز بریده یا خم نشده‌اند باید به گونه‌ای انبار و نگهداری شوند که بر چسب و علامت کارخانه سازنده فولاد بر روی آنها قابل رویت باشد.

۸- میلگردها باید به نحوی تخلیه شوندکه هم به کارگران صدمه نزنند و هم خود صدمه نبینند.

## ۹-۴-۲ میلگردهای کامپوزیتی

### ۹-۴-۲-۱ تعاریف

**۹-۴-۲-۱-۱** تعریف میلگرد کامپوزیتی: میلگرد کامپوزیتی از ترکیب الیاف و ماتریسی متشکل از رزین‌های مختلف تشکیل شده است. الیاف‌های مورد استفاده از نوع کربن، شیشه، و آرامید هستند. رزین مورد استفاده در میلگردها از نوع اپوکسی، وینیل‌استر و پلی‌استر می‌باشد.

خواص میلگردها متناسب با نوع الیاف و رزین مورد استفاده است که باید از بروشورهای استاندارد این مشخصات استخراج شود. چگالی میلگردهای کامپوزیتی، مطابق با جدول ۹-۴-۳، بسته به نوع ماتریس مصرفی است. با توجه به مقاومت مطلوب در برابر خوردگی، استفاده از این میلگردها با منظور نمودن رفتار ترد آنها، در نواحی با شرایط محیطی شدید و خیلی شدید مورد توجه می‌باشد.

درصورت استفاده از میلگردهای کامپوزیتی، در اجرای اسکلت باید با آزمایش دقیق این میلگردها در برابر بار رفت و برگشتی، از رفتار آنها اطمینان حاصل کرد. میلگردهای فولادی شکل‌پذیری بهتری نسبت به میلگردهای کامپوزیتی دارند.

**جدول ۹-۴-۳ چگالی میلگردهای کامپوزیتی (کیلوگرم بر مترمکعب)**

| میلگرد فولادی | میلگرد کامپوزیتی با الیاف شیشه | میلگرد کامپوزیتی با الیاف کربن | میلگرد کامپوزیتی با الیاف آرامید |
|---|---|---|---|
| ۷۹۰۰ | ۱۲۵۰-۲۱۰۰ | ۱۵۰۰-۱۶۰۰ | ۱۲۵۰-۱۴۰۰ |

**۹-۴-۲-۱-۲ ضریب انبساط حرارتی**

ضریب انبساط حرارتی میلگردهای کامپوزیتی متناسب با نوع الیاف و رزین مصرفی بوده و در جهات طولی و عرضی متناسب با نوع مصالح مصرفی متفاوت می‌باشد.

**جدول۹-۴-۴ ضریب انبساط حرارتی میلگردهای کامپوزیتی**

| جهت | $CTE^{*} \times ۱۰^{-۶}/°C$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | فولاد | میلگرد کامپوزیتی الیاف شیشه | میلگرد کامپوزیتی الیاف کربن | میلگرد کامپوزیتی الیاف آرامید |
| طولی ($\alpha_L$) | ۱۱/۷ | ۶ تا ۱۰ | ۹- تا ۰ | ۶- تا ۲- |
| عرضی ($\alpha_T$) | ۱۱/۷ | ۲۱ تا ۲۳ | ۷۴ تا ۱۰۴ | ۶۰ تا ۸۰ |

* ضریب انبساط حرارتی Coefficient of Thermal Expansion

- مشخصات مکانیکی میلگردهای کامپوزیتی: رفتار کششی میلگردهای کامپوزیتی، عموماً در دامنه ارتجاعی مطرح است و با آزمایش‌های استاندارد، تعیین می‌شود. دامنه مشخصات مکانیکی این میلگردها در جدول ۹-۴-۵ ارائه شده است.
- مقاومت فشاری: مقاومت فشاری میلگردهای کامپوزیتی، کمتر از مقاومت کششی آنها است. مد شکست این میلگردها، تحت فشار طولی شامل شکست کششی عرضی، کمانش فرعی الیاف یا شکست برشی می‌باشد و بستگی به نوع رزین، نوع و درصد الیاف مصرفی دارد. مقاومت فشاری میلگردهای کامپوزیتی شیشه، کربن و آرامید به طور متوسط ۵۵٪، ۷۸٪ و ۲۰٪ مقاومت کششی این میلگردها می‌باشد.

**جدول۹-۴-۵ مشخصات مکانیکی میلگردهای فولادی و کامپوزیتی معمول.**

| | فولاد | میلگرد کامپوزیتی الیاف شیشه | میلگرد کامپوزیتی الیاف کربن | میلگرد کامپوزیتی الیاف آرامید |
|---|---|---|---|---|
| تنش تسلیم اسمی (MPa) | ۲۷۶ تا ۵۱۷ | ندارد | ندارد | ندارد |
| مقاومت کششی (MPa) | ۴۸۳ تا ۶۹۰ | ۴۸۳ تا ۱۶۰۰ | ۶۰۰ تا ۳۶۹۰ | ۱۷۲۰ تا ۲۵۴۰ |
| مدول الاستیسیته (GPa) | ۲۰۰ | ۳۵ تا ۵۱ | ۱۲۰ تا ۵۸۰ | ۴۱ تا ۱۲۵ |
| کرنش تسلیم (٪) | ۰/۱۴ تا ۰/۲۵ | ندارد | ندارد | ندارد |
| کرنش شکست (٪) | ۶ تا ۱۲ | ۱/۲ تا ۳/۱ | ۰/۵ تا ۱/۷ | ۱/۹ تا ۴/۴ |

- رفتار پیوستگی بتن، فولاد: رفتار پیوستگی میلگردهای کامپوزیتی به شرایط سطحی، نوع آج موجود بر آن بستگی دارد. در تولیدات موجود، در هر حال برای هر نوع میلگرد لازم است با آزمایش‌های استاندارد کمیت‌های مورد نیاز تعیین شود.

# ۹-۵ مقاومت بتن

## ۹-۵-۰ علائم اختصاری

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، بر اساس‌آزمونه‌های استوانه‌ای، مگاپاسکال

$f_{cm}$ = مقاومت فشاری متوسط بتن، مگاپاسکال

R= ضریب اصلاح انحراف استاندارد

$s$ = انحراف استاندارد مقاومت فشاری نمونه‌ها

$r_1$ = ضریب تبدیل مقاومت نمونه استوانه‌ای غیر استاندارد به مقاومت نظیر نمونه استوانه‌ای استاندارد

$r_2$ = ضریب تبدیل مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد غیر ۲۰۰ میلیمتر، به مقاومت نظیر نمونه مکعبی به ابعاد ۲۰۰ میلیمتر

$r_3$ = ضریب تبدیل مقاومت نمونه مکعبی به ابعاد ۲۰۰ میلیمتر، به مقاومت نظیر نمونه استوانه‌ای استاندارد

$a$ = قطر نمونه استوانه‌ای، میلیمتر

$b$ = بعد نمونه مکعبی، میلیمتر

## ۹-۵-۱ کلیات

**۹-۵-۱-۱** کیفیت بتن از نظر مقاومت، پایایی و سایر نیازهای ویژه محیطی باید با ضوابط مندرج در این فصل مطابقت داشته باشد. تطابق ویژگی‌های مواد تشکیل دهنده بتن با ضوابط مندرج در فصل

دهم این مبحث و نیز مفاد مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان ایران تحت عنوان «مصالح و فرآورده‌های ساختمانی» الزامی است.

**۹-۵-۱-۲** تعیین نسبت‌های اختلاط بتن در آزمایشگاه باید طوری باشد که مقاومت فشاری متوسط مورد نظر مطابق بند ۹-۵-۳-۳ به دست آید. بتن باید طوری ساخته شود که تعداد آزمونه‌هایی که مقاومتی کمتر از مقاومت متوسط فشاری لازم، مطابق بند ۹-۵-۳-۳ نشان می‌دهند، حداقل باشد.

**۹-۵-۱-۳** نمونه استوانه‌ای استاندارد به ابعاد ۳۰۰ × ۱۵۰ میلیمتر می‌باشد. در صورت استفاده از آزمونه‌های مکعبی باید مقاومت آنها به مقاومت نظیر آزمونه‌های استوانه‌ای تبدیل شود. برای تبدیل مقاومت نمونه‌های غیر استاندارد به استاندارد از ضرائب تبدیل $r_1$، $r_2$ و $r_3$ مطابق جداول ۹-۵-۱ تا ۹-۵-۳ استفاده می‌گردد.

**جدول ۹-۵-۱ مقادیر $r_1$**

| a×۲a | ۱۰۰ ×۲۰۰ | ۱۵۰ ×۳۰۰ | ۲۰۰ ×۴۰۰ | ۲۵۰ ×۵۰۰ | ۳۰۰ ×۶۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| $r_1$ | ۱/۰۲ | ۱/۰۰ | ۰/۹۷ | ۰/۹۵ | ۰/۹۱ |

**جدول ۹-۵-۲ مقادیر $r_2$**

| مکعبی b | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | ۲۵۰ | ۳۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| $r_2$ | ۱/۰۵ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۰/۹۵ | ۰/۹ |

**جدول ۹-۵-۳ مقادیر $r_3$**

| مقاومت فشاری نمونه مکعبی (MPa) | ≤ ۲۵ | ۳۰ | ۳۵ | ۴۰ | ۴۵ | ۵۰ | ۵۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $r_3$ | ۱/۲۵ | ۱/۲۰ | ۱/۱۷ | ۱/۱۴ | ۱/۱۳ | ۱/۱۱ | ۱/۱۰ |
| مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای (MPa) | با توجه به ضریب | ۲۵ | ۳۰ | ۳۵ | ۴۰ | ۴۵ | ۵۰ |

**۹-۵-۱-۴** تهیه و آزمایش آزمونه‌های استوانه‌ای بتن باید مطابق استانداردهای زیر باشد:

**۹-۵-۱-۴-۱** «روش نمونه‌برداری از بتن تازه»، استانداردهای ملّی ایران، برای نمونه‌برداری

**۹-۵-۱-۴-۲** «روش ساختن و عمل آوردن آزمونه بتن در کارگاه»، مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی برای ساختن آزمونه‌ها

**۹-۵-۱-۴-۳** «روش آزمایش مقاومت فشاری آزمونه‌های استوانه‌ای بتن» مطابق استانداردهای معتبر بین‌المللی

**۹-۵-۱-۵** مقاومت فشاری مشخصه بتن مقاومتی است که حداکثر ۵ درصد تمامی مقاومت‌های اندازه‌گیری شده در نمونه‌های استوانه‌ای استاندارد بر اساس آزمایش‌های ۲۸ روزه کمتر از آن باشد.

**۹-۵-۱-۶** آزمایش‌های مقاومت کششی بتن نباید مبنای پذیرش بتن در کارگاه باشد.

**۹-۵-۱-۷** دستگاه نظارت باید تا خاتمه دوره تضمین وحداقل یکسال پس از پایان کار هر پروژه، سابقه کامل نتایج آزمایش‌های انجام شده روی بتن مصرفی را نگهداری و سپس به کارفرما تحویل دهد. ضبط و نگهداری این اطلاعات به صورت رایانه‌ای برای ساختمان‌های مهم الزامی است.

## ۹-۵-۲ مبانی تعیین نسبت‌های اختلاط بتن

**۹-۵-۲-۱** تعیین نسبت‌های اختلاط بتن باید به گونه‌ای باشد که شرایط زیر را برآورده سازد:

**۹-۵-۲-۱-۱** کارایی و روانی بتن به اندازه کافی باشد تا بتن بتواند به سهولت در قالب‌ها ریخته شود و به خوبی میلگردها را در بر گیرد بدون اینکه جدایی دانه‌ها یا آب انداختن زیاد روی دهد.

**۹-۵-۲-۱-۲** ملزومات پایایی بتن برای شرایط محیطی مختلف باید مطابق مندرجات فصل ششم باشد.

**۹-۵-۲-۱-۳** مقاومت متوسط هدف و مقاومت مشخصه بتن تأمین شود.

**۹-۵-۲-۲** نسبت‌های اختلاط مواد تشکیل‌دهنده بتن بر اساس تجارب کارگاهی و استفاده از مخلوط‌های آزمایشی در آزمایشگاه مبتنی بر روشهای متداول با مصالح مصرفی‌کارگاه تعیین می‌شوند.

## ۹-۵-۳ تعیین نسبت‌های اختلاط براساس تجربه کارگاهی و مخلوط‌های آزمایشی

### ۹-۵-۳-۱ رده بندی بتن

رده‌بندی بتن بر اساس مقاومت فشاری مشخصه آن به ترتیب زیر است:

C۶ C۸ C۱۰ C۱۲ C۱۶ C۲۰ C۲۵ C۳۰ C۳۵ C۴۰ C۴۵ C۵۰
C۵۵ C۶۰ C۶۵ C۷۰ C۷۵ C۸۰ C۸۵ C۹۰ C۹۵ C۱۰۰ C۱۱۰ C۱۲۰

اعداد بعد از C بیانگر مقاومت فشاری مشخصه بتن برحسب مگاپاسکال می‌باشند. در عمل، در شرایط اجرایی کارگاهی، در صورتی بتن منطبق بر مشخصات و قابل قبول تلقی می‌شود که با شرایط مندرج در فصل دهم مطابقت داشته باشد.

### ۹-۵-۳-۲ روش‌های تعیین نسبت‌های اختلاط

**۹-۵-۳-۲-۱** برای بتن‌های پایین تر از رده C۲۰ می‌توان نسبت‌های اختلاط را براساس تجارب قبلی و بدون مطالعه آزمایشگاهی تعیین کرد و یا به شرط آنکه مصالح مصرفی استاندارد باشند، «نسبت‌های اختلاط استاندارد» مطابق دفترچه مشخصات فنی عمومی را ملاک قرار داد.

**۹-۵-۳-۲-۲** برای بتن‌های رده C۲۰ و بالاتر، تعیین نسبت‌های بهینه اختلاط باید ازطریق مطالعات آزمایشگاهی و با در نظر گرفتن ضوابط طراحی بر اساس دوام صورت گیرد.

این مطالعات ممکن است قبل‌از شروع عملیات اجرایی توسط طراح انجام پذیرد و نتیجه به دست آمده به عنوان «نسبت‌های اختلاط مقرر» در دفترچه مشخصات فنی خصوصی درج شود، یا توسط مجری به انجام رسد و نتیجه به دست آمده به عنوان «نسبت‌های اختلاط تعیین شده» به کار رود.

### ۹-۵-۳-۳ مقاومت فشاری متوسط

**۹-۵-۳-۳-۱** مقاومت فشاری متوسط لازم، باید برابر با بزرگترین مقدار بدست آمده از هر یک از دو رابطه (۹-۵-۱) و (۹-۵-۲) در نظر گرفته شود:

$$f_{cm} = f_c + ۱/۳۴s + ۱/۵MPa \qquad (۱-۵-۹)$$

$$f_{cm} = f_c + ۲/۳۳s - ۴MPa \qquad (۲-۵-۹)$$

که در آنها S، انحراف استاندارد مقاومت فشاری آزمونه‌ها بر حسب مگاپاسکال می‌باشد.

### ۹-۵-۳-۴ تعیین انحراف استاندارد

برای تعیین انحراف استاندارد می‌توان از دو روش استفاده کرد:

اگر از نتایج آماری پروژه‌های مشابه قبلی استفاده می‌گردد باید طبق بند ۹-۵-۳-۴-۱ انحراف استاندارد محاسبه گردد.

منظور از پروژه‌های مشابه پروژه‌هایی است که:

- مصالح مصرفی بکار رفته در آن و پروژه موجود از نظر نوع و مشخصات فنی تشابه داشته باشند.
- شرایط نظارت و کنترل کیفیت آنها و پروژه موجود تشابه داشته باشند.
- مقدار تفاوت در مقاومت فشاری مشخصه بتن در آنها و پروژه موجود از ۵ مگاپاسکال بیشتر نباشد.

در غیر اینصورت برای مواردی که اطلاعات آماری وجود ندارد، از روش ارائه شده در بند ۹-۵-۳-۴-۲ استفاده می‌شود.

**۹-۵-۳-۴-۱ محاسبه انحراف استاندارد بر اساس نتایج آماری پروژه‌های قبلی**

در این روش باید بر اساس نتایج مقاومت فشاری آزمونه‌ها که از پرونده آزمایش‌های پروژه‌های مشابه بدست آمده است، انحراف استاندارد را با استفاده از رابطه (۹-۵-۳) محاسبه کرد.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-m)^2}{n-1}} \qquad (۹-۵-۳)$$

x: مقاومت فشاری آزمونه

m: میانگین مقاومت فشاری آزمونه‌ها

n: تعداد آزمونه‌ها

نتایج آزمایش حداقل ۳۰ نمونه متوالی باید از پروژه مشابه قبلی موجود باشد. اگر کمتر از ۳۰ نتیجه آزمایش موجود باشد، باید ضریب اصلاحی برای انحراف استاندارد مطابق رابطه (۹-۵-۴) محاسبه گردد:

$$R = 0/75 + (\frac{2}{n})^{\frac{1}{2}} \qquad (۹-۵-۴)$$

که در آن:

n: تعداد آزمونه‌ها

چنانچه نتایج آزمایش حداقل ۳۰ نمونه متوالی موجود نباشد، می‌توان از دو گروه نمونه‌های متوالی با مجموع حداقل ۳۰ آزمایش استفاده کرد. در چنین حالتی باید انحراف استاندارد دو گروه آزمایش بر اساس رابطه (۹-۵-۵) به صورت میانگین آماری محاسبه گردد.

$$\bar{S} = \left[\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\right]^{1/2} \qquad (۹-۵-۵)$$

که در آن:

$\bar{S}$: میانگین آماری انحراف استاندارد در گروه نمونه‌های متوالی

$S_1$ و $S_2$: انحراف استاندارد محاسبه شده از دو گروه نمونه‌های متوالی

$n_1$ و $n_2$: تعداد نمونه‌ها در دو گروه متوالی

اگر از روش محاسبه انحراف استاندارد بر اساس نتایج پروژه‌های مشابه استفاده شود، باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- مقدار انحراف استاندارد فرض شده، باید پس از کسب اطلاعات کافی در حین اجرای پروژه، بر اساس انحراف استاندارد واقعی اصلاح گردد.
- در هیچ شرایطی نباید انحراف استاندارد کارگاهی کمتر از ۲/۵ مگاپاسکال در نظر گرفته شود.

**۹-۵-۳-۴-۲ تعیین انحراف استاندارد در صورت عدم دسترسی به اطلاعات آماری**

در مواردی که نتایج مقاومت فشاری آزمونه‌ها از نتایج آماری پروژه‌های قبلی، در دسترس نباشد، می‌توان بر اساس سطح نظارت و کنترل کیفیت کارگاه و مقاومت مشخصه بتن مقدار انحراف استاندارد را از جدول ۹-۵-۴ تخمین زد.

رتبه بندی کارگاه به شرایط تولید، نظارت و کنترل کیفیت بستگی دارد. بطور کلی کارگاه‌ها به سه درجه الف، ب و ج تقسیم می‌شوند. برای تعیین رتبه کارگاه باید از اطلاعات داده شده در جدول ۹-۵-۵ استفاده شود.

**جدول ۹-۵-۴ انحراف استاندارد بر اساس رتبه بندی کارگاه و مقاومت مشخصه بتن**

| رتبه‌بندی کارگاه | مقاومت مشخصه بتن (مگاپاسکال) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۶ | ۲۰ | ۲۵ | ۳۰و ۳۵ | ۴۰ و بیشتر |
| الف | ۲/۵ | ۳ | ۳/۵ | ۴ | ۴/۵ |
| ب | ۳/۵ | ۴ | ۴/۵ | ۵ | ۵/۵ |
| ج | ۴/۵ | ۵ | ۵/۵ | ۶ | ۶/۵ |

**جدول ۹-۵-۵ رتبه‌بندی کارگاهها بر اساس وضعیت تولید بتن، نظارت و کنترل کیفیت**

| شرایط تولید و کنترل | وضعیت کنترل کیفیت | | |
|---|---|---|---|
| | الف | ب | ج |
| توزین یا پیمانه کردن سیمان | وزنی | وزنی | حجمی |
| توزین یا پیمانه کردن سنگدانه | وزنی | حجمی | حجمی |
| کنترل دانه بندی سنگدانه | کنترل شده | کنترل شده | بدون کنترل |
| کنترل رطوبت سنگدانه | کنترل شده | کنترل شده | بدون کنترل |
| نظارت بر تولید | در سطح عالی | در سطح خوب | در سطح ضعیف |
| امکانات آزمایشگاهی | موجود است | موجود است | در سطح محدود |
| تداوم در آزمایش | مداوم | گاهی اوقات | در سطح محدود |
| نیروی متخصص تولید بتن | وجود دارد | وجود دارد | در سطح محدود |

### ۹-۵-۳-۵ تدوین مدارک مربوط به مقاومت فشاری متوسط

مجموعه مدارکی که نشان می‌دهند نسبت‌های پیشنهادی اختلاط، مقاومت فشاری متوسطی، حداقل معادل مقاومت فشاری متوسط لازم را تأمین می‌کند، می‌تواند مشتمل بر پرونده‌ای از آزمایش‌های

مقاومت در شرایط کارگاهی یا چند پرونده از آزمایش‌های مقاومت یا مخلوط‌های آزمایشی آزمایشگاهی باشد.

**۹-۵-۳-۵-۱** پرونده آزمایش‌های مقاومت باید معرف مصالح و شرایط مورد انتظار در عمل باشد. تغییرات در مصالح و نسبت‌های اختلاط نباید محدودیتی بیشتر از حدود تعیین شده در طرح مورد نظر داشته باشد. به منظور تدوین مدارکی که نشان دهد مخلوط بتن مقاومت متوسط لازم را خواهد داشت، می‌توان پرونده‌ای مشتمل بر حداقل ۱۰ آزمایش متوالی یا ۳۰ آزمایش متفرق را به کار برد مشروط بر آن‌که این پرونده آزمایشهای انجام شده در مدت حداقل ۴۵ روز را در برگیرد.

نسبت‌های لازم برای اختلاط بتن را می‌توان بر اساس درونیابی خطی بین مقاومت‌ها و نسبت‌های اختلاط ذکر شده در حداقل ۲ پرونده آزمایش، مطابق سایر ضوابط این بند به دست آورد.

**۹-۵-۳-۵-۲** در صورتی که در کارگاه پرونده‌های قابل قبول از نتایج آزمایش‌ها موجود نباشد می‌توان نسبت‌های اختلاط بتن را براساس مخلوط‌های آزمایشی آزمایشگاهی و با مراعات شرایط زیر تعیین کرد:

الف- اختلاط مصالح باید همان باشد که در طرح مورد نظر به کار خواهد رفت.

ب- مخلوط‌های آزمایشی آزمایشگاهی با نسبت‌های اختلاطی و روانی لازم برای کار مورد نظر باید حداقل با سه نسبت مختلف آب به سیمان یا سه مقدار سیمان ساخته شوند، به طوری‌که محدوده‌ای از مقاومت‌های فشاری متوسط لازم را در برگیرند.

پ- مخلوط‌های آزمایشی آزمایشگاهی باید طوری طراحی شوند که اختلاف اسلامپ آنها با مقدار حداکثر مجاز اسلامپ در محدوده ۲ $\pm$ میلیمتر باشد و برای بتن حباب‌دار، اختلاف مقدار هوا با هوای حداکثر مجاز در محدوده ۰/۵ $\pm$ درصد باشد.

ت- برای هر نسبت آب به سیمان یا هر مقدار سیمان باید حداقل سه آزمونه، ساخته و عمل آورده شوند. آزمونه‌ها باید درسن ۲۸ روزه یا هر سن دیگری که در طرح برای تعیین مقاومت مشخصه بتن مقرر شده آزمایش شوند.

ث- بعد از حصول نتایج آزمایشهای فشاری آزمونه‌ها باید نموداری رسم کرد که رابطه بین نسبت آب به سیمان با مقاومت فشاری در زمان آزمایش را نشان دهد.

ج- حداکثر نسبت آب به سیمان یا حداقل مقدار سیمان برای بتن مورد استفاده در طرح، باید نظیر قسمتی از نمودار باشد که بر اساس آن مقاومت فشاری متوسط مطابق بند ۹-۵-۳-۳ تامین شود، مگر آن که با توجه به مندرجات فصل ششم مقداری کمتر برای نسبت آب به سیمان یا مقداری بیشتر برای عیار سیمان مورد نظر باشد.

### ۹-۵-۳-۶ تقلیل یا افزایش مقاومت فشاری متوسط

**۹-۵-۳-۶-۱** بعد از به دست آمدن اطلاعات کافی از نتایج آزمایش‌های مقاومت ضمن اجرای ساختمان، می‌توان مقاومت فشاری متوسط لازم را تقلیل داد، مشروط بر آن‌که:

الف- نتایج حداقل ۳۰ آزمایش مقاومت موجود باشد و متوسط آنها از مقدار لازم مطابق بند ۹-۵-۳-۳ بیشتر باشد.

ب- ضوابط مربوط به شرایط ویژه محیطی مندرجات فصل ششم تأمین شود.

**۹-۵-۳-۶-۲** در صورتی‌که متوسط نتایج حداقل ۳۰ آزمایش مقاومت از مقدار لازم مطابق بند ۹-۵-۳-۳ کمتر باشد باید اقداماتی برای افزایش مقدار متوسط نتایج آزمایش‌های بعدی مقاومت صورت گیرد.

# ۹-۶ پایایی (دوام) بتن و میلگردهای فولادی

## ۹-۶-۱ کلیات

پایایی یا دوام بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به توانایی بتن برای مقابله با عوامل جوی، حملات شیمیایی، سایش، فرسایش و هرگونه فرآیند منجر به اضمحلال و تخریب اطلاق می‌شود. بتن پایا در شرایط محیطی مورد نظر، شکل، حداقل کیفیت اولیه و قابلیت بهره‌برداری مورد نظر از ساختمان‌های بتنی را حفظ می‌کند.

### ۹-۶-۱-۱ انواع آسیب‌دیدگی‌های بتن

#### ۹-۶-۱-۱-۱ آسیب‌دیدگی بر اثر دوره‌های یخ زدن و آب شدن

آسیب‌دیدگی بر اثر دوره‌های یخ زدن و آب شدن در بتن به صورت ترک‌خوردگی و فروپاشی آن مشخص می‌شود. علت این آسیب‌دیدگی انبساط پیش رونده خمیر سیمان سخت شده بر اثر دوره‌های یخ‌زدگی و آب شدن مکرر است.

#### ۹-۶-۱-۱-۲ حمله سولفاتی

به علت نفوذ یون سولفات موجود در آب یا خاک مجاور بتن، موادی منبسط شونده در بتن ایجاد می‌شوند که با گذشت زمان باعث فروپاشی سطح بتن شده و خرابی به مرور به صورت پیش‌رونده به داخل بتن گسترش می‌یابد. به همین دلیل میزان یون سولفات موجود در آب و یا خاک باید بررسی شود.

**۹-۶-۱-۱-۳ واکنش قلیایی سنگدانه‌ها**

در برخی از حالات سنگدانه‌هایی از نوع خاص با اکسیدهای قلیایی سیمان واکنش داده که واکنش‌ها با انبساط بتن همراه است. دراثر این انبساط و در حضور رطوبت، بتن تحت تنش‌های داخلی قرار گرفته و ترک می‌خورد. این نوع آسیب‌دیدگی در تمامی جسم بتن ایجاد شده و به عکس آسیب‌دیدگی‌های دیگرکه از سطح خارجی شروع می‌شوند، از درون باعث تخریب بتن می‌شود. به همین دلیل سنگدانه‌های مشکوک به توانایی واکنش‌زایی مانند اوپال، کلسدونی، بعضی از اشکال کوارتز، کریستوبالیت، تری‌دیمیت و شیشه‌های سیلیسی باید مورد بررسی قرار گرفته و در صورت فعال بودن آنها از سیمانی با قلیایی معادل کمتر از ۰/۶ درصد برای واکنش قلیایی- سیلیسی و ۰/۴ درصد برای واکنش قلیایی کربناتی استفاده شود.

**۹-۶-۱-۱-۴ خوردگی فولاد مدفون در بتن**

اگر بنابه دلایلی‌که در ادامه ارائه می‌شوند لایه‌های محافظ خوردگی بتن در روی میلگردهای مدفون در آن از بین روند با حضور اکسیژن و آب، خوردگی در فولاد به صورت پیش رونده ادامه یافته و با افزایش حجم محصولات زنگ آهن در اطراف میلگردها، تنش‌های داخلی در بتن موجب ترک خوردن و ورآمدن آن می‌شود. علل آغاز خوردگی نفوذ یون کلرید و یا گاز دی‌اکسید کربن به داخل بتن می‌باشد.

**۹-۶-۱-۱-۵ سایش و فرسایش**

در اثر عبور وسایط نقلیه و یا حرکت آب از روی سطح بتن، آسیب دیدگی به صورت جدا شدن ذراتی از سطح بتن آغاز و در نهایت به از بین رفتن قسمتی از بتن منجر می‌شود. با افزایش مقاومت فشاری بتن می‌توان مقاومت سایشی و فرسایشی آن را افزایش داد.

## ۹-۶-۲ مکانیزم‌های کاهنده پایایی

### ۹-۶-۲-۱ دوره‌های یخ‌زدن و آب شدن

یخ زدن و آب شدن مکرر بتن در مناطق سرد سیر باعث تخریب بتن می‌شود. این نوع خرابی در اثر مواد شیمیایی یخ‌زدا شدت می‌یابد.

### ۹-۶-۲-۲ عوامل شیمیایی خورنده

برخی از مواد شیمیایی باعث ایجاد واکنش با مواد تشکیل دهنده بتن می‌شوند. مواد اسیدی اثرات تخریبی بیشتری دارند. به همین دلیل مقابله با اثر خورنده اسیدهای قوی مستلزم اتخاذ تدابیر ویژه حفاظتی است.

### ۹-۶-۲-۳ سایش و فرسایش

در بعضی موارد سطح بتن دچار تخریب می‌شود و این امر بویژه درکف محوطه‌های صنعتی مشکلاتی را به وجود می‌آورد. در ساختمان‌های آبی دانه‌های شن و ماسه موجود در آب جاری ممکن است موجب سایش سطوح شوند.

### ۹-۶-۲-۴ سنگدانه‌های واکنش‌زا

برخی سنگدانه‌ها در اثر واکنش شیمیایی با مواد قلیایی موجود در سیمان پرتلند موجب انبساط و فروپاشی بتن می‌شوند. دقت در انتخاب منابع سنگدانه‌ها، استفاده از سیمان کم‌قلیا و بهره‌گیری از مواد پوزولانی می‌توانند مانع بروز این مشکلات شوند.

## ۹-۶-۳ ضوابط ویژه برای افزایش پایایی در شرایط محیطی مختلف

### ۹-۶-۳-۱ عوامل مؤثر برکاهش نفوذپذیری بتن

برای افزایش پایایی بتن باید نفوذپذیری آن را با رعایت موارد (الف) الی (چ) تقلیل داد:

الف- استفاده از سیمان مناسب

ب- بهینه‌سازی عیار سیمان

پ- انتخاب صحیح و مناسب نسبت‌های اختلاط بتن

ت- استفاده از افزودنی‌های شیمیایی مانند روان‌کننده‌ها، مواد حباب هواساز و...

ث- کاهش و محدود نمودن نسبت آب به مواد سیمانی (سیمان و پوزولان و مواد شبه‌سیمانی)

ج- تأمین حداکثر تراکم با وسایل و روش‌های مناسب

چ- عمل‌آوری دقیق و کافی با روش‌های مناسب

### ۹-۶-۴ دسته‌بندی شرایط محیطی و الزامات برای بتن مسلح در معرض یون‌های کلرید

الف) شرایط محیطی متوسط (دسته‌بندی A): ساختمان‌های رو زمینی که در معرض خطر نفوذ یون کلرید بر اثر وزش بادهای دارای یون‌های نمک نیستند.

ب) شرایط محیطی شدید (دسته‌بندی B): ساختمان‌های رو زمینی در نواحی نزدیک به ساحل و در معرض وزش بادهای حاوی یون‌های کلرید.

پ) شرایط محیطی شدید (دسته‌بندی C): قسمتهایی از ساختمان که در تماس با خاک است و بالای ناحیه موییننگی واقع شده است (به علت فشار کم آب یا وجود سیستم زهکشی، خطر نفوذ شدید آب از سطح به داخل بتن وجود ندارد) و یا قسمت‌هایی که دائماً در زیر آب دریا واقع‌اند.

ت) شرایط محیطی خیلی شدید (دسته‌بندی D): قسمتهایی از ساختمان که در تماس با خاک مهاجم است و در زیر سطح آب زیر زمینی واقع شده است (آب براحتی می‌تواند از سطح به داخل نفوذ پیدا کند).

ث) شرایط محیطی فوق‌العاده شدید (دسته‌بندی E): ساختمان‌های دریایی (دارای قسمتهایی در ناحیه جزر و مدی و ناحیه پاشش).

**جدول ۹-۶-۱ حداقل مقدار سیمان، نوع سیمان و نسبت آب به سیمان با توجه به دسته‌بندی شرایط محیطی بتن مسلح در معرض یون‌های کلرید**

| شرایط | نوع سیمان انتخابی | حداقل مقدار مواد سیمانی $kg / m^3$ | حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی | حداقل رده بتن (مقاومت مشخصه) |
|---|---|---|---|---|
| **متوسط-A** | سیمان پرتلند نوع (۱) و (۲) و یا به همراه مواد جایگزین سیمان* | ۳۰۰ | ۰/۵ | C۳۰ |
| **شدید- B** | سیمان پرتلند نوع (۱) و (۲) و یا به همراه مواد جایگزین سیمان | ۳۲۵ | ۰/۴۵ | C۳۰ |
| **شدید- C** | سیمان پرتلند نوع (۱) و (۲) و یا به همراه مواد جایگزین سیمان | ۳۵۰ | ۰/۴۵ | C۳۵ |
| **خیلی شدید-D** | سیمان پرتلند نوع (۲) به همراه مواد جایگزین سیمان | ۳۵۰ | ۰/۴ | C۳۵ |
| **فوق‌العاده شدید-E** | سیمان پرتلند نوع (۲) به همراه مواد جایگزین سیمان | ۳۷۵ | ۰/۴ | C۴۰ |

* مواد جایگزین سیمان شامل دوده سیلیس، روباره، خاکستر بادی و پزولانهای طبیعی یا مصنوعی هستند که باید مشخصات آنها و عملکرد آنها قبل از مصرف تایید شده باشد.

* حداکثر مواد سیمانی به ۴۲۵ کیلوگرم در متر مکعب محدود می‌گردد. در صورت لزوم استفاده از مواد سیمانی به مقدار بیش از حداکثر مقدار مجاز باید اقدامهای لازم به منظور جلوگیری از ترک‌خوردگی ناشی از خشک شدن و کاهش حرارت ایجاد شده در قطعات حجیم، اعمال گردد و کیفیت کار توسط مهندس ناظر تایید گردد.

### ۹-۶-۴-۱ مقدار مجازیون کلرید در بتن

به منظور حفاظت میلگردها در برابر خوردگی، حداکثر کلرید قابل حل در آب و یا در اسید در بتن سخت شده ۲۸ روزه، ناشی از مواد تشکیل‌دهنده بتن یعنی آب، سنگدانه‌ها، مواد شیمیایی و مواد افزودنی نباید از مقادیر حداکثر مجاز داده شده در جدول ۹-۶-۲ تجاوز کند.

**جدول۹-۶-۲ حداکثر مجاز یون کلرید در بتن مسلح از نظر خوردگی فولاد برای ساخت جدید**

| نوع قطعه بتنی | به وزن سیمان بر حسب درصد | |
|---|---|---|
| | قابل حل در آب | قابل حل در اسید |
| بتن پیش‌تنیده | ۰/۰۶ | ۰/۰۸ |
| بتن آرمه‌ای که در زمان بهره‌برداری در معرض رطوبت و کلریدها قرار گیرد | ۰/۰۸ | ۰/۱ |
| بتن‌آرمه‌ای که در زمان بهره‌برداری در حالت خشک باشد یا از رطوبت محافظت شود. | ۰/۱۵ | ۰/۲۰ |

**۹-۶-۴-۲** به منظور اعمال پارامترهای دوام در طراحی، علاوه بر مقاومت مشخصه، آزمایش‌های جذب آب، نفوذ آب و نفوذ یون کلرید انجام می‌شود. محدودیت‌های لازم برای آزمایش‌های نفوذپذیری در جدول ۹-۶-۳ آورده شده است.

**جدول ۹-۶-۳ مقادیر مجاز تعیین شده از آزمایش‌های نفوذپذیری بتن مسلح برای اعمال دوام در شرایط محیطی منطقه (طبق جدول ۹-۶-۱)**

| آزمایش | محدوده مجاز | | |
|---|---|---|---|
| | شرایط A | شرایط B و C | شرایط D و E |
| ۱- جذب آب نیم‌ساعته (در سن ۲۸ روز) Water absorption test BS **1881**, Part **122,1983** | حداکثر ۴ درصد | حداکثر ۳ درصد | حداکثر ۲ درصد |
| ۲- نفوذ آب (در سن ۲۸ روز) Depth of penetration of water under pressure BS EN **12390-8:2000** | حداکثر ۵۰ میلیمتر | حداکثر ۳۰ میلیمتر | حداکثر ۱۰ میلیمتر |
| ۳- نفوذ کلرید (در سن ۲۸ روز) Rapid chloride penetration test ASTM C **1202,1994** | حداکثر ۳۰۰۰ کولن | حداکثر ۳۰۰۰ کولن | حداکثر ۲۰۰۰ و ۱۵۰۰کولن به ترتیب در شرایط (D و E) |

- آزمایش‌های فوق به منظور ارزیابی در کوتاه مدت بکار می‌رود. مسلماً انجام آزمایش‌های فوق در دراز مدت قابلیت اعتماد بیشتری دارد.
- انجام آزمایش‌های شماره ۱ و ۲ (جذب آب و نفوذ آب) برای کلیه پروژه‌های حاشیه خلیج فارس و دریای عمان و محیط‌های دریایی الزامی می‌باشد.
- آزمایش شماره ۳ (نفوذ کلرید) برای تمام ساختمان‌های دریایی که در معرض مستقیم آب دریا و سایر ساختمان‌هایی که تا فاصله ۵۰۰ متر از حاشیه ساحل قرار دارند، اکیداً توصیه می‌گردد.

## ۹-۶-۵ تخمین عمر مفید ساختمان‌های بتن مسلح

### ۹-۶-۵-۱ طراحی بر اساس دوام در مقابل نفوذ یون کلرید

به منظور پیش‌بینی عمر مفید ساختمان‌های بتن مسلح در محیط‌های خورنده، که یون کلرید عامل اصلی خرابی می‌باشد، می‌بایستی از مدل‌های پیش‌بینی عمر مفید مربوط به همان ناحیه استفاده نمود. معادله کلی تخمین عمق نفوذ یون کلرید که تابع قانون دوم فیک و از طریق تئوری انتشار است، بصورت رابطه (۹-۶-۱) آمده است.

$$C_{(x,t)} = C_{\cdot} + (C_{S,\Delta x} - C_{\cdot})\left[1 - erf\,\frac{a-\Delta x}{2\sqrt{D_{app,c}t}}\right] \qquad ۹\text{-}۶\text{-}۱$$

$C_{(x,t)}$: مقدار کلراید در عمق x (سطح ساختمان x=0m) در زمان t (در صد وزن سیمان)

$C_{\cdot}$: مقدار کلراید اولیه بتن (درصد وزن سیمان)

$C_{S,\Delta x}$: مقدار کلراید در عمق $\Delta x$ در زمان t (درصد وزن سیمان)

x: عمق متناسب با مقدار کلراید $C_{(x,t)}$ (m)

a: پوشش بتن (mm)

$\Delta x$: عمق ناحیه همرفت (لایه بتن که تا آن ناحیه فرآیند نفوذ کلراید از قانون انتشار دوم فیک تبعیت نمی‌کند) (mm)

$D_{app,c}$: ضریب انتشار کلراید در بتن ( $mm^2/year$ )

erf: تابع خطا

طراح می‌تواند با تعیین و قرار دادن کلیه پارامترها، زمان t را محاسبه و بدینوسیله زمان آغاز خوردگی در این حالت را پیش بینی نماید.

### ۹-۶-۵-۲ طراحی بر اساس دوام در خوردگی ناشی از کربناسیون

در صورتیکه خوردگی آرماتور ناشی از نفوذ گاز کربنیک و پدیده کربناسیون صورت پذیرد، پیش‌بینی عمر مفید بر اساس رابطه (۹-۶-۲) خواهد بود.

$$x = a\sqrt{t} \qquad (۹\text{-}۶\text{-}۲)$$

در این رابطه x عمق نفوذ کربناته شده بتن، t زمان و a پارامتری است که به شرایط محیطی و مشخصات بتن وابسته است.

مهندس طراح می‌تواند با کاربرد مدل کربناسیون در منطقه مورد نظر و قرار دادن پوشش بتن روی آرماتور (x) و پارامتر a زمان لازم برای آغاز خوردگی و در نتیجه عمر مفید را پیش‌بینی نماید.

## ۹-۶-۶ دوام در محیط‌های در معرض دوره‌های یخ زدن و آب شدن

### ۹-۶-۶-۱ دسته‌بندی شرایط محیطی در معرض یخ زدن و آب شدن

**الف-شرایط محیطی متوسط:** بتن در معرض دوره‌های یخ زدن و آب شدن و گاهی در معرض رطوبت قرار دارد.

**ب- شرایط محیطی شدید:** بتن در معرض دوره‌های یخ زدن و آب شدن و پیوسته در معرض رطوبت قرار دارد.

**ج- شرایط محیطی خیلی شدید:** بتن در معرض دوره‌های یخ زدن و آب شدن و پیوسته در معرض رطوبت و نمک‌های یخ‌زدا قرار دارد.

### ۹-۶-۶-۲ استفاده از مواد حباب‌ساز

بتنی که احتمال دارد در معرض یخ زدن و آب شدن یا تحت اثر مواد شیمیایی یخ‌زدا قرار گیرد باید با مواد افزودنی حباب ساز ساخته شود. مقدار درصد حباب هوا در بتن تازه باید طبق استاندارد ملّی ۳۸۲۱ ایران اندازه‌گیری شده و مطابق جدول ۹-۶-۴ باشد. در صورتی که مقاومت فشاری بتن، از ۳۵ مگاپاسکال بیشتر باشد، می‌توان مقادیر درج شده در جدول را به میزان یک درصد کاهش داد.

## ۹-۶-۷ تدابیر احتیاطی در محیط‌های سولفاتی

بتنی‌که احتمال دارد در محیط سولفاتی، و نه محیط توأم سولفاتی و کلریدی قرار گیرد باید با ضوابط جدول‌های ۹-۶-۵ مطابقت داشته باشد. در این جدول‌ها رده‌بندی سولفات‌ها در خاک در شرایط گوناگون محیطی و نیز تدابیر احتیاطی قابل توصیه برای انواع مختلف قطعات بتنی ارائه شده است.

این بتن‌ها باید دارای مقاومت مناسب و نفوذپذیری کم و تا حد امکان فاقد مواد آسیب‌پذیر باشند. برای تأمین این منظورها باید ملاحظات (الف) تا (ت) مد نظر باشد.

الف- برای ساختن بتن، از سیمان‌های پرتلند یا سیمان‌های پرتلند آمیخته مناسب نظیر سیمان‌های پرتلند روباره‌ای، سیمان‌های پرتلند آمیخته با پوزولان‌های طبیعی یا مصنوعی استفاده شود.

ب- نسبت آب به سیمان، با استفاده از مواد افزودنی مناسب، نظیر روان کننده‌ها و فوق روان‌کننده‌ها کاهش داده شود.

پ- با کاربرد مواد سیلیسی ریزدانه فعال، نظیر دوده سیلیسی (برای برخی از سولفات‌ها) و خاکستر بادی، تا آنجا که ممکن است هیدروکسید حاصل از آبگیری سیمان به سیلیکات کلسیم تبدیل شود.

ت- در مناطقی‌که سولفات و کلراید توأماً موجود می‌باشند، مثلاً شرایط محیط‌های دریایی، باید در انتخاب نوع سیمان برای اعضا و قطعات بتن‌آرمه دقت بیشتری به عمل آید. بویژه ازکاربرد سیمان پرتلند نوع پنج می‌باید خودداری گردد. مناسب‌ترین نوع سیمان در این مناطق سیمان نوع دو، با یا بدون پوزولان، است.

**جدول۹-۶-۴ مقدار کل حباب‌های هوا برای بتن مقاوم در برابر یخ زدن و آب شدن**

| حداکثر اندازه اسمی سنگدانه (میلیمتر) | مقدار درصد هوا* درشرایط محیطی | |
|---|---|---|
| | ب و ج | الف |
| ۹/۵ | ۷/۵ | ۶ |
| ۱۲/۵ | ۷ | ۵/۵ |
| ۱۹ | ۶ | ۵ |
| ۲۵ | ۶ | ۴/۵ |
| ۳۸ | ۵/۵ | ۴/۵ |
| ۵۰ | ۵ | ۴ |
| ۶۳ | ۴/۵ | ۳/۵ |

* رواداری مقدار هوا در محل مصرف ۱/۵ $\pm$ درصد است.

**جدول ۹-۶-۵-الف رده‌بندی سولفات‌ها در خاک و تدابیر احتیاطی توصیه شده برای مقاطع بتنی نازک**

| رده بندی سولفاتها در شرایط گوناگون محیطی | | | | تدابیر احتیاطی توصیه شده * | |
|---|---|---|---|---|---|
| شرایط محیطی از نظر سولفات | $SO_3$ در آبهای زیرزمینی (PPM) | $SO_3$ در خاک | | مقاطع بتنی نازک در زیرزمینها، آبروها، حفره‌های آدم رو | حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی |
| | | مقدار کل (٪) | در عصاره ۲ به۱ ** (g/l) | | |
| ملایم | کمتر از ۳۰۰ | کمتر از ۰/۲ | * | الف- اگر کل ساختمان بالاتر از سفره آب قرار گیرد از سیمان نوع ۱ استفاده شود. | ۰/۵۵ |
| | | | | ب- اگر ساختمان تحت اثر فشار آب از بیرون قرار گیرد، از سیمان نوع ۱ استفاده یا به طریقی دیگر، از آسفالت یا قیرگونی یا سایر مواد غشاساز استفاده شود. | ۰/۵۵ |
| متوسط | ۳۰۰ تا ۱۲۰۰ | ۰/۲ تا ۰/۵ | * | الف- اگرکل ساختمان بالاتر از سفره آب قرار گیرد، از سیمان نوع ۱ استفاده شود | ۰/۵ |
| | | | | ب-۱- اگر ساختمان تحت اثر فشار آب از بیرون قرار گیرد، از سیمان نوع ۱ استفاده شود. | ۰/۵ |
| | | | | ب-۲- یا از سیمان نوع ۵ یا به طریقی دیگر، از آسفالت یا قیرگونی یا سایر مواد غشاساز استفاده شود. | ۰/۵ |
| *** شدید | ۲۰۰ تا ۲۵۰۰ | ۰/۵ تا ۱ | ۱/۹ تا ۳/۱ | الف- اگر کل ساختمان بالاتر از سفره آب قرار گیرد، از سیمان نوع ۱ یا از سیمان نوع ۵ استفاده شود. | ۰/۵ |
| | | | | ب-۱- اگر ساختمان تحت اثر فشار آب از بیرون قرار گیرد، از سیمان نوع ۵ استفاده شود | ۰/۵ |
| | | | | ب-۲- به طریقی دیگر، از آسفالت یا قیرگونی یا سایر مواد غشاساز می‌توان استفاده کرد. | * |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| بسیار شدید | ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ | ۱ تا ۲ | ۳/۱ تا ۵/۶ | الف- اگر کل ساختمان بالاتر از سفره آب قرار گیرد و خاک همواره خشک باقی بماند، از سیمان نوع ۲ یا از سیمان نوع ۵ استفاده شود. | ۰/۴۵ |
| | | | | ب- اگر ساختمان در تماس با سفره آب متغیر قرار گیرد، تعیین کاتیون‌ها ضروری است. تا به این وسیله تصمیم لازم از نظر استفاده از سیمان نوع $^{+}$۵، سیمان آمیخته مناسب، آسفالت، قیرگونی یا سایر مواد غشاساز نفوذ ناپذیر اتخاذ شود. | * |
| فوق العاده شدید | بیشتر از ۵۰۰۰ | بیشتر از ۲ | بیشتر از ۵/۶ | الف- اگر کل ساختمان بالاتر از سفره آب قرار گیرد و خاک همواره خشک باقی بماند، از سیمان نوع ۱ یا از سیمان نوع ۵ استفاده شود. | ۰/۴۵ |
| | | | | ب-۱- اگر ساختمان در تماس با سفره آب متغیر قرار گیرد، ازسیمان آمیخته مناسب استفاده شود. | ۰/۴ |
| | | | | ب-۲- با استفاده از پوشش‌های آسفالتی یا روکش‌های پلاستیکی چسبنده محافظت‌های لازم به عمل آید. | * |

* عیارهای سیمان توصیه شده در این جدول برای مخلوط‌هایی مناسبند که کارایی آنها متوسط باشد (اسلامپ بین۵۰ تا ۷۵ میلیمتر).

** منظور از عصاره۲ به۱، نسبت وزنی‌خاک به آب مساوی با ۲ است.

*** سیمان‌های پرتلند روباره‌ای یا سیمان‌های پرتلند پوزولانی با کمتر از ۲۵ درصد پوزولان را می‌توان جایگزین سیمان نوع ۵ دانست مشروط بر آن که مقدار $SO_3$ از ۱۲۰۰ قسمت در میلیون در آب (یا ۰/۵ درصد درخاک) تجاوز نکند. سیمان‌های پرتلند پوزولانی با بیش از ۲۵ درصد پوزولان را تنها در صورتی می‌توان جایگزین سیمان نوع ۵ در نظر گرفت که مقدار $SO_3$ از۲۵۰۰ قسمت در میلیون در آب (یا ۱ درصد در خاک) تجاوز نکند.

+ اگر ساختمان در معرض آب‌های نفوذی باشد، مشابه ساختمان‌های در تماس با سفره آب متغیر در نظر گرفته می‌شود.

**جدول۹-۶-۵- ب رده‌بندی سولفات‌ها در خاک و تدابیر احتیاطی توصیه شده برای شمع‌های بتنی درجا**

| رده‌بندی سولفاتها در شرایط گوناگون محیطی | | | | تدابیر احتیاطی توصیه شده * | |
|---|---|---|---|---|---|
| شرایط محیطی از نظر سولفات | $SO_4$ در آبهای زیرزمینی (PPM) | $SO_4$ در خاک | | مقاطع بتنی نازک در زیرزمینها، آبروها، حفره‌های آدم رو | حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی |
| | | مقدار کل (٪) | درعصاره ۲به۱ ** (g/l) | | |
| ملایم | کمتر از ۳۰۰ | کمتر از ۰/۲ | - | الف- اگر شمع‌ها به تمامی بالاتر از سفره آب فرار گیرند از سیمان نوع ۱ استفاده شود. | ۰/۵۵ |
| | | | | ب- اگر شمع‌ها در تماس با سفره آب متغیر قرار گیرند از سیمان نوع ۱ استفاده شود. | ۰/۵۵ |
| متوسط | ۳۰۰ تا ۱۲۰۰ | ۰/۲ تا ۰/۵ | - | الف- اگر شمع‌ها به تمامی بالاتر از سفره آب قرار گیرند از سیمان نوع ۱ استفاده شود. | ۰/۵۰ |
| | | | | ب- اگر شمع‌ها در تماس با سفره آب متغیر قرار گیرند از سیمان نوع ۱ یا از سیمان نوع ۵ استفاده شود. | ۰/۵۰ |
| *** شدید | ۱۲۰۰ تا ۲۵۰۰ | ۰/۵ تا ۱ | ۱/۹ تا ۳/۱ | الف - اگر شمع‌ها به تمامی بالاتر از سفره آب قرار گیرند از سیمان نوع ۱ یا از سیمان نوع ۵ استفاده شود. | ۰/۵۰ |
| | | | | ب- اگر شمع‌ها در تماس با سفره آب متغیر قرار گیرند از سیمان نوع ۵ استفاده شود. فقط در مورد شمع‌های باربر انتهایی قابل اعمال است.+ | ۰/۵۰ |
| بسیار شدید | ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ | ۱ تا ۲ | ۳/۱ تا ۵/۶ | الف- اگر شمع ها به تمامی بالاتر از سفره آب قرار گیرند و خاک همواره از تراوش آب در امان باشد، از سیمان نوع ۱ یا از سیمان نوع ۵ استفاده شود. | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ب- سولفات به مقدار بیش از ۳۰۰۰ قسمت در میلیون در آبهای زیرزمینی بسیار مهاجم تلقی می‌شود. تدابیر احتیاطی ویژه‌ای لازم است . برای مثال، استفاده ازسیمان آمیخته مناسب، یا محافظت جدار شمع‌های باربر انتهایی با پوشش‌های غشاساز را می‌توان نام برد. نوع سیمان مصرفی بستگی به کاتیون‌ها دارد. | - |
| فوق‌العاده شدید | بیشتر از ۵۰۰۰ | بیشتر از ۲ | بیشتر از ۵/۶ | الف- اگر شمع‌ها به تمامی بالاتر از سفره آب قرار گیرند و خاک همواره از تراوش آب در امان باشد، از سیمان نوع ۱ یا از سیمان نوع ۵ استفاده شود. | ۰/۴۵ |
| | | | | ب- سولفات‌های به مقدار بیش از ۳۰۰۰ قسمت در میلیون در آب‌های زیرزمینی بسیار مهاجم تلقی می‌شود. تدابیر احتیاطی ویژه‌ای لازم است. برای مثال استفاده از سیمان آمیخته مناسب با محافظت جدار شمع‌های باربر انتهایی با پوشش‌های غشاساز را می‌توان نام برد. نوع سیمان مصرفی بستگی به کاتیون‌ها دارد. | - |

* عیارهای سیمان توصیه شده دراین جدول در مواردی مناسبند که کارایی بتن نسبتاً زیاد باشد (اسلامپ حد ۱۰۰ میلیمتر)
** ، *** ، به زیرنویس جدول ۹-۶-۵- الف رجوع شود.
+ حمله سولفات ممکن است موجب پدید آمدن پوسته‌ای نازک روی سطح شمع و در نتیجه کاهش اصطکاک در جداره آن شود. بنابراین تدابیر احتیاطی مذکور در این مورد فقط برای شمع‌های باربر انتهایی معتبر است.

### ۹-۶-۷-۱ مقدار مجاز سولفات‌ها در بتن

مقدار کل سولفات قابل حل در آب در مخلوط بتن، بر حسب $SO_4$ نباید از ۴ درصد وزن سیمان بیشتر باشد و مقدار کل سولفات موجود نباید از ۵ درصد وزن سیمان در مخلوط تجاوز کند. مقدار سولفات موجود در بتن باید بر اساس مجموع مقادیر سولفات‌های موجود در مواد تشکیل دهنده بتن محاسبه شود.

### ۹-۶-۸ پوشش بتنی روی میلگردها

**۹-۶-۸-۱** پوشش بتنی روی میلگردها برابر است با حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی یا عرضی، تا نزدیکترین سطح آزاد بتن.

**۹-۶-۸-۲** مراعات ضخامت پوشش بتنی مطابق بند ۹-۶-۸-۳، در مورد انتهای میلگردهای مستقیم در کف‌ها و سقف‌هایی که در معرض شرایط جوی یا تعریق نباشند، الزامی نیست.

**۹-۶-۸-۳** ضخامت پوشش بتنی میلگردها متناسب با شرایط محیطی و نوع قطعه مورد نظر نباید از مقادیر داده شده در جدول ۹-۶-۶ و موارد (الف) و (ب) کمتر باشد:

الف- قطر میلگردها (درمورد قطر مؤثر گروه‌های میلگردها به بند ۹-۱۴-۱۱-۲ رجوع شود).

ب- چهار سوم بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه‌ها

**۹-۶-۸-۴** در صورتی که بتن در جوار دیواره خاکی مقاوم ریخته شود و بطور دائم با آن در تماس باشد، ضخامت پوشش نباید کمتر از ۷۵ میلیمتر اختیار گردد.

**۹-۶-۸-۵** در صورتی‌که بتن دارای سطح فرورفته و برجسته (نقش‌دار یا دارای شکستگی) باشد، ضخامت پوشش باید در عمق فرورفتگی‌ها اندازه‌گیری شود.

**۹-۶-۸-۶** میلگردها و تمامی قطعات و صفحه‌های فولادی پیش بینی شده برای توسعه آتی ساختمان باید بنحوی مناسب در مقابل‌خوردگی محافظت شوند.

**۹-۶-۸-۷** در صورتیکه لازم باشد عضوی دارای درجه آتشپادی معینی باشد، حداقل ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها در برابر حریق باید ضوابط مندرج در فصل بیست و دوم را تأمین نماید.

**جدول۹-۶-۶ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (میلیمتر) در شرایط محیطی بند ۹-۶-۴**

| نوع قطعه | نوع شرایط محیطی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | متوسط | شدید | خیلی شدید | فوق‌العاده شدید |
| تیرها و ستون‌ها | ۴۵ | ۵۰ | ۷۵ | ۷۵ |
| دال ها و تیرچه‌ها | ۳۰ | ۳۰ | ۶۰ | ۶۰ |
| دیوار ها وپوسته‌ها | ۲۵ | ۳۰ | ۵۵ | ۵۵ |
| شالوده‌ها | ۵۰ | ۶۰ | ۹۰ | ۹۰ |

- در صورتیکه حفاظت‌های سطحی اعمال شود، مقادیر پوشش بتنی را می‌توان تا ۲۰ میلیمتر کاهش داد.
- اگر رده بتن به اندازه ۵ مگاپاسکال بالاتر از حداقل رده باشد، می‌توان ۵ میلیمتر از مقدار پوشش کاهش داد، مشروط بر اینکه اندازه پوشش میلگرد از ۲۵ میلیمتر در محیط متوسط، ۳۵ میلیمتر در محیط شدید و ۵۰ میلیمتر در محیط فوق‌العاده شدید کمتر نشود.
- برای میلگرد با قطر بیش از ۳۶ میلیمتر، مقادیر پوشش باید ۱۰ میلیمتر اضافه شود.
- در صورت مصرف حباب‌زا، می‌توان حداقل رده بتن را ۵ مگاپاسکال کاهش داد.

# ۹-۷ اجرای بتن

## ۹-۷-۱ نیروی انسانی، تجهیزات و آماده‌سازی محل بتن‌ریزی

### ۹-۷-۱-۱ نیروی انسانی

تهیه، کاربرد، اجرا و کنترل کارهای بتنی باید به افراد صاحب صلاحیتی واگذار شود که از تجربه و دانش کافی برخوردار بوده و دارای پروانهٔ مهارت فنی و یا گواهی لازم از مراجع ذیصلاح باشند.

### ۹-۷-۱-۲ تجهیزات و وسایل

الف) تمام وسایلی که برای مخلوط کردن و انتقال بتن به‌کار می‌روند باید تمیز باشند.

ب) پیمانه کردن مصالح تشکیل دهندهٔ بتن باید تا حد امکان به طریق وزنی انجام گیرد. این امر در بتن‌های سازه‌ای الزامی است.

پ) رواداری توزین هریک از اجزای تشکیل دهنده بتن ٪۳± است.

ت) دقت و حساسیت ترازوها و سایر قسمت‌های توزین باید ۴ / ٪۰± کل ظرفیت دستگاه باشد.

### ۹-۷-۱-۳ آماده سازی محل بتن‌ریزی

الف) تمامی مواد زاید از جمله یخ و زواید قالب‌بندی باید از محل‌های مورد بتن‌ریزی زدوده و برداشته شوند.

ب) قالب‌ها باید به نحوی مناسب تمیز شده و با روغن قالب اندود شوند.

پ) مصالح بنایی که در تماس با بتن خواهند بود باید بخوبی خیس شوند.

ت) تمامی میلگردها باید قبل از بتن‌ریزی کاملا تمیز شده و عاری از پوشش‌های آلاینده باشند.
ث) قبل از ریختن بتن، باید آب اضافه از محل بتن‌ریزی خارج شود. مگرآنکه استفاده از قیف و لولهٔ مخصوص بتن‌ریزی در آب (ترمی) مورد نظر باشد.
ج) قبل از ریختن بتن جدید بر روی بتن سخت شدهٔ قبلی باید لایهٔ ضعیف احتمالی سطح بتن قبلی و هر نوع مادهٔ زاید دیگر آن زدوده شود.

### ۹-۷-۲ اختلاط بتن

**۹-۷-۲-۱** بتن باید به گونه‌ای در داخل مخلوط کن ریخته شده و مخلوط شود که تمامی مواد تشکیل دهندهٔ آن به صورت همگن در مخلوط کن پخش شوند. قبل از پرکردن مجدد، باید مخلوط کن را به طور کامل تخلیه کرد. برای توزیع یکنواخت افزودنی‌های شیمیایی در حجم بتن باید ضمن استفاده از تجهیزات مناسب، دقت لازم به کار گرفته شده و دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نیز رعایت شود. مخلوط کردن مواد افزودنی با بخشی از آب اختلاط، پیش از افزودن به مخلوط کن الزامی است. بتن‌ساز باید کنترل شده و نتایج آن در محاسبهٔ میزان آب اختلاط منظور شود.

**۹-۷-۲-۲** بتن آماده باید مطابق استانداردهای (مشخصات بتن آماده) یا (مشخصات بتن تهیه شده از طریق پیمانه کردن حجمی و اختلاط پیوسته) مخلوط و تحویل شود.

**۹-۷-۲-۳** بتن مخلوط شده در کارگاه باید مطابق ضوابط زیر تهیه شود.
۱) اختلاط بتن با مخلوط کن مورد تایید دستگاه نظارت انجام گیرد.
۲) مخلوط کن باید با سرعت توصیه شده از طرف کارخانهٔ سازنده چرخانده شود. این سرعت می‌باید بین ۶ تا ۸ دور در دقیقه باشد. سرعت دوران دیگ کامیون‌های مخلوط کن در حالت همزن، به منظور جلوگیری از جداشدگی اجزای بتن، می‌باید بین ۲ تا ۶ دور در دقیقه باشد.
۳) ترتیب ورود مواد متشکلهٔ بتن به داخل مخلوط کن باید متناسب با نوع مخلوط کن و نوع بتن باشد. رعایت دستورالعمل‌کارخانهٔ سازنده مخلوط‌کن در این زمینه الزامی است.

۴) عمل اختلاط باید حداقل تا ۱/۵ دقیقه، پس از ریختن تمامی مواد تشکیل دهنده به داخل مخلوط کن ادامه یابد.

۵) اختلاط با کامیون‌های مخلوط‌کن باید بر اساس ضوابط مندرج در استانداردهای ملی ایران صورت گیرد.

۶) نقل و انتقال، پیمانه کردن و اختلاط مصالح بتن باید با ضوابط استاندارد (مشخصات بتن آماده) یا (مشخصات بتن تهیه شده از طریق پیمانه کردن حجمی و اختلاط پیوسته) مطابقت داشته باشد.

۷) سابقهٔ کار روزانه باید برای تمامی مخلوط‌های ساخته شده در کارگاه به طور تفصیلی و مشتمل بر مشخصات بتن از جمله موارد زیر، نگهداری شود:

الف) نسبت‌های به کار رفته برای اختلاط مصالح

ب) نتایج آزمایش‌های بتن تازه

پ) دمای بتن و دمای محیط در هنگام بتن‌ریزی

ت) محل نهایی و حجم تقریبی بتن‌های ریخته شده در ساختمان

ث) زمان و تاریخ اختلاط و بتن‌ریزی

**۹-۷-۲-۴** ساخت و اختلاط بتن‌های سازه‌ای با دست به هیچ وجه مجاز نیست، بجز ساخت و اختلاط بتن‌های غیرسازه‌ای با دست، مشروط بر رعایت نکات مجاز است:

الف) حداکثر حجم بتن برای هر بار ساخت با دست ۳۰۰ لیتر است.

ب) برای تهیهٔ بتن، ابتدا بر روی یک سطح صاف، تمیز و غیر قابل نفوذ، شن به صورت یکنواخت ریخته، سپس بر روی آن ماسه به طور یکنواخت پخش می‌شود. در هر حال، ضخامت مجموع دو لایه فوق نباید از ۳۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.

پ) سیمان خشک به‌صورت یکنواخت بر روی مصالح سنگی فوق پخش شده و سپس با وسایل مناسب به‌طور کامل مخلوط می‌شود.

ت) پس از اختلاط کامل مصالح، آب به‌تدریج به مخلوط اضافه شده و به‌طور یکنواخت مخلوط گردد تا بتن همگن به‌دست آید.

ث) چنانچه از پیمانه‌های حجمی استفاده می‌شود، باید وزن مصالح سنگی خشک، قبلا به دقت اندازه‌گیری شود و پیمانه‌های حجمی بر این اساس ساخته شده باشد.

**۹-۷-۲-۵** باز آمیختن بتن با آب پس از اتمام اختلاط، ضمن نقل و انتقال یا در محل بتن‌ریزی مجاز نمی‌باشد، مگر در موارد استثنایی و با کسب مجوز از دستگاه نظارت و رعایت حداکثر نسبت آب به سیمان مجاز در طرح.

## ۹-۷-۳ انتقال بتن

**۹-۷-۳-۱** انتقال بتن از مخلوط‌کن تا محل نهایی بتن‌ریزی باید چنان صورت گیرد که از جدا شدن یا از بین رفتن مصالح جلوگیری شود.

**۹-۷-۳-۲** وسایل انتقال بتن باید امکان رساندن بتن به پای کار را طوری تامین کنند که مواد تشکیل‌دهنده جدا نشوند و حالت خمیری بتن، بین بتن‌ریزی‌های متوالی از دست نرود.

**۹-۷-۳-۲-۱ چرخ‌های دستی و دامپر**

حمل بتن با انواع چرخ‌های دستی و دامپر فقط تحت شرایط الف تا ت مجاز است:

الف) حجم ساخت بتن از ۳۰۰ لیتر در هر نوبت تجاوز نکند.

ب) بتن، سازه‌ای نباشد.

پ) فاصلهٔ حمل در چرخ‌های دستی حداکثر ۶۰ متر و در دامپر حداکثر ۱۲۰ متر باشد.

ت) وسایل مزبور دارای چرخ‌های لاستیکی و مسیر حمل کاملا صاف وافقی باشد.

**۹-۷-۳-۲-۲ ناوهٔ شیب‌دار یا شوت شیب‌دار**

ناوهٔ شیب‌دار باید فلزی یا دارای روکش فلزی یا پلاستیکی بوده، کاملا آب‌بند باشد و شیب آن ثابت و به گونه‌ای اختیار شود که هنگام حمل، عمل جدایی در اجزای بتن حادث نشود. در انتهای ناوه باید یک مانع قائم برای جلوگیری از جداشدگی اجزای بتن، و یا قیف قائم برای تخلیهٔ بتن به داخل قالب پیش‌بینی شود.

**۹-۷-۳-۲-۳ تلمبه دستی بتن**

در انتقال بتن به وسیلهٔ پمپ، حداکثر نسبت اندازهٔ سنگدانه‌ها به کوچکترین قطر داخلی لولهٔ انتقال بتن نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

الف) ۰/۳۳ برای سنگدانه‌های تیز گوشه

ب) ۰/۴۰ برای سنگدانه‌های کاملا گرد گوشه

**۹-۷-۳-۲-۴ باکت یا جام**

دریچهٔ تخلیه باکت باید در کف آن تعبیه شده باشد و بایستی دارای تعداد بازشو کافی باشد. ابعاد دهانهٔ بازشو نباید از $^{1}/_{3}$ طول قائم باکت و ۵ برابر قطر بزرگترین سنگدانه کمتر باشد. زاویهٔ شیب جدار باکت در محل تخلیهٔ آن نباید از ۶۰ درجه کمتر باشد. تخلیهٔ بتن به داخل باکت باید به طور قائم و در مرکز آن باشد. چنانچه بتن داخل باکت، مستقیماً و یا از طریق ناوهٔ شیب‌دار به داخل قالب تخلیه می‌شود، باید در انتهای نقطهٔ تخلیه و توسط محفظهٔ هدایت که ارتفاع آن حداقل ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد، به محل نهایی ریخته شود.

**۹-۷-۳-۲-۵ کامیون مخلوط کن**

انتقال بتن با کامیون‌های مخلوط کن باید بر اساس استاندارد ملّی ایران صورت گیرد.

## ۹-۷-۴ بتن‌ریزی

**۹-۷-۴-۱** بتن باید تا حد امکان نزدیک به محل نهایی خود ریخته شود تا از جدایی دانه‌ها بر اثر جابجایی مجدد جلوگیری شود.

**۹-۷-۴-۲** روند بتن ریزی باید طوری باشد که بتن در هنگام ریختن و جای دادن به حالت خمیری باقی بماند و بتواند به راحتی به فضاهای بین میلگردها راه یابد.

**۹-۷-۴-۳** درصورتی که اسلامپ بتن در موقع تحویل برای مصرف کمتر از میزان مقرر باشد، باید از مصرف آن خودداری شود. با این وجود افزودن اسلامپ بتن تا هنگامی که هنوز از مخلوط کن

تخلیه نشده، فقط با اجازه دستگاه نظارت و با افزودن دوغاب سیمان با یا بدون مواد افزودنی روان کننده میسر می‌باشد مشروط براینکه نسبت آب به سیمان از حداکثر مقدار مجاز طرح فراتر نرود.

**۹-۷-۴-۴** بتنی که به حالت نیمه سخت در آمده و گیرش آن شروع شده و یا به مواد زیان آور بیرونی آلوده شده است، نباید در بتن‌ریزی قطعات سازه‌ای به‌کار رود.

**۹-۷-۴-۵** بتن‌ریزی باید از آغاز تا پایان، به صورت عملیاتی سریع و پیوسته در محدودهٔ مرزها یا درزهای از پیش تعیین شدهٔ قطعات ادامه یابد. درزهای اجرایی مورد نیاز باید با ضوابط مندرج در این مقررات مطابقت داشته باشد.

**۹-۷-۴-۶** سطح بتن ریخته شده به صورت لایه‌های افقی، باید تراز باشد.

**۹-۷-۴-۷** استفاده از مواد حباب‌زا و ساخت بتن با حباب هوا برای بتن‌هایی که در معرض یخ زدن و آب شدن‌های متوالی قرار می‌گیرند، الزامی است.

**۹-۷-۴-۸ بتن‌ریزی شالوده**

درصورت سست بودن محل شالوده، باید عملیات پی‌کنی تا تراز زمین سخت (با مقاومت مورد نظر) ادامه یافته و حفاری اضافی با مصالح مورد تایید دستگاه نظارت تا تراز زیر شالوده پرشده و تحکیم یابد. بستر شالوده باید با حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بتن مگر آماده و رگلاژ شود. درصورتی‌که به علت شرایط زمین شالوده، با دستگاه نظارت، بستن قالب ضرورت نداشته باشد، پیمانکار باید با تعبیه پوشش‌های پلاستیکی و دیگر روش‌های مشابه، از جذب آب بتن تازه توسط زمین اطراف شالوده جلوگیری نماید.

**۹-۷-۴-۹ بتن ریزی دال و سقف‌ها**

بتن ریزی در دال‌ها باید در یک جهت و به‌طور متوالی انجام شود. محموله‌های بتن نباید در نقاط مختلف سطح و به‌صورت پراکنده ریخته و سپس پخش و تسطیح شوند. همچنین بتن نباید در یک

محل و در حجم زیاد تخلیه و سپس به‌طور افقی در طول قالب حرکت داده شود. با توجه به حجم بتن و روش‌های حمل و تخلیه، عملیات باید به صورتی انجام شود که تا حد امکان از به وجود آمدن درز سرد در دال‌ها پرهیز گردد.

در عملیات بزرگ، باید محل ختم بتن‌ریزی از قبل تعیین و در نقشه‌های اجرایی مشخص شود و عملیات تا محل درزهای اجرایی ادامه یابد. چنانچه بر اثر بروز اشکالات، توقف بتن‌ریزی حادث شود، باید محل قطع بتن‌ریزی برای ادامه عملیات بتن‌ریزی آماده شود.

### ۹-۷-۴-۱۰ بتن‌ریزی دیوارها، ستون‌ها و تیرهای اصلی

بتن ریزی دیوارها باید در لایه‌های افقی با ضخامت یکنواخت صورت گیرد و هرلایه، قبل از ریختن لایهٔ بعدی به‌طور کامل متراکم شود. میزان و سرعت بتن‌ریزی باید چنان باشد که هنگام ریختن لایهٔ جدید، لایهٔ قبلی در حالت خمیری باشد. عدم رعایت این نکته باعث ایجاد درز و نهایتاً عدم یکپارچگی بتن خواهد شد. پیمانه‌های اولیهٔ بتن باید از دو انتهای عضو ریخته شوند و سپس بتن ریزی به سوی قسمت مرکزی ساختمان ادامه یابد. در تمام حالات باید از جمع شدن آب در انتها و گوشه‌ها جلوگیری شود. در بتن‌ریزی ستون‌ها و دیوارها تا حد امکان باید ارتفاع سقوط آزاد بتن را محدود نمود. این ارتفاع برای جلوگیری از جدا شدن اجزای بتن به ۱/۲ متر محدود می‌شود.

### ۹-۷-۵ تراکم بتن

**۹-۷-۵-۱** بتن باید در طول عملیات بتن‌ریزی با استفاده از وسایل مناسب متراکم شود. به گونه‌ای که میلگردها و اقلام مدفون را به طور کامل در بر گیرد و قسمتهای داخلی و به خصوص گوشه‌های قالب‌ها را به خوبی پر کند. در بتن‌های خودتراکم، نیازی به استفاده از وسایل متراکم کننده نیست.

**۹-۷-۵-۲** ویبراتور باید در داخل بتن به طور منظم و در فواصل مشخص به نحوی فرو برده شود که دو قسمت لرزانیده شده با هم، همپوشانی داشته باشند. قسمتی از ویبراتور باید در لایهٔ زیرین که هنوز حالت خمیری دارد، فرو رود.

**۹-۷-۵-۳** ویبراتور باید تا حد امکان به صورت قائم وارد بتن گردد و به آرامی بیرون کشیده شود تا حباب هوا داخل بتن باقی نماند.

**۹-۷-۵-۴** فاصلهٔ بین نقاط فرو بردن ویبراتور می‌باید حداکثر ۱/۵ برابر شعاع عملکرد موثر ویبراتور باشد.

**۹-۷-۵-۵** درصورت استفاده از ویبراتورهای متصل به قالب برای تراکم بتن دیوارها و ستون‌ها، طول ۸۰۰ میلیمتری بالای این اعضا را می‌باید با ویبراتور شلنگی (درونی) نیز متراکم کرد.

**۹-۷-۵-۶** در کارهای کوچک و محدود و مخلوط‌های خمیری و روان، می‌توان با اجازه دستگاه نظارت از میلهٔ فولادی (تخماق) یا وسایل مشابه برای تراکم بتن استفاده نمود. میله باید به اندازه کافی وارد بتن شود تا بتواند به راحتی به انتهای قالب یا انتهای لایهٔ مربوط به همان مرحلهٔ بتن‌ریزی برسد. ضخامت میله باید چنان انتخاب شود که به‌راحتی از بین میلگردها عبور نماید.

**۹-۷-۵-۷** تراکم بتن ستون‌ها می‌باید الزاما توسط ویبراتورهای ماشینی صورت‌گیرد.

**۹-۷-۵-۸** تراکم بتن می‌باید پیش از شروع گیرش سیمان صورت گیرد.

## ۹-۷-۶ پرداخت سطح بتن

### ۹-۷-۶-۱ دامنه کاربرد و هدف

هدف از عملیات پرداخت سطح بتن افزایش مقاومت سایش و کاهش نفوذپذیری یا فقط تراز کردن سطح بتن است. کاربرد عملیات پرداخت برای دال‌های طبقات، دال‌های کف روی زمین، و دال‌های پارکینگ ساختمان و انواع شالوده‌ها است. بنابراین مراحل پرداخت تابع نوع دال است که باید بر اساس بند ۹-۷-۶-۵ تصمیم‌گیری شود.

### ۹-۷-۶-۲ مراحل پرداخت سطح

پرداخت سطح بتن باید طبق مراحل زیر انجام شود:

**۹-۷-۶-۲-۱ مرحله شمشه یا تراز کردن:** هدف از شمشه کاری، تراز شدن سطح بتن به ارتفاع مورد نظر است. با حرکت دادن شمشه به سمت جلو پستی و بلندی سطح بتن تراز می‌شود.

**۹-۷-۶-۲-۲ مرحله ماله‌کشی با ماله دسته‌بلند یا کوتاه (تی‌کشی):** هدف از ماله‌کشی با ماله دسته‌بلند و یا کوتاه حذف لبه‌های باقی مانده از شمشه‌کاری و پر کردن منافذ سطح بتن است. طول دسته ابزار بر مبنای سطح بتن انتخاب می‌شود. حرکت ابزار به سمت جلو و برگشت است. ابزار ماله‌کشی با ماله دسته بلند یا کوتاه یا مرحله انجام این عمل، به تی‌کشی نیز موسوم است.

**۹-۷-۶-۲-۳ مرحله ماله‌کشی:** هدف از ماله‌کشی فرو بردن سنگدانه‌ها به درون بتن، حذف ناهمواری‌ها و تراکم سطح بتن است. ابزار ماله‌کشی به صورت دستی و مکانیکی وجود دارند. ابزار ماله دستی برای سطوح کم و نوع مکانیکی برای سطوح زیاد است. حرکت ابزار دستی به صورت اره‌ای و قوسی است.

**۹-۷-۶-۲-۴ پرداخت نهایی:** هدف از پرداخت نهایی ایجاد سطح صاف و متراکم کردن سطح بتن است. وسیله پرداخت نهایی مشابه ابزار ماله‌کشی است و فقط جنس ابزار پرداخت نهایی باید فولادی باشد.

### ۹-۷-۶-۳ جنس ابزار

جنس ابزار چوبی یا فولاد آلیاژی با آلیاژ منیزیمی است. جنس چوبی، سیمان و ماسه ریز و درشت را حرکت می‌دهد، اما جنس فولادی، سیمان و ماسه ریز را حرکت می‌دهد. بنابراین برای بتن‌های چسبنده مانند بتن حاوی فوق روان‌کننده و پوزولان، نباید از جنس چوبی استفاده شود، زیرا سبب کنده شدن سطح بتن می‌شود. فقط جنس ابزار پرداخت نهایی فولاد بدون آلیاژ است.

### ۹-۷-۶-۴ زمان توقف عملیات پرداخت

هرگاه در هنگام عملیات پرداخت، آب‌انداختن بتن مشاهده شد، باید عملیات پرداخت متوقف شود و اجازه داده شود که آب ناشی از آب انداختن تبخیر شود. اگر شرایط دما، رطوبت و باد به نحوی است که زمانی طولانی برای تبخیر آب سطحی نیاز است، می‌توان از چتایی استفاده کرد تا آب توسط چتایی جذب شود. همچنین می توان از دستگاه مکش استفاده کرد، اما کلاهک دستگاه باید مجهز به فیلتری باشد که فقط آب را از خود عبور دهد و از عبور ذرات سیمان جلوگیری کند. اما استفاده از پخش کردن سیمان بر روی سطح بتن برای جذب آب به هیچ وجه مجاز نیست. چنانچه در هنگام عملیات پرداخت، آب انداختن مشاهده شود، اما عملیات ادامه یابد منجر به ایجاد یک لایه نازک سست بر سطح بتن می‌گردد که به مرور زمان آن لایه از سطح جدا می‌شود و سنگدانه‌ها در معرض کنده شدن قرار می‌گیرند که در طول زمان آن سنگدانه‌ها از بتن جدا می‌شوند و در نهایت باعث تخریب بتن می‌گردد.

### ۹-۷-۶-۵ تصمیم‌گیری در خصوص مراحل پرداخت

اگر پرداخت نهایی به دفعات تکرار شود، مقاومت سایش بتن افزایش می‌یابد و مقاومت سطح بتن در مقابل لیز خوردن کمتر می‌شود. بنابراین اجرای پرداخت نهایی و تعداد انجام آن طبق بند ۹-۷-۶-۲-۴ باید بر اساس مقاومت سایش مورد نیاز تصمیم‌گیری شود. اگر مقاومت‌های سایشی و در مقابل لیز خوردن هر دو نیاز باشد، می‌توان پس از تکرار پرداخت نهایی با ابزار جاروزنی در زمانی که هنوز بتن سخت نشده است، مقاومت در مقابل لیز خوردن را افزایش داد. بنابراین انتخاب مراحل پرداخت باید بر اساس نوع دال تصمیم‌گیری شود. برای دال پارکینگ‌ها باید مراحل پرداخت نهایی به دفعات انجام گردد و سپس از ابزار جاروزنی استفاده شود.

چنانچه فقط هدف از پرداخت، تراز کردن یا ماله کشی با ماله دسته بلند یا کوتاه باشد می‌توان عملیات را تا همین مرحله به اتمام رساند.

## ۹-۷-۷ عمل‌آوری

### ۹-۷-۷-۱ کلیات

عمل‌آوری روندی است که رطوبت و دمای مطلوب بتن را حفظ یا تأمین کند تا فرآیند هیدراسیون ادامه یابد و خواص و دوام مورد نظر بتن حاصل شود.

### ۹-۷-۷-۲ روش‌های عمل‌آوری

**۹-۷-۷-۲-۱** روش‌های عمل آوری به دو گروه به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

**الف- روش آب‌رسانی:** این روش شامل ایجاد حوضچه بر سطح افقی بتن و پوشش‌های خیس مانند چتایی است.

**ب- روش عایقی:** در این روش، رطوبت بتن حفظ می‌شود و از تبخیر آب بتن جلوگیری می‌گردد. این روش شامل پوشش‌ها مانند پلاستیک، قالب‌ها و مواد شیمیایی غشایی عمل‌آوری است.

**۹-۷-۷-۲-۲** چنانچه از روش آب‌رسانی برای عمل‌آوری استفاده می‌شود، باید روند عمل‌آوری به طور مستمر انجام گردد و در مدت عمل آوری نباید سطح بتن خشک باقی بماند. به خصوص اگر از چتایی خیس استفاده می‌شود، باید به طور دائم مرطوب نگاه داشته شود. برای حفظ رطوبت چتایی به مدت طولانی می‌توان از ورق پلاستیک روی چتایی خیس را پوشش داد.

**۹-۷-۷-۲-۳** استفاده از مواد شیمیایی غشایی عمل‌آوری فقط در مواردی مجاز است که بهره‌گیری از هیچ روش دیگر عمل‌آوری امکان‌پذیر نباشد و از بازده مواد بر اساس اسناد و مدارک تولیدکننده و یا انجام آزمایش‌ها، اطمینان حاصل شود.

**۹-۷-۷-۲-۴** روش عمل‌آوری باید بر مبنای نوع بتن و نسبت آب به سیمان مخلوط بتن و شرایط محیطی، طبق جدول ۹-۷-۱ انتخاب گردد. شرایط محیطی هوای گرم و سرد در بندهای ۹-۸-۲ و ۹-۸-۴ تشریح شده‌اند. علت مجاز نبودن روش عایقی برای بتن‌ها با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۳، خشک‌شدگی و جمع‌شدگی خود به خودی بتن است.

**جدول ۹-۷-۱ روش‌های مجاز عمل‌آوری**

| نوع بتن و نسبت آب به سیمان مخلوط بتن | روش مجاز عمل‌آوری بر اساس شرایط محیطی | | |
|---|---|---|---|
| | شرایط محیطی معمولی | شرایط محیطی هوای گرم | شرایط محیطی هوای سرد |
| بتن معمولی با نسبت آب به سیمان ۰/۴۳ و بیشتر | روش آب‌رسانی و روش عایقی | روش آب‌رسانی و روش عایقی | روش عایقی |
| بتن حاوی مواد افزودنی معدنی مانند دوده سیلیس، سرباره و متاکائولین، با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۳ | روش آب‌رسانی | روش آب‌رسانی | روش عایقی برای بتن با نسبت آب به سیمان ۰/۴ تا ۰/۴۳ مجاز است. اما ساخت بتن با نسبت آب به سیمان ۰/۴ و کمتر در هوای سرد مجاز نیست. |

**۹-۷-۷-۲-۵** در شرایط محیطی هوای گرم به خصوص در رطوبت نسبی کمتر از ۷۰ درصد و سرعت وزش باد بیش از km/h ۵، حفاظت بتن از تبخیر آب باید بلافاصله پس از اتمام عملیات پرداخت و با استفاده از پوشش پلاستیک انجام شود. پس از سخت شدن بتن، روش مجاز عمل‌آوری طبق جدول ۹-۷-۱ باید اعمال گردد.

### ۹-۷-۷-۳ مدت عمل‌آوری

**۹-۷-۷-۳-۱** حداقل مدت عمل‌آوری باید طبق جدول ۹-۷-۲ باشد.

**۹-۷-۲ جدول حداقل مدت عمل‌آوری**

| نوع بتن و نسبت آب به سیمان مخلوط بتن | حداقل مدت عمل‌آوری بر اساس شرایط محیطی، روز | | |
|---|---|---|---|
| | شرایط محیطی معمولی | شرایط محیطی هوای گرم | شرایط محیطی هوای سرد |
| بتن معمولی با نسبت آب به سیمان ۰/۴۳ و بیشتر | ۶ | ۷ | ۱۰ |
| بتن حاوی مواد افزودنی معدنی مانند دوده سیلیس، سرباره و متاکائولین، با نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۴۳ | ۱۰ | ۱۴ | ۱۴ |

**۹-۷-۷-۳-۲** برای سطوح قائم که در معرض قالب قرار دارند، اگر زمان قالب برداری زودتر از حداقل مدت طبق بند ۹-۷-۷-۳-۱ باشد، باید بقیه مدت باقی مانده عمل‌آوری شوند.

**۹-۷-۷-۳-۳** چنانچه بررسی آزمایشگاهی نشان دهد که برای بتن و شرایط محیطی مورد نظر، مدت بیشتر از بند ۹-۷-۷-۳-۱ برای عمل‌آوری نیاز است، باید آن مدت اعمال شود.

**۹-۷-۷-۳-۴** برای بتن‌های ویژه و چنانچه دوام بتن‌ها مورد نظر باشد، باید مدت عمل آوری طبق یکی از گزینه‌ها به شرح زیر انتخاب گردد:

الف- مستندات تاریخی موجود باشد.

ب- ارزیابی آزمایشگاهی انجام گردد.

ج- مدت‌های مندرج در بند ۹-۷-۷-۳-۱ تا ۲ برابر افزایش یابد.

# ۹-۸ اجرای بتن در شرایط غیر متعارف

## ۹-۸-۱ شرایط غیر متعارف

شرایط غیرمتعارف به شرایطی از نظر اقلیمی و محیطی اتلاق می‌شود که بر خصوصیات و خواص بتن تازه و بتن سخت شده تأثیر نامطلوب دارد. بنابراین، برای تأمین خواص مورد نظر بتن، انجام یک سری تدابیر و تمهیدات ضروری است.

## ۹-۸-۲ اجرای بتن در هوای گرم

**۹-۸-۲-۱** در شرایط هوای گرم، دمای محیط زیاد، رطوبت نسبی کم و سرعت باد زیاد می‌باشد. این شرایط سبب کاهش کارایی و زمان گیرش، مقاومت فشاری و دوام بتن می‌شود. به هر حال، هرگاه دمای محیط بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی کمتر از ۷۰ درصد است، شرایط هوای گرم صادق است و اقدام به اجرای تدابیر الزامی می‌باشد.

**۹-۸-۲-۲** اگر در طول مدت شبانه روز، شرایطی فراهم می‌شود که هوای گرم محسوب نمی‌شود و یا از شدت شرایط هوای گرم کاسته می‌گردد، توصیه می‌شود که در آن زمان اقدام به بتن ریزی گردد.

### ۹-۸-۲-۳ الزامات قبل از ساخت

**۹-۸-۲-۳-۱** در صورتی که دمای مخلوط بتن بیشتر از دما طبق بند ۹-۸-۲-۴-۱ باشد باید برای کاهش دمای مخلوط تدابیر الزامی طبق بند ۹-۸-۲-۴-۲ انجام شود. اما برای کاهش دمای مخلوط بتن قبل از ساخت، اجرای تمهیدات به شرح زیر ضروری می‌باشند:

۱) استفاده از سیمان پرتلند با حرارت زایی کم

۲) جایگزین کردن بخشی از سیمان با مواد افزودنی معدنی

۳) رنگ آمیزی سفید یا عایق بندی سیلوهای سیمان و سنگدانه‌ها و مخازن آب

۴) نگهداری کیسه‌های سیمان در انبارهای سرپوشیده

۵) کاهش دمای ابزارها و تجهیزات با پاشیدن آب سرد بر آنها

### ۹-۸-۲-۴ دمای مخلوط بتن

**۹-۸-۲-۴-۱** دمای مخلوط بتن نباید بیشتر از ۳۲ درجه سلسیوس برای بتن معمولی و ۱۵ درجه سلسیوس برای بتن حجیم باشد.

**۹-۸-۲-۴-۲** دمای مخلوط بتن باید با سرد کردن مصالح مصرفی، کاهش یابد. اما قبل از هر گونه اقدام در جهت کاهش دمای مخلوط بتن، ابتدا با اندازه گیری دما و جرم مصالح مقدار دمای مخلوط طبق رابطه (۹-۸-۱) محاسبه شود. در صورتی که دمای محاسبه شده بیشتر از دمای بتن طبق بند ۹-۸-۲-۴-۱ باشد، باید آب مخلوط بتن سرد شود. زیرا سرد کردن آب آسان تر از دیگر مصالح است. با در نظر گرفتن دمای آب سرد، باید مجدد نسبت به محاسبه دمای مخلوط طبق رابطه اقدام شود. اگر دمای مورد نظر مخلوط تأمین گردید، باید فقط به سرد کردن آب اکتفا شود.

$$T = \frac{۰/۲۲\ (T_a M_a + T_c M_c) + T_w M_w + T_{wa} M_{wa}}{۰/۲۲\ (M_a + M_c) + M_w + M_{wa}} \qquad (۹-۸-۱)$$

که در آن:

$T$= دمای مخلوط بتن، درجه سلسیوس

$T_a$ , $T_c$ , $T_w$ $T_{wa}$= به ترتیب دمای سنگدانه، سیمان، آب مخلوط و آب مخلوط شده در سنگدانه، به درجه سلسیوس

$M_a$ , $M_c$ , $M_w$ و $M_{wa}$= به ترتیب جرم سنگدانه، سیمان، آب مخلوط و آب مخلوط شده در سنگدانه، بر حسب کیلوگرم

**۹-۸-۲-۴-۳** چنانچه با کاهش دمای آب مخلوط طبق بند ۹-۸-۲-۴-۲، دمای مخلوط بتن به دمای مورد نظر کاهش نیافت، باید بخشی از آب مخلوط با یخ جایگزین گردد. یخ مصرفی باید به صورت پولکی یا خرد شده باشد و نباید بیش از ۷۵ درصد آب مخلوط جایگزین گردد. برای محاسبه دمای مخلوط بتن با استفاده از یخ از رابطه (۹-۸-۲) استفاده شود. اگر دمای مخلوط بتن محاسبه شده، با ضابطه بند ۹-۸-۲-۴-۱ مطابقت داشت، نیاز به اقدامات بیشتر نیست.

$$T = \frac{۰/۲۲\,(T_aM_a+T_cM_c)+T_wM_w+T_{wa}M_{wa} - ۸۰\ M_i}{۰/۲۲\ \ (M_a+M_c)+M_w+M_{wa}\ +\ M_i} \qquad (۹-۸-۲)$$

که در آن، $M_i$ جرم یخ به کیلوگرم است.

**۹-۸-۲-۴-۴** اگر محاسبه دمای مخلوط بتن طبق بند ۹-۸-۲-۴-۳ نشان دهد که دمای مورد نظر مخلوط بتن تأمین نشده است، باید نسبت به سرد کردن سنگدانه‌ها اقدام شود. سرد کردن سنگدانه‌ها باید با ایجاد سایه بر روی دپوی سنگدانه‌ها و با آب پاشی بر روی سنگدانه‌ها انجام پذیرد.

### ۹-۸-۲-۵ انتقال بتن

**۹-۸-۲-۵-۱** مدت انتقال بتن از محل ساخت مخلوط تا محل بتن‌ریزی باید به حداقل زمان ممکن تقلیل داده شود تا از کاهش کارایی بتن اجتناب گردد. چنانچه حمل بتن با کامیون (تراک میکسر) انجام می‌شود، تعداد چرخش جام باید محدود به ۳۰۰ بار و زمان انتقال به ۴۵ دقیقه محدود گردد.

### ۹-۸-۲-۶ بتن‌ریزی

**۹-۸-۲-۶-۱** پس از بتن ریزی، احتمال ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی پلاستیک وجود دارد. احتمال این آسیب دیدگی در دال‌ها بیشتر است. هرگاه سرعت تبخیر آب از سطح بتن بیشتر از سرعت آب انداختن بتن باشد، ترک‌خوردگی سطح بتن حتمی است. برای تخمین تبخیر، باید از رابطه (۹-۸-۳) استفاده شود. اگر سرعت تبخیر بیشتر از ۰/۵ $kg/m^2/hr$ باشد، باید تدابیر طبق بند ۹-۸-۲-۶-۳ اجرا شوند. چنانچه از مخلوط بتن حاوی مواد افزودنی معدنی مانند دوده سیلیس استفاده می شود، اجرای بند ۹-۸-۲-۶-۳ به هر حال الزامی است، زیرا سرعت آب انداختن این نوع بتن‌ها کم و در حد صفر است.

**۹-۸-۲-۶-۲** چنانچه دستگاه اندازه‌گیری سرعت باد در کارگاه موجود نباشد، می‌توان از جدول ۹-۸-۱ به عنوان راهنما برای تخمین سرعت باد استفاده کرد.

$$E = 5([T_c + 18]^{2/5} - r[T_a + 18]^{2/5})(V + 4) \times 10^{-6} \qquad (۹-۸-۳)$$

که در آن:

E = سرعت تبخیر $(Kg/m^2/hr)$

r = رطوبت نسبی (تقسیم بر ۱۰۰)

$T_a$ = دمای هوا (درجه سلسیوس)

$T_c$ = دمای بتن در سطح (درجه سلسیوس)

V = سرعت باد $(Km/hr)$ می باشد.

**جدول ۹-۸-۱ تخمین سرعت باد**

| سرعت باد Km/h | مشاهدات |
|---|---|
| ۶-۱۱ | حرکت آرام برگ‌های درخت |
| ۱۲-۱۹ | حرکت برگ‌ها و شاخه‌های کوچک درخت |
| ۲۰-۲۸ | حرکت شاخه‌های بزرگ درخت |
| ۲۹-۳۸ | حرکت درخت‌های کوچک |
| ۳۹-۴۹ | حرکت شاخه‌های بزرگ |

**۹-۸-۲-۶-۳** بر اساس بند ۹-۸-۲-۶-۱ اگر مشخص شد که سرعت تبخیر بیشتر از $kg/m^2/h$ ۰/۵ است، باید نسبت به ایجاد سایه بر روی دال اقدام شود و در زمانی که عملیات پرداخت انجام نمی‌شود، سطح بتن باید با یک ورق پلاستیک پوشش داده شود. این پوشش نباید در تماس مستقیم سطح بتن باشد.

### ۹-۸-۲-۷ عمل‌آوری

**۹-۸-۲-۷-۱** بلافاصله پس از اتمام عملیات، باید مطابق با بند ۹-۸-۲-۶-۳ سطح بتن حفاظت شود.

**۹-۸-۲-۷-۲** پس از سخت شدن بتن باید عمل‌آوری آغاز شود. عمل‌آوری بر اساس روش‌های آب‌رسانی مانند ایجاد حوضچه و یا پارچه چتایی خیس همراه با پوشش پلاستیک انجام گردد. دمای آب عمل‌آوری نباید بیشتر از ۱۱ درجه سلسیوس سردتر از دمای بتن باشد.

**۹-۸-۲-۷-۳** برای کاهش دمای سطوح بتن قالب‌بندی شده، باید بر سطح قالب‌ها، آب پاشی شود و یا از چتایی خیس استفاده شود.

### ۹-۸-۳ ضوابط ویژه اجرای بتن در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان

در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان ضمن رعایت ضوابط بتن ریزی در هوای گرم (موضوع بند ۹-۸-۲) موارد زیر نیز باید مراعات شوند.

**۹-۸-۳-۱** مصالح مناسب به شرح فوق انتخاب و نسبت‌های اختلاط چنان تعیین گردند که از مصرف سیمان زیاد احتراز شده و نسبت آب به سیمان و نفوذپذیری کاهش یابند. در صورت لزوم استفاده از مواد افزودنی کاهش دهنده آب الزامی است.

**۹-۸-۳-۲** از سیمان مناسب با گرمازایی کمتر، از جمله سیمان پرتلند نوع ۲ و یا سیمان نوع ۱ یا ۲ همراه با پوزولان و یا سیمان‌های پرتلند آمیخته پوزولانی استفاده شود. مقدار و نوع پوزولان بستگی به نوع آن، موقعیت محیطی ساختمان و الزامات دوام دارد.

**۹-۸-۳-۳** حداقل مقدار سیمان یا مواد سیمانی ۳۵۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن و حداکثر آن ۴۲۵ کیلوگرم در متر مکعب بتن می‌باشد.

**۹-۸-۳-۴** مقدار یون کلراید موجود در آب مصرفی بتن باید کمتر از ۵۰۰ قسمت در میلیون باشد. سایر خصوصیات آب مصرفی باید با ضوابط فصل دهم مطابقت داشته باشد.

**۹-۸-۳-۵** استفاده از آب نمک‌دار به ویژه آب دریا برای شستشوی سنگدانه‌ها، تهیه بتن و عمل آوردن بتن مجاز نمی‌باشد.

**۹-۸-۳-۶** حداکثر نسبت آب به مواد سیمانی (سیمان به علاوه مواد پوزولانی و یا مواد شبه سیمانی) ۰/۴ می‌باشد.

**۹-۸-۳-۷** سنگدانه‌های مصرفی به ویژه سنگدانه‌های ریز باید به نحوی مناسب شسته و تمیز شوند.

**۹-۸-۳-۸** حداکثر جذب آب سنگدانه‌های مصرفی در بتن می‌باید برای سنگدانه‌های درشت حداکثر ۲/۵ درصد و برای سنگدانه‌های ریز حداکثر ۳ درصد باشد.

**۹-۸-۳-۹** برای کاهش نفوذپذیری بتن، مخلوط بتن تازه باید از تراکم کافی برخوردار باشد و برای تأمین این منظور می‌باید ضمن کاهش نسبت آب به سیمان از افزودنی‌های کاهنده قوی آب استفاده شود.

**۹-۸-۳-۱۰** نحوه نگهداری و انبار کردن میلگردها باید به صورتی باشد تا از آلوده شدن آنها به مواد زیان آور، به ویژه آب و خاک آغشته به نمکها و یونها جلوگیری شود. میلگردهای آلوده به خاک، املاح و مواد زیان‌آور که از راه تماس با زمین و یا به علل دیگر دچار آلودگی شده‌اند، باید قبل از مصرف کاملا تمیز شده و زنگ آن زدوده شود. این میلگردها تنها در صورتی قابل استفاده هستند که خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی آن تغییر نکرده و طبق ویژگی‌های استاندارد باشد.

**۹-۸-۳-۱۱** سیم‌هایی که برای بستن یا نگهداری آرماتورها در محل، به کار می‌روند باید کاملا به طرف داخل قالب خم شوند تا از میزان پوشش بتن روی آرماتور کاسته نشود.

**۹-۸-۳-۱۲** حداقل ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها می‌باید مطابق شرایط محیطی فوق‌العاده شدید باشد.

**۹-۸-۳-۱۳** در تمامی بتن‌های مسلح حاشیه خلیج فارس و دریای عمان به منظور کنترل دوام بتن، آزمایش‌های جذب آب بتن و یا نفوذ آب الزامی است.
حداکثر میزان مجاز جذب آب در آزمایش جذب آب بتن برابر با ۲ درصد و حداکثر میزان مجاز نفوذ آب در آزمایش نفوذ آب برابر با ۱۰ میلیمتر است.

**۹-۸-۳-۱۴** در تمامی بتن‌های مسلح سازه‌ای که تا فاصله ۵۰۰ متر از حاشیه سواحل خلیج فارس و دریای عمان قرار دارند، به منظور کنترل دوام بتن، انجام آزمایش نفوذ تسریع شده یون کلراید (RCPT) و یا نظیر آن مانند RCMT و مقاومت الکتریکی اکیداً توصیه می‌گردد. حداکثر میزان مجاز شار عبوری در این آزمایش در بتن‌های فوق برابر با ۲۰۰۰ کولن می‌باشد.

## ۹-۸-۴ ضوابط ویژه اجرای بتن در هوای سرد

**۹-۸-۴-۱** هوای سرد به وضعیتی اطلاق می‌گردد که برای سه روز متوالی، هردوی شرایط (الف) و (ب) برقرار باشد:

الف) دمای متوسط روزانه هوا در شبانه روز کمتر از ۵ درجه سلسیوس باشد. منظور از دمای متوسط روزانه، میانگین حداکثر و حداقل دمای هوا در فاصله زمانی نیمه شب تا نیمه روز است.

ب) دمای هوا برای بیشتر از نصف روز از ۱۰ درجه سلسیوس زیادتر نباشد.

### ۹-۸-۴-۲ تدابیر احتیاطی

الف) در بتن‌ریزی در هوای سرد باید دقت لازم در انتخاب مصالح مصرفی، طرح مخلوط بتن، شرایط اختلاط، حمل، ریختن و عمل آوردن بتن صورت گیرد تا اطمینان حاصل شود که بتن تازه ریخته شده دچار یخ زدگی نگردد و بتن سخت شده نیز دارای کیفیت لازم باشد.

ب) دمای بتن در طول مدت بتن‌ریزی و عمل آوردن باید ثبت گردد تا اطمینان حاصل شود که محدوده توصیه شده در این مقررات حفظ شده باشد.

پ) دمای بتن باید حداقل دو بار در شبانه روز در نقاط مختلف ساختمان ثبت گردد تا از وضعیت عمل‌آوری و نگهداری بتن اطمینان کافی حاصل شود.

ت) گوشه‌ها و لبه‌های بتن در مقابل یخ زدن آسیب پذیرند، بنابراین دمای این نقاط باید با دقت بیشتری کنترل شود.

### ۹-۸-۴-۳ مصالح مصرفی

الف) می‌توان از سیمان زود سخت‌شونده (پرتلند نوع سه) به جای سیمان معمولی برای اطمینان از سرعت بیشتر کسب مقاومت بتن استفاده نمود.

ب) استفاده از سیمان‌های آمیخته، به ویژه سیمان پوزولانی، در بتن‌ریزی در هوای سرد توصیه نمی‌گردد.

پ) می‌توان از آب گرم برای رساندن بتن به دمای مطلوب استفاده نمود، در این حالت باید از تماس مستقیم آب گرم بیش از ۴۰ درجه و سیمان جلوگیری شود و این موضوع در نحوه ریختن مصالح در مخلوط‌کن مراعات گردد.

ت) سنگدانه‌ها در هنگام مصرف نباید آغشته به یخ و برف باشند. معمولا ماسه از شن مرطوب‌تر و احتمال وجود یخ در آن بیشتر است بنابراین اغلب گرم کردن ماسه ضرورت پیدا می‌کند.

### ۹-۸-۴-۴ الزامات طرح مخلوط بتن

الف) نسبت آب به سیمان باید با توجه به روند کسب مقاومت بتن در دمای محیط انتخاب گردد. نسبت آب به سیمان نباید از ۵۰ درصد بیشتر باشد بنابراین لازم است قبل از شروع بتن‌ریزی تدابیر لازم برای کسب مقاومت بتن صورت گیرد.

ب) برای کاهش میزان آب قابل یخ زدن در بتن و همچنین کاهش میزان آب انداختن بتن تازه باید مقدار آب اختلاط حداقل ممکن باشد بنابراین برای تأمین کارآیی لازم می‌توان از مواد افزودنی خمیری‌کننده و روان‌کننده استفاده نمود.

پ) در صورتی که از مواد افزودنی روان‌کننده استفاده نمی‌شود اسلامپ بتن نباید بیش از ۵۰ میلیمتر انتخاب گردد.

### ۹-۸-۴-۵ حداقل دمای بتن

الف) حداقل دمای مجاز بتن هنگام اختلاط، ریختن و نگهداری و نیز حداکثر مجاز افت تدریجی دما در ۲۴ ساعت اولیه پس از خاتمه دوره عمل‌آوری بتن مطابق جدول ۹-۸-۲ است.

ب) دمای بتن هنگام اختلاط نباید بیش از ۸ درجه سلسیوس زیادتر از مقادیر جدول ۹-۸-۲ باشد زیرا موجب اتلاف انرژی بیشتر، افت شدید اسلامپ و در نهایت کاهش کیفیت بتن می‌گردد. در صورت تامین کارایی لازم رعایت این بند الزامی نیست.

پ) دمای بتن هنگام ریختن نباید بیش از ۱۱ درجه سلسیوس زیادتر از مقادیر جدول ۹-۸-۲ باشد، در غیر اینصورت موجب کاهش کیفیت بتن می گردد. در صورت تأمین کارایی لازم در محل کار و در لحظه بتن ریزی، رعایت این بند الزامی نیست.

**جدول ۹-۸-۲ حداقل دمای بتن بر حسب درجه سلسیوس در مراحل مختلف کار با توجه به دمای محیط و حداقل اندازه اعضا و قطعات**

| ردیف | شرح | دمای محیط (درجه سلسیوس) | ابعاد اعضا و قطعات (به میلی‌متر) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | کمتر از ۳۰۰ | ۳۰۰ تا ۹۰۰ | ۹۰۰تا۱۸۰۰ | بیش از ۱۸۰۰ |
| ۱ | حداقل دمای بتن هنگام اختلاط | بیش از ۱- | ۱۶ | ۱۳ | ۱۰ | ۷ |
| ۲ | | ۱- تا ۱۸- | ۱۸ | ۱۶ | ۱۳ | ۱۰ |
| ۳ | | کمتر از ۱۸- | ۲۱ | ۱۸ | ۱۶ | ۱۳ |
| ۴ | حداقل دمای بتن هنگام ریختن و نگهداری | به هر میزان | ۱۳ | ۱۰ | ۷ | ۵ |
| ۵ | حداکثر مجاز افت تدریجی دمای بتن در ۲۴ ساعت اولیه پس از خاتمه عمل‌آوری از بتن | به هر میزان | ۲۸ | ۲۲ | ۱۷ | ۱۱ |

- چنانچه تدابیری ویژه برای اختلاط و بتن ریزی فراهم نگردد، ریختن بتن در دمای ۲۰- درجه سلسیوس و کمتر از آن ممنوع است.

### ۹-۸-۴-۶ نکات مربوط به حمل و ریختن بتن

الف) حمل و ریختن بتن باید به نحوی باشد که بتن تازه، دمای خود را از دست ندهد. بتن باید در حد امکان در وسایل سربسته و عایق‌بندی شده حمل گردد.

ب) قبل از بتن‌ریزی باید میلگردها، قالب، سطح بتن سخت شده قبلی و زمین از هر نوع یخ زدگی زدوده شود.

### ۹-۸-۴-۷ عمل‌آوری بتن تازه

الف) عمل آوردن بتن تازه باید حداقل تا رسیدن بتن به مقاومت ۵ مگاپاسکال ادامه یابد.

ب) برای عمل آوردن بتن تازه و محافظت آن از یخزدگی می توان از روش‌های (۱) الی (۳) استفاده نمود:

۱) با استفاده از پوشش‌های عایق

۲) با استفاده از گرم کردن بتن و محیط اطراف

۳) سایر روش‌ها به تأیید دستگاه نظارت

پ) بتن تازه باید در مقابل وزش باد، به ویژه پس از برداشتن پوشش‌ها محافظت گردد. باید توجه داشت که از تبخیر زیاد آب و بروز پدیده کربناسیون در سطوح بتن بر اثر احتراق مواد سوختی برای گرم کردن آن جلوگیری شود.

### ۹-۸-۴-۸ محافظت بتن سخت شده

لازم است که از یخزدگی بتن اشباع شده‌ای که مقاومت آن به ۱۴ مگاپاسکال نرسیده باشد، جلوگیری به عمل آید. باید از روش‌های استاندارد و با تهیه نمونه‌های کارگاهی برای تشخیص رسیدن بتن به مقاومت کافی استفاده نمود. می‌توان با روش‌های غیر مخرب استاندارد شده نیز مقاومت فشاری بتن را برای این منظور تخمین زد.

### ۹-۸-۵ مشخصات بتن پمپی (پمپ شونده)

۱) حداکثر نسبت آب به سیمان در این گونه بتن‌ها ۰/۶ است.

۲) بتن‌های مصرفی برای پمپاژ می‌باید دارای روانی متوسط تا زیاد باشند.

۳) بتنی که پمپاژ می‌شود می‌باید تا حدودی روانتر از بتن‌های معمولی باشد تا از مسدود شدن لوله‌ها جلوگیری شود. به منظور آنکه نسبت آب به سیمان از حد مجاز بالاتر نرود می‌باید برای تامین روانی بتن از مواد افزودنی مناسب نظیر فوق روان‌کننده‌ها یا مواد افزدونی آب‌نگهدار استفاده کرد.

۴) مقادیر توصیه شده برای شاخص‌های کارآیی این نوع بتن‌ها عبارتند از:

الف) اسلامپ: ۱۰۰-۴۰ میلیمتر

ب) ضریب تراکم: ۰/۹۵ – ۰/۹۰

پ) وی بی: ۵-۳ ثانیه

۵) عیار سیمان مصرفی در این گونه بتن‌ها می‌باید در حدود ۴۰۰-۳۵۰ کیلوگرم باشد تا چسبندگی کافی بین اجزای بتن برقرار شود.

۶) در صورتیکه سنگدانه‌ها حاوی مقدار کافی ریزدانه نباشند می‌باید با افزودن مواد ریز، چسبندگی کافی را در بتن ایجاد نمود.

۷) مدول نرمی مناسب ماسه مصرفی در بتن پمپی می‌بایست در حدود ۳ – ۲/۴ باشد.

۸) در این گونه بتن‌ها استفاده از دانه‌بندی پیوسته با حداکثر اندازه ۳۷/۵mm و همچنین مقدار کافی ریزدانه ضروری است.

۹) ماسه مصرفی می‌بایست دارای ریزدانه کافی باشد.

۱۰) دانه بندی سنگدانه‌های ریز و درشت بتن‌های پمپی می‌بایست تا حد امکان در محدوده میانی دانه‌بندی باشند.

۱۱) حداکثر قطر سنگدانه، با توجه به قطر داخلی لوله پمپ، مطابق جدول ۹-۸-۳ است. همچنین در بتن‌هایی که با پمپ بتن‌ریزی می‌شوند، نسبت «حداکثر اندازه سنگدانه» به «کوچکترین قطر داخلی لوله انتقال بتن» نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد:

الف) ۰/۳۳، برای سنگدانه‌های تیزگوشه

ب) ۰/۴۰، برای سنگدانه‌های کاملا گردگوشه

۱۲) میزان ظرفیت پمپاژ بتن، با توجه به قطر داخلی لوله پمپ و سرعت تخلیه بتن مطابق جدول ۹-۸-۴ است.

۱۳) در هوای گرم و نیز در شرایطی که مسیر پمپاژ طویل باشد توصیه می‌شود که در بتن پمپی از روان کننده‌ها استفاده شود.

**جدول ۹-۸-۳ حداکثر قطر سنگدانه با توجه به قطر داخلی لوله پمپ**

| ردیف | قطر داخلی لوله پمپ (mm) | حداکثر قطر سنگدانه (mm) | |
|---|---|---|---|
| | | بتن با عیار زیاد | بتن با عیار کم |
| ۱ | ۷۵ | ۱۹ | ۱۹ |
| ۲ | ۱۰۰ | ۲۵ | ۱۹ |
| ۳ | ۱۲۵ | ۳۸ | ۲۵ |
| ۴ | ۱۵۰ | ۵۰ | ۳۸ |
| ۵ | ۱۷۵ | ۵۰ | ۳۸ |
| ۶ | ۲۰۰ | ۶۸ | ۵۰ |

**جدول ۹-۸-۴ میزان ظرفیت پمپاژ بتن، با توجه به قطر داخلی لوله پمپ و سرعت تخلیه بتن**

| ردیف | قطر داخلی لوله پمپ (mm) | ظرفیت متوسط پمپاژ ($m^3/hr$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | سرعت تخلیه بتن ۰/۳ m/s | سرعت تخلیه بتن ۰/۶ m/s | سرعت تخلیه بتن ۰/۹ m/s | سرعت تخلیه بتن ۱/۲ m/s |
| ۱ | ۷۵ | ۴,۵ | ۹ | ۱۴ | ۱۸ |
| ۲ | ۱۰۰ | ۸,۳ | ۱۷ | ۲۵ | ۳۳ |
| ۳ | ۱۲۵ | ۱۴ | ۲۸ | ۴۱ | ۵۵ |
| ۴ | ۱۵۰ | ۲۰ | ۴۰ | ۶۰ | ۸۰ |
| ۵ | ۱۷۵ | ۲۵ | ۵۰ | ۷۴ | - |
| ۶ | ۲۰۰ | ۳۵ | ۷۱ | - | - |

۱۴) پیش از شروع پمپاژ اصلی، ابتدا می‌باید یک پیمانه ملات روان برای لیز و لزج کردن لوله‌های انتقال، پمپ شود. با کاهش قطر لوله این عدد را می‌توان کاهش داد. پیش از آن‌که همه ملات از داخل پمپ خارج شود بتن را در داخل مخزن پمپ ریخته و تا هنگامی که بتن در انتهای لوله ظاهر شود به آهستگی پمپ می‌کنیم و سپس سرعت پمپ کردن را تا حد سرعت معمول افزایش می‌دهیم.

### ۹-۸-۶ مشخصات بتن‌های پاشیدنی (شاتکریت)

۱) می‌باید بین ترکیب مخلوط اولیه یعنی مخلوط در حال خروج از نول (سرشلنگی) و مخلوط پاشیده شده بر روی سطح تفاوت قائل شد. به دلیل همین تفاوت‌ها، کنترل دقیق و انجام آزمایش در مراحل مختلف بتن‌پاشی ضروری است.

۲) نسبت آب به سیمان برای این نوع بتن در حدود ۰/۵ — ۰/۳۵ است.

۳) حداکثر اندازه سنگدانه مصرفی ۲۰ mm است.

۴) نسبت‌های اختلاط، در حدود یک قسمت حجمی سیمان و ۴/۵-۴ قسمت سنگدانه خشک در حالت غیرمتراکم است.

۵) ماسه مصرفی می‌تواند گردگوشه یا تیزگوشه باشد.

### ۹-۸-۷ مشخصات بتن‌های مصرفی برای بتن‌ریزی از طریق ترمی (قیف و لوله)

۱) در این گونه بتن‌ها، میزان سیمان مصرفی در حدود ۴۵۰-۳۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب بتن است. در هر حال میزان مواد سیمانی نباید کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب بتن باشد.

۲) حدود اسلامپ این گونه بتن‌ها ۲۵۰-۱۷۰ میلیمتر است.

۳) در این نوع بتن‌ها، حداکثر اندازه سنگدانه‌ها ۵۰-۴۰ میلیمتر مناسب است.

۴) حداکثر نسبت آب به سیمان، ۰/۴۵ است.

۵) نسبت «حداکثر اندازه سنگدانه» به «قطر داخلی لوله» نباید از ۰/۱۲۵ بیشتر باشد.

۶) در این گونه بتن‌ها می‌باید چسبندگی کافی بین اجزای بتن وجود داشته باشد.

۷) سیستم قیف و لوله می‌باید کاملا آب بند باشد.

۸) در طول مدت بتن ریزی می‌باید سیستم پر از بتن باشد.
۹) بتن‌ریزی در زیر آب از طریق ترمی می‌تواند با روش پیش آکنده نیز با رعایت ضوابط مربوطه انجام شود.
۱۰) هنگام بتن‌ریزی باید اختلاف فشار هیدرولیکی داخل و خارج قالب از بین رفته و سطح آب در داخل و خارج قالب در یک تراز باشد.
۱۱) در موقع بتن‌ریزی با قیف و لوله باید همیشه انتهای تحتانی لوله حداقل به طول ۱ تا ۱/۵ متر داخل بتن باشد به‌طوری که آب نتواند از پایین وارد لوله شود. برای این منظور باید به تدریج با پر شدن لوله آن را بالا کشید.
۱۲) باید از ایجاد سطوح افقی که لایه‌های مختلف بتن را از یکدیگر جدا می‌کنند، اجتناب شود.
۱۳) وقتی سطح بتن به حد فوقانی مورد نظر رسید، باید آن قسمت از بتن که با مواد بیرونی درآمیخته و دانه‌های شن و ماسه و شیره بتن از هم جدا شده، جمع‌آوری و بیرون ریخته شود. این کار باید تا رسیدن به بتن خمیری سالم ادامه یابد.
۱۴) استفاده از سایر روش‌های بتن‌ریزی در زیر آب بنا بر توصیه و تأیید دستگاه نظارت بلامانع است.

جزئیات بتن‌ریزی زیر آب باید در مشخصات فنی خصوصی درج گردد.

### ۹-۸-۸ مشخصات بتن‌های مصرفی در شمع‌های بتنی درجاریز

۱) حداقل میزان سیمان مصرفی در این گونه بتن‌ها، ۴۰۰ کیلوگرم است.
۲) حداقل میزان اسلامپ این گونه بتن‌ها، ۱۵۰ میلیمتر است.
۳) حداکثر میزان نسبت آب به سیمان، ۰/۵ است.

# ۹-۹ بتن‌های ویژه

## ۹-۹-۰ علائم اختصاری

$E_c$ = مدول الاستیسیته بتن، مگاپاسکال

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$f_{cm}$ = مقاومت فشاری متوسط، مگاپاسکال

$f_t$ = مقاومت کششی بتن، مگاپاسکال

g= ثابت گرانش، متر بر مجذور ثانیه

h= عمق بتن‌ریزی، میلیمتر

P= فشار جانبی بر روی قالب، مگاپاسکال

ρ = چگالی بتن، کیلوگرم بر میلیمتر مکعب

## ۹-۹-۱ کلیات

در بتن‌های ویژه، با تغییر مصالح و مواد بر مبنای دانش مربوط می‌توان به فناوری بتن‌های خاص دست یافت. اما بتن‌های خاص همانطور که از نامشان مشخص است برای ساختمان‌های خاص کاربردهای خاص دارند و در مواردی که کاربردها متعارف باشند، نیاز به استفاده از بتن‌های خاص نیست. قبل از استفاده از الزامات این بخش مبحث باید به چند مورد به شرح زیر توجه کرد:

۱) غیر از تمهیدات و الزاماتی که در این بخش ذکر شده‌اند، باید بقیه ضوابط و الزامات مربوط در این مبحث اعمال شوند. به عبارت دیگر فقط تفاوت‌ها در این بخش ارائه شده‌اند و بخش‌های همسو با بتن متعارف همچنان الزامی باقی می‌مانند.
۲) در طراحی و اجرای بتن‌های خاص نیاز به منابع انسانی ماهر و آموزش‌دیده می‌باشد و همچنین استفاده از تجهیزات و وسایل خاص در آزمایشگاه و کارگاه ضروری است. قبل از شروع به اجرای بتن‌های خاص این نیاز ها باید فراهم شوند.

## ۹-۹-۲ بتن پرمقاومت

### ۹-۹-۲-۱ مشخصات کلی

بتن‌هایی که مقاومت فشاری مشخصه آنها بیشتر از ۵۰ مگاپاسکال است، بتن پرمقاومت محسوب می‌شوند. رفتار بتن‌های پرمقاومت ترد است، بنابراین برای تغییر رفتار این نوع بتن‌ها به شکل‌پذیر که ضرورت عملکرد مناسب آنها در مقابل بار زلزله است، باید الزامات مربوط این مبحث اعمال شوند.

### ۹-۹-۲-۲ مصالح

**۹-۹-۲-۲-۱** انتخاب مصالح مصرفی برای ساخت بتن پرمقاومت باید با دقت بیشتری نسبت به بتن با مقاومت کمتر انجام شود.

**۹-۹-۲-۲-۲** تغییرات در خصوصیات سیمان، اثر نامطلوب بر خواص بتن پرمقاومت دارد، بنابراین تغییرات در خصوصیات سیمان باید محدود شود. تغییر در مقدار $C_3S$، افت ناشی از سرخ شدن و نرمی سیمان نباید به ترتیب بیش از ۴ درصد، ۰/۵ درصد و $۳۷۵۰۰۰\ mm^2/gr$ باشد. همچنین تغییر در مقدار سولفات ($SO_3$) باید به $\pm$۰/۲ درصد محدود گردد.

**۹-۹-۲-۲-۳** هرچند افزایش نرمی سیمان سبب افزایش سرعت واکنش هیدراسیون می‌شود، اما نرمی بسیار زیاد قابل قبول نیست، زیرا تقاضای آب مخلوط را افزایش می‌دهد. بنابراین سیمان پرتلند نوع ۳ فقط در مواردی باید استفاده شود که مقاومت زیاد زودرس نیاز باشد.

**۹-۹-۲-۲-۴** برای کسب مقاومت فشاری و دوام مورد نظر در بتن‌های پرمقاومت می‌توان از مواد افزودنی معدنی از جمله پوزولان‌ها مانند بتن معمولی استفاده کرد.

**۹-۹-۲-۲-۵** از مواد افزودنی شیمیایی در ساخت بتن پرمقاومت مانند بتن معمولی می‌توان استفاده کرد، اما از سازگاری سیمان و مواد افزودنی به خصوص فوق روان‌کننده باید اطمینان حاصل کرد. از آزمایش اسلامپ به عنوان یکی از روش‌های بررسی می‌توان استفاده کرد.

**۹-۹-۲-۲-۶** مقاومت فشاری سنگدانه‌ها باید حداقل برابر با مقاومت فشاری خمیر سیمان مصرفی در بتن پرمقاومت باشد و سنگدانه درشت نباید دارای صفحات ضعیف باشد. برای بهبود کارایی و کاهش مقدار خمیر سیمان، سنگدانه ریز باید گرد و برای بهبود مقاومت پیوستگی بین سنگدانه و خمیر سیمان، سنگدانه درشت زاویه دار (شکسته) باشد.

**۹-۹-۲-۲-۷** ماسه باید با دانه‌بندی درشت‌تر استفاده شود، هرچند مدول نرمی ماسه بین ۲/۵ تا ۳/۲ برای بتن پرمقاومت مناسب است، اما توصیه می‌شود ماسه با مدول نرمی ۳ و بیشتر استفاده گردد.

### ۹-۹-۲-۳ طرح مخلوط

**۹-۹-۲-۳-۱** مقاومت فشاری متوسط لازم برای تعیین نسبت مخلوط بتن پرمقاومت، باید بیشترین مقدار از بین دو مقدار به‌دست آمده از روابط (۹-۹-۱) و (۹-۹-۲) باشد.

$$f_{cm}=۰/۹f_c+۲/۳۳S \quad MPa \qquad (۱-۹-۹)$$

$$f_{cm}=f_c+۱/۳۴S \quad MPa \qquad (۲-۹-۹)$$

انحراف استاندارد، S در دو رابطه فوق مطابق با بند ۹-۵-۳-۴ تعیین می‌شود. در صورتی که مقدار انحراف استاندارد از داده‌های گذشته در دسترس نباشد، مقاومت فشاری متوسط لازم طبق رابطهٔ (۹-۹-۳) باید محاسبه شود:

$$f_{cm}=۱/۱f_c+۶ \quad MPa \qquad (۳-۹-۹)$$

**۹-۹-۲-۳-۲** مقدار مناسب سیمان بین ۳۹۰ تا $560\ kg/m^3$ است. در صورت عدم کسب مقاومت فشاری مورد نظر با استفاده از مقادیر سیمان ذکر شده، باید با کاهش نسبت آب به سیمان مخلوط و مواد افزودنی معدنی مناسب به مقاومت فشاری متوسط لازم دست یافت.

**۹-۹-۲-۳-۳** حجم سنگدانه درشت در بتن پرمقاومت معمولاً بیشتر از بتن معمولی است. با مدول نرمی ماسه بین ۲/۵ تا ۳/۲ و بر مبنای اندازه حداکثر سنگدانه برابر با ۹/۵، ۱۲/۵، ۱۹ و ۲۵ میلیمتر، حجم شن در مخلوط بتن به ترتیب برابر با ۰/۶۵، ۰/۶۸، ۰/۷۲ و ۰/۷۵ توصیه می‌شود.

**۹-۹-۲-۳-۴** برای ساخت بتن با مقاومت فشاری تا ۶۰ مگاپاسکال، اندازه حداکثر شن باید ۱۹ یا ۲۵ میلیمتر و برای مقاومت فشاری تا ۱۰۰ مگاپاسکال، اندازه حداکثر شن باید ۹/۵ یا ۱۲/۵ میلیمتر باشد.

**۹-۹-۲-۳-۵** مقدار آب مخلوط و نسبت آب به سیمان باید بر اساس مقاومت فشاری مورد نظر تعیین شود. برای کارایی یکسان اندازه حداکثر سنگدانه به مقدار آب مورد نیاز افزوده می‌شود. بازه وسیع مقاومت فشاری با نسبت آب به سیمان بین ۰/۳ تا ۰/۵ قابل کسب است. اما نسبت آب به سیمان نباید کمتر از ۰/۲۶ انتخاب شود.

**۹-۹-۲-۳-۶** پس از تعیین نسبت مخلوط، باید مخلوط‌های آزمون در آزمایشگاه ساخته شود. مخلوط‌های آزمون باید الزامات کارایی و مقاومت را تأمین کنند، در غیر این‌صورت باید مقدار یا نوع اجزای مخلوط اصلاح شوند.

**۹-۹-۲-۳-۷** مقاومت فشاری بتن‌های پرمقاومت باید در سن ۵۶ روزه اندازه گیری شوند، مگر آن که بتن پرمقاومت زودرس در نظر باشد که باید مقاومت در سن ۲۸ روزه معیار و مورد اندازه گیری قرار بگیرد.

### ۹-۹-۲-۴ اجرا

**۹-۹-۲-۴-۱** به دلیل حساسیت بتن پرمقاومت به مصالح مصرفی، باید برای یکنواختی، تغییرات در خصوصیات و خواص مصالح به حداقل برسد. تغییرات دانه‌بندی ماسه باید به تغییرات در مدول نرمی ۰/۲± باشد.

**۹-۹-۲-۴-۲** برای کاهش افت اسلامپ، توصیه می‌شود که قبل از پیمانه کردن تمام سنگدانه‌ها اشباع شوند، اما مقدار آب آزاد در سطح سنگدانه‌ها باید در توزین بر اساس نسبت آب به سیمان مورد نظر، محاسبه شود. از آنجایی که فوق روان کننده اثر کوتاه مدت در تأمین اسلامپ دارد، برای کسب اسلامپ مورد نظر باید فوق روان کننده بیشتر در کارگاه افزوده شود و از اضافه کردن آب بیشتر به مخلوط اجتناب گردد.

**۹-۹-۲-۴-۳** برای کنترل مدت گیرش مخلوط، دمای مخلوط بتن در هنگام جاگذاری باید بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس باشد.

**۹-۹-۲-۴-۴** از آنجایی که مخلوط‌های بتن پرمقاومت معمولاً چسبنده می‌باشند، باید از استفاده از وسیله تراز و ماله دستی با جنس چوبی اجتناب شود و به جای آن از جنس فلزی استفاده گردد.

**۹-۹-۲-۴-۵** مخلوط‌های بتن پرمقاومت مستعد جمع‌شدگی خمیری می‌باشند، زیرا سرعت آب‌آوری آن‌ها بسیار کم است، بنابراین بلافاصله پس از اتمام عملیات پرداخت سطح بتن، باید با استفاده از پوشش پلاستیک، سطح بتن حفاظت شود و از تبخیر آب از سطح جلوگیری گردد.

**۹-۹-۲-۴-۶** برای جلوگیری از خود خشک‌شدگی و جمع‌شدگی خود به خود بتن‌های پرمقاومت، باید از عمل‌آوری عایقی اجتناب شود و فقط از روش‌های عمل‌آوری آب‌رسانی مانند ایجاد حوضچه بر روی دال‌ها و یا پوشش چتایی خیس و بر روی آن ورق پلاستیک، استفاده گردد. مدت عمل‌آوری باید بیشترین مقدار از دو مورد به شرح زیر باشد:

- ۱۰ روز
- ۷۰ درصد مقاومت ۲۸ روزه کسب شود.

برای تعیین مقاومت فشاری بتن در ساختمان باید سه نمونه استوانه استاندارد در کنار ساختمان نگهداری و مورد آزمایش مقاومت قرار بگیرند. روش عمل‌آوری این نمونه‌ها باید مشابه روش بتن در ساختمان باشد. برای افزایش مقاومت و دوام بتن باید به مدت مذکور افزوده شود.

## ۹-۹-۳ بتن الیافی

### ۹-۹-۳-۱ مشخصات کلی

الیاف در بتن نقش کنترل ترک‌ها را دارد که بر مبنای آن، مقاومت ضربه، خستگی، مقاومت برشی، مقاومت خمشی باقی مانده (پس از ترک‌خوردگی عضو) و ظرفیت جذب انرژی بتن بهبود می‌یابد. اما تأثیرگذاری الیاف در بتن به نوع و مقدار الیاف، شکل، طول، نسبت ظاهری (نسبت طول به قطر الیاف)، مقاومت کششی و مکانیزم مهاری الیاف بستگی دارد.

### ۹-۹-۳-۲ مصالح

**۹-۹-۳-۲-۱** برای ساخت بتن الیافی می‌توان از مصالح معمول در ساخت بتن استفاده کرد و از انواع الیاف‌ها مانند فولادی، مصنوعی و طبیعی بهره گرفت. بعضی از الیاف مصنوعی مانند شیشه و اکثر الیاف طبیعی بامبو در محیط قلیایی بتن آسیب‌پذیرند. قبل از مصرف این نوع الیاف باید با پوشش‌های مناسب، سطح الیاف حفاظت شوند.

**۹-۹-۳-۲-۲** بهبود خواص بتن با استفاده از الیاف گسترده است و شامل افزایش مقاومت طاقت، مقاومت ضربه، مقاومت خستگی و کاهش ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی پلاستیک است. انتخاب نوع و مقدار الیاف، طول و نسبت ظاهری و مقاومت کششی الیاف باید بر مبنای بهبود خاصیت مورد نظر بتن صورت پذیرد.

**۹-۹-۳-۲-۳** برای بتن‌های با مقاومت فشاری بیشتر از ۶۰ مگاپاسکال، مقاومت کششی الیاف فولادی مصرفی باید بیش از ۱۵۰۰ مگاپاسکال باشد تا از رفتار ترد عضو بتنی جلوگیری شود.

**۹-۹-۳-۲-۴** مقاومت پیوستگی بین الیاف و خمیر سیمان در بتن نباید در حد کم باشد که در بارهای کم، الیاف به آسانی از خمیر سیمان بیرون کشیده شود و در حد زیاد نباشد که الیاف بدون جذب انرژی شکسته شوند.

**۹-۹-۳-۲-۵** برای جلوگیری از قلوه‌کن‌شدگی بتن در هنگام آتش‌سوزی، باید از الیاف پلی‌پروپیلین به مقدار ۰/۳۵ درصد حجم بتن استفاده شود. تشخیص ضرورت مقاومت در مقابل آتش‌سوزی بعهده کارفرما است.

**۹-۹-۳-۲-۶** برای انتخاب نوع و مقدار الیاف و حصول اطمینان از عملکرد الیاف، تولید کننده موظف است بر مبنای مستندات آزمایشگاهی، اطلاعات مورد نیاز را ارائه دهد. در غیر اینصورت، باید آزمایش‌های مربوط انجام شوند.

### ۹-۹-۳-۳ طرح مخلوط

**۹-۹-۳-۳-۱** تعیین نسبت مخلوط بتن الیافی مشابه بتن معمولی است. اما الیاف بر کارایی مخلوط بتن اثر دارد و باعث کاهش آن می‌شود و هرچه مقدار الیاف و طول آن بیشتر باشد از کارایی بیشتر کاسته می‌شود. بنابراین باید در تعیین نسبت مخلوط بتن یک یا چند از موارد به شرح زیر در اصلاح مخلوط اعمال شوند:

۱) کاهش مقدار شن

۲) افزایش مقدار سیمان

۳) افزایش مقدار ماسه

۴) استفاده از فوق‌روان‌کننده

۵) کاهش اندازه حداکثر شن

**۹-۹-۳-۳-۲** کاهش مقدار شن در مخلوط بتن یکی از مؤثرترین روش‌های جلوگیری از افت کارایی ناشی از الیاف در مخلوط است. بین درصد وزنی کاهش شن و $V(L/d)$ رابطه خطی وجود دارد که در آن $V$ درصد حجم الیاف و $L/d$ نسبت ظاهری الیاف است. برای مقدار $V(L/d)$ از ۲۰ تا ۷۰، باید مقدار شن بین ۵ تا ۲۰ درصد کاهش یابد تا کارایی بتن مشابه بتن بدون الیاف تأمین گردد.

**۹-۹-۳-۳-۳** برای اندازه گیری کارایی بتن الیافی نباید از اسلامپ استفاده شود، بلکه باید از مخروط اسلامپ معکوس و یا آزمایش زمان وی‌بی استفاده گردد.

### ۹-۹-۳-۴ اجرا

**۹-۹-۳-۴-۱** افزودن الیاف به مخلوط کن و یا کامیون حمل بتن (تراک میکسر) به دو روش به شرح زیر مجاز است:

۱) ابتدا مخلوط بتن آماده شود و سپس الیاف به تدریج به مخلوط افزوده شود. در این روش، پس از افزودن کامل الیاف، باید چرخش جام به مدت ۵ دقیقه با سرعت کم ادامه یابد.
۲) الیاف همراه با سنگدانه به جام مخلوط کن تغذیه شود و سپس بقیه مصالح مخلوط افزوده شوند.

**۹-۹-۳-۴-۲** برای انتخاب روش افزودن الیاف به بتن می‌توان به توصیه‌های تولیدکننده مراجعه کرد. به هر حال، هر روشی که استفاده می‌شود، نباید کلوخه شدن الیاف در مخلوط بتن رخ دهد.

**۹-۹-۳-۴-۳** در پرداخت سطح بتن الیافی نباید از ماله چوبی استفاده شود، بلکه باید از ماله فلزی آلیاژی بهره گرفت.

**۹-۹-۳-۴-۴** در هنگام استفاده از الیاف به خصوص نوع فولادی باید الزامات ایمنی شامل استفاده از عینک و دستکش صنعتی در حد مطلوب اعمال شوند.

## ۹-۹-۴ بتن خودتراکم

در مواردی که به مخلوط بتن با قابلیت زیاد جاری شدن، خود پخش شدگی در تمام نقاط قالب، پوشش دادن آرماتور با تراکم زیاد، بدون جداشدگی ذرات و بدون لرزاندن مکانیکی نیاز باشد، بتن خودتراکم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۹-۹-۴-۲ مصالح

**۹-۹-۴-۲-۱** استفاده از انواع سیمان‌های پرتلند در ساخت بتن خود تراکم مجاز است، مگر آن‌که شرایط محیطی و دوام محدودیت در انتخاب نوع سیمان را ایجاب کند.

**۹-۹-۴-۲-۲** پودر سنگ‌های خنثی مانند آهکی، بازالت و کوارتز حاصل از آسیاب کردن سنگ‌ها و سیمان پرتلند آهکی برای تأمین گرانروی مخلوط بتن مجاز می‌باشند. اما هیچ نوع ترکیب زیان‌آور در ترکیبات پودرها نباید وجود داشته باشد. دانه‌بندی پودر سنگ می‌تواند ریزدانه‌تر یا درشت‌تر و یا مشابه دانه‌بندی سیمان پرتلند باشد.

**۹-۹-۴-۲-۳** مواد افزودنی معدنی مانند دوده سیلیس، کائولین و سرباره به عنوان جایگزین بخشی از سیمان و یا به عنوان پرکننده در مخلوط بتن مجاز می‌باشند.

**۹-۹-۴-۲-۴** برای تأمین مخلوط بتن استفاده از ماده افزودنی شیمیایی اصلاح‌کننده گرانروی مجاز است. همچنین برای ساخت مخلوط بتن با گرانروی مناسب حاصل از ترکیب پودر سنگ و پودرهای فعال و ماده اصلاح‌کننده گرانروی امکان‌پذیر است.

**۹-۹-۴-۲-۵** تأمین روانی مخلوط بتن باید توسط مواد افزودنی فوق‌روان‌کننده‌های ممتاز مانند پلی‌کربوکسیلات فراهم گردد.

**۹-۹-۴-۲-۶** استفاده از هر اندازه حداکثر سنگدانه در ساخت بتن خود تراکم مجاز است، اما توصیه می‌شود برای حفظ پایداری مخلوط، اندازه حداکثر به ۲۰ میلیمتر محدود شود.

### ۹-۹-۴-۳ طرح مخلوط

**۹-۹-۴-۳-۱** تعیین نسبت‌های مخلوط بتن خودتراکم باید به نحوی انجام شود که خصوصیات مورد نظر شامل قابلیت پرکنندگی، قابلیت عبور و پایداری مورد نظر را تأمین کند. درجه مورد نیاز این خصوصیات تابع تراکم میلگردها، شکل و اندازه قالب و روش بتن‌ریزی است. بنابراین در هنگام طرح مخلوط باید خصوصیات مورد نظر مورد بررسی قرار بگیرند.

**۹-۹-۴-۳-۲** مقادیر مصالح باید با موارد به شرح زیر مطابقت داشته باشند، مگر آن‌که بررسی آزمایشگاهی نشان دهد که خارج از محدوده‌های ذکر شده تأثیر نامطلوب بر خواص بتن تازه و سخت شده ندارد.

- نسبت حجمی آب به کل پودر (شامل سیمان، پودر سنگ و مواد افزودنی معدنی)، باید بین ۰/۸ تا ۱/۱۰ و حجم خمیر باید بین ۳۴ تا ۴۰ درصد کل حجم مخلوط باشد.
- مقدار سنگدانه درشت باید بین ۲۸ تا ۳۵ درصد حجم مخلوط باشد.
- کل مقدار پودر باید ۳۸۰ تا ۶۰۰ کیلو بر متر مکعب باشد.

**۹-۹-۴-۳-۳** در تعیین نسبت مخلوط باید ابقاپذیری که ظرفیت مخلوط بتن در حفظ الزامات عملکرد در حالت تازه و سخت شده است بررسی شود و با تغییرات ناچیز در کمیت و کیفیت مصالح و مواد مصرفی و روش اجرا در خصوصیات بتن تازه و خواص بتن سخت شده، تغییرات عمده ایجاد نشود. برای بررسی ابقاپذیری باید روش زیر اتخاذ گردد:

مخلوط بتن طبق نسبت‌های تعیین شده همراه با دو مخلوط دیگر که در یکی مقدار آب ۸ لیتر در متر مکعب بیشتر از طرح مخلوط مورد نظر و در مخلوط دیگر مقدار آب ۸ لیتر در متر مکعب کمتر از طرح ساخته شوند. مقادیر آزمایش اسلامپ جاری و آزمایش T-۵۰ هر یک از دو مخلوط (با افزایش و کاهش آب مخلوط) نباید بیشتر از ۱۵ درصد با مخلوط اصلی تفاوت داشته باشند. انحراف استاندارد مقاومت فشاری ۲۸ روزه این دو مخلوط نباید بیشتر از ۴ مگاپاسکال از بتن اصلی در نمونه‌های آزمایشگاهی و بیشتر از ۵ مگاپاسکال در نمونه‌های کارگاهی تفاوت داشته باشند.

### ۹-۹-۴-۴ اجرا

**۹-۹-۴-۴-۱** استفاده از هر نوع مخلوط کن برای ساخت بتن خود تراکم بلامانع است، اما شرایط و وضعیت مکانیکی دستگاه باید در حد مطلوب باشد تا از مخلوط شدن یکنواخت مصالح اطمینان حاصل شود.

**۹-۹-۴-۴-۲** زمان مورد نیاز برای مخلوط کردن بتن خود تراکم معمولاً طولانی‌تر از بتن معمولی است، اما مدت مورد نیاز و ترتیب ریختن مصالح به درون مخلوط کن باید با آزمایش بر مبنای آزمون و خطا تعیین شود. اما در ساخت مخلوط‌های آزمون آزمایشگاهی تا حد امکان باید از مخلوط‌کن مشابه مخلوط‌کن در کارگاه استفاده شود و ترتیب ریختن مصالح و مواد در جام مخلوط کن با ترتیب ریختن مصالح در مخلوط کن کارگاه مطابقت داشته باشد.

**۹-۹-۴-۴-۳** در صورت مصرف پودر سنگ فله‌ای، برای انبار کردن آن در کارگاه باید از سیلوی فلزی استفاده شود تا دچار تغییرات رطوبت و کلوخه‌شدگی نشود.

**۹-۹-۴-۴-۴** مواد افزودنی شیمیایی باید همراه با بخشی از آب مخلوط به عنوان آخرین جزء به مخلوط بتن افزوده شوند. در مواردی که ماده اصلاح‌کننده گرانروی استفاده می‌شود، باید پس از فوق‌روان‌کننده به مخلوط افزوده شود.

**۹-۹-۴-۴-۵** در طراحی قالب‌های عمودی، باید فشار بتن بر روی قالب برابر با فشار هیدرواستاتیک در نظر گرفته شود. مگر آن‌که با انجام آزمایش و یا مستندات مشخص شود که فشار بر روی قالب کمتر و با بیشتر از فشار هیدرواستاتیک است. در صورت عدم وجود اطلاعات کافی، سرعت

بتن‌ریزی باید ۵ متر بر ساعت و یا کمتر در نظر گرفته شود و فشار هیدرواستاتیک از رابطه (۹-۹-۴) محاسبه شود:

$$P= \rho gh \qquad (۹-۹-۴)$$

**۹-۹-۴-۴-۶** تمام اجزای قالب مانند ورق رویه، اعضای افقی مانند کمرکش‌ها، اعضای عمودی و بست‌ها باید قادر باشند که فشار ناشی از بتن مطابق با بند ۹-۱۲-۱ را تحمل کنند.

**۹-۹-۴-۴-۷** ارتفاع مجاز بتن‌ریزی در سقوط آزاد ۳ متر است. برای ارتفاع بیشتر از این مقدار، باید با آزمایش اثر ارتفاع در جداشدگی ذرات بررسی شود و سپس بتن‌ریزی انجام گیرد. اما توصیه می‌شود که برای سقوط آزاد بیش از ۲ متر، از قیف و لوله (ترمی) استفاده شود.

**۹-۹-۴-۴-۸** حداکثر طول جریان آزاد مخلوط بتن ۱۰ متر است. در طول بیشتر احتمال جداشدگی دینامیکی ذرات وجود دارد.

**۹-۹-۴-۴-۹** بسیاری از مخلوط‌های بتن خود تراکم خاصیت تغلیظ‌پذیری دارند، بنابراین عملیات بتن‌ریزی باید استمرار داشته باشد تا از امکان بروز درز سرد ناشی از تغلیظ‌پذیری اجتناب گردد.

**۹-۹-۴-۴-۱۰** لرزاندن بتن خودتراکم مجاز نیست، زیرا منجر به نشست سنگدانه‌های درشت می‌شود.

**۹-۹-۴-۴-۱۱** در پرداخت سطح بتن باید از ابزار فلزی مانند فولادی یا فولادی با آلیاژ منیزیمی استفاده شود، زیرا ابزار چوبی سبب کنده شدن سطح بتن چسبنده می‌شوند.

**۹-۹-۴-۴-۱۲** بلافاصله پس از اتمام عملیات پرداخت سطح بتن، باید با پوشش پلاستیک بر روی سطح بتن از تبخیر آب جلوگیری شود تا منجر به ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی پلاستیک نشود.

**۹-۹-۴-۴-۱۳** برای جلوگیری از خودخشک‌شدگی بتن باید از عمل آوری با روش آب‌رسانی انجام شود و از عمل‌آوری عایقی اجتناب گردد.

**۹-۹-۴-۴-۱۴** در هنگام بتن ریزی در کارگاه، باید نمونه‌برداری برای مقاومت فشاری طبق بتن معمولی انجام شود، اما قبل از بتن‌ریزی باید خصوصیات مخلوط بتن تازه با آزمایش‌های مربوط مانند حلقه J، جعبه L، جریان اسلامپ مورد بررسی قرار بگیرند.

## ۹-۹-۵ بتن اصلاح شده با پلیمر

### ۹-۹-۵-۱ مشخصات کلی

**۹-۹-۵-۱-۱** در هنگام مخلوط کردن اجزای بتن، پلیمرهای آلی به مخلوط اضافه می‌شوند. پلیمرهای آلی از مولکول‌هایی تشکیل شده‌اند که مونومر نامیده می‌شوند و واکنشی که مونومرها را ترکیب می‌کند به پلیمریزاسیون موسوم است. معمولاً پلیمرها به صورت محلول در آب تولید می‌شوند که به آنها لاتکس گفته می‌شود.

**۹-۹-۵-۱-۲** هرچند تنوع در لاتکس‌ها زیاد است، اما فقط آن موادی که به صورت خاص برای سیمان پرتلند فرموله شده‌اند، برای ملات و بتن مناسب می‌باشند. هر یک از انواع لاتکس‌ها می‌تواند خواص معینی از ملات و یا بتن را تغییر دهد. با استفاده از منومرهای مختلف مانند استایرن، بوتادین و اکریلیک می‌توان لاتکس از یک نوع، اما با خواص متفاوت تولید کرد. بنابراین، هر نوع لاتکس دارای کوپلیمرهای مختلف است. لاتکس‌ها می‌توانند بعضی از خواص ملات یا بتن را بهبود بخشند، اما تغییر در خواص به نوع لاتکس مصرفی بستگی دارد. به طور کلی لاتکس‌ها، مقاومت سایش، مقاومت‌های کششی و خمشی، مقاومت در مقابل یخزدگی و آب شدن بتن را افزایش می‌دهند و نفوذپذیری، مدول الاستیسیته و جمع شدگی بتن را کاهش می دهند.

**۹-۹-۵-۱-۳** کاهش مدول الاستیسیته ناشی از مصرف لاتکس‌ها در ملات یا بتن منجر به کاهش تنش‌ها به دلیل اختلاف کرنش‌های حرارتی و جمع شدگی می‌شود و تمایل بتن به ترک‌خوردگی کاهش می‌یابد.

### ۹-۹-۵-۲ مصالح

**۹-۹-۵-۲-۱** مصالح مصرفی برای ساخت ملات یا بتن اصلاح شده با لاتکس مشابه بتن معمولی است و فقط ترکیب لاتکس که به بتن و ملات معمولی افزوده می‌شود، آن را متمایز می‌کند. لاتکس‌ها را بر حسب نوع بار الکتریکی روی منومرها، می‌توان به سه گروه تقسیم کرد.

نوع ماده فعال‌کننده سطحی که برای پراکنده کردن منومرها استفاده می‌شود، مبنای این تقسیم‌بندی است. گروه‌ها به کاتیونی (بار مثبت)، آنیونی (بار منفی) و غیر یونی (بدون بار) تقسیم

می‌شوند. لاتکس‌های کاتیونی یا آنیونی برای استفاده با سیمان مناسب نیستند، زیرا پایداری لازم را ندارند. بنابراین فقط لاتکس‌های غیر یونی باید استفاده شوند.

**۹-۹-۵-۲-۲** معمولاً لاتکس‌هایی که در ملات یا بتن استفاده می‌شوند، شامل لاتکس تک پلیمر استات‌وینیل و یا همراه با مونومرهای اتیلن، اکریلات‌اتیل و ایستروینیل لاتکس کوپلیمر اکریلات-اتیل و لاتکس کوپلیمر استایرن‌بوتادین است.

**۹-۹-۵-۲-۳** تمام لاتکس‌ها باید حاوی مواد ضدکف باشند، زیرا لاتکس‌ها در مخلوط بتن تولید حباب‌های هوا می‌کنند که بر خواص بتن اثر منفی دارد.

**۹-۹-۵-۲-۴** پلیمرهایی که حاوی کلریدها هستند نباید در بتن‌آرمه استفاده شوند، زیرا در محیط قلیایی بتن، کلریدها آزاد و سبب خوردگی میلگردها می‌شوند. مونومرهایی که در این گروه جای دارند، کلراید وینی‌لیدین است.

**۹-۹-۵-۲-۵** در انتخاب نوع و مقدار لاتکس، باید تولیدکننده‌ها با مدارک مستند، اثر لاتکس در خواص ملات یا بتن را در شرایط محیطی مورد نظر ارائه دهند. در غیر این صورت باید مورد بررسی آزمایشگاهی قرار بگیرد.

### ۹-۹-۵-۳ طرح مخلوط

**۹-۹-۵-۳-۱** حدود ۵۰ درصد وزن لاتکس‌ها، از آب تشکیل می‌شوند و بنابراین برای بهره بهینه از لاتکس‌ها، باید از مقدار آب مخلوط ملات یا بتن کاسته شود.

**۹-۹-۵-۳-۲** مقدار بهینه لاتکس‌ها بین ۸ تا ۲۰ درصد جامدات خشک پلیمر و وزن سیمان است. مقدار کمتر و یا بیشتر لاتکس باعث اثرات نامطلوب بتن می‌شود. مقدار بهینه لاتکس در ملات یا بتن باید توسط تولیدکننده با مستندات مربوط توصیه شود.

**۹-۹-۵-۳-۳** برای تعیین نسبت مخلوط ملات یا بتن اصلاح شده با لاتکس، باید در آزمایشگاه مخلوط‌های آزمون ساخته و برای خواص مورد نظر بررسی شوند.

### ۹-۹-۵-۴ اجرا

**۹-۹-۵-۴-۱** از آنجایی که ملات و بتن‌های اصلاح شده با لاتکس‌ها برای تعمیر اعضای بتنی و روکش دال پل‌ها استفاده می‌شوند، قبل از اعمال آنها، باید سطح بتن پایه کاملاً تمیز شود و از هر گونه گرد و خاک و مواد دیگر پاک شود.

**۹-۹-۵-۴-۲** پس از اعمال ملات یا بتن اصلاح شده، باید بر سطح آن با چتایی خیس پوشش داده شود و بر روی چتایی نیز یک ورق پلاستیک گذاشته شود. این روش مرطوب نگه‌داشتن سطح ملات یا بتن باید به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت ادامه یابد. سپس باید اجازه داد که ملات و بتن اصلاح شده، در معرض هوا قرار بگیرد تا پلیمرایز شدن مونومرها در درون سیستم امکان‌پذیر شود.

### ۹-۹-۵-۵ محدودیت

**۹-۹-۵-۵-۱** ملات یا بتن اصلاح شده با لاتکس‌ها وقتی در معرض دایمی آب قرار می‌گیرند باعث کاهش خواص از جمله مقاومت‌های فشاری، کششی و خمشی می‌شود. بنابراین ملات یا بتن اصلاح شده نباید در ساختمان‌هایی استفاده شوند که به طور مستمر در معرض آب قرار دارند.

## ۹-۹-۶ بتن سنگین

### ۹-۹-۶-۱ مشخصات کلی

**۹-۹-۶-۱-۱** بتن سنگین عموماً برای سپر بیولوژیکی در نیروگاه‌های برق اتمی، واحدهای پزشکی و در تأسیسات تحقیقاتی اتمی استفاده می‌شود. بنابراین در محل‌هایی که پرتوهای X و گاما وجود دارند و یا تشعشعات نترون‌ها دخالت دارند، باید از بتن سنگین به عنوان مصالح اقتصادی و عدم نیاز به بازسازی استفاده شود. چگالی بتن سنگین تابع نوع سنگدانه مصرفی است، اما چگالی آن بیش از $۳۲۰۰\ kg/m^3$ می‌باشد.

### ۹-۹-۶-۲ مصالح

**۹-۹-۶-۲-۱** انواع سیمان‌های پرتلند، مواد افزودنی معدنی و شیمیایی مشابه آنچه برای بتن معمولی استفاده می‌شود، در ساخت بتن سنگین مجاز است. بعضی از مواد افزودنی معدنی و

شیمیایی مانند پوزولان‌ها و افزودنی هواساز ممکن است سبب کاهش چگالی بتن شوند، بنابراین در انتخاب این مواد باید اثر آنها در چگالی بتن بررسی شوند.

**۹-۹-۶-۲-۲** برای ساخت بتن سنگین با چگالی بین ۳۲ تا $۴۰ kN/m^3$ باید از سنگدانه‌های سنگین مانند لیمونیت، باریت، هماتیت، ژئوتیت و مگنتیت استفاده کرد، اما برای بتن با چگالی بیش از $۴۰ kN/m^3$ باید از ساچمه‌های فولادی به عنوان سنگدانه استفاده شود.

**۹-۹-۶-۲-۳** نوع سنگدانه و چگالی بتن باید بر مبنای نوع تشعشعات و شدت آن انتخاب گردد. هرچند، در محصولات هیدراتاسیون سیمان در بتن عناصر سبک مانند هیدروژن برای مهار اشعه‌های گاما و نترون‌ها وجود دارد، اما در صورت نیاز به مهار بیشتر تشعشعات می‌توان از سنگ‌ها با مقدار بیشتر آب در ساختار شیمیایی مانند ژئوتیت استفاده کرد، هرچند این نوع سنگدانه دارای چگالی کم می‌باشند. بنابراین انتخاب سنگدانه‌های سنگین و چگالی بتن باید بر اساس نوع و شدت تشعشعات و بر مبنای مستندات و یا آزمایش‌های مربوط انجام شود.

### ۹-۹-۶-۳ طرح مخلوط

**۹-۹-۶-۳-۱** تعیین نسبت‌های بتن سنگین مشابه بتن معمولی است، اما به دلیل خشن بودن مخلوط بتن سنگین باید از ماسه با مدول نرمی کمتر استفاده شود و یا نسبت ماسه به شن افزایش یابد. حداقل مقدار سیمان باید $۳۵۰ kg/m^3$ باشد تا مقدار آب پیوند یافته در ساختار خمیر سیمان به خاصیت سپری بودن بتن در مقابل تشعشعات کمک کند.

**۹-۹-۶-۳-۲** انتخاب نوع سنگدانه و تعیین مقادیر سیمان و آب مخلوط باید بر اساس خواص مورد نظر بتن تازه و سخت شده بر مبنای شرایط خاص ساختمان مانند چرخه‌های حراراتی انجام پذیرد. بنابراین خواص بتن مانند کارایی، جمع شدگی، خزش، خاصیت سپری، انبساط حرارتی در طرح مخلوط در نظر گرفته شوند و قبل از طرح مخلوط، اطلاعات و دانش در خصوص کاربرد ساختمان و اثر هر یک از اجزای بتن در خواص مورد نظر کسب شوند.

**۹-۹-۶-۳-۳** برای دیوارهای حجیم، مقاومت فشاری بیشتر از ۱۵ مگاپاسکال ضرورت ندارد و برای بتن‌های سازه‌ای، مقاومت فشاری بین ۲۰ تا ۳۵ مگاپاسکال کفایت می‌کند. مقاومت فشاری کمتر یا بیشتر از محدوده‌های مذکور وقتی مجاز است که ضرورت آن و تأثیر مقاومت فشاری بر دیگر خواص بتن مورد بررسی قرار گرفته باشند.

### ۹-۹-۶-۴ اجرا

**۹-۹-۶-۴-۱** فشار مخلوط بتن سنگین بر روی قالب‌های عمودی بیشتر از مخلوط بتن معمولی است، بنابراین طراحی و ساخت قالب‌ها باید بر اساس چگالی مخلوط بتن انجام شوند.

**۹-۹-۶-۴-۲** جداشدگی ذرات در بتن سنگین معمولاً رخ می‌دهد، بنابراین باید از ماسه با چگالی زیاد استفاده شود و یا از روش پیش‌آکنده کردن بهره گرفته شود. برای پیش‌آکنده کردن، ابتدا باید سنگدانه‌های بزرگتر از ۶ میلیمتر در قالب متراکم شوند و سپس مخلوط سیمان، ماسه و آب به درون منافذ بین سنگدانه‌ها پمپ شوند.

**۹-۹-۶-۴-۳** برای بتن‌ریزی مخلوط بتن سنگین استفاده از پمپ مجاز است، اما توصیه می‌شود که فاصله پمپ کردن مخلوط نسبت به مخلوط بتن معمولی کاهش یابد و حدود ۱۰ درصد از مقدار شن کاسته شود و نسبت ملات به سنگدانه درشت افزایش یابد.

**۹-۹-۶-۴-۴** به دلیل سنگین بودن مخلوط، توصیه می‌شود که در هنگام استفاده از تجهیزات مانند دستگاه توزین، مخلوط‌کن و وسایل انتقال، به چگالی مخلوط بتن توجه شود تا منجر به آسیب تجهیزات نگردد.

## ۹-۹-۷ بتن سبک

بتن سبک عبارت است از بتنی که وزن مخصوص آن به طور محسوسی کمتر از وزن مخصوص بتنی است که با سنگدانه‌های طبیعی یا شکسته ساخته می‌شود. بتن سبک در سه نوع طبقه‌بندی می‌شود که عبارتند از:

الف) بتن سبک غیر سازه‌ای که معمولا به عنوان تیغه‌های جداساز و عایق‌های صوتی در کف مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارای وزن مخصوص کمتر از ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. با وجود وزن مخصوص کم، مقاومت فشاری آن حدود ۰/۳۵ تا ۷ مگاپاسکال است.

ب) بتن سبک سازه‌ای که دارای مقاومت و وزن مخصوص کافی می‌باشد به گونه‌ای که کاربرد آن در اعضای سازه‌ای مجاز شمرده می‌شود. این بتن دارای وزن مخصوصی بین ۱۴ تا ۱۹ کیلونیوتن بر متر مکعب بوده و حداقل مقاومت فشاری مورد نیاز برای آن ۱۷ مگاپاسکال است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی الزامی نمونه‌های بتن سبک سازه‌ای مطابق جدول ۹-۱۰-۱۶

می‌باشد. همچنین ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های سبک مصرفی در این بتن، مطابق جدول ۹-۱۰-۱۷ می‌باشد.

ج) بتن سبک متوسط که از لحاظ وزن مخصوص و مقاومت فشاری در محدوده‌ای بین بتن‌های سبک غیر سازه‌ای و سازه‌ای قرار دارد. مقاومت فشاری این بتن‌ها بین ۷ تا ۱۷ مگاپاسکال و جرم مخصوص آنها ۸ تا ۱۴ کیلونیوتن بر متر مکعب می‌باشد.

بتن سبک اغلب به عنوان جایگزین مناسب و یا مکمل بتن معمولی و به منظور کاهش وزن ساختمان به کار می‌رود، هرچند مقاومت فشاری آن در مقایسه با بتن معمولی مقدار کمتری است.

کارایی بتن تازه سبک، نیاز به توجه خاصی دارد، زیرا سنگدانه‌های سبک در مخلوط‌های دارای روانی زیاد، تمایل به جدا شدن دارند. بنابراین لازم است که حداکثر اسلامپ محدود شده و از ماده افزودنی حباب هواساز به میزان ۵ تا ۷ درصد (صرفنظر از افزایش دوام بتن در برابر یخ زدن و آب شدن) استفاده شود تا بدون جداشدگی سنگدانه‌ها و آب‌انداختگی بتن، کارایی مورد نظر حاصل گردد.

بتن سبک در مقایسه با بتن معمولی، رطوبت بیشتری از خود عبور داده و بنابراین دارای جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن و خزش بیشتری هستند که باید در طراحی مورد توجه قرار گیرد.

# ۹-۱۰ ارزیابی و کنترل کیفیت و بازرسی بتن و مصالح مصرفی

## ۹-۱۰-۰ علائم اختصاری

$d_1$ = قطر زمینه میلگردهای آجدار، میلیمتر

$d_2$ = قطر خارجی میلگردهای آجدار، میلیمتر

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$f_{su}$ = تنشی که تنش نهایی حداکثر ۵٪ از نمونه‌های میلگرد فولادی کمتر از آن باشد، مگاپاسکال

$f_{su,obs}$ = مقاومت کششی میلگردهای فولادی، یعنی مقاومت حد نهایی، که در آزمایش کششی بر روی میلگردهای مصرفی مورد نظر بدست می‌آید، مگاپاسکال

$f_{yk}$ = مقاومت مشخصه میلگردهای فولادی، کمترین تنشی که تنش تسلیم حداکثر ۵٪ از نمونه‌های میلگرد فولادی کمتر از آن باشد، مگاپاسکال

$f_{y,obs}$ = تنش تسلیمی که در آزمایش کششی بر روی میلگردهای مصرفی مورد نظر عملاً به دست می‌آید، مگاپاسکال

$f_{y,obs,m}$ = متوسط مقادیر $f_{y,obs}$ برای آزمونه‌های میلگرد، مگاپاسکال

S = سطح مقطع مؤثر یا اسمی میلگرد، میلیمتر مربع

s= انحراف معیار برای آزمونه‌های میلگرد

$x_i$ = مقاومت فشاری نمونه iام، مگاپاسکال

$x_m$ = میانگین مقاومت فشاری سه نمونه، مگاپاسکال

$x_{\min}$ = کمترین مقاومت فشاری نمونه‌ها، مگاپاسکال

### ۹-۱۰-۱ کلیات

۱- بتن و مصالح تشکیل‌دهنده آن می‌باید ضوابط و مشخصات مندرج در این فصل را برآورده سازند. به عبارت دیگر، بتنی قابل قبول است که هم خود بتن و هم مصالح تشکیل دهنده آن، ضوابط الزامی مربوطه را برآورده سازند.

۲- به طور کلی پذیرش بتن منوط به برآورده شدن کلیه شرایط زیر است:

الف) ضوابط مربوط به مصالح تشکیل‌دهنده آن

ب) ضوابط مربوط به بتن ساخته شده، از جمله شامل ضوابط مربوط به بتن تازه (نظیر آزمایش کارآیی)، بتن سخت شده (نظیر آزمایش تعیین مقاومت فشاری ۲۸ روزه)، دوام (نظیر حداکثر نسبت آب به سیمان) و ضوابط مربوط به مشخصات خاص بتن ناشی از روش خاص اجرای بتن (نظیر ضوابط مربوط به بتن‌های پمپی یا بتن برای بتن ریزی در زیر آب با استفاده از ترمی).

پ) ضوابط مربوط به تک تک مراحل اجرای کار، شامل حمل (انتقال)، ریختن(جای دادن)، تراکم (از جمله لرزانیدن)، پرداخت سطحی و عمل‌آوری و مراقبت و محافظت (از جمله تأمین رطوبت و دمای مناسب).

ضوابط اخیر می‌باید در مشخصات فنی پروژه دقیقاً قید شده و در عمل نیز برآورده و کنترل شوند.

### ۹-۱۰-۲ ضوابط پذیرش سیمان‌های پرتلند

#### ۹-۱۰-۲-۱ تواتر نمونه‌برداری و ضوابط پذیرش سیمان‌های پرتلند

نمونه‌برداری از سیمان پرتلند، باید به یکی از روش‌های زیر صورت گیرد:

۱. از هر محموله وارده به کارگاه، ۵ kg نمونه

۲. از محل تسمه نقاله یا لوله انتقال به سیلو، از هر ۴۰ ton سیمان در حال انتقال یا کمتر، ۵ kg نمونه به صورت پیوسته یا ناپیوسته

۳. از محل تخلیه سیمان از سیلو، به ازای هر ۱۰۰ ton، ۵ kg نمونه

۴. از انبار کیسه‌های سیمان، به ازای هر 5 ton سیمان کیسه‌ای یا کمتر، یک کیسه به عنوان نمونه

۵. آزمایش‌های فوق حداکثر ماهی یک بار می‌باید انجام شوند.

۶. سایر ضوابط نمونه‌برداری مطابق با استانداردهای ملّی ایران می‌باشد.

۷. سیمان‌های پرتلند را هنگامی می‌توان قابل قبول تلقی کرد که هر دوی ضوابط زیر برآورده شوند:

الف) نتایج حاصل از یک آزمونه و یا میانگین نتایج حاصل از دو آزمونه متوالی، ضوابط شیمیایی و فیزیکی الزامی سیمان‌های پرتلند، مذکور در جداول ۹-۱۰-۱ و ۹-۱۰-۲ را برآورده سازند. این ضوابط در سیمان‌های پرتلند سفید مطابق جداول ۹-۱۰-۴ و ۹-۱۰-۵ و در سیمان‌های پوزولانی مطابق جداول ۹-۱۰-۷ و ۹-۱۰-۸ می‌باشد.

ب) میانگین نتایج حاصل از دو آزمونه متوالی یا میانگین نتایج حاصل از سه آزمونه متوالی، ضوابط مکانیکی الزامی سیمان‌های پرتلند، مذکور در جداول ۹-۱۰-۳ را برآورده سازند. این ضوابط در سیمان‌های پرتلند سفید مطابق جدول ۹-۱۰-۶ و در سیمان‌های پرتلند پوزولانی مطابق جدول ۹-۱۰-۹ می‌باشد.

### ۹-۱۰-۲-۲ ضوابط الزامی سیمان‌های پرتلند

به طور کلی ویژگی‌های انواع سیمان‌های پرتلند، پوزولانی، بنایی، پرتلند روباره‌ای و سیمان پرتلند سفید باید با استانداردهای مربوطه ملّی ایران مطابقت داشته باشد.

مشخصات شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی سیمان‌های پرتلند مطابق جداول ۹-۱۰-۱ تا ۹-۱۰-۳، برای سیمان پرتلند سفید مطابق جداول ۹-۱۰-۴ تا ۹-۱۰-۶ و برای سیمان‌های پرتلند پوزولانی مطابق جداول ۹-۱۰-۷ تا ۹-۱۰-۹ می‌باشد.

**جدول ۹-۱۰-۱ مشخصات شیمیایی الزامی سیمان‌های پرتلند**

| ردیف | ویژگی شیمیایی | | نوع سیمان پرتلند | | | | | شماره استاندارد ملّی ایران برای روش آزمون مربوط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | |
| ۱ | $C_3S$ درصد وزنی سیمان | حداکثر مقدار مجاز | - | - | - | ۳۵ | - | ۱۶۹۲ |
| ۲ | $C_3S$ درصد وزنی سیمان | حداقل مقدار مجاز | - | - | - | ۴۰ | - | ۱۶۹۲ |
| ۳ | $C_3A$ درصد وزنی سیمان | حداکثر مقدار مجاز | - | ۸ | ۱۵ | ۷ | ۵ | ۱۶۹۲ |
| ۴ | $(۲C_3A+C_4AF)$ یا $(C_2F+C_4AF)$ (درصد وزنی سیمان) | حداکثر مقدار مجاز | - | - | - | - | ۲۵ | ۱۶۹۲ |
| ۵ | کاهش وزن ناشی از سرخ شدن (درصد وزنی) | حداکثر مقدار مجاز | ۳/۰۰ | ۳/۰۰ | ۳/۰۰ | ۲/۵۰ | ۳/۰۰ | ۱۶۹۲ |
| ۶ | میزان باقیمانده نامحلول (درصد وزنی) | حداکثر مقدار مجاز | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ | ۱۶۹۲ |
| ۷ | $SiO_2$ (درصد وزنی سیمان) | حداقل مقدار مجاز | - | ۲۰ | - | - | - | ۱۶۹۲ |
| ۸ | $Al_2O_3$ (درصد وزنی سیمان) | حداکثر مقدار مجاز | - | ۶ | - | - | - | ۱۶۹۲ |
| ۹ | $Fe_2O_3$ (درصد وزنی سیمان) | حداکثر مقدار مجاز | - | ۶/۰ | - | ۶/۵ | - | ۱۶۹۲ |
| ۱۰ | MgO(درصد وزن سیمان) | حداکثر مقدار مجاز | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۱۶۹۲ |
| ۱۱ | $SO_3$ (درصد وزنی سیمان) | اگر $C_3A \le ٪۸$ | ۳/۰ | ۳/۰ | ۳/۵ | ۲/۳ | ۲/۳ | ۱۶۹۲ |
| | | اگر $C_3A > ٪۸$ | ۳/۵ | - | ۴/۵ | - | - | |

**توضیح:** در صورت رعایت ضابطه ردیف ۷ جدول ۹-۱۰-۲ رعایت ضوابط ردیف‌های ۳ و ۴ فوق در سیمان نوع پنج الزامی نخواهد بود.

**جدول ۹-۱۰-۲ مشخصات فیزیکی الزامی سیمان‌های پرتلند**

| ردیف | ویژگی فیزیکی | | نوع سیمان پرتلند | | | | | شماره استاندارد ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | |
| ۱ | سطح مخصوص به دست آمده از آزمایش بلین ($mm^2/gr$) | حداقل مقدار مجاز | ۲۸۰۰۰۰ | ۲۸۰۰۰۰ | ۳۲۰۰۰۰ | ۲۸۰۰۰۰ | ۲۸۰۰۰۰ | ۳۹۰ |
| ۲ | انبساط در آزمایش اتوکلاو (درصد) | حداکثر مقدار مجاز | ۰/۸ | ۰/۸ | ۰/۸ | ۰/۸ | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| ۳ | زمان گیرش اولیه به‌دست آمده از آزمایش با سوزن ویکا (دقیقه) | حداقل مقدار مجاز | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۳۹۲ |
| ۴ | زمان گیرش نهایی به‌دست آمده از آزمایش با سوزن ویکا (ساعت) | حداکثر مقدار مجاز | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۶ | ۳۹۲ |
| ۵ | گرمای آبگیری ۷ روزه (cal/gr) | حداکثر مقدار مجاز | - | ۷۰ | - | ۶۰ | - | ۳۹۴ |
| ۶ | حرارت هیدراتاسیون ۲۸ روزه (cal/gr) | حداکثر مقدار مجاز | - | - | - | ۷۰ | - | ۳۹۴ |
| ۷ | انبساط سولفات ۱۴روزه (درصد) | حداکثر مقدار مجاز | - | - | - | - | ۰/۴ | ۳۹۱ |

**توضیح:** در صورت رعایت ضوابط ردیف‌های ۳ و ۴ جدول ۹-۱۰-۳ در سیمان نوع ۵ رعایت ضابطه ردیف ۷ فوق الزامی نخواهد بود.

**جدول ۹-۱۰-۳ مشخصات مکانیکی الزامی سیمان‌های پرتلند**

| ردیف | ویژگی مکانیکی | | نوع سیمان پرتلند | | | | | | شماره استاندارد ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۱ | | | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | |
| | | | ۱-۳۲۵ | ۱-۴۲۵ | ۱-۵۲۵ | | | | | |
| ۱ | مقاومت فشاری نمونه یک روزه ($N/mm^2$) | حداقل مجاز | - | - | - | - | ۱۲/۵ | - | - | ۳۹۳ |
| ۲ | مقاومت فشاری نمونه دو روزه ($N/mm^2$) | حداقل مجاز | - | ۱۰/۰ | ۲۰/۰ | - | - | - | - | ۳۹۳ |
| ۳ | مقاومت فشاری نمونه سه روزه ($N/mm^2$) | حداقل مجاز | ۱۲/۰ | - | - | ۱۰/۰ | ۲۴/۰ | - | ۸/۵ | ۳۹۳ |
| ۴ | مقاومت فشاری نمونه هفت روزه ($N/mm^2$) | حداقل مجاز | ۲۰/۰ | - | - | ۱۷/۵ | - | ۷/۰ | ۱۵/۰ | ۳۹۳ |
| ۵ | مقاومت فشاری نمونه بیست و هشت روزه ($N/mm^2$) | حداقل مجاز | ۳۲/۵ | ۴۲/۵ | ۵۲/۵ | ۳۱/۵ | - | ۱۸/۰ | ۲۷/۰ | ۳۹۳ |
| | | حداکثر مجاز | ۵۲/۵ | ۶۲/۵ | - | - | - | - | - | ۳۹۳ |

**توضیح:** منظور از مقاومت فشاری، میانگین حداقل ۴ آزمونه می‌باشد.

**جدول ۹-۱۰-۴ مشخصات شیمیایی الزامی سیمان پرتلند سفید**

| ردیف | ویژگی شیمیایی | | حداکثر مقدار مجاز | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | MgO (درصد وزنی سیمان ) | | ۵ | ۱۶۹۲ |
| ۲ | $SO_3$ (درصد وزنی سیمان) | اگر $C_3A \leq$ ٪۸ | ۳/۵ | ۱۶۹۲ |
| ۳ | | اگر $C_3A >$ ٪۸ | ۳/۰ | ۱۶۹۲ |
| ۴ | کاهش وزن در دمای ۱۰۰۰ درجه سلسیوس (درصدوزنی) | | ۳ | ۱۶۹۲ |
| ۵ | میزان باقیمانده نامحلول (درصد وزنی) | | ۰/۷۵ | ۱۶۹۲ |

**جدول ۹-۱۰-۵ مشخصات فیزیکی الزامی سیمان پرتلند سفید**

| ردیف | ویژگی فیزیکی | | ضابطه | شماره استاندارد ملّی ایران برای روش آموزش مربوطه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | درجه سفیدی | حداقل مقدار مجاز | ۷۵ | ۲۹۳۱ |
| ۲ | سطح مخصوص به‌دست آمده از آزمایش بلین ($mm^2/gr$) | حداقل مقدار مجاز | ۳۰۰۰۰۰ | ۳۹۰ |
| ۳ | انبساط در آزمایش اتوکلاو (درصد) | حداقل مقدار مجاز | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| ۴ | زمان گیرش اولیه به دست آمده از آزمایش با سوزن ویکا (دقیقه) | حداقل مقدار مجاز | ۴۵ | ۳۹۲ |
| ۵ | زمان گیرش نهایی به دست آمده از آزمایش با سوزن ویکا (ساعت) | حداقل مقدار مجاز | ۸ | ۳۹۲ |

**جدول ۹-۱۰-۶ مشخصات مکانیکی الزامی سیمان پرتلند سفید**

| ردیف | ویژگی مکانیکی | حداقل مقدارمجاز ($N/mm^2$) | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|
| ۱ | مقاومت فشاری نمونه مکعبی به بعد ۵۰mm، پس از ۲ روز قرارگیری در آب | ۱۱ | ۳۹۳ |
| ۲ | مقاومت فشاری نمونه مکعبی به بعد ۵۰mm، پس از ۶ روز قرارگیری درآب | ۱۷/۵ | ۳۹۳ |
| ۳ | مقاومت فشاری نمونه مکعبی به بعد ۵۰mm، پس از ۲۷ روز قرارگیری درآب | ۳۱/۵ | ۳۹۳ |

**جدول ۹-۱۰-۷ ویژگی شیمیایی الزامی سیمان‌های پرتلند پوزولانی**

| ردیف | ویژگی شیمیایی | حداکثرمقدارمجاز | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|
| ۱ | MgO (درصد وزنی سیمان) | ۶ | ۱۶۹۲ |
| ۲ | $SO_3$ (درصد وزنی سیمان) | ۴ | ۱۶۹۲ |
| ۳ | یون کلراید (درصد وزنی سیمان) | ۰/۱ | * |

* تا زمان تدوین استاندارد مربوط به روش آزمون ردیف ۳ جدول فوق، باید از یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی استفاده شود.

**جدول ۹-۱۰-۸ ویژگی فیزیکی الزامی سیمان‌های پرتلند پوزولانی**

| ردیف | ویژگی فیزیکی | | سیمان پ.پ | سیمان پ.پ.و | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | سطح مخصوص به دست آمده از آزمایش بلین ( $mm^2/gr$ ) | حداقل مجاز | ۳۰۰۰۰۰ | ۳۲۰۰۰۰ | ۳۹۰ |
| ۲ | انبساط در آزمایش اتو کلاو (درصد) | حداکثر مجاز | ۰/۸ | ۰/۸ | ۳۹۱ |
| ۳ | انقباض در آزمایش اتو کلاو (درصد) | حداکثر مجاز | ۰/۲ | ۰/۲ | ۳۹۱ |
| ۴ | زمان گیرش اولیه به دست آمده از آزمایش با سوزن ویکا(دقیقه) | حداقل مجاز | ۶۰ | ۶۰ | ۳۹۲ |
| ۵ | زمان گیرش نهایی به دست آمده از آزمایش ویکا(ساعت) | حداکثر مجاز | ۷ | ۷ | ۳۹۲ |

**جدول ۹-۱۰-۹ ویژگی مکانیکی الزامی سیمان‌های پرتلند پوزولانی**

| ردیف | ویژگی فیزیکی | حداقل مقدارمجاز ( $N/mm^2$ ) | | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|
| | | سیمان پ.پ | سیمان پ.پ.و | |
| ۱ | مقاومت فشاری ۳ روزه | ۱۰ | --- | ۳۹۳ |
| ۲ | مقاومت فشاری ۷ روزه | ۱۷/۵ | ۱۵ | ۳۹۳ |
| ۳ | مقاومت فشاری ۲۸روزه | ۳۰ | ۲۷/۵ | ۳۹۳ |

## ۹-۱۰-۳ ضوابط پذیرش سنگدانه‌های مصرفی در بتن

### ۹-۱۰-۳-۱ تواتر نمونه‌برداری سنگدانه‌ها

۱. به ازای هر محموله وارده به کارگاه می‌باید تمامی آزمایش‌های مذکور در بند ۹-۱۰-۳-۲ برروی سنگدانه‌ها انجام گرفته و ضوابط مذکور در بند فوق‌الذکر کنترل شوند.

۲. دانه‌بندی سنگدانه‌های مصرفی در بتن می‌باید هر هفته تعیین شده و با ضوابط مذکور در بند فوق‌الذکر کنترل شوند.
۳. آزمایش تعیین درصد رطوبت جذب شده سنگدانه‌ها می‌باید در هنگام عملیات ساخت بتن، هر روزه در محل تولید بتن انجام شود.
۴. سنگدانه‌های مصرفی در بتن را هنگامی می‌توان قابل قبول تلقی کرد که نتیجه حاصل از یک آزمونه و یا میانگین نتایج حاصل از دو آزمونه متوالی ضوابط مربوطه را برآورده سازند.

### ۹-۱۰-۳-۲ ضوابط الزامی سنگدانه‌های مصرفی در بتن

به طور کلی ویژگی سنگدانه‌های مصرفی در بتن و سنگدانه‌های سبک مصرفی باید با استانداردهای ملّی ایران مطابقت داشته باشد.

ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز (ماسه) مصرفی در بتن مطابق جدول ۹-۱۰-۱۰، و از آن سنگدانه‌های درشت (شن) مصرفی دربتن مطابق جدول ۹-۱۰-۱۱ می‌باشد.

روش آزمون دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز و درشت با الک می‌باید مطابق با استاندارد ملّی ایران صورت گیرد.

ویژگی فیزیکی و مکانیکی الزامی نمونه‌های بتن سازه‌ای با سنگدانه‌های سبک در جدول ۹-۱۰-۱۶ و ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های سبک مصرفی در بتن سازه‌ای در جدول ۹-۱۰-۱۷ درج شده است. روش آزمون مشخصات مکانیکی مذکور در جدول ۹-۱۰-۱۶ مطابق استانداردهای ملّی ایران می‌باشد.

حداکثر میزان مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های ریز (ماسه) مصرفی در بتن مطابق جدول ۹-۱۰-۱۲ و از آن سنگدانه‌های درشت (شن) مصرفی در بتن مطابق با جدول ۹-۱۰-۱۳ می‌باشد.

حداکثر میزان مجاز دانه‌های پولکی و سوزنی در سنگدانه‌های درشت (شن) مصرفی در بتن مطابق جدول ۹-۱۰-۱۴ می‌باشد.

دانه‌های پولکی دانه‌هایی هستند که اندازه کوچکترین بعد آن‌ها کمتر از ۰/۶ برابر میانگین اندازه الک‌ها است. دانه‌های سوزنی دانه‌هایی هستند که بزرگترین بعد آن‌ها بیشتر از ۱/۸ برابر میانگین اندازه الک‌ها است.

سایر مشخصات الزامی سنگدانه‌های مصرفی در بتن مطابق جدول ۹-۱۰-۱۵ است.

**جدول ۹-۱۰-۱۰ ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های ریز مصرفی در بتن**

| ردیف | اندازه الک (mm) | درصد وزنی رد شده از الک |
|---|---|---|
| ۱ | ۹/۵۰ | ۱۰۰ |
| ۲ | ۴/۷۵ | ۸۹-۱۰۰ |
| ۳ | ۲/۳۶ | ۶۰-۱۰۰ |
| ۴ | ۱/۱۸ | ۳۰-۹۰ |
| ۵ | ۰/۶ | ۱۵-۵۴ |
| ۶ | ۰/۳ | ۵-۴۰ |
| ۷ | ۰/۱۵ | ۰-۱۵ |

**جدول ۹-۱۰-۱۱ ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های درشت مصرفی در بتن**

| ردیف | اندازه اسمی الک‌ها یا بعد چشمه مربع (mm) | اعداد داخل جدول درصد وزنی مصالح سنگی رد شده از الک‌ها را نشان می‌دهند | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۶۳ mm | ۵۰ mm | ۳۷/۵ mm | ۲۵ mm | ۱۹ mm | ۱۲/۵ mm | ۹/۵ mm | ۴/۷۵ mm | ۲/۳۶ mm |
| ۱ | ۲۵ تا ۵۰ | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۳۵-۷۰ | ۰-۱۵ | - | ۰ -۵ | - | - | - |
| ۲ | ۴/۷۵ تا ۵۰ | ۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۳۵-۷۰ | - | ۱۰-۳۰ | - | ۰-۵ | - |
| ۳ | ۱۹تا ۳۷/۵ | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۵ | - | ۰-۵ | - | - |
| ۴ | ۴/۷۵ تا ۳۷/۵ | - | ۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۳۵-۷۰ | - | ۱۰-۳۰ | ۰-۵ | - |
| ۵ | ۱۲/۵ تا۲۵ | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۰ | ۰-۵ | - | - |
| ۶ | ۹/۵ تا ۲۵ | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۴۰-۸۵ | ۱۰-۴۰ | ۰-۱۵ | ۰-۵ | - |
| ۷ | ۴/۷۵ تا ۲۵ | - | - | ۱۰۰ | ۹۵-۱۰۰ | - | ۲۵-۶۰ | - | ۰-۱۰ | ۰-۵ |
| ۸ | ۹/۵ تا ۱۹ | - | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۵ | ۰-۵ | - |
| ۹ | ۴/۷۵ تا ۱۹ | - | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | - | ۲۰-۵۵ | ۰-۱۰ | ۰-۵ |
| ۱۰ | ۴/۷۵ تا ۱۲/۵ | - | - | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۴۰-۷۰ | ۰-۱۵ | ۰-۵ |

**جدول ۹-۱۰-۱۲ حداکثر میزان مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های ریز**

| ردیف | ماده زیان‌آور | | حداکثر وزنی ماده زیان‌آور نسبت به کل نمونه | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | کلوخ‌های رسی و ذرات سست | | ۳ | - |
| ۲ | ذرات ریزتر ار ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) حاوی رس یا شیل | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار می‌گیرند. | ۳ | ۴۴۶ |
| | | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار نمی‌گیرند. | ۵ | ۴۴۶ |
| ۳ | ذرات ریزتر ار ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) فاقد رس یا شیل | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار می‌گیرند. | ۵ | ۴۴۶ |
| | | در بتن‌هایی که در معرض سایش قرار نمی‌گیرند. | ۷ | ۴۴۶ |
| ۴ | زغال‌سنگ و لیگنیت | نمای ظاهری بتن اهمیت دارد. | ۰/۵ | - |
| | | نمای ظاهری بتن اهمیت ندارد. | ۱ | - |
| ۵ | میکا | | ۱ | - |
| ۶ | سولفات‌های محلول درآب برحسب $SO_3$ | | ۰/۴ | - |
| ۷ | کلریدهای محلول درآب برحسب CL در بتن آرمه | | ۰/۰۴ | - |

**توضیحات:**

۱- در مواردی که استاندارد ملّی ایران برای آزمون مربوط وجود ندارد، این آزمون‌ها باید مطابق با یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی انجام شود.

۲- لیگنیت، یک نوع زغال‌سنگ است که به رنگ‌های قهوه‌ای و سیاه وجود دارد.

۳- اگر مقدار سولفات محلول در آب موجود در سنگدانه ریز، بیش از مقدار مندرج در ردیف ۵ باشد، مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار سولفات محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

۴- اگر مقدار کلرید محلول در آب موجود در سنگدانه ریز، بیش از مقدار مندرج در ردیف ۶ باشد، مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار کلرید محلول درآب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

**جدول ۹-۱۰-۱۳ حداکثر میزان مجاز مواد زیان‌آور در سنگدانه‌های درشت**

| ردیف | ماده زیان‌آور | | حداکثر وزنی ماده زیان‌آور نسبت به کل نمونه | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | کلوخه‌های رسی و ذرات سست | | ۵ | - |
| ۲ | ذرات ریزتر ار ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) حاوی رس یا شیل | | ۱ | ۴۴۶ |
| ۳ | ذرات ریزتر ار ۷۵ میکرون (رد شده از الک نمره ۲۰۰) فاقد رس یا شیل | | ۱/۵ | ۴۴۶ |
| ۴ | زغال سنگ و لیگنیت | نمای ظاهری بتن اهمیت دارد. | ۰/۵ | - |
| | | نمای ظاهری بتن اهمیت ندارد. | ۱ | - |
| ۵ | سولفات‌های محلول درآب برحسب $SO_4$ | | ۰/۴ | - |
| ۶ | کلریدهای محلول درآب برحسب $Cl^-$ | | ۰/0۴ | - |

توضیحات:

۱- در مواردی که استاندارد ملی ایران برای آزمون مربوط وجود ندارد این آزمون‌ها باید مطابق با یکی از استانداردهای معتبر بین المللی انجام شود.

۲- لیگنیت یک نوع زغال سنگ است که به رنگ های قهوه ای و سیاه وجود دارد.

۳- اگر مقدار سولفات محلول در آب موجود در سنگدانه ریز بیش از مقدار مندرج در ردیف ۵ باشد مصرف آن به شرطی مجازاست که مقدار سولفات محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

۴- اگر مقدار کلرید محلول در آب موجود در سنگدانه ریز بیش از مقدار مندرج در ردیف ۶ باشد مصرف آن به شرطی مجاز است که مقدار کلراید محلول در آب موجود در کل سنگدانه ریز و درشت از حداکثر مجاز کمتر باشد.

**جدول ۹-۱۰-۱۴حداکثر میزان مجاز دانه‌های پولکی و سوزنی در سنگدانه‌های درشت مصرفی در بتن**

| ردیف | شرح | حداکثر درصد وزنی سنگدانه سوزنی یا پولکی نسبت به کل نمونه | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|
| ۱ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های مانده برروی الک ۶/۳ میلی‌متر | ۳۰ | - |
| ۲ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۹/۵ میلی‌متر | ۴۵ | - |
| ۳ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۱۲/۵میلی‌متر | ۴۵ | - |
| ۴ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۱۹ میلی‌متر | ۴۰ | - |
| ۵ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۲۵ میلی‌متر | ۴۰ | - |
| ۶ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۳۸ میلی‌متر | ۴۰ | - |
| ۷ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۵۰ میلی‌متر | ۳۵ | - |
| ۸ | دانه‌های پولکی و سوزنی موجود در سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۶۳ میلی‌متر | ۳۵ | - |

**توضیح:** تا زمان تدوین استاندارد ملّی ایران در این زمینه، آزمون مربوطه باید مطابق با یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی انجام شود.

### ۹-۱۰-۳-۳ سایر مشخصات الزامی سنگدانه‌های مصرفی در بتن

**جدول ۹-۱۰-۱۵ برخی از مشخصات الزامی سنگدانه‌های مصرفی در بتن**

| ردیف | شرح | نوع سنگدانه | حداکثر مقدار مجاز | حداقل مقدار مجاز | شماره استاندار ملّی ایران برای روش آزمون مربوطه |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | میزان کاهش وزن در آزمایش لس‌آنجلس (درصد) | شن | ۵۰ | - | ۴۴۸ |
| ۲ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌سدیم (درصد) | شن | ۱۲ | - | ۴۴۹ |
| ۳ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌سدیم (درصد) | ماسه | ۱۰ | - | ۴۴۹ |
| ۴ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌منیزیم (درصد) | شن | ۱۸ | - | ۴۴۹ |
| ۵ | میزان افت وزنی در آزمایش سلامت با سولفات‌منیزیم (درصد) | ماسه | ۱۲ | - | ۴۴۹ |

**جدول ۹-۱۰-۱۶ ویژگی فیزیکی و مکانیکی الزامی نمونه‌های بتن سازه‌ای با سنگدانه‌های سبک**

| ردیف | نوع بتن<br>حداکثر مقدار میانگین وزن مخصوص سه آزمونه بتنی ۲۸ روزه خشک شده در هوا ( $kg/m^3$ ) | حداقل مقدار میانگین مقاومت فشاری سه آزمونه بتنی ۲۸ روزه (MPa) | حداقل مقدار میانگین مقاومت کششی در آزمایش دونیم شدن در هشت آزمونه بتنی ۲۸ روزه (MPa) |
|---|---|---|---|
| ۱ | تمامی سنگدانه‌ها سبک هستند.<br>۱۷۶۰ | ۲۸ | ۲/۲ |
| ۲ | تمامی سنگدانه‌ها سبک هستند.<br>۱۶۸۰ | ۲۱ | ۲/۱ |
| ۳ | تمامی سنگدانه‌ها سبک هستند.<br>۱۶۰۰ | ۱۷ | ۲/۰ |
| ۴ | سنگدانه‌ها، شامل سنگدانه‌های سبک و ماسه هستند.<br>۱۸۴۰ | ۲۸ | ۲/۳ |
| ۵ | سنگدانه‌ها، شامل سنگدانه‌های سبک و ماسه هستند.<br>۱۷۶۰ | ۲۱ | ۲/۱ |
| ۶ | سنگدانه‌ها، شامل سنگدانه‌های سبک و ماسه هستند.<br>۱۶۸۰ | ۱۷ | ۲/۱ |

**جدول ۹-۱۰-۱۷ ضوابط الزامی دانه‌بندی سنگدانه‌های سبک مصرفی در بتن سازه‌ای**

| اندازه‌ها | درصد وزنی رد شده از الک‌های با سوراخ مربعی | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲۵ mm | ۱۹ mm | ۱۲/۵ mm | ۹/۵ mm | ۴/۷۵ mm | ۲/۳۶ mm | ۱/۱۸ mm | ۰/۳ mm | ۰/۱۵ mm |
| سنگدانه ریز: شماره ۰ تا ۴ | - | - | - | ۱۰۰ | ۸۵-۱۰۰ | - | ۴۰-۸۰ | ۱۰-۳۵ | ۵-۲۵ |
| سنگدانه درشت: | | | | | | | | | |
| ۳۵ میلی‌متر(شماره ۴) | ۹۰-۱۰۰ | - | ۲۵-۶۰ | - | ۵-۱۰ | - | - | - | - |
| ۱۹ میلی‌متر (شماره ۴) | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | - | ۱۰-۵۰ | ۰-۱۵ | - | - | - | - |
| ۱۲/۵ میلی‌متر (شماره ۴) | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۴۰-۸۰ | ۰-۲۰ | ۰-۱۰ | - | - | - |
| ۹/۵ میلی‌متر (شماره ۸) | - | - | ۱۰۰ | ۸۰-۱۰۰ | ۴۰-۵۰ | ۰-۲۰ | ۰-۱۰ | - | - |
| مخلوط سنگدانه‌های ریز و درشت: | | | | | | | | | |
| ۰ تا ۱۲/۵ میلی‌متر | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | - | ۵۰-۸۰ | - | - | ۵-۲۰ | ۲-۱۵ |
| ۰ تا ۹/۵ میلی‌متر | - | - | ۱۰۰ | ۹۰-۱۰۰ | ۶۵-۹۰ | ۳۵-۶۰ | - | ۱۰-۲۵ | ۵-۱۵ |

## ۹-۱۰-۴ ضوابط پذیرش آب مصرفی در بتن

### ۹-۱۰-۴-۱ تواتر نمونه‌برداری

درصورت لزوم انجام آزمایش‌های مذکور در بند ۹-۱۰-۴-۲، باید این آزمایش‌ها در دوره‌های زمانی زیر انجام و ضوابط مربوطه کنترل شود.

۱) در ابتدای کار

۲) پس از هر بار تغییر منبع تأمین آب

### ۹-۱۰-۴-۲ ضوابط پذیرش آب مصرفی در بتن

۱- آبی را که قابل آشامیدن است مزه یا بوی مشخصی ندارد و تمیز و صاف است، می‌توان بدون انجام آزمایش، در بتن به‌کار برد. تنها استثنا آن است که سوابق قبلی، نشان دهنده نامناسب بودن این آب برای بتن باشد، که در این صورت، این آب را نباید در بتن بکار برد.

۲- آب غیر آشامیدنی را به شرطی می‌توان در بتن به‌کار برد که ضوابط الزامی مربوطه، مذکور در بند ۹-۱۰-۴-۳ را برآورده سازند.

۳- حداکثر مقدار مجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن مطابق جدول ۹-۱۰-۱۸ می‌باشد.

### ۹-۱۰-۴-۳ آب غیرآشامیدنی

آب‌های غیرآشامیدنی را هنگامی می‌توان قابل قبول تلقی کرد که نتایج حاصل از یک آزمونه و یا میانگین نتایج حاصل از دو آزمونه متوالی ضوابط مربوط را برآورده سازند.

آبی را که مشخصات آن مطابق با بند ۹-۱۰-۴-۲ نیست به شرطی می‌توان در بتن به‌کار برد که ضوابط زیر را برآورده سازند:

۱) PH آب مصرفی در بتن نباید کمتراز ۵ یا بیشتر از ۸/۵ باشد.

۲) مقاومت ۲۷ و ۲۸ روزه آزمونه‌های ملات ساخته شده با آب غیرآشامیدنی حداقل معادل ۹۰ درصد مقاومت نظیر آزمونه‌های مشابه ساخته شده با آب مقطر باشد.

۳) زمان گیرش اولیه خمیر سیمان ساخته شده با آب غیرآشامیدنی بیش از یک ساعت ($\pm$) با زمان گیرش نظیر خمیر سیمان ساخته شده با آب مقطر تفاوت نداشته باشد.

۴) نتیجه انبساط حجم به‌دست آمده از آزمایش سلامت سیمان، در آزمونه ساخته شده با آب غیرآشامیدنی از نتیجه به‌دست آمده از آزمونه نظیر ساخته شده با آب آشامیدنی بیشتر نباشد.
روش انجام آزمایش مطابق با استاندارد ملّی ایران می‌باشد.

۵) هیچ یک از مواد زیان‌آور موجود در آب مصرفی در بتن از مقادیر جدول ۹-۱۰-۱۸ بیشتر نباشد.

۶) میزان چربی معدنی آب مصرفی در یک حجم معین از بتن از ۲/۵ درصد وزن سیمان مصرفی در همان حجم از بتن بیشتر نباشد.

آزمایش ضوابط بندهای ۱، ۲، ۵ و ۶ فوق تا قبل از تدوین استاندارد ملّی ایران باید مطابق با یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی صورت گیرد.

**جدول ۹-۱۰-۱۸ حداکثر مقدارمجاز مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن**

| ردیف | نوع ماده زیان‌آور | شرح مصرف | شماره استاندارد ایران برای روش آزمون مربوط | حداکثر مقدار مجاز (وزنی) (ppm) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ذرات معلق جامد | بتن پیش‌تنیده در هر شرایط محیطی | - | ۱۰۰۰ |
| ۲ | | بتن غیر مسلح و بدون آرماتور | - | ۲۰۰۰ |
| ۳ | | بتن آرمه در شرایط محیطی ملایم و متوسط | - | ۲۰۰۰ |
| ۴ | | بتن آرمه در شرایط محیطی شدید و بسیار شدید و فوق العاده شدید | - | ۱۰۰۰ |
| ۵ | کل مواد محلول در آب | بتن پیش تنیده در هر شرایط محیطی | - | ۱۰۰۰ |
| ۶ | | بتن غیر مسلح و بدون اقلام فلزی مدفون | - | ۳۵۰۰۰ |
| ۷ | | بتن آرمه در شرایط محیطی ملایم و متوسط | - | ۲۰۰۰ |
| ۸ | | بتن آرمه در شرایط محیطی شدید و بسیار شدید و فوق العاده شدید | - | ۱۰۰۰ |
| ۹ | کل یون کلرید ($Cl^-$) | بتن پیش تنیده در هر شرایط محیطی | - | ۵۰۰ |
| ۱۰ | | بتن غیرمسلح و بدون آرماتور و بدون اقلام فلزی مدفون | - | ۱۰۰۰۰ |
| ۱۱ | | بتن آرمه در شرایط محیط شدید و بسیار شدید و فوق‌العاده شدید | - | ۵۰۰ |
| ۱۲ | | بتن آرمه در شرایط محیطی ملایم و متوسط | - | ۱۰۰۰ |
| ۱۳ | | بتن غیر مسلح و بدون آرماتور ولی دارای مواد آلومینیومی یا فلزات غیر مشابه یا دارای قالب‌های گالوانیزه | - | ۱۰۰۰ |
| ۱۴ | کل یون سولفات ($SO_4^-$) | بتن پیش تنیده در هر شرایط محیطی | - | ۱۰۰۰ |
| ۱۵ | | بتن آرمه در هر شرایط محیطی | - | ۱۰۰۰ |
| ۱۶ | | بتن غیر مسلح و بدون اقلام فلزی مدفون | - | ۳۰۰۰ |
| ۱۷ | قلیایی معادل | در تمامی انواع بتن‌ها | - | ۶۰۰ |

**توضیحات جدول:**

توضیح ۱- منظور از قلیایی معادل، میزان وزنی ( $Na_2O + 0/658K_2O$ ) است.

توضیح ۲- در ردیف‌های ۹ تا ۱۲ علاوه بر برآورده شدن ضوابط این جدول، میزان یون کلرید آب نیز باید به میزانی باشد که وزن کل کلراید قابل حل در آب در حجم معینی از بتن (که منبع آن می‌تواند از هر یک از اجزای بتن یا از محیط باشد) برحسب درصدی از وزن سیمان همان حجم بتن از مقادیر مندرج در جدول ۹-۶-۱ تجاوز نکند.

توضیح ۳- در ردیف های ۱۴تا ۱۶، علاوه بر برآورده شدن ضوابط این جدول میزان یون سولفات آب نیز باید به میزانی باشد که وزن کل سولفات قابل حل در آب در حجم معینی از بتن (که منبع آن می‌تواند از هریک از اجزای بتن از جمله سیمان یا از محیط باشد ) برحسب درصدی از وزن سیمان همان حجم از بتن از ۴ درصد و وزن کل سولفات موجود در حجم معینی از بتن برحسب درصدی از وزن سیمان همان حجم از بتن از ۵ درصد بیشتر نباشد.

توضیح ۴- منظور از ppm، غلظت برحسب قسمت در میلیون (وزنی) است که اگر اعداد مربوطه در جدول برحسب ppm را در $۱۰^{-۴}$ ضرب کنیم غلظت برحسب درصد وزنی به دست می‌آید.

توضیح ۵- آزمایش ضوابط مندرج در این جدول، تا قبل از تدوین استاندارد ملی ایران باید مطابق با یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی صورت گیرد.

توضیح ۶ - رعایت مفاد ردیف ۱۷ جدول فوق در مواردی که سنگدانه فعال باشد، الزامی است.

## ۹-۱۰-۵ ضوابط پذیرش مواد افزودنی مصرفی در بتن

مواد افزودنی مصرفی در بتن را هنگامی می توان قابل قبول تلقی کرد که تحت آزمون‌های مذکور در جدول ۹-۱۰-۱۹ قرارگرفته و ضوابط الزامی مربوطه را برآورده سازند.

جزئیات برخی از این آزمون‌ها و الزامات مربوط، در استانداردهای ملّی ایران درج شده است. در صورت عدم تدوین تمام یا بخشی از استانداردهای مورد نیاز، باید از یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی استفاده کرد.

**جدول ۹-۱۰-۱۹ آزمون‌های الزامی مواد افزودنی بتن**

| ردیف | نوع | موارد الزامی که باید کنترل شوند |
|---|---|---|
| ۱ | همه مواد افزودنی | یکنواختی – رنگ – ترکیبات موثر-ph- چگالی نسبی (فقط برای افزودنی مایع) مقدار مواد خشک –تاثیر برروی گیرش–کل کلرین (کلر) –کلرید محلول درآب – قلیائیت معادل – رفتار از نظر خوردگی فولاد |
| ۲ | کندگیرکننده | زمان گیرش – مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن تازه |
| ۳ | تندگیرکننده | زمان گیرش اولیه –مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن تازه |
| ۴ | زودسخت‌کننده | مقاومت فشاری –مقداری هوای بتن تازه |
| ۵ | حباب هواساز | مقدار هوای بتن تازه – مشخصات حباب های هوا در بتن سخت شده – مقاومت فشاری |
| ۶ | نگهدارنده آب | آب انداختگی –مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن تازه |
| ۷ | کاهنده جذب آب | جذب مویینه – مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن تازه |
| ۸ | کاهنده آب /روان کننده (با هدف کاهندگی آب) | میزان کاهش آب – مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن |
| ۹ | فوق کاهنده آب – فوق روان-کننده (با هدف کاهندگی آب) | میزان کاهش آب – مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن |
| ۱۰ | فوق کاهنده آب – فوق روان-کننده (با هدف افزایش روانی) | افزایش روانی – حفظ و تداوم روانی – مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن تازه |
| ۱۱ | کندگیرکننده – کاهنده آب – روان‌کننده | مقاومت فشاری – زمان گیرش – میزان کاهش آب –مقدار هوای بتن تازه |
| ۱۲ | تندگیر کننده – کاهنده آب – روان‌کننده | مقاومت فشاری – زمان گیرش اولیه – میزان کاهش آب – مقدار هوای بتن تازه |
| ۱۳ | کندگیر کننده – فوق کاهنده آب – فوق روان‌کننده (با هدف افزایش آب و کندگیری) | مقاومت فشاری – زمان گیرش اولیه – میزان کاهش آب – مقدار هوای بتن تازه |
| ۱۴ | کندگیر کننده – فوق کاهنده آب – فوق روان کننده (با هدف افزایش آب و کندگیری) | حفظ و تداوم روانی – مقاومت فشاری – مقدار هوای بتن تازه |

### ۹-۱۰-۶ ضوابط پذیرش پوزولان‌ها و مواد شبه سیمانی

مشخصات پوزولان‌ها و مواد شبه سیمانی می‌باید با استانداردهای ملّی مربوطه، تطابق داشته باشد. در صورت نبود برخی از این ضوابط، می‌باید این مواد با یکی از استانداردهای معتبر بین المللی مطابقت داشته باشند.

مواد جایگزین سیمان، شامل پوزولان‌ها و مواد شبه‌سیمانی، می‌باید مطابق استانداردهای ملّی ایران باشند.

### ۹-۱۰-۷ ضوابط پذیرش میلگردهای مصرفی در بتن

#### ۹-۱۰-۷-۱ تواتر نمونه‌برداری

تعداد و تواتر نمونه‌ها باید به گونه‌ای باشد که نتایج آزمایش‌های انجام شده برروی آنها معرف کیفیت کل آرماتور مصرفی و حداقل به میزان ذکر شده در (الف) تا (پ) این بند باشند:

الف) به ازای هر ۵۰۰۰۰ کیلوگرم وزن میلگرد و کسر آن یک سری نمونه

ب) از هر قطر یک سری نمونه

پ) از هر نوع فولاد یک سری نمونه

برروی هر سری نمونه باید آزمایش‌های مذکور در بند ۹-۱۰-۷-۲ انجام شود

#### ۹-۱۰-۷-۲ ضوابط الزامی میلگردهای مصرفی در بتن

##### ۹-۱۰-۷-۲-۱ مشخصات هندسی میلگردها

رواداری طول‌ها و قطرهای میلگردها و آج‌های میلگردهای آجدار باید مطابق با استاندارد ملّی ایران به شماره ۳۱۳۲ باشد.

ضوابط و الزامات قطر اسمی انواع میلگردهای ساده وآجدار، قطر زمینه میلگردهای آجدار( $d_1$)، یعنی قطر میلگرد آجدار بدون در نظر گرفتن آج آن و نیز قطر خارجی میلگردهای آجدار ( $d_2$)، یعنی قطر میلگرد با احتساب کامل آج آن مطابق جدول ۹-۱۰-۲۰ می‌باشد. سایر ویژگی‌های میلگردها باید مطابق با استانداردهای ملی مربوطه باشد.

**جدول ۹-۱۰-۲۰ ضوابط و الزامات قطرهای: اسمی، زمینه و خارجی انواع میلگردها**

| قطر اسمی میلگردهای ۲۴۰ (mm)($d_b$) | میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج دوکی) | | | میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج یکنواخت) | | | میلگردهای S۵۰۰ (با آج دوکی) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | قطر اسمی (mm)($d_b$) | قطر زمینه (mm)($d_1$) | حداکثر ارتفاع برجستگی طولی (mm) | قطر اسمی (mm)($d_b$) | قطر زمینه (mm)($d_1$) | قطر خارجی (mm)($d_2$) | قطر اسمی (mm)($d_b$) | قطر زمینه (mm)($d_1$) | قطر خارجی در بلندترین نقطه آج عرضی و یا آج طولی (mm)($d_2$) |
| ۶ | ۶ | ۵/۷۰ | ۰/۶ | ۶ | ۵/۷۵ | ۶/۷۵ | – | – | – |
| ۸ | ۸ | ۷/۶۰ | ۰/۸ | ۸ | ۷/۵۰ | ۹/۰۰ | – | – | – |
| ۱۰ | ۱۰ | ۹/۵۰ | ۱/۰ | ۱۰ | ۹/۳۰ | ۱۱/۳۰ | – | – | – |
| ۱۲ | ۱۲ | ۱۱/۴۰ | ۱/۲ | ۱۲ | ۱۱/۰۰ | ۱۳/۵۰ | – | – | – |
| ۱۴ | ۱۴ | ۱۳/۴۰ | ۱/۴ | ۱۴ | ۱۳/۰۰ | ۱۵/۵۰ | ۱۴ | ۱۳/۲۰ | ۱۵/۷۰ |
| ۱۶ | ۱۶ | ۱۵/۳۰ | ۱/۶ | ۱۶ | ۱۵/۰۰ | ۱۸/۰۰ | ۱۶ | ۱۵/۲۰ | ۱۸/۲۰ |
| ۱۸ | ۱۸ | ۱۷/۳۰ | ۱/۸ | ۱۸ | ۱۷/۰۰ | ۲۰/۰۰ | ۱۸ | ۱۷/۲۰ | ۲۰/۲۰ |
| ۲۰ | ۲۰ | ۱۹/۲۰ | ۲/۰ | ۲۰ | ۱۹/۰۰ | ۲۲/۰۰ | ۲۰ | ۱۹/۲۰ | ۲۲/۲۰ |
| ۲۲ | ۲۲ | ۲۱/۲۰ | ۲/۲ | ۲۲ | ۲۱/۰۰ | ۲۴/۰۰ | ۲۲ | ۲۱/۲۰ | ۲۴/۲۰ |
| ۲۵ | ۲۵ | ۲۴/۰۳ | ۲/۵ | ۲۵ | ۲۴/۰۰ | ۲۷/۰۰ | ۲۵ | ۲۴/۲۰ | ۲۷/۲۰ |
| ۲۸ | ۲۸ | ۲۶/۹۰ | ۲/۸ | ۲۸ | ۲۶/۵۰ | ۳۰/۵۰ | ۲۸ | ۲۶/۸۰ | ۳۰/۸۰ |
| ۳۲ | ۳۲ | ۳۰/۷۸ | ۳/۲ | ۳۲ | ۳۰/۵۰ | ۳۴/۵۰ | – | – | – |
| ۳۶ | ۳۶ | ۳۴/۸۰ | ۳/۶ | ۳۶ | ۳۴/۵۰ | ۳۹/۵۰ | – | – | – |
| ۴۰ | ۴۰ | ۳۸/۵۰ | ۴/۰ | ۴۰ | ۳۸/۵۰ | ۴۳/۵۰ | – | – | – |

### ۹-۱۰-۷-۲ مشخصات مکانیکی میلگردها

میلگردها زمانی از نظر مکانیکی قابل قبول شناخته می‌شوند که یکی از شرایط بندهای شماره ۹-۱۰-۷-۲-۱ یا ۹-۱۰-۷-۲-۲ و به طور همزمان همه شرایط بندهای ۹-۱۰-۷-۲-۳ و ۹-۱۰-۷-۲-۴ و ۹-۱۰-۷-۲-۵ که در ذیل می‌آیند برآورده نمایند:

**۹-۱۰-۷-۲-۱** در تمامی ۵ آزمونه میلگرد انتخابی باید رابطه (۹-۱۰-۱) برقرار باشد:

$$(f_{y,obs})_i \geq f_{yk} \qquad i = ۱,...,۵ \qquad (۹-۱۰-۱)$$

**۹-۱۰-۷-۲-۲** در صورتی که تمام یا بخشی از شرایط بند ۹-۱۰-۷-۲-۱ برآورده نشود، ۵ آزمونه دیگر انتخاب می‌شود. نتایج ۱۰ آزمونه مذکور در بندهای ۹-۱۰-۷-۲-۱ و ۹-۱۰-۷-۲-۲ باید در رابطه (۹-۱۰-۲) صدق کند:

$$f_{y,obs,m} \geq f_{yk} + ۰/۶s \qquad (۹-۱۰-۲)$$

$$f_{y,obs,m} = \frac{\sum_{i=۱}^{۱۰} (f_{y,obs,m})_i}{۱۰} \qquad (۹-۱۰-۳)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=۱}^{۱۰} \left[ \left( f_{y,obs,m} \right) - (f_{y,obs})_i \right]^۲}{۹}} \qquad (۹-۱۰-۴)$$

**۹-۱۰-۷-۲-۳** در هر یک از آزمونه‌های مذکور در بندهای ۹-۱۰-۷-۲-۱ و ۹-۱۰-۷-۲-۲ باید تمامی روابط زیر برقرار باشد:

$$f_{su} \geq ۱/۱۸ (f_{y,obs})_i \qquad (۹-۱۰-۵)$$

$$(f_{su,obs})_i \geq ۱/۲۵ f_{yk} \qquad (۹-۱۰-۶)$$

$$\left| \left( f_{y,obs} \right)_i - f_{yk} \right| \leq ۱۲۵ MPa \qquad (۹-۱۰-۷)$$

$$\left(f_{su,obs}\right)_i \geq ۱/۲۵(f_{y,obs})_i \qquad (۸-۱۰-۹)$$

**۹-۱۰-۷-۲-۴** به عنوان ضابطه شکل‌پذیری، ازدیاد طول نسبی دو طول معیار، یکی به طول ۱۰ برابر و دیگری به طول ۵ برابر قطر میلگرد (یعنی $\varepsilon_{۱۰}$ و $\varepsilon_{۵}$) باید حداقل برابر با مقادیر مندرج در جدول ۹-۱۰-۲۱ باشد.

**جدول ۹-۱۰-۲۱ حداقل مجاز ازدیاد طول نسبی میلگردهای فولادی در آزمایش کشش**

| رده فولاد / ازدیاد طول نسبی | S۲۴۰ | S۳۴۰ | S۴۰۰ | S۵۰۰ |
|---|---|---|---|---|
| حداقل مقدار مجاز $\varepsilon_{۱۰}$ | ۰/۱۸ | ۰/۱۵ | ۰/۱۲ | ۰/۰۸ |
| حداقل مقدار مجاز $\varepsilon_{۵}$ | ۰/۲۵ | ۰/۱۸ | ۰/۱۶ | ۰/۱۰ |

**۹-۱۰-۷-۲-۵** به عنوان ضابطه شکل‌پذیری، میلگردها باید با مشخصات و اندازه‌های مندرج در جدول ۹-۱۰-۲۲ تحت آزمون خمش قرار گیرند.

**جدول ۹-۱۰-۲۲ زاویه خمش و نسبت قطر خمش به قطر اسمی میلگردها در آزمایش خمش میلگردهای فولادی**

| رده | زاویه خمش (درجه) | | نسبت قطر فک خمش به قطر اسمی میلگرد |
|---|---|---|---|
| | خمش سرد | خمش مجدد | |
| S۲۴۰ | ۱۸۰ | ۹۰ | ۲ |
| S۳۴۰ | ۱۸۰ | ۹۰ | ۳ |
| S۴۰۰ | ۱۸۰ | ۹۰ | ۵ |
| S۵۰۰ | ۹۰ | ۹۰ | ۵ |

آزمون خمش به دو صورت خمش سرد و خمش مجدد صورت می‌گیرد.

آزمون خمش سرد بر روی نمونه‌هایی با طول حداقل ۲۵۰ میلی‌متر که مستقیماً از خط تولید به دست آمده و هیچ‌گونه عملیات مکانیکی (از جمله تراشکاری) بر روی آن اعمال نشده است انجام می‌شود. روش آزمون خمش سرد مطابق استاندارد ملّی ایران صورت می‌گیرد.

در آزمون خمش مجدد، نمونه‌های آزمون که مشابه نمونه‌های خمش سرد است، به میزان ۹۰ درجه در دمای محیط خم و سپس نمونه به مدت حداقل نیم ساعت تا دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس گرم می‌شود. پس از آنکه نمونه سرد شده و به دمای محیط رسید آن را با نیروی پیوسته و یکنواخت، به میزان ۲۰ درجه برمی‌گردانند.

میلگرد زمانی از نظر هر یک از آزمون‌های خمش قابل قبول تلقی می‌گردد که پس از خمش، هیچ گونه ترک، شکستگی یا سایر عیوب (مطابق استانداردهای ملّی مربوطه) درآن ایجاد نگردد و مشاهده نشود.

### ۹-۱۰-۷-۳ سایر مشخصات

**۹-۱۰-۷-۳-۱** در صورتی که قرار است در میلگردها از وصله جوشی استفاده شود، باید این میلگردها تحت آزمایش جوش پذیری قرار گیرند. در این آزمایش نمونه‌های جوش شده باید تحت آزمایش کشش و خمش قرار گیرند.

در آزمایش کشش، زمانی میلگرد از نظر جوش‌پذیری قابل قبول تلقی می‌گردد که مقطع گسیخته شده، در محل جوش یا در مجاورت آن نباشد. درآزمایش خمش، زمانی میلگرد از نظر جوش پذیری قابل قبول تلقی می‌گردد که پس از خم کردن، ترکی در منطقه جوش شده و خود جوش به وجود نیاید.

**۹-۱۰-۷-۳-۲** در مورد میلگردهایی که تاحد پوسته شدن زنگ زده باشند، به ویژه میلگردهایی که به طور موضعی و عمیق دچار خوردگی شده باشند باید پس از ماسه پاشی، آزمایش‌های (الف) و (ب) بر روی نمونه‌های آنها انجام شود:

الف) آزمایش و کنترل مجدد موارد مذکور در بند ۹-۱۰-۷-۲

ب) اندازه‌گیری مجدد قطر اسمی میلگردها و مطابقت آن با رواداری‌های مذکور در استاندارد ۳۱۳۲ ملّی ایران

در صورتی که میلگردهای پوسته شده ضوابط (الف) و (ب) را برآورده نسازند، غیر قابل قبول تلقی می‌شوند.

**۹-۱۰-۷-۳-۳** میلگردهایی که دچار خم و اعوجاج شدید شده‌اند، فقط هنگامی قابل مصرف و قبول می‌باشند که مجدداً تحت آزمایش خمش قرارگرفته و ضوابط مزبور را برآورده سازند.

## ۹-۱۰-۸ ضوابط پذیرش بتن‌های مصرفی در کارگاه

### ۹-۱۰-۸-۱ آزمونه و نمونه‌برداری بتن‌های مصرفی در کارگاه

۱- مقصود از هر نمونه‌برداری از بتن، تهیه حداقل دو آزمونه یکسان، که در زمان و شرایط یکسانی تولید و نگهداری شده‌اند، می‌باشد. به عبارت دیگر، نمونه‌برداری عبارت است از میانگین نتایج دو یا چند آزمونه مشروط بر آن‌که این آزمونه‌ها همزمان تهیه و در شرایط یکسان نمونه‌گیری و متراکم و عمل‌آوری شده و تحت آزمایش قرار گرفته باشند. همچنین نتایج آزمونه‌ها می‌باید به اندازه کافی به یکدیگر نزدیک بوده و بیش از حد مشخصی از یکدیگر دور نباشد.

۲- به طور کلی آزمونه عبارت است از یک قطعه بتنی به شکل مشخص، عموماً استوانه‌ای یا مکعبی و به ابعاد مشخص که طبق استانداردهای مشخص، از بتن در محل ریختن در قالب یا گاهی در محل تولید بتن، نمونه‌گیری شده و طبق استانداردهای مشخص متراکم و عمل‌آوری شده و در سنین خاص تحت آزمایش‌های مشخص قرار می‌گیرد.

۳- در آزمایش‌های تعیین مقاومت بتن، اگر اختلاف بین مقاومت دو آزمونه کمتر از ۵ درصدِ میانگین آن دو باشد، در این صورت متوسط آنها را محاسبه کرده و به عنوان یک نمونه‌گیری گزارش می‌کنند. در غیر این صورت نتیجه آزمونه سوم تعیین کننده خواهد بود. اگر در مراحل بین نمونه‌گیری تا انجام آزمایش یک آزمونه، وضعیتی مغایر با شرایط لازم بوجود آید، نتیجه آن آزمونه قابل استناد نبوده و نباید در میانگین‌گیری وارد شود. بنابراین اکیداً توصیه می‌شود که در هر بار نمونه‌برداری، حداقل ۳ آزمونه به جای ۲ آزمونه تهیه شود.

۴- ارزیابی و بررسی و پذیرش براساس آزمونه‌ها مجاز و قابل قبول نیست، بلکه فقط بر اساس نمونه‌گیری مجاز است.

### ۹-۱۰-۸-۲ تواتر نمونه‌برداری از بتن

۱- نمونه‌برداری از بتن باید به طور کامل تصادفی صورت گیرد. در نظر گرفتن هرگونه ضابطه خاص، از جمله شکل ظاهری بتن در نمونه‌برداری، زمان نمونه‌گیری، شرایط خاص جوی و نظایر اینها به عنوان ملاک نمونه‌گیری، موجب به دست آوردن نمونه‌هایی با شرایط ویژه خواهد شد. دراین صورت مبانی آماری ضوابط پذیرش بتن مخدوش می‌شوند، و لذا قضاوت در مورد کیفیت بتن، صحّت و عمومیت خود را از دست می‌دهد.

۲- نمونه‌های آزمایش را می‌باید درست پیش از ریختن، ترجیحا در محل نهایی مصرف آن یعنی در محل قالب برداشت.

۳- در صورتی که حجم هر مخلوط بتن بیشتر از $۱\ m^۳$ باشد، تواتر نمونه‌برداری به ترتیب زیر خواهد بود:

۳-۱- برای دال‌ها و دیوارها و شالوده‌ها، یک نمونه‌برداری از هر $۳۰\ m^۳$ حجم بتن یا هر $۱۵۰\ m^۲$ سطح بتن ( هر کدام منجر به بیشترین تعداد نمونه‌برداری گردد).

۳-۲- برای تیرها و کلاف‌ها، در صورتی که جدا از قطعات دیگر بتن‌ریزی می‌شوند، یک نمونه‌برداری از هر ۱۰۰ متر طول

۳-۳- برای ستون‌ها، یک نمونه‌برداری از هر ۵۰ متر طول

۴- در صورتی که حجم هر مخلوط بتن کمتر از $۱\ m^۳$ باشد، می‌باید مقادیر مذکور در بندهای ۳-۱ تا ۳-۳ فوق را متناسباً کاهش داد.

۵- اگر به تشخیص دستگاه نظارت، در ساخت بتن، کنترل کیفیت مطلوبی وجود نداشته باشد و یکنواختی در ساخت بتن در نوبت‌های مختلف به نحو رضایت بخشی حاصل نشود، دستگاه نظارت می‌تواند مقادیر مذکور در بندهای ۳-۱ تا ۳-۳ را کاهش دهد. بدین ترتیب تعداد نمونه‌ها به همان نسبت بیشتر می‌گردد.

۶- مقادیر مذکور در بندهای ۳-۱ تا ۳-۳ حداقل مقادیر نمونه‌برداری است. به عبارت دیگر می‌توان تعداد نمونه‌گیری را بیش از این مقادیر در نظر گرفت ولی کمتر از این مقادیر مجاز نیست.

۷- هنگام تعیین حداقل تعداد نمونه‌برداری لازم در دال‌ها و دیوارها، در محاسبه سطح دال و دیوار، فقط یک وجه آنها را می‌باید در نظر گرفت.

۸- قطع نظر از حجم بتن‌ریزی، حداقل یک نمونه‌برداری از هر رده و از هر نوع بتن در هر روز الزامی است. لذا چنانچه در یک ساختمان، بتن‌هایی با رده‌های مختلف و طرح‌های اختلاط متفاوت به کار رود حداقل یک نمونه‌برداری در هر روز برای هر یک از آنها ضروری است.

۹- در هر ساختمان، قطع نظر از حجم بتن مصرفی در آن، حداقل شش نمونه‌برداری از هر رده بتن و از هر نوع بتن در کل ساختمان الزامی است.

۱۰- توصیه می‌شود نمونه‌برداری یک ساختمان بتنی بین اعضای مختلف آن و در طبقات مختلف ساختمان توزیع گردد.

### ۹-۱۰-۸-۳ ضوابط و شرایط مجاز بودن عدم نمونه‌گیری از بتن‌های مصرفی

در صورت تحقق شرایط زیر می‌توان از نمونه‌برداری و آزمایش مقاومت بتن صرفنظر کرد:

۱- حجم کل بتن مصرفی در پروژه ساختمان مورد نظر از $m^3$ ۳۰ کمتر باشد.

۲- دلیلی برای رضایت‌بخش بودن کیفیت بتن مصرفی وجود داشته باشد. تشخیص این امر، مشروط بر ارائه دلایل مورد نظر، با دستگاه نظارت است. لذا سابقه استفاده از یک طرح مخلوط و یا سوابق مقاومت بتن‌های آماده به کاررفته در سایر پروژه‌ها می‌تواند به تشخیص دستگاه نظارت، دلیلی برای صرفنظر کردن از نمونه‌برداری و آزمایش بتن باشد، مشروط بر آن که رده بتن‌ها و نیز نسبت‌های اختلاط آنها یکسان بوده و زمان زیادی، مثلاً بیش از سه ماه، بین دو بتن مزبور وجود نداشته باشد.

اکیداً یادآوری می‌گردد که در صورت عدم تحقق دقیق بندهای ۱ و ۲ فوق، عدم نمونه‌گیری از بتن و عدم انجام آزمایش مقاومت بتن مجاز نیست.

### ۹-۱۰-۸-۴ مبانی پایه‌ای ضوابط پذیرش کیفیت بتن ساخته شده

۱- پذیرش بتن براساس نمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه صورت می‌پذیرد. لذا پذیرش بتن براساس این نمونه‌ها فقط شاخصی برای تعیین کیفیت بتن ساخته شده، و نه بتن نهایی ریخته شده و موجود در ساختمان، است. از آنجا که کیفیت بتن به کار برده شده، علاوه برکیفیت بتن ساخته شده به کیفیت اجرا نیز بستگی دارد، لذا سایر مراحل اجرای کار (از جمله حمل، ریختن، تراکم، پرداخت و عمل‌آوری و مراقبت بتن) نیز می‌باید جداگانه کنترل شوند. کنترل ضوابط اخیر، به عنوان بخش مکمل کنترل کیفیت بتن ساخته و ریخته شده الزامی است.

۲- پذیرش بتن مبتنی بر ارزیابی آماری نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌های متوالی است. منظور از دو نمونه‌برداری متوالی آن است که فاصله بین زمان نمونه‌برداری آنها از سه شبانه روز بیشتر نباشد.

#### ۹-۱۰-۸-۴-۱ ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده

۱- برای ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده، نیاز به نتایج حداقل سه نمونه برداری متوالی است.

۲- پس از ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده، این بتن در یکی از سه رده پذیرشی زیر قرارخواهد گرفت:

۲-۱ قابل قبول

۲-۲ غیر قابل قبول

۲-۳- عدم پذیرش قطعی

۳- برای ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده، نتایج مقاومت‌های بدست آمده نمونه‌ها، براساس آزمونه‌های استوانه‌ای حاصل از آزمایش‌ها با مقاومت فشاری مشخصه بتن ( $f_c$ ) بر حسب مگاپاسکال، مقایسه می‌شود. شایان ذکر است که ملاک ارزیابی در این خصوص نمونه‌های استوانه‌ای است. در صورت استفاده از نمونه‌های مکعبی می‌باید نتایج آنها را با استفاده از مطالب مذکور در بند ۹-۵-۱-۳ به مقادیر نظیر نمونه‌های استوانه‌ای تبدیل کرد.

### ۹-۱۰-۸-۵ مراحل گام به گام ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده

اگر $x_1$ و $x_2$ و $x_3$ نتایج سه نمونه‌برداری متوالی باشند. به منظور ارزیابی کیفیت بتن ساخته شده، گام‌های زیر طی شود:

گام اول: روابط زیر باید کنترل شود:

$$x_1 \geq f_c \qquad (۹-۱۰-۹)$$

و

$$x_2 \geq f_c \qquad (۱۰-۱۰-۹)$$

و

$$x_3 \geq f_c \qquad (۱۱-۱۰-۹)$$

در صورتی که هر سه رابطه فوق، همزمان برقرار بودند در آن صورت بتن از نظر مقاومت، «قابل قبول» است. در غیر اینصورت گام دوم بررسی می‌شود.

یادآوری می‌گردد که به جای سه رابطه فوق، می‌توان رابطه زیر را نوشت و کنترل کرد:

$$\min (x_1, x_2, x_3) \geq f_c \qquad (۱۲-۱۰-۹)$$

گام دوم: روابط زیر باید کنترل شود:

$$x_m = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \geq f_c + 1/5 MPa \qquad (۱۳-۱۰-۹)$$

و

$$x_{min} \geq f_c - 4MPa \qquad (۱۴-۱۰-۹)$$

در صورتی که هر دو رابطه اخیر، همزمان برقرار بودند در آن‌صورت بتن از نظر مقاومت، «قابل قبول» است. در غیر اینصورت، گام سوم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

یادآوری می‌گردد که فقط هنگامی می‌باید گام دوم را کنترل کرد که بتن در گام اول«قابل قبول» شناخته نشده باشد.

گام سوم: روابط زیر باید کنترل شود:

$$x_{min} < f_c - 4MPa \qquad (۱۵-۱۰-۹)$$

یا

$$x_m < f_c \qquad (۱۶-۱۰-۹)$$

در صورتی که هر دو یا یکی از روابط فوق برقرار باشد، بتن«غیر قابل قبول» شناخته می‌شود. در غیر این‌صورت، بتن«عدم پذیرش قطعی» شناخته می‌شود.

یادآوری می‌گردد که فقط هنگامی می‌باید گام سوم را کنترل کرد که بتن در گام‌های اول و دوم «قابل قبول» شناخته نشده باشد.

### ۹-۱۰-۸-۶ نحوه برخورد با بتن‌های «غیر قابل قبول از نظر مقاومت» (بتن‌های کم مقاومت) یا بتن‌های کم دوام

در صورتی‌که براساس آزمایش‌ها، مقاومت آزمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه، مطابق بند ۹-۱۰-۸-۵ معلوم شود که بتن بر رده مورد نظر منطبق نیست و از نظر مقاومت غیر قابل قبول است، باید تدابیری به شرح زیر برای حصول اطمینان از ظرفیت باربری ساختمان اتخاذ شود، اما در هر صورت مقاومت آزمونه‌ها نباید از مقدار ۱۶ مگاپاسکال کمتر باشد:

۱. در صورتی که با استفاده از تحلیل ساختمان موجود و بازبینی طراحی بتوان ثابت کرد که ظرفیت باربری ساختمان به ازای مقاومت بتن کمتر از مقدار پیش‌بینی شده هم قابل قبول است، نوع بتن از نظر تامین مقاومت ساختمان قابل قبول تلقی می‌شود.

به عبارت دیگر، در صورتی‌که در بتن‌های با مقاومت کم، با به کارگیری تحلیل موجود ساختمان و بازنگری در طراحی اعضا بر مبنای مقاومت کمتر و مشخصات نهایی اجرا شده در ساختمان (مشخصات و نقشه‌های چون ساخت)، اعضای ساختمان دارای ظرفیت باربری مورد نیاز باشند، بتن از نظر تامین مقاومت سازه‌ای قابل قبول است. از جمله عواملی که ممکن است در پاره‌ای از موارد موجب شوند که این‌گونه بتن‌ها، علیرغم مقاومت کمتر، از نظر سازه‌ای قابل قبول واقع شوند عبارتست از:

۱-۱- هماهنگ‌سازی مقاطع و در نتیجه استفاده از مقاطع بزرگتر در برخی از نقاط ساختمان

۱-۲- به کارگیری میلگردهایی با سطح مقطع بیشتر از حد نیاز به دلیل مصرف تعداد صحیح میلگرد

۱-۳- استفاده از میلگردهای با قطرهای یکسان

انجام این بررسی بنا به درخواست مجری یا پیمانکار و تأیید دستگاه نظارت و با هزینه مجری یا پیمانکار صورت خواهد پذیرفت.

۲. در صورتی که شرط بند ۱ فوق برآورده نشود ولی با انجام تحلیل و طراحی مجدد بتوان ثابت کرد که ظرفیت باربری تمامی قسمت‌های ساختمان، با فرض وجود بتن با مقاومت کمتر در قسمت‌های احتمالی قابل قبول خواهد بود، نوع بتن از نظر تامین مقاومت ساختمان قابل قبول تلقی می‌شود.

در این حالت، در صورت تأیید دستگاه نظارت می‌توان با تحلیل و طراحی مجدد و با فرض وجود بتن کم‌مقاومت در قسمت‌هایی از ساختمان، که احتمال مصرف بتن مزبور در آنجا داده می‌شود کنترل باربری ساختمان و مقاطع آن را انجام داد. در این مرحله، از نیروهای داخلی و لنگرهای هر عضو که در تحلیل مجدد ساختمان به دست آمده‌اند برای طراحی ساختمان استفاده می‌شود. در بند ۱ قبل ممکن است نیروهای داخلی و لنگرهای حداکثر موجود در یک عضو هماهنگ‌سازی شده و در طراحی به کار رفته باشند ولی در اینجا از نیروهای داخلی و لنگرهای ناشی از تحلیل مجدد در طراحی استفاده می‌کنند که با توجه به تغییر سختی بعضی از اعضا نسبت به تحلیل اولیه با یکدیگر متفاوت خواهند بود. لذا در این حالت احتمال پذیرش بتن از نظر سازه‌ای بیشتر از حالت قبل است.

۳. در صورتی که شرایط بندهای ۱و۲ فوق برآورده نشوند لازم است روی مغزه‌های گرفته شده از بتن در قسمتهایی که احتمال وجود بتن با مقاومت کمتر داده می‌شود آزمایش به عمل آید. این آزمایشها می‌باید با روش «آزمایش مغزه‌های مته شده و تیرهای اره شده» مطابقت داشته باشند. برای قسمت‌هایی از ساختمان که نتایج آزمایش‌های آزمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه مربوط به آنها، شرایط پذیرش بتن مذکور در بند ۹-۱۰-۸-۵ را برآورده نکند باید سه مغزه تهیه و آزمایش شود.

برای تشخیص قسمت‌های مشکوک به وجود بتن با مقاومت کمتر، ابتدا می‌باید مدارک کارگاه شامل آزمایش‌های مصالح و گزارش‌های کارگاهی را مورد بررسی قرار داد و سپس با توجه به نتایج آزمایش‌های مقاومت فشاری بتن محل‌های مشکوک به مقاومت کم را به صورت تقریبی شناسایی کرد. اگر این منطقه گسترده و وسیع باشد می‌توان با انجام آزمایش‌های کم هزینه و غیرمخرب نظیر آزمایش‌های اولتراسونیک (فراصوت) نقاط ضعیف را با دقت بیشتری مشخص نمود در مرحله بعد در صورت تأیید دستگاه نظارت سه مغزه از ناحیه مشکوک تهیه می‌کنند. توصیه می‌شود که مغزه‌ها از نقاطی تهیه شوند که ضعف اساسی در عضو ایجاد نکند و تا حد امکان فاقد میلگرد باشد. آنگاه می‌باید

سروته مغزه‌ها را بریده و سپس آزمونه‌ها را طبق استاندارد کلاهک‌گذاری نمود. منظور از کلاهک‌گذاری آنست که سطح دو سر آزمونه‌ها را به طرق مختلف استاندارد از جمله با استفاده از گوگرد مذاب به صورت صاف و در عین حال عمود بر محور آزمونه در آوریم.

۴. اگر بتن در شرایط بهره برداری از ساختمان، خشک باشد می‌باید مغزه‌ها را به مدت هفت روز در هوای با دمای ۲۷-۱۶درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی کمتر از ۶۰ درصد خشک کرده و سپس مورد آزمایش قرار داد. اگر بتن در شرایط بهره‌برداری از ساختمان مرطوب یا غرقاب باشد می‌باید مغزه‌ها را به مدت حداقل ۴۰ ساعت در آب غوطه‌ور کرده و سپس به‌صورت مرطوب مورد آزمایش قرار داد.

نتایج آزمایش مقاومت مغزه‌ها، به صورت خشک یا مرطوب را می‌باید به مقاومت آزمونه استوانه‌ای استاندارد تبدیل کرد. برای این منظور می‌توان از جداول مذکور در فصل پنجم استفاده نمود. همچنین می‌باید ضرایب تصحیح ناشی از قائم یا افقی بودن محل مغزه گرفته شده و نیز ناشی از وجود آماتور احتمالی را به نتایج به دست آمده اعمال نمود.

۵. در قسمتهایی از ساختمان که مقاومت بتن از طریق آزمایش مغزه‌ها ارزیابی می‌شود، در صورتی می‌توان بتن را از نظر تامین مقاومت قابل قبول تلقی کرد که متوسط مقاومت‌های فشاری سه مغزه حداقل برابر با ۰/۸۵ برابر مقاومت فشاری مشخصه باشد و به علاوه مقاومت هیچ‌یک از مغزه‌ها از ۰/۷۵ برابر مقاومت فشاری مشخصه کمتر نباشند. برای کنترل دقت نتایج می‌توان مغزه‌گیری را تکرار کرد.

برای مقایسه مقاومت فشاری متوسط مغزه‌ها با مقاومت مشخصه بتن می‌باید از نتایج تصحیح شده مقاومت مغزه‌ها استفاده کرد. بدین منظور می‌توان نتایج مقاومت بتن اعضا و قطعات سازه‌ای را با ۰/۸۵ برابر مقاومت مشخصه مقایسه نمود، زیرا در عملیات بتن‌ریزی، تراکم، عمل‌آوری، مراقبت و محافظت بتن در کارگاه کاستی‌هایی در مقایسه با شرایط تهیه نمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه وجود خواهد داشت.

در صورتی که ساختمان یا عضو مورد نظر از اهمیت و حساسیت ویژه‌ای برخوردار باشد و یا این که دستگاه نظارت در انتخاب نقاط مشکوک یا مراحل تهیه و آزمایش مغزه‌ها شک نماید، تکرار مغزه‌گیری توصیه می‌گردد. اگر در این مرحله، ضوابط مورد نظر برآورده شوند، بتن از نقطه نظر تامین مقاومت قابل قبول تلقی می‌گردد و نیاز به محاسبات اضافی مانند بندهای ۱و۲ فوق وجود ندارد.

۶. در صورتی که شرایط بند ۵ فوق برآورده نشوند و ظرفیت باربری ساختمان مورد تردید باقی بماند، می‌باید آزمایش بارگذاری مطابق استانداردهای مربوطه بر روی قسمت‌های مشکوک به عمل آید یا اقدامات مقتضی دیگری از جمله تقویت قطعه بتنی صورت گیرند.

بدین منظور درصورت تایید دستگاه نظارت می‌توان ظرفیت باربری عضو و ساختمان را با انجام آزمایش بارگذاری بر روی عضو خمشی مشکوک مورد بررسی قرار داد.

آزمایش بارگذاری می‌باید به گونه‌ای انجام گیرد که مشخص کند عضو مشکوک در زیر بارهای محتمل رفتار قابل قبولی از خود نشان می‌دهد یا خیر. این‌گونه آزمایش نمی‌تواند روشن نمایدکه بتن دارای مقاومت مطلوب و قابل قبول هست یا خیر.

طراحی محافظه‌کارانه، اجرای قطعات با ابعاد بیشتر، مصرف میلگرد با مقاومت بیشتر از مقاومت مشخصه، استفاده از میلگرد با مساحت مقطع بیشتر و قراردادن میلگردها به گونه‌ای که بتوانند لنگر بیشتری را تحمل نمایند، می‌تواند موجب آن شود که حتی با مصرف بتن کم‌مقاومت نیز عضو مورد نظر از نظر سازه‌ای و تحمل بار قابل قبول باشد.

از سوی دیگر، این امکان نیز وجود دارد که آزمایش بارگذاری با داشتن بتن قابل قبول و منطبق بر رده مورد نظر نیز جوابی مطلوب بدست ندهد. بنابراین تفکیک صحت طراحی، اجرای صحیح و مصرف مصالح منطبق با مشخصات استاندارد از یکدیگر، با آزمایش بارگذاری به سهولت امکان پذیر نمی‌باشد.

آزمایش بارگذاری می‌باید هر دو پارامتر مقاومت و سختی را مطابق با دستورالعمل‌های استاندارد دقیق اندازه‌گیری کند. هرگونه نتیجه‌گیری صرفاً براساس میزان تغییر شکل تیرها و ستونها، که فقط شاخصی از سختی عضو سازه‌ای است و مقاومت آن را در نظر نمی‌گیرد، مجاز نیست و کفایت سازه‌ای لازم را ندارد. اتخاذ تصمیم در مورد مقاوم‌سازی یا تخریب بتن می‌باید براساس مطالعات همه جانبه، شرایط ساختمان و تاثیر هر یک از روش‌ها بر روی ساختمان و اعضای سازه‌ای صورت پذیرد.

۷. در صورتی‌که هیچکدام از موارد فوق برای پذیرش بتن و یا اقداماتی که منجر به پذیرش بتن می-شود عملی نگردد، مقاوم‌سازی یا تخریب بتن فوق الزامی است.

از جمله اقدامات مقتضی دیگر در این خصوص آن است که اگر از مقاومت مغزه‌هایی که طبق بند ۵ فوق مورد پذیرش واقع نشده‌اند در محاسبات تحلیل مقطع (شبیه بندهای ۱و۲ فوق) استفاده گردد، می‌توان در خصوص قابل قبول بودن بتن در ساختمان اظهار نظر نمود. در این حالت با فرض این که

مقاومت بتن قطعه مورد نظر تحت ارزیابی قرار گرفته است می‌توان در ضرایب ایمنی بتن تجدید نظر کرد.

این امکان وجود دارد که با تغییر بارهای مرده قطعه (از طریق تغییر نقشه، تغییر مصالح و جزییات) بتوان بتن و ساختمان را قابل قبول اعلام نمود. با تغییر شرایط بهره‌برداری و در پی آن تغییر بار زنده نیز می‌توان بتن را مورد پذیرش قرار داد. در هر صورت این موارد می‌باید با نظر مساعد کارفرما و با مشورت دستگاه نظارت و طراح پروژه به دقت بررسی شوند. همچنین می‌باید توجه داشت که در بسیاری اوقات می‌توان با تقویت اعضا و اتصالات سازه‌ای بتنی با استفاده از مواد و روش‌های مناسب بتن را از نظر سازه‌ای به حد قابل قبول رساند.

تخریب بخشی‌هایی از ساختمان را معمولا می‌باید به عنوان آخرین راه حل مدنظر قرار داد. تخریب بخشی از ساختمان، علاوه بر هدر رفتن سرمایه‌های ملّی، می‌تواند آثار نامطلوبی را بر بخش‌های سالم و قابل قبول آن بر جای گذارد، لذا تخریب می‌باید طبق دستور دستگاه نظارت و با دقت تمام انجام گیرد و از اعمال ضربه برای تخریب بتن تا حد امکان خودداری شود.

همچنین می‌باید توجه داشت که اعمال ضربه برای تخریب بخشی از اعضای سازه‌ای بتنی با مقاومت کم می‌تواند موجب بروز اشکالات جدی در اعضای سازه‌ای چسبیده به آنها و ترک‌خوردگی و کاهش مقاومت و سختی آنها شود و لذا این امر مجاز نخواهد بود.

همچنین شایان ذکر است که تولید بتن‌های با مقاومت کم را می‌باید به عنوان یک پدیده نادر تلقی کرد و نباید به عنوان یک رویه رایج در کارگاه در آید. دستیابی به این هدف می‌تواند با استفاده از مصالح با کیفیت استاندارد، طرح مخلوط مناسب، استفاده از دستگاه‌ها و روش‌های استاندارد و به کارگیری نیروی انسانی ماهر حاصل شود.

۸. در صورتی که ضوابط لازم برای دستیابی به دوام پیش بینی شده بتن تامین نشود لازم است با به کارگیری روش‌های ترمیم بتن و یا استفاده از سیستم‌های حفاظتی بتن نفوذپذیری آن را کاهش داده و یا دوام آن را افزایش داد تا حداقل ضوابط دوام لازم برآورده شوند.

اگر در شرایط خصوصی پیمان یا مشخصات فنی خصوصی ضوابط دیگری نیز مطرح باشند رعایت آنها نیز الزامی است.

### ۹-۱۰-۸-۷ نحوه برخورد با بتن‌های«عدم پذیرش قطعی»

در صورتی که براساس بند ۹-۱۰-۸-۵ بتن «عدم پذیرش قطعی» تلقی گردد اگر ارزیابی در مرحله‌ای صورت می‌گیرد که امکان اصلاح وجود داشته باشد (مانند بررسی و پذیرش طرح اختلاط بتن) مهندس طراح ساختمان می‌تواند با انجام اصلاحات لازم بدون بررسی بیشتر بتن را قابل قبول تلقی نماید. در غیر این صورت می‌باید بتن را با مقاومت کم ارزیابی کرد، در این صورت انجام اقدامات مذکور در بند ۹-۱۰-۸-۶ الزامی است.

### ۹-۱۰-۸-۸ آزمونه‌های ارزیابی روش عمل آوردن و مراقبت بتن

۱. دستگاه نظارت می‌تواند برای کنترل کیفیت عمل آوردن و مراقبت بتن در ساختمان، انجام آزمایش‌های مقاومت بر روی آزمونه‌های عمل آمده و مراقبت شده در شرایط کارگاهی را درخواست کند.

۲. عمل آوردن آزمونه‌ها در کارگاه می‌باید مطابق استانداردهای معتبر بین المللی با عنوان «روش ساختن و عمل آوردن آزمونه‌های بتنی در کارگاه» باشد.

۳. در صورتی روش عمل آوردن و مراقبت بتن رضایت بخش تلقی می‌شود که مقاومت فشاری آزمونه‌های کارگاهی در سن مشخص شده برای مقاومت فشاری مشخصه، حداقل معادل ۰/۸۵ برابر مقاومت نظیر آزمونه‌های عمل آمده در آزمایشگاه یا به اندازه ۴ مگاپاسکال بیشتر از مقاومت فشاری مشخصه باشد. در غیر این‌صورت می‌باید اقداماتی برای بهبود روش‌های مزبور صورت گیرد. به منظور کنترل روش عمل‌آوری و مراقبت از بتن در شرایط واقعی کارگاهی، نمونه‌هایی در شرایط کارگاهی قرار گرفته، و نمونه‌های نظیر نیز در شرایط آزمایشگاهی قرار می‌گیرند.

۴. ضریب ۰/۸۵ فوق برای قضاوت در مورد کفایت عمل آوردن و محافظت بتن در شرایط کارگاهی منظور شده است و می‌توان آن را بیانگر اجرای خوب تلقی نمود. باید توجه داشت که این مقایسه بین مقاومت‌های اندازه گیری شده نمونه‌های کارگاهی و آزمایشگاهی صورت می‌پذیرد و نه بین مقاومت‌های نمونه‌های کارگاهی و مقاومت مشخصه بتن.

۵. همچنین در صورتی که مقاومت نمونه‌های کارگاهی به اندازه ۴ مگاپاسکال بیشتر از مقاومت مشخصه بتن باشد می‌توان نتایج نمونه‌های کارگاهی را از نظر روش عمل آوردن و محافظت بتن در کارگاه رضایت بخش تلقی کرد.

۶. نکته بسیار مهم در این خصوص آن است که نحوه عمل‌آوری نمونه‌های کارگاهی می‌باید واقعا نشان دهنده شرایط عمل آوری کارگاهی باشد و عمل آوری و مراقبتی اضافه بر شرایط کارگاهی بر روی آنها صورت نگیرد.

### ۹-۱۰-۸-۹ آزمونه‌های آگاهی

در صورتی که آگاهی از کیفیت بتن در موعدهای خاصی مانند زمان باز کردن قالب‌ها و غیره ضرورت داشته باشد، علاوه بر آزمونه‌های متعارف ارزیابی مقاومت و روش عمل آوردن و مراقبت بتن (مذکور در بندهای ۹-۱۰-۸-۲ و ۹-۱۰-۸-۸) آزمونه‌هایی از بتن گرفته و در موعدهای مورد نظر تحت آزمایش قرار می‌دهند. این آزمونه‌ها را آزمونه‌های آگاهی می‌نامند. از جمله نمونه‌های آگاهی عبارتند از نمونه‌های با سنین ۳، ۷ و۴ روزه.

از جمله موارد استفاده آزمونه‌های آگاهی، تخمین و پیش بینی مقاومت ۲۸ روزه بتن از روی مقاومت آزمونه‌های آگاهی با سنین کمتر است. بدین منظور از جمله می‌توان از جدول ۹-۱۰-۲۴ (مذکور در بند ۹-۱۰-۸-۱۱) استفاده کرد. از جمله مزایای این امر آن است که در صورت بروز اشکال در مقاومت بتن، مدیران و مهندسان کارگاه و دستگاه نظارت می‌توانند در زمان‌های زودتر از این امر آگاهی یافته و هر چه زودتر از ادامه مشکل پیشگیری کرده و در جهت تصحیح و اصلاح امر اقدام کنند. بدین منظور ضروری است آزمایشگاه‌های فنی پروژه نتایج این آزمونه‌ها در اسرع وقت به مسئولان کارگاه و دستگاه نظارت تحویل دهند.

شایان ذکر است که نمونه‌های آگاهی می‌باید در شرایطی مشابه شرایط عضو اصلی، در محل، نگهداری و عمل آوری شوند.

### ۹-۱۰-۸-۱۰ تحلیل آماری نتایج نمونه‌های آزمایشگاهی

۱. در صورتی که توزیع نتایج مقاومت‌های بتن، نرمال فرض شود، آنگاه در صورت پذیرفته شدن بتن بر اساس گام‌های اول و دوم بند ۹-۱۰-۸-۵، احتمال پذیرفته شدن بتن‌هایی که عیب کلی آنها برابر با ۵ درصد باشد برابر با ۹۹-۹۵درصد خواهد بود، مشروط بر آنکه مقادیر انحراف استاندارد کلی تولید بتن در حدود ۷-۳ مگاپاسکال باشد.

۲. در صورت رعایت ضوابط مذکور در گام سوم بند ۹-۱۰-۸-۵ احتمال پذیرفته نشدن بتن‌هایی که عیب کلی آنها برابر با ۵ درصد باشد برابر با ۱/۶-۰/۴ درصد خواهد بود مشروط بر آنکه مقادیر انحراف استاندارد کلی تولید بتن در حدود ۷-۳ مگاپاسکال باشد.

۳. همانگونه که پیش از این نیز گفته شد مقصود از نتیجه آزمایش نمونه‌ها یا نمونه‌گیری، میانگین حداقل دو آزمونه همزاد و همزمان می‌باشد. معمولا این امکان وجود دارد که در تهیه بتن تازه، قالب گیری و تراکم، نگهداری و محافظت، مراقبت، حمل، عمل‌آوری و یا در انجام آزمایش تعیین مقاومت بتن، خطاهای عمده‌ای به اشکال مختلف بروز کند.

۴. از جمله دلایل قابل قبول برای بی اعتبار شمردن نتیجه آزمایش نمونه‌ها در مرحله پذیرش بتن، عدم یکنواختی بتن تازه، عدم تراکم صحیح بتن، نگهداری بتن در محیطی با دمای کمتر یا بیشتر از محدوده استاندارد به ویژه در روز اول عمر آن، فراهم ننمودن پوشش مانع تبخیر آب بر روی آزمونه‌ها در روز اول، بروز شوک‌های حرارتی و رطوبتی در بتن، اعمال ضربه به آزمونه در هنگام خارج کردن آن از قالب و نیز در هنگام حمل و نقل به ویژه در روزهای اول، عمل‌آوری دمایی یا رطوبتی بتن در شرایط غیراستاندارد، انجام آزمایش تعیین مقاومت فشاری بر روی آزمونه‌های با سطح ناصاف و غیرگونیا یا لب پریده می‌باشد.

۵. در صورتی که به هر دلیل، تعداد نمونه‌گیری‌های متوالی مطابق تعریف مذکور در بند ۹-۱۰-۸-۲ موجود نبود، از جمله هنگامی که فاصله بین دو نمونه‌گیری متوالی بیش از سه شبانه روز باشد، در آن صورت برای پذیرش بتن هر قسمت از ساختمان از لحاظ مقاومت می‌باید مقاومت هر یک از نمونه‌ها حداقل برابر با مقاومت مشخصه باشد.

### ۹-۱۰-۸-۱۱ ارزیابی بتن‌های ساخته شده با سایر انواع سیمان‌های پرتلند

۱. روند کسب مقاومت بتن‌هایی که با شرایط یکسان، ولی با انواع مختلف سیمان پرتلند ساخته می‌شوند یکسان نیست. ولی در عین حال، مقاومت ۹۰ روزه تمامی آنها با یکدیگر برابر بوده و مساوی ۱/۲ برابر مقاومت نمونه ۲۸ روزه‌ای است که با سیمان نوع یک ساخته شده است. در صورت استفاده از انواع سیمان‌های پرتلند استاندارد می‌توان با اجازه دستگاه نظارت، مقاومت‌های فشاری مشخصه مورد انتظار را با استفاده از جدول ۹-۱۰-۲۴ به دست آورد.

۲. در صورت مصرف انواع سیمان‌های پرتلند دیر سخت شونده و یا استفاده از سیمان‌های پرتلند پوزولانی استاندارد در بتن، باتوجه به دیرتر سخت شدن این نوع سیمان‌ها، می‌باید با انجام آزمایش‌های لازم بر روی سیمان مورد استفاده و کسب اطلاع از روند افزایش مقاومت آن، نسبت به سیمان نوع I، زمان انجام قالب برداری، باز کردن پایه‌های اطمینان، عمل‌آوری و هر آنچه که به مقاومت لازم در سنین مشخص مربوط است، به روش مناسب تصحیح گردد.

**۹-۱۰-۲۴ تاثیر نوع سیمان و سن بتن بر روی مقاومت فشاری نسبی بتن**

| نوع سیمان | مقاومت فشاری (به صورت نسبی) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ۱ روزه | ۷ روزه | ۲۸ روزه | ۹۰ روزه |
| سیمان نوع I | ۰/۳۰ | ۰/۶۶ | ۱/۰۰ | ۱/۲۰ |
| سیمان نوع II | ۰/۲۳ | ۰/۵۶ | ۰/۹۰ | ۱/۲۰ |
| سیمان نوع III | ۰/۵۷ | ۰/۷۹ | ۱/۱۰ | ۱/۲۰ |
| سیمان نوع IV | ۰/۱۷ | ۰/۴۳ | ۰/۷۵ | ۱/۲۰ |
| سیمان نوع V | ۰/۲۰ | ۰/۵۰ | ۰/۸۵ | ۱/۲۰ |

۳. به عنوان مثال در صورت ساخت بتن با سیمان پرتلند نوع II، می‌باید در روابط (۹-۱۰-۹) تا (۹-۱۰-۱۶) به جای $f_c$ مقدار $f_c$ ۰/۹ را قرار داده و نتایج مقاومت ۲۸ روزه نمونه‌ها را با آن سنجید. همچنین در بتن‌های ساخته شده با سیمان پرتلند نوع II، می‌باید مقاومت معیار هفت روزه را به جای $f_c$ ۰/۶۶ مربوط به سیمان پرتلند نوع یک، برابر با $f_c$ ۰/۵۶ در نظر گرفت.

۴. استفاده از مقاومت‌های نمونه‌ها در سنین ۱۱ و ۴۲ روزگی به جای ۷ و ۲۸ روزه در بتن‌های ساخته شده با سیمان‌های پرتلند نوع دو یا پنج مجاز نیست و فاقد وجاهت قانونی است.

## ۹-۱۰-۹ کنترل و بازرسی بتن و اجرای آن

به منظور اطمینان از انطباق خواص و کیفیت بتن و اجرای آن با استانداردها و ضوابط مقررات ملّی ساختمان، حداقل تواتر کنترل و بازرسی می‌باید مطابق جداول شماره ۹-۱۰-۲۵ و ۹-۱۰-۲۶ باشد.

**جدول ۹-۱۰-۲۵ کنترل و بازرسی مشخصه‌های بتن**

| ردیف | نوع آزمایش | نوع بازرسی- آزمایش | هدف | زمان تکرار |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | تعیین نسبت‌ها برای طرح اختلاط | آزمایش در ابتدای کار | تامین دلیل آن که ویژگی-های مورد نظر در حاشیه ایمنی مناسب حاصل می شود | پیش از استفاده از هر مخلوط جدید، به شرط آنکه داده‌هایی براساس تجربیات بلند مدت در اختیار نباشد. |
| ۲ | میزان کلراید در مخلوط | محاسبه براساس کلراید موجود در مواد تشکیل دهنده بتن | حصول اطمینان از اینکه میزان کلراید از حد مجاز فراتر نمی‌رود | در ابتدای کار و در مواردی که میزان کلراید مواد تغییر کند. |
| ۳ | میزان رطوبت در سنگدانه درشت | آزمایش خشک کردن یا معادل آن | اصلاح مقدار آب مورد نیاز | در صورت غیر مداوم بودن به طور روزانه، بسته به شرایط جوی منطقه ممکن است آزمایش‌های مورد نیاز کم یا زیاد شوند. |
| ۴ | میزان رطوبت در سنگدانه ریز | اندازه گیری به طور مداوم آزمایش خشک کردن یا معادل آن | اصلاح مقدار آب مورد نیاز | در صورت غیر مداوم بودن به طور روزانه، بسته به شرایط جوی منطقه ممکن است آزمایش‌های مورد نیاز کم یا زیاد شوند. |
| ۵ | روانی بتن | بازرسی عینی | برای مقایسه با وضعیت ظاهری مورد نیاز بتن | هر مرتبه ساخت |
| ۶ | | آزمایش روانی | ارزیابی انطباق میزان روانی یا روانی مورد نیاز و کنترل تغییرات احتمالی مقدار آب | ۱.هنگام تهیه آزمونه برای آزمایش بتن سخت شده<br>۲.هنگام آزمایش تعیین میزان هوای بتن<br>۳.در موارد تردید براساس مشاهدات عینی |
| ۷ | وزن مخصوص بتن تازه | آزمایش وزن مخصوص | بازرسی پیمانه و مخلوط کردن و کنترل وزن مخصوص بتن سبک یا سنگین | به تعداد دفعات آزمایش مقاومت فشاری |
| ۸ | آزمایش مقاومت فشاری آزمونه‌های قالب‌گیری شده | آزمایش مطابق استاندارد | ارزیابی مشخصه‌های مقاومت مخلوط | مطابق بند ۹-۱۰-۸-۲ |
| ۹ | وزن مخصوص ظاهری بتن سخت شده سبک یا سنگین | آزمایش مطابق استاندارد | ارزیابی وزن مخصوص | به تعداد دفعات آزمایش مقاومت فشاری |

**جدول ۹-۱۰-۲۵ کنترل و بازرسی مشخصه‌های بتن (ادامه)**

| ردیف | نوع آزمایش | نوع بازرسی- آزمایش | هدف | زمان تکرار |
|---|---|---|---|---|
| ۱۰ | مقدار آب اضافه شده به مخلوط | ثبت مقدار آب اضافه شده | تعیین نسبت آب به سیمان واقعی | هر بار پیمانه و مخلوط کردن |
| ۱۱ | مقدار سیمان بتن تازه | ثبت مقدار سیمان مصرف شده | کنترل مقدار سیمان و تعیین نسبت آب به سیمان واقعی | هر بار پیمانه و مخلوط کردن |
| ۱۲ | مقدار مواد افزودنی بتن تازه | ثبت مقدار مواد افزودنی مصرف شده | کنترل مقدار مواد افزودنی | هر بار پیمانه و مخلوط کردن |
| ۱۳ | نسبت آب به سیمان بتن تازه | با تقسیم نمودن جمع ردیف های ۳و۴و۹ بر ردیف ۱۰ یا هر روش آزمایش استاندارد توافق شده | ارزیابی نسبت آب به سیمان | روزانه یا بیشتر بر حسب نیاز |
| ۱۴ | مقدار هوای موجود در مخلوط بتن تازه برای بتن‌های با حباب هوا | آزمایش مطابق استاندارد | ارزیابی انطباق مقدار هوا با مقدار هوای مقرر شده | برای مخلوط‌های با حباب هوا: ۱.اولین پیمانه و حداقل یکبار ۲.به دفعات بیشتر متناسب با شرایط تولید و تاثیر عوامل محیطی |
| ۱۵ | یکنواختی | آزمایش از طریق مقایسه مشخصه‌های نمونه‌های برداشته شده از بخشهای مختلف یک مخلوط | ارزیابی یکنواختی مخلوط | در موارد تردید |
| ۱۶ | نفوذپذیری | آزمایش مطابق استاندارد | ارزیابی مقاومت در برابر نفوذ آب | در ابتدای کار دوره‌های بعدی براساس توافق |
| ۱۷ | سایر مشخصه‌ها | مطابق با آیین نامه‌های مربوطه یا براساس توافق به عمل آمده | ارزیابی انطباق با مشخصه موردنیاز | براساس توافق به عمل آمده |

**جدول ۹-۱۰-۲۶**

| ردیف | شرح تجهیزات | نوع بازرسی آزمایش | هدف جدول | زمان تکرار |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | دپوی مصالح سیلو و غیره | بازرسی عینی | حصول اطمینان از انطباق با موارد موردنیاز | یکبار در هفته |
| ۲ | تجهیزات مربوط به اندازه‌گیری | بازرسی عینی از نحوه کارکرد | حصول اطمینان از اینکه تجهیزات مربوط به اندازه‌گیری وزن به طور صحیح عمل می نماید. | روزانه |
| ۳ | | آزمایش دقت اندازه‌گیری وزن | حصول اطمینان از دقت مورد نظر | ۱- در مرحله نصب<br>۲- به طور متناوب بنا به تشخیص دستگاه نظارت |
| ۴ | دستگاه اندازه‌گیری و توزین ماده افزودنی | بازدید عینی از نحوه کارکرد | حصول اطمینان از اینکه دستگاه اندازه‌گیری و توزین تمیز است و با دقت عمل مینماید. | برای اولین پیمانه هر ماده افزدونی در هر روز |
| ۵ | | آزمایش دقت | اجتناب از توزیع غیر یکنواخت | ۱- در مرحله نصب<br>۲- به طور ماهانه پس از نصب<br>۳- در موارد تردید و بنا به تشخیص دستگاه نظارت |
| ۶ | آب سنج | مقایسه مقدار واقعی یا مقدار قرائت شده روی درجه دستگاه اندازه گیری | حصول اطمینان از دقت مورد نظر | به شرح موارد ۱ و ۲ بالا در همین ستون |
| ۷ | تجهیزات اندازه‌گیری مداوم میزان رطوبت سنگدانه‌های ریز | مقایسه مقدار واقعی با مقدار قرائت شده روی درجه دستگاه اندازه گیری | حصول اطمینان از دقت مورد نظر | به شرح موارد ۱ و ۲ بالا در همین ستون |
| ۸ | سیستم پیمانه و مخلوط کردن | بازدید عینی | حصول اطمینان از دقت پیمانه کردن | به شرح موارد ۱ و ۲ بالا در همین ستون |
| ۹ | | مقایسه جرم واقعی مواد تشکیل دهنده مخلوط با جرم مورد نظر بر اساس یک روش مناسب | | روزانه |
| ۱۰ | وسایل آزمایش | آزمایش‌های لازم مطابق با استانداردها یا سایر مقررات | کنترل انطباق | برحسب نوع وسایل آزمایش به طور مرتب اما حداقلی سالی یکبار |
| ۱۱ | مخلوط کن (از جمله کامیون‌های مخلوط کن و حمل بتن) | بازدید عینی | کنترل فرسودگی تجهیزات مخلوط‌کن | ماهانه |

# ۹-۱۱ ضوابط فولادگذاری

## ۹-۱۱-۱ بریدن میلگردها

میلگردها باید با وسایل مکانیکی بریده شوند. استفاده از روش‌های دیگر نیاز به تایید دستگاه نظارت دارد.

**توضیح:** ضوابط این فصل، شامل ضوابط اجرایی و محاسباتی میلگردهای سرد تابیده نمی‌شود.

## ۹-۱۱-۲ خم کردن میلگردها

۱) تمامی میلگردها باید به صورت سرد خم شوند.

۲) خم کردن میلگردها تا حد امکان باید به طور مکانیکی به وسیله ماشین مجهز به فلکهٔ خم‌کن و با یک عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد، به طوری که قسمت خم شده دارای شعاع انحنای ثابتی باشد.

۳) برای خم کردن میلگردها باید از فلکه‌هایی استفاده شود که قطر آنها برای نوع فولاد مورد نظر مناسب باشد.

۴) سرعت خم کردن میلگردها باید متناسب با نوع فولاد و دمای محیط اختیار شود.

۵) در شرایطی که دمای محیط کار یا میلگردها از ۵- درجهٔ سلسیوس کمتر باشد، باید از خم کردن آنها خودداری شود.

۶) به طور کلی باز و بسته کردن خم‌ها به منظور شکل دادن مجدد به میلگردها مجاز نیست.

۷) خم کردن میلگردهایی که یک سرآنها در بتن قرار دارد، مجاز نیست.

### ۹-۱۱-۳ جایگذاری و بستن آرماتورها

۱) آرماتورها باید قبل از بتن‌ریزی مطابق نقشه‌های اجرایی در جای خود قرار گیرند و طوری بسته شوند که از جابجایی آنها خارج از محدودهٔ رواداری‌های داده شدهٔ مذکور در این بند جلوگیری شود.

۲) در مواردی که دستگاه نظارت محدودهٔ رواداری‌ها را مقرر نکرده باشد، میلگردها را باید با مراعات رواداری‌های جدول۹-۱۱-۱ جایگذاری کرد:

**جدول ۹-۱۱-۱ رواداری‌های انحراف میلگردها**

| | |
|---|---|
| الف) حداکثر انحراف ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها | ±۸ میلی‌متر |
| ب) انحراف موقعیت میلگردها با توجه به اندازهٔ ارتفاع مقطع اعضای میله‌ای خمشی، ضخامت دیوارها، یا کوچکترین بعد ستون‌ها: | |
| - تا ۲۰۰ میلی‌متر | ±۸ میلیمتر |
| - بین ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر | ±۱۲ میلیمتر |
| - ۶۰۰ میلی‌متر یا بیشتر | ±۲۰ میلیمتر |
| پ) انحراف فاصلهٔ جانبی بین میلگردها | ±۳۰ میلیمتر |
| - درانتهای ناپیوسته قطعات | ±۲۰ میلیمتر |
| - در سایر موارد | ±۵۰ میلیمتر |

۳) مقدار حداکثر رواداری مذکور در بند ۲- الف فوق برای ضخامت پوشش بتن محافظ میلگردها تا جایی است که ضخامت مذکور از ۲/۳ مقدار تعیین شده کمتر نشود. در نقشه‌های اجرایی باید ضخامت پوشش بتن برای تمامی میلگردها از جمله خاموت‌ها مشخص شود.

۴) برای به هم بستن میلگردها و عناصر غیرسازه‌ای به آنها باید از مفتول‌ها یا اتصال دهنده‌ها و گیره‌های فولادی استفاده کرد. باید توجه داشت که انتهای برجسته سیم‌ها، اتصال دهنده‌ها و گیره‌ها در قشر بتن محافظ (پوشش) واقع نشود، مگر آنکه سطح بتن بخوبی در برابر عوامل مهاجم محیطی محافظت شود.

۵) استفاده از جوشکاری با قوس الکتریکی برای به‌هم بستن میلگردهای متقاطع فقط با رعایت ضوابط مذکور در مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان و با تایید دستگاه نظارت مجاز می‌باشد. در این صورت جوش نباید باعث کاهش سطح مقطع میلگرد و ایجاد زدگی در آن شود.

### ۹-۱۱-۴ کاربرد توام انواع مختلف فولاد

کاربرد توام انواع مختلف فولاد در یک قطعه مجاز نیست مگر آنکه:

الف) مشخصات مکانیکی متفاوت آنها در طراحی در نظر گرفته شود.

ب) امکان اشتباه در مرحله اجرا وجود نداشته باشد.

استفاده از یک نوع فولاد برای میلگردهای طولی و نوع دیگر فولاد برای میلگردهای عرضی با رعایت مورد (الف) بلا مانع است.

### ۹-۱۱-۵ رواداری‌ها

آرماتوربندی می‌باید به گونه‌ای صورت پذیرد که رواداری‌های مذکور در فصل دوازدهم برای قالب‌های بتن را برآورده سازد.

### ۹-۱۱-۶ نقشه‌ها و جزئیات لازم برای اجرای میلگردها

نقشه‌های اجرایی و کارگاهی آرماتوربندی می‌باید شامل موارد زیر باشد:

۱) قطر و تعداد و طول میلگردهای طولی

۲) قطر میلگردهای عرضی و فاصله بین آنها

۳) جزئیات و شعاع خم میلگردها، محل خم، و طول مستقیم پس از خم.

۴) جزئیات قلاب‌ها

۵) جزئیات، نوع، طول و محل وصله‌ها

۶) ضخامت پوشش بتن روی میلگردها

۷) قطر بزرگترین سنگدانهٔ قابل مصرف در بتن

۸) جدول میلگردها، شامل جزئیات قطعات میلگردها و وزن میلگرد مصرفی

۹) جزئیات لقمه‌ها و فاصله نگه‌دارها، برای تامین ضخامت پوشش بتن روی میلگردها

۱۰) جزئیات و نحوهٔ آرماتوربندی، شامل سیم‌های آرماتوربندی، قطعات مکانیکی و نظایر آنها.

# ۹-۱۲ ضوابط قالب بندی در بتن، لوله‌ها و مجراهای مدفون و درزهای بتن

## ۹-۱۲-۰ علائم اختصاری

$P_{max}$ = فشار حدی بتن بر روی قالب، کیلونیوتن بر متر مربع

$V_۱$ = سرعت بتن‌ریزی، متر بر ثانیه

$\Delta_{max}$ = حداکثر تغییر شکل اعضای خمشی سازه قالب، میلیمتر

$P_۲$ = نیروی برکنش ناشی از بار باد وارد بر قالب، کیلونیوتن

$\alpha$ = ضریب انبساط حرارتی بتن، بر درجه سانتیگراد

## ۹-۱۲-۱ کلیات و تعاریف

### ۹-۱۲-۱-۱ قالب و قالب بندی

قالب، سازه‌ای موقّت وگاهی اوقات دائمی است که وظیفه آن تحمل بارهای ناشی از بتن و نیز ناشی از اجرای بتن تا هنگامی است که مقاومت بتن به جایی برسد که خود بتن و یا خود بتن و آرماتورهای موجود در آن بتوانند بارهای مزبور را تحمل کنند. سیستم قالب‌بندی شامل قالب، پشت‌بندها، وادارها، داربست‌بندی، قطعات اتصال و نظایر آنها می‌باشد.

بیش از ساخت و اجرای تمامی انواع قالب‌ها می‌باید نقشه‌ها، مشخصات فنی، و در صورت لزوم دفترچه محاسبات آنها را تهیه و به تایید مراجع ذیصلاح رسانید. میزان و جزئیات این امر، به شرایط و ویژگی‌های قالب، از جمله ابعاد، پیچیدگی، اهمیت، استفاده مجدد و نظایر آنها بستگی دارد.

تمامی قالب‌ها را می‌باید برای مقاومت و خدمت‌دهی طراحی کرد. پایداری سیستم سازه و نیز امکان کمانش اعضای سازه‌ای را می‌باید برای تمامی شرایط ممکن بررسی و کنترل کرد.

### ۹-۱۲-۱-۲ سیستم‌های سازه‌ای قالب‌های انواع اعضای سازه‌ای

#### ۹-۱۲-۱-۲-۱ سیستم سازه‌ای قالب‌های دال‌ها

این سازه‌ها شامل صفحه رویه، پشت‌بندهای در دو امتداد متعامد یعنی تیرچه‌ها و تیرک‌ها، و پایه‌ها (شمع‌ها) می‌باشد.

#### ۹-۱۲-۱-۲-۲ سیستم سازه‌ای قالب‌های دیوارها

این سازه‌ها شامل صفحه رویه، پشت‌بندهای قائم، پشت‌بندهای افقی، بولت‌ها و وادلرها می‌باشند.

#### ۹-۱۲-۱-۲-۳ سیستم سازه‌ای قالب‌های ستون‌ها

این سازه‌ها شامل صفحه رویه و پشت‌بندهای سخت‌کننده آن و یوغ و یا صفحه رویه و پشت‌بندهای سخت‌کننده آن و اتصالات بین پشت‌بندهای سخت شده می‌باشد.

#### ۹-۱۲-۱-۲-۴ سیستم سازه‌ای قالب‌های تیرها

این سازه‌ها شامل دو بخش سازه قالب کف تیر و سازه قالب دیوارهای تیر می‌باشد. سازه قالب کف تیر رفتاری مشابه قالب‌های دال‌ها و سازه قالب دیوارهای تیر رفتاری نظیر قالب‌های دیوارها دارد.

#### ۹-۱۲-۱-۲-۵ سیستم سازه‌ای قالب‌های فونداسیون‌ها

این سازه‌ها شامل قالب‌های دیوارهای فونداسیون می‌شوند و رفتاری مشابه قالب‌های دیوارها دارند.

#### ۹-۱۲-۱-۲-۶ سایر سیستم‌های سازه‌ای قالب‌ها

این سازه‌ها ممکن است ترکیبی از سیستم‌های سازه‌ای بندهای ۹-۱۲-۱-۲-۱ تا ۹-۱۲-۱-۲-۵ و یا یک سیستم سازه‌ای خاص باشد.

**۹-۱۲-۱-۲-۷ داربست**

سازه‌ای موقت است که برای نگهداری قالب در موقعیت مورد نظر، سکوهای کار و تحمل بارهای حین اجرا برپا می‌شود و شامل شمع بندی، پایه‌های قائم، صفحات افقی، بادبندها، زیرسری‌ها و نظایر آن می‌گردد.

### ۹-۱۲-۱-۳ عملکردهای قالب

۱) قالب باید بتن را در شکل مورد نظر در محدوده رواداری‌ها نگاه دارد، به سطح آن نمای دلخواه بدهد، و بارهای وارده را تا زمان سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل کند.
۲) قالب باید در برابر نیروهای وارده به خوبی محاسبه شده و ایمنی لازم را داشته باشد.
۳) بتن را در برابر صدمات مکانیکی نیز حفظ کند.
۴) از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری نماید.
۵) عایقی مناسب در برابر سرما و گرمای محیط باشد.
۶) میلگردها و سایر اجزا و قطعاتی را که داخل بتن قرار می‌گیرند در محل مورد نظر نگاه دارد.
۷) در برابر نیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت کند و بدون آسیب رساندن به بتن از آن جدا شود.

### ۹-۱۲-۱-۴ رواداری‌ها

رواداری‌ها را باید تا حد امکان و تا جایی که اهداف پیش‌بینی شده برای کل ساختمان و ظرفیت باربری ساختمان یا هر قسمت از آن در حدی غیر قابل قبول مخدوش نشود، بزرگ اختیار کرد.

مبنای سنجش خطاهای احتمالی، نقاط و خطوطی است که در شروع کار ایجاد و تا پایان کار به نحوی مقتضی حفظ می‌شوند. چنانچه رواداری‌ها توسط طراح تعیین نشده باشد، انحراف ابعاد و موقعیت قالب‌ها نباید از حدودی معین تجاوز کند. حدود رواداری‌های قالب‌ها برای ساختمان‌ها و قطعات متداول بتن آرمه در جدول۹-۱۲-۱ درج شده‌اند.

رواداری‌های فوق می‌باید در آرماتوربندی اعضای سازه‌ای، به ویژه ستون‌ها و دیوارها، نیز رعایت گردند. سیستم سازه‌ای را می‌باید به گونه‌ای طراحی و محاسبه و اجرا کرد که بتواند رواداری‌های مورد نظر را در عمل تعیین نماید.

**جدول ۹-۱۲-۱ رواداری‌های ساختمان‌های بتنی متعارف**

| ردیف | شرح | | | رواداری | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | انحراف از امتداد قائم | الف | در لبه و سطح ستون‌ها، پایه‌ها، دیوارها، نبش‌ها و کنج‌ها | ۶ میلی‌متر و در هر ۳ متر طول | |
| | | | | حداکثر ۲۵ میلی‌متر در کل طول | |
| | | ب | برای گوشه نمایان ستون‌ها، درزهای کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم | ۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول | |
| | | | | حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول | |
| ۲ | انحراف سطوح با ترازهای مشخص شده در نقشه‌ها | الف | در سطح زیرین دال‌ها، سطح زیرین تیرها، نبش‌ها و کنج‌ها قبل از برچیدن حایل‌ها | ۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول | |
| | | | | ۹ میلی‌متر در هر چشمه یا هر ۶ متر طول | |
| | | ب | در نعل درگاه‌ها، زیرسری‌ها، جان پناه‌های نمایان شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم | ۶ میلی‌متر در هر ۶ متر طول | |
| | | | | حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول | |
| ۳ | انحراف ستون‌ها، دیوارها و تیغه‌های جداکننده از موقعیت مشخص شده در پلان ساختمان | | در هر چشمه | ۱۲ میلی‌متر | |
| | | | در هر ۶ متر طول | ۱۲ میلی‌متر | |
| | | | حداکثر در کل طول | ۲۵ میلی‌متر | |
| ۴ | انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کف و دیوار و غلاف ها | | | ۶ ± میلی‌متر | |
| ۵ | اختلاف در ابعاد ستونها، مقطع عرضی ستون‌ها و تیرها و ضخامت دال‌ها و دیوارها | الف | در جهت نقصانی | ۱۲ میلی‌متر | |
| | | ب | در جهت اضافی | | |
| ۶ | شالوده‌ها | الف | اختلاف اندازه‌های در پلان | نقصانی | ۱۲ میلی‌متر |
| | | | | اضافی | ۵۰ میلی‌متر |
| | | ب | جابه جایی یا خروج از مرکز | دو درصد عرض شالوده در امتداد طول مورد نظر مشروط بر آنکه بیش از ۵۰ میلی‌متر نباشد | |
| | | پ | ضخامت | کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده | ۵ درصد |
| | | | | افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده | محدودیتی ندارد |
| ۷ | پله‌ها | الف | در تعداد معدودی پله | ارتفاع پله | ۱/۵ ± میلی‌متر |
| | | ب | در پله‌های متوالی | کف پله | ۳ ± میلی‌متر |

### ۹-۱۲-۱-۵ مصالح مصرفی در قالب

مصالح مناسب برای قالب را باید با توجه به ملاحظات اقتصادی، ایمنی و سطح تمام شدهٔ مورد نظر انتخاب کرد. مشخصه‌های فیزیکی و مکانیکی مصالح را باید در ساخت قسمت‌های مختلف مانند بدنه، رویه، ملحقات، اجزای نگهدارندهٔ قالب و نظایر آنها مورد توجه قرار داد.

انواع مصالح متداول مورد استفاده در قالبهای بتن عبارتند از:

چوب، فولاد، آلومینیوم، مواد پلیمری و مصالح بنایی.

چوب مصرفی در قالب‌ها شامل انواع تخته لایه (پلای وود)، چهارتراش، و نظایر آنها می‌شود. چوب مصرفی برای قالب باید صاف، بدون پیچ و تاب، سالم و بدون گره باشد. از مصرف چوب تازه برای قالب‌بندی باید خودداری شود. طراحی و محاسبهٔ قالب‌های چوبی بر اساس طراحی و محاسبهٔ ساختمان‌های چوبی موقت صورت می‌گیرد.

فولاد ممکن است به صورت گرم نورد شده و یا سرد خم شده در سازه‌های قالب به کار رود. در هریک از حالات می‌باید ضوابط طراحی ساختمان‌های گرم نورد شده یا سرد خم شده را به کار برد.

استفاده از آلومینیوم در سطوح در تماس با بتن، به ویژه در صفحات رویه ممنوع است، زیرا هم موجب خرابی قالب و هم موجب کاهش کیفیت بتن می‌شود.

دو نوع مواد پلیمری مصرفی در قالب‌های بتنی عبارتند از پلاستیک‌های سخت و پلاستیک‌های الیافی.

درصورتی که از مصالح بنایی به عنوان قالب استفاده می‌شود باید شرایطی را در اجرا فراهم آورد که از جذب آب بتن توسط مصالح بنایی، که موجب کاهش کیفیت بتن می‌گردد، جلوگیری شود.

### ۹-۱۲-۱-۶ اجرای قالب

۱) تعبیهٔ قالب برای اعضای بتنی با سطح فوقانی با شیب بیشتر از ۱:۱ الزامی است.

۲) پیش از آرماتوربندی می‌باید تا حد امکان رویهٔ قالب‌ها را نصب کرده و مواد رها ساز (روغن قالب) را روی قالب‌ها مالید.

۳) قطعات رویهٔ قالب‌ها را می‌باید به گونه‌ای در کنار هم قرار داده و جفت کرد که هدر رفتن شیرهٔ بتن ممکن نباشد.

۴) قالب‌ها باید از هر نوع آلودگی، ملات‌ها، مواد خارجی و نظایر اینها عاری باشند و پیش از هر بار مصرف با مواد رهاساز پوشانیده شوند. این مواد را باید چنان به کار برد که بدون آلوده شدن آرماتورها، روی سطوح قالب لایه‌ای یکنواخت و نازک بوجود آید.

۵) در مواردی که دسترسی به کف قالب‌ها دشوار یا غیر ممکن باشد، باید با تعبیه دریچه‌های بازدید و کفشوی قالب امکان تمیز کردن قالب پیش از بتن‌ریزی را فراهم کرد.

۶) درصورتیکه کیفیت سطح تمام شده، اهمیتی خاص داشته باشد، نباید از قطعات قالب صدمه دیده در مراحل قبلی استفاده کرد.

۷) مجموعه قالب‌بندی باید در تمامی مراحل پیش از بتن‌ریزی، ضمن و پس از آن به دقت زیر نظر باشد و به منظور حفظ مجموعه در محدودهٔ رواداری تعیین شده تنظیم شود.

۸) تعبیهٔ خیز اولیه برای تیرها و دال‌های با دهانهٔ بزرگ به گونه‌ای که بتواند تغییر شکل دراز مدت ناشی از بار مرده را جبران نماید، الزامی است.

### ۹-۱۲-۱-۷ پایه‌های اطمینان

۱) هنگام برداشتن قالب سطوح زیرین قطعات بتن آرمه باید پایه‌هایی را به عنوان پایه‌های اطمینان در زیر سطح باقی گذاشت تا از بروز تغییر شکل‌های تابع زمان جلوگیری شده و در عین حال تا کسب مقاومت کافی بتن، از بروز مشکلات مقاومتی و تغییر شکلی در ساختمان جلوگیری کند.

۲) پیش بینی پایه‌های اطمینان برای تیرهای با دهانهٔ بزرگتر از ۵ متر، تیرهای کنسول به طول بیشتر از دو و نیم متر، دال‌های با دهانهٔ بزرگتر از سه متر، و دال‌های کنسول، به طول بیشتر از یک و نیم متر اجباری است. تعداد پایه‌های اطمینان، فاصله بین آنها، و مشخصات آنها را می‌باید از طریق محاسبه و بر مبنای مقاومت کوتاه مدت بتن بدست آورد ولی در هر حال فاصله بین آنها نباید از سه متر بیشتر باشد.

### ۹-۱۲-۱-۸ قالب برای بتن‌ریزی در زیر آب

۱) قالب برای بتن‌ریزی در زیر آب، با توجه به ملاحظاتی که در مورد دیگر انواع قالب آمده است، طرح و محاسبه می‌شود با این تفاوت که جرم بتن در زیر آب بر اثر نیروی ارشمیدس به اندازه جرم آب جابجا شده کاهش می‌یابد.

۲) در ناحیهٔ جزر و مد، قالب‌ها باید برای پایین ترین تراز آب طرح و محاسبه شوند.

۳) تغییرات در برنامه‌های اجرایی ممکن است بتن‌ریزی را که برای حالت غوطه‌وری برنامه‌ریزی شده با تغییر شرایط مواجه سازد و به این ترتیب فشار آب را از دایره عمل خارج نماید.

۴) قالب‌های زیر آبی را باید تا حد امکان در قطعات بزرگ و در بالای سطح آب ساخت و سپس در محل خود در زیر آب مستقر کرد.

۵) باید از به کار بردن بولت‌ها و کش‌های درونی در قالب که می‌تواند در کار بتن‌ریزی اختلال ایجاد کند، تا حد امکان پرهیز شود.

۶) قالب‌ها را می‌باید به دقت به یکدیگر متصل کرده و به ترتیبی در کنار مصالح و یا قسمت‌های ساخته شده قبلی قرار داد که دوغاب و ملات تحت تأثیر فشار از درزها خارج نشود.

۷) چنانچه قالب در معرض عبور جریان آب قرار می‌گیرد باید از وجود منافذ کوچک در قالب که امکان شسته شدن ذرات بتن تازه را فراهم می‌سازد، پرهیز گردد.

### ۹-۱۲-۱-۹ قالب‌برداری

#### ۹-۱۲-۱-۹-۱ نحوهٔ قالب‌برداری

۱) قالب را باید هنگامی برداشت که بتن بتواند تنش‌های موثر را تحمل کند و تغییر شکل آن از تغییر شکل‌های پیش‌بینی شده تجاوز نکند.

۲) پایه‌ها و قالب‌های باربر نباید قبل از آنکه اعضا و قطعات بتنی مقاومت کافی را برای تحمل وزن خود و بارهای وارد کسب کنند، برچیده شوند.

۳) عملیات قالب برداری و برچیدن پایه‌ها باید گام به گام، بدون اعمال نیرو و ضربه طوری صورت گیرد که اعضا و قطعات بتنی تحت اثر بارهای ناگهانی قرار نگیرند، بتن صدمه نبیند و ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات مخدوش نشود.

۴) درصورتیکه قالب برداری پیش از پایان دوره مراقبت بتن انجام پذیرد، باید تدابیری برای مراقبت پس از قالب برداری اتخاذ کرد.

**۹-۱۲-۱-۹-۲ برداشتن پایه‌های اطمینان**

۱) برای تیرهای با دهانهٔ تا هفت متر، برداشتن کل قالب و داربست و زدن پایه‌های اطمینان مجاز است ولی برای دهانه‌های بزرگتر از هفت متر، تنظیم قالب و داربست باید به گونه‌ای باشد که برداشتن قالب بدون جابجایی پایه‌های اطمینان میسر باشد و یا برداشتن قالب و زدن پایهٔ موقت، به صورت مرحله‌ای باشد.

۲) برای ساختمان‌های متشکل از دیوارها و دال‌های بتن آرمه، نظیر ساختمان‌هایی که با قالب‌های تونلی یا قالب‌واره‌های به ابعاد بزرگتر ساخته شوند، می‌توان برچیدن پایه‌های اطمینان و برپایی مجدد آنها را در دهانه‌های تا ده متر مجاز دانست مشروط بر آنکه زدن پایه‌های اطمینان بلافاصله پس از برداشتن قالب باشد و در عمل اطمینان حاصل شود که هیچ نوع ترک یا تغییر شکل نامطلوب بروز نخواهد کرد. در این حالت نیز اجرای مرحله‌ای پایه اطمینان قالب الزامی است.

۳) بطور کلی در صورتیکه قطعهٔ مورد نظر جزئی از سیستمی پیوسته باشد، هنگامی می‌توان پایه‌های اطمینان را برداشت که تمامی قطعات مجاور آن هم بتن‌ریزی شده باشند و بتن مقاومت کافی را کسب کرده باشد. درصورتیکه تیر یا دال یکسره طراحی شده باشد، نمی‌توان پایه‌های اطمینان دهانه‌ای را برچید مگر آنکه دهانه‌های طرفین آن بتن‌ریزی شده باشند و بتن آن نیز مقاومت لازم را به دست آورده باشد.

۴) در صورت تکیه کردن مجموعه قالب‌بندی طبقهٔ فوقانی روی طبقهٔ تحتانی فقط هنگامی می‌توان طبقهٔ زیرین را برچید که بتن طبقهٔ بالا مقاومت لازم را بدست آورده باشد. این امر می‌باید مبتنی بر محاسبات سازه‌ای صورت پذیرد.

۵) توصیه می‌شود پایه‌های اطمینان همیشه در دو طبقهٔ متوالی وجود داشته باشند و تا حد امکان هر دو پایهٔ اطمینان نظیر در دو طبقه، بر روی هم و در امتدادی واحد قرار گیرند.

۶) برداشتن پایه‌های اطمینان باید بدون اعمال فشار و ضربه، به گونه‌ای باشد که بار به تدریج از روی آنها حذف شود.(در دهانه‌های بزرگ از وسط دهانه به سمت تکیه گاه‌ها و در کنسول‌ها از لبه به طرف تکیه‌گاه).

۷) برداشتن بار از روی پایه‌های اطمینان در دهانه‌های بزرگ و قطعاتی که نقش سازه‌ای حساسی دارند، باید با وسائل قابل کنترل انجام پذیرد به گونه‌ای که درصورت لزوم در هر لحظه بتوان باربرداری از روی پایه‌ها را متوقف کرد.

### ۹-۱۲-۱-۱۰ زمان قالب‌برداری

الف) درصورتیکه زمان قالب‌برداری در طرح تعیین و تصریح نشده باشد باید زمان‌های داده شده در جدول ۹-۱۱-۲ را بعنوان حداقل زمان لازم برای برچیدن قالب‌ها و پایه‌ها ملاک قرار داد.

**جدول ۹-۱۲-۲ حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری**

| شرح / نوع قالب بندی | | دمای مجاور سطح بتن(درجه سلسیوس) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ۲۴ و بیشتر | ۱۶ | ۸ | ۰ |
| قالب های قائم، ساعت | | ۹ | ۱۲ | ۱۸ | ۳۰ |
| دال‌ها | قالب زیرین، شبانه روز | ۳ | ۴ | ۶ | ۱۰ |
| | پایه‌های اطمینان، شبانه روز | ۷ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۵ |
| تیرها | قالب زیرین، شبانه روز | ۷ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۵ |
| | پایه‌های اطمینان، شبانه روز | ۱۰ | ۱۴ | ۲۱ | ۳۶ |

زمان‌های داده شده با رعایت نکات مشروحه زیر معتبرند:

۱) بتن با سیمان پرتلند معمولی نوع یک یا دو یا سایر سیمان‌هایی که روند کسب مقاومت مشابه دارند، ساخته شده باشد.

۲) درصورتیکه ضمن سخت شدن بتن دمای محیط به کمتر از صفر درجهٔ سلسیوس تنزل کند زمان‌های داده شده را باید با توجه به شرایط بند ۹-۸-۴ اصلاح کرد.

۳) در صورت استفاده از سیمان پرتلند نوع سه یا مواد زود سخت‌کننده یا عمل‌آوری با بخار می‌توان زمان‌های داده شده را کاهش داد.

۴) درصورت استفاده از سیمان یا مواد دیر سخت شونده نظیر سیمان پرتلند نوع پنج یا سیمان‌هایی که روند کسب مقاومت مشابه دارند، باید زمان‌های داده شده را افزایش داد.

۵) درصورتیکه ملاحظاتی خاص برای جلوگیری از بروز ترک‌ها (به خصوص در اعضا و قطعات با ضخامت‌های متفاوت یا رویارو با دماهای مختلف)، یا تقلیل تغییر شکل‌های ناشی از وارفتگی مورد نظر باشد، باید زمان‌های داده شده را افزایش داد.

۶) درصورتیکه عمل آوردن تسریع شده یا قالب‌بندی خاصی مورد نظر باشد تقلیل زمان‌های داده شده امکان پذیر است.

ب) برچیدن قالب‌ها و پایه‌ها در مدتی کمتر از زمان‌های داده شده در جدول ۹-۱۲-۲ فقط به شرط آزمایش قبلی میسر است.

درصورتی که آزمایش آزمونه‌های آگاهی (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به حداقل هفتاد درصد مقاومت مشخصه باشد، می‌توان قالب‌های سطوح زیرین را برداشت ولی برچیدن پایه‌های اطمینان فقط در صورتی مجاز است که علاوه بر مراعات تمامی محدودیت‌ها، بتن به مقاومت بیست و هشت روزهٔ مورد نظر رسیده باشد.

### ۹-۱۲-۱-۱۱ روش‌های طراحی قالب‌ها

قالب‌ها را از انواع مواد و مصالح می‌سازند. در یک سیستم قالب‌بندی ممکن است در عین حال از چند نوع مصالح نیز استفاده کرد.

گاهی اوقات، بویژه در ساختمان‌های بتن آرمه، ممکن است از سازهٔ اجرا شدهٔ طبقات زیرین بعنوان بخشی از سیستم قالب‌بندی نیز استفاده کرد.

اعضای چوبی سیستم قالب‌بندی را معمولاً به روش تنش مجاز، با استفاده از ضوابط طراحی ساختمان‌های چوبی، طراحی می‌کنند.

طراحی سایر اعضای سیستم قالب‌بندی که با فولاد، آلومینیوم، مواد پلیمری، یا بتن ساخته می‌شوند بر اساس آیین نامه‌ها و مقررات و ضوابط مربوطه صورت می‌گیرد.

### ۹-۱۲-۱-۱۲ بارهای وارد بر قالب‌های بتن

بارهای وارد بر قالب‌های بتن به پنج بخش اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. بارهای قائم

۲. بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه
۳. بارهای افقی
۴. بارهای ویژه
۵. بارهای ناشی از پس‌کشیدگی

قالب‌ها را می‌باید به گونه‌ای طراحی کرد که بتوانند بارهای وارده را پیش از آنکه سازهٔ بتنی مقاومت کافی را بدست آورد، با ایمنی مناسبی تحمل کنند.

### ۹-۱۲-۱-۱۳ سیستم‌های سازه‌ای قالب‌های انواع اعضای بتنی

#### ۹-۱۲-۱-۱۳-۱ سیستم سازه‌ای قالب‌های دال‌ها

بارهای قائم وارد بر این قالب‌ها مستقیماً بر صفحهٔ رویهٔ قالب وارد می‌آید. این بارهای وارده از طریق صفحهٔ رویه به تیرچه‌ها، و از طریق تیرچه‌ها به تیرک‌ها، و از طریق تیرک‌ها به پایه‌ها (شمع‌ها) منتقل می‌گردند.

#### ۹-۱۲-۱-۱۳-۲ سیستم سازه‌ای قالب‌های دیوارها

در این قالب‌ها، فشار رانشی بتن تازه بر صفحهٔ رویهٔ قالب وارد می‌آید. نیروی ناشی از این فشار از طریق صفحهٔ رویه به پشت بندهای قائم، و از طریق پشت بندهای قائم به پشت بندهای افقی به عضو کششی‌ای که بولت نامیده می‌شود منتقل می‌گردد. وادارها نیروی ناشی از بار باد و نیز ناشی از ضربه‌ها و نیروهای حین کار را تحمل می‌کنند.

#### ۹-۱۲-۱-۱۳-۳ سیستم سازه‌ای قالب‌های ستون‌ها

در این نوع قالب‌ها، فشار رانشی بتن تازه بر صفحهٔ رویهٔ قالب وارد می‌آید. این نیروها به پشت بندهای قالب منتقل می‌شوند. نیروهای ناشی از رانش بتن تازه موجب ایجاد نیروی کششی در یوغ‌ها می‌گردد. وادارها نیروی ناشی از بار باد و نیز ناشی از ضربه‌ها و نیروهای حین کار را تحمل می‌کنند.

### ۹-۱۲-۱-۱۴ اسناد و مدارک فنی قالب‌های بتن

جزئیات و ضوابط اسناد و مدارک فنی قالب‌های بتن (نقشه‌ها، مشخصات فنی، دفترچهٔ محاسبات، و نظایر آنها) می‌باید مبتنی بر اصول کلی مهندسی ساختمان و بتن و نیز آیین‌نامه‌ها و مقررات ملّی مربوطه باشند.

اسناد و مدارک فنی قالب‌ها می‌باید از جمله شامل موارد زیر باشد:

۱. نوع مصالح مصرفی در قالب
۲. ابعاد و اندازه‌های اعضا
۳. جزئیات اتصالات اعضا
۴. مرجع محاسبات
۵. بارهای و روشهای طراحی و ضرایب اطمینان
۶. جزئیات دقیق روش اجرای کار و توالی مراحل کار، هم در قالب‌بندی و هم در قالب‌برداری
۷. جزئیات تاثیر روش اجرای کار و توالی مراحل اجرای کار بر بارهای طراحی و محاسبات سازهٔ قالب
۸. جزئیات مهارهای افقی، بست‌ها و قیدها و سیستم تامین صلبیت جانبی سازهٔ قالب
۹. جزئیات روش آب‌بندی اجزای قالب به منظور جلوگیری از خروج شیرهٔ بتن از قالب
۱۰. جزئیات روش‌های به کار برده شده برای تامین آب‌بندی سازهٔ بتن آرمهٔ در حال اجرا در هنگام بهره برداری، از جمله واتراستاپ‌ها، تیرهای زیرسری، و نظایر آنها
۱۱. جزئیات سوراخ‌های تعبیه شده در قالب برای خروج آشغال و آب حاصل از شستشوی قالب پیش از بتن‌ریزی و نیز برای بازرسی احتمالی داخل قالب
۱۲. جزئیات درزهای اجرایی و قطعات لازم برای اجرای درز به شکل‌های خاص، به منظور تامین پیوستگی مناسب بین بتن‌های دو طرف درز
۱۳. جزئیات اجرا و محل قرارگیری لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن، از جمله لوله‌ها و مجراهای آب، فاضلاب، بخار، برق، گاز و نظایر آنها. شایان ذکر است که این جزئیات می‌باید با رعایت ملاحظات سازه‌ای، تاسیساتی و تمامی موارد ذیربط و مبتنی بر آیین‌نامه‌ها و مقررات ملّی ساختمان در زمینه‌های مربوط تهیه گردد. همچنین رعایت ضوابط دوام در خصوص لوله‌ها و مجراهای مزبور و هرگونه قطعهٔ فلزی احتمالی مدفون در بتن الزامی است.
۱۴. جزئیات سوراخ‌های زهکش برای خروج آب پشت دیوار، در قالب‌های دیوارهای حایل و نظایر آنها.
۱۵. جزئیات سوراخ‌های احتمالی کارگذاشته شده برای پمپاژ بتن و ورود ویبراتور به درون قالب
۱۶. جزئیات نوع ویبراتورهای خارجی یا قالب‌های بدنه، در صورت استفاده و محل و جزئیات نصب آنها بر روی قالب

۱۷. جزئیات تامین شرایط برای جلوگیری از سقوط آزاد بتن در ارتفاع بیش از ۱/۲ m
۱۸. جزئیات روش تنظیم و جانمایی قالب در محل خود
۱۹. جزئیات سکوی کار و سایر سکوهای ویژهٔ نصب و برپایی قالب
۲۰. جزئیات خاص قالب‌های ویژه، نظیر قالب‌های بالا رونده، قالب‌های لغزنده، قالب‌های تونلی (قالب‌های یکپارچه دال و دیوار)، قالب‌های تونل‌ها، قالب‌های پل‌ها، و سایر انواع قالب‌های ویژه.

### ۹-۱۲-۱-۱۵ حداکثر تغییر شکل مجاز اعضای خمشی

اعضای خمشی قالب‌ها، از جمله صفحات رویه و پشت بندهای متعامد قالب‌های دیوارها و دال‌ها، عموماً به صورت تیرهای یکسره رفتار می‌کنند. حداکثر مقدار تغییر شکل مجاز اعضای خمشی، بسته به اهمیت ساختمان می‌باید بر اساس ضوابط آیین‌نامه‌ها و مقررات ملّی مربوطه در نظر گرفته شود. در عین حال، هنگامی که نمای عضو یا صلبیت آن مهم باشد، مقدار زیر می‌تواند به عنوان یک معیار مناسب برای حداکثر تغییر شکل اعضای خمشی ساختمان قالب در نظر گرفته شود:

$$\Delta_{max} = \min(\frac{\ell}{۳۶۰}, ۱/۵mm) \qquad (۱-۱۲-۹)$$

در عبارت اخیر، $l$ نشان دهنده طول هریک از دهانه‌های آزاد قالب، و نه طول کل عضو سازه‌ای، است.

درصورتیکه نمای عضو و یا صلبیت آن از اهمیت زیادی برخوردار نباشد، معیار زیر برای حداکثر مقدار $\Delta_{max}$ مناسب است:

$$\Delta_{max} = \min(\frac{\ell}{۲۷۰}, ۳mm) \qquad (۲-۱۲-۹)$$

### ۹-۱۲-۱-۱۶ بارهای قائم وارد بر قالب‌ها

قالب دال‌ها و قالب کف تیرها را برای بارهای قائم وارد بر قالب طراحی می‌کنند.

بارهای قائم عمدتاً ناشی از موارد زیر می‌باشند:

۱. وزن قالب و ملحقات و قطعات اتصال آن

۲. وزن بتن تازه ریخته شده
۳. وزن آرماتوربندی و سایر اقلام کار گذاشته شده در داخل بتن
۴. وزن ناشی از اجرای کار در هنگام آرماتوربندی، بتن‌ریزی، عمل‌آوری و نظایر آنها، که عبارتند از:
الف) وزن کارگران و پرسنل
ب) وزن ابزار و وسایل و تجهیزات، از جمله دستگاه ویبراتور و نظایر آن
پ) وزن گذرگاه‌ها و سکوهای کار
ت) وزن مواد و مصالح انبار شده بر روی قالب
ث) بار قائم ناشی از اجرای عملیات بتن‌ریزی
ج) بارهای موقت ناشی از انبار کردن مصالح، اعم از در حین کار یا سایر زمان‌ها
چ) بارهای ناشی از فشار رو به بالای باد
ح)در ساختمان‌های چند طبقه، بارهایی که از اتمام یا بخشی از طبقات فوقانی بر قالب‌ها وارد می‌شود را نیز می‌باید در طراحی قالب‌ها به حساب آورد.

**۹-۱۲-۱-۱۶-۱ انواع بارهای قائم**

بطور کلی بارهای قائم شامل دو بخش اصلی زیر می‌شوند:

۱. بارهای مرده، که شامل وزن قالب به علاوه وزن بتن تازهٔ ریخته شده و وزن آرماتور درون آن می‌شوند.
۲. بارهای زنده، که شامل وزن کارگران، وسایل و تجهیزات، مواد و مصالح انبار شده، عبورگاه کارگران وسایل و تجهیزات و ضربات ناشی از اجرای کار و ویبره بتن و نظایر آنها می‌شوند.

در ساختمان‌های چند طبقه، که ممکن است بارهای ناشی از طبقات فوقانی نیز به طبقات پایین وارد شوند، این بارها را باید در محاسبات سیستم شمع‌بندی و داربست‌ها و پایه‌های اطمینان طبقات پایین، متناسب و منطبق بر شرایط کار، در نظر گرفت.

بارهای زنده طراحی وارد بر قالب‌ها را نباید کمتر از ۲/۴ $kN/m^2$ وارد بر تصویر سطح افقی در نظر گرفت. همچنین در صورتی که از وسایل حمل ماشینی بتن استفاده می‌شود نباید این مقدار را کمتر از ۳/۶ $kN/m^2$ در نظر گرفت.

مجموعه بارهای مرده و زنده طراحی را نباید کمتر از ۴/۸ $kN/m^2$ و درصورت استفاده از وسائل حمل ماشینی بتن نباید کمتر از ۶ $kN/m^2$ در نظر گرفت.

وزن مخصوص بتن تازهٔ با وزن متعارف را می‌توان برابر با ۲۴ $kN/m^3$ (برای بتن بدون آرماتور) و ۲۵ $kN/m^3$ ( برای بتن با آرماتور) در نظر گرفت.

### ۹-۱۲-۱-۱۷ نیـــروی برکنش ناشی از باد بر قالب‌های افقی بتن، بر اساس مبحـــث ششم مقررات ملّی ساختمان

در قالب‌های افقی نظیر قالب‌های دال افقی و نظایر آن، نیروی بر کنش وارد بر قالب‌ها ($P_2$) را می‌توان بر اساس مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان) بدست آورد. نیروی برکنش از جمله نیروهای قائم وارد بر قالب محسوب می‌شود.

شایان ذکر است که نیروی باد در راستای قائم و در جهت از پایین به بالا بر قالب وارد می‌آید. همچنین در صورتیکه این نیرو اثر کاهنده بر روی بارهای ثقلی مرده و زنده داشته باشد نباید آن را در نظر گرفت.

نیروهای برکنش، بویژه از نظر طراحی اتصال پایه‌های قالب‌های قائم و دوختن آنها به زمین یا کف و نیز به خود قالب بسیار مهم است. برای طراحی بدین منظور می‌باید شرایط قالب را پیش از اجرا، یعنی پیش از وارد آمدن بارهای حین اجرا و وزن کارگران و بتن دال و نظایر آنها، در نظر گرفت.

**۹-۱۲-۱-۱۸** در محاسبه بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه، پیش از گیرش آن، بتن را به عنوان یک مایع در نظر می‌گیرند لذا نیروی ناشی از رانش بتن تازه عموماً همانند فشار هیدرواستاتیکی مایعات به دست می‌آید. وزن مخصوص بتن تازه با سنگدانه‌های با وزن مخصوص متعارف را می‌توان برابر با ۲۴ $kN/m^3$ در نظر گرفت. که لازم نیست فشار حاصل از فرض فوق از مقادیرحدی بدست آمده در بند ۹-۱۲-۱-۱۸-۲ بیشتر در نظر گرفته شود.

**۹-۱۲-۱-۱۸-۱ پارامترهای موثر بر بارهای جانبی وارد بر قالب‌های بتن**

بارهای جانبی ناشی از رانش بتن تازه، اساساً بر قالب‌های ستون‌ها، دیوارها، دیوارهای طرفین قالب‌های فونداسیون‌ها، و دیوارهای طرفین قالب‌های تیرها وارد می‌آیند. این بارهای جانبی عمدتاً ناشی از موارد زیر می‌باشند:

۱. بارهای ناشی از رانش بتن تازه
۲. بارهای ناشی از فشار و مکش حاصل از بار باد
۳. بارهای ناشی از تغییرات دما

عوامل موثر بر بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه، که بر قالب‌ها وارد می‌شوند، عبارتند از:
۱. سرعت بتن‌ریزی ( $V_۱$ )
۲. دمای بتن تازه ( $T_c$ )
۳. ارتفاع بتن ریزی (H)

در خصوص موارد فوق، نکات زیر را می‌توان بیان کرد:
۱. منظور از سرعت بتن ریزی $V_۱$، مقدار ارتفاع بتنی است که در واحد زمان ریخته می‌شود و واحد آن معمولا m/h است.
۲. دمای بتن‌ریزی در حدود $^\circ C$ ۵-۴۰ فرض شده است.

**۹-۱۲-۱-۱۸-۲ محاسبه بارهای جانبی ناشی از فشار رانشی بتن تازه، وارد بر قالب‌های دیوارهای بتنی**

فشار رانشی بتن تازه برای دیوارها و ستون‌ها طبق روابط ۹-۱۲-۱ و ۹-۱۲-۲ محاسبه می‌گردد:

الف) دیوارها

$$\begin{aligned} &V_۱ < ۲ m/h && P_m = ۷/۲ + \frac{۸۰۰V_۱}{T_c + ۱۸}(kN/m^۲) \\ &۲ \le V_۱ \le ۳ m/h && P_m = ۷/۲ + \frac{۱۲۰۰}{T_c + ۱۸} + \frac{۲۵۰V_۱}{T_c + ۱۸}(kN/m^۲) \\ &V_۱ > ۳ m/h && P_m = ۲۴H \\ &۳۰ \le P_m \le ۱۰۰ (kN/m^۲) \end{aligned} \qquad (۹-۱۲-۱)$$

ب) ستون‌ها

$$P_m = ۷/۲ + \frac{۸۰۰V_۱}{T_c + ۱۸}(kN/m^۲) \qquad (۹-۱۲-۲)$$

$$۳۰ \le P_m \le ۱۵۰ (kN/m^۲)$$

### ۹-۱۲-۱-۱۹ لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن

#### ۹-۱۲-۱-۱۹-۱ کلیات

۱) مدفون کردن لوله‌ها و مجراهای آب و فاضلاب، بخار و گاز در بتن تیرها و ستون‌ها و در امتداد محور آنها، یا در بتن قطعات صفحه‌ای و به موازات میان صفحه آنها جز در موارد مندرج در این فصل ممنوع است.

۲) از عبور دادن لوله‌ها و مجراهای مذکور عمود بر امتدادهای ذکر شده باید تا حد امکان احتراز کرد. در صورت ضرورت باید اطراف لوله‌ها و مجراها را به نحوی مناسب تقویت کرد.

۳) در مناطقی که بارندگی مستمر ندارند، می‌توان برای ساختمان‌های تا سه طبقه، ناودان را در داخل بتن ستون دفن کرد مشروط بر اینکه در انجام محاسبات ساختمان، فضای اشغال شده توسط ناودان، خالی در نظر گرفته شود.

۴) عبوردادن لوله‌ها و مجراها از داخل فضای خالی تیرها و ستون‌های با مقطع مجوف مشروط براینکه قابل بازدید و قابل تعویض باشند، بلامانع است.

۵) لوله‌ها و مجراهای آلومینیمی نباید در قطعات بتنی دفن شوند مگر آنکه به طرزی موثر روکش شده باشند به‌طوری که ترکیب شیمیایی میان بتن و آلومینیم و نیز فعل و انفعال الکتروشیمیایی بین آلومینیم و فولاد امکان پذیر نباشد.

۶) در قالب‌بندی، پوشش‌های طبقات و نیز دیوارهای باربر باید عبور لوله‌ها و مجراهای مورد نیاز تاسیسات مکانیکی و برقی مطابق نقشه‌های مربوط پیش‌بینی شود، تا تخریب بتن پس از اتمام بتن‌ریزی لازم نشود. در موارد اضطراری که تعبیهٔ سوراخ‌ها در زمان قالب‌بندی و بتن ریزی پیش بینی نشده باشد، سوراخ کردن دال یا دیوار فقط با استفاده از وسایل مناسب و مصوب دستگاه نظارت مجاز است.

۷) قرار دادن لوله‌های پلاستیکی داخل ستون‌ها و دیوارها برای عبور میل مهارهای قالب به شرط پرکردن آنها با ملات ماسه سیمان پس از قالب‌برداری، مجاز است. در صورتی‌که تعداد و قطر این لوله‌ها در حدی باشد که هیچ یک از مقاطع بتن بیشتر از ۳٪ تقلیل نیابد، می‌توان از پرکردن آنها صرفنظر کرد.

۸) درستون‌ها، سطح اشغال شده توسط لوله‌ها و مجراهایی که همراه بست‌های خود در بتن ستون دفن می‌شوند نباید از ۳٪ سطح مقطعی که محاسبهٔ مقاومت قطعه برآن اساس بوده یا برای مقابله با اثر آتش‌سوزی مورد نیاز است بیشتر باشد. به‌علاوه این گونه لوله‌ها و مجراها باید در حوالی محور طولی قرار گیرند.

در هر حال، عملکرد قطعه نباید با خدشهٔ قابل ملاحظه‌ای مواجه شود. در صورت برآورده نشدن شروط فوق باید اثر مجراها را در مقاومت ستون‌ها منظور کرد.

۹) لوله‌ها و مجراهای مدفون در بتن دال‌ها، تیرها و دیوارها، به جز در مواردی که نقشه‌های آنها به تصویب مهندس طراح رسیده باشند، باید با هردوی ضوابط زیر مطابقت داشته باشند:

الف) ابعاد بیرونی آنها نباید از $^{1}/_{3}$ ضخامت کل قطعهٔ مورد نظر بیشتر باشد.

ب) فاصلهٔ مرکز تا مرکز هر دو لوله یا مجرای مجاور نباید از ۳ برابر قطر آنها کمتر باشد.

## ۹-۱۲-۲ درزهای بتن

### ۹-۱۲-۲-۱ درزهای اجرایی

تعداد درزهای اجرایی باید در کمترین حد لازم برای انجام کار انتخاب شود.

در تعیین موقعیت درزهای اجرایی باید دقت کافی به عمل آید. شکل درزهای اجرایی و موقعیت آنها بسته به اهمیت کار باید در نقشه‌ها منعکس یا در کارگاه به وسیله دستگاه نظارت تعیین شود. در هر حال تعیین موقعیت درزهای اجرایی را نباید به محل یا زمانی دلخواه از قبیل پایان روز کار موکول کرد.

**۹-۱۲-۲-۱-۱** در درزهای اجرایی باید سطح بتن را تمیز کرد و دوغاب خشک شده را از روی آن زدود.

**۹-۱۲-۲-۱-۲** درزهای اجرایی را باید در مقاطعی پیش‌بینی‌کرد که در آنها نیروهای داخلی و به ویژه نیروهای برشی کمترین مقدار را دارند. در صورت لزوم برای انتقال نیروهای برشی و سایر نیروهای داخلی، در محل درزهای اجرایی باید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید.

**۹-۱۲-۲-۱-۳** برای تأمین پیوستگی بتن در محل درزهای اجرایی باید سطح بتن قبلی را خشن ساخت و سپس لایه بعد را ریخت.

**۹-۱۲-۲-۱-۴** باید تمامی سطوح درزهای اجرایی را قبل‌از بتن‌ریزی جدید به صورت اشباع با سطح خشک در آورد.

**۹-۱۲-۲-۱-۵** درزهای اجرایی نباید بدون شکل باشند بلکه باید امتدادی عمود بر امتداد تنش‌های عمود بر سطح داشته باشند. از ایجاد درزهای بزرگ اجرایی باید خودداری کرد و درزهای لازم را به صورت پلکانی یا سطوح شکسته در نظر گرفت.

**۹-۱۲-۲-۱-۶** ایجاد درزهای اجرایی قائم باید با قالب‌های مناسب انجام شود.

**۹-۱۲-۲-۱-۷** ایجاد درزهای اجرایی کف‌ها باید در ثلث میانی دهانه دال‌ها و تیرهای اصلی و فرعی قرار گیرند. در تیرهای اصلی فاصله هر درز اجرایی تا تیر فرعی متقاطع با آنها نباید از دو برابر عرض تیر فرعی کمتر باشد. در صورت تعارض مفاد بند ۹-۱۲-۲-۱-۲ اولویت دارد.

**۹-۱۲-۲-۱-۸** تیرها یا دال‌های متکی بر ستون‌ها یا دیوارها را تا زمانی‌که این اعضای قائم حالت خمیری دارند، نباید بتن‌ریزی کرد.

**۹-۱۲-۲-۱-۹** بتن تیرها و سر ستون‌ها را باید به صورت یکپارچه با بتن دال ریخت ، مگر آن‌که خلاف آن در نقشه‌ها یا دفترچه مشخصات تصریح شده باشد.

### ۹-۱۲-۲-۲ درزهای‌انبساط

در ساختمان‌هایی که طول یا عرض آنها زیاد باشد، لازم است با تعبیه درز انبساط امکان آزاد شدن تغییر شکل‌ها فراهم شود. فاصله بین دو درز متوالی (طول یا عرض ساختمان بین دو درز) در مناطق خشک ۲۵ متر، در مناطق معتدل ۳۵ متر و در مناطق مرطوب ۵۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

در صورت عدم امکان پیش بینی درز انبساط لازم است اثر تغییر شکل‌های حرارتی یا جمع‌شدگی بتن در تحلیل سازه منظور شود. عرض درز انبساط متناسب به تغییر شکل اجزای سازه‌ای از رابطه (۹-۱۲-۳) محاسبه می‌شود.

$$\Delta L = \alpha L \Delta T \qquad (۹-۱۲-۳)$$

در این رابطه، $\alpha$ برابر با $۱۰\times۱۰^{-۶}\ {}^{1}/_{C}$ در نظر گرفته می‌شود. مقدار $\Delta T$ بر حسب تغییرات درجه حرارت در هر منطقه اختیار می‌شود. در صورتی که آمار قابل قبول مورد نیاز برای $\Delta T$

وجود نداشته باشد آن را برابر با ۶۰ درجه سلسیوس بر حسب حداقل $30\ ^{\circ}C$ - و حداکثر $30\ ^{\circ}C$ +، در نظر گرفته می‌شود. این مقدار لازم است ضوابط مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان را برای درز انقطاع نیز تأمین نماید.

### ۹-۱۲-۲-۳ درزهای انقطاع

در ساختمان‌هایی که نسبت طول به عرض ساختمان از ۳ بیشتر است باید با ایجاد درز انقطاع آن را به مستطیل‌هایی تبدیل‌کرد که نسبت طول به عرض آنها از ۳ بیشتر نباشد در غیر این صورت تغییر شکل‌های ناشی از نبود درز انقطاع در تحلیل منظور گردد. سایر ضوابط درز انقطاع و میزان آن مطابق با مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان می‌باشد.

# ۹-۱۳ اصول تحلیل و طراحی

## ۹-۱۳-۰ علائم اختصاری

$D$ = بار مرده

$D_i$ = وزن یخ

$E$ = بار ناشی از زلزله

$E_c$ = ضریب ارتجاعی بتن ۲۸ روزه، مگاپاسکال

$E_{lc}$ = ضریب ارتجاعی بتن سبک، مگاپاسکال

$E_s$ = ضریب ارتجاعی فولاد، مگاپاسکال

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$F$ = فشار و وزن مایعات

$F_a$ = بار ناشی از سیل

$H$ = فشار رانشی و وزن خاک

$K$ = ضریب طول مؤثر برای اعضای فشاری

$\ell_e$ = طول دهانه مؤثر، میلی‌متر

$\ell_n$ = طول دهانه آزاد، میلی‌متر

$\ell_u$ = طول مهارنشده (بدون‌اتکا) در عضو فشاری، میلی‌متر

$L$ = بار زنده

$r$ = شعاع ژیراسیون مقطع عضو فشاری، میلی‌متر

$R$ = بار باران

$S$ = بار برف

$S_r$ = نیروی مقاوم مقطع

$S_u$ = نیروی ایجاد شده در مقطع

$T$ = آثار تجمعی حرارت، وارفتگی و جمع‌شدگی بتن و نشست نامتجانس تکیه‌گاه‌ها

$W_u$ = بار نهایی در واحد طول یا واحد سطح

$W_w$ = بار باد

$W_i$ = بار باد وارد بر یخ

$\gamma_c$ = جرم مخصوص بتن ( $kN/m^3$ )

$\gamma_f$ = ضریب جزئی ایمنی عامل‌ها

$\gamma_n$ = ضریب اصلاحی بار

$\varepsilon_t$ = کرنش آرماتورهای کششی در حالت کرنش نهایی بتن

$\phi_c$ = ضریب جزئی ایمنی مقاومت بتن

$\phi_m$ = ضریب جزئی ایمنی مقاومت مصالح

$\phi_n$ = ضریب اصلاح مقاومت

$\phi_s$ = ضریب جزئی ایمنی مقاومت فولاد

$\lambda$ = ضریبی برای در نظرگرفتن اثر بتن سبک

$\rho$ = چگالی سنگدانه‌های سبک خشک شده در اُوِن ( $kg/m^3$ )

## ۹-۱۳-۱ گستره

**۹-۱۳-۱-۱** این بخش شامل اصولی برای تحلیل و طراحی سازه‌ای و اعتبارسنجی از عملکرد تمامی ساختمان‌های بتنی، بتن آرمه و پیش تنیده می‌باشد.

## ۹-۱۳-۲ اهداف طراحی

هدف از طراحی ساختمان، تعیین سیستم سازه‌ای و جزئیات و مشخصات آن به نحوی می‌باشد که شرایط مندرج در بندهای ۹-۱۳-۲-۱ تا ۹-۱۳-۲-۵ تأمین گردد.

### ۹-۱۳-۲-۱ ایمنی

ایمنی، عملکرد و پایداری ساختمان در برابر خطرات به وجود آمده برای ساکنین و سایر افراد در محدوده ساختمان می‌باشد.

### ۹-۱۳-۲-۲ قابلیت خدمت‌رسانی

عملکردی از ساختمان که ساکنین را قادر به استفاده راحت از ساختمان می‌سازد یا از احساس عدم راحتی سایر افراد در محدوده ساختمان جلوگیری می‌نماید و در ضمن سایر کارکردهای مورد نیاز ساختمان را به صورت مناسب برآورده می‌سازد.

### ۹-۱۳-۲-۳ قابلیت استفاده مجدد

عملکردی که تجدید کارکرد و ادامه استفاده از ساختمان مورد اضمحلال را میسر می‌سازد.

### ۹-۱۳-۲-۴ مقاومت در برابر خرابی پیش‌رونده

خرابی پیش رونده به صورت انتشار خرابی موضعی اولیه از یک المان به المان دیگر تعریف می‌شود، که در نهایت منجر به خرابی کل ساختمان یا خرابی نامتناسب بخش بزرگی از آن می‌گردد. این خرابی می‌تواند ناشی از انفجار، آتش‌سوزی، تصادم وسایل نقلیه و زلزله باشد. مقاومت در برابر این خرابی با پیوستگی مناسب آرماتورها، رعایت الزامات آرماتورهای برشی و وصله‌های پوششی در ستون‌ها، اتلاف انرژی مناسب به علت شکل‌پذیری کافی ساختمان، افزایش درجه نامعینی ساختمان و مهیا نمودن مسیرهای مناسب جایگزین برای انتقال بار تأمین می‌گردد.

### ۹-۱۳-۲-۵ دوام

دوام، مقاومت ساختمان در برابر عملکرد تخریبی وابسته به زمان به علت اضمحلال مواد ساختمان ناشی از یک پدیده مورد انتظار می‌باشد.

## ۹-۱۳-۳ اصول پایه طراحی

طراحی ساختمان بر اساس یکی از سه روش مندرج در بندهای ۹-۱۳-۳-۱ تا ۹-۱۳-۳-۳ می‌تواند انجام شود:

### ۹-۱۳-۳-۱ روش طراحی بر اساس عملکرد

در این روش طراحی بر اساس یک سطح عملکرد و یک سطح خرابی از پیش تعیین شده تحت زلزله سطح خطر مورد نظر انجام می‌شود. سطوح عملکرد و سطوح خطر زلزله بر اساس ضوابط مربوطه انتخاب شده و سپس با استفاده از روش‌های تحلیل سازه نسبت به محاسبه نیروهای داخلی، تغییر شکل و تغییر مکان اعضا و طراحی مقاطع اقدام می‌شود.

### ۹-۱۳-۳-۲ روش طراحی بر اساس دوام

در مورد ساختمان‌هایی که در شرایط محیطی نامساعد قرار می‌گیرند، لازم است طراحی ساختمان بر اساس یک مجموعه معیارهای طراحی که منجر به یک سطح دوام قابل قبول است، انجام شود.

### ۹-۱۳-۳-۳ روش طراحی در حالت‌های حدی

در این مبحث روش طراحی براساس حالت‌های حدی است. حالت‌های حدی، که مبنای طراحی در این مبحث می‌باشند، به شرایطی اطلاق می‌شوند که اگر تمام یا بخشی از اعضای ساختمان به هر یک از آن حالات برسند قادر به انجام وظایف خود نباشند و از حیز انتفاع خارج می‌شوند. لذا با انتخاب ضرایب ایمنی مناسب، ساختمان باید طوری طرح شود که تحت شرایط بارگذاری محتمل به هیچ یک از حالت‌های حدی نرسد. حالت‌های حدی به دو بخش اصلی به شرح بندهای ۹-۱۳-۳-۳-۱ تا ۹-۱۳-۳-۳-۲ تقسیم‌بندی می‌شوند.

**۹-۱۳-۳-۳-۱ حالت‌های حدی نهایی**

این حالت‌ها در ارتباط با ظرفیت باربری حداکثر ساختمان تعریف شده که گذر از آن‌ها باعث ناپایداری بخش یا تمام اجزای ساختمان می‌شود. این حالت‌ها ممکن است در یکی از شرایط محتمل زیر مطرح شوند:

- از بین رفتن تعادل استاتیکی تمام یا قسمتی از ساختمان
- حصول شرایط گسیختگی یا تغییر شکل‌های بیش از حد (حد مقاومت مصالح) و یا تبدیل تمام یا بخشی از ساختمان به مکانیزم
- از دست رفتن پایداری تمام یا بخشی از ساختمان

**۹-۱۳-۳-۳-۲ حالت‌های حدی بهره برداری**

این حالت‌ها به شرایط بهره‌برداری یا پایایی ساختمان مرتبط شده و گذر از آنها قابلیت بهره‌برداری مناسب از بنا را از بین می‌برد و غالباً به یکی از اشکال زیر اتفاق می‌افتد:

- تغییر شکل بیش از حد اجزای سقف به نحوی‌که بر عملکرد مطلوب ساختمان اثر نامناسب گذاشته و یا باعث آسیب به تیغه‌ها و اجزاء متکی بر سقف شود.
- ترک‌خوردگی بیش از حد و خصوصاً باز شدن ترک‌ها به طوری که ضمن ایجاد شرایط ظاهری نامناسب، خطر خوردگی میلگردهای فلزی را افزایش دهد.
- لرزش بیش از حد ساختمان تحت اثر بارهای بهره‌برداری، ماشین‌آلات و یا وسایل متحرک در این حالت لازم است میزان تغییر شکل و ترک خوردگی اعضای ساختمان تحت اثر بارهای بهره‌برداری همواره کمتر از مقادیر حدی مشخص شده در این مبحث باشد.

## ۹-۱۳-۴ ضرایب ایمنی

در این مبحث دو مجموعه ضرایب ایمنی جزئی به شرح (الف) و (ب) این بند تعریف می‌شوند:

الف) اولین مجموعه ضرایب ایمنی برای تشدید بارها است که با $\gamma_f$ نشان داده شده و مقدار آنها بستگی به میزان عدم اطمینان در برآورد مقدار بارها دارد.

ب) دومین مجموعه ضرایب ایمنی برای تقلیل مقاومت مصالح است که با $\phi_m$ نشان داده شده و مقدار آنها بستگی به عدم اطمینان موجود در کیفیت مصالح، نحوه اجرا و دقت مشخصات هندسی اجزاء باربر دارد.

همچنین برحسب اهمیت اجزاء و نوع گسیختگی، یک مجموعه ضرایب اصلاحی که با $\phi_n$ یا $\gamma_n$ نشان داده می‌شود در مقاومت‌ها و یا بارها ضرب می‌شوند.

## ۹-۱۳-۵ اعضای سازه‌ای

برای تحلیل ساختمان‌ها لازم است اعضای سازه‌ای بر حسب مشخصات هندسی به شرح بندهای (۹-۱۳-۵-۱) الی (۹-۱۳-۵-۴) طبقه‌بندی شوند.

### ۹-۱۳-۵-۱ اعضای میله‌ای

در این اعضاء، یکی از ابعاد که طول عضو می‌باشد بطور قابل ملاحظه‌ای از دو بعد دیگر بزرگتر است و دو بعد اخیر که ابعاد مقطع هستند اختلاف کمی دارند. در اعضای میله‌ای ساده نسبت طول به بعد بزرگ مقطع بیش از ۴ و در اعضای میله‌ای پیوسته بیش از ۲/۵ است.

### ۹-۱۳-۵-۲ اعضای صفحه‌ای

در اعضای صفحه‌ای یکی از ابعاد (ضخامت) بطور قابل ملاحظه‌ای از دو بعد دیگر کوچکتر است. در صفحات نازک نسبت ضخامت به عرض صفحه کمتر یا مساوی $\frac{۱}{۱۰}$ منظور می‌شود. دال‌ها و دیوارها نمونه‌هایی از صفحات نازک و شالوده‌ها نمونه‌هایی از صفحات ضخیم هستند.

### ۹-۱۳-۵-۳ اعضای پوسته‌ای

در اعضای پوسته‌ای مانند اعضای صفحه‌ای یکی از ابعاد (ضخامت) کمتر از دو بعد دیگر است، اما میان صفحه آنها که تحت بارهای عمود بر خود قرار می‌گیرد، تخت نمی‌باشد.

### ۹-۱۳-۵-۴ اعضای سه‌بعدی

در این اعضا هیچ یک از ابعاد اختلاف قابل ملاحظه‌ای با دو بعد دیگر ندارند و هیچ یک از ضوابط بندهای ۹-۱۳-۵-۱ الی ۹-۱۳-۵-۳ در مورد آنها صادق نمی‌باشد.

## ۹-۱۳-۶ اصول تحلیل

### ۹-۱۳-۶-۱ تحلیل سازه

هدف از تحلیل سازه، تعیین نیروهای داخلی در مقاطع مختلف و تغییرمکان نقاط مختلف تحت اثر بارهای وارده، با در نظر گرفتن مشخصات هندسی و مکانیکی آنها است.

### ۹-۱۳-۶-۲ تحلیل خطی

در این روش محاسبه نیروها در مقاطع مختلف ساختمان با فرض خطی بودن رفتار مصالح، کوچک بودن تغییرشکل و بر اساس تئوری الاستیسیته انجام می‌شود. این روش در محاسبات حالت‌های حدی نهایی و بهره‌برداری قابل استفاده است. در ساختمان‌های قابی مهار نشده جانبی، استفاده از این روش به شرطی مجاز است که ضریب لاغری ستون‌ها $\frac{Kl_u}{r}$ کمتر از صد باشد.

### ۹-۱۳-۶-۳ تحلیل خطی با باز پخش محدود

در این روش محاسبه نیروهای داخلی با فرضیات مشابه روش تحلیل خطی انجام می‌شود. با توجه به مشخصات مکانیکی می‌توان نیروهای موجود را به میزان محدودی کاهش یا افزایش داد.

در این روش می‌توان نیروهای داخلی محاسبه شده با روش تحلیل خطی را در مقاطع تحت اثر لنگر خمشی بیشینه منفی و یا لنگر خمشی بیشینه مثبت در هر دهانه تیرهای یکسره حداکثر به میزان $۱۰۰۰\varepsilon_t$ و نه بیش از ۲۰ درصد کاهش داد. $\varepsilon_t$ کرنش آرماتورهای کششی در حالت نهایی کرنش بتن می‌باشد.

بازپخش لنگر خمشی را فقط می‌توان موقعی به کار برد که $\varepsilon_t$ در مقطعی که کاهش لنگر خمشی صورت می‌گیرد بزرگتر یا برابر ۰/۰۰۷۵باشد. در صورت کاهش لنگر خمشی در هر مقطع، باید مقادیر لنگر در سایر مقاطع با توجه به شرایط تعادل بارها تغییر داده شوند.

### ۹-۱۳-۶-۴ تحلیل غیر خطی

در این روش مقادیر نیروهای داخلی در اعضای ساختمان با توجه به «رفتار غیر خطی مصالح» و یا «رفتار غیر خطی هندسی» تعیین می‌شوند.

این روش در حالت‌های حدی نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در ساختمان‌های قابی در شرایطی که لاغری ستون‌ها بیش از صد باشد بکارگیری آن الزامی است.

### ۹-۱۳-۶-۵ تحلیل پلاستیک

در این روش تحلیل، مقادیر نیروهای داخلی با فرض رفتار پلاستیک اعضاء و استفاده از تئوری پلاستیسیته و تنها در حالت حدی نهایی محاسبه می‌شود.

## ۹-۱۳-۷ مشخصات مصالح

**۹-۱۳-۷-۱** مقدار ضریب ارتجاعی بتن با جرم مخصوص ($\gamma_c$) بین ۱۵ تا ۲۵ $kN/m^3$، از رابطه (۹-۱۳-۱) تعیین می‌گردد:

$$E_c = (۳۳۰۰\sqrt{f_c} + ۶۹۰۰)(\frac{\gamma_c}{۲۳})^{۱/۵} \qquad (۹-۱۳-۱)$$

**۹-۱۳-۷-۲** در تحلیل خطی مقدار $E_S = ۲\times۱۰^۵$ بر حسب مگاپاسکال منظور می‌شود.

**۹-۱۳-۷-۳** ضریب انبساط حرارتی بتن معادل $(۱/°C)$ $۱۰^{-۵}$ در نظر گرفته می‌شود.

**۹-۱۳-۷-۴** ضریب پواسون برابر با ۰/۱۵ برای بتن معمولی و ۰/۲ برای بتن با مقاومت بالا و ۰/۳ برای فولاد است.

**۹-۱۳-۷-۵** برای ساختمان‌های بتن‌آرمه، بتن رده $C۲۰$ و بالاتر و برای ساختمان‌های بتن پیش تنیده، بتن رده $C۳۰$ و بالاتر باید به عنوان مبنای طراحی در نظر گرفته شود.

**۹-۱۳-۷-۶** رده میلگردهای به کار برده در قاب‌ها و اجزای لبه‌ای دیوارهای مقاوم در برابر زلزله و همچنین فولادهای دورپیچ ستونها و فولادهای عرضی پیچشی و برشی و برش اصطکاکی نباید بالاتر از رده $S۴۰۰$ باشند.

**۹-۱۳-۷-۷** استفاده از میلگردهای ساده به عنوان میلگرد سازه‌ای فقط در دور پیچ‌ها مجاز می‌باشد.

**۹-۱۳-۷-۸** ضریب $\lambda$ که جهت اعمال شرایط استفاده از بتن سبک می‌باشد، در مواردی که در این مبحث به مقدار آن اشاره نشده است، به شرح ردیف‌های (الف) تا (ت) این بند تعیین می‌گردد:

الف) بتن با سنگدانه‌های ریز (ماسه) سبک و سنگدانه‌های درشت (شن) سبک:

$\lambda = ۰/۷۵$

ب) بتن با سنگدانه‌های ریز (ماسه) سبک و سنگدانه‌های درشت (شن) معمولی:

$\lambda = ۰/۷۵$ تا $۰/۸۵$

مقدار دقیق $\lambda$ با درون‌یابی خطی بر حسب درصد حجمی جایگزینی سنگدانه‌های ریز تعیین می‌شود.

پ) بتن با سنگدانه‌های ریز (ماسه) معمولی و سنگدانه‌های درشت (شن) سبک:

$\lambda = ۰/۸۵$ تا ۱

مقدار دقیق $\lambda$ با درون‌یابی خطی بر حسب درصد حجمی جایگزینی سنگدانه‌های درشت تعیین می‌شود.

ت) بتن با سنگدانه‌های ریز (ماسه) معمولی و سنگدانه‌های درشت (شن) معمولی:

$\lambda = ۱$

ث) در صورت انجام آزمایش مقاومت کششی دو نیمه شدن:

$$\lambda = \frac{f_{ct}}{۰/۵۶\sqrt{f_c}} \leq ۱$$

### ۹-۱۳-۸ مشخصات هندسی

**۹-۱۳-۸-۱** طول دهانه موثر برای اعضای غیریکپارچه با تکیه‌گاه معادل کمترین مقدار بین «فاصله محور به محور تکیه‌گاه» و «طول آزاد بعلاوه ارتفاع عضو» در نظر گرفته می‌شود.

برای اعضای یکپارچه با تکیه‌گاه، طول دهانه موثر معادل فاصله محور به محور تکیه‌گاه خواهد بود. برای اعضای طره‌ای، این طول معادل طول آزاد آنها منظور می‌گردد.

**۹-۱۳-۸-۲** طول دهانه آزاد بر تا بر تکیه گاه‌ها در امتدادی که لنگرها برای آن محاسبه می‌شوند، منظور می‌گردد.

**۹-۱۳-۸-۳** ابعاد در نظر گرفته شده هر عضو در تحلیل سازه نبایستی با ابعاد ارائه شده در نقشه‌های اجرایی بیش از ۵٪ اختلاف داشته باشد.

### ۹-۱۳-۸-۴ اثر ترک‌خوردگی

در تحلیل سازه باید سختی خمشی و پیچشی اعضای ترک خورده به نحو مناسب محاسبه و منظور گردد. اثر ترک‌خوردگی باید با توجه به تغییر شکل‌های محوری و خمشی و آثار دراز مدت محاسبه شود. در غیاب محاسبات دقیق برای منظور کردن اثر ترک‌خوردگی می‌توان:

- در قاب‌های مهار نشده سختی خمشی تیرها و ستون‌ها را به ترتیب معادل ۰/۳۵ و ۰/۷ برابر سختی خمشی مقطع ترک نخورده آنها منظور نمود.
- در قاب‌های مهار شده سختی خمشی تیرها و ستون‌ها را به ترتیب معادل ۰/۵ و ۱ برابر سختی خمشی مقطع ترک نخورده آنها منظور نمود.

سختی خمشی دیوارها در هر دو جهت را در صورتی که ترک خورده باشند ۰/۳۵ و در غیر این صورت ۰/۷ برابر سختی خمشی مقطع کل منظور نمود.

## ۹-۱۳-۹ بارگذاری

**۹-۱۳-۹-۱** بارهای موثر در طراحی ساختمان‌ها شامل موارد زیر می‌باشند:

الف) بارهای دائمی، شامل وزن اجزاء ساختمان یا عوامل متکی بر آنها

ب) سربارهای بهره‌برداری (زنده) و همچنین سربارهای حین ساخت، ناشی از وزن قالب و داربست بستن یک طبقه روی طبقه یا طبقات زیر

پ) بارهای جوی، مانند باد و برف

ت) بارهای استثنائی، مانند زلزله، حریق و برخورد وسائل نقلیه به ستون‌ها و پایه‌ها

ث) بارهای حرارتی، جمع‌شدگی و وارفتگی بتن و نشست تکیه‌گاهی

**۹-۱۳-۹-۲** مشخصات و میزان بارهای وارد بر ساختمان براساس مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان تعیین می‌شوند.

**۹-۱۳-۹-۳** بارهای وارده با توجه به احتمال همزمان بودن با یکدیگر ترکیب شده و در طراحی هر عضو نامساعدترین وضعیت‌های احتمالی بارگذاری به کار گرفته می‌شوند.

## ۹-۱۳-۱۰ طراحی در حالت حدی نهایی مقاومت

کلیه اجزای سازه‌ای باید در حالت حدی نهایی مقاومت محاسبه شوند و در هر مقطع باید رابطه عمومی (۹-۱۳-۲) همواره برقرار باشد.

$$S_u \le S_r \qquad (۹-۱۳-۲)$$

در این رابطه $S_u$ نیروی داخلی ایجاد شده در مقطع و $S_r$ نیروی مقاوم عضو در مقطع مورد نظر است.

### ۹-۱۳-۱۰-۱ نیروی مقاوم $S_r$

**۹-۱۳-۱۰-۱-۱** نیروی مقاوم مقطع باید متناسب با مشخصات هندسی و مکانیکی مقطع عضو در برابر آن نیرو و با توجه به شرایط تعادل نیروها و سازگاری تغییر شکل‌ها محاسبه شود.

در تعیین این نیرو ضوابط ذکرشده در فصول مختلف این مبحث برای قطعات تحت اثر خمش، برش، خمش و فشار یا کشش، پیچش و آثار مربوط به لاغری و پیوستگی و مهاری باید در نظر گرفته شود.

**۹-۱۳-۱۰-۱-۲** برای‌محاسبه نیروی مقاوم $S_r$، مقادیر مقاومت‌های مشخصه بتن و فولاد در ضرایب ایمنی جزئی به شرح (الف) تا (ج) این بند، ضرب می‌شوند:

الف) ضریب ایمنی جزئی مقاومت بتن در قطعات درجا $\phi_c$ = ۰/۶۵

ب) ضریب ایمنی جزئی مقاومت بتن در قطعات پیش‌ساخته $\phi_c$ = ۰/۷

ج) ضریب ایمنی جزئی مقاومت فولاد $\phi_s$ = ۰/۸۵

در موارد استثنائی مقادیر $\phi$ برای هر حالت ارائه شده‌اند. روابط ارائه شده در این مبحث با فرض $\phi_c$ = ۰/۶۵ می‌باشد.

**تبصره:** در شرایطی که در یک عضو حاشیه ایمنی بیشتری مورد نیاز باشد یک ضریب ایمنی مکمل $\phi_n$ نیز بر مقاومت نهایی مقطع اعمال می‌گردد.

### ۹-۱۳-۱۰-۲ نیروهای ایجاد شده در مقطع در حالت حدی نهایی( $S_u$ )

نیروهای ایجاد شده در مقطع در حالت حدی نهایی ( $S_u$ ) شامل نیروهای محوری، لنگرهای خمشی و پیچشی و نیروهای برشی باید با توجه به تحلیل سازه تحت ترکیب‌های مختلف بارهای نهایی محاسبه شوند. برای تعیین بارهای نهایی، مقادیر بارها مطابق جدول ۹-۱۳-۱ در ضرایب بار ضرب شده و با هم ترکیب می‌شوند.

**جدول۹-۱۳-۱ ترکیبات بارگذاری در حالت حدی نهایی**

| شرایط | ترکیب بار مبنا |
|---|---|
| در شرایطی که اثر بار زنده در هر یک از ترکیبات بارگذاری کاهش دهنده است این آثار معادل صفر منظور می‌گردد. | ۱/۲۵ D + ۱/۵ ( L , S , R ) |
| | D + ۱/۲ ( L , S , R ) + ۱/۲ (۰/۷ E , W ) |
| | ۰/۸۵ D +۱/۲ ( ۰/۷E , W ) |
| | ۱/۲۵ D +۱/۵ ( L , S , R ) + ۱/۵ ( H , ۰/۸۴ F ) |
| | ۰/۸۵ D + ۱/۵ ( H, ۰/۸۴ F ) |
| | ترکیب بارهای شامل بار سیل |
| | D + ۱/۲ ( L , S , R ) + ۱/۲ ( ۰/۷E , W ) + ۲/۰ Fa |
| | ۰/۸۵D + ۱/۲ ( ۰/۷E , W ) + ۲ Fa |
| | ترکیب بارهای شامل بار یخ جوی |
| | D + ۱/۲ ( L , S , R ) + $D_i$ + ۱/۲($W_i$) |
| | ۰/۸۵ D + $D_i$ + ۱/۲($W_i$) |
| | ترکیب بارهای خودکرنشی |
| ترکیب بارهای مورد نیاز تنها به این دو ترکیب بار محدود نمی‌شود و در برخی مواقع قضاوت مهندسی نیز لازم است بکار برده شود. به عنوان مثال زمانیکه مقدار بار زنده بام و یا بار برف قابل توجه باشد و احتمال دارد بطور همزمان با بارهای خود کرنشی بر ساختمان وارد شود ، اثر آنها نیز باید منظور گردد . طراحی باید بر اساس ترکیب باری انجام شود که بیشترین اثر نامطلوب را ایجاد می‌کند. | D + ۱/۲ ( L , S , R ) + T |
| | ۱/۲۵D + ۱/۵ T |

**تبصره۱:** در شرایطی که اثر بار زنده در هر یک از ترکیبات بارگذاری کاهش دهنده است، این آثار معادل صفر منظور می‌گردد.

### ۹-۱۳-۱۱ کنترل در حالت حدی بهره برداری

کنترل اعضای مختلف سازه‌ای در دو حالت حدی تغییرشکل و ترک‌خوردگی، بر اساس مطالب مندرج در فصل هفدهم تحت اثر ترکیبات بار حالت حدی بهره‌برداری انجام می‌شود.

در محاسبات حالت حدی بهره‌برداری، با رعایت نکات مندرج در بند ۹-۱۷-۳-۲-۱، با حذف بارهای اتفاقی، ضرایب ایمنی جزئی بارهای بهره‌برداری برابر واحد منظور می‌شود، همچنین ضرایب مقاومت $\varphi_m$ متناسب با مطالب فصل هفدهم اختیار می‌شود.

# ۹-۱۴ خمش و بارهای محوری

## ۹-۱۴-۰ علائم اختصاری

$A_c$ = مساحت هسته عضو فشاری با آرماتور دورپیچ که براساس قطر بیرونی دورپیچ محاسبه می‌شود، میلی‌متر مربع

$A_e$ = مساحت مقطع موثر (درمقطع مستطیلی شکل $A_e = bd$)، میلی‌متر مربع

$A_g$ = مساحت کل مقطع عضو، میلی‌متر مربع

$A_s$ = سطح مقطع آرماتور کششی، میلی‌متر مربع

$A_{st}$ = سطح مقطع کل آرماتور طولی، میلی‌متر مربع

$A_1$ = سطحی از عضو که در تماس با تکیه‌گاه به صورت اتکایی انتقال بار می‌نماید، میلی‌متر مربع

$A_2$ = مساحت تکیه‌گاه، میلی‌متر مربع

$b$ = عرض تیر مستطیلی، میلی‌متر

$b_f$ = پهنای بال فشاری ، میلی‌متر

$b_w$ = پهنای جان تیر $T$ شکل، میلی‌متر

$d$ = فاصله دورترین تار فشاری تا مرکز سطح آرماتور کششی طولی، میلی‌متر

$E_s$ = ضریب ارتجاعی فولاد، مگاپاسکال

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$f_y$ = مقاومت مشخصه فولاد ( $f_{yk}$ )، مگاپاسکال، که برای تسهیل کار در این فصل حرف k در زیرنویس حذف شده است.

$M_r$ = لنگر خمشی مقاوم، نیوتن - میلی‌متر

$M_u$ = لنگرخمشی نهایی، نیوتن- میلی‌متر

$N_{rb}$ = نیروی محوری مقاوم نظیر مقطع متعادل، نیوتن

$N_{r\cdot\max}$ = حداکثر نیروی محوری مقاوم، نیوتن

$N_r$ = نیروی محوری مقاوم، نیوتن

$N_u$ = نیروی محوری نهایی، نیوتن

$x$ = فاصله تار خنثی از دورترین تار فشاری مقطع، میلی‌متر

$\alpha_1$ = ضریب تنش معادل یکنواخت در بلوک فشاری مقطع

$\beta_1$ = ضریب تقلیل مقدار $x$ برای استفاده از تنش معادل یکنواخت

$\varepsilon_s$ = تغییر شکل نسبی فولاد

$\rho$ = نسبت سطح مقطع آرماتور کششی به سطح مقطع موثر $(\rho = \frac{A_s}{A_e})$

$\rho_s$ = نسبت حجم آرماتور دورپیچ به حجم کل هسته (بر اساس قطر بیرونی دورپیچ) در عضو فشاری با آرماتور دورپیچ

$\phi_c$ = ضریب جزئی ایمنی بتن

$\phi_s$ = ضریب جزئی ایمنی فولاد

## ۹-۱۴-۱ گستره

**۹-۱۴-۱-۱** ضوابط این فصل باید برای طراحی قطعات میله‌ای تحت اثر خمش یا نیروی محوری و یا اثر توأم آنها، درحالت حدی نهایی مقاومت و برای طراحی قطعات دیگری مانند دیوارها و دال‌ها و شالوده‌ها در صورتی که در فصول دیگر به این فصل ارجاع شده باشد، رعایت شوند.

**۹-۱۴-۱-۲** در طراحی قطعات میله‌ای تحت اثر توأم خمش و نیروی محوری فشاری و یا نیروی محوری فشاری خالص، آثار ناشی از لاغری باید در نظرگرفته شوند. آثار ناشی از لاغری قطعات و نحوه تأثیر آنها در طراحی، درفصل شانزدهم توضیح داده شده‌اند.

**۹-۱۴-۱-۳** در طراحی قطعات میله‌ای تحت اثر خمش یا نیروی محوری و یا اثر توأم آنها درحالت حدی نهایی مقاومت، رعایت ضوابط مربوط به پیوستگی و اطمینان از انتقال کامل نیروها بین بتن و آرماتورها الزامی است. برای این منظور ضوابط فصل بیست و یکم باید رعایت شوند.

**۹-۱۴-۱-۴** در این مبحث برای طراحی قطعات میله‌ای تحت اثر توأم خمش و نیروی محوری در حالت حدی بهره‌برداری رعایت ضابطه خاصی الزامی نیست، ولی برای قطعات میله‌ای تحت اثر خمش در حالت حدی بهره‌برداری، رعایت ضوابط خاص کنترل تغییرشکل‌ها و ترک‌خوردگی‌ها الزامی است. این ضوابط در فصل هفدهم توضیح داده شده‌اند.

## ۹-۱۴-۲ حالت حدی نهایی مقاومت در خمش و نیروی محوری

**۹-۱۴-۲-۱** در مقاطع تحت اثرخمش خالص یا نیروی محوری خالص، کنترل حالت حدی نهایی مقاومت بر اساس روابط (۹-۱۴-۱) و (۹-۱۴-۲) صورت می‌گیرد:

$$M_u \le M_r \quad \text{تحت اثر خمش خالص} \qquad (۹-۱۴-۱)$$

$$N_u \le N_r \quad \text{تحت اثر نیروی محوری خالص} \qquad (۹-۱۴-۲)$$

در کنترل روابط (۹-۱۴-۱) و (۹-۱۴-۲) قدرمطلق نیروها و لنگرها لحاظ می‌گردد.

**۹-۱۴-۲-۲** در مقاطع تحت اثر توأم نیروی محوری و لنگر خمشی، کنترل حالت حد نهایی مقاومت، به گونه‌ای است که نقطه متناظر با $M_u$ و $N_u$ که از هر یک از ترکیب‌های بارگذاری مختلف طبق جدول ۹-۱۳-۱ به دست می‌آید، خارج از سطح محصور بین منحنی اندرکنش ( $M_r$ و $N_r$ ) و محورهای نظیر آنها قرار نگیرد.

**۹-۱۴-۲-۳** مقادیر $M_r$ و $N_r$ نظیر هم، براساس فرضیات داده شده در بند ۹-۱۴-۳ و با رعایت شرایط تعادل نیروها و سازگاری هندسی تغییرشکل‌های نسبی در مقطع به دست می‌آیند.

**۹-۱۴-۲-۴** منحنی اندرکنش، مکان هندسی نقاطی است که مختصات آنها مقادیر $M_r$ و $N_r$ نظیر در یک مقطع از عضو می‌باشد.

## ۹-۱۴-۳ فرضیات طراحی مقطع

**۹-۱۴-۳-۱** در هر مقطع توزیع تغییرشکل‌های نسبی فولاد و بتن در ارتفاع مقطع، خطی در نظر گرفته می‌شود. این فرض در مقاطع خمشی با ارتفاع زیاد، تیرهای عمیق، که شامل تیرهای با نسبت ارتفاع مقطع به دهانه آزاد بزرگتر از $\frac{۱}{۲}$ می‌باشد، مورد قبول نیست.

در این‌گونه مقاطع توزیع تغییرشکل‌های نسبی مذکور غیر خطی منظور می‌گردد.

**۹-۱۴-۳-۲** حداکثر تغییرشکل نسبی بتن دردورترین تار فشاری، $\varepsilon_{cu}$، مطابق جدول ۹-۱۴-۱ در نظر گرفته می‌شود.

**جدول ۹-۱۴-۱**

| رده بتن | C۵۰ تا C۱۲ | C۵۵ | C۶۰ | C۷۰ | C۸۰ | C۹۰ | C۱۰۰ | C۱۲۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\varepsilon_{cu}$ | ۰/۰۰۳۵ | ۰/۰۰۳۲ | ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۰۰۲۸ |

**۹-۱۴-۳-۳** تنش فولاد برای تغییرشکل‌های نسبی کوچکتر از مقدار نظیر جاری شدن، $\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_S}$ باید برابر با $\phi_S E_S \varepsilon_S$ و برای تغییر شکل‌های نسبی بزرگتر از مقدار نظیر جاری شدن باید مستقل از تغییرشکل نسبی و برابر با $\phi_S f_y$ در نظر گرفته شود.

**۹-۱۴-۳-۴** در طراحی مقاطع اعضای تحت خمش و یا نیروی محوری کششی، از مقاومت کششی بتن صرفنظر می‌شود.

**۹-۱۴-۳-۵** نمودار تنش فشاری بتن برحسب تغییرشکل نسبی نظیر آن را می‌توان به هر شکل که پیش بینی مقاومت بر اساس آن با نتایج آزمایش‌های جامع تطابق قابل قبولی داشته باشد، در نظر گرفت. نمودار جایگزین می‌تواند بصورت سهمی- مستطیل باشد.

**۹-۱۴-۳-۶** ضوابط بند ۹-۱۴-۳-۵ را می‌توان به وسیله یک توزیع تنش یکنواخت عمود بر مقطع با مقدار $\alpha_1 \phi_c f_c$ که سطح تأثیر آن، سطح محدود شده در ناحیه فشاری مقطع بین کناره‌های مقطع و خطی به موازات محور خنثی به فاصله $\beta_1 x$ از دورترین تارفشاری می‌باشد، معادل نمود. ضرایب $\alpha_1$ و $\beta_1$ وابسته به مقدار $f_c$ مطابق روابط (۹-۱۴-۳) بدست می‌آیند:

$$\alpha_1 = ۰/۸۵ - ۰/۰۰۱۵ f_c \qquad (۹-۱۴-۳)$$

$$\beta_1 = ۰/۹۷ - ۰/۰۰۲۵ f_c$$

## ۹-۱۴-۴ ضوابط کلی طراحی

**۹-۱۴-۴-۱** مقطع متعادل مقطعی است که در حالت حدی نهایی مقاومت، تغییرشکل نسبی آرماتور کششی در آستانه رسیدن به تغییرشکل نسبی جاری شدن قرارگرفته و همزمان، تغییرشکل نسبی بتن فشاری به مقدار نهایی مفروض در بند ۹-۱۴-۳-۲ برسد.

**۹-۱۴-۴-۲** در قطعات تحت خمش برای تأمین مقاومت می‌توان از آرماتور فشاری همراه با آرماتور کششی استفاده نمود، مشروط بر آنکه رابطه (۹-۱۴-۵) و (۹-۱۴-۶) برقرار باشد.

**۹-۱۴-۴-۳** در قطعات میله‌ای تحت اثر فشارمحوری، حداکثر نیروی محوری مقاوم، درصورت استفاده از تنگ‌های موازی به ۸۰ درصد و در صورت استفاده از دورپیچ، به ۸۵ درصد مقداری که بر اساس فرضیات بند ۹-۱۴-۳ به دست می‌آید، محدود می‌گردد. در صورت استفاده از فرضیات بند ۹-۱۴-۳-۶ این نیرو برابر یکی از دو مقدار بدست آمده از روابط (۹-۱۴-۴) خواهد بود:

در صورت استفاده از تنگ‌های موازی $N_{rmax} = ۰/۸ [\alpha_1 \phi_c f_c (A_g - A_{st}) + \phi_s f_y A_{st}]$

(۹-۱۴-۴)

در صورت استفاده از دورپیچ $N_{rmax} = ۰/۸۵ [\alpha_1 \phi_c f_c (A_g - A_{st}) + \phi_s f_y A_{st}]$

**۹-۱۴-۴-۴** در قطعات میله‌ای تحت اثر توأم فشار محوری و خمش، نیروی محوری مقاوم هر مقطع، در هر حالت نباید بیشتر از مقدار بدست آمده از بند ۹-۱۴-۴-۳ در نظر گرفته شود.

## ۹-۱۴-۵ محدودیت‌های آرماتورها در قطعات خمشی

### ۹-۱۴-۵-۱ حداکثر مقدار آرماتور کششی

در قطعات میله‌ای تحت خمش و یا تحت خمش و نیروی محوری فشاری توأم که در آنها نیروی محوری کمتر از هر دو مقدار $۰/۱۵ \phi_c f_c A_g$ و $N_{rb}$ است. مقدار $A_s$ باید به گونه‌ای باشد که روابط (۹-۱۴-۵) و (۹-۱۴-۶) برقرار گردد:

$$\frac{x}{d} \le \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \frac{f_y}{E_s}} \qquad (۹-۱۴-۵)$$

$$\rho \le ۰/۰۲۵ \qquad (۹-۱۴-۶)$$

### ۹-۱۴-۵-۲ حداقل مقدار آرماتور کششی

**۹-۱۴-۵-۲-۱** در هر مقطع از قطعات میله‌ای تحت خمش (به جز موارد مندرج در بند ۹-۱۴-۵-۲-۳) مقدار آرماتور به کار رفته در مقطع، $A_s$، باید به گونه‌ای باشد که رابطه (۹-۱۴-۷) برقرار باشد:

$$\rho \ge \max\left( \frac{۱/۴}{f_y}, \frac{۰/۲۵\sqrt{f_c}}{f_y} \right) \qquad (۹-۱۴-۷)$$

**۹-۱۴-۵-۲-۲** در تیرهای با مقطع **T** شکل و تیرچه‌هایی که درآنها جان مقطع درکشش قرار دارد $\rho$، به دست آمده از بند ۹-۱۴-۵-۲-۱ متناظر با سطح مقطع موثر $A_e = b_w d$ می‌باشد. در اعضای معین استاتیکی با مقطع **T** شکل که بال مقطع در کشش می‌باشد مقدار بدست آمده از بند ۹-۱۴-۵-۲-۱ متناظر با سطح مقطع موثر، $A_e$، که بر اساس جایگزینی $b_w$ با کمترین دو مقدار $۲b_w$ و عرض‌بال، محاسبه شده باشد، خواهد بود.

**۹-۱۴-۵-۲-۳** در صورتی که سطح مقطع فولاد کششی محاسبه شده با فرضیات بند ۹-۱۴-۳ کمتر از مقادیر حاصل از بند ۹-۱۴-۵-۲-۱ و ۹-۱۴-۵-۲-۲ باشد، درهمه حالات شکل‌پذیری، قرار دادن ۱/۳۳ برابر مقدار حاصل از محاسبه به عنوان فولاد کششی مقطع کافی می‌باشد.

### ۹-۱۴-۵-۳ توزیع آرماتور خمشی

**۹-۱۴-۵-۳-۱** در تیرها توزیع آرماتور خمشی باید بر اساس ضوابط مربوط به ترک‌خوردگی مطابق فصل هفدهم و بند ۹-۱۴-۱۱ صورت گیرد.

## ۹-۱۴-۶ ضوابط تیرهای T شکل و تیرچه‌های بتنی

### ۹-۱۴-۶-۱ تیرهای T شکل

**۹-۱۴-۶-۱-۱** در ساخت تیرهای **T** شکل، جان و بال باید به صورت یکپارچه ساخته شوند، در غیر اینصورت پیوستگی بین جان و بال باید به نحوی مناسب تأمین شود.

**۹-۱۴-۶-۱-۲** عرضی از دال که به طور موثر به عنوان بال تیر عمل می‌کند نباید بیشتر از یک چهارم طول دهانه آزاد تیر، برای تیرهای یکسره، و بیشتر از دو پنجم طول دهانه آزاد تیر، برای تیرهای ساده، اختیار شود. عرض موثر بال تیر میانی در هر طرف جان تیر نیز نباید بیشتر از دو مقدار (الف) و (ب) این بند، اختیار گردد:

الف- هشت برابر ضخامت دال

ب- نصف فاصله آزاد تا جان تیرهای مجاور

**۹-۱۴-۶-۱-۳** عرض موثر بال تیر کناری از بر جان، در تیرهایی که دال فقط در یک طرف جان آنها قرار دارد، نباید بیشتر از سه مقدار (الف) تا (پ) این بند، اختیار شود:

الف) یک دوازدهم طول دهانه آزاد تیر

ب) شش برابر ضخامت دال

پ) نصف فاصله آزاد تا جان تیر مجاور

**۹-۱۴-۶-۱-۴** در تیرهای **T** شکل مجزا که از بال آنها برای تأمین سطح فشاری اضافی استفاده می‌شود، ضخامت بال نباید کمتر از نصف عرض جان تیر باشد. در این تیرها عرض موثر بال نباید بیشتر از چهار برابر عرض جان تیر اختیار شود.

**۹-۱۴-۶-۱-۵** در مواردی که میلگردهای اصلی خمشی در دالی که به عنوان بال تیر **T** در نظر گرفته شده است موازی تیر باشند، میلگردهایی عمود بر تیر باید مطابق ضوابط (الف) و (ب) این بند، در دال قرار داده شود. سیستم تیرچه‌های بتنی که مشمول مقررات بند ۹-۱۴-۶-۲ هستند، از این ضابطه مستثنی می‌باشند.

الف- میلگردهای عرضی عمود بر تیر باید برای تحمل بارهای نهایی وارد بر بال و با فرض عملکرد طره‌ای دال طراحی شوند. در تیرهای $T$ شکل مجزا تمام عرض بال طره‌ای و در سایر تیرها عرض موثر بال در این طراحی منظور می‌شوند.

ب- فاصله میلگردهای عرضی عمود بر تیر نباید از پنج برابر ضخامت دال و نه از ۳۵۰ میلی‌متر بیشتر اختیار شود.

### ۹-۱۴-۶-۲ ضوابط مربوط به سیستم تیرچه‌های بتنی

**۹-۱۴-۶-۲-۱** سیستم تیرچه‌های بتنی، مرکب از تیرچه‌های با فواصل تقریباً مساوی در یک امتداد و یا دو امتداد عمود بر هم و یک دال فوقانی، که در آنها محدودیت‌های الف و ب این بند رعایت شده باشند، می‌توانند به صورت مجموعه طبق ضوابط دال‌ها طراحی شوند:

الف) عرض تیرچه نباید کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع کل آنها نباید بیشتر از سه و نیم برابر حداقل عرض آنها باشد.

ب) فاصله آزاد بین تیرچه‌ها نباید بیشتر از ۷۵۰ میلی‌متر باشد.

**۹-۱۴-۶-۲-۲** سیستم تیرچه‌های بتنی که مشمول ضوابط بند ۹-۱۴-۶-۲-۱ نمی‌شوند باید به صورت سیستم تیر و دال طراحی شود.

**۹-۱۴-۶-۲-۳** درسیستم‌هایی که از اجزای پرکننده دائمی، مانند بلوک‌های سفالی و یا بلوک‌های بتنی، در فواصل بین تیرچه‌ها استفاده می‌شود و مقاومت فشاری مصالح این اجزا حداقل برابر با مقاومت مشخصه بتن تیرچه‌ها است، می‌توان از مقاومت جدارهایی از این اجزا که در تماس با تیرچه‌ها هستند در محاسبه مقاومت برشی و مقاومت خمشی منفی تیرچه‌ها استفاده کرد. از مقاومت سایر قسمت‌های اجزای پرکننده در مقاومت سیستم صرفنظر می‌شود. در این سیستم‌ها محدودیت‌های (الف) و (ب) این بند باید رعایت شوند:

الف) ضخامت دال روی اجزای پرکننده نباید از یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و نه از ۴۰ میلی‌متر کمتر اختیار شود.

ب) در سیستم تیرچه‌های یک طرفه باید در دال فوقانی میلگردهایی عمود بر امتداد تیرچه‌ها و مطابق بند ۹-۱۸-۴ قرار داد. در سیستم تیرچه‌های دو طرفه باید در دال فوقانی میلگردهایی در دو امتداد عمود بر هم و مطابق بند ۹-۱۸-۴ پیش‌بینی کرد.

**۹-۱۴-۶-۲-۴** در سیستم‌هایی که از قالب موقت استفاده می‌شود و یا اجزای پرکننده مشمول ضابطه بند ۹-۱۴-۶-۲-۳ نمی‌شوند، محدودیت‌های (الف) و (ب) باید رعایت شوند:

الف) ضخامت دال فوقانی نباید از یک‌دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و نه از ۵۰ میلی متر کمتر اختیار شود.

ب) در دال فوقانی باید میلگردهایی عمود بر تیرچه‌ها که بر اساس ضوابط مربوط به خمش و با در نظر گرفتن بارهای متمرکز، درصورت موجود بودن، طراحی شده‌اند، پیش‌بینی کرد. مقدار این آرماتورها نباید کمتر از مقدار مندرج در بند ۹-۱۸-۴ اختیار شود.

**۹-۱۴-۶-۲-۵** مقاومت برشی تأمین شده توسط بتن در تیرچه‌ها را می‌توان به اندازه ده درصد بیشتر از مقدار گفته شده در فصل پانزدهم در نظر گرفت. مقاومت برشی تیرچه‌ها را می‌توان با استفاده از آرماتور برشی و یا زیاد کردن عرض تیرچه‌ها افزایش داد.

### ۹-۱۴-۷ فاصله تکیه‌گاه‌های جانبی قطعات خمشی

**۹-۱۴-۷-۱** به جز در مواردی که محاسبات پایداری ساختمان شامل آثار پیچشی انجام می‌شود، فاصله تکیه‌گاه‌های جانبی تیرها باید بر اساس بند ۹-۱۴-۷-۲ به گونه‌ای در نظر گرفته شوند که از کمانش جانبی آنها جلوگیری نمایند.

**۹-۱۴-۷-۲** برای تیرها، فاصله تکیه‌گاه‌های جانبی نباید از ۵۰ برابر عرض وجه فشاری تیر و $۲۰۰ \frac{b^{۲}}{d}$ بیشتر باشد. این فاصله در مورد تیرهای طره باید به نصف تقلیل یابد.

### ۹-۱۴-۸ ابعاد طراحی برای قطعات فشاری

**۹-۱۴-۸-۱** پس از تحلیل سازه و تعیین مقادیر نیروهای موثر در طراحی که به ازای سختی نظیر مقطع ترک خورده قطعات انجام می‌پذیرد، برای طراحی قطعات میله‌ای و تعیین مقدار آرماتور فشاری می‌توان محدودیتهای بندهای ۹-۱۴-۸-۲ و ۹-۱۴-۸-۳ را مورد استفاده قرار داد.

**۹-۱۴-۸-۲** در صورتی‌که قطعه میله‌ای فشاری با دورپیچ یا تنگ، با یک دیوار یا پایه به صورت یکپارچه ساخته شود، حداکثر ۴۰ میلی‌متر خارج از دورپیچ یا تنگ‌ها را می‌توان جزء محدوده مقطع موثر قطعه فشاری فرض کرد.

**۹-۱۴-۸-۳** در تعیین مقاومت مقطع و حداقل آرماتور مورد نیاز در یک عضو فشاری که دارای سطح مقطعی بزرگتر از مقدار لازم برای تحمل بارهای مورد نظر است، می‌توان سطح مقطع موثر کاهش یافته‌ای که برابر با سطح مقطع لازم برای تحمل بارهای مورد نظر می‌باشد در نظرگرفت. این سطح مقطع نباید از نصف سطح مقطع کل کوچکتر باشد.

## ۹-۱۴-۹ محدودیت‌های آرماتورها در قطعات فشاری (ستون‌ها)

**۹-۱۴-۹-۱** در قطعات فشاری سطح مقطع آرماتور طولی نباید کمتر از ۰/۰۱ و بیشتر از ۰/۰۶ سطح مقطع کل باشد. محدودیت مقدار حداکثر باید در محل وصله‌های پوششی میلگردها نیز رعایت شود. درصورت استفاده از فولاد S۴۰۰ در آرماتورهای طولی مقدار حداکثر در خارج از محل وصله‌ها به ۰/۰۴۵ سطح مقطع کل محدود می‌گردد.

**۹-۱۴-۹-۲** حداقل تعداد میلگردهای طولی در قطعات فشاری به شرح زیر است:

الف- میلگردهای داخل تنگ‌های مدور یا مستطیلی، چهار عدد

ب- میلگردهای داخل تنگ‌های مثلثی، سه عدد

پ- میلگردهای داخل دورپیچ، شش عدد، مطابق بند ۹-۱۴-۹-۳ .

**۹-۱۴-۹-۳** نسبت حجمی آرماتور دورپیچ به حجم کل هسته، $\rho_s$، نباید از مقدار بدست آمده از رابطه (۹-۱۴-۸) کمتر باشد:

$$\rho_s = ۰/۶(\frac{A_g}{A_c} - ۱)\frac{f_{cd}}{f_{yd}} \qquad (۹-۱۴-۸)$$

### ۹-۱۴-۹-۴ دورپیچ‌ها

در طراحی دورپیچ‌های اعضای فشاری علاوه بر مراعات ضوابط فصل بیست و یکم باید ضوابط زیر را هم در نظر گرفت:

**۹-۱۴-۹-۴-۱** دورپیچ باید از میلگرد پیوسته ساخته شود و روش ساخت آنها طوری باشدکه جابجایی و نصب آنها بدون اعوجاج و تغییر ابعاد میسر باشد.

**۹-۱۴-۹-۴-۲** قطر میلگردهای مصرفی در دورپیچ نباید از ۶ میلی‌متر کمتر باشد.

**۹-۱۴-۹-۴-۳** در هر گام دورپیچ فاصله آزاد بین میلگردها نباید از ۷۵ میلی‌متر بیشتر و از ۲۵ میلی‌متر کمتر باشد.

**۹-۱۴-۹-۴-۴** گام دورپیچ نباید از $\frac{۱}{۶}$ قطر هسته بتنی داخل دورپیچ تجاوز کند.

**۹-۱۴-۹-۴-۵** در هر طبقه، دورپیچ باید از روی شالوده یا دال تا تراز پایین‌ترین میلگردهای طبقه فوقانی ادامه یابد.

**۹-۱۴-۹-۴-۶** درصورتی که تیرها یا دستک‌هایی از همه طرف به ستون اتصال نداشته باشد، باید از محل توقف دورپیچ تا کف دال یا کتیبه سرستون تعدادی خاموت قرار داد.

**۹-۱۴-۹-۴-۷** در ستون‌های قارچی با سرستون، دورپیچ باید تا ارتفاعی ادامه یابد که در آن قطر یا پهنای سرستون دو برابر قطر یا پهنای ستون باشد.

**۹-۱۴-۹-۴-۸** دورپیچ باید با فاصله نگهدارهای مناسب در جای خود تنظیم و تثبیت شود.

**۹-۱۴-۹-۴-۹** در صورتی که قطر میلگرد دورپیچ کمتر از ۱۶ میلی‌متر باشد، تعداد فاصله نگهدارها نباید کمتر از مقادیر (الف) تا (پ) این بند، اختیار شود:

الف- دو عدد برای دورپیچ با قطر کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر

ب- سه عدد برای دورپیچ با قطر ۵۰۰ تا ۷۵۰ میلی‌متر

پ- چهار عدد برای دورپیچ با قطر بیشتر از ۷۵۰ میلی‌متر

**۹-۱۴-۹-۴-۱۰** درصورتی که قطر میلگرد دورپیچ کمتر از ۱۶ میلی‌متر نباشد، تعداد فاصله نگهدارها نباید کمتر از مقادیر (الف) و (ب) این بند، اختیار شود:

الف- سه عدد برای دورپیچ با قطر مساوی یا کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر

ب- چهار عدد برای دورپیچ با قطر بیشتراز ۶۰۰ میلی‌متر

**۹-۱۴-۹-۴-۱۱** مهارکردن دورپیچ با ۱/۵ دور پیچیدن اضافی میلگرد در انتهای قطعه تأمین می‌شود.

## ۹-۱۴-۱۰ مقاومت اتکایی

**۹-۱۴-۱۰-۱** مقاومت اتکایی نهایی روی بتن، به استثنای موارد مذکور در بندهای ۹-۱۴-۱۰-۲ و ۹-۱۴-۱۰-۳ نباید بزرگتر از $۰/۸۵\phi_c f_c A_۱$ درنظرگرفته شود.

**۹-۱۴-۱۰-۲** در صورتی که ابعاد تکیه‌گاه در هر امتداد در صفحه تماس بزرگتر از ابعاد سطحی از عضو باشد که به صورت اتکایی انتقال بار می‌نماید، مقاومت اتکایی روی این سطح را که بر طبق بند ۹-۱۴-۱۰-۱ محاسبه شده است، می‌توان درضریب $\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$ ضرب‌کرد. این ضریب در هر حال نباید بزرگتر از ۲ در نظر گرفته شود.

**۹-۱۴-۱۰-۳** درصورتی‌که تکیه‌گاه شیبدار یا پله‌ای باشد، مقدار $A_2$ برابر مساحت قاعده تحتانی مخروط یا هرم با جداره صاف یا پله‌ای که به طورکامل در داخل تکیه‌گاه قرار دارد، می‌باشد. قاعده فوقانی برابر $A_1$ و شیب سطح جانبی ۱:۲ (۱ قائم به ۲ افقی) در نظر گرفته می‌شود.

## ۹-۱۴-۱۱ محدودیت‌های فولادگذاری جهت اعضای خمشی یا فشاری

### ۹-۱۴-۱۱-۱ محدودیت‌های فاصله میلگردها

**۹-۱۴-۱۱-۱-۱** فاصله آزاد بین هر دو میلگرد موازی واقع در یک سفره نباید از هیچیک از مقادیر زیر کمتر باشد:

الف) قطر میلگرد بزرگتر

ب) ۲۵ میلی‌متر

پ) ۱/۳۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگدانه بتن

**۹-۱۴-۱۱-۱-۲** در اعضای تحت فشار و خمش فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر، نباید بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

**۹-۱۴-۱۱-۱-۳** درصورتی که میلگردهای موازی در چند سفره قرار گیرند، میلگردهای سفره فوقانی باید طوری بالای میلگردهای سفره تحتانی واقع شوندکه معبر بتن تنگ نشود، فاصله آزاد بین هر دو سفره نباید از ۲۵ میلی‌متر و نه از قطر بزرگترین میلگرد کمتر باشد.

**۹-۱۴-۱۱-۱-۴** دراعضای فشاری با خاموت‌های بسته یا دورپیچ، فاصله آزاد بین هر دو میلگرد طولی نباید از ۱/۵ برابر قطر بزرگترین میلگرد و نه از ۴۰ میلی‌متر، کمتر باشد.

**۹-۱۴-۱۱-۱-۵** فاصله مجاز بین میلگردها درمحل وصله‌های پوششی در بند ۹-۲۱-۴-۱-۵ ارائه شده است.

**۹-۱۴-۱۱-۱-۶** محدودیت‌های فاصله آزاد بین میلگردها باید در مورد فاصله آزاد وصله‌های پوششی با وصله‌ها یا میلگردهای مجاور نیز رعایت شوند.

### ۹-۱۴-۱۱-۲ گروه میلگردهای در تماس

**۹-۱۴-۱۱-۲-۱** در استفاده از گروه میلگردهای موازی که درآنها میلگردها درتماس با هم بسته می‌شوند تا به صورت واحد عمل کنند، ضوابط (الف) تا (ج) این بند، باید رعایت شوند:

الف) تعداد میلگردهای هرگروه برای گروه‌های قائم تحت فشار نباید از ۴ عدد، و در سایر موارد از ۳ عدد تجاوز کند.

ب) در تمامی موارد تعداد میلگردهای هرگروه در محل وصله‌ها نباید بیشتراز ۴ باشد.

پ) درگروه میلگردها با بیش از دو میلگرد، نباید محورهای تمامی میلگردها در یک صفحه واقع شوند. همینطور تعداد میلگردهایی که محورهای آنها در یک صفحه واقع می‌شوند جز در محل وصله‌ها نباید بیشتر از دو باشد.

ت) درتیرها نباید میلگردها با قطر بزرگتر از ۳۶ میلی‌متر را به صورت گروهی به کاربرد.

ث) گروه‌های میلگردهای در تماس باید درخاموت‌های بسته یا دورپیچ محصور شوند.

ج) درمواردی نظیر تعیین محدودیت‌های فاصله و حداقل ضخامت پوشش بتن محافظ، که قطر میلگردها مبنای محاسبه قرار می‌گیرد، قطرگروه میلگردهای درتماس معادل قطر میلگردی فرض می‌شود که سطح مقطع آن با سطح مقطع کل گروه مساوی باشد. ملاک اندازه‌گیری فاصله آزاد و حداقل ضخامت پوشش در این گونه موارد خارجی‌ترین سطح گروه میلگرد در امتداد مورد نظر خواهد بود.

### ۹-۱۴-۱۱-۳ میلگردهای انتظار خم شده

**۹-۱۴-۱۱-۳-۱** شیب قسمت مایل میلگردهای خم شده نسبت به محور ستون نباید از ۱ به ۶ تجاوز کند. قسمت‌های فوقانی و تحتانی قسمت مایل باید موازی با محور ستون باشند.

میلگردهای انتظار باید در محل خم با خاموت‌ها، دورپیچ‌ها و یا قسمت‌هایی از سیستم سازه‌ای کف مهار شوند. مهار مذکور باید برای تحمل نیرویی معادل ۱/۵ برابر مولفه نیروی محاسباتی قسمت مایل در امتداد مهار، طرح شود. در صورت استفاده از خاموت‌ها یا دورپیچ فاصله آنها تا نقاط خم شده نباید از ۵۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

**۹-۱۴-۱۱-۳-۲** خم کردن میلگردهای انتظار باید قبل از جاگذاری میلگردها انجام پذیرد.

**۹-۱۴-۱۱-۳-۳** در مواردی که وجه ستون یا دیوار بیشتر از ۷۵ میلی‌متر عقب نشستگی یا پیش‌آمدگی داشته باشد میلگردهای طولی ممتد نباید به صورت خم شده به کار برده شوند، و در محل عقب نشستگی باید میلگردهای انتظار مجزا برای اتصال به میلگردهای وجوه عقب نشسته پیش‌بینی شوند. در هر حالت باید ضوابط مربوط به مهارها و وصله‌ها در منطقه تغییر مقطع رعایت شوند.

# ۹-۱۵ برش و پیچش

## ۹-۱۵-۰ علائم اختصاری

$a$ = فاصله مرکز اثر نیرو تا بر تکیه‌گاه- دهانه برشی، میلی‌متر

$A_c$ = سطح محصور توسط محیط خارجی مقطع بتن شامل سطح سوراخ‌ها (در صورت وجود)، میلی‌متر مربع

$A_{cv}$ = سطح مقطعی از بتن که در مقابل انتقال برش مقاومت می‌کند، میلی‌متر مربع

$A_e$ = مساحت مقطع موثر (در مقطع مستطیل شکل $A_e = bd$) ، میلی‌متر مربع

$A_f$ = سطح مقطع آرماتور خمشی در دستک‌ها و شانه‌ها، میلی‌متر مربع

$A_g$ = مساحت کل مقطع، میلی‌متر مربع

$A_h$ = سطح مقطع آرماتور برشی موازی با آرماتور کششی نظیر خمش، میلی‌متر مربع

$A_l$ = سطح مقطع کل آرماتور طولی برای مقاومت در مقابل پیچش، میلی‌متر مربع

$A_n$ = سطح مقطع آرماتوری که در دستک و شانه‌ها در مقابل نیروی کششی مقاومت می‌کند، میلی‌متر مربع

$A_o$ = مساحت سطح محصور شده به وسیله جریان برش ناشی از پیچش در مقطع، میلی‌متر مربع

$A_{oh}$ = مساحت سطح محصور شده به وسیله محورهای اضلاع خاموت بسته پیچشی بیرونی در مقطع، شامل سطح سوراخ‌ها (در صورت وجود)، میلی‌متر مربع

$A_s$ = سطح مقطع آرماتور کششی، میلی‌متر مربع

$A_t$ = سطح مقطع یک شاخه از خاموت بسته که در محدوده‌ای به طول $S_n$ در برابر پیچش

مقاومت می‌کند، میلی‌متر مربع

$A_{sv}$ = سطح مقطع آرماتور برشی در محدوده‌ای به طول $S_n$

$A_v$ = سطح مقطع آرماتور برشی در محدوده‌ای به طول $S_n$ یا سطح مقطع آرماتور برشی عمود بر آرماتور کششی نظیر خمش در محدوده‌ای به طول $S_n$ برای اعضای خمشی با ارتفاع زیاد، میلی‌متر مربع

$A_{vf}$ = سطح مقطع آرماتور برش اصطکاکی، میلی‌متر مربع

$A_{vh}$ = سطح مقطع آرماتور برشی موازی با آرماتور کششی نظیر خمش در فاصله $S_h$، میلی‌متر مربع

$b_1$ = بعد مربوط به محیط بحرانی برش سوراخ‌شدگی که به فاصله $\frac{d}{2}$ از لبه تکیه‌گاه قرار دارد و در امتداد محور طولی نوار پوششی می‌باشد، میلی‌متر

$b_2$ = بعد مربوط به محیط بحرانی برش سوراخ‌شدگی که به فاصله $\frac{d}{2}$ از لبه تکیه‌گاه قرار دارد و در امتداد محور عرضی نوار پوششی می‌باشد، میلی‌متر

$b_t$ = پهنای آن قسمتی از سطح مقطع که خاموت‌های بسته مقاوم در مقابل پیچش را در بر می‌گیرد، میلی‌متر

$b_w$ = پهنای جان یا قطر مقطع مدور، میلی‌متر

$b_o$ = محیط مقطع بحرانی برای دال‌ها و شالوده‌ها، میلی‌متر

$b_{om}$ = محیط مقطع بحرانی خاص برای دال‌ها با کلاهک برشی، میلی‌متر

$c_1$ = بعد ستون مستطیلی یا ستون مستطیلی معادل، سر ستون یا کتیبه سرستون در امتداد دهانه‌ای که لنگرها برای آن محاسبه می‌شوند، میلی‌متر

$c_2$ = بعد ستون مستطیلی یا ستون مستطیلی معادل، سرستون یا کتیبه سرستون در امتداد عمود بر دهانه‌ای که لنگرها برای آن محاسبه می‌شوند، میلی‌متر

$d$ = فاصله دورترین تار فشاری تا مرکز سطح آرماتور کششی طولی، میلی‌متر

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه استاندارد بتن، مگاپاسکال

$f_y$ = مقاومت مشخصه فولاد ( $f_{yK}$ )، مگاپاسکال، که برای تسهیل کار در این فصل‌حرف k در

زیرنویس حذف شده است.

$f_{yd}$ = مقاومت محاسباتی فولاد که برابر است با $\phi_s f_y$ ، مگاپاسکال

$f_{yv}$ = مقاومت مشخصه فولادهای عرضی

$f_{yl}$ = مقاومت مشخصه فولادهای طولی

$h$ = ضخامت کل عضو، میلی‌متر

$h_b$ = فاصله بین وجه تحتانی تیر فرعی و وجه تحتانی تیر اصلی در امتداد بار (درصورتی که $h_b$ کمتر از ۷۵ میلی‌متر باشد، مقدار آن را می‌توان برابر با ۷۵ میلی‌متر در نظرگرفت)، میلی‌متر

$h_v$ = ارتفاع کلاهک برشی، میلی‌متر

$h_w$ = ارتفاع دیوار از پایین تا بالا، میلی‌متر

$l_n$ = طول دهانه آزاد - فاصله بر تا بر تکیه‌گاه‌ها، میلی‌متر

$l_r$ = حداقل طول بازوی کلاهک

$l_v$ = حداقل طول هر بازوی کلاهک برشی از مرکز، میلی‌متر

$l_w$ = طول افقی دیوار، میلی‌متر

$M_m$ = لنگر اصلاح شده، نیوتن - میلی‌متر

$M_p$ = لنگر پلاستیکی مقطع کلاهک برشی، نیوتن - میلی‌متر

$M_r$ = لنگر خمشی مقاوم نهایی مقطع، نیوتن- میلی‌متر

$M_u$ = لنگر خمشی نهایی، نیوتن- میلی‌متر

$M_{uf}$ = کسری از لنگر متعادل نشده که به وسیله خمش منتقل می‌شود.

$M_{uv}$ = کسری از لنگر متعادل نشده که به وسیله برش منتقل می‌شود.

$M_v$ = اضافه مقاومت خمشی هر نوار ستون در دال ناشی از وجود کلاهک برشی، نیوتن- میلی‌متر

$N_r$ = نیروی کششی مقاوم نهایی مقطع، نیوتن

$N_u$ = نیروی محوری نهایی که همزمان با $V_u$ در مقطع اثر می‌کند، علامت این نیرو در فشار مثبت و در کشش منفی است. این نیرو آثار ناشی از جمع‌شدگی و وارفتگی را شامل می‌شود، نیوتن

$P_c$ = محیط بیرونی مقطع بتن، میلی‌متر

$P_h$ = محیط سطح محصور شده به وسیله محورهای اضلاع خاموت بسته پیچشی بیرونی در مقطع، میلی‌متر

$S_n$ = فاصله بین سفره‌های آرماتور برشی یا پیچشی در امتداد موازی با آرماتور طولی، میلی‌متر

$S_h$ = فاصله بین سفره‌های آرماتور برشی یا پیچشی در امتداد عمود بر آرماتور طولی- یا فاصله بین میلگردهای افقی دیوار، میلی‌متر

$T_{cr}$ = لنگر پیچشی ترک خوردگی، نیوتن- میلی‌متر

$T_r$ = لنگر پیچشی مقاوم، نیوتن- میلی‌متر

$T_s$ = لنگر پیچشی مقاوم تأمین شده توسط خاموت پیچشی، نیوتن- میلی‌متر

$T_u$ = لنگر پیچشی نهایی، نیوتن- میلی‌متر

$\nu_c$ = مقاومت برشی بتن، مگاپاسکال

$V_c$ = حداکثر نیروی برشی مقاوم تأمین شده توسط بتن، نیوتن

$V_P$ = نیروی برشی مقاوم تامین شده توسط المان پیش‌تنیدگی

$V_r$ = نیروی برشی مقاوم مقطع ، نیوتن

$V_s$ = نیروی برشی مقاوم تأمین شده توسط فولاد برشی، نیوتن

$V_u$ = نیروی برشی نهائی موجود، نیوتن

$\alpha$ = زاویه بین میلگردهای طولی خم شده یا خاموت‌های مایل و محور طولی عضو

$\alpha_f$ = زاویه بین آرماتورهای برش اصطکاکی و صفحه برش

$\alpha_S$ = ضریب ثابت به کار برده شده برای محاسبه $V_c$ در دال‌ها یا شالوده‌ها

$\alpha_V$ = نسبت سختی خمشی بازوی کلاهک برشی به سختی خمشی مقطع ترک‌خورده دال مرکب اطراف آن

$\beta_C$ = نسبت طول به عرض سطح اثر بار متمرکز با سطح تکیه‌گاه محدود

$\theta$ = زاویه تمایل تنش‌های فشاری نسبت به محور طولی عضو

$\eta$ = تعداد بازوهای کلاهک برشی

$\mu$ = ضریب اصطکاک

$\rho$ = نسبت سطح مقطع آرماتور کششی به سطح مقطع مؤثر، $(\rho = \frac{A_s}{A_e})$

$\rho_h$ = نسبت سطح مقطع آرماتور برشی افقی به مساحت کل مقطع قائم بتن

$\rho_n$ = نسبت سطح مقطع آرماتور برشی قائم به مساحت کل مقطع افقی بتن

$\rho_w$ = $\frac{A_s}{b_w d}$

$\varphi_c$ = ضریب جزئی ایمنی بتن

$\varphi_S$ = ضریب جزئی ایمنی فولاد

## ۹-۱۵-۱ گستره

**۹-۱۵-۱-۱** ضوابط این فصل باید برای طراحی قطعات تحت اثر برش یا پیچش و یا اثر توأم آنها، در حالت‌های حدی نهایی مقاومت رعایت شوند.

## ۹-۱۵-۲ حالت حدی نهایی مقاومت در برش

**۹-۱۵-۲-۱** در مقاطع تحت اثر برش، کنترل حالت حدی مقاومت باید بر اساس رابطه (۹-۱۵-۱) صورت گیرد:

$$V_u \leq V_r \qquad (۹-۱۵-۱)$$

در این رابطه $V_u$ نیروی برشی ایجاد شده در مقطع است که از تحلیل سازه تحت اثر بار نهایی به دست می‌آید و $V_r$ مطابق بند ۹-۱۵-۲-۲ محاسبه می‌شود.

**۹-۱۵-۲-۲** مقدار $V_r$ از رابطه (۹-۱۵-۲) محاسبه می‌شود:

$$V_r = V_c + V_s \qquad (۹-۱۵-۲)$$

مقادیر $V_c$ و $V_s$ بر اساس ضوابط قسمت‌های ۹-۱۵-۳ و ۹-۱۵-۴ محاسبه می‌شوند.

**۹-۱۵-۲-۳** مقدار $V_r$ نباید بیشتر از $۰/۲۵ f_{cd} b_w d$ در نظر گرفته شود.

### ۹-۱۵-۳ نیروی برشی مقاوم تأمین شده توسط بتن

**۹-۱۵-۳-۱** $V_c$ را می‌توان بر اساس ضوابط بندهای ۹-۱۵-۳-۱-۱ تا ۹-۱۵-۳-۱-۳ و یا با جزئیات دقیق‌تر مطابق بند ۹-۱۵-۳-۲ محاسبه نمود.

**۹-۱۵-۳-۱-۱** برای اعضایی که تحت اثر برش و خمش قرار دارند:

$$V_c = v_c b_W d \qquad (۹-۱۵-۳)$$

در این رابطه $v_C$ با استفاده از رابطه (۹-۱۵-۴) محاسبه می‌شود:

$$v_c = ۰/۲\phi_C \sqrt{f_c} \qquad (۹-۱۵-۴)$$

**۹-۱۵-۳-۱-۲** برای اعضایی‌که تحت اثر برش و خمش و فشار محوری قرار دارند:

$$V_c = v_c (۱ + \frac{N_u}{۱۲A_g}) b_w d \qquad (۹-۱۵-۵)$$

**۹-۱۵-۳-۱-۳** برای اعضایی که تحت اثر همزمان برش، خمش و کشش محوری قرار دارند:

$$V_c = v_c (۱ + \frac{N_u}{۳A_g}) b_w d \geq ۰ \qquad (۹-۱۵-۶)$$

در این رابطه، $N_u$ منفی است.

**۹-۱۵-۳-۲** مقدار $V_c$ را می‌توان با جزئیات دقیق تر مطابق بندهای ۹-۱۵-۳-۲-۱ و ۹-۱۵-۳-۲-۲ محاسبه نمود.

**۹-۱۵-۳-۲-۱** برای اعضایی که تحت اثر همزمان برش و خمش قرار دارند:

$$V_c = (۰/۹۵ v_c + ۱۲\rho_w \frac{V_u d}{M_u}) b_w d \qquad (۹-۱۵-۷)$$

مقدار $V_c$ در هر حال نباید بزرگتر از $۱/۷۵ v_c b_w d$ در نظر گرفته شود.

در محاسبه $V_c$ از رابطه (۹-۱۵-۷) کمیت $\frac{V_u d}{M_u}$ نباید بزرگتر از واحد اختیار شود. لنگر خمشی نهایی $M_u$ لنگری است که همزمان با نیروی برشی نهایی $V_u$ بر مقطع مورد نظر اثر می‌کند.

**۹-۱۵-۳-۲-۲** برای اعضایی که تحت اثر همزمان برش و خمش و فشار محوری قرار دارند:

در این حالت برای محاسبه $V_c$ می‌توان رابطه (۹-۱۵-۷) را به کار برد با این تفاوت که در آن به جای $M_u$ مقدار $M_m$ از رابطه (۹-۱۵-۸) را جایگزین نموده و کمیت $\frac{V_u d}{M_u}$ را نیز به مقدار واحد محدود نکرد.

$$M_m = M_u - N_u(\frac{۴h-d}{۸}) \qquad (۹-۱۵-۸)$$

مقدار $V_c$ در هر حال نباید بزرگتر از مقدار به دست آمده از عبارت (۹-۱۵-۹) در نظر گرفته شود:

$$۱/۷۵ v_c \sqrt{۱+\frac{N_u}{۳A_g}} b_w d \qquad (۹-۱۵-۹)$$

در صورتی که مقدار $M_m$ در رابطه (۹-۱۵-۸) منفی گردد، $V_c$ معادل مقدار حاصل از عبارت (۹-۱۵-۹) منظور می‌گردد.

## ۹-۱۵-۴ نیروی برشی تأمین شده توسط آرماتورها

### ۹-۱۵-۴-۱ انواع آرماتورهای برشی

آرماتورهای برشی می‌توانند شامل انواع زیر باشد:

الف) خاموت‌های عمود بر محور عضو

ب) خاموت‌هایی با زاویه ۴۵ درجه یا بیشتر نسبت به میلگردهای کششی طولی به نحوی که ترک‌های قطری احتمالی را قطع کنند. در صورت احتمال تغییر زاویه ترک در اثر تغییر نوع بارگذاری، استفاده از این نوع خاموت مجاز نمی‌باشد.

پ) میلگردهای طولی‌خم شده به قطر حداکثر ۳۶ میلی متر، تحت‌زاویه ۳۰ درجه یا بیشتر نسبت به میلگردهای‌کششی طولی به نحوی که ترکهای قطری احتمالی را قطع کنند.

ت) ترکیبی از خاموت‌ها و میلگردهای طولی‌خم شده با شرایط مذکور در بندهای الف ، ب و پ.

ث) آرماتورهای طولی توزیع شده در ارتفاع تیرهای عمیق یا تیر تیغه‌های تعریف شده در بند ۹-۱۴-۳-۱.

ج) دورپیچ‌ها

### ۹-۱۵-۴-۲ نیروهای برشی مقاوم انواع آرماتورها

مقدار $V_s$ در حالات مختلف براساس بندهای ۹-۱۵-۴-۲-۱ تا ۹-۱۵-۴-۲-۶ محاسبه می‌شوند.

**۹-۱۵-۴-۲-۱** وقتی‌که از آرماتور برشی عمود بر محور عضو استفاده می‌شود:

$$V_S = \varphi_s A_{sv} f_{yv} \frac{d}{S_n} \qquad (۹-۱۵-۱۰)$$

**۹-۱۵-۴-۲-۲** وقتی‌که از خاموت‌های مایل به عنوان آرماتورهای برشی استفاده می‌شود:

$$V_S = \varphi_s A_{sv} f_{yv} \left(\sin\alpha + \cos\alpha\right) \frac{d}{S_n} \qquad (۹-۱۵-۱۱)$$

**۹-۱۵-۴-۲-۳** وقتی‌که آرماتور برشی شامل یک میلگرد منفرد یا یک ردیف میلگردهای متوازی باشد که همگی در فاصله‌ای یکسان از تکیه‌گاه خم شده باشند:

$$V_S = \varphi_s A_{sv} f_{yv} \sin\alpha \qquad (۹-۱۵-۱۲)$$

مقدار $V_s$ در این حالت نباید بیشتر از $1/5\nu_c b_w d$در نظر گرفته شود.

**۹-۱۵-۴-۲-۴** وقتی آرماتور برشی شامل یک سری میلگردهای خم شده متوازی در فواصل مختلف از تکیه‌گاه باشد، مقدار $V_s$ برابر ۰/۷۵ مقدار بدست آمده از رابطه (۹-۱۵-۱۱) در نظر گرفته می‌شود. در این حالت مقدار $V_s$ نباید بیشتر از مقدار $2/5\nu_c b_w d$اختیار شود.

**۹-۱۵-۴-۲-۵** آرماتورهای طولی خم شده را تنها در سه چهارم طول ناحیه مورب متقارن به مرکز آنها، می‌توان به عنوان آرماتور برشی موثر تلقی نمود. فواصل این آرماتورها باید طوری انتخاب شود که ضابطه بند ۹-۱۵-۶-۴-۲ در طولی معادل سه چهارم طول ناحیه مورب (متقارن نسبت به مرکز) میلگردها عملی گردد.

**۹-۱۵-۴-۲-۶** در صورتی که بیش از یک نوع آرماتور برشی در یک ناحیه از عضوی مورد استفاده قرار گیرد، مقدار $V_s$ برابر مجموع مقادیر نظیر محاسبه شده برای انواع مختلف آرماتورها می‌باشد.

## ۹-۱۵-۵ ضوابط کلی طراحی برای برش

**۹-۱۵-۵-۱** در محاسبه مقدار $V_r$، اثر هرگونه قسمت خالی درمقطع اعضاء باید در نظر گرفته شود.

**۹-۱۵-۵-۲** در محاسبه مقدار $V_c$ در صورت لزوم باید اثر کشش محوری ناشی از وارفتگی، جمع‌شدگی در اعضای مقید (غیرآزاد) و نیز اثر کشش و فشار مورب ناشی از خمش در اعضای با ارتفاع متغیر در نظر گرفته شوند، در صورتی‌که اثر کشش و فشار مورب در جهت مساعد باشد، می‌توان از آن صرفنظر کرد.

**۹-۱۵-۵-۳** مقدار $V_u$ در تکیه‌گاه‌ها را می‌توان طبق بند ۹-۱۵-۵-۴ کاهش داد، مشروط بر آنکه:

الف) عکس‌العمل تکیه‌گاه درامتداد برش اعمال شده در نواحی انتهایی عضو ایجاد فشار کند.

ب) هیچ بار متمرکزی در فاصله بین بر داخلی تکیه‌گاه تا محل مقطع بحرانی، مطابق بند ۹-۱۵-۵-۴ وارد نشود.

**۹-۱۵-۵-۴** تمامی مقاطعی را که در فاصله‌ای کمتر از $d$ از بر داخلی تکیه‌گاه قرار دارند می‌توان برای همان برش $V_u$ که در مقطع به فاصله $d$ (مقطع بحرانی) وجود دارد، طراحی کرد.

## ۹-۱۵-۶ محدودیت آرماتورهای برشی

### ۹-۱۵-۶-۱ رده میلگردهای مصرفی

در میلگردهای برشی استفاده شده باید ضوابط بند ۹-۱۳-۷-۶ رعایت گردد.

### ۹-۱۵-۶-۲ مهار آرماتورهای عرضی در مقطع

خاموت‌ها و میلگردهای طولی‌خم شده و شبکه‌های فولادی‌که به عنوان آرماتور برشی به‌کار می‌روند باید تا فاصله‌ای برابر با d از دورترین تار فشاری مقطع عضو ادامه یابند و در هر دو انتها مطابق بند ۹-۲۱-۳-۴ برای حصول مقاومت نظیر حد تسلیم مفروض، مهار شوند.

### ۹-۱۵-۶-۳ حداقل‌آرماتور برشی

۹-۱۵-۶-۳-۱ در تمامی اعضای خمشی بتن‌آرمه‌ای، به غیر از موارد مندرج در بند ۹-۱۵-۶-۳-۲، که در آنها مقدار $V_u$ از نصف مقدار $V_c$ تجاوز کند، باید آرماتور برشی به کار برده شود.

مقدار آرماتور برشی حداقل از رابطه (۹-۱۵-۱۳) به دست می‌آید:

$$A_{sv\min} = ۰/۰۶\sqrt{f_c}\,\frac{b_w S_n}{f_{yv}} \qquad (۹-۱۵-۱۳)$$

**۹-۱۵-۶-۳-۲** درموارد زیر ضوابط مربوط به بخش‌های مربوطه ملاک عمل خواهد بود.

الف) دال‌ها و شالوده‌ها

ب) سقف‌های ساخته شده با سیستم تیرچه‌های بتنی مطابق تعریف بند ۹-۱۴-۶-۲

پ) تیرهایی که ارتفاع آنها کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر است.

ت) تیرهایی‌که به صورت یکپارچه با دال ریخته شده و ارتفاع کل آنها کمتر از دو و نیم برابر ضخامت دال، نصف پهنای جان و ۶۰۰ میلی‌متر باشد.

**۹-۱۵-۶-۳-۳** چنانچه بتوان به کمک آزمایش‌های قابل قبول نشان داد که در صورت حذف آرماتور برشی، مقاطع مورد نظر مقاومت‌های خمشی و برشی لازم را خواهند داشت، می‌توان ضابطه بند ۹-۱۵-۶-۳-۱ را رعایت نکرد. در این آزمایش‌ها باید اثر نشست‌های نامساوی، وارفتگی،

جمع‌شدگی و تغییر درجه حرارت محیط را براساس ارزیابی واقعی در شرایط بهره‌برداری در نظر گرفت.

**۹-۱۵-۶-۳-۴** چنانچه براساس بند ۹-۱۵-۷-۱ طراحی برای پیچش لازم باشد، حداقل سطح مقطع خاموت برشی و پیچشی بسته در مجموع از رابطه (۹-۱۵-۱۴) بدست می‌آید.

$$(A_{sv}+2A_t)_{\min}=0.06\sqrt{f_c}\,\frac{b_w S_n}{f_{yv}} \qquad (۹-۱۵-۱۴)$$

این آرماتورها باید از نوع خاموت بسته باشد، ضمناً تعبیه حداقل فولاد پیچشی طولی نیز الزامی است.

### ۹-۱۵-۶-۴ حداکثر فواصل خاموت برشی

**۹-۱۵-۶-۴-۱** فاصله بین خاموت‌های برشی عمود بر محور عضو نباید از $\frac{d}{2}$ بیشتر باشد.

**۹-۱۵-۶-۴-۲** فاصله بین خاموت‌های مایل و یا میلگردهای طولی خم شده باید چنان باشد که هر خط ۴۵ درجه‌ای که به طرف عکس‌العمل از وسط مقطع، $\frac{d}{2}$ تا میلگردهای کششی طولی رسم شود، حداقل به وسیله یک ردیف از آرماتورهای برشی قطع گردد.

**۹-۱۵-۶-۴-۳** درصورتی‌که مقدار $V_u$ بیشتر از $0.125\phi_c f_c b_w d$ باشد، حداکثر فواصل داده شده در بندهای ۹-۱۵-۶-۴-۱ و ۹-۱۵-۶-۴-۲ باید به نصف تقلیل داده شوند.

## ۹-۱۵-۷ حالت حدی نهائی پیچش

**۹-۱۵-۷-۱** در صورتی‌که مقدار $T_u$ از مقدار $0.25T_{cr}$ کمتر باشد، طراحی برای پیچش ضرورتی ندارد. مقدار $T_{cr}$ از رابطه (۹-۱۵-۱۵) به دست می‌آید:

$$T_{cr}=1.9\left(\frac{A_c^2}{P_c}\right)\lambda v_c \qquad (۹-۱۵-۱۵)$$

$\lambda$ ضریبی برای در نظر گرفتن بتن سبک است که طبق بند ۹-۱۳-۷-۸ تعیین می‌گردد.

**۹-۱۵-۷-۲** در مقاطع تحت اثر پیچش، در مواردی که طراحی برای پیچش لازم باشد، کنترل حالت حدی نهایی مقاومت باید بر اساس رابطه (۹-۱۵-۱۶) صورت گیرد:

$$T_u \le T_r \qquad (۹-۱۵-۱۶)$$

در این رابطه $T_r$ از رابطه (۹-۱۵-۱۷) محاسبه می‌شود:

$$T_r = T_s \qquad (۹-۱۵-۱۷)$$

بدین منظور، علاوه بر خاموتهای بسته پیچشی باید فولادهای طولی پیچشی مطابق بند ۹-۱۵-۸-۳ نیز جداگانه طراحی گردد. در این مبحث از کمک بتن برای تأمین مقاومت پیچشی، به علت ترک خوردگی، صرفنظر شده است. مقدار $T_s$ طبق ضوابط بندهای ۹-۱۵-۸ تا ۹-۱۵-۱۰ محاسبه می‌شود.

## ۹-۱۵-۸ لنگر پیچشی مقاوم تأمین شده توسط آرماتورهای پیچشی

**۹-۱۵-۸-۱** آرماتورهای پیچشی مورد نیاز برای تأمین لنگر پیچشی در یک قطعه شامل خاموت‌های قائم بسته یا دورپیچ‌ها و آرماتور طولی که بطور یکنواخت در اطراف مقطع پخش می‌شود، می‌باشند.

**۹-۱۵-۸-۲** مقدار $T_s$ با استفاده از رابطه (۹-۱۵-۱۸) محاسبه می‌شود.

$$T_S = 2\phi_s A_o A_t \frac{f_{yv}}{S_n} \qquad (۹-۱۵-۱۸)$$

در صورت عدم استفاده از محاسبات دقیق‌تر مقدار $A_o$ را می‌توان $۰/۸۵A_{oh}$ منظور نمود.

**۹-۱۵-۸-۳** مقدار $A_l$ مورد نیاز برای تأمین مقاومت $T_s$ از رابطه (۹-۱۵-۱۹) به دست می‌آید:

$$A_l = (\frac{A_t}{S_n})P_h(\frac{f_{yv}}{f_{yl}}) \qquad (۹-۱۵-۱۹)$$

همچنین نسبت $\frac{A_t}{S_n}$ باید برابر مقدار به دست آمده از رابطه (۹-۱۵-۱۸) باشد.

فاصله این آرماتورها نباید بیش از ۳۰۰ میلی‌متر از یکدیگر بوده و باید دور تا دور مقطع در داخل محیط خاموت بسته پیچشی به طور یکنواخت به نحوی توزیع شوند که حداقل یک میلگرد طولی به قطر معادل $\frac{S_n}{16}$ یا بیشتر در هر گوشه خاموت‌های پیچشی قرار گیرد.

**۹-۱۵-۸-۴** در مقاطع توخالی تحت اثر پیچش، فاصله محورهای اضلاع خاموت بسته پیچشی تا وجه درونی مقطع نباید کمتر از $0.5\frac{A_{oh}}{P_h}$ باشد.

## ۹-۱۵-۹ ترکیب پیچش و خمش - پیچش و برش

**۹-۱۵-۹-۱** آرماتورهای پیچشی را می‌توان با توجه به اندرکنش برش - پیچش و خمش - پیچش با آرماتورهای لازم برای سایر مقاومت‌ها ترکیب کرد به شرطی‌که مقدار آرماتور به‌کار برده شده برابر با مجموع مقادیر لازم برای هر یک از عوامل مورد نظر باشد. در این‌حالت باید محدودکننده‌ترین ضوابط رعایت شوند. این آرماتورها در صورت لزوم به آرماتورهای مورد نیاز برای سایر موارد افزوده می‌شوند.

**۹-۱۵-۹-۲** در منطقه فشاری عضو خمشی، سطح مقطع آرماتور طولی پیچشی لازم را می‌توان به اندازه $\frac{M_u}{0.9d\phi_s f_{yl}}$ کاهش داد. $M_u$ لنگر خمشی نهایی موثر در مقطع همزمان با $T_u$ است.

**۹-۱۵-۹-۳** تمامی مقاطع را که در فاصله‌ای کمتر از $d$ از بر داخلی تکیه‌گاه قرار دارند، می‌توان برای همان لنگر پیچشی $T_u$ که در مقطع به فاصله $d$ وجود دارد طراحی کرد، مشروط بر آنکه در این فاصله هیچ لنگر پیچشی متمرکزی موجود نباشد.

## ۹-۱۵-۱۰ محدودیت‌های آرماتورهای پیچشی

**۹-۱۵-۱۰-۱** در میلگردهای پیچشی عرضی استفاده شده باید ضوابط بند ۹-۱۳-۷-۶ رعایت گردد.

**۹-۱۵-۱۰-۲** خاموت‌های بسته و دورپیچ‌های پیچشی باید تا فاصله $d$ از دورترین تار فشاری در مقطع ادامه یافته و آرماتورهای پیچشی مطابق ضوابط فصل بیست و یکم مهار گردند.

**۹-۱۵-۱۰-۳** حداقل خاموت بسته پیچشی در اعضای تحت پیچش که طبق بند ۹-۱۵-۷-۱ باید برای پیچش طراحی شوند از رابطه (۹-۱۵-۱۴) تعیین می‌شود.

**۹-۱۵-۱۰-۴** باید تمام میلگردهای پیچشی ( فولادهای طولی به علاوه خاموت‌های بسته و یا دورپیچ‌ها) حداقل در طولی برابر با بزرگترین بعد عضو از نقطه‌ای که دیگر نیاز به مقاومت پیچشی نیست ادامه یافته و مهار آنها مطابق ضوابط فصل بیست و یکم صورت گیرد.

**۹-۱۵-۱۰-۵** حداکثر فاصله بین خاموت‌های بسته پیچشی از رابطه (۹-۱۵-۲۰) تعیین می‌گردد:

$$S_{\max} = \min(\frac{P_h}{۸}, ۳۰۰) \qquad (۹-۱۵-۲۰)$$

**۹-۱۵-۱۰-۶** ابعاد مقطع تحت اثر برش و پیچش باید به نحوی انتخاب شوند که روابط (۹-۱۵-۲۱) و (۹-۱۵-۲۲) برقرار باشد.

**۹-۱۵-۱۰-۷** حداکثر تنش در مقاطع قوطی شکل از رابطه (۹-۱۵-۲۱) و در مقاطع توپر از رابطه (۹-۱۵-۲۲) بدست می‌آید.

$$\frac{V_u}{b_w d} + \frac{T_u P_h}{۱/۷ A_{oh}^{۲}} \le ۰/۲۵ f_{cd} \qquad (۹-۱۵-۲۱)$$

$$\sqrt{(\frac{V_u}{b_w d})^{۲} + (\frac{T_u P_h}{۱/۷ A_{oh}^{۲}})^{۲}} \le ۰/۲۵ f_{cd} \qquad (۹-۱۵-۲۲)$$

در مقاطع بتن پیش تنیده، عبارت $V_u$ با $V_u - V_p$ جایگزین می‌گردد.

### ۹-۱۵-۱۱ لنگر پیچشی نهایی در اعضای ساختمان‌های نامعین

**۹-۱۵-۱۱-۱** در مواردی که مقاومت در برابر لنگر $T_u$ برای برقراری تعادل عضوی لازم باشد، عضو مورد نظر باید برای تحمل تمام لنگر پیچشی معادل $T_{cr}$، مطابق ضوابط بند ۹-۱۵-۷ طراحی شود.

**۹-۱۵-۱۱-۲** در مواردی که امکان کاهش لنگر پیچشی در اثر باز پخش لنگرهای داخلی در عضوی از یک ساختمان نامعین موجود باشد، می‌توان مقدار $T_u$ را به $۰/۶۷T_{cr}$ کاهش داد به شرطی که اثر لنگرها و برش‌های تعدیل‌شده عضو در سایر اعضای مجاور با استفاده از روابط تعادل، محاسبه و در طراحی به کار گرفته شود.

**۹-۱۵-۱۱-۳** در صورت استفاده از بند ۹-۱۵-۱۱-۲ و در صورت عدم استفاده از تحلیل دقیق‌تر، می‌توان لنگر پیچشی نهایی ناشی از اثر دال‌ها روی تیرهای باربر را با یک توزیع خطی یکنواخت جایگزین کرد.

### ۹-۱۵-۱۲ جزئیات تکمیلی آرماتورهای عرضی

**۹-۱۵-۱۲-۱** تمامی میلگردهای اعضای فشاری باید با خاموت‌هایی در بر گرفته شوند و ضوابط بندهای ۹-۱۵-۱۲-۱ تا ۹-۱۵-۱۲-۸ در آنها رعایت شوند.

**۹-۱۵-۱۲-۲** قطر خاموت‌ها نباید کمتر از مقادیر (الف) و (ب) این بند اختیار شود:

الف) $\frac{۱}{۳}$ قطر بزرگترین میلگرد طولی با قطر حداکثر ۳۰ میلی‌متر

ب) ۱۰ میلی‌متر برای میلگردهای طولی با قطر بیش از ۳۰ میلی‌متر و نیز برای گروه میلگردهای در تماس

**۹-۱۵-۱۲-۳** قطر خاموت‌ها به هر حال نباید از ۸ میلی‌متر کمتر باشد.

**۹-۱۵-۱۲-۴** فاصله هر دو خاموت متوالی از هم نباید از هیچ یک از مقادیر (الف) تا (ت) بیشتر باشد:

الف) ۱۲ برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی اعم از اینکه منفرد باشد یا عضوی از گروه میلگردهای در تماس به شمار آید.

ب) ۳۶ برابر قطر میلگرد خاموت
پ) کوچکترین بعد عضو فشاری
ت) ۲۵۰ میلی‌متر

**۹-۱۵-۱۲-۵** در هر مقطع تعداد خاموت‌ها باید طوری باشد که هریک از میلگردهای زیر در گوشه یک خاموت با زاویه داخلی حداکثر ۱۳۵ درجه قرار گیرد و به طور جانبی نگهداشته شود:
الف- هر میلگردی که در گوشه‌های عضو واقع شود
ب- هر میلگرد غیر گوشه‌ای به صورت حداکثر یک در میان
پ- هر میلگردی که فاصله آزاد آن تا میلگرد نگهداری شده مجاور بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.
در مواردی که میلگردهای طولی روی محیط دایره قرار گیرند، می‌توان از خاموت‌های مدور استفاده کرد مشروط بر آنکه انتهای آنها به قلاب استاندارد ۱۳۵ درجه ختم شود یا به نحوی مناسب در بتن قسمت داخلی دایره مهار شود.

**۹-۱۵-۱۲-۶** خاموت‌ها باید با فواصل تعیین شده در تمام طول عضو قرار داده شوند. فاصله اولین خاموت از سطح فوقانی شالوده یا دال طبقه تحتانی و آخرین خاموت از زیر پایین‌ترین میلگردهای دال یا کتیبه سرستون طبقه فوقانی نباید از نصف فواصل تعیین شده در بند ۹-۱۵-۱۲-۴ بیشتر باشد.

**۹-۱۵-۱۲-۷** در صورتی که تیرها یا دستک‌هایی به کلیه وجوه ستون متصل شده باشند می‌توان خاموت‌ها را در مقطعی به فاصله حداکثر ۷۵ میلی متر از زیر پایین‌ترین میلگرد در کم ارتفاع‌ترین تیر یا دستک متوقف کرد.

**۹-۱۵-۱۲-۸** ضوابط مهار و وصله خاموت‌ها در فصل بیست و یکم ارائه شده‌اند.

**۹-۱۵-۱۲-۹** تمامی ضوابط مربوط به اندازه‌های خاموت‌ها و محدودیت‌های فاصله آنها برای اعضای فشاری باید در مورد میلگردهای فشاری در اعضای خمشی هم رعایت شوند.

**۹-۱۵-۱۲-۱۰** در اعضای خمشی قاب‌ها که در معرض پیچش یا تغییر جهت تنش در تکیه‌گاه‌ها قرار می‌گیرند، باید از خاموت‌های بسته یا مارپیچی که دور همه میلگردهای اصلی می‌پیچد استفاده شود.

## ۹-۱۵-۱۳ برش‌اصطکاکی

### ۹-۱۵-۱۳-۱ گستره

ضوابط این قسمت در مواردی که انتقال نیروی برشی بین دو سطح با مشخصات (الف) الی (ت) مورد نظر باشد، به کار گرفته می‌شود:

الف) وجود ترک یا استعداد ترک خوردن بین دو سطح

ب) دو سطح ساخته شده با مصالح غیر متشابه

ت) دو سطح بتن ریزی شده در زمان‌های متفاوت

انتقال برش در موارد فوق توسط عملکرد برشی- اصطکاکی صورت می‌گیرد.

### ۹-۱۵-۱۳-۲ حالت حدی نهائی مقاومت

**۹-۱۵-۱۳-۲-۱** در مقاطعی‌که انتقال برش در آنها به صورت برش‌اصطکاکی است، کنترل حالت حدی نهایی مقاومت باید براساس رابطه (۹-۱۵-۱) صورت گیرد. مقدار $V_r$ در این رابطه طبق بند ۹-۱۵-۱۳-۲-۲ تعیین می‌گردد.

**۹-۱۵-۱۳-۲-۲** مقدار $V_r$، با فرض وجود ترک در سراسر مقطع مورد نظر بر طبق بندهای ۹-۱۵-۱۳-۲-۳ تا ۹-۱۵-۱۳-۲-۶ و یا طبق بند ۹-۱۵-۱۳-۲-۷ محاسبه می‌شود. در هر یک از حالات، ضوابط بند ۹-۱۵-۱۳-۳ نیز باید رعایت شوند.

**۹-۱۵-۱۳-۲-۳** در مواردی که آرماتور برش اصطکاکی نسبت به صفحه برش مایل باشد، به طوری که نیروی برشی در آن ایجاد کشش کند:

$$V_r = \lambda A_{vf} f_{yd} (\mu \sin\alpha_f + \cos\alpha_f) \qquad (۹-۱۵-۲۳-۱)$$

**۹-۱۵-۱۳-۲-۴** در مواردی که آرماتور برش اصطکاکی عمود بر صفحه برش باشد:

$$V_r = \lambda \mu A_{vf} f_{yd} \qquad (۹-۱۵-۲۳-۲)$$

**۹-۱۵-۱۳-۲-۵** ضریب اصطکاک $\mu$ در روابط (۹-۱۵-۲۳-۱) و (۹-۱۵-۲۳-۲) برابر با یکی از مقادیر زیر در نظر گرفته می‌شود:

الف) برای بتنی که به صورت یکپارچه ریخته شده باشد: ۱/۲۵

ب) برای بتنی که در مجاورت بتن سخت شده‌ای با زبری سطحی قید شده در بند ۹-۱۵-۱۳-۳-۵ ریخته شده باشد: ۰/۹

پ) برای بتنی که در مجاورت بتن سخت شده‌ای با زبری سطحی کمتر از میزان قید شده در بند ۹-۱۵-۱۳-۳-۵ ریخته شده باشد: ۰/۵

ت) برای بتنی‌که به وسیله گل میخ‌ها یا به وسیله میلگردهایی به پروفیل فولاد ساختمانی مهار شده باشد: ۰/۶

ضریب $\lambda$ در روابط فوق مطابق بند ۹-۱۳-۷-۸ تعیین می‌گردد.

**۹-۱۵-۱۳-۲-۶** مقدار $V_r$ در هیچ حالت نباید بزرگتر از مقادیر $۰/۲۵\phi_c f_c A_{cv}$ و $۶/۵\phi_c A_{cv}$ در نظر گرفته شود.

**۹-۱۵-۱۳-۲-۷** مقدار $V_r$ را می‌توان با استفاده از هر روش طراحی دیگری که صحت آن به وسیله آزمایش‌های جامع تأیید شده باشد، تعیین نمود.

### ۹-۱۵-۱۳-۳ ضوابط طراحی برش اصطکاکی

**۹-۱۵-۱۳-۳-۱** در میلگردهای برش اصطکاکی استفاده شده باید ضوابط بند ۹-۱۳-۷-۶ رعایت گردد.

**۹-۱۵-۱۳-۳-۲** در مواردی که در سطح برش علاوه بر نیروی برشی، نیروی کششی نیز اثر کند، باید آرماتور اضافی برای تحمل کشش در امتداد نیروی کششی اعمال شده، پیش‌بینی شود.

**۹-۱۵-۱۳-۳-۳** در مواردی که در سطح برش علاوه بر نیروی برشی نیروی فشاری دائمی نیز اثر کند، مقدار این نیرو را می‌توان به نیروی $\phi_s A_{vf} f_y$، متعلق به‌آرماتور برش اصطکاکی در رابطه ۹-۱۵-۲۳-۲ اضافه نمود.

**۹-۱۵-۱۳-۳-۴** آرماتورهای برش اصطکاکی باید به نحوی مناسب در سطوح صفحه برش توزیع شوند و برای آنکه بتوانند به تنش نظیر جاری شدن برسند باید به طور کامل در دو سمت صفحه برش در بتن مهار گردند. برای مهار کردن آرماتورها می‌توان از ادوات مکانیکی استفاده نمود.

**۹-۱۵-۱۳-۳-۵** در مواردی که بتن در مجاورت بتن سخت شده قبلی ریخته می‌شود، سطح تماس برای انتقال برش باید تمیز و عاری از دوغاب خشک شده باشد. برای آنکه بتوان ضریب اصطکاک $\mu$ را برابر با ۰/۹ فرض نمود سطح تماس باید با ایجاد خراش‌های به عمق تقریبی پنج میلی‌متر به حالت زبر درآورده شود.

**۹-۱۵-۱۳-۳-۶** در مواردی که برش بین پروفیل‌های فولاد ساختمانی و بتن با استفاده از گل میخ‌ها یا میلگردهای جوش شده به پروفیل انتقال داده می‌شود، فولادها باید تمیز و عاری از زنگ‌زدگی باشند.

## ۹-۱۵-۱۴ ضوابط ویژه برای اعضای خمشی با ارتفاع زیاد (تیرهای عمیق)

### ۹-۱۵-۱۴-۱ گستره

ضوابط این قسمت باید در مورد اعضای خمشی که دارای شرایط (الف) و (ب) باشند، رعایت شوند:

الف- نسبت طول دهانه آزاد به ارتفاع مقطع $\frac{l_n}{h}$ در آنها کمتر از دو باشد.

ب- بار روی تیر در وجه فشاری، مقابل وجهی که روی تکیه‌گاه‌ها می‌نشیند، وارد آید به طوری که امکان به وجود آمدن دستک‌های فشاری از سمت بار به سمت تکیه‌گاه‌ها موجود باشد.

### ۹-۱۵-۱۴-۲ حالت حدی مقاوم نهایی در برش در تیرهای عمیق

**۹-۱۵-۱۴-۲-۱** در تیرهای عمیق کنترل حالت حدی نهایی مقاومت در برش باید براساس روابط (۹-۱۵-۱) و (۹-۱۵-۲) صورت گیرد. در این روابط نیروی برشی مقاوم نهایی بتن، $V_c$، و نیروی برشی مقاوم نهایی آرماتورها، $V_s$، طبق بندهای ۹-۱۵-۱۴-۲-۴ و ۹-۱۵-۱۴-۲-۵ تعیین می‌گردند.

**۹-۱۵-۱۴-۲-۲** در تیرهای عمیق کنترل حالت حدی مقاوم نهایی تنها در مقطع بحرانی عضو، مطابق تعریف بند ۹-۱۵-۱۴-۲-۳ صورت می‌گیرد و آرماتور برشی مورد نیاز در این مقطع در سراسر طول دهانه تیر عمیق ادامه داده می‌شود.

**۹-۱۵-۱۴-۲-۳** مقطع بحرانی تیرهای عمیق مقطعی است که فاصله آن از بر داخلی تکیه‌گاه در تیرهای زیر اثر بار یکنواخت برابر با $۰/۱۵l_n$و در تیرهای زیر بارمتمرکز برابر با $۰/۵a$ باشد. این فاصله در هیچ حال نباید بیشتر از $d$ در نظر گرفته شود.

**۹-۱۵-۱۴-۲-۴** مقدار $V_c$را می‌توان از رابطه (۹-۱۵-۳) و یا با جزئیات بیشتر از رابطه (۹-۱۵-۲۴) محاسبه نمود.

$$V_c = (۳/۵ - ۲/۵\frac{M_u}{V_u d})(۰/۹۵v_c + ۱۲\rho_w \frac{V_u d}{M_u})b_w d \qquad (۲۴-۱۵-۹)$$

در رابطه (۹-۱۵-۲۴) مقدار عبارت $(۳/۵ - ۲/۵\frac{M_u}{V_u d})$ نباید بیشتر از ۲/۵ و مقدار $V_c$ نباید بیشتر از $۳v_c b_w d$ در نظر گرفته شود. $M_u$ لنگر خمشی نهایی است که بطور همزمان با نیروی برشی نهایی $V_u$ در مقطع بحرانی طبق تعریف بند ۹-۱۵-۱۴-۲-۳ اثر می‌کند.

**۹-۱۵-۱۴-۲-۵** مقدار $V_s$، با استفاده‌از رابطه (۹-۱۵-۲۵) محاسبه می‌شود:

$$V_S = [\frac{A_V}{۱۲S_n}(۱ + \frac{l_n}{d}) + \frac{A_{Vh}}{۱۲S_h}(۱۱ - \frac{l_n}{d})]\phi_s f_y d \qquad (۲۵-۱۵-۹)$$

**۹-۱۵-۱۴-۲-۶** مقدار $V_r$، نباید بیشتر از مقدار بدست آمده از رابطه (۹-۱۵-۲۶) اختیار شود.

$$V_r < ۴v_c b_w d \qquad (۲۶-۱۵-۹)$$

### ۹-۱۵-۱۴-۳ محدودیت‌های آرماتورهای برشی تیرهای عمیق

**۹-۱۵-۱۴-۳-۱** سطح مقطع آرماتور برشی $A_v$ نباید کمتر از $۰/۰۰۲۵b_w S_n$اختیار شود. فاصله این آرماتورها نیز نباید از مقادیر $\frac{d}{۳}$و ۳۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.

**۹-۱۵-۱۴-۳-۲** سطح مقطع آرماتور برشی $A_{vh}$ نباید کمتر از $۰/۰۰۱۵b_w S_h$اختیار شود. فاصله این آرماتورها نیز نباید از مقادیر $\frac{d}{۵}$و ۳۰۰ میلی متر تجاوز کند.

## ۹-۱۵-۱۵ ضوابط ویژه برای دستک‌ها و شانه‌ها

### ۹-۱۵-۱۵-۱ گستره

ضوابط این قسمت باید در مورد دستک‌ها و شانه‌هایی که دارای شرایط (الف) و (ب) باشند، رعایت شوند:

الف) نسبت دهانه به ارتفاع موثر مقطع در بر تکیه‌گاه، $\frac{a}{d}$، بیشتر از یک نباشد.

ب) مقدار $N_u$، بزرگتر از نیروی برشی نهایی موثر بر آنها، $V_u$ نباشد.

پ) ارتفاع موثر مقطع در لبه خارجی سطح اتکا، کمتر از $۰/۵d$ نباشد.

### ۹-۱۵-۱۵-۲ حالت حدی مقاوم نهایی در برش، خمش و کشش

**۹-۱۵-۱۵-۲-۱** در دستک‌ها و شانه‌ها کنترل حالات حدی مقاوم نهایی در برش، خمش و نیروی محوری کششی، باید بر اساس روابط (۹-۱۵-۱)، (۹-۱۴-۱) و (۹-۱۴-۲) صورت گیرد.

مقادیر $V_r$، $M_r$ و $N_r$ باید بر اساس ضوابط بندهای ۹-۱۵-۱۵-۲-۴ تا ۹-۱۵-۱۵-۲-۶ محاسبه شوند.

**۹-۱۵-۱۵-۲-۲** نیروهای $V_u$ و $N_u$ از تحلیل سازه تحت اثر بارهای نهایی به دست می‌آیند. مقدار $N_u$ که در طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد نباید کمتر از مقدار $۰/۲ V_u$ اختیار شود مگر آنکه برای جلوگیری از ایجاد نیروی کششی تدابیر خاصی در نظر گرفته شده باشد. نیروی کششی، $N_u$ همواره باید جزء بارهای زنده، به حساب آورده شود.

**۹-۱۵-۱۵-۲-۳** مقدار $M_u$ با استفاده از رابطه (۹-۱۵-۲۷) محاسبه می‌شود:

$$M_u = V_u a + N_u (h - d) \qquad (۹-۱۵-۲۷)$$

**۹-۱۵-۱۵-۲-۴** مقدار $V_r$، با فرض‌عملکرد مقطع به صورت برش اصطکاکی مطابق ضوابط بند ۹-۱۵-۱۳ محاسبه می‌شود. مقدار $V_r$ نباید از دو مقدار $۰/۲۵ f_{cd} b_w d$ و $۶/۵ \phi_c b_w d$ بزرگتر اختیار شود.

**۹-۱۵-۱۵-۲-۵** مقدار $M_r$، مطابق ضوابط فصل چهاردهم محاسبه می‌گردد. آرماتور کششی تأمین‌کننده لنگر $M_r$، $A_f$ نامیده می‌شود.

**۹-۱۵-۱۵-۲-۶** مقدار $N_r$، با استفاده از رابطه (۹-۱۵-۲۸) محاسبه می‌شود:

$$N_r = \phi_s A_n f_y \qquad (۹-۱۵-۲۸)$$

### ۹-۱۵-۱۵-۳ ضوابط کلی طراحی

**۹-۱۵-۱۵-۳-۱** مقدار $A_s$، نباید کمتر از دو مقدار $(A_f + A_n)$ و $(\frac{۲}{۳}A_{vf} + A_n)$ اختیار شود.

**۹-۱۵-۱۵-۳-۲** خاموت‌های بسته موازی با $A_s$ به سطح مقطع کل $A_h$ مساوی $۰/۵(A_s - A_n)$ یا بزرگتر از آن باید در داخل محدوده دو سوم ارتفاع موثر مقطع در مجاور $A_s$ توزیع شوند.

**۹-۱۵-۱۵-۳-۳** مقدار $\rho$ نباید کمتر از $۰/۰۴\frac{f_c}{f_y}$ باشد.

**۹-۱۵-۱۵-۳-۴** آرماتور کششی اصلی باید در وجه جلوی دستک یا شانه به یکی از طرق (الف) و (ب) مهار شود:

الف) به وسیله جوش دادن به یک میلگرد عرضی با قطری حداقل مساوی با قطر میلگردهای کششی اصلی، مقاومت جوش باید به حدی باشد که بتواند نیروی کششی حداکثر قابل تحمل برای آرماتورها را منتقل نماید.

ب) به وسیله خم‌کردن میلگرد کششی اصلی $A_s$ به عقب به طوری که یک حلقه افقی تشکیل شود.

**۹-۱۵-۱۵-۳-۵** سطح اتکای بار روی دستک یا شانه نباید از قسمت مستقیم میلگردهای کششی اصلی، $A_s$ فراتر رود. این سطح همچنین نباید از وجه داخلی میلگردهای مهاری عرضی، در صورت استفاده از آنها، جلوتر رود.

## ۹-۱۵-۱۶ ضوابط ویژه برای دیوارها

### ۹-۱۵-۱۶-۱ گستره

**۹-۱۵-۱۶-۱-۱** ضوابط این قسمت باید در طراحی دیوارهایی که تحت اثر نیروی برشی افقی در امتداد صفحه دیوار قرار دارند، رعایت شوند.

**۹-۱۵-۱۶-۱-۲** دیوارهایی‌که تحت اثر نیروی برشی افقی در امتداد عمود بر صفحه دیوار قرار دارند، باید بر اساس ضوابط مربوط به دال‌ها در قسمت ۹-۱۵-۱۷ طراحی شوند.

### ۹-۱۵-۱۶-۲ حالت حدی مقاوم نهایی در برش

**۹-۱۵-۱۶-۲-۱** در مقاطع افقی دیوارها کنترل حالت حدی مقاوم نهایی در برش باید برمبنای روابط (۹-۱۵-۱) و (۹-۱۵-۲) صورت گیرد. در این روابط مقادیر $V_c$ و $V_s$، بر اساس بندهای ۹-۱۵-۱۶-۲-۲ تا ۹-۱۵-۱۶-۲-۵ محاسبه می‌شوند.

**۹-۱۵-۱۶-۲-۲** مقدار $V_c$ را در حالتی که دیوار تحت اثر برش یا تحت اثر توأم برش و فشار قرار دارد می‌توان از رابطه (۹-۱۵-۳) و در حالتی که دیوار تحت اثر برش و کشش قرار دارد می‌توان از رابطه (۹-۱۵-۶) محاسبه نمود. این نیروی مقاوم را نیز می‌توان با جزئیات بیشتر مطابق بند ۹-۱۵-۱۶-۲-۳ محاسبه کرد. مقدار $d$، در تمامی این روابط طبق بند ۹-۱۵-۱۶-۳-۲ تعیین می‌شود.

**۹-۱۵-۱۶-۲-۳** در مواردی‌که محاسبه مقدار $V_c$ ، با جزئیات بیشتر مورد نظر باشد، آن را می‌توان برابر با کمترین مقدار به دست آمده از دو رابطه (۹-۱۵-۲۹) و (۹-۱۵-۳۰) در نظر گرفت:

$$V_c = ۱/۶۵ v_c hd + \frac{N_u d}{۵ l_w} \qquad (۹-۱۵-۲۹)$$

$$V_c = \left[ ۰/۳ v_c + \frac{l_w (۰/۶ v_c + ۰/۱۵ \frac{N_u}{l_w h})}{(\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{۲})} \right] hd \qquad (۹-۱۵-۳۰)$$

در این روابط مقدار $N_u$ برای فشار مثبت و برای کشش منفی است. در صورتی که مقدار $(\frac{M_u}{V_u}-\frac{l_w}{۲})$ منفی باشد رابطه (۹-۱۵-۳۰) به کار برده نمی‌شود و رابطه (۹-۱۵-۲۹) ملاک خواهد بود.

**۹-۱۵-۱۶-۲-۴** مقدار $V_c$ برای همه مقاطعی که در فاصله‌ای کمتر از کوچکترین دو مقدار $\frac{l_w}{۲}$ و $\frac{h_w}{۲}$ از پایه دیوار قرار دارند برابر با مقاومت برشی مقطع در کوچکترین این دو مقدار در نظر گرفته می‌شود.

**۹-۱۵-۱۶-۲-۵** مقدار $V_s$ از رابطه (۹-۱۵-۳۱) محاسبه می‌شود:

$$V_s = \phi_s \mathrm{A}_v f_y \frac{d}{s_h} \qquad (۹-۱۵-۳۱)$$

پارامتر $d$ مطابق بند ۹-۱۵-۱۶-۳-۲ تعیین می‌شود. برای تأمین برش مقاوم $V_s$ علاوه بر آرماتورهای برشی افقی $A_v$، آرماتورهای برشی قائم نیز باید در دیوار پیش‌بینی شود. مقدار این آرماتورها طبق بند ۹-۱۵-۱۶-۴-۲ تعیین می‌شود.

**۹-۱۵-۱۶-۲-۶** مقدار $V_r$، در هیچ حالت نمی‌تواند بیشتر از $۵v_c hd$ اختیار شود.

### ۹-۱۵-۱۶-۳ ضوابط کلی طراحی

**۹-۱۵-۱۶-۳-۱** در دیوارها چنانچه مقدار $V_u$ بیشتر از $۰/۵V_c$ باشد طراحی برای برش‌لازم است. مقادیر آرماتور برشی مورد نیاز بر اساس ضوابط بند ۹-۱۵-۱۶-۲ محاسبه می‌گردند. در مورد این آرماتور محدودیت‌های بند ۹-۱۵-۱۶-۴ باید رعایت شوند. چنانچه $V_u$ کمتر از $۰/۵V_c$ باشد، آرماتورگذاری در دیوار مطابق بند ۹-۱۵-۱۶-۴ یا ضوابط طراحی دیوارهای باربر در فصل نوزدهم انجام می‌شود.

**۹-۱۵-۱۶-۳-۲** درطراحی دیوارها برای برش، مقدار، $d$ باید برابر با $۰/۸l_w$ در نظر گرفته شود. برای $d$ می‌توان مقدار بزرگتری برابر با فاصله دورترین تار فشاری تا مرکز سطح نیروهای کششی

میلگردهای تحت کشش در نظر گرفت مشروط بر آنکه نیروهای کششی مورد نظر با توجه به سازگاری تغییرشکل‌های نسبی در مقطع به دست آمده باشند.

**۹-۱۵-۱۶-۳-۳** در محل درزهای اجرایی مقدار $V_r$ باید بر اساس عملکرد برش اصطکاکی طبق بند ۹-۱۵-۱۳ تعیین گردد.

### ۹-۱۵-۱۶-۴ محدودیت‌های آرماتورها

**۹-۱۵-۱۶-۴-۱** مقدار $\rho_h$، نباید کمتر از ۰/۰۰۲۵ منظور شود. مقدار $S_h$ نباید بیشتر از $3h$، $\frac{l_w}{5}$ و یا ۳۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

**۹-۱۵-۱۶-۴-۲** مقدار $\rho_n$ نباید کمتر از ۰/۰۰۲۵ و یا کمتر از مقدار رابطه (۹-۱۵-۳۲) منظور شود:

$$\rho_n = 0/0025 + 0/5(2/5 - \frac{h_w}{l_w})(\rho_h - 0/0025) \qquad (۹-۱۵-۳۲)$$

لازم نیست مقدار $\rho_n$ بیشتر از $\rho_h$ در نظر گرفته شود. مقدار $S_n$ نباید بیشتر از $3h$، $\frac{l_w}{3}$ و یا ۳۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

## ۹-۱۵-۱۷ ضوابط ویژه برای دال‌ها و شالوده‌ها

### ۹-۱۵-۱۷-۱ گستره

**۹-۱۵-۱۷-۱-۱** ضوابط این قسمت باید برای کنترل برش در دال‌ها و شالوده‌هایی مانند دال تخت روی ستون و شالوده زیر اثر بار ستون که تحت اثر بار متمرکز قرار می‌گیرند و یا بارهای خود را به تکیه‌گاه‌هایی با سطح محدود منتقل می‌کنند، رعایت شوند.

**۹-۱۵-۱۷-۱-۲** دال‌هایی که زیر اثر بار گسترده قرار دارند و بارهای خود را به تیرها و یا دیوارها منتقل می‌کنند رفتاری مشابه تیرها دارند و مشمول ضوابط مربوط به اعضای تحت اثر برش و خمش می‌شوند. کنترل برش در این دال‌ها بر طبق ضوابط بندهای ۹-۱۵-۲ تا ۹-۱۵-۶ به عمل می‌آید.

**۹-۱۵-۱۷-۱-۳** در دال‌هایی‌که تحت اثر بارهای قائم یا بارهای جانبی ناشی از باد یا زلزله مستقیماً لنگرهای خمشی را به ستون‌ها منتقل می‌کنند، قسمتی از این لنگر توسط برش ایجاد شده در مقاطع دال در اطراف ستون‌ها منتقل می‌شود. نیروی برشی ایجاد شده به این صورت، باید در محاسبات برش منظور گردد. ضوابط مربوط به محاسبه این برش در بند ۹-۱۵-۱۷-۵ داده شده است.

### ۹-۱۵-۱۷-۲ حالت حدی مقاوم نهائی در برش

**۹-۱۵-۱۷-۲-۱** برش دال‌ها و شالوده‌ها در حوالی بارهای متمرکز و تکیه‌گاه‌های با سطح محدود باید برای دو نوع عملکرد یکطرفه و دو طرفه کنترل شود:

الف) عملکرد یک طرفه به صورت تیر: در این‌حالت دال یا شالوده باید نیروی برشی را مانند یک تیر در تمام عرض خود تحمل‌کند. مقطع بحرانی که مقاومت دال یا شالوده باید در آن کنترل شود به‌صورت صفحه‌ای عمود بر دال با فاصله $d$ از لبه سطح اثر بار متمرکز یا از وجه کتیبه یا هر تعبیر دیگر در ضخامت دال با تکیه‌گاه، در تمام عرض دال در نظر گرفته می‌شود.

ب- عملکرد دو طرفه: در این حالت دال یا شالوده باید نیروی برشی را در دو جهت ولی در ناحیه‌ای محدود در اطراف بار متمرکز یا تکیه‌گاه تحمل کند. مقطع بحرانی در این‌حالت سطح جانبی منشوری است که وجوه آن عمود بر سطح دال بوده و از لبه‌ها و گوشه‌های سطح اثر بار متمرکز یا تکیه‌گاه و یا مقاطعی از دال که ضخامت دال در آنجا تغییر می‌کند دارای فاصله‌ای برابر با $\frac{d}{۲}$ باشند. مقطع بحرانی باید چنان در نظر گرفته شود که محیط چند ضلعی قاعده منشور در آن حداقل باشد. برای ستون‌ها، بارهای متمرکز و سطوح تکیه‌گاهی دارای مقطع مربع یا مستطیل مقاطع بحرانی می‌توانند دارای چهار ضلع مستقیم باشند.

**۹-۱۵-۱۷-۲-۲** در دال‌ها و شالوده‌ها کنترل برش درحالت حدی مقاوم برای عملکرد یک طرفه مشابه تیرها است و بر اساس ضوابط بندهای ۹-۱۵-۲ تا ۹-۱۵-۶ انجام می‌گیرد.

**۹-۱۵-۱۷-۲-۳** در دال‌ها و شالوده‌ها کنترل برش در حالت حدی مقاوم برای عملکرد دو طرفه باید براساس روابط(۹-۱۵-۱) و (۹-۱۵-۲) صورت گیرد. برای تعیین مقادیر $V_c$ یا $V_s$ و $V_r$ در این روابط برای حالات مختلف طبق ضوابط بندهای ۹-۱۵-۱۷-۲-۴ تا ۹-۱۵-۱۷-۲-۶ رعایت شود.

**۹-۱۵-۱۷-۲-۴** در دال‌ها و شالوده‌هایی که در آنها از آرماتور برشی یا کلاهک برشی استفاده نمی‌شود مقدار $V_c$، برابر با کمترین مقادیر به دست آمده از سه رابطه (۹-۱۵-۳۳) الی (۹-۱۵-۳۵) در نظر گرفته می‌شود:

$$V_c = (۱ + \frac{۲}{\beta_c}) v_c b_o d \qquad (۳۳-۱۵-۹)$$

$$V_c = (\frac{\alpha_s d}{b_o} + 1) v_c b_o d \qquad (۳۴-۱۵-۹)$$

$$V_c = ۲ v_c b_o d \qquad (۳۵-۱۵-۹)$$

$\alpha_s$ عددی است که برای ستون‌های میانی برابر با ۲۰، برای ستون‌های کناری ۱۵و برای ستون‌های گوشه ۱۰ در نظر گرفته می‌شود.

**۹-۱۵-۱۷-۲-۵** دردال‌ها و شالوده‌هایی که در آن‌ها از آرماتور برشی برای تأمین مقاومت برشی استفاده می‌شود مقدار $V_c$ و $V_s$ براساس ضوابط (الف) الی (پ) تعیین می‌شوند:

الف) مقدار $V_c$ از رابطه (۹-۱۵-۳۶) محاسبه می‌شود:

$$V_c = v_c b_o d \qquad (۳۶-۱۵-۹)$$

ب) مقدار $V_s$، با استفاده از ضوابط بند ۹-۱۵-۴ محاسبه می‌شود.

پ) در این‌حالت مقدار $V_r$نباید بیشتر از $۳ v_c b_o d$ در نظر گرفته شود.

**۹-۱۵-۱۷-۲-۶** در دال‌هایی که در آنها از کلاهک برشی به صورت پروفیل‌های فولادی به شکل $L$ یا ناودانی و یا مشابه آنها برای تأمین مقاومت برشی استفاده می‌شود، مقدار $V_r$، با شرط رعایت محدودیت‌های بند ۹-۱۵-۱۷-۳ طبق ضوابط (الف) و (ب) تعیین می‌شود:

الف) در حالتی‌که دال تنها برش ناشی از بارهای قائم را به ستون منتقل می‌کند، $V_s$ مساوی کمترین دو مقدار بدست آمده از روابط (۹-۱۵-۳۷) و (۹-۱۵-۳۸) در نظر گرفته می‌شود:

$$V_r = ۳/۵ v_c b_o d \qquad (۳۷-۱۵-۹)$$

$$V_r = ۲ v_c b_{om} d \qquad (۳۸-۱۵-۹)$$

در این روابط $b_o$ محیط چند ضلعی مقطع بحرانی طبق تعریف بند ۹-۱۵-۱۷-۲-۱- ب و $b_{om}$ محیط چند ضلعی مقطع بحرانی خاص طبق تعریف بند ۹-۱۵-۱۷-۲-۷ است.

ب- در حالتی‌که دال علاوه بر برش ناشی از بارهای قائم باید لنگر خمشی به ستون منتقل نماید، $V_r$ باید چنان باشد که ضوابط بند ۹-۱۵-۱۷-۵-۳- ب تأمین شود.

**۹-۱۵-۱۷-۲-۷** مقطع بحرانی خاص که در دال‌های با کلاهک برشی برای کنترل نیروی برشی مقاوم مقطع باید مورد استفاده قرار گیرد، سطح جانبی منشوری است که وجوه آن عمود بر دال و در فاصله $۰/۷۵(l_v - ۰/۵c_۱)$ از بر ستون قرار دارند. مقطع بحرانی خاص باید چنان در نظر گرفته شود که محیط چند ضلعی قاعده منشور در آن‌حداقل باشد، لزومی ندارد فاصله وجوه منشور از بر ستون کمتر از $\frac{d}{۲}$ در نظر گرفته شود. مقدار محیط این چند ضلعی $b_{om}$ نامیده می‌شود.

## ۹-۱۵-۱۷-۳ ضوابط و محدودیت‌های کلاهک‌های برشی

**۹-۱۵-۱۷-۳-۱** هر کلاهک برشی باید از قطعات فولادی به شکل $L$ یا ناودانی و یا شکل مشابه که با جوش نفوذی‌کامل به هم متصل شده باشند تشکیل شود. بازوهای کلاهک باید یکسان و نسبت به هم متعامد باشند. بازوها نباید در مقطع ستون قطع شوند.

**۹-۱۵-۱۷-۳-۲** لنگرخمشی مقاوم هر بازوی کلاهک برشی درحد پلاستیک نباید کمتر از مقدار رابطه (۹-۱۵-۳۹) باشد:

$$M_p = \frac{V_u}{۲\eta}[h_v + \alpha_v(l_v - ۰/۵c_۱)] \qquad (۳۹-۱۵-۹)$$

در این رابطه $\eta$ و $\ell_v$ براساس ملاحظات بند ۹-۱۵-۱۷-۲-۶ مورد نیاز می‌باشد.

**۹-۱۵-۱۷-۳-۳** انتهای هر بازوی کلاهک را می‌توان با زاویه‌ای بیشتر از۳۰ درجه نسبت به افق برید به شرطی که لنگر خمشی پلاستیک مقطع باریک شده باقیمانده، برای تحمل نیروی برشی تخصیص داده شده برای آن بازو کافی باشد.

**۹-۱۵-۱۷-۳-۴** مقطع کلاهک برشی باید با توجه به ضوابط زیر انتخاب شود:

الف) ارتفاع مقطع‌کلاهک نباید بیشتر از ۷۰ برابر ضخامت جان آن باشد.

ب) کلیه بال‌های فشاری مقطع‌کلاهک باید در داخل محدوده‌ای به فاصله $۰/۳d$در دورترین تار فشاری دال یا شالوده قرار داده شود.

پ) نسبت سختی خمشی هر بازوی کلاهک به سختی خمشی مقطع ترک خورده دال مرکب با پهنای $(c_۲ + d)$، $\alpha_v$، نباید کمتر از ۰/۱۵ باشد.

**۹-۱۵-۱۷-۳-۵** مقاومت خمشی بازوهای کلاهک را می‌توان در کمک به لنگر خمشی مقاوم دال در نوار ستونی دخالت داد. مقدار کمک هر بازو از رابطه (۹-۱۵-۴۰) تعیین می‌شود:

$$M_v = \frac{\alpha_v V_u}{۲\eta}(\ell_v - ۰/۵c_۱) \qquad (۴۰-۱۵-۹)$$

در این رابطه $\ell_v$ طول واقعی بازو است که به کار گرفته شده است، مقدار $M_v$ نباید بیشتر از مقادیر (الف) الی (پ) در نظر گرفته شود:

الف) ۳۰ درصد کل لنگر خمشی نهایی موجود در نوار ستونی دال

ب) مقدار تغییر لنگر خمشی موجود در نوار ستونی دال در طول $\ell_v$

پ) مقدار $M_p$

**۹-۱۵-۱۷-۳-۶** در مواردی‌که دال یا شالوده باید لنگر خمشی به ستون منتقل نماید، کلاهک باید به قدر کافی مهار شده باشد که بتواند لنگر خمشی $M_p$ را منتقل نماید.

### ۹-۱۵-۱۷-۴ بازشوها در دال‌ها

**۹-۱۵-۱۷-۴-۱** در مواردی که در یک دال بازشویی در فاصله کمتر از ده برابر ضخامت دال از سطح اثر بار متمرکز یا سطح تکیه گاه محدود و یا در مواردی که باز شویی در نوار ستونی دال تختی واقع

شود، مقاطع بحرانی‌که برای‌کنترل برش در بندهای ۹-۱۵-۱۷-۲-۱- ب و ۹-۱۵-۱۷-۲-۷ تعریف شده‌اند، مطابق بندهای ۹-۱۵-۱۷-۴-۲ و ۹-۱۵-۱۷-۴-۳ اصلاح می‌شوند.

**۹-۱۵-۱۷-۴-۲** برای دال‌های بدون کلاهک برشی، قسمتی از محیط مقطع بحرانی که به وسیله خطوط مماس بر محدوده بازشو رسم شده از مرکز سطح اثر بار متمرکز یا مرکز تکیه‌گاه قطع می‌شود، بی‌اثر فرض می‌گردد.

**۹-۱۵-۱۷-۴-۳** برای دال‌های با کلاهک برشی، قسمتی از محیط مقطع بحرانی که طبق بند ۹-۱۵-۱۷-۴-۲ بی‌اثر فرض می‌شود، نصف می‌گردد.

### ۹-۱۵-۱۷-۵ انتقال لنگر خمشی در اتصالات دال به ستون

**۹-۱۵-۱۷-۵-۱** در مواردی‌که لنگر خمشی متعادل نشده‌ای، $M_u$، ناشی از بارهای قائم، باد یا زلزله باید بین دال و ستون منتقل شود، قسمتی از آن، $M_{uf}$، با عملکرد خمشی بر اساس ضوابط بند ۹-۱۸-۳-۳ و بقیه آن، $M_{uv}$، از رابطه (۹-۱۵-۴۱) محاسبه می‌شود:

$$M_{uv} = (۱ - \frac{۱}{۱ + \frac{۲}{۳}\sqrt{\frac{b_۱}{b_۲}}})M_u \qquad (۹-۱۵-۴۱)$$

**۹-۱۵-۱۷-۵-۲** برای تعیین تنش برشی ناشی از لنگر خمشی $M_{uv}$ فرض می‌شود حداکثر این تنش در مقطع بحرانی طبق تعریف بند ۹-۱۵-۱۷-۲-۱-ب، ایجاد می‌شود و مقدار تنش در هر تار از این مقطع متناسب با فاصله آن تار از مرکز سطح مقطع است.

**۹-۱۵-۱۷-۵-۳** درمواردی که دال علاوه بر نیروی برشی $V_u$ تحت اثر برش ناشی از انتقال لنگر خمشی قرار می‌گیرد، مقاومت برشی دال باید برای مقابله با این دو اثر کافی باشد. برای‌کنترل مقاومت برشی دال در حالت حدی نهایی باید ضوابط زیر رعایت شوند:

الف) در دال‌های بدون‌کلاهک برشی، مجموع تنش برشی ناشی از بارهای قائم در مقطع بحرانی طبق تعریف بند ۹-۱۵-۱۷-۲-۱- ب و حداکثر تنش برشی محاسبه شده در بند ۹-۱۵-۱۷-۵-۲ باید کمتر از مقدار $\frac{v_r}{b_o d}$ باشد.

ب-در دال‌های با کلاهک برشی، مجموع تنش برشی ناشی از بارهای قائم در مقطع بحرانی خاص، طبق تعریف بند ۹-۱۵-۱۷-۲-۷ و حداکثر تنش برشی محاسبه شده در بند ۹-۱۵-۱۷-۵-۲ باید کمتر از $۲v_c$ باشد.

## ۹-۱۵-۱۸ ضوابط ویژه برای اتصالات قاب‌ها

**۹-۱۵-۱۸-۱** در مواردی که بارهای قائم، باد، زلزله و یا سایر بارهای جانبی موجب انتقال لنگر خمشی در اتصالات اعضای قاب به ستون‌ها می‌شوند، ستون‌ها و اتصالات آنها به اعضای قاب باید برای برش حاصل از این لنگر خمشی طراحی شوند.

**۹-۱۵-۱۸-۲** در محل اتصالات صلب اعضای قاب به ستون‌ها باید آرماتور برشی معادل حداقل آنچه در رابطه (۹-۱۵-۱۳) داده شده است با فرض $b_w$ برابر بزرگترین بعد ستون، در ستون قرار داده شود. این آرماتورها باید در ناحیه‌ای به طول حداقل برابر با ارتفاع بلندترین عضوی که به اتصال می‌رسد ادامه داشته باشند.

**۹-۱۵-۱۸-۳** در اتصالات قاب‌هایی که جزء عناصر مقاوم در مقابل بارهای جانبی زلزله با فرض شکل‌پذیری متوسط و زیاد می‌باشند، ضوابط خاص باید رعایت شوند. این ضوابط در فصل بیست و سوم داده شده‌اند.

# ۹-۱۶ اثر لاغری و کمانش

## ۹-۱۶-۰ علائم اختصاری

$A_g$ = مساحت کل مقطع، میلی‌متر مربع

$C_m$ = ضریبی که مقادیر واقعی لنگر را به مقادیر معادل با لنگر یکنواخت تبدیل می‌کند.

$e$ = برون محوری بار میلی‌متر

$e_{\min}$ = حداقل برون محوری بار، میلی‌متر

$E_c$ = مدول الاستیسیته بتن، مگاپاسکال

$E_e$ = سختی خمشی موثر عضو (معادل $EI_e$)

$E_s$ = مدول الاستیسیته فولاد، مگاپاسکال

$f_y$ = مقاومت مشخصه فولاد $(f_{yk})$، مگاپاسکال، که برای تسهیل کار در این فصل حرف $k$ در زیرنویس‌حذف شده است.

$h$ = ارتفاع مقطع، میلی‌متر

$h_s$ = ارتفاع طبقه، میلی‌متر

$H_u$ = بار کل جانبی نهایی وارد بر طبقه، نیوتن

$I_e$ = ممان اینرسی مؤثر مقطع، میلی‌متر به توان چهار

$I_g$ = ممان اینرسی کل مقطع، میلی‌متر به توان چهار

$k$ = ضریب طول موثر

$l_u$ = طول آزاد یا مهارنشده عضو فشاری، میلی‌متر

$M_c$ = لنگر خمشی نهایی تشدید شده، نیوتن - میلی‌متر

$M_1$ = کوچکترین لنگر خمشی نهایی دو انتهای عضو فشاری (مقدار $M_1$ مثبت است اگر

انحنای ستون در یک جهت باشد و منفی است اگر انحنای ستون در دو جهت باشد)، نیوتن- میلی‌متر

$M_{1b}$ = لنگرخمشی نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی که $M_1$ بر آن اثر می‌کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحظه‌ای ایجاد نمی‌کنند، نیوتن- میلی‌متر

$M_{1s}$ = لنگر خمشی نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی‌که $M_1$ بر آن اثر می‌کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحظه‌ای ایجاد می‌کنند، نیوتن- میلی‌متر

$M_2$ = بزرگترین لنگر خمشی نهایی دو انتهای عضو فشاری ( مقدار $M_2$ همواره مثبت فرض می‌شود)، نیوتن- میلی‌متر

$M_{2b}$ = لنگرخمشی نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی‌که $M_2$ بر آن اثر می‌کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحظه‌ای ایجاد نمی‌کنند، نیوتن- میلی‌متر

$M_{2s}$ = لنگر خمشی نهایی انتهای عضو فشاری، در انتهایی‌که $M_2$ بر آن اثر می‌کند، تحت اثر بارهایی که تغییر مکان جانبی قابل ملاحظه‌ای ایجاد می‌کنند، نیوتن- میلی‌متر

$M_{2min}$ = حداقل لنگر خمشی $M_2$

$N_c$ = بار بحرانی، نیوتن

$N_u$ = بار محوری فشاری نهایی، نیوتن

$Q$ = ضریب پایداری طبقه

$r$ = شعاع ژیراسیون، میلی‌متر

$\beta_d$ = الف) برای قاب‌های مهار شده $\beta_d$ نسبت بار محوری دائمی نهایی به بار محوری نهایی‌کل می‌باشد.

ب) برای قاب‌های مهار نشده، $\beta_d$ نسبت برش نهایی دائمی یک طبقه به برش نهایی کل آن طبقه می‌باشد.

$\delta_b$ = ضریب تشدید متعلق به اثر انحنای قطعه

$\delta_s$ = ضریب تشدید متعلق به اثر تغییر مکان جانبی

$\delta_u$ = تغییر مکان جانبی طبقه نسبت به طبقه زیرین به ازای هر ترکیب بار مشخص

$\psi$ = نسبت مجموع سختی ستون‌ها به مجموع سختی تیرهای منتهی به یک گره در یک صفحه

$\Psi_m$ = متوسط مقدار $\Psi$ در دو انتهای عضو فشاری

$\Psi_{min}$ = کوچکترین مقدار $\Psi$ در دو انتهای عضو فشاری

## ۹-۱۶-۱ گستره

**۹-۱۶-۱-۱** در این فصل آثار ناشی از بار محوری در قطعات میله‌ای لاغر تحت فشار بدون خمش یا همراه با خمش و نحوه منظور کردن آنها در طراحی قطعات مورد بررسی قرار می‌گیرد. این آثار در مجموع آثار لاغری نامیده خواهند شد.

**۹-۱۶-۱-۲** آثار لاغری شامل‌آثار ناشی از وجود انحنا در قطعه و آثار ناشی از تغییر مکان‌جانبی نسبی دو انتهای قطعه به شرح زیر است:

الف) آثار ناشی از وجود انحنا در قطعه، لنگرهای خمشی‌ای هستند که به علت عدم انطباق مرکز سطح مقطع بر خطی که دو انتهای بخشی از طول عضو را به هم وصل می‌کند، به وجود می‌آیند.

ب) آثار ناشی از تغییر مکان جانبی، لنگرهای خمشی و نیروهای داخلی دیگری هستند که در مقاطع قطعه به علت برون‌محوری ناشی از تغییر مکان جانبی یک انتهای قطعه نسبت به انتهای دیگر آن به وجود می‌آیند. تغییر مکان جانبی نسبی دو انتهای قطعه ممکن است به علت بارهای قائم یا بارهای جانبی یا ترکیبی از آنها باشد.

## ۹-۱۶-۲ کلیات

**۹-۱۶-۲-۱** طراحی قطعات فشاری، تیرهای مقیدکننده آنها و اعضای دیگر تحمل کننده بار این قطعات باید برای نیروها و لنگرهایی که از تحلیل مرتبه دوم ساختمان به دست آمده‌اند، انجام گیرد. در این تحلیل علاوه بر نیروهای وارد بر ساختمان که در تحلیل مرتبه اول ساختمان‌ها مورد نظر قرار می‌گیرند، باید آثار لاغری مطابق آنچه در بند (۹-۱۶-۱) گفته شد، آثار تغییرات ممان اینرسی ناشی از ترک‌خوردگی، رفتار غیرخطی مصالح، جمع‌شدگی و نیز آثار تابع زمان بارهای درازمدت در نظر گرفته شوند.

**۹-۱۶-۲-۲** درصورتی که آثار گفته شده در بند ۹-۱۶-۲-۱ در تحلیل ساختمان منظور نشده باشند، می‌توان آنها را به طور تقریب با استفاده از روش «تشدید لنگرهای خمشی» طبق بند (۹-۱۶-۸) با رعایت محدودیت بند ۹-۱۶-۷-۳ محاسبه کرد.

## ۹-۱۶-۳ طبقات مهارشده جانبی

**۹-۱۶-۳-۱** طبقه مهارشده به طبقه‌ای گفته می‌شود که تغییرمکان جانبی نسبی آن ناچیز باشد. چنانچه ضریب پایداری طبقه، که از رابطه (۹-۱۶-۱) به دست می‌آید کوچکتر از ۰/۰۵ باشد، طبقه مهارشده جانبی تلقی می‌شود. در این حالت تمامی قطعات فشاری واقع در این طبقه اصطلاحاً «مهار شده» نامیده می‌شود.

$$Q = \frac{\sum N_u \delta_u}{H_u h_S} \qquad (۹-۱۶-۱)$$

محاسبه $\delta_u$ با توجه به ضوابط بند ۹-۱۶-۸-۱ انجام می‌گیرد.

**۹-۱۶-۳-۲** در ساختمان‌های کوتاه متعارف تا ۴ طبقه در صورتی‌که مجموع سختی جانبی اعضای مهارکننده طبقه، مانند دیوارهای برشی و بادبندها، مساوی یا بزرگتر از شش برابر مجموع سختی جانبی ستون‌های طبقه باشد، آن طبقه را می‌توان مهار شده تلقی کرد.

## ۹-۱۶-۴ طول آزاد قطعات فشاری

**۹-۱۶-۴-۱** طول آزاد قطعه فشاری، $l_u$ برابر است با فاصله آزاد بین دال‌های طبقات، تیرها یا سایر قطعاتی که قادر به ایجاد تکیه‌گاه جانبی برای آن قطعه باشند.

**۹-۱۶-۴-۲** در صورتی‌که ستون دارای کتیبه یا سرستون باشد، طول آزاد آن تا سطح تحتانی کتیبه یا سر ستون محاسبه می‌شود.

## ۹-۱۶-۵ طول موثر قطعات فشاری

**۹-۱۶-۵-۱** طول موثر قطعه فشاری، $kl_u$ را می‌توان طبق بندهای ۹-۱۶-۵-۲ تا ۹-۱۶-۵-۴ محاسبه کرد مگر آن‌که با انجام تحلیل دقیقی که در آن آثار ناشی از ترک‌خوردگی قطعات بر روی سختی جانبی آنها منظور شده باشد، بتوان طول موثر دیگری به دست آورد.

**۹-۱۶-۵-۲** مقدار $k$ در قطعات فشاری مهار شده را می‌توان برابر با یک و یا کوچکترین دو مقدار به دست‌آمده از روابط (۹-۱۶-۲) و (۹-۱۶-۳) منظور نمود.

$$k = ۰/۷ + ۰/۱\psi_m \le ۱ \qquad (۹-۱۶-۲)$$

$$k = ۰/۸۵ + ۰/۰۵\psi_{\min} \le ۱ \qquad (۹-۱۶-۳)$$

**۹-۱۶-۵-۳** مقدار $k$ در قطعات فشاری مهار نشده‌ای که در دو انتها مقید باشند با استفاده از رابطه (۹-۱۶-۴) یا رابطه (۹-۱۶-۵) به دست می‌آید:

در مواردی که $\psi_m < ۲$ باشد:

$$k = (۱ - ۰/۰۵\psi_m)\sqrt{۱ + \psi_m} \ge ۱ \qquad (۹-۱۶-۴)$$

و در مواردی که $\psi_m \ge ۲$ باشد:

$$k = ۰/۹\sqrt{۱ + \psi_m} \qquad (۹-۱۶-۵)$$

**۹-۱۶-۵-۴** مقدار $k$ در قطعه فشاری مهارنشده‌ای که یک انتهای آن مفصلی باشد، با استفاده از رابطه (۹-۱۶-۶) به دست می‌آید:

$$k = ۲ + ۰/۳\psi \qquad (۹-۱۶-۶)$$

که در آن $\psi$مربوط به انتهای غیر مفصلی است.

**۹-۱۶-۵-۵** در محاسبه ممان‌های اینرسی برای تعیین $\psi$، در روابط (۹-۱۶-۲) تا (۹-۱۶-۶) باید از ضوابط بند ۹-۱۶-۸-۱ استفاده نمود.

**۹-۱۶-۵-۶** در محل اتصال ستون به شالوده در صورت انتخاب اتصال مفصل می‌توان مقدار $\psi$را برابر با ده و در صورت انتخاب اتصال گیردار می‌توان مقدار $\psi$ را برابر یک در نظر گرفت.

## ۹-۱۶-۶ شعاع ژیراسیون

**۹-۱۶-۶-۱** شعاع ژیراسیون، r، را می‌توان به شرح زیر محاسبه کرد:

الف) در مقاطع مستطیلی: ۰/۳ برابر بعد کلی مقطع در امتدادی که اثر لاغری مورد بررسی است.

ب) در مقاطع گرد ۰/۲۵ برابر قطر.

پ) در سایر مقاطع شعاع ژیراسیون در امتداد مورد نظر با استفاده از رابطه (۹-۱۶-۷) محاسبه می‌شود:

$$r = \sqrt{\frac{\mathrm{I}_g}{\mathrm{A}_g}} \qquad (۹-۱۶-۷)$$

## ۹-۱۶-۷ ضوابط اثر لاغری

**۹-۱۶-۷-۱** در قطعات فشاری مهارشده در صورتی که $K\frac{l_u}{r} \le (۳۴-۱۲\frac{M_۱}{M_۲})$ باشد، می‌توان از اثر لاغری صرفنظر کرد. مقدار $(۳۴-۱۲\frac{M_۱}{M_۲})$ را نبایستی بیش از ۴۰ در نظر گرفت. نسبت $\frac{M_۱}{M_۲}$ مثبت است اگر این دو لنگر موجب انحنای ستون در یک جهت شوند و منفی است اگر این دو لنگر موجب انحنای ستون در دو جهت شوند.

**۹-۱۶-۷-۲** در قطعات فشاری مهار نشده در صورتی که $k\frac{l_u}{r} \le ۲۲$ باشد، می‌توان از اثر لاغری صرفنظر کرد.

**۹-۱۶-۷-۳** در قطعات فشاری با $k\frac{l_u}{r} > ۱۰۰$ اثر لاغری باید براساس‌تحلیل دقیق، مطابق بند ۹-۱۶-۲-۱ بررسی شود.

**۹-۱۶-۷-۴** استفاده از قطعات فشاری با $k\frac{l_u}{r} > ۲۰۰$ مجاز نیست.

## ۹-۱۶-۸ روش تشدید لنگرهای خمشی

### ۹-۱۶-۸-۱ کلیات

در این روش لنگرهای خمشی نهایی به دست آمده از تحلیل الاستیک مرتبه اول با توجه به ضوابط بند ۹-۱۶-۸-۲ برای قاب‌های مهارشده و بند ۹-۱۶-۸-۳ برای قاب‌های مهارنشده تشدید می‌شوند و همراه با بار محوری نهایی به دست آمده از تحلیل مزبور مبنای طراحی قطعه فشاری قرار می‌گیرند. در تحلیل الاستیک خطی باید آثار ترک‌خوردگی اجزای سازه‌ای و آثار بارهای دراز مدت به نحوی مناسب منظور گردد. به این منظور استفاده از مقادیر توصیه شده در بند ۹-۱۳-۸-۴ قابل قبول است. در صورت حضور بارهای‌جانبی دراز مدت، مقادیر $E_e$ باید به مقدار $(۱+\beta_d)$ تقسیم شوند.

### ۹-۱۶-۸-۲ تشدید لنگر در طبقات مهار شده

در قطعات فشاری طبقات مهارشده مقدار $M_c$ از رابطه (۹-۱۶-۸) محاسبه می‌شود:

$$M_c = \delta_b M_2 \qquad (۹-۱۶-۸)$$

ضریب $\delta_b$ از رابطه (۹-۱۶-۹) محاسبه می‌شود:

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{0.75 \varphi_c N_c}} \geq 1 \qquad (9\text{-}16\text{-}9)$$

در این رابطه ضریب $C_m$ و بار بحرانی $N_c$ به شرح زیر محاسبه می‌شوند:

ضریب $C_m$، در مواردی که در فاصله بین دو انتهای قطعه فشاری بار جانبی وارد نشود از رابطه (۹-۱۶-۱۰) محاسبه می‌گردد:

$$C_m = 0.6 + 0.4\left(\frac{M_{1b}}{M_{2b}}\right) \geq 0.4 \qquad (9\text{-}16\text{-}10)$$

در سایر موارد $C_m$ = ۱ است.

در رابطه (۹-۱۶-۱۰) نسبت $\frac{M_{1b}}{M_{2b}}$ با توجه به بند ۹-۱۶-۷-۱ در نظر گرفته شود.

بار بحرانی $N_c$ از رابطه (۹-۱۶-۱۱) محاسبه می‌شود:

$$N_c = \frac{\pi^2 \mathrm{EI}_e}{(k l_u)^2} \qquad (9\text{-}16\text{-}11)$$

که در آن

$$\mathrm{EI}_e = \frac{0.2 \mathrm{E}_c \mathrm{I}_g + \mathrm{E}_S \mathrm{I}_{se}}{1 + \beta_d} \qquad (9\text{-}16\text{-}12)$$

یا به طور تقریبی

$$\mathrm{EI}_e = 0.25 \mathrm{E}_c \mathrm{I}_g \qquad (9\text{-}16\text{-}13)$$

ضریب $k$ در رابطه (۹-۱۶-۱۱)، برای محاسبه $N_c$، از بند ۹-۱۶-۵-۲ به دست می‌آید.

### ۹-۱۶-۸-۳ تشدید لنگر در طبقات مهار نشده

درطبقات مهار نشده تشدید لنگرها با توجه به موارد مندرج در بندهای ۹-۱۶-۸-۳-۱ تا ۹-۱۶-۸-۳-۴ صورت می‌گیرد.

**۹-۱۶-۸-۳-۱** در قطعات فشاری طبقات مهار نشده، لنگرهای $M_1$ و $M_2$ از روابط (۹-۱۶-۱۴) و (۹-۱۶-۱۵) محاسبه می‌گردند.

$$M_1 = M_{1b} + \delta_S M_{1S} \qquad (۹-۱۶-۱۴)$$

$$M_2 = M_{2b} + \delta_S M_{2S} \qquad (۹-۱۶-۱۵)$$

مقادیر $\delta_S M_{2S}$ و $\delta_S M_{1S}$ را می‌توان با استفاده از یکی از روش‌های بندهای ۹-۱۶-۸-۳-۲ الی ۹-۱۶-۸-۳-۴ محاسبه نمود. طراحی ستون بر مبنای بار محوری نهایی وارده و لنگر خمشی محاسبه شده $M_2$ از رابطه (۹-۱۶-۱۵) انجام می‌گیرد.

**۹-۱۶-۸-۳-۲** لنگرهای تشدید یافته $\delta_S M_{2S}$ و $\delta_S M_{1S}$ لنگرهای انتهایی ستون هستند که با استفاده از تحلیل مرتبه دوم، با منظور نمودن مشخصات مصالح و ویژگی‌های هندسی مقطع مطابق ضوابط بند ۹-۱۶-۸-۱، محاسبه می‌گردند.

**۹-۱۶-۸-۳-۳** روش دیگر محاسبه لنگرهای تشدید یافته $\delta_S M_{2S}$ و $\delta_S M_{1S}$ استفاده از رابطه (۹-۱۶-۱۶) جهت محاسبه $\delta_s$ می‌باشد. استفاده از این روش فقط در حالتی مجاز است که ضریب پایداری طبقه، $Q$، از $\frac{1}{3}$ تجاوز ننماید.

$$\delta_S = \frac{1}{1-Q} \geq 1 \qquad (۹-۱۶-۱۶)$$

**۹-۱۶-۸-۳-۴** روش دیگر محاسبه لنگرهای تشدید یافته $\delta_S M_{2S}$ و $\delta_S M_{1S}$ استفاده از رابطه (۹-۱۶-۱۷) جهت محاسبه $\delta_s$ است.

$$\delta_S = \frac{1}{1-\frac{\sum N_u}{1/15\varphi_c \sum N_c}} \geq 1 \qquad (۹-۱۶-۱۷)$$

در این رابطه $\sum N_u$ مجموع بارهای قائم نهایی طبقه و $\sum N_c$ مجموع بارهای بحرانی ستون‌هایی از طبقه است که در برابر تغییرمکان جانبی مقاومت می‌کنند. مقدار $N_c$ برای هر عضو فشاری با استفاده از روابط (۹-۱۶-۱۱) تا (۹-۱۶-۱۳) محاسبه می‌گردد. ضریب $k$ در رابطه (۹-۱۶-۱۱) با استفاده از بندهای ۹-۱۶-۵-۳ یا ۹-۱۶-۵-۴ به دست می‌آید.

## ۹-۱۶-۹ حداقل برون‌محوری بار

**۹-۱۶-۹-۱** در قطعات فشاری مهار شده چنانچه بار محوری و لنگر خمشی‌حاصل از تحلیل الاستیکی مرتبه اول چنان باشد که برون محوری بار در آنها کمتر از مقدار بدست آمده از رابطه (۹-۱۶-۱۸) باشد:

$$e_{\min} = ۱۵ + ۰/۰۳h \qquad (۹-۱۶-۱۸)$$

باید $e_{\min}$ را به عنوان برون‌محوری بار در محاسبات لنگر خمشی عضو و اثر لاغری منظور کرد. این برون‌محوری باید برای خمش حول هر دو محور اصلی مقطع، بطور جداگانه، به‌کار گرفته شود. در این صورت لنگر خمشی $M_{۲\min}$ از رابطه ( ۹-۱۶-۱۹) به دست می‌آید.

$$\mathrm{M}_{۲\min} = \mathrm{N}_u(۱۵ + ۰/۰۳h) \qquad (۹-۱۶-۱۹)$$

در این حالت می‌توان $C_m$را برابر با یک در نظر گرفته و یا بر اساس لنگر خمشی $M_۱$ و $M_۲$ در دو انتهای عضو محاسبه نمود.

## ۹-۱۶-۱۰ اثر لاغری در قطعات فشاری تحت اثر خمش دومحوره

اثر لاغری در قطعات فشاری تحت اثر خمش دو محوره برای هر یک از دو محور اصلی، با توجه به شرایط تکیه‌گاهی دو انتهای قطعه حول همان محور، به طور جداگانه محاسبه می‌شوند.

### ۹-۱۶-۱۱ تشدید لنگر خمشی در قطعات خمشی متصل به قطعات فشاری

**۹-۱۶-۱۱-۱** در قاب‌های مهار نشده، قطعات خمشی متصل به قطعات فشاری باید برای مجموع لنگرهای خمشی تشدید شده قطعات فشاری در آن اتصال طراحی شوند.

**۹-۱۶-۱۱-۲** در قاب‌های مهار شده برای قطعات خمشی متصل به قطعات فشاری در نظر گرفتن اثری از لنگرهای خمشی تشدید شده قطعات فشاری، لازم نمی‌باشد.

# ۹-۱۷ تغییرشکل و ترک‌خوردگی

## ۹-۱۷-۰ علائم اختصاری

$A$ = مساحت مؤثر کششی بتن تقسیم بر تعداد میلگردها، سطح مؤثرکششی بتن سطحی است محدود به لبه خارجی کششی که مرکز آن بر مرکز سطح آرماتورهای کششی منطبق است. در صورتی‌که قطرهای میلگردها متفاوت باشد، تعداد میلگردها برابر سطح مقطع کل آنها تقسیم بر سطح مقطع بزرگترین آنها در نظر گرفته می‌شود، میلی‌متر مربع

$A_{cs}$ = مجموع سطح نوارهای گونه عضو، میلی‌متر مربع

$d$ = ارتفاع مؤثر مقطع، میلی‌متر

$d_c$ = ضخامت قشر محافظ بتنی‌که برابر با فاصله دورترین تار کششی تا مرکز نزدیکترین میلگرد به آن در نظر گرفته می‌شود، میلی‌متر

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$f_r$ = مدول گسیختگی بتن، مگاپاسکال

$f_s$ = تنش در آرماتور کششی زیر اثر بارهای بهره‌برداری، مگاپاسکال

$f_y$ = مقاومت مشخصه فولاد ( $f_{yk}$ )، مگاپاسکال، که برای سهولت در این فصل حرف $k$ در زیرنویس حذف شده است.

$h$ = ارتفاع کل مقطع، میلی‌متر

$I_{cr}$ = ممان اینرسی مقطع ترک خورده با در نظر گرفتن اثر آرماتورها، میلی‌متر به توان چهار

$I_e$ = ممان اینرسی مؤثر مقطع، میلی‌متر به توان چهار

$I_{eL}$ = ممان اینرسی مؤثر مقطع در تکیه‌گاه سمت چپ

$I_{eR}$ = ممان اینرسی موثر مقطع در تکیه‌گاه سمت راست

$I_{em}$ = ممان اینرسی مؤثر مقطع در وسط دهانه

$I_g$ = ممان اینرسی مقطع ترک نخورده بدون در نظر گرفتن اثر آرماتورها، میلی‌متر به توان چهار

$l$ = طول دهانه موثر، میلی متر

$l_n$ = طول دهانه آزاد در امتداد دهانه بزرگتر دال‌های دوطرفه، که برابر با فاصله بر تا بر تکیه‌گاه‌ها یا تیرهای تکیه‌گاهی می‌باشد، میلی‌متر

$M_a$ = حداکثر لنگر خمشی در حالت بهره‌برداری، نیوتن- میلی‌متر

$M_{cr}$ = لنگر خمشی ترک‌خوردگی، نیوتن- میلی‌متر

$y_t$ = فاصله محور خنثی در مقطع ترک نخورده، بدون در نظر گرفتن اثر آرماتورها از دورترین تار کششی، میلی‌متر

$w$ = عرض ترک، میلی‌متر

$\alpha$ = نسبت سختی خمشی مقطع تیر به سختی خمشی نواری از دال که از طرفین به محورهای مرکزی چشمه‌های مجاور در صورت وجود، محدود شده باشد.

$\alpha_m$ = متوسط مقدار $\alpha$ برای تمام تیرهای روی لبه یک چشمه دال

$\beta$ = نسبت طول دهانه آزاد بزرگتر به طول دهانه آزاد کوچکتر در دال‌های دوطرفه

$\zeta$ = ضریب تابع زمان برای بارهای مرده

$\lambda$ = ضریبی برای محاسبه اضافه افتادگی درازمدت

$\rho_{sk}$ = درصد حجمی آرماتور گونه

$\rho'$ = نسبت سطح مقطع آرماتور فشاری به سطح مؤثر $(\rho' = \frac{A_s'}{A_e})$

## ۹-۱۷-۱ گستره

**۹-۱۷-۱-۱** ضوابط این فصل باید برای اعضای خمشی تحت شرایط حالت‌های حدی بهره‌برداری کنترل شوند. این ضوابط شامل محاسبه تغییرشکل و ترک‌خوردگی و محدودیت‌های مربوط به آنها است.

**۹-۱۷-۱-۲** محاسبه تغییر شکل و ترک‌خوردگی بر مبنای ترکیبات بارگذاری مربوط به حالت حدی بهره‌برداری مطابق ضوابط بند ۹-۱۳-۱۱ و تغییرات خطی و ارتجاعی تنش- کرنش بتن و فولاد انجام می‌شود.

## ۹-۱۷-۲ تغییرشکل

**۹-۱۷-۲-۱** در قطعات تحت خمش، سختی قطعات باید به اندازه‌ای باشد که تغییرشکل ایجاد شده شرایط مطلوب بهره‌برداری را حفظ کند.

**۹-۱۷-۲-۲** در محاسبه سختی قطعات باید اثر ترک‌خوردگی بتن و اثر میلگردها در نظرگرفته شود.

**۹-۱۷-۲-۳** در محاسبه تغییرشکل علاوه بر تغییر شکل‌های کوتاه مدت و آنی باید تغییر شکل مربوط به بارهای دائمی و دراز مدت نیز منظور گردد.

### ۹-۱۷-۲-۴ محاسبه تغییر شکل در تیرها و دال‌های یکطرفه

**۹-۱۷-۲-۴-۱** تغییر شکل آنی اجزای بتن آرمه را می‌توان با استفاده از روش‌های معمول تحلیل سازه‌ها و روابطی که بر اساس رفتار خطی مصالح تنظیم شده‌اند، محاسبه کرد. در این روش‌ها و روابط مقدار $E_c$ باید بر طبق رابطه (۹-۱۳-۱) و ممان اینرسی مؤثر قطعه باید طبق ضوابط بند ۹-۱۷-۲-۴-۲ در نظر گرفته شوند.

**۹-۱۷-۲-۴-۲** ممان اینرسی مؤثر اعضا براساس مشخصات مقطع و میزان ترک‌خوردگی آنها به شرح الف و ب این بند محاسبه می‌شود:

الف) در وسط دهانه اعضای با تکیه‌گاه‌های ساده و در تکیه‌گاه اعضای طره‌ای از رابطه (۹-۱۷-۱) محاسبه می‌شود:

$$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr})(\frac{M_{cr}}{M_a})^3 \qquad (۹-۱۷-۱)$$

در این رابطه مقدار $M_{cr}$ از رابطه (۹-۱۷-۲) محاسبه می‌شود:

$$M_{cr} = \frac{f_r . I_g}{y_t} \qquad (۹-۱۷-۲)$$

مقدار $f_r$ نیز با استفاده از رابطه (۹-۱۷-۳) محاسبه می‌شود:

$$f_r = ۰/۶\lambda\sqrt{f_c} \qquad (۹-۱۷-۳)$$

مقدار $I_e$ در هیچ حالت نباید بیشتر از $I_g$ در نظر گرفته شود.

ب) در قطعات یکسره، ممان اینرسی مؤثر برابر با مقدار متوسط ممان اینرسی مؤثر قطعه که براساس مشخصات مقاطع بحرانی در وسط دهانه و بر روی تکیه‌گاه‌ها و با استفاده از رابطه (۹-۱۷-۴) محاسبه شده باشد، در نظر گرفته می‌شود. در اعضای یکسره میله‌ای ممان اینرسی مؤثر را می‌توان برابر با مقدار این ممان اینرسی در مقطع بحرانی، در وسط دهانه منظور کرد.

$$I_e = \frac{۱}{۴}(I_{eL} + ۲I_{em} + I_{eR}) \qquad (۹-۱۷-۴)$$

**۹-۱۷-۲-۴-۳** تغییر شکل اضافی ایجاد شده در اعضا در طول زمان را که معمولاً «اضافه افتادگی درازمدت» نامیده می‌شود، در صورت عدم استفاده از روش‌های تحلیلی دقیق‌تر، می‌توان از حاصلضرب تغییر شکل آنی ناشی از بار دائمی در ضریب $\lambda$ که از رابطه (۹-۱۷-۵) مشخص شده است، به دست آورد:

$$\lambda = \frac{\xi}{۱+۵۰\rho'} \qquad (۵-۱۷-۹)$$

در این رابطه $\rho'$ مربوط به مقطع وسط دهانه در اعضای با تکیه‌گاه‌های ساده یا پیوسته و مقطع تکیه‌گاه، در اعضای طره‌ای است. مقدار ضریب وابسته به زمان، $\xi$، برابر با مقادیر زیر در نظر گرفته می‌شود:

**جدول ۹-۱۷-۰ مقدار ضریب $\xi$ وابسته به زمان**

| | |
|---|---|
| زمان ۵ سال‌یا بیشتر | ۲/۰ |
| زمان ۱۲ ماه | ۱/۴ |
| زمان ۶ ماه | ۱/۲ |
| زمان ۳ ماه | ۱/۰ |

### ۹-۱۷-۲-۵ محدودیت تغییرشکل در تیرها و دال‌ها

**۹-۱۷-۲-۵-۱** تغییرشکل ایجاد شده در تیرها و دال‌ها نباید از مقادیر مشخص شده جدول ۹-۱۷-۱ تجاوز کند.

**۹-۱۷-۲-۵-۲** در ساختمان‌های متعارف مسکونی، اداری و تجاری رعایت محدودیت‌های شماره‌های ۲ و ۴ از جدول شماره ۹-۱۷-۱ کافی تلقی می‌شود.

**۹-۱۷-۲-۵-۳** در ساختمان‌های متعارف و تحت بارگذاری‌های معمول در تیرها و دال‌های یکطرفه‌ای که ارتفاع یا ضخامت آنها از مقادیر مندرج در جدول‌شماره ۹-۱۷-۲ بیشتر است، محاسبه تغییرشکل الزامی نیست. مشروط بر آنکه این تیرها و دال‌ها بر قطعاتی غیرسازه‌ای مانند دیوارهای تقسیم که تغییر شکل زیاد در آنها خساراتی ایجاد کند، متصل نباشند و یا آنها را نگهداری نکنند.

**۹-۱۷-۲-۵-۴** در مورد تیرهایی‌که محدودیت‌های نسبت دهانه به ارتفاع جدول شماره ۹-۱۷-۲ را جوابگو نیستند، و یا ستون‌های با بیش از سه درصد فولاد (در محلی غیر از محل وصله‌ها) مقدار

تنش فشاری بتن تحت بارهای بلند مدت بدون ضریب به $۰/۴۵ f_c$ و تحت بارهای بهره‌برداری به $۰/۶ f_c$محدود می‌شود.

### ۹-۱۷-۲-۶ محاسبه تغییرشکل در دال‌های دوطرفه

**۹-۱۷-۲-۶-۱** در دال‌های دوطرفه تغییر شکل آنی را می‌توان با استفاده از روش‌های معمول تحلیل صفحات و روابطی که بر اساس رفتار خطی آنها تنظیم شده‌اند، محاسبه کرد. در این روش‌ها و روابط، مقدار $E_c$ باید طبق رابطه (۹-۱۳-۱) و ممان اینرسی مؤثر دال‌ها طبق رابطه (۹-۱۷-۱) در نظر گرفته شوند. مقادیر دیگری در محاسبه تغییر شکل آنی نیز می‌توان به کار برد مشروط بر آنکه نتایج حاصل با انجام آزمایش‌های کافی تأیید شده باشند.

**۹-۱۷-۲-۶-۲** در دال‌های دوطرفه اضافه تغییر شکل دراز مدت را باید براساس ضوابط بند ۹-۱۷-۲-۴-۳ محاسبه نمود.

**۹-۱۷-۲-۶-۳** در سیستم دال‌های دوطرفه که بر اساس ضوابط فصل هجدهم طراحی‌شده‌اند در صورتی که ضخامت دال بیشتر از مقادیر مشخص شده در بندهای ۹-۱۷-۲-۶-۴ و ۹-۱۷-۲-۶-۵ باشد، کنترل تغییرشکل تحت بارهای متعارف الزامی نیست.

**۹-۱۷-۲-۶-۴** حداقل ضخامت دال‌های تخت که در آنها تیرهای میانی بین تکیه‌گاه‌ها وجود ندارد، جهت عدم کنترل تغییرشکل، براساس مقادیر مندرج در جدول شماره ۹-۱۷-۳ در نظر گرفته شود. این ضخامت در هر حال نباید کمتر از مقادیر بندهای الف و ب اختیار شود:

الف) دردال‌های بدون کتیبه مطابق تعریف بندهای ۹-۱۸-۳-۴-۲ و ۹-۱۸-۳-۴-۳ ، مقدار ۱۲۵ میلی‌متر.

ب) در دال‌های با کتیبه یا سرستون مطابق تعریف بندهای ۹-۱۸-۳-۴-۲ و ۹-۱۸-۳-۴-۳ ، مقدار ۱۰۰ میلی‌متر.

**جدول ۹-۱۷-۱ محدودیت تغییر شکل در تیرها و دال‌ها**

| انواع قطعه | تغییرشکل مورد نظر | محدودیت تغییرشکل | ملاحظات |
|---|---|---|---|
| ۱- بام‌های تخت که به قطعاتی غیرسازه‌ای متصل نیستند یا آنها را نگهداری نمی‌کنند لذا تغییرشکل زیاد آسیبی در این قطعات ایجاد نمی‌کند. | تغییر شکل آنی ناشی از بارهای زنده | $\frac{l_e}{۱۸۰}$ | - |
| ۲- مانند بالا در مورد کف‌ها | | $\frac{l_e}{۳۶۰}$ | - |
| ۳- بام‌ها یا کف‌هایی‌که به قطعات غیرسازه‌ای متصل هستند یا آنها را نگهداری می‌کنند و تغییرشکل زیاد ممکن است آسیبی در این قطعات ایجاد کند. | آن قسمت از تغییر شکل که بعد از اتصال قطعات غیر سازه‌ای ایجاد می‌شود. منظور مجموع اضافه افتادگی دراز مدت ناشی از بارهای دائمی و تغییرشکل آنی ناشی از بارهای زنده است. | $\frac{l_e}{۴۸۰}$ | تبصره ۱ |
| ۴- بام‌ها یا کف‌هایی که به قطعات غیرسازه‌ای متصل هستند یا آنها را نگهداری می‌کنند ولی تغییر شکل زیاد آسیبی در این قطعات ایجاد نمی‌کند. | | $\frac{l_e}{۲۴۰}$ | تبصره ۲ و تبصره ۳ |

**تبصره۱**- در صورتی که بتوان با اتخاذ تدابیری ویژه از ایجاد آسیب به قطعات غیرسازه‌ای جلوگیری کرد، حد مربوط به محدودیت را می‌توان افزایش داد.

**تبصره۲**- تغییرشکل نباید از حد رواداری قطعات غیر سازه‌ای تجاوز کند. در صورتی‌که در قطعه خیز ایجاد شده باشد، حد محدودیت مشخص شده در مورد تفاضل تغییر شکل و خیز اعمال می‌گردد.

**تبصره۳**- اضافه تغییر شکل دراز مدت براساس ضابطه ۹-۱۷-۲-۴-۳ محاسبه می‌شود ولی می‌توان اضافه تغییر شکل درازمدت را که قبل از اتصال قطعات غیرسازه‌ای در عضو ایجاد شده محاسبه نمود و از کل مقدار اضافه تغییرشکل درازمدت کاست. در محاسبات تغییرشکل مورد نظر مقدار باقیمانده دخالت داده می‌شود.

**جدول۹-۱۷-۲ حداقل ارتفاع یا ضخامت تیر یا دال یکطرفه**

| عضو | با تکیه‌گاه‌های ساده | با تکیه‌گاه‌های پیوسته از یک طرف | با تکیه‌گاه‌های پیوسته از دو طرف | کنسول |
|---|---|---|---|---|
| تیرها یا دال‌های یکطرفه پشت بنددار | $\frac{l_e}{۱۶}$ | $\frac{l_e}{۱۸/۵}$ | $\frac{l_e}{۲۱}$ | $\frac{l_e}{۸}$ |
| دال‌های یکطرفه توپر یا سقف‌های تیرچه و بلوک | $\frac{l_e}{۲۰}$ | $\frac{l_e}{۲۴}$ | $\frac{l_e}{۲۸}$ | $\frac{l_e}{۱۰}$ |

**تبصره**- جدول فوق برای فولاد طولی نوع S۴۰۰ تنظیم شده است. برای سایر انواع فولادها مقادیر جدول باید در ضریب $(۰/۴+\frac{f_y}{۷۰۰})$ ضرب شوند.

**جدول۹-۱۷-۳ حداقل ضخامت دال‌های دوطرفه بدون تیر میانی**

| | بدون کتیبه | | | با کتیبه | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع فولاد | چشمه‌های بیرونی | | چشمه های درونی | چشمه‌های بیرونی | | چشمه‌های درونی |
| | بدون تیر لبه | با تیر لبه | | بدون تیر لبه | با تیر لبه | |
| S۳۴۰ | $\frac{l_n}{۳۳}$ | $\frac{l_n}{۳۶}$ | $\frac{l_n}{۳۶}$ | $\frac{l_n}{۳۶}$ | $\frac{l_n}{۴۰}$ | $\frac{l_n}{۴۰}$ |
| S۴۰۰ | $\frac{l_n}{۳۰}$ | $\frac{l_n}{۳۳}$ | $\frac{l_n}{۳۳}$ | $\frac{l_n}{۳۳}$ | $\frac{l_n}{۳۶}$ | $\frac{l_n}{۳۶}$ |

**تبصره۱**- کتیبه‌ها یا سرستون‌های عنوان شده در این جدول باید مطابق تعریف بند ۹-۱۸-۳-۴ باشند.

**تبصره۲**- تیرهای لبه باید دارای نسبت سختی، $\alpha$ برابر با حداقل ۰/۸ باشند.

**۹-۱۷-۲-۶-۵** حداقل‌ضخامت دال‌هایی‌که در تمام اضلاع روی تیرها تکیه دارند و نسبت طول دهانه بزرگتر به طول دهانه کوچکتر در آنها کمتر از ۲ است، جهت عدم کنترل تغییر شکل، باید به شرح (الف) و (ب) تعیین شود:

الف) در دال‌هایی که نسبت $\alpha_m$ در آنها مساوی یا کوچکتر از ۰/۲ است ، طبق ضابطه بند ۹-۱۷-۲-۶-۴ تعیین می‌شود.

ب) در دال‌هایی‌که نسبت $\alpha_m$ در آنها بزرگتر از ۰/۲ و کوچکتر از ۲ است، طبق رابطه (۹-۱۷-۶-۱) به دست می‌آید:

$$h=\frac{l_n(۸۰۰+۰/۶f_y)}{۳۶۰۰۰+۵۰۰۰\beta(\alpha_m-۰/۲)} \qquad (۹-۱۷-۶-۱)$$

ضخامت دال در این حالت نباید کمتر از ۱۲۵ میلی‌متر در نظر گرفته شود:

پ) در دال‌هایی که نسبت $\alpha_m$ در آنها مساوی یا بزرگتر از ۲ است طبق رابطه (۹-۱۷-۶-۲):

$$h=\frac{l_n(۸۰۰+۰/۶f_y)}{۳۶۰۰۰+۹۰۰۰\beta} \qquad (۹-۱۷-۶-۲)$$

ضخامت دال در این حالت نباید کمتر از ۹۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

## ۹-۱۷-۳ ترک‌خوردگی‌ها

### ۹-۱۷-۳-۱ کلیات

**۹-۱۷-۳-۱-۱** در قطعات تحت اثر خمش مقدار آرماتور کششی و نحوه پخش آن در مقطع باید چنان باشد که ترک‌های ایجاد شده در اثر کشش ناشی از خمش در آنها، اثر نامطلوب بر عملکرد و قابلیت بهره‌برداری نداشته باشد.

**۹-۱۷-۳-۱-۲** در تیرها و دال‌های یکطرفه مقدار تقریبی عرض ترک را می‌توان طبق بند ۹-۱۷-۳-۲ محاسبه نمود. در این قطعات رعایت محدودیت‌های مندرج در بند ۹-۱۷-۳-۳ الزامی است.

**۹-۱۷-۳-۱-۳** در دال‌های دوطرفه یا دال‌های تخت و قارچی محاسبه عرض ترک الزامی نیست و تنها رعایت ضوابط مربوط به آرماتور حرارت و جمع‌شدگی و فواصل ارائه شده در بند ۹-۱۸-۴-۱-۳ کافی است.

**۹-۱۷-۳-۱-۴** در مواردی که بال‌های تیر با مقطع $T$ شکل در کشش‌اند، قسمتی از آرماتور کششی باید در بال‌ها توزیع شود. این میلگردها باید در ناحیه‌ای به طول عرض مؤثر تیر $T$ یا یک

دهم طول دهانه تیر، هر کدام کوچکترند، قرار داده شوند. در مواردی‌که عرض مؤثر تیر $T$ از یک دهم طول دهانه تیر بزرگتر است، باید آرماتور کششی اضافی در نواحی‌خارج از ناحیه توزیع شده میلگردها در بال قرار داده شوند.

**۹-۱۷-۳-۱-۵** برای اعضاء بتن مسلح به عمق $d$ بزرگتر از ۷۵۰ میلی‌متر آرماتور طولی گونه باید به طور یکنواخت در ارتفاع عضو با فاصله $۰/۵h-۲(h-d)$ از میلگرد اصلی توزیع شود. مساحت کلی این میلگردها باید برابر $\rho_{sk}A_{cs}$ که در آن $A_{cs}$ مجموع مساحت نوارهای گونه عضو می‌باشد که هر نوار دارای ارتفاع $۰/۵h-۲(h-d)$ و عرضی معادل دو برابر فاصله مرکز میلگرد گونه تا رویه بتن در جدار است (که نباید بیشتر از نصف عرض جان باشد) و در آن $\rho_{sk}$ برای فضاهای داخلی برابر با ۰/۰۱ و برای فضاهای خارجی ۰/۰۰۸ می‌باشد. بیشترین فاصله بین آرماتورهای گونه ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. این آرماتورهای گونه در صورتیکه تحلیل سازگاری کرنشی برای تعیین تنش در هر آرماتور انجام گرفته باشد می‌تواند در محاسبات خمشی منظور گردد.

### ۹-۱۷-۳-۲ محاسبه عرض ترک

**۹-۱۷-۳-۲-۱** در تیرها و دال‌های یک طرفه مقدار عرض را، در صورت عدم انجام محاسبات دقیق‌تر، می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$w=۱۱\times۱۰^{-۶}\,f_s\sqrt[۳]{d_c.A} \qquad (۹-۱۷-۷)$$

در شرایط محیطی متوسط (A)، و شدید (B و C) مقدار تنش $f_s$ به $\frac{۲}{۳}f_y$ و درشرایط محیطی خیلی شدید (D) و فوق‌العاده شدید (E) مقدار این‌تنش به $\frac{۱}{۲}f_y$ محدود می‌شود.

### ۹-۱۷-۳-۳ محدودیت عرض ترک

مقدار عرض ترک در تیرها و دال‌های یک طرفه متناسب با شرایط محیطی ذکرشده در بند ۹-۶-۴ و شرایط لازم برای آب‌بندی ساختمان به مقادیر زیر محدود می‌شود:

- شرایط محیطی متوسط (A) و شدید (B) ۰/۳۵ میلی‌متر

- شرایط محیطی شدید (C) ۰/۲ میلی‌متر
- شرایط محیطی خیلی شدید (D) و فوق‌العاده شدید (E) و یا آب‌بندی ساختمان ۰/۱ میلی‌متر

# ۹-۱۸ طراحی دال

## ۹- ۱۸-۰ علائم اختصاری

$b_۱$ = بعد مربوط به محیط بحرانی برش سوراخ‌شدگی که به فاصله $\frac{d}{۲}$ از لبه تکیه‌گاه قرار دارند و در امتداد محور طولی نوار پوششی می‌باشد، میلی‌متر

$b_۲$ = بعد مربوط به محیط بحرانی برش سوراخ‌شدگی که به فاصله $\frac{d}{۲}$ از لبه تکیه‌گاه قرار دارند و در امتداد محور عرضی نوار پوششی می‌باشد، میلی‌متر

$c_۱$ = بعد ستون مستطیلی یا ستون مربع معادل، سرستون یا کتیبه سرستون در امتداد دهانه‌ای که لنگرها برای آن محاسبه می‌شوند، میلی‌متر

$c_۲$ = بعد ستون مستطیلی یا ستون مربع معادل، سرستون یا کتیبه سرستون در امتداد عمود بر دهانه‌ای که لنگرها برای آن محاسبه می‌شوند، میلی‌متر

$l_۱$ = طول دهانه، مرکز تا مرکز تکیه‌گاه‌ها، در امتدادی که لنگرها برای آن محاسبه می‌شوند، میلی‌متر

$l_۲$ = طول دهانه، مرکز تا مرکز تکیه‌گاه‌ها، در امتداد عمود بر امتداد $l_۱$، میلی‌متر

$l_d$ = طول گیرایی، میلی‌متر

$l_n$ = طول آزاد دهانه، فاصله بر تا بر تکیه‌گاه‌ها، میلی‌متر

$M_u$ = لنگر خمشی نهایی، نیوتن- میلی‌متر

$M_{uf}$ = کسری از لنگر متعادل نشده که به وسیله خمش منتقل می‌شود، نیوتن- میلی‌متر

$M_{uv}$ = کسری از لنگر متعادل نشده که به وسیله برش منتقل می‌شود، نیوتن- میلی‌متر

$\alpha$ = نسبت سختی خمشی مقطع تیر به سختی خمش نواری از دال که از طرفین به محورهای مرکزی چشمه‌های مجاور در صورت وجود، محدود شده باشد.

## ۹-۱۸-۱ گستره

**۹-۱۸-۱-۱** ضوابط این فصل مربوط به طراحی سیستم‌هایی از دال‌ها است که مشخصات هندسی آنها در بند (۹-۱۳-۵) تعریف شده است. سیستم دال می‌تواند دارای تیرهای زیر سری باشد و یا مستقیماً روی ستون یا دیوار تکیه کنند.

**۹-۱۸-۱-۲** سیستم‌هایی که در آنها دال مستقیماً روی ستون‌هایی بدون سرستون (دال تخت)، یا با سرستون (دال قارچی)، تکیه دارند به شرطی مشمول ضوابط این فصل می‌شوند که آن قسمت از سرستون که خارج از بزرگترین مخروط یا هرم ناقص محاط در داخل ستون و سرستون با زاویه تمایل یال‌ها یا وجوه کمتر از ۴۵ درجه نسبت به محور ستون، قرار می‌گیرد از نظر سازه‌ای نادیده انگاشته می‌شود. در این حالت ابعاد $c_1$ و $c_2$، ابعاد سطح تقاطع همین مخروط یا هرم با دال، یا کتیبه سرستون، در صورت وجود، محسوب می‌شود و دهانه آزاد دال، $l_n$، با توجه به همین ابعاد تعیین می‌شود.

**۹-۱۸-۱-۳** سیستم‌های دال‌های مشبک با یا بدون قطعات پرکننده بین تیرچه‌ها، با شرط آنکه تیرچه‌ها در دو امتداد وجود داشته باشند، مشمول ضوابط این فصل می‌شوند.

## ۹-۱۸-۲ تعاریف

### ۹-۱۸-۲-۱ سیستم دال

به مجموعه‌ای از قطعات صفحه‌ای با یا بدون تیر گفته می‌شود که تحت اثر بارهای عمود بر صفحه خود قرار می‌گیرند. سیستم‌های معمول دال‌ها عبارتند از تیر- دال، دال تخت، دال قارچی و دال مشبک.

### ۹-۱۸-۲-۲ نوار پوششی

به قسمتی از سیستم دال گفته می‌شود که در دو سمت محور ستون‌های واقع در یک ردیف در پلان قرار می‌گیرد و به محورهای طولی گذرنده از وسط چشمه‌های مجاور محدود شود.

### ۹-۱۸-۲-۳ نوار ستونی

به قسمتی از نوار پوششی گفته می‌شود که در دو سمت محور ستون‌ها واقع شود و عرض آن در هر سمت محور برابر با $۰/۲۵l_۱$ و یا $۰/۲۵l_۲$ هرکدام کوچکتر است، باشد. این نوار شامل تیر بین ستون‌ها در صورت وجود، نیز می‌شود.

### ۹-۱۸-۲-۴ نوار میانی

نواری از سیستم دال است که در حد فاصل دو نوار ستونی قرار می‌گیرد.

### ۹-۱۸-۲-۵ نوار کناری

در سیستم (تیر، دال) نواری از دال است که در هر سمت تیر در نوار ستونی قرار می‌گیرد.

### ۹-۱۸-۲-۶ تیر در سیستم (تیر، دال)

تیر در دال‌ها شامل جان تیر و قسمتی از دال است که در هر سمت تیر دارای عرضی برابر با تصویر مایل ۴۵ درجه آن قسمت از جان تیر باشد که در زیر یا در روی دال، هر کدام ارتفاع بیشتری دارد، قرار می‌گیرد مشروط بر آنکه این عرض در هر سمت جان بزرگتر از چهار برابر ضخامت دال نباشد.

### ۹-۱۸-۲-۷ چشمه دال

قسمتی از سیستم دال است که به محورهای ستون‌ها، تیرها، یا دیوارهای تکیه‌گاهی محدود می‌شود.

### ۹-۱۸-۳ ضوابط کلی طراحی دال‌ها

#### ۹-۱۸-۳-۱ ضخامت دال

در تعیین ضخامت دال‌های مشمول این فصل باید ضوابط مربوط به حالات حدی بهره‌برداری مطابق فصل هفدهم رعایت شوند.

#### ۹-۱۸-۳-۲ طراحی برای‌خمش و برش

**۹-۱۸-۳-۲-۱** دال‌ها و تیرهای زیر سری آنها باید برای لنگرهای خمشی و نیروهای برشی موجود در هر مقطع و بر اساس ضوابط فصل‌های چهاردهم و پانزدهم طراحی شوند. در دال‌ها حداقل آرماتور کششی مطابق بند ۹-۱۸-۴ تعبیه می‌شود.

**۹-۱۸-۳-۲-۲** طراحی برای انتقال بار از دال به ستون و یا دیوار زیرسری به صورت برشی یا پیچشی باید بر اساس ضوابط فصل پانزدهم صورت گیرد.

#### ۹-۱۸-۳-۳ انتقال لنگر خمشی در اتصالات دال به ستون

**۹-۱۸-۳-۳-۱** در مواردی که لنگر خمشی متعادل نشده‌ای، $M_u$، ناشی از بارهای قائم، باد یا زلزله باید بین دال بدون تیر به ستون منتقل شود، قسمتی از آن، $M_{uf}$، با عملکرد خمشی و بقیه آن، $M_{uv}$، با اثر نیروی برشی خارج از مرکزی که در اطراف ستون در دال ایجاد می‌شود، منتقل می‌گردد. مقدار $M_{uf}$ از رابطه (۹-۱۸-۱) محاسبه می‌شود:

$$M_{uf} = \frac{M_u}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \qquad (۹-۱۸-۱)$$

**۹-۱۸-۳-۳-۲** لنگر خمشی $M_{uf}$ توسط عرضی از دال که به دو مقطع به فواصل ۱/۵ برابر ضخامت دال یا ضخامت کتیبه دال از بر خارجی ستون در دو سمت آن محدود است، تحمل می‌شود. آرماتورهای مورد نیاز برای تحمل این لنگر خمشی باید در همین عرض جای داده شوند.

**۹-۱۸-۳-۳-۳** طراحی برای آن قسمت از لنگر خمشی که با اثر نیروی برشی خارج از محوری که در اطراف ستون در دال یا کتیبه دال منتقل می‌شود، $M_{uv}$، باید بر اساس ضوابط بند ۹-۱۵-۱۷-۵ صورت گیرد.

### ۹-۱۸-۳-۴ کتیبه دال‌ها

**۹-۱۸-۳-۴-۱** در مواردی که برای کاهش مقدار آرماتور منفی، روی ستون‌های دال‌های تخت یا قارچی، اقدام به ایجاد کتیبه در روی ستون می‌شود، ضوابط بندهای۹-۱۸-۳-۴-۲ تا ۹-۱۸-۳-۴-۴ باید رعایت شوند.

**۹-۱۸-۳-۴-۲** بعد کتیبه در هر سمت محور ستون نباید کمتر از یک ششم طول دهانه (مرکز تا مرکز تکیه‌گاه‌ها) در امتداد آن دهانه در نظر گرفته شود.

**۹-۱۸-۳-۴-۳** ضخامت کتیبه نباید کمتر از یک چهارم ضخامت دال باشد.

**۹-۱۸-۳-۴-۴** در محاسبه مقدار آرماتورهای منفی در ناحیه کتیبه نباید ضخامت کتیبه را بیشتر از یک چهارم فاصله بعد کتیبه از بر ستون منظور کرد.

### ۹-۱۸-۳-۵ بازشوها در سیستم دال‌ها

**۹- ۱۸-۳-۵-۱** در سیستم‌های دال‌ها می‌توان بازشوهایی با هر اندازه و در هر محل پیش بینی کرد، مشروط بر آنکه با انجام تحلیل ویژه بتوان نشان داد سیستم از مقاومت کافی برخوردار است و ضوابط مربوط به حالات حدی بهره‌برداری به ویژه ضوابط مربوط به تغییر شکل‌ها را ارضا می‌کند.

**۹-۱۸-۳-۵-۲** در صورتی که تحلیل ویژه‌ای انجام نشود، باید ضوابط بندهای ۹-۱۸-۳-۵-۳ تا ۹-۱۸-۳-۵-۵ را در تعیین محل و ابعاد بازشوها رعایت کرد. در تمامی موارد باید در طرفین بازشوها در هر امتداد، آرماتورهای اضافی به اندازه آرماتورهای قطع شده قرار داد.

**۹-۱۸-۳-۵-۳** در نواحی مشترک بین دو نوار میانی متقاطع دال می‌توان هر باز شویی با هر اندازه‌ای پیش‌بینی کرد.

**۹-۱۸-۳-۵-۴** در نواحی مشترک بین دو نوار ستونی متقاطع دال فقط باز شوهایی با ابعاد کمتر از یک هشتم عرض نوار در هر جهت می‌توان پیش‌بینی کرد.

**۹-۱۸-۳-۵-۵** در نواحی مشترک بین یک نوار ستونی و یک نوار میانی متقاطع دال فقط باز شوهایی با ابعاد کمتر از یک چهارم عرض نوار در هر جهت می‌توان پیش‌بینی کرد.

**۹-۱۸-۳-۵-۶** در صورت ایجاد بازشو در سیستم دال، باید ضوابط طراحی برای برش مطابق بند ۹-۱۵-۱۷-۴ رعایت شوند.

**۹-۱۸-۳-۵-۷** در سیستمهای (تیر، دال)، بازشوها نباید از محل تیرها عبور کند، مگر آنکه تحلیل قابل قبولی ارائه شود.

## ۹-۱۸-۴ آرماتورگذاری در دال‌ها

### ۹-۱۸-۴-۱ ضوابط کلی آرماتورگذاری

**۹-۱۸-۴-۱-۱** مقادیر آرماتورهای لازم در مقاطع مختلف دال در هر امتداد بر مبنای لنگرهای خمشی وارد بر آن مقاطع محاسبه می‌شوند. مقادیر آرماتورهای بکار رفته در ناحیه کششی دال‌ها در هر صورت نباید کمتر از مقادیر نظیر حرارت و جمع‌شدگی مطابق بند ۹-۱۸-۴-۱-۲ در نظر گرفته شوند. در دال‌های یک طرفه که آرماتورهای خمشی صرفاً در یک جهت قرار می‌گیرند باید حداقل میلگردهای حرارت و جمع‌شدگی مطابق بند ۹-۱۸-۴-۱-۲ در جهت دیگر قرار داده شوند.

**۹-۱۸-۴-۱-۲** نسبت سطح مقطع میلگردهای حرارت و جمع‌شدگی به کل سطح مقطع بتن برای دال‌هایی به ضخامت کمتر یا مساوی ۱۰۰۰ میلی‌متر نباید از مقدار بدست آمده از عبارت (۹-۱۸-۲) کمتر اختیار شود.

$$\frac{۰/۱۶\sqrt{f_{cd}}}{f_{yd}} \qquad (۹-۱۸-۲)$$

**۹-۱۸-۴-۱-۳** فاصله میلگردهای خمشی در دال‌ها، جز در دال‌های مشبک، نباید از دو برابر ضخامت دال و نه از ۳۵۰ میلی‌متر تجاوز کند. در دال‌های مشبک، حداقل آرماتورگذاری در ناحیه‌ای از دال که روی حفره‌ها قرار دارد بر طبق بند ۹-۱۸-۴-۱-۲ تعیین می‌شوند. در مورد دال‌های در معرض شرایط محیطی شدید فاصله میلگردها به دو برابر ضخامت و ۲۵۰ میلی‌متر و برای شرایط محیطی خیلی شدید و فوق‌العاده شدید به ۱/۵ برابر ضخامت و ۲۰۰ میلی‌متر محدود می‌شود.

**۹-۱۸-۴-۱-۴** میلگردهای خمشی مثبت عمود بر بعد ناپیوسته دال باید تا لبه دال ادامه یابند و بعلاوه، به طولی حداقل معادل ۱۵۰ میلی‌متر به طور مستقیم، با قلاب یا بدون آن، در تیر پیشانی یا دیوار یا ستون داخل شوند.

**۹-۱۸-۴-۱-۵** میلگردهای خمشی منفی عمود بر لبه ناپیوسته دال باید با خم یا قلاب یا وسیله مهاری دیگری در داخل تیر پیشانی یا دیوار ستون به طور کامل مهار شوند. برای این میلگردها باید گیرایی کامل در مقطع بر داخلی تکیه‌گاه، بر اساس ضوابط فصل بیست و یکم، تأمین شود.

**۹-۱۸-۴-۱-۶** در مواردی که دال در لبه ناپیوسته به تیر پیشانی یا دیوار منتهی نشود یا فراتر از تکیه‌گاه کنسول شود، مهار کردن میلگردهای عمود بر این لبه می‌تواند داخل دال صورت گیرد.

### ۹-۱۸-۴-۲ جزئیات ویژه برای آرماتورگذاری دال‌های با تیر

**۹-۱۸-۴-۲-۱** برای سیستم‌های (تیر، دال) که در آنها $\alpha$ بزرگتر از یک باشد، در گوشه‌های خارجی دال‌ها باید آرماتورهای ویژه‌ای به شرح بندهای ۹-۱۸-۴-۲-۲ تا ۹-۱۸-۴-۲-۵ در پایین و بالای دال اضافه کرد.

**۹-۱۸-۴-۲-۲** هر یک از آرماتورهای ویژه در پایین و بالای دال در واحد عرض، باید قادر باشند حداکثر لنگر خمشی مثبت دال را تحمل کنند.

**۹-۱۸-۴-۲-۳** آرماتورهای ویژه باید در بالای دال به زاویه ۴۵ درجه و تقریباً در امتداد قطر گذرنده از گوشه دال و در پایین دال عمود بر این قطر قرار گیرند.

**۹-۱۸-۴-۲-۴** آرماتورهای ویژه باید در هر امتداد تا طولی برابر با حداقل یک پنجم دهانه بزرگتر، قرار داده شوند.

**۹-۱۸-۴-۲-۵** آرماتورهای ویژه را می‌توان در دو سفره در امتدادهای مندرج در بند ۹-۱۸-۴-۲-۳ یا در دو شبکه به موازات دو ضلع دال قرار داد.

### ۹-۱۸-۴-۳ جزئیات ویژه برای آرماتورگذاری دال‌های بدون تیر

**۹-۱۸-۴-۳-۱** در آرماتورگذاری دال‌های تخت و قارچی علاوه بر ضوابط بند ۹-۱۸-۴-۱ ضوابط بند ۹-۱۸-۴-۳-۲ نیز باید رعایت شوند.

**۹-۱۸-۴-۳-۲** در هر نوار ستونی در زیر دال باید حداقل دو میلگرد به طور سراسری از داخل هسته ستون‌ها عبور داده شوند. این میلگردها را می‌توان در محل ستون‌ها به طور کامل مهار یا با میلگردهای دیگری وصله کرد. مشروط بر آنکه طول وصله مطابق بند ۹-۲۱-۴ باشد. چنانچه محل وصله این آرماتورها خارج از هسته ستون‌ها باشد، طول وصله باید حداقل $۲l_d$ باشد.

# ۹-۱۹ طراحی دیوار

## ۹-۱۹-۰ علائم اختصاری

$A_g$ = مساحت کل مقطع، میلی‌متر مربع

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$h$ = ضخامت کل عضو، میلی‌متر

$k$ = ضریب طول مؤثر

$l_c$ = فاصله قائم آزاد بین‌تکیه‌گاه‌ها، میلی‌متر

$N_r$ = بار محوری محاسباتی نهایی دیوار، نیوتن

$\phi_c$ = ضریب جزئی ایمنی بتن

## ۹-۱۹-۱ گستره

ضوابط این فصل باید برای طراحی دیوارهای بتن‌آرمه رعایت شوند.

## ۹-۱۹-۲ تعاریف

### ۹-۱۹-۲-۱ دیوار باربر

دیوار باربر، دیواری است که بطور عمده زیر اثر بارهای قائمی که در امتداد میان صفحه آن، به تنهایی و یا توأم با لنگر خمشی بر آن وارد می‌شود، قرار دارد.

### ۹-۱۹-۲-۲ دیوار برشی

دیوار برشی، دیواری است که بطور عمـده زیر اثـر بـارهای جانبی واقع در میان صفحه خود قرار می‌گیرد و نقش عمده آن مشارکت در تحمل و انتقال این نیروها می‌باشد.

### ۹-۱۹-۲-۳ دیوار حایل

دیوار حایل، دیواری است که بطور عمده زیر اثر بارهای عمود بر میان صفحه خود قرار می‌گیرد.

## ۹-۱۹-۳ ضوابط کلی طراحی

**۹-۱۹-۳-۱** دیوارها باید بـرای تـمامی بارهایی که به آنها وارد می‌شوند، ازجمله بارهای با برون محوری و بارهای جانبی طراحی شوند.

**۹-۱۹-۳-۲** اعضای فشاری که بطور یکپارچه با دیوارها ساخته می‌شـونـد ، بـایـد بـر اساس بند ۹-۱۴-۸-۲ طراحی شوند.

**۹-۱۹-۳-۳** برای تأمین پایداری دیوارها باید آنها را به قطعات متقاطـع مجاور مانند کف‌ها، بام‌ها، ستون‌ها، پشت‌بندهای دیواری، دیـوارهای مـتقاطع یا شالوده‌ها مهارکرد.

**۹-۱۹-۳-۴** انتقال نیرو از پای دیوار به شالوده باید بر اساس ضابطه بند ۹-۲۰-۶ صورت گیرد.

## ۹-۱۹-۴ محدودیت آرماتورها

**۹-۱۹-۴-۱** در دیوارها آرماتـورهای قائـم و افقی‌نباید به ترتیب کمتر از مقادیر مندرج در بندهای ۹-۱۹-۴-۲ و ۹-۱۹-۴-۳ اختیار شوند. در دیوارهایی‌که زیر اثر نیروی بـرشی قرار می‌گیرند، رعایت حداقل آرماتور مطابق بند ۹-۱۵-۱۶-۴ نیز الزامی است.

**۹-۱۹-۴-۲** حداقل نسبت مساحت مقطع آرماتور قائم به مساحت کل مقطع برای میلگردهای مختلف بشرح (الف) و (ب) این بند است:

الف- برای میلگردهای رده ۴۰۰ $S$ و بالاتر، با قطر ۱۶ میلیمتر و یا کمتر ۰/۰۰۱۲

ب- برای سایر میلگردهای آجدار ۰/۰۰۱۵

**۹-۱۹-۴-۳** حداقل نسبت مساحت مقطع آرماتور افقی به مساحت کل مقطع برای آرماتورهای مختلف به شرح (الف) و (ب) این بند است:

الف- برای میلگردهای رده S۴۰۰ و بالاتر، با قطر ۱۶ میلیمتر یا کمتر ۰/۰۰۲۰

ب- برای سایر میلگردهای آجدار ۰/۰۰۲۵

**۹-۱۹-۴-۴** نسبت مساحت آرماتور قائم و آرماتور افقی به مساحت کل مقطع نباید بیشتر از ۰/۰۴ اختیار شود. محدودیت مقدار حداکثر باید درمحل وصله‌های میلگردها نیز رعایت شود.

**۹-۱۹-۴-۵** در دیوارهای با ضخامت بیشتر از ۲۵۰ میلیمتر، به جز دیوارهای زیرزمین و دیوارهای حایل، هر یک از آرماتورهای قائم و افقی باید در دو سفره به موازات سطوح دیوار، مطابق (الف) و (ب) این بند پیش‌بینی شوند.

الف- در دیوارهایی که یک رویه آنها در تماس با خاک یا هوای بیرون قرار دارد، یک شبکه آرماتور شامل‌حداقل‌نصف و حداکثر دوسوم کل آرماتور لازم برای هر امتداد باید در فاصله‌ای بیشتر از ۵۰ میلیمتر وکمتر از یک‌سوم ضخامت دیوار از رویه در تماس با خاک یا محیط خارجی قرار داده شود و یک شبکه آرماتور شامل باقیمانده آرماتور لازم برای هر امتداد باید در فاصله‌ای بیشتر از۲۰ میلیمتر و کمتر از یک‌سوم ضخامت دیوار از رویه دیگر قرار داده شود. پوشش بتنی روی میلگردها باید ضوابط بند ۹-۶-۸ را نیز برآورده کند.

ب- در سایر دیوارها هر شبکه آرماتور شامل نصف آرماتور لازم در هر امتداد باید در فاصله‌ای بیشتر از ۲۰ میلیمتر و کمتر از یک‌سوم ضخامت دیوار از هر رویه قرار داده شود. پوشش بتنی روی میلگردها باید ضوابط بند ۹-۶-۸ را نیز بر آورده کند.

**۹-۱۹-۴-۶** فاصله میلگردهای قائم و میلگردهای افقی مجاور در هر شبکه نباید بیشتر از سه برابر ضخامت دیوار و ۳۵۰ میلیمتر باشد.

**۹-۱۹-۴-۷** در مواردی که مساحت مقطع کل آرماتور قائم از یک درصد مساحت کل مقطع کمتر است و یا در مواردی که بر اساس طراحی ساختمان، آرماتور قائم به عنوان آرماتور فشاری مورد نیاز نیست، محصور کردن میلگردهای قائم با خاموت الزامی نیست. برای مقادیر بیشتر میلگردهای قائم، آرماتوربندی دیوارها باید مشابه ستون‌ها باشد.

**۹-۱۹-۴-۸** دورتا دور بازشوها باید حداقل دو میلگرد با قطر ۱۶ میلیمتر یا معادل آن قرار داده شود. این میلگردها باید از گوشه بازشو به داخل دیوار ادامه یافته و به نحوی مناسب مهار شوند.

## ۹-۱۹-۵ دیوارهای باربر

**۹-۱۹-۵-۱** در دیوارهای بار بر کنترل مقاطع افقی‌در حالت حدی نهایی مقاومت باید مانند مقاطع تحت فشار و خمش انجام گیرد و ضوابط بندهای ۹-۱۴-۲ تا ۹-۱۴-۴ همراه با ضوابط فصل شانزدهم، مربوط به‌آثار لاغری، در مورد آنها رعایت شود.

**۹-۱۹-۵-۲** در دیوارهای با مقطع مستطیل توپر که در آنها برون محوری بار در حالت حدی نهایی مقاومت کمتر از یک ششم ضخامت دیوار است، کنترل مقاطع دیوار را در حالت حدی نهایی مقاومت می‌توان بر اساس رابطه (۹-۱۴-۲) انجام داد و مقاومت محاسباتی مقطع در برابر بار محوری، $N_r$، را با رابطه تجربی (۹-۱۹-۱) محاسبه کرد:

$$N_r = ۰/۵۵\phi_c f_c A_g \left[ ۱ - \left( \frac{k l_c}{۳۲h} \right)^۲ \right] \qquad (۹-۱۹-۱)$$

در این رابطه مقدار $k$ از قسمت‌های (الف) تا (پ) این بند بدست می‌آید.

الف- در دیوارهای مهار شده در مقابل حرکت جانبی در بالا و پایین که در آنها از چرخش در یک یا در هر دو انتها (بالا و پایین دیوار) جلوگیری به عمل آمده باشد: $k = ۰/۸$

ب- در دیوارهای مهار شده در مقابل حرکت جانبی در بالا و پایین که در آنها از چرخش در دو انتها (بالا و پایین دیوار) جلوگیری به عمل نیامده باشد: $k = ۱$

پ- در دیوارهای مهار نشده در مقابل حرکت جانبی: $k = ۲$

در حالت کلی هنگامی‌که از رابطه (۹-۱۹-۱) استفاده نشود، روش طراحی دیوارهای باربر مانند ستون‌ها می‌باشد.

**۹-۱۹-۵-۳** ضخامت دیوارهایی‌که بر اساس ضابطه بند ۹-۱۹-۵-۲ طراحی می‌شوند، نباید کمتر از مقادیر (الف) و (ب) این بند باشد:

الف- $\frac{۱}{۲۵}$ طول آزاد یا ارتفاع آزاد دیوار، هرکدام کوچکتر باشد، و ۱۰۰ میلی‌متر

ب- در دیوارهای بیرونی زیرزمین‌ها و سایر دیوارهایی که بطور مستقیم در تماس با خاک قرار دارند: ۲۰۰ میلی‌متر

**۹-۱۹-۵-۴** طول افقی دیوار که به عنوان ناحیه مؤثر برای هر یک از بارهای متمرکز قائم در نظر گرفته می‌شود، نباید از پهنای سطح اثر بار به اضافه دو برابر ضخامت دیوار در هر طرف سطح اثر و یا از فاصله مرکز بارهای متمرکز تجاوز کند. در صورت انجام تحلیل دقیق‌تر، این طول را می‌توان تغییر داد.

## ۹-۱۹-۶ دیوارهای برشی

**۹-۱۹-۶-۱** طراحی دیوارهای برشی برای مقاومت در برابر برش باید بر اساس ضوابط بند۹-۱۵-۱۶ انجام گیرد.

**۹-۱۹-۶-۲** طراحی دیوارهای برشی برای مقاومت در برابر لنگر خمشی و نیروی محوری باید براساس ضوابط فصل چهاردهم انجام‌گیرد.

### ۹-۱۹-۷ دیوارهای حائل

**۹-۱۹-۷-۱** دیوارهای حائل باید با توجه به شرایط بارگذاری، بر طبق ضوابط فصل چهاردهم، پانزدهم و هجدهم و ملاحظات مندرج در مبحث هفتم طراحی شوند.

# ۹-۲۰ طراحی شالوده

## ۹-۲۰-۰ علائم اختصاری

$A_b$ = سطح مقطع یک میلگرد آرماتور جلدی برای بتن حجیم، میلی‌متر مربع

$A_{s\,min}$ = حداقل آرماتور در ناحیه کششی یا آرماتور ناشی از حرارت و جمع‌شدگی در شالوده، میلی‌متر مربع

$d$ = ارتفاع موثر مقطع، میلی‌متر

$d_c$ = فاصله مرکز میلگرد آرماتور جلدی تا نزدیکترین سطح جدار در شالوده حجیم، میلی‌متر

$d_p$ = قطر شمع در محل اتصال به سر شمع بتنی، میلی‌متر

$\beta$ = نسبت طول به عرض شالوده

$h$ = ارتفاع شالوده، میلی‌متر

$S$ = فاصله مرکز به مرکز میلگردها در بتن حجیم، میلی‌متر

$\alpha$ = ضریب تعدیل آرماتور حرارت و جمع‌شدگی

## ۹-۲۰-۱ گستره

**۹-۲۰-۱-۱** ضوابط این فصل ضمن رعایت ضوابط مربوط به مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان، باید برای طراحی شالوده‌های متکی بر زمین یا بر روی شمع و نیز برای شمع‌های بتنی رعایت شوند.

**۹-۲۰-۱-۲** طراحی سازه شالوده‌ها و شمع‌ها برای خمش و بارهای محـوری و برش مشمول ضوابط فصول چهاردهم و پانزدهم و پیوستگی بتن و آرماتور در فصل بیست و یکم با در نظر گرفتن آثار کمانش می‌شود. ضوابط این فصل مربوط به الزامات اضافی یا جایگزینی است که باید در مورد شالوده‌ها و شمع‌ها رعایت شوند.

## ۹-۲۰-۲ تعاریف

در این مبحث شالوده به قسمتی از سازه ساختمان اطلاق می‌شود که روی سطـح فوقانی آن ستون یا دیوار قرار گرفته و سطح تحتانی آن مستقیماً روی زمین یا روی شمع تکیه دارد و بار ساختمان را به زمین منتقل می‌کند.

### ۹-۲۰-۲-۱ انواع شالوده‌ها

**۹-۲۰-۲-۱-۱** شالوده منفرد به شالوده‌ای اطلاق می‌شود که بار یک یا دو ستون نزدیک به هم در محل درز انبساط را به زمین منتقل می‌نمـاید. شالوده مـنفـرد می‌تواند به شکل مربع مستطیل، چند ضلعی منظم، دایره و یا هر شکل غیر منظم دیگری باشد و مقطع آن نیز می‌تواند به شکل مربع مستطیل، ذوزنقه و یا پلکانی باشد. شالوده‌های منفردی که نزدیک به هم باشند، می‌توانند به یکدیگر پیوسته و به صورت شالوده مرکب کار کنند.

**۹-۲۰-۲-۱-۲** شالوده نواری به شالوده یکسره‌ای اطلاق می‌شود که بار دیوار و یا چند ستون را، که در یک ردیف قرار دارند به زمین منتقل می‌نماید. مقطع شالوده می‌تواند به شکل مربع مستطیل، ذوزنقه و یا پاشنه دار ($T$ وارونه) باشد. در حالتی که شالوده نـواری صرفاً بار دیوار را به زمین منتقل کند شالوده دیواری نامیده می‌شود.

**۹-۲۰-۲-۱-۳** شالوده گسترده به شالوده‌هایی اطلاق می‌شود که بار چند ستون یا دیوار را که در ردیف‌ها و امتدادهای مختلف قرار دارند به زمین منتقل می‌نماید. شالوده گـستـرده ممـکن است به شکل دال، مجموعه تیر ـ دال و یا صندوقه‌ای ساخته شود. در برخی شرایط نیز ممکن است شالوده ساختمان متشکل از شبکه‌ای از نوارهای متقاطع باشد. عملکرد شالوده‌های گسترده یا با شبکه نوارها می‌تواند بصورت صلب یا انعطاف پذیر بوده و در حالت صفحه صلب، تحلیل شالوده با فرض

جابجائی یا چرخش در یک یا دو جهت و فشار خطی خاک انجام می‌شود. در حالت شالوده انعطاف پذیر لازم است اثر خاک با توجه به ملاحظات مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان روی صفحه شالوده قرار گرفته و سیستم شالوده به صورت یک صفحه پیوسته یا ناپیوسته تحلیل و طراحی شود. در هر نوار از شبکه مقدار فولاد طولی با توجه به ملاحظات خمشی طولی تعیین می‌شود. در طول نوار مقدار فولاد عرضی با توجه به شرایط خمش عرضی مقطع محاسبه و تعبیه می‌شود. در محل تقاطع دو نوار فولاد تعبیه شده مربوط به محاسبات خمش طولی نوارهای متقاطع خواهد بود.

**۹-۲۰-۲-۱-۴** شالوده باسکولی به مجموعه‌ای از دو شالوده منفرد اطلاق می‌شود که منتجه بارهای وارد بر یکی دارای برون محوری زیاد نسبت به مرکز شالوده بوده و شالوده‌ها با تیری صلب به یکدیگر مرتبط شده‌اند. این تیر صلب، که بخشی از بار یکی از شالوده‌ها را به دیگری منتقل می‌نماید، نباید متکی بر خاک باشد. چنانچه این تیر رابط تحت اثر فشار خاک زیرین قرار گیرد باید طبق ضوابط مربوط به شالوده نواری طراحی گردد.

### ۹-۲۰-۲-۲ انواع شمع‌ها

شمع‌ها از اجزای شالوده عمیق می‌باشند که بارهای ساختمان را به زمین منتقل می‌نماید. شمع‌ها ممکن است منفرد یا به صورت گروه شمع باشند.

**۹-۲۰-۲-۲-۱** شمع منفرد به شمعی اطلاق می‌شود که مستقیماً بار یک ستون را دریافت نموده و به زمین منتقل نماید.

**۹-۲۰-۲-۲-۲** گروه شمع‌ها به تعدادی شمع اطلاق می‌شود که بار خود را از یک یا چند ستون از طریق صفحه سر شمعی دریافت نمایند.

## ۹-۲۰-۳ ضوابط کلی طراحی

**۹-۲۰-۳-۱** مساحت کف شالوده یا تعداد و ترتیب قرار گرفتن شمع‌ها باید براساس نیروهای نظیر بحرانی ترین ترکیب عامل‌های بدون ضریب که از شالوده به خاک یا شمع‌ها منتقل می‌شوند و با توجه به تنش مجاز خاک یا شمع‌ها که بر اساس مطالعات مکانیک خاک بدست می‌آیند، تعیین شوند.

**۹-۲۰-۳-۲** ترکیبات بارگذاری عامل‌ها که در بند ۹-۲۰-۳-۱ مورد نظر می‌باشند تمامی ترکیبات عنوان شده در جدول ۹-۱۳-۲ هستند که در آنها ضرایب جزئی ایمنی بارها باید برابر با یک منظور شوند.

**۹-۲۰-۳-۳** در مواردی که باد یا زلزله یکی از عامل‌های ترکیب بار باشند تنش مجاز خاک یا بار مجاز شمع را می‌توان بر اساس ملاحظات مباحث ششم و هفتم در نظر گرفت.

**۹-۲۰-۳-۴** طراحی شالوده‌های سطحی و سرشمعی برای خمش، خمش و بارهای محوری، برش و طول مهاری میلگرد ریشه، همگی باید در حالت حدی نهایی و براساس ضوابط فصول چهاردهم، پانزدهم، شانزدهم و بیست و یکم صورت گیرد.

**۹-۲۰-۳-۵** طراحی شالوده‌های عمیق برای بارهای محوری، خمش و بارهای محوری ، برش و طول مهاری میلگرد ریشه، همگی باید در حالت حدی نهایی و بر اساس ضوابط فصول چهاردهم، پانزدهم، شانزدهم و بیست و یکم صورت گیرد.

**۹-۲۰-۳-۶** در شمع‌هایی که تمام طول آنها در لایه‌های خاک متراکم قرار دارد، بررسی کمانش ضروری نیست. اما در شمع‌هایی که تمام یا بخشی‌از طول آنها در خاک سست قرار گرفته و یا خارج از خاک باشد، بررسی کمانش با توجه به شرایط خاص تکیه‌گاهی ضروری است.

**۹-۲۰-۳-۷** پیوستگی بتن و آرماتور در مقاطع مختلف شالوده و سرشمعی و نحوه مهار میلگردها در آنها باید بررسی شوند، علاوه بر مقاطعی که در بند ۹-۲۰-۴-۳-۲ برای خمش تعیین شده‌اند، مقاطعی که در آنها ابعاد مقطع یا مقدار آرماتور تغییر می‌کند، نیز باید بررسی شوند.

**۹-۲۰-۳-۸** در گروه شمع‌ها میلگردهای طولی شمع‌ها باید، با توجه به نوع اتصال انتخابی (صلب یا مفصلی)، به نحوی مناسب در سرشمع امتداد یافته و مهار شوند.

**۹-۲۰-۳-۹** ضخامت شالوده‌ها نباید کمتر از ۲۵۰ میلیمتر و ضخامت صفحه سرشمع مربوط به گروه شمع نباید کمتر از ۴۰۰ میلیمتر اختیار شود.

**۹-۲۰-۳-۱۰** طراحی سازه‌ای شمع‌های قائم که تحت اثر نیروی جانبی قرار می‌گیرند مطابق ضوابط شمع‌های خمشی صورت می‌گیرد.

## ۹-۲۰-۴ ضوابط تعیین بارهای وارد بر شالوده‌ها

### ۹-۲۰-۴-۱ کلیات

**۹-۲۰-۴-۱-۱** لنگرهای خمشی و نیروهای برشی نهایی‌که در طراحی مقاطع مختلف شالوده مورد استفاده قرار می‌گیرند باید زیر اثر بارهای نهایی و واکنش‌های متناظر با آنها و براساس اصول شناخته شده تحلیل سازه‌ها تعیین شوند.

**۹-۲۰-۴-۱-۲** در شالوده‌ها به جای استفاده از ضوابط بند ۹-۲۰-۴-۱-۱، لنگرهای خمشی و نیروهای برشی نهایی در مقاطع مختلف را می‌توان به صورت تقریبی از حاصلضرب مقادیر این عامل‌ها زیر اثر بارهای بدون ضریب در یک ضریب کلی ایمنی بارها به دست آورد. این ضریب کلی ایمنی را باید به نحوی مناسب از تقسیم بارهای نهایی به بارهای بهره‌برداری تعیین نمود.

**۹-۲۰-۴-۱-۳** در شالوده‌های روی شمع، لنگرهای خمشی و نیروهای برشی نهایی در مقاطع مختلف سرشمعی را می‌توان با این فرض که عکس‌العمل هر شمع به صورت متمرکز در مرکز آن شمع اثر می‌کند، تعیین نمود.

**۹-۲۰-۴-۱-۴** در شالوده‌هایی‌که زیر ستون یا ستون پایه‌های بتنی با مقاطع دایره یا چند ضلعی منظم قرار دارند، برای تعیین موقعیت مقاطع بحرانی در خمش و برش ، می‌توان مقطع ستون یا ستون پایه را با یک مقطع فرضی مربع شکل با مساحتی برابر مساحت ستون یا ستون پایه جایگزین نمود.

**۹-۲۰-۴-۱-۵** شالوده‌های منفرد که به صورت شیبدار یا پلکانی می‌باشند باید چنان طراحی و اجرا شوند که عملکرد شالوده به صورت یکپارچه تأمین گردد.

### ۹-۲۰-۴-۲ توزیع فشار خاک

**۹-۲۰-۴-۲-۱** توزیع فشار خاک در زیر شالوده‌ها و فشار جانبی روی شمع باید با توجه به مشخصات خاک و نحوه تأثیر بارها روی شالوده و براساس اصول شناخته شده مکانیک خاک تعیین شود.

**۹-۲۰-۴-۲-۲** در شالوده‌های منفرد، در صورت عدم انجام تحلیل با جزئیات دقیق‌تر، توزیع فشار خاک را می‌توان با فرض صلب بودن شالوده تعیین نمود.

**۹-۲۰-۴-۲-۳** در شالوده‌های منفرد و گسترده، توزیع فشار خاک می‌تواند بنحوی باشد که در قسمتی از آن فشار روی خاک به صفر برسد، مشروط بر آنکه طول این قسمت در هیچ امتداد از یک چهارم بعد شالوده در آن امتداد تجاوز نکند.

**۹-۲۰-۴-۲-۴** در مواردی که نیروهای وارده بر شالوده کششی باشند باید با پیش‌بینی تدابیر مناسب از جمله استفاده از شمع یا میل مهار مانع از بلند شدن شالوده از روی زمین شد. این‌تدابیر باید بنحوی باشند که ضریب ایمنی در مقابل نیروهای بلند کننده حداقل برابر با ۱/۵ باشد.

**۹-۲۰-۴-۲-۵** در شالوده‌های باسکولی، تیر رابط بین شالوده‌ها باید به اندازه کافی صلب باشد تا بتواند مانع چرخش شالوده‌ای که زیر اثر بار برون محور قرار دارد، بشود. در صورت عدم انجام تحلیل دقیق‌تر ممان اینرسی مقطع این تیر باید حداقل برابر ممان اینرسی مقطع شالوده زیر اثر بار برون محور در نظر گرفته شود. این تیر باید برای خمش و برش طراحی شود. در این حالت توزیع فشار خاک زیر شالوده‌ها را می‌توان یکنواخت در نظر گرفت.

### ۹-۲۰-۴-۳ لنگر خمشی در شالوده‌ها

**۹-۲۰-۴-۳-۱** لنگر خمشی مؤثر در هر مقطع شالوده باید با گذراندن یک صفحه قائم از سراسر شالوده و محاسبه لنگرهای خمشی حاصل از نیروها و فشارهای مؤثر بر تمام سطوح شالوده واقع در یک سمت این صفحه تعیین گردد.

**۹-۲۰-۴-۳-۲** مقطع بحرانی برای تعیین حداکثر لنگر خمشی در بر شالوده‌ها، در مجاورت ستون‌ها و ستون پایه‌ها و دیوارها باید به شرح (الف) الی (پ) این بند در نظر گرفته شود:

الف- برای شالوده‌هایی که زیر ستون، ستون پایه یا دیوار بتنی قرار دارند، در بر اجزای مزبور، متکی به شالوده می‌باشد.

ب- برای شالوده‌هایی که زیر دیوار با مصالح بنایی قرار دارند، در وسط لبه دیوار تا محور دیوار می‌باشد.

پ- برای شالوده‌هایی که زیر صفحه فلزی کف ستون قرار دارند، در وسط فاصله بر ستون تا لبه صفحه فولادی کف ستون می‌باشد.

**۹-۲۰-۴-۳-۳** در شالوده‌های منفرد و زیر دیوار، باید امکان ایجاد لنگر خمشی منفی و لزوم آرماتورگذاری در بالای مقطع شالوده بررسی شود.

### ۹-۲۰-۴-۴ نیروی برشی شالوده‌ها و سرشمع‌ها

**۹-۲۰-۴-۴-۱** مقطع بحرانی برای محاسبات برش یکطرفه به فاصله $d$ و برای برش دو طرفه به فاصله $\frac{d}{۲}$ از محل‌های تعیین شده به شرح (الف) و (ب) این بند در نظر گرفته می‌شود:

الف- برای شالوده‌هایی که زیر ستون، ستون پایه یا دیوار قرار دارند، بر اجزای مزبور، متکی بر شالوده‌ها می‌باشند.

ب- برای شالوده‌هایی که زیر صفحه فلزی کف ستون قرار دارند، وسط فاصله بر ستون تا لبه صفحه فولادی کف ستون‌ها می‌باشد.

**۹-۲۰-۴-۴-۲** نیروی برشی در هر مقطع از سر شمع باید براساس ضوابط (الف) الی (پ) این بند محاسبه شود:

الف- عکس‌العمل هر شمع که مرکز آن به فاصله $\frac{d_p}{۲}$ یا بیشتر از مقطع مورد نظر و در خارج مقطع مزبور قرار دارند، در مقطع ایجاد برش می‌کند.

ب- عکس‌العمل هر شمع که مرکز آن به فاصله $\frac{d_p}{۲}$ یا بیشتر از مقطع مورد نظر و در داخل مقطع مزبور قرار دارد، در مقطع ایجاد برش نمی‌کند.

پ- در حالت‌های بینابین، آن قسمت از عکس‌العمل شمع که در مقطع مورد نظر ایجاد برش می‌کند، باید با درون‌یابی خطی بین مقدار کامل عکس‌العمل، برای حالتی که مرکز شمع به فاصله $\frac{d_p}{۲}$

و در خارج مقطع و مقدار صفر برای حالتی که مرکز شمع به فاصله $\frac{d_p}{۲}$ و در داخل مقطع قرار دارد، محاسبه شود.

### ۹-۲۰-۵ آرماتورهای شالوده‌ها و شمع‌ها و محدودیت‌های آنها

آرماتورهای لازم برای مقاطع شالوده‌ها و شمع‌ها بر اساس نیروهای وارد بر آن مقاطع در حالت حد نهایی با رعایت محدودیت‌های بند ۹-۲۰-۵-۱ الی ۹-۲۰-۵-۹ محاسبه می‌شوند.

**۹-۲۰-۵-۱** در شالوده‌های منفرد، گسترده و باسکولی (بجز تیر رابط) نسبت آرماتور به کار رفته در مقطع نباید کمتر از مقادیر ذکر شده در بندهای ۹-۲۰-۸-۱ الی ۹-۲۰-۸-۴ باشد. در مورد تیرهای رابط شالوده‌های باسکولی حداقل آرماتور باید براساس بند ۹-۱۴-۵-۲-۱ اختیار شود.

**۹-۲۰-۵-۲** در شالوده‌های نواری مقدار نسبت آرماتور در ناحیه کششی نباید کمتر از ۰/۲۵ درصد اختیار شود، مگر آنکه آرماتور بکار رفته به اندازه یک سوم بیشتر از مقدار آرماتور تعیین شده در محاسبات باشد. در حالت اخیر این نسبت نمی‌تواند کمتر از ۰/۱۵ درصد اختیار گردد.

**۹-۲۰-۵-۳** در شالوده‌ها قطر میلگردها نباید کمتر از ۱۰ میلیمتر و فاصله محور تا محور آنها از یکدیگر، نباید کمتر از ۱۰۰ میلیمتر و بیشتر از ۳۵۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.

**۹-۲۰-۵-۴** در شالوده‌های حجیمی که در آنها ابعاد و حجم بتن مستقل از نیازهای محاسباتی در نظر گرفته می‌شوند، رعایت حداقل آرماتور خمشی مطابق بند ۹-۲۰-۵-۱ ضرورتی ندارد. در این شالوده‌ها در صورتی که کنترل ترک‌های سطحی مورد نظر باشد باید در آن سطوح یک شبکه میلگرد جلدی مطابق بند ۹-۲۰-۸-۶ به کار برد. حداکثر فاصله میلگردهای جلدی ۳۵۰ میلیمتر است.

**۹-۲۰-۵-۵** در شالوده‌های منفرد در صورتی که عملکرد شالوده یکطرفه باشد و یا عملکرد آن دو طرفه بوده و شکل آن مربع باشد، توزیع میلگردها در سراسر عرض شالوده باید بطور یکنواخت صورت گیرد. در غیر اینصورت توزیع میلگردها باید مطابق ضوابط (الف) و (ب) این بند باشد.

الف- میلگردهای طولی شالوده به طور یکنواخت در سراسر عرض شالوده توزیع می‌شوند.

ب- قسمتی از میلگردهای عرضی شالوده، که مقدار آن از رابطه (۹-۲۰-۱) تعیین می‌شود، در نوار میانی که عرض آن برابر با بعد کوچکتر سطح شالوده است و بطور متقارن نسبت به ستون و یا ستون پایه قرار دارد، بطور یکنواخت توزیع می شوند و بقیه میلگردهای عرضی با رعایت بند ۹-۲۰-۵-۳ در دو سمت نوار میانی بطور یکنواخت قرار داده می‌شوند.

$$\frac{\text{میلگردهای نوار میانی در امتداد عرضی}}{\text{کل میلگردهای عرضی شالوده}} = \frac{۲}{۱+\beta} \qquad (۹-۲۰-۱)$$

**۹-۲۰-۵-۶** حداقل و حداکثر نسبت آرماتور طولی شمع‌های پیش ساخته و شمع‌های درجا با قطر کمتر یا برابر ۸۰۰ میلیمتر، مشابه ستون‌ها و با توجه به ضوابط فـصل چهاردهم تعیین می‌شود.

**۹-۲۰-۵-۷** حداقل و حداکثر نسبت آرماتور طولی شمع‌های درجا با قطر بیش از ۸۰۰ میلیمتر به ترتیب به میزان نیم درصد و سه درصد سطح مقطع شمع منظور می‌گردد.

**۹-۲۰-۵-۸** آرماتور عرضی شمع‌ها به صورت تنگ یا مارپیچ در نظر گرفته می‌شود.

## ۹-۲۰-۶ انتقال نیرو از پای ستون، دیوار یا ستون پایه بتنی به شالوده

**۹-۲۰-۶-۱** نیروها و لنگرهای پای ستون، دیوار، یا ستون پایه باید با عملکرد اتکایی بتن و کشش یا فشار میلگردهای ادامه یافته طولی ستون، میلگردهای انتظار و یا اتصال دهنده‌های مکانیکی به شالوده منتقل شوند.

**۹-۲۰-۶-۲** تنش اتکایی بتن در سطح تماس عضو تکیه‌گاهی، شالوده، و عضو متکی بر آن نباید از مقاومت اتکایی نهایی بتن در هر یک از سطوح تماس، طبق ضوابط بند ۹-۱۴-۱۰ تجاوز کند.

**۹-۲۰-۶-۳** میلگردهای طولی ستون، میلگردهای انتظار، یا اتصال دهنده‌های مکانیکی بین عضو تکیه‌گاهی و عضو متکی بر آن باید برای انتقال نیروهای به شرح (الف) و (ب) این بند کافی باشند و علاوه برآن محدودیت‌های بندهای۹-۲۰-۶-۶ و ۹-۲۰-۶-۷ را تأمین کنند:

الف- آن قسمت از نیروی فشاری‌که از مقاومت اتکایی بتن بین دو عضو تجاوز کند.

ب- هرگونه نیروی کششی محاسبه شده در سطح تماس.

**۹-۲۰-۶-۴** برای انتقال لنگرهای خمشی به ستون پایه یا شالوده، میلگردهای انتظار یا اتصال دهنده‌های مکانیکی باید ضوابط پیوستگی بتن و فولاد را، مطابق فصل بیست و یکم تأمین نمایند.

**۹-۲۰-۶-۵** نیروهای برشی باید با عملکرد برش اصطکاکی، مطابق ضوابط بند ۹-۱۵-۱۳، و یا به روش مناسب دیگری به ستون پایه یا شالوده انتقال داده شوند.

**۹-۲۰-۶-۶** در ستون‌ها و ستون پایه‌ها سطح مقطع میلگردهای قطع کننده سطح تماس بین عضو تکیه‌گاهی و عضو متکی بر آن، نباید کمتر از ۰/۰۰۵ سطح مقطع عضو متکی باشد.

**۹-۲۰-۶-۷** در دیوارها سطح مقطع میلگردهای قطع کننده سطح تماس دیوار با شالوده، نباید کمتر از مقدار حداقل میلگردهای قائم داده شده در بند ۹-۱۹-۴-۲ باشد.

**۹-۲۰-۶-۸** در صورت استفاده از وسایل مکانیکی برای ایجاد مفصل یا غلتک گهواره‌ای بین ستون و شالوده، در اتصال این وسایل به ستون و شالوده باید علاوه بر ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۱ تا ۹-۲۰-۶-۵ ضابطه بند ۹-۲۰-۶-۹ نیز رعایت شود.

**۹-۲۰-۶-۹** مهره‌های مهاری و اتصال دهنده‌های مکانیکی باید چنان طراحی شوند که قبل از گسیختگی پیچ مهاری یا گسیختگی بتن اطراف آن، به مقاومت تسلیم خود برسند.

## ۹-۲۰-۷ محدود کردن حرکت نسبی شالوده‌ها

**۹-۲۰-۷-۱** شالوده‌های جدا از هم در یک ساختمان باید در دو امتداد ترجیحاً عمود برهم، به وسیله کلاف‌های رابط بهم متصل شوند، بطوری که کلاف‌ها مانع حرکت دو شالوده نسبت به هم گردند. در ساختمان‌های یک طبقه که دارای دهانه بزرگ هستند مانند ساختمان‌های صنعتی، آشیانه‌ها و غیره که در آنها شالوده‌ها دارای عمق استقرار و پایداری کافی در برابر نیروهای جانبی هستند، از پیش بینی‌کلاف در امتداد دهانه قاب می‌توان صرفنظر کرد. در این شالوده‌ها خاکریز اطراف شالوده باید بعداً به خوبی‌کوبیده و متراکم شود. در موارد دیگر نیز که به هر دلیل امکان اجرای کلافها وجود ندارد، مشروط بر آنکه مطالعات ویژه، نشانگر آن باشد که استفاده از روش‌های دیگر مانند بکارگیری شمع برای زیر شالوده‌ها و یا اجرای ستون پایه‌ها و ایجاد فشار خاک بر روی آنها در عمق مناسب، می‌تواند حرکت نسبی شالوده‌ها را محدود سازد، بهره‌گیری از روش مربوطه امکان پذیر است.

**۹-۲۰-۷-۲** کلاف‌های رابط بین شالوده‌ها باید بتوانند حداقل نیروی کششی معادل ده درصد بزرگترین نیروی محوری نهایی وارد به ستون‌های طرفین خود را تحمل نمایند.

**۹-۲۰-۷-۳** ابعاد مقطع‌کلاف رابط باید متناسب با ابعاد شالوده و حداقل ۳۰۰ میلیمتر اختیار شود، به گونه‌ای که سطح فوقانی آن با شالوده یکسان باشد.

**۹-۲۰-۷-۴** تعداد میلگردهای طولی کلاف‌ها باید حداقل چهار عدد آرماتور با قطر ۱۴ میلیمتر باشد. این میلگردها باید توسط میلگردهای عرضی به قطر حداقل ۸ میلیمتر و با فواصل حداکثر ۲۵۰ میلیمتر از یکدیگر گرفته شوند.

**۹-۲۰-۷-۵** میلگردهای طولی‌کلاف‌ها باید در شالوده‌های میانی ممتد باشند و در شالوده‌های کناری از محاذات بر ستون مهار شوند.

## ۹-۲۰-۸ آرماتور های حرارت و جمع‌شدگی در شالوده‌ها

**۹-۲۰-۸-۱** نسبت سطح مقطع آرماتور حرارت و جمع شدگی لازم به کل سطح مقطع بتن برای شالوده‌های به ضخامت کمتر یا مساوی ۱۰۰۰ میلیمتر نباید از مقدار بدست آمده از رابطه ۹-۱۸-۲ کمتر اختیار شود.

**۹-۲۰-۸-۲** نسبت سطح مقطع آرماتور حرارت و جمع‌شدگی لازم به کل سطح مقطع بتن برای شالوده‌های به ضخامت بیشتر از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیمتر نباید از $\alpha$ برابر نسبت‌های مندرج در بند ۹-۲۰-۸-۱ کمتر اختیار شود. مقدار $\alpha$ از رابطه (۹-۲۰-۲) تعیین می‌شود:

$$\alpha = ۱/۳ - ۰/۰۰۰۳h \qquad (۹-۲۰-۲)$$

**۹-۲۰-۸-۳** مقدار حداقل آرماتور حرارت و جمع‌شدگی $A_{s\,min}$، برای شالوده‌های به ضخامت بیشتر از ۲۰۰۰ میلیمتر برابر مقدار آرماتور برای شالوده به ضخامت ۲۰۰۰ میلیمتر و به شرح (الف) تا (پ) این بند است:

الف- برای میلگردهای رده S۳۴۰:

$$A_{s\,min} = ۲۸۰۰\left(\frac{mm^۲}{m}\right)$$

ب ـ برای میلگردهای رده S ۴۰۰ :

$$A_{s\,min} = ۲۵۰۰\left(\frac{mm^۲}{m}\right)$$

پ ـ برای میلگردهای رده S ۵۰۰ و بالاتر :

$$A_{s\,min} = ۲۱۰۰\left(\frac{mm^۲}{m}\right)$$

**۹-۲۰-۸-۴** در شالوده‌های با ضخامت متغیر، می‌توان ضخامت را برای محاسبه حداقل مقدار آرماتور کششی حرارت و جمع‌شدگی برابر با ضخامت شالوده فرضی هم حجم آن اختیار کرد.

**۹-۲۰-۸-۵** در شالوده‌های با ضخامت بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر از آنجایی که حداقل $\frac{۱}{۳}$ مقدار آرماتور حرارت و جمع‌شدگی بدست آمده از بند ۹-۲۰-۸-۲ یا ۹-۲۰-۸-۳ در هر وجه شالوده (فوقانی و تحتانی) لازم می‌باشد، در صورت کمتر بودن فولاد محاسباتی در هر وجه از مقدار مزبور، فولاد حداقل ذکر شده در این بند، در آن وجه تعبیه گردد.

**۹-۲۰-۸-۶ آرماتور جلدی**

در شالوده‌های حجیم مقدار آرماتور جلدی از رابطه (۹-۲۰-۳) به دست می‌آید:

$$A_b = \frac{۱/۶ d_c s}{۱۰۰} \qquad (۹-۲۰-۳)$$

این مقدار نباید در هیچ حال از یک میلگرد به قطر ۱۰ میلیمتر در هر ۲۰۰ میلیمتر کمتر باشد.

# ۹-۲۱ مهار و وصله آرماتور

## ۹-۲۱-۰ علائم اختصاری

$A_S$ = سطح مقطع یک میلگرد، میلی‌متر مربع

$A_{tr}$ = سطح مقطع کل آرماتور عرضی قرارگرفته با فاصله $S$ از یکدیگر در امتداد عمود برسفره میلگردهایی که مهار یا وصله می‌شوند، میلی‌مترمربع

$b_w$ = پهنای جان یا قطر مقطع مدور، میلی‌متر

$c$ = پوشش بتن روی میلگرد و یا فاصله مرکز تا مرکز میلگردها از یکدیگر، میلی‌متر

$d$ = فاصله دورترین تار فشاری تا مرکز سطح آرماتور کششی، میلی‌متر

$d_b$ = قطر اسمی میلگرد، میلی‌متر

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$f_{cd}$ = مقاومت محاسباتی بتن که برابر است با $\varphi_c f_c$، مگاپاسکال

$f_y$ = مقاومت مشخصه فولاد$\left(f_{yk}\right)$، مگاپاسکال،که برای تسهیل کار در این فصل‌حرف $k$ در زیرنویس حذف شده است.

$f_{yd}$ = مقاومت محاسباتی فولاد که برابر است با $\varphi_s f_y$، مگاپاسکال

$h$ = ارتفاع کل عضو، میلی‌متر

$k_1$ = ضریب پوشش بتن برای محاسبه طول گیرایی میلگردهای قلاب‌دار

$k_2$ = ضریب میلگردهای عرضی برای محاسبه طول گیرایی میلگردهای قلاب‌دار

$K_{tr}$ = ضریب میلگردهای عرضی در محاسبه طول گیرایی میلگرد کششی

$l_a$ = طول گیرداری اضافه در تکیه‌گاه یا در نقطه عطف، میلی‌متر

$l_d$ = طول گیرایی میلگرد کششی، میلی‌متر

$l_{dc}$ = طول گیرایی میلگرد فشاری، میلی‌متر

$l_{dh}$ = طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش، میلی‌متر

$M_r$ = لنگر خمشی مقاوم مقطع، نیوتن ـ میلی‌متر

$n$ = تعداد میلگردهایی که در یک محل مهار و یا وصله می‌شوند.

$S$ = فاصله بین خاموت‌ها، میلی‌متر

$V_r$ = نیروی برشی مقاوم مقطع، نیوتن

$V_u$ = نیروی برشی نهایی در مقطع، نیوتن

$\beta_b$ = نسبت سطح مقطع آرماتور قطع شده به سطح مقطع کل آرماتور کششی در مقطع

$\phi_c$ = ضریب جزئی ایمنی بتن

$\phi_s$ = ضریب جزئی ایمنی فولاد

## ۹-۲۱-۱ گستره

**۹-۲۱-۱-۱** ضوابط این فصل باید برای تأمین مهار میلگردهـای آجدار در بتن و چگونگی وصله آنها به یکدیگر در تمامی قطعات بتن آرمه رعایت شوند.

**۹-۲۱-۱-۲** ضوابط این فصل تمامی میلگردها را که بطور عمده تحت اثر بـارهای استاتیک قرار داشته و یا ساختمان‌های با شکل‌پذیری کم که تحت اثر بارهای جانبی زلزله قرار می‌گیرند را شامل می‌شود. ساختمان‌هایی که بطور عمده تحت اثر بارهای دیـنـامـیک قرار می‌گیرند، مشمول مقررات این فصل نمی‌شوند. برای ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط و زیاد که تحت اثر بارهای جانبی زلزله قرار می‌گیرند باید علاوه بر ضوابط این فـصل، ضوابط اضافی فصل بیست و سوم نیز رعایت شوند.

## ۹-۲۱-۲ مهار میلگردها

### ۹-۲۱-۲-۱ کلیات

**۹-۲۱-۲-۱-۱** در تمامی قطعات بتن آرمه نیروهای کششی یا فشاری موجود در میلگردها در هر مقطع باید به وسیله مهار میلگردها در دو سمت آن مقطع به بتن منتقل گردد. مهار میلگردها در بتن به یکی از سه طریق (الف) تا (پ) این بند و یا با ترکیبی از آنها امکان‌پذیر است:

الف- پیوستگی موجود بین بتن و آرماتور در سطح جانبی آرماتور

ب ـ ایجاد قلاب استاندارد در انتهای میلگرد

پ ـ به‌کارگیری وسایل مکانیکی در طول میلگرد

**۹-۲۱-۲-۱-۲** برای مهار میلگردهای کششی به وسیله قلاب، انتهای میلگردها خم شده و به صورت قلاب درآورده می‌شود. برای انتقال نیروی $A_b f_y$ از میلگرد به بتن ایجاد قلاب به تنهایی کافی نیست و باید علاوه بر آن طول اضافی مستقیم میلگرد از انتهای آزاد میلگرد تا شروع قلاب در بتن وجود داشته باشد. حداقل این طول اضافی بعلاوه شعاع قلاب انتهایی آن بعلاوه قطر میلگرد،که برای انتقال نیروی $A_b f_y$ لازم است، «طول گیرایی میلگرد قلابدار» نامیده می‌شوند. ضوابط مربوط به تأمین طول گیرایی میلگردهای قلابدار در کشش در بند ۹-۲۱-۲-۷ داده شده‌اند. قلابها برای مهار آرماتور فشاری موثر نیستند.

**۹-۲۱-۲-۱-۳** استفاده از هرگونه وسیله مکانیکی که بتواند بدون ایجاد خسارت به بتن نیروی مقاومت میلگردها را به بتن منتقل نماید، مجاز است. اطمینان از توانایی مناسب وسیله مکانیکی در انتقال نیرو باید از طریق آزمایش و یا روش محاسباتی شناخته شده، حاصل شود.

### ۹-۲۱-۲-۲ قلاب‌های استاندارد

در این مبحث هریک از خم‌های مشروح زیر قلاب استاندارد تلقی می‌شود:

الف- میلگردهای اصلی

- خم نیم‌دایره (قلاب انتهایی ۱۸۰ درجه) به اضافه حداقل $4d_b$ طول مستقیم ولی نه کمتر از ۶۰ میلی‌متر در انتهای آزاد میلگرد
- خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه طول مستقیم برابر حداقل $12d_b$ در انتهای آزاد میلگرد

ب ـ برای میلگردهای تقسیم و خاموت‌ها

- خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه حداقل $۶d_b$ طول مستقیم ولی نه کمتر از ۶۰ میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد، برای میلگردهای به قطر ۱۶ میلی‌متر و کمتر
- خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه حداقل $۲d_b$ طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد، برای میلگردهای به قطر بیشتر از ۱۶ میلی‌متر و کمتر از ۲۵ میلی‌متر
- خم ۱۳۵ درجه (چنگک) به اضافه حداقل $۶d_b$ طول مستقیم ولی نه کمتر از ۶۰ میلی‌متر در انتهای آزاد میلگرد

### ۹-۲۱-۲-۳ حداقل قطر خم‌ها

الف- قطر داخلی خم‌ها به جز برای خاموت‌های با قطر کمتر از ۱۶ میلیمتر نباید از مقادیر مندرج در جدول ۹-۲۱-۱ کمتر اختیار شود:

**جدول ۹-۲۱-۱ حداقل قطر خم‌ها**

| قطر میلگرد | حداقل قطر خم |
|---|---|
| کمتر از ۲۸ میلیمتر | $۶d_b$ |
| ۲۸ تا ۳۴ میلیمتر | $۸d_b$ |
| ۳۶ تا ۵۵ میلیمتر * | $۱۰d_b$ |

* برای خم کردن میلگردهای به قطر ۳۶ میلیمتر و بیشتر و با زاویه بیشتر از ۹۰ درجه به روش‌های خاصی نیاز است.

ب- قطر داخلی خم‌ها برای خاموت‌های به قطر کمتر از ۱۶ میلیمتر نباید کمتر از $۴d_b$ اختیار شود.

### ۹-۲۱-۲-۴ طول گیرایی میلگردهای کششی

**۹-۲۱-۲-۴-۱** طول گیرایی یک میلگرد در کشش، $l_d$، باید حداقل برابر با مقدار حاصل از رابطه (۹-۲۱-۱) در نظر گرفته شود، در هرحال کمتر از ۳۰۰ میلیمتر اختیار نشود.

$$l_d = \left[\frac{\cdot/۸۶ f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} \frac{\alpha\beta\gamma\lambda}{\left(\frac{c+k_{tr}}{d_b}\right)}\right] d_b \qquad (۹-۲۱-۱)$$

مقدار $\frac{c+k_{tr}}{d_b}$ نبایستی بیش از ۲/۵ درنظر گرفته شود.

الف- ضریب $\alpha$، یا ضریب موقعیت میلگردها، برای میلگردهای افقی که حداقل ۳۰۰ میلیمتر بتن تازه در زیر آنها، در ناحیه طول گیرایی، ریخته می‌شوند برابر با ۱/۳ و برای سایر میلگردها برابر با یک است.

ب- ضریب $\beta$، یا ضریب اندود میلگرد، برای میلگردهایی که با ماده اپوکسی اندود شده‌اند و در آنها ضخامت پوشش بتنی روی میلگرد کمتر از $۳d_b$ و فاصله‌آزاد میلگردها کمتر از $۶d_b$ است، برابر با ۱/۵ و برای سایر میلگردهایی که با ماده اپوکسی اندود شده‌اند برابر۱/۲ و برای میلگردهایی که اندود اپوکسی نشده‌اند برابر با یک است.

لازم نیست حاصلضرب $\alpha$ و $\beta$ بیشتر از۱/۷ در نظر گرفته شود.

پ- ضریب $\gamma$ یا ضریب قطر میلگرد برای میلگردهای با قطر کمتر و یا مساوی ۲۰ میلیمتر برابر با ۰/۸ و برای میلگردهای با قطر بیش از ۲۰ میلیمتر برابر با یک است.

ت-ـ ضریب $\lambda$ یا ضریب نوع بتن، برای بتن‌های سبک برابر ۱/۳ و برای بتن‌های معمولی برابر با یک می‌باشد.

ث-ـ ضریب $c$ یا ضریب فاصله میلگردها از یکدیگر و از رویه قطعه برابر با کوچکترین دو مقدار فاصله مرکز میلگرد از نزدیکترین رویه بتن و نصف فاصله مرکز تا مرکز میلگردهایی است که در یک محل قطع و یا وصله می‌شوند.

ج- ضریب $k_{tr}$، ضریبی است که با توجه به مقدار آرماتور عرضی موجود در طول گیرایی از رابطه (۹-۲۱-۲) به دست می‌آید:

$$k_{tr} = \frac{\cdot/۱۲ A_{tr} f_{yd}}{sn} \qquad (۹-۲۱-۲)$$

در این رابطه $n$ تعداد میلگردهایی است که در یک محل مهار و یا وصله می‌شوند.

برای سهولت در محاسبات، چنانچه فاصله آزاد میلگردها و پوشش روی آنها کمتر از $d_b$ نباشد و حداقل آماتور برشی مطابق رابطه (۹-۱۵-۱۳) در ناحیه طول گیرایی به کار برده شده باشد و یا اینکه فاصله آزاد میلگردها کمتر از $۲d_b$ و پوشش روی آنها کمتر از $d_b$ نباشد $\frac{c+k_{tr}}{d_b}$ را می‌توان برابر با ۱/۵در نظر گرفت.

### ۹-۲۱-۲-۵ طول گیرایی میلگردهای فشاری

**۹-۲۱-۲-۵-۱** طول گیرایی یک میلگرد در فشار، باید حداقل برابر بزرگترین مقدار دو رابطه (۹-۲۱-۳) و (۹-۲۱-۴) در نظر گرفته شود. در هرحال کمتر از ۲۰۰ میلیمتر اختیار نشود.

$$l_{dc} = \left[۰/۲۴ \frac{f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}}\right] d_b \qquad (۹-۲۱-۳)$$

$$l_{dc} = [۰/۰۵ f_{yd}] d_b \qquad (۹-۲۱-۴)$$

### ۹-۲۱-۲-۶ طول گیرایی در گروه میلگردها

**۹-۲۱-۲-۶-۱** طول گیرایی گروه میلگردهای سه‌تایی و چهارتایی در کشش یا فشار باید به ترتیب ۱/۲ و ۱/۳۳ برابر طول گیرایی یک میلگرد تنها در نظر گرفته شود. برای گروه میلگردهای دوتایی افزایش طول گیرایی الزامی نیست.

**۹-۲۱-۲-۶-۲** برای تعیین طول گیرایی یک میلگرد در گروه میلگردها ضرایب بکار برده شده رابطه ۹-۲۱-۱ باید براساس قطر میلگرد فرضی با مقطع معادل گروه میلگردها اختیار شوند.

### ۹-۲۱-۲-۷ طول گیرایی میلگردهای قلابدار در کشش

**۹-۲۱-۲-۷-۱** طول گیرایی یک میلگرد قلابدار در کشش، $l_{dh}$، باید حداقل برابر مقدار رابطه (۹-۲۱-۵) در نظر گرفته شود. مقدار $l_{dh}$ در هیچ حالت نباید کمتر از $۸d_b$ و یا ۱۵۰ میلیمتر اختیار گردد.

$$l_{dh} = \left[ \cdot/۲۴ k_۱ k_۲ \beta \lambda \frac{f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} \right] d_b \qquad (۵-۲۱-۹)$$

برای تعیین ضرایب $\beta$ و $\lambda$ به بند ۹-۲۱-۲-۴-۱ مراجعه شود.

ضریب $k_۱$ در تمامی موارد برابر با یک منظور می‌شود مگر در مواردی که در قلابهای با خم ۱۸۰ درجه پوشش بتنی روی قلاب، در امتداد عـمـود بر صفحه قلاب، مساوی یا بیشتر از ۶۵ میلی‌متر و در قلابهای با خم ۹۰ درجه پوشش بتن روی قلاب در امتداد عمود بر صفحه قلاب و پوشش در صفحه قلاب به ترتیب مساوی یا بیشتر از ۶۵ و۵۰ میلیمتر باشد. در این موارد ضریب $k_۱$ را می‌توان برابر با ۰/۷ منظور کرد.

ضریب $k_۲$ در تمامی موارد برابر یک منظور می‌شود مگر در مواردی که میلگردها در طول گیرایی با خاموت‌های با فاصله‌ای مساوی یا کمتر از $۳d_b$ محصور شده باشند، در این موارد ضریب $k_2$ را می‌توان ۰/۸ منظور کرد.

**۹-۲۱-۲-۷-۲** در انتهای غیرممتـد یـک عضو که در آن برای مهارکردن میلگرد از قلاب استفاده شـده است در صورتی که پوشش بتنی روی میلگرد در هر دو جهت، بالا و پایین و عمود بر صفحه قلاب، کمتر از ۶۵ میلیمتر باشد باید میلگرد در طول گیرایی با خاموت‌هایی به فاصله کمتر از $۳d_b$ از یکدیگر محصور شود.

### ۹-۲۱-۲-۸ اضافه آرماتور

**۹-۲۱-۲-۸-۱** در مواردی‌که آرماتور بکار رفته در مقطع بیشتر از آرماتور لازم براساس تحلیل سازه می‌باشد، می‌توان روابط ۹-۲۱-۱ ، ۹-۲۱-۳ ، ۹-۲۱-۴ و۹-۲۱-۵ را در نسبت مقدار آرماتور لازم به مقدار آرماتور مـصرفـی ضرب نمود. این ضریب در مورد ساختمان‌های با شکل‌پذیری زیاد (فصل بیست و سوم) باید برابر یک منظور گردد.

## ۹-۲۱-۳ ضوابط مهار آرماتورهای خمشی

### ۹-۲۱-۳-۱ ضوابط کلی

**۹-۲۱-۳-۱-۱** آرماتور کششی در قطعات خمشی را می‌توان با رعایت محدودیت‌های بند ۹-۲۱-۳-۱-۵ در ناحیه بتن کششی مهار نمود و یا در جان تیر خم کرده و در سمت مقابل قطعه مهار کرد. این آرماتور را می‌توان در سمت مقابل قطعه به عنوان آرماتور کششی یا فشاری مورد استفاده قرار داد.

**۹-۲۱-۳-۱-۲** در قطعات خمشی مقاطع بحرانی که در دو سمت آنها کافی بودن مهار آرماتور باید بررسی شود، به شرح (الف) و (ب) این بند می‌باشد.

الف- مقاطع دارای بیشترین تنش

ب- مقاطعی که در آنها، در طول دهانه قطعه، آرماتور قطع یا خم می‌شود.

در این قطعات در مقاطع مجاور تکیه‌گاه‌های ساده و مقاطع نقاط عطف منحنی تغییر شکل ضوابط بند ۹-۲۱-۳-۲-۳ نیز باید رعایت شوند.

**۹-۲۱-۳-۱-۳** میلگردها باید از محل مقطعی که وجودشان دیگر برای تحمل خمش لازم نیست بطول حداقل برابر با $d$ یا $۱۲d_b$، هرکدام بزرگترند، ادامه داده شوند. رعایت این ضابطه در انتهای عضو با تکیه‌گاه ساده و یا انتهای آزاد عضو طره‌ای الزامی نیست.

**۹-۲۱-۳-۱-۴** در مواردی که تعدادی از میلگردها قطع یا خم می‌شوند، آن دسته از میلگردها که ادامه پیدا می‌کنند باید از مقطعی که میلگردهای قطع یا خم شده وجودشان دیگر برای تحمل خمش ضروری نیست، بطول حداقل برابر با طول گیرایی، $l_d$، ادامه داده شوند.

**۹-۲۱-۳-۱-۵** آرماتور خمشی را نمی‌توان در ناحیه بتن کششی قطع کرد مگر آنکه یکی از شرایط (الف) تا (پ) این بند تأمین باشد:

الف- مقدار $V_r$، در محل قطع آرماتور به اندازه حداقل پنجاه درصد بیشتر از مقدار $V_u$ باشد.

ب - در انتهای میلگردهای قطع شده در ناحیه‌ای به طول حداقل $۰/۷۵d$ آرماتور عرضی اضافه بر آنچه برای تحمل برش یا پیچش لازم است، تأمین گردد. سطح مقطع آرماتور عرضی اضافی لازم باید حداقل برابر با $(۰/۳۷۵b_w \frac{S}{f_{yd}})$ باشد و فاصله میلگردهای عرضی از یکدیگر در این ناحیه بیشتر از $\frac{d}{۸\beta_b}$ نباشد.

پـ مقدار آرماتوری که ادامه پیدا مـی‌کند حداقل دو برابر مقدار مورد نیاز در مقطع باشد و مقدار $V_r$، در محل قطع آرماتور به اندازه حداقل سی و سه درصد بیشتر از مقدار $V_u$، باشد.

**۹-۲۱-۳-۱-۶** در قطعات خمشی که در آنها تنش در آرماتور کششی مستقیماً متناسب با لنگر خمشی نیست، مانند شالوده‌های با مقطع متغیر، پلکانی و یا باریک شونده و همچنین نشیمن‌گاه‌ها، اعضای خمشی با ارتفاع زیاد، تیرهای عمیق، و یا اعضایی که در آنها آرماتور کششی موازی سطح بتن فشاری نیست، باید مهار میلگردهای کششی در مقاطع مختلف کنترل شود.

### ۹-۲۱-۳-۲ ضوابط خاص مهار آرماتور خمشی مثبت

**۹-۲۱-۳-۲-۱** حداقل یک سـوم آرماتور خمشی مثبت، در قطعات با تکیه‌گاه ساده، و یک چهارم آرماتورخمشی مثبت، در قطعات یکسره، باید در طول وجهی از قطعه که در آن قرار گرفته‌اند تا روی تکیه‌گاه ادامه داده شوند. در تیرها این میلـگردها باید به اندازه حداقل ۱۵۰ میلیمتر در داخل تکیه‌گاه ادامه یابند.

**۹-۲۱-۳-۲-۲** در قطعات خمشی که به عنوان عضوی از یک سیستم اصلی در مقابل بارهای جانبی به کار برده شده‌اند، آن گروه از آرماتور خمشی مثبت که بر طبق بند ۹-۲۱-۳-۲-۱ تا روی تکیه‌گاه ادامه می‌یابد باید بطور کامل در تکیه‌گاه مـهـار شود به طـوری که آرماتور بتواند در مقطع بر تکیه‌گاه به تنش جاری شدن، $f_y$ ، برسد.

**۹-۲۱-۳-۲-۳** در قطعات خمشی در مقاطع مجاور تکیه‌گاه‌های ساده و یا مقاطع نقاط عطف منحنی تغییرشکل، قطر مـیـلـگـردهای خمشی مثبت باید چنان باشد که طول گیرایی آنها در رابطه (۹-۲۱-۶) صدق کند:

$$l_d \le \frac{M_r}{V_u} + l_a \qquad (۹-۲۱-۶)$$

$l_a$، در مواردی که رابطـه در محل نـقـطـه عطف بررسی می‌شود، باید برابر با $d$ یا $۱۲d_b$ هر کدام بزرگترند، در نظر گرفته شود.

در مواردی کـه آرماتور خمـشـی مثبـت در تکیه‌گاه سـاده به قلاب استاندارد یا وسایل مکانیکی معادل قلاب استاندارد، که فراتر از محور تکـیه‌گـاه شروع شده باشد، ختم می‌شود، بررسی رابطه (۹-۲۱-۶) الزامی نیست.

در تکیه‌گاه‌هایی که آرماتور خمشی مثبـت در داخل بتن فشاری ناشی از عکس‌العمل فشاری تکیه‌گاه محصور شده بـاشد، مقدار $\frac{M_r}{V_u}$ در رابطه (۹-۲۱-۶) را می‌توان به اندازه یک‌سوم افزایش داد.

### ۹-۲۱-۳-۳ ضوابط خاص مهار آرماتور خمشی منفی

**۹-۲۱-۳-۳-۱** آرماتور خمشـی منفی در قطعات خمشی یکسره، گیردار، طره و یا تمامی قطعات قاب‌های پیوسته باید با یکی از روش‌های گفته شده در بند ۹-۲۱-۲-۱-۱ در تکیه‌گاه‌ها مهار شوند.

**۹-۲۱-۳-۳-۲** حداقل یـک سوم آرماتور خمشی منفی موجود در تکیه‌گاه یک عضو خمشی باید تا محل نقطـه عـطف منحنی تغییرشکل عضو ادامه داده شده و از این محل به اندازه حداقل $d$، $۱۲d_b$ و یک شانزدهم طول دهانه خالص، هرکدام بزرگتر است، فراتر برده شود.

### ۹-۲۱-۳-۴ ضوابط خاص مهار آرماتور عرضی در جان قطعات خمشی

**۹-۲۱-۳-۴-۱** آرماتور عرضی در جان قطعات خمشی باید تا حدی که پوشش بتنی آرماتور و یا نزدیکی سایر آرماتورها اجازه می‌دهـد، نزدیک به دو وجه فشاری و کششی عضو در مقطع قرار داده شود.

**۹-۲۱-۳-۴-۲** دو انتهای آرماتور عرضی تک شاخه‌ای و آرماتور به شکل $U$ تکی و یا مکرر باید به یکی از طرق (الف) و (ب) این بند مهار شوند:

الف- برای میلگردهای به قطر کوچکتر از ۱۶ میلیمتر و برای میلگردهای با قطر ۱۶ تا ۲۵ میلیمتر از رده $S۳۴۰$ یا رده پایین‌تر، باید از قلاب استاندارد استفاده شود. قلاب باید حداقل یک میلگرد طولی را در برگیرد.

ب ـ برای میلگردهای با قطر ۱۶ تا ۲۵ میلیمتر از رده $S$۴۰۰ و بالاتر، باید علاوه بر استفاده از قلاب استاندارد که حداقل یک میلگرد طولی را در برگرفته باشد، طول گیرایی به اندازه دو سوم طول گیرایی میلگرد قلابدار (ضوابط بند۹-۲۱-۲-۷) نیز تأمین شود. طول گیرایی میلگرد قلابدار از محل وسط ارتفاع موثر مقطع اندازه‌گیری می‌شود.

**۹-۲۱-۳-۴-۳** دربین دو انتهای مهار شده خاموت‌های به شکل $U$ تکی و یا مکرر، در هر خم واقع در ناحیه پیوسته خاموت باید حداقل یک آرماتور طولی محصور شده باشد.

**۹-۲۱-۳-۴-۴** میلگردهای طولی خم شده که به عنوان آرماتور برشی مورد استفاده قرار می‌گیرند اگر به ناحیه بتن کششی برده شوند باید بصورت آرماتور کششی مورد استفاده قرار گیرند و اگر به ناحیه فشاری برده شوند باید برطبق ضوابط مهار میلگردها در این ناحیه مهار شوند. در این میلگردها طول گیرایی از محل وسط ارتفاع موثر مقطع، $\frac{d}{2}$ اندازه‌گیری می‌شود.

**۹-۲۱-۳-۴-۵** در زوج خاموت‌های $U$ شکل که با وصله پوششی، یک خاموت بسته می‌سازند، باید طول پوشش برابر با حداقل $1/3 l_d$ رعایت شود. در این خاموت‌ها، چنانچه مقدار $A_b f_y$ هر شاخه کمتر از ۴۰ کیلونیوتن و ارتفاع مقطع عضو بیشتر از ۴۵۰ میلی‌متر باشد، می‌توان طول پوشش را کمتر از $1/3 l_d$ در نظر گرفت مشروط بر آنکه هر شاخه از $U$ تا وجه مقابل ادامه داده شود.

## ۹-۲۱-۴ وصله میلگردها

### ۹-۲۱-۴-۱ ضوابط کلی

**۹-۲۱-۴-۱-۱** وصله میلگردها به یکدیگر به یکی از چهار طریق (الف) تا (ت) این بند و یا ترکیبی از آنها مجاز است:

الف- وصله پوششی: که با مجاور هم قرار دادن دو میلگرد در قسمتی از طولشان عملی می‌شود. طولی که دو میلگرد باید در مجاور هم قرار داده شوند، «طول پوشش» نامیده می‌شود.

ب- وصله جوشی: که با جوش دادن دو میلگرد به یکدیگر انجام می‌شود.

پ- وصله مکانیکی: که با بکارگیری وسایل مکانیکی خاص حاصل می‌شود.

ت- وصله اتکایی: که با بر روی هم قرار دادن دو انتهای میلگردهای فشاری عملی می‌گردد.

**۹-۲۱-۴-۱-۲** وصله پوششی، تنها در مورد میلگردهای با قطر کمتراز ۳۶ میلیمتر مجاز می‌باشد.

**۹-۲۱-۴-۱-۳** وصله پوششی برای گروه میلگردها، به عنوان یک مجموعه میلگرد، مجاز نیست. اما هریک از میلگردها را می‌توان جداگانه با وصله پوششی بهم متصل نمود. در این حالت نواحی وصله میلگردهای مختلف نباید با هم تداخل داشته باشند.

**۹-۲۱-۴-۱-۴** طول پوشش لازم برای وصله پوششی هر دو میلگرد در گروه میلگردها باید براساس طول پوشش لازم برای هریک از میلگردها تعیین شود و در آن ضوابط بند ۹-۲۱-۲-۶ نیز رعایت شود.

**۹-۲۱-۴-۱-۵** در اعضای خمشی فاصله محور تا محور دو میلگرد که با وصله پوششی بهم متصل می‌شوند نباید بیشتر از یک پنجم طول پوشش لازم و یا بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

در سایر اعضا این فاصله نباید بزرگتر از ۵ برابر قطر میلگرد کوچکتر باشد.

محل وصله غیر تماسی باید با میلگردهای عرضی عمود بر میلگردهای وصله شونده محصور گردد.

**۹-۲۱-۴-۱-۶** وصله جوشی میلگردها باید به صورت یکی از روش‌های اتصال جوشی نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی) یا اتصال جوشی ذوبی با الکترود (جوش با قوس الکتریکی) انجام شود. مقاومت این وصله‌ها در کشش باید حداقل برابر با $1/47 A_b f_{yd}$ باشد، مگر آنکه الزامات بند ۹-۲۱-۴-۲-۲ تأمین شده باشد.

اتصال جوشی نوک به نوک خمیری فقط در شرایط کارخانه‌ای و در صورتی مجاز است که قطر میلگردها از ۱۰ میلیمتر برای فولادهای گرم نورد شده یا ۱۴ میلیمتر برای فولادهای سرد اصلاح شده کمتر نباشد، و نسبت سطح مقطع دو میلگرد وصله شونده از ۱/۵ تجاوز نکند.

اتصال جوشی ذوبی با الکترود در صورتی مجاز است که برای هر نوع فولاد، مطابق مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان، از الکترود و روش جوشکاری مناسب آن استفاده شود.

اتصال جوشی ذوبی با الکترود به‌طور معمول به یکی از روش‌های (الف) تا (پ) این بند انجام می‌پذیرد:

الف- اتصال جوشی پهلو به پهلو با جوش از یک‌رو یا دورو، که فقط برای میلگردهای گرم نورد شده با قطر ۶ تا ۳۶ میلیمتر مجاز است. در این روش طول نوار جوش از یک‌رو نباید از ۱۰ برابر

قطر میلگرد کوچکتر، کمتر باشد و طول نوار جوش دورو نباید از ۵ برابر قطر میلگرد کوچکتر، کمتر اختیار شود.

ب- اتصال جوشی با وصله یا وصله‌های جانبی اضافه با جوش از یک‌رو یا دورو، فقط برای میلگردهای گرم نورد شده مجاز است. حداقل طول نوار جوش برای اتصال هر میلگرد به وصله یا وصله‌ها مشابه اتصال جوشی پهلو به پهلو است.

پ- اتصال جوشی نوک به نوک با پشت بند با آمادگی یا بدون آمادگی سر میلگردها، که طول پشت بند نباید کمتر از ۳ برابر قطر میلگردها برای فولادهای گرم نورد شده یا ۸ برابر قطر میلگردها برای فولادهای سرد اصلاح شده اختیار شود. فاصله دو سر میلگردهای وصله شونده از هم در حالت با آمادگی ۳ میلیمتر و در حالت بدون آمادگی باید معادل نصف قطر میلگردها باشد. در مورد فولادهای سرد اصلاح شده آماده کردن سر هر دو میلگرد الزامی است. در صورتی که میلگردهای وصله شونده در وضعیت قائم یا نزدیک به قائم قرار گیرند، آماده کردن انتهای میلگرد فوقانی الزامی است و انتهای میلگرد تحتانی باید عمود بر محور آن بریده شود.

**۹-۲۱-۴-۱-۷** وصله مکانیکی میلگردها باید درکشش و فشار دارای مقاومت حداقل برابر با $۱/۴۷ A_b f_{yd}$ باشد مگر آنکه ضابطه بند ۹-۲۱-۴-۲-۲ تأمین شده باشد.

**۹-۲۱-۴-۱-۸** وصله‌های اتکایی فقط برای میلگردهای تحت فشار با قطر ۲۵ میلیمتر و بیشتر مجاز است و رعایت ضوابط بند ۹-۲۱-۴-۳-۳ در آنها الزامی است.

### ۹-۲۱-۴-۲ وصله میلگردهای کششی

**۹-۲۱-۴-۲-۱** در وصله‌های پوششی، طول پوشش باید حداقل برابر با $۱/۳ l_d$ باشد. تنها در مواردی که دو شرط (الف) و (ب) این بند بطور توأم تأمین باشد طول پوشش را می‌توان به مقدار $l_d$ کاهش داد:

الف ـ مقدارآرماتور موجود در ناحیه طول پوشش حداقل به اندازه دو برابر مقدار مورد نیاز باشد.

ب ـ حداکثر نصف آرماتور موجود در مقطع در ناحیه طول پوشش وصله شوند.

$l_d$ طول گیرایی میلگرد در کشش است که باید براساس ضوابط بند ۹-۲۱-۲-۴ محاسبه شود. در محاسبه $l_d$، ضریب اضافه آرماتور موضوع بند ۹-۲۱-۲-۸ باید برابر با یک منظور شود.

طول پوشش در هیچ حالت نباید کمتر از ۳۰۰ میلیمتر اختیار شود.

**۹-۲۱-۴-۲-۲** در وصله‌های جوشی یا مکانیکی در مواردی که مقدار آرماتور موجود در مقطع کمتر از دو برابر مورد نیاز باشد، مقاومت وصله باید برابر با $1/47 A_b f_{yd}$ باشد ولی در سایر موارد مقاومت وصله را می‌توان کمتر از این مقدار و مطابق ضابطه (الف) و (ب) این بند در نظر گرفت:

الف- مقاومت وصله در هر میلگرد باید چنان باشد که کل میلگردهای موجود در این مقطع بتوانند نیرویی حداقل معادل دو برابر نیروی لازم در آن مقطع را تحمل نمایند. این نیرو نباید کمتر از ۱۴۰ مگاپاسکال برای کل میلگردها در نظر گرفته شود. فاصله وصله‌ها از یکدیگر در مقاطع مختلف متوالی نباید کمتر از ۶۰۰ میلیمتر باشد.

ب - نیروی کششی مقاوم مورد نظر در بند الف را باید برای میلگردهای وصله داده شده برابر با نیروی مقاوم وصله وبرای میلگردهای وصله نشده برابر $A_b f_y$ آنها که به نسبت طول واقعی مهار شده به طول گیرایی لازم آنها کاهش داده شده است، محاسبه نمود.

**۹-۲۱-۴-۲-۳** در قطعات کششی وصله میلگردها باید تنها به وسیله وصله‌های جوشی یا مکانیکی انجام شود و در آنها ضوابط بند ۹-۲۱-۴-۱-۶ یا ۹-۲۱-۴-۱-۷ رعایت گردد. فاصله وصله‌ها درمیلگردهای مجاور هم باید بیشتر از ۷۵۰ میلیمتردر نظر گرفته شود.

### ۹-۲۱-۴-۳ وصله میلگردهای فشاری

**۹-۲۱-۴-۳-۱** در وصله‌های پوششی، طول پوشش برای فولادهای از رده S۴۰۰ یا پایین‌تر باید حداقل برابر با $0/08 f_{yd} d_b$ و برای فولادهای مقاوم‌تر برابر با $(0/15 f_{yd} - 24) d_b$ باشد. این طول در هر حال نباید کمتر از ۳۰۰ میلیمتر اختیار شود.

**۹-۲۱-۴-۳-۲** در مواردی که میلگردهای با قطرهای مختلف با وصله پوشش بهم متصل می‌شوند طول پوشش باید برابر بزرگترین دو مقدار، طول گیرایی میلگرد با قطر بزرگتر یا طول پوشش لازم برای میلگرد با قطر کوچکتر، در نظر گرفته شود. میلگردهای با قطر بزرگتر از ۳۶ میلیمتر را می‌توان به میلگردهای با قطر کوچکتر از ۳۶ میلیمتر اتصال داد.

**۹-۲۱-۴-۳-۳** در وصله‌های اتکایی که در آنـها برای انتقال فشار از یک میلگرد به دیگری، انتهای آن دو به هم تکیه داده می‌شوند، باید سطوح انتهای میلگردها کامـلاً گونیا بریده شوند و تماس آن دو تا حد امکان کامل باشد. زاویـه سـطـح انتهایی هر میلـگرد نباید نسبت به سطح عمود بر محور میلگرد بیش از ۱/۵ درجه انحراف داشته باشد و سطح تماس دو میلگرد بعد از سوار شدن نیز نباید بیش از ۳ درجه نـسبـت به اتکای کامل انحراف داشته باشد. این نوع وصله تنها در قطعاتی که دارای خاموت عرضی بسته یا مارپیچ هستند، مجاز می‌باشد.

### ۹-۲۱-۴-۴ ضوابط خاص وصله آرماتورها در ستون‌ها

**۹-۲۱-۴-۴-۱** در ستون‌ها وصله آرمـاتـورها مـی‌تـواند از نوع پوششـی، جوشی، مکانیکی و یا اتکایی باشد. وصـلـه آرمـاتـورهـا بـایـد بـرای تـمـامـی ترکـیـبات بارگذاری مناسب باشد.

**۹-۲۱-۴-۴-۲** وصله پوششی میلگردهایی که در فشار قرار دارند مشمول ضوابط این نوع وصله‌ها در فشار و میلگردهایی که در کشش قرار دارند مشمول ضوابط این نوع میلگردها در کشش می‌شوند. در میلگردهای کششی چنانچه تنش موجود در آنها کمتر از $۰/۵۶ f_{yd}$ و تعداد میلگردهایی که در طول ناحیه پوشش وصله می‌شوند، کمتر از نصف میلگردهای کششی باشد طول پوشش باید حداقل برابر با $l_d$ و در غیر اینصورت باید حداقل برابر با $۱/۳ l_d$ در نظر گرفته شود. در حالت اول فاصله وصله‌ها در میلگردهای مختلف از یکدیگر نباید کمتر از $l_d$ اختیار شود.

**۹-۲۱-۴-۴-۳** در قطعات تحت فشار چنانچه در ناحیه وصله پوششی آرماتور عرضی به صورت خاموت با سطح مقطع بیشتر از$۰/۰۰۱۵$hs وجود داشته باشد طول پوشش را می‌توان به اندازه ۲۰ درصد و چنانچه آرماتور عرضی به صورت مارپیچ وجود داشته باشد، طول پوشش را می‌توان به اندازه ۲۵ درصد کاهش داد. طول پوشش در هر حال نباید کمتر از ۳۰۰ میلیمتر اختیار شود. در محاسبه سطح مقطع خاموت تنها سطح مقطع شاخه‌های عمود در امتداد h منظور می‌گردد.

**۹-۲۱-۴-۴-۴** در ستون‌ها وصله‌های اتکایی میلگردها را مطابق ضابطه بند ۹-۲۱-۴-۳-۳ می‌توان به کار برد مشروط بر آنکه یا این نوع وصله برای هر تعداد از میلگردها در مقاطع مختلف انجام شود و یا در محل وصله، میلگرد اضافی به کار برده شود، بـه طوری کـه مقاومت میلگردهایی که در محل وصله ادامه دارند، حداقل معادل با یک چهارم مقدار $A_b f_y$ برای تمامی میلگردهای موجود در آن وجه ستون باشد.

**۹-۲۱-۴-۴-۵ طول وصله دورپیچ‌ها**

آرماتورهای دورپیچ را می‌توان با طول‌های داده شده در زیر وصله نمود:

۱- میلگردهای آجدار $۴۸d_b$

۲- میلگردهای ساده $۷۲d_b$

۳- میلگردهای آجدار اندود شده $۷۲d_b$

۲- میلگردهای ساده و آجدار با قلاب استاندارد انتهایی (قلاب در بتن هسته قرار گیرد) $۴۸d_b$

# ۹-۲۲ ضوابط ویژه طراحی در برابر آتش‌سوزی

## ۹-۲۲- ۰ علائم اختصاری

$T$ = دمای بتن یا فولاد، درجه سلسیوس

$f_{ct}$ = مقاومت فشاری بتن در دمای $T$، مگاپاسکال

$f_{yt}$ = تنش حد تسلیم فولاد در دمای $T$، مگاپاسکال

$\lambda_1$ = ضریب کاهش مقاومت بتن تحت افزایش دمای T

$\lambda_2$ = ضریب کاهش مقاومت فولاد تحت افزایش دمای T

$\rho$ = درصد فولاد ستون خارج از محل وصله

## ۹-۲۲-۱ گستره

از آنجا که در هر ساختمان کلیه پیش‌بینی‌ها و تمهیدات لازم جهت ایمنی ساکنان و متصرفان در برابر حریق باید فراهم گردد، ضروری است طراحی و ساخت ساختمان‌ها به نحوی صورت گیرد که با توجه به کاربری، ابعاد و تعداد طبقات به مدت مناسبی در برابر حریق مقاومت نموده و از گسترش حریق به فضاها یا ساختمان‌های مجاور جلوگیری شود. هدف از مطالب این فصل، ارائه حداقل ضوابط، ابعاد و مشخصات اجزای سازه‌ای به منظور مقاومت در برابر حریق در مواردی می‌باشد که تمهیداتی همچون استفاده از مواد ضد حریق و اندودها و ... به منظور ایجاد این مقاومت در ساختمان پیش‌بینی نشده باشد.

علاوه برمطالب این فصل ضروری است ضوابط مندرج در مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان نیز رعایت شود.

## ۹-۲۲-۲ مدت زمان مقاومت در برابر حریق

حداقل زمان لازم برای تخلیه افراد و اشیاء مهم (مدت زمان مقاومت) بسته به عوامل زیر بین ۳۰ دقیقه تا۲۴۰ دقیقه انتخاب می‌شود.

ـ نوع کاربری ساختمان

ـ مشخصات هندسی ساختمان (تعداد طبقات و وسعت هر طبقه)

ـ میزان جمعیت ساکن در بنا

ـ نوع مصالح اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای

ـ فاصله ساختمان از بناهای مجاور

ـ مشخصات تأسیسات مکانیکی و برقی و سیستم‌های اعلام و اطفای حریق

مدت زمان مقاومت در برابر حریق نباید از مقادیر زیرکمتر در نظرگرفته شود:

ـ در ساختمان‌های خصوصی۲ تا ۵ طبقه : ۶۰ دقیقه

ـ در ساختمان‌های خصوصی۶ تا۱۰ طبقه : ۹۰ دقیقه

ـ در ساختمان‌های خصوصی۱۱ تا۲۰ طبقه و با جمعیت کمتر از ۳۰۰ نفر:۱۲۰دقیقه

ـ در ساختمان‌های عمومی یا ساختمان‌های خصوصی با جمعیت بیش از ۳۰۰ نفر: ۱۵۰دقیقه

ـ در ساختمان‌های ویژه (از نظر تمهیدات یا خدمت رسانی): ۲۴۰ دقیقه

## ۹-۲۲-۳ اثر تغییرات درجه حرارت بر مقاومت مصالح مصرفی

در بررسی عملکرد اجزای سازه‌ای لازم است اثر تغییرات مقاومت بتن و فولاد برحسب افزایش درجه حرارت به شرح زیر منظور شود:

در جداول ۹-۲۲-۱ و ۹-۲۲-۲ تغییرات متوسط مقاومت بتن و فولاد برحسب تغییرات دما ارائه شده است.

### ۹-۲۲-۳-۱ بتن

مقدار مقاومت فشاری بتن در دمای $T$ درجه از رابطه (۹-۲۲-۱) تعیین می‌شود:

$$f_{cT} = \lambda_1 f_c \qquad (۹-۲۲-۱)$$

مقادیر $\lambda_1$ به ازای دماهای مختلف از جدول ۹-۲۲-۱ تعیین می‌گردد.

### ۹-۲۲-۳-۲ فولاد

مقدار تنش حد تسلیم فولاد در دمای $T$ درجه از رابطه (۹-۲۲-۲) تعیین می‌شود:

$$f_{yt} = \lambda_2 f_y \qquad (۹-۲۲-۲)$$

مقادیر $\lambda_2$ به ازای دماهای مختلف برای فولاد نرمه و فولاد سخت از جدول ۹-۲۲-۲ تعیین می‌گردد.

**جدول ۹-۲۲-۱ $\lambda_1$ نسبت به دما**

| $\lambda_1$ | T(درجه سلسیوس) |
|---|---|
| ۰/۹۲ | ۳۰۰ |
| ۰/۷۷ | ۴۰۰ |
| ۰/۶ | ۵۰۰ |
| ۰/۴۵ | ۶۰۰ |
| ۰/۳۴ | ۷۰۰ |
| ۰/۲۳ | ۸۰۰ |
| ۰ | ۱۰۰۰ |

**جدول ۹-۲۲-۲ $\lambda_2$ نسبت به دما**

| T(درجه سلسیوس) | $\lambda_2$ | |
|---|---|---|
| | فولاد نرم | فولاد سخت |
| ۳۰۰ | ۰/۹۳ | ۱ |
| ۴۰۰ | ۰/۸۱ | ۰/۸ |
| ۵۰۰ | ۰/۶۴ | ۰/۵۵ |
| ۶۰۰ | ۰/۵۵ | ۰/۳۵ |
| ۷۰۰ | ۰/۱۲ | ۰/۱۸ |
| ۷۵۰ | ۰ | ۰ |

## ۹-۲۲-۴ ملاحظات طراحی

طراحی اجزای بتن‌آرمه در مقابل حریق در حالت حدی نهایی مقاومت انجام می‌گیرد. اثر افزایش درجه حرارت ناشی از حریق به دو طریق (الف) و (ب) این بند در محاسبات مطرح می‌شود:

الف) افزایش درجه حرارت یکنواخت در یک عضو یا جمعی از اعضای سازه‌ای و اثرات انبساط حاصله در توزیع نیروهای داخلی سیستم‌های نامعین

ب) اثر گرادیان حرارتی (اختلاف درجه حرارت) در اجزای بتنی و تغییر شکل‌های حاصله که باعث ایجاد نیروهای داخلی در اعضاء می‌شود.

### ۹-۲۲-۴-۱ ستون‌ها

در ستون‌های ساختمان‌های با مدت زمان مقاومت در برابر حریق ۹۰ دقیقه یا بیشتر، ملاحظات زیر باید رعایت شود. در صورت پیش‌بینی پوشش‌های ضد حریق روی اجزای ساختمان می‌توان در محدودیت‌های ذکر شده تجدید نظر نمود:

ـ لاغری ستون‌ها مطابق رابطه (۹-۲۲-۳) محدود می‌گردد.

$$\frac{KL_u}{r} \le ۵۰ \qquad (۹-۲۲-۳)$$

ـ درصد فولاد ستون‌ها (غیر از محل وصله‌ها) مطابق رابطه (۹-۲۲-۴) محدود می‌شود.

$$\rho_{max} = ۰/۰۲۵ \qquad (۹-۲۲-۴)$$

ـ میلگردهای طولی باید در امتداد وجوه ستون توزیع شده و میلگردهای عرضی نیز در محیط و سطح میانی مقطع توزیع شوند.

ـ برای محصور کردن بتن و آرماتورهای طولی نباید فقط به خاموت‌های محیطی اکتفا شود، بلکه باید سنجاق‌ها و خاموت‌های میانی نیز به طور همزمان در آنها به کار برده شود.

ضوابط هندسی الزامی ستون‌ها در جدول ۹-۲۲ -۳ ارائه شده است.

**جدول۹-۲۲-۳ ضوابط هندسی الزامی ستون‌ها، از نظر مقاومت در برابرحریق**

| ردیف | مدت زمان مقاومت در برابر حریق (دقیقه) | حداقل کوچکترین بعد مقطع ستون (b) (میلی‌متر) | حداقل فاصله مرکز میلگردهای سفره خارجی تا وجه ستون (a) (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰ | ۱۵۰ | ۲۵ |
| ۲ | ۶۰ | ۲۰۰ | ۳۵ |
| ۳ | ۹۰ | ۲۴۰ | ۵۰ |
| ۴ | ۱۲۰ | ۳۰۰ | ۵۰ |
| ۵ | ۱۸۰ | ۴۰۰ | ۵۰ |
| ۶ | ۲۴۰ | ۴۵۰ | ۵۵ |

### ۹-۲۲-۴-۲ تیرها

- ضوابط هندسی الزامی تیرها در جدول‌های ۹-۲۲-۴ و۹-۲۲-۵ ارائه شده است.
- میلگردهای طولی باید در عرض تیر توزیع شده و میلگردهای عرضی نیز علاوه بر خاموت خارجی در بخش میانی مقطع تعبیه گردند.

**جدول۹-۲۲-۴ ضوابط هندسی الزامی‌تیرهای ساده، از نظر مقاومت در برابر حریق**

| ردیف | مدت زمان مقاومت در برابر حریق (دقیقه) | عرض تیر (b) (میلی‌متر) | حداقل فاصله مرکز هر یک از میلگردها تا وجه خارجی تیر (a) (میلی‌متر) | حداقل ضخامت جان $(b_w)$ (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰ | ۸۰ | ۲۵ | ۸۰ |
| ۲ | | ۱۲۰ | ۱۵ | |
| ۳ | | ۱۶۰ | ۱۰ | |
| ۴ | | ۲۰۰ | ۱۰ | |
| ۵ | ۶۰ | ۱۲۰ | ۴۰ | ۱۰۰ |
| ۶ | | ۱۶۰ | ۳۵ | |
| ۷ | | ۲۰۰ | ۳۰ | |
| ۸ | | ۳۰۰ | ۲۵ | |
| ۹ | ۹۰ | ۱۵۰ | ۵۵ | ۱۲۰ |
| ۱۰ | | ۲۰۰ | ۴۵ | |
| ۱۱ | | ۲۵۰ | ۴۰ | |
| ۱۲ | | ۴۰۰ | ۳۵ | |
| ۱۳ | ۱۲۰ | ۲۰۰ | ۶۵ | ۱۴۰ |
| ۱۴ | | ۲۴۰ | ۵۵ | |
| ۱۵ | | ۳۰۰ | ۵۰ | |
| ۱۶ | | ۵۰۰ | ۴۵ | |
| ۱۷ | ۱۸۰ | ۲۴۰ | ۸۰ | ۱۶۰ |
| ۱۸ | | ۳۰۰ | ۷۰ | |
| ۱۹ | | ۴۰۰ | ۶۵ | |
| ۲۰ | | ۶۰۰ | ۶۰ | |
| ۲۱ | ۲۴۰ | ۲۸۰ | ۹۰ | ۱۸۰ |
| ۲۲ | | ۳۵۰ | ۸۰ | |
| ۲۳ | | ۵۰۰ | ۷۵ | |
| ۲۴ | | ۷۰۰ | ۷۰ | |

**جدول۹-۲۲-۵ ضوابط هندسی الزامی تیرهای یکسره، از نظر مقاومت در برابر حریق**

| ردیف | مدت زمان مقاومت در برابر حریق (دقیقه) | عرض تیر (b) (میلی‌متر) | حداقل فاصله مرکز هر یک از میلگردها تا وجه خارجی تیر(a) (میلی‌متر) | حداقل ضخامت جان $(b_w)$ (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰ | ۸۰ | ۱۲ | ۸۰ |
| ۲ | | ۱۲۰ | ۱۲ | |
| ۳ | ۶۰ | ۱۲۰ | ۲۵ | ۱۰۰ |
| ۴ | | ۲۰۰ | ۱۲ | |
| ۵ | | ۳۰۰ | ۱۲ | |
| ۶ | ۹۰ | ۱۵۰ | ۳۵ | ۱۲۰ |
| ۷ | | ۲۵۰ | ۲۵ | |
| ۸ | | ۴۰۰ | ۲۵ | |
| ۹ | ۱۲۰ | ۲۰۰ | ۴۵ | ۱۴۰ |
| ۱۰ | | ۳۰۰ | ۳۵ | |
| ۱۱ | | ۵۰۰ | ۳۵ | |
| ۱۲ | ۱۸۰ | ۲۴۰ | ۵۰ | ۱۶۰ |
| ۱۳ | | ۶۰۰ | ۵۰ | |
| ۱۴ | ۲۴۰ | ۲۸۰ | ۶۰ | ۱۸۰ |
| ۱۵ | | ۷۰۰ | ۶۰ | |

### ۹-۲۲-۴-۳ دال‌ها

ضوابط هندسی الزامی دال‌ها در جدول‌های ۹-۲۲-۶ و ۹-۲۲-۷ ارائه شده است.

**جدول۹-۲۲-۶ ضوابط هندسی الزامی دال‌های با تکیه‌گاه ساده، از نظر مقاومت در برابر حریق**

| ردیف | مدت زمان مقاومت در برابر حریق (دقیقه) | حداقل ضخامت دال ($h_s$) (میلی‌متر) | حداقل فاصله مرکز هر یک از میلگردها تا وجه خارجی (a) (میلی‌متر) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | در دال‌های یکطرفه | در دال‌های دو طرفه | |
| | | | | $l_x/l_y \geq$ ۲/۰ | $l_x/l_y \leq$ ۲/۰ |
| ۱ | ۳۰ | ۶۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ |
| ۲ | ۶۰ | ۸۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ |
| ۳ | ۹۰ | ۱۰۰ | ۳۵ | ۱۵ | ۳۵ |
| ۴ | ۱۲۰ | ۱۲۰ | ۴۵ | ۲۰ | ۴۵ |
| ۵ | ۱۸۰ | ۱۵۰ | ۶۰ | ۳۰ | ۶۰ |
| ۶ | ۲۴۰ | ۱۷۵ | ۷۰ | ۴۰ | ۷۰ |

**جدول ۹-۲۲-۷ ضوابط الزامی هندسی دال‌های یکسره، از نظر مقاومت در برابر حریق**

| ردیف | مدت زمان مقاومت در برابر حریق (دقیقه) | حداقل ضخامت دال ($h_s$) (میلی‌متر) | حداقل فاصله مرکز هر یک از میلگردها تا وجه خارجی(a) (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰ | ۶۰ | ۱۰ |
| ۲ | ۶۰ | ۸۰ | ۱۰ |
| ۳ | ۹۰ | ۱۰۰ | ۱۵ |
| ۴ | ۱۲۰ | ۱۲۰ | ۲۰ |
| ۵ | ۱۸۰ | ۱۵۰ | ۳۰ |
| ۶ | ۲۴۰ | ۱۷۵ | ۴۰ |

# ۹-۲۳ ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله

## ۹-۲۳-۰ علائم اختصاری

$A_g$ = سطح مقطع کل قطعه، میلی‌متر مربع

$A_c$ = مساحت قسمتی از مقطع که داخل میلگرد دورپیچ واقع شده است. این مساحت بر اساس اندازه پشت تا پشت میلگرد دورپیچ محاسبه می‌شود، میلی‌متر مربع

$A_{ch}$ = مساحت مقطع بتن یک پایه یا یک قطعه دیوار افقی، که در مقابل برش مقاومت می‌کند، میلی‌متر مربع

$A_{cp}$ = مساحت خالص مقطع بتن محدود به ضخامت جان و طول مقطع در امتدادی که نیروی برشی در نظر گرفته می‌شود، میلی‌متر مربع

$A_{cv}$ = حداقل مساحت مقطع داخلی اتصال در صفحه‌ای به موازات محور آرماتوری که در اتصال ایجاد برش می‌کند، میلی‌متر مربع

$A_j$ = عمق این مقطع برابر با عمق کلی مقطع ستون است. در مواردی که تیر اصلی به تکیه‌گاهی به پهنای بیشتر اتصال می‌یابد عرض مؤثر اتصال کوچکترین دو مقدار (الف) و (ب) اختیار شود:

الف- عرض تیر به اضافه عمق کل مقطع اتصال.

ب- دو برابر کوچکترین فاصله محور تیر از بر ستون در جهت عمود بر محور تیر.

$A_{sh}$ = سطح مقطع کل آرماتور عرضی، با احتساب رکابی‌های تک شاخه‌ای، در فاصله s در امتداد عمود بر بعد $h_c$، میلی‌متر مربع

$A_v$ = سطح مقطع کل آرماتور برشی در فاصله s در امتداد عمود بر محور طولی عضو، میلی متر مربع

$A_{vd}$ = سطح مقطع میلگردهای قطری، میلی‌متر مربع

$b$ = پهنای بال موثر فشاری، میلی‌متر

$d$ = ارتفاع مؤثر مقطع، میلی‌متر

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$f_{cd}$ = مقاومت محاسباتی بتن که برابر است با $\phi_c f_c$، مگاپاسکال

$f_y$ = مقاومت مشخصه فولاد $(f_{yk})$، مگاپاسکال، که برای تسهیل کار در این فصل حرف $k$ در زیرنویس حذف شده است.

$f_{yd}$ = مقاومت محاسباتی فولاد که برابر است با $\phi_s f_y$، مگاپاسکال

$f_{yh}$ = مقاومت مشخصه آرماتور عرضی، مگاپاسکال

$h_c$ = بعد مقطع ستون در جهت عرضی (محور تا محور میلگردهای محصورکننده)، میلی‌متر

$h_w$ = ارتفاع کل دیوار یا دیافراگم، ارتفاع قطعه ای از دیوار یا دیافراگم، میلی‌متر

$l_d$ = طول گیرایی میلگرد مستقیم، میلی‌متر

$l_{dh}$ = طول گیرایی میلگرد قلابدار، میلی‌متر

$\ell_0$ = طول ناحیه بحرانی که در آن باید آرماتور عرضی ویژه به کار برده شود، میلی‌متر

$l_w$ = طول دیوار، میلی‌متر

$M_c$ = به بند ۹-۲۳-۴-۲-۴-۱ رجوع شود، کیلونیوتن- میلی‌متر

$M_b$ = به بند ۹-۲۳-۴-۲-۴-۱ رجوع شود، کیلونیوتن- میلی‌متر

$M_n$ = لنگر خمشی مقاوم اسمی، به بند ۹-۲۳-۲-۱-۸ رجوع شود، کیلونیوتن- میلی‌متر

$M_{pr}$ = لنگر خمشی مقاوم محتمل، کیلونیوتن- میلی‌متر

$M_r$ = لنگر خمشی مقاوم مقطع، کیلونیوتن- میلی‌متر

$N_u$ = نیروی محوری نهایی در مقطع، کیلونیوتن

$s$ = فاصله بین سفره‌های میلگردهای عرضی در امتداد محور طولی عضو، میلی‌متر

$V_r$ = نیروی برشی مقاوم مقطع، کیلونیوتن

$V_u$ = نیروی برشی نهایی در مقطع، کیلونیوتن

$v_c$ = مقاومت برشی بتن، رابطه (۹ -۱۵-۴)، مگاپاسکال

$\alpha_c$ = به بند ۹-۲۳-۴-۵-۲-۲ مراجعه شود.

$\phi_c$ = ضریب جزئی ایمنی بتن

$\phi_s$ = ضریب جزئی ایمنی فولاد

$\phi_n$ = ضریب اصلاحی مقاومت

$\rho_s$ = نسبت حجم میلگرد دورپیچ به حجم بتن محصور شده که از پشت تا پشت میلگرد دورپیچ اندازه‌گیری می‌شود.

$\rho_v$ = نسبت میلگرد قائم بر صفحه برشی $A_{cv}$ به سطح $A_v$

$\rho_n$ = نسبت میلگرد برشی توزیع شده در صفحه‌ای عمود بر صفحه برشی $A_{cv}$

## ۹-۲۳-۱ گستره

**۹-۲۳-۱-۱** ضوابط این فصل باید در طرح و ساخت اعضای ساختمان‌هایی که در آنها نیروهای طراحی ناشی از زلزله بر اساس استهلاک انرژی در ناحیه غیر خطی پاسخ ساختمان‌ها محاسبه شده‌اند، رعایت شوند.

**۹-۲۳-۱-۲** در طراحی ساختمان‌های مشمول این فصل رعایت ضوابط سایر فصول مبحث نهم به جز مواردی که در این فصل به نحو دیگری مقرر شده‌اند، الزامی است.

**۹-۲۳-۱-۳** در طراحی ساختمان‌های مشمول این فصل می‌توان ضوابط این فصل را رعایت ننمود، مشروط بر آنکه با شواهد آزمایشگاهی و تحلیلی نشان داده شود که مقاومت ساختمان در مقابل بارهای رفت و برگشتی از مقداری که در ساختمان طراحی شده براساس ضوابط این فصل کمتر نیست.

## ۹-۲۳-۲ ضوابط کلی طراحی

### ۹-۲۳-۲-۱ تعاریف

**۹-۲۳-۲-۱-۱ آرماتورگذاری عرضی ویژه**

آرماتورگذاری عرضی در اعضای تحت فشار و خمش که مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۲-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۲-۳-۶ انجام شده باشد.

**۹-۲۳-۲-۱-۲ اعضای تحت فشار و خمش و اعضای تحت خمش**

اعضای تحت فشار و خمش به اعضایی اطلاق می‌شود که در آنها علاوه بر وجود لنگر خمشی نیروی محوری فشاری نهایی‌بیشتر از $۰/۱۵f_{cd}A_g$ باشد. در صورتی که نیروی محوری فشاری نهایی کمتر از این مقدار باشد، عضو خمشی محسوب می‌شود.

**۹-۲۳-۲-۱-۳ اجزای جمع‌کننده**

اجزایی‌که بخشی از نیروهای اینرسی ناشی‌از زلزله داخل دیافراگم را به سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی منتقل می‌کنند.

**۹-۲۳-۲-۱-۴ اجزای مرزی**

اجزایی در امتداد لبه دیوارها یا دیافراگم‌ها که با آرماتورهای طولی و عرضی‌تقویت شده باشند. این اجزا می‌توانند هم‌ضخامت دیوارها یا دیافراگم‌ها و یا ضخیم‌تر از آنها باشند. در صورت لزوم می‌توان در لبه‌های بازشوها در دیوارها و دیافراگم‌ها نیز از اجزای مرزی استفاده کرد.

**۹-۲۳-۲-۱-۵ شکل‌پذیری**

عبارت است از قابلیت استهلاک انرژی توسط رفتار غیرالاستیک کل ساختمان یا اعضای آن تحت اثر تغییرشکل‌های رفت و برگشتی با دامنه بزرگ بدون کاهش قابل ملاحظه در مقاومت آنها.

**۹-۲۳-۲-۱-۶ قلاب دوخت**

میلگردی که در یک انتها دارای قلابی با زاویه خم حداقل ۱۳۵ درجه و قسمت مستقیم انتهایی به طول‌حداقل ۶ برابر قطر میلگرد یا ۷۵ میلیمتر و در انتهای دیگر دارای قلابی با زاویه خم حداقل ۹۰ درجه و قسمت مستقیم انتهایی به طول حداقل ۸ برابر قطر میلگرد باشد. این قلاب‌ها باید میلگردهای طولی واقع در محیط مقطع عضو را در برگیرند. محل خم ۹۰ درجه قلاب‌ها باید به صورت یک در میان، در مقاطع متوالی در طول عضو، عوض شود.

**۹-۲۳-۲-۱-۷ کلاف‌ها**

قطعاتی که معمولاً به صورت عضو کششی نیروهای اینرسی ناشی از زلزله را منتقل می‌کنند و مانع جدا شدن اجزای دیگر ساختمان مانند شالوده‌ها و دیوارها از یکدیگر می‌شوند.

**۹-۲۳-۲-۱-۸ لنگر خمشی مقاوم اسمی**

لنگر خمشی مقاوم اسمی مساوی است با لنگر خمشی مقاوم با فرض $f_S = f_y$، $\phi_c = \phi_s = ۱$ ($f_s$، مقاومت میلگردهای فولادی می‌باشد).

**۹-۲۳-۲-۱-۹ لنگر خمشی مقاوم محتمل**

لنگر خمشی مقاوم محتمل مساوی است با لنگر خمشی مقاوم با فرض $f_s = ۱/۲۵ f_y$، $\phi_c = \phi_s = ۱$ ($f_s$، مقاومت میلگردهای فولادی می‌باشد).

**۹-۲۳-۲-۱-۱۰ ناحیه بحرانی**

ناحیه‌ای است که در آن مفصل پلاستیکی تحت اثر بارهای زلزله طراحی ایجاد می‌شود.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۱ هسته محصور**

قسمتی از سطح مقطع عضو، که در داخل میلگردهای عرضی و یا طولی محصور شده باشد.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۲ بتن پوسته**

بتن قسمتی از مقطع عضو که در خارج از قسمت محصور شده با میلگردهای عرضی هسته، واقع شده باشد.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۳ تراز پایه**

ترازی که فرض می‌شود تکان‌های زلزله تا آن تراز از زمین به ساختمان منتقل می‌شود و از آن تراز به بالا ساختمان حرکت جداگانه خود را نسبت به زمین دارا است. این تراز لزوماً در محاذات سطح زمین نیست.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۴ تنگ ویژه**

خاموتی است بسته متشکل از یک یا چند میلگرد که هر یک از آنها در دو انتها به قلاب ویژه ختم شده باشند. تنگ ویژه می‌تواند به صورت دورپیچ باشد و در دو انتها به قلاب ویژه ختم شود.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۵ دیافراگم‌های سازه‌ای**

قطعات سازه‌ای مانند دال‌های کف و سقف که نیروهای اینرسی ناشی از زلزله را به سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی منتقل می‌کنند.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۶ دیوارهای سازه‌ای**

دیوارهایی که برای مقاومت در برابر ترکیبی از نیروهای محوری، لنگرهای خمشی و نیروی برشی ناشی از بارهای زلزله و همچنین بارهای ثقلی آنها طراحی می‌شوند.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۷ دیوار برشی**

دیوار برشی نوعی دیوار سازه‌ای که به عنوان عامل مقاوم در برابر بارهای جانبی تعبیه می‌شود.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۸ دیوار همبسته**

دیوار همبسته از دو یا چند دیوار برشی‌که با تیرهایی با شکل پذیری زیاد بهم متصل شده‌اند تشکیل یافته است.

**۹-۲۳-۲-۱-۱۹ قلاب ویژه**

قلابی است با خم حداقل ۱۳۵ درجه با انتهای مستقیمی به طول حداقل ۶ برابر قطر میلگرد و یا ۷۵ میلیمتر. این قلاب باید میلگردهای طولی را دربرگیرد و انتهای آن به سمت داخل خاموت متمایل باشد.

**۹-۲۳-۲-۱-۲۰ سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی**

قسمتی از ساختمان که برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی زلزله محاسبه شده باشد.

**۹-۲۳-۲-۱-۲۱ مفصل پلاستیکی**

مقطعی از عضو که در آن میلگرد کششی به حد جاری شدن رسیده باشد و هنوز کرنش بتن به حد نهایی خود نرسیده باشد.

**۹-۲۳-۲-۱-۲۲ ناحیه پلاستیکی**

قسمتی از عضو که در آن ضمن تشکیل شدن مفصل پلاستیک ، دوران پلاستیک صورت گیرد.

### ۹-۲۳-۲-۲ تحلیل سازه

**۹-۲۳-۲-۲-۱** در تحلیل سازه برای بارهای جانبی باید عملکرد توأم تمامی اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای که بر اساس خواص مکانیکی مصالح، بر بازتاب خطی و غیرخطی آن تأثیر دارند، منظور شود.

**۹-۲۳-۲-۲-۲** استفاده از اجزای صلب در ساختمان، به صورتی که جزء سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی نباشند، مجاز است مشروط بر آنکه اثر این اجزاء در بازتاب سیستم در برابر بارهای جانبی بررسی شده و در محاسبات منظور شود. پیامدهای ناشی از خرابی احتمالی اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای‌که جزء سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی نیستند نیز باید بررسی شوند.

**۹-۲۳-۲-۲-۳** اعضای سازه‌ای که در زیر تراز پایه آن قرار دارند، در صورتی که برای انتقال بارهای زلزله به شالوده مورد نیاز باشند باید براساس ضوابط این فصل طراحی شوند.

**۹-۲۳-۲-۲-۴** در ساختمان‌هایی که برای حد شکل‌پذیری زیاد طراحی می‌شوند، تمامی اعضای ساختمان که جزء سیستم مقاوم دربرابر بار جانبی زلزله نیستند باید بر اساس ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۶ طراحی شوند.

### ۹-۲۳-۲-۳ مشخصات مصالح

**۹-۲۳-۲-۳-۱** بتن مورد استفاده در اجزای مقاوم در برابر زلزله برای ساختمان‌های با شکل پذیری زیاد باید از رده C۲۵ و یا بالاتر و برای ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط از رده C۲۰ و یا بالاتر باشد.

**۹-۲۳-۲-۳-۲** در قاب‌ها و یا اجزای مرزی دیوارها که برای مقابله با نیروهای جانبی زلزله به کار گرفته می‌شوند، باید ضوابط بند ۹-۱۳-۷-۶ رعایت گردد.

**۹-۲۳-۲-۳-۳** استفاده از اتصالات جوشی در میلگرد طولی تنها با شرط رعایت ضوابط ۹-۲۳-۴-۱-۲-۷ و ۹-۲۳-۴-۲-۲-۵ مجاز است. بعلاوه باید از جوش دادن خاموت‌ها و سایر میلگردها به میلگردهای طولی خودداری شود.

### ۹-۲۳-۲-۴ کنترل ساختمان در شرایط بهره‌برداری

به منظور عدم محدودیت جریان بهره‌برداری در شرایط زلزله، لازم است تغییر مکان‌های جانبی ساختمان مطابق الزامات مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان محدود شود.

### ۹-۲۳-۲-۵ حدود شکل‌پذیری ساختمان

**۹-۲۳-۲-۵-۱** اجزای مقاوم در برابر بارهای جانبی زلزله باید برای یکی از سه حد شکل پذیری که در بندهای۹-۲۳-۲-۵-۲ تا ۹-۲۳-۲-۵-۴ تعریف شده‌اند، طراحی شوند. ضوابط این مقررات شرایط شکل‌پذیری کم را تأمین می‌کنند. ضوابط طراحی برای شکل‌پذیری‌های متوسط و زیاد در قسمت‌های۹-۲۳-۳ تا ۹-۲۳-۴ تعیین شده‌اند.

**۹-۲۳-۲-۵-۲** حد شکل‌پذیری کم (قاب خمشی بتن آرمه معمولی): این حد برای ساختمان‌هایی مناسب است که در آنها انتظار به وجود آمدن تغییر شکل زیاد نمی‌رود. این شرط در مناطق با خطر زلزله نسبی کم و متوسط به کار می‌رود.

**۹-۲۳-۲-۵-۳** حد شکل‌پذیری متوسط (قاب خمشی بتن آرمه متوسط با و یا بدون دیوار برشی): این حد برای ساختمان‌هایی الزامی است که در آنها بازتاب ساختمان در برابر نیروهای زلزله وارد ناحیه غیرخطی می‌شود و مقاطع ساختمان باید آنچنان طراحی شوند که از ایمنی کافی در مقابل گسیختگی ترد برخوردار باشند.

**۹-۲۳-۲-۵-۴** حد شکل‌پذیری زیاد (قاب خمشی بتن‌آرمه ویژه با و یا بدون دیوار برشی): این حد برای ساختمان‌هایی الزامی است که اعضای آنها در مقاطع خاصی باید از ظرفیت جذب و استهلاک انرژی زیاد برخوردار باشند به طوری که در صورت ایجاد مکانیزم در آنها پایداری و انسجام کلی ساختمان محفوظ مانده و از این نظر اطمینان کافی موجود باشد.

**۹-۲۳-۲-۵-۵** ساختمان‌هایی را که در آنها حدود شکل‌پذیری بیشتر تأمین می‌شود، با توجه به قابلیت جذب انرژی و رفتار غیر خطی بیشتر، می‌توان برای بارهای جانبی زلزله کمتری طراحی نمود. ضوابط مربوط به چگونگی کاهش این بارها در آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (مبحث ششم) تعیین شده‌اند.

## ۹-۲۳-۳ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری متوسط

### ۹-۲۳-۳-۱ اعضای تحت خمش در قاب‌ها ( $N_u \le ۰/۱۵ f_{cd} A_g$ )

#### ۹-۲۳-۳-۱-۱ محدودیت‌های هندسی

**۹-۲۳-۳-۱-۱-۱** در اعضای خمشی قاب‌ها محدودیت‌های هندسی (الف) تا (پ) این بند باید رعایت شوند:

الف- ارتفاع مؤثر مقطع نباید بیشتر از یک چهارم طول دهانه آزاد باشد.

ب- عرض مقطع نباید کمتر از یک چهارم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلیمتر باشد.

پ- عرض مقطع نباید:

- بیشتر از عرض عضو تکیه‌گاهی، در صفحه عمود بر محور طولی عضو خمشی، به اضافه سه‌چهارم ارتفاع عضو خمشی، در هر طرف عضو تکیه‌گاهی
- بیشتر از عرض عضو تکیه‌گاهی به اضافه یک‌چهارم بعد دیگر مقطع عضو تکیه‌گاهی، در هر طرف عضو تکیه‌گاهی اختیار شود.

**۹-۲۳-۳-۱-۱-۲** برون محوری هر عضو خمشی نسبت به ستونی که با آن قاب تشکیل می‌دهد، یعنی فاصله محورهای هندسی دو عضو از یکدیگر، نباید بیشتر از یک‌چهارم عرض مقطع ستون باشد.

#### ۹-۲۳-۳-۱-۲ آرماتورهای طولی و عرضی

**۹-۲۳-۳-۱-۲-۱** در تمامی مقاطع عضو خمشی نسبت آرماتورها، هم در پایین و هم در بالا، نباید کمتر از مقادیر $\frac{۱/۴}{f_y}$ و $\frac{۰/۲۵\sqrt{f_c}}{f_y}$ و نسبت آرماتور کششی نباید بیشتر از ۰/۰۲۵ اختیار شود. حداقل دو میلگرد با قطر مساوی یا بزرگتر از ۱۲ میلی‌متر باید هم در پایین و هم در بالای مقطع در سراسر طول ادامه یابند. ضابطه بند ۹-۱۴-۵-۲-۳ در این حالت نیز معتبر است.

**۹-۲۳-۳-۱-۲-۲** در تکیه‌گاه‌های عضو خمشی، مقاومت خمشی مثبت نباید از یک‌سوم مقاومت خمشی منفی همان تکیه‌گاه کمتر باشد. همچنین، مقاومت خمشی مثبت یا منفی در هر مقطعی در طول عضو، نباید از یک‌پنجم حداکثر مقاومت خمشی هر یک از دو انتهای عضو کمتر باشد.

**۹-۲۳-۳-۲-۱-۳** در هر عضو خمشی حداقل یک پنجم آرماتور موجود در مقاطع بر تکیه‌گاه‌ها، هر انتها که آرماتور بیشتری دارد، باید در سراسر طول تیر در بالا و پایین ادامه داده شوند.

**۹-۲۳-۳-۲-۱-۴** در اعضای خمشی در طول قسمت‌های بحرانی که در زیر مشخص می‌شوند باید خاموت بسته مطابق ضوابط بند ۹-۲۳-۳-۲-۱-۵ به کار برده شود، مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به آرماتور بیشتری را ایجاب کند:

الف- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از بر تکیه‌گاه به سمت وسط دهانه

ب- در طولی‌که در آن برای تأمین ظرفیت خمشی مقطع به آرماتور فشاری نیاز باشد.

**۹-۲۳-۳-۲-۱-۵** خاموت‌ها و فواصل‌آنها از یکدیگر باید دارای شرایط (الف) و (ب) این بند باشند:

الف- قطر خاموت‌ها کمتر از ۸ میلی‌متر نباشد.

ب- فاصله خاموت‌ها از یکدیگر بیشتر از مقادیر: یک‌چهارم ارتفاع مؤثر مقطع، ۸ برابر قطر کوچکترین آرماتور طولی، ۲۴ برابر قطر خاموت‌ها و ۳۰۰ میلی‌متر اختیار نشود.

پ- فاصله اولین خاموت از بر تکیه گاه بیشتر از ۵۰ میلی‌متر نباشد.

**۹-۲۳-۳-۲-۱-۶** در قسمت‌هایی‌از طول عضو خمشی که مطابق ضابطه بند ۹-۲۳-۳-۲-۱-۴ خاموت‌گذاری نمی‌شود، فاصله خاموت‌ها از یکدیگر نباید بیشتر از نصف ارتفاع مؤثر مقطع اختیار شود.

### ۹-۲۳-۳-۲ اعضای‌تحت فشار و خمش‌در قاب‌ها ( $N_u > ۰/۱۵ f_{cd} A_g$ )

#### ۹-۲۳-۳-۲-۱ محدودیت‌های هندسی

**۹-۲۳-۳-۲-۱-۱** در ستون‌ها محدودیت‌های هندسی (الف) و (ب) این بند باید رعایت شوند:

الف- عرض مقطع نباید کمتر از سه‌دهم بعد دیگر آن و نباید کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر باشد.

ب- نسبت عرض مقطع به طول آزاد ستون نباید از $\frac{۱}{۲۵}$ کمتر باشد.

#### ۹-۲۳-۳-۲-۲ آرماتورهای طولی و عرضی

**۹-۲۳-۳-۲-۲-۱** در ستون‌ها نسبت آرماتور طولی نباید کمتر از یک درصد و بیشتر از چهار و نیم درصد در نظر گرفته شود. مقدار آرماتور در محل وصله‌ها باید حداکثر برابر شش درصد در نظر

گرفته شود. در مواردی که آرماتور طولی از نوع فولاد S۴۰۰ است نسبت آرماتور در خارج از محل وصله‌ها به حداکثر سه درصد محدود می‌شود.

**۹-۲۳-۳-۲-۲-۲** فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر نباید بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

**۹-۲۳-۳-۲-۲-۳** در دو انتهای ستون‌ها به طول $\ell_0$ باید آرماتور عرضی بسته مطابق ضوابط بند ۹-۲۳-۳-۲-۲-۴ به کار برده شود، مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به آرماتور بیشتری را ایجاب کند. طول $\ell_0$ ، ناحیه بحرانی، که از بر اتصال به اعضای جانبی اندازه‌گیری می‌شود نباید کمتر از مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفته شود:

الف- یک ششم ارتفاع آزاد ستون

ب- ضلع بزرگتر مقطع مستطیلی شکل ستون یا قطر مقطع دایره‌ای شکل ستون

پ- ۴۵۰ میلی‌متر

**۹-۲۳-۳-۲-۲-۴** آماتور عرضی مورد نیاز در طول $\ell_0$ باید دارای قطر حداقل ۸ میلیمتر بوده و فواصل آنها از یکدیگر در مواردی که به صورت دورپیچ به کار گرفته می‌شوند از ضابطه بند ۹-۱۴-۹-۴ تعیین گردد. فواصل آماتورهای عرضی در مواردی که به صورت خاموت بسته به کار می‌روند باید کمتر از مقادیر (الف) تا (ت) این بند در نظر گرفته شود:

الف- ۸ برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی ستون

ب- ۲۴ برابر قطر خاموت‌ها

پ- نصف کوچکترین ضلع مقطع ستون

ت- ۳۰۰ میلی‌متر

فاصله اولین خاموت از بر اتصال ستون به تیر نباید بیشتر از نصف فاصله خاموت‌ها در نظر گرفته شود.

**۹-۲۳-۳-۲-۲-۵** در قسمت‌هایی از طول ستون که شامل طول $\ell_0$ نمی‌شود، ضوابط میلگردگذاری عرضی مشابه ضوابط بند ۹-۱۵-۱۲ است.

**۹-۲۳-۳-۲-۲-۶** در ستون‌هایی که بار اعضای با سختی زیاد را تحمل می‌کنند، مانند ستون‌هایی که در زیر دیوار بتن‌آرمه قرار دارند، در تمام طول ستون باید آرماتور عرضی مطابق ضابطه بند

۹-۲۳-۳-۲-۲-۴ به کار برده شود. به علاوه این آرماتورگذاری باید در قسمتی از آرماتور طولی ستون که به اندازه طول گیرایی است و در داخل دیوار قرار دارد، ادامه داده شود . ضابطه ادامه آرماتور عرضی در دیوار در مورد ستون‌هایی که روی دیوار قرار دارند نیز باید رعایت شود.

**۹-۲۳-۳-۲-۲-۷** در محل اتصال ستون به شالوده، آرماتور طولی ستون که به داخل شالوده برده شده است باید در طول حداقل برابر با ۳۰۰ میلیمتر با آرماتور عرضی مطابق ضابطه بند ۹-۲۳-۳-۲-۲-۴ تقویت گردد.

### ۹-۲۳-۳-۳ دیوارهای سازه‌ای، دیافراگم‌ها و خرپاها

**۹-۲۳-۳-۳-۱** در دیوارهای سازه‌ای، دیافراگم‌ها و خرپاها باید ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۳-۱ تا ۹-۲۳-۴-۳-۳، مربوط به ساختمان‌های با شکل‌پذیری زیاد، و با در نظر گرفتن استثناهای بندهای ۹-۲۳-۳-۳-۲ و ۹-۲۳-۳-۳-۳ رعایت شوند.

**۹-۲۳-۳-۳-۲** به جای آرماتورگذاری عرضی ویژه در هر مورد که در بندهای ۹-۲۳-۴-۳-۱ تا ۹-۲۳-۴-۳-۳ ضرورت پیدا کند می‌توان آرماتورگذاری عرضی مطابق ضابطه بند۹-۲۳-۳-۲-۲-۴ به کار برد.

**۹-۲۳-۳-۳-۳** برای مهار و وصله میلگردها رعایت ضابطه بند ۹-۲۳-۴-۳-۲-۶ الزامی نیست. مهار و وصله میلگردها مطابق ضوابط فصل بیستم و یکم صورت می‌گیرد.

### ۹-۲۳-۳-۴ اتصالات تیر به ستون‌ها در قاب‌ها

**۹-۲۳-۳-۴-۱** در اتصالات تیرها به ستون‌ها، در طول ارتفاع تیر یا دالی که بیشترین ارتفاع را دارد و به محل اتصال منتهی می‌شود، باید در امتداد عمود بر میلگرد طولی ستون، میلگرد عرضی به مقدار حداقل برابر با مقادیر (الف) و (ب) این بند پیش‌بینی نمود:

الف- سطح مقطع میلگرد عرضی نباید کمتر از مقدار محاسبه شده از رابطه (۹-۱۵-۱۳) باشد.

ب- مقدار آرماتور عرضی نباید کمتر از دو سوم مقدار آرماتور عرضی‌در ناحیه $\ell_0$ ستون، مطابق بند ۹-۲۳-۳-۲-۲-۴ باشد. فاصله سفره‌های این آرماتور از یکدیگر نباید بیشتر از یک و نیم برابر فاصله سفره‌های نظیر در ناحیه $\ell_0$ اختیار شود.

### ۹-۲۳-۳-۵ ضوابط طراحی برای برش در اعضای قاب‌ها

**۹-۲۳-۳-۵-۱** در اعضای تحت خمش و تحت نیروی محوری و خمش در قاب‌ها، کنترل حالت حدی نهایی مقاومت در برش باید براساس رابطه (۹-۱۵-۱) صورت گیرد. مقدار $V_u$ در این رابطه نباید از یکی از دو مقدار (الف) و (ب) این بند کمتر در نظر گرفته شود:

الف- مجموع نیروی برشی ایجاد شده در عضو در اثر بارهای قائم نهایی و نیروی برشی همساز با لنگرهای خمشی اسمی موجود در مقاطع انتهایی با انحنای خمشی مضاعف، با فرض تشکیل مفصل‌های پلاستیکی

ب- نیروی برشی به دست آمده از تحلیل ساختمان زیر اثر بارهای نهایی ناشی از بارهای قائم و نیروی جانبی زلزله با فرض آنکه نیروی زلزله مؤثر به ساختمان دو برابر مقدار تعیین شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان منظور شود.

## ۹-۲۳-۴ ضوابط ساختمان‌های با شکل‌پذیری زیاد

### ۹-۲۳-۴-۱ اعضای تحت خمش در قاب‌ها ( $N_u \le ۰/۱۵ f_{cd} A_g$ )

#### ۹-۲۳-۴-۱-۱ محدودیت‌های هندسی

**۹-۲۳-۴-۱-۱-۱** در اعضای خمشی قاب‌ها محدودیت‌های هندسی (الف) تا (پ) این بند باید رعایت شوند:

الف- ارتفاع مؤثر مقطع نباید بیشتر از یک چهارم طول دهانه آزاد باشد.

ب- عرض مقطع نباید کمتر از سه دهم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلی‌متر باشد.

پ- عرض مقطع نباید:

- بیشتر از عرض عضو تکیه‌گاهی، در صفحه عمود بر محور طولی عضو خمشی، به اضافه سه‌چهارم ارتفاع عضو خمشی در هر طرف عضو تکیه‌گاهی،
- بیشتر از عرض عضو تکیه‌گاهی، به‌اضافه یک‌چهارم بعد دیگر مقطع عضو تکیه گاهی در هر طرف آن.

**۹-۲۳-۴-۱-۱-۲** برون محوری هر عضو خمشی نسبت به ستونی که با آن قاب تشکیل می‌دهد، یعنی فاصله محورهای هندسی دو عضو از یکدیگر، نباید بیشتر از یک‌چهارم عرض مقطع ستون باشد.

**۹-۲۳-۴-۱-۲ آرماتور طولی**

**۹-۲۳-۴-۱-۲-۱** در تمامی مقاطع عضو خمشی نسبت آرماتور، هم در پایین و هم در بالا، نباید کمتر از مقادیر $\frac{۱/۴}{f_y}$ و $\frac{۰/۲۵\sqrt{f_c}}{f_y}$ و نسبت آرماتور کششی نباید بیشتر از ۰/۰۲۵ اختیار شود. حداقل دو میلگرد با قطر ۱۲ میلیمتر یا بیشتر باید هم در پایین و هم در بالای مقطع در سراسر طول تعبیه شود. ضابطه بند ۹-۱۴-۵-۲-۳ در این حالت نیز معتبر است.

**۹-۲۳-۴-۱-۲-۲** در تکیه‌گاه‌های عضو خمشی، مقاومت خمشی مثبت هر تکیه‌گاه باید حداقل برابر نصف مقاومت خمشی منفی همان تکیه‌گاه باشد.

**۹-۲۳-۴-۱-۲-۳** مقاومت خمشی مثبت و منفی هر مقطع در سراسر طول تیر نبایستی کمتر از یک‌چهارم مقاومت خمشی حداکثر تکیه‌گاه باشد.

**۹-۲۳-۴-۱-۲-۴** در اعضای خمشی T یا L شکل که با دال‌ها به صورت یکپارچه اجرا می‌شوند، مقدار آرماتوری که در بر ستون‌ها می‌توان برای خمش مؤثر در نظر گرفت، علاوه بر میلگرد واقع در جان تیر، به شرح (الف) تا (ث) این بند است:

الف- در ستون‌های داخلی وقتی که تیر عرضی در محل‌اتصال به ستون در حدود ابعاد عضو خمشی طولی است: تمامی میلگردهایی که در عرضی از دال مساوی با چهار برابر ضخامت آن در هر طرف ستون واقع شده‌اند.

ب- در ستون‌های داخلی وقتی که ابعاد تیر عرضی وجود ندارد: تمامی میلگردهایی که در عرضی از دال مساوی دو و نیم برابر ضخامت آن در هر طرف ستون واقع شده‌اند.

پ- در ستون‌های خارجی وقتی که تیر عرضی در محل اتصال به ستون در حدود ابعاد عضو خمشی طولی است و لازم است میلگردهای عضو خمشی طولی مهار شوند: تمامی میلگردهایی که در عرضی از دال مساوی با دو برابر ضخامت آن در هر طرف ستون واقع شده‌اند.

ت- در ستون‌های خارجی وقتی که تیر عرضی وجود ندارد: تمامی میلگردهایی که در عرض ستون واقع شده‌اند.

ث- در تمام حالات حداقل ۷۵ درصد آرماتور فوقانی و نیز آرماتور تحتانی که ظرفیت خمشی مورد لزوم را تأمین می‌کنند باید از ناحیه هسته ستون عبور کنند و یا در آن مهار شوند.

**۹-۲۳-۴-۱-۲-۵** استفاده از وصله پوششی در میلگردهای طولی خمشی فقط در شرایطی مجاز است که در تمام طول وصله آرماتور عرضی از نوع تنگ‌یا دورپیچ موجود باشد. فواصل سفره‌های آرماتور عرضی دربرگیرنده وصله از یکدیگر نباید بیشتر از یک‌چهارم ارتفاع مؤثر مقطع و ۱۰۰ میلیمتر اختیار شود.

**۹-۲۳-۴-۱-۲-۶** استفاده از وصله پوششی در محل‌های زیر مجاز نیست:

الف- در اتصالات تیرها به ستون‌ها

ب- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از بر تکیه‌گاه

**۹-۲۳-۴-۱-۲-۷** وصله‌های جوشی یا مکانیکی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۱-۴-۱-۶ و ۹-۲۱-۴-۱-۷ به شرطی مجاز است‌که وصله میلگرد در هر سفره میلگرد به صورت یک در میان انجام شود و فاصله وصله‌ها در میلگردهای مجاور یکدیگر در امتداد طول عضو، کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد.

**۹-۲۳-۴-۱-۳ آرماتور عرضی**

**۹-۲۳-۴-۱-۳-۱** در اعضای خمشی در طول قسمت‌های بحرانی که در زیر مشخص می‌شوند، آرماتور عرضی باید از نوع تنگ ویژه بوده و شرایط آن مطابق بند ۹-۲۳-۴-۱-۳-۲ در نظر گرفته شود، مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به آرماتور بیشتری را ایجاب کند:

الف- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از بر تکیه‌گاه به سمت وسط دهانه

ب- در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع در دو سمت مقطعی که در آن امکان تشکیل مفصل پلاستیک در اثر تغییر مکان جانبی غیرالاستیک قاب وجود داشته باشد.

پ- در طولی که در آن برای تأمین ظرفیت خمشی مقطع به میلگرد فشاری نیاز باشد.

**۹-۲۳-۴-۱-۳-۲** تنگ‌های ویژه و فواصل آنها از یکدیگر باید دارای شرایط (الف) تا (پ) این بند باشند:

الف- قطر تنگ‌ها کمتر از ۸ میلی‌متر نباشد.

ب- فاصله تنگ‌ها از یکدیگر بیشتر از مقادیر: یک‌چهارم ارتفاع مؤثر مقطع، ۸ برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی، ۲۴ برابر قطر خاموت‌ها و ۳۰۰ میلی‌متر اختیار نشود.

پ- فاصله اولین تنگ از بر تکیه‌گاه بیشتر از ۵۰ میلی‌متر نباشد.

**۹-۲۳-۴-۱-۳-۳** در قسمت‌هایی از طول عضو خمشی که مطابق ضابطه بند ۹-۲۳-۴-۱-۳-۱ تنگ ویژه به کار برده می‌شود، میلگردهای طولی در محیط مقطع باید دارای تکیه‌گاه عرضی باشند.

**۹-۲۳-۴-۱-۳-۴** در قسمت‌هایی از طول عضو خمشی که به تنگ ویژه نیاز نیست، خاموت‌ها باید در دو انتها دارای قلاب ویژه بوده و فاصله آنها از یکدیگر کمتر یا مساوی نصف ارتفاع موثر باشد.

**۹-۲۳-۴-۱-۳-۵** تنگ‌های ویژه در اعضای خمشی را می‌توان با دو قطعه میلگرد ساخت. یک میلگرد به شکل U که در دو انتها دارای قلاب ویژه باشند و میلگرد دیگر به شکل قلاب دوخت که با میلگرد اول یک تنگ بسته تشکیل دهد. خم ۹۰ درجه قلاب‌های دوخت متوالی که یک میلگرد طولی را در بر می‌گیرند، باید بطور یک در میان در دو سمت عضو خمشی قرار داده شوند. چنانچه میلگردهای طولی که توسط قلاب‌های دوخت نگهداری شده‌اند در داخل یک دال که تنها در یک سمت عضو خمشی قرار دارد محصور باشند، خم ۹۰ درجه قلاب‌های دوخت را می‌توان در آن سمت، در دال، قرار داد.

### ۹-۲۳-۴-۲ اعضای تحت اثر توأم فشار و خمش در قاب‌ها ( $N_u > ۰/۱۵ f_{cd} A_g$ )

#### ۹-۲۳-۴-۲-۱ محدودیت‌های هندسی

**۹-۲۳-۴-۲-۱-۱** در این اعضاء محدودیت‌های هندسی (الف) و (ب) این بند باید رعایت شوند:

الف- عرض مقطع نباید کمتر از چهار دهم بعد دیگر آن و نباید کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

ب- نسبت عرض مقطع به طول آزاد عضوآن در اعضایی که زیر اثر لنگرهای خمشی موجود در دو انتها در دو جهت خم می‌شوند، نباید کمتر از $\frac{۱}{۱۶}$ و در اعضای طره‌ای نباید کمتراز $\frac{۱}{۱۰}$ باشد.

#### ۹-۲۳-۴-۲-۲ آرماتور طولی

**۹-۲۳-۴-۲-۲-۱** در این اعضاء نسبت آرماتور طولی نباید کمتر از یک درصد و بیشتر از شش درصد در نظر گرفته شود. محدودیت حداکثر مقدار آرماتور باید در محل وصله‌ها نیز رعایت شود. در مواردی که آرماتور طولی از نوع فولاد S۴۰۰ است، نسبت آرماتور در خارج از محل وصله‌ها به حداکثر چهار و نیم درصد محدود می‌شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۲-۲** فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر نباید بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر باشد.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۲** استفاده از وصله پوششی در میلگردهای طولی فقط در نیمه میانی طول ستون مجاز است. طول پوشش این وصله‌ها باید برای وصله‌های کششی در نظر گرفته شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۴** وصله‌های جوشی یا مکانیکی، مطابق ضوابط بند ۹-۲۱-۴-۱-۶ و ۹-۲۱-۴-۱-۷ در میلگردهای طولی به شرطی مجاز است که وصله میلگردها در هر مقطع به صورت یک در میان انجام شود و فاصله وصله‌ها در میلگردهای مجاور یکدیگر، در امتداد طول ستون، کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد.

**۹-۲۳-۴-۲-۳ آرماتور عرضی**

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۱** در ستون‌ها، قسمت‌هایی از دو انتهای آنها به طول $\ell_0$ «ناحیه بحرانی» تلقی شده و در آنها باید آرماتورگذاری عرضی ویژه مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۲-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۲-۳-۶ انجام شود، مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به میلگرد بیشتری را ایجاب کند. طول $\ell_0$ که از بر اتصال به اعضای جانبی اندازه‌گیری می‌شود نباید کمتر از مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفته شود:

الف- یک ششم ارتفاع یا دهانه آزاد عضو

ب- ضلع بزرگتر مقطع مستطیلی شکل یا قطر مقطع دایره‌ای شکل

پ- ۴۵۰ میلی‌متر

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۲** مقدار آرماتور عرضی لازم در ناحیه بحرانی بر اساس ضوابط زیر تعیین می‌شود:

الف- در ستون‌های با مقطع دایره نسبت حجمی آرماتور دورپیچ یا تنگ‌های‌حلقوی، $\rho_s$ نباید کمتر از دو مقدار بدست آمده از روابط (۹-۲۳-۱) و (۹-۲۳-۲) باشد:

$$\rho_s = ۰/۱۸ \times \frac{f_{cd}}{f_{yh}} \qquad (۹-۲۳-۱)$$

$$\rho_s = ۰/۶۹ (\frac{A_g}{A_c} - ۱) \frac{f_{cd}}{f_{yh}} \qquad (۹-۲۳-۲)$$

ب- در ستون‌های با مقطع مربع مستطیل سطح مقطع کل تنگ‌های ویژه در هر امتداد، $A_{sh}$، نباید کمتر از دو مقدار بدست آمده از روابط (۹-۲۳-۳) و (۹-۲۳-۴) باشد:

$$A_{Sh} = ۰/۴۶(S \times h_c \frac{f_{cd}}{f_{yh}})(\frac{A_g}{A_{ch}} - ۱)$$ (۹-۲۳-۳)

$$A_{Sh} = ۰/۱۴ \times S \times h_c \frac{f_{cd}}{f_{yh}}$$ (۹-۲۳-۴)

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۳** درستون‌هایی که مقاومت هسته ستون به تنهایی جوابگوی بارهای وارده از جمله بارهای ناشی از زلزله می‌باشد، نیازی به کنترل روابط ۹-۲۳-۱ و ۹-۲۳-۲ نیست.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۴** قطر میلگردهای عرضی در ناحیه بحرانی نباید کمتر از ۸ میلیمتر باشد. فاصله سفره میلگردها از یکدیگر نباید بیشتر از مقادیر (الف) تا (پ) این بند باشد:

الف- یک چهارم ضلع کوچکتر مقطع ستون

ب- شش برابر کوچکترین قطر میلگرد طولی

پ- ۱۲۵ میلی‌متر

ت- فاصله اولین خاموت از بر اتصال ستون به تیر نباید بیشتر از نصف فاصله خاموت‌ها در نظر گرفته شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۵** آرماتور عرضی‌در ناحیه بحرانی را می‌توان با تنگ‌های ویژه یکپارچه و یا تنگ‌های ویژه چند قطعه‌ای که با یکدیگر پوشش دارند، ساخت. همچنین می‌توان از میلگردهای رکابی با قطر و فاصله مشابه تنگ‌ها که دارای خم۹۰ درجه در یک انتهای آن است، استفاده‌کرد. هر دو انتهای میلگردهای دوخت باید در برگیرنده یک میلگرد طولی باشد و محل خم ۹۰ درجه آن باید در امتداد میلگرد طولی یک در میان عوض شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۶** در هر مقطع عضو فاصله میلگرد دوخت یا ساق‌های تنگ‌ها از یکدیگر در جهت عمود بر محور طولی عضو، نباید بیشتر از ۳۵۰ میلیمتر باشد.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۷** در عضوهایی‌که بر اثر تغییرمکان‌جانبی غیرالاستیک قاب در مقطعی غیر از مقاطع انتهایی آن امکان تشکیل مفصل پلاستیک وجود داشته باشد، در هر سمت آن مقطع طولی به اندازه $l_\circ$ ناحیه بحرانی تلقی شده و در آن باید میلگرد گذاری عرضی ویژه اجرا شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۸** در عضوهایی که بار اعضای با سختی زیاد را تحمل می‌کنند، مانند عضوهای واقع در زیر دیوار بتن آرمه، در تمام طول عضو باید آرماتورگذاری عرضی ویژه اجرا شود. بعلاوه این آرماتور گذاری باید در قسمتی از آرماتور طولی عضو که به اندازه طول گیرایی است و در داخل دیوار قرار دارد، ادامه داده شود. ضابطه ادامه آرماتورگذاری عرضی ویژه در دیوار، در مورد عضوهایی که روی دیوار قرار دارند نیز باید رعایت شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۹** در عضوهایی که قسمتی از ارتفاع آنها با یک دیوار بتنی گرفته شده است، در تمام قسمت آزاد عضو باید آرماتورگذاری ویژه اجرا شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۱۰** در محل اتصال عضو به شالوده، آرماتور طولی عضو که به داخل شالوده برده شده است باید در طولی حداقل برابر با ۳۰۰ میلیمتر با آرماتورگذاری عرضی ویژه تقویت گردد.

**۹-۲۳-۴-۲-۳-۱۱** در قسمت‌هایی‌از طول عضو که‌آرماتورگذاری عرضی ویژه اجرا نمی‌شود باید آرماتور عرضی به صورت دورپیچ یا تنگ ویژه به قطر ۸ میلیمتر به کار برده شود. فاصله سفره‌های این میلگردها از یکدیگر باید بر اساس نیاز طراحی برای برش تعیین شوند ولی در هرحال این فاصله نباید بیشتر از نصف ضلع کوچکتر مقطع مستطیلی شکل عضو، نصف قطر مقطع دایره‌ای شکل عضو، شش برابر قطر میلگرد طولی و یا ۲۰۰ میلیمتر اختیار شود.

**۹-۲۳-۴-۲-۴ حداقل مقاومت خمشی ستون‌ها**

**۹-۲۳-۴-۲-۴-۱** در تمامی اتصالات تیرها به ستون‌ها، به‌جز موارد گفته شده در بندهای ۹-۲۳-۴-۲-۴-۲ و ۹-۲۳-۴-۲-۴-۳ لنگرهای خمشی مقاوم ستون‌ها باید در رابطه (۹-۲۳-۵) صدق کنند:

$$\sum M_c \geq 1/2 \sum M_b \qquad (۹-۲۳-۵)$$

در این رابطه:

$\sum M_c$ = مجموع لنگرهای مقاوم خمشی ستون‌ها در بالا و پایین اتصال است که در بر اتصال محاسبه شده باشند. لنگرهای مقاوم خمشی ستون‌ها باید برای نامساعدترین حالت بار محوری، در جهت بارگذاری جانبی مورد نظر، که‌کمترین مقدار لنگرها را به‌دست دهد، محاسبه شوند.

$\sum M_b$ = مجموع لنگرهای مقاوم خمشی تیرها در دو سمت اتصال است که در بر اتصال محاسبه شده باشند.

جمع لنگرها در رابطه (۹-۲۳-۵) باید چنان صورت گیرد که لنگرهای ستون‌ها در جهت مخالف لنگرهای تیرها قرار گیرند. رابطه (۹-۲۳-۵) باید در حالاتی که لنگرهای خمشی تیرها در دو جهت در صفحه قائم قاب، عمل نمایند برقرار باشد.

**۹-۲۳-۴-۲-۴-۲** چنانچه تعداد ستون‌های موجود در یک طبقه در یک قاب بیشتر از چهار عدد باشند، از هر چهار ستون یک ستون می‌تواند رابطه (۹-۲۳-۵) را ارضا نکند.

**۹-۲۳-۴-۲-۴-۳** ستون‌های قاب‌های یک و دو طبقه و نیز ستون‌های طبقه آخر در قاب‌های چند طبقه می‌توانند رابطه (۹-۲۳-۵) را ارضا نکنند. در این صورت این ستون‌ها باید ضابطه بند ۹-۲۳-۴-۲-۴-۴ را ارضا کنند. این ستون‌ها مشمول ضابطه بند ۹-۲۳-۴-۲-۴-۵ نمی‌شوند.

**۹-۲۳-۴-۲-۴-۴** چنانچه ستونی رابطه (۹-۲۳-۵) را ارضا نکند، باید در تمام طول دارای میلگردگذاری عرضی ویژه مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۲-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۲-۳-۶ باشد.

**۹-۲۳-۴-۲-۴-۵** چنانچه ستونی ضابطه بند ۹-۲۳-۴-۲-۴-۱ را تأمین نکند باید از کمک آن به سختی جانبی و مقاومت ساختمان در مقابل بار جانبی زلزله صرفنظر شود. این ستون در هر حال باید ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۶ را تأمین نماید.

### ۹-۲۳-۴-۳ دیوارهای سازه‌ای، دیافراگم‌ها و خرپاها

#### ۹-۲۳-۴-۳-۱ محدودیت‌های هندسی

**۹-۲۳-۴-۳-۱-۱** در دیوارهای سازه‌ای محدودیت‌های هندسی (الف) و (ب) این بند باید مورد توجه قرار گیرند:

الف- ضخامت دیوار نباید کمتر از ۱۵۰ میلیمتر اختیار شود.

ب- در دیوارهایی که در آنها اجزای مرزی مطابق بند ۹-۲۳-۴-۳-۳ به کار گرفته می‌شود، عرض عضو مرزی نباید کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

**۹-۲۳-۴-۳-۱-۲** در دیوارهای سازه‌ای باید تا حد امکان از ایجاد بازشوهای با ابعاد بزرگ خودداری‌کرد. در مواردی که ایجاد این بازشوها اجتناب‌ناپذیر باشد باید موقعیت هندسی آنها را

طوری در نظر گرفت که دیوار بتواند به صورت دیوارهای همبسته عمل نماید. در غیر این صورت باید با کمک تحلیل دقیق یا آزمایش‌های مناسب اثر وجود بازشو در عملکرد دیوار بررسی شود.

**۹-۲۳-۴-۳-۱-۳** در دیافراگم‌هایی‌که بازشوهای با ابعاد بزرگ در آنها وجود دارد، شکل و موقعیت بازشو نباید روی سختی جانبی دیافراگم اثر تعیین‌کننده داشته باشد. رفتار دیافراگم‌ها در هر حالت باید با فرض‌های تحلیل در ارتباط با درجه صلبیت آنها مطابقت داشته باشد.

**۹-۲۳-۴-۳-۱-۴** در طراحی دیوارهای با مقطع $U$ و $T$ عرض مؤثر بال، اندازه‌گیری شده از بر جان در هر سمت، که در محاسبات به کار برده می‌شود نباید بیشتر از مقادیر (الف) و (ب) این بند در نظر گرفته شود، مگر آنکه با تحلیل دقیق تر بتوان مقدار آن را تعیین کرد:

الف- نصف فاصله بین جان دیوار تا جان دیوار مجاور

ب- ده درصد ارتفاع کل دیوار

**۹-۲۳-۴-۳-۱-۵** ضخامت دیافراگم‌های بتن آرمه در جا یا دال‌های بتنی رویه تیرهای فولادی یا قطعات پیش ساخته بتن آرمه که به صورت مرکب عمل نموده و از آنها به عنوان دیافراگم برای انتقال و توزیع نیروی زلزله استفاده می‌شود، نباید کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد.

**۹-۲۳-۴-۳-۱-۶** دال‌های بتن‌آرمه که روی کف‌های مرکب از قطعات پیش‌ساخته ریخته می‌شوند را می‌توان به عنوان دیافراگم منظور نمود، مشروط بر آنکه اتصالات این دال‌ها به دستک‌ها، کلاف‌ها، جمع‌کننده‌ها و سیستم‌های مقاوم چنان طراحی گردند که قادر به انتقال نیروهای وارده باشند. سطوح بتن‌های پیش ساخته در محل اتصال با دال بتن‌آرمه درجا باید زبر، تمیز و عاری از مواد اضافی باشند.

**۹-۲۳-۴-۳-۲ آرماتورهای قائم و افقی**

**۹-۲۳-۴-۳-۲-۱** در دیوارهای سازه‌ای نسبت آرماتور در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از ۰/۲۵ درصد باشد، مگر آنکه نیروی برشی نهایی موجود در مقطع دیوار از $۰/۵A_{cv}v_c$ کمتر باشد. در این حالت برای حداقل میلگرد مورد نیاز در دیوار باید ضوابط بند ۹-۱۹-۴ رعایت شود.

**۹-۲۳-۴-۳-۲-۲** نسبت میلگرد قائم در هیچ ناحیه از طول دیوار نباید از چهار درصد بیشتر باشد.

**۹-۲۳-۴-۳-۲-۳** فاصله محور تا محور میلگردها از یکدیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیشتر از ۳۵۰ میلیمتر اختیار شود.

در اجزای مرزی فاصله میلگردهای قائم نباید بیشتر از ۲۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شوند.

**۹-۲۳-۴-۳-۲-۴** در دیوارهایی که نیروی برشی نهایی در مقطع آنها از $A_{cv}v_c$ بیشتر است، به کارگیری دو شبکه میلگرد الزامی است.

**۹-۲۳-۴-۳-۲-۵** در اعضای‌خرپاها، دستک‌ها، کلاف‌ها، و اجزای جمع‌کننده نیروها که در آنها تنش فشاری بتن بیشتر از $۰/۳۱f_{cd}$ باشد، باید در سراسر طول قطعه، میلگردگذاری عرضی ویژه مطابق بندهای۹-۲۳-۴-۲-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۲-۳-۶ انجام شود. این میلگردگذاری را در قسمتهایی از طول قطعه که در آنها تنش فشاری بتن از $۰/۲۳f_{cd}$ کمتر باشد، می‌توان قطع کرد. تنش فشاری موجود در قطعه زیر اثر بارهای نهایی و با فرض توزیع خطی تنش در مقطع و بر اساس مشخصات مقطع ترک‌نخورده محاسبه می‌شود.

**۹-۲۳-۴-۳-۲-۶** تمامی میلگردهای ممتد در دیوارهای سازه‌ای، دیافراگم‌ها، خرپاها، دستک‌ها، کلاف‌ها و اعضای جمع‌کننده نیروها باید به عنوان میلگردهای کششی مطابق ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۴-۳ مهار یا وصله شوند.

**۹-۲۳-۴-۳-۳ اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای و در دیافراگم‌ها**

**۹-۲۳-۴-۳-۳-۱** در کناره‌ها و اطراف بازشوها در دیوارهای سازه‌ای و دیافراگم‌ها که در آنها تنش فشاری بتن در دورترین تار فشاری مقطع تحت اثر بارهای نهایی، به انضمام اثر زلزله، از $۰/۳۱f_{cd}$ بیشتر باشد، باید اجزای لبه مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۳-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۳-۳-۴ پیش بینی شود. مگر آنکه در تمام طول دیوار یا دیافراگم میلگردگذاری عرضی ویژه پیش بینی شده باشد. اجزای مرزی را می‌توان از مقطعی در امتداد طول دیوار که تنش فشاری بتن در آن از $۰/۲۳f_{cd}$ کمتر باشد، در جهت ارتفاع قطع کرد. تنش فشاری بتن با فرض توزیع خطی تنش در مقطع دیوار و بر اساس مشخصات مقطع ترک‌نخورده محاسبه می‌شود.

**۹-۲۳-۴-۳-۳-۲** اجزای مرزی دردیوارها باید در حالت حدی نهایی مقاومت برای مجموع بارهای قائم وارد به دیوار شامل بارهای اجزای مرتبط با دیوار و وزن دیوار و نیروی محوری ناشی از لنگر واژگونی حاصل از نیروهای جانبی زلزله طراحی شوند.

**۹-۲۳-۴-۳-۳-۳** اجزای مرزی در دیافراگم‌ها باید در حالت حدی نهایی مقاومت برای مجموع نیروهای محوری که در صفحه دیافراگم عمل می‌کنند و نیروی محوری ناشی از تقسیم لنگر خمشی موثر در مقطع دیافراگم به فاصله بین دو جزء لبه‌های دیافراگم در آن مقطع طراحی شوند.

**۹-۲۳-۴-۳-۳-۴** اجزای مرزی باید در سراسر طول خود مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۲-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۲-۳-۶ آرماتورگذاری عرضی ویژه شوند.

**۹-۲۳-۴-۳-۳-۵** در دیوارهایی که دارای اجزای لبه‌ای هستند، میلگردهای افقی دیوار باید در ناحیه محصور شده اجزای لبه مهار شوند، به طوری که امکان بوجود آمدن تنش کششی در حد مقاومت تسلیم در آنها میسر گردد.

**۹-۲۳-۴-۳-۳-۶** در دیوارهایی که دارای اجزای مرزی نیستند آرماتورهای افقی دیوار باید به قلاب استاندارد ختم شوند و میلگردهای قائم لبه‌های دیوار را دربر گیرند. درغیر این صورت میلگردهای قائم لبه دیوار باید به وسیله رکابی‌هایی که دارای قطر و فاصله مشابه میلگرد افقی هستند و به آنها وصله می‌شوند، نگهداری شوند. در مواردی که نیروی برشی نهایی در مقطع دیوار $A_{cv}v_c$ ۰/۵ کمتر است، رعایت ضوابط این بند الزامی نیست.

**۹-۲۳-۴-۳-۴ تیرهای همبند در دیوارهای همبسته**

**۹-۲۳-۴-۳-۴-۱** تیرهای همبند در دیوارهای همبسته که در آنها نیروی برشی نهایی از $۲A_{cv}v_c$ بیشتر و نسبت طول دهانه آزاد به ارتفاع مقطع آنها از ۲ کمتر باشد، باید مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۳-۴-۲ و ۹-۲۳-۴-۳-۴-۳ آرماتورگذاری شوند، در غیر این صورت آرماتورگذاری در این تیرها مطابق ضوابط قطعات خمشی انجام می‌شود. عرض این تیرها در هیچ حالت نباید کمتر از ۲۰۰ میلیمتر اختیار شود.

**۹-۲۳-۴-۳-۴-۲** مقاومت برشی در تیرهای همبند باید کلاً به وسیله آرماتورهای قطری که به صورت ضربدری و متقارن در سراسر طول تیر ادامه داشته و در دیوارهای طرفین تیر در طولی به اندازه یک و نیم برابر طول گیرایی میلگردها مهار می‌شوند، تأمین گردد. سطح مقطع آرماتور قطری در هر یک از شاخه‌های ضربدری از رابطه (۹-۲۳-۶) محاسبه می‌شود:

$$A_{vd} = \frac{V_u}{۲f_{yd}\sin\alpha} \qquad (۹-۲۳-۶)$$

در این رابطه $\alpha$ زاویه بین میلگرد قطری و محور طولی تیر است.

**۹-۲۳-۴-۳-۴-۳** آرماتورهای قطری باید به وسیله میلگردهای عرضی به صورت دورپیچ یا تنگ با قطر حداقل ۸ میلی‌متر محصور شوند، حداکثر فاصله میلگردهای عرضی از یکدیگر برابر با کوچکترین سه مقدار (الف) تا (پ) این بند است:

الف- ۸ برابر قطر کوچکترین میلگرد قطری

ب- ۲۴ برابر قطر تنگ‌ها یا دورپیچ‌ها

پ- ۱۲۵ میلیمتر

**۹-۲۳-۴-۳-۴-۴** مقاومت خمشی تأمین شده توسط میلگردهای قطری را می‌توان در محاسبه ظرفیت خمشی تیر همبند منظور کرد.

**۹-۲۳-۴-۳-۵ درزهای اجرایی**

**۹-۲۳-۴-۳-۵-۱** تمامی درزهای اجرایی در دیوارها و دیافراگم‌ها باید ضوابط بند ۹-۱۲-۲ را تأمین کند. سطح این درزها باید زبری‌گفته شده در بند ۹-۱۵-۱۳-۳-۵ را دارا باشند. ضوابط طراحی درزهای اجرایی برای برش در بند ۹-۱۵-۱۳-۳-۲ آمده است.

**۹-۲۳-۴-۴ اتصالات تیر به ستون در قاب‌ها**

**۹-۲۳-۴-۴-۱ ضوابط کلی طراحی**

**۹-۲۳-۴-۴-۱-۱** طراحی اتصالات تیرها به ستون‌ها در قاب‌ها برای برش باید براساس رابطه (۹-۱۵-۱) صورت گیرد. مقادیر $V_u$ و $V_r$ در این رابطه باید طبق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۴-۱-۲ و ۹-۲۳-۴-۴-۱-۳ تعیین شوند.

**۹-۲۳-۴-۴-۱-۲** نیروی برشی نهایی موثر به اتصال، $V_u$، باید بر اساس تنش کششی برابر $1/47 f_{yd}$ که ممکن است در میلگردهای کششی تیرهای دو سمت اتصال و نیز برش موجود در ستون‌های بالا و پایین اتصال پدید آید، محاسبه گردد. برای تعیین این مقادیر فرض می‌شود در تیرهای دو سمت اتصال مفصل‌های پلاستیک با ظرفیت‌های خمشی مثبت یا منفی، برابر با لنگرهای خمشی مقاوم محتمل، $M_{pr}$، در مقاطع بر اتصال تشکیل شده باشند. جهت‌های این لنگرها باید به صورتی در نظر گرفته شوند که بیشترین برش در اتصال ایجاد شود.

**۹-۲۳-۴-۴-۱-۳** نیروی برشی مقاوم نهایی اتصال، $V_r$، را می‌توان با شرط رعایت ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۴-۲ حداکثر برابر با مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفت:

الف- برای اتصالات محصور شده در چهار سمت $۱۲A_j v_c$

ب- برای اتصالات محصور شده در سه سمت و یا در دو سمت مقابل هم $۹A_j v_c$

پ- برای سایر اتصالات $۷/۵A_j v_c$

یک اتصال زمانی توسط نیرویی که به یک وجه آن می‌رسد محصور شده تلقی می‌گردد که تیر حداقل سه‌چهارم سطح آن اتصال را پوشانده باشد.

**۹-۲۳-۴-۴-۲ آرماتورگذاری**

**۹-۲۳-۴-۴-۲-۱** در تمامی اتصالات به جز آنهایی که در بند ۹-۲۳-۴-۴-۲-۲ گفته شده‌اند، باید آرماتورگذاری عرضی ویژه مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۲-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۲-۳-۶ به کار برده شود.

**۹-۲۳-۴-۴-۲-۲** در اتصالاتی‌که در چهار سمت توسط تیرها محصور شده‌اند و عرض تیرها کمتر از سه چهارم بعد ستونی که به آن متصل می‌شوند، نیستند، باید در طولی به اندازه کوتاه‌ترین ارتفاع تیر در اتصال آرماتورگذاری عرضی ویژه، مساوی با نصف آنچه در بند ۹-۲۳-۴-۴-۲-۱-۱ گفته شد، به کار برده شود. فاصله آرماتورهای عرضی در این اتصالات را می‌توان تا ۱۵۰ میلیمتر افزایش داد.

**۹-۲۳-۴-۴-۲-۳** آرماتورهای طولی تیرها که به ستون ختم می‌شوند باید تا انتهای دیگر هسته محصور شده ستون ادامه یابند و در صورت کششی بودن مطابق ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۴-۳ و در صورت فشاری بودن مطابق ضوابط فصل بیست و یکم مهار شوند.

**۹-۲۳-۴-۴-۲-۴** در تیرهایی که آرماتور طولی آنها از داخل هسته محصور شده ستون عبور نمی‌کنند، در صورتی که این آرماتورها توسط تیر دیگری که به اتصال می‌رسد محصور نشده باشند، باید در سراسر طول آرماتور طولی که در خارج از هسته ستون قرار دارند آرماتور گذاری عرضی ویژه اجرا شود.

**۹-۲۳-۴-۴-۳ طول‌گیرایی‌میلگردهای‌کششی**

**۹-۲۳-۴-۴-۳-۱** طول گیرایی میلگردهای قلابدار، $l_{dh}$، که‌خم آنها ۹۰ درجه است باید با استفاده از رابطه (۹-۲۱-۵) در نظر گرفته شود. طول گیرایی قلاب همچنین نباید کمتر از مقادیر: ۸ برابر قطر میلگرد و ۱۵۰ میلی‌متر اختیار گردد.

**۹-۲۳-۴-۴-۳-۲** قلاب‌ها باید در هسته محصورشده ستون‌ها و یا در اجزای لبه دیوارها مهار شوند.

**۹-۲۳-۴-۴-۳-۳** طول گیرایی میلگردهای مستقیم، $l_d$، در میلگردهای تحتانی، مطابق تعریف بند ۹-۲۱-۲-۴-۱، نباید کمتر از ۲/۵ برابر طول گیرایی میلگردهای قلابدار و در میلگردهای فوقانی نباید کمتر از ۳/۵ برابر طول گیرایی میلگردهای قلابدار منظور گردد.

**۹-۲۳-۴-۴-۳-۴** میلگردهای مستقیمی که به یک اتصال ختم می‌شوند باید از داخل هسته محصور شده ستون و یا جزء لبه دیوار عبور داده شوند. طول گیرایی برای آن قسمت از میلگردهایی که در خارج از هسته محصور شده قرار دارند، باید به اندازه۱/۶ برابر افزایش داده شود.

### ۹-۲۳-۴-۵ ضوابط طراحی برای برش

#### ۹-۲۳-۴-۵-۱ اعضای تحت خمش و تحت فشار و خمش در قاب‌ها

**۹-۲۳-۴-۵-۱-۱** در اعضای تحت خمش و تحت فشار و خمش‌در قاب‌ها، کنترل حالت حدی نهایی مقاومت در برش باید براساس رابطه (۹-۱۵-۱) صورت گیرد. مقادیر $V_u$ و $V_r$ در این رابطه باید بر طبق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۵-۱-۲ تا ۹- ۲۳-۴-۵-۱-۴ محاسبه شوند.

**۹-۲۳-۴-۵-۱-۲** نیروی برشی نهایی، $V_u$، در اعضای خمشی باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای قائم و لنگرهای خمشی موجود در مقاطع انتهایی عضو با فرض آنکه در این مقاطع مفصل‌های پلاستیک تشکیل شده‌اند، تعیین شود. ظرفیت خمشی مفصل‌های پلاستیک، مثبت یا منفی باید برابر با لنگر خمشی مقاوم محتمل مقطع، $M_{pr}$، در نظر گرفته شود. جهت‌های این لنگرهای خمشی باید چنان در نظر گرفته شوند که نیروی برشی ایجاد شده در عضو بیشترین باشد.

**۹-۲۳-۴-۵-۱-۳** نیروی برشی نهایی، $V_u$، در اعضای تحت فشار و خمش باید برابر با کمترین دو مقدار (الف) و (ب) این بند نظر گرفته شود ولی این نیرو در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار نیروی برشی باشد که از تحلیل ساختمان زیر اثر بارهای نهایی ناشی از بارهای قائم و نیروی جانبی زلزله به دست آمده است.

الف- نیروی برشی ایجاد شده در عضو زیر اثر نیروهای استاتیک وارد به آن شامل بارهای قائم، در صورت وجود، و لنگرهای خمشی موجود در مقاطع انتهایی آن با فرض آنکه در این مقاطع

مفصل‌های پلاستیک تشکیل شده باشد، می‌گردد. ظرفیت خمشی مفصل‌های پلاستیک، مثبت یا منفی، باید برابر لنگر خمشی مقاوم محتمل مقطع، $M_{pr}$، در نظر گرفته شود و در تعیین آن باید نامساعدترین نیروی محوری نهایی موجود که در عضو منتج به بیشترین لنگر خمشی می‌شود، منظور گردد. جهت‌های این لنگرهای خمشی باید چنان در نظر گرفته شود که نیروی برش ایجاد شده در عضو بیشترین باشد.

ب- نیروی برشی ایجاد شده در عضو با فرض آنکه در تیرهای متصل به دو انتهای عضو، در مقاطع مجاور به اتصال‌ها، مفصل‌های پلاستیکی با مشخصات گفته شده در بند ۹-۲۳-۴-۵-۱-۲ تشکیل شده باشند. جهت‌های این لنگرهای خمشی باید چنان در نظر گرفته شوند که نیروی برش ایجاد شده در عضو مورد نظر بیشترین باشد.

**۹-۲۳-۴-۵-۱-۴** مقاومت برشی نهایی مقاطع میله‌ای، $V_r$، باید بر اساس رابطه (۹-۱۵-۲) محاسبه شود. در اعضایی از قاب که در آنها نیروی فشار محوری کمتر از $۰/۰۷۵f_{cd}A_g$ باشد و نیروی برشی ناشی از زلزله در نواحی بحرانی تیرها، مطابق بند ۹-۲۳-۴-۵-۱-۳، و در نواحی $l_\circ$، ستون‌ها، مطابق بند ۹-۲۳-۴-۵-۱-۳، بزرگتر از نصف نیروی برشی طرح، $V_u$، باشد نیروی برشی مقاوم بتن، $V_c$، در این نواحی مساوی با صفر منظور می‌گردد. منظور از نیروی برشی ناشی از زلزله، نیروی برشی ایجاد شده در عضو به علت اختلاف لنگرهای خمشی موجود در مفصل‌های پلاستیکی ایجاد شده در دو انتهای عضو بر طبق ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۵-۱-۲ است.

**۹-۲۳-۴-۵-۱-۵** خاموت‌هایی که برای مقاومت در برابر برش به کار برده می‌شوند، در قسمت‌های خاصی از عضو که در بندهای ۹-۲۳-۴-۱-۳ ، ۹-۲۳-۴-۲-۳ و۹-۲۳-۴-۴-۲ مشخص شده‌اند، باید از نوع تنگ ویژه باشند.

**۹-۲۳-۴-۵-۲ دیوارهای سازه‌ای و دیافراگم‌ها**

**۹-۲۳-۴-۵-۲-۱** در دیوارهای سازه‌ای و دیافراگم‌ها، کنترل حالت حدی نهایی مقاومت در برش باید بر اساس رابطه (۹-۲۳-۷) صورت گیرد:

$$V_u \le \phi_n . V_r \qquad (۹-۲۳-۷)$$

در این رابطه $V_u$ نیروی برشی نهایی است که از تحلیل سازه زیر اثر بارهای نهایی ناشی از بارهای قائم و بارهای جانبی زلزله به دست آمده است و $V_r$ مقاومت برشی نهایی مقطع است که مطابق

بند ۹-۲۳-۴-۵-۲-۲ محاسبه می‌شود. $\phi_n$ ضریب اصلاحی مقاومت است که در این قطعات مساوی با ۰/۷ منظور می‌گردد.

**۹-۲۳-۴-۵-۲-۲** مقاومت برشی نهایی مقطع، $V_r$، با استفاده از رابطه (۹-۲۳-۸) محاسبه می‌شود:

$$V_r = A_{cv}(\alpha_c v_c + \rho_n f_{yd}) \qquad (۹-۲۳-۸)$$

در این روابط $\alpha_c$ ضریبی است که به شرح (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفته می‌شود:

الف- در دیوارها و دیافراگم‌هایی که در آنها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ بزرگتر یا مساوی ۲ است، $\alpha_c$ = ۱

ب- در دیوارها و دیافراگم‌هایی که در آنها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ کوچکتر یا مساوی ۱/۵ است، $\alpha_c$ =۱/۵

پ- در دیوارها و دیافراگم‌هایی‌که در آنها نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ بین ۱/۵ و ۲ است، ضریب $\alpha_c$ با درون‌یابی خطی بین اعداد فوق تعیین می‌شود.

**۹-۲۳-۴-۵-۲-۳** در تعیین مقاومت برشی نهایی مقطع در قطعات یک دیوار یا یک دیافراگم مقدار ضریب $\alpha_c$ باید برای بیشترین مقدار $\frac{h_w}{l_w}$ در کل دیوار یا دیافراگم و در قطعه مورد نظر محاسبه شود.

**۹-۲۳-۴-۵-۲-۴** میلگردهای برشی در دیوار یا دیافراگم باید در صفحه دیوار یا دیافراگم در دو جهت عمود بر هم توزیع شوند به طوری که در این دو جهت مقاومت برشی ایجاد نمایند. در مواردی که نسبت $\frac{h_w}{l_w}$ کمتر از۲ است نسبت میلگرد قائم، $\rho_v$، نباید کمتر از نسبت میلگرد افقی برشی، $\rho_n$، در نظر گرفته شوند.

**۹-۲۳-۴-۵-۲-۵** مقاومت برشی نهایی مقطع، $V_r$، در دیوارهایی که متشکل از تعدادی پایه‌های دیوارگونه‌اند و بطور مشترک نیروی جانبی واحدی را تحمل می‌کنند نباید بیشتر از $A_{cp}v_c$ ۴ در نظر گرفته شود. در این دیوارها مقاومت برش نهایی مقطع هر پایه دیوار گونه نیز نباید بیشتر از $A_{cp}v_c$ ۵ منظور گردد. $A_{cp}$ سطح مقطع هر پایه دیوارگونه و $A_{cv}$ مجموع سطح مقطع‌های این پایه‌ها است.

**۹-۲۳-۴-۵-۲-۶** مقاومت برش نهایی مقطع در قطعات افقی در دیوارها، نظیر تیرهای رابط در دیوارهای همبسته نباید بیشتر از $5A_{cp}v_c$ در نظر گرفته شود. $A_{cp}$ سطح مقطع قطعه افقی دیوار است.

### ۹-۲۳-۴-۶ اعضایی از قاب‌ها که برای تحمل نیروهای زلزله طراحی نمی‌شوند

**۹-۲۳-۴-۶-۱** اعضایی از قاب‌ها که برای تحمل نیروهای زلزله به کار گرفته نمی‌شوند باید با توجه به لنگرهای خمشی ایجاد شده درآنها زیر اثر تغییر مکان جانبی مساوی دو برابر آنچه در زیر اثر بار نهایی در ساختمان ایجاد می‌شود، براساس ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۶-۱-۱ و۹-۲۳-۴-۶-۱-۲ طراحی شوند.

**۹-۲۳-۴-۶-۱-۱** چنانچه لنگر خمشی ایجاد شده در عضو بیشتر از لنگر خمشی مقاوم عضو، $M_r$، باشد در اعضای خمشی باید ضابطه آرماتورگذاری طولی بند ۹-۲۳-۴-۱-۲-۱ و در اعضای تحت فشار و خمش باید ضوابط آرماتورگذاری عرضی بند ۹-۲۳-۴-۲-۳ رعایت شود. بعلاوه تمامی این اعضاء باید بر اساس ضوابط قسمت ۹-۲۳-۴-۵ برای برش طراحی شوند.

**۹-۲۳-۴-۶-۲** چنانچه لنگر خمشی ایجاد شده در عضو کمتر از لنگر خمشی مقاوم عضو، $M_r$، باشد در اعضای خمشی باید ضابطه آرماتورگذاری طولی بند ۹-۲۳-۴-۱-۲-۱رعایت شود.

**۹-۲۳-۴-۶-۲-۱** تمامی اعضای تحت فشار و خمش که در آنها ضوابط آرماتور گذاری عرضی مطابق بند ۹-۲۳-۴-۲-۳ رعایت نشده باشد، باید مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۶-۲-۲ تا ۹-۲۳-۴-۶-۲-۴ آرماتورگذاری شوند.

**۹-۲۳-۴-۶-۲-۲** خاموت‌ها باید دارای قلاب‌های با زاویه حداقل ۱۳۵درجه و طول مستقیم به اندازه حداقل ۶ برابر قطر خاموت‌ها یا ۶۰ میلی‌متر باشد. استفاده از قلاب‌های دوخت مطابق تعریف این فصل نیز بلامانع است.

**۹-۲۳-۴-۶-۲-۳** در دو انتهای عضو در طولی برابر با $\ell_o$ ، مطابق تعریف بند ۹-۲۳-۴-۲-۳-۱، فاصله سفره‌های آرماتور عرضی از یکدیگر نباید بیشتر از مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفته شود:

الف- ۸ برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی

ب- ۲۴ برابر قطر خاموت‌ها

پ- نصف کوچکترین ضلع مقطع عضو

فاصله اولین خاموت از بر اتصال عضو به تیر نباید بیشتر از نصف مقادیر فوق در نظر گرفته شود.

**۹-۲۳-۴-۶-۲-۴** در قسمتی از طول عضو که شامل طول $\ell_o$ نمی‌شود، ضوابط آرماتورگذاری عرضی مشابه ضوابط ستون‌های عادی است.

# ۹-۲۴ طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده

## ۹-۲۴-۰ علائم اختصاری

$A_c$= سطح محصور توسط محیط خارجی مقطع بتن شامل سطح سوراخ‌ها (در صورت وجود)، میلی‌متر مربع

$A_g$= مساحت کل مقطع بتنی، میلی‌متر مربع

$A_h$= سطح مقطع همگن، میلی‌متر مربع

$A_s$= سطح مقطع آرماتور کششی معمولی، میلی‌متر مربع

$A_{st}$= سطح مقطع یک شاخه از خاموت بسته که در محدوده‌ای به طول $s_t$ در برابر پیچش مقاومت می‌کند، میلی‌متر مربع

$A'_s$= سطح مقطع آرماتور فشاری معمولی، میلی‌متر مربع

$A_v$= سطح مقطع آرماتورهای برشی معمولی در فاصله s یا سطح مقطع آرماتور برشی عمود بر آرماتور کششی نظیر خمش در فاصله s برای اعضای خمشی با ارتفاع زیاد، میلی‌متر مربع

$A_{vt}$= سطح مقطع آرماتورهای برشی-پیچشی معمولی در فاصله $s_t$، میلی‌متر مربع

$A'_v$= سطح مقطع آرماتورهای برشی پیش‌تنیده، میلی‌متر مربع

$A_p$= سطح مقطع آرماتور پیش‌تنیدگی، میلی‌متر مربع

a= ارتفاع بلوک فشاری مستطیلی معادل، میلی‌متر

b= عرض بال تیر، میلی‌متر

$b_w$= عرض جان تیر، میلی‌متر

$B_t$ = سطح مقطع قسمت کششی مقطع، میلی‌متر مربع

$c_v$= فاصله افقی بین مقطع دارای حداکثر ممان و تکیه‌گاه‌های انتهایی یا نقطه مورد نظر، میلی‌متر

$d$= فاصله دورترین تار فشاری بتن تا مرکز سطح آرماتورهای کششی معمولی، میلی‌متر

$d'$= فاصله دورترین تار فشاری بتن تا مرکز سطح آرماتورهای فشاری، میلی‌متر

$d_p$= فاصله دورترین تار فشاری بتن تا مرکز سطح آرماتورهای پیش‌تنیدگی، میلی‌متر

$e$= کوچکترین بعد عضو بتنی، میلی‌متر

$E_c$= ضریب ارتجاعی بتن، مگا پاسکال

$E_{ci}$= ضریب ارتجاعی کوتاه‌مدت بتن، مگاپاسکال

$E_s$= ضریب ارتجاعی آرماتورهای معمولی، مگاپاسکال

$E_p$= ضریب ارتجاعی آرماتورهای پیش‌تنیده، مگاپاسکال

$F_{bst}$= نیروی کششی پکاننده، نیوتن

$F_{vt}$= نیروی فشاری آرماتور قائم پیش‌تنیدگی، نیوتن

$f_c$= مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال

$f_{cl}$= تنش فشاری در بتن، مگاپاسکال

$f_{c\ell}$= تنش حد فشاری، مگاپاسکال

$f_{cg}$= تنش ناشی از نیروی پیش‌تنیدگی اولیه در مرکز ثقل عضو، مگاپاسکال

$f_{ct}$= مقاومت فشاری مشخصه نمونه های استوانه‌ای بتن در سن $t$ روز، مگاپاسکال

$f_p$= تنش پیش‌تنیدگی در کابل پس از افت‌های کوتاه مدت، مگاپاسکال

$f_{pi}$= تنش در کابل در محل جک و زمان جک زدن، مگاپاسکال

$f_{pe}$= تنش مؤثر در آرماتور پیش تنیدگی پس از تمامی افت ها، مگاپاسکال

$f_{ps}$= تنش کششی متوسط در کابل در اثر اعمال بارهای نهایی، مگاپاسکال

$f_{pu}$= مقاومت نهایی تضمین شده آرماتور پیش‌تنیدگی، مگاپاسکال

$F_{py}$= مقاومت تسلیم آرماتور پیش‌تنیدگی، مگاپاسکال

$F_{pyd}$= مقاومت تسلیم محاسباتی آرماتور پیش‌تنیدگی، مگاپاسکال

$F_{vt}$= نیروی فشاری آرماتور قائم پیش‌تنیدگی، نیوتن

$f_x$= تنش نهایی ناشی از پیش‌تنیدگی افقی، مگاپاسکال

$f_y$= تنش نهایی ناشی از پیش‌تنیدگی قائم، مگاپاسکال

$F_y$= مقاومت تسلیم آرماتور معمولی، مگاپاسکال

$f_t$= مقاومت مشخصه کششی بتن، مگاپاسکال

$f_{tl}$= تنش کششی در بتن، مگاپاسکال

$h$= ضخامت کل عضو، میلی‌متر

$h_l$= ضخامت بال فشاری در مقاطع T شکل، میلی‌متر

$k$= ضریب اصطکاک ناشی از اعوجاج در واحد طول کابل، یک بر میلی‌متر

$n$= ضریب معادل تبدیل سطح مقطع همگن

$N_{Bt}$= نیروی کش کششی در قسمت مقطع، نیوتن

$P_k$= نیروی جک زدن کابل، نیوتن

$P_h$= مولفه افقی نیروی پیش‌تنیدگی مؤثر، نیوتن

$R_H$= رطوبت نسبی محیط

$r_m$= شعاع متوسط قطعه، میلی‌متر

$S$= فاصله آرماتورهای عرضی معمولی، میلی‌متر

$S_t$= فاصله بین سفره‌های آرماتورهای برشی - پیچشی معمولی در امتداد موازی آرماتورهای طولی، میلی‌متر

$S'$= فاصله آرماتورهای عرضی پیش‌تنیده، میلی‌متر

$S'_t$= فاصله بین سفره‌های آرماتورهای برشی - پیچشی پیش‌تنیده موازی آرماتورهای طولی، میلی‌متر

$V_c$= نیروی برشی مقاوم تامین شده توسط بتن، نیوتن

$V_r$= نیروی برشی مقاوم مقطع، نیوتن

$V_s$= نیروی برشی مقام تامین شده توسط فولاد عرضی معمولی، نیوتن

$V_{sp}$= نیروی برشی مقاوم تامین شده آرماتورهای پیش‌تنیدگی، نیوتن

$v_u$= تنش برشی کل، مگاپاسکال

$V_{ue}$= برش محاسباتی مقطع که معادل تفاضل نیروی برشی موجود و مولفه قائم نیروی پیش‌تنیدگی می‌باشد، نیوتن

$v_{vu}$= تنش برشی ناشی از برش، مگاپاسکال

$v_{tu}$= تنش برشی ناشی از پیچش، مگاپاسکال

$Y_o$= عرض بلوک انتهایی، میلی‌متر

$Y_{po}$= عرض سطح تحت فشار، میلی‌متر

$\alpha$= زاویه آرماتورهای عرضی معمولی نسبت به تار میانی، درجه

$\alpha_t$= زاویه آرماتورهای عرضی-پیچشی معمولی نسبت به تار میانی، درجه

$\alpha'$= زاویه آرماتورهای عرضی پیش‌تنیده نسبت به تار میانی، درجه

$\alpha'_t$= زاویه آرماتورهای عرضی-پیچشی معمولی نسبت به تار میانی، درجه

$\alpha_1$= زاویه گردش کابل در مقطع مورد نظر نسبت به مقطع محل جک زدن، رادیان

$\beta$ = ضریب کاهش حد تنش فشاری در جان تیرها

$\beta_1$= نسبت عمق بلوک فشاری یکنواخت معادل در محاسبات حالت حدی نهایی مقاومت به عمق منطقه بتن فشاری واقعی، مطابق بند ۹-۱۴-۳-۶

$\varepsilon_p$= تغییر شکل نسبی اولیه ناشی از کشیدن کابل

$\varepsilon'_p$= تغییر شکل نسبی حاصل از تقلیل تنش در بتن به حد صفر در مرکز سطح کابل

$\varepsilon''_p$= تغییر شکل نسبی اضافی ایجاد شده در فولاد تا رسیدن به حالت حد نهایی با فرض مقطع ترک نخورده

$\varepsilon_{cc}$= تغییر شکل نسبی ناشی از وارفتگی بتن

$\varepsilon_{cs}$= تغییر شکل نسبی ناشی از جمع‌شدگی بتن

$\varepsilon_{tot}$= تغییر شکل نسبی نهایی فولاد پیش‌تنیدگی

$\phi$= ضریب وارفتگی بتن

$\phi_c$= ضریب ایمنی جزئی مقاومت بتن

$\phi_s$= ضریب ایمنی جزئی مقاومت آرماتور معمولی

$\phi_p$= ضریب ایمنی جزئی مقاومت آرماتور پیش تنیده

$\gamma_p$= ضریب جزئی ایمنی آثار پیش‌تنیدگی

$\gamma_f$= ضریب جزئی ایمنی عامل‌ها

$\lambda$= ضریبی که نشان دهنده کسری از نیروی وارده به قطعه پیش‌تنیده می‌باشد که توسط پیش‌تنیدگی خنثی می‌شود

$\mu$= ضریب اصطکاک در انحنا، یک بر رادیان

$\Delta_1$= افت ناشی از اصطکاک بین کابل و غلاف، مگاپاسکال

$\Delta_2$= افت کششی در محل گیره، مگاپاسکال

$\Delta_3$= افت ناشی از کوتاه شدن الاستیک بتن، مگاپاسکال

$\Delta_4$= افت ناشی از جمع‌شدگی بتن، مگاپاسکال

$\Delta_5$= افت نهایی ناشی از وارفتگی بتن، مگاپاسکال

$\Delta_6$= افت ناشی از وادادگی فولاد پیش‌تنیدگی، مگاپاسکال

$\theta$= زاویه دستک‌های فشاری در مدل‌های خرپایی نسبت به تار میانی عضو پیش‌تنیده، درجه

## ۹-۲۴-۱ گستره

**۹-۲۴-۱-۱** ضوابط این فصل باید برای تمامی ساختمان‌های بتن پیش‌تنیده در محدوده شرایط حرارتی معمولی به کار گرفته شود. موارد زیر خارج از حدود کاربرد این فصل می‌باشد:

الف) پیش‌تنیدگی با روش‌هایی غیر از کشیدن آرماتورهای پیش تنیدگی فولادی.

ب) اعضا و قطعات بتن مسلح که به منظور بهبود رفتار آنها کمی پیش‌تنیده شده‌اند و باید براساس سایر فصول این مبحث طراحی شوند.

پ) ساختمان‌هایی که در آنها برخی آثار باید با دقت زیاد تخمین زده شود و این فصل فقط مقادیر تقریبی این آثار را منظور نموده یا تعیین کرده است.

## ۹-۲۴-۲ تعاریف

### ۹-۲۴-۲-۱ اصطکاک در انحنا

اصطکاک ناشی از تماس کابل یا غلاف در مسیرهای منحنی.

### ۹-۲۴-۲-۲ اصطکاک ناشی از اعوجاج

اصطکاکی که بر اثر اعوجاج غیر عمدی کابل از مسیر طراحی شده بین کابل و غلاف بوجود می‌آید.

### ۹-۲۴-۲-۳ اتلاف پیش‌تنیدگی

کاهش نیروی پیش‌تنیدگی تحت اثر توام عواملی مانند کاهش طول الاستیک عضو، جمع‌شدگی و وادادگی بتن، وادادگی فولاد، اصطکاک کابل با غلاف و فرو رفتگی گیره.

### ۹-۲۴-۲-۴ بتن پیش‌تنیده

بتنی که در آن با اعمال نیروی پیش‌تنیدگی، تنش‌های مورد نظر ایجاد شده است. بدیهی است که سعی می‌شود مقادیر جبری این تنش‌ها، در جهت عکس تنش‌های نظیر باشد که از اثر بارها، نیروها، سربارها و بطور کلی اثراتی که بر ساختمان وارد خواهد شد، ایجاد می‌شود.

### ۹-۲۴-۲-۵ بلوک انتهایی

مقطع انتهایی بزرگ شده یا مقاوم‌تر شده عضو که به منظور مقاومت در برابر تنش‌های پشت گیره طراحی و اجرا می‌شود.

### ۹-۲۴-۲-۶ طول انتقال

طولی که در آن نیروی پیش‌تنیدگی در عضوهای پیش‌کشیده، از طریق پیوستگی به بتن انتقال می‌یابد.

### ۹-۲۴-۲-۷ فرو رفتگی در گیره

پس از کشیدن کابل‌ها، برای آزاد کردن جک، کابل‌ها در گیره‌ها خفت انداخته می‌شود و عکس‌العمل نیروی کشش در کابل‌ها به صورت نیروی فشاری به بتن منتقل می‌گردد. این انتقال گاه با لغزش انتهای کابل‌ها به مقدار محدود به سمت عضو همراه است که فرورفتگی در گیره نامیده می‌شود.

### ۹-۲۴-۲-۸ قطع اتصال دهنده (کوپلور)

وسیله‌ای مکانیکی که نیروی پیش‌تنیدگی را از یک کابل به کابل دیگر انتقال می‌دهد.

### ۹-۲۴-۲-۹ کابل چسبیده

کابلی که به صورت مستقیم (در روش پیش‌کشیدگی) یا غیر مستقیم از طریق دوغاب تزریق شده در غلاف (در روش پس‌کشیدگی) به بتن چسبیده است.

### ۹-۲۴-۲-۱۰ گیره

وسیله‌ای مکانیکی برای انتقال نیروی پیش‌تنیدگی از انتهای کابل‌ها به بتن، در یک عضو پس‌کشیده

### ۹-۲۴-۲-۱۱ منطقه مهار

منطقه‌ای از عضو که پخش نیروهای متمرکز پشت گیره‌ها در طول آن انجام می‌شود. در این منطقه نیروهای کششی در بتن بوجود می‌آید و در صورت فقدان مقاومت کافی پکیده می‌شود.

### ۹-۲۴-۲-۱۲ مواد پوششی

موادی که برای محافظت آرماتور یا کابل‌های پیش‌تنیدگی در مقابل خوردگی یا کاهش اصطکاک بین کابل‌ها و غلاف و یا جلوگیری از چسبندگی کابل‌های پیش‌تنیدگی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۹-۲۴-۲-۱۳ نیروی جک زدن

نیروی کشش کابل‌ها در دو انتهای آنها، که به وسیله جک به کابل‌ها اعمال می‌شود.

### ۹-۲۴-۲-۱۴ هواکش

ورودی، خروجی یا هواکش تعبیه شده در غلاف و یا گیره پس‌کشیدگی برای تزریق دوغاب یا خروج آب، هوا و دوغاب.

## ۹-۲۴-۳ روش‌های پیش‌تنیدگی بتن

اعمال نیروی پیش‌تنیدگی به دو روش پیش‌کشیدگی و پس‌کشیدگی صورت می‌گیرد.

**۹-۲۴-۳-۱** روش پیش‌کشیدگی روشی است که در آن ابتدا فولاد پیش‌تنیدگی کشیده شده و سپس بتن در تماس با آرماتورها ریخته می‌شود. بعد از گرفتن بتن و کسب حداقل مقاومت لازم، کابل‌ها از جک جدا و نیروی پیش‌تنیدگی به بتن اعمال می‌شود.

**۹-۲۴-۳-۲** در روش پس‌کشیدگی، در ابتدا فضای عبور کابل‌ها که اصطلاحاً غلاف نامیده می‌شود، تعبیه می‌گردد و پس از بتن‌ریزی و کسب حداقل مقاومت لازم، فولاد پیش تنیدگی کشیده و مهار شده و بدین ترتیب نیروی پیش تنیدگی بر بتن سخت شده اعمال می‌شود.

## ۹-۲۴-۴ ضوابط کلی طراحی

کنترل حد نهایی و مقاومت حد بهره‌برداری ساختمان‌های بتن پیش‌تنیده می‌بایست طبق ضوابط این فصل و فصل سیزدهم صورت گیرد. در طراحی قطعات پیش‌تنیده باید اثر تغییرات نیروی پیش‌تنیدگی و خواص بتن و فولاد در طول زمان مورد توجه باشد. ضریب ایمنی جزئی آثار پیش تنیدگی در کلیه حالات حدی $\gamma_p = ۱$ است.

**۹-۲۴-۴-۱** تحلیل قطعات پیش تنیده در حالات حدی نهایی بر اساس رفتار خطی مصالح انجام می‌شود. در صورت لزوم تحلیل دقیق سیستم ساختمان، از روش تحلیل غیر خطی با رعایت اصول ذکر شده در بند ۹-۱۳-۶ استفاده گردد.

## ۹-۲۴-۵ مشخصات بتن مصرفی

نظر به اهمیت تنش‌های حاصل از نیروی پیش‌تنیدگی، حداقل رده بتن مصرفی C۳۰ می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه تغییر شکل‌های بتن نقش قابل ملاحظه‌ای در تغییرات نیروی پیش‌تنیدگی دارند، مقدار این تغییرشکل‌ها باید بر حسب زمان مشخص شود.

مقاومت مشخصه لازم برای بتن در زمان جک زدن و تقویت منطقه پشت جک باید با توجه به دستورالعمل‌های سازندگان گیره‌ها و نیروهای جک زدن تعیین شود.

### ۹-۲۴-۵-۱ جمع‌شدگی بتن

تغییر شکل نسبی بتن در اثر خشک شدن و تغییرات شیمیایی تابع زمان، جمع‌شدگی نامیده می‌شود. مقدار تغییر شکل نسبی ناشی از جمع‌شدگی بتن $\varepsilon_{cs}$ برحسب درصد رطوبت نسبی

محیط بین $۲\times۱۰^{-۲}$ (نواحی مرطوب) تا $۵\times۱۰^{-۴}$ (نواحی خشک و بیابانی) تغییر می‌کند. مقدار دقیق تر تغییر شکل نسبی نهایی ناشی از پدیده جمع‌شدگی از رابطه (۹-۲۴-۱) به دست می‌آید:

$$\varepsilon_{cs} = \frac{۱}{۱۰۰۰}\left(۱-۰/۸۵RH\right)\frac{۵۰۰+۰/۳e}{۴۰۰+e}\times\frac{w}{۵۰۰}\left(۱+۳\frac{w}{c}\right) \qquad (۹-۲۴-۱)$$

در این رابطه عبارت $\frac{w}{c}$ نسبت آب به سیمان و w مقدار آب بر حسب کیلوگرم در هر متر مکعب بتن است. مقدار تغییر شکل نسبی در شرایطی که سن بتن، t، بر حسب روز باشد از رابطه (۹-۲۴-۲) تعیین می‌گردد.

$$\varepsilon_{cs}\left(t\right) = \varepsilon_{cs}.r\left(t\right) \qquad (۹-۲۴-۲)$$

در این رابطه $r(t)$ از رابطه (۹-۲۴-۳) محاسبه می‌شود:

$$r\left(t\right) = \frac{t}{۱+۰/۹r_m} \qquad (۹-۲۴-۳)$$

مقدار $r_m$ نیز با استفاده از رابطه (۹-۲۴-۴) محاسبه می‌شود:

$$r_m = \frac{۲A_c}{u} \qquad (۹-۲۴-۴)$$

مقدار u، محیط مقطع بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

### ۹-۲۴-۵-۲ وارفتگی بتن

برای قطعات بتن پیش‌تنیده که تحت فشار قرار دارند مقدار تغییرشکل نسبی حاصل از وارفتگی بتن $\varepsilon_{cc}(t)$ از رابطه (۹-۲۴-۵) تعیین می‌شود:

$$\varepsilon_{cc}\left(t\right) = \phi.\varepsilon_{ci}.f\left(t\right) \qquad (۹-۲۴-۵)$$

در این رابطه مقدار $\varepsilon_{ci}$ از رابطه (۹-۲۴-۶) محاسبه می‌شود:

$$\varepsilon_{ci} = \frac{f_{cl}}{E_{ci}} \qquad (۹-۲۴-۶)$$

ضرایب $\phi$ بین ۱/۵ تا ۲/۵ تغییر می‌کند. این ضریب از رابطه (۹-۲۴-۷) بدست می‌آید:

$$\phi = \left(۳/۶ - ۲/۴RH^{۲}\right)\left(\frac{۵۰۰ + ۰/۳e}{۴۰۰ + e}\right) \times \frac{W}{۵۰۰}\left(۱ + ۳\frac{W}{C}\right)\left(۱/۷۲ - \log_{۱۰}\sqrt{t_{۰}}\right) \qquad (۹-۲۴-۷)$$

مقدار $f(t)$ در رابطه (۹-۲۴-۵) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$f\left(t\right) = \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{t} + ۰/۱۶\sqrt{r_m}} \qquad (۹-۲۴-۸)$$

در این رابطه $t$ زمان بر حسب روز می‌باشد و $f(t)$ مقاومت مشخصه در زمان $t$ است.

## ۹-۲۴-۶ فولاد پیش‌تنیدگی

یک یا چند سیم، میله و سیم‌های بافته شده یا دسته سیم‌های بافته شده فولادی با مقاومت کششی بسیار زیاد که در قطعه یا ساختمان‌های بتنی به حالت کشیده شده قرار داده می‌شوند و در ساختمان بتنی که مانع برگشت آنها به حالت اولیه می‌شود، تنش ایجاد می‌کند. مقاومت گسیختگی تضمین شده انواع فولادهای پیش‌تنیدگی بشرح زیر باید بین ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع باشد. انواع مختلف فولاد پیش‌تنیدگی به شرح زیر است:

الف) سیم بدون پوشش تنش‌زدایی شده

ب) رشته متشکل از هفت سیم بدون پوشش تنش‌زدایی شده

پ) میله فولادی پر مقاومت بدون پوشش

فولاد پیش تنیدگی می‌تواند با وادادگی کم یا معمولی باشد.

### ۹-۲۴-۶-۱ نیروی پیش تنیدگی

نیروهای پیش‌تنیدگی در طول کابل و طی زمان متغیر می‌باشند. این نیروها براساس مقدار کشش در محل گیره‌ها $f_{pi}$ در زمان جک زدن تخمین زده می‌شوند. بطور کلی اختلاف بین نیروهای کششی اولیه $f_{pi}$ و نیروی کششی موجود در مقطعی از کابل در یک زمان مشخص را اتلاف پیش‌تنیدگی می‌نامند.

### ۹-۲۴-۶-۲ مقادیر حداکثر کشش در کابل‌ها

حداکثر مقادیر کشش در کابل‌ها در قطعات پیش تنیده به شرح زیر است.

الف) در زمان جک زدن $f_{pi} = ۰/۸ f_{pu}$

ب) پس از افت‌های کوتاه مدت $f_{p} = ۰/۷۵ f_{pu}$

پ) پس از کلیه افت‌ها $f_{pe} = ۰/۶۵ f_{pu}$

### ۹-۲۴-۶-۳ اتلاف‌های کوتاه مدت

#### ۹-۲۴-۶-۳-۱ اتلاف ناشی از اصطکاک بین کابل و غلاف

اتلاف اصطکاک در فولاد پس کشیده باید براساس ضرایب انحنا و اعوجاج بدست آمده از آزمایش تعیین شود و ضمن عملیات کشش مورد کنترل و تایید قرار گیرد. مقادیر فرض شده برای این ضرایب در طراحی، حداقل و حداکثر نیروی جک زدن و ازدیاد طول کابل را باید روی نقشه‌های اجرایی قید کرد. مقدار اتلاف ناشی از اصطکاک از رابطه (۹-۲۴-۹) محاسبه می‌شود:

$$\Delta_t = f_{pi}\left(۱ - e^{-(kx+\mu\alpha_l)}\right) \qquad (۹-۲۴-۹)$$

در این رابطه $x$ فاصله مقطع مورد نظر از محل جک زدن است.

هر گاه اطلاعات تجربی کافی از مقادیر $k$ و $\mu$ وجود نداشته باشد، می‌بایست از مقادیر زیر استفاده کرد:

$$k = ۳ \times ۱۰^{-۶} (۱/mm)$$

$$\mu = ۰/۲۵ (۱/\text{rad})$$

**۹-۲۴-۶-۳-۲ اتلاف کشش در محل گیره**

اتلاف کشش در محل گیره که ممکن است ناشی از لغزش آرماتور پیش‌تنیدگی نسبت به گیره یا فرورفتگی و تغییرشکل گیره باشد، اتلاف ناشی از فرورفتگی نامیده می‌شود. لغزش کابل توسط اصطکاک (تغییر جهت داده) در طول معینی از آن مستهلک می‌شود. چنانچه نمودار کشش در کابل، قبل و بعد از خفت انداختن آن قرینه باشد و مقدار فرورفتگی توسط کارخانه سازنده گیره $\delta$ تعیین شده باشد، مجموع کاهش طول‌های جزئی در طول $\ell$ از کابل، برابر $\delta$ است و از رابطه (۹-۲۴-۱۰) تعیین می‌شود:

$$\delta = \int_{۰}^{\ell} \frac{\Delta_{۲}(x)}{E_P} dx = \frac{۱}{E_P} \int_{۰}^{\ell} \Delta_{۲}(x)\, dx \longrightarrow E_P \delta = \int_{۰}^{\ell} \Delta_{۲}(x)\, dx \qquad (۹-۲۴-۱۰)$$

مقدار انتگرال فوق برابر سطح بین نمودار کشش کابل و نمودار قرینه آن است.

**۹-۲۴-۶-۳-۳ اتلاف ناشی از کوتاه شدن الاستیک بتن**

اتلاف ناشی از تغییر شکل نسبی الاستیک بتن که کوتاه شدن عضو در اثر اعمال نیروهای ناشی از پیش‌تنیدگی می‌باشد، در اعضای پس‌کشیده و پیش‌کشیده از روابط زیر تعیین می‌شود.

مقدار این اتلاف برای اعضای پس کشیده از رابطه (۹-۲۴-۱۱) به دست می‌آید:

$$\Delta_{۳} = \frac{۱}{۲} \frac{E_P}{E_{ci}} f_{cg} \qquad (۹-۲۴-۱۱)$$

و برای اعضای پیش‌کشیده از رابطه (۹-۲۴-۱۲) تعیین می‌گردد.

$$\Delta_{۳} = \frac{E_P}{E_{ci}} f_{cg} \qquad (۹-۲۴-۱۲)$$

در این روابط $f_{cg}$، تنش ناشی از نیروی پیش تنیدگی اولیه در مرکز ثقل عضو است.

### ۹-۲۴-۶-۴ اتلاف دراز مدت

برای محاسبه سایر اتلاف‌های پیش تنیدگی باید اطلاعات کافی از مشخصات مصالح مصرفی، روش‌های عمل آوردن، شرایط محیطی و جزئیات سازه‌ای در دست داشت. روش تقریبی برای محاسبه این اتلاف‌ها به شرح زیر است.

#### ۹-۲۴-۶-۴-۱ اتلاف ناشی از جمع‌شدگی بتن

مقدار این اتلاف با توجه به آنچه در بند ۹-۲۴-۵-۱ گفته شد، از رابطه (۹-۲۴-۱۳) تعیین می‌شود:

$$\Delta_{۴} = E_P . \varepsilon_{cs} \qquad (۹-۲۴-۱۳)$$

#### ۹-۲۴-۶-۴-۲ اتلاف نهایی ناشی از وارفتگی بتن

مقدار این اتلاف با توجه به بند ۹-۲۴-۵-۲ از رابطه (۹-۲۴-۱۴) تعیین می‌شود:

$$\Delta_{۵} = E_P . \varepsilon_{ccg} \qquad (۹-۲۴-۱۴)$$

در این رابطه $\varepsilon_{ccg}$، میزان وارفتگی بتن در مرکز سطح کابل‌ها تحت اثر بارهای دائمی و نیروی پیش تنیدگی است.

#### ۹-۲۴-۶-۴-۳ اتلاف ناشی از وادادگی فولاد پیش‌تنیدگی

مقدار اتلاف ناشی از وادادگی فولاد پیش‌تنیدگی که در حقیقت کاهش کشش کابل در اثر تغییرشکل‌های تابع زمان می‌باشد، از رابطه (۹-۲۴-۱۵) محاسبه می‌شود:

$$\Delta_{۶} = f_p \frac{\log t}{۱۰} \left( \frac{f_p}{f_{pu}} - ۰/۵۵ \right) \qquad (۹-۲۴-۱۵)$$

در این رابطه $t$، زمان سپری شده پس از کشیدن فولاد بر حسب ساعت می‌باشد و $f_p$، تنش پیش‌تنیدگی پس از اتلاف‌های کوتاه مدت است که از رابطه (۹-۲۴-۱۶) به دست می‌آید:

$$f_p = f_{pi} - \left( \Delta_۱ + \Delta_۲ + \Delta_۳ \right) \qquad (۹-۲۴-۱۶)$$

در فولاد با وادادگی کم بجای عدد ۱۰ در مخرج کسر، عدد ۴۵ قرار داده شود. برای در نظر گرفتن اثر متقابل اتلاف‌های درازمدت، $\frac{۵}{۶}$ مقدار محاسباتی $\Delta_۶$ ملاک عمل قرار می‌گیرد.

### ۹-۲۴-۶-۵ مجموع اتلاف‌های پیش‌تنیدگی

مجموع اتلاف‌های پیش‌تنیدگی $\Delta$ برای اعضای پس‌کشیده از رابطه (۹-۲۴-۱۷) بدست می‌آید:

$$\Delta = \Delta_۱ + \Delta_۲ + \Delta_۳ + \Delta_۴ + \Delta_۵ + \frac{۵}{۶} \times \Delta_۶ \qquad (۹-۲۴-۱۷)$$

مجموع اتلاف‌های پیش‌تنیدگی $\Delta$ برای اعضای پیش‌کشیده از رابطه (۹-۲۴-۱۸) به دست می‌آید:

$$\Delta = \Delta_۳ + \Delta_۴ + \Delta_۵ + \frac{۵}{۶} \times \Delta_۶ \qquad (۹-۲۴-۱۸)$$

مقدار نیروی مؤثر نهایی پس از کاهش اتلاف‌های دراز مدت از رابطه (۹-۲۴-۱۹) بدست می‌آید:

$$f_{pe} = f_{pi} - \Delta \qquad (۹-۲۴-۱۹)$$

### ۹-۲۴-۷ حالت‌های حدی نهایی مقاومت

**۹-۲۴-۷-۱** در اجزای خمشی با توجه به وجود نیروی محوری ناشی از پیش‌تنیدگی، نمودار اندرکنش P-M مربوط به ظرفیت نهایی مقطع باید ترسیم شود. در این حالت هر نقطه‌ای نشان‌دهنده یک حالت بارگذاری (اندیس Su) بوده و باید در داخل نمودار ظرفیت نهایی قرار گیرد.

### ۹-۲۴-۷-۲ محدودیت تغییر شکل

در قطعات بتن پیش‌تنیده شده تغییرشکل نهایی بتن به میزان ۰/۰۰۳۵، تغییر شکل نهایی فولاد معمولی به ۰/۰۱، افزایش تغییر شکل فولاد پیش‌تنیدگی از نقطه بازگشت به صفر و تغییر شکل نسبی بتن در مرکز سطح کابل به ۰/۰۱ محدود می‌شود. تغییر شکل نسبی نهایی فولاد پیش‌تنیدگی از رابطه (۹-۲۴-۲۰) به دست می‌آید:

$$\varepsilon = \varepsilon_p + \varepsilon_p^{'} + \varepsilon_p^{''} \qquad (۹-۲۴-۲۰)$$

در این رابطه مقدار $\varepsilon_p$، از رابطه (۹-۲۴-۲۱) به دست می‌آید:

$$\varepsilon_p = \frac{f_p}{E_p} \qquad (۹-۲۴-۲۱)$$

مقدار $\varepsilon_p^{'}$ نیز با استفاده از رابطه (۹-۲۴-۲۲) تعیین می‌گردد:

$$\varepsilon_p^{'} = \frac{f_{cg}}{E_{ci}} \qquad (۹-۲۴-۲۲)$$

در کابل‌های غیر چسبیده تغییر شکل نسبی فولاد پیش‌تنیدگی، در اثر اعمال بارهای مرده و زنده که بعد از عملیات کشش کابل وارد می‌شوند، از کرنش بتن تبعیت نمی‌کند و تغییری در آن ایجاد نمی‌شود، در نتیجه $\varepsilon_p^{'}$ و $\varepsilon_p^{''}$ صفر است.

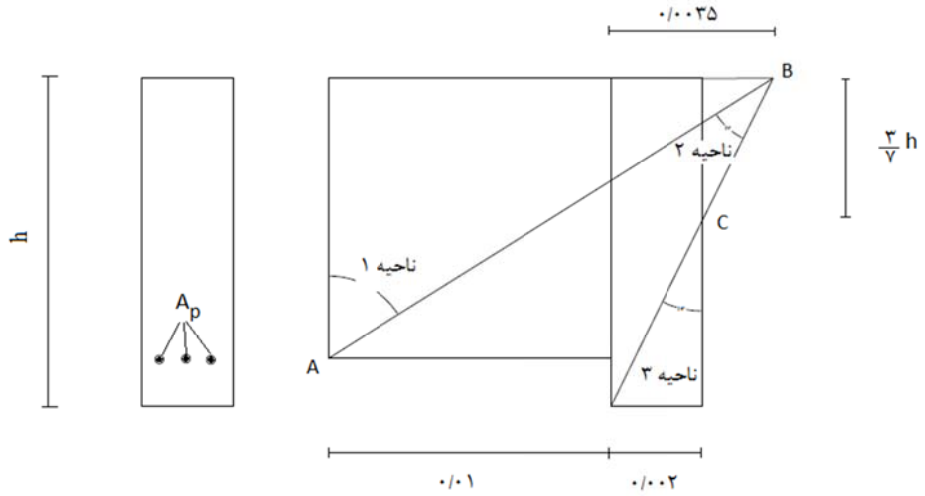
### ۹-۲۴-۷-۳ نمودارهای تغییرشکل در حالت حدی نهائی

در حالت حدی نهائی، نمودار تغییرشکل نسبی به صورت یک خط مستقیم است که از یکی از نقاط حدی تغییر شکل بشرح زیر می‌گذرد،

در ناحیه ۱، نمودار تغییرشکل از نقطه A، با افزایش طول نسبی ۱٪ (در مرکز سطح دورترین آرماتورها) می‌گذرد.

در ناحیه ۲، نمودار تغییرشکل از نقطه B، که نقطه با کاهش طول نسبی ۰/۰۰۳۵ در فشرده‌ترین تار بتن است، می‌گذرد.

در ناحیه ۳، نمودار تغییرشکل از نقطه C، که متناظر با کاهش طول نسبی ۰/۰۰۲ در بتن و در فاصله $\frac{۳}{۷}h$ از بالاترین تار فشاری است، می‌گذرد.




**شکل ۹-۲۴-۱ نمودار تغییرشکل در حالت حدی نهایی**

### ۹-۲۴-۷-۴ تنش‌های محاسباتی $\frac{۳}{۷}$

برای تعیین تنش حد تسلیم فولاد پیش‌تنیدگی باید از نمودارهای الاستو پلاستیک استفاده نمود. برای تعیین تنش حد تسلیم نهایی فولاد پیش‌تنیدگی، ضریب ایمنی جزئی مقاومت آرماتور پیش‌تنیده باید مطابق رابطه (۹-۲۴-۲۳) در تنش حد تسلیم اثر داده شود.

$$f_{pyd} = \phi_p \times f_{py} \qquad (۹-۲۴-۲۳)$$

که در آن $\phi_p$ =۰/۹ می‌باشد. برای بدست آوردن $f_{py}$، تغییرشکل نسبی نهایی فولاد پیش‌تنیدگی باید براساس بند ۹-۲۴-۷-۲ تعیین گردد.

## ۹-۲۴-۸ کنترل پایداری قطعات بتن پیش‌تنیده

در قطعات بتن پیش‌تنیده که تحت بار فشاری قرار دارند، حالت حد پایداری (کمانش) باید بررسی شود.

## ۹-۲۴-۹ حالت حدی بهره‌برداری

تمامی قطعات بتن پیش‌تنیده باید در حالت حدی بهره‌برداری کنترل شوند، این بررسی شامل ارزیابی مقدار تنش فشاری، محدودیت تغییر شکل و تنش کششی است و باید براساس مشخصات مقطع مؤثر انجام گیرد.

### ۹-۲۴-۹-۱ مقطع مؤثر (خالص)

مقطع مؤثر پس ازکسر سطح مقطع سوراخ‌های تعبیه شده برای کابل‌ها از سطح مقطع کل بدست می‌آید. مشخصات این مقاطع برای تعیین تنش‌های مربوط به بارهایی که قبل از تزریق غلاف کابل‌ها بر ساختمان اعمال می‌شوند ملاک عمل قرار می‌گیرند.

### ۹-۲۴-۹-۲ مقطع همگن

بعد از تزریق فضای خالی اطراف کابل‌ها، سطح مقطع همگن باید با استفاده از رابطه (۹-۲۴-۲۴) تعیین گردد.

$$A_n = \left(A_g - A_P\right) + nA_P \qquad (۹-۲۴-۲۴)$$

در این رابطه n از رابطه (۹-۲۴-۲۵) بدست می‌آید:

$$n = \frac{E_p}{E_c} \qquad (۹-۲۴-۲۵)$$

### ۹-۲۴-۹-۳ بارگذاری

در محاسبات حالت حدی بهره‌برداری باید از ترکیبات بارگذاری مندرج در جدول ۹-۱۳-۲ که در آن ضرایب ایمنی جزئی بارها $\gamma_f$ و آثار پیش تنیدگی $\gamma_p$ برابر واحد در نظر گرفته می‌شود، استفاده شود.

### ۹-۲۴-۹-۴ ضوابط تعیین تنش‌های حدی

#### ۹-۲۴-۹-۴-۱ کنترل تنش در حالت اجرا

این کنترل با فرض مشخصات مقطع مؤثر انجام می‌گیرد. در این حالت علاوه بر بارهای دائمی، اثر نیروی پیش‌تنیدگی با در نظر گرفتن اتلاف‌های کوتاه مدت و سربارهای کارگاهی منظور می‌گردند.

#### ۹-۲۴-۹-۴-۲ کنترل تنش در حالت بهره‌برداری

این کنترل با فرض مشخصات مقطع همگن انجام می‌شود. در این حالت تنش‌های حداقل و حداکثر با فرض اعمال یا عدم اعمال سربار بهره برداری و نیروهای پیش‌تنیدگی با اتلاف‌های کوتاه مدت یا بلند مدت بررسی می‌گردد.

### ۹-۲۴-۹-۵ کنترل تنش‌های حدی

به منظور عدم ایجاد ترک‌های فشاری موازی و عدم تشدید وارفتگی بتن، مقدار تنش فشاری حداکثر در بتن به مقادیر زیر محدود می‌شود.

الف) حد تنش تحت شرایط اجرائی، ۰/۶ $f_{ci}$

ب) حد تنش تحت شرایط بهره‌برداری ، ۰/۶ $f_c$

پ) حد تنش تحت بار های دائمی در دوره بهره‌برداری ، ۰/۵ $f_c$

حداکثر تنش کششی در ساختمان‌های حساس به ترک خوردن یا درزهای بین قطعات پیش‌ساخته که از آنها میلگرد نمی‌گذرد معادل صفر و در حالت‌های دیگر باید به میزان ۰/۶ مقاومت مشخصه کششی بتن که از رابطه زیر تعیین می‌شود، محدود گردد.

$$f_t = ۰/۶\sqrt{f_c} \qquad (۹-۲۴-۲۶)$$

### ۹-۲۴-۹-۶ حداقل آرماتورهای غیرپیش‌تنیده طولی

در قسمت‌هایی از مقطع که بتن تحت کشش قرار می‌گیرد، مقدار آرماتورهای طولی غیرپیش‌تنیده جداره از رابطه (۹-۲۴-۲۷) به دست می‌آید:

$$A_s = ۰/۰۰۱B_t + \frac{N_{Bt}}{f_{t۱}} \times \frac{f_t}{f_y} \qquad (۹-۲۴-۲۷)$$

## ۹-۲۴-۱۰ طراحی برشی

ضوابط این بخش باید برای طراحی قطعات پیش‌تنیده تحت اثر برش یا پیچش و یا اثر توام آنها در حالت حد نهایی مقاومت رعایت شود.

### ۹-۲۴-۱۰-۱ حالت حدی نهایی مقاومت در برش

در مقاطع پیش‌تنیده، کنترل حالت حدی مقاومت در برش باید براساس رابطه (۹-۲۴-۲۸) صورت گیرد:

$$V_u < V_r \qquad (۹-۲۴-۲۸)$$

در این رابطه $V_u$ مقدار نیروی برشی موجود مقطع است که از تحلیل ساختمان تحت ترکیب بارهای نهایی حاصل می‌شود. در مورد تیرهای با مقطع متغیر می‌توان اثر اصلاحی مربوط به شیب بال تیرها را نیز اعمال نمود.

کلیه مقاطعی که در فاصله کمتر از $d$ از بر تکیه گاه قرار دارند را می‌توان برای مقدار برش $V_u$ در مقطع به فاصله $d$ طراحی کرد. اگر بار متمرکزی با فاصله $a$ از بر تکیه گاه اعمال شده و $a<d$ باشد نیروی برشی حاصل از این بار در نسبت $\frac{a}{2d}$ ضرب خواهد شد.

در مورد تیرهای یکسره نیروی برشی حاصل از عکس‌العمل تامین نیروی پیش‌تنیدگی نیز باید در محاسبه $V_u$ منظور گردد.

### ۹-۲۴-۱۰-۲ نیروی برشی مقاوم مقطع

نیروی برشی مقاوم مقطع با استفاده از رابطه (۹-۲۴-۲۹) حاصل می‌شود:

$$V_r = V_c + V_s + V_{sp} \qquad (۹-۲۴-۲۹)$$

#### ۹-۲۴-۱۰-۲-۱ مقاومت برشی تامین شده توسط بتن

مقدار مقاومت برشی تامین شده توسط بتن از رابطه (۹-۲۴-۳۰) تعیین می‌شود:

$$V_c = v_c \left( ۱ + \frac{P}{۱۲A_g} \right) b_w d \qquad (۹-۲۴-۳۰)$$

در این رابطه $v_c$ با استفاده از رابطه (۹-۱۵-۴) محاسبه می‌شود:

در رابطه (۹-۲۴-۳۰)، $P$ نیروی پیش تنیدگی می‌باشد و $b_w$ ضخامت مؤثر جان، معادل ضخامت کل منهای ضخامت یک قطر غلاف است.

**۹-۲۴-۱۰-۲-۲** در تمام تیرهای پیش‌تنیده، باید آرماتور برشی با قلاب‌های مناسب و با زاویه $\alpha$ نسبت به تار میانی تعبیه شود. زاویه $\alpha$ بین ۴۵ تا ۹۰ درجه می‌باشد. اگر $A_v$ سطح مقطع کل شاخه‌های آرماتورهای برشی و $s$ فاصله این آرماتورها باشد، برش مقاوم آرماتورهای برشی از رابطه (۹-۲۴-۳۱) محاسبه می‌شود:

$$V_s = \frac{\phi_s A_v f_y \left( \cot\ \theta + \cot\ \alpha \right)}{s} \qquad (۹-۲۴-۳۱)$$

**۹-۲۴-۱۰-۲-۳** همچنین حداقل مقطع آرماتور برشی از رابطه (۹-۱۵-۱۳) بدست می‌آید.

در رابطه (۹-۲۴-۳۱) مقدار زاویه $\theta$ متناسب با تنش‌های ایجاد شده در مقطع از رابطه (۹-۲۴-۳۲) به دست می‌آید و مقدار حداقل آن معادل ۲۵ درجه می‌باشد.

$$\theta = \frac{۱}{۲} Arc\ \tan \frac{۲v_u}{f_x - f_y} \qquad (۹-۲۴-۳۲)$$

در این رابطه $f_x$ و $f_y$ تنش‌های نهایی ناشی از پیش‌تنیدگی افقی و قائم و $v_u$ تنش برشی نهایی در مقطع می‌باشد.

**۹-۲۴-۱۰-۲-۴ مقاومت تامین شده توسط آرماتور برشی پیش‌تنیدگی**

وقتی که برای تامین نیروی برشی مقاوم مقطع تیرها از آرماتور برشی پیش‌تنیده با زاویه $\alpha'$ نسبت به تار میانی استفاده شود و $A_v'$ و $s'$ بترتیب سطح مقطع و فاصله این آرماتورها باشد، برش مقاوم آرماتورهای برشی پیش‌تنیده از رابطه (۹-۲۴-۳۳) محاسبه می‌شود:

$$V_{sp} = \frac{A_v' \phi_p f_p \left(\cot\ \theta + \cot\ \alpha'\right) \sin \alpha'}{s'} \qquad (۹-۲۴-۳۳)$$

**۹-۲۴-۱۰-۲-۵** در شرایط توأم از آرماتورهای برشی پیش‌تنیده و معمولی، سطح مقطع آرماتورهای برشی باید در رابطه (۹-۲۴-۳۴) صدق نماید:

$$\frac{A_v}{\left(\frac{b \times s}{f_y}\right)} + \frac{F_{v'}}{b \times s'} \geq ۰/۶\ MPa \qquad (۹-۲۴-۳۴)$$

در این رابطه $F_{v'}$ آرماتورهای برشی پیش‌تنیده می‌باشد.

### ۹-۲۴-۱۰-۳ کنترل فشار در جان تیرها

برای جلوگیری از بروزگسیختگی موضعی در اثر فشار حاصل از برش در جان تیرها باید مقدار تنش فشاری موجود در رابطه (۹-۲۴-۳۵) صدق نماید:

$$f_{cl} < f_{c\ell} \qquad (۹-۲۴-۳۵)$$

مقدار تنش فشاری موجود در بتن، $f_{cl}$، از رابطه (۹-۲۴-۳۶) تعیین می‌شود:

$$f_{cl} = f_{cl۱} + f_{cl۲} \qquad (۹-۲۴-۳۶)$$

$$f_{cl۱} = \frac{P_h}{b_w z} \sqrt{\frac{c_v^{۲} + z^{۲}}{c_v^{۲}}} \qquad (۹-۲۴-۳۷)$$

$$f_{cl۲} = \frac{V_{ue}}{b_w \times z \times \sin^{۲}\theta \times (\cot\theta + \cot\alpha)} \qquad (۹-۲۴-۳۸)$$

در این رابطه مقدار z معادل ۰/۹h و $b_w$ عرض خالص جان که از تفاضل قطر سوراخ‌ها از عرض جان حاصل می‌شود، در نظر گرفته می‌شود.

مقدار تنش فشاری باید به مقدار حاصل از رابطه (۹-۲۴-۳۹) محدود گردد:

$$f_{c\ell} = \beta f_c \qquad (۳۹-۲۴-۹)$$

در این رابطه $\beta$ در صورتی که جان تیر ترک‌خورده نباشد از رابطه (۹-۲۴-۴۰) محاسبه می‌شود:

$$\beta = \left( ۰/۵ + \frac{۱/۲۵}{\sqrt{f_c}} \right) \qquad (۴۰-۲۴-۹)$$

در صورتی که جان تیر ترک‌خورده باشد ضریب $\beta$ در ۰/۶۵ ضرب و در مورد جان ترک‌خورده با آرماتور برشی این ضریب در ۰/۸ ضرب می‌شود.

## ۹-۲۴-۱۱ پیچش

پیچش در مقاطع بتن پیش‌تنیده در اثر عوامل مختلف از جمله بارهای خارج از محور موثر بر نیروهای مستقیم و یا در تیرهای خمیده تحت شرایط مختلف بارگذاری ایجاد می‌شود. کنترل مقاطع در برابر پیچش در حالت حد نهایی انجام می‌شود.

### ۹-۲۴-۱۱-۱ تنش برشی

در مقاطع تحت برش و پیچش، مقدار تنش برشی نهایی ایجاد شده در مقاطع باید از رابطه (۹-۲۴-۴۱) تعیین شود:

$$v_u = v_{vu} + v_{tu} \qquad (۴۱-۲۴-۹)$$

مقدار زاویه نوارهای مورب فشاری براساس مقدار $v_u$ از رابطه (۹-۲۴-۴۱) محاسبه می‌شود.

### ۹-۲۴-۱۱-۲ نیروی مقاوم تامین شده توسط آرماتورهای پیچشی

آرماتورهای پیچشی مورد نیاز شامل آرماتورهای برشی و طولی معمولی و پیش‌تنیده می‌باشند.

**۹-۲۴-۱۱-۲-۱ آرماتورهای برشی**

مقاومت تامین شده توسط آرماتورهای برشی باید بیش از تنش‌های برشی ناشی از نیروی برشی و لنگر پیچشی باشد. نیروی مقاوم آرماتورهای برشی معمولی و پیش‌تنیده باید از رابطه (۹-۲۴-۴۲) تعیین شود:

$$V_r = \frac{\phi_s A_{st} f_y}{s_t}\left(\cot\ \theta + \cot\ \alpha_t\right)\sin\alpha_t + \frac{F_{vt}}{s_t'}\left(\cot\ \theta + \cot\ \alpha_t'\right)\sin\alpha_t' \qquad (۹-۲۴-۴۲)$$

در این رابطه $F_{vt}$ نیروی فشاری آرماتور قائم پیش‌تنیدگی می‌باشد.

**۹-۲۴-۱۱-۲-۲ آرماتور طولی**

فولادهای طولی پیچشی باید برای کشش طولی ناشی از پیچش با در نظر گرفتن فشار ناشی از پیش تنیدگی طولی به طور جداگانه طراحی گردد.

## ۹-۲۴-۱۲ کنترل مقاومت در پشت گیره‌ها و خفت انداختن سیم‌ها

وقتی کابل‌ها در مقطعی از یک قطعه منشوری قطع می‌شوند، چون اصل Saint Venant در ناحیه نزدیک محل قطع معتبر نمی‌باشد، پخش تنش‌ها مطابق قوانین مقاومت مصالح انجام نمی‌گیرد و این وضعیت تا فاصله $\ell$ (بزرگترین بعد مقطع منشوری) از مقطع قطع کابل وجود دارد.

این منطقه از بتن که انتهای کابل‌های پیش‌کشیده یا پس‌کشیده را احاطه می‌کند، بلوک انتهایی، بلوک مهاری یا منطقه پشت گیره‌ها می‌نامند. در این منطقه بتن تحت تنش‌های بزرگ کششی و فشاری قرار دارد. محدوده این منطقه از انتهای کابل‌ها شروع و تا مقطعی از عضو که در آن پخش تنش‌ها خطی فرض می‌شود، ادامه می‌یابد. در نتیجه باید تدابیری اتخاذ نمود که احتمال ظهور ترک در این منطقه به حداقل برسد و بعلاوه با آرماتوربندی مناسب عرض ترک‌های احتمالی محدود گردد. درجه احتمال ظهور ترک‌ها بستگی به مقاومت و توپر بودن بتن در این منطقه و به خصوص ناحیه پشت‌گیره‌ها دارد. ابعاد و مقاومت بتن و آرماتوربندی ناحیه پشت‌گیره‌ها باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده گیره‌ها باشد.

### ۹-۲۴-۱۲-۱ کنترل مقاومت بلوک‌های انتهایی

الف) پخش تنش در ناحیه پشت گیره‌ها طبیعت سه بعدی دارد، ولی برای سادگی می‌توان کنترل‌ها را در دو صفحه عمود بر هم و منطبق بر محورهای اصلی اینرسی مقطع انجام داد.

ب) در ناحیه اولین پخش تنش‌ها یعنی در درون بزرگترین منشور مجازی هم‌مرکزی که به هر یک از گیره‌ها می‌توان مربوط کرد و در صفحه پخش مورد نظر، تنش‌های عرضی بوجود می‌آید. برای مقاومت در برابر نیروهایی که موجب پکاندن اطراف گیره منفرد می‌شوند باید به دستورالعمل‌های سازنده گیره در مورد فاصله گیره‌ها از هم و از لبه‌های آزاد قطعه و نیز مقاومت بتن و آرماتوربندی ناحیه پشت گیره توجه نمود.

پ) پوسته شدن بتن از سطح اطراف گیره‌ها

در وجه بارگذاری شده بلوک انتهایی به ویژه در مواردی که گیره‌ها نیز بسیار نامتقارن تعبیه شده‌اند، نیروهای کششی که باعث پوسته شدن بتن در وجه بارگذاری شده می‌شود، از حد تحمل بتن فراتر رفته و باید آرماتوربندی مناسب پیش‌بینی نمود. بدین منظور در نزدیکترین فاصله ممکن از سطح آزاد قطعه، باید یک شبکه آرماتور متقاطع قرار داد که قادر به تحمل نیروی کششی معادل چهار درصد کل نیروی پیش تنیدگی باشد.

ت) تعادل کلی بلوک انتهایی

در بررسی این تعادل و نیز موارد بندهای (ب) و (پ) باید توجه ویژه به عواملی مانند عوامل زیر مبذول داشت:

۱- شکل، ابعاد و موقعیت صفحات گیره نسبت به مقطع عرضی بلوک انتهایی.

۲- شدت نیروهای پیش‌تنیدگی و ترتیب عملیات پیش‌تنیدگی.

۳- شکل بلوک انتهایی نسبت به شکل کلی عضو.

۴- موقعیت گیره‌ها شامل عدم تقارن، آثار گروهی و فاصله از لبه‌ها.

۵- تاثیر عکس‌العمل تکیه‌گاه.

۶- نیروی ناشی از انحنا یا واگرایی کابل‌ها.

**۹-۲۴-۱۲-۱-۱** ضوابط این بند در خصوص صفحات گیره گرد، مربع و مستطیلی است که به صورت متقارن در وجه انتهایی مربع یا مسطیلی یک عضو پس‌کشیده قرار داده شده‌اند. نیروهای کششی

که در بلوک‌های انتهایی یا مناطق انتهایی عناصر پس کشیده یا کابل چسبیده باعث ترکیدن بتن می‌شود باید بر مبنای نیروی جک زدن کابل تخمین زده شود. نیروی کششی پکاننده ($F_{bst}$) موجود در یک بلوک انتهایی مربع شکل منفرد که بطور متقارن تحت نیروی یک گیره مربع شکل قرار می‌گیرد از رابطه (۹-۲۴-۴۳) محاسبه می‌شود:

$$F_{bst} = \left( ۰/۳۲ - ۰/۳ \frac{Y_{po}}{Y_o} \right) P_k \qquad (۹-۲۴-۴۳)$$

در این رابطه $Y_o$ ، عرض بلوک انتهایی و $Y_{po}$، عرض سطح تحت فشار می‌باشد.

نیروی کششی پکاننده در محدوده‌ای به فاصله ۰/۱ تا یک برابر عرض بلوک انتهایی از وجه انتهایی بوجود می‌آید. مقاومت طراحی آرماتورهایی که برای تحمل این نیروی کششی قرار داده می‌شود معادل $\phi_s f_y$ اختیار می‌شود، مگر آنکه پوشش آرماتور کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد که در این صورت تنش کششی در آرماتور به $۲۰۰ N/mm^۲$ محدود می‌گردد. در بلوک‌های انتهایی مستطیلی شکل، نیروی کششی پکاننده در هر یک از دو جهت اصلی بطور جداگانه، براساس رابطه (۹-۲۴-۴۳) تعیین می‌شود.

**۹-۲۴-۱۲-۱-۲** برای گیره‌های گرد، یک سطح مربع شکل معادل معیار محاسبه می‌باشد. در بلوک انتهایی که چند گیره تعبیه شده است باید آن را به منشورهایی که بطور متقارن بارگذاری شده‌اند تقسیم نمود و هر منشور را به روش قبل مورد بررسی قرار داد. در این صورت آرماتوربندی بلوک انتهایی باید طوری باشد که انسجام گروه گیره‌ها تامین شود.

**۹-۲۴-۱۲-۱-۳** در مورد بلوک‌های انتهایی که مقطع عرضی آنها با مقطع عرضی عضو متفاوت است. باید با مراجعه به مدارک فنی ارائه شده در این باره طراحی را انجام داد. در مواردی که گیره‌ها از انتهای آزاد یک قطعه شروع نمی‌شوند، نیروهای پیش‌تنیدگی نه تنها با ایجاد فشار در جلوی خود بلکه با ایجاد کشش در پشت سر خود نیز به قطعه بتنی منتقل می‌شوند، در این صورت فرض آنست که نیروی کششی در پشت سر گیره نصف نیروی پیش‌تنیدگی است.

مابه‌التفاوت این نیروی کششی و فشاری موجود در بتن پشت سر گیره‌ها باید به کمک آرماتورهای غیرپیش‌تنیده تحمل شود. طول این آرماتورها از هر طرف گیره باید برابر مجموع نصف طول انتقال نیروهای پیش‌تنیدگی در قطعه بعلاوه طول گیردار آرماتورها باشد.

آرماتورهای پشت گیره‌ها باید به شکل مارپیچ یا حلقه‌های بسته وتا نزدیک وجه‌های عضو پیش تنیده باشد.

**۹-۲۴-۱۲-۱-۴** در مورد تیرهای پیش‌ساخته، که با روش پس‌کشیده ساخته می‌شوند آرماتورهای برشی باید در پاشنه تیر نیز قرار داده شود. مقدار آرماتورهای برشی موجود در طولی معادل $\frac{۱}{۴}$ برابر ارتفاع تیر از سر تیر باید به میزانی باشد که کششی برابر ۰/۰۴ کل نیروی پیش‌تنیدگی را در هر یک از دو جهت عرضی تحمل نماید. بعلاوه در طولی معادل ۱/۵ برابر ارتفاع تیر، آرماتورهای برشی به قطر ۱۰ میلی‌متر و به فاصله ۱۵۰ میلی‌متر باید کل سیم‌ها را احاطه نماید.

## ۹-۲۴-۱۳ جزئیات اجرایی

### ۹-۲۴-۱۳-۱ مسیر، محل قرارگیری و پوشش بتنی کابل در روش پس‌کشیده

در روش پس‌کشیدگی کابل‌ها داخل مجاری قرار می‌گیرند که معمولا به کمک لوله با غلاف ایجاد شده‌اند.

### ۹-۲۴-۱۳-۲ مسیر کابل‌ها

بطور کلی مسیر کابل‌ها باید شرایط زیر را دارا باشند:

الف) انحراف مجاری از مسیرهای مشخص شده روی نقشه‌ها، حداقل باشد.

ب) حداقل شعاع انحنای مجاری مطابق دستورالعمل‌های سیستم پیش‌تنیدگی رعایت شود و برای جذب آثار ناشی از انحنای کابل به ویژه نیروی احتمالی رانش در خلاء جزئیات طراحی مناسب تهیه گردد.

پ) در صورت فقدان دستورالعمل خاص سیستم پیش‌تنیدگی، حداقل طول قسمت مستقیم‌الخط مجاری در مجاورت گیره‌ها و قطعات اتصال‌دهنده ۵۰۰ میلی‌متر باشد.

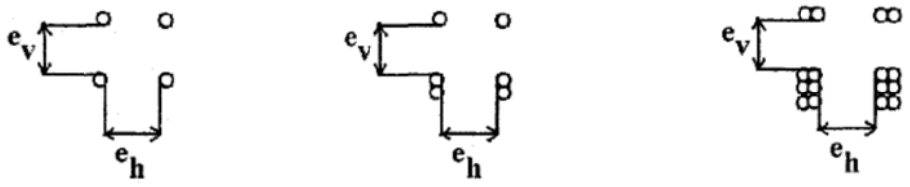
ت) نحوه تعبیه گیره‌ها طوری باشد که شرایط هندسی و مکانیکی مندرج در بند چهارم این بخش و دستورالعمل‌های سیستم پیش‌تنیدگی رعایت شوند، بعلاوه برای تامین نفوذناپذیری آب به محل گیره‌ها و قطعات اتصال‌دهنده، پوشاندن و غرق کردن آنها در بتن باید آسان باشد. در غیر این صورت باید تدابیر ویژه پیش‌بینی و روی نقشه‌های اجرایی قید گردد. قطعات اتصال دهنده باید در محل‌هایی قرار گیرند که مقاطع بتن پس از کسر قسمت اشغال شده توسط کوپلرها، در برابر خمش و برش مقاوم بمانند.

ث) هواکش‌های تزریق باید در محل‌های مناسب و به تعداد کافی پیش‌بینی و روی نقشه‌های اجرائی منعکس شود.

### ۹-۲۴-۱۳-۳ محل قرار گیری و پوشش بتنی کابل‌ها

#### ۹-۲۴-۱۳-۳-۱ دسته کردن کابل

شرایط دسته کردن کابل‌ها با توجه به شکل (۹-۲۴-۲) به این شرح می‌باشد:




**شکل ۹-۲۴-۲ دسته کردن کابل**

الف) تعداد کابل‌ها در هر دسته کابل محدود است به:

برای $\phi$ <50mm: حداکثر ۶ عدد با رعایت حداکثر ۳ عدد در جهت قائم و دو عدد در جهت افقی

برای 50mm < $\phi$<100mm: حداکثر ۲ عدد در جهت قائم

برای $\phi$>100mm : یک عدد

$\phi$ قطر بیرونی غلاف است.

در شکل (۹-۲۴-۳) $e_v$ و $e_h$ به ترتیب فواصل آزاد عمودی و افقی کابل یا دسته کابل‌ها می‌باشد.

ب) غلاف‌ها هنگام بتن ریزی نباید نسبت به هم جابجا شوند.

ت) مقاومت غلاف برای تحمل نیروهایی که در اثر کشیدن کابل‌ها در سایر غلاف‌ها ایجاد شده، باید کافی باشد و تغییر شکلی بوجود نیاید که مخل عملیات تزریق شود.

ث) عملیات تزریق غلاف‌های یک دسته، تواما و هم‌زمان انجام شود. روش تزریق و مشخصات ملات آن باید مطابق با ضوابط مندرج آئین‌نامه‌ها یا استانداردهای معتبر کشور باشد.

قطرهای درونی و بیرونی غلاف بر حسب نوع غلاف و کابل در مدارک سیستم‌های پیش تنیده مشخص شده است.

**۹-۲۴-۱۳-۳-۲ فاصله آزاد بین کابل‌ها**

فاصله آزاد قائم بین کابل‌های منفرد با دسته کابل‌ها $e_v$، از هم نباید از قطر بیرونی غلاف $\phi$ کمتر باشد. حداقل فاصله آزاد افقی آنها $e_h$ برای آرایش ○ یا ⊗ برابر با قطر بیرونی غلاف $\phi$ و برای سایر آرایش‌ها برابر با ۱/۵ برابر قطر بیرونی غلاف $1/5\phi$ در نظر گرفته شده و در هر حال این فواصل نباید از ۵۰ میلی‌متر کمتر باشد.

**۹-۲۴-۱۳-۳-۳ فاصله کابل منفرد یا دسته کابل از جداره‌های خارجی بتن**

حداقل پوشش بتن روی کابل یا دسته کابل باید برابر بزرگترین مقادیر زیر باشد:

- ۰/۷۵ a
- ۴۰ میلی‌متر
- $\phi$

a بعد افقی مستطیل محاط بر غلاف یا دسته غلاف و $\phi$ قطر بیرونی غلاف است.

**۹-۲۴-۱۳-۴ محل قرارگیری و پوشش بتنی آرماتورهای پیش‌تنیدگی در روش پیش‌کشیده**

در روش پیش کشیده، آرماتورهای پیش‌تنیدگی را باید به صورت مجزا قرار داد. حداقل فاصله بین محور سیم‌ها یا سیم‌های بافته از هم ۳ برابر قطر آنها و حداقل پوشش بتن روی آنها ۴۰ میلی‌متر است.

## ۹-۲۴-۱۴ ضوابط مربوط به آرماتورهای معمولی

### ۹-۲۴-۱۴-۱ آرماتورهای جدار قطعه

در جداره‌های یک قطعه بتن پیش تنیده در جهت محور طولی قطعه باید حداقل ۰/۰۰۱ سطح مقطع قطعه یا ۳۰۰ میلی‌متر مربع در هر متر طول جدار، هر کدام بیشتر باشد، میلگرد حرارتی قرار داد. در جهت عمود بر محور طولی نیز در هر متر طول جدار باید ۲۰۰ میلی‌متر مربع میلگرد قرار داده شود. میلگردهای جدار باید یکنواخت پخش شوند و فاصله بین آنها از کوچکترین بعد قطعه یا ۳۰۰ میلی‌متر، هر کدام کمتر است، کوچکتر باشد.

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث دهم

# طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش چهارم ۱۳۹۲

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی/ تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان [وزارت راه و شهرسازی]؛ [برای] وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان. |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران؛ ۱۳۹۲. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۳۱۶ ص.: مصور، جدول. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۰. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۵-۴ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان‌سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | سازه‌های فولادی |
| **موضوع:** | سازه‌های فولادی - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۰. |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲ ۱۳۹۲ ج. ۱۰ ۷م۹الف/ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۳۲۸۸۴۶۹ |

# نام کتاب: مبحث دهم طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۱۵-۴ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۲ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۱۴۰،۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفهٔ اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحب‌نظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذیصلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاش‌ها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**

**وزیر راه و شهرسازی**

## مقدمه

در کشورهای مختلف به منظور نیل به اهدافی از جمله ایمنی، سلامت، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه، تدوین و ضوابط و مقرراتی را در بخشهای مختلف فعالیتهای ساختمانی مدنظر قرار داده‌اند، به نحوی که در دنیای امروز کمترین کشوری را می‌توان یافت که با تدوین قوانین عمومی یا اختصاصی، فعالیت‌های ساختمانی را تحت نظم در نیاورده باشد.

در کشور ما نیز وزارت راه و شهرسازی در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان را با رویکرد توجه به شرایط اقلیمی و اجرایی کشور و اقتصادی و معیشتی مردم در دستور کار خود قرار داده است.

در برنامه‌ریزی‌های انجام شده از سال ۱۳۸۷ تاکنون بر تدوین و بازنگری مباحث مقررات ملّی ساختمان با هدف آشنایی و هماهنگی دست‌اندرکاران ساخت و ساز با علوم فنی- مهندسی روز دنیا و با هدف ارتقاء کیفیت ساخت و سازها توجه ویژه‌ای شده است. همچنین با هدف شفاف‌سازی و ارائه توضیحات مفهومی درخصوص مباحث مذکور، تهیه راهنماهای مربوطه نیز به جد، در دستور کار دفتر مقررات ملّی ساختمان قرار گرفته است.

آنچه مسلم است شهرداری‌ها بعنوان دستگاه مسئول عهده‌دار کنترل ساخت و ساز در شهرها مهمترین وظیفه را در رعایت مقررات ملّی ساختمان بر عهده دارند که می‌بایست با همکاری سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان و سازمان ملّی استاندارد ایران و همچنین با استفاده از کمک تشکل‌های حرفه‌ای نسبت به ترغیب و تشویق استفاده از روش‌های نوین ساخت و حفاظت از طرح‌های بالادستی شهری در این خصوص اقدام کنند.

لازم می‌دانم در اینخصوص از حمایت‌های وزیر محترم راه و شهرسازی، اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مزبور و همکارانم در دفتر مقررات ملّی ساختمان که تلاش آنها منتج به تهیه و ابلاغ این مبحث گردیده است، صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم و از همه علاقمندان و مهندسان و مرتبطین با حوزه ساخت و ساز تقاضا کنم که هرگونه ایراد و اصلاحی را که نیاز می‌دانند به این دفتر ارسال نمایند.

**غلامرضا هوائی**

**مدیر کل مقررات ملّی ساختمان**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر شهریار افندی‌زاده | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر سعید عرفانی | عضو |
| • دکتر غلامرضا قدرتی امیری | عضو |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر بهنام مهرپرور | دبیر |
| • دکتر غلامرضا هوائی | رئیس |

**پ) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

## مقدمه مبحث

این مجموعه، ویرایش چهارم مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان با عنوان "**طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی**" است و هدف آن ارائه حداقل ضوابط و مقرراتی است که با رعایت آنها شرایط ایمنی، قابلیت بهره‌برداری و پایایی سازه‌های موضوع این مبحث فراهم شود.

هدف از این ویرایش، آسان‌سازی استفاده، به‌روز کردن ضوابط و مقررات، افزودن برخی ضوابط تکمیلی به‌ویژه در فصل الزامات طراحی لرزه‌ای برای کاربرد گسترده‌تر و رفع برخی ابهامات و کمبودهای اصلی و ویرایش فنی و ادبی آن و نیز صرفه اقتصادی در طراحی و اجرای ساختمان‌های فولادی بوده است.

علائم و اختصارات به‌کار رفته در این مبحث به‌نحوی اختیار شده است که هماهنگ با علائم و اختصارات متحدالشکل مورد تائید سازمان بین المللی استاندارد (ISO) می‌باشد و واژه‌ها و عناوین نیز هماهنگ با سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان و سایر آئین‌نامه‌های ملّی در این زمینه می‌باشد.

الزامات و مقررات این مبحث شامل الزامات عمومی (فصل ۱۰-۱)، الزامات طراحی (فصل ۱۰-۲)، الزامات طراحی لرزه‌ای (فصل ۱۰-۳) و الزامات ساخت، نصب و کنترل (فصل ۱۰-۴) می‌باشد.

مطابق این مبحث تعیین پیکربندی، ابعاد و مشخصات اجزای سازه باید به‌نحوی باشد که مجموعه سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، تحت شرایط بارگذاری محتمل، به هیچ‌یک از حالت‌های حدی مقاومت (ایمنی) و بهره‌برداری نرسد. حالت‌های حدی مقاومت و بهره‌برداری به شرایطی اطلاق می‌شوند که اگر تمام یا بخشی از سازهٔ ساختمان و نیز قطعات الحاقی آن به هر یک از آن حالت‌ها برسند، ساختمان قادر به انجام وظایف خود نبوده و از حیز انتفاع خارج می‌شود.

تا چند سال پیش، روش تنش مجاز سنتی‌ترین روش طراحی سازه‌های فولادی برای تامین الرامات حالت‌های حدی مقاومت به‌شمار می‌رفت و ارائهٔ آن به عنوان دستورالعمل در آئین‌نامهٔ AISC سابقهٔ حدوداً ۱۰۰ ساله دارد. در این روش طراحی اولاً ضوابط طراحی بگونه‌ای تدوین شده بود که بتوان از روش تحلیل الاستیک بهره برد، ثانیاً در این روش آثار کلیهٔ عوامل موثر برای تامین یک حاشیهٔ ایمنی معقول و منطقی، تنها به‌کمک یک ضریب (بنام ضریب اطمینان) و فقط در یک

مرحله منظور می‌شد. در سه دهۀ اخیر آئین‌نامه نویسان کشورهای پیشرفته تلاش نموده‌اند آئین‌نامه‌ای تدوین نمایند که در آن از یک طرف برای تحلیل سازه بتوان از روش تحلیل الاستیک استفاده نموده و از طرف دیگر مقاومت اجزای سازه در حالت‌های حدی (نهائی) محاسبه شود. در حال حاضر این شیوه، که در طراحی سازه‌های فولادی به روش **"ضرایب بار و مقاومت"** موسوم است، در اکثر کشورهای پیشرفته رواج پیدا نموده و ویرایش فعلی مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان نیز بر اساس همین شیوه تهیه و تدوین گردیده است. با توجه به اینکه در این روش طراحی، حاشیۀ ایمنی لحاظ شده در دو مرحله ( اولی افزایش بار به کمک ضرائب بار و دومی تقلیل مقاومت به کمک ضرائب کاهش مقاومت) صورت می‌گیرد، لذا می‌توان گفت که طراحی به روش ضرائب بار و مقاومت منطقی‌تر و ملموس‌تر از طراحی به روش تنش مجاز بوده و به همین جهت در اکثر کشورهای پیشرفته و به ویژه زلزله خیز، طراحی به روش ضرائب بار و مقاومت از اقبال عمومی بیشتری برخودار بوده است.

در این مبحث برای تامین الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری، در فصل (۱۰-۲) و (۱۰-۴) ضوابطی ارائه شده است که با رعایت آنها و الزامات سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان، بهره‌برداری مناسب بنا تامین می‌گردد.

باتوجه به اینکه براساس تصمیم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان مقرر گردیده است که ترکیبات بارگذاری کلیۀ روش‌های طراحی و کنترل فقط در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان ارائه شوند، از اینروی در این مبحث از تکرار ارائه ترکیبات مختلف بارگذاری خودداری گردیده و به مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان ارجاع داده شده است.

امید است این مجموعه برای مهندسان کشور مفید واقع گردیده و کمیتۀ تخصصی مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان را کماکان از راهنمائی‌ها و اظهار نظرهای خود بهره‌مند سازند.

**کمیته تخصصی مبحث دهم  مقررات ملّی ساختمان**

# فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| ۱۰-۱ الزامات عمومی | ۱ |
| ۱۰-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد | ۱ |
| ۱۰-۱-۲ مبانی طراحی | ۲ |
| ۱۰-۱-۳ اصول تحلیل | ۵ |
| ۱۰-۱-۴ مشخصات مصالح فولادی | ۶ |
| ۱۰-۱-۵ علائم، اختصارات و واحدها | ۹ |
| ۱۰-۱-۶ مدارک فنی | ۹ |
| ۱۰-۱-۷ نصب و کنترل کیفیت | ۱۰ |
| ۱۰-۱-۸ ضوابط طراحی لرزه‌ای | ۱۰ |
| ۱۰-۲ الزامات طراحی | ۱۱ |
| ۱۰-۲-۱ الزامات تحلیل و طراحی برای تأمین پایداری | ۱۳ |
| ۱۰-۲-۲ الزامات مقاطع اعضای فولادی | ۲۴ |
| ۱۰-۲-۳ الزامات طراحی اعضاء برای نیروی کششی | ۳۴ |

۱۰-۲-۴ الزامات طراحی اعضا برای نیروی فشاری ۴۶
۱۰-۲-۵ الزامات طراحی اعضا برای خمش ۶۰
۱۰-۲-۶ الزامات طراحی اعضا برای برش ۹۴
۱۰-۲-۷ الزامات طراحی اعضا برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی و ترکیب لنگر پیچشی با سایر نیروها ۱۰۳
۱۰-۲-۸ الزامات طراحی اعضای با مقطع مختلط ۱۱۲
۱۰-۲-۹ الزامات طراحی اتصالات ۱۴۰
۱۰-۲-۱۰ الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری در تحلیل و طراحی ۱۹۰

۱۰-۳ الزامات طراحی لرزه‌ای ۱۹۵
۱۰-۳-۱ هدف و دامنه کاربرد ۱۹۶
۱۰-۳-۲ تعاریف ۱۹۷
۱۰-۳-۳ الزامات لرزه‌ای مشخصات مصالح ۲۰۰
۱۰-۳-۴ الزامات لرزه‌ای کمانش موضعی ۲۰۱
۱۰-۳-۵ الزامات لرزه‌ای ستون‌ها، وصلهٔ ستون‌ها، کف ستون‌ها و وصله تیرها ۲۰۵
۱۰-۳-۶ الزامات لرزه‌ای مهار جانبی تیرها در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه ۲۱۲
۱۰-۳-۷ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی معمولی ۲۱۲
۱۰-۳-۸ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی متوسط ۲۱۴
۱۰-۳-۹ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی ویژه ۲۲۰
۱۰-۳-۱۰ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای معمولی ۲۲۴
۱۰-۳-۱۱ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای ویژه ۲۲۷
۱۰-۳-۱۲ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا ۲۳۱
۱۰-۳-۱۳ اتصالات گیردار از پیش تأیید شده ۲۴۱

۱۰-۴ ساخت، نصب و کنترل ۲۵۷
۱۰-۴-۱ مقدمه ۲۵۷
۱۰-۴-۲ دامنهٔ کاربرد ۲۵۷
۱۰-۴-۳ مشخصات فولاد مصرفی ۲۵۸
۱۰-۴-۴ ساخت قطعات فولادی ۲۵۸
۱۰-۴-۵ رنگ‌آمیزی و گالوانیزه کردن قسمت‌های فولادی ۲۶۸
۱۰-۴-۶ رواداری‌ها ۲۷۵

پیوست ۱ ضریب طول موثر اعضای فشاری ۲۹۳
پ-۱-۱ ضریب طول موثر ستون‌هایی با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل ۲۹۳
پ-۱-۲ ضریب طول موثر اعضای فشاری قاب‌های مهارشده ۲۹۴
پ-۱-۳ ضریب طول موثر اعضاء فشاری قاب‌های مهارنشده ۲۹۶

پیوست ۲ تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدیدیافته ۲۹۹
پ-۲-۱ محدودیت تحلیل ۲۹۹
پ-۲-۲ نحوه محاسبه مقاومت‌های مورد نیاز ۳۰۰

# ۱۰-۱ الزامات عمومی

## ۱۰-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

**۱۰-۱-۱-۱** هدف این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقرراتی است که در تحلیل، طراحی و اجرای ساختمان‌های فولادی جهت تامین ایمنی و بهره‌برداری مناسب، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مبحث شامل الزامات عمومی (فصل ۱۰-۱) الزامات طراحی (فصل ۱۰-۲)، الزامات طرح لرزه‌ای (فصل ۱۰-۳)، الزامات ساخت، نصب و کنترل (فصل ۱۰-۴) و پیوست‌های (۱) و (۲) می‌باشد.

**۱۰-۱-۱-۲** کاربرد این مبحث در محدودهٔ ساختمان‌های فولادی با کاربری‌های مندرج در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و آئین‌نامهٔ اجرایی آن می‌باشد. سازه‌های خاص از قبیل پل‌های فولادی و سایر ساختمان‌های فولادی که برای تحلیل، طراحی و اجرای آنها مقررات و ضوابط ویژه‌ای مورد نیاز باشد، مشمول این مبحث نمی‌باشند.

**۱۰-۱-۱-۳** همراه با این مبحث باید ضوابط کلیهٔ مباحث مقررات ملّی ساختمان رعایت شوند. همچنین سیستم‌های سازه‌ای ارائه شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان برای ساختمان‌های فولادی، ملاک تحلیل و طراحی سازه‌های این مبحث قرار می‌گیرند.

**۱۰-۱-۱-۴** در مواردی‌که ضوابط این مبحث دارای ابهام یا مسکوت می‌باشد، استعلام از دفتر مقررات ملّی ساختمان ملاک عمل خواهد بود.

## ۱۰-۱-۲ مبانی طراحی

در این مبحث مبنای طراحی سازه‌ها، بررسی و کنترل آنها در حالت‌های حدی برای حصول ایمنی و قابلیت بهره‌برداری است.

### ۱۰-۱-۲-۱ حالت‌های حدی

حالت‌های حدی به شرایطی اطلاق می‌شوند که اگر تمام یا بخشی از سازه به هر یک از آن حالت‌ها برسند، قادر به انجام وظایف خود نبوده و از حیز انتفاع خارج می‌شوند. مطابق این مبحث، تعیین پیکربندی، ابعاد و مشخصات اجزای سازه باید به نحوی باشد که مجموعهٔ سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، تحت شرایط بارگذاری محتمل، به هیچ یک از حالت‌های حدی زیر نرسد.

**الف- حالت‌های حدی مقاومت**

حالت‌های حدی مقاومت حالت‌هایی هستند که مجموعهٔ سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، ضمن حفظ انسجام خود، تحت اثر ترکیبات مختلف بارگذاری تا رسیدن به آن حالت‌ها (نظیر تسلیم، گسیختگی، کمانش و ...) از مقاومت کافی و شکل‌پذیری مورد نیاز برخوردار بوده و پس از رسیدن به هر یک از آنها پایداری خود را از دست می‌دهند.

**ب- حالت‌های حدی بهره‌برداری**

حالت‌های حدی بهره‌برداری حالت‌هایی هستند که مجموعهٔ سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، تا رسیدن به آن حالت‌ها (نظیر قابلیت نگهداری، حفظ ظاهر، دوام، آسایش و ...) وظایف خود را به طور کامل انجام می‌دهند و پس از رسیدن به هر یک از آنها قادر به انجام وظایف خود نخواهند بود.

### ۱۰-۱-۲-۲ طراحی بر اساس حالت‌های حدی مقاومت

**۱۰-۱-۲-۲-۱** در این مبحث روش طراحی مورد استفاده برای تامین الزامات حالت‌های حدی مقاومت، روش ضرایب بار و مقاومت می‌باشد و از طریق دو سری ضرایب ایمنی به شرح زیر در تحلیل و طراحی منظور می‌گردد.

**الف**- اولین دستهٔ ضرایب ایمنی از طریق تشدید ضرایب بارها منظور می‌شود و مقدار آنها به میزان عدم اطمینان در برآورد مقدار بارها بستگی دارد. مقدار این دسته از ضرایب ایمنی باید مطابق با ترکیبات بارگذاری ارائه شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان باشد.

ب- دومین دستهٔ ضرایب ایمنی از طریق ضرایب کاهش مقاومت ($\phi$) منظور می‌شود و مقدار آنها با توجه به دقت تئوری مورد استفاده در ضوابط طراحی، تغییرات احتمالی مشخصات مصالح و ابعاد مقطع تعیین می‌گردد. مقادیر ضرایب کاهش مقاومت ($\phi$) در فصل ۱۰-۲ این مبحث ارائه شده است.

**۱۰-۱-۲-۲-۲** معیارهای طراحی برای تامین الزامات حالت‌های حدی مقاومت باید مطابق جدول ۱۰-۱-۲-۱-۱ در نظر گرفته شوند.

**جدول ۱۰-۱-۲-۱ معیارهای طراحی برای تامین الزامات حالت‌های حدی مقاومت**

| ردیف | معیار طراحی |
|---|---|
| ۱ | حالت‌های حدی مقاومت از قبیل تسلیم، گسیختگی، کمانش، تشکیل مکانیزم خرابی (فروریختگی) [۱] |
| ۲ | ناپایداری کلی از قبیل ناپایداری در برابر واژگونی و یا ناپایداری به علت تغییرمکان جانبی زیاد [۱] |
| ۳ | گسیختگی به علت خستگی [۲] |
| ۴ | کنترل آب جمع‌شدگی [۳] |
| ۵ | کنترل برای اثرهای خوردگی [۴] |
| ۶ | کنترل برای شرایط آتش‌سوزی [۵] |
| ۷ | کنترل برای ترد شکنی [۱] |
| ۸ | کنترل اتصال فولاد و بتن در قطعات مختلط [۱] |

**یادداشت‌ها:**

[۱] *ضوابط مربوط به کنترل این معیارهای طراحی در فصل ۱۰-۲ این مبحث ارائه شده است.*

[۲] *در مواردی‌که سازه تحت اثر بارگذاری تکرارشونده قرار دارد، اعضا و اتصالات سازه باید به نحوی طراحی شوند که در مقابل خستگی مقاومت نمایند. برای طراحی اینگونه سازه‌ها ضوابط آئین نامه‌های معتبر بین‌المللی ملاک عمل خواهد بود. برای اثرهای ناشی از نیروی زلزله و باد بر سیستم‌های سازه‌ای مشمول این مبحث لزومی به بررسی پدیدهٔ خستگی نمی‌باشد.*

[۳] *در مواردی‌که امکان شرایط آب‌جمع شدگی در بام ساختمان وجود داشته باشد، باید از وجود مقاومت کافی و پایداری سیستم سقف اطمینان حاصل شود. کنترل شرایط آب جمع شدگی باید بر اساس ترکیبات بارگذاری مربوط به شرایط آب جمع شدگی در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان مورد بررسی قرار گیرد. در مواردی‌که سطح سقف دارای شیبی معادل ۲۰ میلی‌متر در متر یا بیشتر به طرف نقاط زهکش بوده و یا سیستم زهکشی*

*مناسبی برای جلوگیری از جمع شدن آب پیش‌بینی شده باشد، لزومی به بررسی شرایط آب جمع‌شدگی نمی‌باشد.*

[۴] *در مواردی‌که امکان وجود خوردگی در اعضا و اتصالات سازه وجود داشته باشد، انتخاب اجزای سازه باید به گونه‌ای صورت گیرد که در مقابل خوردگی مقاومت نمایند و یا باید اعضا و اتصالات در معرض خوردگی به نحو مطلوبی مورد محافظت قرار گیرند.*

[۵] *مقاومت سازه در مقابل آتش‌سوزی با پیش بینی تمهیدات خاص، باید تامین شود. در این مورد رعایت ضوابط و مقررات مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان الزامی است.*

**۱۰-۱-۲-۳-۲** در روش ضرایب بار و مقاومت، طراحی اعضای مختلف سازه باید چنان صورت گیرد که مقاومت طراحی ($\phi R_n$) بزرگتر یا مساوی مقاومت مورد نیاز ($R_u$) باشد. یعنی:

$$R_u \leq \phi R_n \qquad (۱۰-۱-۲-۱)$$

که در آن:

$= R_u$ مقاومت مورد نیاز که منظور از آن همان نیروهای داخلی موجود در مقطع مورد نظر تحت اثر ترکیبات مختلف بارگذاری است. در طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت، نیروهای داخلی باید بر اساس تحلیل سازه تحت اثر ترکیبات بارگذاری نظیر حالت‌های حدی مقاومت مندرج در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان تعیین شود.

$= \phi$ ضریب کاهش مقاومت. مقادیر ضریب کاهش مقاومت در فصل ۱۰-۲ این مبحث ارائه شده است.

$= R_n$ مقاومت اسمی عضو که مقادیر آن در فصل ۱۰-۲ این مبحث ارائه شده است.

### ۱۰-۱-۲-۳ طراحی بر اساس حالت‌های حدی بهره‌برداری

**۱۰-۱-۲-۳-۱** مجموعهٔ سازه، شامل اعضا و اتصالات آن، باید از نظر قابلیت بهره‌برداری مورد کنترل و طراحی قرار گیرند. در این مبحث الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری در بخش ۱۰-۲-۱۰ ارائه شده است. ترکیبات بارگذاری نظیر حالت‌های حدی بهره‌برداری باید مطابق با ترکیبات بارگذاری ارائه شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان باشد. در این حالت هیچگونه ضرایب کاهش مقاومت در نظر گرفته نمی‌شود.

**۱۰-۱-۲-۳-۲** معیارهای طراحی برای تامین الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری باید مطابق جدول ۱۰-۱-۲-۲ در نظر گرفته شوند.

**جدول ۱۰-۱-۲-۲ معیارهای طراحی برای تامین الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری***

| ردیف | معیار طراحی |
|---|---|
| ۱ | کنترل تغییرشکل‌ها |
| ۲ | کنترل تغییرمکان‌های جانبی |
| ۳ | کنترل ارتعاش |
| ۴ | ملاحظات پیش‌خیز |
| ۵ | ملاحظات آثار ناشی از حرکت باد |
| ۶ | کنترل اثرات انبساط و انقباض |
| ۷ | کنترل لغزش اتصالات |

* *ضوابط مربوط به کنترل این معیارهای طراحی در فصل ۱۰-۲ این مبحث ارائه شده است.*

## ۱۰-۱-۳ اصول تحلیل

هدف از تحلیل سازه، تعیین مقاومت مورد نیاز ($R_u$) و یا نیروهای داخلی در قطعات مختلف سازه و تغییرمکان نقاط مختلف تحت اثر ترکیبات بارگذاری مورد نظر، با در نظر گرفتن مشخصات هندسی و مکانیکی آنها است. در این مبحث روش‌های تحلیل زیر مجاز می‌باشند.

**الف**- تحلیل الاستیک: در این روش تحلیل، کلیهٔ نیروهای داخلی در مقاطع مختلف قطعات سازه با فرض الاستیک بودن رفتار مصالح و کوچک بودن تغییرشکل‌های ایجاد شده و بر اساس تئوری الاستیسیته تعیین می‌شوند. استفاده از این روش تحلیل برای بررسی و کنترل معیارهای طراحی هر دو حالت حدی مقاومت و بهره‌برداری مجاز است.

**ب**- تحلیل غیرالاستیک: در این روش تحلیل، کلیهٔ نیروهای داخلی در مقاطع مختلف قطعات سازه با توجه به رفتارهای غیرالاستیک سازه تعیین می‌شوند. کاربرد این روش تحلیل فقط محدود به بررسی و کنترل معیارهای طراحی حالت‌های حدی مقاومت بوده و از آن نمی‌توان برای بررسی و کنترل معیارهای طراحی حالت‌های حدی بهره‌برداری استفاده کرد.

در روش تحلیل غیرالاستیک محدودیت‌های زیر باید تامین شوند.

۱- در اعضایی که در آنها احتمال تشکیل مفصل پلاستیک وجود دارد، مقدار تنش تسلیم مصالح آنها نباید از ۴۵۰ مگاپاسکال بیشتر باشد.
۲- مقاطع اعضایی که تحت اثر نیروهای ترکیبی (نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی) قرار دارند و احتمال تشکیل مفصل پلاستیک در بال و جان آنها وجود دارد، باید فشرده باشند.
۳- در اعضای محوری فشاری که در آنها امکان تشکیل مفصل پلاستیک وجود دارد، به منظور تامین شکل‌پذیری مورد نیاز مقاومت طراحی آنها نباید از $۰/۷۵F_yA_g$ بیشتر در نظر گرفته شود.
۴- تامین مهارهای جانبی در محل‌های تشکیل مفاصل پلاستیک الزامی است.
۵- تنش تسلیم در کلیهٔ اعضا و اتصالات باید با ضریب ۰/۹ کاهش داده شوند، مگر آنکه در تحلیل غیرالاستیک مطابق فصل ۱۰-۲ از روش‌های دیگری نظیر کاهش مدول الاستیسیته استفاده شده باشد.

### ۱۰-۱-۴ مشخصات مصالح فولادی

**۱۰-۱-۴-۱** مصالح به کار رفته شامل نیمرخ‌ها، ورق‌ها، تسمه‌ها، میلگردها، پرچ‌ها، پیچ‌ها، واشرها، مهره‌ها، میل‌مهارها، الکترودها و . . . باید مطابق با استانداردهای ملّی ایران باشد. در صورتی‌که برای بعضی از مصالح استاندارد ایران تهیه نشده باشد، باید یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی (ترجیحاً استاندارد ISO) را مورد استفاده قرار داد. فهرستی از انواع مصالح فولادی مورد قبول این مبحث در جدول ۱۰-۱-۴-۱ ارائه شده است.

**۱۰-۱-۴-۲** از نظر این مبحث، مدول الاستیسیته (ضریب ارتجاعی) مصالح فولادی (E) مساوی $۲\times۱۰^۵$ مگاپاسکال در نظر گرفته می‌شود.

**۱۰-۱-۴-۳** از نظر این مبحث، ضریب پواسون مصالح فولادی ($\nu$) مساوی۰/۳ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱۰-۱-۴-۱ مشخصات مکانیکی فولادهای ساختمانی

| نوع فولاد | مقاومت کششی برای ضخامت ( mm ) | | | | حداقل تنش تسلیم برای ضخامت قطعه به mm | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <۳ | ≥ ۳ ≤ ۱۰۰ | > ۱۰۰ ≤ ۱۵۰ | >۱۵۰ ≤۲۵۰ | >۲۵۰ ≤۴۰۰ | ≤۱۶ | >۱۶ ≤۴۰ | >۴۰ ≤۶۳ | >۶۳ ≤۸۰ | >۸۰ ≤۱۰۰ | >۱۰۰ ≤۱۵۰ | >۱۵۰ ≤۲۰۰ | >۲۰۰ ≤۲۵۰ | >۲۵۰ ≤۴۰۰ |
| | N/mm² | | | | | N/mm² | | | | | | | | |
| S۲۳۵JR | ۳۶۰_۵۱۰ | ۳۶۰_۵۱۰ | ۳۵۰_۵۰۰ | ۳۴۰_۴۹۰ | - | ۲۳۵ | ۲۲۵ | ۲۱۵ | ۲۱۵ | ۲۱۵ | ۱۹۵ | ۱۸۵ | ۱۷۵ | - |
| S۲۳۵J۰ | ۳۶۰_۵۱۰ | ۳۶۰_۵۱۰ | ۳۵۰_۵۰۰ | ۳۴۰_۴۹۰ | - | ۲۳۵ | ۲۲۵ | ۲۱۵ | ۲۱۵ | ۲۱۵ | ۱۹۵ | ۱۸۵ | ۱۷۵ | - |
| S۲۳۵J۲ | ۳۶۰_۵۱۰ | ۳۶۰_۵۱۰ | ۳۵۰_۵۰۰ | ۳۴۰_۴۹۰ | ۳۳۰_۴۸۰ | ۲۳۵ | ۲۲۵ | ۲۱۵ | ۲۱۵ | ۲۱۵ | ۱۹۵ | ۱۸۵ | ۱۷۵ | ۱۶۵ |
| S۲۷۵JR | ۴۳۰_۵۸۰ | ۴۱۰_۵۶۰ | ۴۰۰_۵۴۰ | ۳۸۰_۵۴۰ | - | ۲۷۵ | ۲۶۵ | ۲۵۵ | ۲۴۵ | ۲۳۵ | ۲۲۵ | ۲۱۵ | ۲۰۵ | - |
| S۲۷۵J۰ | ۴۳۰_۵۸۰ | ۴۱۰_۵۶۰ | ۴۰۰_۵۴۰ | ۳۸۰_۵۴۰ | - | ۲۷۵ | ۲۶۵ | ۲۵۵ | ۲۴۵ | ۲۳۵ | ۲۲۵ | ۲۱۵ | ۲۰۵ | - |
| S۲۷۵J۲ | ۴۳۰_۵۸۰ | ۴۱۰_۵۶۰ | ۴۰۰_۵۴۰ | ۳۸۰_۵۴۰ | ۳۸۰_۵۴۰ | ۲۷۵ | ۲۶۵ | ۲۵۵ | ۲۴۵ | ۲۳۵ | ۲۲۵ | ۲۱۵ | ۲۰۵ | ۱۹۵ |
| S۳۵۵JR | ۵۱۰_۶۸۰ | ۴۷۰_۶۳۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | - | ۳۵۵ | ۳۴۵ | ۳۳۵ | ۳۲۵ | ۳۱۵ | ۲۹۵ | ۲۸۵ | ۲۷۵ | - |
| S۳۵۵J۰ | ۵۱۰_۶۸۰ | ۴۷۰_۶۳۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | - | ۳۵۵ | ۳۴۵ | ۳۳۵ | ۳۲۵ | ۳۱۵ | ۲۹۵ | ۲۸۵ | ۲۷۵ | - |
| S۳۵۵J۲ | ۵۱۰_۶۸۰ | ۴۷۰_۶۳۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۳۵۵ | ۳۴۵ | ۳۳۵ | ۳۲۵ | ۳۱۵ | ۲۹۵ | ۲۸۵ | ۲۷۵ | ۲۶۵ |
| S۳۵۵K۲ | ۵۱۰_۶۸۰ | ۴۷۰_۶۳۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۴۵۰_۶۰۰ | ۳۵۵ | ۳۴۵ | ۳۳۵ | ۳۲۵ | ۳۱۵ | ۲۹۵ | ۲۸۵ | ۲۷۵ | ۲۶۵ |

## جدول ۱۰-۱-۴-۱ مشخصات مکانیکی فولادهای ساختمانی (ادامه)

| نوع فولاد | کرنش گسیختگی($L_o$=۸۰mm) برای ضخامت قطعه (میلی متر) | | | | | | کرنش گسیختگی $L_o=5/65\sqrt{S_o}$ برای ضخامت قطعه ( میلی متر) | | | | | | حداقل طاقت براساس نمونه شیار دار برای ضخامت قطعه به میلی متر | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | وضعیت نمونه | ≤۱ | >۱ ≤۱/۵ | >۱/۵ ≤۲ | >۲ ≤۲/۵ | >۲/۵ ≤۳ | >۳ ≤۴۰ | >۴۰ ≤۶۳ | >۶۳ ≤۱۰۰ | >۱۰۰ ≤۱۵۰ | >۱۵۰ ≤۲۵۰ | >۲۵۰ ≤۴۰۰ برای J۲ و K۲ | دمای آزمایش (°C) | ≤۱۵۰ | >۱۵۰ ≤۲۵۰ | >۲۵۰ ≤۴۰۰ |
| | | % min | | | | | | | | | | | زول | | | |
| S۲۳۵JR | طولی | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ | ۲۱ | ۲۶ | ۲۵ | ۲۴ | ۲۲ | ۲۱ | ۲۱ | ۲۰ | ۲۷ | ۲۷ | - |
| S۲۳۵J۰ | | | | | | | | | | | | | ۰ | ۲۷ | ۲۷ | - |
| S۲۳۵J۲ | عرضی | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۴ | ۲۳ | ۲۲ | ۲۲ | ۲۱ | ۲۱ | -۲۰ | ۲۷ | ۲۷ | ۲۷ |
| S۲۷۵JR | طولی | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۳ | ۲۲ | ۲۱ | ۱۹ | ۱۸ | ۱۸ | ۲۰ | ۲۷ | ۲۷ | - |
| S۲۷۵J۰ | | | | | | | | | | | | | ۰ | ۲۷ | ۲۷ | - |
| S۲۷۵J۲ | عرضی | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۲۱ | ۲۰ | ۱۹ | ۱۹ | ۱۸ | ۱۸ | -۲۰ | ۲۷ | ۲۷ | ۲۷ |
| S۳۵۵JR | طولی | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۲۲ | ۲۱ | ۲۰ | ۱۸ | ۱۷ | ۱۷ | ۲۰ | ۲۷ | ۲۷ | - |
| S۳۵۵J۰ | | | | | | | | | | | | | ۰ | ۲۷ | ۲۷ | - |
| S۳۵۵J۲ | | | | | | | | | | | | | -۲۰ | ۲۷ | ۲۷ | ۲۷ |
| S۳۵۵k۲ | عرضی | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۲۰ | ۱۹ | ۱۸ | ۱۸ | ۱۷ | ۱۷ | -۲۰ | ۴۰ | ۳۳ | ۳۳ |

### ۱۰-۱-۵ علائم، اختصارات و واحدها

**۱۰-۱-۵-۱** علائم و اختصارات به کار رفته در این مبحث، به طور کلی با علائم و اختصارات متحدالشکل مورد تائید سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) هماهنگ می‌باشد.

**۱۰-۱-۵-۲** سیستم واحدهای مورد استفاده برای کمیت‌های مختلف در این مبحث، سیستم آحاد بین‌المللی (SI) می‌باشد. واحدهایی که در این مبحث مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عبارتند از:

الف) برای طول متر (m) و میلی‌متر (mm)

ب) برای سطح مترمربع ($m^2$) و میلی‌متر مربع ($mm^2$)

پ) برای بارهای متمرکز و وزن، نیوتن (N) و کیلونیوتن (kN) و برای بارهای گسترده خطی، کیلو نیوتن بر متر (kN/m) و برای بارهای گسترده در سطح، کیلونیوتن بر متر مربع ($kN/m^2$) برابر با یک کیلوپاسکال (kPa)

ت) برای جرم مخصوص (جرم واحد حجم)، کیلوگرم بر متر مکعب ($kg/m^3$)

ث) برای وزن مخصوص (وزن واحد حجم)، کیلونیوتن بر متر مکعب ($kN/m^3$)

ج) برای تنش‌ها و مقاومت‌ها، مگاپاسکال (MPa)، معادل یک نیوتن بر میلی‌متر مربع، یا مگانیوتن بر مترمربع ($MN/m^2$)

چ) برای لنگرها، کیلونیوتن- متر (kN.m)

ح) برای دما، درجه سلسیوس (°C)

### ۱۰-۱-۶ مدارک فنی

پس از طراحی و محاسبهٔ سازه توسط مهندس محاسب، ارائه مدارک فنی شامل نقشه‌های طراحی، مدارک طراحی، مشخصات فنی عمومی و خصوصی، حروف و علائم و یادداشت‌های فنی، اطلاعات تکمیلی نظیر میزان پیش‌خیز در ساخت قطعات (در صورت لزوم) و فایل‌های محاسباتی و طراحی الزامی است.

**۱۰-۱-۶-۱** نقشه‌های طراحی باید اطلاعات کامل مقاطع، محل قرار گرفتن اعضای سازه نسبت به یکدیگر، تراز کف‌های ساختمانی، محورهای مار بر مرکز ستون‌ها، پیش‌آمدگی‌ها و پس‌رفتگی‌ها با

اندازه‌های مربوط و اطلاعات مربوط به اتصالات و وصله‌ها را شامل باشد، به طوری که با مراجعهٔ به آنها پیمانکار بتواند نقشه‌های اجرایی کارگاهی را تهیه نماید.

**۱۰-۱-۶-۲** در مدارک طراحی و تحلیل باید سیستم سازه‌ای مقاوم در برابر بارهای ثقلی و نیروهای جانبی (مطابق مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان) نوشته شود. همچنین این مدارک باید حاوی اطلاعاتی در مورد مقادیر بارهای وارده و نیروهای داخلی که توسط قطعات و اتصالات آنها تحمل می‌گردد، باشد؛ به طوری که با مراجعه به آنها بتوان نقشه‌های طراحی را کنترل کرد.

**۱۰-۱-۶-۳** در مدارک محاسباتی و نقشه‌ها باید از حروف و علائمی که به طور استاندارد از طرف مقررات ملّی ساختمان تعیین می‌شود، استفاده شود. در صورت ناکافی بودن آنها، استفاده از علائم دیگر به همراه توضیحات کافی به منظور جلوگیری از هرگونه اشتباه و سوء تعبیر احتمالی مجاز می‌باشد. یادداشت‌های فنی برای تفهیم روش کار یا نتایج مورد نظر باید روشن و واضح باشد. در اتصالاتی که برای کم کردن تنش‌های پسماند جوشکاری و جلوگیری از تابیدگی قطعات، باید از فن‌آوری و ترتیب خاصی و یا از تعداد عبور جوشکاری معین پیروی شود، لازم است آن روش دقیقاً در مدارک و نقشه‌ها توضیح داده شود.

### ۱۰-۱-۷ نصب و کنترل کیفیت

نقشه‌های کارگاهی، ساخت، رنگ‌آمیزی، انبارداری رنگ، ضخامت رنگ، رواداری‌ها، گالوانیزه کردن قسمت‌های فولادی، کنترل اعوجاج و جمع شدگی، نصب و کنترل کیفیت، باید مطابق با ضوابط قید شده در فصل ۱۰-۴ تحت عنوان الزامات ساخت، نصب وکنترل باشد.

### ۱۰-۱-۸ ضوابط طراحی لرزه‌ای

در طراحی لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای مشمول این مبحث، رعایت ضوابط طراحی لرزه‌ای مطابق مقررات و الزامات فصل ۱۰-۳ این مبحث الزامی است.

# ۱۰-۲ الزامات طراحی

این فصل به الزامات طراحی مجموعهٔ سازه شامل اعضا و اتصالات آن بر اساس حالت‌های حدی (حالت‌های حدی مقاومت و حالت‌های حدی بهره‌برداری) می‌پردازد. در به‌کارگیری الزامات این فصل، برای دستیابی به یک طرح ایمن رعایت مقررات این فصل همراه با مقررات فصول ۱۰-۳ و ۱۰-۴ الزامی است.

**تبصره:** الزامات این فصل عمدتاً بر اساس تأمین الزامات حالت‌های حدی مقاومت تنظیم گردیده است. برای تأمین الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری در تحلیل و طراحی، الزامات بخش ۱۰-۲-۱۰ باید توأم با معلومات و قضاوت مهندسی جهت تأمین ضروریات شرایط بهره‌برداری مناسب به کار گرفته شود.

مقررات این فصل تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۱ الزامات تحلیل و طراحی برای تأمین پایداری
- ۱۰-۲-۲ الزامات مقاطع اعضای فولادی
- ۱۰-۲-۳ الزامات طراحی اعضا برای نیروی کششی
- ۱۰-۲-۴ الزامات طراحی اعضا برای نیروی فشاری
- ۱۰-۲-۵ الزامات طراحی اعضا برای لنگر خمشی
- ۱۰-۲-۶ الزامات طراحی اعضا برای نیروی برشی

- ۱۰-۲-۷ الزامات طراحی اعضا برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی و ترکیب لنگر پیچشی با سایر نیروها
- ۱۰-۲-۸ الزامات طراحی اعضا با مقطع مختلط
- ۱۰-۲-۹ الزامات طراحی اتصالات
- ۱۰-۲-۱۰ الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری در تحلیل و طراحی

## ۱۰-۲-۱ الزامات تحلیل و طراحی برای تأمین پایداری

این بخش به الزامات عمومی تحلیل و طراحی برای تامین پایداری کل سازه و تمامی اجزای آن می‌پردازد. مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد:

- ۱۰-۲-۱-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۱-۲ آثار مرتبه دوم (شامل آثار P-δ و P-Δ)
- ۱۰-۲-۱-۳ دسته‌بندی سیستم‌های قاب‌بندی شده و طول موثر کمانشی اعضاء
- ۱۰-۲-۱-۴ روش‌های تحلیل مرتبه دوم
- ۱۰-۲-۱-۵ الزامات تحلیل و طراحی

### ۱۰-۲-۱-۱ الزامات عمومی

تأمین پایداری کل سازه و تمامی اجزای آن از الزامات تحلیل و طراحی است. مطابق الزامات این بخش، پایداری کل سازه و تمامی اجزای آن در صورتی تأمین می‌شود که آثار ذکر شده در زیر به نحو مؤثری در تحلیل و طراحی آنها لحاظ شده باشد.

(۱) تغییرشکل‌های محوری، خمشی و برشی اعضای سازه و تغییرشکل‌های سایر اجزا (نظیر اتصالات) که در جابجایی سازه موثرند.

(۲) آثار مرتبه دوم (شامل آثار P-δ و P-Δ)

(۳) نواقص هندسی (شامی کجی و ناشاقولی)

(۴) کاهش سختی اعضا ناشی از رفتار غیر الاستیک عمدتاً در اثر تنش‌های پسماند

(۵) عدم اطمینان در برآورد سختی و مقاومت

### ۱۰-۲-۱-۲ آثار مرتبه دوم P-δ و P-Δ

**الف)** آثار مرتبه دوم P-δ: آثار P-δ به آثار اضافی بارها به علت وجود انحنا در عضو مربوط می‌شود. این آثار سبب ایجاد لنگرهای خمشی اضافی می‌شوند که به علت عدم انطباق مرکز سطح مقطع بر خطی که دو انتهای بخشی از طول عضو را به هم وصل می‌کند، به‌وجود می‌آیند.

**ب)** آثار مرتبه دوم P-Δ: آثار P-Δ به آثار اضافی بارها به علت تغییرمکان جانبی نسبی اعضا مربوط می‌شود و سبب ایجاد نیروهای اضافی داخلی می‌شوند که در مقاطع اعضا به علت برون‌محوری ناشی

از تغییرمکان جانبی یک انتهای عضو نسبت به انتهای دیگر آن به‌وجود می‌آیند. تغییرمکـان جـانبی نسبی دو انتهای عضو ممکن است به‌علت بارهای قائم یا بارهای جانبی یا ترکیبی از آنها باشد.

### ۱۰-۲-۱-۳ دسته‌بندی سیستم‌های قاب‌بندی شده و طول موثر کمانشی اعضا

در این بخش سیستم‌های قاب‌بندی شده به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند.

- قاب‌های مهارشده
- قاب‌های مهارنشده
- قاب‌های ثقلی

#### ۱۰-۲-۱-۳-۱ قاب‌های مهار شده و طول موثر کمانشی اعضا

قاب‌های مهار شده به قاب‌هایی گفته می‌شوند که در آنها پایداری جانبی و مقاومت در برابر بارهای جانبی به سختی خمشی ستون‌ها وابسته نبوده و در آنها حرکت جانبی قاب با تکیه‌کردن بر مهاربندی‌های مورب، دیوارهای برشی و یا به شیوه‌های مشابه مقید می‌شود. در این گونه قاب‌ها، ضریب طول موثر (K) برای اعضای فشاری باید برابر ۱/۰ در نظر گرفته شود مگر آن‌که تحلیل دقیق مقدار کمتری را تعیین نماید. در این مبحث تعیین طول موثر کمانش اعضاء فشاری قاب‌های مهار شده بر اساس روش ارائه شده در پیوست ۱ این مبحث مجاز است.

#### ۱۰-۲-۱-۳-۲ قاب‌های مهارنشده و طول موثر کمانشی اعضا

قاب‌های مهارنشده به قاب‌هایی گفته می‌شوند که سختی خمشی ستون‌ها در پایداری جانبی و مقاومت قاب‌ها در برابر بارهای جانبی سهیم می‌باشد. ضریب طول موثر (K) در این نوع قاب‌ها باید با استفاده از تحلیل کمانشی به دست آید و هیچ‌گاه نباید کوچکتر از ۱/۰ در نظر گرفته شود. در این مبحث می‌توان ضریب طول موثر اعضای فشاری قاب‌های مهار نشده را از رابطهٔ ۱۰-۲-۱-۱ و یا بر اساس روش ارائه شده در پیوست ۱ این مبحث، تعیین نمود.

$$K = \sqrt{\frac{۱/۶G_AG_B + ۴(G_A+G_B)+۷/۵}{G_A+G_B+۷/۵}} \geq ۱/۰ \qquad (۱۰-۲-۱-۱)$$

که در آن $G_A$ و $G_B$ پارامترهای مبین دو انتهای A و B عضو فشاری بوده و عبارتند از:

$$G_A = \frac{\sum(\frac{EI}{L})\ \text{ستون‌های متصل به گره A}}{\sum(\frac{EI}{L})\ \text{تیرهای متصل به گره A}} \qquad (۱۰-۲-۱-۲)$$

$$G_B = \frac{\sum(\frac{EI}{L})\ \text{ستون‌های متصل به گره B}}{\sum(\frac{EI}{L})\ \text{تیرهای متصل به گره B}} \qquad (۱۰-۲-۱-۳)$$

E= مدول الاستیسیته فولاد

I= ممان اینرسی تیرها و ستون‌ها حول محور عمود بر صفحهٔ کمانش

L= طول اعضا

*در محاسبهٔ $G_A$ و $G_B$ با استفاده از روابط ۱۰-۲-۱-۲ و ۱۰-۲-۱-۳ باید ملاحظات زیر مورد توجه قرار گیرند:*

*(۱) برای انتهای مربوط به تکیه‌گاه گیردار ستون که ضریب $G$ به صورت نظری صفر است، مقدار $G$ برابر یک فرض شود.*

*(۲) برای انتهای مربوط به تکیه‌گاه مفصلی ستون که ضریب $G$ به صورت نظری بی‌نهایت است، مقدار $G$ برابر ۱۰ فرض شود.*

*(۳) هرگاه تیر متصل به عضو فشاری طره‌ای باشد، $\frac{EI}{L}$ آن تیر مساوی صفر در نظر گرفته شود.*

*(۴) هرگاه انتهای نزدیک تیر متصل به عضو فشاری مفصلی باشد، $\frac{EI}{L}$ آن تیر مساوی صفر در نظر گرفته شود.*

*(۵) هرگاه انتهای دور تیر متصل به عضو فشاری مفصلی باشد، $\frac{EI}{L}$ آن تیر باید در ضریب ۰/۵ ضرب شود.*

*(۶) هرگاه انتهای دور تیر متصل به عضو فشاری به تکیه‌گاه با دوران مقید لیکن انتقال جانبی آزاد متصل باشد، $\frac{EI}{L}$ آن تیر باید در ضریب $\frac{۲}{۳}$ ضرب شود.*

**تبصره**: هرگاه نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر حاصل از تحلیل مرتبهٔ دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر ناشی از تحلیل مرتبهٔ اول و یا به طور تقریب مقدار ضریب $B_۲$ در

تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدیدیافته، برای تمام طبقات هر نوع سیستم سازه‌ای کمتر یا مساوی ۱/۱ باشد، کلیهٔ قاب‌های آن سیستم سازه‌ای را می‌توان به عنوان قاب‌های مهارشده تلقی نموده و در نتیجه مطابق بند ۱۰-۲-۱-۳-۱ ضریب طول موثر (K) برای اعضای فشاری کلیهٔ قاب‌های این نوع سیستم‌های سازه‌ای را برابر یک در نظر گرفت.

**۱۰-۲-۱-۳-۳ قاب‌های ثقلی**

قاب‌های ثقلی به قاب‌هایی گفته می‌شوند که سختی جانبی آنها در مقایسه با سختی جانبی سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی بسیار ناچیز بوده و فقط برای بارهای ثقلی طراحی می‌شوند. ستون‌های موجود در قاب‌های ثقلی باید بر اساس طول واقعی ستون (K=۱) طراحی شوند. پایداری جانبی قاب‌های ثقلی باید از طریق قاب‌های خمشی، قاب‌های مهار بندی شده، دیوارهای برشی و یا سایر سیستم‌های مقاوم در برابر بار جانبی، تأمین شود. آثار P-Δ ناشی از بار وارده بر ستون‌های قاب‌های ثقلی باید به سیستم‌های مقاوم در برابر بارهای جانبی منتقل شده و در تعیین مقاومت‌های مورد نیاز و طراحی اعضای سیستم‌های باربر جانبی مورد توجه قرار گیرند.

**۱۰-۲-۱-۴ روش‌های تحلیل مرتبه دوم**

بجز در مواردی‌که در بخش ۱۰-۲-۱-۵-۳ مجاز دانسته شده است، مقاومت‌های مورد نیاز باید از طریق تحلیل‌های مرتبه دوم و با رعایت الزامات بخش ۱۰-۲-۱-۵ محاسبه شوند. در این مبحث استفاده از روش‌های تحلیلی زیر به عنوان روش‌های تحلیل مرتبه دوم مجاز دانسته شده است.

**الف**- تحلیل الاستیک مرتبهٔ دوم: تحلیل الاستیک مرتبهٔ دوم به تحلیل‌هایی گفته می‌شود که در آنها روش تحلیل سیستم سازه‌ای الاستیک بوده لیکن در حین تحلیل آثار مرتبهٔ دوم (شامل آثار P-δ و P-Δ) در آن لحاظ می‌گردد.

**ب**- تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدید یافته: در این مبحث استفاده از روش تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدید یافته به عنوان یک روش تحلیل مرتبه دوم مجاز دانسته شده است. الزامات این نوع روش تحلیل مرتبه دوم در پیوست ۲ این مبحث ارائه شده است.

**تبصره:** در هر کدام از روش‌های تحلیلی مرتبهٔ دوم ذکر شده در بند ۱۰-۲-۱-۴ با ارضاء محدودیت‌های زیر می‌توان از اثر P-δ صرفنظر نمود مشروط بر اینکه لنگرهای خمشی بدست آمده از

روش‌های تحلیلی مذکور در اعضای تحت اثر توأم نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی با ضریب $B_1$ (مطابق پیوست ۲) تشدید شده باشند.

(۱) بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم تحمل شوند.
(۲) نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبهٔ دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبهٔ اول و یا به طور تقریب مقدار ضریب $B_2$ در تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدید یافته در تمام طبقات در راستای مورد نظر کوچکتر یا مساوی ۱/۷ باشد.
(۳) حداکثر یک سوم بارهای ثقلی کل سازه توسط ستون‌های قاب‌های خمشی تحمل گردد.

### ۱۰-۲-۱-۵ الزامات تحلیل و طراحی

به طور کلی برای تأمین پایداری کل سازه و تمامی اجزای آن، به‌کار بردن هر روش تحلیل و طراحی علمی و منطقی که آثار ذکر شده در بند ۱۰-۲-۱-۱ به نحو موثری در آن لحاظ شده باشد، مجاز است. روش‌های تحلیل و طراحی ارائه شده در زیر با محدودیت‌ها و الزامات ذکر شده به عنوان روش‌های قابل قبول تحلیل و طراحی محسوب می‌گردند.

(۱) روش تحلیل مستقیم
(۲) روش طول موثر
(۳) روش تحلیل مرتبه اول

#### ۱۰-۲-۱-۵-۱ محدودیت‌ها و الزامات روش تحلیل مستقیم

برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضاء و طراحی آنها و تحلیل و طراحی به روش تحلیل مستقیم محدودیت‌ها و الزامات زیر باید تأمین گردند.

**الف- محدودیت‌ها**

در تحلیل و طراحی به روش تحلیل مستقیم هیچگونه محدودیتی وجود ندارد.

**ب- الزامات**

(۱) تحلیل سازه مطابق بند ۱۰-۲-۱-۴ از نوع تحلیل مرتبه دوم باشد.
(۲) مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۱ آثار نواقص هندسی اولیه (شامل کجی و ناشاقولی) در تحلیل مرتبه دوم منظور گردد.

(۳) مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۲ تحلیل مرتبه دوم براساس سختی کاهش یافته اعضا صورت گیرد.

(۴) مقاومت طراحی کلیهٔ اعضاء محوری فشاری (مطابق بخش ۱۰-۲-۴) برای انواع سیستم‌های قاب‌بندی شدهٔ ذکر شده در بند ۱۰-۲-۱-۳ با فرض عدم انتقال جانبی (K=۱) تعیین شود.

**۱۰-۲-۱-۵-۱-۱ ملاحظات نواقص هندسی اولیه**

در روش تحلیل مستقیم، آثار نواقص هندسی اولیه (شامل کجی و ناشاقولی اعضا) باید از طریق مدل کردن این نواقص در تحلیل مرتبهٔ دوم سازه انجام پذیرد. در سازه‌هایی که بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم تحمل می‌شوند، به جای در نظر گرفتن نواقص هندسی اولیه در مدل‌سازی می‌توان به شرح زیر یک بار جانبی فرضی در طبقات ساختمان اعمال نمود.

$$N_i = ۰/۰۰۲Y_i \qquad (۴-۱-۲-۱۰)$$

که در آن:

$N_i$= بار جانبی فرضی در طبقهٔ i

$Y_i$= بار ثقلی ضریبدار در طبقهٔ i ام متناسب با ضرایب بکاررفته در ترکیبات مختلف بارگذاری

***یادداشت‌ها:*** *در هنگام اعمال بار جانبی فرضی ($N_i$) به طبقات ساختمان توجه به نکات زیر ضروری است.*

*(۱) توزیع بار جانبی فرضی در کف هر طبقه باید مشابه توزیع بارهای ثقلی در کف همان طبقه در نظر گرفته شود.*

*(۲) بار جانبی فرضی($N_i$) باید به کلیهٔ ترکیبات بارگذاری اضافه شود. در مواردی‌که نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبه دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبه اول (و یا بطور تقریب مقدار ضریب تشدید $B_۲$ در تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته) با احتساب سختی کاهش یافتهٔ اعضا (مطابق تنظیمات بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۲) در کلیهٔ طبقات کوچکتر یا مساوی ۱/۷ باشد، می‌توان بارهای جانبی فرضی ($N_i$) را فقط در ترکیبات بارگذاری ثقلی منظور نموده و از اثر آنها در ترکیبات بارگذاری شامل بارهای جانبی صرفنظر نمود.*

*(۳) بارهای جانبی فرضی باید در راستایی به سازه اعمال شود که بیشترین اثر ناپایداری را داشته باشد.*

*(۴) ضریب بار جانبی فرضی (۰/۰۰۲) براساس حداکثر ناشاقولی مجاز ستون‌ها در هر طبقه برابر $\frac{۱}{۵۰۰}$ ارتفاع طبقه محاسبه شده است. در مواردی‌که میزان ناشاقولی از مقدار حداکثر ($\frac{۱}{۵۰۰}$ ارتفاع طبقه) کمتر باشد، ضریب بار جانبی فرضی می‌تواند متناسب با آن کاهش یابد.*

**تبصره:** کاربرد ملاحظات نواقص هندسی اولیه فقط برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضاء محدود می‌گردد و برای سایر منظورات طراحی (نظیر کنترل تغیی مکان جانبی نسبی طبقات، کنترل خیز تیرها، کنترل ارتعاش اعضا و کف‌ها و محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان) نباید ملاحظات نواقص هندسی اولیه مورد استفاده قرار گیرد.

**۱۰-۲-۱-۵-۱-۲ تنظیمات سختی اعضاء**

در تحلیل و طراحی به روش تحلیل مستقیم برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز در تحلیل مرتبه دوم باید به شرح زیر از ضرایب کاهش سختی استفاده شود.

(۱) ضریب کاهش ۰/۸ برای کلیهٔ سختی‌هایی که در پایداری سازه موثرند. اعمال این ضریب کاهش برای کلیهٔ سختی‌های تمامی اعضاء (حتی اگر در پایداری سازه نقشی نداشته باشند) نیز مجاز است.

(۲) علاوه بر ضریب کاهش ۰/۸ یک ضریب کاهش اضافی $\tau_b$ نیز به شرح زیر در سختی خمشی اعضایی که در پایداری سازه موثر هستند.

$$(EI)^* = ۰/۸\tau_b EI \qquad (۱۰-۲-۱-۵)$$

که در آن:

$(EI)^*$ = صلبیت خمشی کاهش یافته عضو

$E$ = مدول الاستیسیته فولاد

$I$ = ممان اینرسی مقطع عضو حول محور خمش

$\tau_b$ = ضریب کاهش اضافی سختی خمشی طبق رابطه ۱۰-۲-۱-۶

$$\tau_b = \begin{cases} ۱/۰ & \frac{P_u}{P_y} \le ۰/۵ \\ ۴\frac{P_u}{P_y}\left(۱ - \frac{P_u}{P_y}\right) & \frac{P_u}{P_y} > ۰/۵ \end{cases} \qquad (۶-۱-۲-۱۰)$$

در رابطهٔ ۶-۱-۲-۱۰ $P_u$ مقاومت محوری فشاری مورد نیاز و $P_y$ مقاومت تسلیم محوری عضو ($P_y=A_gF_y$) می‌باشد.

(۳) به جای استفاده از $\tau_\beta$ متغیر در رابطه ۶-۱-۲-۱۰ برای کاهش اضافی سختی خمشی اعضا، می‌توان مقدار $\tau_\beta$ را برای کلیهٔ نسبت‌های $\frac{P_u}{P_y}$ برابر یک فرض کرد مشروط بر اینکه یک بار جانبی اضافی برابر $۰/۰۰۱Y_i$ به کلیهٔ طبقات اعمال شود. این بار جانبی اضافی باید در کلیهٔ ترکیبات بارگذاری به همراه بارهای جانبی و بارهای جانبی فرضی در اثر نواقص هندسی اولیه در نظر گرفته شود. مورد (۲) از یادداشت بند ۱-۱-۵-۱-۲-۱۰ شامل این بار جانبی اضافی نمی‌شود.

(۴) چنانچه در یک سیستم سازه‌ای برای تأمین پایداری آن از اعضایی با مصالح دیگری به جز فولاد استفاده شده باشد و مقررات سازه‌ای مربوط به نوع مصالح ضریب کاهش سختی کوچکتری (کاهش سختی بیشتری) را الزام کرده باشد، برای آن نوع اعضاء باید ضریب کاهش سختی کوچکتر مورد استفاده قرار گیرد.

**تبصره:** در روش تحلیل مستقیم کاربرد سختی کاهش‌یافته فقط در تحلیل مرتبه دوم و برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضاء محدود می‌گردد و برای سایر منظورات طراحی (نظیر کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقات، کنترل خیز تیرها، کنترل ارتعاش اعضاء و کف‌ها و محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان) نباید از ضرایب کاهش سختی استفاده شود.

### ۲-۵-۱-۲-۱۰ محدودیت‌ها و الزامات روش طول موثر

برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضاء و طراحی آنها در تحلیل و طراحی به روش طول موثر محدودیت‌ها و الزامات زیر باید تأمین گردند.

**الف- محدودیت‌ها**

(۱) بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم تحمل شود.

(۲) نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه اول و یا به طور تقریب مقدار ضریب تشدید $B_2$ در تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته، در کلیهٔ طبقات کوچکتر یا مساوی ۱/۵ باشد.

**ب- الزامات**

(۱) تحلیل سازه باید مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۱-۴ از نوع تحلیل مرتبه دوم و بدون در نظر گرفتن هرگونه کاهش سختی باشد.

(۲) اثر نواقص هندسی اولیه (شامل کجی و ناشاقولی اعضا) مطابق ملاحظات بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۱ در تحلیل مرتبه دوم منظور گردد.

(۳) مقاومت طراحی کلیهٔ اعضاء محوری فشاری $(P_c)$ بر اساس ضریب طول موثر (K) تعیین شود. ضریب طول موثر اعضا (K) متناسب با نوع سیستم قاب‌بندی شده باید بر اساس الزامات بندهای ۱۰-۲-۱-۳-۱ الی ۱۰-۲-۱-۳-۳ تعیین گردد.

**تبصره:** در صورتی‌که برای تحلیل مرتبه دوم از روش الاستیک مرتبه اول تشدید یافته استفاده گردیده و در سیستم سازه‌ای مورد مطالعه برخی از قاب‌ها بصورت ثقلی طراحی شده باشند، آثار P-Δ ناشی از بار وارده بر ستون‌های قاب‌های ثقلی باید به اعضای سیستم‌های مقاوم در برابر بار جانبی منتقل شده و در محاسبات مقاومت‌های طراحی اعضای فشاری سیستم‌های باربر جانبی مورد توجه قرار گیرند. در سیستم‌های سازه‌ای دارای قاب‌های مهار شده (نظیر قاب‌های مهاربندی شده و یا قاب‌های دارای دیوار برشی) این آثار قابل توجه نبوده و در طراحی اعضاء فشاری قاب‌های مهارشده می‌توان از آن چشم‌پوشی کرد. لیکن در سیستم‌های سازه‌ای از نوع قاب خمشی که در آن برخی از قاب‌ها فقط دارای عملکرد ثقلی هستند، تأثیر انتقال آثار P-Δ ناشی از بارهای وارده بر ستون‌های قاب‌های ثقلی به ستون‌های قاب‌های خمشی قابل ملاحظه بوده و باید در طراحی اعضاء فشاری قاب‌های خمشی لحاظ شوند. برای در نظر گرفتن تأثیر انتقال آثار P-Δ قاب‌های ثقلی به اعضاء فشاری قاب‌های خمشی کافی است ضریب طول موثر اعضاء فشاری قاب‌های خمشی به شرح زیر با ضریب $\eta_K$ تشدید شود.

$$\eta_k = \sqrt{1 + \frac{\sum P_{leaning}}{\sum P_{stability}}} \qquad (۷-۱-۲-۱۰)$$

که در آن:

$\eta_\kappa =$ ضریب تشدید طول موثر

$\sum P_{leaning} =$ مجموع بارهای قائم ستون‌های غیر باربر جانبی

$\sum P_{stability} =$ مجموع بارهای قائم ستون‌های باربر جانبی

**۱۰-۲-۱-۵-۳ محدودیت‌ها و الزامات روش تحلیل مرتبه اول**

برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضا و طراحی آنها در تحلیل و طراحی به روش تحلیل مرتبه اول محدودیت‌ها و الزامات زیر باید تأمین گردند.

**الف- محدودیت‌ها**

(۱) بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم متحمل شود.

(۲) نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر مرتبه اول و یا به طور تقریب مقدار ضریب تشدید $B_2$ در تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته، در کلیه طبقات کوچکتر یا مساوی ۱/۵ باشد.

(۳) مقاومت محوری فشاری مورد نیاز ($P_u$) تمامی اعضایی که سختی خمشی آنها در پایداری جانبی سازه موثرند از $0/5P_y$ تجاوز ننماید. $P_y$ مقاومت تسلیم محوری عضو ($P_y=A_gF_y$) می‌باشد.

**ب- الزامات**

(۱) مقاومت مورد نیاز اعضا بر اساس تحلیل مرتبه اول تشدید نیافته تعیین می‌گردد.

(۲) به کلیهٔ ترکیبات بارگذاری یک بار جانبی اضافی ($N_i$) در تراز هر طبقه به شرح زیر اضافه شود.

$$N_i = 2/1\eta_N Y_i \geq 0/0042 Y_i \qquad (۸-۱-۲-۱۰)$$

$$\eta_N = Max\ (\frac{\Delta_i}{L_i}) \qquad (۹-۱-۲-۱۰)$$

که در آن:

$Y_i$= بارهای ثقلی ضریبدار در تراز طبقه i اُم متناسب با ضرائب به‌کار رفته در ترکیبات مختلف بارگذاری

$\Delta_i$= تغییرمکان جانبی نسبی طبقه i اُم در ترکیبات مختلف بارگذاری بر پایهٔ تحلیل مرتبه اول. در مواردی‌که $\Delta_i$ برای قاب‌های مختلف در پلان طبقه متفاوت باشد، این مقدار باید برابر متوسط وزنی تغییرمکان جانبی نسبی قاب‌های مختلف (که نسبت به بارهای قائم قاب‌های مختلف سنجیده می‌شود) و یا به طور محافظه‌کارانه برابر تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر طبقه در نظر گرفته شود.

$L_i$= ارتفاع طبقه i ام

(۳) لنگر خمشی اعضای دارای نیروی محوری فشاری با ضریب تشدید $B_1$ در تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته تشدید شوند.

(۴) مقاومت طراحی کلیهٔ اعضای محوری فشاری ($P_c$) برای انواع سیستم‌های قاب‌بندی شده در بند ۱۰-۲-۱-۳ با فرض عدم انتقال جانبی (K=۱) تعیین شود.

**تبصره:** با توجه به اینکه در روش تحلیل مرتبه اول آثار P-Δ نیز در بار جانبی اضافی ($N_i$) لحاظ شده است، لذا تغییرمکان جانبی نسبی طبقات، خیز تیرها و ارتعاش اعضا و کف‌ها باید در حضور بار جانبی اضافی ($N_i$) مورد کنترل قرار گیرند.

### ۱۰-۲-۲ الزامات مقاطع اعضای فولادی

این بخش به الزامات کمانش موضعی اجزای فشاری اعضای سازه و طبقه‌بندی آنها و نیز به تعاریف برخی دیگر از مشخصات مقاطع اعضا می‌پردازد. مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۲-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۲-۲ طبقه بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی
- ۱۰-۲-۲-۳ پهنای آزاد اجزای تقویت نشده
- ۱۰-۲-۲-۴ پهنای آزاد اجزای تقویت شده
- ۱۰-۲-۲-۵ تعیین سطح مقطع کل و خالص در اعضای سازه

#### ۱۰-۲-۲-۱ الزامات عمومی

تأمین پایداری کل سازه و تمامی اعضا آن و نیز تمامی اجزای تشکیل دهنده مقاطع اعضا از الزامات تحلیل و طراحی است. پایداری اجزای تشکیل‌دهندهٔ مقاطع اعضا در صورتی تأمین می‌شود که الزامات این بخش به نحو موثری در تحلیل و طراحی آنها لحاظ شده باشد.

#### ۱۰-۲-۲-۲ طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی

##### ۱۰-۲-۲-۲-۱ طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی برای فشار محوری

برای فشار محوری، مقاطع فولادی به دو گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

- مقاطع با اجزای غیرلاغر
- مقاطع با اجزای لاغر

مقاطع با اجزای غیرلاغر به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت اجزای فشاری تشکیل دهندهٔ مقطع عضو از $\lambda_r$ مشخص شده در جداول ۱۰-۲-۲-۱-۱ و ۱۰-۲-۲-۲-۲ تجاوز ننماید. چنانچه نسبت پهنا به ضخامت هر یک از اجزای فشاری تشکیل دهندهٔ مقطع عضو از $\lambda_r$ مشخص شده در جداول ۱۰-۲-۲-۱-۱ و ۱۰-۲-۲-۲-۲ تجاوز نماید، در این صورت مقطع با اجزای لاغر محسوب می‌گردد.

**تبصره:** مطابق مقررات این مبحث، استفاده از مقاطع فولادی با اجزای لاغر در اعضایی که تحت اثر فشار محوری قرار دارند، مجاز نمی‌باشد.

### ۱۰-۲-۲-۲-۲ طبقه بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی برای خمش

برای خمش، مقاطع فولادی به سه گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

- مقاطع فشرده
- مقاطع غیر فشرده
- مقاطع با اجزای لاغر

**الف)** مقاطع فشرده به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها اولاً بال‌ها به طور سرتاسری و پیوسته به جان یا جان‌ها متصل باشند، ثانیاً نسبت پهنا به ضخامت اجزای فشاری تشکیل دهندهٔ مقطع عضو از $\lambda_p$ مشخص شده در جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴ تجاوز ننماید.

**ب)** مقاطع غیرفشرده به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت یک یا چند جزء فشاری از مقطع عضو از $\lambda_p$ مشخص شده در جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴ تجاوز نموده ولی از $\lambda_r$ مشخص شده در جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴ کوچکتر باشد.

**پ)** مقاطع با اجزای لاغر به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت حداقل یکی از اجزای فشاری تشکیل‌دهندهٔ مقطع عضو از $\lambda_r$ مشخص شده در جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴ بزرگتر باشد.

**تبصره:** مطابق مقررات این مبحث، از به کار بردن مقاطع فولادی با اجزای فشاری لاغر در اعضایی که تحت تأثیر تنش فشاری ناشی از خمش قرار دارند، باید خودداری شود، مگر برای جان تیرورق‌ها که در این صورت الزامات بخش‌های ۱۰-۲-۵ و ۱۰-۲-۶ باید تأمین گردد.

### ۱۰-۲-۲-۳ پهنای آزاد اجزای تقویت نشده

مطابق الزامات این بخش، اجزای تقویت نشده به اجزایی گفته می‌شوند که فقط در یک لبه در امتدادی به موازات نیروی فشاری نگهداری شده‌اند. پهنای آزاد چنین اجزایی باید به شرح زیر تعیین گردد.

**الف)** برای بال‌های نیمرخ‌های I و نیمرخ‌های سپری (T)، پهنای آزاد (b) برابر نصف پهنای کل بال ($b_f$) است.

**ب)** برای ساق‌های نیمرخ‌های نبشی(L) و بال های نیمرخ‌های ناودانی (U) و نیمرخ‌های Z شکل پهنای آزاد (b) معادل کل بُعد اسمی بال است.

**پ)** برای مقطع ساخته شده از ورق، پهنای آزاد (b) برابر فاصله بین لبهٔ آزاد تا اولین ردیف وسایل اتصال یا خط جوش است.

**ت)** برای تیغهٔ (جان) نیمرخ‌های سپری (T) پهنای آزاد (d) برابر ارتفاع کلی مقطع سپری است.

### ۱۰-۲-۲-۴ پهنای آزاد اجزای تقویت شده

مطابق الزامات این بخش، اجزای تقویت شده به اجزایی گفته می‌شوند که در هر دو لبه در امتدادی موازی با نیروی فشاری نگهداری شده‌اند. پهنای آزاد چنین اجزایی باید به شرح زیر تعیین گردد.

**الف)** برای جان مقاطع نوردشده یا شکل داده شده، h عبارت است از فاصله بین نقاط شروع گردی ریشهٔ اتصال جان به بال.

**ب)** برای جان مقاطع ساخته شده از ورق، h عبارت است از فاصلهٔ بین نزدیکترین دو خط وسایل اتصال و چنانچه از جوش استفاده شده باشد، h برابر فاصلهٔ خالص بین دو بال است. برای مقاطع با بال‌های نامساوی، $h_c$ عبارت است از دو برابر فاصلهٔ تار خنثای الاستیک تا نزدیکترین ردیف وسایل اتصال در سمت بال فشاری و چنانچه از جوش استفاده شده باشد، عبارت است از دو برابر فاصلهٔ تار خنثای الاستیک تا رویهٔ داخلی بال فشاری. همچنین برای مقاطعی با بال‌های نامساوی $h_p$ عبارت است از دو برابر فاصلهٔ تار خنثای پلاستیک تا نزدیکترین ردیف وسایل اتصال درسمت بال فشاری و چنانچه از جوش استفاده شده باشد، عبارت است از دو برابر فاصلهٔ تار خنثای پلاستیک تا رویهٔ داخلی بال فشاری.

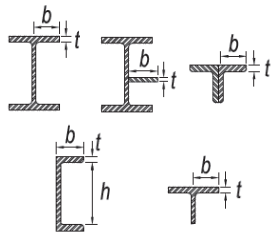
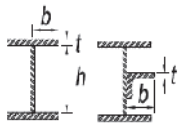
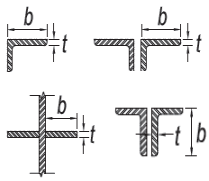
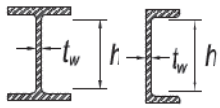
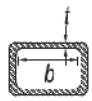
**پ)** برای مقاطع جعبه‌ای ساخته شده از ورق، پهنای b و h عبارت از فاصله بین دو خط وسایل اتصال یا دو خط جوش است.

**ت)** برای ورق‌های پوششی (تقویتی) در بال تیرها و ورق‌های دیافراگم در مقاطع ساخته شده از ورق، پهنای b عبارت است از فاصلهٔ بین دو خط وسایل اتصال یا دو خط جوش است.

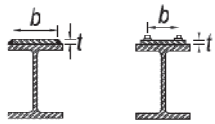
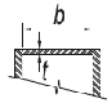
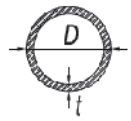
**ث)** برای بال‌های مقاطع توخالی مستطیلی شکل (HSS)، پهنای b عبارت است از فاصلهٔ آزاد بین جان‌ها منهای شعاع گوشه داخلی در هر طرف. برای جان‌های مقاطع توخالی مستطیل شکل (HSS)، h عبارت است از فاصلهٔ آزاد بین بال‌ها منهای شعاع گوشه داخلی در هر طرف. چنانچه شعاع گوشه‌ها معلوم نباشد، مقادیر b و h را می‌توان معادل بعد متناظر خارجی منهای سه برابر ضخامت در نظر گرفت.

**ج)** برای مقاطع توخالی دایره‌ای شکل، D عبارت است از قطر خارجی مقطع دایره‌ای

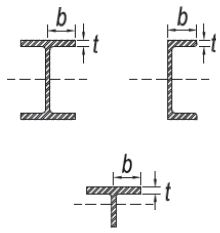
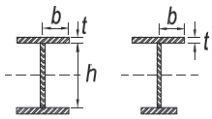
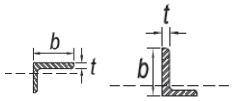
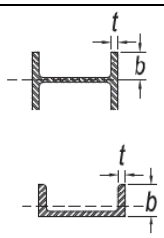
**جدول ۱۰-۲-۲-۱ نسبت‌های پهنا به ضخامت اجزای فشاری تقویت نشده در اعضای تحت اثر فشار محوری**

| حالت | شرح اجزا | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت، $\lambda_r$ (لاغر/غیرلاغر) | مثال‌های نمونه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | بال‌های مقاطع I شکل نورد شده، ورق‌های بیرون‌زده از مقاطع I شکل نورد شده، ساق‌های برجستهٔ جفت نبشی با اتصال پیوسته، بال‌های مقاطع ناودانی و بال‌های مقاطع سپری | b/t | $۰/۵۶\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ [a] |  |
| ۲ | بال‌های مقاطع I شکل ساخته شده از ورق و ورق‌ها یا ساق‌های نبشی بیرون زده از مقاطع I شکل ساخته شده از ورق | b/t | $۰/۶۴\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۳ | ساق‌های نبشی‌های تک، ساق‌های نبشی‌های دوبل دارای جداکننده (لقمه) و سایر اجزای تقویت نشده | b/t | $۰/۴۵\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۴ | تیغه (جان) مقاطع سپری | d/t | $۰/۷۵\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | |
| ۵ | جان مقاطع I شکل با دو محور تقارن و جان مقاطع ناودانی | $h/t_w$ | $۱/۴۹\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۶ | بال‌های مقاطع توخالی مستطیلی شکل (HSS) و جعبه‌ای با ضخامت یکنواخت | b/t | $۱/۴۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |

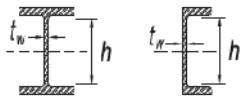
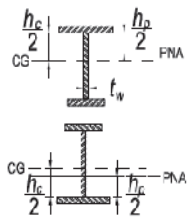
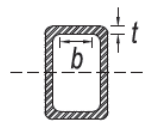
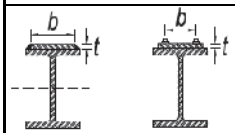
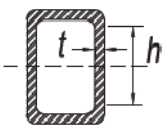
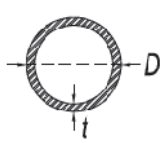
**جدول ۱۰-۲-۲-۲ نسبت‌های پهنا به ضخامت اجزای فشاری تقویت شده در اعضای تحت اثر فشار محوری**

| حالت | شرح اجزا | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت، $\lambda_r$ (لاغر/غیرلاغر) | مثال‌های نمونه |
|---|---|---|---|---|
| ۷ | ورق‌های پوششی و ورق‌های دیافراگم در حد فاصل خطوط جوش یا پیچ | b/t | $۱/۴۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |   |
| ۸ | سایر اجزای فشاری تقویت شده | b/t | $۱/۴۹\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |   |
| ۹ | مقاطع توخالی دایره‌ای شکل | D/t | $۰/۱۱\frac{E}{F_y}$ |   |

**جدول ۱۰-۲-۲-۳ نسبت‌های پهنا به ضخامت اجزای فشاری تقویت نشده در اعضای تحت اثر خمش**

| حالت | شرح اجزا | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت | | مثال‌های نمونه |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lambda_p$ (غیرفشرده/ فشرده) | $\lambda_r$ (لاغر / غیرفشرده) | |
| ۱۰ | بال‌های مقاطع I شکل نورد شده، ناودانی‌ها و سپری‌ها | b/t | $۰/۳۸\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۱/۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۱۱ | بال‌های مقاطع I شکل ساخته شده از ورق با یک یا دو محور تقارن | b/t | $۰/۳۸\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۰/۹۵\sqrt{\frac{K_c E}{F_L}}$ $[b], [c]$ |  |
| ۱۲ | ساق‌های نبشی‌های تک | b/t | $۰/۵۴\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۰/۹۱\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۱۳ | بال‌های کلیه مقاطع I شکل و ناودانی تحت اثر خمش حول محور ضعیف | b/t | $۰/۳۸\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۱/۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۱۴ | تیغه (جان) مقاطع سپری | d/t | $۰/۸۴\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۱/۰۳\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | |

**جدول ۱۰-۲-۲-۴ نسبت‌های پهنا به ضخامت اجزای فشاری تقویت شده در اعضای تحت اثر خمش**

| حالت | شرح اجزا | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت | | مثال‌های نمونه |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lambda_p$ (غیرفشرده/ فشرده) | $\lambda_r$ لاغر / غیرفشرده) | |
| ۱۵ | جان مقاطع I شکل با دو محور تقارن و جان مقاطع ناودانی | $h/t_w$ | $۳/۷۶\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۵/۷۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۱۶ | جان مقاطع I شکل با یک محور تقارن | $h_c/t_w$ | $\frac{\frac{h_c}{h_p}\sqrt{\frac{E}{F_y}}}{(۰/۵۴\frac{M_p}{M_y}-۰/۰۹)^۲} \le \lambda_r$ [d] | $۵/۷۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۱۷ | بال‌های مقاطع توخالی مستطیلی شکل (HSS) و جعبه‌ای با ضخامت یکنواخت | $b/t$ | $۱/۱۲\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۱/۴۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۱۸ | ورق‌های پوششی و ورق‌های دیافراگم در حد فاصل خطوط جوش یا پیچ | $b/t$ | $۱/۱۲\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۱/۴۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۱۹ | جان‌های مقاطع توخالی مستطیل شکل (HSS) و جعبه‌ای | $h/t$ | $۲/۴۲\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۵/۷۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| ۲۰ | مقاطع توخالی دایره‌ای شکل | $D/t$ | $۰/۳۱\frac{E}{F_y}$ | $۰/۰۷\frac{E}{F_y}$ |  |

***یادداشت‌ها:***

[a]

$E$ = *مدول الاستیسیته فولاد*

$F_y$ = *تنش تسلیم فولاد*

[b] *مقدار* $K_c$ *از رابطهٔ زیر تعیین می‌گردد.*

$$۰/۳۵ \leq K_c = \frac{٤}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} \leq ۰/۷۶$$

[c] *برای خمش حول محور قوی در مقاطع* I *شکل ساخته شده از ورق با جان فشرده و غیرفشرده مقدار* $F_L$ *از رابطهٔ زیر تعیین می‌گردد.*

- *برای* $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq ۰/۷$ $\quad F_L = ۰/۷F_y$
- *برای* $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} < ۰/۷$ $\quad F_L = \frac{S_{xt}}{S_{xc}} F_y \geq ۰/۵F_y$

*که در آن:*

$S_{xt}$ = *اساس مقطع الاستیک نسبت به بال کششی*

$S_{xc}$ = *اساس مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری*

[d]

$M_y$ = *لنگر تسلیم دورترین تار*

$M_p$ = *لنگر خمشی پلاستیک*

### ۱۰-۲-۲-۵ تعیین سطح مقطع کل و سطح مقطع خالص در اعضای سازه

**الف)** سطح مقطع کلی عضو ($A_g$) برابر با مجموع سطح مقطع اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن و سطح مقطع هر جزء برابر با حاصل‌ضرب پهنای کلی در ضخامت آن می‌باشد. برای نیمرخ نبشی پهنای کلی عبارت است از مجموع پهناهای دو بال منهای ضخامت بال.

**ب)** سطح خالص عضو ($A_n$) برابر با مجموع حاصل‌ضرب‌های پهنای خالص اعضاء در ضخامت مربوطه می‌باشد. پهنای خالص عبارت است از پهنای کلی منهای قطر سوراخ‌های عضو که به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود.

۱- عرض سوراخ پیچ باید به مقدار دو میلی‌متر بزرگتر از ابعاد اسمی سوراخ منظور شود. ابعاد اسمی سوراخ در بخش ۱۰-۲-۱۰ تعریف شده است.

۲- اگر سوراخ‌های متعدد به شکل زنجیره (بصورت قطری یا زیگزاگ) در مسیر مقطع بحرانی احتمالی قرار داشته باشند، برای محاسبهٔ پهنای خالص باید از پهنای کلی مورد بررسی، مجموع قطر سوراخ‌های مسیر زنجیره را کم و به آن برای هر ردیف گام مورب در زنجیره، یک مرتبه جملهٔ $s^2/4g$ را اضافه کرد که در آن:

s = فاصلهٔ مرکز تا مرکز هر دو سوراخ متوالی در امتداد طولی (راستای نیرو) زنجیره مورد نظر

g = فاصلهٔ مرکز تا مرکز هر دو سوراخ متوالی در امتداد عرضی (راستای عمود بر امتداد نیرو) در زنجیره مورد نظر

۳- در مقطع نبشی گام عرضی برای سوراخ‌های واقع در روی دو بال متعامد، عبارت خواهد بود از جمع فواصل سوراخ‌ها تا پشت نبشی منهای ضخامت آن.

**تبصره ۱:** مقطع خالص بحرانی، مقطعی است که سوراخ‌های مسیر زنجیره مربوط به آن، کمترین مقاومت کششی اسمی را به دست می‌دهد.

**تبصره ۲:** در مواردی‌که در اتصال انتهایی از نوع جوشی، سوراخ یا سوراخ‌هایی تعبیه شده باشد (نظیر تعبیهٔ سوراخ جهت استفاده از جوش انگشتانه یا کام)، سطح مقطع خالص عضو باید از مقطعی که از محل سوراخ یا سوراخ‌ها می‌گذرد، مورد محاسبه قرار گیرد. به عبارت دیگر، در مقطعی که یک جوش انگشتانه یا کام قطع شود، فلز جوش نباید در محاسبهٔ سطح مقطع خالص عضو منظور شود.

## ۱۰-۲-۳ الزامات طراحی اعضاء برای نیروی کششی

این بخش به الزامات طراحی اعضاء تحت اثر نیروی محوری کششی که در امتداد محور مرکزی عضو بارگذاری شده‌اند، می‌پردازد. علاوه بر الزامات این بخش، در طراحی اعضای کششی که تحت اثر پدیدهٔ خستگی و یا تمرکز تنش به علت تغییر ناگهانی مقطع قرار می‌گیرند، باید اثرات این پدیده‌ها به نحو موثری لحاظ شده باشد.

مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۳-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۳-۲ محدودیت لاغری در اعضاء کششی
- ۱۰-۲-۳-۳ تعیین سطح مقطع خالص و موثر اعضای کششی
- ۱۰-۲-۳-۴ مقاومت کششی
- ۱۰-۲-۳-۵ اعضای کششی مرکب از چند نیمرخ یا نیمرخ و ورق
- ۱۰-۲-۳-۶ اعضای کششی با تسمهٔ لولاشده با خار مغزی
- ۱۰-۲-۳-۷ اعضای کششی با تسمهٔ سرپهن

### ۱۰-۲-۳-۱ الزامات عمومی

در این مبحث برای طراحی اعضای کششی تنها معیار مقاومت به عنوان ضابطهٔ اصلی طراحی در نظر گرفته شده است و کنترل معیار لاغری صرفاً بخاطر شرایط بهره‌برداری مناسب ارائه شده است. در طراحی اعضای کششی بایستی تلاش کرد تا شکل عضو و اتصالات آن به گونه‌ای تنظیم شود که عضو تنها به کشش کار کند و خمش در آنها ایجاد نشود. در غیر این صورت به برون‌محوری موجود در طرح و اثر آن در محاسبه باید توجه شود.

### ۱۰-۲-۳-۲ محدودیت لاغری در اعضای کششی

ضریب لاغری حداکثر اعضای کششی، $(L/r)_{max}$، نباید از ۳۰۰ تجاوز نماید. برای قلاب‌ها و میله مهارهای کششی که دارای پیش‌تنیدگی اولیه به مقدار کافی باشند، به طوری که پس از ایجاد کشش اولیه عضو به حالت مستقیم درآید، رعایت محدودیت لاغری ضروری نیست.

### ۱۰-۲-۳-۳ تعیین سطح مقطع خالص موثر اعضای کششی

سطح مقطع خالص موثر برای اعضای کششی به شرح زیر تعریف می‌شود:

الف) برای اتصالات و وصله‌های از نوع پیچی $A_e = UA_n$

ب) برای اتصالات و وصله‌های از نوع جوشی $A_e = UA_g$

**تبصره:** در ورق‌های وصله‌های پیچی در اعضای کششی:

$$A_e = A_n \leq ۰/۸۵A_g \qquad (۱۰-۲-۳-۳)$$

در روابط فوق:

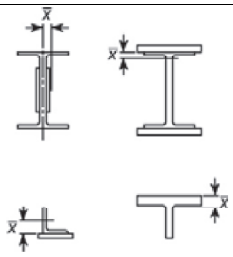
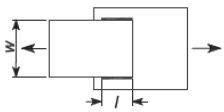
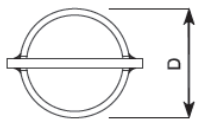
$A_g$= سطح مقطع کلی عضو

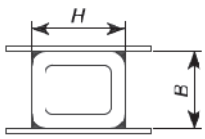
$A_n$= سطح مقطع خالص عضو

$A_e$= سطح مقطع خالص موثر عضو

U= ضریب تأخیر برش مطابق جدول ۱۰-۲-۳-۱. در هر حال این ضریب در مقاطع باز (نظیر مقاطع I ، L ، U ، T و ... ) لازم نیست از نسبت سطح مقطع قسمت‌های اتصال‌یافته به سطح مقطع کل کمتر در نظر گرفته شود.

**جدول۱۰-۲-۳-۱ ضریب تأخیر برش (U) برای اتصالات اعضای کششی**

| حالت | شرح | ضریب تأخیر برش، U | مثال |
|---|---|---|---|
| ۱ | کلیهٔ اعضای کششی که در آنها بار به وسیله پیچ، یا جوش مستقیماً به کلیه اجزای مقطع منتقل گردد (به غیر از حالت‌های ۳، ۴، ۵ و ۶) | $U = ۱$ | |
| ۲ | کلیهٔ اعضای کششی (به غیر از تسمه‌ها و مقاطع قوطی و لوله‌ای) که در آنها بار به وسیله پیچ یا جوش طولی و یا ترکیبی از جوش طولی و عرضی توسط قسمتی از اجزای مقطع (و نه تمام آن) منتقل گردد. | $U = ۱ - \frac{\bar{x}}{l}$ |  |
| ۳ | کلیه اعضای کششی که در آنها بار فقط به وسیله جوش عرضی و توسط قسمتی از اجزای مقطع (و نه تمام آن) منتقل گردد. | $U = ۱$<br>$A_n$= سطح مقطع قسمت (یا قسمتهای) اتصال یافته | |
| ۴ | تسمه‌های کششی که با جوش‌های طولی در دو لبهٔ موازی (در انتهای قطعه) متصل‌اند. در این حالت طول جوش‌ها نباید از فاصلهٔ عمودی بین آن‌ها (پهنای تسمه) کمتر باشد. | $w \le l < ۱/۵w \dots U = ۰/۷۵$<br>$۱/۵w \le l < ۲w \dots U = ۰/۸۷$<br>$l \ge ۲w \dots U = ۱/۰$ |  |
| ۵ | در مقاطع لوله‌ای با یک ورق اتصال هم‌محور، که در آن طول جوش‌ها نباید از قطر لوله کمتر باشد. | $D \le l < ۱/۳D \dots U = ۱ - \frac{\bar{x}}{l}$<br>$l \ge ۱/۳D \dots U = ۱/۰$<br>$\bar{x} = \frac{D}{\pi}$ |  |
| ۶ | در مقاطع قوطی شکل | چنانچه اتصال تنها به کمک یک ورق هم‌محور صورت گیرد که در آن طول جوش‌ها نباید از H کمتر باشد. | $l \ge H \dots U = ۱ - \frac{\bar{x}}{l}$<br>$\bar{x} = \frac{B^۲ + ۲BH}{۴(B+H)}$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | چنانچه اتصال به کمک دو ورق اتصال به کمک دو ورق اتصال و در دو وجه صورت گیرد که در آن طول جوش‌ها نباید از H کمتر باشد. | $l \geq H \quad ... \; U = ۱ - \frac{\bar{x}}{l}$<br>$\bar{x} = \frac{B^۲}{۴(B+H)}$ |  |
| ۷ | در نیمرخ‌های I نورد شده و سپری T بریده شده از آن‌ها و همچنین نیمرخ‌های دیگری نظیر بال پهن، استفاده از مقادیر بزرگتر از حالت ۲ جدول مجاز می‌باشد. | در اتصالات جوشی و پیچی در صورتی که اتصال از طریق بال‌ها برقرارشده و حداقل سه وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد. | $b_f \geq \frac{۲}{۳}d \implies U = ۰/۹$<br>$b_f < \frac{۲}{۳}d \implies U = ۰/۸۵$ | |
| | | در اتصالات جوشی و پیچی در صورتی که اتصال از طریق جان برقرار شده و حداقل چهار وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد. | $U = ۰/۷$ | |
| ۸ | در نیمرخ‌های تک‌نبشی در صورتی که توسط یک بال متصل شده باشند، استفاده از مقادیر بزرگتر از حالت ۲ جدول مجاز می‌باشد. | چنانچه حداقل چهار وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد. | $U = ۰/۸$ | |
| | | چنانچه دو یا سه وسیله اتصال در هر ردیف در امتداد تأثیر نیرو موجود باشد. | $U = ۰/۶$ | |

*در این جدول:*

*l= طول اتصال مساوی فاصله اولین و آخرین پیچ در اتصال پیچی و طول جوش در اتصال جوشی*

*w= پهنای ورق*

*$\bar{x}$= خروج از مرکزیت اتصال*

*B= پهنای کلی مقاطع قوطی شکل (عمود بر صفحهٔ اتصال)*

*H= ارتفاع کلی مقاطع قوطی شکل (در صفحهٔ اتصال)*

### ۱۰-۲-۳-۴ مقاومت کششی

مقاومت کششی طراحی ($\phi_t P_n$) در اعضای تحت کشش باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم کششی در مقطع کلی ($A_g$) و گسیختگی کششی در مقطع خالص عضو ($A_n$) و مقطع خالص موثر ($A_e$) در نظر گرفته شود.

**الف)** برای تسلیم کششی در مقطع کلی عضو:

$$P_n = F_y A_g \quad \text{و} \quad \phi_t = ۰/۹ \qquad (۱۰-۲-۳-۴)$$

**ب)** برای گسیختگی کششی در مقطع خالص عضو:

$$P_n = F_u A_n \quad \text{و} \quad \phi_t = ۰/۷۵ \qquad (۱۰-۲-۳-۵)$$

**پ)** برای گسیختگی کششی در مقطع خالص موثر عضو در محل اتصال:

$$P_n = F_u A_e \quad \text{و} \quad \phi_t = ۰/۷۵ \qquad (۱۰-۲-۳-۶)$$

در روابط فوق:

$A_g$= سطح مقطع کلی عضو

$A_e$= سطح مقطع خالص موثر عضو

$F_y$= تنش تسلیم فولاد

$F_u$= تنش کششی نهایی فولاد

$P_n$= مقاومت کششی اسمی عضو

**تبصره ۱:** مقاومت برشی قالبی در اتصال انتهای اعضای کششی باید مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۱۰ بررسی شود.

**تبصره۲:** مقاومت کششی اعضای کششی با تسمه لولا شده با خارمغزی باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۳-۶ تعیین شود.

**تبصره ۳:** مقاومت کششی اعضای کششی با تسمه سرپهن باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۳-۷ تعیین گردد.

### ۱۰-۲-۳-۵ اعضای کششی مرکب از چند نیمرخ یا نیمرخ و ورق

در طراحی اعضای کششی مرکب از چند نیمرخ یا نیمرخ و ورق باید الزامات زیر تامین گردد:

**الف)** چنانچه در یک مقطع مرکب تحت کشش، ورق‌های متصل به یک نیمرخ فولادی یا به یک ورق دیگر توسط وسایل اتصال یا نوارهای جوش منقطع به یکدیگر متصل شوند، فاصلهٔ مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصلهٔ آزاد بین نوارهای جوش منقطع در امتداد طولی عضو نباید از مقادیر زیر بیشتر شود.

- در قطعات رنگ شده و قطعاتی که رنگ نمی‌شوند ولی احتمال زنگ زدگی و خوردگی ندارند، ۲۴ برابر ضخامت نازکترین ورق یا ۳۰۰ میلی‌متر.
- در قطعات رنگ نشده که تحت اثر زنگ زدگی و خوردگی (حاصل از عوامل جوی) قرار گیرند، ۱۴ برابر ضخامت نازکترین ورق یا ۱۸۰ میلی‌متر

**ب)** در اعضای کششی که از دو (یا تعداد بیشتری) نیمرخ یا ورق تشکیل می‌شوند و بین آنها به فواصلی قطعات لقمه قرارگرفته و در این نقاط به یکدیگر متصل می‌شوند، فاصلهٔ بین لقمه‌ها باید طوری اختیار شود که ضریب لاغری هریک از اجزای تشکیل دهندهٔ عضو در فاصلهٔ آزاد از ۳۰۰ تجاوز نکند.

**پ)** در اعضای کششی که از دو ( یا تعداد بیشتری) نیمرخ در تماس با یکدیگر تشکیل می‌شوند، فاصلهٔ مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصلهٔ آزاد بین نوارهای جوش منقطع باید طوری اختیار شود که ضریب لاغری هریک از اجزای تشکیل دهندهٔ عضو در فاصلهٔ آزاد از ۳۰۰ تجاوز ننماید. بعلاوه، فاصلهٔ مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصلهٔ آزاد بین نوارهای جوش منقطع نباید از ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

**ت)** در اعضای کششی مرکب، به کاربردن ورق‌های پوششی مشبک در وجوه باز نیمرخ مرکب مجاز است. ضخامت ورق‌های پوششی مشبک نباید کمتر از $\frac{۱}{۵۰}$ فاصلهٔ بین خطوط جوش یا قیدهایی باشد

که آنها را به اجزای عضو متصل می‌کند. فاصلهٔ مرکز تا مرکز وسایل اتصال یا فاصلهٔ آزاد بین نوارهای جوش منقطع در امتداد طولی ورق مشبک نباید از ۱۵۰ میلی‌متر تجاوز کند.

**ث)** در اعضای کششی مرکب، به کاربردن بست‌های موازی در وجوه باز نیمرخ مرکب مجاز است. پهنای بست‌های موازی در امتداد طولی عضو بایستی حداقل به اندازه $\frac{۲}{۳}$ فاصلهٔ بین خطوط جوش یا قیدهایی باشد که آنها را به اجزای عضو متصل می‌کند. ضخامت بست‌های موازی نباید کمتر از $\frac{۱}{۵۰}$ فاصلهٔ مذکور باشد. فاصلهٔ مرکز تا مرکز بست‌های موازی باید طوری اختیار شود که ضریب لاغری هریک از اجزای تشکیل دهندهٔ عضو در این فاصله از ۳۰۰ تجاوز نکند.

### ۱۰-۲-۳-۶ اعضای کششی با تسمهٔ لولا شده با خار مغزی

#### ۱۰-۲-۳-۶-۱ مقاومت کششی

مقاومت کششی طراحی در اعضای کششی با تسمهٔ لولا شده باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده براساس حالت‌های حدی زیر درنظر گرفته شود.

**الف)** گسیختگی کششی در سطح مقطع موثر خالص:

$$P_n = F_u(۲t_p b_{eff}) \quad \text{و} \quad \phi_t = ۰/۷۵ \qquad (۱۰-۲-۳-۷)$$

**ب)** گسیختگی برشی در سطح مقطع موثر:

$$P_n = ۰/۶F_u A_{sf} \quad \text{و} \quad \phi_{sf} = ۰/۷۵ \qquad (۱۰-۲-۳-۸)$$

**پ)** مقاومت اتکایی در سطح تصویرشدهٔ قلم لولا (پین): برای کنترل مقاومت اتکایی به بند ۱۰-۲-۱۰-۶ مراجعه شود.

**ت)** تسلیم در سطح مقطع کلی:

$$P_n = F_y A_g = w t_w F_y \quad \text{و} \quad \phi_t = ۰/۹ \qquad (۱۰-۲-۳-۹)$$

در روابط فوق (با توجه به شکل ۱۰-۲-۳-۱):

$A_g$= سطح مقطع کل

$F_y$= تنش تسلیم فولاد

$F_u$= تنش کششی نهایی فولاد

$P_n$= مقاومت کششی اسمی

a= کوتاهترین فاصله بین لبهٔ سوراخ تا لبهٔ عضو در امتداد تأثیر نیرو

$d_p$= قطر پین (قلم لولا)

$t_w$= ضخامت تسمه در ناحیهٔ دور از سوراخ

w= پهنای تسمه

$t_p$= ضخامت تسمه در ناحیهٔ سوراخ

$b_{eff}$= پهنای موثر مطابق رابطهٔ زیر، که نباید بزرگتر از فاصلهٔ واقعی لبهٔ سوراخ تا لبهٔ تسمه در امتداد عمود بر راستای نیرو باشد

$$b_{eff} = ۲t_p + ۱۶mm \leq b \qquad (۱۰-۳-۲-۱۰)$$

$A_{sf}$= سطح مقطع موثر در مسیر گسیختگی برشی طبق رابطهٔ زیر:

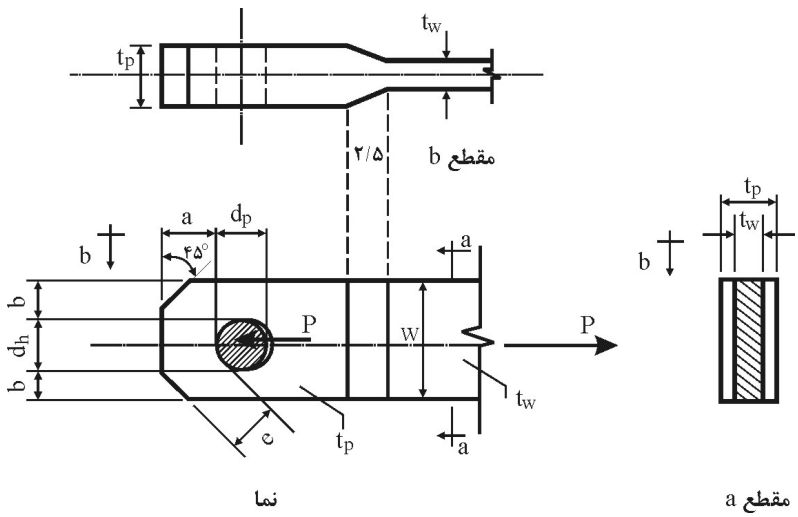
$$A_{sf} = ۲t_p(a + \frac{d_p}{۲}) \qquad (۱۱-۳-۲-۱۰)$$

b= فاصلهٔ بین لبهٔ سوراخ تا لبهٔ تسمه در امتداد عمود بر نیرو

**۱۰-۲-۳-۶-۲ محدودیت‌های ابعادی تسمه‌های لولا شده با خار مغزی**

- در اعضایی که دارای اتصال لولایی هستند، مرکز سوراخ باید در وسط پهنای عضو قرار داشته باشد. قطر سوراخ نباید بیش از یک میلی‌متر از قطر قلم بزرگتر باشد.
- پهنای تسمه در محدودهٔ سوراخ نباید از $(۲b_{eff}+d_p)$ کمتر باشد.
- کوتاهترین فاصله بین لبهٔ سوراخ تا لبهٔ عضو در امتداد تاثیر نیرو در محدودهٔ لهیدگی انتهای پین، a ، نباید کوچکتر از $\frac{۴}{۳}b_{eff}$ باشد.

- گوشه‌های بعد از محور سوراخ را می‌توان تحت زاویهٔ ۴۵ درجه نسبت به محور طولی عضو، پخ زد. مشروط برآنکه مقطع باقیمانده بعد از سوراخ در امتداد عمود بر خط بریده شده، کمتر از سطح مقطع عمود بر امتداد نیروی وارده نباشد.
- کلیهٔ محدودیت‌های ابعادی تسمه‌های لولاشده در شکل ۱۰-۲-۳-۱ به نمایش درآمده است.




(۱) $a \geq \frac{۴}{۳} b_{eff}$

(۲) $w \geq ۲b_{eff} + d_P$

(۳) $e \geq a$

(۴) $b_{eff} = ۲t_P + ۱۶\,mm \leq b$

(۵) $d_h = d_P + ۱\,mm$

(۶) $A_g = wt_w$

**شکل ۱۰-۲-۳-۱ محدودیت‌های ابعادی تسمه لولا شده با خار مغزی**

### ۱۰-۲-۳-۷ اعضای کششی با تسمهٔ سرپهن

#### ۱۰-۲-۳-۷-۱ مقاومت کششی

مقاومت کششی طراحی در اعضای کششی با تسمهٔ سرپهن باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده براساس حالت‌های حدی زیر درنظر گرفته شود.

**الف)** گسیختگی کششی در سطح مقطع مؤثر خالص:

$$P_n = F_u(۲tb_{eff}) \quad \text{و} \quad \phi_t = ۰/۷۵ \qquad (۱۰-۲-۳-۱۲)$$

**ب)** گسیختگی برشی در سطح مقطع مؤثر:

$$P_n = ۰/۶F_uA_{sf} \quad \text{و} \quad \phi_{sf} = ۰/۷۵ \qquad (۱۰-۲-۳-۱۳)$$

**پ)** مقاومت اتکایی در سطح تصویرشدهٔ لولا: برای کنترل مقاومت اتکایی به بند ۱۰-۲-۱۰-۶ مراجعه شود.

**ت)** تسلیم در سطح مقطع کلی:

$$P_n = F_yA_g = F_y(wt) \quad \text{و} \quad \phi_t = ۰/۹ \qquad (۱۰-۲-۳-۱۴)$$

در روابط فوق (با توجه به شکل ۱۰-۲-۳-۲):

$A_g$= سطح مقطع کل

$F_y$= تنش تسلیم فولاد

$F_u$= تنش کششی نهایی فولاد

$P_n$= مقاومت کششی اسمی

a= فاصله بین لبهٔ سوراخ تا لبهٔ بیرونی تسمه در امتداد تأثیر نیرو

$d_p$= قطر پین (قلم لولا)

t= ضخامت تسمه سرپهن

w= پهنای تسمه سرپهن در ناحیه‌ای دور از سوراخ

$b_{eff}$= پهنای موثر مطابق رابطهٔ زیر، که نباید بزرگتر از فاصلهٔ واقعی لبهٔ سوراخ تا لبهٔ تسمه در امتداد عمود بر راستای نیرو باشد.

$$b_{eff} = ۲t + ۱۶mm \leq b \qquad (۱۰-۲-۳-۱۵)$$

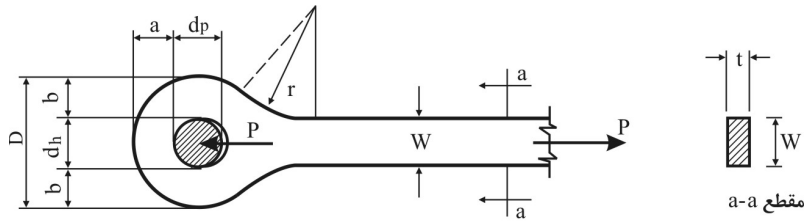
$A_{sf}$= سطح مقطع موثر در مسیر گسیختگی برشی طبق رابطهٔ زیر:

$$A_{sf} = ۲t(a + \frac{d_p}{۲}) \qquad (۱۶-۳-۲-۱۰)$$

b= فاصلهٔ بین لبهٔ سوراخ تا لبهٔ تسمه در امتداد عمود بر نیرو

**۱۰-۲-۳-۷-۲ محدودیت‌های ابعادی تسمهٔ سرپهن**

- ضخامت تسمه‌های سرپهن باید ثابت باشد و در ناحیهٔ سوراخ نباید افزایش یابد و کاملاً صفحه‌ای باشد. همچنین سر پهن این تسمه‌ها باید دایره‌ای و هم‌مرکز با سوراخ پین باشد.
- شعاع قسمت ماهیچه‌ای شکل که در لبهٔ اتصال قسمت پهن به تسمه وجود دارد، نباید از قطر سر دایره‌ای شکل کمتر باشد.
- قطر پین نباید از $\frac{۷}{۸}$ پهنای تسمه کمتر باشد.
- قطر سوراخ نباید بیش از ۱ میلی‌متر بزرگتر از قطر پین باشد.
- برای فولادهای پرمقاومت (با تنش تسلیم بیش از ۴۸۵ مگا پاسکال)، قطر سوراخ نباید از ۵ برابر ضخامت تسمه تجاوز کند و پهنای تسمه باید متناسباً کاهش داده شود.
- در محاسبات، پهنای تسمه نباید بیشتر از ۸ برابر ضخامت آن در نظر گرفته شود. ضخامت تسمه را نباید کمتر از ۱۲ میلی‌متر در نظر گرفت، مگر حالتی‌که قلم اتصال دارای مهره باشد که با سفت کردن آنها قطعات جمع و فشرده شوند. فاصلهٔ بین لبهٔ سوراخ تا لبهٔ تسمه در امتداد عمود بر نیروی وارده نباید کمتر از $\frac{۲}{۳}$ و بیشتر از $\frac{۳}{۴}$ پهنای تسمه در نظر گرفته شود (حد بالای b فقط برای منظور طراحی می‌باشد).
- کلیهٔ محدودیت‌های ابعادی تسمهٔ سرپهن در شکل ۱۰-۲-۳-۲ نمایش داده شده است.




(۱) ضخامت در طول تسمه یکنواخت باشد
و تسمه در ناحیه سوراخ تقویت نشود

(۲) $t \geq ۱۲mm$

(۳) $w \leq ۸t$

(۴) $d_p \geq \frac{۷}{۸}$w

(۵) $d_h \leq d_p + ۱\ mm$

(۶) $r \geq D$

(۷) $a = b$

(۸) $\frac{۲}{۳}\ w \leq b \leq \frac{۳}{۴}\ w$

(۹) $A_g = wt$

**شکل ۱۰-۲-۳-۲ محدودیت‌های ابعادی تسمه‌های سر پهن**

## ۱۰-۲-۴ الزامات طراحی اعضا برای نیروی فشاری

این بخش به الزامات طراحی اعضای منشوری با مقطع بدون اجزای لاغر که تحت اثر نیروی محوری فشاری که در امتداد محور مرکزی عضو بارگذاری شده‌اند، می‌پردازد.

مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۴-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۴-۲ طول موثر کمانش و ضریب لاغری
- ۱۰-۲-۴-۳ محدودیت ضریب لاغری
- ۱۰-۲-۴-۴ مقاومت فشاری اسمی بر اساس کمانش خمشی
- ۱۰-۲-۴-۵ مقاومت فشاری اسمی بر اساس کمانش پیچشی و کمانشی خمشی–پیچشی
- ۱۰-۲-۴-۶ مقاومت فشاری اسمی اعضای با مقطع نبشی تک
- ۱۰-۲-۴-۷ اعضای فشاری ساخته‌شده (مرکب)

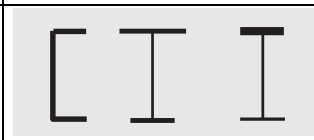
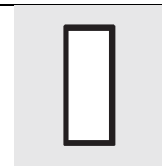
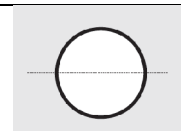
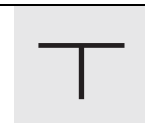
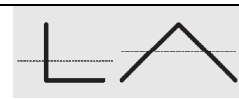
### ۱۰-۲-۴-۱ الزامات عمومی

اعضای فشاری می‌توانند از نیمرخ تک، نیمرخ‌های مرکب و نیمرخ‌های ساخته‌شده از ورق یا ترکیبی از ورق و نیمرخ باشند. برای اعضایی که تحت اثر مشترک فشار محوری و لنگر خمشی قرار دارند، به الزامات بخش ۱۰-۲-۷ مراجعه شود.

مقاومت فشاری طراحی اعضای فشاری مساوی $\phi_c P_n$ می‌باشد که در آن $\phi_c$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $P_n$ مقاومت فشاری اسمی می‌باشد که برای اعضای فشاری با مقطع بدون اجزای لاغر، باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی کمانش خمشی، کمانش پیچشی و کمانش خمشی- پیچشی در نظر گرفته شود.

**تبصره:** حالت یا حالت‌های حدی حاکم بر طراحی اعضای فشاری برای مقاطع مختلف بدون اجزای لاغر می‌تواند مطابق جدول ۱۰-۲-۴-۱ اختیار شود.

**جدول ۱۰-۲-۴-۱ حالت یا حالت‌های حدی حاکم بر طراحی اعضای فشاری برای مقاطع مختلف بدون اجزای لاغر**

| حالت | نوع مقطع | شکل مقطع | حالت یا حالت‌های حدی حاکم بر طراحی |
|---|---|---|---|
| ۱ | • مقطع I شکل با دو محور تقارن | | • کمانش خمشی<br>• کمانش پیچشی |
| ۲ | • مقطع I شکل با یک محور تقارن<br>• مقاطع ناودانی |  | • کمانش خمشی<br>• کمانش خمشی-پیچشی |
| ۳ | • مقاطع صلیبی<br>• مقاطع مرکب | | • کمانش خمشی<br>• کمانش پیچشی |
| ۴ | • مقاطع توخالی مستطیلی شکل |  | • کمانش خمشی |
| ۵ | • مقاطع توخالی دایره‌ای شکل |  | • کمانش خمشی |
| ۶ | • مقاطع سپری |  | • کمانش خمشی<br>• کمانش خمشی- پیچشی |
| ۷ | • مقاطع مرکب از دو نیمرخ نبشی پشت به پشت | | • کمانش خمشی<br>• کمانش خمشی- پیچشی |
| ۸ | • مقاطع نبشی تک |  | • الزامات بند ۱۰-۲-۴-۶ |
| ۹ | • مقاطع توپر | | • کمانش خمشی |
| ۱۰ | • مقاطع بدون محور تقارن غیر از نبشی‌های تک | | • کمانش خمشی- پیچشی |

### ۱۰-۲-۴-۲ طول موثر کمانش و ضریب لاغری

ضریب طول موثر، K، برای محاسبه لاغری اعضا، $\frac{KL}{r}$، باید مطابق با ضوابط پیوست ۱ این مبحث تعیین شود.

که در آن:

L: طول فاقد مهار جانبی عضو

r: شعاع ژیراسیون مقطع عضو

### ۱۰-۲-۴-۳ محدودیت ضریب لاغری

اعضایی که تحت اثر نیروی محوری فشاری قرار دارند، ضریب لاغری حداکثر آنها، $(\frac{KL}{r})_{max}$، نباید از ۲۰۰ تجاوز کند.

### ۱۰-۲-۴-۴ کمانش خمشی

مقاومت فشاری اسمی اعضای فشاری، $P_n$ ، با مقطع بدون اجزای لاغر بر اساس کمانش خمشی با استفاده از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$P_n = F_{cr} A_g \qquad (۱-۴-۲-۱۰)$$

که در آن:

$A_g$= سطح مقطع کلی عضو

$F_{cr}$= تنش فشاری ناشی از کمانش خمشی که از روابط زیر به دست می‌آید.

الف) اگر $\frac{KL}{r} \leq ۴/۷۱ \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ یا $\frac{F_y}{F_e} \leq ۲/۲۵$ باشد:

$$F_{cr} = [۰/۶۵۸^{\frac{F_y}{F_e}}] F_y \qquad (۲-۴-۲-۱۰)$$

ب) اگر $\frac{KL}{r} > ۴/۷۱ \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ یا $\frac{F_y}{F_e} > ۲/۲۵$ باشد:

$$F_{cr} = ۰/۸۷۷ F_e \qquad (۳-۴-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$\frac{KL}{r}$ = ضریب لاغری حداکثر عضو

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

E = مدول الاستیسیته فولاد

K = ضریب طول موثر

L = طول فاقد مهار جانبی عضو

r = شعاع ژیراسیون مقطع عضو

$F_e$ = تنش کمانش الاستیک که مقدار آن عبارت است از:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(\frac{KL}{r})^2}$$

### ۱۰-۲-۴-۵ کمانش پیچشی و کمانشی خمشی– پیچشی

همانطورکه در جدول ۱۰-۲-۴-۱ نیز عنوان شده است، الزامات این بند برای تعیین مقاومت فشاری اسمی اعضای فشاری با مقاطع دارای یک محور تقارن و نامتقارن مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در اعضای فشاری با مقاطع دارای دو محور تقارن که در آنها طول آزاد مهار نشده در برابر پیچش از طول آزاد مهارنشده در برابر خمش تجاوز نماید، نیز باید الزامات این بند مورد کنترل قرار گیرد.

مقاومت فشاری اسمی اعضای فشاری با مقاطع بدون اجزای لاغر بر اساس کمانش پیچشی و کمانش خمشی- پیچشی باید با استفاده از روابط زیر تعیین شود.

$$P_n = F_{cr} A_g \qquad (۴-۴-۲-۱۰)$$

که در آن تنش بحرانی، $F_{cr}$، به شرح زیر تعیین می‌شود.

**الف)** برای اعضای فشاری با مقطع سپری و نبشی جفت بر اساس حالت حدی کمانش خمشی- پیچشی

$$F_{cr} = \left(\frac{F_{cry} + F_{crz}}{2H}\right)\left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{cry}F_{crz}H}{(F_{cry}+F_{crz})^2}}\right] \qquad (۵-۴-۲-۱۰)$$

در رابطه فوق، $F_{cry}$، طبق الزامات بند ۱۰-۲-۴-۴ برای کمانش خمشی حول محور تقارن y با استفاده از روابط ۱۰-۲-۴-۲ یا ۱۰-۲-۴-۳ با ضریب لاغری $\frac{KL}{r} = (\frac{KL}{r})_y$ ، برای مقاطع سپری با

ضریب لاغری $\frac{KL}{r}=(\frac{KL}{r})_m$ و برای مقاطع جفت نبشی (مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۴-۷) محاسبه گردیده و $F_{crz}$ از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$F_{crz}=\frac{GJ}{A_g\bar{r}_o^{2}} \qquad (۱۰-۲-۴-۶)$$

**ب)** برای سایر مقاطع، $F_{cr}$ باید بر اساس روابط ۱۰-۲-۴-۲ یا ۱۰-۲-۴-۳ و تنش کمانش الاستیک ($F_e$) بر اساس حالت‌های حدی کمانش پیچشی یا کمانش خمشی- پیچشی به شرح زیر تعیین شود.

ب-۱) برای مقاطع دارای دو محور تقارن و بر اساس حالت حدی کمانش پیچشی.

$$F_e=\left[\frac{\pi^{2}EC_w}{(K_zL)^{2}}+GJ\right]\left(\frac{1}{I_x+I_y}\right) \qquad (۱۰-۲-۴-۷)$$

ب-۲) برای مقاطع با یک محور تقارن که محور تقارن آنها y نامگذاری شده است، بر اساس حالت حدی کمانش خمشی- پیچشی

$$F_e=\left(\frac{F_{ey}+F_{ez}}{2H}\right)\left[1-\sqrt{1-\frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey}+F_{ez})^{2}}}\right] \qquad (۱۰-۲-۴-۸)$$

ب-۳) برای مقاطع نامتقارن، بر اساس حالت حدی کمانشی خمشی–پیچشی $F_e$ عبارت است از کوچکترین ریشه معادله درجه سوم زیر:

$$(F_e-F_{ex})(F_e-F_{ey})(F_e-F_{ez})-F_e^{2}(F_e-F_{ey})\left(\frac{x_o}{\bar{r}_o}\right)^{2}-F_e^{2}(F_e-F_{ex})\left(\frac{y_o}{\bar{r}_o}\right)^{2}=0 \qquad (۱۰-۲-۴-۹)$$

در روابط فوق:

$A_g$ = سطح مقطع کلی عضو

$C_w$ = ثابت تابیدگی

$I_x$ و $I_y$ = ممان اینرسی حول محورهای اصلی

$K_x$ و $K_y$ = ضریب طول موثر برای کمانش خمشی حول محورهای اصلی x و y

$K_z$ = ضریب طول موثر برای کمانش پیچشی

J = ثابت پیچشی

G = مدول الاستیسیته برشی $G = \frac{E}{۲/۶}$ (با فرض $\nu = ۰/۳$)

$x_o$ و $y_o$ = مختصات مرکز برش نسبت به مرکز سطح، ($x_o$=۰ برای نبشی جفت و نیمرخ سپری با محور تقارن y)

$r_x$ ، $r_y$ = شعاع ژیراسیون حول محورهای اصلی x و y

$\bar{r}_o$= شعاع ژیراسیون قطبی نسبت به مرکز برش مطابق رابطهٔ زیر:

$$\bar{r}_o^{۲} = x_o^{۲} + y_o^{۲} + \frac{I_x + I_y}{A_g} \qquad (۱۰-۴-۲-۱۰)$$

H = ضریبی است که از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$H = ۱ - \frac{x_o^{۲} + y_o^{۲}}{\bar{r}_o^{۲}} \qquad (۱۱-۴-۲-۱۰)$$

$F_{ex}$= تنش کمانشی خمشی الاستیک حول محور اصلی x که از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$F_{ex} = \frac{\pi^{۲} E}{\left(\frac{K_x L}{r_x}\right)^{۲}} \qquad (۱۲-۴-۲-۱۰)$$

$F_{ey}$= تنش کمانشی خمشی الاستیک حول محور اصلی y که از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$F_{ey} = \frac{\pi^{۲} E}{\left(\frac{K_y L}{r_y}\right)^{۲}} \qquad (۱۳-۴-۲-۱۰)$$

$F_{ez}$= تنش کمانشی پیچشی الاستیک طبق رابطهٔ زیر:

$$F_{ez} = \left[\frac{\pi^{۲} E C_w}{(K_z L)^{۲}} + GJ\right] \frac{۱}{A_g \bar{r}_o^{۲}} \qquad (۱۴-۴-۲-۱۰)$$

**یادداشت:** برای مقاطع I شکل با تقارن دو محوره، $C_w$ را می‌توان مساوی $I_y h_o^{۲}/۴$ در نظر گرفت که در آن $h_o$ فاصلهٔ مرکز به مرکز بال‌ها می‌باشد. برای مقاطع سپری و نبشی جفت در محاسبه $F_{ez}$ می‌توان از جملات حاوی $C_w$ صرفنظر نموده و $x_o$ را مساوی صفر در نظر گرفت.

### ۱۰-۲-۴-۶ اعضای با مقطع نبشی تک

مقاومت فشاری اسمی اعضای فشاری نبشی تک، $P_n$، برای حالتی‌که $\frac{b}{t} \leq ۲۰$ باشد، باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۴-۴ و برای حالتی‌که $\frac{b}{t} > ۲۰$ باشد، باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۴-۵ و با اصلاحات لاغری ارائه شده در بندهای الف و ب تعیین شود. به علاوه، در صورتی‌که شرایط زیر برقرار باشد، می‌توان از برون محوری نیروی فشاری در طراحی صرفنظر نمود.

(۱) نیروی اعمال شده به نبشی از طریق یک ساق و در انتهای همان ساق اعمال گردد.

(۲) اتصال دو انتهای عضو به کمک جوش و یا حداقل دو پیچ انجام شود.

(۳) هیچ‌گونه بارگذاری عرضی میانی بر عضو اعمال نگردد.

**الف)** برای نبشی‌ها با ساق‌های مساوی یا نامساوی که از طریق ساق بلندتر متصل شده‌اند و به صورت اعضای تک و یا اعضای جان خرپاهای صفحه‌ای که با اعضای مجاور خود به یک سمت ورق اتصال یا یال، متصل شده‌اند، لاغری اصلاح شده با استفاده از روابط زیر به دست می‌آید:

برای $\frac{L}{r_x} \leq ۸۰$ :

$$\frac{KL}{r} = ۷۲ + ۰/۷۵ \frac{L}{r_x} \qquad (۱۰-۲-۴-۱۵)$$

برای $\frac{L}{r_x} > ۸۰$ :

$$\frac{KL}{r} = ۳۲ + ۱/۲۵ \frac{L}{r_x} \leq ۲۰۰ \qquad (۱۰-۲-۴-۱۶)$$

**تبصره:** برای نبشی‌ها با ساق نامساوی با نسبت ساق کوچکتر از ۱/۷ که از طریق ساق کوچکتر متصل شده‌اند، $\frac{KL}{r}$ به دست آمده از روابط ۱۰-۲-۴-۱۵ و ۱۰-۲-۴-۱۶ باید با جمله $۴[(b_l/b_s)^۲ - ۱]$ افزایش یابد، لیکن $\frac{KL}{r}$ به دست آمده نباید کمتر از $۰/۹۵L/r_z$ در نظر گرفته شود.

**ب)** برای نبشی‌های با ساق‌های مساوی یا نامساوی که از طریق ساق‌های بلندتر متصل شده‌اند و عضوی از جان خرپای جعبه‌ای یا فضایی می‌باشند که با اعضای مجاورشان به یک طرف ورق اتصال یا بال‌ها متصل شده‌اند، لاغری اصلاح شده از روابط زیر به دست می‌آید.

برای $\frac{L}{r_x} \leq ۷۵$ :

$$\frac{KL}{r} = ۶۰ + ۰/۸ \frac{L}{r_x} \qquad (۱۷-۴-۲-۱۰)$$

برای $\frac{L}{r_x} > ۷۵$ :

$$\frac{KL}{r} = ۴۵ + \frac{L}{r_x} \leq ۲۰۰ \qquad (۱۸-۴-۲-۱۰)$$

**تبصره:** برای نبشی‌های با ساق‌های نامساوی با نسبت ساق کوچکتر از ۱/۷ که از طریق ساق کوچکتر متصل شده‌اند، $\frac{KL}{r}$ به دست آمده از روابط ۱۰-۲-۴-۱۷ و ۱۰-۲-۴-۱۸ باید با جملهٔ $۶[(b_l/b_s)^2 - ۱]$ افزایش داد، لیکن $\frac{KL}{r}$ به دست آمده نباید کمتر از $۰/۸۲L/r_z$ در نظر گرفته شود.

در روابط فوق:

$L$ = طول عضو بین محل تقاطع محور اعضا

$b_l$ = پهنای ساق بزرگتر نبشی

$b_s$ = پهنای ساق کوچکتر نبشی

$r_x$ = شعاع ژیراسیون حول محور مرکزی موازی با ساق متصل شده

$r_z$ = شعاع ژیراسیون حول محور اصلی ضعیف نبشی

**تبصره:** نبشی‌های تک با شرایط انتهایی متفاوت با حالت‌های مشخص شده در بندهای الف و ب، با نسبت ساق‌های بزرگتر از ۱/۷ یا با بارگذاری عرضی، باید برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی مطابق بخش ۱۰-۲-۷ مورد محاسبه و طراحی قرار گیرند.

### ۱۰-۲-۴-۷ اعضای ساخته شده

مقاطع ساخته شده به مقاطعی گفته می‌شوند که تماماً از ورق یا از دو یا چند نیمرخ با قطعات لقمه بین آنها یا از دو یا چند نیمرخ به همراه ورق سراسری یا بست و یا از دو نیمرخ به هم متصل شده

ساخته می‌شوند. مقاومت فشاری اسمی و محدودیت‌های ابعادی اینگونه مقاطع مطابق با الزامات بندهای ۱۰-۲-۴-۷-۱ و ۱۰-۲-۴-۷-۲ می‌باشد.

**۱۰-۲-۴-۷-۱ مقاومت فشاری اسمی**

مقاومت فشاری اسمی مقاطع ساخته شده باید بر اساس الزامات بندهای ۱۰-۲-۴-۴ و ۱۰-۲-۴-۵ و با اصلاحات لاغری ارائه شده در حالت‌های الف و ب این بند تعیین شود.

**الف)** در اعضای فشاری ساخته شده که در آنها اتصال قطعات متصل کنندهٔ میانی به اجزای مختلف مقطع به صورت پیچی و با عملکرد اتکائی می‌باشد، ضریب لاغری نسبت به محور عمود بر صفحهٔ بست (محور بدون مصالح مقطع ساخته شده) باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$(\frac{KL}{r})_m = \sqrt{(\frac{KL}{r})_o^2 + (\frac{a}{r_i})^2} \qquad (۱۰-۴-۲-۱۹)$$

**ب)** در اعضای فشاری ساخته‌شده که در آنها اتصال قطعات میانی متصل‌کننده به اجزای مختلف مقطع به صورت جوشی و یا پیچی با عملکرد اصطکاکی می‌باشد، ضریب لاغری نسبت به محور بدون مصالح مقطع ساخته شده (محور عمود بر صفحهٔ بست در اعضای فشاری ساخته شده با بست)، باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$\frac{a}{r_i} \le ۴۰ \quad \rightarrow \quad (\frac{KL}{r})_m = (\frac{KL}{r})_o \qquad (۱۰-۴-۲-۲۰)$$

$$\frac{a}{r_i} > ۴۰ \quad \rightarrow \quad (\frac{KL}{r})_m = \sqrt{(\frac{KL}{r})_o^2 + (\frac{K_i a}{r_i})^2} \qquad (۱۰-۴-۲-۲۱)$$

در روابط فوق:

$(\frac{KL}{r})_m$ = ضریب لاغری اصلاح شدهٔ عضو فشاری ساخته شده نسبت به محور بدون مصالح مقطع ساخته‌شده

$(\frac{KL}{r})_o$ = ضریب لاغری مقطع ساخته شده نسبت به محور بدون مصالح مقطع ساخته‌شده

$K_i$ = ۰/۵ برای مقطع نبشی پشت به پشت

= ۰/۷۵ برای مقطع ناودانی پشت به پشت

= ۰/۸۶ برای سایر مقاطع

a = فاصلهٔ بین متصل‌کننده‌ها

$r_i$ = شعاع ژیراسیون حداقل هر یک از اجزا

**۲-۷-۴-۲-۱۰ محدودیت‌های ابعادی**

محدودیت‌های ابعادی اجزای اعضای فشاری ساخته‌شده به شرح زیر می‌باشند.

**الف)** هر یک از اجزای اعضای فشاری ساخته‌شده باید در فاصلهٔ a به یکدیگر متصل باشند، به نحوی‌که ضریب لاغری موثر هر یک از اجزا در فاصلهٔ a، $Ka/r_i$، از $\frac{۳}{۴}$ ضریب لاغری تعیین‌کننده کل عضو ساخته‌شده تجاوز نکند؛ که در آن $r_i$، شعاع ژیراسیون حداقل هر جزء می‌باشد.

**ب)** اتصالات متصل‌کننده‌های میانی می‌توانند از نوع جوشی و یا پیچی با عملکرد اتکائی یا اصطکاکی باشند، لیکن اتصالات متصل‌کننده‌های انتهایی باید از نوع جوشی یا پیچی با عملکرد اصطکاکی باشند.

**پ)** در انتهای اعضای فشاری ساخته شده، در محل فشار مستقیم بر کف‌ستون‌ها و یا در محل سطوح صاف و تنظیم شده در درز وصله‌ها، تمامی اجزاء متصل به یکدیگر باید در فاصلهٔ ۱/۵ برابر بُعد حداکثر مقطع ساخته‌شده با پیچ‌هایی که فاصلهٔ محور به محور آنها از یکدیگر حداکثر ۴ برابر قطرشان باشد، به یکدیگر متصل شوند. اگر وسیلهٔ اتصال جوش باشد، تمامی اجزای متصل به یکدیگر باید در طولی بزرگتر یا مساوی بُعد حداکثر مقطع ساخته‌شده، با جوش پیوسته به یکدیگر متصل شوند.

**ت)** چنانچه عضو فشاری ساخته‌شده، از نیمرخ‌ها و ورق‌های سراسری تشکیل شده باشد در ناحیهٔ میانی، فواصل طولی محور به محور بین پیچ‌ها یا فاصلهٔ آزاد بین نوارهای جوش منقطع باید به نحوی اختیار شود که مقاومت لازم تأمین گردد. حداکثر فاصلهٔ طولی بین پیچ‌ها در ناحیهٔ میانی، برای حالتی‌که قطعات رنگ‌شده و در مقابل خوردگی حفاظت شده باشند نباید از ۲۴ برابر ضخامت نازکترین قطعهٔ متصل شونده و همچنین از ۳۰۰ میلی‌متر بیشتر شود. اگر اتصال دو ورق یا ورق و نیمرخ به وسیلهٔ جوش صورت گرفته باشد و اعضا در مقابل خوردگی حفاظت شده باشند، حداکثر فاصلهٔ خالص بین جوش‌های منقطع نباید از مقادیر زیر تجاوز کند.

(۱) $۰/۷۵\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ برابر ضخامت ورق خارجی و حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر برای حالتی‌که اتصالات در خطوط اتصال مجاور در حالت پس و پیش نباشند (روبروی هم باشند).

(۲) $۱/۱۲\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ برابر ضخامت ورق خارجی و حداکثر ۴۵۰ میلی‌متر برای حالتی که اتصالات در خطوط اتصال مجاور به حالت پس و پیش قرار گیرند.

**ث)** چانچه عضو فشاری از نیمرخ‌ها و ورق‌های سوراخ‌دار تشکیل شده باشند، در صورتی‌که ضوابط زیر رعایت شده باشند، بخشی از پهنای این ورق‌ها (پهنای کلی ورق سوراخ‌دار منهای عرض سوراخ) به همراه سطح مقطع نیمرخ‌ها می‌تواند به عنوان سطح مقطع خالص جهت کمک به تأمین مقاومت موجود در نظر گرفته شود.

(۱) نسبت پهنای کلی ورق سوراخ به ضخامت آن از $۱/۴۰\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ کمتر باشد.

(۲) نسبت طول سوراخ (در راستای تنش) به عرض سوراخ از ۲ تجاوز نکند.

(۳) فاصله خالص بین سوراخ‌ها در راستای تنش از فاصلهٔ عرضی متصل‌کننده‌ها کمتر نباشد.

(۴) شعاع پیرامون سوراخ‌ها در تمامی نقاط حداقل ۴۰ میلی‌متر باشد.

**ج)** چنانچه عضو فشاری از نیمرخ‌ها و بست‌های مورب تشکیل شده باشند، ضوابط زیر باید رعایت شوند:

(۱) بست‌های مورب در انتهای عضو فشاری، باید به ورق بست انتهایی ختم شوند. در قسمت‌های میانی عضو در صورتی‌که نظم بست‌های مورب به هم خورده باشد، باید ورق‌های اتصال به تیر تعبیه گردد. طول ورق‌های بست انتهایی (در امتداد طولی عضو) باید حداقل برابر فاصله مراکز هندسی نیمرخ‌های تشکیل‌دهندهٔ عضو فشاری باشد و طول ورق‌های اتصال به تیر باید فضای کافی برای برقراری اتصال را داشته باشد.

ضخامت ورق‌های انتهایی و ورق‌های اتصال به تیر باید طوری اختیار شوند که مقاومت کافی در برابر نیروهای منتقل شده از طرف عضو فشاری به کف‌ستون و از طرف تیر و مهاربندی به ستون را دارا باشند. در هر حال ضخامت ورق‌های انتهایی و ورق‌های اتصال به تیر نباید از $b/۵۰$ کمتر باشد؛ که در آن $b$ برابر پهنای ورق انتهایی و ورق اتصال در اتصالات جوشی و برابر فاصلهٔ عرضی وسایل اتصال در اتصالات پیچی می‌باشد.

پهنای ورق‌های انتهایی و ورق‌های اتصال باید حداقل برابر فاصلهٔ بین مراکز هندسی نیمرخ‌های تشکیل‌دهندهٔ عضو فشاری باشد. چنانچه اتصال این ورق‌ها به اجزای عضو فشاری از

نوع پیچی باشد، فاصلهٔ عرضی (عمود بر محور طولی عضو فشاری) وسایل اتصال باید حداقل برابر فاصلهٔ بین مراکز هندسی نیمرخ‌های تشکیل‌دهنده عضو فشاری باشد.

اگر وسایل اتصال ورق‌های انتهایی و ورق‌های اتصال به تیر از نوع پیچی باشد، فاصلهٔ این وسایل از یکدیگر در امتداد طولی عضو فشاری (امتداد تنش) نباید از ۶ برابر قطر آنها تجاوز کند. در هر ورق انتهایی و ورق اتصال به تیر، باید حداقل ۳ عدد پیچ تعبیه شود. در هر حال، تعداد و قطر پیچ‌ها باید طوری اختیار شوند که مقاومت کافی در برابر نیروی منتقل‌شده از طرف عضو فشاری به کف ستون و از طرف تیر و مهاربندی به ستون را دارا باشند.

اگر وسیله اتصال ورق‌های انتهایی و ورق‌های اتصال به تیر از نوع جوشی باشد، دور تا دور این ورق‌ها باید به عضو فشاری جوش شود. ضخامت جوش به عضو فشاری باید طوری اختیار شود که مقاومت کافی در برابر نیروی منتقل شده به عضو فشاری را دارا باشد.

(۲) بست‌های مورب را می‌توان از تسمه، نبشی، ناودانی یا مقطع مناسب دیگر انتخاب کرد. همانند اجزای کلیهٔ اعضای فشاری ساخته‌شده، بست‌های مورب را باید طوری قرار داد که ضریب لاغری موثر هر یک از اجزا عضو فشاری در فاصلهٔ بین اتصال بست‌های مورب به عضو فشاری الزامات بند (الف) از محدودیت‌های ابعادی اعضای فشاری ساخته‌شده (مرکب) را تأمین نماید.

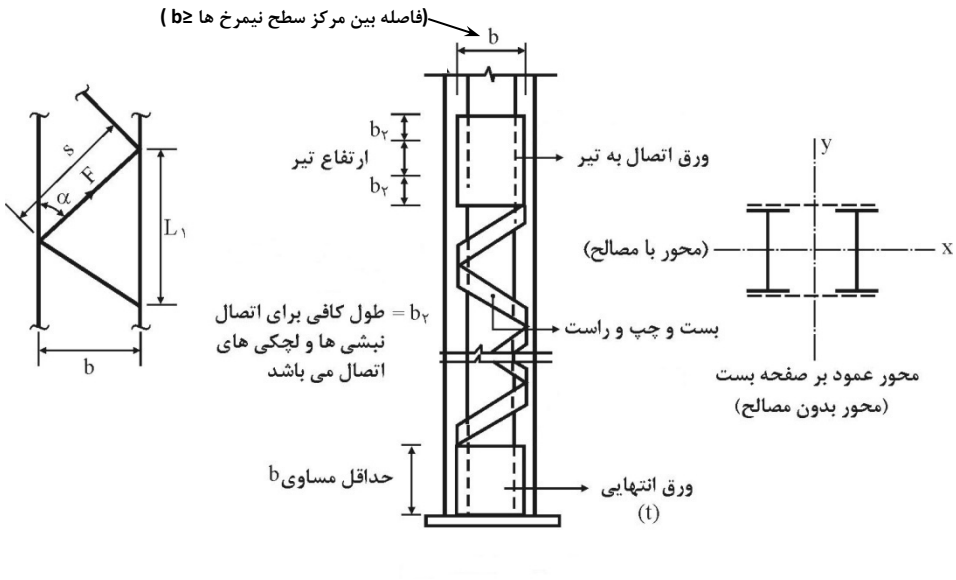
(۳) مشخصات هندسی بست‌های مورب شامل طول، مقطع و وسایل اتصال دو انتهای آنها به عضو فشاری، باید به گونه‌ای انتخاب شوند که منجر به تأمین مقاومت برشی عمود بر محور طولی عضو فشاری معادل ۲ درصد مقاومت فشاری موجود عضو فشاری و نیروی برشی ستون به موازات صفحه بست‌ها به علت نیروهای خارجی شوند.

(۴) طول کمانش برای محاسبهٔ ضریب لاغری بست‌های مورب، در بست‌های تکی برابر فاصله بین مرکز هندسی اتصالات (پیچ یا جوش) دو انتهای آنها به عضو فشاری و در بست‌های مورب ضربدری ۷۰ درصد این فاصله به حساب می‌آید.

(۵) ضریب لاغری بست‌های مورب تک نباید از ۱۴۰ و ضریب لاغری بست‌های مورب ضربدری نباید از ۲۰۰ تجاوز نماید.

(۶) زاویهٔ محور طولی بست‌ها نسبت به محور طولی عضو فشاری ($\alpha$)، نباید کمتر از ۴۵ درجه برای بست‌های مورب ضربدری و ۶۰ درجه برای بست‌های مورب تکی باشد.

(۷) اگر فاصله بین مرکز هندسی اتصالات دو انتهای بست بیش از ۴۰۰ میلی‌متر باشد، ارجح است که بست‌ها به صورت ضربدری در نظر گرفته شوند و یا از نیمرخ مناسب (مانند نبشی) طراحی گردند.




**شکل ۱۰-۲-۴-۳ عضو فشاری ساخته شده با بست‌های مورب**

**چ)** چنانچه عضو فشاری ساخته شده از نیمرخ‌ها و بست‌های موازی تشکیل شده باشند، ضوابط زیر باید رعایت شوند.

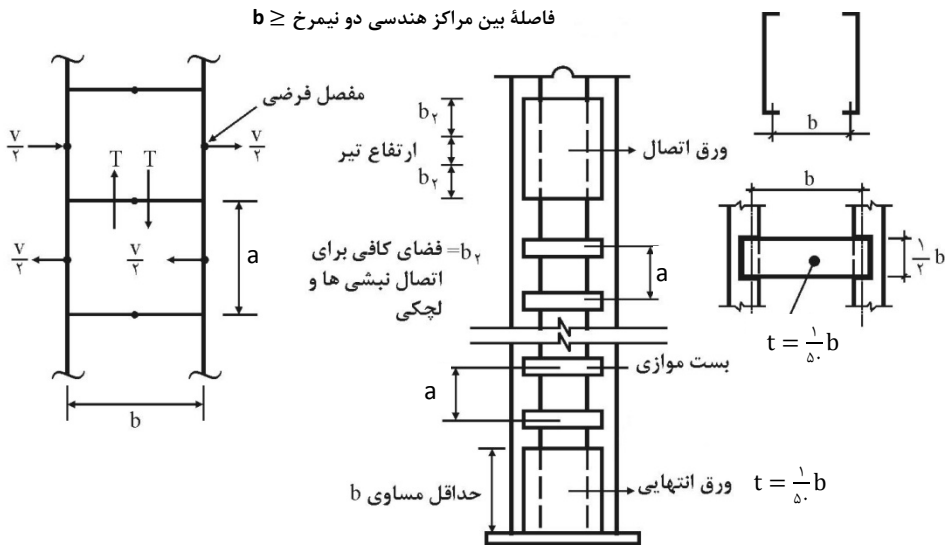
(۱) همانند اجزای کلیهٔ اعضای فشاری، فاصلهٔ بست‌ها از یکدیگر باید به اندازه‌ای باشند که ضریب لاغری موثر هر یک از اجزای عضو فشاری ساخته‌شده در فاصله بین مرکز به مرکز دو بست متوالی الزامات بند (الف) از محدودیت‌های ابعادی اعضای فشاری ساخته‌شده را تأمین نماید.

(۲) استفاده از تسمه، نبشی یا هر مقطع مناسب دیگر به عنوان بست مجاز است، مشروط بر آنکه کلیهٔ محدودیت‌های عنوان شده در موردهای (۱ تا ۵) از بند (ج) همین قسمت در آنها رعایت شده باشد.

(۳) مشخصات هندسی بست‌های موازی شامل طول، مقطع و وسایل اتصال دو انتهای آنها به عضو فشاری، باید به گونه‌ای اختیار شود که منجر به تأمین مقاومت برشی عمود بر محور طولی عضو فشاری و به موازات صفحهٔ بست‌ها معادل ۲ درصد مقاومت فشاری موجود عضو فشاری و نیروی برشی ستون به موازات صفحهٔ بست‌ها به علت نیروهای خارجی شوند.

(۴) بست‌های موازی در انتهای عضو فشاری مورب و نیز در محل اتصال تیر به ستون باید محدودیت‌های عنوان‌شده در مورد (۱) از بند (ج) در خصوص ورق‌های انتهایی و ورق‌های اتصال را تأمین نماید.

(۵) طول بست‌های میانی نباید از $\frac{b}{۲}$ کمتر باشد.




**شکل ۱۰-۲-۴-۴ عضو فشاری ساخته شده با بست‌های موازی**

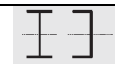
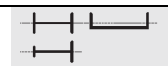
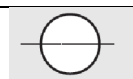
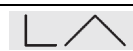
## ۱۰-۲-۵ الزامات طراحی اعضا برای خمش

این بخش به الزامات طراحی اعضایی که تحت اثر خمش ساده حول یکی از محورهای اصلی قرار دارند، می‌پردازد. منظور از خمش ساده این است که عضو باید در صفحه‌ای به موازات محورهای اصلی و مار بر مرکز برش مقطع بارگذاری شود یا در محل نقطه اثر بار و در تکیه‌گاه‌ها در مقابل پیچش نگهداری شده باشد.

مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۵-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۵-۲ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل فشرده با دو محور تقارن و اعضای با مقطع ناودانی فشرده حول محور قوی
- ۱۰-۲-۵-۳ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با دو محور تقارن با بال‌های غیرفشرده و جان فشرده حول محور قوی
- ۱۰-۲-۵-۴ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بال‌های فشرده یا غیرفشرده و جان فشرده یا غیرفشرده حول محور قوی
- ۱۰-۲-۵-۵ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بال‌های فشرده یا غیرفشرده و جان لاغر حول محور قوی
- ۱۰-۲-۵-۶ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل و ناودانی حول محور ضعیف
- ۱۰-۲-۵-۷ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع قوطی شکل حول محورهای قوی و ضعیف
- ۱۰-۲-۵-۸ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع لوله‌ای شکل
- ۱۰-۲-۵-۹ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع سپری و نبشی جفت با بارگذاری در صفحهٔ تقارن
- ۱۰-۲-۵-۱۰ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نبشی تک
- ۱۰-۲-۵-۱۱ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع توپر دایره‌ای و چهارگوش
- ۱۰-۲-۵-۱۲ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نامتقارن
- ۱۰-۲-۵-۱۳تناسبات ابعادی مقطع اعضای خمشی

**جدول ۱۰-۲-۵-۱ انتخاب بند مربوط به تعیین مقاومت خمشی اسمی**

| بند مربوطه | مقطع | لاغری بال | لاغری جان | حالت حدی |
|---|---|---|---|---|
| ۱۰-۵-۲-۲ |  | C | C | Y, LTB |
| ۱۰-۵-۲-۳ | | NC | C | LTB, FLB |
| ۱۰-۵-۲-۴ | | C, NC | C, NC | Y, LTB, FLB, TFY |
| ۱۰-۵-۲-۵ | | C, NC | S | Y, LTB, FLB, TFY |
| ۱۰-۵-۲-۶ |  | C, NC | N/A | Y, FLB |
| ۱۰-۵-۲-۷ | | C, NC | C, NC | Y, FLB, WLB |
| ۱۰-۵-۲-۸ |  | N/A | N/A | Y, LB |
| ۱۰-۵-۲-۹ | | C, NC | N/A | Y, LTB, FLB |
| ۱۰-۵-۲-۱۰ |  | N/A | N/A | Y, LTB, LLB |
| ۱۰-۵-۲-۱۱ | | N/A | N/A | Y, LTB |
| ۱۰-۵-۲-۱۲ | مقاطع نامتقارن به غیر از نبش تک | N/A | N/A | کلیهٔ حالت‌های حدی |

Y = تسلیم

LTB = کمانش پیچشی– جانبی

FLB = کمانش موضعی بال

WLB = کمانش موضعی جان

TFY = تسلیم کششی بال

LLB = کمانش موضعی ساق

LB = کمانش موضعی

C = فشرده

NC = غیرفشرده

S = لاغر

N/A = کاربرد ندارد.

### ۱۰-۲-۵-۱ الزامات عمومی

**۱۰-۲-۵-۱-۱** مقاومت خمشی طراحی مساوی $\phi_b M_n$ می‌باشد که در آن، $\phi_b$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $M_n$ مقاومت خمشی اسمی می‌باشد که باید طبق الزامات بندهای ۱۰-۲-۵-۲ و ۱۰-۲-۵-۱۲ تعیین شود.

**تبصره:** انتخاب بند مربوط به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای خمشی برای مقاطع مختلف می‌تواند مطابق جدول ۱۰-۲-۵-۱ اختیار شود.

**۱۰-۲-۵-۱-۲** تمامی الزامات این بخش بر این فرض استوار هستند که از پیچش مقطع حول محور طولی عضو در نقاط تکیه‌گاهی اعضای خمشی جلوگیری شده است.

**۱۰-۲-۵-۱-۳** برای اعضا با مقطع دارای یک محور تقارن و با انحنای ساده و خمش حول محور قوی و برای کلیهٔ اعضا با مقطع دارای دو محور تقارن، ضریب اصلاح کمانش پیچشی– جانبی ($C_b$) در نمودار لنگر خمشی غیر یکنواخت در حد فاصل دو مقطع مهارشده از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$C_b = \frac{۱۲/۵\, M_{max}}{۲/۵M_{max}+۳M_A+۴M_B+۳M_C} \qquad (۱-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$M_{max}$ = قدر مطلق لنگر خمشی حداکثر در حد فاصل دو مقطع مهارشده

$M_A$ = قدر مطلق لنگر خمشی در نقطه $\frac{۱}{۴}$ طول مهارنشده

$M_B$ = قدر مطلق لنگر خمشی در نقطه $\frac{۱}{۲}$ طول مهارنشده

$M_C$ = قدر مطلق لنگر خمشی در نقطه $\frac{۳}{۴}$ طول مهارنشده

**تبصره ۱:** برای تیرهای طره‌ای که انتهای آزاد آنها مهار نشده است، $C_b$ مساوی واحد می‌باشد.

**تبصره۲:** برای اعضا با مقطع دارای یک محور تقارن و با انحنای مضاعف ضریب اصلاح کمانش پیچشی- جانبی ($C_b$) باید به شرح زیر با ضریب $R_m$ تشدید شود.

$$R_m = ۰/۵ + ۲ \left(\frac{I_{y\,Top}}{I_y}\right)^۲ \qquad (۲-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$I_y$ = ممان اینرسی حول محور اصلی y

$I_{y\,Top}$ = ممان اینرسی بال فوقانی مقطع حول محور اصلی y

**تبصره۳:** برای اعضای خمشی با مقطع نامتقارن، $C_b$ را می‌توان به طور محافظه‌کارانه مساوی واحد در نظر گرفت.

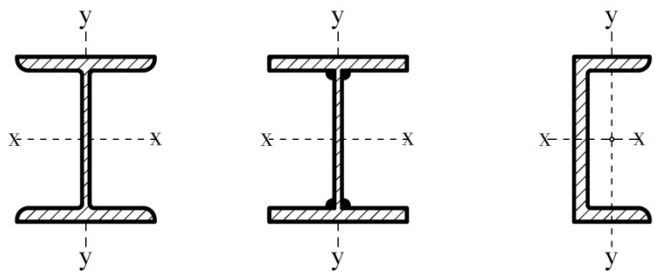
**۱۰-۲-۵-۱-۳** برای اعضای با مقطع دارای یک محور تقارن و با انحنای مضاعف، حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی باید برای هر دو بال کنترل شود. مقاومت خمشی موجود باید بزرگتر یا مساوی لنگر خمشی حداکثر که در بال مورد نظر فشار ایجاد می‌نماید، باشد.

**۱۰-۲-۵-۱-۴** مطابق مقررات این مبحث، از به کار بردن مقاطع فولادی با اجزای لاغر در اعضایی که تحت اثر تنش فشاری ناشی از خمش قرار دارند، باید خودداری شود. مگر برای جان مقاطع اعضای خمشی که در این صورت الزامات این بخش تعیین‌کننده خواهد بود.

**۱۰-۲-۵-۱-۵** برای طراحی اعضای تحت اثر مشترک لنگر خمشی و نیروی محوری به بخش ۱۰-۲-۶ و برای اعضای با مقطع مختلط به بخش ۱۰-۲-۹ مراجعه شود.

### ۱۰-۲-۵-۲ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل فشرده با دو محور تقارن و اعضای با مقطع ناودانی فشرده تحت خمش حول محور قوی

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل فشرده با دو محور تقارن و اعضای با مقطع ناودانی فشرده که تحت اثر خمش حول محور قوی قرار دارند.




(بال‌ها و جان فشرده) (بال‌ها و جان فشرده) (بال‌ها و جان فشرده)

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم و کمانش پیچشی- جانبی در نظر گرفته شود.

**الف)** حالت حدی تسلیم

$$M_n=M_p=F_yZ_x \qquad (۳-۵-۲-۱۰)$$

در رابطهٔ فوق:

$M_p$ = لنگر پلاستیک

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$Z_x$ = اساس مقطع پلاستیک حول محور x

**ب)** حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی

ب-۱) اگر $L_b \leq L_p$ باشد لزومی به در نظر گرفتن کمانش پیچشی- جانبی نمی‌باشد.

ب-۲) برای $L_p < L_b \leq L_r$

$$M_n= C_b \left[ M_p - (M_p-۰/۷F_yS_x) \left(\frac{L_b-L_p}{L_r-L_p}\right) \right] \leq M_p \qquad (۴-۵-۲-۱۰)$$

ب-۳) برای $L_b > L_r$:

$$M_n = F_{cr}S_x \leq M_p \qquad (۵-۵-۲-۱۰)$$

در رابطه فوق:

$L_b$ = فاصلهٔ بین دو مقطع از طول عضو که در آن مقاطع از تغییرمکان جانبی بال فشاری یا از پیچش کل مقطع جلوگیری شده است که در این بخش برای اختصار و سادگی به عنوان فاصله تکیه‌گاه‌های جانبی نامگذاری می‌شود.

$L_p$ = طول مهارنشدهٔ عضو مطابق رابطهٔ زیر، که مرز بین حالت حدی تسلیم و حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی غیرارتجاعی را مشخص می‌کند.

$$L_p= ۱/۷۶\ r_y\sqrt{\frac{E}{F_y}} \qquad (۶-۵-۲-۱۰)$$

$L_r$ = طول مهارنشدهٔ عضو مطابق رابطهٔ زیر، که مرز بین حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی غیرارتجاعی و ارتجاعی را مشخص می‌کند.

$$L_r = ۱/۹۵ r_{ts} \frac{E}{۰/۷F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_o}\right)^۲ + ۶/۷۶\left(\frac{۰/۷F_y}{E}\right)^۲}} \qquad (۷-۵-۲-۱۰)$$

$F_{cr}$ = تنش کمانش الاستیک پیچشی- جانبی مطابق رابطهٔ زیر:

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^۲ E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^۲} \sqrt{۱ + ۰/۰۷۸ \frac{Jc}{S_x h_o}\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^۲} \qquad (۸-۵-۲-۱۰)$$

**تبصره**: در رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۸ عبارت زیر رادیکال را می‌توان به طور محافظه‌کارانه مساوی واحد در نظر گرفت.

$E$ = مدول الاستیسیته فولاد

$J$ = ثابت پیچشی (مساوی $\frac{۱}{۳}\Sigma (bt^۳)$)

$S_x$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به محور x

$h_o$ = فاصلهٔ مرکز تا مرکز بال‌ها

$r_{ts}$ = شعاع ژیراسیون موثر طبق رابطهٔ زیر:

$$r_{ts}^۲ = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} \qquad (۹-۵-۲-۱۰)$$

$c$ = ضریبی است طبق روابط زیر:

$c = ۱$ برای مقاطع I شکل با دو محور تقارن

$c = \frac{h_o}{۲}\sqrt{\frac{I_y}{C_w}}$ برای مقاطع ناودانی

$C_w$ = ثابت پیچش تابیدگی

**یادداشت:** برای مقاطع I شکل با دو محور تقارن، $C_w=\frac{I_y h_o^2}{4}$ بوده و لذا رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۹ برای مقاطع I شکل به صورت زیر ساده می‌شود.

$$r_{ts}^2=\frac{I_y h_o}{2S_x} \qquad (۱۰-۵-۲-۱۰)$$

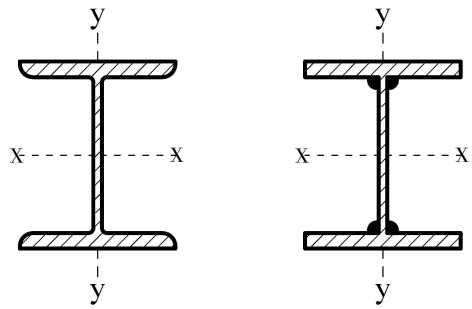
همچنین $r_{ts}$ را می‌توان به طور محافظه‌کارانه شعاع ژیراسیون مقطعی شامل بال فشاری و یک ششم جان نسبت به محور مار بر جان در نظر گرفت.

$$r_{ts}=\frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{ht_w}{6b_f t_f}\right)}} \qquad (۱۱-۵-۲-۱۰)$$

$b_f$ و $t_f$ = به ترتیب ضخامت و پهنای بال فشاری مقطع

### ۱۰-۲-۵-۳ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با دو محور تقارن با بال‌های غیرفشرده و جان فشرده حول محور قوی

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با دو محور تقارن با بال‌های غیرفشرده و جان فشرده که تحت اثر خمش حول محور قوی قرار دارند.




(بال‌ها غیرفشرده، جان فشرده)  (بال‌ها غیرفشرده، جان فشرده)

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی کمانش پیچشی- جانبی و کمانش موضعی بال فشاری در نظر گرفته شود.

**الف)** حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی

الزامات این حالت حدی عیناً مشابه الزامات بند ۱۰-۲-۵-۲-ب می‌باشد.

**ب)** حالت حدی کمانش موضعی بال فشاری غیرفشرده

$$M_n = M_p - (M_p - ۰/۷F_yS_x)\left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}}\right) \qquad (۱۲-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$\lambda = \frac{b_f}{۲t_f}$

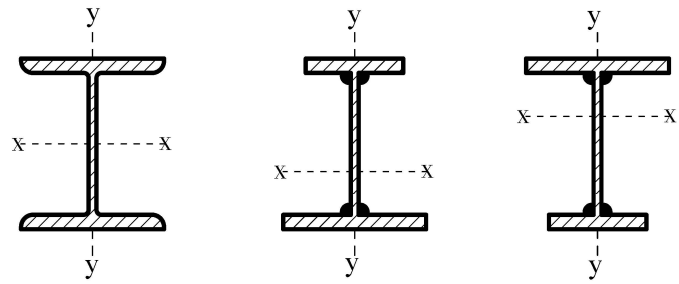
$\lambda_p = \lambda_{pf}$ = حد لاغری برای بال فشرده - مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$\lambda_r = \lambda_{rf}$ = حد لاغری برای بال غیرفشرده - مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$t_f$ و $b_f$ = به ترتیب ضخامت و پهنای بال فشاری مقطع

### ۱۰-۲-۵-۴ مقاومت خمشی اسمی سایر اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بال‌های فشرده یا غیر فشرده و جان فشرده یا غیرفشرده حول محور قوی

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی سایر اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بال‌های فشرده یا غیرفشرده و جان فشرده یا غیرفشرده که تحت اثر خمش حول محور قوی قرار دارند.




(بال‌ها فشرده یا غیرفشرده، جان فشرده یا غیرفشرده)

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم بال فشاری، کمانش پیچشی- جانبی، کمانش موضعی بال فشاری و تسلیم بال کششی در نظر گرفته شود.

**تبصره:** مقاومت خمشی اسمی این نوع اعضا را می‌توان به طور محافظه‌کارانه بر اساس ضوابط بند ۱۰-۲-۵-۵ تعیین نمود.

**الف)** تسلیم بال فشاری

$$M_n = R_{pc}M_{yc} = R_{pc}\, F_y S_{xc} \qquad (۱۰-۵-۲-۱۳)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$S_{xc}$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری مقطع

$M_{yc}$ = لنگر تسلیم نسبت به بال فشاری و برابر $F_yS_{xc}$

$M_p$ = لنگر پلاستیک مقطع حول محور x مطابق رابطه زیر:

$$M_p = F_y Z_X \leq ۱/۶\, F_y S_{xc} \qquad (۱۰-۵-۲-۱۴)$$

$R_{pc}$ = ضریب پلاستیک (خمیری) جان مقطع مطابق روابط زیر:

اگر $\frac{I_{yc}}{I_y} > ۰/۲۳$ و $\frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw}$ باشد:

$$R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} \qquad (۱۰-۵-۲-۱۵)$$

اگر $\frac{I_{yc}}{I_y} > ۰/۲۳$ و $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$ باشد:

$$R_{pc} = [\frac{M_p}{M_{yc}} - (\frac{M_p}{M_{yc}} - ۱)(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}})\,] \leq \frac{M_p}{M_{yc}} \qquad (۱۰-۵-۲-۱۶)$$

اگر $\frac{I_{yc}}{I_y} \leq ۰/۲۳$ باشد:

$$R_{pc} = ۱ \qquad (۱۰-۵-۲-۱۷)$$

در رابطهٔ (۱۰-۵-۲-۱۶) $\lambda$، $\lambda_{pw}$ ، $\lambda_{rw}$ عبارتند از:

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

$\lambda_p = \lambda_{pw}$ = حد لاغری برای جان فشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$\lambda_r = \lambda_{rw}$ = حد لاغری برای جان غیرفشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$h_c$ = برای مقاطع نوردشده عبارت است از دو برابر فاصلهٔ تار خنثای الاستیک تا آغاز گردی ریشه اتصال جان به بال برای مقاطع ساخته‌شده از ورق عبارت است از دو برابر فاصلهٔ تار خنثای الاستیک تا نزدیکترین خط وسایل اتصال در ناحیهٔ فشاری و چنانچه از جوش استفاده شده باشد، $h_c$ عبارت است از دو برابر فاصلهٔ تار خنثای الاستیک تا رویهٔ داخلی بال فشاری.

$t_w$ = ضخامت جان.

**ب)** کمانش پیچشی- جانبی

ب-۱) اگر $L_b \leq L_p$ باشد لزومی به در نظر گرفتن کمانش پیچشی–جانبی نمی‌باشد.

ب-۲) اگر $L_p < L_b \leq L_r$ باشد:

$$M_n = C_b \left[ R_{pc} M_{yc} - (R_{pc} M_{yc} - F_L S_{xc}) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq R_{pc} M_{yc} \qquad (۱۰-۲-۵-۱۸)$$

ب-۳) برای $L_b > L_r$ :

$$M_n = F_{cr} S_{xc} \leq R_{pc} M_{yc} \qquad (۱۰-۲-۵-۱۹)$$

در روابط فوق:

$C_b$ = ضریب اصلاح کمانش پیچشی–جانبی مطابق رابطه ۱۰-۲-۵-۱

$R_{pc}$، $M_{yc}$،$S_{xc}$ = عیناً همانند پارامترهایی هستند که در قسمت الف بند ۱۰-۲-۵-۴ تعریف شده‌اند.

$L_b$ = فاصلهٔ تکیه‌گاه‌های جانبی

$L_p$ = طول مهارنشده عضو مطابق رابطهٔ زیر، که مرز بین حالت حدی تسلیم و حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی غیرارتجاعی را مشخص می‌کند.

$$L_p = ۱/۱ \, r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \qquad (۱۰-۲-۵-۲۰)$$

$L_r$ = طول مهارنشده عضو مطابق رابطهٔ زیر، که مرز بین حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی غیرارتجاعی و ارتجاعی را مشخص می‌کند.

$$L_r = ۱/۹۵ r_t \frac{E}{F_L}\sqrt{\frac{J}{S_{xc}h_o}+\sqrt{\left(\frac{J}{S_{xc}h_o}\right)^۲ + ۶/۷۶\left(\frac{F_L}{E}\right)^۲}} \qquad (۲۱-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$E$ = مدول الاستیسیته فولاد

$J$ = ثابت پیچشی

$h_o$ = فاصلهٔ مرکز تا مرکز بال‌ها

$F_L$ = تنشی است که از طریق روابط زیر تعیین می‌شود:

- اگر $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq ۰/۷$ باشد:

$$F_L = ۰/۷\, F_y \qquad (۲۲-۵-۲-۱۰)$$

- اگر $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} < ۰/۷$ باشد:

$$F_L = F_y \frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq ۰/۵\, F_y \qquad (۲۳-۵-۲-۱۰)$$

$S_{xt}$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به بال کششی

$F_{cr}$ = تنش کمانشی طبق رابطهٔ زیر:

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^۲ E}{\left(\frac{L_b}{r_t}\right)^۲}\sqrt{۱ + ۰/۰۷۸\frac{J}{S_{xc}h_o}\left(\frac{L_b}{r_t}\right)^۲} \qquad (۲۴-۵-۲-۱۰)$$

**تبصره:** چنانچه $\frac{I_{yc}}{I_y} \leq ۰/۲۳$ باشد، مقدار $J$ در رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۲۴ باید برابر صفر در نظر گرفته شود. که در آن، $I_y$ ممان اینرسی مقطع نسبت به محور $y$ و $I_{yc}$ ممان اینرسی بال فشاری نسبت به محور $y$ می‌باشد.

$r_t$ = شعاع ژیراسیون موثر برای کمانش پیچشی- جانبی مطابق روابط زیر:

- برای مقاطع I شکل با بال فشاری مستطیلی

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{۱۲\left(\frac{h_o}{d}+\frac{۱}{۶}a_w\frac{h^۲}{h_o d}\right)}} \qquad (۲۵-۵-۲-۱۰)$$

- برای مقاطع I شکل با بال فشاری غیرمستطیلی نظیر بال‌های تقویت‌شده با ورق یا ناودانی:

$r_t$ = شعاع ژیراسیون مقطعی شامل مجموع بال فشاری و یک سوم ناحیهٔ فشاری جان نسبت به محور مار بر جان تیر (محور y)

**تبصره:** برای مقاطع I شکل با بال فشاری مستطیلی، $r_t$ را می‌توان به طور محافظه‌کارانه مساوی شعاع ژیراسیون بال فشاری به علاوه $\frac{۱}{۳}$ ناحیهٔ فشاری جان نسبت به محور ضعیف مقطع (محور y) در نظر گرفت. به عبارت دیگر:

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{۱۲\left(۱+\frac{۱}{۶}a_w\right)}} \qquad (۲۶-۵-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$h_o$ = مرکز تا مرکز بال‌ها

$h$ = فاصلهٔ بین شروع گردی ریشهٔ جان به بال برای نیمرخ‌های نوردشده و فاصلهٔ آزاد بین دو بال برای مقاطع ساخته‌شده از ورق

$d$ = ارتفاع کلی مقطع

$b_{fc}$ = پهنای بال فشاری

$t_{fc}$ = ضخامت بال فشاری

$t_w$ = ضخامت جان

$a_w$ = نسبت دو برابر مساحت جان تحت فشار به مساحت کلیهٔ اجزای بال فشاری به عبارت دیگر:

$$a_w = \frac{h_c t_w}{b_{fc} t_{fc}} \qquad (۲۷-۵-۲-۱۰)$$

**پ)** کمانش موضعی بال فشاری

پ-۱) برای مقاطع با بال فشاری فشرده لزومی به در نظرگرفتن کمانش موضعی بال فشاری نمی‌باشد.

پ-۲) برای مقاطع با بال فشاری غیرفشرده:

$$M_n = R_{pc}M_{yc} - \left(R_{pc}M_{yc} - F_L S_{xc}\right)\left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}}\right) \qquad (۲۸-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_L$ = مطابق تعاریف به کار رفته در بند ب روابط ۱۰-۲-۵-۲۲ و ۲۳

$R_{pc}$ = ضریب پلاستیک (خمیری) جان مقطع مطابق روابط ۱۰-۲-۵-۱۵،۱۶ و ۱۷

$\lambda$، $\lambda_{pf}$ و $\lambda_{pr}$ عبارتند از:

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{2t_{fc}}$$

$\lambda_p = \lambda_{pf}$ = حد لاغری برای بال فشرده ، مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$\lambda_r = \lambda_{rf}$ = حد لاغری برای بال غیرفشرده ، مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$b_{fc}$ = پهنای بال فشاری

$t_{fc}$ = ضخامت بال فشاری

**ت)** تسلیم بال کششی

ت-۱) چنانچه $S_{xt} \geq S_{xc}$ باشد لزومی به در نظر گرفتن تسلیم بال کششی نمی‌باشد.

ت-۲) در صورتی که $S_{xt} < S_{xc}$ باشد:

$$M_n = R_{pt}M_{yt} \qquad (۲۹-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$M_{yt}$ = لنگر تسلیم نسبت به بال کششی $(M_{yt} = F_yS_{xt})$

$S_{xt}$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به بال کششی

$S_{xc}$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری

$R_{pt}$ = ضریب پلاستیک (خمیری) جان مقطع مربوط به حالت حدی تسلیم بال کششی می‌باشد و از روابط زیر به دست می‌آید:

- برای $\frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw}$ :

$$R_{pt} = \frac{M_p}{M_{yt}} \qquad (۳۰-۵-۲-۱۰)$$

- برای $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$:

$$R_{pt} = [\frac{M_p}{M_{yt}} - (\frac{M_p}{M_{yt}} - ۱)(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}})] \leq \frac{M_p}{M_{yt}} \qquad (۱۰-۲-۵-۳۱)$$

$h_c$ = مطابق تعریف به کار رفته در بند ۱۰-۲-۵-۴-الف

$t_w$ = ضخامت جان

$\lambda$، $\lambda_{pw}$ و $\lambda_{rw}$ عبارتند از:

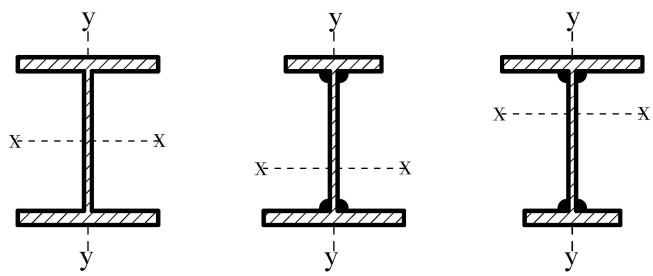
$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$

$\lambda_p = \lambda_{pw}$ = حد لاغری برای جان فشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$\lambda_r = \lambda_{rw}$ = حد لاغری برای جان غیرفشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

## ۱۰-۲-۵-۵ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بالهای فشرده و غیرفشرده و جان لاغر حول محور قوی

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بالهای فشرده و غیر فشرده و جان لاغر که تحت اثر خمش حول محور قوی قرار دارند.




(بال‌ها فشرده یا غیرفشرده، جان لاغر)

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم بال فشاری، کمانش پیچشی-جانبی، کمانش موضعی بال فشاری و تسلیم بال کششی در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم بال فشاری

$$M_n=R_{pg}F_yS_{xc} \qquad (۱۰-۵-۲-۳۲)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$S_{xc}$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری

$R_{pg}$ = ضریب تقلیل مقاومت خمشی مطابق رابطهٔ زیر:

$$R_{pg} = ۱ - \frac{a_w}{۱۲۰۰+۳۰۰a_w}\left(\frac{h_c}{t_w} - ۵/۷\sqrt{\frac{E}{F_y}}\right) \le ۱/۰ \qquad (۱۰-۵-۲-۳۳)$$

E= مدول الاستیسیته فولاد

$h_c$= مطابق تعریف به کار رفته در بند ۱۰-۲-۵-۴-الف

$t_w$= ضخامت جان

$a_w$= نسبت دو برابر مساحت جان تحت فشار به مساحت بال فشاری طبق رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۲۷ که نباید بزرگتر از ۱۰ در نظر گرفته شود.

**ب)** کمانش پیچشی- جانبی

ب-۱) اگر $L_b \le L_p$ باشد لزومی به در نظر گرفتن کمانش پیچشی- جانبی نمی‌باشد.

ب-۲) برای $L_b>L_p$

$$M_n=R_{pg}F_{cr}S_{xc} \qquad (۱۰-۵-۲-۳۴)$$

که در آن:

$R_{pg}$= ضریب تقلیل مقاومت خمشی مطابق رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۳۲

$S_{xc}$= اساس مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری

$F_{cr}$= تنش کمانشی مطابق روابط زیر:

$$\begin{cases} F_{cr} = C_b\left[F_y - (۰/۳F_y)\left(\frac{L_b-L_p}{L_r-L_p}\right)\right] \le F_y & L_p < L_b \le L_r \\ F_{cr} = \frac{C_b\pi^۲E}{\left(\frac{L_b}{r_t}\right)^۲} \le F_y & L_b > L_r \end{cases} \qquad (۱۰-۵-۲-۳۵)$$

$L_b$ = فاصله‌ی بین تکیه‌گاه‌های جانبی

$L_p, L_r$ = از روابط زیر تعیین می‌شوند.

$$L_p = ۱/۱ r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \qquad (۳۶-۵-۲-۱۰)$$

$$L_r = \pi r_t \sqrt{\frac{E}{۰/۷F_y}} \qquad (۳۷-۵-۲-۱۰)$$

$r_t$ = شعاع ژیراسیون موثر مربوط به کمانش جانبی مطابق روابط به کار رفته در بند ۱۰-۲-۵-۴-ب

**پ)** کمانش موضعی بال فشاری

پ-۱) برای مقاطع با بال فشاری فشرده لزومی به در نظر گرفتن کمانش موضعی بال فشاری نمی‌باشد.

پ-۲) برای مقاطع با بال فشاری غیرفشرده

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc} \qquad (۳۸-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$R_{pg}$ = ضریب تقلیل مقاومت خمشی مطابق رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۳۲

$S_{xc}$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری

$F_{cr}$ = تنش کمانشی مطابق رابطهٔ زیر:

$$F_{cr} = [\, F_y - (۰/۳F_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}}\right)] \qquad (۳۹-۵-۲-۱۰)$$

$\lambda, \lambda_{pf}$ و $\lambda_{pr}$ عبارتند از:

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{۲t_{fc}}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$ = حد لاغری برای بال فشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$\lambda_{rf} = \lambda_r$ = حد لاغری برای بال غیرفشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$t_{fc}, b_{fc}$ = به ترتیب پهنا و ضخامت بال فشاری

**ت)** تسلیم بال کششی

ت-۱)چنانچه $S_{xt} \geq S_{xc}$ باشد، لزومی به در نظر گرفتن تسلیم بال کششی نمی‌باشد.

ت-۲)چنانچه $S_{xt} < S_{xc}$ .باشد:

$$M_n = F_y S_{xt} \qquad (۴۰-۵-۲-۱۰)$$

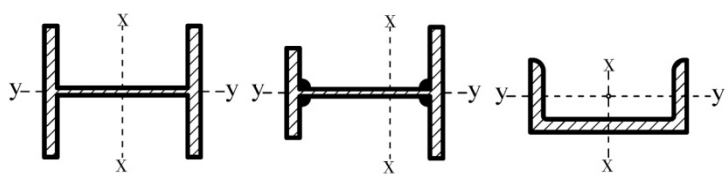
که در آن:

$S_{xt}$= اساس مقطع الاستیک نسبت به بال کششی

$S_{xc}$= مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری

### ۱۰-۲-۵-۶ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل و ناودانی حول محور ضعیف

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل و ناودانی که تحت اثر خمش حول محور ضعیف قرار دارند.




(بال‌ها فشرده یا غیرفشرده، جان فشرده یا غیرفشرده و یا لاغر)

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت حدی تسلیم و کمانش موضعی بال در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم

$$M_n = M_p = F_y Z_y \leq ۱/۶\, F_y S_y \qquad (۴۱-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_y$= تنش تسلیم فولاد

$S_y$= اساس مقطع الاستیک نسبت به محور ضعیف (محورy)

$Z_y$= اساس مقطع پلاستیک نسبت به محور ضعیف (محورy)

**ب)** کمانش موضعی بال

ب-۱) برای مقاطع با بال‌های فشرده لزومی به در نظر گرفتن کمانش موضعی بال نمی‌باشد.

ب-۲) برای مقاطع با بال‌های غیرفشرده:

$$M_n = [M_p - (M_p - 0.7F_yS_y)(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}})] \qquad (۱۰-۲-۵-۴۲)$$

که در آن:

$S_y$= اساس مقطع الاستیک نسبت به محور ضعیف (محور y)

$\lambda$، $\lambda_{pf}$ و $\lambda_{pr}$ عبارتند از:

$\lambda = \frac{b}{2t_f}$

$\lambda_p = \lambda_{pf}$= حد لاغری برای بال فشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

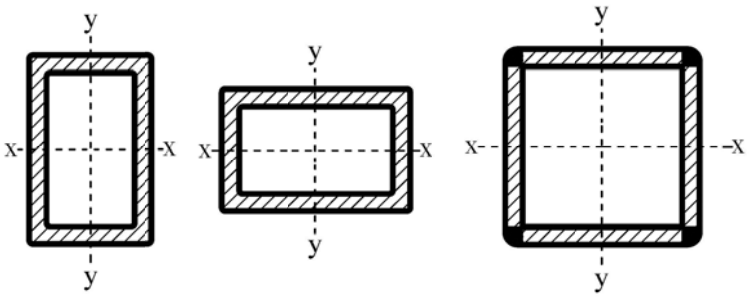
$\lambda_r = \lambda_{rf}$= حد لاغری برای بال غیرفشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

b= پهنای کلی بال برای مقاطع ناودانی و نصف پهنای کلی بال برای مقاطع I شکل

$t_f$= ضخامت بال

### ۱۰-۲-۵-۷ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع قوطی شکل حول محورهای قوی و ضعیف

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع قوطی شکل با بال‌ها و جان‌های فشرده یا غیرفشرده که تحت اثر خمش حول محورهای قوی یا ضعیف قرار دارند.




(بال‌ها فشرده یا غیرفشرده، جان‌ها فشرده یا غیرفشرده)

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم، کمانش موضعی بال و کمانش موضعی جان در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم

$$M_n = M_p = F_y Z \qquad (۴۳-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$Z$ = اساس مقطع پلاستیک نسبت به محور خمش

**ب)** کمانش موضعی بال

ب-۱) برای مقاطع با بال‌های فشرده لزومی به در نظر گرفتن کمانش موضعی بال نمی‌باشد.

ب-۲) برای مقاطع با بال‌های غیرفشرده:

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S)\left[۳/۵۷\frac{b}{t_f}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - ۴\right] \le M_p \qquad (۴۴-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$S$ = اساس مقطع الاستیک نسبت به محور خمش

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$E$ = مدول الاستیسیته فولاد

$b$ = پهنای بال طبق تعریف به کار رفته در بخش ۱۰-۲-۲

$t_f$ = ضخامت بال

**پ)** کمانش موضعی جان

پ-۱) برای مقاطع با جان‌های فشرده لزومی به در نظرگرفتن کمانش موضعی جان نمی‌باشد.

پ-۲) برای مقاطع با جان‌های غیرفشرده

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S)\left[۰/۳۰۵\frac{h}{t_w}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - ۰/۷۳۸\right] \le M_p \qquad (۴۵-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

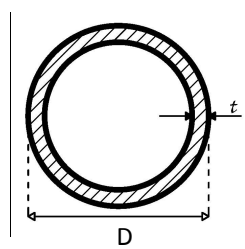
h = فاصله بین شروع گردی ریشهٔ جان به بال برای نیمرخ‌های نوردشده و فاصلهٔ آزاد بین دو بال برای مقاطع ساخته شده از ورق

$t_w$ = ضخامت جان

S = اساس مقطع الاستیک نسبت به محور خمش

### ۱۰-۲-۵-۸ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع لوله‌ای شکل

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای لوله‌ای شکل که در آنها $\frac{D}{t} \leq ۰/۳۱\frac{E}{F_y}$ می‌باشد. در صورتی‌که $\frac{D}{t} > ۰/۳۱\frac{E}{F_y}$ باشد، مقطع لاغر محسوب می‌شود و مطابق الزامات ۱۰-۲-۲ استفاده از این نوع مقاطع برای اعضای خمشی مجاز نمی‌باشد.




مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم و کمانش موضعی در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم

$$M_n = M_p = F_yZ \qquad (۱۰-۲-۵-۴۶)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

Z = اساس مقطع پلاستیک

**ب)** کمانش موضعی

ب-۱) در صورتی‌که مقطع فشرده باشد لزومی به در نظر گرفتن حالت حدی کمانش موضعی نمی‌باشد.

ب-۲) در صورتی‌که مقطع غیرفشرده باشد:

$$M_n = \left( \frac{۰/۰۲۱E}{\left(\frac{D}{t}\right)} + F_y \right) S \qquad (۴۷-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

D = قطر خارجی مقطع لوله‌ای شکل

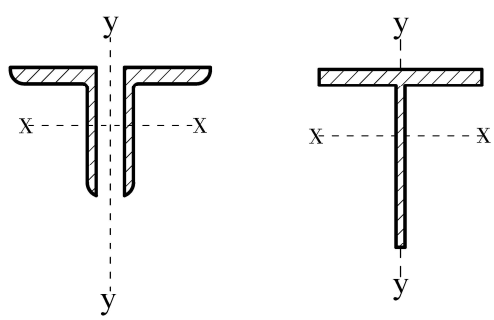
t = ضخامت جدار

S = اساس مقطع الاستیک

E = مدول الاستیسیته فولاد

**۱۰-۲-۵-۹ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع سپری و نبشی جفت با بارگذاری در صفحهٔ تقارن**

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع سپری و نبشی جفت که در صفحهٔ تقارن بارگذاری شده‌اند (خمش حول محور x). استفاده از این نوع مقاطع با اجزای لاغر مجاز نمی‌باشد.




(بال یا بال‌ها فشرده یا غیرفشرده، جان یا جان‌ها فشرده یا غیرفشرده)

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم، کمانش پیچشی– جانبی، کمانش موضعی بال و کمانش موضعی جان در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم

الف-۱) در صورتی‌که جان مقطع تحت کشش باشد. (بال تحت فشار باشد):

$$M_n = M_p = F_y Z_x \leq ۱/۶ M_y \qquad (۴۸-۵-۲-۱۰)$$

الف-۲) در صورتی‌که جان تحت فشار باشد. (بال تحت کشش باشد):

$$M_n = M_p = F_y Z_x \leq M_y \qquad (۴۹-۵-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$Z_x$ = اساس مقطع پلاستیک نسبت به محور x (محور خمش)

$M_y$ = لنگر تسلیم مقطع

**ب)** کمانش پیچشی- جانبی

$$M_n = M_{cr} = \frac{\pi\sqrt{EI_yGJ}}{L_b}\left(B + \sqrt{۱ + B^۲}\right) \qquad (۵۰-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$$B = \pm ۲/۳\left(\frac{d}{L_b}\right)\sqrt{\frac{I_y}{J}} \qquad (۵۱-۵-۲-۱۰)$$

در رابطهٔ فوق علامت مثبت برای حالتی است که بال یا بال‌ها تحت فشار و علامت منفی برای حالتی است که بال یا بال‌ها تحت کشش هستند.

$I_y$= ممان اینرسی حول محور تقارن y

J= ثابت پیچشی

$d$= ارتفاع کلی مقطع

$L_b$= فاصلهٔ مهارهای جانبی

**پ)** کمانش موضعی بال سپری‌ها

پ-۱) برای مقاطع با بال کششی و برای مقاطع با بال فشاری فشرده لزومی به در نظر گرفتن حالت حدی کمانش موضعی بال نمی‌باشد.

پ-۲) برای مقاطع با بال فشاری غیر فشرده:

$$M_n = M_p - (M_p - ۰/۷F_yS_x)\frac{\lambda-\lambda_{pf}}{\lambda_{rf}-\lambda_{pf}} \leq ۱/۶M_y \qquad (۵۲-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_y$= تنش تسلیم فولاد

$S_{xc}$= اساس مقطع الاستیک نسبت به بال فشاری

$M_y$= لنگر تسلیم مقطع

$M_p$= لنگر پلاستیک مقطع

$\lambda$ ، $\lambda_{pf}$ و $\lambda_{pr}$ عبارتند از:

$$\lambda=\frac{b_f}{۲t_f}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$= حد لاغری برای بال فشرده مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

$\lambda_{rf} = \lambda_r$= حد لاغری برای بال غیرفشرده - مطابق جداول ۱۰-۲-۲-۳ و ۱۰-۲-۲-۴

**ت)** کمانش موضعی جان سپری‌ها

حالت حدی کمانش موضعی جان سپری‌ها برای سپری‌هایی که بال آنها تحت کشش است، مورد استفاده قرار می‌گیرد و از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود:

$$M_n = F_{cr}S_x \qquad (۵۳-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$S_x$= اساس مقطع الاستیک نسبت به انتهای آزاد جان سپری

$F_{cr}$= تنش کمانشی جان مطابق روابط زیر:

- برای $\frac{d}{t_w} \leq ۰/۸۴ \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ :

$$F_{cr}=F_y \qquad (۵۴-۵-۲-۱۰)$$

- برای $۰/۸۴ \sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{d}{t_w} < ۱/۰۳ \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ :

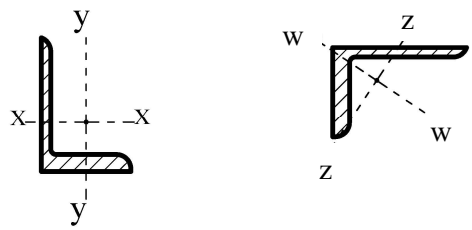
$$F_{cr}=[\ ۲/۵۵-۱/۸۴\frac{d}{t_w}\sqrt{\frac{F_y}{E}}\ ]\ F_y \qquad (۵۵-۵-۲-۱۰)$$

- برای $\frac{d}{t_w} > ۱/۰۳ \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ :

$$F_{cr} =\frac{۰/۶۹E}{\left(\frac{d}{t_w}\right)^۲} \qquad (۵۶-۵-۲-۱۰)$$

### ۱۰-۲-۵-۱۰ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نبشی تک

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نبشی تک که تحت اثر لنگر خمشی قرار دارد.




در نبشی‌های تک که در تمام طول خود به طور پیوسته در مقابل کمانش پیچشی- جانبی مهار شده باشند، طراحی بر اساس مشخصات هندسی محورهای (x,y) مجاز می‌باشد اما در نبشی‌هایی که در تمام طول خود فاقد مهار کافی در مقابل کمانش پیچشی- جانبی هستند باید بر اساس مشخصات هندسی محورهای اصلی نبشی (w,z) محاسبه و طراحی شوند.

مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم، کمانش پیچشی- جانبی و کمانش موضعی ساق نبشی در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم

$$M_n = ۱/۵M_y \qquad (۵۷-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$M_y$= لنگر تسلیم مقطع نسبت به محور خمش مساوی $SF_y$

S= اساس مقطع الاستیک نسبت به محور خمش

**ب)** کمانش پیچشی- جانبی

برای نبشی‌هایی که دارای مهار جانبی کافی در مقابل کمانش پیچشی-جانبی در تمام طول خود هستند، لزومی به در نظر گرفتن حالت حدی کمانش پیچشی- جانبی نمی‌باشد.

مقاومت خمشی اسمی نبشی‌های فاقد مهار جانبی کافی باید به شرح زیر تعیین شود.

ب-۱) برای حالتی که $M_e \leq M_y$ باشد:

$$M_n = (۰/۹۲ - \frac{۰/۱۷M_e}{M_y})\, M_e \qquad (۵۸-۵-۲-۱۰)$$

ب-۲) برای حالتی که $M_e > M_y$ باشد:

$$M_n = (۱/۹۲-۱/۱۷\sqrt{\frac{M_y}{M_e}})\, M_y \leq ۱/۵M_y \qquad (۵۹-۵-۲-۱۰)$$

در روابط فوق، $M_e$، لنگر خمشی کمانش الاستیک پیچشی-جانبی بوده و از روابط زیر تعیین می‌شود:

(۱) هرگاه خمش حول یکی از محورهای x و y بوده و نبشی با دو ساق مساوی و فاقد مهار جانبی کافی در مقابل کمانش پیچشی-جانبی در تمام طول خود باشد:

برای حالت فشار حداکثر در لبهٔ آزاد ساق نبشی (پنجه نبشی):

$$M_e = \frac{۰/۶۶Eb^۴tC_b}{L_b^۲}\left(\sqrt{۱ + ۰/۷۸\left(\frac{L_b t}{b^۲}\right)^۲} - ۱\right) \qquad (۶۰-۵-۲-۱۰)$$

برای حالت کشش حداکثر در لبهٔ آزاد ساق نبشی (پنجه نبشی):

$$M_e = \frac{۰/۶۶Eb^۴tC_b}{L_b^۲}\left(\sqrt{۱ + ۰/۷۸\left(\frac{L_b t}{b^۲}\right)^۲} + ۱\right) \qquad (۶۱-۵-۲-۱۰)$$

در این حالت $M_y$ باید به شرح زیر با ضریب $\beta$ کاهش داده شود.

$$\frac{L_b}{d} > \frac{۱/۶۴E}{F_y}\sqrt{(\frac{t}{b})^۲ - ۱/۴\frac{F_y}{E}} \quad \rightarrow \quad \beta = ۰/۸ \qquad (۶۲-۵-۲-۱۰)$$

$$\frac{L_b}{d} \leq \frac{۱/۶۴E}{F_y}\sqrt{(\frac{t}{b})^۲ - ۱/۴\frac{F_y}{E}} \quad \rightarrow \quad \beta = ۰/۱ \qquad (۶۳-۵-۲-۱۰)$$

(۲) هرگاه خمش حول یکی از محورهای x و y بوده و نبشی با دو ساق مساوی باشد و در محل لنگر حداکثر مقطع نبشی دارای مهار جانبی در مقابل کمانش پیچشی- جانبی باشد، $M_e$ باید ۱/۲۵ برابر $M_e$ محاسبه شده در حالت (۱) در نظر گرفته شود. در این حالت هیچ‌گونه ضریب کاهشی برای My در نظر گرفته نمی‌شود.

(۳) هرگاه خمش حول محور اصلی قوی بوده و نبشی با دو ساق مساوی باشد:

$$M_e = \frac{۰/۴۶Eb^۲t^۲C_b}{L_b} \qquad (۶۴-۵-۲-۱۰)$$

(۴) هرگاه خمش حول محور اصلی قوی بوده و نبشی با دو ساق نامساوی باشد:

$$M_e = \frac{۴/۹EI_zC_b}{L_b^۲}\left[\sqrt{\beta_w{}^۲ + ۰/۰۵۲\left[\frac{L_{bt}}{r_z}\right]^۲} + \beta_w\right] \qquad (۶۵-۵-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$C_b$= ضریب اصلاح کمانش پیچشی- جانبی مطابق رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۱ و مقدار حداکثر آن ۱/۵ است.

$L_b$= فاصله مهارهای جانبی

$I_z$= ممان اینرسی حول محور اصلی ضعیف

$r_z$= شعاع ژیراسیون حول محور اصلی ضعیف

t= ضخامت ساق نبشی

$\beta_w$= مشخصهٔ هندسی مقطع نبشی برای در نظر گرفتن اثرات ساق‌های نامساوی. برای حالتی‌که ساق کوتاه در فشار است $\beta_w$ مثبت و برای حالتی که ساق بلند در فشار است $\beta_w$ منفی می‌باشد.

$\beta_w$ از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود

$$\beta_w = \frac{1}{I_w} \int z(w^2 + z^2)\, dA - 2z_o \qquad (۶۶-۵-۲-۱۰)$$

$I_w$= ممان اینرسی حول محور اصلی قوی

$z_o$= فاصلهٔ عمودی مرکز برش نسبت به محور اصلی ضعیف

**پ)** کمانش موضعی ساق نبشی

حالت حدی کمانش موضعی ساق نبشی در حالتی کاربرد دارد که لبهٔ آزاد ساق نبشی (پنجهٔ نبشی) در فشار حداکثر باشد.

پ-۱) برای مقاطع فشرده لزومی به در نظر گرفتن حالت حدی کمانش موضعی ساق نمی‌باشد.

پ-۲) برای نبش‌هایی که ساق آنها غیرفشرده است $M_n$ از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود

$$M_n = F_y S_c \left(2/43 - 1/72 \left(\frac{b}{t}\right) \sqrt{\frac{F_y}{E}}\right) \qquad (۶۷-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

b= پهنای کلی ساق فشاری نبشی

t= ضخامت ساق فشاری نبشی

$F_y$= تنش تسلیم فولاد

E= مدول الاستیسیته فولاد

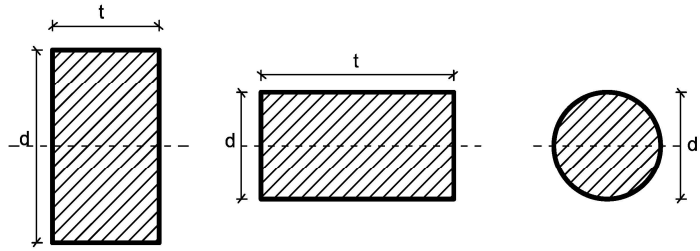
$S_c$= اساس مقطع الاستیک حول محور خمش نسبت به پنجهٔ تحت فشار نبشی می‌باشد و برای نبشی‌های دو ساق مساوی که تحت اثر خمش حول یکی از محورهای x و y قرار دارند و در تمام

طول خود فاقد مهار جانبی می‌باشند، $S_c$ برابر ۰/۸ اساس مقطع الاستیک نسبت به محور های x و y در نظر گرفته می‌شود.

### ۱۰-۲-۵-۱۱ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع توپر دایره‌ای و چهارگوش

الزامات این بند مربوط به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع توپر چهارگوش که تحت خمش حول یکی از محورهای اصلی قرار دارند و نیز اعضای با مقطع توپر دایره‌ای می‌باشد.

مقاومت خمشی اسمی،$M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حدی تسلیم و کمانش پیچشی- جانبی در نظر گرفته شود.




**الف)** تسلیم

برای مقاطع چهارگوش و خمش حول محور قوی و با شرایط $\frac{L_b\, d}{t^2} \leq \frac{0.08E}{F_y}$ و مقاطع چهارگوش و خمش حول محور ضعیف و نیز مقاطع توپر دایره‌ای، مقاومت خمشی اسمی، $M_n$، از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$M_n=M_p=F_yZ\leq 1/6M_y \qquad (۱۰-۲-۵-۶۸)$$

که در آن،

$M_P$ = لنگر پلاستیک مقطع

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$Z$ = اساس مقطع پلاستیک

$M_y$ = لنگر تسلیم مقطع

$L_b$ = فاصله مهارهای جانبی

d = بُعد عمود بر محور خمش در مقاطع چهارگوش

t = بُعد موازی با محور خمش در مقاطع چهارگوش

**ب)** کمانش پیچشی - جانبی

ب-۱) برای مقاطع توپر چهارگوش و خمش حول محور ضعیف، مقاطع توپر چهارگوش و خمش حول محور قوی و دارای شرایط $\frac{L_b d}{t^2} \leq \frac{0.08E}{F_y}$ و مقاطع توپر دایره‌ای لزومی به درنظر گرفتن حالت حدی کمانش پیچشی – جانبی نمی‌باشد.

ب-۲) برای مقاطع چهارگوش و خمش حول محور قوی و دارای شرایط $\frac{0.08E}{F_y} < \frac{L_b d}{t^2} \leq 1.9 \frac{E}{F_y}$

$$M_n = C_b[1.52 - 0.274(\frac{L_b d}{t^2})\frac{F_y}{E}] M_y \leq M_p \qquad (۶۹-۵-۲-۱۰)$$

ب-۳) برای مقاطع چهارگوش و خمش حول محور قوی و دارای شرایط $\frac{L_b d}{t^2} > 1.9 \frac{E}{F_y}$ :

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p \qquad (۷۰-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$$F_{cr} = \frac{1.9EC_b}{(\frac{L_b d}{t^2})} \qquad (۷۱-۵-۲-۱۰)$$

$S_x$ = اساس مقطع الاستیک حول محور خمشی

$M_y$ = لنگر تسلیم مقطع

$L_b$ = فاصله مهارهای جانبی

d = بُعد عمود بر محور خمش در مقاطع چهارگوش

t = بُعد موازی با محور خمش در مقاطع چهارگوش

$C_b$ = ضریب اصلاح کمانش پیچشی- جانبی مطابق رابطهٔ ۱۰-۲-۵-۱ که نباید از ۱/۵ بزرگتر درنظر گرفته شود.

### ۱۰-۲-۵-۱۲ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نامتقارن

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نامتقارن که تحت اثر خمش قرار دارد مقاومت خمشی اسمی،$M_n$، این نوع اعضا باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده براساس حالت‌های حدی تسلیم، کمانش پیچشی- جانبی و کمانش موضعی درنظر گرفته شود.

$$M_n = F_n S_{min} \qquad (۱۰-۲-۵-۷۲)$$

که در آن،

$S_{min}$ = کوچکترین اساس مقطع الاستیک نسبت به محور خمش

$F_n$ = تنش اسمی مقطع نامتقارن که به شرح زیر تعیین می‌شود.

**الف)** تسلیم

$$F_n = F_y \qquad (۱۰-۲-۵-۷۳)$$

**ب)** کمانش پیچشی- جانبی

$$F_n = F_{cr} \leq F_y \qquad (۱۰-۲-۵-۷۴)$$

که در آن:

$F_{cr}$ = تنش نظیر کمانش پیچشی- جانبی مقطع که از طریق تحلیل به دست می‌آید.

**تبصره:** برای اعضای با مقطع Z شکل، $F_{cr}$ نظیر کمانش پیچشی- جانبی را می‌توان معادل نصف $F_{cr}$ مقاطع ناودانی با مشخصات بال و جان مشابه در نظر گرفت

**پ)** کمانش موضعی

$$F_n = F_{cr} \leq F_y \qquad (۱۰-۲-۵-۷۵)$$

$F_{cr}$ = تنش نظیر کمانش موضعی مقطع که از طریق تحلیل به دست می‌آید.

### ۱۰-۲-۵-۱۳ تناسبات ابعادی مقطع اعضای خمشی

**الف)** اعضای با مقاطع دارای بال کششی سوراخ‌دار

این بند مربوط است به اعضای با مقاطع نوردشده و ساخته‌شده از ورق که مقطع آنها دارای سوراخ بوده و مقاومت خمشی اسمی آنها بر مبنای سطح مقطع کلی محاسبه شده است.

در این‌گونه اعضا در صورت وجود سوراخ در بال یا بال‌ها، در محاسبه مقاومت خمشی اسمی ($M_n$) در محدوده سوراخ باید محدودیت‌های گسیختگی بال کششی در نظر گرفته شود.

در صورت برقراری رابطهٔ زیر، هیچ گونه محدودیتی در محاسبهٔ مقاومت خمشی اسمی به‌خاطر وجود سوراخ در بال کششی در نظر گرفته نمی‌شود.

$$F_u A_{fn} \geq Y_t F_y A_{fg} \qquad (۱۰-۲-۵-۷۶)$$

که در آن:

$A_{fg}$ = سطح مقطع کلی بال کششی

$A_{fn}$ = سطح مقطع خالص بال کششی که بر اساس الزامات بخش (۱۰-۲-۳) محاسبه می‌شود.

$F_u$ = تنش کششی نهایی فولاد

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$Y_t$ = ضریب تاثیر سوراخ که برای شرایط $\frac{F_y}{F_u} \leq ۰/۸$ برابر یک و برای شرایط $\frac{F_y}{F_u} > ۰/۸$ برابر ۱/۱ است.

درصورت عدم برقراری رابطه ۱۰-۲-۵-۷۶، در محاسبه مقاومت خمشی اسمی در محدودهٔ سوراخ باید محدودیت زیر به‌خاطر گسیختگی بال کششی در نظر گرفته شود.

$$M_n \leq \frac{F_u A_{fn}}{A_{fg}} S_x \qquad (۱۰-۲-۵-۷۷)$$

که در آن:

$S_x$ = اساس مقطع الاستیک

**ب)** اعضای با مقطع I شکل

مقطع اعضای با مقطع I شکل که دارای یک محور تقارن هستند، باید محدودیت زیر را ارضاء نمایند.

$$۰/۱ < \frac{I_{yc}}{I_y} < ۰/۹ \qquad (۷۸-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

$I_y$ = ممان اینرسی مقطع کل حول محور y

$I_{yc}$ = ممان اینرسی بال فشاری حول محور y در حالت انحنای ساده و ممان اینرسی بال کوچکتر حول محور y درحالت انحنای مضاعف

در اعضای با مقطع I شکل با جان لاغر باید محدودیت‌های زیر نیز رعایت شوند.

برای $\frac{a}{h} \leq ۱/۵$:

$$(\frac{h}{t_w})_{max} = ۱۲ \sqrt{\frac{E}{F_y}} \qquad (۷۹-۵-۲-۱۰)$$

برای $\frac{a}{h} > ۱/۵$:

$$(\frac{h}{t_w})_{max} = ۰/۴ \frac{E}{F_y} \qquad (۸۰-۵-۲-۱۰)$$

که در آن:

a = فاصلهٔ آزاد بین سخت‌کننده‌های عرضی

h = فاصلهٔ بین شروع گردی ریشهٔ جان به بال برای نیمرخ‌های نوردشده و فاصلهٔ آزاد بین دو بال برای مقاطع ساخته‌شده از ورق

$t_w$ = ضخامت جان

E = مدول الاستیسیته فولاد

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

در اعضای بدون سخت‌کننده‌های عرضی نسبت $\frac{h}{t_w}$ نباید از ۲۶۰ تجاوز نماید. همچنین نسبت سطح مقطع جان به سطح مقطع بال فشاری نباید از ۱۰ تجاوز نماید.

**پ)** ملاحظات ورق‌های تقویتی در بال مقاطع اعضای خمشی

پ-۱) تقویت بال‌ها

بال مقاطع تیرهای نوردشده و تیرهای ساخته‌شده از ورق را می‌توان به کمک ورق‌های تقویتی بال، تقویت نمود. در مواردی‌که اتصال ورق تقویتی بال به بال مقاطع تیرها از نوع پیچشی باشد، در هر بال مجموع سطح مقطع‌های ورق‌های تقویتی نباید از ۷۰ درصد سطح مقطع کل بال (شامل ورق‌های تقویتی) تجاوز نماید.

پ-۲) اتصال بال به جان

پیچ‌های پر مقاومت و جوش‌های اتصال‌دهندهٔ بال به جان و ورق‌های تقویتی به بال باید برمبنای برش افقی ناشی از تغییرات لنگر خمشی تیر طراحی شوند. توزیع طولی پیچ‌ها و جوش‌های منقطع باید متناسب با شدت برش باشد، لیکن فاصلهٔ آنها نباید از حداقل مقادیر ۲۴t، ۳۰۰mm یا $۰/۷۵\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ تجاوز نماید (t ضخامت ورق جان یا بال، هرکدام که کوچکترند، می‌باشد).

این پیچ‌ها و جوش‌ها باید برای انتقال هر نیرویی که مستقیماً از طریق بال به جان منتقل می‌شود، طراحی گردند. مگر اینکه این نیرو به طریقی دیگر به جان انتقال یابد.

پ-۳) قطع ورق‌های تقویتی بال‌ها

ورق‌های تقویتی که در تمام طول دهانه ادامه ندارند، باید بعد از نقطهٔ قطع محاسباتی به طول مشخصی ادامه یافته و در این طول پیچ‌های پرمقاومت اصطکاکی یا جوش گوشه به بال متصل شوند. این طول، طول گیرایی نامیده می‌شود.

اتصال ورق در طول گیرایی باید برای انتقال برش افقی ناشی از مقاومت خمشی سهم ورق تقویتی از مقاومت خمشی تیر در نقطه قطع محاسباتی ورق (مساحت ورق تقویتی × تنش تسلیم فولاد) کافی باشد.

حداقل طول گیرایی (a) که از انتهای ورق اندازه‌گیری می‌شود، باید به شرح زیر در نظر گرفته شود.

(۱) برابر پهنای ورق تقویتی، درحالتی که جوش اتصال ورق تقویتی به تیر در طول a، پیوسته و بعد ساق آن حداقل سه چهارم ضخامت ورق تقویتی باشد و در دو لبهٔ کناری ورق تقویتی و در لبهٔ انتهای ورق اجرا شود.

(۲) یک و نیم برابر پهنای ورق تقویتی، در حالتی‌که بُعد جوش پیوسته به طول a در دو لبهٔ کناری ورق و در انتهای آن کمتر از سه چهارم ضخامت ورق تقویتی باشد.

(۳) دو برابر پهنای ورق تقویتی، در حالتی‌که جوش پیوسته به طول a فقط در دو لبهٔ کناری ورق وجود دارد و در لبهٔ انتهایی جوش اجرا نمی‌شود.

## ۱۰-۲-۶ الزامات طراحی اعضا برای برش

این بخش به الزامات طراحی اعضای با مقطع دارای تقارن یک محوره یا دو محوره تحت اثر برش در صفحهٔ جان، اعضای با مقطع نبشی تک، اعضای با مقطع توخالی نظیر مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل و اعضای با مقطع دارای تقارن یک محوره یا دو محوره تحت اثر برش در امتداد عمود بر محور ضعیف می‌پردازد.

مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۶-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۶-۲ مقاومت برشی اعضا بدون توجه به عمل میدان کششی
- ۱۰-۲-۶-۳ مقاومت برشی اعضا با توجه به عمل میدان کششی
- ۱۰-۲-۶-۴ مقاومت برشی اعضای با مقطع نبشی تک
- ۱۰-۲-۶-۵ مقاومت برشی اعضای با مقطع قوطی شکل
- ۱۰-۲-۶-۶ مقاومت برشی اعضای با مقطع لوله‌ای
- ۱۰-۲-۶-۷ مقاومت برشی اعضایی که تحت اثر برش در امتداد عمود بر محور ضعیف مقطع قرار دارند.
- ۱۰-۲-۶-۸ تیرها و شاه‌تیرهای دارای بازشو در جان مقطع

### ۱۰-۲-۶-۱ الزامات عمومی

مقاومت برشی طراحی مساوی $\phi_v V_n$ می‌باشد که در آن:

$\phi_v$ = ضریب کاهش مقاومت برشی می‌باشد و برای کلیهٔ الزامات این بخش برابر ۰/۹ بوده به جز در مورد بند ۱۰-۲-۶-۲-۱-الف که مقدار آن باید برابر یک در نظر گرفته شود.

$V_n$= مقاومت برشی اسمی اعضا می‌باشد که باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های تسلیم برشی و کمانش برشی مطابق الزامات بندهای ۱۰-۲-۶-۲ تا ۱۰-۲-۶-۷ در نظر گرفته شود.

در این بخش برای طراحی اعضا برای نیروی برشی دو روش ارائه گردیده است. در روش اول مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۶-۲ برای محاسبه مقاومت برشی اعضا از عمل میدان کششی استفاده

نمی‌شود. اما در روش دوم مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۶-۳ برای تعیین مقاومت برشی اعضا از عمل میدان کششی استفاده می‌شود.

### ۱۰-۲-۶-۲ مقاومت برشی اعضا بدون توجه به عمل میدان کششی

الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت برشی اسمی اعضای با مقطع نوردشده یا ساخته شده از ورق دارای تقارن یک محوره یا دو محوره که تحت اثر برش در صفحه جان قرار دارند. مقاومت برشی اسمی اعضای با مقطع ناودانی که تحت اثر برش در صفحهٔ جان قرار دارند نیز باید بر اساس الزامات این بند محاسبه شوند.

#### ۱۰-۲-۶-۲-۱ مقاومت برشی اسمی

مقاومت برشی اسمی($V_n$) اعضای با مقطع دارای جان سخت‌نشده (بدون سخت‌کننده) و سخت‌شده (با سخت‌کننده) بر اساس حالت‌های حدی تسلیم برشی و کمانش برشی از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$V_n = ۰/۶ F_y A_w C_v \qquad (۱-۶-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد جان

$A_w$ = مساحت جان مقطع که برابر است با حاصل‌ضرب عمق کلی مقطع (d) در ضخامت جان ($t_w$)

$C_v$ = ضریب برشی جان به شرح زیر:

**الف)** برای جان مقاطع I شکل نورد شده با $\frac{h}{t_w} \le ۲/۲۴ \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ :

$$C_v=۱ \quad و \quad \phi_v=۱ \qquad (۲-۶-۲-۱۰)$$

**ب)** برای جان سایر مقاطع به استثنای مقاطع لوله‌ای، ضریب برشی جان به شرح زیر است:

ب-۱) برای $\frac{h}{t_w} \le ۱/۱ \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}}$ :

$$C_v=۱ \qquad (۳-۶-۲-۱۰)$$

ب-۲) برای $۱/۱ \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}} < \frac{h}{t_w} \le ۱/۳۷ \sqrt{\frac{k_v E}{F_y}}$ :

$$C_v = \frac{۱/۱\sqrt{k_v E/F_y}}{h/t_w} \qquad (۴-۶-۲-۱۰)$$

ب-۳) برای $\frac{h}{t_w} > ۱/۳۷\sqrt{\frac{k_v E}{F_y}}$ :

$$C_v = \frac{۱/۵۱ k_v E}{(h/t_w)^۲ F_y} \qquad (۵-۶-۲-۱۰)$$

در روابط فوق $k_v$ ضریب کمانش برشی ورق جان بوده و به شرح زیر تعیین می‌شود.

۱. برای جان‌های سخت‌نشده (بدون سخت‌کنندهٔ عرضی) با $\frac{h}{t_w} < ۲۶۰$ ، $k_v=۵$ می‌باشد. به استثنای جان مقاطع سپری که برای آن $k_v=۱/۲$ است.

۲. برای جان‌های سخت‌شده (دارای سخت‌کنندهٔ عرضی):

$$\begin{cases} k_v = ۵ + \frac{۵}{(a/h)^۲} & \frac{a}{h} \le \left\{ ۳ \text{ و } \left[\frac{۲۶۰}{h/t_w}\right]^۲ \right\} \\ k_v = ۵ & \frac{a}{h} > \left\{ ۳ \text{یا } \left[\frac{۲۶۰}{h/t_w}\right]^۲ \right\} \end{cases}$$

در روابط فوق:

$t_w$ = ضخامت جان مقطع

a = فاصلهٔ آزاد بین سخت‌کننده‌های عرضی جان

h= برای تیرهای نوردشده مساوی فاصلهٔ آزاد بین دو بال منهای شعاع‌های گردی محل اتصال جان به بال

= برای مقاطع ساخته‌شده از ورق چنانچه اتصال جان به بال‌ها جوشی باشد مساوی فاصلهٔ آزاد بین دو بال

= برای مقاطع ساخته شده از ورق چنانچه اتصال جان به بال‌های پیچی باشد مساوی فاصله بین خطوط پیچ

= برای مقاطع سپری مساوی عمق کلی مقطع

**۱۰-۲-۶-۲-۲ سخت‌کننده‌های عرضی**

در مواردی‌که $h/t_w \le ۲/۴۶\sqrt{E/F_y}$ بوده و نیز در مواردی‌که مقاومت برشی مورد نیاز کوچکتر یا مساوی مقاومت برشی موجود ($V_n$) طبق بند ۱۰-۲-۶-۲-۱-ب به ازای $k_v=۵$ باشد، نیازی به تعبیهٔ سخت‌کننده‌های عرضی در جان مقاطع نمی‌باشد. در صورت عدم تحقق یکی از شرایط مذکور باید از سخت‌کننده‌های عرضی با رعایت محدودیت‌های زیر استفاده شود.

**الف)** ممان اینرسی ($I_{st}$) در قطعات سخت‌کننده جفت نسبت به محور مرکزی جان و ممان اینرسی ($I_{st}$) در قطعات سخت‌کننده تک نسبت به محل تماسی سخت‌کننده با ورق جان باید محدودیت زیر را تأمین نمایند.

$$I_{st} = bt_w^3 j \qquad (۱۰-۲-۶-۷)$$

که در آن:

$$j = \frac{2/5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} - 2 \geq 0/5 \qquad (۱۰-۲-۶-۸)$$

a، $t_w$ و h در بند ۱۰-۲-۶-۲-۱ تعریف شده‌اند.

b = کوچکترین مقدار a و h

**شکل ۱۰-۲-۶-۱ مقطع سخت‌کننده‌های عرضی**

**ب)** در صورتی‌که به عمل تماسی مستقیم بین قطعهٔ سخت‌کننده و بال تیر، برای انتقال بارهای متمرکز یا عکس‌العمل تکیه‌گاهی، نیاز نباشد، می‌توان سخت‌کنندهٔ عرضی را به بال کششی جوش نداده و یا حتی می‌توان قطعهٔ سخت‌کننده را نرسیده به بال کششی قطع کرد. در صورت عدم جوشکاری سخت‌کننده به بال کششی، جوش‌هایی که قطعه سخت‌کننده را به جان تیر متصل می‌کنند باید در فاصله‌ای نه کمتر از ۴ برابر و نه بیشتر از ۶ برابر ضخامت جان از بر جوش اتصال سخت‌کننده به جان و بال کششی ختم شوند.

**پ)** سخت‌کننده‌های عرضی باید به بال فشاری متصل گردند تا از بلندشدن بال در اثر پیچش جلوگیری به عمل آید.

**ت)** فاصلهٔ مرکز به مرکز پیچ‌هایی که سخت‌کننده‌ها را به جان تیر متصل می‌کنند، نباید از ۳۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید. چنانچه برای اتصال سخت‌کننده‌ها به جان تیر از جوش‌های گوشه منقطع

استفاده شود، نباید فاصله آزاد بین جوش‌های منقطع از ۱۶ برابر ضخامت جان یا ۲۵۰ میلی‌متر، هر کدام کوچکتر است، تجاوز نماید.

### ۱۰-۲-۶-۳ مقاومت برشی اعضا با توجه به عمل میدان کششی

در مواردی که قطعات سخت‌کننده عرضی مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۶-۲-۲ در جان تیر تعبیه شود، می‌توان برای تعیین مقاومت برشی اسمی اعضا از عمل میدان کششی استفاده نمود.

#### ۱۰-۲-۶-۳-۱ محدودیت‌های استفاده از عمل میدان کششی

به طور کلی استفاده از عمل میدان کششی برای حالت‌های زیر مجاز نمی‌باشد.

**الف)** در چشمه‌های دو انتهای تمامی اعضای دارای سخت‌کننده‌های عرضی

**ب)** در اعضایی که در آن $\frac{a}{h} > ۳$ یا $\frac{a}{h} > [۲۶۰/(h/t_w)]^۲$ می‌باشد

**پ)** در اعضایی که $[۲A_w/(A_{fc}/A_{ft})] > ۲/۵$ می‌باشد

**ت)** در اعضایی که $(h/b_{ft}) > ۶$ یا $(h/b_{fc}) > ۶$ می‌باشد

که در آن:

a، h و $t_w$ در بند ۱۰-۲-۶-۲-۱ تعریف شده‌اند.

$A_{fc}$ و $A_{ft}$ = به ترتیب سطح مقطع بال فشاری و کششی

$b_{fc}$ و $b_{ft}$ = به ترتیب پهنای بال فشاری و کششی

#### ۱۰-۲-۶-۳-۲ مقاومت برشی اسمی با توجه به عمل میدان کششی

در صورت مجاز بودن استفاده از عمل میدان کششی، مقاومت برشی اسمی ($V_n$) باید به شرح زیر بر اساس حالت حدی تسلیم میدان کششی در نظر گرفته شود.

**الف)** برای $h/t_w \le ۱/۱\sqrt{k_v E/F_y}$:

$$V_n = ۰/۶F_y A_w \qquad (۹-۶-۲-۱۰)$$

**ب)** برای $h/t_w > ۱/۱\sqrt{k_v E/F_y}$:

$$V_n = ۰/۶F_y A_w \left[C_v + \frac{۱-C_v}{۱/۱۵\sqrt{۱+(a/h)^۲}}\right] \qquad (۱۰-۶-۲-۱۰)$$

که در آن $A_w$،$F_y$،$E$،$C_v$،$k_v$،$t_w$،$h$ در بندهای قبلی تعریف شده‌اند.

**۱۰-۲-۶-۳-۳ سخت‌کننده‌های عرضی**

در صورت استفاده از عمل میدان کششی، سخت‌کننده‌های عرضی علاوه بر تأمین الزامات بند ۱۰-۲-۶-۲-۲ باید محدودیت زیر را نیز تأمین نمایند.

الف)

$$(b/t)_{st} \leq ۰/۵۶ \sqrt{\frac{E}{F_{yst}}} \qquad (۱۰-۲-۶-۱۱)$$

ب)

$$I_{st} \geq I_{st۱}+(I_{st۲}-I_{st۱}) \left[\frac{V_u-V_{c۱}}{V_{c۲}-V_{c۱}}\right] \qquad (۱۰-۲-۶-۱۲)$$

که در آن:

$(b/t)_{st}$ = نسبت پهنا به ضخامت سخت‌کننده

$F_{yst}$ = تنش تسلیم فولاد سخت‌کننده

$I_{st}$ = ممان اینرسی در قطعات سخت‌کننده جفت نسبت به محور مرکزی جان و ممان اینرسی در قطعات سخت‌کننده تک نسبت به محل تماس سخت‌کننده با ورق جان

$I_{st۱}$ = حداقل ممان اینرسی مورد نیاز بدون توجه به عمل میدان کششی مطابق رابطهٔ زیر:

$$I_{st۱}= bt_w^۳j \qquad (۱۰-۲-۶-۱۳)$$

که در آن، $b$،$t_w$ و$j$ در بند ۱۰-۲-۶-۲-۲ تعریف شده‌اند.

$I_{st۲}$ = حداقل ممان اینرسی مورد نیاز با توجه به عمل میدان کششی مطابق رابطهٔ زیر:

$$I_{st۲} = \frac{h^۴\rho_{st}^{۱/۳}}{۴۰} \left[\frac{F_{yw}}{E}\right]^{۱/۵} \qquad (۱۰-۲-۶-۱۴)$$

$h$ = مطابق تعاریف ارائه شده در بند ۱۰-۲-۶-۲-ب

$V_u$ = بزرگترین مقاومت برشی مورد نیاز در چشمه‌های مجاور

$V_{c۱}$ = کوچکترین مقاومت برشی موجود در چشمه‌های مجاور بدون توجه به عمل میدان کششی

$V_{c۲}$ = کوچکترین مقاومت برشی موجود در چشمه‌های مجاور با توجه به عمل میدان کششی

$\rho_{st}$ = بزرگترین مقدار $F_{yw}/F_{yst}$ و ۱

$F_{yw}$ = تنش تسلیم فولاد جان

### ۱۰-۲-۶-۴ مقاومت برشی اعضای با مقطع نبشی تک

مقاومت برشی اسمی ($V_n$) اعضای با مقطع نبشی تک باید از طریق رابطهٔ ۱۰-۲-۶-۱ و بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۶-۲-۱-ب با $A_w=bt$ تعیین شود که در آن:

b = پهنای ساق مقاوم در مقابل نیروی برشی

t = ضخامت ساق مقاوم در مقابل نیروی برشی

$h/t_w$ برابر $b/t$ و نیز $k_v$ برابر ۱/۲ می‌باشد.

### ۱۰-۲-۶-۵ مقاومت برشی اعضای با مقطع قوطی‌شکل

مقاومت برشی اسمی ($V_n$) اعضای با مقطع قوطی شکل باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۶-۲-۱ با $A_w=۲ht$ تعیین شود. که در آن:

t = ضخامت طراحی جان‌های مقطع قوطی‌شکل مساوی ۰/۹۳ برابر ضخامت اسمی جان‌ها برای مقاطع قوطی شکل با جوش قوس الکتریکی و مساوی ضخامت اسمی جان‌ها برای مقاطع قوطی شکل با جوش زیرپودری

h = مطابق تعریف ارائه شده در بند ۱۰-۲-۶-۲-ب. در صورت مشخص نبودن شعاع گردی در محل اتصال جان‌ها به بال‌ها برای محاسبه h می‌توان بعد بیرونی (کلی) منهای سه برابر ضخامت بال را در محاسبات منظور نمود.

و $t_w$ باید برابر t و نیز $k_v$ برابر ۵ در نظر گرفته شود.

### ۱۰-۲-۶-۶ مقاومت برشی اعضای با مقطع لوله‌ای

مقاومت برشی اسمی ($V_n$) اعضای با مقطع لوله‌ای بر اساس حالت‌های حدی تسلیم برشی و کمانش برشی از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$V_n=\frac{۱}{۲}F_{cr}A_g \qquad (۱۰-۲-۶-۱۵)$$

که در آن $F_{cr}$ بزرگترین مقدار به دست آمده از روابط زیر در نظر گرفته می‌شود؛ ولی در هر حال $F_{cr}$ نباید از ۰/۶ $F_y$ بزرگتر در نظر گرفته شود.

$$F_{cr}=\frac{۱/٦۰E}{\sqrt{\frac{L_v}{D}}\left(\frac{D}{t}\right)^{\frac{۵}{٤}}} \qquad (۱۶-۶-۲-۱۰)$$

و

$$F_{cr}=\frac{۰/۷۸E}{\left[\frac{D}{t}\right]^{\frac{۳}{۲}}} \qquad (۱۷-۶-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$A_g$ = سطح مقطع کلی مقطع

D = قطر خارجی مقطع

t = ضخامت طراحی مقطع لوله‌ای معادل ۰/۹۳ برابر ضخامت اسمی مقطع برای مقاطع ساخته شده با جوش قوس الکتریکی و معادل ضخامت اسمی مقطع برای مقاطع ساخته شده با جوش زیرپودری

$L_v$ = فاصلهٔ بین محل نیروی برشی حداکثر تا محل نیروی برشی صفر در طول عضو.

**تبصره:** روابط کمانشی ۱۰-۲-۶-۱۶ و ۱۰-۲-۶-۱۷ عموماً برای مقاطع با $\frac{D}{t}$ >۱۰۰ ، مقاطع ساخته شده از فولاد پرمقاومت و برای اعضای با دهانه‌های بزرگ کنترل‌کننده هستند. مقاومت برشی اعضای با مقطع لوله‌ای استاندارد معمولاً بر اساس حالت حدی تسلیم برشی تعیین می‌شود.

### ۱۰-۲-۶-۷ مقاومت برشی اعضایی که تحت اثر برش در امتداد عمود بر محور ضعیف مقطع قرار دارند.

در صورتی‌که این نوع اعضا تحت اثر پیچش قرار نداشته باشند، مقاومت برشی اسمی ($V_n$) هر یک از اجزای مقاومت‌کننده در برابر برش باید از طریق رابطهٔ ۱۰-۲-۶-۱ و بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۶-۲-۱-ب با $A_w=b_ft_f$ و $h/t_w=b/t_f$ و $k_v=$ ۱/۲ تعیین شود. که در آن:

$t_f$ = ضخامت جزء مقاوم در مقابل برش

$b_f$ = پهنای جزء مقاوم در مقابل برش

b = نصف پهنای کلی بال برای مقاطع I شکل و پهنای کلی بال برای مقاطع ناودانی شکل

### ۱۰-۲-۶-۸ تیرها و شاه‌تیرهای دارای بازشو در جان مقطع

تأثیر تمامی بازشوهای موجود در جان در تعیین مقاومت برشی اسمی اعضای با مقطع فولادی و اعضای با مقطع مختلط باید در نظر گرفته شود. در مواردی‌که مقاومت برشی مورد نیاز در محل بازشو از مقاومت برشی موجود بیشتر باشد، تأمین مقاومت برشی مورد نیاز از طریق تقویت کافی پیرامون بازشو مجاز است.

## ۱۰-۲-۷ الزامات طراحی اعضا برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی و ترکیب لنگر پیچشی با سایر نیروها

این بخش به الزامات طراحی اعضا تحت اثر همزمان نیروی محوری و لنگر خمشی حول یکی از محورها یا هر دو محور با یا بدون لنگر پیچشی و نیز اعضای تحت اثر پیچش خالص می‌پردازد.
مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۷-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۷-۲ اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن تحت اثر همزمان نیروی محوری و لنگر خمشی
- ۱۰-۲-۷-۳ اعضای با مقطع نامتقارن و سایر اعضا تحت اثر همزمان نیروی محوری و لنگر خمشی
- ۱۰-۲-۷-۴ اعضای تحت اثر لنگر پیچشی و ترکیب پیچش، خمش، برش و با یا بدون نیروی محوری
- ۱۰-۲-۷-۵ گسیختگی بال‌های دارای سوراخ تحت اثر همزمان نیروی محوری و لنگر خمشی

### ۱۰-۲-۷-۱ الزامات عمومی

طراحی این گونه اعضا بر اصولی استوار است که در بخش‌های قبلی این فصل ارائه شد. به عبارت دیگر، مباحث مطروحه در بخش‌های قبلی برای طراحی اعضا در برابر نیروی کششی، نیروی فشاری، لنگر خمشی و نیروی برشی و نیز الزامات تحلیل و طراحی برای تأمین پایداری و الزامات کمانش موضعی در طراحی این‌گونه اعضا مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

### ۱۰-۲-۷-۲ اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن تحت اثر همزمان نیروی محوری و لنگر خمشی

#### ۱۰-۲-۷-۲-۱ اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن تحت اثر همزمان لنگر خمشی و نیروی محوری فشاری

اثر توأم لنگر خمشی و نیروی محوری فشاری حول یک یا هر دو محور $x$ و $y$ در اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن با محدودیت $۰/۱ \leq (I_{yc}/I_y) \leq ۰/۹$ که در آن $I_y$ ممان اینرسی مقطع کل و $I_{yc}$ ممان اینرسی بال فشاری حول محور ضعیف $y$ می‌باشد، به شرح زیر تعیین می‌گردد:

**الف)** برای $\frac{P_u}{P_c} \geq$ ۰/۲ :

$$\frac{P_u}{P_c} + \frac{۸}{۹}\left(\frac{M_{ux}}{\mathrm{M_{cx}}} + \frac{M_{uy}}{\mathrm{M_{cy}}}\right) \leq ۱/۰ \qquad (۱-۷-۲-۱۰)$$

**ب)** برای $\frac{P_u}{P_c} <$ ۰/۲ :

$$\frac{P_u}{۲P_c} + \left(\frac{M_{ux}}{\mathrm{M_{cx}}} + \frac{M_{uy}}{\mathrm{M_{cy}}}\right) \leq ۱/۰ \qquad (۲-۷-۲-۱۰)$$

که در آن:

$P_u$ = مقاومت فشاری مورد نیاز

$\phi_c P_n = P_c$ = مقاومت فشاری طراحی

$\phi_c$ = ضریب کاهش مقاومت در فشار مساوی ۰/۹

$M_{ux}$ = مقاومت خمشی مورد نیاز نسبت به محور قوی x

$M_{uy}$ = مقاومت خمشی مورد نیاز نسبت به محور ضعیف y

$\phi_b M_{nx} = M_{cx}$ = مقاومت خمشی طراحی نسبت به محور قوی x

$\phi_b M_{ny} = M_{cy}$ = مقاومت خمشی طراحی نسبت به محور ضعیف y

$\phi_b$ = ضریب کاهش مقاومت برای خمش مساوی ۰/۹

### ۱۰-۲-۷-۲-۲ اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن تحت اثر همزمان لنگر خمشی و نیروی محوری کششی

اثر توأم لنگر خمشی و نیروی محوری کششی حول یک یا هر دو محور x و y در اعضای با مقطع دارای یک یا دو محور تقارن با محدودیت ۰/۹ $\geq (I_{yc}/I_y) \geq$ ۰/۱ که در آن $I_y$ ممان اینرسی مقطع کل و $I_{yc}$ ممان اینرسی بال فشاری حول محور ضعیف y می باشد، به شرح زیر تعیین می‌گردد.

**الف)** $\frac{P_u}{P_t} \geq$ ۰/۲ :

$$\frac{P_u}{P_t} + \frac{۸}{۹}\left(\frac{M_{ux}}{\mathrm{M_{cx}}} + \frac{M_{uy}}{\mathrm{M_{cy}}}\right) \leq ۱/۰ \qquad (۳-۷-۲-۱۰)$$

ب) $\frac{P_u}{P_t} < ۰/۲$ :

$$\frac{P_u}{۲P_t} + (\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}}) \leq ۱/۰ \qquad (۴-۷-۲-۱۰)$$

که در آن:

$P_u$ = مقاومت کششی مورد نیاز

$\phi_t P_n = P_t$ = مقاومت کششی طراحی

$\phi_t$ = ضریب کاهش مقاومت در کشش (مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۳)

$M_{ux}$ = مقاومت خمشی مورد نیاز نسبت به محور قوی x

$M_{uy}$ = مقاومت خمشی مورد نیاز نسبت به محور ضعیف y

$\phi_b M_{nx} = M_{cx}$ = مقاومت خمشی طراحی نسبت به محور قوی x

$M_{ny} \phi_b = M_{cy}$ = مقاومت خمشی طراحی نسبت به محور ضعیف y

$\phi_b$ = ضریب کاهش مقاومت برای خمش مساوی ۰/۹

**تبصره:** برای اعضای دارای دو محور تقارن تحت اثر همزمان لنگر خمشی و نیروی محوری کششی، ضریب اصلاح کمانش پیچشی - جانبی ($C_b$) در بخش ۱۰-۲-۵ می‌تواند با ضریب $\sqrt{۱ + \frac{P_u}{P_{ey}}}$ افزایش یابد که در آن $P_{ey}$ از رابطهٔ زیر تعیین می‌گردد.

$$P_{ey} = \frac{\pi^۲ E I_y}{L_b^۲} \qquad (۵-۷-۲-۱۰)$$

که در آن:

E = مدول الاستیسیته فولاد

$I_y$ = ممان اینرسی حول محور ضعیف y

$L_b$ = فاصلهٔ مهارهای جانبی در طول عضو

### ۱۰-۲-۷-۲-۳ اعضای با مقطع نوردشدهٔ فشرده دارای دو محور تقارن تحت اثر همزمان نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی حول یک محور

برای اعضای با مقطع نورد شده فشرده دارای دو محور تقارن با $(KL)_z \leq (KL)_y$ -که در آن $(KL)_y$ مساوی طول موثر برای کمانش حول محور ضعیف y و $(KL)_z$ مساوی طول موثر برای کمانش پیچشی است- تحت اثر همزمان نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی حول یک محور، به جای الزامات ارائه شده در بند ۱۰-۲-۷-۲-۱ می‌توان حالت‌های حدی کمانش در صفحهٔ خمش و کمانش خارج از صفحه (یا کمانش پیچشی- جانبی) را به شرح زیر به طور جداگانه مورد توجه قرار داد.

**الف)** برای حالات حدی کمانش در صفحهٔ خمش، از روابط ۱۰-۲-۷-۱ و ۱۰-۲-۷-۲ با فرض محاسبه $P_c$، $M_{ux}$ و $M_{cx}$ در صفحه خمش، تعیین می‌گردد.

**ب)** برای حالات حدی کمانش خارج از صفحه:

$$\frac{P_u}{P_{cy}}\left[۱/۵ - ۰/۵\frac{P_u}{P_{cy}}\right] + \left(\frac{M_{ux}}{C_b M_{cx}}\right)^۲ = ۱/۰ \qquad (۶-۷-۲-۱۰)$$

که در آن:

$P_{cy}$ = مقاومت فشاری طراحی نظیر کمانش خارج از صفحه

$C_b$ = ضریب اصلاح کمانش پیچشی- جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۵

$M_{cx}$ = مقاومت خمشی طراحی نظیر کمانش پیچشی- جانبی برای خمش حول محور قوی x مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۵ با فرض $C_b$ =۱

**تبصره ۱:** برای اعضای دارای لنگرهای دو محورهٔ قابل توجه ($M_{uy}/M_{cy} \geq ۰/۰۵$) باید الزامات بند ۱۰-۲-۷-۲-۱ مورد استفاده قرار گیرد.

**تبصره۲:** چنانچه نیروی محوری از نوع فشاری باشد، باید اثرات مرتبه دوم بر اساس الزامات بخش ۱۰-۲-۱ لحاظ گردد.

### ۱۰-۲-۷-۳اعضای با مقطع نامتقارن و سایر اعضا تحت اثر همزمان نیروی محوری و لنگر خمشی

الزامات این بند مربوط است به اثر توأم نیروی محوری و لنگر خمشی اعضایی که مشمول الزامات بند ۱۰-۲-۷-۲ نمی‌شوند. استفاده از الزامات این بند به جای الزامات بند ۱۰-۲-۷-۲ برای هر نوع مقطع مجاز است.

$$\left|\frac{f_{ua}}{F_{ca}}+\frac{f_{ubw}}{F_{cbw}}+\frac{f_{ubz}}{F_{cbz}}\right| \le ۱/۰ \qquad (۱۰-۲-۷-۷)$$

که در آن:

$f_{ua}$ = تنش محوری مورد نیاز

$F_{ca}$ = تنش محوری طراحی طبق الزامات بخش ۱۰-۲-۳ برای اعضای کششی و بخش ۱۰-۲-۴ برای اعضای فشاری

$f_{ubw}$، $f_{ubz}$ = تنش‌های خمشی مورد نیاز

$F_{cbw}$، $F_{cbz}$ = تنش‌های خمشی طراحی

w = زیرنویس مربوط به خمش حول محور اصلی قوی

z = زیرنویس مربوط به خمش حول محور اصلی ضعیف

### ۱۰-۲-۷-۴ اعضای تحت اثر لنگر پیچشی و ترکیب پیچش، خمش، برش با یا بدون نیروی محوری

#### ۱۰-۲-۷-۴-۱ مقاومت پیچشی مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل

مقاومت پیچشی طراحی اعضای با مقطع لوله‌ای و قوطی شکل مساوی $\phi_T T_n$ می‌باشد که در آن $\phi_T$ ضریب کاهش مقاومت برای پیچش برابر ۰/۹ و $T_n$ مقاومت پیچشی اسمی می‌باشد که بر اساس حالت‌های حدی تسلیم پیچشی و کمانش پیچشی با استفاده از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$T_n = F_{cr}C \qquad (۱۰-۲-۷-۸)$$

که در آن C ثابت پیچشی مقطع و $F_{cr}$ تنش کمانشی مقطع می‌باشند و به شرح زیر تعیین می‌شوند.

**الف)** مقاطع لوله‌ای

برای مقاطع لوله‌ای، $F_{cr}$ باید برابر بزرگترین مقدار محاسبه شده از روابط زیر تعیین شود. ولی در هر حال نباید از ۰/۶ $F_y$ بزرگتر در نظر گرفته شود.

$$F_{cr}=\frac{۱/۲۳E}{\sqrt{\frac{L}{D}}\left(\frac{D}{t}\right)^{\frac{۵}{۴}}} \qquad (۸-۷-۲-۱۰)$$

و

$$F_{cr}=\frac{۰/۶E}{\left(\frac{D}{t}\right)^{\frac{۳}{۲}}} \qquad (۹-۷-۲-۱۰)$$

C= ثابت پیچشی مقطع که برای مقاطع لوله‌ای به طور محافظه‌کارانه از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$C=\frac{\pi(D-t)^{۲}t}{۲} \qquad (۱۰-۷-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

L = طول عضو

D = قطر خارجی مقطع

t = ضخامت جدار لوله

**ب)** مقاطع قوطی شکل

برای مقاطع قوطی شکل، $F_{cr}$ بر حسب مورد از روابط زیر به دست می‌آید.

- برای $\frac{h}{t}\leq ۲/۴۵\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ :

$$F_{cr}=۰/۶\ F_y \qquad (۱۱-۷-۲-۱۰)$$

- برای $۲/۴۵\sqrt{\frac{E}{F_y}} < h/t \leq ۳/۰۷\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ :

$$F_{cr}=\frac{۰/۶F_y(۲/۴۵\sqrt{E/Fy})}{(\frac{h}{t})} \qquad (۱۲-۷-۲-۱۰)$$

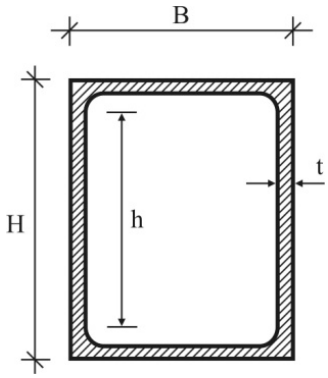
- برای $۳/۰۷\sqrt{\frac{E}{F_y}} < h/t \leq ۲۶۰$ :

$$F_{cr}=\frac{۰/۴۵۸\pi^{۲}E}{(\frac{h}{t})^{۲}} \qquad (۱۱-۷-۲-۱۰)$$

C= ثابت پیچشی مقطع که برای مقاطع قوطی شکل به طور محافظه‌کارانه از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$C=۲(B-t)(H-t)t - ۴/۵ (۴-\pi) t^{۴} \qquad (۱۲-۷-۲-۱۰)$$

پارامترهای به کار رفته در روابط فوق مطابق شکل زیر است.




H = ضلع بزرگ

**شکل ۱۰-۲-۷-۱ مقطع قوطی شکل**

**۱۰-۲-۷-۴-۲ مقاومت پیچشی سایر مقاطع**

مقاومت پیچشی طراحی اعضا مساوی $\phi_T T_n$ می‌باشد که در آن $\phi_T$ ضریب کاهش مقاومت برای پیچش برابر ۰/۹ و $T_n$ مقاومت پیچشی اسمی می‌باشد که باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم تحت اثر تنش قائم، تسلیم برشی تحت اثر تنش برشی و کمانش در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم تحت اثر تنش قائم:

$$T_n=F_y \qquad (۱۳-۷-۲-۱۰)$$

**ب)** تسلیم برشی تحت اثر تنش برشی:

$$T_n=۰/۶F_y \qquad (۱۴-۷-۲-۱۰)$$

**پ)** حالت حدی کمانش:

$$T_n=F_{cr} \qquad (۱۵-۷-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_{cr}$ = تنش کمانشی که از طریق تحلیل کمانشی تعیین می‌گردد.

**۱۰-۲-۷-۴-۳ اعضای تحت اثر ترکیب پیچش، خمش، برش و نیروی محوری با مقطع مستطیلی توخالی**

هرگاه مقاومت پیچشی مورد نیاز ($T_u$) کمتر یا مساوی ۲۰ درصد مقاومت پیچشی طراحی ($T_c=\phi_T T_n$) باشد، در این صورت پیچش در ترکیب با خمش، برش و نیروی محوری قابل صرفنظر بوده و اثر توأم خمش و نیروی محوری بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۷-۲ تعیین می‌گردد. اما چنانچه مقاومت پیچشی مورد نیاز ($T_u$) بیشتر از ۲۰ درصد مقاومت پیچشی طراحی ($T_c=\phi_T T_n$) باشد، در این صورت اثر توأم پیچش، خمش، برش و نیروی محوری از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$\left[\frac{M_u}{M_c}+\frac{P_u}{P_c}\right]+\left[\frac{V_u}{V_c}+\frac{T_u}{T_c}\right]^{۲} \leq ۱/۰ \qquad (۱۶-۷-۲-۱۰)$$

که در آن:

$P_u$ = مقاومت محوری مورد نیاز

$P_c$ = مقاومت محوری طراحی مساوی $\phi P_n$

$M_u$ = مقاومت خمشی مورد نیاز

$M_c$ = مقاومت خمشی طراحی مساوی $\phi_b M_n$

$V_u$ = مقاومت برشی مورد نیاز

$V_c$ = مقاومت برشی طراحی مساوی $\phi_v V_n$

$T_u$ = مقاومت پیچشی مورد نیاز

$T_c$ = مقاومت پیچشی طراحی مساوی $\phi_T T_n$

**۱۰-۲-۷-۵ گسیختگی بال‌های دارای سوراخ تحت اثر همزمان نیروی محوری و لنگر خمشی**

در محل سوراخ پیچ‌ها در بال‌های تحت اثر تنش کششی ناشی از اثر توأم نیروی محوری و لنگرخمشی حول محور قوی مقاومت گسیختگی کششی بال باید از طریق رابطهٔ زیر کنترل گردد.

$$\frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{P_u}{P_c} \leq ۱/۰ \qquad (۱۰-۲-۷-۱۷)$$

که در آن:

$P_u$ = مقاومت محوری مورد نیاز

$P_c = \phi_t P_n$ = مقاومت محوری طراحی بر اساس حالت حدی گسیختگی کششی سطح مقطع خالص

$M_{ux}$ = مقاومت خمشی مورد نیاز

$M_{cx} = \phi_b M_{nx}$ = مقاومت خمشی طراحی با رعایت الزامات بند ۱۰-۲-۵-۱۳-الف

$\phi_t$ = ضریب کاهش مقاومت برای گسیختگی کششی برابر ۰/۷۵

$\phi_b$ = ضریب کاهش مقاومت برای خمش مساوی ۰/۹

## ۱۰-۲-۸ الزامات طراحی اعضای با مقطع مختلط

این بخش به الزامات طراحی اعضای با مقطع مختلط متشکل از نیمرخ فولادی نوردشده یا ساخته شده از ورق، محیط یا محاط در بتن که به واسطهٔ چسبندگی کافی با یکدیگر به طور توأم عمل می‌کنند و نیز به الزامات طراحی تیرهای با دهانه‌های ساده و پیوسته با دال بتنی متکی بر آن به همراه برشگیر که با یا بدون استفاده از پایه‌های موقت اجرا می‌شوند، می‌پردازد.

مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۸-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۸-۲ اعضای محوری با مقطع مختلط
- ۱۰-۲-۸-۳ اعضای خمشی با مقطع مختلط
- ۱۰-۲-۸-۴ برش در مقاطع مختلط
- ۱۰-۲-۸-۵ ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی در اعضای با مقطع مختلط
- ۱۰-۲-۸-۶ انتقال بار در اعضای با مقطع مختلط محاط در بتن و پرشده با بتن
- ۱۰-۲-۸-۷ برشگیرها
- ۱۰-۲-۸-۸ حالت‌های خاص

### ۱۰-۲-۸-۱ الزامات عمومی

در تعیین آثار بار در اعضا و اتصالات سازه‌هایی که دارای اعضای با مقطع مختلط هستند، لازم است توجه کافی به مقطع موثر اعضا، در هر مرحله از افزایش بارگذاری مبذول گردد. الزامات مربوط به پوشش بتن روی آرماتور، وصلهٔ آرماتور، فواصل آرماتورها، خم آرماتورها و مقاومت برشی اجزای بتنی باید با توجه به الزامات مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه) تعیین گردد، مگر اینکه در این بخش الزامات خاصی برای آنها وضع شده باشد.

#### ۱۰-۲-۸-۱-۱ مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط

در این بخش مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط بر اساس یکی از روش‌های زیر تعیین می‌گردد.

- روش توزیع پلاستیک تنش
- روش سازگاری کرنش

**تبصره:** در تعیین مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط باید از مقاومت کششی بتن صرفنظر شود.

**الف) روش توزیع پلاستیک تنش**

در این روش مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط بر اساس مفروضات زیر محاسبه می‌شود.

۱. تنش در اجزای فولادی (هم در ناحیه فشاری و هم در ناحیه کششی) به تنش یکنواخت $F_y$ می‌رسد.

۲. تنش در ناحیه فشاری اجزای بتنی به تنش یکنواخت $0/85f_c$ می‌رسند.

**که در آن:**

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصه نمونهٔ استوانه‌ای بتن

$F_y$ = تنش تسلیم اجزای فولادی مقطع مختلط

**تبصره:** در تعیین مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط پرشده با بتن، به خاطر محصور بودن بتن در داخل مقطع فولادی، به جای تنش یکنواخت $0/85f_c$ در ناحیهٔ فشاری اجزای بتنی مقطع مختلط، می‌توان از تنش یکنواخت $f_c$ ۰/۹۵ استفاده نمود.

**ب) روش سازگاری کرنش**

در این روش مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط با این فرض صورت می‌گیرد که، تغییرات کرنش در مقطع مختلط به صورت خطی بوده به طوری که مقدار حداکثر کرنش در ناحیه فشاری اجزای بتنی برابر ۰/۰۰۳ باشد. روابط تنش–کرنش مصالح فولاد و بتن باید بر اساس نتایج آزمایش تعیین گردد یا باید برای تعیین آنها از نتایج منتشرشده برای مصالح مشابه در آئین‌نامه‌های معتبر استفاده شود.

روش سازگاری کرنش در تعیین مقاومت اسمی اعضای با مقطع نامنظم و نیز در حالت‌هایی که اجزای فولادی مقطع مختلط دارای رفتار الاستوپلاستیک نیستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱۰-۲-۸-۱-۲ محدودیت‌های مصالح در اعضای با مقطع مختلط**

بتن، میلگرد و مقاطع فولادی اعضای با مقطع مختلط باید دارای شرایط زیر باشند. مگر آنکه استفاده از مصالح با شرایط مغایر با شرایط زیر توسط آزمایش یا تحلیل توجیه شده باشد.

۱. مقاومت فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای بتن ($f_c$) برای بتن‌های با وزن مخصوص معمولی نباید از ۲۰MPa کمتر و از ۷۰MPa بیشتر و برای بتن‌های سبک نباید از ۲۰MPa کمتر و از ۴۰MPa بیشتر باشد. مصالح بتن پرمقاومت را می‌توان برای محاسبات مربوط به سختی اعضا مورد استفاده قرار داد، لیکن برای محاسبات مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط نمی‌توان به آن تکیه کرد، مگر این‌که نتایج آزمایش یا تحلیل استفاده از آن را توجیه نماید.

۲. تنش تسلیم میلگردها و مقاطع فولادی اعضای با مقطع مختلط نباید از ۵۰۰MPa تجاوز نماید.

**۱۰-۲-۸-۱-۳ طبقه‌بندی مقاطع مختلط پرشده با بتن از منظر کمانش موضعی**

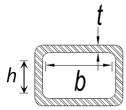
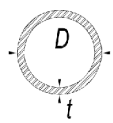
برای فشار محوری و خمش مقاطع مختلط پرشده با بتن به سه گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

- مقاطع فشرده
- مقاطع غیرفشرده
- مقاطع با اجزای لاغر

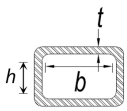
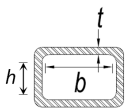
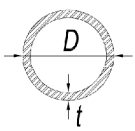
برای فشار محوری، مقاطع فشرده به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت اجزای تشکیل‌دهندهٔ مقطع فولادی از $\lambda_p$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۱ تجاوز ننماید. مقاطع غیرفشرده به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت یک یا چند جز از مقطع فولادی از $\lambda_p$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۱ تجاوز نموده ولی از $\lambda_r$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۱ کوچکتر باشد و مقاطع با اجزای لاغر به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت یکی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ مقاطع فولادی از $\lambda_r$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۱ بزرگتر باشد. مقدار حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برای فشار محوری در جدول ۱۰-۲-۸-۱ ارائه شده است.

برای خمش، مقاطع فشرده به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت اجزای تشکیل‌دهندهٔ مقطع فولادی از $\lambda_p$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۲ تجاوز ننماید. مقاطع غیرفشرده به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت یک یا چند جز از مقطع فولادی از $\lambda_p$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۲ تجاوز نموده و لی از $\lambda_r$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۲ کوچکتر باشد. مقاطع با اجزای لاغر به مقاطعی گفته می‌شوند که در آنها نسبت پهنا به ضخامت یکی از اجزای تشکیل‌دهنده مقطع فولادی از $\lambda_r$ مشخص شده در جدول ۱۰-۲-۸-۲ بزرگتر باشد. مقدار حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برای خمش در جدول ۱۰-۲-۸-۲ ارائه شده است.

**جدول ۱۰-۲-۸-۱ نسبت پهنا به ضخامت اجزای مقطع مختلط پر شده با بتن در اعضای تحت اثر فشار محوری**

| حالت | شرح اجزا | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت | | حداکثر نسبت مجاز | مقاطع فولادی نمونه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lambda_p$ (غیرفشرده/فشرده) | $\lambda_r$ (لاغر/غیرفشرده) | | |
| ۱ | بال‌ها و جان‌های مقاطع توخالی مستطیلی نورد شده و جعبه‌ای با ضخامت یکنواخت | b/t و h/t | $۲/۲۶\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $۳\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $۵\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ |  |
| ۲ | مقاطع تو خالی دایره‌ای شکل | D/t | $۰/۱۵\frac{E}{F_Y}$ | $۰/۱۹\frac{E}{F_Y}$ | $۰/۳۱\frac{E}{F_Y}$ |  |

**جدول ۱۰-۲-۸-۲ نسبت های پهنا به ضخامت اجزای مقطع مختلط پر شده با بتن در اعضای تحت اثر خمش**

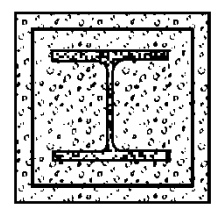
| حالت | شرح اجزا | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت | | حداکثر نسبت مجاز | مقاطع فولادی نمونه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lambda_p$ (غیرفشرده/فشرده) | $\lambda_r$ (لاغر/غیرفشرده) | | |
| ۱ | بال‌های مقاطع توخالی مستطیلی نورد شده و مقاطع جعبه‌ای با ضخامت یکنواخت | b/t | $۲/۲۶\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $۳\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $۵\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ |  |
| ۲ | جان‌های مقاطع تو خالی مستطیلی نوردشده و مقاطع جعبه‌ای با ضخامت یکنواخت | h/t | $۳\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $۵/۷\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ | $۵/۷\sqrt{\frac{E}{F_Y}}$ |  |
| ۳ | مقاطع توخالی دایره‌ای شکل | D/t | $۰/۰۹\frac{E}{F_Y}$ | $۰/۳۱\frac{E}{F_Y}$ | $۰/۳۱\frac{E}{F_Y}$ |  |

### ۱۰-۲-۸-۲ اعضای محوری با مقطع مختلط

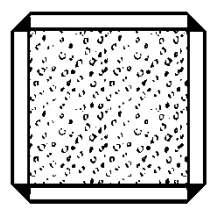
اعضای محوری با مقطع مختلط به دو گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

**الف)** اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن: اعضای محوری با مقطع مختلط می‌توانند از مقاطع فولادی نورد شده یا ساخته شده از ورق که در بتن سازه‌ای محاط بوده، تشکیل شوند (شکل ۱۰-۲-۸-۱-الف).

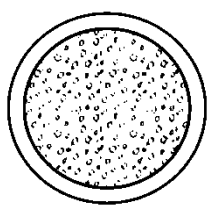
**ب)** اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن: اعضای محوری با مقطع مختلط می‌توانند از مقاطع توخالی مستطیلی شکل نوردشده یا ساخته‌شده از ورق با جوش پیوسته و مقاطع توخالی دایره‌ای شکل که با بتن سازه‌ای پرشده، تشکیل شوند (شکل ۱۰-۲-۸-۱- ب و پ).



**(الف) عضو محوری مختلط محاط در بتن**



**(ب) عضو محوری مختلط قوطی شکل پرشده با بتن**



**(پ) عضو محوری مختلط لوله پرشده با بتن**

**شکل ۱۰-۲-۸-۱ اعضای محوری با مقطع مختلط**

#### ۱۰-۲-۸-۲-۱ اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن

**الف) محدودیت‌ها**

اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن، باید محدودیت‌های زیر را برآورده نمایند.

۱. سطح مقطع هسته فولادی باید حداقل یک درصد مساحت کلی مقطع مختلط باشد.

۲. پوشش بتنی هسته فولادی باید به کمک میلگردهای طولی و تنگ‌های عرضی یا مارپیچ مسلح شده باشند. حداقل قطر تنگ‌های عرضی ۱۰ میلی‌متر می‌باشد. در هر حال، فاصلهٔ تنگ‌های عرضی در طول محوری نباید از نصف بُعد کوچکتر مقطع مختلط تجاوز نماید.

۳. نسبت آرماتورهای طولی ($\rho_{sr}$) باید حداقل ۰/۰۰۴ باشد.

$$\rho_{sr} = \frac{A_{sr}}{A_g} > ۰/۰۰۴ \qquad (۱-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$A_g$ = سطح مقطع کلی مقطع مختلط

$A_{sr}$ = مجموع سطح مقطع آرماتورهای طولی

**ب) مقاومت فشاری**

مقاومت فشاری طراحی اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن مساوی $\phi_c P_n$ می‌باشد که در آن $\phi_c$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۷۵ و $P_n$ مقاومت فشاری اسمی می‌باشد که باید بر اساس حالت حدی کمانش خمشی با توجه به لاغری ستون به شرح زیر تعیین شود.

۱. برای $\frac{P_{no}}{P_e} \leq ۲/۲۵$ :

$$P_n = P_{no}\,[\,۰/۶۵۸^{\frac{P_{no}}{P_e}}\,] \qquad (۲-۸-۲-۱۰)$$

۲. برای $\frac{P_{no}}{P_e} > ۲/۲۵$ :

$$P_n = ۰/۸۷۷\,P_e \qquad (۳-۸-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$$P_{no} = F_y A_s + F_{ysr} A_{sr} + ۰/۸۵\,F_c A_c \qquad (۴-۸-۲-۱۰)$$

$$P_e = \pi^۲ \frac{(EI)_{eff}}{(KL)^۲} \qquad (۵-۸-۲-۱۰)$$

$A_c$ = مساحت بتن

$A_s$ = سطح مقطع فولاد

$A_{sr}$ = مجموع سطح مقطع آرماتورهای طولی

$E_c$ = مدول الاستیسیته بتن. دراین مبحث $E_c$ را می‌توان از رابطهٔ [ $E_c = ۰/۰۴۳\ w_c^{۱/۵}\sqrt{f_c}$ ] محاسبه نمود که در آن $w_c$ جرم مخصوص بتن بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، $f_c$ مقاومت فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن بر حسب مگاپاسکال و $E_c$ برحسب مگاپاسکال می‌باشد.

$(EI)_{eff}$ = صلبیت موثر مقطع مختلط مطابق رابطهٔ زیر:

$$(EI)_{eff} = E_sI_s + ۰/۵\ E_s\ I_{sr} + C_۱E_cI_c \qquad (۶-۸-۲-۱۰)$$

که در آن $C_۱$ ضربی است که برای تعیین صلبیت موثر عضو فشاری با مقطع مختلط محاط در بتن از رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$C_۱ = ۰/۱ + ۲\left[\frac{A_s}{A_c+A_s}\right] \leq ۰/۳ \qquad (۷-۸-۲-۱۰)$$

$E_s$ = مدول الاستیسیته فولاد

$F_y$ = تنش تسلیم مقطع فولادی

$F_{ysr}$ = تنش تسلیم آرماتورهای طولی

$I_c$ = ممان اینرسی مقطع بتن نسبت به تار خنثای الاستیک مقطع مختلط

$I_s$ = ممان اینرسی مقطع فولادی نسبت به تار خنثای الاستیک مقطع مختلط

$I_{sr}$ = ممان اینرسی میلگردهای طولی نسبت به تار خنثای الاستیک مقطع مختلط

$K$ = ضریب طول موثر عضو محوری

$L$ = طول فاقد مهارجانبی عضو محوری

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن بر حسب مگاپاسکال

$w_c$ = جرم مخصوص بتن برحسب کیلوگرم بر متر مکعب با محدودیت:

$$۱۵۰۰\ \frac{kg}{m^۳} \leq w_c \leq ۲۵۰۰\ \frac{kg}{m^۳}$$

**پ) مقاومت کششی**

مقاومت کششی طراحی اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن مساوی $\phi_tP_n$ می‌باشد که در آن $\phi_t$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $P_n$ مقاومت کششی اسمی می‌باشد که باید بر اساس حالت حدی تسلیم از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$P_n = F_yA_s + F_{ysr}\ A_{sr} \qquad (۸-۸-۲-۱۰)$$

که در آن $A_s$، $A_{sr}$، $F_y$، $F_{ysr}$ مطابق تعاریف بند (ب) می‌باشند.

**ت) انتقال بار**

الزامات انتقال بار برای اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن باید با توجه به الزامات بند ۱۰-۲-۸-۶ تعیین گردد.

**ث) جزئیات‌بندی اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن**

۱. الزامات مربوط به پوشش بتن روی آرماتورها، وصلهٔ آرماتورها، فواصل آرماتورها و خم آرماتورها باید با توجه به الزامات مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان تعیین گردد.

۲. فاصله آزاد بین مقطع فولادی و آرماتورهای طولی باید از ۱/۵ برابر قطر آرماتور طولی و ۴۰ میلی‌متر بزرگتر باشد.

۳. به طور کلی در اینگونه اعضا نیازی به درنظرگرفتن کمانش موضعی نمی‌باشد، لیکن در صورتی‌که مقطع فولادی از دو یا تعداد بیشتری مقطع فولادی تشکیل شده باشد، مقاطع فولادی باید از طریق بست، که می‌تواند از تسمه، نبشی، ناودانی یا مقاطع مناسب دیگر انتخاب شود، به یکدیگر متصل شوند تا از کمانش هر یک از مقاطع به تنهایی در اثر بارهای وارد بر آنها قبل از سفت‌شدن بتن جلوگیری به عمل آید.

**۱۰-۲-۸-۲-۲ اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن**

**الف) محدودیت‌ها**

اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن باید محدودیت‌های زیر را برآورده نمایند.

۱. مساحت مقطع فولادی باید حداقل یک درصد مساحت کلی مقطع مختلط باشد.

۲. نسبت پهنا به ضخامت در اجزای مقطع فولادی باید مطابق با الزامات بند ۱۰-۲-۸-۱-۳ تعیین شود.

**ب) مقاومت فشاری**

مقاومت فشاری طراحی اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۸-۲-۱-ب و با اصلاحات زیر تعیین شود.

**۱.** برای مقاطع فشرده:

$$P_{no} = P_p \qquad (۱۰-۲-۸-۹)$$

که در آن:

$$P_p = F_y A_s + C_۲ (A_c + A_{sr}\frac{E_s}{E_c})\, f_c \qquad (۱۰-۸-۲-۱۰)$$

$C_۲$ = ۰/۸۵ برای مقاطع فولادی توخالی مستطیلی شکل

= ۰/۹۵ برای مقاطع فولادی توخالی دایره‌ای شکل

**۲.** برای مقاطع غیرفشرده:

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^۲} (\lambda - \lambda_p)^۲ \qquad (۱۱-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$P_p$ = مطابق رابطه ۱۰-۸-۲-۱۰

$$P_y = F_y A_s + ۰/۷ f_c [A_c + A_{sr}\frac{E_s}{E_c}] \qquad (۱۲-۸-۲-۱۰)$$

$\lambda$= نسبت پهنا به ضخامت اجزای مقطع فولادی

$\lambda_p$ = حد لاغری برای بال و جان فشرده مطابق جدول ۱۰-۸-۲-۱

$\lambda_r$ = حد لاغری برای بال و جان غیرفشرده مطابق جدول ۱۰-۸-۲-۱

**۳.** برای مقاطع فولادی با اجزای لاغر:

$$P_{no} = F_{cr} A_s + ۰/۷ f_c [A_c + A_{sr}\frac{E_s}{E_c}] \qquad (۱۳-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$$F_{cr} = \begin{cases} \dfrac{۹E_s}{\left(\frac{b}{t}\right)^۲} & \text{برای مقاطع توپر مستطیلی شکل} \\ \dfrac{۰/۷۲F_y}{\left[\left(\frac{D}{t}\right)\frac{F_y}{E_s}\right]^{۰/۲}} & \text{برای مقاطع توپر دایره ای شکل} \end{cases} \qquad (۱۴-۸-۲-۱۰)$$

$$(EI)_{eff} = E_s I_s + E_s I_{sr} + C_۲ E_c I_c \qquad (۱۵-۸-۲-۱۰)$$

$$C_۲ = ۰/۶ + ۲\left[\frac{A_s}{A_c + A_s}\right] \leq ۰/۹ \qquad (۱۶-۸-۲-۱۰)$$

**تبصره:** مقاومت فشاری تعیین‌شده از طریق این بند لزومی ندارد از مقاومت فشاری مقطع فولادی لخت (بدون درنظر گرفتن بتن) کوچکتر در نظر گرفته شود.

**پ)مقاومت کششی**

مقاومت کششی طراحی اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن مساوی $\phi_t P_n$ می‌باشد که در آن $\phi_t$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $P_n$ مقاومت کششی اسمی می‌باشد که باید بر اساس حالت حدی تسلیم از رابطه زیر تعیین شود.

$$P_n = A_s F_y + A_{sr} F_{ysr} \qquad (۱۰-۲-۸-۱۷)$$

که در آن: $A_s$ ، $A_{sr}$، $F_y$، $F_{ysr}$ مطابق تعاریف بند ۱۰-۲-۸-۲-۱-ب می‌باشند.

**ت) انتقال بار**

الزامات انتقال بار برای اعضای محوری با مقطع مختلط پرشده با بتن باید با توجه به الزامات بند ۱۰-۲-۸-۶ تعیین گردد.

### ۱۰-۲-۸-۳ اعضای خمشی با مقطع مختلط

اعضای خمشی با مقطع مختلط به سه گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

الف) اعضای خمشی با مقطع فولادی و دال بتنی متکی بر آن به همراه برشگیر

ب) اعضای خمشی با مقطع مختلط محاط در بتن

پ) اعضای خمشی با مقطع مختلط پرشده با بتن

**۱۰-۲-۸-۳-۱ عرض موثر و حداقل ضخامت دال بتنی**

عرض موثر دال بتنی که در هر طرف تیر با آن به صورت مختلط عمل می‌نماید، نباید از کوچکترین مقادیر زیر بزرگتر در نظر گرفته شود.

۱. یک هشتم دهانه تیر (مرکز تا مرکز تکیه‌گاه‌های تیر)

۲. نصف فاصلهٔ محور تیر تا محور تیر مجاور

۳. فاصله محور تیر تا لبهٔ دال

**تبصره:** حداقل ضخامت دال بتنی، ۸۰ میلی‌متر مقرر می‌گردد.

**۱۰-۲-۸-۳-۲ مقاومت در حین اجرا**

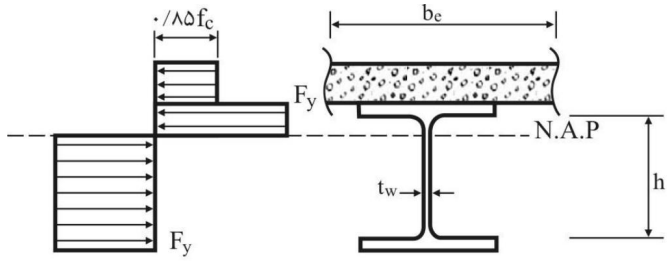
در صورتی‌که در اعضای خمشی با مقطع مختلط، در هنگام بتن‌ریزی دال بتنی از پایهٔ موقت در زیر تیر فولادی استفاده نشود، عضو فولادی تا قبل از رسیدن بتن به ۷۵ درصد مقاومت مشخصهٔ $f_c$، باید به تنهایی دارای مقاومت کافی برای تحمل وزن خود، وزن بتن تر و بارهای حین اجرا (نظیر بار ناشی از قالب‌بندی) باشد. مقاومت خمشی عضو فولادی تنها، باید طبق الزامات بخش ۱۰-۲-۵ تعیین گردد.

**۱۰-۲-۸-۳-۳ مقاومت خمشی مقاطع مختلط دارای برشگیر**

**الف) مقاومت خمشی مثبت**

مقاومت خمشی مثبت طراحی مساوی $\phi_b M_n$ می‌باشد که در آن $\phi_b$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $M_n$ مقاومت خمشی مثبت اسمی می‌باشد که باید بر اساس حالت حدی تسلیم به شرح زیر تعیین شود.

۱. در صورتی‌که $\frac{h}{t_w} \leq ۳/۷۶\sqrt{E/F_y}$ باشد، $M_n$ باید بر اساس توزیع پلاستیک تنش بر روی مقطع مختلط تعیین شود.




**شکل ۱۰-۲-۸-۲ توزیع پلاستیک تنش در مقطع مختلط**

۲. در صورتی‌که $\frac{h}{t_w} > ۳/۷۶\sqrt{E/F_y}$ باشد $M_n$ باید بر اساس روی هم گذاری تنش‌های الاستیک با فرض مقطع تبدیل‌یافته و با در نظر گرفتن اثر پایه‌های موقت برای حالت حدی تسلیم در تارهای انتهایی مقطع مختلط ($M_y$) تعیین گردد. به عبارت دیگر:

$$M_n = \min (M_{n۱} \text{ و } M_{n۲}) \qquad (۱۰-۲-۸-۱۸)$$

در روابط فوق:

$M_{n1}$ = لنگر خمشی نظیر تنش $F_y$ در دورترین تار فولادی مقطع تبدیل یافته

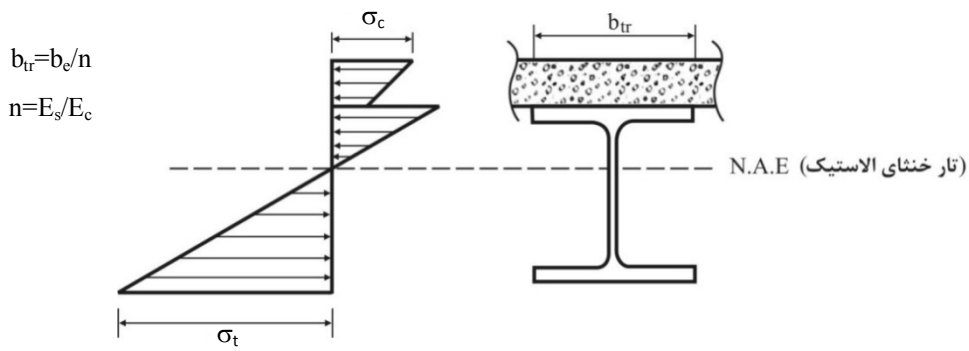
$M_{n2}$ = لنگر خمشی نظیر تنش $0/7f_c$ در دورترین تار دال بتنی در مقطع تبدیل یافته

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن

$t_w$ = ضخامت جان تیر فولادی

h= فاصله بین شروع گردی ریشهٔ جان به بال برای نیمرخ‌های نوردشده و فاصلهٔ آزاد بین دو بال برای مقاطع فولادی ساخته شده از ورق




**شکل ۱۰-۲-۸-۳ توزیع الاستیک تنش در مقطع مختلط تبدیل‌یافته**

**ب) مقاومت خمشی منفی**

مقاومت خمشی منفی طراحی مساوی $\phi_b M_n$ می‌باشد که در آن $\phi_b$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $M_n$ مقاومت خمشی منفی اسمی می‌باشد که باید بر اساس مقطع فولادی تنها مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۵ تعیین شود.

به عنوان روش جایگزین، مقاومت خمشی منفی اسمی را می‌توان بر اساس توزیع پلاستیک تنش بر روی مقطع مختلط با منظورکردن اثر آرماتورهای طولی تعیین نمود، مشروط بر اینکه:

۱. مقطع فولادی فشرده و دارای اتکای جانبی کافی مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۵ باشد.

۲. در ناحیهٔ لنگر منفی، دال بتنی به کمک برشگیرهای کافی به تیر فولادی وصل شده باشد.

۳. در محدودهٔ عرض موثر دال بتنی، آرماتورهای موازی با محور تیر به طور کامل الزامات مربوط به چسبندگی و طول مهاری را مطابق مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان برآورده نمایند.

**پ)مقاومت خمشی مقاطع مختلط به همراه ورق‌های فولادی شکل داده شده**

مقاومت خمشی طراحی مقاطع مختلط متشکل از دال بتنی بر روی ورق‌های فولادی شکل داده شده و متصل به مقطع فولادی مساوی $\phi_b M_n$ می‌باشد که در آن $\phi_b$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $M_n$ مقاومت خمشی اسمی می‌باشد که باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۸-۳-۳ و با رعایت الزامات زیر تعیین گردد.

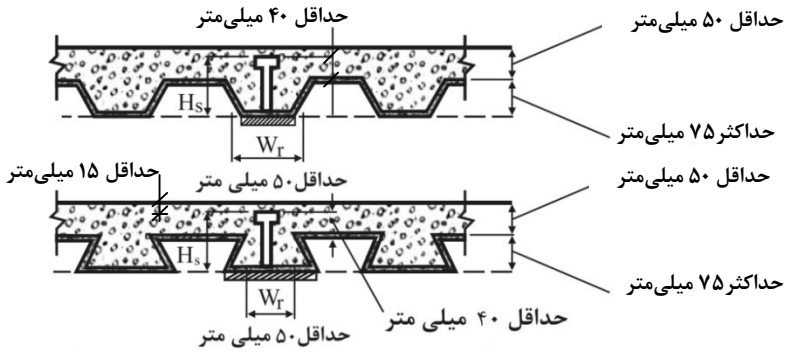
**پ-۱)** ملاحظات و محدودیت‌ها

۱. ارتفاع اسمی ورق‌های فولادی شکل داده شده ($h_r$) نباید از ۷۵ میلی‌متر بیشتر باشد. پهنای متوسط کنگره‌های پرشده با بتن نباید کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد، لیکن در محاسبات نباید بزرگتر از حداقل پهنای آزاد (خالص) در نزدیکی سطح فوقانی ورق فولادی شکل داده شده در نظر گرفته شود.

۲. دال بتنی باید به وسیله گل‌میخ‌های برشگیر با قطر حداکثر ۲۰ میلی‌متر به مقطع فولادی متصل شوند. گل‌میخ‌ها باید از طریق ورق فولادی شکل داده شده یا به طور مستقیم به مقطع فولادی جوش شوند. در هر حال گل‌میخ‌ها باید روی بال مقطع فولادی ذوب شوند. پس از نصب، ارتفاع گل‌میخ‌ها که از بالای ورق فولادی شکل داده شده اندازه‌گیری می‌شود، نباید از ۴۰ میلی‌متر کمتر باشد. پوشش بتن روی گل‌میخ‌ها نباید کمتر از ۱۵ میلی‌متر باشد.

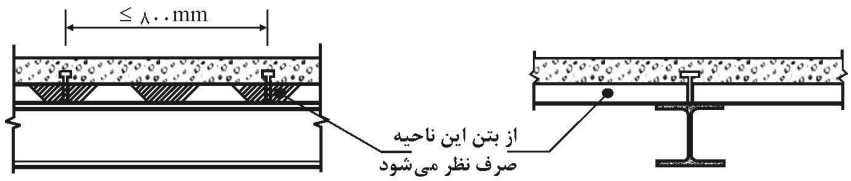
۳. ضخامت دال بتنی در قسمت فوقانی ورق فولادی شکل داده شده نباید کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد.

۴. ورق‌های فولادی شکل داده شده باید در فواصلی حداکثر ۴۵۰ میلی‌متر به مقطع فولادی و سایر اعضای تکیه‌گاهی مهار شوند. این مهارها می‌توانند گل‌میخ‌های برشگیر، ترکیبی از گل‌میخ‌ها و جوش‌های نقطه‌ای یا هر راهکار ارائه شده توسط مهندس طراح باشد.




**شکل ۱۰-۲-۸-۴ ملاحظات و محدودیت‌های ورق‌های فولادی شکل داده شده**

**پ-۲)** ورق‌های فولادی شکل داده شده که کنگره‌های آنها عمود بر محور تیر می‌باشد.
در تعیین مشخصات هندسی مقطع مختلط و نیز در محاسبهٔ $A_c$ باید از بتن موجود در زیر سطح فوقانی ورق فولادی شکل داده شده صرف نظر شود (شکل ۱۰-۲-۸-۵).

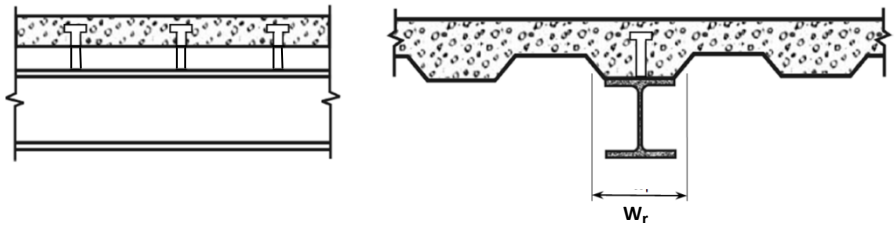



**شکل ۱۰-۲-۸-۵ ورق‌های فولادی شکل داده شده که کنگره‌های آن‌ها عمود بر محور تیر می‌باشد**

**پ-۳)** ورق‌های فولادی شکل داده شده که کنگره‌های آنها موازی با محور تیر می‌باشد
در تعیین مشخصات هندسی مقطع مختلط و نیز در محاسبه $A_c$ می‌توان از بتن موجود در زیر سطح فوقانی ورق فولادی شکل‌داده شده استفاده نمود. همچنین، ورق‌های فولادی شکل داده شده را می‌توان در روی تیر فولادی تکیه‌گاهی از هم جدا کرد تا در روی بال مقطع فولادی یک ماهیچهٔ بتنی تشکیل شود.

چنانچه ارتفاع اسمی ورق‌های فولادی شکل داده شده ($h_r$) ۴۰ میلی‌متر یا بزرگتر باشد، پهنای متوسط کنگره‌های پر شده با بتن در روی تیر تکیه‌گاهی نباید کمتر از ۵۰ میلی‌متر برای حالت یک

گل‌میخ در پهنا باشد. این پهنای حداقل برای هر گل‌میخ اضافی، به اندازه ۴ برابر قطر گل‌میخ باید افزایش یابد.




**شکل ۱۰-۲-۸-۶ ورق‌های فولادی شکل داده شده که کنگره‌های آنها موازی با محور تیر می‌باشد**

**ت) انتقال بار بین تیر فولادی و دال بتنی**

**ت-۱) نواحی لنگر خمشی مثبت**

۱. مقاومت برش افقی مورد نیاز

برای عملکرد مختلط کامل، برش افقی مورد نیاز باید به شرح زیر برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی خردشدگی بتن و تسلیم کششی مقطع فولادی در نظر گرفته شود.

- خردشدگی بتن

$$V_{hu} = ۰/۸۵\ f_c A_c \qquad (۱۰-۸-۲-۱۹)$$

- تسلیم کششی مقطع فولادی

$$V_{hu} = F_y A_s \qquad (۱۰-۸-۲-۲۰)$$

در روابط فوق:

$f_c$= مقاومت فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن

$A_c$= سطح مقطع دال بتنی در محدوده عرض موثر

$A_s$= مساحت مقطع فولادی

$F_y$= تنش تسلیم فولاد مقطع فولادی

۲. مقاومت برش افقی اسمی

مقاومت برش افقی اسمی اعضای با مقطع مختلط متکی بر دال بتنی و دارای برشگیر باید مطابق رابطهٔ زیر بر اساس مقاومت برشی برشگیرها تعیین گردد.

$$V_{hn} = \Sigma Q_n \qquad (۲۱-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$\Sigma Q_n$= مجموع مقاومت‌های برشی اسمی برشگیرها در حد فاصل نقاط لنگر خمشی مثبت حداکثر و لنگر صفر مطابق مقررات بند ۱۰-۲-۸-۷.

۳. تعداد، فاصله و مشخصات برشگیرها بایستی از طریق برقراری رابطهٔ زیر و بدون احتساب ضریب کاهش مقاومت تعیین گردد.

$$V_{hn} \geq V_{hu} \qquad (۲۲-۸-۲-۱۰)$$

**ت-۲) نواحی لنگر خمشی منفی**

۱. مقاومت برش افقی مورد نیاز

در تیرهای پیوسته که در آن میلگردهای طولی در نواحی لنگر خمشی منفی به صورت مختلط با مقطع فولادی عمل می‌نمایند، برای عملکرد مختلط کامل، مقاومت برش افقی مورد نیاز باید بر اساس حالت حدی تسلیم آرماتورهای طولی از رابطهٔ زیر تعیین گردد.

$$V_{hu} = F_{yr} A_{sr} \qquad (۲۳-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$A_{sr}$= سطح مقطع کل میلگردهای طولی واقع در عرض موثر در روی تکیه‌گاه داخلی

$F_{yr}$= تنش تسلیم آرماتورهای طولی

۲. مقاومت برش افقی اسمی

مقاومت برش افقی اسمی اعضای با مقطع مختلط متکی بر دال بتنی و دارای برشگیر در نواحی لنگر منفی باید مطابق رابطهٔ زیر بر اساس مقاومت برشی برشگیرها تعیین گردد.

$$V_{hn} = \Sigma Q_n \qquad (۲۴-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$\Sigma Q_n$= مجموع مقاومت‌های برشی اسمی برشگیر در حد فاصل نقاط لنگر خمشی منفی حداکثر و لنگر صفر مطابق مقررات بند ۱۰-۲-۸-۷

۳. تعداد، فاصله و مشخصات برشگیرها بایستی از طریق برقراری رابطهٔ زیر و بدون احتساب ضریب کاهش مقاومت تعیین گردد.

$$V_{hn} \geq V_{hu} \qquad (۲۵-۸-۲-۱۰)$$

**۱۰-۲-۸-۳-۴ مقاومت خمشی مقاطع مختلط محاط در بتن**

مقاومت خمشی مقاطع مختلط محاط در بتن مساوی $\phi_b M_n$ می‌باشد که در آن $\phi_b$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $M_n$ مقاومت خمشی اسمی می‌باشد که باید بر اساس یکی از روش‌های زیر تعیین شود.

۱. براساس رویهم گذاری تنش‌های الاستیک با فرض مقطع تبدیل یافته و با در نظر گرفتن اثر پایه‌های موقت برای حالت حدی تسلیم (اولین نقطهٔ تسلیم) در مقطع مختلط ($M_y$)

۲. بر اساس توزیع پلاستیک تنش بر روی مقطع فولادی تنها ($M_p$)

۳. در صورت تعبیه برشگیرهای کافی در اینگونه اعضا، مقاومت خمشی اسمی آنها می‌تواند بر اساس یکی از روش‌های توزیع پلاستیک تنش یا سازگاری کرنش‌ها بر روی مقطع مختلط تعیین گردد.

**۱۰-۲-۸-۳-۵ مقاومت خمشی مقاطع مختلط پر شده با بتن**

مقاومت خمشی طراحی مقاطع مختلط پرشده با بتن مساوی $\phi_b M_n$ می‌باشد که در آن $\phi_b$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $M_n$ مقاومت خمشی اسمی می‌باشد که باید با توجه به نوع مقطع فولادی به شرح زیر تعیین گردد.

**۱. مقاطع فشرده**

$$M_n = M_p \qquad (۲۵-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$M_p$= لنگر نظیر توزیع پلاستیک تنش بر روی مقطع مختلط،که لنگر پلاستیک مقطع مختلط نامیده می‌شود.

**۲. مقاطع غیرفشرده**

$$M_n = M_p - (M_p - M_y)\left[\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}\right] \qquad (۲۶-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$\lambda$ = نسبت پهنا به ضخامت اجزای مقطع فولادی

$\lambda_p$= حد لاغری برای بال و جان فشرده مطابق جدول ۱۰-۲-۸-۲

$\lambda_r$= حد لاغری برای بال و جان غیر فشرده مطابق جدول ۱۰-۲-۸-۲

$M_p$= لنگر پلاستیک مقطع مختلط

$M_y$= لنگر تسلیم مقطع مختلط که باید بر اساس توزیع الاستیک تنش بر روی مقطع مختلط و بر اساس حداکثر تنش فشاری در بتن برابر ۰/۷$f_c$ و حداکثر تنش در فولاد برابر $F_y$ محاسبه شود (هر کدام که زودتر اتفاق بیافتد، معیار محاسبه $M_y$ قرار می‌گیرد).

**۳. مقاطع با اجزای لاغر**

در اینگونه مقاطع $M_n$ باید بر اساس توزیع الاستیک تنش بر روی مقطع مختلط و بر اساس تنش فشاری در بتن برابر ۰/۷ $f_c$و حداکثر تنش در فولاد برابر $F_{cr}$ مطابق رابطهٔ ۱۰-۲-۸-۱۴ تعیین گردد.

### ۱۰-۲-۸-۴ برش در مقاطع مختلط

**الف) مقاطع مختلط محاط در بتن و پرشده با بتن**

مقاومت برشی طراحی مقاطع مختلط محاط در بتن و پرشده با بتن مساوی $\phi_v V_n$ می‌باشد که باید بر اساس یکی از روش‌های زیر تعیین شود.

۱. بر اساس مقاومت برشی طراحی مقطع فولادی تنها مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۶

۲. بر اساس مقاومت برشی طراحی بخش بتن مسلح (مقاومت برشی بتن بعلاوه مقاومت برشی خاموت‌های اصلی) مطابق الزامات مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان

۳. بر اساس مقاومت برشی اسمی مقطع فولادی مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۶ بعلاوه مقاومت برشی اسمی خاموت‌های عرضی مطابق الزامات مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان با ضریب کاهش مقاومت برابر $\phi_v$= ۰/۷۵ برای ترکیب مقاومت برشی اسمی مقطع فولادی و خاموت‌های عرضی.

**ب)مقاطع مختلط متکی بر دال بتنی و دارای برشگیر**

مقاومت برشی طراحی مقاطع مختلط متکی بر دال بتنی و دارای برشگیر باید بر اساس مقاومت برشی طراحی مقطع فولادی تنها مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۶ تعیین گردد.

### ۱۰-۲-۸-۵ ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی در اعضای با مقطع مختلط

اثر همزمان نیروهای محوری و لنگرهای خمشی در اعضای با مقطع مختلط باید با رعایت الزامات زیر در نظر گرفته شود.

(۱) اثر همزمان نیروهای محوری و لنگرهای خمشی در اعضای با مقطع مختلط باید با در نظر گرفتن الزامات تحلیل و طراحی برای تأمین پایداری مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۱ صورت گیرد.

(۲) مقاومت محوری طراحی و مقاومت خمشی طراحی اعضای با مقطع مختلط باید بر اساس الزامات بندهای ۱۰-۲-۸-۲ و ۱۰-۲-۸-۳ تعیین گردد.

(۳) اثر همزمان نیروی محوری و لنگرهای خمشی در اعضای با مقطع مختلط محاط در بتن و نیز اعضای با مقطع مختلط پرشده با بتن و دارای مقطع فولادی فشرده باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۷-۲ یا بر اساس یکی از روش‌های قید شده در بند ۱۰-۲-۸-۱-۱ در نظر گرفته شود.

(۴) اثر همزمان نیروی محوری و لنگرهای خمشی در اعضای با مقطع مختلط پر شده با بتن و دارای مقطع فولادی غیرفشرده یا لاغر باید بر اساس الزامات بند ۱۰-۲-۷-۲ در نظر گرفته شود.

### ۱۰-۲-۸-۶ انتقال بار در اعضای با مقطع مختلط محاط در بتن و پر شده با بتن

#### ۱۰-۲-۸-۶-۱ مقررات عمومی

هنگامی‌که مقاطع مختلط محاط در بتن و پرشده با بتن تحت اثر نیروی محوری قرار می‌گیرند، برش طولی ایجاد شده در مقطع مختلط و نیز مقاومت طراحی اعضا باید بر اساس الزامات بندهای ۱۰-۲-۸-۶-۲ و ۱۰-۲-۸-۶-۳ تعیین گردند.

**۱۰-۲-۸-۶-۲ برش طولی مورد نیاز در مقاطع مختلط محاط در بتن و پر شده با بتن**

برش طولی مورد نیاز ($V'_u$) در مقاطع مختلط محاط در بتن و پر شده با بتن به شرح زیر تعیین می‌گردد.

الف) هنگامی‌که نیروی خارجی مستقیماً به مقطع فولادی اعمال می‌شود، برش طولی مورد نیاز ($V'_u$) باید از رابطهٔ زیر تعیین گردد.

$$V'_u = P_u(۱-F_yA_s/P_{no}) \qquad (۲۷-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_y$= تنش تسلیم مصالح مقطع فولادی

$A_s$=مساحت مقطع فولادی

$P_u$= نیروی خارجی وارد بر مقطع مختلط

$P_{no}$= مقاومت محوری فشاری اسمی بدون در نظر گرفتن اثرات طول موثر. $P_{no}$ برای اعضای با مقطع مختلط محاط در بتن از رابطه ۱۰-۲-۸-۴ و برای اعضای با مقطع مختلط پر شده با بتن از رابطهٔ ۱۰-۲-۸-۹ تعیین می‌گردد.

ب) هنگامی‌که نیروی خارجی مستقیماً به بتن اعمال می‌شود برش طولی مورد نیاز ($V'_u$) باید از رابطهٔ زیر تعیین گردد.

$$V'_u = P_u(F_yA_s/P_{no}) \qquad (۲۸-۸-۲-۱۰)$$

که در آن $P_u$ ، $F_y$، $A_s$ و $P_{no}$ مطابق تعاریف بند الف می‌باشد.

پ) هنگامی‌که نیروی خارجی همزمان به مقطع فولادی و بتن اعمال می‌شود، برش طولی مورد نیاز ($V'_u$) باید از طریق برقراری تعادل نیروها در مقطع مختلط تعیین شود.

**۱۰-۲-۸-۶-۳ مقاومت طراحی در مقاطع مختلط محاط در بتن و پرشده با بتن**

**الف)** هنگامی‌که نیروی خارجی از طریق اتکای مستقیم به بتن مقطع مختلط محاط در بتن و پرشده با بتن اعمال می‌شود، مقاومت اتکایی طراحی مساوی $\phi_B R_n$ می‌باشد که در آن $\phi_B$ ضریب کاهش مقاومت اتکایی برابر ۰/۶۵ و $R_n$ مقاومت اتکایی اسمی می‌باشد که باید بر اساس حالت حدی خردشدگی بتن از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$R_n = ۱/۷f_cA_۱ \qquad (۲۹-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$f_c$= مقاومت فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن

$A_۱$= سطح بارگذاری شدهٔ بتن

**ب)** هنگامی‌که برش طولی مورد نیاز در مقاطع مختلط محاط در بتن و پرشده با بتن از طریق تعبیهٔ برشگیر تأمین می‌شود، مقاومت برش طولی طراحی ($R_c$) باید مطابق رابطهٔ زیر بر اساس مقاومت برشی برشگیرها تعیین گردد.

$$R_c = \Sigma Q_{cv} = \Sigma \phi Q_{nv} \qquad (۳۰-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$\Sigma \phi Q_{nv}$= مجموع مقاومت‌های برشی طراحی مطابق مقررات بند ۱۰-۲-۸-۷

**پ)** هنگامی‌که انتقال برش در اعضای با مقطع پرشده با بتن از طریق اندرکنش پیوستگی مستقیم به فولاد و بتن صورت می‌گیرد، مقاومت طراحی پیوستگی بین فولاد و بتن مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت پیوند برابر ۰/۴۵ و $R_n$ مقاومت پیوند اسمی می‌باشد که باید به شرح زیر تعیین شود.

- برای مقاطع فولادی مستطیلی توخالی پر شده با بتن:

$$R_n = B^۲C_{in}F_{in} \qquad (۳۱-۸-۲-۱۰)$$

- برای مقاطع فولادی لوله‌ای و پر شده با بتن:

$$R_n = ۰/۲۵\pi D^۲C_{in}F_{in} \qquad (۳۲-۸-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$C_{in}$ = ۲ اگر عضو با مقطع مختلط فقط از یک طرف به محل اثر بار منتهی شود (شرط انتهایی)

= ۴ اگر عضو با مقطع مختلط از دو طرف به محل اثر بار منتهی شود. (شرط میانی)

$F_{in}$= تنش اسمی پیوستگی و مساوی ۰/۴ MPa

B= پهنای کلی وجهی از مقطع فولادی مستطیلی که انتقال برش از طریق آن صورت می‌گیرد.

D= قطر خارجی مقطع فولادی لوله‌ای شکل

**۱۰-۲-۸-۶-۴ جزئیات‌بندی**

**الف)** اعضای با مقطع مختلط محاط در بتن

فاصلهٔ برشگیرهای تعبیه شده در بالا و پایین ناحیه انتقال برش طولی نباید از دو برابر کوچکترین بعد مقطع مختلط بیشتر باشد. همچنین فاصلهٔ برشگیرها در داخل و بیرون ناحیهٔ انتقال برش باید با رعایت الزامات بند ۱۰-۲-۸ صورت گیرد. برشگیرهای تعبیه شده جهت انتقال برش طولی باید حداقل در دو وجه مقطع فولادی و بصورت قرینه مورد استفاده قرار گیرد.

**ب)** اعضای با مقطع مختلط پر شده با بتن

در اعضای با مقطع مختلط پرشده با بتن، در صورت نیاز به تعبیه برشگیر در داخل مقاطع فولادی، فاصلهٔ برشگیرها در محدودهٔ طول انتقال برش طولی، برای مقاطع مستطیلی توخالی نباید از دو برابر کوچکترین بعد مقطع مستطیلی و برای مقاطع لوله‌ای شکل نباید از دو برابر قطر بیرونی لوله بیشتر اختیار شود. همچنین، فاصلهٔ برشگیرها در محدودهٔ طول انتقال برش طولی و نیز در خارج از محدوده طول انتقال برش طولی باید با رعایت الزامات بخش ۱۰-۲-۸ صورت گیرد.

### ۱۰-۲-۸-۷ برشگیرها

#### ۱۰-۲-۸-۷-۱ الزامات عمومی

برشگیرهای مورد نیاز در هریک از طرفین نقطهٔ لنگر حداکثر مثبت یا منفی را می‌توان بین آن نقطه و نقاط مجاوری که دارای لنگر صفر هستند، به‌طور یکنواخت توزیع کرد. لیکن مقدار برشگیر موجود بین هر بار متمرکز و نزدیکترین نقطهٔ دارای لنگر صفر، باید جهت حصول لنگر حداکثر مورد نیاز در نقطه اعمال بار کافی باشد.

قطر گل‌میخ نباید از ۲/۵ برابر ضخامت فلز پایه که به آن جوش می‌شود، تجاوز نماید، مگر اینکه گل‌میخ درست در امتداد جان مقطع فولادی قرار گرفته باشد.

بند ۱۰-۲-۸-۷-۲ به الزامات برشگیرهای اعضای خمشی با مقطع مختلط و بند ۱۰-۲-۸-۷-۳ به الزامات برشگیرهای سایر اعضای با مقطع مختلط می‌پردازد.

**۱۰-۲-۸-۷-۲ برشگیرهای تیرهای با مقطع مختلط**

برشگیرها باید یا از نوع گل‌میخ‌های کلاهک‌دار که طول آنها بعد از نصب، حداقل ۴ برابر قطرشان است یا از نوع ناودانی‌های گرم نوردشده باشند، برشگیرها باید در دال‌هایی مدفون شوند که سنگدانه‌های آنها برای بتن معمولی منطبق بر الزامات مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان باشند. استفاده از سایر اجزای فولادی به عنوان برشگیر تنها در صورتی مجاز است که مقاومت برشی اسمی آنها از طریق آزمایشگاه ذیصلاح تائید شده باشد.

**الف) مقاومت برشی اسمی برشگیرهای از نوع گل‌میخ**

مقاومت برشی اسمی برشگیرهای از نوع گل‌میخ که بر بال فوقانی تیر فولادی متصل شده و در داخل دال بتنی قرار می‌گیرند، باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$Q_n = ۰/۵ A_{sa} \sqrt{f_c E_c} \leq R_g R_p A_{sa} F_u \qquad (۱۰-۸-۲-۳۳)$$

که در آن:

$A_{sa}$= سطح مقطع گل‌میخ

$E_c$= مدول الاستیسیته بتن

$f_c$= مقاومت فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن

$F_u$= تنش کششی نهایی حداقل مصالح گل‌میخ

$R_p$ و $R_g$ = ضرایب اصلاحی طبق جدول ۱۰-۲-۸-۱

**جدول ۱۰-۲-۸-۱ مقادیر $R_g$ و $R_p$**

| حالت | | | $R_g$ | $R_p$ |
|---|---|---|---|---|
| ۱. مقاطع مختلط بدون استفاده از ورق‌های فولادی شکل‌داده‌شده | | | ۱ | ۰/۷۵ |
| ۲. مقاطع مختلط با استفاده از ورق‌های فولادی شکل‌داده‌شده | کنگره‌ها موازی با محور تیر فولادی | $w_r/h_r \geq ۱/۵$ | ۱ | ۰/۷۵ |
| | | $w_r/h_r < ۱/۵$ | ۰/۸۵ | ۰/۷۵ |
| | کنگره‌ها عمود بر محور تیرفولادی | تعداد گل‌میخ در یک کنگره در محل تقاطع با تیر مساوی ۱ | ۱ | ۰/۶ |
| | | تعداد گل‌میخ در یک کنگره در محل تقاطع با تیر مساوی۲ | ۰/۸۵ | ۰/۶ |
| | | تعداد گل‌میخ در یک کنگره در محل تقاطع با تیر مساوی یا بزرگر از ۳ | ۰/۷ | ۰/۶ |

**ب) مقاومت برشی اسمی برشگیرهای از نوع ناودانی**

مقاومت برشی اسمی برشگیرهای از نوع ناودانی که بر بال فوقانی تیر فولادی متصل شده و در داخل دال بتنی قرار می‌گیرند، باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$Q_n = ۰/۳(t_f + ۰/۵t_w)\, L_a\sqrt{f_c E_c} \qquad (۳۴-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

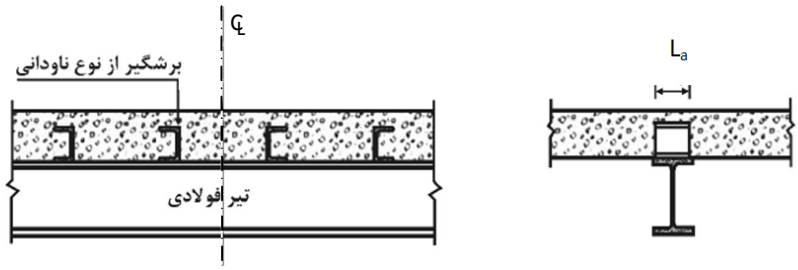
$t_f$= ضخامت متوسط بال ناودانی

$t_w$= ضخامت جان ناودانی

$L_a$= طول ناودانی

$f_c$= مقاومت فشاری مشخصهٔ نمونهٔ استوانه‌ای بتن

$E_c$ = مدول الاستیسیته بتن




**شکل ۱۰-۲-۸-۷ برشگیرهای از نوع ناودانی**

**پ) جزئیات‌بندی**

به استثنای برشگیرهای نصب شده در داخل کنگرهٔ ورق‌های فولادی شکل داده شده، برشگیرها باید حداقل ۲۵ میلی‌متر پوشش جانبی از بتن داشته باشند. حداقل فاصله گل‌میخ تا لبهٔ بتن در امتداد برش افقی برای بتن‌های با وزن مخصوص معمولی باید ۲۰ میلی‌متر و برای بتن‌های سبک ۲۵ میلی‌متر باشد.

حداقل فاصلهٔ مرکز تا مرکز بین برشگیرهای از نوع گل‌میخ مساوی ۶ برابر قطر آنها در امتداد محور طولی تیر و ۴ برابر قطر آن‌ها در امتداد عمود بر محور طولی تیر با مقطع مختلط می‌باشد، مگر در داخل کنگره‌های ورق‌های فولادی شکل داده شده که حداقل فاصلهٔ مرکز تا مرکز در هر امتداد را می‌توان ۴ برابر قطر گل‌میخ انتخاب کرد. حداکثر فاصلهٔ مرکز تا مرکز بین برشگیرها نباید از ۸ برابر ضخامت کل دال بتنی یا ۸۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

**۱۰-۲-۸-۷-۳ برشگیرها در ستون‌ها و تیرستون‌های با مقطع مختلط**

مشخصات برشگیرها در ستون‌های با مقطع مختلط باید با رعایت محدودیت‌های ذکرشده در جدول ۱۰-۲-۸-۲ در نظر گرفته شود.

**۱۰-۲-۸-۷-۴ مقاومت برشی طراحی گل‌میخ‌ها**

در مواردی‌که گسیختگی قالبی بتن در برش به عنوان یک حالت حدی محسوب نشود، مقاومت برشی طراحی گل‌میخ‌ها مساوی $\phi_v Q_{nv}$ می‌باشد که در آن $\phi_v$ ضریب کاهش مقاومت برشی گل‌میخ برابر ۰/۶۵ و $Q_{nv}$ مقاومت برشی اسمی گل‌میخ می‌باشد که باید از رابطهٔ زیر تعیین گردد.

$$Q_{nv}=F_u A_{sa} \qquad (۳۴-۸-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_u$ = تنش کششی نهایی حداقل مصالح گل‌میخ

$A_{sa}$ = سطح مقطع گل‌میخ

**جدول ۱۰-۲-۸-۲ حداقل نسبت ارتفاع گل‌میخ به قطر آن در ستون‌ها و تیرستون‌ها**

| نوع بار وارد بر گل میخ | بتن با وزن مخصوص معمولی | بتن سبک |
|---|---|---|
| برش | $h/d \geq ۵$ | $h/d \geq ۷$ |
| کشش | $h/d \geq ۸$ | $h/d \geq ۱۰$ |
| برش و کشش به طور همزمان | $h/d \geq ۸$ | کاربرد ندارد |
| $h$ = ارتفاع گل‌میخ<br>$d$ = قطر گل‌میخ | | |

**۱۰-۲-۸-۷-۵ مقاومت کششی طراحی گل‌میخ‌ها**

در مواردی‌که فاصله مرکز گل‌میخ تا لبهٔ آزاد بتن در امتداد عمود بر ارتفاع گل‌میخ بزرگتر از ۱/۵ برابر ارتفاع گل‌میخ و فاصلهٔ مرکز تا مرکز گل‌میخ‌ها بزرگتر یا مساوی ۳ برابر ارتفاع گل‌میخ باشد، مقاومت کششی طراحی گل‌میخ‌ها مساوی $\phi_t Q_{nt}$ می‌باشد که در آن $\phi_t$ ضریب کاهش مقاومت کششی گل‌میخ برابر ۰/۷۵ و $Q_{nt}$ مقاومت کششی اسمی گل‌میخ می‌باشد، که باید از رابطهٔ زیر تعیین گردد.

$$Q_{nt}=F_u A_{sa} \qquad (۳۵-۸-۲-۱۰)$$

که در آن، $F_u$ و $A_{sa}$ همان تعاریف بکار رفته در بند ۱۰-۲-۸-۷-۴ می‌باشند.

**تبصره:** در مواردی‌که فاصلهٔ مرکز گل‌میخ تا لبهٔ آزاد بتن در امتداد عمود بر ارتفاع گل‌میخ کوچکتر از ۱/۵ برابر ارتفاع گل‌میخ یا فاصلهٔ مرکز تا مرکز گل‌میخ‌ها کوچکتر از ۳ برابر ارتفاع گل‌میخ باشد، مقاومت کششی طراحی گل‌میخ‌ها باید براساس الزامات مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان تعیین گردد.

**۱۰-۲-۸-۷-۶ اثر همزمان برش و کشش در گل‌میخ‌ها**

در مواردی‌که گسیختگی قالبی بتن در برش به عنوان یک حالت حدی محسوب نشود و نیز فاصلهٔ مرکز گل‌میخ تا لبهٔ آزاد بتن در امتداد عمود بر ارتفاع گل‌میخ بزرگتر از ۱/۵ برابر ارتفاع گل‌میخ و فاصلهٔ مرکز تا مرکز گل‌میخ‌ها بزرگتر یا مساوی ۳ برابر ارتفاع گل‌میخ باشد، اثر توأم برش و کشش در گل‌میخ باید به شرح زیر در نظر گرفته شود:

$$\left[\frac{Q_{ut}}{\phi_t\, Q_{nt}}\right]^{\frac{5}{3}} + \left[\frac{Q_{uv}}{\phi_v\, Q_{nv}}\right]^{\frac{5}{3}} \leq ۱/۰ \qquad (۱۰-۲-۸-۳۵)$$

که در آن:

$Q_{ut}$ = مقاومت کششی مورد نیاز گل‌میخ

$\phi_t$ = ضریب کاهش مقاومت کششی گل‌میخ مساوی ۰/۷۵

$Q_{nt}$ = مقاومت کششی اسمی گل‌میخ

$Q_{uv}$ = مقاومت برشی مورد نیاز گل‌میخ

$\phi_v$ = ضریب کاهش مقاومت برشی گل‌میخ مساوی ۰/۶۵

$Q_{nv}$ = مقاومت برشی اسمی گل‌میخ

**۱۰-۲-۸-۷-۷ مقاومت برشی طراحی برشگیرهای از نوع ناودانی**

مقاومت برشی طراحی برشگیرهای از نوع ناودانی مساوی $\phi_v Q_n$ می‌باشد که در آن $\phi_v$ ضریب کاهش مقاومت برشی ناودانی برابر ۰/۷۵ و $Q_n$ مقاومت برشی اسمی برشگیرهای از نوع ناودانی می‌باشد که باید براساس رابطهٔ ۱۰-۲-۸-۳۴ تعیین گردد.

**۱۰-۲-۸-۷-۸ جزئیات‌بندی برشگیرها در اعضای با مقطع مختلط**

۱. برشگیرها باید حداقل ۲۵ میلی‌متر پوشش جانبی از بتن داشته باشند.

۲. حداقل فاصلهٔ مرکز تا مرکز گل‌میخ در هر امتداد ۴ برابر قطر گل‌میخ می‌باشد.

۳. حداکثر فاصلهٔ مرکز تا مرکز گل‌میخ‌ها ۳۰ برابر قطر گل‌میخ می‌باشد.

۴. حداکثر فاصلهٔ مرکز تا مرکز برشگیرهای از نوع ناودانی ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

### ۱۰-۲-۸-۸ حالت‌های خاص

هنگامی‌که عضو با مقطع مختلط منطبق بر مقررات بندهای ۱۰-۲-۸-۱ تا ۱۰-۲-۸-۷ نباشد، مقاومت برشگیرها و جزئیات اجرایی آنها، باید طبق یک برنامهٔ آزمایشی مناسب تعیین گردد.

## ۱۰-۲-۹ الزامات طراحی اتصالات

این بخش به الزامات طراحی اتصالات، شامل اجزای اتصال دهنده (ورق‌ها، قطعات تقویتی، ورق‌های سخت‌کننده در محل اتصالات اعضا به یکدیگر، نبشی‌ها و لچکی‌های اتصال) و وسایل اتصال (جوش، پیچ و قطعات دندانه‌شده) می‌پردازد.

مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۹-۱ الزامات عمومی
- ۱۰-۲-۹-۲ جوش‌ها
- ۱۰-۲-۹-۳ پیچ‌ها و قطعات دندانه‌شده
- ۱۰-۲-۹-۴ نواحی تأثیرپذیر اجزای اتصال‌دهنده و وسایل اتصال
- ۱۰-۲-۹-۵ ورق‌های پرکننده (لقمه‌ها)
- ۱۰-۲-۹-۶ وصله‌ها
- ۱۰-۲-۹-۷ مقاومت اتکایی سطوح متکی به هم
- ۱۰-۲-۹-۸ کف ستون‌ها و فشار مستقیم بر بتن و مصالح بنایی
- ۱۰-۲-۹-۹ میل مهارها و اقلام مدفون
- ۱۰-۲-۹-۱۰ الزامات ویژه بال‌ها و جان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز

### ۱۰-۲-۹-۱ الزامات عمومی

#### ۱۰-۲-۹-۱-۱ مبانی طراحی

مقاومت طراحی اتصالات، $\phi R_n$، باید بر اساس الزامات این بخش تعیین شود.

مقاومت مورد نیاز اتصالات، $R_u$، باید بر مبنای تحلیل سازه برای ترکیبات بارگذاری طراحی یا بر مبنای مقاومت مورد نیاز اجزای متصل شده در محل اتصال اعضا به یکدیگر، تعیین گردد.

**تبصره:** در اتصال اعضای با نیروی محوری باید سعی شود که محورهای مار بر مرکز ثقل اعضا در یک نقطه با همدیگر تلاقی کنند. در غیر اینصورت باید اثرات ناشی از برون‌محوری در تحلیل و طراحی لحاظ گردد.

**۱۰-۲-۹-۱-۲ اتصال ساده**

اتصال ساده تیرها، شاه‌تیرها و خرپاها به اتصالی گفته می‌شود که انعطاف‌پذیر (بدون قید دورانی) بوده و می‌توان آنها را فقط در برابر برش (عکس‌العمل تکیه‌گاه) و اثرات ناشی از آن طراحی نمود. اتصال‌های ساده باید شرایط آزادی دوران در انتهای اعضا را تأمین نمایند. برای تأمین این شرایط، برخی تغییر شکل‌های غیرالاستیک با رعایت محدودیت‌های مربوطه در اتصال مجاز می‌باشد.

**۱۰-۲-۹-۱-۳ اتصال خمشی(گیردار)**

انواع اتصالات خمشی (گیردار) عبارتند از:

**الف)** اتصال خمشی کاملاً گیردار. اتصال خمشی کاملاً گیردار به اتصالی گفته می‌شود که در آن چرخش نسبی بین اعضای متصل شده به یکدیگر ناچیز است. این نوع اتصالات به منظور حفظ زاویهٔ بین اعضای متصل شده به یکدیگر باید در حالت‌های حدی از مقاومت و سختی کافی برخوردار باشند.

**ب)** اتصال خمشی نیمه‌گیردار. اتصال خمشی نیمه‌گیردار به اتصالی گفته می‌شود که از طریق آن اگرچه لنگرها منتقل می‌شوند، لیکن چرخش نسبی بین اعضای متصل شده به یکدیگر ناچیز نبوده و غیر قابل صرفنظر می‌باشد. در هنگام استفاده از این نوع اتصال ویژگی‌های پاسخ نیرو-تغییرشکل بایستی در تحلیل سازه در نظر گرفته شود. ویژگی‌های پاسخ نیرو-تغییرشکل یک اتصال نیمه‌گیردار باید به شیوه تحلیلی یا بر اساس نتایج آزمایشگاهی معتبر تعیین گردد. اتصالات نیمه‌گیردار باید در حالت‌های حدی از مقاومت، سختی و ظرفیت تغییرشکل کافی برخوردار باشند.

**۱۰-۲-۹-۱-۴ اتصال ستون به کف‌ستون**

اتصال ستون به کف‌ستون متناسب با نوع اتصال (ساده یا خمشی) باید برای انتقال نیروهای موجود در پای ستون طراحی گردد. برای نیروی محوری فشاری، هنگامی‌که انقال نیروی فشار کف‌ستون‌ها از طریق فشار مستقیم تماسی انجام می‌شود، باید انتهای ستون گونیا شده و سطح تماس آنها برای انتقال نیروی فشاری صاف و آماده شده باشد. به علاوه باید اتصال کافی بین ستون و کف‌ستون موجود باشد تا قادر به انتقال نیروهای حین ساخت و یا هر نیروی احتمالی دیگر باشد.

**۱۰-۲-۹-۱-۵ وصله‌ها در مقاطع سنگین**

الزامات این بند به نیمرخ‌های حجیم و سنگین و نیمرخ‌های مرکبی که از ورق‌های ضخیم‌تر از ۴۰میلی‌متر ساخته می‌شوند، مربوط می‌شود.

در وصلهٔ این‌گونه اعضا چنانچه از جوش نفوذی لب به لب استفاده شود، باید برای جلوگیری از اثر انقباض ناشی از سردشدن و شکست ناشی از تردی در جوش و مصالح مجاور آن، احتیاط‌های لازم به عمل آید. استفاده از پیش‌گرمایش و پس‌گرمایش و یا استفاده از الکترودهای کم هیدروژن دراین خصوص الزامی است.

اگر جوش وصلهٔ این‌گونه اعضا نقش انتقال تنش‌های کششی ناشی از نیروی کششی یا لنگر خمشی را داشته باشد، لازم است محدودیت‌های مربوط به طاقت مصالح روی نمونه زخم‌دار با انجام آزمایش شارپی بررسی گردد.

در اینگونه مقاطع باید جزئیات سوراخ‌های دسترسی جوشکاری در محل اتصال طبق بند ۱۰-۲-۹-۱-۶، جوش مناسب طبق بند ۱۰-۲-۹-۲-، گرم‌کردن قبل از جوشکاری طبق بند ۱۰-۲-۹-۲-۸ و محدودیت‌های مربوط به برش با شعله و آماده‌کردن سطوح و نکات مربوط به بررسی جوش‌ها طبق الزامات فصل ۱۰-۴ رعایت شود. در اتصالات کششی مقاطع سنگین باید بعد از جوشکاری، تسمهٔ پشت بند جوش را (در صورت موجود بودن) از جای خود برداشت و جوش‌ها را با سنگ‌زدن صاف و یکنواخت کرد و در صورت لزوم از جوش پشت استفاده نمود.

برای وصلهٔ مقاطع سنگین ارجح است از جزئیاتی استفاده شود که انقباض جوش در آن بزرگ نباشد.

**۱۰-۲-۹-۱-۶ سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری و برش بال‌های تیر در محل اتصال**

کلیهٔ سوراخ‌هایی که به منظور دسترسی و تسهیل جوشکاری تعبیه می‌شود (مثل سوراخ دسترسی در جان به منظور جوش لب به لب بال)، برای قرار دادن مصالح جوش در موضع مورد نظر، باید دید کامل و فراخی کافی را داشته باشد. این سوراخ‌ها و نیز قسمت‌های برش دادهٔ بال در انتهای تیرها باید به صورتی کاملاً یکنواخت، با انحنای ملایم و بدون گوشه‌های تیز، تعبیه شود.

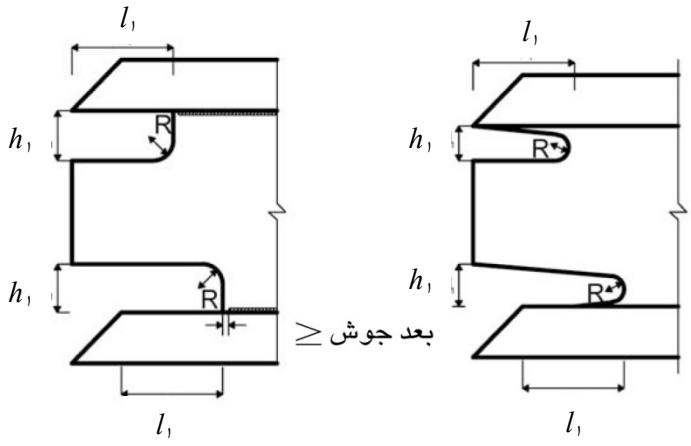
طول سوراخ‌های دسترسی ($l_1$) برای جوشکاری که از محل ریشهٔ جوش مربوطه اندازه‌گیری می‌شود، نباید کمتر از ۴۰ میلی‌متر و از ۱/۵ برابر ضخامت ورقی گردد که سوراخ دسترسی در آن ایجاد می‌شود. ارتفاع سوراخ دسترسی ($h_1$) نباید از ۲۰ میلی‌متر و از ضخامت ورقی که سوراخ

دسترسی در آن ایجاد می‌شود کوچکتر و از ۵۰ میلی‌متر بزرگتر در نظر گرفته شود. شعاع قوس‌های سوراخ دسترسی جوش نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر اختیار شود.

در مقاطع نوردشده و ساخته‌شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی پس از اتمام جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد، لبهٔ جان باید از سطح بال تا سطح تو رفتگی سوراخ دسترسی به صورت شیب‌دار، کاملاً یکنواخت و بدون گوشه‌های تیز باشد.

در مقاطع ساخته‌شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد، انتهای سوراخ دسترسی می‌تواند عمود بر بال باشد مشروط بر آنکه انتهای جوش به اندازهٔ بعد جوش از سوراخ دسترسی فاصله داشته باشد.

در نیمرخ‌های سنگین و مقاطع ساخته‌شده از ورق که از ورق‌هایی به ضخامت بیش از ۴۰ میلی‌متر ساخته می‌شوند، لبه‌های برش دادهٔ تیر یا سوراخ‌های دسترسی که توسط شعله بریده شده باشند را باید با سنگ زدن به صورت فلز صاف و براق درآورد. اگر قسمت‌های منحنی بریده شده در محل سوراخ دسترسی توسط عمل مته‌کردن یا برقوزدن صورت گرفته باشد، به سنگ‌زدن و صاف‌کردن احتیاجی ندارد.




**شکل ۱۰-۲-۹-۱**

**الف) مقاطع نوردشده و ساخته‌شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی پس از اتمام جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد.**

**ب) مقاطع ساخته‌شده از ورق که در آنها ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد.**

**۱۰-۲-۹-۱- ۷ آرایش جوش‌ها و پیچ‌ها در محل اتصال**

ترتیب قرارگیری جوش‌ها و پیچ‌ها در انتهای هر عضوی که نیروی محوری را انتقال می‌دهند باید طوری باشد که مرکز هندسی گروه وسایل اتصال و مرکز ثقل عضو در یک راستا قرار گیرد مگر حالتی‌که به برون‌محوری موجود در طرح و اثر آن در محاسبه توجه شده باشد. انطباق مذبور در اتصال‌های انتهایی نبشی‌های تک، نبشی‌های زوج و اجزای مشابه تحت بار استاتیکی ضرورتی ندارد.

**۱۰-۲-۹-۱-۸ ترکیب پیچ و جوش**

وقتی‌که پیچ‌های معمولی یا پیچ‌های پر مقاومت در حالت اتصال اتکایی (غیر اصطکاکی) بصورت مشترک با جوش استفاده شود، نباید فرض کرد که آنها در تحمل بار با جوش سهیم هستند. دراین صورت کل تنش در اتصال را باید جوش به تنهایی تحمل کند.

در صورت استفاده از ترکیب جوش و پیچ‌های پر مقاومت در اتصال اصطکاکی، می‌توان جوش و پیچ را در تحمل تنش‌ها سهیم فرض کرد مشروط بر اینکه در اتصال‌های برشی سوراخ پیچ‌ها از نوع استاندارد یا دارای شکاف‌های عمود بر جهت بار و جوش‌های گوشه تحت اثر بار طولی در نظر گرفته شده باشند. در چنین اتصال‌هایی، مقاومت موجود در پیچ‌ها را نباید بزرگتر از ۵۰ درصد مقاومت موجود پیچ‌ها در حالت اتکایی در نظر گرفت.

تقویت از طریق جوشکاری در خصوص ساختمان‌های موجودی که اتصالات آنها از نوع پیچی می‌باشد به شرطی مجاز است که پیچ‌های موجود از نوع اصطکاکی طراحی و اجرا شده باشند. در اینگونه موارد پیچ‌های موجود را می‌توان برای انتقال بارهای موجود فرض نموده و جوش باید تنش‌های اضافی را انتقال دهند.

**۱۰-۲-۹-۱-۹ ترکیب پیچ و پرچ**

ترکیب پیچ و پرچ در کارهای جدید و تعمیر ساختمان‌های موجود تنها به شرطی مجاز است که پیچ‌ها از نوع پر مقاومت بوده و به صورت اصطکاکی طراحی شده باشند.

**۱۰-۲-۹-۱-۱۰ محدودیت‌ها در اتصالات جوشی و پیچی**

برای اتصالات زیر باید از اتصال اصطکاکی با پیچ‌های پرمقاومت یا جوش استفاده شود.

(۱) وصلهٔ ستون‌ها در ساختمانهای چند طبقه با ارتفاع بیش از ۴۰ متر

(۲) اتصال کلیهٔ تیرها و شاه‌تیرها به ستون‌هایی که مهار آنها به ساختمانهای چند طبقه با ارتفاع بیش از ۴۰ متر وابسته است.

(۳) کلیهٔ سازه‌هایی که جراثقال‌هایی با ظرفیت بیش از ۵۰ کیلونیوتن را تحمل می‌کنند. وصلهٔ خرپاها یا تیرهای شیب‌دار سقف، اتصال خرپاها به ستون‌ها، وصلهٔ ستون‌ها، مهار ستون‌ها، مهارهای زانویی بین خرپا یا تیر سقف و ستون وتکیه‌گاه‌های جراثقال مشمول این امر می‌باشند.

(۴) در اتصالات اعضایی که تکیه‌گاه ماشین‌های متحرک یا سایر بارهای زنده‌ای هستند که باعث ایجاد ضربه یا بارهای رفت و برگشتی می‌شوند.

در کلیهٔ حالت‌های دیگر می‌توان از اتصال اتکایی با پیچ‌های پر مقاومت یا با پیچ‌های معمولی، اتصال اصطکاکی با پیچ پرمقاومت و یا اتصال جوشی استفاده کرد.

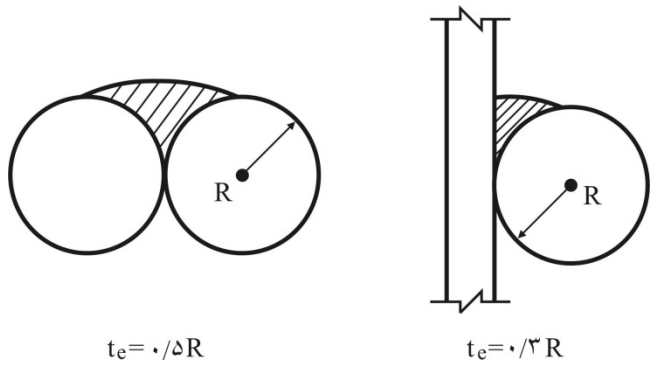
**تبصره:** برای ارتفاع ساختمان، می‌توان فاصله بین رقوم متوسط زمین مجاور ساختمان و روی بال بالاترین تیر در ساختمان را به حساب آورد.

### ۱۰-۲-۹-۲ جوش‌ها

#### ۱۰-۲-۹-۲-۱ جوش‌های شیاری

**الف) سطح مقطع موثر:** سطح مقطع موثر در جوش‌های شیاری عبارت است از: حاصل‌ضرب طول موثر در ضخامت موثر جوش. طول موثر جوش برابر با طول جوش‌شده و ضخامت موثر جوش شیاری با نفوذ کامل برابر با ضخامت قطعهٔ نازکتر در اتصال لب به لب و ضخامت قطعهٔ جوش شده در اتصال کنج و سپری در نظر گرفته می‌شود. ضخامت موثر در جوش شیاری با نفوذ نسبی برابر با عمق شیار جوش منهای ۳ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود. استفاده از جوش شیاری با نفوذ نسبی در وضعیتی که بارگذاری متناوب (اثر خستگی) وجود داشته باشد مجاز نیست.

ضخامت موثر جوش شیاری که بین دو لبهٔ گرد (مثل شیار بین دو میلگرد) و یا بین یک لبهٔ گرد و لبهٔ تخت (مثل میلگرد در مجاورت ورق) داده می‌شود، مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۲ می‌باشد.




**شکل ۱۰-۲-۹-۲ ضخامت موثر جوش‌های شیاری لب گرد**

**ب) محدودیت:** ضخامت موثر در جوش‌های شیاری با نفوذ نسبی نباید از مقادیر مندرج در جدول ۱۰-۲-۹-۱ کمتر شود. حداقل ضخامت موثر با توجه به ضخامت قطعه نازکتر تعیین می‌شود. ضخامت جوش نباید از ضخامت نازکترین قطعه متصل شونده تجاوز کند.

**جدول ۱۰-۲-۹-۱ حداقل ضخامت موثر جوش شیاری با نفوذ نسبی**

| ضخامت قطعه نازکتر | حداقل ضخامت موثر |
|---|---|
| تا ۶ میلی‌متر | ۳ میلی‌متر |
| بیش از ۶ تا ۱۲ میلی‌متر | ۵ میلی‌متر |
| بیش از ۱۲ تا ۲۰ میلی‌متر | ۶ میلی‌متر |
| بیش از ۲۰ تا ۴۰ میلی‌متر | ۸ میلی‌متر |
| بیش از ۴۰ تا ۶۰ میلی‌متر | ۱۰ میلی‌متر |
| بیش از ۶۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر | ۱۳ میلی‌متر |
| بیش از ۱۵۰ میلی‌متر | ۱۶ میلی‌متر |

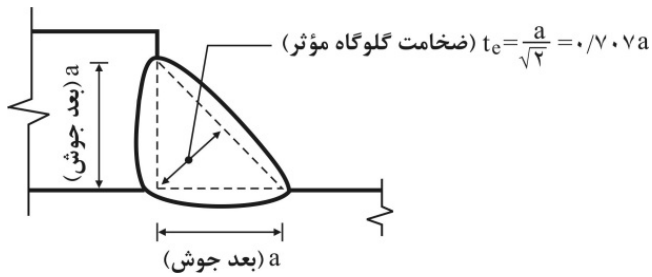
- *در صورتی‌که نتوان ضخامت‌های حداقل فوق را با یک عبور تعیین نمود باید از پیش گرمایش و یا فرآیندهای کم‌هیدروژن استفاده کرد.*
- *برای قطعات با ضخامت بزرگتر از ۴۰ میلی‌متر، پیش‌گرمایش و دستورالعمل جوشکاری باید با مطالعهٔ خاص مورد بررسی قرار گیرد.*

**۱۰-۲-۹-۲-۲ جوش‌های گوشه**

**الف) سطح مقطع موثر:** سطح مقطع موثر در جوش‌های گوشه برابر با حاصل‌ضرب طول موثر در ضخامت گلوگاه موثر در نظر گرفته می‌شود.

طول موثر جوش گوشه (به جز جوش‌هایی که در سوراخ و شکاف قرار می‌گیرد) برابر با طول کلی نوار جوش شامل قسمت‌های برگشت خورده می‌باشد.

بعد جوش گوشه (a) اندازه ساق مقطع جوش می‌باشد. طبق شکل ۱۰-۲-۹-۳ ضخامت گلوگاه موثر ($t_e$) در جوش گوشه برابر کوتاهترین فاصله بین ریشهٔ مقطع جوش تا سطح خارجی آن و به عبارت دیگر برابر ارتفاع وارد بر وتر مثلث مقطع جوش به حساب می‌آید.




**شکل ۱۰-۲-۹-۳ ضخامت گلوگاه موثر جوش‌های گوشه**

برای جوش‌های گوشه در سوراخ و شکاف، طول موثر برابر با طول محوری (میانتاری) که از مقطع گلوگاه جوش می‌گذرد، در نظر گرفته می‌شود.

**ب) محدودیت‌ها:**

۱- حداقل بُعد جوش‌های گوشه نباید از بُعد مورد نیاز برای انتقال بارهای محاسبه شده و اندازه‌های نشان داده شده در جدول ۱۰-۲-۹-۲ کوچکتر انتخاب شود. حداقل بُعد جوش تابع ضخامت قطعهٔ نازکتر می‌باشد و از طرفی نباید بُعد جوش از ضخامت نازکترین قطعهٔ متصل شونده تجاوز نماید.

۲- حداکثر بُعد جوش‌های گوشه در لبهٔ قطعات متصل شونده برای قطعات با ضخامت مساوی یا کمتر از ۶ میلی‌متر برابر ضخامت قطعه منهای ۲ میلی‌متر و برای قطعات با ضخامت بیش از ۶ میلی‌متر برابر ضخامت قطعه می‌باشد.

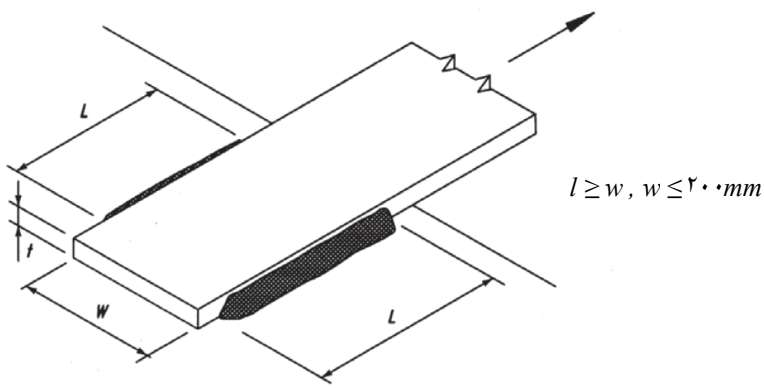
**جدول ۱۰-۲-۹-۲ حداقل بُعد جوش گوشه**

| ضخامت قطعه نازکتر | حداقل بُعد جوش گوشه (با یک بار عبور) |
|---|---|
| تا ۶ میلی‌متر | ۳ میلی‌متر |
| بیش از ۶ تا ۱۲میلی‌متر | ۵ میلی‌متر |
| بیش از ۱۲ تا ۲۰میلی‌متر | ۶ میلی‌متر |
| بیش از ۲۰ | ۸ میلی‌متر |

- در صورتی‌که نتوان ضخامت‌های حداقل فوق را با یکبار عبور تأمین نمود، باید از پیش گرمایش و یا فرآیندهای کم هیدروژن استفاده کرد.
- در سازهٔ تحت بار دینامیکی حداقل اندازه جوش ۵ میلی‌متر می‌باشد

۳- طول موثر جوش‌های گوشه‌ای که برای تحمل تنش‌ها محاسبه شده‌اند نباید از ۴ برابر بُعد جوش کمتر باشد. به عبارت دیگر، بُعد جوش نباید از $\frac{۱}{۴}$ طول آن تجاوز نماید.

۴- در اتصال‌های انتهای تسمه‌های کششی اگر از جوش گوشه فقط در لبه‌های طولی و موازی امتداد نیرو استفاده شود، طول جوش هر طرف نباید از فاصلهٔ عمودی بین آنها (تقریباً پهنای تسمه) کمتر باشد و این فاصله نباید از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز کند (شکل۱۰-۲-۹-۴). برای تأثیر طول جوش در سطح مقطع موثر اعضای کششی به جدول ۱۰-۲-۳-۱ مراجعه شود.




**شکل ۱۰-۲-۹-۴ جوش گوشه در انتهای تسمه‌های کششی**

۵- در اتصال انتهایی اعضای محوری، طول موثر جوشی که به صورت طولی بارگذاری شده است نباید از ۱۰۰ برابر بعد جوش (a) تجاوز نماید. در صورت نیاز به طول جوش بیش از ۱۰۰ برابر بعد ساق جوش، طول موثر جوش باید با ضریب (β) کاهش داده شود.

$$L_e=\beta L$$

$$\beta=۱/۲ - ۰/۰۰۲ (L/a) \leq ۱/۰ \qquad (۱-۹-۲-۱۰)$$

که در آن:

$L_e$= طول موثر جوش

L= طول واقعی جوشی که از قسمت انتهایی جوش به صورت طولی بارگذاری شده است.

a= بُعد ساق جوش

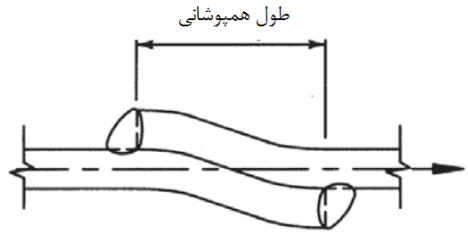
β= ضریب کاهش طول واقعی (اسمی) جوش

برای$L/a$ بزرگتر از ۳۰۰ طول موثر جوش باید برابر ۱۸۰a در نظر گرفته شود.

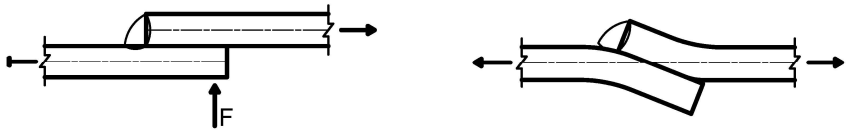
۶- جوش‌های گوشه منقطع برای انتقال تنش‌های محاسبه شده هنگامی مجاز است که نیروی منتقله از مقاومتی که با جوش پیوسته (سرتاسری) و با حداقل بعد جوش تأمین می‌شود، کمتر باشد. استفاده از این نوع جوش در اتصال جان و بال تیر ورق‌ها، اتصال ورق‌های تقویتی بال، اتصال قطعات سخت‌کننده به جان تیر ورق و برای اتصال اجزای اعضای ساخته‌شده از ورق مجاز می‌باشد. طول موثر قطعات جوش منقطع نباید از ۴ برابر بُعد جوش و از ۴۰ میلی‌متر کمتر باشد. فاصلهٔ آزاد بین قطعات جوش نباید از ۱۶ برابر ضخامت نازکترین قطعهٔ متصل شونده وقتی که در فشار است و از ۲۴ برابر این ضخامت وقتی که در کشش است، بیشتر شود. دراین خصوص به الزامات بندهای ۱۰-۲-۳-۵ و ۱۰-۲-۴-۷-۲ نیز مراجعه شود.

۷- در اتصالات پوششی (رویهم) دو قطعه، طول همپوشانی نباید از ۵ برابر ضخامت قطعهٔ نازکتر کمتر باشد و در هیچ حالتی از ۲۵ میلی‌متر کمتر نشود. در اتصالات پوششی که ورق و تسمه‌های تحت اثر تنش‌های محوری را به یکدیگر متصل می‌کند، باید ضلع انتهایی هریک از قسمت‌های متصل شونده، توسط جوش گوشه اتصال یابند (جوش دو طرفه). در وضعیتی که اتصال به اندازه کافی مقید شده باشد یا تغییرشکل خمشی آنقدر محدود باشد که از باز شدن اتصال تحت اثر بار حداکثر جلوگیری شود، می‌توان از جوش یکطرفه استفاده کرد (شکل ۱۰-۲-۹-۵).

۸- استفاده از جوش گوشه در لبهٔ سوراخ و شکاف در اتصالات رویهم، به منظور انتقال برش یا جلوگیری از کمانش و یا جدایی قسمت‌های متصل شونده مجاز می‌باشد. جوش‌های گوشه در سوراخ‌ها و شکاف‌ها را نباید به عنوان جوش کام یا انگشتانه در نظر گرفت.




(الف) طول همپوشانی در اتصالات پوششی (جوش دو طرفه)



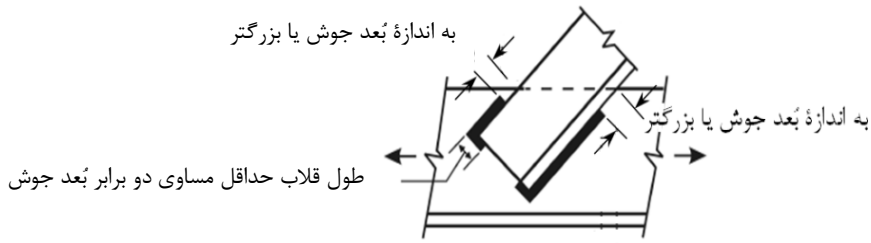

(ب) جوش یکطرفه غیر مقید و غیر مجاز (پ) جوش یکطرفه مقید و مجاز

**شکل ۱۰-۲-۹-۵ اتصال پوششی (رویهم) دو قطعه**

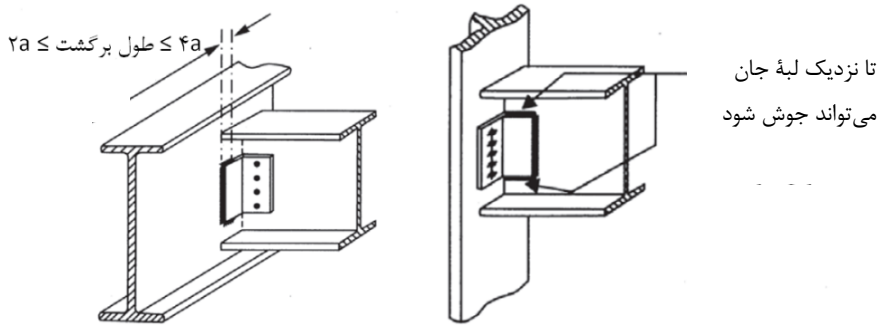
۹- جوش‌های گوشه می‌توانند به انتهای ناحیهٔ اتصال منتهی شده یا قبل از رسیدن به انتهای ناحیهٔ اتصال قطع شوند و یا حتی می‌توان آنها را طوری جوش داد تا به شکل قوطی یا ناودانی در بیاید. مگر در مواردی به شرح زیر که محدودیتی برای آنها وضع شده است.

- در اتصالات پوششی (رویهم) که یکی از قطعه‌های اتصالی تا پشت لبهٔ قطعه اتصالی دیگر که تحت اثر تنش کششی قرار دارد امتداد یافته باشد، جوش گوشه باید در فاصله‌ای بیشتر یا مساوی با بُعد جوش تمام شود (شکل ۱۰-۲-۹-۶).
- کلیهٔ جوش‌های گوشه که در لبهٔ کناری یا ضلع انتهایی عضو انجام می‌شود، باید در انتهای ضلع و بر روی ضلع دیگر برگشت داده شود که به آن قلاب می‌گویند. حداقل طول قلاب ۲ برابر بُعد جوش می‌باشد. این شرط شامل جوش‌های گوشه قائم و جوش‌های گوشه سر بالا در تکیه‌گاه‌های لچکی (براکت) و برای نبشی‌های نشیمن تیر و اتصالات نظیر می‌باشد (شکل ۱۰-۲-۹-۶).

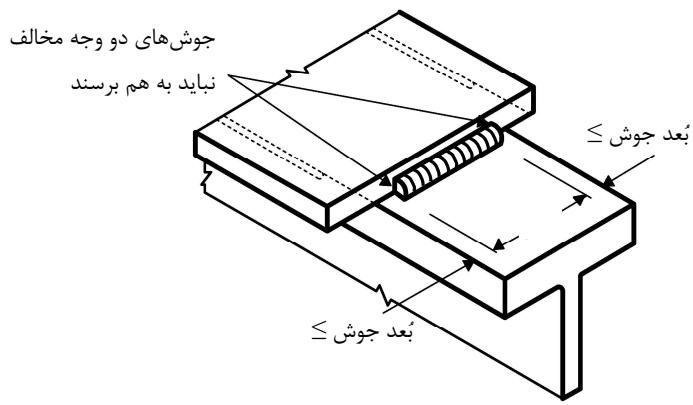
- در اتصالات مفصلی با نبشی‌های جان، که انعطاف‌پذیری اتصال به مقدار زیادی تابع انعطاف‌پذیری بال برجسته نبشی‌ها می‌باشد، برگشت در انتهای جوش گوشه نباید از ۴ برابر بُعد جوش و نیز نصف پهنای بال نبشی بیشتر باشد. برگشت انتها در جوش گوشه باید در نقشه‌ها و جزئیات اجرایی قید شود (شکل ۱۰-۲-۹-۷).
- جوش‌های گوشه‌ای که ورق‌های سخت‌کننده عرضی را به جان تیر ورق‌های با ضخامت جان کمتر از ۲۰ میلی‌متر متصل می‌کنند، نباید کمتر از ۴ برابر و بیشتر از ۶ برابر ضخامت جان، از پنجهٔ جان تا جوش جان به بال منتهی شود. مگر در حالتی‌که انتهای ورق سخت کنندهٔ عرضی به بال جوش شده باشد.
- جوش‌های گوشه‌ای که در دو وجه مخالف یک صفحهٔ مشترک ایجاد می‌شود، باید در گوشهٔ مشترک بین دو نوار جوش قطع شوند (شکل ۱۰-۲-۹-۸).
- در اتصالات پوششی (رویهم) برای جلوگیری از زخم در لبه، انتخاب محل شروع و پایان مسیر جوشکاری باید مورد توجه قرار گیرد (شکل ۱۰-۲-۹-۹).



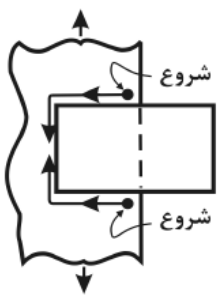

**شکل ۱۰-۲-۹-۶ جوش گوشه در انتهای اعضای محوری**




**شکل ۱۰-۲-۹-۷ جوش گوشه در اتصالات مفصلی با نبشی‌های جان**




**شکل ۱۰-۲-۹-۸ جوش‌های گوشه در دو طرف مخالف یک صفحهٔ مشترک**




**شکل ۱۰-۲-۹-۹ مسیر مناسب برای جلوگیری از زخم در لبه**

**۱۰-۲-۹-۲-۳ جوش‌های انگشتانه و کام**

**الف) سطح مقطع مؤثر:** سطح مقطع مؤثر در برش برای جوش انگشتانه و کام مساوی سطح مقطع اسمی سوراخ و شکاف در صفحهٔ برش در نظر گرفته می‌شود.

**ب) محدودیت‌ها**

۱. استفاده از جوش انگشتانه و کام برای انتقال برش در اتصال‌های پوششی و یا جلوگیری از کمانش در عناصر رویهم آمده در اعضای ساخته‌شده، مجاز می‌باشد.

۲. قطر سوراخ در جوش انگشتانه نباید از ضخامت قطعهٔ سوراخ‌شده به اضافهٔ ۸ میلی‌متر کمتر باشد. همچنین قطر یادشده نباید از قطر حداقل به اضافه ۳ میلی‌متر و یا $2\frac{1}{4}$ برابر ضخامت جوش بزرگتر شود.

۳. حداقل فاصلهٔ مرکز به مرکز سوراخ‌های جوش‌های انگشتانه ۴ برابر قطر سوراخ می‌باشد.

۴. طول شکاف در جوش کام نباید از ۱۰ برابر ضخامت جوش بیشتر باشد.

۵. پهنای شکاف در جوش کام نباید از ضخامت قطعهٔ بریده شده به اضافه ۸ میلی‌متر کمتر و همچنین از $2\frac{1}{4}$ برابر ضخامت جوش بیشتر باشد.

۶. انتهای شکاف یا باید نیم‌دایره‌ای باشد و یا خطی مستقیم که گوشه‌های آن تبدیل به ربعی از دایره (با شعاعی بزرگتر از ضخامت قطعه حاوی شکاف) می‌شود، باشد. مگر اینکه انتهای شکاف به لبهٔ قطعه منتهی شده باشد.

۷. حداقل فاصلهٔ مرکز به مرکز شکاف‌ها در امتداد عمود بر طول، ۴ برابر پهنای شکاف و حداقل فاصلهٔ مرکز به مرکز شکاف‌ها در امتداد طول، ۲ برابر طول شکاف می‌باشد.

۸. ضخامت جوش انگشتانه و کام در قطعاتی که ضخامت آنها ۱۶ میلی‌متر و یا کمتر است، باید برابر با ضخامت قطعه باشد. در قطعاتی که ضخامت آنها بیش از ۱۶ میلی‌متر است، ضخامت این جوش باید حداقل $\frac{1}{2}$ ضخامت قطعه باشد و از ۱۶ میلی‌متر نیز کمتر نشود.

**۱۰-۲-۹-۲-۴ مقاومت جوش**

مقاومت طراحی جوش‌ها مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن، $\phi$ ضریب کاهش مقاومت طبق جدول ۱۰-۲-۹-۳ و $R_n$ مقاومت اسمی جوش می‌باشد که باید به شرح زیر برابر کوچکترین مقدار محاسبه

شده بر اساس حالت‌های حدی گسیختگی کششی و گسیختگی برشی برای مصالح فلز پایه و حالت حدی گسیختگی برای فلز جوش در نظر گرفته شود.

**الف) بر اساس مصالح فلز پایه**

$$R_n = F_{nBM} A_{BM} \qquad (۲-۹-۲-۱۰)$$

**ب) بر اساس مصالح فلز جوش**

$$R_n = \beta F_{nw} A_{we} \qquad (۳-۹-۲-۱۰)$$

که در آن:

$F_{nBm}$ = تنش اسمی فلز پایه

$F_{nw}$ = تنش اسمی فلز جوش

$A_{BM}$ = سطح مقطع فلز پایه

$A_{we}$ = سطح مقطع مؤثر جوش

$\beta$ = ضریب بازرسی جوش به شرح زیر:

۱. در صورت انجام آزمایش‌های غیرمخرب نظیر رادیوگرافی و التراسونیک (فراصوتی): $\beta=۱$

۲. در صورت انجام جوش در کارخانه (یا شرایط مشابه) و بازرسی چشمی جوش توسط بازرس ذیصلاح جوش: $\beta=۰/۸۵$

۳. در صورت انجام جوش در محل و بازرسی چشمی جوش توسط بازرس ذیصلاح جوش: $\beta=۰/۷۵$

**جدول ۱۰-۲-۹-۳ مقاومت جوش‌ها**

| نوع جوش | نوع بار و جهت آن نسبت به محور جوش | نوع فلز حاکم بر تعیین مقاومت جوش | ضریب کاهش مقاومت ($\phi$) | تنش اسمی ($F_{nBm}$ یا $F_{nw}$) |
|---|---|---|---|---|
| جوش شیاری با نفوذ کامل و لبه آماده شده | کششی عمود بر مقطع مؤثر | فلز پایه | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ |
| | فشاری عمود بر مقطع مؤثر، کششی و یا فشاری موازی با محور جوش | فلز پایه | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ |
| | برشی، در مقطع مؤثر | فلز پایه | مطابق فصل ۱۰-۲-۶ | مطابق فصل ۱۰-۲-۶ |
| جوش شیاری با نفوذ نسبی | فشاری، در امتداد عمود بر مقطع مؤثر<br>فشاری، موازی با محور جوش<br>کششی، موازی با محور جوش | فلز پایه | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ |
| | کششی در امتداد عمود بر مقطع مؤثر | بر اساس فلز پایه | ۰/۷۵ | $F_{nBM}=F_u$ |
| | | بر اساس فلز جوش (الکترود مصرفی) | ۰/۸ | $F_{nw}=۰/۶F_u$ |
| | برشی، در مقطع مؤثر | بر اساس فلز پایه | مطابق فصل (۱۰-۲-۶) | |
| | | بر اساس فلز جوش (الکترود مصرفی) | ۰/۷۵ | $F_{nw}=۰/۶F_u$ |
| جوش گوشه | برشی، در مقطع مؤثر | بر اساس فلز پایه | مطابق فصل ۱۰-۲-۶ | مطابق فصل ۱۰-۲-۶ |
| | | بر اساس فلز جوش (الکترود مصرفی) | ۰/۷۵ | $F_{nw}=۰/۶F_{ue}$ |
| | کششی یا فشاری، موازی با محور جوش | فلز پایه | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ | مطابق فصل ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ |
| جوش انگشتانه و کام | برشی، موازی سطح برش شونده (روی مقطع مؤثر) | بر اساس فلز پایه | مطابق فصل ۱۰-۲-۶ | مطابق فصل ۱۰-۲-۶ |
| | | بر اساس فلز جوش (الکترود مصرفی) | ۰/۷۵ | $F_{nw}=۰/۶F_{ue}$ |

$F_y$ = تنش تسلیم فلز پایه  $F_{ue}$ = تنش نهایی فلز جوش(الکترود مصرفی)

### ۱۰-۲-۹-۲-۵ ترکیب جوش‌ها

اگر از دو یا چند نوع جوش به صورت مجموعه (جوش شیاری، جوش گوشه، جوش انگشتانه و جوش کام) در یک اتصال استفاده شود، برای تعیین مقاومت طراحی مجموعه باید مقاومت طراحی

هر یک را جداگانه نسبت به محور مجموعهٔ جوش محاسبه و سپس مقاومت طراحی مجموعه را از مجموع مقاومت‌های طراحی تک تک جوش‌ها تعیین نمود.

**۱۰-۲-۹-۲-۶ الکترودهای سازگار با مصالح فلز پایه**

فلز جوش (الکترود مصرفی) باید سازگار با مصالح فلز پایه و مطابق با مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۴ باشد.

**جدول ۱۰-۲-۹-۴ الکترودهای سازگار با فلز پایه**

| تنش تسلیم مصالح فلز پایه ($F_y$) | مقاومت نهایی کششی فلز الکترود ($F_{ue}$) | نوع الکترود سازگار |
|---|---|---|
| تا ۳۰۰ MPa, $t \leq 15mm$ | ۴۲۰ MPa | E۶۰ یا معادل آن |
| | ۴۹۰ MPa | E۷۰ یا معادل آن |
| تا ۳۰۰ MPa, $t > 15mm$ | ۴۹۰ MPa | E۷۰ یا معادل آن |
| از ۳۰۰ MPa تا ۳۸۰ MPa | ۴۹۰ MPa | E۷۰ یا معادل آن |
| از ۳۸۰ MPa تا ۴۶۰ MPa | ۵۶۰ MPa | E۸۰ یا معادل آن |

t = ضخامت فلز پایه

**۱۰-۲-۹-۲-۷ فلز جوش مختلط**

هرگاه طاقت نمونه زخم‌دار به عنوان شرطی برای مصالح جوش تعیین شده باشد، مصالح و روش جوشکاری برای فلز تمام جوش‌ها اعم از خال جوش، عبور جوش در عمق و ریشه اتصال یا عبورهای بعدی که جوش تکمیلی را در اتصال ایجاد می‌کند، باید سازگاری لازم را داشته باشد تا طاقت نمونه زخم‌دار برای فلز جوش مختلط محرز شود.

**۱۰-۲-۹-۲-۸ پیش گرمایش فولادهای ساختمانی**

برای نیمرخ‌های نورد شدهٔ سنگین و قطعات ساخته‌شده با جوش، باید قبل از انجام جوش، پیش گرمایش تا دمای لازم صورت گیرد. حداقل دمای پیش گرمایش مطابق جدول ۱۰-۲-۹-۵ می‌باشد.

جدول ۱۰-۲-۹-۵ حداقل دمای پیش گرمایش

| ضخامت (mm) | دمای پیش گرمایش در فرآیند غیر کم هیدروژن (درجه سلسیوس) | دمای پیش گرمایش در فرآیند کم هیدروژن (درجه سلسیوس) |
|---|---|---|
| $t \leq ۲۰$ | *۲۰ | *۱۰ |
| $۲۰ < t \leq ۴۰$ | ۶۵ | *۲۰ |
| $۴۰ < t \leq ۶۵$ | ۱۱۰ | ۶۵ |
| $t > ۶۵$ | ۱۵۰ | ۱۱۰ |

* *این دما در حد لمس‌کردن ورق قابل حس است و در سایر موارد باید از روش‌های دماسنجی سطحی (مثلاً گچ‌های حساس به دما) استفاده شود.*

### ۱۰-۲-۹-۳ پیچ‌ها و قطعات دندانه‌شده

#### ۱۰-۲-۹-۳-۱ انواع پیچ‌ها

انواع متداول پیچ‌های مورد استفاده در اسکلت‌های فولادی عبارتند از پیچ‌های معمولی و پیچ‌های پرمقاومت. در جدول ۱۰-۲-۹-۶ مشخصات پیچ‌های موجود یا تولید در ایران طبق استانداردهای ASTM و ISO ارائه شده است. برای هر پیچ باید واشر و مهرهٔ سازگار مورد استفاده قرار گیرد.

پیچ‌ها با دو نوع عملکرد "اتکایی" و "اصطکاکی" مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از پیچ‌های پرمقاومت منطبق با استانداردهای ملّی یا بین‌المللی، برای هر دو نوع اتصال و استفاده از پیچ‌های معمولی فقط در اتصالات اتکایی مجاز است. در اتصالات اتکایی ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی لازم نیست ولی در اتصالات اصطکاکی پیچ‌ها باید پیش‌تنیده گردند. حداقل نیروی پیش‌تنیدگی در اتصالات اصطکاکی مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۷ می‌باشد. برای حصول پیش‌تنیدگی استفاده از یکی از سه روش « سفت کردن مجدد مهره »، « واشرهای کشش سنج » یا « آچار مدرج » امکان‌پذیر است.

**جدول ۱۰-۲-۹-۶ مشخصات پیچ‌های تولید یا موجود در ایران**

| نوع پیچ | نام استاندارد | | تنش تسلیم مصالح پیچ ($F_y$) | تنش کششی نهایی مصالح پیچ ($F_u$) |
|---|---|---|---|---|
| | ASTM | ISO | | |
| پیچ‌های معمولی | A۳۰۷ | - | ۲۴۰ MPa | ۴۰۰ MPa |
| | - | ۴.۶ | ۲۴۰ MPa | ۴۰۰ MPa |
| | - | ۴.۸ | ۳۲۰ MPa | ۴۲۰ MPa |
| | - | ۵.۶ | ۳۰۰ MPa | ۵۰۰ MPa |
| | - | ۵.۸ | ۴۰۰ MPa | ۵۲۰ MPa |
| | - | ۶.۸ | ۴۸۰ MPa | ۶۰۰ MPa |
| پیچ‌های پرمقاومت | A۳۲۵ d ≤۲۴mm | - | - | ۸۰۰ MPa |
| | A۳۲۵ d >۲۴mm | - | - | ۷۲۵ MPa |
| | A۴۹۰ | - | - | ۱۰۰۰ MPa |
| | | ۸.۸ | - | ۸۰۰ MPa |
| | | ۱۰.۹ | - | ۱۰۰۰ MPa |
| | | ۱۲.۹ | - | ۱۲۰۰ MPa |

**جدول ۱۰-۲-۹-۷ حداقل نیروی پیش‌تنیدگی در اتصالات اصطکاکی ($T_b$)**

| قطر اسمی پیچ (بر حسب میلی‌متر) | پیچ‌های نوع A۳۲۵ | پیچ‌های نوع A۴۹۰ |
|---|---|---|
| M۱۶ | ۹۱ kN | ۱۱۴ kN |
| M۲۰ | ۱۴۲ kN | ۱۷۹ kN |
| M۲۲ | ۱۷۶ kN | ۲۲۱ kN |
| M۲۴ | ۲۰۵ kN | ۲۵۷ kN |
| M۲۷ | ۲۶۷ kN | ۳۳۴ kN |
| M۳۰ | ۳۲۶ kN | ۴۰۸ kN |
| M۳۶ | ۴۷۵kN | ۵۹۵ kN |

**تبصره:** در مواردی‌که قطر اسمی پیچ غیر از اعداد ذکرشده در جدول ۱۰-۲-۹-۷ باشد، حداقل نیروی پیش‌تنیدگی را می‌توان برابر $۰/۵۵A_{nb}F_u$ (که *معادل* $۰/۷A_{eb}F_u$ است) در نظر

گرفت، که در آن $A_{nb}$ سطح مقطع اسمی پیچ، $A_{eb}$ سطح مقطع خالص یا سطح مقطع زیر دندانه‌ها و $F_u$ تنش کششی نهایی مصالح پیچ است.

**۱۰-۲-۹-۳-۲ مشخصات و فواصل سوراخ‌ها در اتصالات پیچی**

در اتصالات پیچی لازم است قطعات فولادی به نحو صحیح و متناسب با قطر پیچ سوراخ شوند. دقت در سوراخ‌کاری و سالم بودن بدنهٔ سوراخ و نیز رعایت فواصل سوراخ‌ها از لبهٔ قطعه و نیز از یکدیگر نقش مهمی در میزان مقاومت و باربری اتصالات پیچی ایفا می‌کند از این روی، لازم است به شرح زیر الزامات بندهای (الف) تا (ج) در طراحی و محاسبه مورد رعایت قرار گیرند.

**الف) انواع سوراخ‌ها در اتصالات پیچی**

انواع سوراخ‌ها در اتصالات پیچی به شرح زیر می‌باشد.

۱. سوراخ استاندارد
۲. سوراخ بزرگ‌شده
۳. سوراخ لوبیایی بلند
۴. سوراخ لوبیایی کوتاه

**ب) محدودیت ابعاد اسمی سوراخ‌ها و دامنهٔ کاربرد آنها**

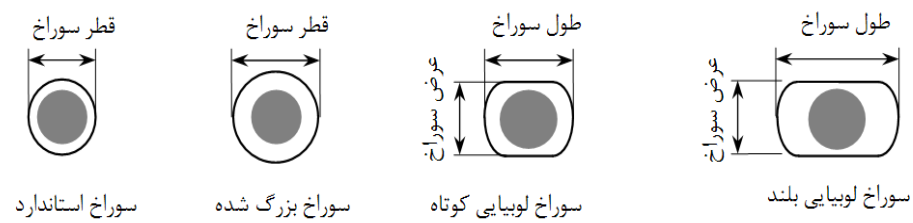
۱. ابعاد حداکثر سوراخ پیچ‌ها باید مطابق جدول ۱۰-۲-۹-۸ باشند.
۲. سوراخ‌های بزرگ شده فقط در اتصالات اصطکاکی مجاز است.
۳. سوراخ لوبیایی کوتاه در تمام امتدادها در اتصالات اصطکاکی مجاز هستند ولی در اتصالات اتکایی، امتداد طولی سوراخ باید عمود بر امتداد نیرو باشد.
۴. سوراخ لوبیایی بلند فقط در امتداد عمود بر مسیر نیرو در اتصالات اتکایی مجاز هستند. در اتصالات اصطکاکی در تمام امتدادها مجاز بوده لیکن باید فقط در یکی از ورق‌های اتصال وجود داشته باشد.
۵. در ورق کف‌ستون‌ها، ضمن رعایت رواداری‌های مبحث یازدهم مقررات ملّی ساختمان، حداکثر قطر سوراخ مساوی $d+۶$ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱۰-۲-۹-۸ ابعاد اسمی سوراخ پیچ بر حسب میلی‌متر

| قطر پیچ (mm) | ابعاد اسمی سوراخ (mm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | سوراخ استاندارد | سوراخ بزرگ‌شده | سوراخ لوبیایی کوتاه (طول×عرض) | سوراخ لوبیایی بلند (طول×عرض) |
| M۱۶ | ۱۸ | ۲۰ | ۱۸×۲۲ | ۱۸×۴۰ |
| M۲۰ | ۲۲ | ۲۴ | ۲۲×۲۶ | ۲۲×۵۰ |
| M۲۲ | ۲۴ | ۲۸ | ۲۴×۳۰ | ۲۴×۵۵ |
| M۲۴ | ۲۷ | ۳۰ | ۲۷×۳۲ | ۲۷×۶۰ |
| M۲۷ | ۳۰ | ۳۵ | ۳۰×۳۷ | ۳۰×۶۷ |
| M۳۰ | ۳۳ | ۳۸ | ۳۳×۴۰ | ۳۳×۷۵ |
| ≥M۳۶ | d+۳ | d+۸ | (d+۳) × (d+۱۰) | (d+۳)×۲/۵ d |

**پ) حداقل فواصل سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی**

فاصله مرکز تا مرکز سوراخ‌های استاندارد، سوراخ‌های بزرگ‌شده و سوراخ‌های لوبیایی نباید از ۳ برابر قطر وسیلهٔ اتصال کمتر باشد.




شکل ۱۰-۲-۹-۱۰ انواع سوراخ پیچ‌ها در اتصالات پیچی

**ت) حداقل فاصله سوراخ‌ها تا لبه در اتصالات پیچی**

فاصلهٔ مرکز سوراخ‌های استاندارد تا لبهٔ قطعهٔ متصل شونده نباید از مقادیر داده شده در جدول ۱۰-۲-۹-۸ کمتر باشد. برای سوراخ‌های بزرگ‌شده و سوراخ‌های لوبیایی فاصلهٔ مرکز سوراخ تا لبه

نباید از آنچه که برای سوراخ استاندارد تعیین شده به اضافه مقدار C مربوطه از جدول ۱۰-۲-۹-۹ کمتر شود.

**جدول ۱۰-۲-۹-۸ حداقل فاصلهٔ مرکز سوراخ استاندارد تا لبه در هر راستا**

| لبهٔ بریده شده با قیچی (گیوتین) | لبهٔ نورد شدهٔ ورق- نیمرخ، تسمه و نیز لبه بریده‌شده با شعله اتوماتیک یا اره |
|---|---|
| ۲d | ۱/۷۵d |

d = قطر اسمی پیچ

**جدول ۱۰-۲-۹-۹ مقادیر افزایش حداقل فاصلهٔ سوراخ تا لبه (C)**

| سوراخ بزرگ‌شده (mm) | سوراخ لوبیایی (mm) | | |
|---|---|---|---|
| | عمود بر امتداد لبه | | موازی با لبه |
| | لوبیایی کوتاه | لوبیایی بلند | |
| ۳ mm | ۵ mm | ۰/۷۵ d | ۰ |

**ث) حداکثر فاصلهٔ مرکز سوراخ تا لبه**

حداکثر فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیکترین لبهٔ قطعه در هر راستا به شرح زیر است.

۱. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی کم و متوسط ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیکترین لبهٔ قطعه در هر راستا نباید از ۱۲ برابر ضخامت نازکترین قطعه و همچنین از ۱۵۰ میلی‌متر تجاوز کند.

۲. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی شدید ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصله از مرکز هر پیچ تا نزدیکترین لبه قطعهٔ در هر راستا نباید از ۸ برابر ضخامت نازکترین قطعه و همچنین ۱۲۵ میلی‌متر تجاوز کند.

**ج) حداکثر فاصلهٔ مرکز تا مرکز سوراخ‌ها در اتصالات پیچی**

حداکثر فاصلهٔ مرکز تا مرکز سوراخ‌ها در اتصالات پیچی در هر راستا به شرح زیر است.

۱. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی کم و متوسط ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصلهٔ بین مرکز سوراخ‌ها نباید از ۲۴ برابر ضخامت نازکترین قطعهٔ متصل شونده و همچنین از ۳۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.
۲. برای قطعاتی که تحت اثر خوردگی شدید ناشی از عوامل جوی قرار داشته باشند، فاصلهٔ بین مرکز سوراخ‌ها نباید از ۱۴ برابر ضخامت نازکترین قطعهٔ متصل شونده و همچنین از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.

**۱۰-۲-۹-۳-۳ مقاومت کششی طراحی و مقاومت برشی طراحی در اتصالات اتکایی**

در اتصالات اتکایی که در آنها لقی و خستگی در اثر ارتعاشات یا نوسانات بارگذاری مسئله‌ساز نیستند، کافی است پیچ‌ها را بدون ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی، تنها تا حالت سفت‌شدن اولیه محکم نمود. سفت‌شدن اولیه هنگامی است که یک کارگر معمولی با یک آچار معمولی تلاش کامل خود را برای محکم کردن پیچ به کار برد. در روش‌های ماشینی، سفت شدن اولیه پس از اعمال چند ضربه توسط دستگاه ایجاد می‌شود.

در تعیین مقاومت‌ها، سطح مقطع اسمی پیچ (مقطع دندانه‌نشدهٔ پیچ) و میله‌های دندانه شده (غیر از میله‌های با دندانه‌های برجسته) ملاک می‌باشند. در میله‌های با دندانه‌های برجسته، سطح مقطع میلهٔ بدون دندانه ملاک محاسبه می‌باشد. همچنین، در مواردی‌که میل‌مهارهای کف‌ستون‌ها از میلگرد ساخته می‌شوند، در تعیین مقاومت‌ها سطح مقطع اسمی ناحیهٔ رزوه شده (که عموماً کوچکتر از قطر اسمی میلگرد می‌باشد)، ملاک محاسبه خواهد بود.

در اتصالات اتکایی، مقاومت کششی طراحی ($\phi R_{nt}$) و مقاومت برشی طراحی ($\phi R_{nv}$) پیچ‌ها و قطعات دندانه‌شده از روابط زیر تعیین می‌گردند.

$$\text{مقاومت کششی طراحی} = \phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_{nb} \qquad (۴-۹-۲-۱۰)$$

$$\text{مقاومت برشی طراحی} = \phi R_{nv} = \phi F_{nv} A_{nb} \qquad (۵-۹-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$\phi$ = ضریب کاهشی مقاومت و مساوی ۰/۷۵ می‌باشد.

$R_{nt}$ = مقاومت کششی اسمی

$R_{nv}$ = مقاومت برشی اسمی

$A_{nb}$ = سطح مقطع اسمی وسیله اتصال (پیچ یا قطعه دندانه‌شده)

$F_{nt}$ = تنش کششی اسمی مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۱۰

$F_{nv}$ = تنش برشی اسمی مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۱۰

**جدول ۱۰-۲-۹-۱۰ تنش اسمی (پیچ و قطعات دندانه شده)**

| نوع وسیله اتصال | تنش کششی اسمی ($F_{nt}$) | تنش برشی اسمی ($F_{nv}$) در اتصالات اتکایی |
|---|---|---|
| پیچ‌های معمولی | $۰/۷۵F_u$ [۱],[۲] | $۰/۴۵F_u$ [۵],[۳] |
| پیچ‌های پر مقاومت در حالتی‌که سطح برش از قسمت دندانه‌شده می‌گذرد | $۰/۷۵F_u$ [۴] | $۰/۴۵F_u$ [۵] |
| پیچ‌های پرمقاومت در حالتی‌که سطح برش از قسمت دندانه‌شده نمی‌گذرد | $۰/۷۵F_u$ [۴] | $۰/۵۵F_u$ [۵] |
| قطعهٔ دندانه‌شده طبق مشخصات تعیین‌شده، در حالتی‌که سطح برش از قسمت دندانه‌شده می‌گذرد | $۰/۷۵F_u$ [۱],[۶] | $۰/۴۵F_u$ |
| قطعهٔ دندانه شده طبق مشخصات تعیین‌شده، در حالتی‌که سطح برش از قسمت دندانه شده نمی‌گذرد | $۰/۷۵F_u$ [۱],[۶] | $۰/۵۵F_u$ |

*یادداشت‌ها:*

[۱] *فقط بارگذاری استاتیکی*

[۲] *در پیچ‌های معمولی که طول گیرهٔ آنها از ۵ برابر قطرشان بیشتر است، مقادیر فوق باید به ازای هر ۲ میلی‌متر طول اضافی گیره، یک درصد کاهش داده شود.*

[۳] *قرار گرفتن دندانه‌ها در سطح برش مجاز است.*

[۴] *برای تنش کششی اسمی پیچ‌های پرمقاومت تحت اثر تنش کششی ناشی از خستگی به آئین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی رجوع شود.*

[۵] *وقتی که فاصلهٔ اولین و آخرین پیچ در امتداد نیرو از ۱۲۵۰ میلی‌متر تجاوز کند این مقادیر را باید ۲۰٪ کاهش داد.*

[۶] *مقاومت کششی اسمی ناحیهٔ دندانه‌شده یک قطعه دندانه‌شده با حدیدهٔ توپی بر اساس سطح مقطع آن در قطر خارجی حدیده، $A_D$، باید از سطح مقطع اسمی تنه (قبل از ناحیه توپی) ضربدر $F_y$ بیشتر باشد.*

**۱۰-۲-۹-۳-۴ اثر مشترک کشش و برش در اتصالات اتکایی**

مقاومت کششی طراحی و برشی طراحی پیچ‌های تحت اثر توأم کشش و برش باید بر اساس حالت‌های حدی گسیختگی کششی و برشی مطابق روابط زیر تعیین شود.

مقاومت کششی طراحی = $\phi R_{nt} = \phi F'_{nt} A_{nb}$ (۱۰-۹-۲-۶)

مقاومت برشی طراحی = $\phi R_{nv} = \phi F'_{nv} A_{nb}$ (۱۰-۹-۲-۷)

که در آن:

$$F'_{nt} = F_{nt}[۱/۳ - \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}}] \leq F_{nt}$$ (۱۰-۹-۲-۸)

$$F'_{nv} = F_{nv}[۱/۳ - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}}] \leq F_{nv}$$ (۱۰-۹-۲-۹)

$\phi$ = ضریب کاهشی مقاومت و مساوی ۰/۷۵ می‌باشد.

$F_{nt}$ = مقاومت کششی اسمی مطابق جدول ۱۰-۲-۹-۱۰ وقتی‌که نیروی کششی به تنهایی عمل نماید.

$F_{nv}$ = مقاومت برشی اسمی مطابق جدول ۱۰-۲-۹-۱۰ وقتی‌که نیروی برشی به تنهایی عمل نماید.

$f_{uv}$ = تنش برشی مورد نیاز

$f_{ut}$ = تنش کششی مورد نیاز

$A_{nb}$ = سطح مقطع اسمی پیچ

**تبصره**: در مواردی‌که تنش کششی یا برشی مورد نیاز کمتر از ۳۰ درصد تنش طراحی متناظر باشد ($f_u \leq ۰/۳\phi F_n$)، منظور کردن رابطهٔ اندرکنش لازم نیست.

**۱۰-۲-۹-۳-۵ مقاومت کششی طراحی و برشی طراحی در اتصالات اصطکاکی**

مقاومت کششی طراحی پیچ‌های پرمقاومت در اتصالات اصطکاکی عیناً مشابه مقاومت کششی طراحی پیچ‌های پر مقاومت در اتصالات اتکایی بوده و از ضوابط بند ۱۰-۲-۹-۳-۳ تعیین می‌گردد. مقاومت برشی طراحی پیچ‌های پرمقاومت در اتصالات اصطکاکی بر اساس کنترل لغزش بحرانی تعیین می‌گردد. مقاومت برشی طراحی پیچ‌های پر مقاومت در اتصالات اصطکاکی بر اساس کنترل لغزش بحرانی مساوی $\phi R_{nv}$ می‌باشد که در آن، $\phi$ ضریب کاهش مقاومت و $R_{nv}$ مقاومت برشی اسمی به شرح زیر می‌باشد.

$$R_{nv} = \mu D_u h_f T_b n_s \qquad (۱۰-۹-۲-۱۰)$$

که در آن:

$\phi$ = ضریب کاهش مقاومت به شرح زیر:

- برای سوراخ‌های استاندارد و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد عمود بر راستای نیرو $\phi$=۱
- برای سوراخ‌های بزرگ‌شده و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد موازی با راستای نیرو $\phi$=۰/۸۵
- برای سوراخ‌های لوبیایی بلند $\phi$=۰/۷

$\mu$= ضریب اصطکاک به شرح زیر:

- برای وضعیت سطحی کلاس A (سطح فلس‌دار تمیز و رنگ شده): $\mu$=۰/۳
- برای وضعیت سطحی کلاس B (سطح تمیز شده با ماسه پاشی و رنگ‌نشده) : $\mu$=۰/۵

$D_u$ = نسبت پیش تنیدگی متوسط پیچ‌ها به پیش تنیدگی حداقل پیچ‌ها و مساوی ۱/۱۳

$h_f$ = ضریب کاهش بخاطر وجود ورق‌های پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر به شرح زیر:

- در صورت عدم نیاز به ورق‌های پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۱
- در صورت استفاده فقط از یک ورق پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۱
- در صورت استفاده از دو یا تعداد بیشتری از ورق‌های پرکننده در بین قطعات متصل به یکدیگر مساوی ۰/۸۵

$T_b$ = حداقل نیروی پیش تنیدگی پیچ طبق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۷

$n_s$ = تعداد صفحات لغزش

**۱۰-۲-۹-۳-۶ اثر مشترک کشش و برش در اتصالات اصطکاکی**

در اتصالات اصطکاکی، در صورت وجود توأم نیروی کششی و برشی، مقاومت برشی اسمی بر اساس کنترل لغزش طبق رابطهٔ ۱۰-۲-۹-۱۰ باید به شرح زیر در ضریب کاهش $k_{sc}$ ضرب گردد.

$$k_{sc} = ۱ - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} \qquad (۱۰-۹-۲-۱۱)$$

که در آن:

$T_u$ = نیروی کششی مورد نیاز

$D_u$ = نسبت پیش‌تنیدگی متوسط پیچ‌ها به پیش‌تنیدگی حداقل پیچ‌ها و مساوی ۱/۱۳

$T_b$ = حداقل نیروی پیش‌تنیدگی پیچ طبق جدول ۱۰-۲-۹-۷

$n_b$ = تعداد پیچ‌هایی که نیروی کششی را تحمل می‌کنند.

**۱۰-۲-۹-۳-۷ مقاومت اتکایی در جدار سوراخ پیچ**

مقاومت اتکایی طراحی در جدار سوراخ پیچ در اتصالات اتکایی و اصطکاکی مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۷۵ و $R_n$ مقاومت اتکایی اسمی می‌باشد که بر اساس حالت حدی اتکایی برای حالت‌های مختلف به شرح زیر تعیین می‌گردد.

۱. برای سوراخ استاندارد، سوراخ بزرگ‌شده، سوراخ لوبیایی کوتاه و سوراخ لوبیایی بلند در حالتی‌که نیرو در امتداد طولی باشد:

$$R_n = ۱/۲ l_c t F_u \leq ۲/۴ dt F_u \qquad (۱۲-۹-۲-۱۰)$$

۲. برای سوراخ لوبیایی بلند در حالتی‌که نیرو در امتداد عرضی باشد (محور شکاف عمود بر امتداد نیرو باشد)

$$R_n = ۱/۰ l_c t F_u \leq ۲/۰ \ dt F_u \qquad (۱۳-۹-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

d= قطر اسمی پیچ

$F_u$ = تنش کششی نهایی مصالح ورق اتصال

t= ضخامت قطعهٔ اتصال

$l_c$ = فاصلهٔ خالص در راستای نیرو، بین لبهٔ سوراخ‌ها برای سورا های میانی

= فاصلهٔ خالص در راستای نیرو، بین لبهٔ سوراخ تا لبه آزاد ورق اتصال برای سوراخ‌های انتهایی

**تبصره**: استفاده از سوراخ‌های بزرگ‌شده، لوبیایی کوتاه و بلند موازی امتداد نیرو فقط به اتصالات اصطکاکی محدود می‌گردد.

### ۱۰-۲-۹-۴ نواحی تأثیرپذیر اجزای اتصال‌دهنده و وسایل اتصال

الزامات این بند مربوط می‌شود به کنترل نواحی تأثیرپذیر اجزای اتصال‌دهنده و وسایل اتصال نظیر انتهای تیرهایی که قسمتی از بال فوقانی آن برداشته شده (زبانه شده) است یا در حالت‌های نظیر که ممکن است به علت برش در سطحی که از وسیلهٔ اتصال می‌گذرد و یا به علت اثر ترکیبی برش در سطح مار بر وسیلهٔ اتصال و کشش در سطح عمود بر آن خرابی اتفاق افتد.

#### ۱۰-۲-۹-۴-۱ مقاومت کششی اعضا در مجاورت ناحیهٔ اتصال

مقاومت کششی این اعضا باید مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۳ با در نظر گرفتن اثرات اتصال تعیین شود.

#### ۱۰-۲-۹-۴-۲ مقاومت برشی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال

مقاومت برشی طراحی اعضا در مجاورت ناحیهٔ اتصال، $\phi R_n$ ، باید به شرح زیر برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم برشی روی مقطع کلی و گسیختگی برشی روی مقطع خالص تعیین شود.

**الف) بر اساس تسلیم برشی روی مقطع کلی:**

$$\phi = ۱ \qquad (۱۴-۹-۲-۱۰)$$

$$R_n = ۰/۶F_yA_{gv}$$

**ب) بر اساس گسیختگی برشی روی مقطع خالص:**

$$\phi = ۰/۷۵ \qquad (۱۵-۹-۲-۱۰)$$

$$R_n = ۰/۶F_uA_{nv}$$

در روابط فوق:

$A_{gv}$ = سطح مقطع کلی تحت برش

$A_{nv}$ = سطح مقطع خالص تحت برش (مطابق ضوابط بخش ۱۰-۲-۳)

$\phi$ = ضریب کاهش مقاومت

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$F_u$ = تنش کششی نهایی فولاد

**۱۰-۲-۹-۴-۳ مقاومت برش قالبی**

در اتصال انتهای تیرهایی که قسمتی از بال فوقانی تیر زبانه شده است، یا در اتصال اعضای کششی یا در ورق‌های اتصال انتهای خرپاها و مهاربندهای یا در حالت‌های نظیر که ممکن است به علت برش در سطحی که از وسیله اتصال می‌گذرد و یا به علت اثر ترکیبی برش در مقطع مار بر وسیله اتصال و کشش در مقطع عمود بر آن خرابی اتفاق افتد، (شکل‌های ۱۰-۲-۹-۱۰ و ۱۰-۲-۹-۱۱) مقاومت طراحی برش قالبی، $\phi R_n$، از مجموع مقاومت برشی در روی سطح مار بر وسیله اتصال و مقاومت کششی در سطح عمود بر آن به شرح زیر تعیین می‌گردد.

$\phi = ۰/۷۵$ (۱۰-۲-۹-۱۶)

$$R_n = ۰/۶F_uA_{nv} + U_{bs}F_uA_{nt} \leq ۰/۶F_yA_{gv} + U_{bs}F_uA_{nt}$$

که در آن:

$A_{gv}$ = سطح مقطع کلی تحت برش

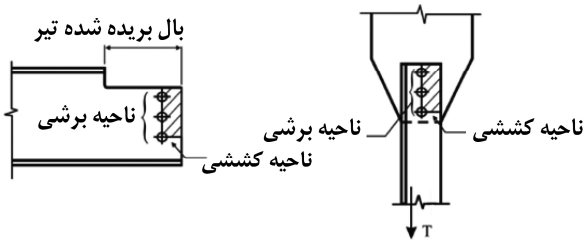
$A_{nt}$ = سطح مقطع خالص تحت کشش

$A_{nv}$ = سطح مقطع خالص تحت برش

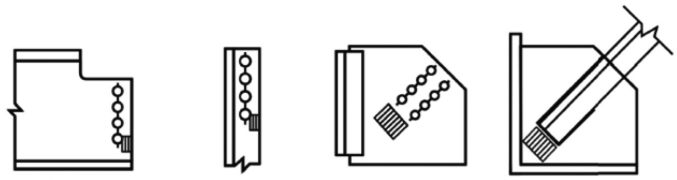
$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$F_u$ = تنش کششی نهایی فولاد

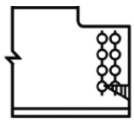
$U_{bs}$ = ضریب توزیع تنش که برای توزیع یکنواخت تنش کششی در انتهای عضو مقدار آن مساوی یک و برای توزیع غیریکنواخت تنش کششی در انتهای عضو مقدار آن مساوی ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱۰-۲-۹-۱۰- ب).




**شکل ۱۰-۲-۹-۱۰- الف سطوح گسیختگی در برش قالبی**




**(a) حالت‌هایی که در آنها $U_{bs}$=۱/۰ در نظر گرفته می‌شود**



**بال بریده شده تیر با دو ردیف پیچ**

**(b) حالت‌هایی که در آنها $U_{bs}$=۰/۵ در نظر گرفته می‌شود**

**شکل ۱۰-۲-۹-۱۰-ب توزیع تنش کششی در برش قالبی**

### ۱۰-۲-۹-۴-۴ مقاومت فشاری اعضا در مجاورت ناحیهٔ اتصال

مقاومت فشاری اعضا در مجاورت ناحیهٔ اتصال، $\phi P_n$ ، باید به شرح زیر بر اساس حالت‌های حدی تسلیم و کمانش منظور شود.

الف) در صورتی‌که $KL/r \leq ۲۵$ باشد:

$$P_n=F_yA_g \quad \text{و} \quad \phi=۰/۹ \qquad (۱۰-۲-۹-۱۷)$$

که در آن:

$A_g$ = سطح مقطع کلی عضو

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

ب) برای حالتی که $KL/r > ۲۵$ می‌باشد، مقاومت فشاری اعضا باید بر اساس الزامات بخش ۱۰-۲-۴ تعیین شود.

**۱۰-۲-۹-۴-۵ مقاومت خمشی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال**

مقاومت خمشی طراحی اعضا در مجاورت ناحیهٔ اتصال باید بر اساس حالت‌های حدی تسلیم خمشی، کمانش موضعی، کمانش پیچشی-جانبی و گسیختگی خمشی مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۵ تعیین شود.

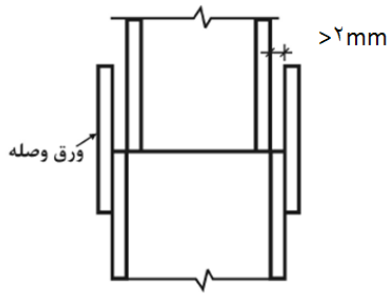
**۱۰-۲-۹-۵ ورق‌های پرکننده (لقمه‌ها)**

الزامات عمومی ورق‌های پرکننده در محل وصلهٔ اعضا به شرح زیر می‌باشد.

الف) در اتصالات جوشی، در صورتی‌که فاصلهٔ بین وجه داخلی ورق وصله و وجه خارجی قطعه با ابعاد کوچکتر، مساوی یا کمتر از ۲ میلی‌متر باشد، نیازی به تعبیه ورق‌های پرکننده نمی‌باشد.

ب) در اتصالات جوشی، ورق‌های پرکننده‌ای که ضخامت آن‌ها کمتر از ۶ میلی‌متر می‌باشد یا ورق‌های پرکننده‌ای با ضخامت مساوی یا بزرگتر از ۶ میلی‌متر که توانایی انتقال نیروی ورق وصله را به ستون فوقانی ندارند، لبه‌هایشان باید همباد لبه‌های ورق وصله تمام شود و اندازهٔ جوش باید مساوی مجموع اندازهٔ جوش لازم جهت انتقال نیروی وصله به اضافه ضخامت ورق پرکننده در نظر گرفته شود.

پ) در اتصالات جوشی، ورق‌های پرکننده‌ای که ضخامت آن بیش از ۶ میلی‌متر بوده و توانایی لازم جهت انتقال نیروی وصله را دارند، باید از لبه‌های ورق وصله به اندازهٔ کافی ادامه یابند و به قطعه‌ای که روی آن قرار می‌گیرند، جوش شوند. جوش ورق‌های پرکننده به قطعه‌ای که روی آن قرار می‌گیرند، باید برای انتقال نیروهای ورق وصله کافی باشد. همچنین، ضخامت جوش‌هایی که ورق وصله را به ورق پرکننده متصل می‌کنند، باید متناسب با ضخامت ورق پرکننده بوده و برای انتقال نیروهای ورق وصله کافی باشد.




**شکل۱۰-۲-۹-۱۲ نیاز به ورق پرکننده در اتصالات جوشی**

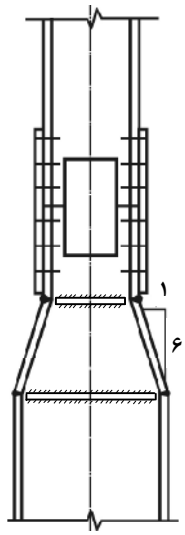
ت) در اتصالات پیچی، ورق‌های پرکننده‌ای که ضخامت آنها مساوی یا کمتر از ۶ میلی‌متر می‌باشد، لبه‌هایشان باید همباد لبه‌های ورق وصله تمام شود. در اینگونه موارد هیچ‌گونه کاهشی بر روی مقاومت برشی طراحی پیچ‌ها اعمال نمی‌شود. ورق‌های پرکننده‌ای که ضخامت آنها بیشتر از ۶ میلی‌متر می‌باشد، باید یکی از الزامات زیر در مورد آنها به کار گرفته شود.

۱- لبه‌های ورق‌های پرکننده همباد با لبه‌های ورق وصله تمام شود و مقاومت برشی طراحی پیچ‌ها در ضریب کاهش ۰/۸۵ ≥ [ ۰/۰۱۵۴(t-۶) - ۱ ] ضرب شود. که در آن t ضخامت کل ورق‌های پرکننده به میلی‌متر است.

۲- لبه‌های ورق‌های پرکننده از لبه‌های ورق وصله به اندازهٔ کافی ادامه یافته و به منظور توزیع یکنواخت نیروی کلی در محل وصله، با پیچ‌های کافی به قطعه‌ای که روی آن قرار می‌گیرند، پیچ شوند. در این حالت، اندازهٔ محل اتصال باید به منظور سازگاری با تعداد کل پیچ‌ها افزایش یابد.

۳- لبه‌های ورق‌های پرکننده همباد با لبه‌های ورق وصله تمام شود و طراحی وصله به صورت اصطکاکی صورت گیرد.

**تبصره:** توصیه می‌شود همانند شکل ۱۰-۲-۹-۱۳ ستون‌ها قبل از محل درز، هم اندازه شوند، به طوری که در هنگام نصب نیازی به تعبیهٔ ورق‌های پرکننده نباشد.




**شکل ۱۰-۲-۹-۱۳ جزئیات وصله در محل تغییر قابل ملاحظهٔ ابعاد ستون**

### ۱۰-۲-۹-۶ وصله‌ها

وصلهٔ اعضا باید الزامات زیر را تأمین کنند.

۱- درصورت استفاده از وصلهٔ مستقیم، وصله باید با جوش نفوذی کامل صورت گیرد.

۲- برای انواع دیگر وصله‌ها، مقاومت مورد نیاز وصله باید حداقل برابر نیروهای داخلی حاصل از ترکیبات مختلف بارگذاری در محل وصله در نظر گرفته شود.

### ۱۰-۲-۹-۷ مقاومت اتکایی سطوح متکی به هم

مقاومت اتکایی طراحی سطوح متکی به هم مساوی $\phi R_n$ می‌باشد، که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۷۵ و $R_n$ مقاومت اتکایی اسمی سطوح متکی به هم می‌باشد که براساس حالت حدی اتکایی (تسلیم فشاری موضعی) به شرح زیر تعیین می‌گردد.

**الف)** برای سطوح صاف و آماده شده، جدار سوراخ‌های تنظیم شده برای پین و انتهای سخت کننده‌های کاملاً جفت شده:

$$R_n = ۱/۸F_yA_{pb} \qquad (۱۰-۲-۹-۱۸)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$A_{pb}$ = سطح تصویر اتکا

**ب)** برای کفشک‌های تکیه‌گاهی:

۱- برای $d \leq ۶۳۵$ mm

$$R_n = ۱/۲(F_y-۹۰)\, l_b\, d/۲۰ \qquad (۱۹-۹-۲-۱۰)$$

۲- برای $d > ۶۳۵$ mm

$$R_n = ۳۰/۲(F_y-۹۰)\, l_b.\sqrt{d}\, /۲۰ \qquad (۲۰-۹-۲-۱۰)$$

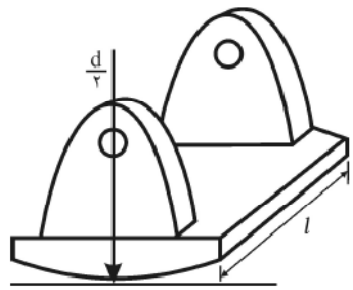
در روابط فوق:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد بر حسب مگاپاسکال

$d$ = قطر کفشک بر حسب میلی‌متر

$l_b$ = طول اتکا بر حسب میلی‌متر

$R_n$ = مقاومت اتکایی اسمی بر حسب نیوتن




**شکل ۱۰-۲-۹-۱۴ کفشک‌های تکیه‌گاهی**

### ۱۰-۲-۹-۸ کف‌ستون‌ها و فشار مستقیم بر بتن و مصالح بنایی

مقاومت اتکایی طراحی برای مصالح مختلف تکیه‌گاهی مساوی $\phi_c P_p$ می‌باشد که در آن $\phi_c$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۶۵ و $P_p$ مقاومت اتکایی است که براساس حالت حدی خردشدگی مصالح تکیه‌گاهی به شرح زیر تعیین می‌گردد.

**الف)** فشار مستقیم بر روی تکیه‌گاه مصالح بنایی یا سنگ‌آهکی یا ماسه‌سنگ متراکم و ماسه‌سیمان:

$$P_p = F_p A_p \qquad (۱۰-۹-۲-۲۰)$$

که در آن:

$A_p$ = سطح اتکا در تماس با تکیه گاه بر حسب میلی‌متر مربع

$F_p$ = تنش اتکایی اسمی و مساوی ۶ مگاپاسکال

**ب)** فشار مستقیم بر روی تکیه‌گاه مصالح بنایی با آجر فشاری و ملات ماسه‌سیمان:

$$P_p = F_p A_p \qquad (۱۰-۹-۲-۲۱)$$

که در آن:

$A_p$ = سطح اتکا در تماس با تکیه گاه بر حسب میلی‌متر مربع

$F_p$ = تنش اتکایی اسمی و مساوی ۴ مگاپاسکال

**پ)** فشار مستقیم بر روی تکیه گاه بتنی:

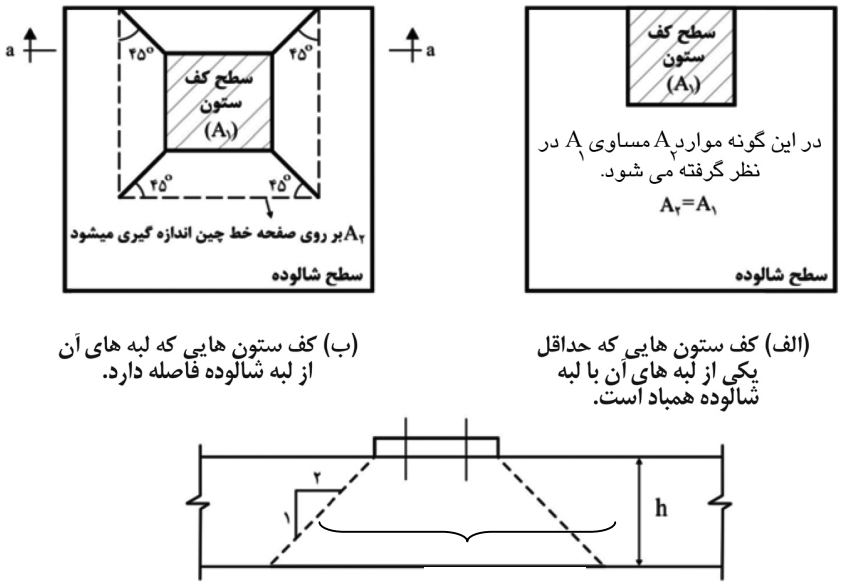
$$P_p = ۰/۸۵ f_c A_۱ \sqrt{\frac{A_۲}{A_۱}} \leq ۱/۷ f_c A_۱ \qquad (۱۰-۹-۲-۲۲)$$

که در آن:

$f_c$= مقاومت مشخصهٔ فشاری بتن بر روی نمونهٔ استوانه‌ای استاندارد.

$A_۱$= سطح ورق کف‌ستون در تماس با شالوده

$A_۲$= حداکثر سطحی از شالوده هم‌مرکز و متشابه با ورق کف‌ستون که در پلان و عمق شالوده مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۱۵ محدود می‌شود.




**شکل ۱۰-۲-۹-۱۵ سطح اتکا در تماس با شالوده بتنی**

### ۱۰-۲-۹-۹ میل مهارها و اقلام مدفون

**الف) میل‌مهارها**

میل‌مهارها باید طوری طراحی و محاسبه شوند که در تمام ترکیبات بارگذاری وارد بر سازه، از نظر کشش، برش و اثرات توأم آنها، جوابگو باشند. الزامات میل‌مهارها باید بر طبق ضوابط قطعه‌های دندانه‌شده تعیین شود. در مواردی‌که میل‌مهارهای کف‌ستون‌ها از آرماتورهای آجدار ساخته می‌شوند، در تعیین مقاومت‌ها، سطح مقطع اسمی ناحیهٔ رزوه شده (که پس از برداشتن دندانه‌های برجسته اندازه‌گیری شده و کوچکتر از قطر اسمی آرماتور می‌باشد) ملاک محاسبه خواهد بود. درصورتی که از واشرهای مناسب در محل سوراخ، جهت ایجاد تکیه‌گاه کافی برای مهره استفاده شود، سوراخ‌های بزرگ‌شده و سوراخ‌های لوبیایی برای استفاده در کف‌ستون مجاز هستند.

**ب) اقلام مدفون**

سازهٔ بتنی باید طوری طراحی شود که به طور ایمن نیروهای حاصل از اقلام مدفون را با ضریب اطمینان کافی تحمل نماید؛ به نحوی که اطمینان حاصل گردد که مقاومت اقلام مدفون در اثر گسیختگی موضعی یا عمومی سازهٔ بتنی کاهش پیدا نکند. مقاومت طراحی عناصر فولادی اقلام مدفون باید مطابق ضوابط این مبحث تعیین شود. ارجح است انتقال نیروهای برشی توسط اقلام مدفون به بتن از طریق مفهوم برش- اصطکاک صورت پذیرد، که در این خصوص الزامات مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان تعیین‌کننده خواهد بود.

### ۱۰-۲-۹-۱۰ الزامات ویژهٔ بال‌ها و جان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز

الزامات این بند مربوط است به بررسی جان و بال (یا بال‌های) مقاطع اعضایی که به یک یا هر دو بال آنها نیروهای متمرکز در امتداد عمود بر صفحهٔ بال و به طور متقارن نسبت به جان اثر می‌کند. نیروهای متمرکز می‌توانند به صورت تک یا زوج نیرو باشند. نیروی متمرکز تکی به صورت فشاری یا کششی، و زوج نیرو یکی کششی و دیگری فشاری بوده و ایجاد لنگر در عضو می‌نماید.

بال (یا بال‌ها) و جان اعضایی که تحت اثر بار متمرکز بر بال قرار می‌گیرند، باید دارای مقاومت طراحی کافی جهت اقناع معیارهای زیر باشند.

۱- خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۱)

۲- تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۲)

۳- لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۳)

۴- کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۴)

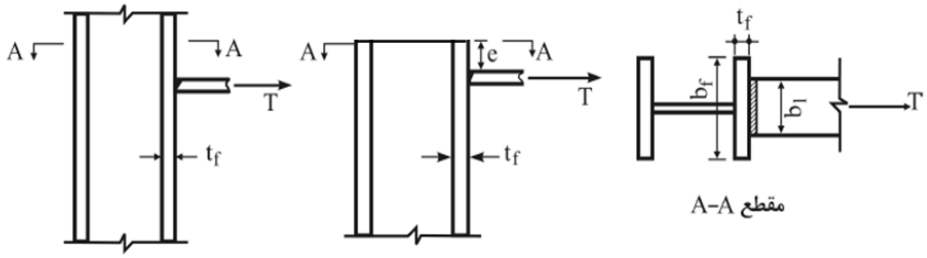
۵- کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز متقابل فشاری، که به هر دو بال عضو اثر می‌کند (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۵)

۶- برش در چشمهٔ اتصال (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۶)

علاوه بر معیارهای فوق، رعایت مقررات تکمیلی برای سخت‌کننده‌ها در مقابل نیروهای متمرکز (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷)، مقررات تکمیلی برای ورق‌های تقویتی جان (ورق مضاعف) در مقابل نیروهای متمرکز (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۸) و الزامات پایداری ورق‌های چشمهٔ اتصال (مطابق بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۹) الزامی است.

**۱۰-۲-۹-۱۰-۱ خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی**

الزامات این بند برای هر دو حالت نیروی کششی متمرکز تکی و مولفهٔ کششی زوج نیروی متمرکز کاربرد دارد (شکل ۱۰-۲-۹-۱۶).




**شکل ۱۰-۲-۹-۱۶ خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی**

مقاومت طراحی خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $R_n$ مقاومت اسمی طبق رابطهٔ زیر می‌باشد.

$$R_n = ۶/۲۵\ F_{yf} t_f^{۲} \qquad (۱۰-۲-۹-۲۳)$$

که در آن:

$t_f$= ضخامت بال تحت نیروی کششی

$F_{yf}$= تنش تسلیم بال

$R_n$ = مقاومت اسمی با اعمال محدودیت‌های زیر:

۱- در صورتی‌که طول بارگذاری شده در امتداد پهنای بال($b_1$)، کوچکتر از $۰/۱۵b_f$ باشد، بررسی رابطه ۱۰-۲-۹-۲۳ الزامی نیست.

۲- در صورتی‌که نیروی کششی در فاصله‌ای کمتر از $۱۰t_f$ از انتهای عضو اثر نماید ($e < ۱۰t_f$)، مقدار $R_n$ حاصل از رابطهٔ ۱۰-۲-۹-۲۳ باید ۵۰ درصد کاهش یابد.

**تبصره:** در صورتی‌که مقاومت مورد نیاز ($T_u$) از مقاومت طراحی ($\phi R_n$) بیشتر باشد، تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت موردنیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری می‌باشد. سخت‌کننده‌های موردنیاز باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.

**۱۰-۲-۹-۱۰-۲ تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری**

الزامات این بند برای نیروی کششی متمرکز تکی، نیروی فشاری متمرکز تکی و هر دو مولفهٔ فشاری و کششی زوج نیروی متمرکز کاربرد دارد (شکل ۱۰-۲-۹-۱۷).

مقاومت طراحی تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت مساوی ۱ و $R_n$ مقاومت اسمی می‌باشد که براساس حالت حدی تسلیم موضعی جان به شرح زیر تعیین می‌شود.

۱- در حالتی‌که بار متمرکز، در فاصله‌ای بزرگتر از $d$ از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n=F_{yw}t_w(5k+l_b) \qquad (۲۴-۹-۲-۱۰)$$

۲- در حالتی‌که بار متمرکز، در فاصله‌ای مساوی یا کوچکتر از $d$ از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n=F_{yw}t_w(2/5k+ l_b) \qquad (۲۵-۹-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$F_{yw}$ = تنش تسلیم فولاد جان

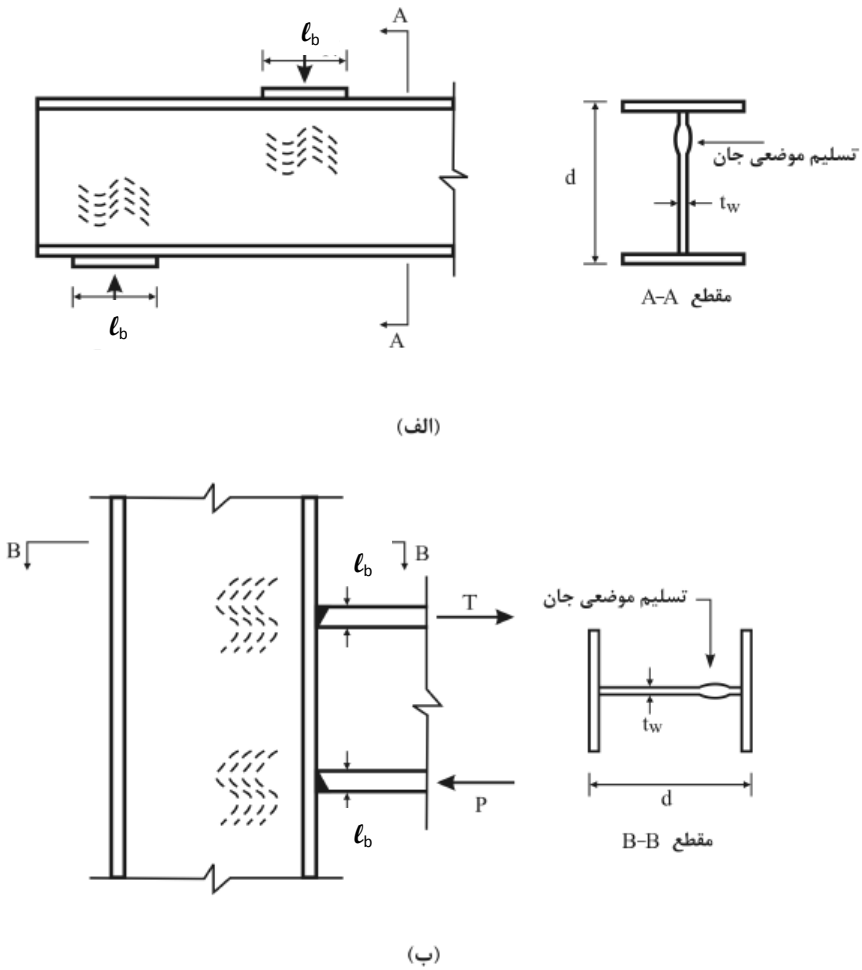
$t_w$= ضخامت جان

$d$ = ارتفاع کلی مقطع تیر

$k$= فاصله از وجه بیرونی بال تا انتهای دو ماهیچهٔ جان و بال در مقاطع نوردشده و فاصله از وجه بیرونی بال تا انتهای جوش گوشه اتصال بال و جان در مقاطع ساخته‌شده از ورق.

$l_b$ = طول اتکای بار متمرکز (برای عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی مقدار $l_b$ نباید کمتر از $k$ در نظرگرفته شود)

**تبصره:** درصورتی‌که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت موردنیاز و مقاومت موجود در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت‌کننده‌های تعبیه شده باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.




**شکل ۱۰-۲-۹-۱۷ تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری**

**۱۰-۲-۹-۱۰-۳ لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری**

الزامات این بند برای نیروی فشاری متمرکز تکی و مولفهٔ فشاری زوج نیروی متمرکز کاربرد دارد (شکل ۱۰-۲-۹-۱۸).

مقاومت طراحی لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت مساوی ۰/۷۵ و $R_n$ مقاومت اسمی می‌باشد که بر اساس حالت حدی لهیدگی موضعی جان به شرح زیر تعیین می‌شود.

۱- در حالتی‌که بار متمرکز، در فاصله‌ای مساوی یا بزرگتر از d/۲ از انتهای عضو وارد می‌شود:

$$R_n = ۰/۸۰ t_w^۲ \left[۱ + ۳\left(\frac{l_b}{d}\right)\left(\frac{tw}{tf}\right)^{۱/۵}\right]\sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \qquad (۲۶-۹-۲-۱۰)$$

۲- در حالتی که بار متمرکز، در فاصله‌ای کوچکتر از d/۲ از انتهای عضو وارد می‌شود:

- در صورتی که $l_b/d \leq ۰/۲$. باشد:

$$Rn = ۰/۴۰ t_w^۲ \left[۱ + ۳\left(\frac{l_b}{d}\right)\left(\frac{tw}{tf}\right)^{۱/۵}\right]\sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \qquad (۲۷-۹-۲-۱۰)$$

- در صورتی که $l_b/d > ۰/۲$ باشد:

$$R_n = ۰/۴۰ t_w^۲ \left[۱ + \left(\frac{۴l_b}{d} - ۰/۲\right)\left(\frac{t_w}{t_f}\right)^{۱/۵}\right]\sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \qquad (۲۸-۹-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$d$= ارتفاع کلی مقطع

$t_w$ = ضخامت جان

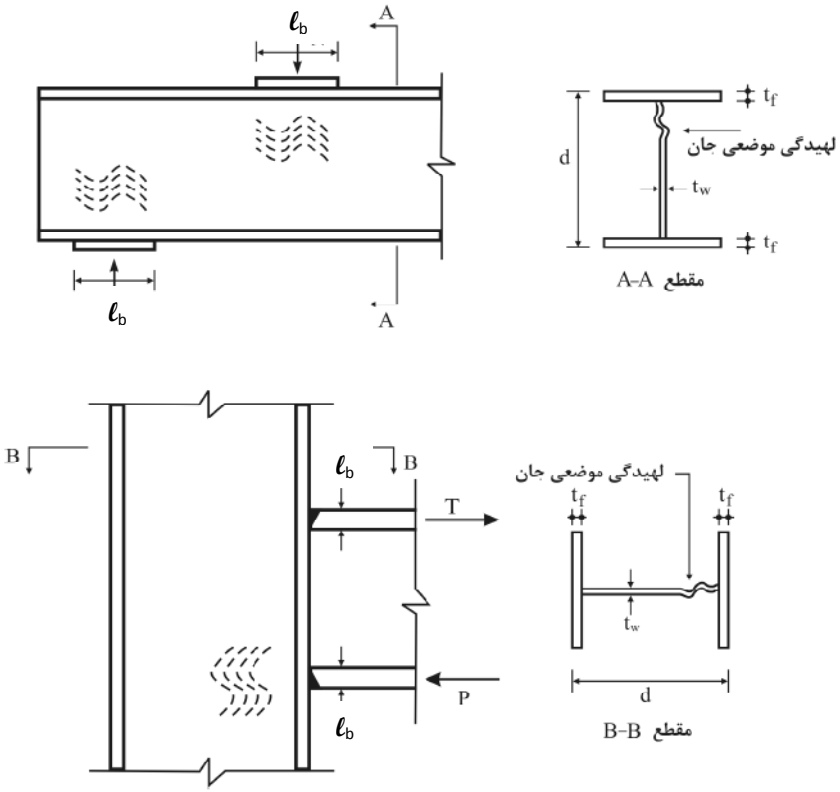
$t_f$ = ضخامت بال تحت بار

$l_b$ = طول اتکایی بار متمرکز (برای عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی مقدار $l_b$ نباید کمتر از k در نظر گرفته شود)

$F_{yw}$= تنش تسلیم فولاد جان

$E$ = مدول الاستیسیته فولاد

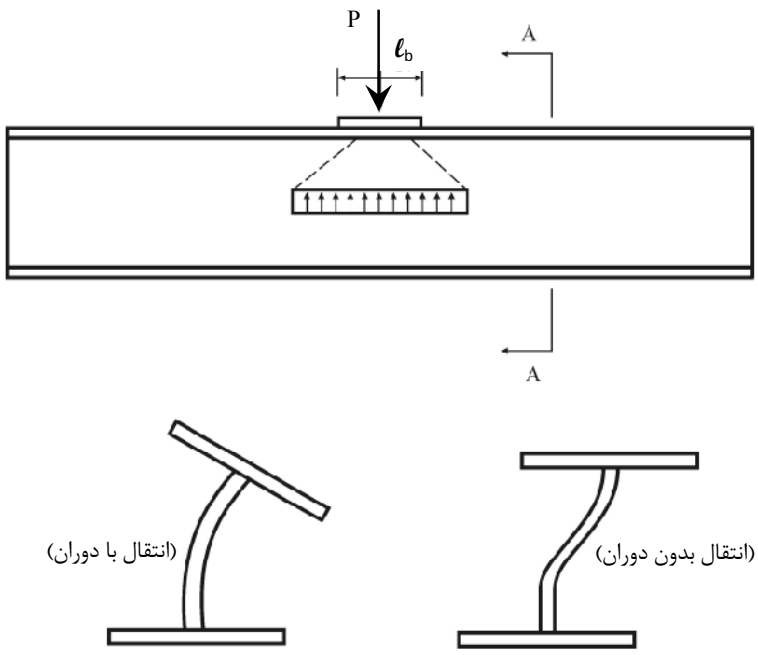
**تبصره:** در صورتی‌که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی برابر با اختلاف مقاومت موردنیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت‌کننده‌های تعبیه شده باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.




**شکل ۱۰-۲-۹-۱۸ لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری**

### ۱۰-۲-۹-۱۰-۴ کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری

الزامات این بند مربوط است به حالتی‌که یک نیروی فشاری متمرکز تکی، به عضوی اعمال می‌شود که از حرکت جانبی بین بال فشاری تحت بار و بال کششی، در محل تأثیر نیروی متمرکز توسط مهار جانبی جلوگیری نشده است (شکل ۱۰-۲-۹-۱۹).




**(الف) حالتی‌که بال فشاری در مقابل دوران زاویه‌ای نگهداری شده است (مقطع A-A).**

**(ب) حالتی‌که بال فشاری در مقابل دوران زاویه‌ای نگهداری نشده است (مقطع A-A).**

**شکل ۱۰-۲-۹-۱۹ کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری**

مقاومت طراحی کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت مساوی ۰/۸۵ و $R_n$ مقاومت اسمی است که براساس حالت حدی کمانش جانبی جان به شرح زیر تعیین می‌گردد.

۱- اگر بال فشاری (بال بارگذاری‌شده) در مقابل دوران زاویه‌ای نگهداری شده باشد (شکل ۱۰-۲-۹-۱۹-الف):

- در صورتی‌که $(h/t_w) / (L_b/b_f) \leq ۲/۳$ باشد:

$$R_n=\frac{C_r t_w^3 t_f}{h^2}\left[۱+۰/۴\left(\frac{h/t_w}{L_b/b_f}\right)^3\right] \qquad (۱۰-۲-۹-۲۷)$$

- در صورتی که $(h/t_w) / (L_b/b_f) > ۲/۳$ باشد، لزومی به کنترل کمانش جانبی جان نیست.

**تبصره:** در صورتی‌که مقاومت موردنیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، باید بال کششی را مهار نمود و یا از یک جفت سخت‌کننده در زیر بار متمرکز، یا از ورق تقویتی جان (ورق مضاعف) استفاده نمود. درصورت استفاده از ورق تقویتی جان رعایت الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۸ و درصورت استفاده از سخت‌کننده در زیر بار متمرکز رعایت الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ ضروری است.

۲- اگر بال فشاری (بال بارگذاری شده) در مقابل دوران زاویه‌ای نگهداری نشده باشد (شکل ۱۰-۲-۹-۱۹- ب):

- درصورتی‌که $(h/t_w) / (L_b/b_f) \leq ۱/۷$ باشد:

$$R_n=\frac{C_r t_w^۳ t_f}{h^۲}\left[۰/۴\left(\frac{h/t_w}{L_{b/}b_f}\right)^۳\right] \qquad (۲۸-۹-۲-۱۰)$$

- در صورتی‌که $(h/t_w) / (L_b/b_f) > ۱/۷$ باشد، لزومی به کنترل کمانش جانبی جان نیست.

**تبصره:** در صورتی‌که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیهٔ مهار جانبی برای هر دو بال فشاری و کششی در محل اثر بار متمرکز ضروری است.

در روابط فوق:

$b_f$= پهنای بال

$t_f$.= ضخامت بال

$t_w$= ضخامت جان

$L_b$= بزرگترین طول بدون مهار جانبی هر دو بال در محدودهٔ اعمال بار متمرکز

h= ارتفاع آزاد جان (فاصله بین انتهای دو ماهیچهٔ جان و بال در روی جان در مقاطع نوردشده و فاصلهٔ بین دو بال در مقاطع ساخته‌شده از ورق)

$C_r$= ضریبی است که به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

- اگر در محل اعمال بار متمرکز $M_u < M_y$ باشد:

$$c_r=۶/۶۲\times۱۰^۶ \text{ MPa} \qquad (۲۹-۹-۲-۱۰)$$

- اگر در محل اعمال بار متمرکز $M_u \geq M_y$ . باشد:

$C_r$=۳/۳۱ ×۱۰$^{۶}$ MPa (۳۰-۹-۲-۱۰)

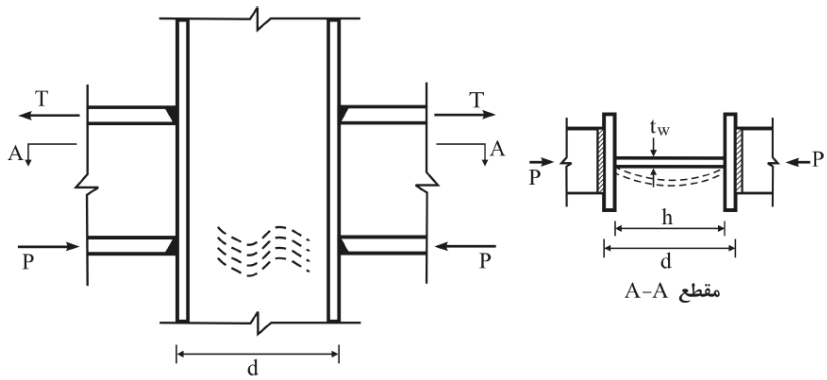
که در آن:

$M_u$= مقاومت خمشی مورد نیاز

$M_y$= لنگر خمشی تسلیم

**۱۰-۲-۹-۱۰-۵ کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز فشاری**

الزامات این بند مربوط است به حالتی‌که یک جفت نیروی فشاری تنها یا یک جفت مولفهٔ فشاری زوج نیرو در یک مقطع در جهت مخالف به بال‌های مقابل عضو اعمال می‌شوند (شکل ۱۰-۲-۹-۲۰).




**شکل ۱۰-۲-۹-۲۰ کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز فشاری**

مقاومت طراحی کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز فشاری مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $R_n$ مقاومت اسمی است که بر اساس حالت حدی کمانش موضعی جان از رابطهٔ زیر تعیین می‌گردد.

$$R_n = \frac{۲۴ t_w^۳ \sqrt{E F_{yw}}}{h} \qquad (۳۱-۹-۲-۱۰)$$

که در آن:

$t_w$ = ضخامت جان

h= ارتفاع آزاد جان (فاصله بین انتهای دو ماهیچهٔ جان و بال در روی جان در مقاطع نوردشده و فاصلهٔ بین دو بال در مقاطع ساخته‌شده از ورق)

$F_{yw}$ = تنش تسلیم فولاد جان

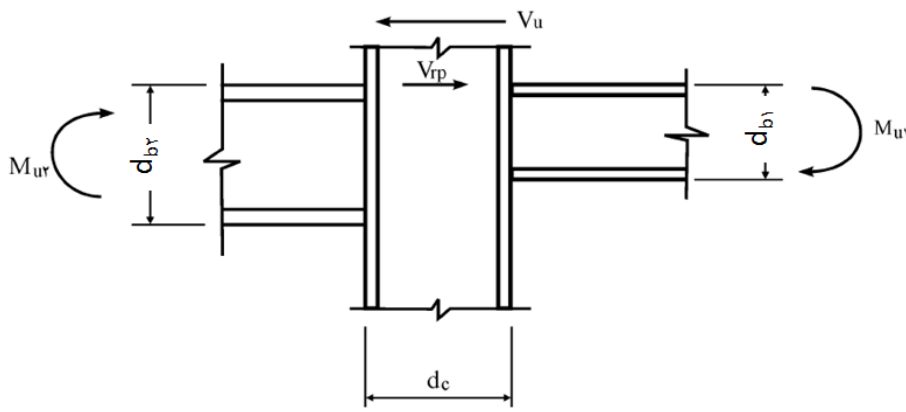
$E$ = مدول الاستیسیته فولاد

**تبصره۱:** در صورتی‌که جفت نیروی فشاری در فاصله‌ای کمتر از $d/2$ از انتهای عضو اثر نماید، مقدار $R_n$ حاصل از رابطهٔ ۱۰-۲-۹-۳۱ باید ۵۰ درصد کاهش یابد.

**تبصره۲**: در صورتی‌که مقاومت مورد نیاز از مقاومت طراحی بیشتر باشد، تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز ضروری است. سخت‌کننده‌های مورد نیاز باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ را تأمین نمایند.

### ۱۰-۲-۹-۱۰-۶ برش در چشمهٔ اتصال

الزامات این بند مربوط است به حالتی‌که یک زوج نیروی متمرکز در یک یا هر دو بال عضو اثر می‌کند (شکل ۱۰-۲-۹-۲۱).




**شکل ۱۰-۲-۹-۲۱ برش در چشمه اتصال**

مقاومت برشی طراحی در چشمهٔ اتصال مساوی $\phi R_n$ می‌باشد که در آن $\phi$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $R_n$ مقاومت اسمی است که بر اساس حالت حدی تسلیم برشی به شرح زیر تعیین می‌گردد.

۱. در حالتی‌که تأثیر تغییرشکل چشمهٔ اتصال در تحلیل سازه منظور نشود:

- برای حالتی‌که $P_u \leq$ ۰/۴$P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶F_y d_c t_w \qquad (۳۲-۹-۲-۱۰)$$

- برای حالتی‌که $P_u >$ ۰/۴$P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶F_y d_c t_w (۱/۴ - \frac{P_u}{P_c}) \qquad (۳۳-۹-۲-۱۰)$$

۲. در حالتی‌که تأثیر تغییرشکل چشمه اتصال در تحلیل سازه منظور شود:

- برای حالتی که $P_u \leq$ ۰/۷۵$P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶F_y d_c t_w (۱ + \frac{۳b_{cf}t_{cf}^۲}{d_b d_c t_w}) \qquad (۳۴-۹-۲-۱۰)$$

- برای حالتی‌که $P_u >$ ۰/۷۵$P_c$ باشد:

$$R_n = ۰/۶ F_y d_c t_w (۱ + \frac{۳b_{cf}t_{cf}^۲}{d_b d_c t_w}) (۱/۹ - \frac{۱/۲P_u}{P_c}) \qquad (۳۵-۹-۲-۱۰)$$

در روابط فوق:

$b_{cf}$ = پهنای بال ستون

$t_{cf}$ = ضخامت بال ستون

$d_c$ = ارتفاع کلی مقطع ستون

$d_b$ = ارتفاع کلی مقطع تیر

$t_w$ = ضخامت جان مقطع ستون

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد

$P_u$ = مقاومت محوری مورد نیاز ستون

($P_c = P_y = A_g F_y$) = مقاومت محوری تسلیم

$A_g$ = سطح مقطع کلی مقطع ستون

**تبصره۱**: مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۲۱، مقاومت برشی مورد نیاز در چشمهٔ اتصال، $V_{up}$، از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$V_{up}=\frac{M_{u1}}{d_{b1}}+\frac{M_{u2}}{d_{b2}}-V_u \qquad (۱۰-۲-۹-۳۶)$$

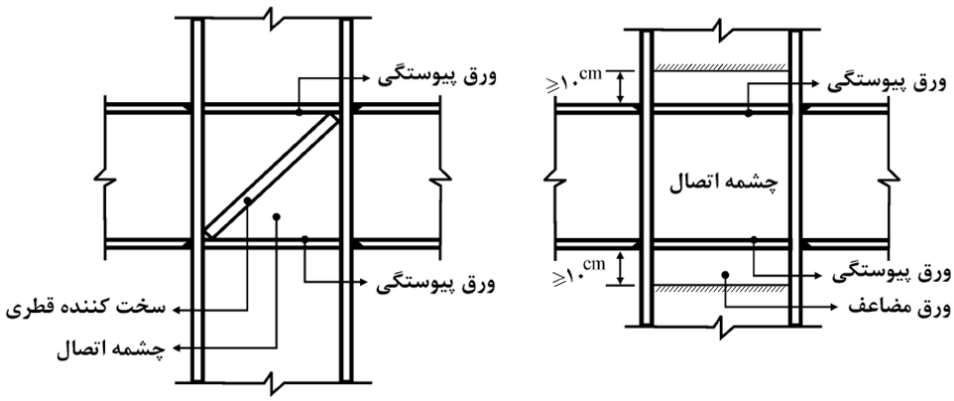
که در آن:

$M_{u1}$ و $M_{u2}$ = به ترتیب لنگرهای خمشی انتهایی تیرهای سمت چپ و راست چشمهٔ اتصال است.

$V_u$ = نیروی برشی ستون در بالای چشمهٔ اتصال

$d_{b1}$ و $d_{b2}$ = به ترتیب ارتفاع‌های کل مقاطع تیرهای سمت چپ و راست چشمهٔ اتصال است.

**تبصره۲**: در صورتی‌که مقاومت برشی مورد نیاز چشمهٔ اتصال از مقاومت برشی طراحی بیشتر باشد، تعبیهٔ ورق تقویتی جان (ورق مضاعف) یا یک جفت سخت‌کنندهٔ قطری دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محدودهٔ چشمهٔ اتصال ضروری است. ورق‌های مضاعف باید الزامات بند ۱۰-۲-۹-۱۰-۸ را تأمین نمایند.




**شکل ۱۰-۲-۹-۲۲ سخت‌کننده‌های قطری و ورق‌های مضاعف در چشمهٔ اتصال**

### ۱۰-۲-۹-۱۰-۷ مقررات تکمیلی برای سخت‌کننده‌ها در مقابل نیروهای متمرکز و در انتهای آزاد تیرها و شاه‌تیرها

۱. در انتهای آزاد تیرها و شاه‌تیرهایی که در مقابل دوران در حول محور طولی نگهداری نشده است، باید یک جفت سخت‌کننده عرضی که در تمام ارتفاع جان ادامه دارد، تعبیه گردد.

۲. در صورتی‌که مطابق بندهای ۱۰-۲-۹-۱۰-۱ و ۱۰-۲-۹-۱۰-۲ نیاز به سخت‌کننده در مقابل نیروی متمرکز کششی باشد، لازم است یک جفت سخت‌کننده در مقابل نیروی متمرکز تعبیه شود. سخت‌کننده‌ها باید دارای مقاومت کششی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل‌های بارهای متمرکز مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۳ باشد. جوش سخت‌کننده‌ها به بال‌های فشاری و کششی باید دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۳ باشد.
جوش سخت‌کننده‌ها به جان باید دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف جبری نیروهای کششی دو انتهای سخت‌کننده باشد.

۳. در صورتی‌که مطابق بندهای ۱۰-۲-۹-۱۰-۳ تا ۱۰-۲-۹-۱۰-۶ نیاز به سخت‌کننده در مقابل نیروی متمرکز فشاری باشد، لازم است یک جفت سخت‌کننده در مقابل نیروی فشاری متمرکز تعبیه شود. این سخت‌کننده‌ها باید به صورت یک ستون فرضی با بار محوری فشاری طراحی شوند. ارتفاع مؤثر ستون فرضی برابر $0/75h$ ($h$ ارتفاع آزاد جان در فاصلهٔ بین دو بال است) در نظر گرفته می‌شود. مقطع ستون فرضی عبارت است از مقطع جفت سخت‌کننده به اضافه نواری از جان که پهنای آن برای سخت‌کننده‌های میانی برابر $25t_w$ و برای سخت‌کننده‌های انتهایی برابر $12t_w$ در نظر گرفته می‌شود ($t_w$ ضخامت جان است). جوش سخت‌کننده‌ها به بال (یا بال‌ها) باید دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محل بارهای متمرکز باشد. جوش سخت‌کننده‌ها به جان باید دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف جبری نیروهای فشاری دو انتهای سخت‌کننده باشد.

۴. سخت‌کننده‌های عرضی و قطری باید ضوابط تکمیلی زیر را نیز برآورده نمایند.

- پهنای هر سخت‌کننده به اضافه نصف ضخامت جان ستون نباید از یک سوم پهنای بال تیر یا ورق اتصال (که بار متمرکز را وارد می‌کند) کمتر باشد.

- ضخامت سخت‌کننده‌ها نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ورق اتصال (که بار متمرکز را وارد می‌کند) کمتر باشد. همچنین ضخامت سخت‌کننده‌ها نباید از پهنای هر سخت‌کننده تقسیم بر ۱۶ کمتر باشد.
- ارتفاع ورق سخت کننده باید مساوی ارتفاع آزاد جان (فاصلهٔ بین دو بال) باشد.

**۱۰-۲-۹-۱۰-۸ مقررات تکمیلی برای ورق های تقویتی جان (ورق مضاعف) در مقابل نیروهای متمرکز**

ورق‌های تقویتی جان (ورق‌های مضاعف) باید در برابر نیروی کششی یا فشاری خود مطابق الزامات فصل‌های ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ طراحی شوند. علاوه بر آن، ورق‌های تقویتی جان (ورق‌های مضاعف) باید شرایط زیر را نیز برآورده نمایند.

۱. ضخامت ورق مضاعف و ابعاد آن باید جبران کمبود مقاومت طراحی را بنماید.
۲. جوش ورق مضاعف به جان باید برای انتقال نیروی سهم ورق مضاعف کافی باشد.

**۱۰-۲-۹-۱۰-۹ پایداری ورق‌های چشمهٔ اتصال**

ضخامت هر یک از ورق‌های واقع در چشمهٔ اتصال، شامل جان (یا جان‌های) ستون و ورق‌های تقویتی چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف) باید رابطهٔ زیر را برآورده نمایند.

$$t_z \geq \frac{(d_z + w_z)}{۹۰} \qquad (۱۰\text{-}۲\text{-}۹\text{-}۳۷)$$

که در آن:

$t_z$ = ضخامت جان (یا هر یک از جان‌های) ستون یا هر یک از ورق‌های تقویتی چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف)

$d_z$ = عمق چشمهٔ اتصال که فاصلهٔ آزاد بین ورق‌های پیوستگی می‌باشد.

$w_z$ = پهنای چشمهٔ اتصال که فاصلهٔ آزاد بین بال‌های ستون می‌باشد.

**تبصره:** در صورتی‌که ورق‌های تقویت چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف)، با جوش انگشتانهٔ کافی به جان ستون متصل شده باشند، مجموع ضخامت جان ستون و ورق‌های تقویت چشمهٔ اتصال به عنوان $t_z$ منظور می‌گردد.

## ۱۰-۲-۱۰ الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری در تحلیل و طراحی

الزامات این بخش به عواملی که از نظر شرایط بهره‌برداری در طرح و محاسبه مطرح هستند و در بخش‌های دیگر این بخش به آنها پرداخته نشده است، مربوط می‌شود. شرایط بهره‌برداری عبارت است از شرایطی که در آن مجموعهٔ سازه، شامل اعضا و اتصالات آن ضمن انجام نقش اصلی خود (مقاومت در برابر بارهای خارجی)، قابلیت نگهداری، حفظ ظاهر، دوام و آسایش ساکنین را تامین می‌کند.

مجموعهٔ سازه شامل اعضا و اتصالات آنها، باید از نظر قابلیت بهره‌برداری مورد کنترل و طراحی قرار گیرند. در تحلیل و طراحی براساس حالت‌های حدی بهره‌برداری باید ضرایب ایمنی جزئی مقاومت ($\phi$) و نیز مطابق ترکیبات بارگذاری ارائه شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان ضرایب ایمنی جزئی بارها، برابر واحد درنظر گرفته شود.

مقررات این بخش تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۲-۱۰-۱ ملاحظات پیش‌خیز
- ۱۰-۲-۱۰-۲ تغییرشکل‌ها
- ۱۰-۲-۱۰-۳ تغییرمکان‌های جانبی
- ۱۰-۲-۱۰-۴ ارتعاش (لرزش)
- ۱۰-۲-۱۰-۵ ملاحظات آثار ناشی از حرکت باد
- ۱۰-۲-۱۰-۶ انبساط و انقباض
- ۱۰-۲-۱۰-۷ لغزش اتصالات

### ۱۰-۲-۱۰-۱ ملاحظات پیش‌خیز

اگر برای بعضی از اعضای خمشی، پیش‌خیز به خصوصی لازم است تا در هنگام بارگذاری به شکل مورد نیاز و در ارتباط با اعضای دیگر درآیند، باید اندازه، جهت و موقعیت پیش‌خیز در مدارک طرح و محاسبه و نیز در نقشه‌های سازه‌ای به روشنی مشخص شود.

در خرپاهای با دهانه بیش از ۱۲ متر، لازم است به اندازه تغییرشکل بار مرده، پیش خیز داده شود. در شاه‌تیرهای مربوط به جراثقال با دهانهٔ بزرگتر از ۱۲ متر باید پیش‌خیزی در حدود تغییرشکل ناشی از بار مرده به اضافه $\frac{۱}{۲}$ بار زنده، پیش‌بینی شود.

تیرها و خرپاهایی که خیز معینی برای آنها قید نشده باشد، باید در کارخانه طوری ساخته شوند که به هرحال پس از نصب، تغییرشکل روبه بالا (پیش خیز) داشته باشند.

### ۱۰-۲-۱۰-۲ تغییرشکل‌ها

تیرها و شاه‌تیرهایی که کف‌ها و سقف‌های ساختمانی را تحمل می‌کنند باید با توجهی خاص به تغییرمکان آنها در اثر ترکیبات بارگذاری متناسب با ضوابط سرویس‌دهی، طرح و محاسبه شوند. به هر حال تغییرشکل اعضای سازه‌ای تحت ترکیبات بارگذاری نظیر شرایط بهره‌برداری، باید به اندازه‌ای باشد که به سرویس‌دهی سازه لطمه‌ای وارد نشود.

تیرها و شاه‌تیرهایی که سقف‌های نازک‌کاری شده را تحمل می‌کنند، باید طوری محاسبه و طراحی شوند که تغییرشکل حداکثر ناشی از بار مرده و زنده از $\frac{۱}{۲۴۰}$ طول دهانه و تغییرشکل حداکثر ناشی از بار زنده از $\frac{۱}{۳۶۰}$ طول دهانه بیشتر نشود.

در صورتی‌که در تیرهای مختلط برشگیردار، درهنگام بتن ریزی دال از پایه‌های موقت در زیر تیر فولادی استفاده نشود، کنترل تغییرشکل تیر مختلط باید شامل مراحل زیر باشد.

**گام ۱.** ابتدا بار ناشی از وزن تیر فولادی، دال بتنی و بار ناشی از قالب بندی بر تیر فولادی تنها اثر داده شده و تغییرشکل تیر محاسبه می‌گردد.

**گام ۲.** سپس بار مرده اضافی (تمام بارهای مرده‌ای که بعد از گرفتن دال بتنی وراد می‌شوند نظیر وزن کف‌سازی، تیغه‌ها و موارد مشابه) و بار زنده بر مقطع مختلط اثر داده می‌شوند و تغییرشکل تیر مختلط محاسبه می‌گردد.

مجموع تغییرشکل‌های محاسبه شده درگام‌های ۱ و ۲ نباید از $\frac{۱}{۲۴۰}$ طول دهانه بیشتر شود.

همچنین، در اعضای مختلط، تغییرشکل‌های اضافی در اثر خزش و افت بتن باید به نحو موثری در محاسبهٔ تغییرشکل‌ها در نظر گرفته شود.

### ۱۰-۲-۱۰-۳ تغییرمکان‌های جانبی

تغییرمکان‌های جانبی کلی و نسبی باید به گونه‌ای باشند که تحت ترکیبات بارگذاری نظیر شرایط بهره‌برداری، یکپارچگی تیغه‌بندی‌های داخلی و پوشش‌های خارجی (نما) حفظ شود. همچنین این

تغییرمکان‌ها باید به‌گونه‌ای باشند که تحت ترکیبات بارگذاری نظیر حالت‌های حدی مقاومت، از برخورد ساختمان‌های مجاور هم جلوگیری بعمل آید. برای تأمین شرایط مذکور، تغییرمکان‌های جانبی کلی و نسبی باید محدودیت‌های قید شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان را برآورده نمایند.

### ۱۰-۲-۱۰-۴ ارتعاش (لرزش)

تیرها و شاه‌تیرهایی که سطوح بزرگ خالی از تیغه‌بندی (یا خالی از عناصر دیگری که خاصیت میراکنندگی ارتعاش را دارند) را تحمل می‌کنند، باید با توجهی خاص به لرزش و ارتعاش حاصل از بارهای جنبشی (نظیر بارهای ناشی از رفت و آمد افراد، حرکت و توقف آسانسورها، حرکت ماشین آلات و نظایر آنها) محاسبه شوند. در تیرهای مربوط به این کف‌ها، فرکانس نوسانی تیر باید به اندازه‌ای باشد که از حد احساس بشری تجاوز ننماید. برای این منظور، لازم است فرکانس دوره‌ای (f) این تیرها بزرگتر یا مساوی ۵ هرتز باشد*.

### ۱۰-۲-۱۰-۵ ملاحظات آثار ناشی از حرکت باد

به منظور آسایش ساکنین، آثار ناشی از حرکت باد باید به نحو موثری در محاسبه و طراحی سازه مورد توجه قرار گیرد.

---

* *برای محاسبه فرکانس دوره‌ای (f) به مراجع راهنمای معتبر مراجعه شود. برای محاسبه فرکانس دوره‌ای (f) تیرهای دو سر ساده تحت بار مرده یکنواخت $q_D$ می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده نمود.*

$$f = \frac{\pi}{2L^2}\sqrt{\frac{EIg}{q_D}}$$

*که در آن*

$E$ = *مدول الاستیسیته مصالح تیر بر حسب نیوتن بر متر مربع*

$I$ = *ممان اینرسی مقطع تیر برحسب* $m^4$

$g$ = *شتاب ثقل بر حسب متر بر مجذور ثانیه* ($g = 9/81\ m/s^2$)

$q_D$ = *بار مرده یکنواخت بر حسب نیوتن بر متر طول*

$L$ = *طول دهانه تیر دو سر ساده بر حسب متر*

$f$ = *فرکانس دوره‌ای تیر بر حسب هرتز*

### ۱۰-۲-۱۰-۶ انبساط و انقباض

برای تأمین شرایط بهره‌برداری مناسب، در محاسبه و طراحی سازه باید اثرات تغییرات دما به نحو موثری مورد توجه قرار گیرد. خرابی پوشش‌های نمای ساختمان می‌تواند ناشی از نفوذ آب بوده و به هوازدگی منتهی شود. در محاسبات، ضریب انبساط و انقباض حرارتی فولاد برابر $۱۲\times۱۰^{-۶}$ به ازای هر درجهٔ سلسیوس در نظر گرفته می‌شود.

### ۱۰-۲-۱۰-۷ لغزش اتصالات

در مواردی‌که اثرات لغزش اتصالات باعث تغییرشکل‌هایی می‌شود که شرایط بهره‌برداری مناسب را به مخاطره می‌اندازد، مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۹، طراحی اتصال باید بر اساس کنترل لغزش بحرانی صورت گیرد. به عبارت دیگر، طراحی اتصال باید به صورت اصطکاکی صورت گیرد.

# ۱۰-۳ الزامات طراحی لرزه‌ای

در فصل دوم این مبحث توجه به طراحی اعضا و اتصالات عمدتاً معطوف به کنترل معیارهای پایداری، سختی و مقاومت بود. در این فصل علاوه بر معیارهای مذکور معیار شکل‌پذیری مورد توجه قرار گرفته است. هدف اساسی این فصل تعیین تناسب‌بندی جزئیات اعضا و اتصالات آنها به نحوی است که سازه ساختمان ضمن حفظ ایستایی کلی خود در برابر زلزله‌های شدید، تلفات جانی را حداقل نماید. از سوی دیگر، با رعایت الزامات این فصل انتظار می‌رود سازهٔ ساختمان در برابر زلزله‌های خفیف و متوسط از لحاظ پایداری، سختی و مقاومت از خود عملکرد رضایت‌بخشی نشان دهد.

مقررات این فصل تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- ۱۰-۳-۱ هدف و دامنهٔ کاربرد
- ۱۰-۳-۲ تعاریف
- ۱۰-۳-۳ الزامات لرزه‌ای مشخصات مصالح
- ۱۰-۳-۴ الزامات لرزه‌ای کمانش موضعی
- ۱۰-۳-۵ الزامات طراحی لرزه‌ای ستون‌ها، وصلهٔ ستون‌ها، کف ستون‌ها و وصلهٔ تیرها
- ۱۰-۳-۶ الزامات لرزه‌ای مهار جانبی تیرها در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه
- ۱۰-۳-۷ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی معمولی
- ۱۰-۳-۸ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی متوسط
- ۱۰-۳-۹ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی ویژه

- ۱۰-۳-۱۰ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای معمولی
- ۱۰-۳-۱۱ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای ویژه
- ۱۰-۳-۱۲ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا
- ۱۰-۳-۱۳ اتصالات گیردار از پیش تأیید شده

## ۱۰-۳-۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

**۱۰-۳-۱-۱** الزامات فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ این مبحث، مقررات طراحی متعارف (غیرلرزه‌ای) را تحت پوشش قرار می‌دهد. بنابراین نباید انتظار داشت که بتواند بسیاری از مسائل خاص را نیز از میان محدودهٔ گسترده‌ای از مسائل مختلف سازه‌ای شامل شود. الزامات این فصل، که تحت عنوان الزامات طراحی لرزه‌ای ارائه می‌شود، به منظور بهبود رفتار لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای وضع شده است و باید در طراحی، ساخت و نصب اعضای سازه‌ای و اتصالات آنها در سیستم‌های باربر لرزه‌ای و وصلهٔ ستون‌های غیرباربر لرزه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

**۱۰-۳-۱-۲** سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای که در این فصل به آنها پرداخته می‌شود، عبارتند از:

**الف)** قاب‌های خمشی در سه رده:

- قاب‌های خمشی ویژه
- قاب‌های خمشی متوسط
- قاب‌های خمشی معمولی

**ب)** قاب‌های ساختمانی ساده توأم با مهاربندی همگرا در دو رده:

- مهاربندی همگرای ویژه
- مهاربندی همگرای معمولی

**پ)** قاب‌های ساختمانی ساده توأم با مهاربندی واگرا در دو رده:

- مهاربندی واگرای ویژه
- مهاربندی واگرای معمولی

**ت)** سیستم‌های دوگانه یا ترکیبی متشکل از قاب‌های خمشی ویژه یا متوسط با مهاربندی‌های همگرای ویژه

**ث)** سیستم‌های دوگانه یا ترکیبی متشکل از قاب‌های خمشی ویژه یا متوسط با مهاربندی‌های واگرای ویژه

## ۱۰-۳-۲ تعاریف

### ۱۰-۳-۲-۱ شکل‌پذیری

سازه‌های باربر لرزه‌ای بسته به آن‌که چه اندازه بتوانند در مقاطع خاصی از خود تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی را پذیرا باشند و این ویژگی را در بارگذاری‌های رفت و برگشتی حفظ کرده و با کاهش مقاومت و سختی قابل ملاحظه روبرو نشوند، شکل‌پذیر تلقی می‌گردند.

شکل‌پذیری قاب‌های خمشی معمولاً با ظرفیت دورانی که در گره‌های خود می‌توانند تجهیزکنند، سنجیده می‌شود. دوران یک گره با نسبت تغییرمکان نسبی طبقهٔ فوقانی آن گره به ارتفاع طبقه تعریف می‌شود. در این مبحث سه حد شکل‌پذیری برای قاب‌های خمشی فولادی و دو حد شکل‌پذیری برای قاب‌های مهاربندی‌شده در نظر گرفته شده و مقررات خاص طراحی هر یک از آنها ارائه شده است.

**الف) حد شکل‌پذیری زیاد**

در این حد شکل‌پذیری دوران نظیر تغییرمکان نسبی طبقه زیاد بوده و بخش قابل ملاحظه‌ای از آن فرا ارتجاعی است. در قاب‌های خمشی ویژه مشمول این رده، میزان دوران به حدی است که دوران نظیر تغییرمکان نسبی طبقه در آن به ۰/۰۴ رادیان برسد که حدوداً ۰/۰۳ رادیان آن فرا ارتجاعی باشد.

**ب) حد شکل‌پذیری متوسط**

در این حد شکل‌پذیری دوران نظیر تغییرمکان نسبی طبقه متوسط می‌باشد، به طوری‌که در قاب‌های خمشی میزان دوران تغییرمکان نسبی طبقه حداقل به ۰/۰۲ رادیان محدود می‌شود که دوران فرا ارتجاعی آن حدود ۰/۰۱ رادیان می‌باشد.

**پ) حد شکل‌پذیری کم**

در این حد شکل‌پذیری، دوران نظیر تغییرمکان نسبی طبقه کم می‌باشد و سازه عملاً تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی ندارد. به این علت در این نوع سازه‌ها ضوابط خاص طراحی برای زلزله محدود است.

### ۱۰-۳-۲-۲ ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ اعضا

ناحیهٔ حفاظت‌شده در یک عضو از سازه، که به ناحیهٔ شکل‌پذیر عضو نیز موسوم است، به ناحیه‌ای از عضو اطلاق می‌شود که انتظار می‌رود در آن مفصل پلاستیک تشکیل شود. نظر به اهمیت این ناحیه و رفتار حساس آن در حرکات رفت و برگشتی سازه، این ناحیه باید عاری از هر گونه عملیاتی که موجب دگرگونی عملکرد عضو در این ناحیه می‌شود، باشد. ناحیهٔ حفاظت‌شده در دو انتهای تیر، فاصلهٔ بین بر ستون تا نصف عمق تیر از محل تشکیل مفصل پلاستیک به سمت داخل دهانه در نظر گرفته می‌شود. همچنین ناحیهٔ حفاظت‌شده برای مهاربندی‌های ویژه در تمام طول عضو و برای تیرهای پیوند قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا تمام طول آن می‌باشد.

**تبصره:** در مهاربندهای همگرای ویژهٔ ضربدری ناحیهٔ حفاظت‌شده را می‌توان فاصلهٔ بین انتهای اتصال در محل ضربدری و انتهای عضو مهاربندی در نظر گرفت.

نظر به اهمیت ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ اعضا در تأمین شکل‌پذیری مورد نیاز، الزامات عمومی که باید در جزئیات‌بندی ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ اعضا در نظر گرفته شوند به شرح زیر است.

۱. به کار بردن وصلهٔ مستقیم یا غیرمستقیم جوشی یا پیچی نیمرخ‌ها یا ورق‌های تشکیل‌دهندهٔ عضو در ناحیهٔ حفاظت‌شده ممنوع است.
۲. هر گونه ناپیوستگی ناشی از عملیات ساخت و نصب مانند جوش‌های موضعی، وسایل کمکی برای نصب، ناصافی‌های ناشی از برش‌های حرارتی در ناحیهٔ حفاظت‌شده ممنوع بوده و در صورت وجود باید به نحو مناسبی بر طرف شده و تعمیر گردد.
۳. خال‌جوش‌کردن ورق‌های ذوزنقه‌ای تیرهای مختلط و نیز جوش برشگیرهای از نوع گل‌میخ در تیرهای مختلط در ناحیهٔ حفاظت‌شده، در صورت تأمین الزامات بخش ۱۰-۳-۱۳ مجاز است.

### ۱۰-۳-۲-۳ ضریب $R_y$ تولیدات فولاد

طبق تعریف، ضریب $R_y$ عبارت است از نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین‌شده، که به منظور در نظرگرفتن افزایش مقاومت مورد نیاز باید در محاسبات مدنظر قرار گیرد. کاربرد ضریب $R_y$ در محاسبات لرزه‌ای سازه‌های با شکل‌پذیری مختلف در بخش‌های مربوطه ارائه شده است. مقدار ضریب $R_y$ از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y} \qquad (۱-۲-۳-۱۰)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم تعیین شدهٔ فولاد

$F_{ye}$ = تنش تسلیم مورد انتظار فولاد

ضریب $R_y$ اساساً برای انواع تولیدات فولاد متفاوت بوده و به عوامل متعددی نظیر شکل مقاطع، افزودنی‌های به کار رفته در طی روند تولید فولاد در کارخانجات بستگی دارد. مطابق مقررات این مبحث ضریب $R_y$ باید به شرح جدول ۱۰-۳-۲-۱ در نظر گرفته شود.

**جدول ۱۰-۳-۲-۱ مقادیر $R_y$ برای انواع تولیدات فولاد**

| نوع محصول | $R_y$ |
|---|---|
| مقاطع لوله‌ای و قوطی‌شکل نوردشده | ۱/۲۵ |
| سایر مقاطع نوردشده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری | ۱/۲۰ |
| مقاطع ساخته‌شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها | ۱/۱۵ |

### ۱۰-۳-۲-۴ ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته

ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته با جایگزینی نیروهای زلزله طرح (E) با زلزله تشدیدیافته ($\Omega_o E$) در ترکیبات متعارف بارها به دست می‌آیند که در آن $\Omega_o$ به ضریب اضافه مقاومت سیستم سازه‌ای موسوم است و به عوامل متعددی نظیر درجات نامعینی سازه، مقاومت‌های بالاتر از حد تعیین‌شدهٔ

مصالح مصرفی، سخت شدن کرنش‌ها، جزئیات‌بندی اعضا، اثرات اجزای غیرسازه‌ای و ... بستگی دارد. مطابق این مبحث ضریب $\Omega_o$ برای انواع سیستم‌های سازه‌ای فولادی باید به شرح جدول ۱۰-۳-۲-۲ در نظر گرفته شود.

**جدول ۱۰-۳-۲-۲ ضریب اضافه مقاومت $\Omega_o$ برای انواع سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای**

| نوع سیستم باربر جانبی لرزه‌ای | $\Omega_o$ |
|---|---|
| کلیهٔ قاب‌های خمشی فولادی | ۳ |
| کلیهٔ قاب‌های ساختمانی ساده توأم با مهاربندی هم‌محور و برون‌محور فولادی | ۲ |
| کلیهٔ سیستم‌های دوگانه یا ترکیبی | ۲/۵ |

## ۱۰-۳-۳ الزامات لرزه‌ای مشخصات مصالح

### ۱۰-۳-۳-۱ فولاد مصرفی

هر چند در فصل اول این مبحث به الزامات متعارف فولاد مصرفی به عنوان یک مادهٔ ساختمانی پرداخته شده است، لیکن جهت تأمین شکل‌پذیری مناسب لازم است توجه ویژه‌ای به نحوه عملکرد فولاد در طراحی لرزه‌ای ساختمان‌ها شود. برای حصول این امر لازم است از ناپایداری موضعی و کلی از قبیل کمانش جانبی- پیچشی در محدودهٔ رفتار پلاستیک جلوگیری به عمل آید. این فولادها باید در عین حال دارای مقاومت کششی نهایی حداقل ۱/۲ برابر مقاومت حد تسلیم باشند. یعنی:

$$F_u \geq ۱/۲F_y \qquad (۱-۳-۳-۱۰)$$

### ۱۰-۳-۳-۲ اتصالات جوشی

مشخصات مصالح جوش به کار رفته در اتصالات و وصله‌های اعضای سیستم باربر جانبی لرزه‌ای و نیز وصلهٔ ستون‌های غیرباربر جانبی لرزه‌ای باید مطابق شرایط زیر باشد.

۱. فلز جوش با فلز پایه سازگار باشد.

۲. طاقت نمونهٔ شیارداده‌شده شارپی استاندارد فلز جوش در دمای ۱۸- درجه سلسیوس، حداقل ۲۷ ژول باشد.

۳. در اتصالات و وصله‌های با جوش نفوذی کامل، در قاب‌های خمشی ویژه و متوسط و تیرهای پیوند قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا، باید علاوه بر دو شرط فوق طاقت نمونه شیار داده شده شارپی استاندارد فلز جوش در دمای ۲۹- درجه سلسیوس حداقل ۲۷ ژول باشد.

### ۱۰-۳-۳-۳ اتصالات پیچی

کلیهٔ پیچ‌های مورد استفاده در اتصالات و وصله‌های اعضا سیستم باربر جانبی لرزه‌ای و نیز وصلهٔ ستون‌های غیر باربر جانبی لرزه‌ای، باید با رفتار اصطکاکی و از نوع پرمقاومت باشند و با حداقل بار مندرج در فصل ۱۰-۲ پیش‌تنیده شوند. سوراخ‌ها نیز باید استاندارد یا لوبیایی کوتاه در امتداد عمود بر راستای نیرو باشد.

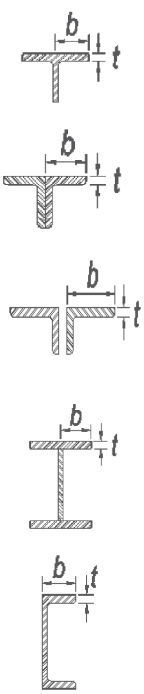
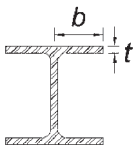
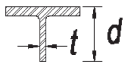
## ۱۰-۳-۴ الزامات لرزه‌ای کمانش موضعی

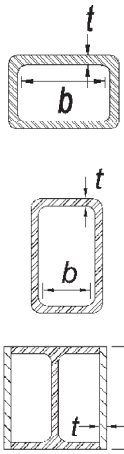
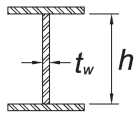
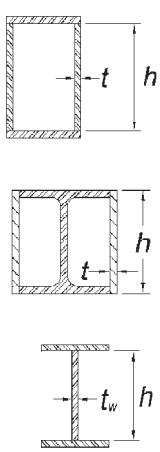
در سازه‌های با شکل‌پذیری زیاد و متوسط که از آنها انتظار تحمل تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی قابل ملاحظه می‌رود، برای مقاطع اعضا ضوابط سخت‌گیرانه‌تری در رابطه با کمانش موضعی بال‌ها و جان اعمال می‌شود. در نتیجه برای نسبت پهنا یا ارتفاع به ضخامت اجزا در اعضای تحت فشار، یا فشار و خمش رعایت اعداد کوچکتری مقرر می‌گردد. در اینگونه سیستم‌های سازه‌ای تعریف جدیدی از مقطع فشرده، موضوع بخش ۱۰-۲-۲ در فصل دوم، جانشین تعریف قبلی می‌گردد و با نام مقطع فشردهٔ لرزه‌ای معرفی می‌شود.

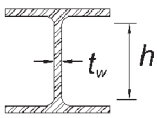
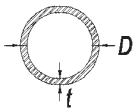
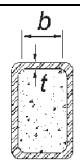
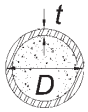
مقطع فشردهٔ لرزه‌ای همان تعریف مقطع فشرده بخش ۱۰-۲-۲ را دارد، با این تفاوت که در آن نسبت پهنا یا ارتفاع به ضخامت اجزای مقطع برای سازه‌های با شکل‌پذیری زیاد و متوسط به اعدادی که در جدول ۱۰-۳-۴-۱ عنوان شده، محدود می‌گردد.

کاربرد مقاطع فشرده در سازه‌های با شکل‌پذیری‌های مختلف در بخش‌های مربوطه آورده شده است.

**جدول ۱۰-۳-۴-۱ محدودیت نسبت پهنا به ضخامت در اجزای فشاری اعضای با شکل‌پذیری متوسط و زیاد**

| | حالت | شرح اجزا | نسبت پهنا به ضخامت | حداکثر نسبت پهنا به ضخامت | | مثال‌های نمونه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $\lambda_{md}$ اعضای با شکل‌پذیری متوسط | $\lambda_{hd}$ اعضای با شکل‌پذیری زیاد | |
| اجزای با یک لبه متکی | ۱ | بال‌های مقاطع I شکل نوردشده و ساخته‌شده از ورق، ناودانی‌ها، سپری‌ها، ساق نبشی‌های تک و نبشی‌های دوبل با فاصله و ساق برجسته نبشی‌های دوبل به هم چسبیده | b/t | $۰/۳۸\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۰/۳\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| | ۲ | بال‌های مقاطع شمع‌های H شکل | b/t | کاربرد ندارد. | $۰/۴۵\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| | ۳ | تیغه (جان) مقاطع سپری | b/t | $۰/۳۸\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۰/۳\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ [۱] |  |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اجزای با دو لبه مشکی | ۴ | بال‌های متقاطع توخالی مستطیلی شکل (HSS)<br>بال‌های مقاطع قوطی شکل ساخته‌شده از ورق<br>ورق‌های کناری مقاطع I شکل قوطی‌شده وقتی به عنوان مهاربند به کار می‌رود. | b/t<br>b/t<br>d/t | $0/64\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ [۳] | $0/55\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ [۲] |  |
| | ۵ | جان مقاطع I شکل نوردشده و ساخته‌شده از ورق وقتی به عنوان مهاربند به کار می‌روند. | $h/t_w$ | $1/49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $1/49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| | ۶ | جان مقاطع I شکل نورد شده و ساخته شده از ورق وقتی به عنوان تیر یا ستون به کار می‌روند.<br>ورق‌های کناری مقاطع I شکل قوطی شده وقتی به عنوان تیر یا ستون مورد استفاده قرار می‌گیرند.<br>جان مقاطع I شکل قوطی شکل ساخته شده از ورق هرگاه به عنوان تیر یا ستون مورد استفاده قرار می‌گیرند. | $h/t_w$<br>$h/t$<br>$h/t$ | برای $C_a \le 0/125$<br>$3/76\sqrt{\frac{E}{F_y}}(1-2/75C_a)$<br>برای $C_a > 0/125$<br>$1/12\sqrt{\frac{E}{F_y}}(2/33-C_a) \ge 1/49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$<br>که در آن:<br>$C_a=\frac{P_u}{\phi_c P_y}$ | برای $C_a \le 0/125$<br>$2/45\sqrt{\frac{E}{F_y}}(1-0/93C_a)$<br>برای $C_a > 0/125$<br>$0/77\sqrt{\frac{E}{F_y}}(2/93-C_a) \ge 1/49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$<br>که در آن:<br>$C_a=\frac{P_u}{\phi_c P_y}$ |  |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۷ | جان مقاطع شمع‌های H شکل | $h/t_w$ | کاربرد ندارد. | $۰/۹۴\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| | ۸ | جان مقاطع لوله‌ای | D/t | $۰/۰۴۴\frac{E}{F_y}$ [۴] | $۰/۰۳۸\frac{E}{F_y}$ |  |
| | ۹ | بال‌ها و جان‌های مقاطع قوطی‌شکل‌پرشده با بتن | b/t | $۲/۲۶\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $۱/۴\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| | ۱۰ | جداره‌های مقاطع توخالی دایره‌ای شکل‌پرشده با بتن | D/t | $۰/۱۵\frac{E}{F_y}$ | $۰/۰۷۶\frac{E}{F_y}$ |  |

***یادداشت:***

[۱] *برای مقاطع سپری محدودیت نسبت پهنا به ضخامت برای اعضای با شکل‌پذیری زیاد می‌تواند تا* $۰/۳۸\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ *افزایش یابد مشروط بر اینکه، کمانش عضو فشاری حول صفحهٔ جان‌سپری باشد و در اتصال انتهای عضو، انتقال بار محوری فقط از طریق وجه بیرونی بال سپری صورت گرفته باشد.*

[۲] *در مقاطع I شکل قوطی‌شده و مقاطع قوطی‌شکل ساخته‌شده از ورق اگر به عنوان ستون مورد استفاده قرار گیرند، محدودیت نسبت پهنا به ضخامت دراعضای با شکل‌پذیری زیاد می‌تواند به* $۰/۶\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ *محدود شود.*

[۳] *نسبت پهنا به ضخامت در بال‌های مقاطع توخالی مستطیلی شکل (HSS) و بال‌های مقاطع قوطی‌شکل ساخته شده از ورق در صورتی‌که به عنوان تیر یا ستون مورد استفاده قرار گیرند، می‌تواند به* $۱/۱۲\sqrt{E/F_y}$ *محدود شود.*

[۴] *در صورتی‌که مقاطع توخالی دایره‌ای شکل به عنوان تیر یا ستون مورد استفاده قرار گیرند، نسبت قطر به ضخامت در اعضای با شکل‌پذیری متوسط می‌تواند به* $۰/۰۷E/F_y$ *محدود شود.*

## ۱۰-۳-۵ الزامات لرزه‌ای ستون‌ها، وصلهٔ ستون‌ها، کف‌ستون‌ها و وصلهٔ تیرها

### ۱۰-۳-۵-۱ الزامات طراحی لرزه‌ای ستون

**۱۰-۳-۵-۱-۱** کلیهٔ ستون‌ها (باربر و غیرباربر جانبی لرزه‌ای) باید الزامات فصل ۱۰-۲ را تأمین نمایند. ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای علاوه بر تأمین الزامات فصل ۱۰-۲ باید دارای مقاومت کافی در برابر نیروی محوری (بدون در نظر گرفتن نیروهای برشی و لنگرهای خمشی) ناشی از ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته باشند.

**تبصره۱:** برای ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای که در معرض بار جانبی در بین دو انتهای ستون قرار دارند، اثر لنگر خمشی ناشی از این بار جانبی باید با نیروی محوری ناشی از ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته به صورت توأم در نظر گرفته شود.

**تبصره۲:** در مواردی که مطابق مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان ترکیب نیروی زلزلهٔ راستاهای متعامد ضرورت داشته باشد، الزامات عمومی طراحی لرزه‌ای ستون‌ها باید برای ترکیب نیروهای زلزلهٔ راستاهای متعامد نیز مورد کنترل قرار گیرد.

**تبصره۳:** شالودهٔ ساختمان باید برای نیروی محوری (بدون در نظر گرفتن نیروهای برشی و لنگرهای خمشی) ناشی از ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته نیز مورد محاسبه و کنترل قرار گیرد.

**۱۰-۳-۵-۱-۲** در ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای با مقطع مختلط محاط در بتن و با شکل‌پذیری متوسط علاوه بر تأمین الزامات عنوان‌شده در بند ۱۰-۳-۵-۱-۱ در دو انتهای ستون‌ها به طول $l_o$ باید آرماتورهای عرضی مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۵-۱-۳ به کار برده شود، مگر آن‌که طراحی برای برش نیاز به آرماتور بیشتری را ایجاب کند. طول $l_o$ ، ناحیه بحرانی، که از بر اتصال به اعضای جانبی اندازه‌گیری می‌شود، نباید کمتر از مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفته شود.

الف) یک ششم ارتفاع آزاد ستون

ب) بزرگترین بُعد مقطع ستون

پ) ۴۵۰ میلی‌متر

**۱۰-۳-۵-۱-۳** در ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای با مقطع مختلط محاط در بتن و با شکل‌پذیری متوسط آرماتور عرضی مورد نیاز در طول $l_o$ باید دارای قطر حداقل ۸ میلی‌متر بوده و فواصل آنها از یکدیگر باید کمترین مقدار از موارد زیر باشد، مگر آنکه طراحی برای برش نیاز به فاصلهٔ کمتری را ایجاب کند.

الف) نصف کوچکترین بُعد مقطع ستون

ب) ۸ برابر قطر میلگرد طولی ستون

پ) ۲۴ برابر قطر خاموت (آرماتور عرضی) ستون

ت) ۳۰۰ میلی‌متر

فاصلهٔ اولین خاموت از بر اتصال ستون به تیر نباید بیشتر از نصف فاصلهٔ خاموت‌ها در ناحیهٔ بحرانی در نظر گرفته شود. همچنین در قسمت‌هایی از طول ستون که شامل طول $l_o$ نمی‌شود، فاصلهٔ خاموت‌ها نباید از دو برابر فاصلهٔ تعیین‌شده در فوق بیشتر باشد. ساخت مفتول‌های جوش‌داده‌شده به عنوان آرماتورهای عرضی در ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای با مقطع مختلط محاط در بتن و با شکل‌پذیری متوسط مجاز نیست.

**۱۰-۳-۵-۱-۴** ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای با مقطع مختلط محاط در بتن و با شکل‌پذیری زیاد علاوه بر تأمین الزامات ذکر شده در بند ۱۰-۳-۵-۱-۱ باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** آرماتورهای عرضی باید به صورت دورپیچ باشند و مساحت حداقل آرماتورهای دورپیچ ($A_{sh}$) باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$A_{sh} = ۰/۰۹ h_{cc} S \left[۱ - \frac{F_y A_s}{P_n}\right] \left[\frac{f_c}{f_{ysr}}\right] \qquad (۱۰-۳-۵-۱)$$

که در آن:

$h_{cc}$ = بعد مقطع هستهٔ محصورشده که از مرکز تا مرکز آرماتورهای تنگ اندازه‌گیری می‌شود.

$S$ = فاصلهٔ میلگردهای عرضی در طول ستون

$F_y$ = تنش تسلیم مشخصهٔ حداقل هستهٔ فولادی

$A_s$ = مساحت مقطع هستهٔ فولادی

$P_n$ = مقاومت فشاری اسمی ستون با مقطع مختلط

$f_c$ = مقاومت فشاری مشخصهٔ بتن

$f_{ysr}$ = تنش تسلیم مشخصهٔ حداقل آرماتورهای عرضی

**تبصره:** اگر مقاومت فشاری اسمی هستهٔ فولادی مدفون در بتن به تنهایی بزرگتر از اثر بار حاصل از ترکیب بار D + ۰/۵L باشد، رعایت رابطهٔ ۱۰-۳-۵-۱-۱ الزامی نیست.

**ب)** فاصلهٔ میلگردهای عرضی در سرتاسر طول ستون نباید از ۶ برابر قطر آرماتوهای طولی یا ۱۵۰ میلی‌متر بیشتر در نظر گرفته شود.

**پ)** ساخت مفتول جوش‌شده به عنوان میلگرد عرضی برای ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای با مقطع مختلط محاط در بتن و با شکل‌پذیری زیاد مجاز نیست.

**۱۰-۳-۵-۱-۵** در ستون‌های باربر جانبی لرزه‌ای با مقطع مختلط پرشده با بتن علاوه بر تأمین الزامات عنوان‌شده در بند ۱۰-۳-۵-۱-۱، مقاومت برشی اسمی ستون با مقطع مختلط پرشده با بتن باید برابر مقاومت برشی اسمی مقطع فولادی به تنهایی بر اساس سطح مقطع موثر برشی آن باشد.

### ۱۰-۳-۵-۲ الزامات طراحی لرزه‌ای وصلهٔ ستون‌ها

#### ۱۰-۳-۵-۲-۱ موقعیت وصلهٔ ستون‌ها

**الف)** به جزموارد ذکر شده در زیر، در کلیهٔ ستون‌های باربر و غیر باربر جانبی لرزه‌ای محل درز وصله در بالا و پایین وصله نباید از ۱۲۰۰ میلی‌متر به بال متصل به ستون نزدیکتر باشد.

(۱) در جایی‌که ارتفاع آزاد ستون کمتر از ۲/۴ متر است، محل وصلهٔ باید در وسط ارتفاع آزاد ستون در نظر گرفته شود.

(۲) در مواردی‌که درز لب به لب ورق‌های بال یا جان ستون در کارخانه و به صورت نفوذی کامل انجام می‌شود، محل درز وصله می‌تواند از ۱۲۰۰میلی‌متر به بال متصل به ستون تیر نزدیکتر باشد. ولی در هر حال این فاصله نباید از بُعد بزرگتر ستون با مقطع کوچکتر، کوچکتر در نظر گرفته شود.

(۳) در مواردی‌که اتصال کلیهٔ تیرهای متصل به ستون مفصلی بوده و ستون در دهانه‌های مهاربندی‌شده قرار نگرفته باشد، محل درز وصله می‌تواند از ۱۲۰۰ میلی‌متر به بال تیر نزدیکتر

باشد. ولی در هر حال این فاصله نباید از ۱/۵ برابر بُعد بزرگتر ستونِ با مقطع کوچکتر، کوچکتر در نظر گرفته شود.

**ب)** اتصال وصلهٔ ستون به هر یک از دو قطعهٔ ستون وصله‌شونده باید با یک نوع وسیلهٔ اتصال، جوش یا پیچ پر مقاومت، انجام شود و در مقطع عدم تقارن ایجاد نکند. اتصال وصله به یکی از قطعات ستون تماماً جوشی و به دیگری تماماً پیچی نیز مجاز است.

**پ)** در وصلهٔ لب به لب بین ورق‌های با پهنا یا ضخامت متفاوت که در بال یا جان ستون به کار می‌روند، تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت، از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر ۱ به ۶ صورت گیرد.

**ت)** در وصلهٔ ستون‌های با ابعاد و مقطع متفاوت، به جای استفاده از ورق‌های پرکننده با ضخامت‌های زیاد، ارجح است ابتدا مقطع بزرگتر با شیب حداکثر ۱ به ۶ به مقطع کوچکتر تبدیل شده و سپس اتصال وصله صورت گیرد.

**ث)** در محل وصلهٔ ستون‌های متشکل از چند نیمرخ لازم است هر یک از ستون‌های وصله‌شونده در ارتفاعی حداقل به اندازه بُعد بزرگتر مقطع ستون به صورت یکپارچه در آیند و سپس وصله شوند.

**۱۰-۳-۵-۲-۲ مقاومت مورد نیاز وصلهٔ ستون‌ها**

وصلهٔ کلیهٔ ستون‌ها، شامل ستون‌های غیرباربر جانبی، علاوه بر تأمین ضوابط فصل ۱۰-۲ باید به طور مجزا قادر به تحمل نیروهای زیر باشند.

(۱) بیشترین نیروهای داخلی (شامل نیروی محوری، نیروی برشی و لنگر خمشی به طور همزمان) تحت اثر ترکیبات بار متعارف.

(۲) بیشترین نیروهای محوری (بدون حضور نیروهای برشی و لنگرهای خمشی) تحت اثر ترکیبات بار زلزله تشدیدیافته و با در نظرگرفتن مفاد تبصره‌های ۱ و ۲ از بند ۱۰-۳-۵-۱-۱.

(۳) نیروی برشی حداقل برابر $\frac{\Sigma M_{pc}}{H_s}$ که در آن $\Sigma M_{pc}$ مجموع لنگرهای خمشی پلاستیک ستون در دو سمت وصله در امتداد مورد نظر و $H_s$ ارتفاع طبقه است. این نیروی برشی باید در هر امتداد محورهای اصلی ستون و به طور مجزا و بدون حضور نیروهای محوری و لنگرهای خمشی در نظر گرفته شود.

(۴) لنگر خمشی حداقل برابر $R_yM_{pc}$ که در آن $R_y$ نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین‌شدهٔ مصالح ستون و $M_{pc}$ لنگر خمشی پلاستیک ستون با مقطع کوچکتر وصله‌شونده است. این لنگر خمشی باید در هر امتداد محورهای اصلی ستون و به طور مجزا و بدون حضور نیروهای محوری و برشی در نظر گرفته شود.

**تبصره:** جوش‌هایی که در کارخانه و به صورت لب به لب صورت می‌گیرند، باید به صورت نفوذی کامل انجام شوند در صورتی‌که پس از انجام آزمایش مشخص شود که جوش مذکور با نفوذ نسبی صورت گرفته است این جوش در صورتی مورد تأیید خواهد بود که مقاومت طراحی اتصال مذکور حداقل دو برابر مقاومت مورد نیاز مطابق حالت‌های (۱) تا (۴) این بند باشد.

### ۱۰-۳-۵-۳ الزامات طراحی لرزه‌ای کف‌ستون‌ها

کف‌ستون کلیهٔ ستون‌های باربر و غیرباربر جانبی و اتصالات آنها به ستون و شالوده علاوه بر تأمین ضوابط فصل ۱۰-۲ این مبحث باید به طورمجزا قادر به تحمل نیروهای زیر باشند.

(۱)بیشترین نیروهای داخلی (شامل نیروی محوری، نیروهای برشی و لنگرهای خمشی به طور همزمان) تحت اثر ترکیبات بار متعارف.

(۲)بیشترین نیروی محوری (بدون حضور نیروهای برشی و لنگرهای خمشی) تحت اثر ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته و با در نظرگرفتن مفاد تبصره‌های ۱ و ۲ از بند ۱۰-۳-۵-۱-۱.

(۳)در هر دو امتداد محورهای اصلی ستون و به طور مجزا نیروی برشی برابر مجموع مولفه‌های افقی مقاومت‌های مورد نیاز اتصال مهاربندی و برش ظرفیتی ستون برابر $\frac{\Sigma M_{pc}}{H_s}$ که در آن $\Sigma M_{pc}$ مجموع لنگرهای خمشی پلاستیک ستون در دو سمت وصله در امتداد مورد نظر و $H_s$ ارتفاع طبقه است. در محاسبه و طراحی کف ستون این نیروی برشی باید بدون حضور نیروهای محوری و لنگرهای خمشی در نظر گرفته شود.

(۴)در هر دو امتداد اصلی ستون و به طور مجزا لنگر خمشی برابر مجموع لنگرهای خمشی زیر و بدون حضور نیروهای برشی و محوری.

**الف)** برای مهاربندی‌های امتداد مورد نظر مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال مهاربند.

**ب)** برای ستون‌ها کمترین دو مقدار $1/1R_yF_yZ_c$ و بیشترین لنگر خمشی (بدون حضور نیروهای محوری و برشی) تحت اثر ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته و با در نظرگرفتن مفاد تبصره ۲ از بند ۱۰-۳-۵-۱-۱؛ که در آن $R_y$ نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین‌شده مصالح ستون، $F_y$ تنش تسلیم مصالح ستون و $Z_c$ مدول پلاستیک مقطع ستون است.

### ۱۰-۳-۵-۴ الزامات طراحی لرزه‌ای وصلهٔ تیرها

وصلهٔ تیرهای باربر جانبی باید الزامات لرزه‌ای زیر را تأمین کنند.

**الف)** وصلهٔ تیرها باید خارج از ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ دو انتهای تیر قرار گیرد.

**ب)** در صورت استفاده از وصلهٔ مستقیم، وصله باید با جوش نفوذی کامل صورت گیرد. در این‌گونه موارد ارجح است محل وصله بال‌ها و محل وصله جان در یک مقطع صورت نگیرد.

**پ)** در وصلهٔ مستقیم بین ورق‌های با پهنا یا ضخامت متفاوت - که در بال یا جان تیرها به کار می‌روند - تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت، از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر ۱ به ۲/۵ صورت گیرد.

**ت)** مقاومت خمشی مورد نیاز ($M_u$) وصله‌های غیرمستقیم باید برابر مقاومت خمشی طراحی ($\phi_b M_P$) عضو با مقطع کوچکتر وصله‌شونده در نظر گرفته شود.

**ث)** مقاومت برشی مورد نیاز ($V_u$) وصله‌های غیرمستقیم نباید از یکی از سه مقدار (۱)، (۲) و (۳) این بند کمتر در نظر گرفته شود.

(۱) بیشترین برش حاصل از ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته در محل وصله

(۲) نیروی برشی در محل وصله که باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و برش لرزه‌ای ناشی از $M_{pr}=C_{pr}R_yM_p$ در محل‌های تشکیل مفصل پلاستیک، تعیین شود.

(۳) مقاومت برشی طراحی عضو با مقطع کوچکتر وصله‌شونده

که در آن:

$M_p$ = لنگر پلاستیک مقطع تیر در محل تشکیل مفصل پلاستیک.

$R_y$ = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین‌شدهٔ مصالح تیر.

$C_{pr}$ = ضریبی است که در برگیرنده آثار عواملی از قبیل سخت‌شدگی، قیدهای موضعی و ملحقات موجود در اتصال تیر به ستون است و برای محاسبهٔ حداکثر نیروی ایجاد شده در اعضا و وسایل اتصال به کار گرفته می‌شود. به جز در موردی‌که در بخش ۱۰-۳-۱۳-۶ برای $C_{pr}$ عدد خاصی پیش‌بینی شده است، مقدار آن باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$۱/۱ \leq C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{۲F_y} \leq ۱/۲ \qquad (۱۰-۳-۵-۲)$$

که در آن:

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد تیر

$F_u$ = تنش کششی نهائی فولاد تیر

### ۱۰-۳-۶ الزامات لرزه‌ای مهار جانبی تیرها در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه

در ارتباط با مهار جانبی تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه الزامات زیر باید تأمین شوند.

**الف)** کلیهٔ تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای باید در فاصلهٔ $L_b$ دارای مهاربندی جانبی کافی باشند، به طوری که از هر گونه کمانش جانبی، پیچشی و جانبی- پیچشی در خلال تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی جلوگیری شود. مهار جانبی تیرها باید به گونه‌ای تعبیه شوند که در محل اتصال آن‌ها به تیر از تغییرمکان جانبی هر دو بال تیر یا از پیچش کل مقطع به نحو موثری جلوگیری به عمل آید.

**ب)** تعبیهٔ مهار جانبی در محل اعمال بارهای متمرکز خارجی در طول تیر، در محل تغییر مقطع تیر و در محل‌هایی که در بخش ۱۰-۳-۱۳ برای اتصالات از پیش تأیید شده پیش‌بینی شده است، الزامی است.

**پ)** مهارهای جانبی تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای باید مطابق رابطهٔ ۱۰-۳-۶-۱ برای نیرویی حداقل برابر با $P_{bu}$ طراحی شوند.

$$P_{bu} = ۰/۰۶ R_y F_y Z_b / h_o \qquad (۱-۶-۳-۱۰)$$

که در آن:

$Z_b$ = اساس مقطع پلاستیک مقطع تیر

$h_o$ = فاصلهٔ مرکز تا مرکز بال‌های تیر

**ت)** مقدار حداکثر $L_b$ برای تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای در سیستم‌های با شکل‌پذیری متوسط برابر $۰/۱۷\, r_y \frac{E}{F_y}$ و در سیستم‌های با شکل‌پذیری زیاد برابر $۰/۰۸۶\, r_y \frac{E}{F_y}$ می‌باشد، که در آن $r_y$ شعاع ژیراسیون مقطع تیر حول محور ضعیف است.

### ۱۰-۳-۷ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی معمولی

قاب‌های خمشی معمولی به قاب‌هایی اطلاق می‌شوند که از آنها انتظار تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی در برابر نیروی جانبی زلزله نمی‌رود و به این علت برای طراحی اعضا و اتصالات آنها مقررات تکمیلی محدودی در نظر گرفته شده است. در طراحی و اتصالات این نوع قاب‌ها علاوه بر الزامات متعارف

فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و نیز الزامات لرزه‌ای بخش‌های ۱۰-۳-۲ ، ۱۰-۳-۳ و ۱۰-۳-۵ باید الزامات تکمیلی این بخش نیز رعایت شود.

### ۱۰-۳-۷-۱ محدودیت تیرها و ستون‌ها

تیرها و ستون‌ها در قاب‌های خمشی معمولی باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** مقاطع تیرها و ستون‌ها باید فشرده باشند.

**ب)** استفاده از ستون‌های با مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز است.

**پ)** استفاده از تیرهای با جان سوراخ‌دار متوالی (لانه زنبوری) به عنوان اعضای باربر جانبی مجاز نیست. در صورت لزوم ایجاد سوراخ دسترسی در جان تیر، این سوراخ باید خارج از ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ دو انتهای تیر و در نیمهٔ میانی طولی دهانه تیر قرار گیرد. اطراف سوراخ باید به نحوی تقویت شود که مقاومت برشی و خمشی تیر به طور کامل فراهم گردد.

**ت)** در ناحیهٔ حفاظت‌شدهٔ دو انتهای تیر، ایجاد هر گونه تغییر ناگهانی در پهنای بال یا ضخامت بال مجاز نمی‌باشد. تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر ۱ به ۲/۵ صورت گیرد.

### ۱۰-۳-۷-۲ اتصالات تیر به ستون

اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی معمولی باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** در طراحی اتصالات تیر به ستون و نیز وصلهٔ تیرهای این نوع قاب‌های خمشی می‌توان محل تشکیل مفصل پلاستیک را در محل اتصال تیر به ستون در نظر گرفت.

**ب)** مقاومت خمشی مورد نیاز ($M_u$) اتصال تیر به ستون باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$M_u=۱/۱R_yM_p \qquad (۱۰-۳-۷-۱)$$

که در آن:

$R_y$ = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین‌شدهٔ مصالح تیر مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۲-۱

$M_p$ = لنگر پلاستیک مقطع تیر در محل اتصال تیر به ستون

**پ)** مقاومت برشی مورد نیاز ($V_u$) اتصال تیر به ستون باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و برش لرزه‌ای ناشی از $M_{pr}=۱/۱R_yM_p$ در دو انتهای تیر، تعیین شود.

## ۱۰-۳-۸ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی متوسط

قاب خمشی متوسط به قابی اطلاق می‌شود که در برابر نیروی جانبی زلزله بتواند تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی محدودی را تحمل کند. در طراحی اعضا و اتصالات این نوع قاب‌ها باید سعی شود که در نزدیکی دو انتهای تیر مفصل‌های پلاستیک تشکیل شوند و ظرفیت دورانی آنها به حدی باشد که دوران نظیر تغییرمکان جانبی نسبی طبقه حداقل به ۰/۰۲ رادیان برسد که حدود ۰/۰۱ رادیان آن در ناحیهٔ فرا ارتجاعی باشد.

در طراحی اعضا و اتصالات این نوع قاب‌ها باید الزامات تکمیلی سخت‌گیرانه‌تری نسبت به قاب‌های خمشی معمولی منظور شود. به همین منظور در طراحی اعضا و اتصالات این نوع قاب‌ها علاوه بر الزامات متعارف فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و نیز الزامات لرزه‌ای بخش‌های ۱۰-۳-۲ الی ۱۰-۳-۶ باید الزامات تکمیلی این بخش نیز رعایت شود.

### ۱۰-۳-۸-۱ محدودیت تیرها و ستون‌ها

تیرها و ستون‌ها در قاب‌های خمشی متوسط باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** مقاطع تیرها و ستون‌ها باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{md}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴-۱ باشند.

**ب)** استفاده از ستون‌های با مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز است، مشروط بر آنکه خمش در ستون حول محور با مصالح باشد.

**پ)** استفاده از تیرهای با جان سوراخ‌دار متوالی (لانه زنبوری) به عنوان اعضای باربر جانبی مجاز نیست. در صورت لزوم ایجاد سوراخ دسترسی در جان تیر، این سوراخ باید خارج از ناحیهٔ حفاظت‌شده دو انتهای تیر و در نیمهٔ میانی طولی دهانه تیر قرار گیرد. اطراف سوراخ باید به نحوی تقویت شود که مقاومت برشی و خمشی تیر به طورکامل فراهم گردد.

**ت)** در ناحیهٔ حفاظت‌شده دو انتهای تیر، ایجاد هر گونه تغییر ناگهانی در پهنای بال یا ضخامت بال مجاز نمی‌باشد. تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر ۱ به ۲/۵صورت گیرد.

### ۱۰-۳-۸-۲ مقاومت‌های مورد نیاز و طراحی مقطع تیر

(۱) به جز در طراحی تیرهای با اتصالات تیر با مقطع کاهش‌یافته، در طراحی مقطع تیرها برای خمش، رعایت ضابطهٔ تکمیلی خاصی الزامی نیست. در تیرهای با اتصالات تیر با مقطع کاهش‌یافته، در دو انتهای تیر، مقاومت خمشی مورد نیاز تیر باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از لنگر خمشی $M_{pr} = C_{pr}R_yM_p$ در محل‌های تشکیل مفصل پلاستیک، تعیین شود. در این حالت در دو انتهای تیر، مقاومت خمشی طراحی تیر را می‌توان برابر $R_yM_{po}$ در نظر گرفت.

(۲) در دو انتهای تیر، مقاومت برشی مورد نیاز تیرها باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از لنگر خمشی $M_{pr} = C_{pr}R_yM_p$ در محل‌های تشکیل مفصل پلاستیک، تعیین شود. مقاومت برشی طراحی تیرها باید براساس الزامات فصل ۱۰-۲ تعیین شود.

در روابط فوق:

$R_y$= نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شدهٔ مصالح تیر

$M_p$= لنگر پلاستیک مقطع تیر در محل تشکیل مفصل پلاستیک

$M_{po}$= لنگر پلاستیک مقطع تیرهای با مقطع کاهش‌یافته در ابتدا و انتهای تیر

$C_{pr}$= ضریبی است که دربرگیرندهٔ آثار عواملی از قبیل سخت‌شدگی، قیدهای موضعی و ملحقات موجود در اتصال تیر به ستون است و برای محاسبهٔ حداکثر نیروی ایجاد شده در اعضا و وسایل اتصال به‌کار گرفته می‌شود. به‌جز در موردی‌که در بخش ۱۰-۳-۱۳-۶ برای $C_{pr}$ عدد خاصی پیش‌بینی شده است، مقدار آن باید از رابطهٔ زیر تعیین شود

$$۱/۱ \le C_{pr} = \frac{(F_y+F_u)}{۲F_y} \le ۱/۲ \qquad (۱۰-۳-۸-۱)$$

که در آن:

$F_y$= تنش تسلیم فولاد تیر

$F_u$= تنش کششی نهائی فولاد تیر

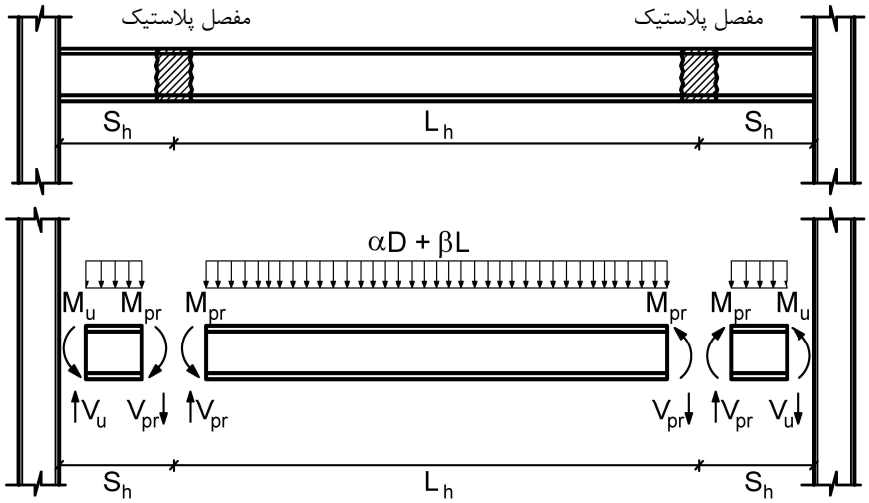
### ۱۰-۳-۸-۳ اتصال تیر به ستون

کلیهٔ اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی متوسط که نیروهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌کنند، باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** اتصالات خمشی تیر به ستون باید توانایی تحمل تغییرشکل‌های دورانی حداقل به میزان ۰/۰۲ رادیان را بدون کاهش قابل توجه در مقاومت خود دارا باشند. برای احراز این شرط لازم است اتصالات خمشی به‌کار رفته در قاب‌های خمشی متوسط از طریق آزمایشات توصیه شده توسط مراجع معتبر تایید شوند. در صورت عدم دسترسی به آزمایشات فوق استفاده از اتصالات از پیش تأیید شدهٔ ارائه شده در بخش ۱۰-۳-۱۳ بلامانع می‌باشد.

**ب)** اتصال تیر به ستون باید به‌گونه‌ای طراحی شود که شرایط ایجاد مفصل پلاستیک را در داخل تیر فراهم نماید. انجام این امر می‌تواند از طریق ضعیف کردن مقطع تیر در فاصله‌ای محدود از بر ستون صورت گیرد. روش‌های دیگر برای دستیابی به‌منظور فوق در اتصالات از پیش تأیید شدهٔ بخش ۱۰-۳-۱۳ ارائه شده است.

**پ)** مقاومت خمشی مورد نیاز ($M_u$) و مقاومت برشی مورد نیاز ($V_u$) اتصال باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از لنگر خمشی $M_{pr}= C_{pr}R_yM_p$ در محل‌های تشکیل مفصل پلاستیک، تعیین شوند (شکل ۱۰-۳-۸-۱). که در آن، $M_p$، $R_y$ و $C_{pr}$ مطابق تعاریف بند ۱۰-۳-۸-۲ می‌باشد.




**شکل ۱۰-۳-۸-۱ نمودار پیکرهٔ آزاد تیرهای باربر جانبی**

### ۱۰-۳-۸-۴ ورق‌های تقویتی چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف)

در صورت نیاز به تعبیهٔ ورق‌های تقویتی چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف) در محل اتصال تیر به ستون، ورق‌های مضاعف علاوه بر تامین الزامات بخش ۱۰-۲-۹-۱۰ باید دارای شرایط زیر نیز باشند.

**الف)** اتصال ورق‌های مضاعف به بال ستون می‌تواند از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه باشد

**ب)** ورق‌های مضاعف باید به‌صورت متقارن و در ستون‌های H شکل باید در دو طرف جان و در ستون‌های قوطی شکل در دو وجه ستون به‌کار برده شوند.

**پ)** در مواردی‌که نیاز به تعبیهٔ سخت‌کننده‌های عرضی (ورق‌های پیوستگی) نباشد، بالا و پایین ورق‌های مضاعف باید حداقل ۱۵۰ میلی‌متر از بال فوقانی و تحتانی تیر فاصله داشته باشند.

**ت)** در صورت وجود ورق‌های پیوستگی، ورق‌های مضاعف می‌توانند در محل ورق‌های پیوستگی قطع شده و از طریق جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه به ورق‌های پیوستگی جوش شوند.

**ث)** در مواردی‌که ورق‌های مضاعف از جان ستون فاصله داشته باشند، این ورق‌ها باید به‌صورت متقارن و در یک سوم میانی فاصلهٔ بین مرکز صفحه جان ستون و نوک بال تیر تعبیه شود.

### ۱۰-۳-۸-۵ ورق‌های پیوستگی

ورق‌های پیوستگی (سخت‌کننده‌های عرضی) در مقابل بال‌های تیر یا ورق‌های پوششی اتصال بال بالایی و پایینی تیرهای متصل شونده به ستون علاوه بر تامین الزامات بخش ۱۰-۲-۹-۱۰ باید دارای شرایط زیر نیز باشند.

**الف)** در ستون‌های H شکل که در آنها اتصال گیردار از طریق بال مقطع H شکل صورت می‌گیرد، در صورتی‌که ضخامت بال ستون بزرگتر از مقادیر تعیین شده توسط روابط ۱۰-۳-۸-۲ و ۱۰-۳-۸-۳ باشد، تعبیهٔ ورق‌های پیوستگی در چشمهٔ اتصال الزامی نیست. در غیر اینصورت تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده (ورق‌های پیوستگی) در داخل ستون و با رعایت شرایط (پ) تا (ح) همین بند الزامی است.

$$t_{cf} \geq ۰/۴\sqrt{۱/۸ b_{bf} t_{bf} \frac{R_{yb}F_{yb}}{R_{yc}F_{yc}}} \qquad (۱۰-۸-۳-۲)$$

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{۶} \qquad (۱۰-۸-۳-۳)$$

**ب)** در ستون‌های قوطی شکل ساخته شده از مقاطع I شکل که در آنها اتصال گیردار از طریق بال مقطع I شکل صورت می‌گیرد، در صورتی‌که ضخامت بال ستون بزرگتر از مقادیر تعیین شده توسط روابط ۱۰-۳-۸-۴ و ۱۰-۳-۸-۵ باشد، تعبیهٔ ورق‌های پیوستگی در چشمه اتصال الزامی نیست. در غیر اینصورت تعبیهٔ یک جفت سخت‌کننده (ورق‌های پیوستگی) در داخل ستون و با رعایت شرایط (پ) تا (ح) همین بند الزامی است.

$$t_{cf} \geq ۰/۴\sqrt{\left[۱ - \frac{b_{bf}}{b_{cf}^{۲}}\left(b_{cf} - \frac{b_{bf}}{۴}\right)\right] ۱/۸ b_{bf}\, t_{bf} \frac{F_{yb}R_{yb}}{F_{yc}R_{yc}}} \qquad (۱۰-۸-۳-۴)$$

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{۱۲} \qquad (۱۰-۸-۳-۵)$$

در روابط فوق:

$F_{yb}$ = حداقل تنش تسلیم مصالح بال تیر

$F_{yc}$ = حداقل تنش تسلیم مصالح بال ستون

$R_{yb}$ = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شدهٔ مصالح تیر مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۲-۱

$R_{yc}$ = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده مصالح ستون مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۲-۱

$b_{bf}$ = پهنای بال تیر

$t_{bf}$ = ضخامت بال تیر

$t_{cf}$ = ضخامت بال ستون

**پ)** طول ورق‌های پیوستگی باید برابر با فاصلهٔ خالص دو بال ستون باشد.

**ت)** پهنای ورق‌های پیوستگی در ستون‌های با مقطع قوطی شکل باید برابر فاصلهٔ خالص دو جان مقطع ستون بوده و در ستون‌های با مقطع H شکل مجموع پهنای ورق‌های پیوستگی در هر طرف جان مقطع ستون نباید از پهنای بال تیر یا پهنای ورق پوششی اتصال کمتر باشد.

**ث)** ضخامت ورق‌های پیوستگی نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق‌های پوششی اتصال (ورق‌های روسری و زیرسری) در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر فقط به یک وجه ستون متصل هستند و از ضخامت بال تیر یا ضخامت ورق‌های پوششی اتصال (ورق‌های روسری و زیرسری) در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر به هر دو وجه ستون متصل هستند، کمتر در نظر گرفته شود.

**ج)** جوش ورق‌های پیوستگی به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. در صورتی‌که ضخامت ورق پیوستگی کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشهٔ دو طرفه نیز مجاز است.

**چ)** جوش ورق‌های پیوستگی به جان ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه باشد.

**ح)** نسبت پهنا به ضخامت در ورق‌های پیوستگی با یک لبهٔ متکی، نظیر ورق‌های پیوستگی ستون‌های H شکل، نباید از $۰/۵۵\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ و در ورق‌های پیوستگی با دو لبهٔ متکی، نظیر ورق‌های پیوستگی ستون‌های با مقطع قوطی شکل، نباید از $۱/۴\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ کوچکتر باشد. در این روابط E مدول الاستیسیته فولاد و $F_y$ تنش تسلیم فولاد ورق پیوستگی می‌باشد.

### ۱۰-۳-۹ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی ویژه

قاب خمشی ویژه به قابی اطلاق می‌شود که در برابر نیروی جانبی زلزله تغییرشکل‌های فراارتجاعی قابل ملاحظه‌ای را تحمل کند. در طراحی اعضا و اتصالات این نوع قاب‌ها باید سعی شود که در نزدیکی دو انتهای تیر مفصل‌های پلاستیک تشکیل شوند و ظرفیت دورانی آنها به حدی باشد که دوران نظیر تغییرمکان جانبی نسبی طبقه حداقل به ۰/۰۴ رادیان برسد که حدود ۰/۰۳ رادیان آن در ناحیهٔ فرا ارتجاعی باشد.

در این بخش برای طراحی اعضا و اتصالات این نوع قاب‌ها الزامات تکمیلی سخت‌گیرانه‌تری نسبت به قاب‌های خمشی متوسط در نظر گرفته شده است. به همین منظور در طراحی اعضا و اتصالات این نوع قاب‌ها علاوه بر الزامات متعارف فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و نیز الزامات لرزه‌ای بخش‌های ۱۰-۳-۲ تا ۱۰-۳-۶ باید الزامات تکمیلی این بخش نیز رعایت شوند.

#### ۱۰-۳-۹-۱ محدودیت تیرها و ستون‌ها

تیرها و ستون‌ها در قاب‌های خمشی ویژه باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** مقاطع تیرها و ستون‌ها باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{hd}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴-۱ باشند.

**ب)** در ستون‌ها استفاده از مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز نیست. اجزای مقطع ستون باید در تمامی طول آن به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شوند.

**پ)** استفاده از تیرهای با جان سوراخ‌دار متوالی (لانه زنبوری) به عنوان اعضای باربر جانبی مجاز نیست. در صورت لزوم ایجاد سوراخ دسترسی در جان تیر، این سوراخ باید خارج از ناحیهٔ حفاظت شده دو انتهای تیر و در نیمهٔ میانی طولی دهانه تیر قرار گیرد. اطراف سوراخ باید به نحوی تقویت شود که مقاومت برشی و خمشی تیر به طور کامل فراهم گردد.

**ت)** در ناحیهٔ حفاظت‌شده دو انتهای تیر، ایجاد هرگونه تغییر ناگهانی در پهنای بال یا ضخامت بال مجاز نمی‌باشد. تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر ۱ به ۲/۵ انجام پذیرد.

### ۱۰-۳-۹-۲ نسبت لنگر خمشی ستون به لنگر خمشی تیر

در کلیهٔ گره‌های اتصالات خمشی تیر به ستون باید به طور مجزا در امتداد هریک از محورهای اصلی مقطع ستون رابطهٔ زیر برآورده گردد.

$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} > ۱/۰ \qquad (۱-۹-۳-۱۰)$$

که در آن:

$\sum M^*_{pc}$= مجموع لنگرهای خمشی ستون‌های بالا و پایین گره اتصال در امتداد مورد نظر مطابق با رابطهٔ زیر:

$$\sum M^*_{pc} = \sum Z_c(F_{yc} - P_{uc}/A_g) \qquad (۲-۹-۳-۱۰)$$

$\sum M^*_{pb}$= مجموع تصاویر لنگرهای خمشی تیرها در گره اتصال نسبت به راستای مورد نظر. این لنگرهای خمشی باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبداری که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از لنگر خمشی $M_{pr}=C_{pr}R_{yb}M_{pb}$ در محل تشکیل مفصل پلاستیک نسبت به محور ستون تعیین شوند (شکل ۱۰-۳-۸-۱).

در روابط فوق:

$Z_c$= اساس مقطع پلاستیک ستون

$A_g$= سطح مقطع ستون

$F_y$= تنش تسلیم فولاد ستون

$P_{uc}$= مقاومت فشاری مورد نیاز ستون حاصل از ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته

$M_{pb}$= لنگر خمشی پلاستیک تیر در محل تشکیل مفصل پلاستیک

$R_{yb}$= نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شدهٔ مصالح تیر مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۲-۱

$C_{pr}$= مطابق تعریف بند ۱۰-۳-۵-۴

**تبصره:** در صورتی‌که یکی از حالت‌های زیر برقرار باشد، رعایت رابطهٔ ۱۰-۳-۹-۱ در گرهٔ فوقانی ستون الزامی نیست.

۱- ستون‌هایی که در کلیهٔ ترکیبات بار متعارف دارای $P_{uc}<۰/۳\ P_c$ (که در آن $P_{uc}$ مقاومت فشاری مورد نیاز، $P_c=F_{yc}A_g$ ، $F_{yc}$ تنش تسلیم فولاد ستون و $A_g$ سطح مقطع ستون است) بوده و دارای شرایط زیر باشند.

الف) ستون‌های ساختمان‌های یک‌طبقه و ستون‌های طبقهٔ آخر ساختمان‌های چند طبقه

ب) تعدادی از ستون‌های هر طبقه که مجموع مقاومت برشی طراحی آنها کمتر از۲۰ درصد کل مقاومت برشی طراحی ستون‌های آن طبقه و مجموع مقاومت برشی طراحی آنهایی که بر روی یک محور قرار دارند کمتر از ۳۳ درصد کل مقاومت برشی طراحی آن محور باشد. در این بند محور ستون به محور یا محورهای موازی اطلاق می‌شود که در فاصلهٔ کمتر از ۱۰ درصد بعد پلان طبقه، در جهت عمود بر محور، از یکدیگر قرار گرفته باشند.

۲- ستون‌های طبقه‌ای که در آن نسبت مجموع مقاومت برشی طراحی ستون‌ها به مجموع مقاومت برشی مورد نیاز ستون‌ها در آن طبقه ۵۰ درصد بیشتر از این نسبت در طبقهٔ فوقانی آن باشد.

### ۱۰-۳-۹-۳ مقاومت‌های مورد نیاز و طراحی مقطع تیر

مقاومت‌های مورد نیاز و طراحی مقطع تیر در قاب‌های خمشی ویژه عیناً مشابه مقاومت‌های مورد نیاز و طراحی مقطع تیر در قاب‌های خمشی متوسط می‌باشد.

### ۱۰-۳-۹-۴ اتصال تیر به ستون

کلیهٔ اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی ویژه که نیروهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌کنند، باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** اتصالات خمشی تیر به ستون باید توانایی تحمل تغییرشکل‌های دورانی حداقل به میزان ۰/۰۴ رادیان را بدون کاهش قابل توجه در مقاومت خود دارا باشند. برای احراز این شرط لازم است اتصالات خمشی به کار رفته در قاب‌های خمشی ویژه از طریق آزمایشات توصیه‌شده توسط

مراجع معتبر تأیید شوند. در صورت عدم دسترسی به آزمایشات فوق استفاده از اتصالات از پیش تاییدشده ارائه‌شده در بخش ۱۰-۳-۱۳ بلامانع می‌باشد.

**ب)** اتصال تیر به ستون باید به گونه‌ای طراحی شود که شرایط ایجاد مفصل پلاستیک را در داخل تیر فراهم نماید. انجام این امر می‌تواند از طریق ضعیف‌کردن مقطع تیر در فاصله‌ای محدود از برستون صورت گیرد. روش‌های دیگر برای دستیابی به منظور فوق در اتصالات از پیش تأیید شدهٔ بخش ۱۰-۳-۱۳ ارائه شده است.

**پ)** در قاب‌های خمشی ویژه مقاومت خمشی مورد نیاز ($M_u$) و مقاومت برشی مورد نیاز ($V_u$) اتصال باید عیناً مشابه مقاومت‌های مورد نیاز اتصال تیر به ستون در قاب‌های خمشی متوسط در نظر گرفته شود.

### ۱۰-۳-۹-۵ ورق‌های تقویتی چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف)

الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای ورق‌های تقویتی چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف) در قاب‌های خمشی ویژه عیناً مشابه الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای ورق‌های تقویتی چشمهٔ اتصال (ورق‌های مضاعف) در قاب‌های خمشی متوسط می‌باشد.

### ۱۰-۳-۹-۶ ورق‌های پیوستگی

الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای ورق‌های پیوستگی در قاب‌های خمشی ویژه عیناً مشابه الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای ورق‌های پیوستگی در قاب‌های خمشی متوسط می‌باشد.

## ۱۰-۳-۱۰ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای معمولی

قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای معمولی به قاب‌هایی گفته می‌شود که از آنها انتظار تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی محدودی، بدون کاهش قابل ملاحظه در مقاومت اعضا و اتصالات آن‌ها، تحت اثر زلزله طرح می‌رود. در طراحی اعضا و اتصالات قاب‌های دارای دهانه‌های مهاربندی علاوه بر الزامات متعارف فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و نیز الزامات لرزه‌ای بخش‌های ۱۰-۳-۲ تا ۱۰-۳-۶ باید الزامات تکمیلی این بخش نیز رعایت شود.

### ۱۰-۳-۱۰-۱ الزامات عمومی

**الف)** پیکربندی مهاربندی‌های مجاز در این نوع قاب‌ها شامل مهاربندی‌های قطری، ضربدری و مهاربندی‌های به شکل ۷و۸ می‌باشند. استفاده از مهاربندی‌های به شکل K در این نوع قاب‌ها مجاز نمی‌باشد.

**ب)** در این نوع قاب‌ها نیروی جانبی باید بین کلیهٔ مهاربندی‌های کششی و فشاری توزیع شود و مهاربندها باید برای حداکثر نیروی ایجاد شده در آنها طراحی شوند. طراحی مهاربندهای قطری و ضربدری در قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای معمولی به صورت کششی تنها نیز مجاز است.

**پ)** مقاطع اعضای مهاربندی‌ها و تیرهای نظیر دهانه‌های مهاربندی‌شده در مهاربندی‌های از نوع ۷ و ۸ باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{md}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقاطع کلیهٔ ستون‌ها و تیرهای نظیر دهانه‌های مهاربندی‌شده در مهاربندی‌های از نوع قطری و ضربدری باید فشرده باشند.

### ۱۰-۳-۱۰-۲ مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸

قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی با مهاربندی‌های از نوع ۷و۸ باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** ضریب لاغری $(KL/r)$ مهاربندی‌های از نوع ۷و ۸ نباید از $4\sqrt{E/F_y}$ تجاوز نماید.

**ب)** تعبیهٔ سوراخ‌های متوالی در جان تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با هر نوع مهاربندی (قطری، ضربدری،۷و۸) مجاز نیست. در صورت لزوم به تعبیه سوراخ دسترسی در جان تیر، اطراف آن

باید به نحوی تقویت گردد که مقاومت‌های طراحی در مقطع سوراخ‌دار از مقاومت‌های طراحی مقطع کامل تیر کمتر نباشد.

**پ)** مهاربندی‌های به شکل ۷و ۸ ای که در محل اتصال به تیر دارای خروج از مرکزیت کمتر از ارتفاع تیر هستند، به عنوان مهاربندی‌های همگرا محسوب می‌شوند و می‌توانند بر اساس الزامات این بخش طراحی شوند.

**ت)** تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ باید قادر به تحمل نیروهای قائم حاصل از ترکیب بارهای ثقلی بدون حضور مهاربندی‌ها باشند.

**ث)** تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ باید در حد فاصل دو ستون پیوسته بوده و دارای مهار جانبی کافی برای جلوگیری از کمانش پیچشی - جانبی باشند. در هر صورت، وجود حداقل یک جفت مهار جانبی در محل اتصال مهاربندی‌ها به تیر الزامی است.

**ج)** تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ و اتصالات آنها به ستون باید قادر به تحمل نیروهای نامتعادل ناشی از زلزله در ترکیب با بارهای ثقلی ضریبدار باشند. برای منظور کردن اثر توزیع نامتعادل نیروهای مهاربندی‌های کششی و فشاری ناشی از زلزله، تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقلی ضریبدار که با نیروی زلزله ترکیب می‌شوند و اثرات لرزه‌ای ناشی از نیروهای زیر در مهاربندی‌ها محاسبه شوند.

- نیروی لرزه‌ای مهاربند کششی کمترین دو مقدار $R_yF_yA_g$ و نیروی کششی ناشی از ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته. که در آن، $R_y$ = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد مهاربندی، $F_y$= تنش تسلیم فولاد مهاربندی و $A_g$ = سطح مقطع کلی عضو مهاربندی است.
- نیروی لرزه‌ای مهاربند فشاری برابر ۰/۳$P_n$ که در آن $P_n$ مقاومت فشاری اسمی مهاربند فشاری است.

### ۳-۱۰-۳-۱۰ اتصالات مهاربندی‌ها

مقاومت مورد نیاز اتصالات مهاربندی‌ها در قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای معمولی نباید از یکی از دو مقدار (الف) و (ب) این بند کمتر در نظر گرفته شود.

**الف)** مقاومت کششی مورد انتظار اعضای مهاربندی برابر $R_yF_yA_g$ که در آن $R_y$ نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد مهاربند، $F_y$ تنش تسلیم فولاد مهاربند و $A_g$ سطح مقطع کلی عضو مهاربندی است.

**ب)** بیشترین نیروی محوری حاصل از ترکیبات بار زلزلهٔ تشدیدیافته در مهاربندی‌ها.

## ۱۰-۳-۱۱ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای ویژه

قاب‌های مهاربندی شدهٔ همگرای ویژه به قاب‌هایی گفته می‌شوند که در آنها از مهاربندی‌ها انتظار می‌رود تحت اثر بار جانبی زلزلهٔ طرح تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی قابل ملاحظه‌ای تحمل کنند و در آنها کاهش مقاومت چندانی رخ ندهد. رفتار فرا ارتجاعی موردنظر ممکن است به مرحلهٔ بعد از کمانش مهاربند توسعه یابد. از اینروی، پیکربندی و طراحی مهاربندی‌ها و اتصالات آن باید چنان باشد که از عهده این تغییرشکل‌ها بر آیند و رفتار تیرها و ستون‌ها در قاب عملاً در مرحلهٔ ارتجاعی باقی بماند.

در طراحی اعضا و اتصالات قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای ویژه علاوه بر الزامات متعارف فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و نیز الزامات لرزه‌ای بخش‌های ۱۰-۳-۲ تا ۱۰-۳-۶ باید الزامات تکمیلی این بخش نیز رعایت شود.

### ۱۰-۳-۱۱-۱ الزامات عمومی

**الف)** پیکربندی مهاربندی‌های مجاز در این نوع قاب‌ها شامل مهاربندی‌های قطری، ضربدری و مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ می‌باشند. استفاده از مهاربندی‌های به شکل K در این نوع قاب‌ها مجاز نیست.

**ب)** مقاطع اعضای مهاربندی‌ها و ستون‌های نظیر دهانه‌های مهاربندی‌شده باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{hd}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقاطع تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{md}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقاطع بقیهٔ ستون‌ها باید فشرده باشند.

**پ)** در قاب‌های مهاربندی شدهٔ همگرا، نیروی جانبی باید بین کلیهٔ مهاربندی‌های کششی و فشاری توزیع شود و مهاربندی‌ها باید برای حداکثر نیروی ایجاد شده در آنها تحت اثر ترکیبات بار متعارف طراحی شوند. در قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای ویژه طراحی مهاربندی‌ها به صورت کششی تنها مجاز نمی‌باشد.

**ت)** مهاربندی‌ها در امتداد هر محور در هر طبقه باید طوری در نظر گرفته شوند که در هر راستای بارگذاری حداقل ۳۰ درصد و حداکثر ۷۰ درصد نیروی جانبی سهم آن محور در کشش تحمل

شود، مگر آن‌که اعضای مهاربندی‌های فشاری دارای مقاومتی بیشتر از آنچه تحلیل سازه برای بار زلزله از جمله ترکیبات بار تشدیدیافته نشان می‌دهد، باشند. منظور از محور مهاربندی در این بند، یک یا چند محور مهاربندی‌شده مستقیم موازی است که به فاصله‌ای کمتر از ۱۰ درصد بُعد ساختمان در پلان، در جهت عمود بر محور، از یکدیگر قرار گرفته باشند.

**ث)** ضریب لاغری $(KL/r)$ مهاربندهای فشاری در قاب‌های مهاربندی‌شده با هر نوع مهاربندی (قطری، ضربدری، ۷ و۸ )، نباید از ۲۰۰ تجاوز نماید.

**ج)** در مهاربندی‌های با مقطع ساخته‌شده (تشکیل‌شده از چند نیمرخ و اتصال‌دهنده‌ها)، فاصلهٔ اتصال‌دهنده‌های اعضا باید به گونه‌ای انتخاب شوند که نسبت لاغری $a/r_i$ که در آن $a$ فاصلهٔ اتصال دهنده‌ها از یکدیگر و $r_i$ شعاع ژیراسیون حداقل تک نیمرخ است) هر عضو ما بین اتصال‌دهنده‌ها از ۰/۴ برابر ضریب لاغری حاکم عضو ساخته‌شده بیشتر نشود. مجموع مقاومت‌های برشی طراحی اتصال‌دهنده‌ها باید برابر یا بیشتر از مقاومت کششی طراحی هر عضو باشد. فاصلهٔ اتصال‌دهنده‌ها باید به طور یکنواخت اختیار شده و تعداد آنها در طول عضو از دو عدد کمتر نباشد. اتصال‌دهنده‌ها نباید در یک چهارم میانی طول آزاد مهاربندی‌ها تعبیه شوند. در مواردی‌که کمانش مهاربندی‌ها حول محور بحرانی کمانش ایجاد برش در اتصال‌دهنده‌ها نمی‌شود، رعایت شرط $a/r_i \leq ۰/۴(KL/r)_{max}$ برای تک تک اعضا الزامی نیست.

**چ)** تعبیهٔ سوراخ‌های متوالی در جان تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با هر نوع مهاربندی (قطری، ضربدری، ۷ و۸ ) مجاز نیست. در صورت لزوم به تعبیهٔ سوراخ دسترسی در جان تیر، اطراف آن باید به نحوی تقویت گردد که مقاومت‌های طراحی در مقطع سوراخ‌دار از مقاومت‌های طراحی مقطع کامل تیر کمتر نباشد.

**ح)** مهاربندی‌های ۷ و ۸ ای که در محل اتصال به تیر دارای خروج از مرکزیت کمتر از ارتفاع تیر هستند، به عنوان مهاربندی‌های همگرا محسوب می‌شوند و می‌توانند بر اساس الزامات این بخش طراحی شوند.

**خ)** تیرهای دهانه‌های مهاربندی شده با مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ باید قادر به تحمل نیروهای قائم حاصل از ترکیب بارهای ثقلی بدون حضور مهاربندی‌ها باشند.

**د)** تیرهای دهانه‌های مهاربندی شده با مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ باید در حد فاصل دو ستون پیوسته بوده و دارای مهار جانبی کافی برای جلوگیری از کمانش جانبی- پیچشی باشند. در هر صورت، وجود حداقل یک جفت مهار جانبی در محل اتصال مهاربندی‌ها به تیر الزامی است.

### ۱۰-۳-۱۱-۲ تیرها، ستون‌ها و اتصالات آنها

مقاومت‌های طراحی تیرها، ستون‌ها و اتصالات آنها در قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای ویژه نباید از نیروهای ناشی از تحلیل‌های زیر کوچکتر در نظر گرفته شوند.

**الف)** تحلیلی که در آن فرض می‌شود نیروی مهاربندی‌های کششی برابر $R_yF_yA_g$ و نیروی مهاربندی‌های فشاری برابر $1/14\ F_{cre}A_g$ می‌باشد.

**ب)** تحلیلی که در آن فرض می‌شود نیروی مهاربندی‌های کششی برابر $R_yF_yA_g$ و نیروی مهاربندی‌های فشاری برابر $0/3\times1/14\ F_{cre}A_g$ می‌باشد.

که در آن:

$R_y$ = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد مهاربندی مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۳-۱.

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد مهاربندی.

$A_g$ = سطح مقطع کلی عضو مهاربندی.

$F_{cre}$ = تنش فشاری مورد انتظار ناشی از کمانش مطابق ضوابط بخش ۱۰-۲-۴ با این شرط که در آن بجای $F_y$ از $R_yF_y$ استفاده شده باشد.

**تبصره:** برای انجام تحلیل‌های فوق اعضای مهاربندی می‌توانند از مدل تحلیلی حذف گردیده و در محل اتصال آنها مطابق بندهای (الف) و (ب) در فوق، نیروی نظیر آنها به مدل تحلیلی اعمال شود. سپس با بستن حرکت جانبی قاب و اعمال بارهای ثقلی ضریبدار (ضرایبی که در حضور نیروی زلزله مورد استفاده قرار می‌گیرند)، اقدام به تحلیل سازه شود.

### ۱۰-۳-۱۱-۳ اتصال مهاربندی‌ها

مقاومت مورد نیاز اتصالات مهاربندی‌ها، شامل اتصال تیر به ستون اگر بخشی از سیستم مهاربندی باشد، باید به شرح زیر در نظر گرفته شوند.

**الف)** مقاومت کششی مورد نیاز

مقاومت کششی مورد نیاز اتصالات مهاربندی‌ها باید حداقل برابر $R_yF_yA_g$ باشد.

**ب)** مقاومت فشاری مورد نیاز

مقاومت فشاری مورد نیاز اتصالات مهاربندی‌ها باید حداقل ۱/۱ برابر $F_{cre}A_g$ ۱/۱۴ باشد.

**پ)** سازگاری اتصال با کمانش مهاربندی‌ها

به منظور سازگاری اتصال با کمانش مهاربندی‌ها، اتصالات مهاربندی‌ها باید یکی از الزامات زیر را برآورده نمایند.

(۱) اتصال اعضای مهاربندی باید دارای مقاومت خمشی مورد نیاز حداقل برابر $R_yM_p$ ۱/۱ باشد که در آن، $M_p$ لنگر خمشی پلاستیک مقطع عضو مهاربندی حول محور کمانش بحرانی مقطع است.

(۲) سازگاری با دوران غیرالاستیک حاصل از تغییرشکل‌های پس از کمانش در خارج از صفحهٔ مهاربندی از طریق مهیا نمودن شرایط کمانش بحرانی مهاربندی در خارج از صفحهٔ قاب و قطع مهاربندی به اندازهٔ دو برابر ضخامت صفحهٔ اتصال (۲t) قبل از خط تکیه‌گاهی ورق اتصال (خط آزاد خمش). در این مبحث رعایت ضابطهٔ تکمیلی خاصی برای کنترل کمانش لبهٔ آزاد ورق اتصال الزامی نیست.

در بندهای (الف) و (ب)، پارامترهای $R_y$ ، $F_y$ ، $A_g$ ، $F_{cre}$ همان تعاریفی هستند که در بند ۱۰-۳-۱۱-۲ به کار گرفته شده‌اند.

## ۱۰-۳-۱۲ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا

قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا قاب‌هایی هستند که در آنها، مهاربندی‌ها در هر دهانه با فاصلهٔ کمی از یکدیگر روی محور طولی تیر یا با فاصلهٔ کمی از گرهٔ اتصال تیر به ستون، به تیر متصل می‌شوند. به ناحیه‌ای که بین نقاط تلاقی محورهای دو عضو قطری مهاربندی روی تیر یا بین نقطهٔ تلاقی محور عضو مهاربندی تا گره اتصال تیر به ستون قرار دارد، تیر پیوند گفته می‌شود. در این نوع قاب‌ها رفتار جانبی لرزه‌ای سازه ترکیبی از عملکرد خمشی و برشی تیرها و ستون‌ها و عملکرد خمشی و برشی تیرها و ستون‌ها و عملکرد کششی و فشاری مهاربندی‌ها می‌باشد.

در طراحی اعضا و اتصالات قاب‌های مهاربندی شدهٔ واگرا، علاوه بر الزامات متعارف فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و نیز الزامات لرزه‌ای بخش‌های ۱۰-۳-۲ تا ۱۰-۳-۶ باید الزامات تکمیلی این بخش نیز رعایت شوند.

### ۱۰-۳-۱۲-۱ محدودیت تیرها، ستون‌ها و مهاربندی‌ها

مقاطع تیرها، ستون‌ها و مهاربندی‌ها باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** مقطع تیر پیوند باید از نوع I شکل (نورد شده یا ساخته‌شده از ورق) یا از نوع قوطی شکل ساخته شده از ورق باشد.

**ب)** جان (یا جان‌ها) باید از یک ورق تک بدون هر گونه ورق مضاعف در نظر گرفته شود و در آن هیچ‌گونه بازشویی نباید ایجاد شود.

**پ)** در تیرهای پیوند ساخته‌شده از ورق، اتصال جان (یا جان‌ها) به بال تیر باید از نوع جوش گوشهٔ دو طرفه یا جوش شیاری با نفوذ کامل باشد.

**ت)** تیرهای قوطی شکل ساخته‌شده از ورق باید دارای شرایط $I_y > ۰/۶۷I_x$ باشد که در آن $I_y$ ممان اینرسی مقطع تیر پیوند حول محور مرکزی در امتداد جان‌های مقطع و $I_x$ ممان اینرسی مقطع تیر پیوند حول محور مرکزی عمود بر امتداد جان‌های مقطع می‌باشد.

**ث)** تیرهای پیوند باید دارای مقطع از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{hd}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ باشند.

**ج)** تیر (یا تیرهای) خارج از ناحیهٔ پیوند، اگر دارای مقطع متفاوت با مقطع تیر پیوند باشند، باید دارای مقطع از نوع فشرده لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{md}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ باشند.

**چ)** مقاطع ستون‌های نظیر دهانه‌های مهاربندی باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{hd}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقطع بقیه ستون‌ها باید از نوع فشرده باشند

**ح)** مقاطع مهاربندی‌ها باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر $\lambda_{md}$ مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ باشند.

**خ)** در دو انتهای تیر پیوند در بال‌های فوقانی و تحتانی باید مهارهای جانبی تعبیه شود. این مهارهای جانبی باید برای نیروی $P_{bu}$ مطابق رابطهٔ ۱۰-۳-۶-۱ طراح شوند.

### ۱۰-۳-۱۲-۲ مقاومت برشی مورد نیاز تیر پیوند

مقاومت برشی مورد نیاز تیر پیوند باید بر اساس تحلیل سازه تحت اثر ترکیبات بار متعارف تعیین شود.

### ۱۰-۳-۱۲-۳ مقاومت برشی طراحی تیر پیوند

مقاومت برشی طراحی تیر پیوند مساوی $\phi_v V_n$ می‌باشد که در آن، $\phi_v$ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰/۹ و $V_n$ مقاومت برشی اسمی می‌باشد که باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس حالت‌های حدی تسلیم برشی و تسلیم خمشی در نظر گرفته شود.

**الف)** تسلیم برشی

$$V_n = V_p \qquad (۱-۱۲-۳-۱۰)$$

**ب)** تسلیم خمشی

$$V_n = \frac{۲M_p}{e} \qquad (۲-۱۲-۳-۱۰)$$

در روابط فوق:

$$V_p = \begin{cases} ۰/۶F_yA_{lw} & P_u/P_c \le ۰/۱۵ \\ ۰/۶F_yA_{lw}\sqrt{۱-\left(\frac{P_u}{P_c}\right)^۲} & P_u/P_c > ۰/۱۵ \end{cases} \qquad (۳-۱۲-۳-۱۰)$$

$$M_p = \begin{cases} F_yZ & P_u/P_c \le ۰/۱۵ \\ F_yZ\left(\frac{۱-P_u/P_c}{۰/۸۵}\right) & P_u/P_c > ۰/۱۵ \end{cases} \qquad (۴-۱۲-۳-۱۰)$$

$P_u$ = مقاومت محوری مورد نیاز تیر پیوند بر اساس ترکیبات بار متعارف

$P_c$ = مقاومت تسلیم محوری تیر پیوند برابر $F_yA_g$

$A_{lw}$ = مساحت جان مقطع تیر پیوند برابر $(d-۲t_f)t_w$ برای مقاطع I شکل و برابر $۲(d-۲t_f)t_w$ برای مقاطع قوطی شکل

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد تیر پیوند

$Z$ = اساس مقطع پلاستیک تیر پیوند

e = طول تیر پیوند که برابر است با فاصلهٔ بین اتصال دو انتهای مهاربند در روی بال تیر یا فاصلهٔ بین اتصال انتهای مهاربندی در روی بال تیر تا بر ستون

### ۱۰-۳-۱۲-۴ طول تیر پیوند

تیرهای پیوندی که دارای شرایط $P_u/P_c > ۰/۱۵$ هستند، باید محدودیت زیر را برآورده نمایند.

**الف)** در صورتی‌که $\rho' \le ۰/۵$ باشد:

$$e \le \frac{۱/۶M_p}{V_p} \qquad (۵-۱۲-۳-۱۰)$$

**ب)** در صورتی‌که $\rho' > ۰/۵$ باشد:

$$e \le \frac{۱/۶M_p}{V_p}\ (۱/۱۵ - ۰/۳\rho') \qquad (۶-۱۲-۳-۱۰)$$

در روابط فوق:

$$\rho' = \frac{P_u/P_c}{V_u/V_c} \qquad (۷-۱۲-۳-۱۰)$$

$V_u$ = مقاومت برشی مورد نیاز تیر پیوند بر اساس ترکیبات بار متعارف

$V_c$ = مقاومت تسلیم برشی تیر پیوند برابر $۰/۶F_yA_{lw}$

$P_u$ = مقاومت محوری مورد نیاز تیر پیوند بر اساس ترکیبات بار متعارف

$P_c$ = مقاومت تسلیم محوری تیر پیوند برابر $F_yA_g$

$A_{lw}$ = مساحت جان (یا جان‌ها) مقطع تیر پیوند برابر $(d-۲t_f)t_w$ برای مقاطع I شکل و برابر $۲(d-۲t_f)t_w$ برای مقاطع قوطی شکل

$A_g$ = سطح مقطع کلی مقطع تیر پیوند

$F_y$ = تنش تسلیم فولاد تیر پیوند

$V_p$ = برش پلاستیک مقطع تیر پیوند مطابق رابطهٔ ۱۰-۳-۱۲-۳

$M_p$ = لنگر پلاستیک مقطع تیر پیوند مطابق رابطهٔ ۱۰-۳-۱۲-۴

**تبصره:** برای تیرهای پیوندی که دارای شرایط $P_u / P_c \leq ۰/۱۵$ هستند، هیچ محدودیتی برای طول تیر پیوند وجود ندارد، لیکن به دلیل تأمین الزامات بند ۱۰-۳-۱۳-۵ ممکن است به تیرهای پیوندی با طول کوتاه‌تر مورد نیاز باشد.

### ۱۰-۳-۱۲-۵ دوران تیر پیوند

حداکثر دوران غیر الاستیک تیر پیوند نسبت به ناحیهٔ خارج از آن، در حالتی‌که تغییرمکان جانبی نسبی طبقه ($\delta_i$) برابر تغییرمکان جانبی نسبی طرح ($\Delta_i$) فرض شود، نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید.

**الف)** ۰/۰۸ رادیان برای حالتی‌که طول تیر پیوند مساوی یا کمتر از $۱/۶M_p/V_p$ باشد.

**ب)** ۰/۰۲رادیان برای حالتی‌که طول تیر پیوند مساوی یا بزرگتر از $۲/۶M_p/V_p$ باشد.

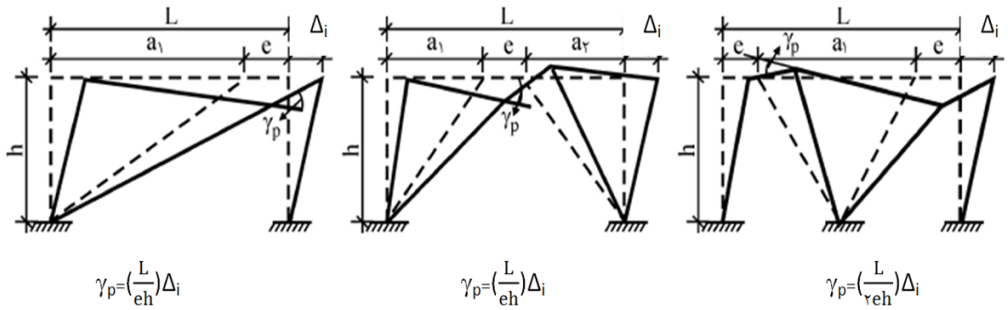
در روابط فوق:

$V_p$ = برش پلاستیک مقطع تیر پیوند مطابق رابطهٔ ۱۰-۳-۱۲-۳

$M_p$ = لنگر پلاستیک مقطع تیر پیوند مطابق رابطهٔ ۱۰-۳-۱۲-۴

**تبصره ۱:** برای مقادیر طول پیوند بین دو مقدار (الف) و (ب)، می‌توان از درون‌یابی خطی بهره برد.

**تبصره ۲**: دوران غیر الاستیک تیر پیوند نسبت به ناحیهٔ خارج از آن ($\gamma_p$) در حالتی‌که تغییرمکان جانبی نسبی طبقه برابر تغییرمکان جانبی نسبی طرح فرض می‌شود را می‌توان از روابط مندرج در شکل ۱۰-۳-۱۲-۱ تعیین نمود.




**شکل ۱۰-۳-۱۲-۱ دوران غیرالاستیک تیر پیوند نسبت به ناحیهٔ خارج از آن ($\gamma_p$)**

### ۱۰-۳-۱۲-۶ مهاربندی‌ها، ستون‌ها، تیرهای خارج از ناحیهٔ پیوند و اتصالات آنها

مقاومت طراحی مهاربندی‌ها، ستون‌ها، تیرهای خارج از ناحیهٔ پیوند و اتصالات آنها نباید از نیروهای ناشی از تحلیلی که شامل بارهای ثقلی ضریبدار (ضرایبی که در حضور نیروی زلزله مورد استفاده قرار می‌گیرند) و اثرات لرزه‌ای که موجب ایجاد برشی برابر ۱/۲۵ $R_yV_n$ در تیرهای پیوند با مقطع I شکل و ۱/۴ $R_yV_n$ درتیرهای پیوند با مقطع قوطی شکل و نیروهای نظیر آنها در دو انتهای تیر پیوند می‌شود، با رعایت استثناهای زیر، کوچکتر در نظر گرفته شود؛ که در آن $V_n$ مقاومت برشی اسمی تیر پیوند مطابق ضوابط بند ۱۰-۳-۱۲-۲ و $R_y$ نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد تیر پیوند مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۲-۱ می‌باشد.

**استثناها:**

(۱) در تحلیل مذکور می‌توان از لنگرهای خمشی ناشی از تغییرمکان جانبی نسبی طبقه صرف‌نظر نمود.

(۲) در طراحی تیرهای خارج از ناحیهٔ پیوند و نیز ستون‌هایی که دارای سه طبقهٔ مهاربندی شده یا بیشتر هستند، می‌توان اثرات لرزه‌ای ناشی از نیروی برشی مذکور را در ضریب ۰/۸۸ ضرب نمود.

(۳) در نظر گرفتن مقاومت مورد نیاز ستون‌ها بیشتر از نیروهای حاصل از یک تحلیل غیرالاستیک الزامی نیست.

### ۱۰-۳-۱۲-۷ اتصالات تیرهای خارج از ناحیهٔ پیوند به ستون

اتصالات تیرهای خارج از ناحیهٔ پیوند به ستون باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** اتصالات تیرهای خارج از ناحیهٔ پیوند به ستون می‌توانند به صورت مفصلی یا گیردار طراحی شوند. دراین حالت مقاومت‌های مورد نیاز اتصال باید بر اساس بزرگترین نیروهای حاصل از ترکیبات بار متعارف و نیروهای حاصل از الزامات بند ۱۰-۳-۱۲-۶ تعیین شوند.

**ب)** در مواردی‌که اتصال تیر خارج از ناحیهٔ پیوند به ستون به همراه اتصال مهاربند (صفحهٔ اتصال) باشد، این اتصال می‌تواند به صورت مفصلی یا گیردار طراحی شود. در حالت مفصلی اتصال باید دارای قابلیت دوران حداقل برابر ۰/۰۲۵ رادیان بدون کاهش مقاومت بوده و برای مقاومت‌های مورد نیاز اتصال مهاربندی به همراه مقاومت‌های برشی و محوری مورد نیاز اتصال تیر طراحی شود. در حالت گیردار، این اتصال باید برای لنگر خمشی برابر $1/1R_yM_p$ به همراه مقاومت‌های مورد نیاز اتصال مهاربندی و مقاومت‌های برشی و محوری مورد نیاز اتصال تیر طراحی شود؛ که در آن، $M_p$ کوچکترین دو مقدار لنگر پلاستیک تیر و مجموع لنگرهای پلاستیک ستون‌های بالا و پایین اتصال و $R_y$ نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد تیر یا ستون است.

### ۱۰-۳-۱۲-۸ اتصالات تیرهای پیوند به ستون

اتصالات تیرهای پیوند به ستون باید دارای شرایط زیر باشند.

**الف)** اتصالات تیرهای پیوند به ستون باید به صورت صلب (گیردار کامل) طراحی شوند.

**ب)** اتصالات تیرهای پیوند به ستون باید توانایی دوران غیرالاستیک تیر پیوند را بدون کاهش مقاومت دارا باشند.

**پ)** مقاومت برشی مورد نیاز اتصال تیر پیوند به ستون باید حداقل برابر $R_yV_n$ باشد که در آن، $V_n$ مقاومت برشی اسمی تیر پیوند مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۱۲-۳ و $R_y$ نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم فولاد تیر پیوند است.

**ت)** مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال تیر پیوند به ستون باید برابر کوچکترین دو مقدار $M_p$ و $\frac{eV_n}{۲}$ در نظر گرفته شود که در آن، $M_p$ لنگر پلاستیک مقطع تیر پیوند و $V_n$ مقاومت برشی اسمی تیر پیوند مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۱۲-۳ می‌باشد.

**ث)** در مواردی‌که اتصال تیر پیوند به ستون به همراه اتصال مهاربندی (صفحهٔ اتصال) باشد، این اتصال باید به صورت صلب (گیردار کامل) در نظر گرفته شود. در این حالت اتصال باید برای نیروی برشی و لنگر خمشی نظیر بندهای (پ) و (ت) در فوق به همراه مقاومت محوری مورد نیاز تیر پیوند و مقاومت‌های مورد نیاز اتصال مهاربندی طراحی شود.

### ۱۰-۳-۱۲-۹ اتصالات مهاربندی‌ها

اتصالات مهاربندی‌ها باید دارای شرایط زیر باشند.

۱. اتصالات مهاربندی‌ها در قاب‌های مهاربندی‌شده واگرا می‌توانند به صورت مفصلی یا گیردار طراحی شوند.

۲. در مواردی‌که مهاربندی برای تحمل بخشی از لنگر انتهایی تیر پیوند طراحی می‌شود، اتصال مهاربندی به تیر پیوند باید به صورت صلب (گیردار کامل) طراحی شود.

۳. مقاومت‌های مورد نیاز اتصالات مهاربندی‌ها باید براساس بزرگترین نیروهای حاصل از ترکیبات بار متعارف و نیروهای حاصل از الزامات بند ۱۰-۳-۱۲-۶ تعیین شوند.

### ۱۰-۳-۱۲-۱۰ سخت‌کننده‌های تیرهای پیوند

تیرهای پیوند باید با تعدادی سخت‌کننده در محل اتصال دو انتهای مهاربندی به تیر و نیز تعداد سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند تقویت شوند. مشخصات این سخت‌کننده‌ها باید براساس ضوابط بندهای زیر در نظر گرفته شوند.

**۱۰-۳-۱۲-۱۰-۱ سخت‌کننده‌های تیرهای پیوند I شکل**

**الف)** سخت‌کننده‌های انتهایی

سخت‌کننده‌های انتهایی در محل اتصال دو انتهای مهاربندی به تیر پیوند باید به صورت یک جفت در دو طرف جان و در تمام ارتفاع آن تعبیه گردند. پهنای هریک از این سخت‌کننده‌ها نباید از $(\frac{1}{2}b_f - t_w)$ و ضخامت آنها نباید از $0/75t_w$ یا ۱۰ میلی‌متر، کمتر اختیار شود. که در آن، $b_f$ پهنای بال تیر پیوند و $t_w$ ضخامت جان مقطع تیر پیوند است.

**ب)** سخت‌کننده‌های میانی

سخت‌کننده‌های میانی باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) در مواردی‌که طول تیر پیوند از $1/6M_p/V_p$ کوچکتر باشد، فاصلهٔ سخت‌کننده‌های میانی نباید بیشتر از $(30t_w-d/5)$ برای تیرهای پیوند با زاویه دوران ۰/۰۸ رادیان و $(52t_w-d/5)$ برای تیرهای پیوند با زاویه دوران ۰/۰۲رادیان در نظر گرفته شود. برای تیرهای پیوند با زاویهٔ دوران بین دو مقدار ۰/۰۲ و ۰/۰۸ رادیان می‌توان از درون‌یابی‌خطی بین دو مقدار مذکور استفاده نمود.

(۲) در مواردی‌که طول تیر پیوند در محدودهٔ $2/6M_p/V_p \le e \le 5M_p/V_p$ باشد، تعبیهٔ یک سخت‌کننده به فاصله $1/5b_f$ در هریک از دو انتهای تیر پیوند الزامی است.

(۳) در مواردی که طول تیر پیوند در محدودهٔ $1/6M_p/V_p \le e \le 2/6M_p/V_p$ باشد، سخت‌کننده‌های میانی باید الزامات هر دو شرط (۱) و (۲) در فوق را تأمین نمایند.

(۴) در مواردی‌که طول تیر پیوند بزرگتر از $5M_p/V_p$ باشد، تعبیهٔ سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند الزامی نیست.

(۵) سخت‌کننده‌های مورد نیاز در شرایط (۱) تا (۳) در فوق، باید در تمام ارتفاع تیر پیوند تعبیه شوند. این سخت‌کننده‌ها در تیرهای با ارتفاع ۶۰۰ میلی‌متر و بیشتر باید به صورت جفت و در دو سمت جان تعبیه شوند. در تیرهای با ارتفاع کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر می‌توان این سخت‌کننده‌ها را به صورت تکی و در یک سمت جان تیر پیوند تعبیه نمود.

(۶) پهنای هریک از سخت‌کننده‌ها نباید از $(\frac{1}{2}b_f - t_w)$ و ضخامت آنها نباید از $t_w$ یا ۱۰ میلی‌متر کمتر اختیار شود.

**پ)** اتصال سخت‌کننده‌های انتهایی و میانی به تیر پیوند

اتصال سخت‌کننده‌ها به جان و بال‌های تیر پیوند باید توسط جوش گوشه برقرار گردد. مقاومت مورد نیاز اتصال سخت‌کننده‌ها به جان باید حداقل برابر $F_yA_{st}$ و مقاومت مورد نیاز اتصال سخت کننده‌ها به هر یک از بال‌های تیر پیوند باید حداقل برابر با $\frac{۱}{۴} F_yA_{st}$ در نظر گرفته شود؛ که در آن، $F_y$ تنش تسلیم فولاد سخت‌کننده‌ها و $A_{st}$ سطح مقطع عرضی هریک از سخت‌کننده‌ها است.

### ۱۰-۳-۱۲-۱۰-۲ سخت‌کننده‌های تیرهای پیوند قوطی شکل

**الف)** سخت کننده‌های انتهایی

سخت‌کننده‌های انتهایی در محل اتصال دو انتهای مهاربندی به تیر پیوند، باید در یک سمت هر یک از جان‌ها و در تمام ارتفاع آن تعبیه گردد. پهنای هریک از این سخت‌کننده‌ها نباید از $b/۲$ و ضخامت آنها نباید از $۰/۷۵t_w$ یا ۱۲ میلی‌متر، کمتر اختیار شود. $b$ پهنای داخلی بال مقطع تیر پیوند و $t_w$ ضخامت هریک از جان‌های مقطع تیر پیوند است.

**ب)** سخت‌کننده‌های میانی

سخت‌کننده‌های میانی باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) در مواردی‌که طول تیر پیوند کوچکتر از $۱/۶M_p/V_p$ بوده و جان‌ها دارای نسبت ارتفاع به ضخامت، $h/t_w$، بزرگتر یا مساوی $۰/۶۴\sqrt{E/F_y}$هستند، فاصلهٔ سخت‌کننده‌های میانی نباید بیشتر از $[۲۰t_w - \frac{۱}{۸}(d-۲t_f)]$ در نظر گرفته شود.

(۲) در مواردی‌که طول تیر پیوند کوچکتر از $۱/۶M_p/V_p$ بوده و جان‌ها دارای نسبت ارتفاع به ضخامت، $h/t_w$، کوچکتر از $۰/۶۴\sqrt{E/F_y}$ هستند، تعبیهٔ سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند الزامی نیست.

(۳) در مواردی‌که طول تیر پیوند بزرگتر از $۱/۶M_p/V_p$ باشد، تعبیهٔ سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند الزامی نیست.

(۴) سخت‌کننده‌های میانی باید در تمام ارتفاع جان تیر پیوند تعبیه شوند و اتصال آنها به جان‌ها از داخل یا خارج مقطع قوطی شکل بلا مانع است.

**پ)** اتصال سخت‌کننده‌های انتهایی و میانی به تیر پیوند

اتصال سخت‌کننده‌های انتهایی و میانی باید از طریق جوش گوشه به جان‌های مقطع تیر پیوند انجام شود. اتصال سخت‌کننده‌های عرضی به بال‌های مقطع قوطی شکل الزامی نیست. مقاومت مورد نیاز اتصال سخت‌کننده‌ها به جان‌ها باید حداقل برابر $F_yA_{st}$ در نظر گرفته شود. که در آن، $F_y$ تنش تسلیم فولاد سخت‌کننده‌ها و $A_{st}$ سطح مقطع عرضی هریک از سخت‌کننده‌ها است.

## ۱۰-۳-۱۳ اتصالات گیردار از پیش تأیید شده

اتصالات گیردار ارائه شده در شکل‌های ۱۰-۳-۱۳-۱ تا ۱۰-۳-۱۳-۵ در صورت تأمین الزامات و محدودیت‌های این بخش به عنوان اتصالات گیردار از پیش تأیید شده محسوب می‌شوند. مطابق الزامات این بخش، انواع اتصالات گیردار از پیش تأیید شده به شرح جدول ۱۰-۳-۱۳-۱ می‌باشند.

**جدول ۱۰-۳-۱۳-۱ انواع اتصالات گیردار از پیش تأیید شده**

| ردیف | نوع اتصال | مخفف | نوع سیستم سازه‌ای قابل کاربرد | بخش مربوطه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش‌یافته | RBS | قاب‌های خمشی متوسط و ویژه | (۱۰-۳-۱۳-۲) |
| ۲ | اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی | BUEEP | قاب‌های خمشی متوسط و ویژه | (۱۰-۳-۱۳-۳) |
| ۳ | اتصال فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی | BSEEP | قاب‌های خمشی متوسط و ویژه | (۱۰-۳-۱۳-۳) |
| ۴ | اتصال پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری | BFP | قاب‌های خمشی متوسط و ویژه | (۱۰-۳-۱۳-۴) |
| ۵ | اتصال جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری | WFP | قاب‌های خمشی متوسط | (۱۰-۳-۱۳-۵) |
| ۶ | اتصال مستقیم تقویت نشدهٔ جوشی | WUF-W | قاب‌های خمشی متوسط و ویژه | (۱۰-۳-۱۳-۶) |

### ۱۰-۳-۱۳-۱ الزامات عمومی اتصالات گیردار از پیش تأیید شده

کلیهٔ اتصالات از پیش تأیید شده باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) کلیهٔ اتصالات باید به صورت صلب (گیردار کامل) در نظر گرفته شوند.

(۲) کلیهٔ جوش‌های بکار رفته در اتصالات باید از طریق آزمایش‌های غیر مخرب نظیر رادیوگرافی و اولتراسونیک (فراصوتی) تأیید شوند.

(۳) در طراحی اتصالات از پیش تأیید شده، علاوه بر الزامات فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ باید الزامات بخش‌های ۱۰-۳-۸، ۱۰-۳-۹ و ۱۰-۳-۱۳ نیز رعایت شوند.

(۴) در کلیهٔ اتصالات از پیش تأیید شده فاصلهٔ بین مفصل پلاستیک در داخل تیر تا بر ستون با علامت $S_h$ نمایش داده می‌شود و برای انواع مختلف اتصالات مذکور بر اساس نتایج آزمایش، محل تشکیل مفصل پلاستیک در بخش‌های مربوطه ارائه شده است.

(۵) در دو انتهای تیرهای ساخته‌شده از ورق، به فاصله $(S_h+d)$ که در آن $d$ عمق تیر است، اتصال جان به بال باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با جوش گوشهٔ تقویتی در هر دو طرف جان باشد. ضخامت جوش‌های گوشهٔ تقویتی در هر طرف جان نباید از ۸ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود. در مواردی‌که در بخش‌های مربوط به اتصالات گیردار از پیش تأیید شده در این خصوص الزام دیگری وضع شده باشد، تأمین این شرایط برای اتصال جان به بال تیر الزامی نیست.

(۶) در ستون‌های H شکل ساخته‌شده از ورق، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلی‌متر بالا و پایین بال‌های تیر، اتصال جان به بال‌های مقطع ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با جوش گوشهٔ تقویتی در هر دو طرف جان باشد. ضخامت جوش‌های گوشه تقویتی در هر طرف جان نباید از ۸ میلی‌متر و ضخامت جان مقطع ستون کمتر در نظر گرفته شود.

(۷) در ستون‌های قوطی شکل ساخته‌شده از ورق، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر بعلاوهٔ ۳۰۰ میلی‌متر بالا و پایین بال تیر، اتصال جان‌ها به بال‌های مقطع ستون، باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.

(۸) در ستون‌های ساخته‌شده از ورق با مقطع صلیبی شکل، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلی‌متر بالا و پایین بال تیر، اتصال جان‌ها به بال‌ها و جان دیگر باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با جوش گوشه تقویتی در هر دو طرف جان باشد. ضخامت جوش‌های گوشه تقویتی در هر طرف جان نباید از ۸ میلی‌متر و ضخامت جان مقطع ستون کمتر در نظر گرفته شود.

(۹) در صورت نیاز به تعبیهٔ تسمه‌های پشت‌بند در جوش‌های نفوذی، رعایت الزامات زیر ضروری است.

- برداشتن پشت‌بندهای مورد استفاده در اتصال ورق‌های پیوستگی به بال‌ها و جان (یا جان‌های) مقطع ستون، پس از اتمام عملیات جوشکاری الزامی نیست.

- در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، پشت‌بندهای مورد استفاده در بال تحتانی تیر باید برداشته شوند و پس از برداشتن تسمه‌های پشت‌بند، ریشهٔ جوش نفوذی باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر تقویت گردد.
- در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، برداشتن پشت‌بندهای مورد استفاده در بال فوقانی تیر الزامی نیست. در صورتی‌که تسمه‌های پشت‌بند برداشته نشوند، این تسمه‌ها باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر به بال ستون جوش داده شوند.
- اتصال پشت‌بندهای مورد استفاده در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، به بال‌های تیر مجاز نیست.

### ۱۰-۳-۱۳-۲ اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش‌یافته (RBS)

علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۱۳-۱، اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش‌یافته (شکل ۱۰-۳-۱۳-۱)، باید دارای شرایط زیر باشد.

(۱) در دو انتهای تیر، تعبیهٔ سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به بال ستون، مطابق الزامات فصل ۱۰-۲، الزامی است.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ محافظت شده باید برابر a+b در نظر گرفته شود. b,a در شکل ۱۰-۳-۱۳-۱ نشان داده شده است.

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک باید برابر $S_h = a + b/2$ در نظر گرفته شود.

(۴) تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند. علاوه بر الزامات بخش ۱۰-۳-۶، در دو انتهای تیر، تعبیهٔ مهار جانبی در فاصله‌ای بین انتهای ناحیهٔ کاهش‌یافته تا نصف عمق تیر بعد از آن، الزامی است. در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در صورتی‌که تیرها در فاصلهٔ بین دو ناحیهٔ حفاظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصلهٔ حداکثر برابر ۳۰۰ میلی‌متر باشند، تعبیه مهارهای جانبی در محل‌های مذکور الزامی نیست.

(۵) اتصال بال‌های تیر به بال ستون باید از طریق جوش نفوذی با نفوذ کامل صورت گیرد. برای این جوش رعایت ضابطهٔ طراحی خاصی الزامی نیست.

(۶) اتصال جان تیر به بال ستون باید از طریق جوش نفوذی با نفوذ کامل صورت گیرد. در این حالت برای این جوش رعایت ضابطهٔ طراحی خاصی الزامی نیست. در قاب‌های خمشی متوسط، اتصال جان تیر به بال ستون می‌تواند از طریق یک ورق تک پیچ‌شده به جان تیر نیز صورت گیرد. در این‌گونه موارد اتصال ورق تک به جان تیر باید از نوع اصطکاکی با سوراخ استاندارد، یا سوراخ استاندارد در یکی و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد موازی با محور تیر در دیگری، و اتصال آن به بال ستون از نوع نفوذی یا جوش گوشهٔ دو طرفه باشد. در این حالت مقاومت برشی مورد نیاز اتصال باید براساس الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳ تعیین شود. ضخامت جوش‌های گوشه طرفین ورق تک به بال ستون باید حداقل برابر ۰/۷۵ ضخامت ورق تک و ضخامت ورق تک باید حداقل برابر ۱۰ میلی‌متر باشد.

(۷) جرم واحد طول تیر نباید از ۴۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید.

(۸) عمق مقطع تیر نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۹) ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۵۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۰) عمق مقطع ستون‌های H شکل و صلیبی نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر و عمق پهنای مقطع ستون‌های قوطی شکل‌ساخته‌شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۱) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۷ در قاب‌های خمشی ویژه و از ۵ در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

(۱۲) در ناحیه کاهش‌یافتهٔ تیر محدودیت‌های زیر باید تأمین شوند.

$$R = (۴c^۲+b^۲) / ۸c \qquad (۱-۱۳-۳-۱۰)$$

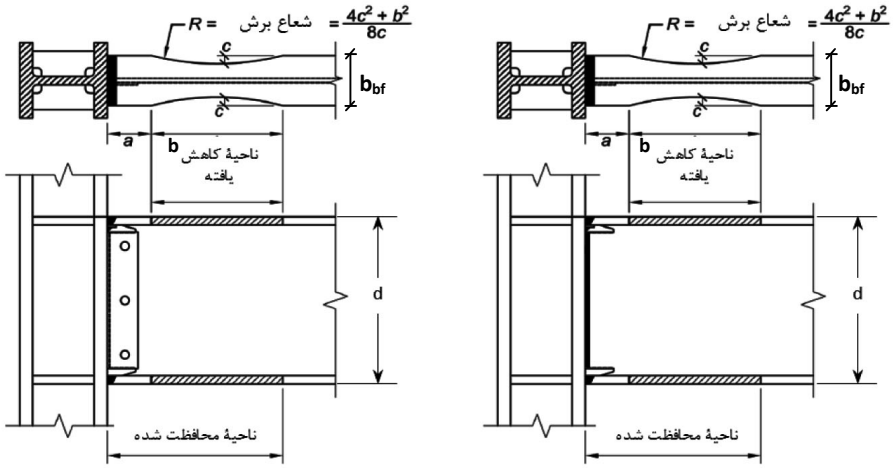
$$۰/۵\ b_{bf} \le a \le ۰/۷۵\ b_{bf} \qquad (۲-۱۳-۳-۱۰)$$

$$۰/۶۵\ d \le b \le ۰/۸۵\ d \qquad (۳-۱۳-۳-۱۰)$$

$$۰/۱\ b_{bf} \le c \le ۰/۲۵\ b_{bf} \qquad (۴-۱۳-۳-۱۰)$$

(۱۳) ستون‌ها و تیرها شامل ناحیهٔ کاهش‌یافته باید دارای مقاومت کافی در برابر کلیهٔ ترکیبات بارگذاری به استثنای ترکیبات بار زلزلهٔ تشدید یافته باشند. همچنین در کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقه باید اثرات مقطع کاهش‌یافته لحاظ شود. در کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقه بجای مدل‌سازی ناحیهٔ کاهش‌یافته می‌توان تغییرمکان جانبی نسبی را در حالتی

که ناحیه کاهش‌یافته لحاظ نشده است با ضریب ۱/۱ برای حالت نظیر $c = ۰/۲۵\ b_{bf}$ تشدید نمود. برای سایر مقادیر c می‌توان از تناسب بین آنها و $c = ۰/۲۵\ b_{bf}$ بهره برد.




الف) برای قاب‌های خمشی متوسط و ویژه

ب) فقط برای قاب‌های خمشی متوسط

**شکل ۱۰-۳-۱۳-۱ اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش‌یافته (RBS)**

### ۱۰-۳-۱۳-۳ اتصال گیردار فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی(BUEEP) و اتصال گیردار فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی(BSEEP)

علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۱۳-۱، اتصالات گیردار فلنجی (شکل ۱۰-۳-۱۳-۲)، باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) در دو انتهای تیر، تعبیهٔ سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به ورق انتهایی مجاز نمی‌باشد.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ محافظت‌شده باید به شرح زیر در نظر گرفته شود.

- در اتصال فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی برابر کوچکترین دو مقدار عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر از برستون

- در اتصال فلنجی با استفاده از ورق لچکی برابرطول لچکی بعلاوه کوچکترین دو مقدار نصف عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر، از بر ستون

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک ($S_h$) باید برابر کوچکترین دو مقدار $d/2$ و $3b_{bf}$ از بر ستون برای اتصالات فلنجی بدون استفاده از ورق‌های لچکی و برابر ($L_{st}+t_p$) از بر ستون برای اتصالات فلنجی با استفاده از ورق‌های لچکی در نظر گرفته شود.که در آن $d$ عمق تیر، $b_{bf}$ پهنای بال تیر ،$l_{st}$ طول ورق لچکی در روی بال تیر و $t_p$ ضخامت ورق انتهایی است.

(۴) تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند. علاوه بر الزامات بخش ۱۰-۳-۶ در دو انتهای تیر تعبیهٔ مهار جانبی در فاصله‌ای بین انتهای ناحیهٔ محافظت‌شده تا نصف عمق تیر بعد از آن الزامی است. در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در صورتی‌که تیرها در فاصلهٔ بین دو انتهای محافظت‌شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصلهٔ حداکثر برابر ۳۰۰ میلی‌متر باشند، تعبیهٔ مهار جانبی در محل های مذکور الزامی نیست.

(۵) در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در فاصلهٔ ۱/۵ برابر عمق تیر از بر ستون، تعبیهٔ برشگیر در روی بال فوقانی تیر مجاز نمی‌باشد. همچنین در فاصلهٔ حداقل برابر ۲۵ میلی‌متر از طریق مصالح انعطاف‌پذیر (نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به هردو طرف هر دو بال ستون اجتناب شود.

(۶) پهنای ورق انتهایی نباید از بال تیر متصل شونده به آن کوچکتر در نظر گرفته شود. همچنین پهنای موثر ورق انتهایی نباید از بال تیر متصل شونده بعلاوه ۲۵ میلی‌متر بزرگتر در نظر گرفته شود.

(۷) ورق‌های لچکی باید در امتداد جان تیر و در وسط ورق انتهایی تعبیه شوند. طول ورق‌های لچکی نباید از $1/75h_{st}$ کوچکتر در نظر گرفته شود که در آن $h_{st}$ ارتفاع لچکی‌ها در امتداد محور ستون می‌باشد. ورق‌های لچکی در روی بال تیر و نیز در انتهای ورق انتهایی باید حدوداً ۲۵ میلی‌متر برش عمودی داشته و سپس به صورت مورب بریده شوند.ضخامت ورق‌های لچکی نباید کمتراز ضخامت جان مقطع تیر در نظر گرفته شود. لچکی‌ها باید دارای شرایط $h_{st}/t_s \leq 0/56\sqrt{E/Fy}$ نیز باشند.

(۸) بکار بردن ورق‌های پر کنندهٔ انگشتی در بالا و پایین ورق انتهایی مجاز است.

(۹) در دو انتهای تیرهای ساخته‌شده از ورق، به فاصلهٔ حداقل برابر کوچکترین دو مقدار عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر، اتصال جان به بال باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشهٔ دو طرفه باشد. ضخامت جوش‌های گوشهٔ دو طرفه نباید از $0/75t_w$ ($t_w$ ضخامت جان مقطع تیر است) و ۶ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

(۱۰) اتصال بال تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل بوده و در وجه داخلی بال تیر با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر تقویت گردد. برای این جوش رعایت ضابطهٔ طراحی خاصی الزامی نیست.

(۱۱) اتصال جان تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد. چنانچه ضخامت جان مقطع تیر کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشهٔ دو طرفه نیز مجاز است. ضخامت جوش‌های گوشه نباید از $0/8\ t_w$ و ۸ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شوند. برای اتصال جان تیر به ورق انتهایی غیر از الزامات این بند، رعایت ضابطهٔ طراحی خاصی الزامی نیست.

(۱۲) اتصال لچکی‌ها (در صورت استفاده) به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد. چنانچه ضخامت لچکی‌ها کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلی‌متر باشد، استفاده از جوش گوشه دو طرفه نیز مجاز است. ضخامت جوش‌های گوشه نباید از $0/75\ t_s$ ($t_s$ ضخامت ورق لچکی است) و ۶ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود. برای اتصال لچکی‌ها به ورق انتهایی غیر از الزامات این بند، رعایت ضابطهٔ طراحی خاصی الزامی نیست.

(۱۳) اتصالات فلنجی باید محدودیت‌های ابعادی جدول ۱۰-۳-۱۳-۲ را با رعایت الزامات استثنای زیر برآورده نمایند.

**استثناء:** در قاب‌های خمشی ویژه با دال بتنی سازه‌ای و دارای برشگیر فولادی مدفون در بتن در فاصلهٔ بین دو ناحیهٔ محافظت شده تیر، عمق مقطع تیر نباید از ۷۰۰ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

(۱۴) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۷ در قاب‌های خمشی ویژه و از ۵ در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

**جدول ۱۰-۳-۱۳-۲ محدودیت‌های ابعادی اتصالات گیردار فلنجی**

| | BUEEP | | BSEEP | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | چهار پیچی | | هشت پیچی | |
| پارامتر | حداقل (mm) | حداکثر (mm) | حداقل (mm) | حداکثر (mm) | حداقل (mm) | حداکثر (mm) |
| $t_{bf}$ | ۱۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۱۵ | ۳۰ |
| $b_{bf}$ | ۱۵۰ | ۲۵۰ | ۱۵۰ | ۲۵۰ | ۲۰۰ | ۳۵۰ |
| d | ۳۴۰ | ۱۴۰۰ | ۳۴۰ | ۷۰۰ | ۴۴۰ | ۱۰۰۰ |
| $t_p$ | ۱۲ | ۶۰ | ۱۲ | ۵۰ | ۲۰ | ۷۰ |
| $b_p$ | ۱۸۰ | ۳۰۰ | ۱۸۰ | ۳۰۰ | ۲۴۰ | ۴۰۰ |
| g | ۱۰۰ | ۱۶۰ | ۱۰۰ | ۱۶۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| $p_{fi}$,$p_{fo}$ | ۳۵ | ۱۲۰ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۴۰ | ۵۰ |
| $p_b$ | - | - | - | - | ۹۰ | ۱۰۰ |

در جدول فوق:

$b_{bf}$ = پهنای بال تیر

$b_p$ = پهنای ورق انتهایی

d = عمق تیر متصل‌شونده به ورق انتهایی

g = فاصلهٔ افقی بین دو ردیف قائم پیچ

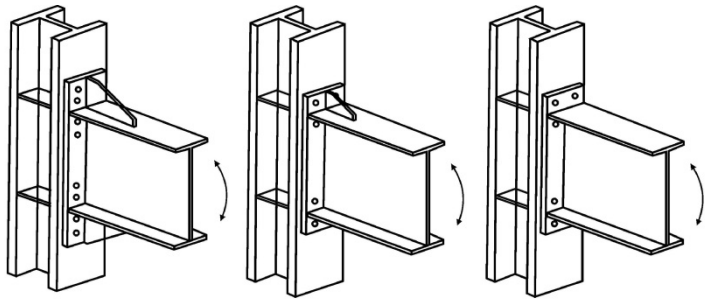
$p_b$ = فاصلهٔ قائم بین دو ردیف پیچ در هر دو طرف بال تیر در اتصال فلنجی هشت پیچی

$p_{fi}$ = فاصلهٔ قائم بین نزدیکترین ردیف پیچ داخلی تا بر بال کششی تیر

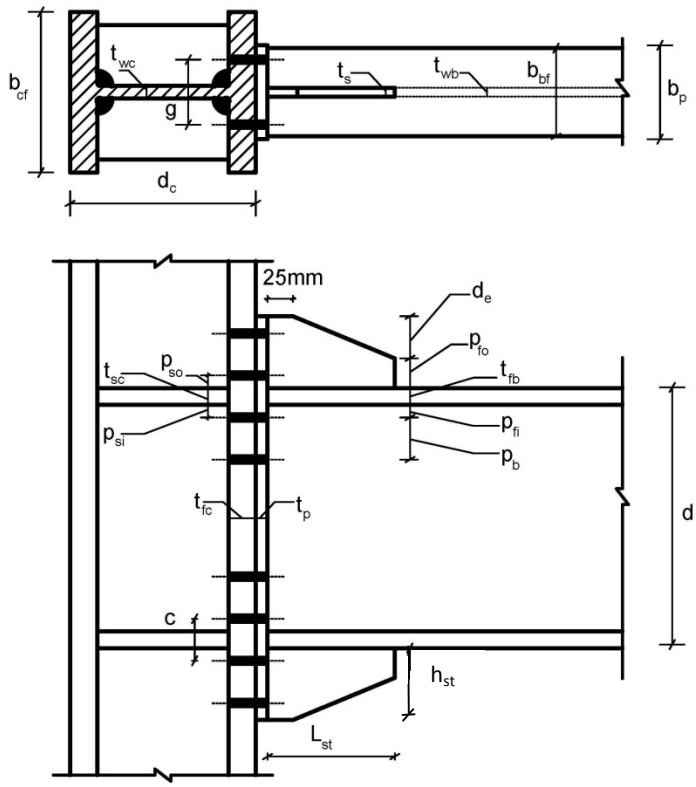
$p_{fo}$ = فاصلهٔ قائم بین نزدیکترین ردیف پیچ بیرونی تا بر بال کششی تیر

$t_{bf}$ = ضخامت بال مقطع تیر

$t_p$ = ضخامت ورق انتهایی



الف) چهارپیچی بدون ورق سخت‌کننده  ب) چهارپیچی با ورق سخت‌کننده  پ) هشت‌پیچی با ورق سخت‌کننده




ت) هندسهٔ اتصال فلنجی هشت‌پیچی با استفاده از ورق لچکی

**شکل ۱۰-۳-۱۳-۲ اتصال گیردار فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی(BUEEP)و اتصال گیردار فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی(BSEEP)**

(۱۵) عمق مقطع ستون‌های با مقطع H شکل و صلیبی نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۶) ابعاد و ضخامت ورق انتهایی و نیز مشخصات و تعداد پیچ‌های اتصال ورق انتهایی به بال ستون باید بر اساس مقاومت‌های خمشی و برشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود. در تعیین مقاومت‌های طراحی وسایل اتصال ضریب کاهش مقاومت ($\phi$) را برای طراحی پیچ‌ها، کنترل لهیدگی و گسیختگی کششی و برش قالبی ورق انتهایی، می‌توان برابر ۰/۹ و برای کنترل خمش و برش در ورق انتهایی برابر یک در نظر گرفت.

### ۱۰-۳-۱۳-۴ اتصال گیردار پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری(BFP)

علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۱۳-۱، اتصالات گیردار پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (شکل ۱۰-۳-۱۳-۳) باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) در دو انتهای تیر تعبیهٔ سوراخ دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی‌باشد.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ محافظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به بر ستون به علاوهٔ عمق تیر در نظر گرفته شود.

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک ($S_h$) در روی تیر باید در محل دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به بر ستون، در نظر گرفته شود.

(۴) تیرها باید دارای مهارجانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند. علاوه بر الزامات بخش ۱۰-۳-۶، در دو انتهای تیر، تعبیهٔ مهارجانبی در فاصله‌ای بین انتهای ناحیهٔ محافظت شدهٔ تیر تا نصف عمق تیر بعد از آن الزامی است. در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای در صورتی‌که تیرها در فاصلهٔ بین دو ناحیه محافظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصلهٔ حداکثر برابر ۳۰۰ میلی‌متر باشند، تعبیه مهارجانبی در محل‌های مذکور الزامی نیست.

(۵) در قاب‌های خمشی ویژه با دال بتنی سازه‌ای و دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن، در فاصلهٔ حداقل برابر ۲۵ میلی‌متر از طریق مصالح انعطاف‌پذیر (نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به هر دو طرف هر دو بال ستون جلوگیری به عمل آید.

(۶) استفاده از ورق‌های پرکننده به ضخامت مجموعاً ۶ میلی‌متر بین ورق‌های اتصال و بال تیر مجاز است.

(۷) اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل و به بال‌های تیر از نوع پیچی با قطر پیچ حداکثر برابر ۲۷ میلی‌متر باشد. در صورت استفاده از تسمه پشت‌بند در پشت جوش نفوذی تسمه‌های پشت‌بند باید پس از انجام جوشکاری برداشته شوند.

(۸) اتصال ورق تکی جان به بال ستون باید از نوع نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشهٔ دو طرفه باشد. ضخامت جوش‌های گوشه در هر دو طرف نباید از $۰/۸t_w$ ($t_w$ ضخامت ورق تکی جان است) و ۸ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

(۹) اتصال ورق تکی جان به جان تیر باید از نوع پیچی و دارای سوراخ لوبیایی کوتاه افقی باشد.

(۱۰)جرم واحد طول تیر نباید از ۲۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید

(۱۱)عمق مقطع تیر نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

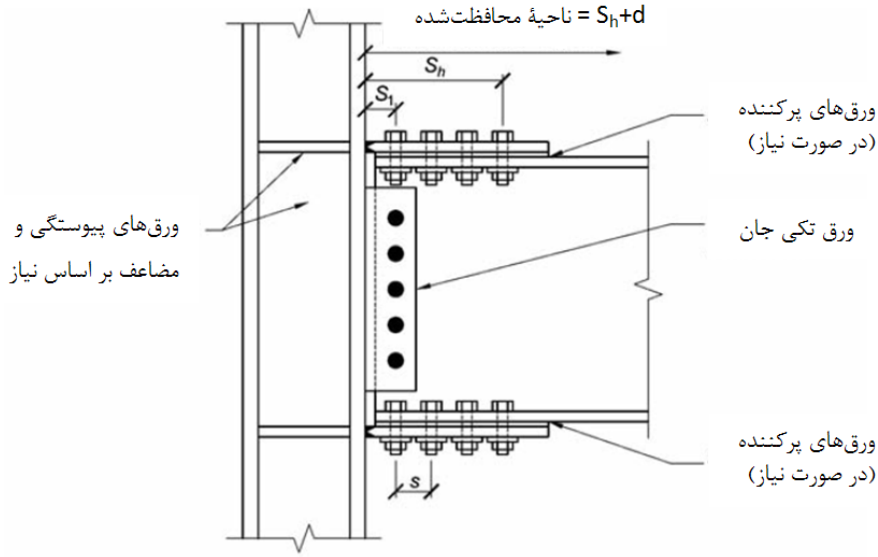
(۱۲)ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۳۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۳)نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۹ در قاب‌های خمشی ویژه و از ۷ در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

(۱۴)عمق مقطع ستون‌های H شکل و صلیبی در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای و دارای برشگیر فولادی مدفون در بتن نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر و در غیاب دال بتنی سازه‌ای از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید. عمق و پهنای مقطع ستون‌های قوطی شکل ساخته‌شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۵)ابعاد و ضخامت ورق‌های روسری و زیرسری و نیز مشخصات و تعداد پیچ‌های اتصال این ورق‌ها به بال تیر باید بر اساس مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود. در تعیین مقاومت‌های طراحی بر اساس الزامات فصل ۱۰-۲، ضریب کاهش مقاومت ($\phi$) را برای طراحی پیچ‌ها، کنترل لهیدگی، کنترل گسیختگی کششی و برش قالبی می‌توان برابر ۰/۹ و برای کنترل کشش در ورق‌های روسری و زیرسری برابر یک در نظر گرفت.

(۱۶)ابعاد و ضخامت ورق تکی جان و نیز مشخصات و تعداد پیچ‌های اتصال این ورق به جان تیر باید بر اساس مقاومت برشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود. مقاومت‌های اسمی و ضریب کاهش مقاومت ($\phi$) ورق تکی جان و پیچ‌های نظیر آن باید بر اساس الزامات فصل ۱۰-۲ تعیین شود.




**شکل ۱۰-۳-۱۳-۳ اتصال گیردار پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیر سری (BFP)**

### ۱۰-۳-۱۳-۵ اتصال گیردار جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (WFP)

کاربرد اتصالات گیردار جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (شکل ۱۰-۳-۱۳-۴)، فقط به قاب‌های خمشی متوسط محدود می‌شود. در این نوع اتصالات علاوه بر الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۱۳-۱، باید الزامات زیر تأمین گردد.

(۱) در دو انتهای تیر، تعبیهٔ سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی‌باشد.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیهٔ محافظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا انتهای ورق‌های روسری و زیرسری (هرکدام که بزرگتر است) بعلاوه نصف عمق تیر بعد از آن، در نظر گرفته شود.

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک ($S_h$) در روی تیر باید در محل انتهای ورق‌های روسری و زیرسری (هرکدام که بزرگتر است)، در نظر گرفته شود.

(۴) تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند. علاوه بر الزامات بخش ۱۰-۳-۶ در دو انتهای تیر، تعبیهٔ مهار جانبی در فاصلهٔ بین انتهای ناحیهٔ محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن الزامی است. در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای در صورتی‌که تیرها در فاصلهٔ بین دو ناحیهٔ محافظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر باشند، تعبیه مهار جانبی در محل‌های مذکور الزامی نیست.

(۵) اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل و به بال‌های تیر از نوع جوش گوشه باشد. در صورت استفاده از تسمه‌های پشت‌بند در پشت جوش‌های نفوذی، تسمه‌های پشت‌بند باید پس از انجام جوشکاری برداشته شوند.

(۶) اتصال ورق (یا ورق‌های) جان به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه باشد. در صورت استفاده از ورق تکی جان ، جوش‌گوشه باید دو طرفه باشد.

(۷) اتصال ورق (یا ورق‌های) جان به جان تیر باید از نوع جوش گوشه باشد.

(۸) عمق مقطع تیر نباید از ۹۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۹) ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۳۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

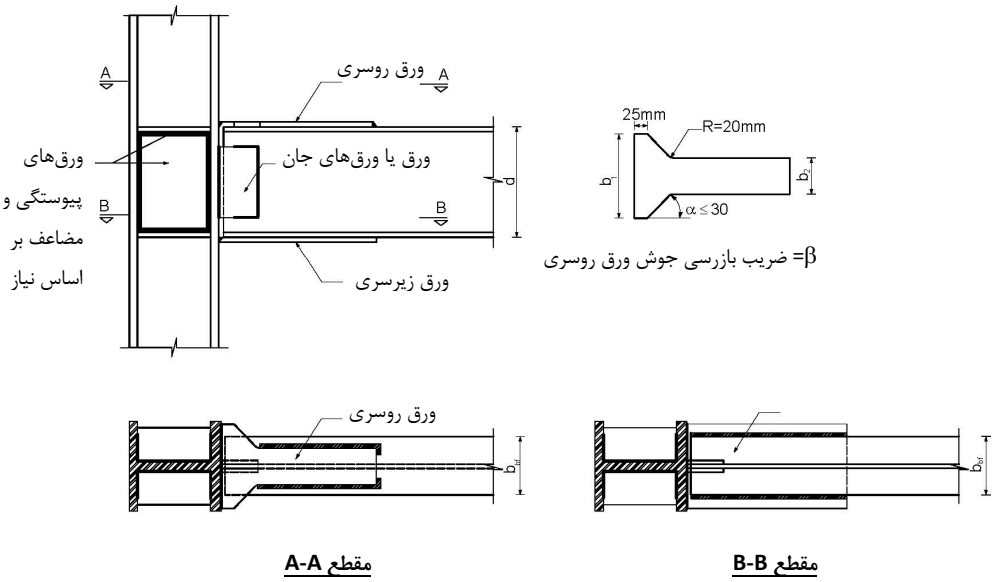
(۱۰)نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۵ کمتر در نظر گرفته شود.

(۱۱)عمق مقطع ستون‌های H شکل و صلیبی در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای و دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن، نباید از ۹۰۰ میلی‌متر و در غیاب دال بتنی سازه‌ای از ۴۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید. عمق و پهنای ستون‌های قوطی‌شکل ساخته‌شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۲)ابعاد و ضخامت ورق‌های روسری و زیرسری و نیز مشخصات جوش‌های آنها به بال‌های تیر باید بر اساس مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود. در تعیین مقاومت‌های طراحی بر اساس الزامات فصل ۲-۱۰، ضریب کاهش مقاومت ($\phi$) را برای تعیین مشخصات جوش می‌توان برابر ۰/۹ و برای تعیین ضخامت ورق‌های روسری و زیرسری برابر یک در نظر گرفت.

(۱۳)ابعاد و ضخامت ورق (یا ورق‌های جان) و نیز جوش آن یا آنها به بال ستون و جان تیر باید بر اساس مقاومت برشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین

شود. مقاومت‌های اسمی و ضریب کاهش مقاومت ورق (یا ورق‌های) جان و جوش‌های آن (یا آن‌ها) باید بر اساس الزامات فصل ۱۰-۲ تعیین شود.




**شکل ۱۰-۳-۱۳-۴ اتصال گیردار جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری(WFP)**

### ۱۰-۳-۱۳-۶ اتصال گیردار تقویت نشدهٔ جوشی (WUF-W)

علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۱۳-۱، اتصالات گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی (شکل ۱۰-۳-۱۳-۵) باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱)در دو انتهای تیر، تعبیهٔ سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به بال ستون، مطابق الزامات فصل ۱۰-۲، الزامی است.

(۲)در دو انتهای تیر، ناحیهٔ محافظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا یک برابر عمق مقطع تیر بعد از آن در نظر گرفته شود.

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک ($S_h$) در روی تیر باید در محل بر ستون در نظر گرفته شود ($S_h$=۰).

(۴) تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند. علاوه بر الزامات بخش ۱۰-۳-۶، در دو انتهای تیر تعبیهٔ مهار جانبی در فاصلهٔ بین انتهای ناحیهٔ محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن الزامی است. در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در صورتی‌که تیرها در فاصلهٔ بین دو ناحیهٔ محافظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصلهٔحداکثر برابر ۳۰۰ میلی‌متر باشند، تعبیهٔ مهار جانبی در محل‌های مذکور الزامی نیست.

(۵) اتصال بال‌های تیر به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد. برای این جوش رعایت ضابطهٔ طراحی خاصی الزامی نیست.

(۶) در این نوع اتصالات، انتقال برش باید از طریق دو عامل، یکی اتصال مستقیم جان تیر به بال ستون و دیگری اتصال ورق تکی جان به بال ستون صورت گیرد. اتصال جان تیر به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد. اتصال ورق تکی جان به بال ستون می‌تواند از طریق جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه صورت گیرد. مقاومت برشی طراحی اتصال ورق تکی جان به بال ستون می‌تواند از طریق جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه صورت گیرد. مقاومت برشی طراحی اتصال ورق تکی جان به بال ستون باید حداقل برابر $h_p t_p$ $(۰/۶R_yF_y)$ باشد که درآن $h_p$ ارتفاع ورق تکی جان و $t_p$ ضخامت آن است. اتصال ورق تکی جان به جان تیر باید از طریق جوش گوشه به ضخامت برابر ضخامت ورق تکی جان منهای ۲ میلی‌متر انجام پذیرد. ضخامت ورق تکی جان باید حداقل برابر ضخامت جان مقطع تیر باشد. ورق تکی جان باید محدودیت‌های ابعادی جدول ۱۰-۳-۱۳-۳ را تأمین نماید. به جز الزامات این بند برای انتقال برش رعایت ضابطهٔ طراحی خاصی الزامی نیست.

**جدول۱۰-۳-۱۳-۳ محدودیت‌های ابعادی ورق تکی جان در اتصال گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی (WUF-W)**

| ردیف | شرح | محدودیت |
|---|---|---|
| ۱ | هم‌پوشانی ورق جان با سوراخ‌های دسترسی | $۶mm \le a \le ۱۲mm$ |
| ۲ | شیب پهنای ورق جان | $۲۰^\circ \le c \le ۴۰^\circ$ |
| ۳ | فاصله قائم انتهای جوش ورق جان به جان تیر تا سوراخ دسترسی | $۱۲mm \le e \le ۲۵mm$ |
| ۴ | برگشت عمودی انتهای ورق جان | $b \ge ۲۵mm$ |
| ۵ | انتهای پهنای ورق جان به انتهای سوراخ‌های دسترسی | $d \ge ۵۰mm$ |

(۷)مقاطع تیرها باید از نوع I شکل بوده و عمق مقطع آن‌ها حداکثر برابر ۱۰۰۰ میلی‌متر باشد.

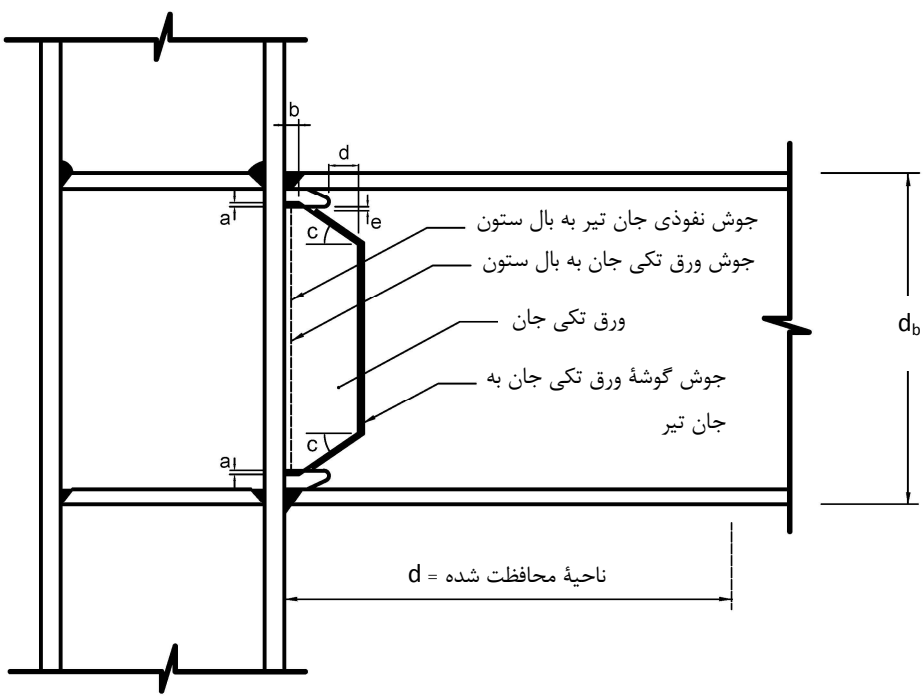
(۸)جرم واحد طول تیر نباید از ۲۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید.

(۹)ضخامت بال مقطع تیرها نباید از ۳۰ میلی‌متر تجاوز نماید

(۱۰) نسبت دهانهٔ آزاد تیر به عمق آن نباید از ۷ برای قاب‌های خمشی ویژه و از ۵ برای قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

(۱۱) عمق مقطع ستون‌های H شکل و عمق پهنای ستون‌های با مقطع صلیبی‌شکل نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید. همچنین عمق و پهنای ستون‌های با مقطع قوطی شکل نباید از ۷۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

۱۲) در این‌گونه اتصالات ضریب $C_{pr}$ باید برابر ۱/۴ در نظر گرفته شود.




**شکل۱۰-۳-۱۳-۵ اتصال گیردار تقویت نشدهٔ جوشی (WUF-W)**

# ۱۰-۴ ساخت، نصب و کنترل

## ۱۰-۴-۱ مقدمه

این فصل به روش‌های تهیه مصالح، برشکاری، مونتاژ، جوشکاری، حمل، پیش‌نصب، برپاداشتن، نصب، کارهای تکمیلی جوشکاری و محکم کردن پیچ‌ها اختصاص دارد.

## ۱۰-۴-۲ دامنهٔ کاربرد

براساس مفاد این فصل و طبق نقشه‌ها و مدارک فنی، سازندهٔ اسکلت موظف به‌انجام موارد زیر می‌باشد.

ـ تهیه مصالح*، تجهیزات و نیروی انسانی لازم

ـ تهیه نقشه‌های اجرایی در هماهنگی با نقشه‌ها و مدارک فنی، تجهیزات و امکانات اجرایی

ـ برشکاری، سوراخکاری و مونتاژ قطعات

ـ جوشکاری قطعات مونتاژ شده

ـ تمیزکاری و رنگ‌آمیزی قطعات

ـ حمل قطعات ساخته شده به‌محل نصب

ـ ایجاد امکانات لازم برای انبار کردن قطعات فولادی

ـ پیش‌نصب قسمت‌های کار در محل کارگاه ساخت در صورت نیاز

ـ برپاداشتن و تکمیل جوشکاری و یا محکم کردن پیچ‌ها، مونتاژ قطعات طبق نقشه‌ها در محل کار و کارهای تکمیلی

* *در بعضی موارد این کار برعهدهٔ کارفرما است.*

### ۱۰-۴-۳ مشخصات فولاد مصرفی

کلیهٔ فولادهای مصرفی اعم از ورق، تیرآهن، ناودانی، نبشی، تسمه و غیره باید از انواع مذکور در فصل‌های ۱۰-۱ تا ۱۰-۳ باشد.

قطعات فولادی باید از معایبی که به مقاومت و یا شکل ظاهری آن لطمه می‌زند عاری باشند. به‌کار بردن فولادهای مصرف‌شده باید با اجازهٔ ناظر و بعد از انجام آزمایش‌های لازم باشد.

قطعات فولادی اعم از اجزای قاب، ستون‌ها و شاه‌تیرها باید حتی‌الامکان یکپارچه بوده و از وصله‌کردن قطعات کوتاه خودداری گردد، مگر آنکه محل وصله در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشد یا موافقت مهندس طراح برای اتصال مورد نظر جلب گردد.

هرگاه ناظر از مشخصات فولادهای واردشده به‌کارخانه اطمینان نداشته باشد می‌تواند از هر ۱۰ تن نیمرخ فولادی مشابه به‌تعداد ۳ نمونهٔ اتفاقی انتخاب و انجام آزمایش‌های زیر را مطابق استانداردهای ملّی و یا ISO در مورد آنها تقاضا نماید.

ـ آزمایش مقاومت کششی با اندازه‌گیری تغییرشکل نسبی

ـ آزمایش شارپی روی نمونهٔ زخم‌دار.

ـ آزمایش خمش سرد

ـ آزمایش متالوگرافی و تعیین ترکیب شیمیایی

کارخانهٔ سازنده باید با عرضهٔ شماره و عنوان مصالح، مشخصات فنی مربوطه طبق مدارک رسمی و همچنین گزارش آزمایش‌های مصالح، ثابت کند که مصالح مورد استفاده مطابق با مشخصات فنی ارائه‌شده در نقشه‌های محاسباتی می‌باشد.

### ۱۰-۴-۴ ساخت قطعات فولادی

#### ۱۰-۴-۴-۱ کلیات

کارفرما نقشه‌های محاسباتی فولادی را در اختیار پیمانکار قرار می‌دهد. پیمانکار موظف است براساس نقشه‌های مذکور ابتدا نقشه‌های اجرایی را تهیه و به‌تصویب طراح سازه برساند. کنترل مهندس طراح درحد انطباق با نقشه‌های محاسباتی و مشخصات فنی بوده و مسئولیت هندسهٔ برش‌ها و قطعات

برعهدهٔ سازندهٔ اسکلت است.

نقشه‌های اجرایی باید کلیهٔ اطلاعات و جزییات لازم برای بـرش و سـاخت قطعات اعـم از ابعاد و اندازه‌ها، آماده‌سازی لبه‌ها برای جوشکاری، جزییات جوش و اندازهٔ پیچ‌ها و سوراخ‌های آنها را شامل شود.

نقشه‌های اجرایی، بایـد جوش‌های کارخانـه‌ای را از جوش‌های کارگاهی متمایز کـرده و نوع اتصال با پیچ‌ها (اتکایی یا اصطکاکی) و نیز حد سفت کردن آنها را به‌وضوح معین نموده باشد.

قبل از شروع به‌ساختن و نصب قطعات بایـد اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها به‌منظور تطبیق کامل و جلوگیری از بروز هرگونه اشکال در موقع ساخت و نصب توسط پیمانکار به‌دقت کنترل گردد.

هر قطعه پس از آنکه با اندازه و شکل مشخص شده در نقشه‌ها ساخته شد، باید شماره و علامت‌گذاری شود.

برش، مونتاژ، جوشکاری و متصل کردن قطعات به‌یکدیگر باید در کارخانهٔ سرپوشیده و مجهز ساخت اسکلت‌های فولادی توسط استادکاران و کارگران ماهر و زیر نظر متخصص فن انجام گردد.

### ۱۰-۴-۴-۲ بریدن و سوراخ‌کردن

ابتدا قطعات باید به‌ابعاد و شکل‌های لازم به‌دقت بریده شده و در محل‌های لازم سوراخ گردند. برش ورق‌هایی که در ساختن قطعات فولادی مصرف می‌گردد باید توسط دستگاه برش شعلهٔ ریلی انجام گیرد. برای ورق‌ها با ضخامت مساوی یا کمتر از ۱۲ میلی‌متر، برش توسط دستگاه گیوتین مجاز می‌باشد.

در این حالت لبه‌ها باید کاملاً یکنواخت و خالی از ناهمواری‌های بیش از ۳ میلی‌متر باشد. ناهمواری‌ها و زخم‌های بیش از ۳ میلی‌متر را باید با سنگ زدن و در صورت لزوم تعمیرکاری توسط جوش، هموار کرد.

در نیمرخ‌های سنگین و قطعات ساخته‌شده با جوش به‌ضخامت بیش از ۴۰ میلی‌متر، باید قبل از برش گرمایی، پیش‌گرمایش تا دمای حداقل ۶۵ درجه سلسیوس انجام شود.

بـرش نیمرخ‌های فولادی (تیرآهن، ناودانی و نبشی) که برای ساخت مهاربندی‌ها، تیرها، ستون و

اتصالات آنها مصرف می‌شوند، در صورت موافقت مهندس ناظر می‌تواند با اره یا برش دستی انجام گیرد. در هر صورت کلیهٔ ناصافی‌هایی که بر اثر برش به‌وجود می‌آید، باید با سنگ زدن برطرف شود.

سوراخ‌های نهایی ورق‌ها باید به‌کمک متهٔ دوار انجام پذیرد. برای سوراخ‌های با قطر زیاد می‌توان ابتدا با قطر کوچکتر سوراخی توسط منگنه ایجاد نمود و بعد با مته سوراخ را به قطر دلخواه رساند. قطعاتی که با پیچ به‌هم متصل می‌گردند در صورت امکان باید همه به‌هم خال‌جوش شده و با هم سوراخ‌کاری شوند.

به‌کارگیری روش‌های گرم کردن موضعی و یا تغییرشکل مکانیکی برای ایجاد انحنا یا راست کردن قطعات با تأیید مهندس ناظر مجاز می‌باشد، ولی دمای موضع گرم شده نباید از ۶۵۰ درجه سلسیوس برای فولاد معمولی و ۵۶۵ درجهٔ سلسیوس برای فولاد پرمقاومت و آلیاژی بیشتر شود. این دما باید به‌کمک گچ‌های رنگی مخصوص که در دمای حدود ۶۰۰ درجه سلسیوس تغییر رنگ می‌دهند، مورد کنترل قرار گیرد.

### ۱۰-۴-۴-۳ ساخت و آماده کردن قطعات قبل از مونتاژ

قطعات فولادی باید طوری ساخته شوند که هیچ نوع تغییرشکلی غیر از آنچه در نقشه مشخص شده در آنها به‌وجود نیاید. انحنا و تغییرشکل‌هایی که طبق نقشه و یا دستور مهندس ناظر لازم باشد، هنگام ساختن قطعات ایجاد می‌شود.

پخ‌زنی و آماده کردن لبهٔ قطعات برای جوشکاری باید هنگام برش شعله، با زاویه دادن به‌سر مشعل یا با سنگ‌زنی‌های بعدی انجام پذیرد. استفاده از دستگاه‌های پخ‌زن ضربه‌ای برای قطعات و ورق‌های با ضخامت بیش از ۱۲ میلی‌متر مجاز نمی‌باشد. پخ‌زنی و آماده کردن لبه‌ها باید مطابق جزییات اجرایی درزهای پیش‌پذیرفته بوده و قبلاً به‌تأیید مهندس ناظر رسیده باشد.

### ۱۰-۴-۴-۴ اتصال با جوش

برای برقراری اتصالات جوشی رعایت مشخصات مندرج در آیین‌نامهٔ جوشکاری ساختمانی* لازم است. علاوه بر مفاد آیین‌نامهٔ مذکور، رعایت موارد زیر لازم می‌باشد.

---

* *نشریه ۲۲۸ دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی معاونت راهبردی و برنامه‌ریزی.*

**الف)** پیمانکار باید برای انواع جوش‌ها قبل از شروع جوشکاری، نوع الکترود مصرفی و قطر آن، شدت جریان و ولتاژ، تعداد پاس‌ها، نحوهٔ آماده‌سازی لبه‌ها و تمام اطلاعات اجرایی دیگر را توسط مهندس یا کاردان ارشد جوشکاری بر روی برگه‌های «دستورالعمل جوشکاری ـ WPS» ثبت نموده و در تمام مدت جوشکاری در اختیار جوشکار، سرپرست کارگاه جوشکاری و ناظرین قرار دهد. برگه‌های «دستورالعمل جوشکاری» باید قبلاً به‌تأیید مهندس ناظر رسیده باشند.

**ب)** جوشکاری باید طبق نقشه‌ها و مدارک فنی، توسط جوشکاران ماهر ارزیابی شده انجام گردد و چنانچه مهندس ناظر لازم بداند باید جوشکاران دارای گواهینامهٔ جوشکاری از وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی یا مراجع ذیصلاح دیگر بوده و یا قبل از انجام کار توسط مهندس ناظر آزمایش لازم از آنها به‌عمل آید.

**پ)** قبل از جوشکاری باید سطوح مورد نظر از مواد زاید (گرد و خاک، زنگ‌زدگی، رنگ و غیره) کاملاً پاک شود.

**ت)** جوشکاری به‌طور کلی در دمای محیط جوشکاری زیر صفر درجه سلسیوس خصوصاً در جریان باد ممنوع است. در صورتی‌که جریان هوا یکنواخت و ثابت بوده و بتوان محیط جوشکاری را به‌شعاع حداقل ۱۰۰ میلی‌متر با وسایل مناسب به‌نحوی گرم کرد که با دست کاملاً محسوس باشد و محیط جوشکاری حفاظت گردد، جوشکاری بلامانع است.

**ث)** جوشکاری نباید بیش از آنچه در نقشه ذکرشده انجام شود، مگر با تأیید مهندس ناظر و طراح.

**ج)** شدت جریان و نوع الکترودها باید طوری انتخاب شوند که جوش کامل و دارای نفوذ کافی مطابق نقشه‌ها بوده و قطعات مورد اتصال به‌قدر کافی ذوب شوند. سطح جوش باید عاری از شیار، قسمت‌های برآمده، بریدگی و گودافتادگی باشد.

**چ)** چنانچه جوشکاری در بیش از یک عبور انجام شود، قبل از انجام عبور بعدی، پوستهٔ عبور قبلی باید به‌کمک چکش گِل‌زن و برس سیمی، پاک گردد.

**ح)** بین قطعاتی که مستقیماً به‌طریق جوش گوشه به‌هم جوش می‌شوند نباید درزی بیش از ۲ میلی‌متر موجود باشد.

**خ)** ترتیب عملیات جوشکاری باید به‌نحوی انجام گیرد که قطعات مربوطه از شکل اصلی خارج نشده و از تاب برداشتن و اعوجاج بیشتر از حد رواداری‌های بند ۱۰-۴-۶ بیشتر نگردد.

**د)** بر روی تمام جوش‌ها باید آزمایش‌های کنترل کیفیت چشمی توسط بازرس جوش انجام و نتیجهٔ این آزمایش‌ها به مهندس ناظر و کارفرما گزارش شود. در جدول ۱۰-۴-۱ میزان آزمایش‌های غیرمخرب جوش ارایه شده است. نتیجه تمام این آزمون‌ها باید در پرونده‌های مخصوص ثبت شده و در اختیار مهندس ناظر قرار گیرند. تفسیر مهندس ناظر از نتایج آزمایش قطعی محسوب می‌گردد.

مهندس ناظر می‌تواند مستقیماً آزمایش‌های کنترل کیفیت بر روی قطعات انجام داده و یا دستور تکرار و تجدید آزمایش‌های لازم توسط پیمانکار را بنماید.

**ذ)** روش اجرا باید طوری ترتیب داده شود که مقدار جوش‌های کارگاهی لازم به‌حداقل برسد، به‌طوری که ساخت قطعات با جوش در کارخانه انجام شده و اتصال در کارگاه حتی‌المقدور توسط پیچ پرمقاومت صورت گیرد.

**جدول ۱۰-۴-۱ میزان آزمایش‌های غیرمخرب جوش هنگام تولید و نصب**

| نوع جوش مورد آزمایش | نوع آزمایش |
|---|---|
| ۱ ـ صد درصد کلیهٔ جوش‌ها | بازرسی چشمی (VI) |
| ۲ ـ صد درصد جوش‌های لب به‌لب عرضی بال‌های کششی، اعضای کششی خرپاها، ۱/۶ عمق جان تیرها در مجاورت بال کششی*و جوش شیاری ورق روسری و زیرسری به‌ستون در اتصال صلب تیر به‌ستون | پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT) |
| ۳ ـ ده درصد جوش‌های لب به لب طولی بال‌های کششی و اعضای کششی خرپاها | پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT ) |
| ۴ ـ بیست درصد جوش‌های لب به‌لب عرضی و طولی در بال‌های فشاری و اعضای فشاری خرپاها و ستون‌ها | پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT ) |
| ۵ ـ بیست درصد جوش‌های لب به‌لب عرضی جان تیرها که شامل بند ۲ فوق نمی‌باشد و جوش‌های لب به لب طولی جان تیرها | پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT ) |
| ۶ ـ ده درصد جوش گوشه بال به‌جان و سخت‌کننده‌ها | رنگ نافذ (PT) |
| ۷ ـ صد درصد جوش‌های گوشه اتصالات مهاربندی‌ها و اتصالات تیر به‌ستون* | رنگ نافذ |

* *درصورت حصول نتایج مثبت، مهندس ناظر می‌تواند دستور تقلیل آزمایشات را تا حداقل ۳۰ درصد صادر نماید.*

### ۱۰-۴-۴-۵ پیش‌نصب

در صورتی‌که دستگاه نظارت لازم بداند، پیمانکار موظف است تیرها و ستون‌های فولادی را در محل کارخانه یا پای کار پیش‌نصب نماید. هدف از پیش‌نصب تیرها و ستون‌ها حصول اطمینان از دقت ساخت و کیفیت جفت و جور شدن قطعات در هنگام نصب می‌باشد. همچنین در هنگام پیش‌نصب، خیز شاه‌تیر تحت بار خود اندازه‌گیری شده و با خیز مندرج در نقشه‌ها مقایسه خواهد شد. جفت و جور شدن قطعات مهاربندی‌ها نیز با بستن تعدادی از آنها مورد کنترل قرار خواهد گرفت.

به‌هنگام پیش‌نصب باید حداقل ۲۵ درصد از پیچ‌های هر اتصال که کمتر از دو پیچ نباشد، بسته

شوند. پیچ‌های پیش‌نصب می‌تواند از نوع پیچ‌های معمولی انتخاب گردد. از این پیچ‌ها بعداً به‌عنوان پیچ‌های اصلی نباید استفاده نمود.

قطعات پیش‌نصب‌شده، بعد از علامت‌گذاری، باز شده و به‌همـراه ورق‌های اتصال بـرای حمل به‌کارگاه، انبار خواهند شد.

### ۱۰-۴-۴-۶ اتصال با پیچ

#### ۱۰-۴-۴-۶-۱ اصلاح سوراخ‌ها

برای مونتاژ نهایی قطعات، بعد از آنکه قطعات علامت‌گذاری‌شده بر روی خرک چیده شدند و ورق‌های اتصال بر روی سوراخ‌ها قرار گرفتند، قطعات به‌وسیلهٔ سمبه‌هایی که از سوراخ‌های اتصال می‌گذرند در جای خود ثابت می‌شوند. در کارگاه ساخت، انطباق سوراخ‌ها مورد کنترل دقیق قرار می‌گیرد. ولی باز هم امکان دارد که حداکثر تا ۱۵ درصد سوراخ‌های یک محل به‌علت عدم دقت‌های ساخت کاملاً منطبق نباشند. در چنین حالتی باید این سوراخ‌ها را با گذراندن یک پیچ امتحانی پیدا کرده، به‌وسیلهٔ برقو زدن آنها را اصلاح نمود. حداکثر قطر برقوی مصرفی۳ میلی‌متر بزرگتر از قطر پیچ می‌باشد و برقوزنی نباید قطر سوراخ را بیش از ۵ میلی‌متر افزایش دهد. استفاده کردن از برش شعله برای گشاد کردن سوراخ‌ها مجاز نیست.

#### ۱۰-۴-۴-۶-۲ بستن و محکم کردن پیچ‌های اصطکاکی

محکم کردن پیچ‌های هر اتصال در دو مرحله انجام می‌گیرد. اول، تعدادی از پیچ‌ها تا حد سفتی کامل محکم می‌شوند، تا اطمینان حاصل شود که سطوح تماس کاملاً به‌هم چسبیده‌اند، سپس تمام پیچ‌ها در سوراخ قرار گرفته کاملاً سفت می‌شوند. در مرحلهٔ دوم، با چرخاندن اضافی مهره، پیچ‌ها پیش‌تنیده می‌گردند. در هریک از مراحل محکم کردن پیچ‌ها باید از قسمتی که اتصال صلب‌تر است و صفحات تغییرشکل کمتری می‌دهند شروع به‌بستن پیچ‌ها کرد. در وصله‌ها، قسمت صلب اتصال، وسط ورق اتصال می‌باشد. بعد از محکم کردن پیچ‌های وسط با حفظ تقارن و ترتیب، پیچ‌های کناری تا لبهٔ آزاد ورق اتصال محکم می‌شوند. سپس می‌توان به‌پیچ‌های وسط پرداخت تا اطمینان حاصل شود سفت کردن پیچ‌های کناری، آنها را از حالت کاملاً سفت خارج نکرده است. در تمام مراحل محکم کردن پیچ‌ها باید دقت کرد که از چرخیدن پیچ و مهره با هم جلوگیری به‌عمل آید.

سفتی کامل را در پیچ به‌حالتی می‌گویند که کارگر ماهر با آچار معمولی بدون‌آنکه با وزن خود به‌دسته آچار نیرو وارد کند، با به‌کارگیری آخرین توان خود نتواند پیچ را از آن محکم‌تر نماید. برای پیش‌تنیده کردن چنین پیچی باید مهرهٔ آن را به‌اندازهٔ مقداری که در جدول ۱۰-۴-۲ مشخص شده اضافه چرخاند. این چرخش اضافی را می‌توان به‌کمک آچار دسته بلند، یا با آچار معمولی با استفاده از دو کارگر یا به‌وسیلهٔ آچار بادی تأمین نمود.

حصول پیش‌تنیدگی باید توسط آچار مدرج (تورک‌متر) تأیید گردد.

**جدول ۱۰-۴-۲ چرخش اضافی لازم برای پیش‌تنیده کردن پیچ‌ها**

| طول پیچ (L) | تعداد دور اضافه برای پیش‌تنیده کردن پیچ‌ها |
|---|---|
| $L \le 4D$ | $\frac{1}{3}$ دور |
| $4D < L \le 8D$ | $\frac{1}{2}$ دور |
| $8D < L \le 12D$ | $\frac{2}{3}$ دور |

D قطر پیچ می‌باشد.

اگر در چرخاندن پیچ‌ها از آچارهای بادی استفاده شود، باید فشار باد را طوری تنظیم کرد که در یک مرحله، مهره‌ها را بدون چرخیدن پیچ تا مرحلهٔ سفتی کامل برساند و در مرحلهٔ بعد با ازدیاد فشار باد یا با دست به‌روشی که در بالا گفته شد پیچ‌ها را پیش‌تنیده کرد. تنظیم باد کمپرسور متضمن استفاده از آچار مدرج (تورک متر) یا آزمون و خطاهای متوالی می‌باشد و باید در آن دقت کامل به‌عمل آید. باز کردن و استفادهٔ مجدد از پیچ‌هایی که به‌حد پیش‌تنیدگی رسیده‌اند، مجاز نمی‌باشد.

در اتصال پیچ پرمقاومت، سطوحی که در تماس با سرپیچ و یا مهرهٔ آن قرار می‌گیرند نباید شیبی بیش از یک بیستم نسبت به‌صفحهٔ عمود بر محور پیچ داشته باشند. در صورت عدم تأمین این شرط باید با استفاده از واشر شیبدار، موازی نبودن سطوح را جبران کرد.

قطعاتی که با پیچ پرمقاومت به‌یکدیگر متصل می‌شوند، باید کاملاً به‌هم جفت شده باشند و نباید ورق پرکننده یا هر نوع مصالح تغییرشکل‌پذیر دیگری بین آنها گذارده شود، لیکن استفاده از ورق‌های پرکننده با

مقاومت نظیر قطعات اتصال و ضخامت یکنواخت مجاز است.

هنگامی‌کـه قطعات نصب می‌شوند، باید کلیهٔ سطوح اتصال (شامل سطوح مجاور کلهٔپیچ‌ها و مهره‌ها) از قسمت‌های پوسته‌شده و دیگر مواد زاید عاری باشد، مخصوصاً سطوح تماس اتصالات اصطکاکی باید کاملاً تمیز باشد و اثری از پوستهٔ زنگ، رنگ، لاک، انواع روغن و مصالح دیگر در آنها وجود نداشته باشد.

انواع متداول پیچ‌های مورد استفاده در اسکلت‌های فولادی عبارتند از پیچ‌های معمولی و پیچ‌های پرمقاومت. در جدول ۱۰-۲-۹-۶ مشخصات پیچ‌های موجود یا تولید در ایران طبق استانداردهای ASTM و ISO ارائه شده است.

در جداول۱۰-۴-۳ و ۱۰-۴-۴ میزان نیرو و لنگر پیش‌تنیدگی اولیه برای پیچ‌های پرمقاومت ۸.۸ و ۱۰.۹ ارائه شده است. برای سایر رده پیچ‌ها می‌توان از تناسب بین تنش کششی نهائی آنها بهره برد.

**۱۰-۴-۴-۶-۳ کنترل پیش‌تنیدگی پیچ‌ها**

پیمانکار موظف است کنترل کیفیت دقیقی بر عملیات بستن پیچ و مهره‌ها در کارگاه نصب اعمال داشته، گزارش‌های مربوط به‌این کنترل‌ها را جهت بررسی و تأیید مهندس ناظر اعلام نماید.

مهندس ناظر می‌تواند رأساً یا از طریق آزمایشگاه با صلاحیـت، مستقلاً پیش‌تنیدگی پیچ‌ها را کنترل نماید. در هر صورت تصمیم مهندس ناظر در مورد کفایت پیش‌تنیدگی پیچ‌ها قطعی خواهد بود.

برای پیچ‌های پرمقاومت به‌کار گرفته‌شده در اتصالات اصطکاکی، نیروی پیش‌تنیدگی لازم برای سفت کردن پیچ‌هاباید مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۷ اختیار شود. لازم به‌ذکر است که با پیچاندن اضافی مهره‌ها ممکن است کشش پیچ از مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۷ بیشتر شوند که این موضوع مشکلی برای طرح ایجاد نخواهد کرد.

در پیچ‌هایی که به وسیلهٔ چرخاندن اضافه مهره طبق جدول ۱۰-۴-۲ پیش‌تنیده می‌شوند، بعد از آنکه پیچ‌ها کاملاً سفت شدند به‌وسیلهٔ یک گچ رنگی نقطه‌ای از پیچ و مهره را که روبروی هم قرار دارند، علامت‌گذاری کرده سپس کنترل می‌گردد که چرخش اضافی مطابق جدول ۱۰-۴-۳ به‌میزان کافی انجام شده باشد. برای کنترل پیش‌تنیدگی پیچ‌ها باید از آچارمتر (تورک‌متر) مناسب که قبلاً در یک آزمایشگاه مورد قبول کالیبره شده است، استفاده به‌عمل آورد.

جدول ۱۰-۴-۳ نیروی پیش‌تنیدگی و لنگر پیچشی پیش‌تنیدگی متناظر برای پیچ‌های ۸.۸

| قطر اسمی (mm) | نیروی پیش‌تنیدگی (kN) | لنگر پیچشی لازم (KN.m) | |
|---|---|---|---|
| | | روغن‌کاری شده | گریسکاری با $MOS_2$ |
| M۱۶ | ۹۱ | ۰/۲۸ | ۰/۲ |
| M۲۰ | ۱۴۲ | ۰/۴۸ | ۰/۳۶ |
| M۲۲ | ۱۷۶ | ۰/۷۲ | ۰/۵۲ |
| M۲۴ | ۲۰۵ | ۰/۸۸ | ۰/۶۴ |
| M۲۷ | ۲۶۷ | ۱/۳۲ | ۱/۰ |
| M۳۰ | ۳۲۶ | ۱/۷۶ | ۱/۳۲ |
| M۳۶ | ۴۷۵ | ۳/۰۴ | ۲/۲۴ |

جدول ۱۰-۴-۴ نیروی پیش‌تنیدگی و لنگر پیچشی پیش‌تنیدگی متناظر برای پیچ‌های ۱۰.۹

| قطر اسمی (mm) | نیروی پیش‌تنیدگی (kN) | لنگر پیچشی لازم (KN.m) | |
|---|---|---|---|
| | | روغن‌کاری شده | گریسکاری با $MOS_2$ |
| M۱۶ | ۱۱۴ | ۰/۳۵ | ۰/۲۵ |
| M۲۰ | ۱۷۹ | ۰/۶ | ۰/۴۵ |
| M۲۲ | ۲۲۱ | ۰/۹ | ۰/۶۵ |
| M۲۴ | ۲۵۷ | ۱/۱ | ۰/۸ |
| M۲۷ | ۳۳۴ | ۱/۶۵ | ۱/۲۵ |
| M۳۰ | ۴۰۸ | ۲/۲ | ۱/۶۵ |
| M۳۶ | ۵۹۵ | ۳/۸ | ۲/۸ |

### ۱۰-۴-۴-۷ انبار کردن، حمل و رفع معایب

انبار نمودن و حمل قطعات فولادی در کارگاه ساخت و محل نصب باید به‌نحوی صورت گیرد که قطعات تغییرشکل نداده و تنش‌های بیش از حد مجاز در آن ایجاد نشود و هیچ آسیبی به‌آن وارد

نیاید. قطعاتی که به هر علتی تغییرشکل داده یا آسیب دیده‌اند، باید قبل از به‌کارگیری به‌نحو رضایت‌بخشی با تأیید مهندس ناظر اصلاح و مرمت گردند. در صورتی‌که تعمیر قسمت‌های معیوب بدون کم کردن مقاومت آن میسر نباشد باید آن قسمت‌ها تعویض گردند.

قطعات فولادی بایـد در محیطی دور از رطوبت انبار گردند. در صورت انبار کردن قطعات در محیط باز، باید زیر قطعات سکوهای مناسبی قرار داد تا قطعه با زمین فاصله داشته باشد. تعداد و فاصلهٔ سکوها باید به‌نحوی انتخاب گردد که قطعات دچار تنش یا تغییرشکل بیش از حد نگردند.

جابه‌جا کـردن قطعات باید با در نظر گرفتن ضوابط ایمنی با وسایل مناسـب و به‌نحوی انجام گیرد که تنش‌های اضافی در این قطعات ایجاد نشود. قطعات سنگین با شکل و فرم خاص باید با قلاب نمودن در نقاط مناسب و یا نقاطی که قبلاً تعیین و علامت‌گذاری شده است بلند شوند تا هنگام جابه‌جا کردن و نصب، تنش و تغییرشکل زیاد در هیچ قسمتی ایجاد نشده و به اتصالات و سوراخ‌های پیچ‌ها نیز آسیبی وارد نگردد.

## ۱۰-۴-۵ رنگ‌آمیزی و گالوانیزه کردن قسمت‌های فولادی

قسمت‌های فولادی باید در مقابل خوردگی محافظت شوند که برای این منظور باید سطوح آنها رنگ شوند.

### ۱۰-۴-۵-۱ مواد مورد استفاده

رنگ‌های مورد استفاده برای قسمت‌های فولادی باید از نوع آماده و مناسب با شرایط آب و هوایی منطقه باشند و استفاده از رنگ‌ها پس از مشخص شدن کارخانهٔ تولیدکنندهٔ آنها منوط به‌تصویب مهندس ناظر می‌باشد.

تمام موارد مورد استفاده جهت آماده‌سازی سطح و رنگ‌آمیزی آن باید مطابقت کامل با استانداردهای معتبر داشته و مورد تصویب مهندس ناظر قرار گیرند. در هر صورت حصول به‌کیفیت نهایی مطلوب برعهدهٔ پیمانکار خواهد بود.

### ۱۰-۴-۵-۲ آماده‌سازی سطوح

تمیزکاری با پاشش مواد ساینده بهترین روش برای از بین بردن رنگ، اکسیدهای حاصل از نورد، و

رنگ‌های قدیمی با چسبندگی کم می‌باشد. به‌طور کلی در مورد آماده‌سازی سطح با پاشش مواد ساینده موارد زیر حایز اهمیت می‌باشند:

**الف)** اطمینان از فشار مؤثر باد. مقدار صحیح فشار باد در آماده‌سازی با مواد ساینده، تقریباً ۰/۷ MPa می‌باشد. بعد از آماده‌سازی سطح با مواد ساینده، باید بلافاصله سطح را با آستری مناسب پوشش داد. البته قبل از اعمال آستری باید گرد و خاک بر روی سطح را با هوای فشرده (بدون آب و روغن) و یا جاروی برقی صنعتی کاملاً تمیز کرد.

**ب)** اگر مقدار زنگ و رنگ‌ها، با چسبندگی کم بر روی سطح زیاد باشد، بهتر است که ابتدا با تراشیدن، حجم مواد زاید را کم کرده و سپس عملیات آماده‌سازی با پاشش مواد ساینده را آغاز نمود.

**پ)** سطوح آلومینیومی آماده‌سازی‌نشده و یا سایر فلزات سبک و آهن گالوانیزه شده، سطوح مشکلی برای رنگ‌آمیزی می‌باشند، زیرا چسبندگی لایهٔ پرایمر به‌سطوح فوق بسیار کم می‌باشد. در این شرایط ابتدا باید سطح را با یک حلال قوی کاملاً چربی‌زدایی کرد. سپس یک لایه واش پرایمر بر روی سطح اعمال نموده و آنگاه سیستم رنگ ارایه‌شده را بر روی آن اعمال نمود.

### ۱۰-۴-۵-۳ درجات مختلف کیفیت آماده‌سازی سطوح

تمیزکاری با برس سیمی و یا پاشش مواد ساینده باید با توجه به‌چگونگی انجام کار به‌نتیجه‌ای مطلوب منتهی شود.

سطوح فولادی قبل از اعمال آستری‌ها به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود. درجات آماده‌سازی که در زیر آورده می‌شوند، بیانگر تمیزی سطح فولاد می‌باشند که باید از کثافات و چربی‌ها پاک شده و همچنین لایه‌های ضخیم زنگ از روی سطح آن برداشته شده باشند.

**Sa ۱ : تمیز کردن به‌صورت ماسه‌پاشی خفیف**

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی و به‌هنگام بازرسی بدون استفاده از ذره‌بین، باید عاری از روغن، چربی، کثیفی و نیز لایهٔ اکسید حاصل از نورد که چسبندگی آن کم می‌باشد و زنگ و پوشش‌های رنگی و مواد خارجی باشد.

**Sa ۲ : تمیز کردن به‌صورت ماسه‌پاشی عمیق**

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، به‌هنگام بازرسی بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و کثیفی باشد و نیز بیشترین مقدار لایهٔ اکسید حاصل از نورد، زنگ و پوشش‌های رنگی و مواد خارجی از روی سطح زدوده شده باشد. هرگونه مواد آلاینده باقیمانده باید به‌سختی به‌سطح چسبیده باشند.

**Sa ۲/۵ : تمیز کردن به‌صورت ماسه‌پاشی عمیق‌تر**

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، به‌هنگام بازرسی بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و کثیفی باشد و نیز باید لایهٔ اکسید حاصل از نورد، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی کاملاً زدوده شده باشند. هرگونه اثر به‌جا مانده از مواد آلاینده، فقط به‌صورت لکه‌های جزیی به‌شکل خال‌ها و نوارها به‌نظر بیاید.

**Sa ۳ : تمیز کردن به‌صورت ماسه‌پاشی با حصول سطح نقره‌ای**

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، به‌هنگام بازرسی بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و کثیفی باشد و نیز باید لایهٔ اکسید حاصل از نورد، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی کاملاً زدوده شده باشند. اینچنین سطحی باید دارای نمای فلزی یکنواخت نقره‌ای باشد.

### ۱۰-۴-۵-۴ رنگ‌آمیزی

برای حفاظت سازه‌های فولادی در مقابل خوردگی باید کلیه سطوح رنگ‌آمیزی شوند، مگر در مواردی که از سوی دستگاه نظارت تصریح شوند. همچنین به‌جز حالت‌های ویژه‌ای که مشخص شده باشد، کارهای فولادی که در تماس با بتن باید قرار گیرند، لازم نیست رنگ شوند.

**الف)** قبل از شروع عملیات رنگ‌آمیزی باید تمام سطوح را کاملاً تمیز، خشک و آماده نمود به‌قسمی که برای اعمال رنگ شرایط مناسبی داشته باشند. در هر مورد شروع کار منوط به‌تأیید مهندس ناظر خواهد بود. به‌عبارت دیگر قبل از شروع هر قشر رنگ‌آمیزی، نوع رنگ‌آمیزی، نوع رنگ، سیستم رنگ‌آمیزی و قشر قبلی باید توسط مهندس ناظر بازدید و تأیید گردد.

**ب)** رنگ مصرفی باید کاملاً سطح مورد نظر را پوشش داده و برای جلوگیری از سوسماری شدن پوشش، باید رنگ‌های آستر و رویه از یک کارخانه تهیه شوند. رنگ‌آمیزی سطوح بزرگ باید با اسپری بی‌هوا صورت گیرد. تنها برای لکه‌گیری‌ها استفاده از قلم‌مو مجاز است.

**پ)** رنگ‌آمیزی باید در محیط مناسب و سربسته انجام شود.

**ت)** قطعاتی که تازه رنگ شده‌اند باید از گرد و خاک محافظت شده و سطح رنگ‌آمیزی تا زمان تحویل موقت حفاظت شوند.

**ث)** رنگ‌آمیزی باید در شرایط آب و هوای منطبق با کاتالوگ معتبر کارخانهٔ سازنده رنگ صورت گیرد.

**ج)** در شرایط محیطی خشک پیمانکار موظف است عملیات رنگ‌آمیزی را حداکثر تا ۲۴ ساعت پس از تمیز نمودن سطوح انجام دهد، مشروط بر آنکه دمای شرایط نگهداری سطوح با کاتالوگ کارخانهٔ سازنده تطابق داشته و به‌تصویب دستگاه نظارت رسیده باشد.

**چ)** در سطوح و لبه‌هایی از سازه فولادی که پس از رنگ‌آمیزی جوش خواهند شد، باید رنگ‌آمیزی در فاصله ۵۰ میلی‌متری از خط جوش متوقف شود.

**ح)** تمام نقاطی که رنگ قطع شده و سطح فلز بیرون است باید تمیزشده و مجدداً رنگ‌آمیزی شوند به‌طوری که سطح کاملاً پوشیده شده و یکپارچگی رنگ با سطوح مجاور رنگ‌شده تأمین گردد.

**خ)** در تمام سطوحی که طبله‌کردن، وجود ترک‌ها و پوسته شدن رنگ و سایر علایم حاکی از این است که چسبندگی رنگ به‌سطح تأمین نشده است، باید عملیات ترمیم انجام گیرد. بدین‌ترتیب که رنگ سطوح فوق به‌طور کامل برداشته شود و مجدداً عملیات مربوط به‌آماده نمودن سطوح و رنگ‌آمیزی صورت گیرد.

**د)** سطوح تمام‌شدهٔ رنگ‌آمیزی باید دارای مشخصات زیر باشد

یکنواختی ظاهری در رنگ، یکنواخت بودن میزان ماتی و شفافیت رنگ، عدم ایجاد موج و سایه، نداشتن چروک و پخش نشدن پوسته رنگ، انطباق لایه اجرا شده با مشخصات، ایجاد پوشش کامل و بدون شره، عدم چسبندگی سطوح رنگ شده با دست و لباس و تمیز بودن سطوح از گرد و غبار.

**ذ)** اگر درحین اجرای عملیات نصب، رنگ قطعات صدمه ببیند (به واسطهٔ عملیات جوشکاری، حمل، بستن و یا . . .) پیمانکار باید سطوح مورد نظر را تمیز نموده، به‌طوری‌که سطوح فولادی ظاهر شوند و سپس براساس مشخصات فنی لایه‌های رنگ متناسب و سازگار با لایهٔ قبلی و مجاور را در

فواصل زمانی مناسب جهت پوشش‌دادن کامل استفاده نماید.

**ر)** نقاشی و رنگ‌کاری نباید در هوای سرد یا تاریک و یا زمانی که درصد رطوبت هوا بالا باشد انجام گیرد. در رطوبت بیش از ۸۰ درصد و در حالتی‌که اختلاف دمای محیط و نقطهٔ شبنم کمتر از ۵ درجهٔ سلسیوس باشد، رنگ‌آمیزی ممنوع می‌باشد.

**ز)** سطوح غیرقابل دسترس: به‌جز سطوح تماس بقیه سطوحی که بعد از ساخت، قابل دسترس نخواهد بود باید قبل از جمع کردن کار، تمیز و رنگ‌آمیزی شود. (البته در صورتی‌که در مدارک طرح و محاسبه این عمل خواسته شده باشد.)

**ژ)** سطوح تماس: در اتصالات اتکایی (غیراصطکاکی)، رنگ کردن سطوح تماس به‌طور کلی مجاز است. در اتصالات اصطکاکی شرایط لازم در سطوح تماس باید طبق مقررات مربوط به‌پیچ‌های اصطکاکی رعایت شود.

**س)** سطوح صاف و آماده شده: سطوحی که با ماشین کردن آماده می‌شوند باید در مقابل خوردگی محافظت شوند. بدین‌منظور از یک لایه مصالح ضدزنگ که بتوان آن را قبل از نصب به‌آسانی برطرف کرد یا مصالح مخصوصی که احتیاج به برطرف کردن نداشته باشد، می‌توان استفاده کرد.

**ش)** سطوح مجاور جوش کارگاهی: به‌جز حالت‌هایی که در مدارک طرح و محاسبه به‌عنوان شرط خاص قید شده باشد، کلیه سطوحی که در فاصلهٔ ۵۰ میلی‌متری از محل هر جوش کارگاهی قرار می‌گیرند، باید از موادی که به‌جوشکاری صدمه می‌زند و یا درحین جوشکاری گازهای سمی و مضر تولید می‌کند، کاملاً پاک شود. قبل از جوشکاری باید رنگ کارخانه‌ای از روی سطوحی که جوش انجام می‌گیرد، توسط برس سیمی کاملاً برطرف و پاک گردد.

### ۱۰-۴-۵-۵ انبارداری رنگ

رنگ‌ها باید در مکانی انبار شوند که دمای محیط حداقل برابر ۱۸ و حداکثر ۳۵ درجه سلسیوس باشد. در این‌خصوص دستورالعمل‌های کارخانهٔ سازندهٔ رنگ می‌تواند ملاک‌عمل واقع گردد.

### ۱۰-۴-۵-۶ ضخامت رنگ

هر لایه رنگ‌آمیزی باید با توجه به‌میزان تعیین شده توسط سازندهٔ رنگ انجام گیرد. اما ضخامت رنگ

خشک شده نباید از حداقل ضخامت رنگ تعیین شده کمتر شود. چنانچه میزان تعیین شده در یک دست رنگ نتواند ضخامت لازم را تأمین کند، رنگ‌آمیزی باید مجدداً تکرار شود تا حداقل ضخامت مورد لزوم به‌دست آید.

کلیهٔ مصالح قطعات فولاد باید طبق مشخصات جدول ۱۰-۴-۵ رنگ شود.

**جدول ۱۰-۴-۵ حداقل ضخامت رنگ‌آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف**

| شرایط محیطی | آماده‌سازی سطح فولاد | نوع و ضخامت رنگ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | قطعهٔ فولادی در داخل دیوار و نازک‌کاری | قطعهٔ فولادی به‌صورت روباز لیکن درون محیط بسته | قطعه فولادی در معرض شرایط جوی |
| معتدل[۱] | Sa ۲ | ۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی | ۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی<br>۴۰ میکرون رویه الکیدی | ۴۰ میکرون ضدزنگ الکیدی<br>۴۰ میکرون‌لایه‌میانی الکیدی<br>۴۰ میکرون رویه الکیدی |
| سخت[۲] | Sa ۲/۵ | ۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی | ۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی<br>۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی<br>۴۰ میکرون رویه اپوکسی | ۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی<br>۶۰ میکرون آستر میانی اپوکسی<br>۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی‌یورتان |
| بسیار سخت و ساحلی[۳] | Sa ۳ | ۴۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی<br>۴۰ میکرون رویه اپوکسی | ۶۰ میکرون آستر اپوکسی غنی از روی<br>۶۰ میکرون لایه میانی اپوکسی<br>۶۰ میکرون رویه اپوکسی پلی‌یورتان | مانند ناحیه جزر و مدی که نیاز به مطالعه خاص دارد حداقل سه لایه اپوکسی با ضخامت کل ۴۰۰ میکرون |

*۱) شرایط معتدل، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی متوسط مساوی یا کمتر از ۵۰٪*

*۲) شرایط سخت، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی بیش از ۵۰٪ و مساوی یا کمتر از ۸۰٪*

*۳) شرایط بسیار سخت، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی متوسط بیش از ۸۰٪*

*۴) درصورتی‌که دستورالعمل رنگ‌آمیزی توسط کارشناس ذیصلاح تهیه شود، می‌توان از شرایط جدول فوق عدول نمود.*

*۵) صفحاتی که قرار است در اتصال اصطکاکی روی‌هم قرار گیرند، نباید رنگ شوند، فقط به‌لایه‌ای در حد ۲۰ میکرون به‌عنوان رنگ انبارداری نیاز می‌باشد.*

*۶) میکرون $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ میلی‌متر است.*

*۷) منظور از رطوبت نسبی متوسط، بیشترین مقدار رطوبت نسبی متوسط ماهانه است.*

### ۱۰-۴-۵-۷ گالوانیزه کردن

عملیات گالوانیزه کردن باید با شیوه غوطه‌وری داغ به‌وسیلهٔ روی با خلوص ۰/۹۸ در هر مترمربع انجام شود.

قبل از عملیات گالوانیزه کردن سطح فلز باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه آلودگی‌های خارجی گردد.

در مورد قطعات گالوانیزه شده و محل‌هایی کـه مورد عملیات جوشکاری قرار خواهند گرفت نباید نزدیکتر از ۵۰ میلی‌متر به‌محل جوش گالوانیزه شوند، چنین قسمت‌هایی که گالوانیزه نشده‌اند مطابق آنچه در بخش رنگ‌آمیزی آورده شده است، باید مورد عملیات ترمیم قرار گیرند.

## ۱۰-۴-۶ رواداری‌ها

### ۱۰-۴-۶-۱ رواداری‌های جوش

**۱۰-۴-۶-۱-۱** قطعاتی که باید به‌وسیلهٔ جوش گوشه به‌یکدیگر جوش شوند، باید تا حد امکان در تماس نزدیک با یکدیگر قرار گیرند. فاصلهٔ ریشه (بازشدگی درز) نباید از ۵ میلی‌متر بزرگتر گردد. اگر فاصلهٔ ریشه از ۲ میلی‌متر بزرگتر شود، اندازهٔ ساق جوش مندرج در نقشه، باید به‌اندازهٔ آن افزایش یابد و یا سازنده به‌طریقی اثبات نماید که ضخامت مؤثر گلوی مورد نظر حاصل شده است.

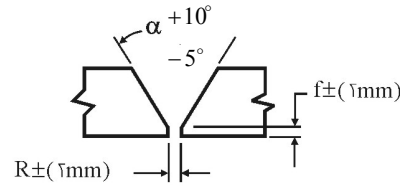
بازشدگی بین سطوح در تماس جوش‌های انگشتانه و کام و همچنین فاصلهٔ بین تسمهٔ پشت‌بند با ورق در درزهای لب به‌لب نباید از ۲ میلی‌متر بزرگتر گردد. استفاده از مصالح پرکننده مجاز نیست مگر اینکه استفاده از آن در نقشه‌ها تصریح شده باشد و یا به تأیید مهندس طراح برسد.

**۱۰-۴-۶-۱-۲** قطعاتی که توسط جوش شیاری با نفوذ نسبی در امتداد طولی به‌یکدیگر متصل می‌شوند، باید تا حد امکان در تماس با یکدیگر قرار گیرند. فاصلهٔ ریشه بین دو قطعه نباید از ۵ میلی‌متر بزرگتر گردد.

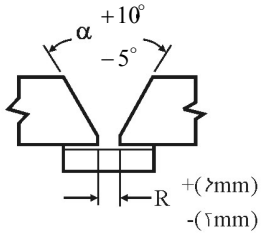
**۱۰-۴-۶-۱-۳** قطعاتی که با جوش شیاری به‌صورت لب به‌لب به‌یکدیگر متصل می‌شوند، باید با دقت با یکدیگر همباد و تراز شوند. حداکثر ناهمترازی بین دو قطعه، مساوی ۱۰ درصد ضخامت قطعهٔ نازکتر یا حداکثر ۳ میلی‌متر می‌باشد. برای اصلاح ناهمترازی نباید شیبی بزرگتر از ۱۲ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر به‌وجود آورد. اندازه‌گیری ناهمترازی باید برمبنای میانتار قطعات انجام شود، مگر

اینکه در نقشه‌ها به‌نحو دیگری مشخص شود (شکل ۱۰-۴-۲).

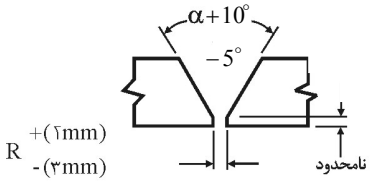
**۱۰-۴-۶-۱-۴** رواداری‌های مربوط به‌زاویهٔ شیار، فاصلهٔ ریشه و ضخامت‌ریشه درشکل ۱۰-۴-۱ نشان داده شده است. در صورتی‌که ابعاد و اندازهٔ مقطع جوش اختلافی بیش از مقادیر ارایه‌شده در شکل (یا در ادامه) با اندازهٔ نشان داده‌شده در نقشه‌ها داشته باشد، درز با شرایط زیر قابل پذیرش است. در صورتی‌که اختلاف فاصلهٔ ریشه با مقدار نقشه بزرگتر از رواداری مجاز مذکور در شکل ۱۰-۴-۱ باشد ولی از دو برابر ضخامت ورق نازکتر و یا ۲۰ میلی‌متر (هر کدام که کوچکتر باشند) بزرگتر نباشد، با استفاده از جوشکاری (قبل از جوشکاری درز اتصال) قابل اصلاح است.




(الف) جوش شیاری بدون پشت بند - بدون جوش پشت




(ب) جوش شیاری با تسمه پشت بند - بدون جوش پشت

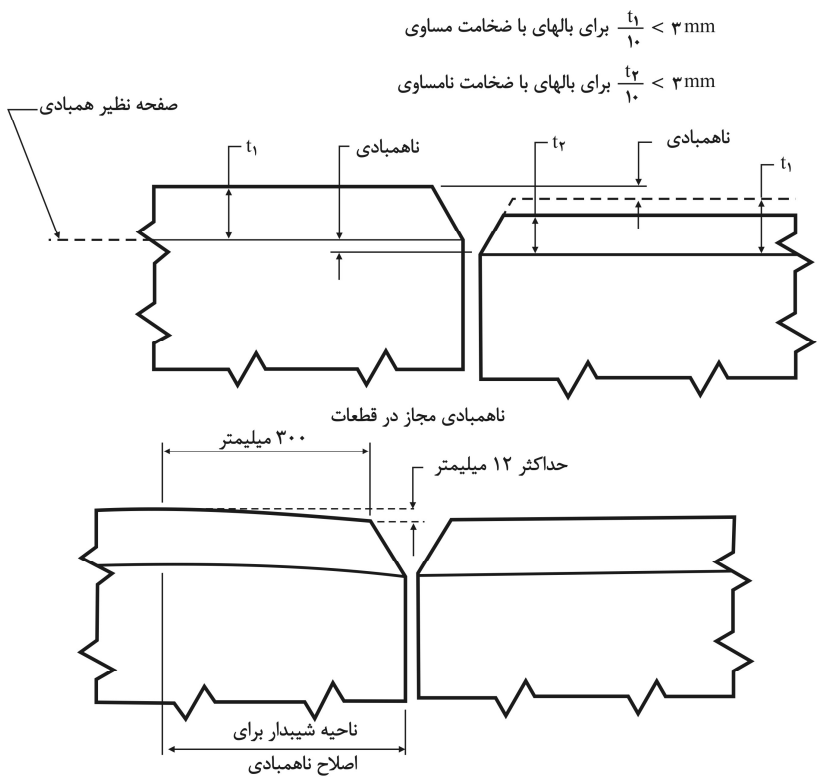



(پ) جوش شیاری بدون پشت بند - با جوش پشت

**شکل ۱۰-۴-۱ رواداری‌های مونتاژ در درزها با جوش شیاری**

**جدول ۱۰-۴-۶ رواداری‌های مونتاژ در درزها با جوش شیاری**

| | جوش پشت | بدون جوش پشت |
|---|---|---|
| ۱ ـ ضخامت ریشه | نامحدود | ±۲mm |
| ۲ ـ الف ـ فاصلهٔ ریشه بدون پشت‌بند | +۲mm<br>-۳mm | ±۲mm |
| ۲ ـ ب ـ فاصلهٔ ریشه با پشت‌بند | کاربرد ندارد | +۶mm<br>-۲mm |
| ۳ ـ زاویهٔ شیار | +۱۰°<br>-۵° | +۱۰°<br>-۵° |




**شکل ۱۰-۴-۲ اصلاح ناهمبادی و ناهم‌محوری**

**۱۰-۴-۶-۱-۵** قطعاتی که به‌یکدیگر جوش می‌شوند، باید همباد یکدیگر قرار گرفته و به‌وسیلهٔ پیچ، گیره، گوه، قید و یا خال‌جوش در وضعیت خود تا اتمام جوشکاری تثبیت شوند. در صورت امکان استفاده از قید و قالب، توصیه می‌شود. لازم است آزادی‌های مناسب برای جمع‌شدگی و تابیدگی وجود داشته باشد.

### ۱۰-۴-۶-۲ کنترل اعوجاج و جمع‌شدگی

**۱۰-۴-۶-۲-۱** در مونتاژ و انجام جوش درزهای اعضای ساخته شده از ورق یا نیمرخ و همچنین تقویت نیمرخ‌ها، دستورالعمل و توالی جوشکاری باید طوری انتخاب شود که مقادیر اعوجاج و جمع‌شدگی حداقل گردد.

**۱۰-۴-۶-۲-۲** تا حد امکان، توالی جوش‌ها باید طوری انتخاب شود که حرارت جوشکاری در حین پیشرفت جوشکاری، متعادل گردد.

**۱۰-۴-۶-۲-۳** سازنده باید روش مونتاژ، دستورالعمل جوشکاری، و توالی جوشکاری را طوری انتخاب نماید که قطعهٔ به‌دست آمده منطبق بر ضوابط کنترل کیفی قطعه باشد. قبل از شروع جوشکاری، توالی جوشکاری و برنامهٔ کنترل اعوجاج باید جهت اطلاع و اظهار نظر به مهندس ناظر تسلیم گردد.

**۱۰-۴-۶-۲-۴** مسیر پیشرفت جوشکاری یک عضو، باید از نقطه با گیرداری بیشتر به‌سمت نقطه با آزادی بیشتر باشد.

**۱۰-۴-۶-۲-۵** در هنگام مونتاژ، درزهایی که در آنها انتظار انقباض بزرگتری می‌رود باید قبل از درزهایی جوش شوند که انتظار انقباض کمتری از آنها داریم. جوشکاری این درزها باید تا حد امکان با گیرداری کمی انجام شود.

**۱۰-۴-۶-۲-۶** در ساخت اعضای ورقی و اعضای ساخته شده از ورق و نیمرخ، قطعه‌سازی باید قبل از مونتاژ انجام گردد. یعنی ابتدا باید ورق‌ها طبق طول و عرض نقشه‌ها سرهم گردند و سپس مونتاژ و جوش عضو انجام شود. اعضا با طول بلند را می‌توان به‌چند قطعه تقسیم نمود. در هنگام وصله‌کردن قطعات فوق در کارگاه یا کارخانه، جوش بال‌ها و جان باید نسبت به‌محورهای حداقل و حداکثر مقطع، متعادل باشد.

**۱۰-۴-۶-۲-۷** در جوشکاری تحت شرایط گیرداری خارجی سخت در مقابل جمع‌شدگی، جوشکاری باید به‌طور پیوسته تا اتمام کل کار یا نقطه‌ای که دارای آزادی در مقابل ترک‌خوردگی است، انجام یابد. در حین جوشکاری نباید اجازه داده شود دمای درز کمتر از دمای مقرر برای پیش‌گرمایش یا دمای بین‌پاسی گردد.

### ۱۰-۴-۶-۳ رواداری‌های ابعادی

**۱۰-۴-۶-۳-۱** برای ستون‌ها و اعضای اصلی خرپا که با استفاده از جوش ساخته می‌شوند، بدون توجه به‌سطح مقطع، میزان انحراف مجاز در ریسمانی بودن عضو (انحراف محور عضو از خط راست) برابر است با :

ـ برای اعضای با طول کمتر از ۹ متر:

۳ mm × (طول عضو بر حسب متر)/۳*

ـ برای اعضای با طول ۹ تا ۱۴ متر مساوی ۱۰ میلی‌متر

ـ برای اعضای با طول بزرگتر از ۱۴ متر:

۱۰mm + ۳mm × (طول عضو بر حسب متر - ۱۴)/۳

**۱۰-۴-۶-۳-۲** برای تیرها و شاه‌تیرهای جوش شده، بدون توجه به‌مقطع، که در آنها هیچ انحنای خاصی (نظیر پیش‌خیز) وجود ندارد، میزان انحراف مجاز از همراستایی (ریسمانی بودن) برابر است با:

۳ mm × (طول عضو بر حسب متر)/۳

**۱۰-۴-۶-۳-۳** برای تیرها و شاه‌تیرها، (مختلط و غیرمختلط)، بدون توجه به سطح مقطع، میزان انحراف مجاز از انحنای پیش‌خیز عضو در پیش‌نصب قطعات عضو در کارخانه، برابر است با (شکل ۱۰-۴-۴) :

* همان رواداری S/۱۰۰۰ می‌باشد. (S دهانهٔ تیر)

**در وسط دهانه:**

**جدول ۱۰-۴-۷**

| طول دهانه | انحراف مجاز |
|---|---|
| $<۲۰$ m | ۰ تا ۲۰+ mm - |
| $\geq۲۰$ m و $\leq۳۰$ m | ۰ تا ۳۰+ mm - |
| $>۳۰$ m | ۰ تا ۴۰+ mm - |

**در تکیه‌گاه:**

$\pm۰$ mm برای تکیه‌گاه‌های انتهایی

$\pm۳$ mm برای تکیه‌گاه‌های داخلی

**برای نقاط میانی:**

$$۰ - \text{و} + \frac{4\,a(1-a/s)}{s}(b)$$

که در آن:

a = فاصلهٔ نقطهٔ مورد نظر تا نزدیکترین تکیه‌گاه (متر)

s = طول دهانه (متر)

b = ۲۰ میلی‌متر برای دهانه‌های کوچکتر از ۲۰ متر،

۳۰ میلی‌متر برای دهانه‌های مساوی یا بزرگتر از ۲۰ متر و کوچکتر از ۳۰ متر،

۴۰ میلی‌متر برای دهانه‌های مساوی یا بزرگتر از ۳۰ متر

به‌جای استفاده از رابطهٔ فوق، می‌توان از جدول ۱۰-۴-۸ استفاده نمود.

**جدول ۱۰-۴-۸ رواداری‌های انحنای پیش‌خیز تیرها برای تیرهای غیرمختلط**

| دهانه | a / s | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰/۱ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۰/۴ | ۰/۵ |
| $\geq۳۰$ m | ۱۴ | ۲۵ | ۳۴ | ۳۸ | ۴۰ |
| $۲۰\leq L<۳۰$ | ۱۱ | ۱۹ | ۲۵ | ۲۹ | ۳۰ |
| $<۲۰$ m | ۷ | ۱۳ | ۷ | ۱۹ | ۲۰ |

**یادآوری:**

بدون توجه به‌چگونگی نمایش پیش‌خیز در نقشه‌ها، علامت (+) نشان‌دهندهٔ بالای منحنی و پیش‌خیز و علامت (-) نشان‌دهندهٔ پایین منحنی می‌باشد.

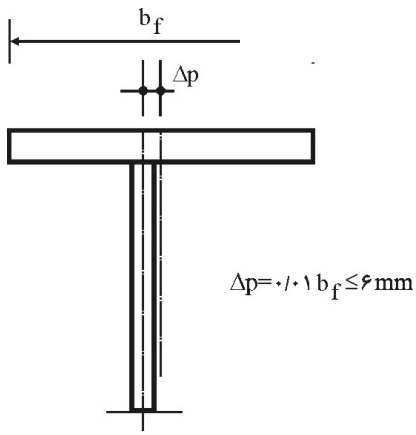
رواداری‌های ارایه شده در فوق برای تیرهایی که به‌صورت یکپارچه ساخته می‌شوند نیز اعمال می‌گردد. اندازه‌گیری‌های پیش‌خیز باید در حالت بدون بار انجام شود.

**۱۰-۴-۶-۳-۴** برای تیرها با انحنای افقی، انحراف مجاز از منحنی در وسط دهانه برابر است با:

$\pm$ ۳mm × (طول دهانه بر حسب متر)/۳

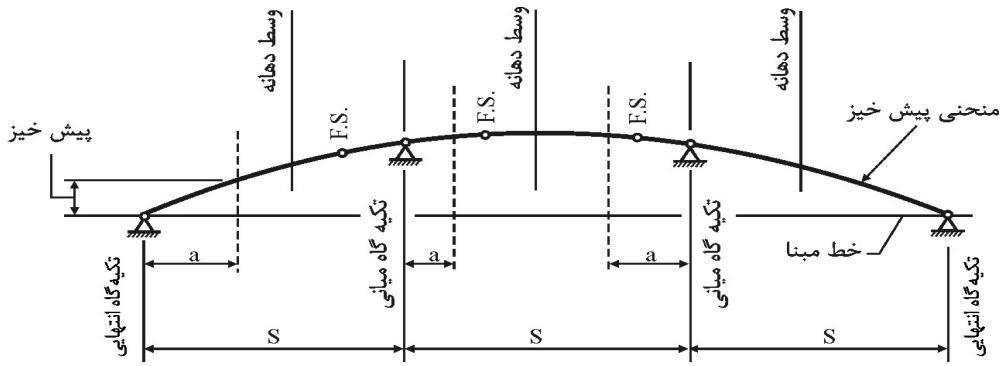
مشروط بر اینکه عضو دارای انعطاف‌پذیری کافی برای اتصال بادبندهای عرضی و قاب‌های عرضی بدون آسیب رساندن به‌اعضای سازه‌ای باشد.

**۱۰-۴-۶-۳-۵** برای اعضای ساخته‌شده از ورق (مثل مقطع H و I و T)، حداکثر اختلاف بین محور مرکزی جان و محور مرکزی بال در محل‌های تماس، مساوی $b_f$ ۰/۰۱ یا ۶ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۱۰-۴-۳).



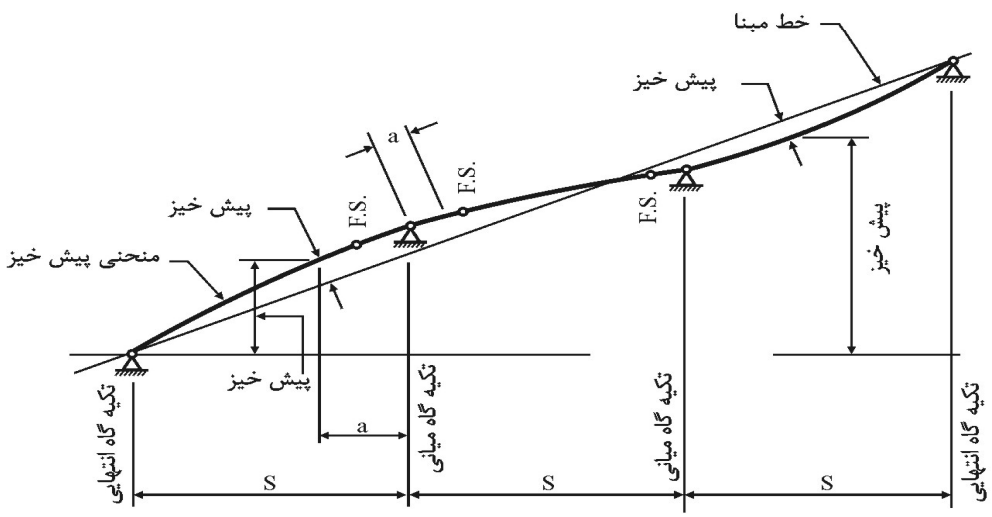

**شکل ۱۰-۴-۳ رواداری محل اتصال جان به‌بال**

**۱۰-۴-۶-۳-۶** بـرای تیرها، انحراف مجاز از صفحه‌ای بودن جان تیر مساوی $\frac{d}{۱۵۰}$ می‌باشد که d ارتفاع تیر می‌باشد.




**وصلهٔ کارگاهی F.S.**

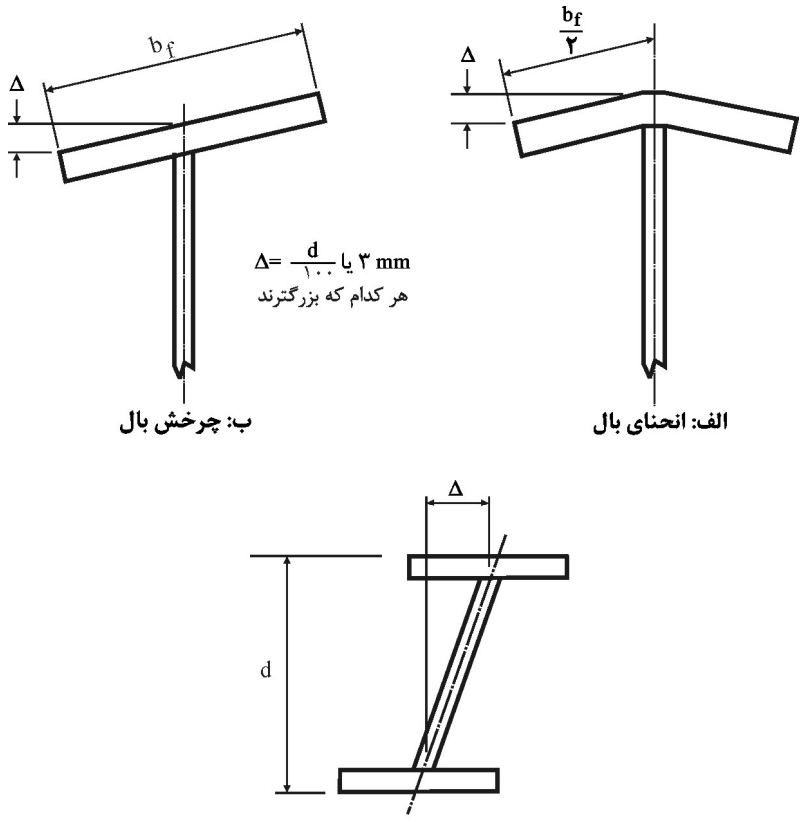
**نمای جانبی پیش‌نصب تیر**




**نمای جانبی پیش‌نصب تیر**

**شکل ۱۰-۴-۴ روش اندازه‌گیری پیش‌خیز تیرها**

**۱۰-۴-۶-۳-۷** میزان رواداری چرخشی و انحنای بال در تیرورق‌های جوشی مطابق شکل ۱۰-۴-۵ می‌باشد:




**شکل ۱۰-۴-۵ رواداری‌های انحراف بال.**

**۱۰-۴-۶-۳-۸** برای تیرورق‌های جوشی، رواداری مجاز پهنای بـال مساوی ۳ ± میلی‌متر برای پهنای کوچکتر یا مساوی ۳۰۰ میلی‌متر و ۴ ± میلی‌متر برای پهنای بزرگتر می‌باشد. رواداری مجاز

در ارتفاع کل تیر که در صفحهٔ مرکزی جان اندازه‌گیری می‌شود، مطابق جدول ۱۰-۴-۹ می‌باشد.

**جدول ۱۰-۴-۹ رواداری مجاز ارتفاع تیرورق**

| ارتفاع تیر (میلی‌متر) | رواداری مجاز |
|---|---|
| $\leq ۹۰۰$ | $\pm ۳$ |
| $۹۰۰ < h \leq ۱۸۰۰$ | $\pm ۵$ |
| $>۱۸۰۰$ | $+۸$ و $-۵$ |

### ۱۰-۴-۶-۴ سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی در محل بارهای متمرکز

انتهای سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی باید نسبت به‌جان گونیا و در تماس کامل با بال باشد. حداقل باید ۷۵ درصد مساحت کل سخت‌کننده در تماس با بال باشد. سطح خارجی بال که بر صفحهٔ نشیمن فولادی تکیه می‌کند، در ۷۵ درصد سطح تصویر جان و سخت‌کننده‌ها باید در تماس با صفحهٔ نشیمن با حداکثر ۰/۲۵ میلی‌متر بادخور باشد. در ۲۵ درصد باقیمانده حداکثر بادخور ۱ میلی‌متر است. در صورتی‌که سخت‌کنندهٔ انتهایی موجود نباشد، حداکثر بادخور در ۷۵ درصد سطح تصویر جان، ۰/۲۵ میلی‌متر و مساوی ۱ میلی‌متر در ۲۵ درصد سطح باقیمانده می‌باشد. در این حالت زاویهٔ بین بال تحتانی و جان ۹۰ درجه است (شکل‌های ۱۰-۴-۶ و ۱۰-۴-۷).

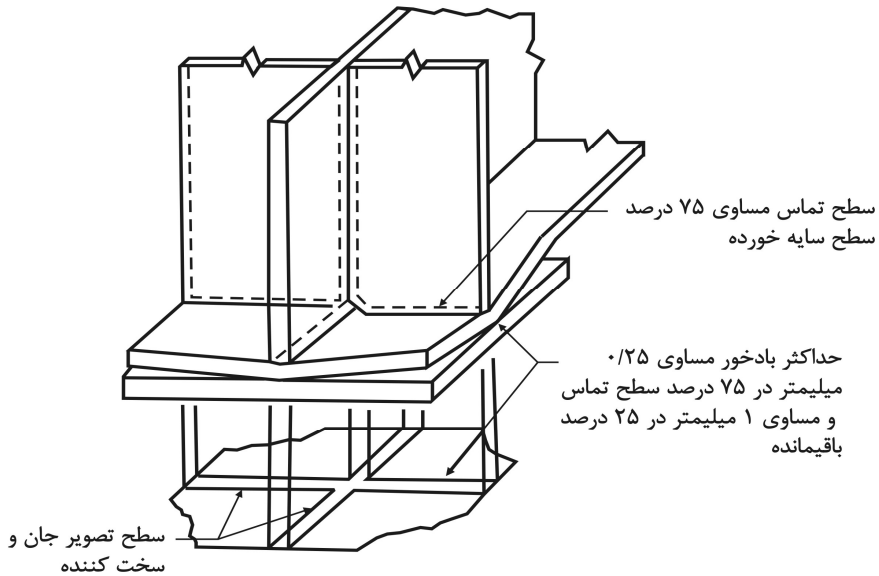
### ۱۰-۴-۶-۵ رواداری سخت‌کننده‌ها

**۱۰-۴-۶-۵-۱ *جفت شدن سخت‌کننده‌ها.*** در جفت شدن کامل سخت‌کنندهٔ میانی در حدفاصل دو بال، بادخوری در حد ۲ میلی‌متر پذیرفتنی است.

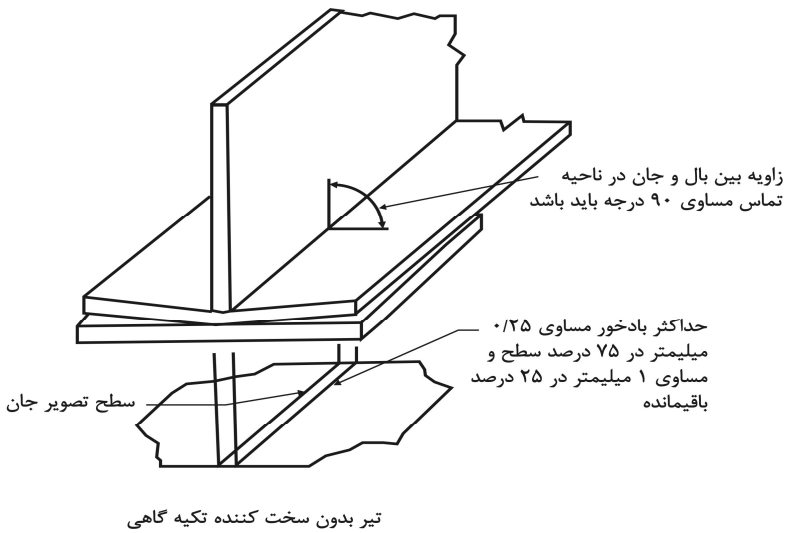
**۱۰-۴-۶-۵-۲ *انحنای داخل و خارج از صفحهٔ لبهٔ سخت‌کننده‌های میانی.*** میزان حداکثر رواداری در ناراستایی سخت‌کنندهٔ میانی به‌شرح جدول ۱۰-۴-۱۰ است:

**جدول ۱۰-۴-۱۰ انحنای سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی**

| ارتفاع تیرورق (میلی‌متر) | رواداری (میلی‌متر) |
|---|---|
| $\leq ۱۸۰۰$ | ۱۳ |
| $>۱۸۰۰$ | ۲۰ |




**شکل ۱۰-۴-۶ رواداری در محل تماس تیر با تکیه‌گاه ــ تیر با سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی**




**شکل ۱۰-۴-۷ رواداری در محل تماس تیر با تکیه‌گاه ــ تیر بدون سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی**

**۱۰-۴-۶-۵-۳ *انحنای داخل و خارج از صفحهٔ لبهٔ سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی و جانمایی آن***

میزان حداکثر رواداری در ناراستایی سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی به‌شرح جدول ۱۰-۴-۱۱ است:

**جدول ۱۰-۴-۱۱ انحنای سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی**

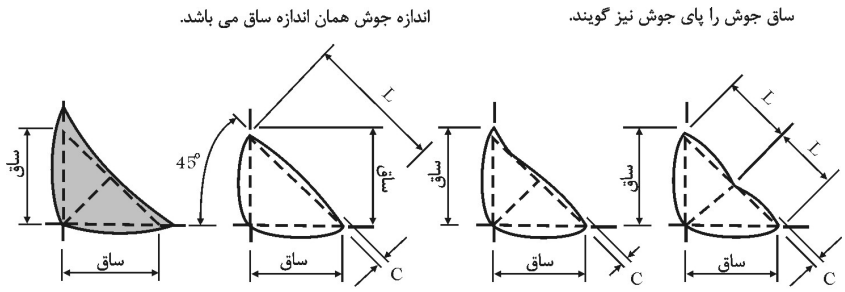
| رواداری (میلی‌متر) | ارتفاع تیرورق (میلی‌متر) |
|---|---|
| ۶ | ≤۱۸۰۰ |
| ۱۳ | >۱۸۰۰ |

حداکثر رواداری محور مرکزی واقعی سخت‌کننده از محور مرکزی تئوریک (نظری) مساوی $\pm$ t/۲ می‌باشد که t ضخامت سخت‌کننده است.

**۱۰-۴-۶-۶ مقطع جوش**

**۱۰-۴-۶-۶-۱** در شکل‌های ۱۰-۴-۸ الف و ب، مقاطع مطلوب قابل پذیرش و در شکل ۱۰-۴-۸ پ، مقاطع غیرقابل پذیرش جوش‌های گوشه نشان داده شده است. همان‌طورکه شکل‌های الف و ب، نشان می‌دهد، سطح جوش گوشه تا مقدار محدودی می‌تواند محدب یا مقعر باشد (بدون فرورفتگی ناگهانی به‌استثنای جوش خارجی در اتصال گونیا، مقدار تحدب سطحی جوش گوشه (C) نباید از مقادیر مندرج در شکل ۱۰ ـ ۴ ـ ۸ تجاوز نماید به‌استثنای عیوب مربوط به‌بریدگی پای جوش، وجود سایر عیوب در دو انتهای جوش‌های منقطع، خارج از طول مؤثر جوش، مهم نمی‌باشد.

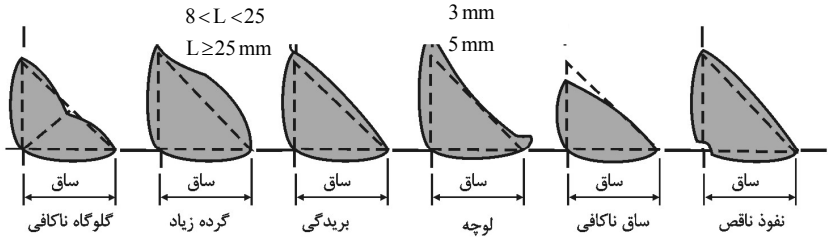
**۱۰-۴-۶-۶-۲** جوش‌های شیاری ترجیحاً باید با حداقل تحدب (R) اجرا شوند. در درزهای لب به‌لب یا اتصالات گونیا، حداکثر تحدب R مساوی ۳ میلی‌متر می‌باشد و باید دارای انتقال تدریجی با سطح فلز پایه باشد (شکل ۱۰-۴-۸ ت). کلیهٔ جوش‌های شیاری نشان داده شده در شکل ۱۰-۴-۸ ث، به‌علت داشتن ناپیوستگی سطحی غیرقابل پذیرش می‌باشند.



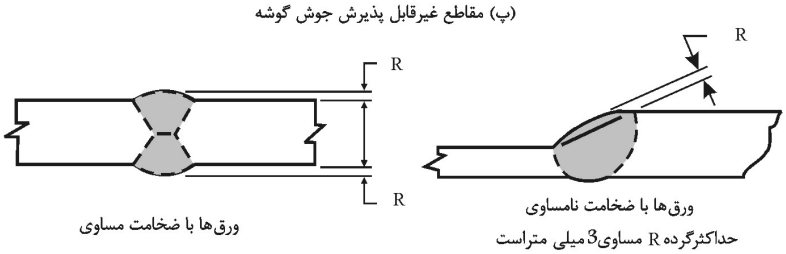

(ب) مقاطع قابل پذیرش جوش گوشه (الف) تعریف مقطع جوش گوشه

توجه: گرده جوش نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید

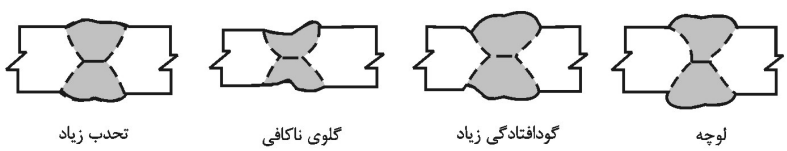
| اندازهٔ ساق یا طول L | حداکثر گرده (mm) |
|---|---|
| L≤8 mm | 1/6mm |
| 8<L<25 | 3 mm |
| L≥25 mm | 5 mm |




(پ) مقاطع غیرقابل پذیرش جوش گوشه




(ت) مقاطع قابل پذیرش جوش های شیاری




(ث) مقاطع غیر قابل پذیرش جوش گوشه

**شکل ۱۰-۴-۸ مقاطع قابل پذیرش و غیرقابل پذیرش جوش**

**۱۰-۴-۶-۶-۳** در درزهای لب به‌لب در صورتی‌که سطح تخت برای جوش مورد نظر باشد، ضخامت جوش حاصل نباید بیش از ۱ میلی‌متر یا ۵ درصد ضخامت (هر کدام که کمتر باشد)، از ضخامت ورق نازکتر یا جوش، کمتر گردد. تحدب بیش از ۱ میلی‌متر نیز باید برداشته شود. در صورتی‌که جوش در فصل مشترک (سطح تماس) دو ورق قرار گیرد، تمام تحدب جوش باید برداشته شود. هرگونه تحدب باید دارای انتقال تدریجی به‌سطوح ورق باشد. برای حذف تحدب می‌توان از سنگ‌زنی استفاده نمود.

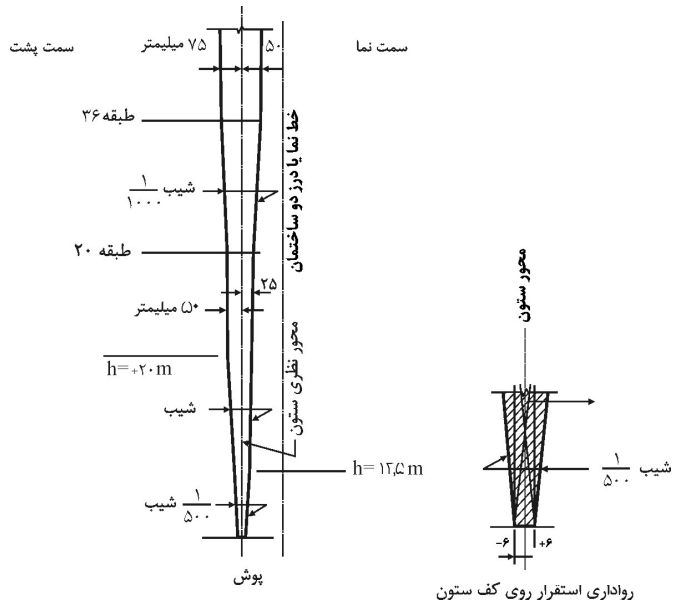
**۱۰-۴-۶-۷ ناشاقولی ستون‌ها**

درخصوص کنترل ناشاقولی ستون‌ها رعایت الزامات زیر ضروری است.

**الف)** میزان حداکثر جابه‌جایی محور ستون از محل فرضی مساوی $\pm$ ۶ میلی‌متر می‌باشد.

**ب)** حداکثر ناشاقولی مجاز ستون‌ها، تا طبقهٔ بیستم به‌ازای هر طبقه مساوی $\frac{۱}{۵۰۰}$ ارتفاع و حداکثر ۲۵ میلی‌متر به‌سمت نما و ۵۰ میلی‌متر به‌سمت داخل ساختمان می‌باشد.

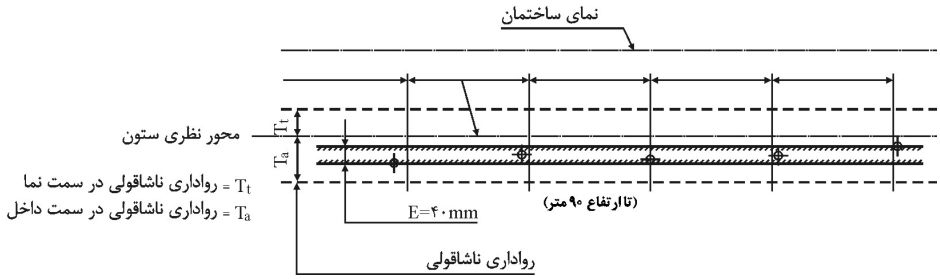
**پ)** در شکل ۱۰-۴-۹ پوش رواداری ناشاقولی ستون در سمت نما و در سمت داخل ستون نشان داده شده است.




**شکل ۱۰-۴-۹ پوش بدشاقولی ستون**

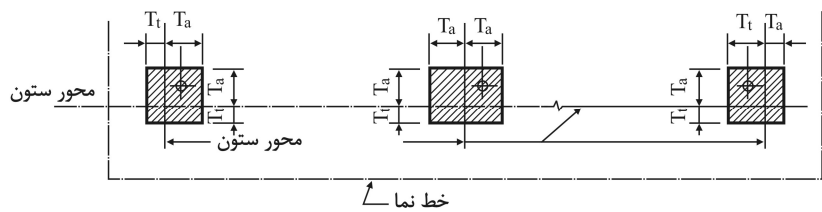
**ت)** در شکل ۱۰-۴-۱۰ پوش رواداری ناریسمانی ستون‌های محور نمای ساختمان نشان داده شده است. در مورد ستون‌های داخلی، ناراستایی در محدودهٔ پوش بدشاقولی مجاز می‌باشد (شکل ۱۰-۴-۱۱).

**ث)** رواداری ابعادی عرض و ارتفاع مقطع ستون ۴± میلی‌متر می‌باشد.




برای ارتفاع بالاتر از ۹۰ متر، به‌ازای هر ۳۰ متر، ۱۳ میلی‌متر به‌رواداری اضافه می‌شود تا حداکثر E=۷۵ میلی‌متر.

**شکل ۱۰-۴-۱۰ ناریسمانی ستون‌های محور خارجی**



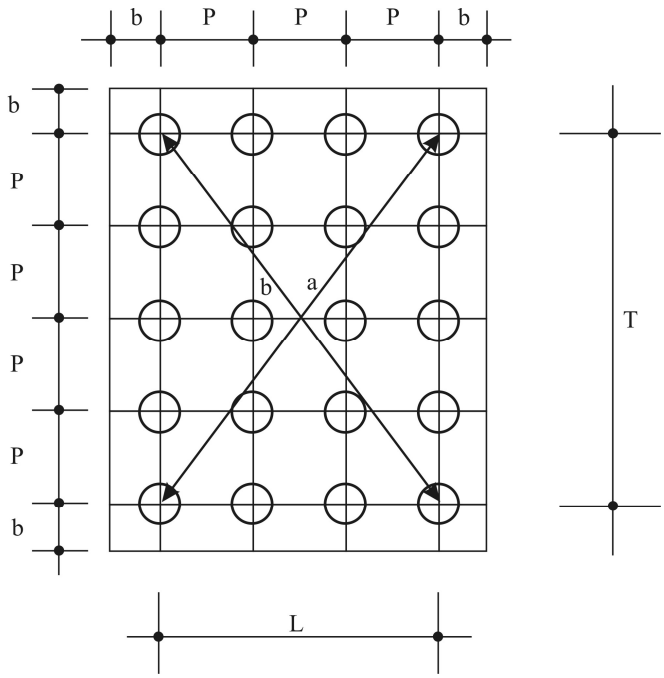

**شکل ۱۰-۴-۱۱ ناریسمانی ستون‌های داخلی**

### ۱۰-۴-۶-۸ رواداری سوراخ پیچ‌ها

درخصوص رواداری سوراخ پیچ‌ها رعایت الزامات زیر ضروری است.

**الف)** رواداری سوراخ پیچ‌ها مطابق شکل ۱۰-۴-۱۲ می‌باشد.

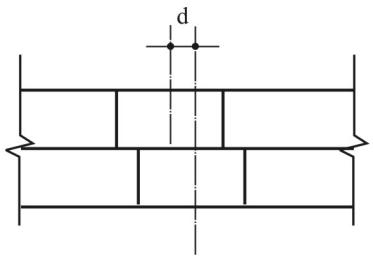
$\Delta p = \pm 2\,mm$
$\Delta b = \pm 3\,mm$
$\Delta L = \pm 3\,mm$
$\Delta T = \pm 3\,mm$
$|a - b| \le 3\,mm$




**شکل ۱۰-۴-۱۲ رواداری سوراخ‌های پیچ**

**ب)** هم‌محور بودن سوراخ پیچ‌ها در دو مقطع اتصالی

$d \le 2mm$

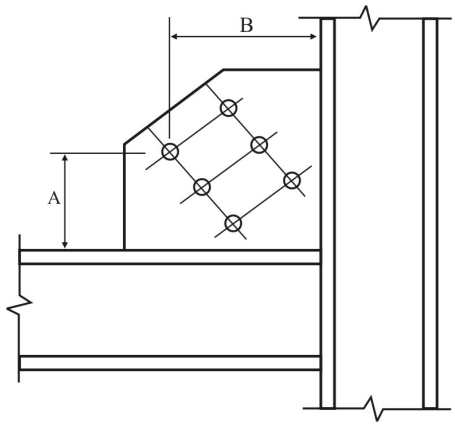



**شکل ۱۰-۴-۱۳ هم‌محور بودن سوراخ پیچ‌ها**

**پ)** مختصات سوراخ

$\Delta B = \pm 2mm$

$\Delta A = \pm 2mm$




**شکل ۱۰-۴-۱۴ رواداری مختصات سوراخ پیچ‌ها**

# پیوست ۱ ضریب طول موثر اعضای فشاری

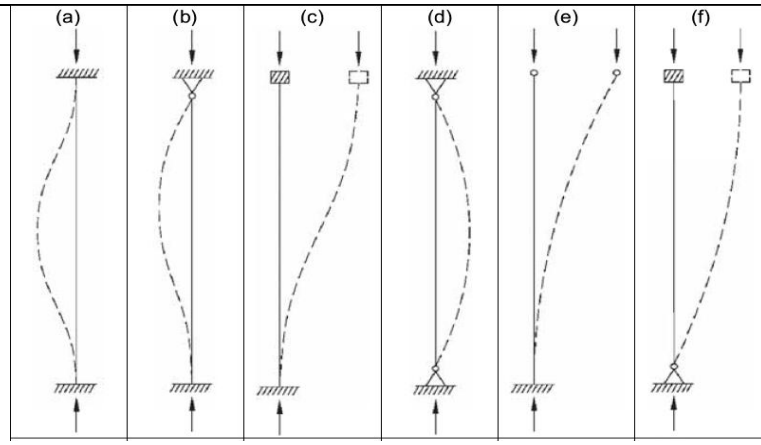
این پیوست نحوهٔ محاسبه ضریب طول موثر (K) اعضاء فشاری را بیان می‌کند. مطالب این پیوست تحت عناوین زیر ارائه می‌گردد.

- پ-۱-۱ ضریب طول موثر ستون‌هایی با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل
- پ-۱-۲ ضریب طول موثر اعضاء فشاری قاب‌های مهار شده
- پ-۱-۳ ضریب طول موثر اعضاء فشاری قاب‌های مهارنشده

## پ-۱-۱ ضریب طول موثر ستون‌هایی با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل

طول موثر در واقع فاصلهٔ بین نقاط عطف شکل کمانش یافتهٔ عضو فشاری است. در جدول پ-۱-۱ تعدادی ستون با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل همراه با ضرایب طول موثر نظری آنها نمایش داده شده است. با توجه به اینکه ایجاد شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل همواره در عمل امکان‌پذیر نیست، لذا در این مبحث برای ضرایب طول موثر اینگونه اعضای فشاری بعضاً مقادیر بزرگتری پیشنهاد شده است.

**جدول پ-۱-۱ ضریب طول موثر (K) اعضای فشاری با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل**

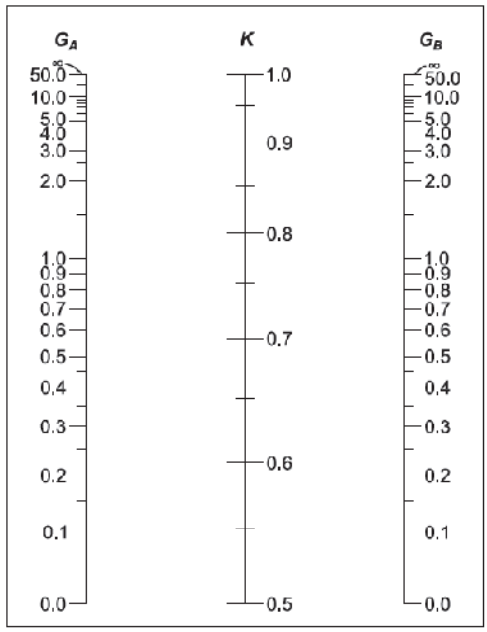
| توضیحات | انواع مختلف اعضای فشاری با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شکل کمانش‌یافته عضوفشاری به صورت خط‌چینی نمایش داده شده است. |  | | | | | |
| مقادیر نظری K | ۰/۵ | ۰/۷ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ |
| مقادیر پیشنهادی K برای طراحی | ۰/۶۵ | ۰/۸ | ۱/۲ | ۱/۰ | ۲/۱ | ۲/۰ |
| نماد شرایط مرزی | = انتقال و دوران مقید<br> = انتقال مقید، دوران آزاد<br> = انتقال آزاد، دوران مقید<br> = انتقال و دوران آزاد | | | | | |

## پ-۱-۲ ضریب طول موثر اعضای فشاری قاب‌های مهارشده

همانگونه که در بخش ۱۰-۲-۱-۳-۱ عنوان شد، ضریب طول موثر برای اعضای فشاری این نوع قاب‌ها باید برابر یک در نظر گرفته شود، مگر آنکه تحلیل دقیق مقدار کمتری را تعیین نماید.

مطابق الزامات این پیوست، می‌توان ضریب طول موثر (K) اعضاء فشاری قاب‌های مهارشده را از رابطه پ-۱-۱ و یا نموگراف شکل پ-۱-۱ نیز محاسبه نمود.

$$\frac{G_A G_B}{۴}(\pi/K)^۲ + \left(\frac{G_A+G_B}{۲}\right)\left(۱ - \frac{\pi/K}{tg(\frac{\pi}{K})}\right) + \frac{۲tg(\frac{\pi}{۲K})}{(\pi/K)} - ۱ = ۰ \qquad (پ-۱-۱)$$




**شکل پ-۱-۱ ضریب طول موثر (K) اعضای فشاری قاب‌های مهارشده برحسب $G_A$ و $G_B$**

در رابطه پ-۱-۱ و نموگراف شکل پ-۱-۱ $G_A$ و $G_B$ پارامترهای مبین دو انتهای A و B عضو فشاری بوده و عبارتند از:

$$G_A = \frac{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{ستون‌های متصل به گره A}}{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{تیرهای متصل به گره A}} \qquad (پ-۱-۲)$$

$$G_B = \frac{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{ستون‌های متصل به گره B}}{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{تیرهای متصل به گره B}} \qquad (پ-۱-۳)$$

E= مدول الاستیسیته فولاد

I= ممان اینرسی تیرها و ستون‌ها حول محور عمود بر صفحه کمانش

L= طول اعضا

***یادداشت:*** *برای محاسبه $G_A$ و $G_B$ از روابط پ-۱-۲ و پ-۱-۳ باید ملاحظات زیر مورد توجه قرار گیرند.*

*(۱) برای انتهای گیردار ستون که ضریب $G$ به صورت نظری صفر است، مقدار $G$ برابر یک فرض شود.*

*(۲) برای انتهای مفصلی ستون که ضریب $G$ به صورت نظری بی‌نهایت است، مقدار $G$ برابر ۱۰ فرض شود.*

*(۳) هرگاه تیر متصل به عضو فشاری طره‌ای باشد، $EI/L$ آن تیر مساوی صفر در نظر گرفته شود.*

*(۴) هرگاه انتهای نزدیک تیر متصل به عضو فشاری مفصلی باشد، $EI/L$ آن تیر مساوی صفر در نظر گرفته شود.*

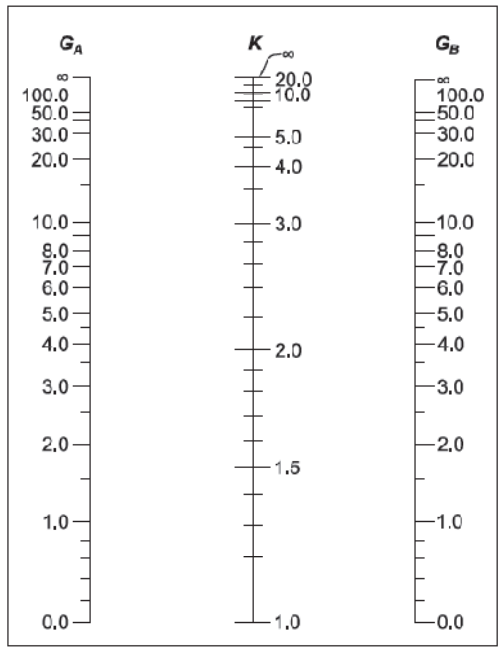
*(۵) هرگاه انتهای دور تیر متصل به عضو فشاری مفصلی باشد، $EI/L$ آن تیر باید در ضریب ۱/۵ ضرب شود.*

*(۶) هرگاه انتهای دورتیر متصل به عضو فشاری به یک تکیه‌گاه گیردار متصل باشد، $EI/L$ آن تیر باید در ضریب ۲ ضرب شود.*

## پ-۱-۳ ضریب طول موثر اعضاء فشاری قاب‌های مهارنشده

همانطور که در بخش ۱۰-۲-۱-۳-۲ عنوان شد، ضریب طول موثر اعضاء فشاری قاب‌های مهارنشده را می‌توان با تقریب قابل قبولی از رابطهٔ ۱۰-۲-۱-۱ تعیین نمود. مطابق الزامات این پیوست بجای استفاده از رابطهٔ ۱۰-۲-۱-۱ می‌توان مقدار ضریب طول موثر (K) اعضای فشاری قاب‌های مهار نشده را از رابطهٔ پ-۱-۴ و یا نموگراف شکل پ-۱-۲ نیز محاسبه نمود.

$$\frac{[G_A G_B(\pi/K)^2-36]}{6(G_A+G_B)} - \frac{\pi/K}{tg(\frac{\pi}{K})} = 0 \qquad \text{(پ-۱-۴)}$$




**شکل پ-۱-۲ ضریب طول موثر (K) اعضای فشاری قاب‌های مهارنشده برحسب $G_A$ و $G_B$**

در رابطهٔ پ-۱-۴ و نموگراف شکل پ-۱-۲ $G_A$ و $G_B$ پارامترهای مبین دو انتهای A و B عضو فشاری بوده و عبارتند از:

$$G_A = \frac{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{ستون‌های متصل به گره A}}{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{تیرهای متصل به گره A}} \qquad \text{(پ-۱-۵)}$$

$$G_B = \frac{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{ستون‌های متصل به گره B}}{\sum(\frac{EI}{L}) \quad \text{تیرهای متصل به گره B}} \qquad \text{(پ-۱-۶)}$$

E= مدول الاستیسیته فولاد

I= ممان اینرسی تیرها و ستون‌ها حول محور عمود بر صفحهٔ کمانش

L= طول اعضا

***یادداشت:*** *برای محاسبه $G_A$ و $G_B$ از روابط پ-۱-۵ و پ-۱-۶ باید ملاحظات زیر مورد توجه قرار گیرند.*

*(۱) برای انتهای گیردار ستون که ضریب $G$ به صورت نظری صفر است، مقدار $G$ برابر یک فرض شود.*

*(۲) برای انتهای مفصلی ستون که ضریب $G$ به صورت نظری بی‌نهایت است، مقدار $G$ برابر ۱۰ فرض شود.*

*(۳) هرگاه تیر متصل به عضو فشاری طره‌ای باشد، $EI/L$ آن تیر مساوی صفر در نظر گرفته شود.*

*(۴) هرگاه انتهای نزدیک تیر متصل به عضو فشاری مفصلی باشد، $EI/L$ آن تیر مساوی صفر در نظر گرفته شود.*

*(۵) هرگاه انتهای دور تیر متصل به عضو فشاری مفصلی باشد، $EI/L$ آن تیر باید در ضریب ۰/۵ ضرب شود.*

*(۶) هرگاه انتهای دور تیر متصل به عضو فشاری به یک تکیه‌گاه با دوران مقید لیکن انتقال جانبی آزاد متصل باشد، $EI/L$ آن تیر باید در ضریب $\frac{۲}{۳}$ ضرب شود.*

# پیوست ۲

# تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدیدیافته

این پیوست الزامات روش تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل مرتبه اول تشدید یافته را بیان می‌کند. همانگونه که در بند۱۰-۲-۱-۴-ب نیز عنوان شد، مطابق این مبحث استفاده از روش تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته به عنوان یک روش تحلیل مرتبه دوم مجاز است. مطابق الزامات این پیوست، نیروهای محوری فشاری و لنگرهای خمشی بدست آمده از تحلیل مرتبه اول، تشدید شده و مبنای طراحی قرار می گیرند.

مطالب این پیوست تحت عناوین زیر ارائه می گردد.

- پ-۲-۱ محدودیت تحلیل
- پ-۲-۲ نحوه محاسبه مقاومت‌های مورد نیاز

## پ-۲-۱ محدودیت تحلیل

استفاده از این روش تحلیل فقط به سازه‌هایی که در آنها بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم تحمل می‌شوند، محدود می‌گردد. برای سایر سازه‌ها، استفاده از این روش تحلیل به شرطی مجاز است که در آنها آثار $P\text{-}\Delta$ از طریق سایر روش‌های تحلیلی مرتبه دوم لحاظ شده باشد که برای این نوع سازه‌ها استفاده از این روش تحلیل برای لحاظ نمودن آثار $P\text{-}\delta$ مجاز است.

## پ-۲-۲ نحوه محاسبه مقاومت‌های مورد نیاز

در این روش تحلیل، مقاومت‌های خمشی مرتبه دوم مورد نیاز ($M_u$) و مقاومت‌های محوری مرتبه دوم مورد نیاز ($P_u$) برای تمامی اعضای کلیه سیستم‌های سازه‌ای باید از طریق روابط زیر تعیین گردند.

$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \qquad (پ-۲-۱)$$

$$P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt} \qquad (پ-۲-۲)$$

در روابط فوق:

$B_1$= ضریب تشدید برای در نظر گرفتن اثر P-δ. این ضریب باید برای هر عضو تحت اثر نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی و یا تحت اثر توام آنها در هر راستای خمشی عضو مطابق بخش پ-۲-۲-۱ به طور جداگانه محاسبه گردد. برای اعضایی که در معرض نیروی محوری فشاری قرار ندارند، این ضریب باید برابر یک منظور گردد.

$B_2$= ضریب تشدید برای در نظر گرفتن اثر P-Δ. این ضریب باید برای هر طبقه ساختمان و در هر راستای تغییر مکان جانبی طبقه مطابق بخش پ-۲-۲-۲ بطور جداگانه محاسبه گردد.

$M_{nt}$= لنگر خمشی مرتبه اول برای حالتی که از انتقال جانبی قاب جلوگیری شده باشد. (مطابق بخش پ-۲-۲-۳)

$M_{lt}$= لنگر خمشی مرتبه اول فقط به علت انتقال جانبی (مطابق بخش پ-۲-۲-۳)

$M_u$= مقاومت خمشی مرتبه دوم مورد نیاز.

$P_{nt}$= نیروی محوری مرتبه اول برای حالتی که از انتقال جانبی قاب جلوگیری شده باشد. (مطابق بخش پ-۲-۲-۳)

$P_{lt}$= نیروی محوری مرتبه اول فقط به علت انتقال جانبی (مطابق بخش پ-۲-۲-۳)

$P_u$= مقاومت محوری مرتبه دوم مورد نیاز

### پ-۲-۲-۱ ضریب تشدید $B_1$

ضریب تشدید $B_1$ برای اعضایی که در معرض نیروی محوری فشاری قرار دارند، با استفاده از رابطه زیر تعیین می گردد:

$$B_1 = \frac{C_m}{1-(P_u/P_{e1})} \qquad (پ-۲-۳)$$

که در آن:

$C_m$= ضریبی است که به شرح زیر در حالتی‌که از انتقال جانبی قاب جلوگیری شده است، تعیین میگردد.

(۱) برای تیر ستون‌های فاقد هر نوع بار جانبی در بین دو انتهای آنها در صفحهٔ خمش:

$$C_m = 0/6 - 0/4 \frac{M_1}{M_2} \qquad (پ-۲-۴)$$

که در آن $M_1$ و $M_2$ لنگرهای خمشی مرتبه اول دو انتهای ناحیه مهار نشده عضو مورد نظر در صفحهٔ خمش بوده و $|M_1| \leq |M_2|$ می‌باشد. در رابطه پ-۲-۴ در صورتی که انحنای عضو به علت لنگرهای $M_1$ و $M_2$ ساده باشد نسبت $\frac{M_1}{M_2}$ منفی و در صورتی‌که انحنای عضو به علت لنگرهای $M_1$ و $M_2$ مضاعف باشد، نسبت $\frac{M_1}{M_2}$ مثبت است.

(۲) برای تیر ستون هایی که در معرض بار جانبی در بین دو انتهای آنها در صفحهٔ خمش قرار دارند مقدار $C_m$ را می‌توان به طور محافظه کارانه برابر یک فرض نمود مگر آن که تحلیل دقیق مقدار کمتری را تعیین نماید.

$P_{e1}$= مقاومت کمانش بحرانی الاستیک عضو در صفحه خمش بوده و با فرض عدم انتقال جانبی قاب از رابطهٔ زیر تعیین می‌گردد.

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 (EI)^*}{(K_1 L)^2} \qquad (پ-۲-۵)$$

که در آن:

$(EI)^*=$
- صلبیت خمشی کاهش یافته عضو برای حالتی‌که برای تأمین الزامات طراحی از روش تحلیل مستقیم استفاده شده باشد ($EI^* = ۰/۸\tau_b EI$ که در آن $\tau_b$ در بخش ۱۰-۲-۱-۵ تعریف شده است)
- صلبیت خمشی کاهش نیافته $(EI)$ برای حالتی‌که برای تأمین الزامات طراحی از روش طول موثر و یا روش تحلیل مرتبه اول استفاده شده باشد.

E= مدول الاسیتسیته فولاد

I= ممان اینرسی مقطع عضو در صفحه خمش

L= طول عضو

$K_۱$= ضریب طول موثر در صفحهٔ خمش و مقدار آن برای اعضای کلیه سیستم‌های سازه‌ای باید برابر یک در نظر گرفته شود.

$P_u$=مقاومت محوری مرتبه دوم مورد نیاز. در رابطه پ-۲-۳ برای محاسبه $B_۱$ مقدار $P_u$ را می‌توان بر اساس تخمین مرتبه اول($P_u = P_{nt} + P_{lt}$) محاسبه کرد.

### پ-۲-۲-۲ ضریب تشدید $B_۲$

ضریب تشدید $B_۲$ برای هر طبقه ساختمان و در هر راستای جابجایی جانبی از رابطهٔ زیر تعیین میگردد:

$$B_۲ = \frac{۱}{\left[۱-\frac{P_{story}}{P_{e\ story}}\right]} \geq ۱/۰ \qquad (پ-۲-۶)$$

که در آن:

$P_{story}$ = مجموع بارهای قائم طبقه ناشی از ترکیب بارگذاری نظیر راستای جابجائی جانبی مورد مطالعه

$P_{e\ story}$ = مقاومت کمانش بحرانی الاستیک طبقه در راستای جابجایی جانبی مورد مطالعه و بر پایهٔ تحلیل کمانش جانبی از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$P_{story} = (۱ - ۰/۱۵\frac{P_{mf}}{P_{story}})\frac{HL}{\Delta_H} \qquad (پ-۲-۷)$$

که در آن:

$P_{mf}$= مجموع بارهای قائم ستون‌های قاب‌های خمشی ناشی از ترکیب بارگذاری نظیر راستای جابجائی جانبی مورد مطالعه در طبقه مورد نظر. مقدار $P_{mf}$ برای سیستم‌های ساختمانی ساده توام با مهاربندی یا دیوارهای برشی برابر صفر و برای سیستم‌های قاب خمشی و سیستم‌های دوگانه یا ترکیبی در صورتی‌که کلیه اتصالات گیردار باشند برابر $P_{story}$ و برای سیستم‌های قاب خمشی و سیستم‌های دوگانه یا ترکیبی که در آنها برخی از قاب‌ها به صورت ثقلی طراحی شده باشند، مقدار $P_{mf}$ برابر مجموع بارهای قائم ستون‌های قاب خمشی می‌باشد.

$\Delta_H$= تغییر مکان جانبی نسبی طبقه مورد مطالعه ناشی از نیروهای جانبی بر پایهٔ تحلیل مرتبه اول و صلبیت خمشی $(EI)^*$. $(EI)^*$ پارامتری است که در رابطه پ-۲-۵ مورد استفاده قرار گرفته است. در مواردی‌که مقدار $\Delta_H$ برای قاب‌های مختلف در پلان طبقه متفاوت باشد، این مقدار باید برابر متوسط وزنی تغییرمکان جانبی نسبی قاب‌های مختلف (که نسبت به بارهای قائم قاب‌های مختلف سنجیده می‌شود) و یا به طور محافظه‌کارانه برابر تغییرمکان جانبی حداکثر طبقه در نظر گرفته شود.

H= برش طبقه ناشی از بارهای جانبی در راستای مورد مطالعه که در محاسبه $\Delta_H$ مورد استفاده قرار گرفته است.

L= ارتفاع طبقه

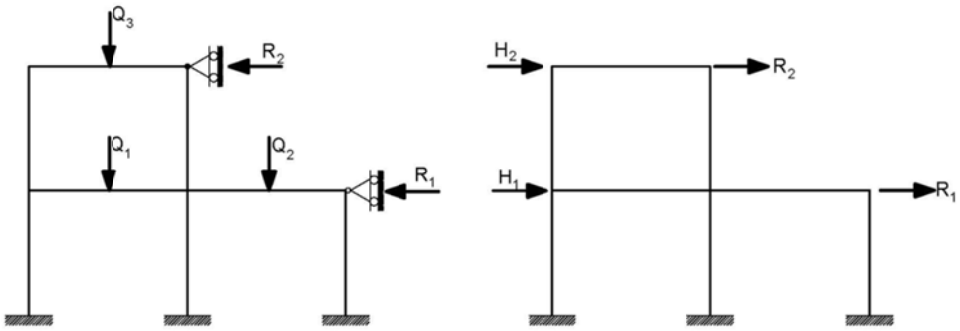
### پ-۲-۲-۳ محاسبهٔ $P_{nt}$ ، $M_{nt}$ ، $P_{lt}$ و $M_{lt}$

در قاب‌های نسبتاً متقارن و با بارگذاری نسبتاً متقارن، $P_{nt}$ و $M_{nt}$ را می‌توان از تحلیل مرتبه اول قاب در اثر بارهای ثقلی ضریبدار و $P_{lt}$و$M_{lt}$ را از تحلیل مرتبه اول قاب در اثر بارهای جانبی ضریبدار بدست آورد. باید توجه داشت که در هر دو مرحله ضرایب بار باید متناسب با ضرایب به کار رفته در ترکیب بارگذاری نظیر راستای تغییرمکان جانبی مورد مطالعه اختیار شود.

در قاب‌های با هندسه و یا با بارگذاری نامتقارن چون در هنگام تحلیل برای بارهای قائم ضریبدار امکان انتقال جانبی برای قاب وجود دارد، لذا در اینگونه قاب‌ها تحلیل باید به شرح زیر در دو مرحله صورت گیرد.

(۱) تحلیل قاب برای بارهای قائم ضریبدار با فرض عدم انتقال جانبی در قاب (شکل پ-۲-۲-الف)

(۲) تحلیل قاب برای بارهای جانبی به همراه واکنش‌های تکیه‌گاهی بدست آمده از مرحله (۱) (شکل پ-۲-۲-ب)




**شکل پ-۲-۲ مراحل مختلف تحلیل مرتبه اول قاب برای محاسبه $P_{nt}$ ، $M_{nt}$ ، $P_{lt}$ و $M_{lt}$**

به نام خدا

وزارت راه و شهرسازی

مقررات ملی ساختمان ایران

# مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان

# طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها

تدوین مقررات ملی ساختمان

ویرایش سوم (۱۴۰۰)

غیرقابل انتشار

# پیشگفتار

این وزارتخانه در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، وظیفه تدوین مقررات ملی ساختمان را بر عهده دارد. مقررات ملی ساختمان کشور، بی‌شک، یکی از کامل‌ترین و موثرترین مقررات بومی موجود و لازم الاجرا در میان کشورهای منطقه می‌باشد که حاصل تلاش اساتید، صاحب‌نظران و حرفه‌مندان صنعت ساختمان طی سال‌های متمادی در کشورمان است. در سال‌های اخیر، مقررات ملی ساختمان گام‌های موثری در ارتقای کیفیت ساخت و ساز و مقاومت بناها و ساماندهی و استانداردسازی مصالح، روش‌های طراحی و ساخت و کاهش هزینه‌های مصرف انرژی، محیط‌زیست، ایمنی، بهداشت و آسایش و رفاه استفاده‌کنندگان برداشته است. در این راستا، پایش مستمر بازخوردهای مقررات ملی ساختمان در زمینه‌های گوناگون، پس از انتشار آن، و برنامه‌ریزی برای بازنگری و رفع نقایص موجود و ارتقای مداوم محتوای آن، از اهداف اصلی وزارت راه و شهرسازی است. مقایسه کیفیت ساختمان‌ها، خصوصا از لحاظ سازه‌ای، در سال‌های اخیر با قبل از تدوین مقررات ملی ساختمان، موید تاثیر این مقررات در ارتقای کیفیت ساختمان‌ها است. در هر حال، باید به کلیه دست‌اندرکاران صنعت ساختمان متذکر شوم در کنار رعایت مقررات و آیین‌نامه‌ها، پایبندی به اصول اخلاق حرفه‌ای و وجدان کاری مهمترین ضامن در پیشبرد اهداف و اصول فنی و حرفه‌ای در این صنعت می‌باشد.

از کلیه اساتید، صاحب‌نظران، حرفه‌مندان و تدوین‌کنندگان که از ابتدا تاکنون در تدوین و بازنگری‌های متعدد در مباحث مقررات ملی ساختمان تلاش نموده و در همفکری و همکاری با این وزارتخانه از هیچ کوششی دریغ ننموده‌اند، سپاسگزارم و از تمامی نخبگان و جوانان متخصص دعوت می‌کنم ما را در پیشبرد اهداف عالیه قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان یاری نمایند. همچنین، برای تمامی دست اندرکاران صنعت ساختمان، اعم از مراجع صدور پروانه، کنترل ساختمان و کلیه اشخاصی که در اجرای مقررات و رعایت اصول اخلاق حرفه‌ای تلاش می‌نمایند، توفیق و سربلندی آرزو می‌نمایم.

در خاتمه، از تلاش‌ها و زحمات اعضای شورای تدوین، کمیته‌های تخصصی، دبیرخانه مقررات ملی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**رستم قاسمی**

**وزیر راه و شهرسازی**

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
وزیر

تاریخ : ۱۴۰۰/۱۰/۲۹
شماره : ۱۴۷۸۳۹/۱۰۰/۰۲

بسمه تعالی

**جناب آقای دکتر وحیدی**
**وزیر محترم کشور**

**موضوع: ابلاغ ویرایش سوم مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان « طرح و اجرای صنعتی ساختمان ها»**

با سلام و احترام

در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴، بدینوسیله ویرایش سوم مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان « **طرح و اجرای صنعتی ساختمان ها**» که مراحل تهیه، تدوین و تصویب را در وزارت راه و شهرسازی گذرانده است، بشرح پیوست ابلاغ می گردد. زمان انقضای ویرایش سال ۱۳۹۲ این مبحث سه ماه بعد از تاریخ این ابلاغ خواهد بود و بدیهی است تا آن زمان استفاده از هر کدام از این دو ویرایش مجاز است.

رستم قاسمی

رونوشت :

- جناب آقای محمودزاده، معاون محترم مسکن و ساختمان جهت آگاهی و اقدام لازم
- جناب آقای قاری قرآن، سرپرست محترم مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی جهت آگاهی و اقدام لازم
- جناب آقای نیکزاد، رئیس محترم بنیاد مسکن انقلاب اسلامی جهت آگاهی و اقدام لازم
- ادارات کل راه و شهرسازی استان ها جهت اطلاع و اقدام لازم
- رئیس محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور جهت اطلاع و اقدام لازم
- رئیس محترم سازمان نظام کاردانی ساختمان کشور جهت اطلاع و اقدام لازم

میدان آرژانتین، بلوار آفریقا
ابرامی عباس آباد
ساختمان شهید دادمان
کد پستی : ۱۵۱۹۷۱۴۱۱۱
صندوق پستی ۱۵۸۷۵ ۴۵۶۸
www.mrud.ir

## هیات تدوین کنندگان مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان – ویرایش سوم (۱۴۰۰)

(براساس حروف الفبا)

### الف-۱) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان - دوره ششم از ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۸

- دکتر محمدتقی احمدی — رییس
- مهندس محمدرضا انصاری — عضو
- دکتر حمید باقری — عضو
- دکتر سعید بختیاری — عضو
- دکتر حمید بدیعی — عضو
- دکتر ناصر بنیادی — عضو
- مهندس محسن بهرام‌غفاری — عضو
- دکتر محسن تهرانی‌زاده — عضو
- مهندس محمدابراهیم دادسرشت — عضو
- مهندس سید محمدتقی راتقی — عضو
- زنده‌یاد دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور — عضو
- دکتر محمد شکرچی‌زاده — عضو
- معاون مسکن و ساختمان — عضو
- مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی — عضو
- مهندس شاپور طاحونی — عضو
- مهندس بهروز علمداری میلانی — عضو
- زنده‌یاد مهندس مسعود غازی سلحشور — عضو
- مهندس یونس قلی‌زاده طیار — عضو
- دکتر بهروز گتمیری — عضو
- دکتر محمدرضا ماهری — عضو
- دکتر بهروز محمدکاری — عضو
- زنده‌یاد مهندس حشمت الله منصف — عضو
- دکتر سید رسول میرقادری — عضو
- مهندس نادر نجیمی — عضو
- مهندس سیدرضا هاشمی — عضو

### الف-۲) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان - دوره هفتم از ۱۳۹۸ تا ابلاغ این ویرایش

- دکتر فرهاد آزرمی — عضو
- مهندس یعقوب آصفی — عضو
- مهندس شهرام آدم‌نژاد — عضو
- دکتر اباذر اصغری — عضو
- مهندس مصطفی احمدوند — عضو
- دکتر بهروز بهنام — عضو
- زنده‌یاد مهندس اکبر ترکان — عضو
- مهندس احمد خرم — عضو
- دکتر بهرنگ سجادی — عضو
- دکتر غلامرضا شیران — عضو
- دکتر سید کمال‌الدین شهریاری — عضو
- دکتر محمد شکرچی‌زاده — عضو
- مهندس امیر فرجامی — عضو
- مهندس فرزانه صادق مالواجرد — عضو
- دکتر غلامرضا کاظمیان شیروان — عضو
- دکتر محمود گلابچی — عضو
- دکتر محمود محمودزاده — رییس
- مهندس حامد مانی‌فر — عضو و دبیر
- دکتر سید رسول میرقادری — عضو
- دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی — عضو
- دکتر سید حمید میرمیران — عضو
- دکتر سید ابوالحسن نائینی — عضو

### ب) اعضای کمیته تخصصی

- مهندس محمدرضا انصاری — رییس
- مهندس محسن بهرام غفاری — عضو
- دکتر حسین پرستش — عضو
- زنده‌یاد دکتر سید عبدالله حسینی — عضو

- دکتر مهدی خوش‌کردار — دبیر
- دکتر عبدالرضا سروقدمقدم — عضو
- دکتر علی مزروعی — عضو
- دکتر علیرضا هاشمیان — عضو

با سپاس از همکاری آقایان مهندس غلامرضا بابایی همتی، مهندس رضا سعیدکار، مهندس احسان کیوانفر و مهندس جواد مهین‌اکبری.

**پ) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملی ساختمان - دوره هفتم**

- مهندس حامد مانی‌فر — مدیر کل دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان و دبیر شورا
- مهندس امیرعباس محمودی — کارشناس راه و ساختمان دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان و نماینده دبیرخانه شورا

غیر قابل انتشار

## مقدمه

صنعتی‌سازی ساختمان یک روش و حاصل مسیری است که کشورهای پیشرفته، طی ۲۰۰ سال گذشته پیموده‌اند. در این کشورها، قطعات، تجهیزات و تاسیسات ساختمان، جملگی علاوه بر داشتن استاندارد کیفی، دارای استاندارد ابعادی و مدولار نیز هستند و در کارخانه تولید می‌شوند. در نتیجه، مهندسان می‌دانند که باید از آن تولیدات مدولار کارخانه‌ای که کیفیت مناسبی دارند، انتخاب کنند و نصاب‌ها هم، به سهولت آنها را نصب می‌کنند. بنابراین، داشتن استاندارد کیفی و ابعادی و نیز مدولار بودن موجب شده است که ساخت و ساز در کشورهای پیشرفته، صنعتی باشد و یک ساختمان در زمان بسیار کوتاهی ساخته شود. هدف امروز این کشورها، افزایش هرچه بیشتر بهره‌وری، از طریق ابداعِ فناوری‌های نوین است.

هدف ویرایش حاضر مبحث ۱۱ این است که فاصله طولانی با کشورهای صنعتی، سریع‌تر طی شود. پیش‌نیاز این مهم، جداکردن انبوه‌سازی از غیرانبوه‌سازی است؛ زیرا فرآیند لازم برای صنعتی‌سازی هر یک، با دیگری تفاوت اساسی دارد. در حال حاضر، کمتر از ۵ درصد ساخت و ساز کشور به انبوه‌سازی اختصاص دارد؛ ۹۵ درصد باقی‌مانده شامل غیرانبوه‌سازی‌هاست و بخش عمده اقتصاد مسکن را شامل می‌شود.

توضیح: در انبوه‌سازی به دلیل امکان بهره‌گیری از مزیت تکرار، سرمایه‌گذاری اولیه برای به‌کارگیری روش‌های صنعتی ویژه و نوآورانه قابل توجیه است.

اطلاق صنعتی‌سازی به ساختمان، به صورت صفر و یک (مطلقا آری یا مطلقا خیر) نیست؛ بلکه، طیفی از درجات را شامل می‌شود. از این‌روست که طبق آیین‌نامه اجرایی ماده ۱۴ قانون ساماندهی و حمایت از تولید و عرضه مسکن، ذیل تبصره ماده ۱۷ آن، قید شده است: "مصادیق صنعتی‌سازی ساختمان، مطابق با ضوابط مصوب در کمیته تخصصی مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان تعیین می‌گردد." به عبارت دیگر، این مبحث، ملاک بررسی و اختصاص مشوق‌هایی است که دولت، سازمان‌ها و نهادها به ساختمان‌های صنعتی اعطا می‌کنند.

قابلیت برنامه‌ریزی، اندازه‌گیری، کنترل و هدایتِ فعالیت‌های ساخت، از جمله مزایای صنعتی‌سازی است. با نظم و تمرکزی که از صنعتی‌سازی حاصل می‌شود، امکان اعمال مقررات ملی ساختمان

افزایش می‌یابد. به طور خاص، در غیرانبوه‌سازی‌های صنعتی، تولید اجزا و قطعات در کارخانه‌ها، کنترل‌پذیری آنها را بالا خواهد برد. در انبوه‌سازی‌های صنعتی هم، به دلیل قابلیت انتخاب روش، مقررات ملی ساختمان به سادگی قابل پیاده‌سازی خواهد بود. بنابراین، از طریق صنعتی‌سازی ساختمان می‌توان تحقق اهداف قانون "نظام مهندسی و کنترل ساختمان" و همچنین "مقررات ملی ساختمان" را که شامل تامین ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی فرد و جامعه است، تسهیل کرد.

در این مبحث، پروژه‌های ساختمانی به دو گروه مجزای غیرانبوه‌سازی و پروژه‌های بزرگ ساختمانی (شامل انبوه‌سازی‌ها) تقسیم و برای صنعتی‌سازی هر یک، ضوابط جداگانه‌ای تدوین شده است. در صنعتی‌سازی پروژه‌های بزرگ ساختمان‌سازی، برای مدیریت یکپارچه اهمیت ویژه‌ای قایل شده است. در غیرانبوه‌سازی صنعتی به پیش‌ساختگی توجه و ضوابط آن متناسب با حجم پروژه، در دو بخش "غیرانبوه کوچک" و "غیرانبوه متوسط" بررسی شده است. برای همه گروه‌های ساختمانی، دسته‌ای از الزامات قید شده است که تامین هر یک از آنها الزامی است. پس از الزامات، سایر ضوابط به صورت امتیازی تنظیم شده‌اند؛ بدین مفهوم که با تامین هر ضابطه، امتیازی به ساختمان تعلق می‌گیرد. مجموع این امتیازات، عددی را موسوم به "شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان" معرفی می‌کند. این شاخص، معیاری برای تعیین درجات صنعتی‌سازی است؛ به گونه‌ای که درجه یک، مبین سطح صنعتی‌سازی عالی؛ درجه دو، تبیین‌کننده سطح صنعتی‌سازی متوسط؛ و درجه سه نشان‌دهنده سطح صنعتی‌سازی حداقل، برای ساختمان مورد بررسی است.

معمولا در اسناد مدیریتی دنیا، اصطلاح برد-برد رایج است؛ بدین مفهوم که در یک قرارداد، منافع دو طرف آن تامین می‌شود. رویکرد اساسی این مبحث در توسعه صنعتی ساختمان، "برد- برد- برد" است. برد سوم، بدین معناست که علاوه بر منافع دو طرف قرارداد، منافع جامعه و نسل آینده نیز، حایز اهمیت باشد. در واقع، برد سوم، همان توسعه پایدار است که سازمان ملل متحد آن را چنین تعریف کرده است: "روند دستیابی به نیازهای نسل حاضر بدون آسیب‌رساندن به ظرفیت‌های نسل آتی برای دستیابی به نیازهایشان". با توجه به این رویکرد و همچنین عطف به آیین‌نامه اجرایی صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان‌ها، ضوابطی در خصوص ساختمان سبز، تحت عنوان "حامی محیط‌زیست" تدوین و تامین حداقلی از این ضوابط، برای ساختمان‌های صنعتی الزامی شده است.

شایان توجه است بهره‌وری، پایه و ستون اصلی مشترک میان صنعتی‌سازی و ساختمان سبز است؛ از این‌رو، با صنعتی‌شدن ساخت و ساز، با سهولت بیشتری می‌توان آن را به سمت مولفه‌های ساختمان سبز سوق داد.

بهره‌وری منابع، افزایش سرعت، بهبود و یکسان‌سازی کیفیت، سه معیار عمده متمایزکننده تولید صنعتی از غیرصنعتی است. فناوری، یکی از ابزارهای مهم تحقق سه معیار اصلی صنعتی‌سازی است. از این‌رو، الزامات فنی و اجرایی تعدادی از روش‌های ساخت صنعتی، در یک فصل مجزا بررسی می شود. شایان توجه است که معرفی این روش‌ها، دلیلی بر رجحان آنها بر دیگر شیوه‌ها نیست و استفاده‌کننده، خود موظف است با توجه به مقتضیات پروژه، برتری آنها را از لحاظ مقاومت، پایداری سازه‌ای، صرفه اقتصادی و سهولت اجرا بررسی نماید. همچنین، اگر در کاربرد فناوری‌ها و روش‌های ساخت پیشرفته، یکی از سه معیار اصلی صنعتی‌سازی، محقق نشده باشد، نمی‌توان ادعا کرد که صنعتی‌سازی انجام شده است. در حال حاضر، علت ناچیزبودن افزایش بهره‌وری در ایران، در اختیار نداشتن فناوری‌های لازم نیست؛ بلکه عدم مدیریت درست منابع است. فناوری، کم و بیش در سال‌های گذشته وارد کشور شده، ولی پاسخگوی این موضوع نبوده است.

تصور بر این است که سخن تازه‌ای برای اهل حرفه مطرح شده است. اساتید، متخصصان و علاقمندان می‌توانند با مراجعه به پایگاه اینترنتی این مبحث به آدرس www.mabhas11.ir، ضمن دسترسی به گزارش‌ها و مقالات مرتبط، در تالارهای گفتگو شرکت نمایند و دیدگاه‌های خود را به بحث گذارند. کشورهای در حال توسعه‌ای که مقتضیاتی مشابه ایران دارند نیز، می‌توانند از این مبحث بهره‌برداری کنند. البته لازم است تا مطالب، به زبان‌های دیگر ترجمه شود؛ فعلا آغاز کار است.

در اینجا از رهنمودهای دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان که بستر تالیف این مبحث را فراهم آورد، سپاسگزاری می‌شود. ویرایش پیش‌رو، طی ۹ ارایه خدمت اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملی ساختمان بهبود یافته و با دریافت و اعمال نظرات حرفه‌مندان تدقیق شده است. همچنین، از آقای مهندس سجاد تابع‌جماعت که مسوولیت پایگاه اینترنتی این مبحث را عهده‌دار بوده است، قدردانی می‌شود.

کمیته تخصصی مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان

# فهرست مطالب

عنوان | صفحه


**۱۱-۱ کلیات ..... ۱**

۱۱-۱-۱ دامنه ..... ۱

۱۱-۱-۲ هدف ..... ۱

۱۱-۱-۳ تعاریف ..... ۲

**۱۱-۲ صنعتی‌سازی پروژه‌های ساختمانی غیرانبوه کوچک ..... ۷**

۱۱-۲-۱ دامنه کاربرد ..... ۷

۱۱-۲-۲ الزامات عمومی ..... ۷

۱۱-۲-۳ الزامات طراحی ..... ۷

۱۱-۲-۴ الزامات اجرایی ..... ۸

۱۱-۲-۵ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ..... ۹

۱۱-۲-۶ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه‌های غیرانبوه کوچک ..... ۱۵

**۱۱-۳ صنعتی‌سازی پروژه‌های ساختمانی غیرانبوه متوسط ..... ۱۷**

۱۱-۳-۱ دامنه کاربرد ..... ۱۷

۱۱-۳-۲ الزامات عمومی ..... ۱۷

۱۱-۳-۳ الزامات طراحی ..... ۱۷

۱۱-۳-۴ الزامات اجرایی ..... ۱۹
۱۱-۳-۵ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ..... ۲۰
۱۱-۳-۶ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه‌های غیرانبوه متوسط ..... ۲۴

**۱۱-۴ صنعتی‌سازی پروژه‌های بزرگ ساختمانی ..... ۲۷**

۱۱-۴-۱ دامنه کاربرد ..... ۲۷
۱۱-۴-۲ الزامات عمومی ..... ۲۷
۱۱-۴-۳ الزامات طراحی ..... ۲۷
۱۱-۴-۴ الزامات اجرایی ..... ۲۹
۱۱-۴-۵ الزامات مدیریتی ..... ۲۹
۱۱-۴-۶ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ..... ۳۰
۱۱-۴-۷ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه‌های بزرگ ..... ۳۲

**۱۱-۵ ضوابط حمایت از محیط‌زیست ..... ۳۵**

۱۱-۵-۱ دامنه کاربرد ..... ۳۵
۱۱-۵-۲ الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست ..... ۳۵
۱۱-۵-۳ حداقل لازم برای شاخص حامی محیط‌زیست ..... ۳۶

**۱۱-۶ الزامات فنی و اجرایی تعدادی از روش‌های ساخت صنعتی ..... ۳۷**

۱۱-۶-۱ مقدمه ..... ۳۷
۱۱-۶-۲ سیستم قاب‌های سبک فولادی سرد نوردشده (LSF) ..... ۳۷
۱۱-۶-۳ ساختمان‌های بتن‌آرمه با قالب‌های عایق ماندگار (ICF) ..... ۴۰

۱۱-۶-۴ ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته ..... ۴۴
۱۱-۶-۵ روش تیلت-آپ ..... ۴۸
۱۱-۶-۶ ساختمان‌های نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه بعدی (3D پانل) ..... ۵۰
۱۱-۶-۷ ساختمان‌های بتن‌آرمه درجا به شیوه قالب‌های تونلی ..... ۵۹
۱۱-۶-۸ ساختمان‌های بتن‌آرمه درجای یکپارچه ..... ۶۱

**پیوست ۱ مفاهیم صنعتی‌سازی ساختمان ..... ۶۵**

**پیوست ۲ برخی از مصادیق صنعتی‌سازی ساختمان ..... ۷۱**

**پیوست ۳ منافع حاصل از صنعتی‌سازی ساختمان ..... ۷۵**

پ-۳-۱ افزایش صرفه اقتصادی و کاهش هزینه‌ها برای فرد و جامعه (معیار هزینه) ..... ۷۵
پ-۳-۲ کاهش زمان تولید و تسریع در تامین نیازهای مسکن (معیار زمان) ..... ۷۵
پ-۳-۳ افزایش کیفیت محصولات (معیار کیفیت) ..... ۷۷
پ-۳-۴ افزایش ایمنی در فرآیند تولید و اجرا (معیار ایمنی) ..... ۷۸
پ-۳-۵ حفاظت از محیط‌زیست ..... ۷۹
پ-۳-۶ توسعه صنعتی کشور همراه با توسعه اشتغال ..... ۸۰

**پیوست ۴ چک‌لیست‌های ارزیابی ..... ۸۳**

پ-۴-۱ چک‌لیست صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه غیرانبوه کوچک ..... ۸۳
پ-۴-۲ چک‌لیست صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه غیرانبوه متوسط ..... ۸۶
پ-۴-۳ چک‌لیست صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه بزرگ ..... ۹۰
پ-۴-۴ چک‌لیست حامی محیط‌زیست ..... ۹۵

**پیوست ۵ نمونه‌هایی از نحوه تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها ..... ۹۷**

پ-۵-۱ ساختمان غیرانبوه کوچک – نمونه اول ..... ۹۷

پ-۵-۲ ساختمان غیرانبوه کوچک – نمونه دوم ..... ۱۰۲

پ-۵-۳ ساختمان غیرانبوه متوسط ..... ۱۰۷

پ-۵-۴ پروژه بزرگ ساختمانی – نمونه اول ..... ۱۱۳

پ-۵-۵ پروژه بزرگ ساختمانی – نمونه دوم ..... ۱۲۰

**واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ..... ۱۲۹**

شیر و نیل انتشار

# ۱۱-۱ کلیات

## ۱۱-۱-۱ دامنه

ضوابط صنعتی‌سازی، کل چرخه حیات ساختمان را شامل می‌شود. در این مبحث، بر ارایه ضوابط طراحی و اجرای ساختمان‌ها به روش صنعتی تمرکز شده و سازگاری ضوابط ارایه‌شده با سایر ارکان چرخه حیات ساختمان مورد توجه قرار گرفته است.

توضیح: چرخه حیات ساختمان شامل مراحل "پیش از اجرا"، "اجرا" و "پس از اجرا" است. مرحله "پیش از اجرا" شامل دو بخش پدیدآوری و طراحی است. "اجرا" سه بخش تجهیز، تدارک و ساخت را دربر می‌گیرد. "پس از اجرا" مشتمل بر چهار بخش بهره‌برداری، نگهداری، بازسازی و تخریب است.

## ۱۱-۱-۲ هدف

هدف، ارایه ضوابط صنعتی‌سازی ساختمان با رویکرد توسعه پایدار است که در هفت محور اصلی زیر دنبال می‌شود:

۱۱-۱-۲-۱ افزایش ایمنی و بهداشت

۱۱-۱-۲-۲ بهره‌وری منابع

۱۱-۱-۲-۳ افزایش سرعت

۱۱-۱-۲-۴ بهبود کیفیت و دوام

۱۱-۱-۲-۵ پرهیز از آسیب به محیط‌زیست

۱۱-۱-۲-۶ بهبود مصرف انرژی

۱۱-۱-۲-۷ توجه به مطلوبیت و آسایش

بر این اساس، مصادیق صنعتی‌سازی ساختمان برای سنجش میزان صنعتی‌سازی هر ساختمان ارایه شده است. ضوابطی نیز، در مسیر دستیابی به ساختمان سبز، تحت عنوان "حامی محیط‌زیست"، قید و تامین حداقلی از این ضوابط، برای ساختمان‌های صنعتی الزامی شده است.

### ۱۱-۱-۳ تعاریف

واژه‌ها، عبارات و اصطلاحات به‌کار رفته در این مبحث، به معانی مشروحه زیر است:

**۱۱-۱-۳-۱ آب خاکستری:** آبی غیرآشامیدنی، تحصیل‌شده از فاضلاب خروجی از دستشویی، وان، زیردوشی، لگن یا ماشین رخت‌شویی که منحصرا برای شستشوی توالت‌ها، یورینال‌ها و آبیاری زیرسطحی ممکن است مورد استفاده دوباره قرار گیرد.

**۱۱-۱-۳-۲ اجزای ساختمانی مدولار:** اجزای ساختمانی که اندازه آنها، از رابطه (۱۱-۱-۱) به‌دست می‌آید:

$$d = d_{\min} + i \times M \ , \ 0 \le i \le i_{\max} \qquad (۱۱-۱-۱)$$

در رابطه (۱۱-۱-۱)، $d$ اندازه انتخابی مجاز، $d_{\min}$ حداقل اندازه مجاز طبق مراجع معتبر، $i$ عدد صحیح غیرمنفی با حداکثر مقدار مجاز $i_{\max}$ طبق مراجع معتبر و $M$ مدول است. برای تعریف مدول به بند ۱۱-۱-۳-۲۲ مراجعه شود.

**۱۱-۱-۳-۳ استاندارد ابعادی در ساختمان:** اندازه‌های مقررشده برای فضاها، مصالح، قطعات، لوازم و تجهیزات ساختمانی که برای تامین هماهنگی ابعادی استفاده می‌شود. هماهنگی ابعادی در بند ۱۱-۱-۳-۲۷ تعریف شده است.

**۱۱-۱-۳-۴ انبوه‌سازی صنعتی:** ساخت تعداد کافی واحد مشابه یا مجموعه واحدهای ساختمانی مشابه با کیفیت مطلوب، طی زمان مناسب و با توجیه اقتصادی است. معیار تعداد کافی، استفاده از روش‌های ویژه طرح و ساخت صنعتی با توجه به مزیت تکرار است.

**۱۱-۱-۳-۵ بهره‌وری:** ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان برای دستیابی به اهداف تعریف‌شده است و معیاری برای ارزیابی بازدهی فعالیت‌های تولیدی است. بهره‌وری از حاصل نسبت خروجی (ستانده) به ورودی (داده) محاسبه می‌شود. به عبارت بهتر، "میزان خروجی به ازای واحد ورودی" است.

$$\text{بهره‌وری} = \frac{\text{خروجی یا ستانده}}{\text{ورودی یا داده}} \qquad (۱۱-۱-۲)$$

صورت و مخرج رابطه (۱۱-۱-۲) باید واحد یکسانی داشته باشند که معمولا یا به صورت منابع مورد استفاده، نظیر نیروی کار، ماشین‌آلات و ... یا معادل ارزش اقتصادی آنها است. هنگامی که در فرآیند

تولید، نسبت تمام خروجی‌ها به کلیه ورودی‌ها محاسبه شود، به آن بهره‌وری کلی و در صورتی‌که برای فعالیت‌های جزیی ارزیابی گردد، به آن بهره‌وری جزیی اطلاق می‌شود. بهره‌وری صنعت ساختمان در سه سطح، قابل تعریف است: صنعت ساختمان، پروژه ساختمانی و فعالیت‌های خرد.

توضیح: بهره‌وری صنعت ساختمان در سطح ملی که قسمت مهمی از تولید ناخالص داخلی را شامل می‌شود، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های توسعه اقتصادی است که پیش‌نیاز برآورد آن، جمع‌آوری درست و مدون اطلاعات مجموعه وسیعی از طرح‌های ساخت گوناگون با ابعاد مختلف در بخش‌های خصوصی و دولتی است؛ لذا تعیین آن، نیازمند سازمان‌های تخصصی و نظامات ویژه مستندسازی است. توسعه‌یافتگی در صنعت ساختمان با افزایش بهره‌وری و حجم تولید مستحدثات سرمایه‌ای ارتباط مستقیم دارد.

در سطح یک پروژه، بهره‌وری را می‌توان از حاصل تقسیم ارزش سرمایه‌ای مستحدثات بر هزینه‌های انجام کار یا منابع مورد استفاده تعیین نمود. در محاسبه هزینه‌های انجام کار، باید کلیه هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم نظیر هزینه‌های مرتبط با کیفیت، زمان، ایمنی و محیط‌زیست را لحاظ نمود.

در سطح سوم یا یک فعالیت خرد، سنجش خروجی و ورودی بازهم ساده‌تر است. در این مورد، خروجی را می توان در قالب ارزش اقتصادی معادل کار انجام‌شده و ورودی را به صورت ارزش اقتصادی معادل نفر-ساعت نیروی انسانی، مصالح مورد استفاده، زمان صرف‌شده و ماشین‌آلات به‌کار رفته برای آن حجم مشخص از کار محاسبه نمود.

**۱۱-۱-۳-۶ پیش‌دال:** بخشی از دال بتنی است که در روی زمین ساخته و پس از کسب مقاومت لازم، به محل نصب متناظر آن در سقف منتقل می‌شود و برای بتن‌ریزی بقیه دال، نقش قالب را ایفا می‌کند.

**۱۱-۱-۳-۷ پیش‌ساختگی:** پیش‌ساختگی، تولید صنعتی قسمت‌های مختلف ساختمان در محیطی کنترل‌شده است. در این محیط، عوامل جوی؛ شامل دما، باد و بارش؛ تاثیری بر روند تولید و کیفیت محصول نخواهند داشت. از این‌رو، سرعت و کیفیت محصولات تولید شده، بالاتر خواهد رفت. با پیش‌ساختگی، تولید ضایعات ساختمانی کاهش و قابلیت تفکیک / بازیافت آنها افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که "محیط کنترل‌شده" می‌تواند در کارخانه یا در محل پروژه باشد.

**۱۱-۱-۳-۸ دفترچه بهره‌برداری:** مجموعه‌ای از اطلاعات ساختمان، شامل نقشه‌های چون‌ساخت و روش اجرا؛ نتایج آزمایشگاهی؛ مشخصات مصالح، اجزا و تاسیسات؛ فهرست تامین‌کنندگان مصالح؛ و

دستورات لازم برای راهبری، تعمیر و نگهداری است. بخشی از اطلاعات مذکور در شناسنامه فنی و ملکی، منظور می‌شود.

۱۱-۱-۳-۹ **سطح زمین:** تراز متوسط کف معبر / معابر مجاور است.

۱۱-۱-۳-۱۰ **شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان:** عددی است بین صفر و ۱۰۰ که برای یک ساختمان، بر اساس روابط و جداول این مبحث، به منظور تعیین میزان به‌کارگیری ضوابط انتخابی صنعتی‌سازی محاسبه می‌شود.

۱۱-۱-۳-۱۱ **شاخص حامی محیط‌زیست:** عددی است بین صفر و ۱۰۰ که بر اساس دو معیار اصلیِ مدیریت مصرف آب و نیز مدیریت مصرف انرژی ارزیابی می‌شود.

۱۱-۱-۳-۱۲ **صنعتی‌سازی ساختمان:** رویکردی برای احداث ساختمان، با بهره‌گیری از مزیت تکرار است که با جایگزینی نسبی ماشین به جای نیروی انسانی، تحت مدیریت یکپارچه، به بهبود بهره‌وری منابع، افزایش سرعت تولید و بالا بردن و یکسان‌سازی کیفیت منجر می‌شود.

۱۱-۱-۳-۱۳ **طرح و ساخت:** شیوه‌ای که در آن مدیریت طرح و ساخت برعهده یک مجموعه واحد است. طراحی با لحاظ‌کردن نظرات مجری، به منظور کاهش خطاها و در نتیجه افزایش سرعت فعالیت‌ها انجام می‌شود.

۱۱-۱-۳-۱۴ **غیرانبوه‌سازی صنعتی:** در غیرانبوه‌سازی صنعتی به سبب تکرار محدود، استفاده از قطعات پیش‌ساخته کارخانه‌ای و احداث بنا با نصب آنها یا پیش‌سفارشی صنعتی کل ساختمان اولویت می‌یابد. شایان توجه است که لازمه رونق در تولیدات کارخانه‌ای، داشتن استاندارد کیفی و ابعادی و نیز مدولار بودن قطعات، تاسیسات و تجهیزات گوناگون مورد استفاده در ساختمان است.

۱۱-۱-۳-۱۵ **قالب سنتی:** قالبی با تعداد تکرار کم که انطباق آن با معماری، در دفتر فنی یا مهندسی طراحی نشده و برای نصب، به تغییر ابعاد در محلِ اجرا نیاز باشد.

۱۱-۱-۳-۱۶ **قالب صنعتی:** قالبی با تعداد تکرار زیاد که انطباق آن با معماری، در دفتر فنی یا مهندسی به گونه‌ای طراحی شده باشد که در محل اجرا، فقط فعالیت سرهم‌کردن قطعات قالب و نصب آنها انجام شود.

۱۱-۱-۳-۱۷ **قالب‌بندی صنعتی:** روش قالب‌بندی است که در آن از قالب‌های صنعتی برای بتن‌ریزی استفاده شود.

۱۱-۱-۳-۱۸ **قالب ماندگار:** قالبی است که پس از گیرش بتن، در محل خود باقی می‌ماند و ممکن است غیر از نقش نگهدارنده، وظایف دیگری از جمله عایق‌بودن، ظرفیت باربری و ... را به تناسب جنس و ضخامت آن، بر عهده داشته باشد.

۱۱-۱-۳-۱۹ **کتاب پروژه:** مجموعه‌ای از اطلاعات ساختمان و فرآیندهای پروژه در کنار درس‌آموخته‌های اجرا است. اطلاعات ساختمان شامل جزییات طراحی و روش اجرا، نتایج آزمایشگاهی، فهرست تامین‌کنندگان مصالح و برنامه زمان‌بندی است.

۱۱-۱-۳-۲۰ **لوله‌کشی صنعتی برای انتقال آب / فاضلاب:** روش لوله‌کشی است که در محل، سریعا نصب می‌شود. انتخاب جنس لوله، ساز و کار اتصال آن و تمهیدات طراحی در دفتر فنی یا مهندسی، از عوامل دستیابی به معیارهای سه‌گانه صنعتی‌سازی، طبق تعریف بند ۱۱-۱-۳-۲۱ است. تهیه نقشه لوله‌کشی، برآورد فهرست مصالح مورد نیاز و تعیین موارد قابل پیش‌سازی در کارگاه بر اساس نقشه لوله‌کشی، از جمله تهمیدات طراحی در دفتر فنی یا مهندسی است.

۱۱-۱-۳-۲۱ **معیارهای سه‌گانه صنعتی‌سازی:** بهره‌وری منابع، افزایش سرعت، بهبود و یکسان‌سازی سطح کیفیت، سه معیار عمده صنعتی‌سازی است که حتی عدم رعایت یکی، موجب غیرصنعتی‌شدن پروژه می‌شود.

۱۱-۱-۳-۲۲ **مدول:** واحدی از اندازه است که طبق مراجع معتبر برای هماهنگ نمودن ابعاد در نظام هماهنگی اندازه‌ها به‌کار برده می‌شود.

۱۱-۱-۳-۲۳ **مدولارسازی:** به طراحی ساختمان با اجزای مدولار، طبق تعریف بند ۱۱-۱-۳-۲ اطلاق می‌شود. شایان توجه است که مدولارسازی، بالاترین حد هماهنگی ابعادی، طبق تعریف بند ۱۱-۱-۳-۲۷ است.

۱۱-۱-۳-۲۴ **نظام تضمین کیفیت:** طراحی تولید و سایر مولفه‌های موثر بر آن، به نحوی که احتمال انحراف کیفیت محصول نهایی از مقررات و انتظارات طرف‌های ذی‌نفع، به ویژه سازنده و کارفرما به

حداقل برسد. نظام تضمین کیفیت متوجه فرآیند است و ریشه‌یابی بروز خطاهای تکرارشونده از طریق ممیزی و اصلاح عوامل به‌وجود آورنده آنها، از نکات مهم آن است.

**۱۱-۱-۳-۲۵ نظام کنترل کیفیت:** بازرسی نظام‌مند تمامی عوامل تاثیرگذار در تولید، برای تطابق کیفیت محصول نهایی با مقررات و نیز نیازهای سازنده و کارفرما است. نظام کنترل کیفیت متوجه محصول است و اصلاح نقص‌ها و بازرسی مجدد برای حصول از انطباق، از نکات مهم آن است.

**۱۱-۱-۳-۲۶ نمای صنعتی:** به نمایی اطلاق می‌شود که معیارهای سه‌گانه صنعتی‌سازی، جملگی در آن محقق شده باشد. از مصادیق تحقق این معیارها، کاهش مراحل اجرا از طریق تلفیق مراحل، استفاده از قطعات پیش‌ساخته، نصب خشک و کاربرد مصالح سبک‌تر و عایق‌تر است. همچنین، تهیه نقشه‌های کارگاهی نما و ایجاد قابلیت پیش‌سازی در دفتر فنی یا مهندسی، از اصول اساسی نیل به این معیارها است. از نمونه‌های منطبق با این تعریف، می‌توان به نماهای خارجی صنعتی مانند تخته سیمانی، سرامیک، شیشه، کامپوزیت، بتن پیش‌ساخته، بتن نمایان، پنل خورشیدی و لوور اشاره کرد.

**۱۱-۱-۳-۲۷ هماهنگی ابعادی در ساختمان:** مجموعه‌ای از اصول قراردادی برای ایجاد تناسب در ابعادِ فضاها، مصالح، قطعات، لوازم و تجهیزات ساختمانی که به منظور امکان‌پذیری و بهبود کارآیی ساخت و سرهم کردن اجزای مختلف ساختمان استفاده می‌شود.

# ۱۱-۲ صنعتی‌سازی پروژه‌های ساختمانی غیرانبوه کوچک

## ۱۱-۲-۱ دامنه کاربرد

کسب حداقل "درجه سه صنعتی‌سازی" مطابق بند ۱۱-۲-۶-۳، همراه با رعایت کلیه مقررات ملی ساختمان، برای تمامی پروژه‌های ساختمان‌سازی در سراسر کشور با کمتر از ۱۰۰ واحد مشابه و دارای مشخصات زیر الزامی است:

- حداکثر ۷ طبقه از روی سازه پی؛
- سطح کل زیربنای حداکثر ۳،۰۰۰ مترمربع.

## ۱۱-۲-۲ الزامات عمومی

۱۱-۲-۲-۱ مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده در پروژه غیرانبوه‌سازی صنعتی کوچک باید استاندارد باشند. در صورت فقدان استاندارد ملی، تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی الزامی است.

۱۱-۲-۲-۲ دفترچه بهره‌برداری باید در مرحله پایان‌کار ارایه شود.

۱۱-۲-۲-۳ رعایت حداقل شاخص حامی محیط‌زیست، طبق بند ۱۱-۵-۳-۱ الزامی است.

۱۱-۲-۲-۴ فهرست مصالح فولادی مورد نیاز در پروژه باید توسط طراح تهیه و به تایید ناظر برسد.

## ۱۱-۲-۳ الزامات طراحی

۱۱-۲-۳-۱ ابعاد داخل به داخل فضاها از بر تمام‌شده باید به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر باشد. در صورت محدودیت، یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد، از این قاعده مستثنا می‌شود.

۱۱-۲-۳-۲ ابعاد در و پنجره باید مدولار باشد. مرجع طراحی شبکه مدولار در و پنجره برای فضاهای مسکونی، نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است و در سایر فضاها، مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر است.

۱۱-۲-۳-۳ نقشه‌های فاز دو معماری باید ارایه شود.

۱۱-۲-۳-۴ ابعاد سنگ، کاشی، سرامیک و سایر پوشش‌های کف و دیوار باید در تناسب با ابعاد فضاها انتخاب شود؛ به گونه‌ای که ضایعات در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، به حداکثر ۳ درصد محدود شود.

۱۱-۲-۳-۵ در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب قطعات، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر طراحی منظور شود.

۱۱-۲-۳-۶ طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید با توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر مرتبط صورت پذیرد.

۱۱-۲-۳-۷ طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی باید مطابق ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۱۱-۲-۳-۸ اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها باید در برابر زلزله مقاوم باشند. مرجع مقاوم‌سازی، پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ است.

۱۱-۲-۳-۹ نقشه نمای ساختمان باید حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی باشد.

### ۱۱-۲-۴ الزامات اجرایی

۱۱-۲-۴-۱ ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش‌ساخته باید مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۱۱-۲-۴-۲ کاربرد لوله فلزی برای انتقال آب و فاضلاب مجاز نیست.

۱۱-۲-۴-۳ سقف و دیوارهای میان واحدها باید بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شود.

### ۱۱-۲-۵ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

#### ۱۱-۲-۵-۱ الزامات عمومی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

**۱۱-۲-۵-۱-۱** در صورت تامین کلیه الزامات عمومی، طراحی و اجرایی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک، موضوع بندهای ۱۱-۲-۲ تا ۱۱-۲-۴ شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی از رابطه (۱۱-۲-۱) برآورد می‌شود.

(۱۱-۲-۱)

= شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان غیرانبوه کوچک

امتیاز بخش طراحی (۱۷ امتیاز) +

امتیاز بخش ســازه (۳۵ امتیاز) +

امتیاز بخش دیــوار (۲۰ امتیاز) +

امتیاز بخش سایر موارد اجرایی (۲۸ امتیاز)

**۱۱-۲-۵-۱-۲** برای برآورد شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی باید علاوه بر مدارک خواسته شده؛ روش اجرایی سازه، همراه با نقشه‌های نصب قطعات پیش‌ساخته؛ ترتیب و توالی انجام عملیات؛ جزییات مصالح بخش‌های سفت‌کاری، نازک‌کاری و تاسیسات؛ و روش‌های انتقال آب و فاضلاب ارایه شود.

**۱۱-۲-۵-۱-۳** هر یک از الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی، اگر تنها برای بخشی از ساختمان تامین شده باشد، امتیاز تعیین‌شده برای آن الزام، باید به تناسب اندازه آن بخش، نسبت به کل تعلق گیرد.

#### ۱۱-۲-۵-۲ الزامات بخش طراحی کسب شاخص صنعتی‌سازی

**۱۱-۲-۵-۲-۱** امتیاز بخش طراحی، برحسب ملاحظات انجام‌شده در طراحی، باید از جدول ۱۱-۲-۱ محاسبه شود.

جدول ۱۱-۲-۱ امتیاز بخش طراحی

| الزامات کسب امتیاز بخش طراحی | امتیاز |
|---|---|
| انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش | ۶ |
| کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۲ |
| نمای خارجی صنعتی | ۶ |
| نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل | ۳ |
| **مجموع** | **۱۷** |

**توضیح:** انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش برای فضاهای مسکونی، باید طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و برای سایر فضاها، طبق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر باشد.

**توضیح:** شیشه‌های نما باید از مصالحی انتخاب و به گونه‌ای طراحی شوند که مشکل ایمنی ایجاد نشود.

### ۱۱-۲-۵-۳ الزامات بخش سازه کسب شاخص صنعتی‌سازی

۱۱-۲-۵-۳-۱ امتیاز بخش سازه بر حسب نوع سازه، روش اجرایی و مساحت آن باید از رابطه (۱۱-۲-۲) محاسبه شود.

$$\text{امتیاز بخش سازه} = ۰/۳۵ \times \sum_{i=1}^{N} \frac{Q_{si}}{Q_{st}} \times (\text{امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۲-۲}) \qquad (۱۱-۲-۲)$$

$N$: تعداد انواع سازه‌های به‌کار رفته در ساختمان

$Q_{si}$: مساحت ساخته‌شده با هر کدام از انواع سازه‌های جدول ۱۱-۲-۲

$Q_{st}$: مساحت کل زیربنا

جدول ۱۱-۲-۲ امتیاز انواع سازه

| سیستم | سقف / ستون و تیر / دیوار | دال بتنی پیش ساخته | دال بتنی با قالب ماندگار / صنعتی | دال بتنی با قالب سنتی | کامپوزیت | تیرچه با بلوک سفالی / پلی استایرن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بتنی | ستون و تیر پیش‌ساخته | ۹۰ | ۸۵ | ۴۵ | ۷۵ | ۶۵ |
| | ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب صنعتی | ۸۰ | ۷۵ | ۳۵ | ۶۵ | ۵۵ |
| | ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب سنتی | ۵۵ | ۵۰ | ۱۰ | ۴۰ | ۳۰ |
| | ستون کامپوزیت و تیر پیش‌ساخته | ۸۵ | ۸۰ | ۴۰ | ۷۰ | ۶۰ |
| | ستون کامپوزیت و تیردرجا با قالب صنعتی | ۷۵ | ۷۰ | ۳۰ | ۶۵ | ۵۰ |
| | ستون کامپوزیت و تیر درجا با قالب سنتی | ۵۰ | ۴۵ | ۵ | ۴۰ | ۲۵ |
| | ستون درجا با قالب صنعتی و تیر پیش‌ساخته | ۸۰ | ۷۵ | ۳۵ | ۶۵ | ۵۵ |
| | ستون درجا با قالب سنتی و تیر پیش‌ساخته | ۶۰ | ۵۵ | ۱۵ | ۴۵ | ۳۵ |
| | ستون و تیر / دیوار درجا با قالب صنعتی | ۷۰ | ۶۵ | ۲۵ | ۵۵ | ۴۵ |
| | ستون و تیر / دیوار درجا با قالب سنتی | ۴۵ | ۴۰ | ۰ | ۳۰ | ۲۰ |
| فولادی | اِستاد و رانر مقاطع فولادی سرد نوردشده | -- | ۱۰۰ | -- | ۸۵ | -- |
| | ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای | ۹۵ | ۹۰ | ۵۰ | ۸۰ | ۷۰ |
| | ستون و تیر فولادی جوشی | ۷۵ | ۷۰ | ۳۰ | ۶۰ | ۵۰ |

| سیستم | سقف / ستون و تیر / دیوار | دال بتنی پیش ساخته | دال بتنی با قالب ماندگار / صنعتی | دال بتنی با قالب سنتی | کامپوزیت | تیرچه با بلوک سفالی / پلی استایرن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مصالح بنایی مسلح | | ۵۵ | -- | -- | -- | ۲۰ |

**توضیح:** سقف‌های پیش‌دال و عرشه فولادی در گروه "دال بتنی با قالب ماندگار" قرار می‌گیرند.

**توضیح:** دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه با قالب عایق ماندگار (ICF) و سیستم نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه بعدی (3D پانل) در گروه "ستون و تیر / دیوار درجا با قالب صنعتی" قرار می‌گیرند.

**توضیح:** امتیاز مندرج برای مصالح بنایی مسلح، مشروط به رعایت ضوابط مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان است. در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن، منظور می‌شود.

**۱۱-۲-۵-۳-۲** سازه‌های چوبی تمام پیش‌ساخته، ۱۰۰ امتیاز دارد.

**۱۱-۲-۵-۳-۳** سازه‌های چوبی با قطعات پیش‌ساخته، ۹۰ امتیاز دارد.

**۱۱-۲-۵-۳-۴** با خم ماشینی آرماتور در اجزای بتنی درجا، آجری و بلوک سیمانی مسلح، ۵ واحد به امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۲-۲ اضافه می‌شود.

**۱۱-۲-۵-۳-۵** با استفاده از روش‌های پیش‌تنیدگی در سقف‌های بتنی، ۱۰ واحد به امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۲-۲ اضافه می‌شود.

**۱۱-۲-۵-۳-۶** روش قاب سبک فولادی با سقف‌های سبک غیربتنی، مشروط بر رعایت صدابندی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان، ۱۰۰ امتیاز دارد.

**۱۱-۲-۵-۳-۷** در صورت استفاده از بلوک پلی‌استایرنی در سقف‌های تیرچه-بلوک، این ماده باید از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن، منظور می‌شود.

**۱۱-۲-۵-۳-۸** به منظور تعیین امتیاز سایر شیوه‌های ساخت سازه که در این قسمت بررسی نشده‌اند، باید از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی استعلام شود.

### ۱۱-۲-۵-۴ الزامات بخش دیوار کسب شاخص صنعتی‌سازی

**۱۱-۲-۵-۴-۱** امتیاز بخش دیوار، اعم از سازه‌ای و غیرسازه‌ای، بر حسب نوع دیوار و طول آن باید از رابطه (۱۱-۲-۳) محاسبه شود.

$$\text{امتیاز بخش دیوار} = ۰/۲ \times \sum_{i=1}^{N} \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} \times (\text{امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۲-۳}) \qquad (۱۱-۲-۳)$$

$N$: تعداد انواع دیوارهای به‌کار رفته در ساختمان

$Q_{wi}$: طول ساخته‌شده با هر یک از دیوارها

$Q_{wt}$: طول کل دیوارها

**۱۱-۲-۵-۴-۲** با خم ماشینی آرماتور در دیوارهای بتنی درجا، آجری و بلوک سیمانی مسلح، ۳ واحد به امتیاز دیوار مورد نظر در جدول ۱۱-۲-۳ اضافه می‌شود.

**۱۱-۲-۵-۴-۳** در صورت استفاده از هسته پلی‌استایرنی در ساندویچ پنل‌ها، این ماده باید از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن، منظور می‌شود.

**جدول ۱۱-۲-۳ امتیاز انواع دیوار**

| ردیف | انواع دیوار | امتیاز |
|---|---|---|
| ۱ | دیوار خشک | ۱۰۰ |
| ۲ | دیوار ساندویچ پانل | ۱۰۰ |
| ۳ | دیوار فلزی پیش‌ساخته | ۱۰۰ |
| ۴ | دیوار چوبی پیش‌ساخته | ۹۵ |
| ۵ | دیوار شیشه‌ای با قاب پیش‌ساخته | ۹۰ |
| ۶ | دیوار فلزی غیرپیش‌ساخته | ۸۵ |

| ردیف | انواع دیوار | امتیاز |
|---|---|---|
| ۷ | دیوار بتنی سبک پیش‌ساخته | ۸۵ |
| ۸ | دیوار بتنی درجا با قالب‌های صنعتی | ۷۵ |
| ۹ | دیوار بتنی با قالب ماندگار | ۷۰ |
| ۱۰ | دیوار گچی با قطعات پیش‌ساخته | ۵۵ |
| ۱۱ | دیوار بتن پاششی سه بعدی (3D پانل) | ۵۰ |
| ۱۲ | دیوار بلوک سیمانی سبک (عایق) | ۴۵ |
| ۱۳ | دیوار بلوک سیمانی معمولی / سفالی | ۲۵ |
| ۱۴ | دیوار آجری | ۱۵ |
| ۱۵ | دیوار بتنی درجا با قالب‌های سنتی | ۱۵ |

### ۱۱-۲-۵-۵ الزامات کسب سایر موارد اجرایی شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

**جدول ۱۱-۲-۴ امتیاز سایر موارد اجرایی**

| الزامات کسب امتیاز سایر موارد اجرایی | امتیاز |
|---|---|
| تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد | ۳ |
| پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته موقت ویژه دوره ساخت | ۳ |
| پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ |
| واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ |
| لوله‌کشی صنعتی برای آب و فاضلاب | ۴ |
| کاربرد حداقل یک مورد از روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش‌ساخته | ۲ |
| نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما با ملات پیش‌آماده یا چسب | ۵ |
| کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۲ |
| نصب خشک نما | ۳ |
| **مجموع** | **۲۸** |

**توضیح:** پله و راه‌پله پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته موقت ویژه دوره ساخت باید ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان را تامین نماید.

**۱۱-۲-۵-۵-۱** امتیاز بخش "سایر موارد اجرایی" باید از جدول ۱۱-۲-۴ محاسبه شود.

## ۱۱-۲-۶ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه‌های غیرانبوه کوچک

**۱۱-۲-۶-۱** درجه صنعتی‌سازی ساختمان، باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در دو مرحله سفت‌کاری و نازک‌کاری پایش و کنترل شود.

**۱۱-۲-۶-۲** تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان در هر مرحله، باید توسط شخص دارای صلاحیت انجام شود. مرجع تعیین صلاحیت، وزارت راه و شهرسازی است.

**۱۱-۲-۶-۳** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۲-۲ تا ۱۱-۲-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۰ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه سه" در شناسنامه فنی و ملکی ساختمان درج شود.

**۱۱-۲-۶-۴** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۰ و کمتر از ۶۰ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه دو" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

**۱۱-۲-۶-۵** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۰ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه یک" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

غیر قابل انتشار

# ۱۱-۳ صنعتی‌سازی پروژه‌های ساختمانی غیرانبوه متوسط

## ۱۱-۳-۱ دامنه کاربرد

کسب حداقل "درجه سه صنعتی‌سازی" مطابق بند ۱۱-۳-۶-۳، همراه با رعایت کلیه مقررات ملی ساختمان، برای تمامی پروژه‌های ساختمان‌سازی در سراسر کشور با کمتر از ۱۰۰ واحد مشابه و دارای مشخصات زیر الزامی است:

- حداکثر ۱۴ طبقه از روی سازه پی؛
- سطح کل زیر بنای کمتر از ۱۰،۰۰۰ مترمربع؛
- یکی از ویژگی‌های زیر:
  - تعداد طبقات بیشتر از ۷ از روی سازه پی؛
  - سطح کل زیربنای بیشتر از ۳،۰۰۰ متر مربع.

## ۱۱-۳-۲ الزامات عمومی

۱۱-۳-۲-۱ مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده در پروژه غیرانبوه‌سازی صنعتی متوسط باید استاندارد باشند. در صورت فقدان استاندارد ملی، تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی الزامی است.

۱۱-۳-۲-۲ دفترچه بهره‌برداری باید در مرحله پایان‌کار ارایه شود.

۱۱-۳-۲-۳ رعایت حداقل شاخص حامی محیط‌زیست، طبق بند ۱۱-۵-۳-۲ الزامی است.

۱۱-۳-۲-۴ فهرست مصالح فولادی مورد نیاز در پروژه باید توسط طراح تهیه و به تایید ناظر برسد.

## ۱۱-۳-۳ الزامات طراحی

۱۱-۳-۳-۱ ابعاد داخل به داخل فضاها از بر تمام‌شده باید به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر باشد. در صورت محدودیت، یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد، از این قاعده مستثنا می‌شود.

۱۱-۳-۳-۲ ابعاد در و پنجره باید مدولار باشد. مرجع طراحی شبکه مدولار در و پنجره برای فضاهای مسکونی، نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و در سایر فضاها، مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر است.

۱۱-۳-۳-۳ نقشه‌های فاز دو معماری باید ارایه شود.

۱۱-۳-۳-۴ ابعاد سنگ، کاشی، سرامیک و سایر پوشش‌های کف و دیوار باید در تناسب با ابعاد فضاها انتخاب شود به گونه‌ای که در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، ضایعات، به حداکثر ۲ درصد محدود شود.

۱۱-۳-۳-۵ نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود باید با روش اجرایی و جزییات کامل ارایه شود.

۱۱-۳-۳-۶ در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب قطعات، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر طراحی منظور شود.

۱۱-۳-۳-۷ طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته باید با توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری، مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر مرتبط صورت پذیرد.

۱۱-۳-۳-۸ طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی باید مطابق ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۱۱-۳-۳-۹ اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها باید در برابر زلزله مقاوم باشند. مرجع مقاوم‌سازی، پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ است.

۱۱-۳-۳-۱۰ تاسیسات ساختمان باید طبق روش‌های مهندسی مورد تایید، طراحی شود و نقشه‌های تاسیسات، همراه با جزییات کامل اجرایی ارایه شود.

۱۱-۳-۳-۱۱ نقشه نمای ساختمان باید حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی باشد.

۱۱-۳-۳-۱۲ دستورالعمل نصب نما باید ارایه شود.

### ۱۱-۳-۴ الزامات اجرایی

۱۱-۳-۴-۱ ملاحظات بارگیری، حمل، بارانداری و انبارداری اجزای پیش‌ساخته باید مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر صورت پذیرد.

۱۱-۳-۴-۲ نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه، باید به صورت کامل و با روش اجرایی ارایه شود.

۱۱-۳-۴-۳ تجهیز کارگاه باید یا به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد باشد؛ یا امکان تغییر کاربری آن برای استفاده دایمی درنظر گرفته شده باشد.

۱۱-۳-۴-۴ برای بتن‌ریزی باید از روش قالب‌بندی صنعتی استفاده کرد. کاربرد قالب سنتی، به صورت موردی مجاز است.

۱۱-۳-۴-۵ استفاده از دیوارهای آجری، مگر برای تزیین، مجاز نیست.

۱۱-۳-۴-۶ کاربرد بلوک سیمانی غیرسبک و نیز، بلوک سفالی مجاز نیست.

۱۱-۳-۴-۷ استفاده از پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته موقت ویژه دوره ساخت الزامی است.

توضیح: پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته موقت ویژه دوره ساخت باید ضوابط مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان را تامین نماید.

۱۱-۳-۴-۸ سقف و دیوارهای میان واحدها باید بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شود.

۱۱-۳-۴-۹ کاربرد لوله فلزی برای انتقال آب و فاضلاب مجاز نیست.

۱۱-۳-۴-۱۰ استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع الزامی است.

۱۱-۳-۴-۱۱ حداقل ۸۵ درصد نمای خارجی باید از نوع صنعتی باشد.

**توضیح:** شیشه‌های نما باید از مصالحی انتخاب و به گونه‌ای طراحی شوند که مشکل ایمنی ایجاد نشود.

۱۱-۳-۴-۱۲ مصالح نما باید بدون نیاز به برش‌کاری در محل نصب شود.

### ۱۱-۳-۵ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

#### ۱۱-۳-۵-۱ الزامات عمومی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

**۱۱-۳-۵-۱-۱** در صورت تامین کلیه الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۳-۲ تا ۱۱-۳-۴، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه متوسط، باید از رابطه (۱۱-۳-۱) محاسبه شود.

(۱۱-۳-۱)

= شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان غیرانبوه متوسط

امتیاز بخش طراحی (۱۳ امتیاز) +

امتیاز بخش ســـازه (۴۰ امتیاز) +

امتیاز بخش دیـــوار (۲۵ امتیاز) +

امتیاز بخش سایر موارد اجرایی (۲۲ امتیاز)

**۱۱-۳-۵-۱-۲** برای برآورد شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان باید علاوه بر مدارک خواسته شده؛ روش اجرایی سازه، همراه با نقشه‌های نصب قطعات پیش‌ساخته؛ ترتیب و توالی انجام عملیات اجرا؛ جزییات مصالح بخش‌های سفت‌کاری، نازک‌کاری و تاسیسات ارایه شود.

**۱۱-۳-۵-۱-۳** هر یک از الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی، اگر تنها برای بخشی از ساختمان تامین شده باشد، امتیاز تعیین‌شده برای آن الزام، باید به تناسب اندازه آن بخش نسبت به کل تعلق گیرد.

**جدول ۱۱-۳-۱ امتیاز بخش طراحی**

| الزامات کسب امتیاز بخش طراحی | امتیاز |
|---|---|
| انتخاب حداقل‌های ابعادی برای مطلوبیت و آسایش | ۶ |
| استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی | ۴ |
| کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۳ |
| **مجموع** | **۱۳** |

**توضیح:** انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش برای فضاهای مسکونی، باید طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و برای سایر فضاها، طبق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر باشد.

### ۱۱-۳-۵-۲ الزامات بخش طراحی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۳-۵-۲-۱ امتیاز بخش طراحی، برحسب ملاحظات انجام‌شده در طراحی، باید از جدول ۱۱-۳-۱ محاسبه شود.

### ۱۱-۳-۵-۳ الزامات بخش سازه کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

**جدول ۱۱-۳-۲ امتیاز انواع سازه**

| سیستم | سقف / ستون و تیر / دیوار | دال بتنی پیش‌ساخته | دال بتنی با قالب ماندگار / صنعتی | کامپوزیت | تیرچه با بلوک سفالی / پلی‌استایرن | خرپا فضایی | خرپا فلزی پیش‌ساخته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بتنی | ستون و تیر پیش‌ساخته | ۳۶ | ۳۲ | ۲۹ | ۲۶ | ۳۶ | ۲۹ |
| | ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب صنعتی | ۳۲ | ۲۸ | ۲۶ | ۲۴ | ۳۲ | ۲۶ |
| | ستون کامپوزیت و تیر پیش‌ساخته | ۳۴ | ۳۰ | ۲۸ | ۲۶ | ۳۴ | ۲۸ |
| | ستون کامپوزیت و تیر درجا با قالب صنعتی | ۳۰ | ۲۶ | ۲۴ | ۲۲ | ۳۰ | ۲۴ |
| | ستون درجا با قالب صنعتی و تیر پیش‌ساخته | ۳۳ | ۲۹ | ۲۷ | ۲۵ | ۳۳ | ۲۷ |
| | ستون و تیر درجا / دیوار با قالب صنعتی | ۲۷ | ۲۳ | ۲۱ | ۱۹ | ۲۷ | ۲۱ |
| فولادی | اِستاد و رائر مقاطع فولادی سرد نوردشده | – | ۳۲ | ۳۰ | – | – | ۳۰ |
| | ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای | ۳۹ | ۳۷ | ۳۴ | ۳۰ | ۴۰ | ۳۴ |
| | ستون و تیر فولادی جوشی | ۲۹ | ۲۵ | ۲۳ | ۲۱ | ۳۰ | ۲۳ |

**توضیح:** سقف‌های پیش‌دال و عرشه فولادی در گروه "دال بتنی با قالب ماندگار" قرار می‌گیرند.

**توضیح:** دیوار سازه‌ای بتن‌آرمه با قالب عایق ماندگار (ICF) و سیستم نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه بعدی (3D پانل) در گروه "ستون و تیر / دیوار درجا با قالب صنعتی" قرار می‌گیرند.

**۱۱-۳-۵-۳-۱** امتیاز بخش سازه بر حسب نوع سازه، روش اجرایی و مساحت ساخت آن باید از رابطه (۱۱-۳-۲) محاسبه شود.

$$\text{امتیاز بخش سازه} = \sum_{i=1}^{N} \frac{Q_{si}}{Q_{st}} \times (\text{امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۳-۲}) \qquad (۱۱-۳-۲)$$

$N$: تعداد انواع سازه‌های به‌کار رفته در ساختمان،

$Q_{si}$: مساحت ساخته‌شده با هر کدام از انواع سازه‌های جدول ۱۱-۳-۲،

$Q_{st}$: مساحت کل زیربنا.

**۱۱-۳-۵-۳-۲** به خم ماشینی آرماتور در اجزای بتنی درجا، ۲ واحد به امتیاز سازه مورد نظر در جدول ۱۱-۳-۲ اضافه می‌شود.

**۱۱-۳-۵-۳-۳** با استفاده از روش‌های پیش‌تنیدگی در سقف‌های بتنی، ۵ واحد به امتیاز سازه متناظر در جدول جدول ۱۱-۳-۲ اضافه می‌شود.

**۱۱-۳-۵-۳-۴** روش قاب سبک فولادی با سقف‌های سبک غیربتنی، مشروط بر رعایت صدابندی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان، ۳۵ امتیاز دارد.

**۱۱-۳-۵-۳-۵** سازه‌های چوبی با قطعات پیش‌ساخته، ۳۰ امتیاز دارد.

**۱۱-۳-۵-۳-۶** در صورت استفاده از بلوک پلی‌استایرنی در سقف‌های تیرچه-بلوک، این ماده باید از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن، منظور می‌شود.

**۱۱-۳-۵-۳-۷** به منظور تعیین امتیاز سایر شیوه‌های ساخت سازه که در این قسمت بررسی نشده است، باید از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی استعلام شود.

### ۱۱-۳-۵-۴ الزامات بخش دیوار کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

**۱۱-۳-۵-۴-۱** امتیاز بخش دیوار که کلیه دیوارهای سازه‌ای و غیرسازه‌ای را دربر می‌گیرد، بر حسب نوع دیوار و طول آن باید از رابطه (۱۱-۳-۳) محاسبه شود.

$$\text{امتیاز بخش دیوار} = \sum_{i=1}^{N} \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} \times (\text{امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۳-۳}) \qquad (۱۱-۳-۳)$$

$N$: تعداد انواع دیوارهای به‌کار رفته در ساختمان،

$Q_{wi}$: طول ساخته‌شده با هر یک از دیوارها،

$Q_{wt}$: طول کل دیوارها.

**جدول ۱۱-۳-۳ امتیاز انواع دیوار**

| ردیف | انواع دیوار | امتیاز |
|---|---|---|
| ۱ | دیوار خشک پیش‌ساخته | ۲۵ |
| ۲ | دیوار ساندویچ پانل | ۲۵ |
| ۳ | دیوار فلزی پیش‌ساخته | ۲۵ |
| ۴ | دیوار چوبی پیش‌ساخته | ۲۳ |
| ۵ | دیوار شیشه‌ای با قاب پیش‌ساخته | ۲۲ |
| ۶ | دیوار فلزی غیرپیش‌ساخته | ۲۰ |
| ۷ | دیوار بتنی سبک پیش‌ساخته | ۲۰ |
| ۸ | دیوار بتنی درجا با قالب صنعتی | ۱۸ |
| ۹ | دیوار بتنی با قالب ماندگار | ۱۶ |
| ۱۰ | دیوار گچی با قطعات پیش‌ساخته | ۱۲ |
| ۱۱ | دیوار بتن پاششی سه بعدی | ۱۰ |
| ۱۲ | دیوار بلوک سیمانی سبک | ۱۰ |

**۱۱-۳-۵-۴-۲** با خم ماشینی آرماتور در دیوارهای بتنی درجا، ۳ واحد به امتیاز دیوار مورد نظر در جدول ۱۱-۳-۳ اضافه می‌شود.

۱۱-۳-۵-۴-۳ در صورت استفاده از هسته پلی‌استایرنی در ساندویچ پنل‌ها، این ماده باید از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن، منظور می‌شود.

### ۱۱-۳-۵-۵ الزامات کسب سایر موارد اجرایی

۱۱-۳-۵-۵-۱ امتیاز بخش سایر موارد اجرایی باید از مجموع امتیازات به‌دست آمده از جدول ۱۱-۳-۴ محاسبه شود.

**جدول ۱۱-۳-۴ امتیاز سایر موارد اجرایی**

| الزامات کسب امتیاز سایر موارد اجرایی | امتیاز |
|---|---|
| لوله‌کشی صنعتی برای آب و فاضلاب | ۴ |
| پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ |
| واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ |
| نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما با ملات پیش‌آماده یا چسب | ۵ |
| کاربرد حداقل یک مورد از روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش‌ساخته | ۲ |
| کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۲ |
| نصب خشک نما | ۳ |
| **مجموع** | **۲۲** |

## ۱۱-۳-۶ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه‌های غیرانبوه متوسط

۱۱-۳-۶-۱ درجه صنعتی‌سازی ساختمان، باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در دو مرحله سفت‌کاری و نازک‌کاری پایش و کنترل شود.

۱۱-۳-۶-۲ تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان در هر مرحله، باید توسط شخص دارای صلاحیت انجام شود. مرجع تعیین صلاحیت، وزارت راه و شهرسازی است.

**۱۱-۳-۶-۳** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۳-۲ تا ۱۱-۳-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه سه" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

**۱۱-۳-۶-۴** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه دو" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

**۱۱-۳-۶-۵** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه یک" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

غیرقابل انتشار

غیر قابل انتشار

# ۱۱-۴ صنعتی‌سازی پروژه‌های بزرگ ساختمانی

## ۱۱-۴-۱ دامنه کاربرد

کسب حداقل "درجه سه صنعتی‌سازی" مطابق بند ۱۱-۴-۷-۳، همراه با رعایت کلیه مقررات ملی ساختمان، برای تمامی پروژه‌های ساختمان‌سازی در سراسر کشور، حداقل با یکی از مشخصات زیر الزامی است:

- دارای حداقل ۱۰۰ واحد مشابه؛
- شامل ساختمانی با حداقل ۱۵ طبقه از روی سازه پی؛
- دارای سطح کل زیربنای حداقل ۱۰،۰۰۰ مترمربع.

توضیح: انبوه‌سازی‌ها در این گروه قرار می‌گیرند.

## ۱۱-۴-۲ الزامات عمومی

۱۱-۴-۲-۱ مجری پروژه بزرگ ساختمانی باید علاوه بر دارا بودن صلاحیت مندرج در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، رتبه یک ابنیه را نیز از سازمان برنامه و بودجه داشته باشد.

۱۱-۴-۲-۲ پروژه باید به شیوه "طرح و ساخت" انجام شود.

۱۱-۴-۲-۳ مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده باید استاندارد باشند. در صورت فقدان استاندارد ملی، تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی الزامی است.

۱۱-۴-۲-۴ دفترچه بهره‌برداری باید در مرحله پایان‌کار ارایه شود.

۱۱-۴-۲-۵ رعایت حداقل شاخص حامی محیط‌زیست، طبق بند ۱۱-۵-۳-۳ الزامی است.

## ۱۱-۴-۳ الزامات طراحی

۱۱-۴-۳-۱ طراحی باید با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی صورت پذیرد و مصرف انرژی ساختمان برآورد شود.

۱۱-۴-۳-۲ ابعاد داخل به داخل فضاها باید به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۴-۳-۳ ابعاد در و پنجره باید مدولار باشد. مرجع طراحی شبکه مدولار در و پنجره برای فضاهای مسکونی، نشریه ض-۵۷۱ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است و در سایر فضاها، مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر است.

۱۱-۴-۳-۴ نقشه‌های فاز دو معماری باید ارایه شود.

۱۱-۴-۳-۵ ابعاد سنگ، کاشی، سرامیک و سایر پوشش‌های کف و دیوار باید در تناسب با ابعاد فضاها انتخاب شود؛ به گونه‌ای که در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، ضایعات، حداکثر به ۱ درصد محدود شود.

۱۱-۴-۳-۶ نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود باید با جزییات کامل و روش اجرایی ارایه شود.

۱۱-۴-۳-۷ روش ساخت مورد استفاده باید در مجموعه فناوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد یا این مرکز، آن را تایید نماید.

۱۱-۴-۳-۸ انواع دیوار مورد استفاده باید در مجموعه فناوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد یا این مرکز، آنها را تایید نماید.

۱۱-۴-۳-۹ اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها باید در برابر زلزله مقاوم باشند. مرجع مقاوم‌سازی، پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ است.

۱۱-۴-۳-۱۰ تاسیسات مورد استفاده باید طبق روش‌های مهندسی مورد تایید، طراحی شود و نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی ارایه شود.

۱۱-۴-۳-۱۱ نقشه نمای ساختمان باید حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی باشد.

۱۱-۴-۳-۱۲ سنگ نما باید بدون نیاز به برش‌کاری در محل و به صورت خشک نصب شود.

۱۱-۴-۳-۱۳ دستورالعمل نصب نما باید ارایه شود.

۱۱-۴-۳-۱۴ از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی، باید استفاده شود.

### ۱۱-۴-۴ الزامات اجرایی

۱۱-۴-۴-۱ نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه باید به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شود.

۱۱-۴-۴-۲ تجهیز کارگاه باید به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد باشد؛ یا امکان تغییر کاربری آن برای استفاده دایمی درنظر گرفته شده باشد.

۱۱-۴-۴-۳ برای قالب‌بندی باید از روش قالب‌بندی صنعتی استفاده کرد. کاربرد قالب سنتی، به صورت محدود مجاز است.

۱۱-۴-۴-۴ قطع و خم آرماتورها باید با دستگاه انجام شود.

۱۱-۴-۴-۵ قطعات اسکلت فولادی باید در کارخانه، تولید و اتصالات آن در محل، به صورت پیچ و مهره اجرا شود.

۱۱-۴-۴-۶ در صورت استفاده از پلی‌استایرن در کف، سقف یا دیوار سازه‌های موقت و دایمی، این ماده باید از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

۱۱-۴-۴-۷ استفاده از دیوارهای آجری یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیرسبک، مجاز نیست.

۱۱-۴-۴-۸ کاربرد آجر در دیوار، به منظور تزیین مجاز است.

۱۱-۴-۴-۹ سقف و دیوارهای میان واحدها باید بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شود.

۱۱-۴-۴-۱۰ در انتقال آب و فاضلاب باید از روش لوله‌کشی صنعتی استفاده شود.

۱۱-۴-۴-۱۱ برای نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما باید از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شود.

### ۱۱-۴-۵ الزامات مدیریتی

۱۱-۴-۵-۱ عوامل اجرا باید به صورت نظری و عملی آموزش دیده باشند.

۱۱-۴-۵-۲ پروژه باید نظام کنترل کیفیت داشته باشد.

۱۱-۴-۵-۳ پروژه باید نظام تضمین کیفیت داشته باشد.

۱۱-۴-۵-۴ پروژه باید نظام موثر بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) مستقر درکارگاه داشته باشد.

۱۱-۴-۵-۵ برنامه زمان‌بندی باید با منابع همراه و مبتنی بر تکرار باشد.

۱۱-۴-۵-۶ مدارک لازم برای مقایسه اجرا با برنامه زمان‌بندی باید ارایه شود.

### ۱۱-۴-۶ الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

#### ۱۱-۴-۶-۱ الزامات عمومی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۴-۶-۱-۱ در صورت تامین کلیه الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی، موضوع بندهای ۱۱-۴-۲ تا ۱۱-۴-۵ شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی باید مطابق بندهای زیر محاسبه شود.

۱۱-۴-۶-۱-۲ هر یک از الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی، اگر تنها برای بخشی از ساختمان تامین شده باشد، امتیاز تعیین‌شده برای آن الزام، باید به تناسب اندازه آن بخش نسبت به کل تعلق گیرد.

۱۱-۴-۶-۱-۳ برای برآورد شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی باید جزییات مصالح به‌کار رفته در سفت‌کاری، نازک‌کاری و تاسیسات، نقشه‌های کارگاهی پیش‌سازی و ترتیب انجام کار ارایه شود.

#### ۱۱-۴-۶-۲ الزامات طراحی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۴-۶-۲-۱ با رعایت حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش ۸ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی سازی اختصاص می‌یابد. مرجع تعیین حداقل‌های ابعادی برای آسایش در فضاهای مسکونی متعارف، نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و در سایر فضاها، مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر است.

۱۱-۴-۶-۲-۲ با کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها، در مواردی که کاربرد میراگر، کارآیی لازم را داشته باشد، ۷ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

۱۱-۴-۶-۲-۳ برای ساختمان مقاوم در حوزه پدافند غیرعامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی بر اساس مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان، ۶ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می شود.

**۱۱-۴-۶-۲-۴** اگر نمای خارجی به صورت صنعتی باشد، ۸ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی اختصاص می‌یابد.

**توضیح:** شیشه‌های نما باید از مصالحی انتخاب و به گونه‌ای طراحی شوند که مشکل ایمنی ایجاد نشود.

### ۱۱-۴-۶-۳ الزامات اجرایی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

**۱۱-۴-۶-۳-۱** با کاربرد یکی از سه مورد زیر، ۷ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می شود:

- شبکه آرماتور پیش‌ساخته جوشی، در اسکلت بتن‌آرمه.
- واشر ویژه مشخص‌کننده رسیدن به کشش لازم در قطعات اسکلت فولادی پیچ و مهره‌ای.
- انواع سقف سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی.

**۱۱-۴-۶-۳-۲** با کاربرد راه‌پله موقت و ایمن در دوره ساخت، ۳ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی سازی کسب می‌شود. مرجع ایمنی، مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان است.

**۱۱-۴-۶-۳-۳** با پیش‌سازی سازه راه‌پله‌ها، ۳ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی اختصاص می‌یابد.

**۱۱-۴-۶-۳-۴** به پیش‌سازی کف پله‌ها، ۳ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

**۱۱-۴-۶-۳-۵** با کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی، ۵ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی اختصاص می‌یابد.

**۱۱-۴-۶-۳-۶** در صورت کاربرد واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته، ۳ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

**۱۱-۴-۶-۳-۷** در صورت استفاده از عایق رطوبتی سرد اجرا، ۳ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی سازی منظور می‌شود.

**۱۱-۴-۶-۳-۸** در صورت استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، ۳ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می‌شود.

۱۱-۴-۶-۳-۹ در صورت استفاده از تیرچه با بلوک سفالی برای سقف در ارتفاعات بالای ۲۰ متر از سطح زمین، ۵ امتیاز از شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کسر می‌گردد.

۱۱-۴-۶-۳-۱۰ برای ۱ نفر فوتی به ازای هر $S$ میلیون نفر-ساعت کار در کارگاه، ۷ - ۱/۵×$S$ امتیاز/جریمه به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد؛ حداکثر امتیاز ۱۱ است.

**توضیح:** عدد حاصل اگر مثبت بود، امتیاز و اگر منفی بود، جریمه محسوب می‌شود.

۱۱-۴-۶-۳-۱۱ اگر پروژه، حادثه منجر به فوت نداشته باشد، به ازای هر $S > 2$ میلیون نفر-ساعت کار در کارگاه، ۳ - ۱/۵×$S$ امتیاز تا سقف ۱۵ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می شود.

### ۱۱-۴-۶-۴ الزامات سازماندهی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۴-۶-۴-۱ اگر مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه جاری باشد، ۸ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می‌شود.

۱۱-۴-۶-۴-۲ اگر کیفیت پروژه به تایید کارفرما / توسعه‌گر برسد، ۱۱ امتیاز به شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی تعلق می‌گیرد.

۱۱-۴-۶-۴-۳ ارایه حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته، ۷ امتیاز دارد.

### ۱۱-۴-۷ درجه‌بندی صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه‌های بزرگ

۱۱-۴-۷-۱ درجه صنعتی‌سازی باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در هر سه ماه یک‌بار پایش و کنترل شود.

۱۱-۴-۷-۲ تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان در هر مرحله، باید توسط شخص دارای صلاحیت انجام شود. مرجع تعیین صلاحیت، وزارت راه و شهرسازی است.

**۱۱-۴-۷-۳** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی، موضوع بندهای ۱۱-۴-۲ تا ۱۱-۴-۵، تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه سه" در شناسنامه فنی و ملکی ساختمان درج شود.

**۱۱-۴-۷-۴** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه دو" در شناسنامه فنی و ملکی قید شود.

**۱۱-۴-۷-۵** اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه یک" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

غیر قابل انتشار

# ۱۱-۵ ضوابط حمایت از محیط‌زیست

## ۱۱-۵-۱ دامنه کاربرد

برای کلیه ساختمان‌های ساخته‌شده به روش صنعتی، تامین حداقل امتیاز قیدشده در بند ۱۱-۵-۳ الزامی است.

## ۱۱-۵-۲ الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست

۱۱-۵-۲-۱ برای کاهش آب مصرفی در دوران بهره‌برداری، ۱۶ امتیاز به شرح زیر منظور می‌شود:

۱۱-۵-۲-۱-۱ به نصب شمارنده در ورودی هر واحد، ۱ امتیاز تعلق می‌گیرد.

۱۱-۵-۲-۱-۲ با کاربرد سیفون دو حالته، ۱ امتیاز منظور می‌شود.

۱۱-۵-۲-۱-۳ در صورت جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز، طبق مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان، ۱۴ امتیاز منظور می‌شود.

۱۱-۵-۲-۲ برای کاهش انرژی مصرفی ساختمان در دوران بهره‌برداری و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ۸۴ امتیاز به شرح زیر، تعلق می‌گیرد:

۱۱-۵-۲-۲-۱ به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر، ۲۴ امتیاز به تناسب، تعلق می‌گیرد.

توضیح: در انتخاب منبع انرژی تجدیدپذیر، توجه به شرایط اقلیمی یا محیطی ضروری است.

۱۱-۵-۲-۲-۲ به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر، ۶ امتیاز به تناسب، تعلق می‌گیرد.

توضیح: در انتخاب منبع انرژی تجدیدپذیر، توجه به شرایط اقلیمی یا محیطی ضروری است.

۱۱-۵-۲-۳ مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، برای ساختمان‌های متناظر با رده انرژی EC، EC+ و EC++ به ترتیب ۹، ۲۲ و ۵۴ امتیاز منظور می‌شود.

### ۱۱-۵-۳ حداقل لازم برای شاخص حامی محیط‌زیست

۱۱-۵-۳-۱ در صنعتی‌سازی پروژه‌های غیرانبوه کوچک، کسب حداقل ۱۰ امتیاز برای شاخص حامی محیط‌زیست الزامی است.

توضیح: به الزام عمومی صنعتی‌سازی پروژه‌های غیرانبوه کوچک در بند ۱۱-۲-۲-۳ مراجعه شود.

۱۱-۵-۳-۲ در صنعتی‌سازی پروژه‌های غیرانبوه متوسط، کسب حداقل ۱۵ امتیاز برای شاخص حامی محیط‌زیست الزامی است.

توضیح: به الزام عمومی صنعتی‌سازی پروژه‌های غیرانبوه متوسط در بند ۱۱-۳-۲-۳ مراجعه شود.

۱۱-۵-۳-۳ در صنعتی‌سازی پروژه‌های بزرگ ساختمانی، کسب حداقل ۱۵ امتیاز برای شاخص حامی محیط‌زیست الزامی است.

توضیح: به الزام عمومی صنعتی‌سازی پروژه‌های بزرگ ساختمانی در بند ۱۱-۴-۲-۵ مراجعه شود.

# ۱۱-۶ الزامات فنی و اجرایی تعدادی از روش‌های ساخت صنعتی

## ۱۱-۶-۱ مقدمه

در این فصل، الزامات عمده فنی و اجرایی هفت روش ساخت صنعتی ذکر می‌شود. معرفی سیستم‌های حاضر، دلیلی بر رجحان آنها بر دیگر شیوه‌ها نیست و استفاده‌کننده، خود موظف است با توجه به مقتضیات پروژه، برتری آنها را از لحاظ مقاومت، پایداری سازه‌ای، صرفه اقتصادی و سهولت اجرا بررسی نماید.

توضیح: اگر در بین ضوابط ارایه‌شده در این فصل، با سایر مقررات ملی ساختمان و استانداردهای ساختمانی اجباری، اختلافی موجود باشد، ضابطه سخت‌گیرانه‌تر حاکم خواهد بود.

## ۱۱-۶-۲ سیستم قاب‌های سبک فولادی سرد نوردشده (LSF)

### ۱۱-۶-۲-۱ کلیات

سیستم قاب‌های سبک فولادی به عنوان یک سیستم متشکل از مقاطع فولادی سرد نورد شده به روش غلطکی است که اجزای آن با اتصالات پیچی، پرچی یا جوشی به یکدیگر متصل می‌شوند. این سیستم که از نوع دیوار باربر است، ظرفیت ترکیب با سیستم‌های سازه‌ای دیگر همانند دیوارهای بتن آرمه را نیز دارد و می‌تواند در ساخت ساختمان‌های کوتاه‌مرتبه به صورت سیستم سازه‌ای ترکیبی به کار گرفته شود. برای ساخت مقاطع سرد نوردشده، مطابق نشریه ض-۶۰۸ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، استفاده از اشکال مختلف مجاز است. این مقاطع معمولا دارای ابعاد متنوع با محدوده تغییرات ضخامتی بین ۰/۶ تا ۲/۵ میلی‌متر می‌باشند. اجزای قائم این سیستم به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقلی عمل می‌کنند و تحت نام اِستاد معرفی و اعضای افقی که اِستادها را به هم وصل می‌کنند، رانِر یا تِرَک نامیده می‌شوند. سقف سازه این ساختمان‌ها متشکل از تیرچه‌ها یا لاپه‌های فلزی سرد نوردشده است. رانرها و تیرچه‌ها عمدتا دارای مقاطع با اشکال C یا Z می‌باشند. پوشش سقفِ دال بتن‌آرمه، در صورت تامین یکپارچگی لازم بین بتن و پروفیل فولادی تیرچه، می‌تواند به‌عنوان یک سقف مرکب بتنی-فلزی طراحی شود. در ساختمان‌های LSF، به منظور باربری جانبی

سازه در دو امتداد اصلی متعامد، از دهانه‌های باربر جانبی استفاده می‌شود. دهانه‌های باربر جانبی به روش‌هایی نظیر سیستم دهانه‌های مهاربندی شده با اعضای قطری، سیستم دیوار برشی با ورق فولادی نازک و سیستم دیوار باربر با پوشش OSB ایجاد می‌شود. پروفیل‌های سرد نوردشده مقاومت کمی در برابر حریق دارند و باید به خوبی محافظت شوند. یکی از دلایل کاربرد گچ به عنوان پوشش داخلی این سیستم‌ها، دستیابی به این هدف است. از عمده مزایای ساختمان‌های LSF، کاهش جرم ساختمان است که تاثیر فراوانی در کاهش هزینه‌های ناشی از مصالح، نیروی انسانی و نیز زمان احداث پروژه‌ها خواهد داشت.

سیستم قاب‌های فولادی سرد نوردشده عمدتا به دو روش طبقه‌ای و دیوارهای یکپارچه اجرا می‌شود. در روش متداول طبقه‌ای، استادهای دیوار، توسط دیافراگم سقف قطع شده و طبقات مجزا از یکدیگر اجرا می‌شوند. در این روش، قطعات تشکیل‌دهنده ساختمان به صورت پانل‌های پیش‌ساخته، در کنار هم و در ارتفاع نصب می‌شوند. در روش اجرای یکپارچه، استادها به صورت یکسره و بدون قطع در تراز طبقه، طراحی و اجرا می‌شوند و تیرریزی اسکلت به صورت یکسره، با عبور از کنار ستون صورت می‌گیرد.

**۱۱-۶-۲-۲ الزامات سیستم LSF**

۱۱-۶-۲-۲-۱ سیستم LSF به همراه مهاربند جانبی، حداکثر تا ارتفاع ۱۵ متر از تراز پایه در تمام کشور مجاز است.

۱۱-۶-۲-۲-۲ در این نوع سیستم، حداکثر بار مرده و زنده برای سقف‌ها نباید به ترتیب از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع تجاوز کند.

۱۱-۶-۲-۲-۳ انتخاب انواع ترکیبات بار و همچنین، کنترل سازه در مقابل بار باد باید مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان انجام شود.

۱۱-۶-۲-۲-۴ طراحی لرزه‌ای و سازه‌ای باید بر اساس نشریه ض-۶۰۸ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی صورت پذیرد.

۱۱-۶-۲-۲-۵ اتصال اسکلت به سازه پی باید از طریق ریشه‌گذاری میل‌مهار در سازه پی و اتصال آن به ناودانی زیرین به وسیله مهره صورت گیرد.

۱۱-۶-۲-۲-۶ اتصال مهاربندی‌های تسمه‌ای قطری به عناصر متقاطع با آن‌ها در طول مهاربند ضروری است.

۱۱-۶-۲-۲-۷ مهاربندی‌های تسمه‌ای قطری در باربری جانبی باید به عنوان اعضای صرفا کششی در تحلیل و طراحی در نظر گرفته شوند.

۱۱-۶-۲-۲-۸ مهاربندی‌های تسمه‌ای قطری باید با روش پیش‌کشیدگی به منظور رفع شل‌شدگی اولیه نصب شوند.

۱۱-۶-۲-۲-۹ تامین ضوابط دیافراگم صلب برای کلیه سقف‌ها با توجه به ضوابط موجود در استاندارد ۲۸۰۰ توصیه می‌شود. در غیر این صورت، سازه و سقف باید با توجه به ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر متناظر طراحی شوند.

۱۱-۶-۲-۲-۱۰ در صورت استفاده از اتصالات جوشی در محل کارخانه، رعایت ضوبط و مقررات مربوط به جوشکاری اعضای سرد نوردشده مطابق استاندارد AISI و آیین‌نامه‌های AWS و AISC الزامی است.

۱۱-۶-۲-۲-۱۱ مقاطع سبک فولادی سرد نوردشده نباید در تماس مستقیم با خاک و نیز محیط‌های مرطوب باشند.

۱۱-۶-۲-۲-۱۲ به‌کارگیری مصالح بنایی در دیوارهای داخلی و خارجی در دهانه قاب‌های سبک سرد نوردشده مجاز نیست.

۱۱-۶-۲-۲-۱۳ حداکثر وزن دیوار تمام شده در جداکننده‌های داخلی نباید از ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و در دیوارهای خارجی نباید بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد.

۱۱-۶-۲-۲-۱۴ اتصال دیوارهای غیرباربر و جداکننده‌ها به سیستم سازه‌ای باید به نحوی باشد که ضمن تحمل بارهای وارده مانند باد، زلزله و ضربه، مشارکتی در سختی جانبی سازه نداشته باشد.

۱۱-۶-۲-۲-۱۵ رعایت مشخصات فولاد سرد نوردشده بر اساس استاندارد ASTM A653 و ASTM A500 الزامی است. همچنین، لازم است تمهیدات و پوشش‌های لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران صورت پذیرد.

۱۱-۶-۲-۲-۱۶ به منظور کاهش اثر پل حرارتی، لازم است حد فاصل اِستادها و لایه خارجی جداره، با نوعی عایق حرارتی متراکم پر شود.

۱۱-۶-۲-۲-۱۷ با توجه به اقلیم مورد نظر برای هوابندی در جداره‌های داخلی و خارجی، بازشوها و همچنین محل نصب اجزای اتصالی نظیر پیچ و مهره، باید ملاحظات کامل با در نظر گرفتن پدیده میعان به عمل آید.

۱۱-۶-۲-۲-۱۸ اسکلت سازه LSF به روش دیوارهای یکپارچه باید با استفاده از اِستادهای یکسره و بدون قطع در تراز طبقه و تیرچه‌هایی که به صورت یکسره از کنار ستون عبور می‌کنند، طراحی شود.

۱۱-۶-۲-۲-۱۹ کلیه اتصالات اعضای قائم به اعضای افقی در روش دیوارهای یکپارچه باید به گونه‌ای باشند که یکپارچگی اعضا در ارتفاع سازه تامین شود.

۱۱-۶-۲-۲-۲۰ کلیه رواداری‌های ساخت و نصب باید طبق مراجع معتبر باشد.

## ۱۱-۶-۳ ساختمان‌های بتن‌آرمه با قالب‌های عایق ماندگار (ICF)

### ۱۱-۶-۳-۱ کلیات

سیستم سازه‌ای ساختمان‌های بتن‌آرمه با قالب‌های عایق ماندگار، از نوع دیوار باربر است که قالب دیوارهای بتنی آن، بعد از بتن‌ریزی، جزیی از دیوار محسوب می‌شود و نقش عایق حرارتی را دارد.

### ۱۱-۶-۳-۲ الزامات روش اجرای ساختمان‌های ICF

۱۱-۶-۳-۲-۱ در صورتی که ضوابط شکل‌پذیری بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان رعایت نشود، کاربرد این سیستم صرفا در مناطق واقع در پهنه با خطر نسبی کم و متوسط و برای ساختمان‌های دارای اهمیت کم و متوسط تا حداکثر ارتفاع ۱۰ متر مجاز است. بدیهی است در صورتی که ضوابط شکل‌پذیری رعایت شود، حداکثر ارتفاع ساختمان بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰، ۵۰ متر از تراز پایه است؛ مشروط به اینکه ضوابط محافظت در برابر حریق آن نیز تامین شود.

۱۱-۶-۳-۲-۲ بارگذاری سیستم سازه‌ای حاصل از این روش باید بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان صورت پذیرد.

۱۱-۶-۳-۲-۳ طراحی سازه‌ای این سیستم باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان انجام شود.

۱۱-۶-۳-۲-۴ سازه پی دیوارهای ICF باید به صورت نواری یا گسترده مطابق مباحث هفتم و نهم مقررات ملی ساختمان طرح شود و پهنای سازه پی باید به اندازه‌ای باشد که با احتساب ضخامت هسته بتنی، فضای کافی برای قرارگیری قالب‌ها موجود باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۵ ضخامت جداره‌ها و فاصله دو عایق از یکدیگر باید بر اساس نیازهای سازه‌ای و حرارتی تعیین شود و ضخامت دیوارهای باربر بتنی نباید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۶ بتن مصرفی باید از نوع سازه‌ای و با حداقل مقاومت ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر اندازه اسمی سنگدانه مصرفی ۲۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۷ اسلامپ بتن مصرفی در دیوارهای بتن‌آرمه با قالب‌های عایق ماندگار باید حداقل ۱۰۰ و حداکثر ۱۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

۱۱-۶-۳-۲-۸ متراکم‌کردن بتن در صورت مجاز بودن، فقط باید به‌صورت داخلی انجام گیرد و لرزاندن میلگردهای عمودی مجاز نیست.

۱۱-۶-۳-۲-۹ قالب باید مقاومت لازم را برای انجام عملیات بتن‌ریزی داشته باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۰ افزودنی‌های بتن، نحوه بتن‌ریزی از لحاظ مرحله‌بندی در ارتفاع، نحوه متراکم‌نمودن و نیز جزییات آرماتوربندی خاص باید در نقشه‌ها ذکر شود.

۱۱-۶-۳-۲-۱۱ مشخصات میلگردهای فولادی باید مطابق با ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۲ مشخصات مقاومتی مصالح عایق در برابر آتش‌سوزی باید مطابق ضوابط مباحث سوم و پنجم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۳ قالب‌ها باید در برابر وزش باد حفاظت شوند.

۱۱-۶-۳-۲-۱۴ قالب عایق باید از نور خورشید، خرابی فیزیکی و شرایط جوی محافظت شود. اگر قالب‌ها تحت اثر نور اکسیده و زرد رنگ شده باشند، قبل از اتصال هرگونه ماده‌ای، باید لایه اکسید

شده برداشته شود. همچنین، درصورت مرطوب‌شدن عایق‌ها باید پیش از استفاده، از خشک‌شدن آنها اطمینان حاصل کرد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۵ به طور کلی دیوارهای سیستم ساختمانی ICF ، باید در برابر مواد آتش‌زا همچون روغن، بنزین و نفت به دقت مراقبت شوند و استفاده از تابلوی "استعمال دخانیات ممنوع" در مجاورت محل نگهداری قالب‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۳-۲-۱۶ وجود کپسول آتش‌نشانی به تعداد کافی در نزدیکی هر یک از محل‌های نگهداری قالب‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۳-۲-۱۷ در مسیر انتقال بار توسط دیوارهای باربر، نباید هیچ گونه انقطاعی وجود داشته باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۱۸ اتصال پانل‌ها به یکدیگر به صورت عمودی یا افقی مجاز است.

۱۱-۶-۳-۲-۱۹ برای ثابت نگاه‌داشتن فاصله دو عایق و تامین ضخامت هسته بتنی، بلوک‌ها و پانل‌ها باید با استفاده از اتصالاتی از جنس پلاستیک یا فولاد به یکدیگر متصل شوند.

۱۱-۶-۳-۲-۲۰ رابط‌ها می‌تواند از جنس پلی‌پروپیلن با دانسیته بالا، پلی‌استایرن منبسط‌شونده، پلی استایرن با مقاومت بالا، ورق گالوانیزه یا میلگرد باشند.

۱۱-۶-۳-۲-۲۱ تعداد و ابعاد رابط‌ها باید تحمل بارهای حین اجرای ناشی از عملیات بتن‌ریزی و بتن تازه را داشته باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۲ سطح مقطع رابط‌ها باید کمتر از ۳ درصد سطح مقطع بتن مسلح باشد. در غیر این صورت، مقطع تضعیف‌شده دیوار باید ملاک محاسبات قرار گیرد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۳ مشخصات مقاومتی مصالح رابط در برابر آتش‌سوزی باید مطابق ضوابط مباحث سوم و پنجم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۳-۲-۲۴ شکل هندسی و جنس رابط‌های قالب باید در نقشه‌ها مشخص شود.

۱۱-۶-۳-۲-۲۵ چنانچه قسمتی از میلگردگذاری دیوارهای ICF در محل کارخانه انجام شود، در طراحی و نقشه‌های سازه باید این مساله به صورت تفکیک‌شده مشخص شود.

۱۱-۶-۳-۲-۲۶ دستور برش‌کاری لایه عایق در نواحی لازم، مانند مرز طبقات و نواحی حساس به حریق، باید در نقشه‌ها مشخص شده باشد.

**۱۱-۶-۳-۲-۲۷** هر نوع پوشش یا نمای ساختمان مجاز است و باید توسط اتصالات مکانیکی استاندارد به هسته بتنی یا رابط قالب‌ها مهار شود.

**۱۱-۶-۳-۲-۲۸** حداقل ضخامت پوشش نمای مورد نیاز برای سیستم ساختمانی ICF باید مطابق نشریه ض-۶۸۲ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد و در هر حال نباید کمتر از ۱۵میلی متر در نظر گرفته شود.

**۱۱-۶-۳-۲-۲۹** برای اجرای اندود باید از توری فلزی، رابیتس یا شبکه فولادی مناسب که در فواصل استاندارد به جداره بتنی متصل شده‌اند، استفاده شود و قبل از بتن‌ریزی دیوارها، باید تمهیدات لازم جهت مهار توری، رابیتس یا شبکه فولادی به دیوار، توسط اتصالات مفتولی یا نظایر آن در نظر گرفته شود.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۰** چنانچه اتصال پوشش نما به دیوار، از طریق رابط‌های پلاستیکی باشد، حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان ۷/۲ متر خواهد بود.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۱** رواداری‌های سیستم ساختمانی ICF باید مطابق ضوابط رواداری‌های دیوارها و دال‌های مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲ ملاحظات خاص استفاده از پلی‌استایرن**

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۱** پلی‌استایرن باید از نوع منبسط‌شونده کندسوز، مطابق با استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۲** انبارکردن پلی‌استایرن، با حجم بیش از ۶۰ مترمکعب مجاز نیست؛ درصورت نیاز به ذخیره‌سازی مقادیر بیشتر، باید بین هر انبارش حداقل ۲۰ متر فاصله باشد.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۳** برای حفاظت از بلوک سقفی پلی‌استایرن و محافظت از تماس مستقیم هرگونه حریق احتمالی با آن، لازم است زیر سقف به وسیله پوشش مناسب مانند یک تخته گچی به ضخامت حداقل ۱۲/۵ میلی‌متر یا اندود گچ به ضخامت حداقل ۱۵ میلی‌متر محافظت شود.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۴** محافظت از بلوک دیواری پلی‌استایرن باید به وسیله پوشش مناسب به عمل آید. این پوشش می‌تواند یک تخته گچی با ضخامت ۱۲/۵ میلی‌متر یا سایر مصالحی که بر اساس مدارک فنی مصوب و معتبر، از نظر مقاومت در برابر دمای بالا معادل آن عمل می‌کند، باشد.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۵** پوشش محافظت‌کننده بلوک‌های پلی‌استایرن باید دارای اتصال مکانیکی به سازه باشد. اتصال مستقیم پوشش به پلی‌استایرن، به تنهایی، مجاز نیست.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۶** دیوارهای بین واحدهای مستقل مانند دیوار بین آپارتمان‌های مسکونی یا واحدهای تجاری، اداری در هر ساختمان، باید دارای مقاومت کافی در برابر آتش باشند. در این دیوارها باید به صورت مناسب از مصالح حریق‌بند استفاده شود؛ به گونه‌ای که بلوک‌های پلی‌استایرن در قسمت بین دو فضای مجاور پیوستگی نداشته باشند و از گسترش هر گونه حریق احتمالی بین دو فضایی که به وسیله دیوار مقاوم در برابر آتش از یکدیگر جدا شده‌اند، جلوگیری شود. برای جزییات این ضوابط به نشریه ض-۶۸۲ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مراجعه شود.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۷** به منظور تامین مقاومت کافی سقف‌ها در مقابل آتش لازم است لایه پلی‌استایرن در مرز سقف / کف هر طبقه قطع شود و بین طبقات امتداد نداشته باشد. در این قسمت‌ها، در صورت نیاز و برای تامین مقاومت لازم باید از مسدودکننده‌های آتش استفاده شود.

**۱۱-۶-۳-۲-۳۲-۸** در مناطقی که در معرض خطر حمله حشرات موذی، مانند موریانه قرار دارد لازم است تمهیدات لازم برای محافظت از لایه پلی‌استایرن به عمل آید.

## ۱۱-۶-۴ ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته

### ۱۱-۶-۴-۱ کلیات

در ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته، تمامی اجزای سازه‌ای و برخی از اجزای غیرسازه‌ای ساختمان از قطعات بتن پیش‌ساخته تولیدشده در کارخانه تشکیل می‌شوند. قطعات بتنی پیش‌ساخته شامل تیر، ستون، سقف، دیوار، پله و نما می‌باشند. محدودیت ابعاد و وزن این قطعات به ظرفیت تجهیزات موجود برای تولید، حمل و نصب قطعات پیش‌ساخته وابسته است. سازه‌های بتنی پیش‌ساخته از سیستم‌های سازه‌ای مختلفی مانند قاب خمشی، دیوار باربر و سیستم‌های دوگانه (ترکیبی) تشکیل می‌شود و سیستم مقاوم آنها در برابر بارهای جانبی عبارتند از: دیوار برشی، قاب خمشی، ستون‌های T شکل یک سر گیردار و قاب‌های مهاربندی‌شده.

اتصالات در قطعات بتنی پیش‌ساخته از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشند. به طور کلی دو نوع اتصال خشک و تر برای این قطعات وجود دارد. در اتصالات خشک، عمدتا از مصالح فولادی با جوش یا پیچ

و مهره استفاده می‌شود؛ در حالی که در اتصالات تر، گروت یا ملات به‌کار می‌رود. سازه پی ساختمان بتنی پیش‌ساخته می‌تواند به صورت پیش‌ساخته یا درجا با اتصال تر و خشک اجرا شود.

**۱۱-۶-۴-۲ الزامات ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته**

۱۱-۶-۴-۲-۱ منظم‌بودن ساختمان در پلان و ارتفاع الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۲ طراحی و اجرای ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته باید مطابق با ضوابط بارگذاری و طراحی اجزای بتنی مندرج در مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان و با در نظر گرفتن کلیه شرایط اجرایی پروژه از جمله جابجایی، نصب و حمل صورت پذیرد.

۱۱-۶-۴-۲-۳ مقرون به صرفه‌ترین اندازه برای قطعات پیش‌ساخته یک ساختمان، بزرگترین مقداری است که تمام محدودیت‌های زیر را تامین نماید:

- اندازه حاصل از پایداری و تنش‌های مجاز روی قطعات در حین جابجایی؛
- اندازه حاصل از محدودیت‌های وزن مجاز در حمل و نقل و نیز در تجهیزات نصب؛
- ظرفیت جرثقیل موجود در کارخانه و کارگاه پروژه؛
- فضای انبارش، شعاع چرخش کامیون و سایر محدودیت‌های موجود در کارگاه‌های ساخت و نصب.

۱۱-۶-۴-۲-۴ تامین ضوابط دیافراگم صلب و همچنین تامین پیوستگی و یکپارچگی برای کلیه سقف‌ها الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۵ طراحی و اجرای میل‌مهارهای سقفی مناسب در محل اتصال اعضای پانلی سقف پیش ساخته به یکدیگر الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۶ طراحی اتصالات ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته باید طبق ضوابط مباحث نهم و دهم مقررات ملی ساختمان و سایر مراجع معتبر انجام شود.

۱۱-۶-۴-۲-۷ اتصال سقف به قاب و دیوار باید به صورت پیوسته و یکپارچه طراحی و اجرا گردد و میلگردگذاری لازم برای این یکپارچگی، در محل اتصال انجام شود. همچنین تامین پیوستگی و یکپارچگی در محل اتصال تیر به ستون و اجرای میلگردگذاری لازم برای این یکپارچگی، ضروری است.

۱۱-۶-۴-۲-۸ تامین اتصال قاب پیش‌ساخته ساده ساختمانی به دیوار برشی بتن‌آرمه‌ی درجا، باید از طریق اتصال تیرهای هم‌امتداد دیوار برشی با المان مرزی درجا صورت گیرد.

۱۱-۶-۴-۲-۹ در صورت تعبیه اعضای مرزی در دیوارهای برشی بتن‌آرمه، ضروری است این اعضا به صورت درجا اجرا شوند و در نظر گرفتن ستون‌های پیش‌ساخته قاب، به عنوان اعضای مرزی مورد تایید نیست.

۱۱-۶-۴-۲-۱۰ برای تامین پایداری قطعات پیش‌ساخته الحاقی به ساختمان مانند راه‌پله، جان‌پناه و ... باید تهمیدات لازم صورت پذیرد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۱ طراحی و اجرای تیرچه در پیرامون بازشوها، الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۱۲ رعایت ضوابط طراحی و اجرای سازه پی برای ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته، باید مطابق مباحث هفتم و نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۳ مشخصات کلیه میلگردهای فولادی به‌کار رفته در بتن باید منطبق بر ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۴ مشخصات مصالح و کیفیت بتن تولیدشده باید منطبق بر ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۵ اندازه بزرگ‌ترین سنگ‌دانه مصرفی در قطعات بتن پیش‌ساخته نباید بیش از ۲۵ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۶ اسلامپ بتن مصرفی در قطعات بتن پیش‌ساخته نباید بیش از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۷ عمل‌آوری قطعات بتنی پیش‌ساخته تولیدشده باید به صورت تامین گرمایش از طریق بخار آب، شبکه لوله‌های آب داغ یا سایر شیوه‌های گرمایش باشد و با پوشش عایق مناسب، میزان رطوبت و درجه حرارت در طول مدت عمل‌آوری کنترل شود.

۱۱-۶-۴-۲-۱۸ تمام اندازه‌ها و خواص مهندسی مقاطع فولادی به‌کار رفته در این سیستم، باید مطابق ضوابط موجود در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۱۹ در اتصالات پیچ و مهره‌ای قطعات بتنی پیش‌ساخته باید از پیچ و مهره‌های استاندارد معمولی و پرمقاومت مطابق مشخصات تعیین‌شده در مبحث دهم مقررات ملی ساختمان استفاده شود.

۱۱-۶-۴-۲-۲۰ استفاده از اتصالات جوشی، پیچ و مهره، گلدانی و غلاف ملات / گروت اجزای باربر به سازه پی مجاز می‌باشد و باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و سایر مراجع معتبر طراحی گردند.

۱۱-۶-۴-۲-۲۱ طول وصله‌های آرماتور در محل اتصالات تر باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۲۲ وصله ستون‌های بتن‌مسلح پیش‌ساخته باید در محلی که کمترین تنش موجود است، انجام شود.

۱۱-۶-۴-۲-۲۳ لازم است تمهیدات لازم جهت تحمل نیروی Uplift در اتصال ستون بالایی به ستون پایینی صورت گیرد؛ مانند: دندانه‌دار کردن شیارهای تعبیه‌شده در بالای ستون پایینی.

۱۱-۶-۴-۲-۲۴ در نظر گرفتن تمهیدات لازم در هنگام بتن‌ریزی در محل اتصال تیرها به ستون‌های پیش‌ساخته برای تامین کیفیت مناسب بتن ضروری است؛ مانند: ویبره مناسب.

۱۱-۶-۴-۲-۲۵ اتصالات باید در برابر شرایط محیطی و آتش‌سوزی محافظت شوند.

۱۱-۶-۴-۲-۲۶ مدارک اختصاصی زیر باید برای اجرای ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته تهیه گردد:

- دستورالعمل حمل، انبار و نگهداری قطعات با توجه به جوانب احتیاط حین اجرا؛
- معیارهای رد و پذیرش قطعه یا سیستم؛
- محدودیت بارهای کارگاهی و حمل و نقل.

۱۱-۶-۴-۲-۲۷ نقشه‌های ساخت باید با در نظر گرفتن جزییات کامل تهیه شود.

۱۱-۶-۴-۲-۲۸ نشانه‌های استفاده شده در نقشه‌های کارگاهی باید طبق مراجع معتبر باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۲۹ مدارک فنی نصب قطعات پیش‌ساخته باید با در نظر گرفتن فرآیند نصب تهیه شود.

۱۱-۶-۴-۲-۳۰ باید به عملکرد قطعات در حین نصب توجه شود؛ به طوری که وقتی نسبت دهانه به عمق تیر بالا باشد، مقدار انحنا، خروج از محوریت و لرزش تیرها مورد توجه بیشتری قرار گیرند.

۱۱-۶-۴-۲-۳۱ نقاط مخصوص برای بلند کردن قطعات از محل ساخت به محل اجرا باید به گونه‌ای تعیین شوند که تنش قطعه در محدوده مجاز باقی بماند و قطعه در حین بلندکردن تراز باشد.

۱۱-۶-۴-۲-۳۲ برای قطعات با هندسه نامتقارن یا مقطع ناقص باید نقاط مکمل کمکی برای بلندکردن قطعه در نظر گرفته شود.

۱۱-۶-۴-۲-۳۳ در صورتی که بخشی از قطعه دارای مساحت کوچک (مقطع کاهش یافته) یا کنسول های بزرگ باشد، اضافه کردن تقویت‌های فلزی سازه‌ای به پشت قطعه برای فراهم‌کردن مقاومت اضافی لازم است.

۱۱-۶-۴-۲-۳۴ زمانی که زاویه زنجیر کوچک است، بهتر است از تیر شاهین (پخشی)، دو عدد جرثقیل یا سایر لوازمی که زاویه زنجیر را افزایش می‌دهد، استفاده شود.

۱۱-۶-۴-۲-۳۵ علاوه بر لنگر خمشی طولی، ممکن است لنگر خمشی عرضی ناشی از موقعیت نقاط اتصال بلندکننده با توجه به ابعاد عرضی ایجاد شود.

۱۱-۶-۴-۲-۳۶ رعایت تمهیدات لازم مناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران الزامی است.

۱۱-۶-۴-۲-۳۷ رواداری‌های حمل و نصب قطعات بتنی پیش‌ساخته باید طبق مراجع معتبر رعایت شود.

### ۱۱-۶-۵ روش تیلت-آپ

#### ۱۱-۶-۵-۱ کلیات

تیلت-آپ به عنوان یک روش اجرا برای دیوارهای باربر و غیرباربر شناخته می‌شود. در این روش، دیوارها در مجاورت محل نصب، به صورت خوابیده، ساخته و سپس، توسط جرثقیل برپا و در جای خود نصب می‌شوند. از این‌رو، نقاط قوت این روش، بهره‌گیری از مزایای پیش‌ساخته‌سازی، کاهش قابل ملاحظه هزینه قالب‌بندی و حذف مرحله انتقال قطعات از محل ساخت به محل اجرا است.

کارآیی این روش برای پلان‌های منظم موجب شده است که اغلب در ساختمان‌هایی با کاربری اداری، تجاری و انبار استفاده شود. دیوارهای ساخته شده با این روش، عموما بتن‌آرمه هستند.

**۱۱-۶-۵-۲ الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه با شیوه تیلت-آپ**

۱۱-۶-۵-۲-۱ حداکثر ارتفاع قابل ساخت با روش تیلت-آپ ۱۳ متر است.

۱۱-۶-۵-۲-۲ استفاده از روش تیلت-آپ برای دیوارهای باربرِ ساختمان‌های متعلق به گروه خطرپذیری ۱، ۲ و ۳ در مناطق لرزه‌خیز با خطر نسبی خیلی زیاد ممنوع است.

۱۱-۶-۵-۲-۳ کاربرد سقف‌های غیرصلب (انعطاف‌پذیر) در روش تیلت-آپ مجاز نیست؛ مگر اینکه سقف‌ها پوششی باشند.

۱۱-۶-۵-۲-۴ طراحی دیوارهای تیلت-آپ باید مطابق با ضوابط بارگذاری و طراحی اجزای بتنی مندرج در مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان و نیز نشریه ACI 551.2R و با در نظر گرفتن کلیه شرایط اجرایی پروژه از جمله برپاسازی و نصب صورت پذیرد.

۱۱-۶-۵-۲-۵ مقرون به صرفه‌ترین ابعاد دیوار، بزرگترین آن، با توجه به محدودیت‌های زیر است:

- مساحت محوطه ساخت؛
- اندازه حاصل از پایداری و تنش‌های مجاز روی دیوار در حین برپاسازی؛
- ظرفیت جرثقیل موجود در کارگاه پروژه؛
- ظرفیت تجهیزات نصب و اتصالات؛
- سایر محدودیت‌های موجود در کارگاه برای ساخت و نصب.

۱۱-۶-۵-۲-۶ استفاده از اتصالات جوشی، پیچ و مهره، گلدانی و غلاف ملات / گروت دیوارهای باربر به سازه پی مجاز است و باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و سایر مراجع معتبر، طراحی گردند.

۱۱-۶-۵-۲-۷ هنگامی که از روش تیلت-آپ، برای دیوار حایل استفاده می‌شود، اتصال دیوار و دال بتن‌آرمه باید از دوران دیوار بر اثر فشار خاک جلوگیری کند.

۱۱-۶-۵-۲-۸ اگر دو یا چند پانل دیواری در مجاورت یکدیگر قرار گیرند، این پانل‌ها باید در محل‌هایی که اتصال آنها از نظر پایداری سازه‌ای در برابر بارهای وارد بر سازه، اهمیت دارند، با اتصال جوشی به یکدیگر متصل شوند.

۱۱-۶-۵-۲-۹ در مواردی که اتصال پانل‌های دیوار به یکدیگر، به لحاظ مقاومت در برابر لنگر واژگونی لازم باشد، باید پانل‌ها دو به دو و حداکثر در گروه‌های سه‌تایی در صفحه به هم متصل شوند. در این صورت، باید آرماتورهای افقی اضافه‌ای برای کنترل ترک‌های عرضی تعبیه شود.

۱۱-۶-۵-۲-۱۰ رعایت تمهیدات لازم برای اتصالات، متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده الزامی است.

۱۱-۶-۵-۲-۱۱ در مواردی که بتن به صورت نمایان قرار خواهد گرفت، سنگدانه‌های مصرفی برای برآورده نمودن الزامات دوام باید خواص مربوط به سلامت سنگدانه، مقاومت در برابر چرخه‌های یخ‌زدن و آب‌شدن و در صورت نیاز، مقاومت در برابر باران‌های اسیدی را داشته باشد.

۱۱-۶-۵-۲-۱۲ جزییات اجرایی باید مطابق نشریه ACI 551.1R باشد.

۱۱-۶-۵-۲-۱۳ پیش‌بینی تمهیدات ایمنی لازم، به هنگام برپاسازی دیوارها با جرثقیل، الزامی است.

۱۱-۶-۵-۲-۱۴ استفاده از تیر شاهین (پخشی)، برای برپاسازی قطعه الزامی است.

۱۱-۶-۵-۲-۱۵ مدارک فنی نصب باید با در نظر گرفتن فرآیند نصب تهیه شود.

## ۱۱-۶-۶ ساختمان‌های نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه بعدی (3D پانل)

### ۱۱-۶-۶-۱ کلیات

ساختمان‌های نیمه‌پیش‌ساخته با صفحات بتن پاششی سه بعدی که به 3D پانل مشهورند، متشکل از یک شبکه خرپای فضایی از میلگردهای ساده، یک لایه پلی‌استایرن به ضخامت ۴۰ تا ۹۰ میلی‌متر و دو لایه بتن پاششی در طرفین است. شبکه خرپای فضایی، از اتصال شبکه‌های فولادی ساخته‌شده به روش جوش نقطه‌ای اتوماتیک، توسط میلگردهای مورب حاصل می‌شود. در این سیستم، بازشوها در زمان تولید در کارخانه یا پیش از نصب، تعبیه و تقویت‌های لازم با استفاده از شبکه فولادی انجام می‌شود.

لازم است پانل‌ها برای تحمل برش و خمش وارده در سقف و تحمل بار محوری و برش عرضی در دیوارها طراحی شوند و جزییات لازم برای یکپارچه‌نمودن اجزای سیستم به دقت مورد توجه قرار گیرند. در این پانل‌ها، لایه پلی‌استایرن علاوه بر نقش قالب‌بندی، در عایق‌کاری حرارتی نیز، موثر است. پانل‌های 3D در قطعاتی با عرض یک متر و طول سه متر در کارخانه تولید می‌شوند و پس از حمل به کارگاه و اجرای زیرسازی مناسب، در موقعیت خود قرار داده و به یکدیگر متصل می‌شوند. پس از اجرای تاسیسات برقی و مکانیکی لازم، دو سمت پانل‌ها با بتن ریزدانه، بتن‌پاشی می‌شود. از نقاط ضعف این سیستم می‌توان موارد زیر را برشمرد:

مشکل اجرا در محل‌های بادخیز، ترد بودن فولادهای پیش‌کشیده، دشواری رعایت رواداری‌ها به هنگام نصب و شاقول‌کردن پانل‌ها، دشواری کنترل ضخامت بتن پاشیده، عدم دست یافتن به مقاومت‌های بالای بتن، امکان ایجاد خوردگی در شبکه فولادی، عدم امکان دسترسی برای تعمیر یا اصلاح مسیر تاسیساتی.

**۱۱-۶-۶-۲ الزامات ساختمان‌های نیمه‌پیش‌ساخته با 3D پانل**

**۱۱-۶-۶-۲-۱** پانل‌ها باید در محیط‌های دور از تابش مستقیم اشعه خورشید، بارش باران، رطوبت، تغییرات حرارتی شدید و عوامل مخرب محیطی نگهداری شوند.

**۱۱-۶-۶-۲-۲** پانل‌ها باید دور از مواد آتش‌زا یا حلال مانند هیدروکربن‌ها نگهداری شود و از حرارت مستقیم نیز مصون ماند.

**۱۱-۶-۶-۲-۳** انبارکردن پلی‌استایرن، با حجم بیش از ۶۰ مترمکعب مجاز نیست؛ درصورت نیاز به ذخیره‌سازی مقادیر بیشتر، باید بین هر انبارش حداقل ۲۰ متر فاصله باشد.

**۱۱-۶-۶-۲-۴** هسته عایق باید پلی‌استایرن منبسط‌شونده از نوع کندسوز با حداقل چگالی اسمی ۱۵ $kg/m^3$، مطابق استاندارد ASTM و با تایید از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد.

**۱۱-۶-۶-۲-۵** لایه پلی‌استایرن باید در محل کف/سقف قطع شود و بین طبقات امتداد نداشته باشد. هرگونه امتداد قائم لایه پلی‌استایرن در دیوارهای خارجی، شفت‌های پلکان، آسانسور و نظایر آنها نیز، باید در محل کف/سقف قطع شود.

**۱۱-۶-۶-۲-۶** هرگونه سوراخ یا گشودگی ایجاد شده درون دیوار باید آتش‌بندی شود.

۱۱-۶-۶-۲-۷ هرگونه عملیات جوشکاری در نزدیکی پانل‌های بتن‌پاشی نشده که احتمال آسیب‌رسانی به پانل داشته باشد، باید با رعایت تمهیدات ویژه و با نظارت دقیق انجام شود.

۱۱-۶-۶-۲-۸ از بارگذاری یا اقداماتی نظیر راه رفتن روی پانل‌ها باید اجتناب شود.

۱۱-۶-۶-۲-۹ نگهداری و انبار پانل‌ها روی یکدیگر باید به نحوی باشد که جوش شبکه و مفتول‌ها آسیب نبینند.

۱۱-۶-۶-۲-۱۰ در هنگام بارگیری، باراندازی یا حمل و نقل پانل‌ها باید اقدامات لازم برای جلوگیری از تابیدگی و خمیدگی آنها به عمل آید.

۱۱-۶-۶-۲-۱۱ رعایت مشخصات بتن پاششی، طبق آیین‌نامه بتن ایران الزامی است.

۱۱-۶-۶-۲-۱۲ ضخامت بتن پاششی در هر طرف نباید از ۴۰ میلی‌متر کمتر و از ۷۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۱۳ حداقل تنش تسلیم فولاد شبکه جوش ۲۴۰ مگاپاسکال و حداقل قطر آن ۳ میلی‌متر است.

۱۱-۶-۶-۲-۱۴ تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف برای بتن مسلح مانند کاربرد فولاد گالوانیزه و نیز بتن مقاوم در محیط خورنده، باید طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان لحاظ شود.

۱۱-۶-۶-۲-۱۵ ضخامت هسته عایق در پانل‌های دیواری باید حداقل ۴۰ میلی‌متر و به تناسب آن، فاصله شبکه‌های جوش‌شده از یکدیگر باید حداقل ۸۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۱۶ ضخامت هسته عایق در پانل‌های سقفی باید حداقل ۶۰ میلی‌متر و به تناسب آن، فاصله شبکه‌های جوش‌شده از یکدیگر باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۱۷ پلان ساختمان باید نسبت به محورهای اصلی بنا، متقارن و ساختمان در ارتفاع، منظم باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۱۸ حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان، مشروط به اجرای کلاف‌های افقی و قائم، ۱۰ متر و در غیر این صورت، ۷/۲ متر از تراز پایه است.

۱۱-۶-۶-۲-۱۹ از ایجاد اختلاف سطح در کف‌ها باید خودداری شود.

۱۱-۶-۶-۲-۲۰ ارتفاع مجاز هر طبقه بدون کلاف میانی باید به ۴ متر محدود شود. در صورت افزایش ارتفاع از این مقدار لازم است یک کلاف میانی منظور گردد. در هر حال، ارتفاع هر طبقه نباید از ۶ متر بیشتر شود.

۱۱-۶-۶-۲-۲۱ انتخاب انواع ترکیبات بار و همچنین، کنترل سازه در مقابل بار باد باید مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان انجام شود.

۱۱-۶-۶-۲-۲۲ طرح لرزه‌ای باید بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ صورت پذیرد.

۱۱-۶-۶-۲-۲۳ حداکثر دهانه باربر ثقلی در سقف ۵ متر، حداکثر طول آزاد دیوار ۶ متر و حداکثر ارتفاع خالص پانل‌های دیواری ۳/۲ متر است.

۱۱-۶-۶-۲-۲۴ لازم است کفایت مقاومت پانل‌های غیرباربر در برابر بارهای غیرمتعارف احتمالی نظیر ضربه، متناسب با شرایط بهره‌برداری مورد بررسی قرار گیرند.

۱۱-۶-۶-۲-۲۵ در مسیر انتقال نیروی جانبی از سازه پانلی به زمین، نباید انقطاعی وجود داشته باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۲۶ در هر دیوار پانلی، سطح بازشوها نباید از ۳۳ درصد سطح کامل دیوار بیشتر باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۲۷ فاصله بازشوها تا کناره‌های دیوار باید حداقل ۷۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

۱۱-۶-۶-۲-۲۸ در اطراف بازشوها باید حداقل به اندازه مساحت معادل مفتول‌های قطع‌شده از پانل در هر راستا، به صورت فولاد متمرکز در همان راستا، در دو طرف بازشو قرار داده شود. همچنین، در گوشه‌های بازشو باید آرماتور تقویتی مورب با رعایت طول مهاری تعبیه شود.

۱۱-۶-۶-۲-۲۹ سایر تمهیدات لازم در مورد بازشوها باید بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان لحاظ شود.

۱۱-۶-۶-۲-۳۰ آثار ناشی از لاغری باید در طراحی پانل‌های بابر لحاظ گردد.

۱۱-۶-۶-۲-۳۱ در طبقه‌هایی که به دلایل معماری تعدادی از دیوارهای آن حذف می‌شود، نباید نسبت سطح مقطع دیوارهای باربر پانلی آن طبقه به سطح مقطع دیوارهای باربر پانل طبقه فوقانی، بدون در نظر گرفتن دیوار قسمت فوقانی بازشوها، از ۷۰ ٪ کمتر باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۳۲ احداث کنسول‌های بیشتر از یک متر مجاز نیست.

۱۱-۶-۶-۲-۳۳ طراحی جزییات قرارگیری میلگردهای مورد نیاز، باید مانند سازه‌های بتن‌آرمه معمولی باشد و مطابق با ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان صورت پذیرد.

۱۱-۶-۶-۲-۳۴ مهار و وصله میلگردها و شبکه جوش‌شده باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۳۵ در دیوارها، پوشش بتن پاششی روی شبکه جوش‌شده یا میلگردها نباید کمتر از ۱۵ میلی‌متر باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۳۶ آرماتورهای انتظار سازه پی، باید باید در فاصله بین لایه عایق و شبکه فولادی پانل قرار گرفته و به سمت شبکه فولادی متمایل باشند.

۱۱-۶-۶-۲-۳۷ نقشه‌های محاسباتی، اجرایی و کارگاهی باید مطابق مندرجات این بخش و نیز الزامات مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، به تناسب سازه مورد نظر تهیه شوند.

۱۱-۶-۶-۲-۳۸ باتوجه به نوع پانل تولیدی، لازم است جزییات اتصال سقف به دیوار، سقف به بازشوها و دیوار به دیوار در حالات مختلف (کنج، کنار هم، سپری و صلیبی) به صورت پارامتریک، در قالب یک دفترچه با عنوان "دفترچه جزییات اتصالات" ارایه شود.

۱۱-۶-۶-۲-۳۹ در صورت استفاده از سیستم تاسیسات مکانیکی توکار، لازم است لوله‌های مربوطه، از جنس پلیمری باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۴۰ اگر از پانل‌های سقفی استفاده شود، لازم است نصب پانل‌های سقف پیش از اتمام بتن‌پاشی دیوارها انجام شود.

۱۱-۶-۶-۲-۴۱ برای اجرای پانل‌های سقفی، باید فاصله ۲۰ میلی‌متری بین پشت‌بند و شبکه جوش شده رعایت شود و نباید به شبکه جوش‌شده بچسبد.

۱۱-۶-۶-۲-۴۲ در پانل‌های سقفی باید خیز منفی به مقدار نیم درصد طول دهانه در وسط دهانه تیرها رعایت شود.

۱۱-۶-۶-۲-۴۳ فاصله حداکثر برای شمع‌ها در طول تیرچه‌های بین پانل‌های سقف ۱/۵ متر است.

### ۱۱-۶-۶-۲-۴۴ آزمایش‌های پیش از بتن‌پاشی

**۱۱-۶-۶-۲-۴۴-۱** قبل از شروع عملیات بتن‌پاشی در کارگاه، باید جعبه‌های آزمایشی چوبی یا فلزی به ابعاد ۱۰۰×۶۰۰×۶۰۰ میلی‌متر برای اخذ نمونه‌های آزمایش از بتن پاششی، توسط پرسنل کارگاه و تحت نظر دستگاه نظارت تهیه شود.

**۱۱-۶-۶-۲-۴۴-۲** به ازای هر مخلوط نمونه، هر وضعیت بتن‌پاشی (افقی یا سربالا) و هر اپراتور بتن‌پاش، باید حداقل یک جعبه آزمایشی در نظر گرفته شود که نصف جعبه با شبکه جوش‌شده پانل، مشابه شرایط واقعی، شبکه‌بندی شود.

**۱۱-۶-۶-۲-۴۴-۳** از هر جعبه آزمایش باید ۶ نمونه مغزه‌گیری انجام شود که ۳ نمونه با شبکه فولادی و ۳ نمونه بدون آن باشد.

**۱۱-۶-۶-۲-۴۴-۴** به ازای هر ۵۰ مترمکعب بتن پاششی یا هر ۵ روز بتن‌پاشی، یک جعبه آزمایشی لازم است.

**۱۱-۶-۶-۲-۴۴-۵** زمانی بتن پاششی، از نظر مقاومت قابل قبول تلقی می‌شود که متوسط مقاومت فشاری سه مغزه حداقل برابر ۰/۸۵ مقاومت مشخصه طرح باشد و همچنین مقاومت هیچ یک از مغزه‌ها کمتر از ۰/۷۵ مقاومت مشخصه طرح نباشد. برای کنترل دقت نتایج می‌توان مغزه‌گیری را تکرار نمود.

**۱۱-۶-۶-۲-۴۴-۶** برای سهولت در نتیجه‌گیری و تسریع در کار می‌توان به همراه بتن‌پاشی جعبه‌ها، ۶ آزمونه استوانه‌ای استاندارد از بتن پاششی گرفته شود و نتایج مقاومت آزمونه‌ها با مغزه‌های اخذشده از جعبه‌ها مقایسه و کالیبره گردد. معیار کیفی مغزه‌ها باید مطابق با ضوابط نشریه ۳۸۵ سازمان برنامه و بودجه باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۴۵ مصالح برگشتی بتن پاششی نباید مورد استفاده مجدد در بتن‌پاشی پانل‌های باربر قرارگیرند.

۱۱-۶-۶-۲-۴۶ استفاده از روش‌های دستی در اجرای بتن پاششی مجاز نیست.

۱۱-۶-۶-۲-۴۷ فشار دستگاه بتن‌پاش یا کمپرسور باید به حدی باشد که بتن پاششی با فشاری در محدوده ۵ تا ۸ بار (اتمسفر) از پاشنده به سوی سطح، خارج شود.

۱۱-۶-۶-۲-۴۸ در عملیات بتن‌پاشی نباید به دلیل نصب قرنیز، ضخامت بتن پاششی پایین دیوار کم شود.

۱۱-۶-۶-۲-۴۹ لازم است بتن‌پاشی دیوارها از پایین به سمت بالای دیوار صورت گیرد.

۱۱-۶-۶-۲-۵۰ به منظور توزیع یکنواخت بتن پاششی و جلوگیری از گلوله و انباشته‌شدن مصالح، لازم است، پاشنده تا حد امکان، عمود بر سطح دیوار قرار داده شود و حرکت آن به صورت یکنواخت با الگوی دوار کوچک، حول محور پاشنده باشد. در موقعیت‌هایی که به لحاظ شرایط معماری یا اجرایی، این موضوع میسر نباشد، دهانه پاشنده نباید کمتر از ۴۵ درجه از سطح کار، زاویه بگیرد.

۱۱-۶-۶-۲-۵۱ بتن‌پاشی نباید به کنج ختم شود؛ برای عملیات بتن پاشی داخل کنج‌ها، باید پاشش در راستای نیمساز کنج انجام شود.

۱۱-۶-۶-۲-۵۲ برای تامین پایداری قائم پانل‌های دیواری به منظور بتن‌پاشی، لازم است در فاصله ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متری از بالای دیوار، از پشت‌بندهای افقی مناسب استفاده شود.

۱۱-۶-۶-۲-۵۳ پلی‌استایرن پانل‌های دیوار باید به نحوی در جای خود ثابت نگه داشته شوند که در اثر فشار حاصل از پاشش بتن، جابجا نشوند.

۱۱-۶-۶-۲-۵۴ رواداری‌های ابعادی پانل‌ها باید مطابق جدول ۱۱-۶-۱ باشد.

۱۱-۶-۶-۲-۵۵ رواداری‌های اجرای پانل‌ها باید مطابق جدول ۱۱-۶-۲ در نظر گرفته شود.

جدول ۱۱-۶-۱ رواداری‌های ابعادی پانل‌ها

| ردیف | مورد | واحد | پانل سقفی | پانل دیواری | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | باربر | غیر باربر |
| ۱ | فاصله قطر پانل | میلی‌متر | ۱۰± فاصله اسمی | ۱۰± فاصله اسمی | ۵± فاصله اسمی |
| ۲ | ضخامت لایه عایق | میلی‌متر | ۵± ضخامت اسمی | ۵± ضخامت اسمی | ۵± ضخامت اسمی |
| ۳ | * قطر مفتول‌ها | میلی‌متر | ۳/۵ ±۰/۱ | ۳/۵ ±۰/۱ | ۲/۵ ±۰/۱ |
| ۴ | ابعاد چشمه | میلی‌متر | ۸۰ ±۵ | ۸۰ ±۵ | ۸۰ ±۵ |
| ۵ | ** زاویه بین مفتول های طولی و عرضی | درجه | ۹۵±۰/۵ | ۹۵±۰/۵ | ۹۵±۰/۵ |
| ۶ | طول مفتول عرضی | میلی‌متر | ۳ – طول‌اسمی | ۳ – طول‌اسمی | ۳ – طول‌اسمی |
| ۷ | طول برش‌گیرها | میلی‌متر | ۳ – طول‌اسمی | ۳ – طول‌اسمی | ۳ – طول‌اسمی |
| ۸ | قطر برش‌گیرها | میلی‌متر | ۳/۵ ±۰/۱ | ۳/۵ ±۰/۱ | -- |
| ۹ | زاویه برش‌گیرها | درجه | ۰/۵ + زاویه اسمی | ۰/۵ + زاویه اسمی | ۰/۵ + زاویه اسمی |
| ۱۰ | تاب برش‌گیرها | میلی‌متر | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ |

با ابعاد و اندازه‌های مندرج در این جدول، رعایت رواداری‌ها الزامی است.

* حداقل قطر مفتول ۳/۵ میلی‌متر می‌باشد و در صورت استفاده از مفتول‌هایی با قطر کمتر، باید محاسبات سازه‌ای مستدل انجام گردد.

** این رواداری برای پانل در طول ۳ متر می‌باشد.

**جدول ۱۱-۶-۲ رواداری‌های اجرای پانل‌ها**

| ردیف | شرح | | | | | رواداری |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | انحراف از امتداد قائم | الف | در لبه و سطح دیوارها، نبش‌ها و کنج‌ها | | | ۵ میلی‌متر در هر ۳ متر طول<br>حداکثر ۲۰ میلی‌متر در کل طول |
| | | ب | برای گوشه نمایان دیوارها، درزهای کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته نمایان مهم | | | ۵ میلی‌متر در هر ۶ متر طول<br>حداکثر ۱۰ میلی‌متر در کل طول |
| ۲ | انحراف از سطوح یا ترازهای مشخص شده در نقشه‌ها | الف | در سطح زیرین دال‌ها، سقف‌ها، سطح زیرین تیرها، نبش‌ها و کنج‌ها قبل از برچیدن حایل‌ها | | | ۱۰ میلی‌متر در هر دهانه یا هر ۶ متر طول<br>حداکثر ۲۰ میلی‌متر در کل طول |
| | | ب | در نعل درگاه‌ها، زیرسری‌ها، جان‌پناه‌های نمایان در شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم | | | ۲۵ میلی‌متر در هر ۶ متر طول<br>حداکثر ۱۰ میلی‌متر در کل طول |
| ۳ | انحراف دیوارها و تیغه‌های جداکننده از موقعیت مشخص‌شده در پلان ساختمان | | در هر دهانه | | | ۱۰ میلی‌متر |
| | | | در هر شش متر طول | | | ۱۰ میلی‌متر |
| | | | حداکثر در کل طول | | | ۲۰ میلی‌متر |
| ۴ | انحراف از اندازه/موقعیت بازشوهای واقع در کف، دیوار و غلاف‌ها | | | | | ۶ ± میلی‌متر |
| ۵ | اختلاف ضخامت دال‌ها و دیوارها | الف | در جهت نقصانی | | | ۱ میلی‌متر |
| | | ب | در جهت اضافی | | | ۵ میلی‌متر |
| ۶ | پی‌ها | الف | اختلاف اندازه‌ها در پلان | نقصانی | | ۱۲ میلی‌متر |
| | | | | اضافی | | ۵۰ میلی‌متر |
| | | ب | جابجایی یا خروج از مرکز | | | دو درصد عرض سازه پی در امتداد طول مورد نظر مشروط برآنکه بیش از ۵۰ میلی‌متر نباشد |
| | | پ | ضخامت | کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده | | ۵ درصد |
| | | | | افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده | | محدودیتی ندارد |

## ۱۱-۶-۷ ساختمان‌های بتن‌آرمه درجا به شیوه قالب‌های تونلی

### ۱۱-۶-۷-۱ کلیات

سیستم موسوم به تونلی، فقط در انبوه‌سازی‌ها استفاده می‌شود و از نوع سیستم دیوار باربر و سقف بتنی است. از آنجایی که سقف و دیوارها به صورت سلولی و هم‌زمان، آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی می‌شوند، این سیستم به تونلی شهرت یافته است. با این شیوه اجرا، ضمن افزایش سرعت و کیفیت، عملکرد سازه‌ای و رفتار لرزه‌ای مجموعه سازه، به لحاظ یکپارچگی اعضا و اتصالات آنها، به نحو چشمگیری بهبود می‌یابد.

قالب‌ها به صورت یکپارچه، بسته و باز می‌شوند. خروج قالب‌های تونلی، پس از بتن‌ریزی دیوار و سقف و گیرش اولیه بتن، با فاصله‌دادن قالب‌ها از جدارهای بتن‌ریزی‌شده و با حرکت افقی روی چرخ یا غلطک صورت می‌گیرد. جدارهایی که با استفاده از این روش اجرا می‌شوند، جدارهای اصلی داخلی و بعضی جداره‌های جانبی هستند. تجربه زلزله‌های گذشته، عموما رفتار مناسب سازه این ساختمان‌ها را نشان داده است. برای افزایش سهولت و سرعت اجرا، اجزای غیرسازه‌ای مانند دیوارهای جداکننده، پله‌ها و پانل‌های نما به صورت پیش‌ساخته در نظر گرفته و پس از تکمیل سازه اصلی، به آن متصل می‌شوند.

با به‌کارگیری مدیریت کیفیت جامع و استفاده از فناوری‌های روز در تسریعِ گیرش و ازدیادِ مقاومت بتن می‌توان سرعت اجرا را به میزان چشمگیری افزایش داد. از معایب این روش، محدودیت در طراحی معماری است. در ساختمان‌های اجراشده به روش تونلی، ابتدا آرماتوربندی و تعبیه مسیرهای تاسیسات برقی در دیوارها انجام می‌شود و هم‌زمان با این اقدامات، قالب‌بندی بازشوهای مورد نیاز برای تاسیسات، در و پنجره اجرا می‌شود. اجرای جداره‌های بتنی پرداخت شده، نیاز به نازک‌کاری بر روی سطوح آن‌ها را برطرف می‌کند.

### ۱۱-۶-۷-۲ الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه درجا با شیوه قالب‌های تونلی

**۱۱-۶-۷-۲-۱** مبانی کلی طراحی این سیستم، مطابق با ساختمان‌های بتن مسلح از نوع دیوار باربر است.

۱۱-۶-۷-۲-۲ اجرای این سیستم درکلیه پهنه‌های لرزه‌خیزی ایران حداکثر تا ۵۰ متر از تراز پایه بلامانع است.

۱۱-۶-۷-۲-۳ بارگذاری و طرح سازه‌ای این روش باید به ترتیب، بر اساس مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان انجام گیرد.

۱۱-۶-۷-۲-۴ رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری زیاد متناسب با لرزه‌خیزی مناطق مختلف ایران الزامی است.

۱۱-۶-۷-۲-۵ حداکثر ارتفاع خالص ۳ متر (بدون احتساب ضخامت سقف) و حداقل ضخامت ۱۵۰ میلی‌متر برای دیوارهای هر طبقه در این سیستم مجاز است.

۱۱-۶-۷-۲-۶ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای در هر جهت باید حداقل ۳٪ سطح زیربنای طبقه باشد.

۱۱-۶-۷-۲-۷ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای یک جهت باید حداقل ۸۰ درصد جهت دیگر باشد.

۱۱-۶-۷-۲-۸ رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه‌ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.

۱۱-۶-۷-۲-۹ درنظر گرفتن ملاحظات لازم در پلان معماری برای بستن و باز کردن قالب‌های تونلی ضروری است.

۱۱-۶-۷-۲-۱۰ قالب‌برداری باید با تامین ضوابط پایه موقت، طبق مراجع معتبر انجام شود.

۱۱-۶-۷-۲-۱۱ استفاده از مواد افزودنی (روان‌کننده، فوق روان‌کننده و افزودنی‌های تسریع‌کننده گیرش بتن) باید مطابق مقررات ملی ساختمان یا سایر مراجع معتبر باشد؛ همچنین، نوع و میزان مصرف آن‌ها باید بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی محل پروژه انتخاب گردد.

۱۱-۶-۷-۲-۱۲ لحاظ‌کردن جزییات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اقلام تاسیسات برقی و مکانیکی در مرحله طراحی و اجرا ضروری است.

۱۱-۶-۷-۲-۱۳ در نظر گرفتن تمهیدات و تجهیزات لازم برای اجرای بتن‌ریزی یکپارچه دیوارها با سقف در هر طبقه ضروری است.

۱۱-۶-۷-۲-۱۴ تمهیدات لازم در اجرای نازک‌کاری و نماسازی بر روی سطوح بتنی باید در مراحل طراحی و اجرا در نظرگرفته شود.

۱۱-۶-۷-۲-۱۵ رعایت رواداری‌های دیوارهای برشی و باربر، طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.

## ۱۱-۶-۸ ساختمان‌های بتن‌آرمه درجای یکپارچه

### ۱۱-۶-۸-۱ کلیات

استفاده از این روش بتن‌ریزی درجا، فقط در انبوه‌سازی‌ها توجیه اقتصادی دارد. در این شیوه، امکان اجرای سازه پی، به صورت نواری یا گسترده وجود دارد؛ اما معمولا به دلایل سهولت اجرا، افزایش سرعت، کاهش هزینه و بهبود کیفیت، از نوع گسترده استفاده می‌شود. سیستم سازه‌ای این روش، متشکل از دیوارهای باربر بتن مسلح در ترکیب با دال بتنی درجا است که همراه با سازه پی آن، ساختار یکپارچه و کاملا مستحکمی را در برابر نیروهای جانبی و قائم پدید می‌آورد. تجربه زلزله‌های گذشته، عموما رفتار مناسب این سیستم سازه‌ای را نشان داده است.

مزیت این شیوه، سرعت بالای آن، به سبب اجرای هم‌زمان کل دیوارهای یک طبقه است. ضمن اینکه، اجرای دیوارهای بتنی به صورت نمایان، نیاز به نازک‌کاری بر روی سطوح آن‌ها را برطرف می کند. آزادی عمل در طراحی معماری به علت امکان توزیع دیوارهای باربر در هر دو امتداد اصلی متعامد در کل پلان و همچنین، امکان حرکت طولی، عرضی و ارتفاعی تاسیسات در تقاطع دیوارها و سقف از دیگر مزایای این روش است.

### ۱۱-۶-۸-۲ الزامات طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه درجای یکپارچه

۱۱-۶-۸-۲-۱ مبانی کلی طراحی این سیستم، مطابق با ساختمان‌های بتن مسلح از نوع دیوار باربر است.

۱۱-۶-۸-۲-۲ بارگذاری و طرح سازه‌ای این روش باید به ترتیب، بر اساس مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان انجام گیرد.

۱۱-۶-۸-۲-۳ رعایت ضوابط مربوط به شکل‌پذیری زیاد متناسب با لرزه‌خیزی مناطق مختلف ایران الزامی است.

۱۱-۶-۸-۲-۴ حداقل ضخامت دیوارها باید طبق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۶-۸-۲-۵ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای در هر جهت باید حداقل ٪۳ سطح زیربنای طبقه باشد.

۱۱-۶-۸-۲-۶ سطح مقطع اسمی دیوارهای سازه‌ای یک جهت باید حداقل ۸۰ درصد جهت دیگر باشد.

۱۱-۶-۸-۲-۷ رعایت حداقل مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای ۲۵ مگاپاسکال برای بتن سازه‌ای و حداقل تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال برای فولاد الزامی است.

۱۱-۶-۸-۲-۸ قطعات قالب باید با توجه به پلان معماری و محدودیت‌های نصب، نظیر ظرفیت جرثقیل‌ها و قلمرو چرخش آنها، تا جای امکان عریض باشند و طراحی آنها طبق نشریه ACI 347 صورت پذیرد.

۱۱-۶-۸-۲-۹ قالب‌برداری سقف با تامین ضوابط پایه موقت، باید طبق نشریه ACI 347.2R انجام شود.

۱۱-۶-۸-۲-۱۰ استفاده از مواد افزودنی (روان‌کننده، فوق روان‌کننده و افزودنی‌های تسریع‌کننده گیرش بتن) باید مطابق مقررات ملی ساختمان یا سایر مراجع معتبر باشد؛ همچنین، نوع و میزان مصرف آن‌ها باید بر مبنای مشخصات اجرایی و اقلیمی محل پروژه انتخاب گردد.

۱۱-۶-۸-۲-۱۱ در نظر گرفتن میزان روانی بتن، با توجه به تراکم آرماتورها، لوله‌های تاسیسات الکتریکی و همچنین در اطراف محل بازشوها ضروری است.

۱۱-۶-۸-۲-۱۲ لحاظ‌کردن جزییات دقیق مسیر و محل نصب کلیه اقلام تاسیسات برقی و مکانیکی در مرحله طراحی و اجرا ضروری است.

۱۱-۶-۸-۲-۱۳ در نظر گرفتن تمهیدات و تجهیزات لازم برای اجرای یکپارچه دیوارها در هر طبقه الزامی است.

۱۱-۶-۸-۲-۱۴ در نظر گرفتن تمهیدات و تجهیزات لازم برای عملیات نگهداری بتن دیوارها در شرایط مختلف آب و هوایی و همچنین، در تماس با محیط‌های خورنده الزامی است.

۱۱-۶-۸-۲-۱۵ یکپارچگی سقف هر طبقه با دیوارهای فوقانی و تحتانی آن باید تامین شود.

۱۱-۶-۸-۲-۱۶ رعایت رواداری‌های دیوارهای برشی و باربر، طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان الزامی است.

غیر قابل انتشار

غیر قابل انتشار

# پیوست ۱ مفاهیم صنعتی‌سازی ساختمان

از دهه ۵۰ خورشیدی به بعد، برای صنعتی‌سازی ساختمان در کشور کوشش شده است؛ ولی اگر صادقانه قضاوت شود، موفق نبوده‌ایم. اکثر مهندسان کشور در جواب این پرسش که "صنعتی‌سازی یعنی چه؟" پاسخ‌های متفاوت و ناقصی مثل "پیش‌ساخته‌سازی" یا "انبوه‌سازی" را مطرح می‌کنند که جامع و مانع نیست؛ به عنوان یک مثال نقض، می‌توان به روش قالب‌های تونلی اشاره داشت که بسیار صنعتی است؛ اما پیش‌ساخته نیست. انتظاری که از صنعتی‌شدن ساختمان می‌رود این است که کیفیت کار در همه زمینه‌ها بالا رود و برای اجزای مشابه یکسان شود؛ همچنین، بهره‌وری منابع و سرعت افزایش یابد. از این‌رو، بهره‌وری منابع، افزایش سرعت، بهبود و یکسان‌سازی سطح کیفیت، سه معیار عمده صنعتی‌سازی است که حتی عدم رعایت یکی، موجب غیرصنعتی‌شدن پروژه می‌شود.

در حال حاضر، علت ناچیزبودن افزایش بهره‌وری در ایران، در اختیارنداشتن فناوری‌های لازم نیست؛ بلکه عدم مدیریت درست منابع است. فناوری، کم و بیش در سال‌های گذشته وارد کشور شده، ولی پاسخگوی این موضوع نبوده است. بهره‌وری، حاصل ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان است. حال آنکه، در کشورمان نه از منابع به طور موزون استفاده می‌شود و نه ترکیب بهینه‌ای از آنها لحاظ می شود. ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان با مدیریت کیفیت جامع (TQM) قابل دستیابی است؛ به شرط اینکه منبع مالی نیز، موزون به آن تزریق شود. این موضوع، خود می‌تواند بسترساز توسعه فناوری باشد. شایان توجه است که هر اقدام برهم زننده رفتار موزون، باعث افت شدید بهره‌وری خواهد شد؛ مثال بارز آن، پرداخت‌های غیرموزون اقتصادی است.

حداقل ۹۵ درصد حجم ساخت و ساز کشور را ساخت و ساز متداول شهری و روستایی که همان غیرانبوه‌سازی‌هاست، تشکیل می‌دهد. پیش‌ساختگی، کلید صنعتی‌سازی در غیرانبوه‌سازی است که از طریق استانداردسازی کیفی و ابعادی و نیز مدولارسازی محقق می‌شود. الزام داشتن استاندارد کیفی و ابعادی و نیز مدولار بودن، باعث افزایش تقاضای اقلام کارخانه‌ای در بازار می‌شود. در نتیجه، مهندسان می‌دانند که باید یکی از آن تولیدات مدولار کارخانه‌ای را که کیفیت مناسبی دارند، انتخاب کنند و نصاب‌ها هم، به سهولت آن را نصب می‌کنند. به عبارت دیگر، نتیجه کارخانه‌ای شدن

محصولات، بهره‌وری منابع، افزایش سرعت، بهبود و یکسان‌سازی کیفیت خواهد بود که جملگی از معیارهای صنعتی‌سازی است. به همین دلیل است که در کشورهای پیشرفته، یک ساختمان ۴ طبقه در زمان بسیار کوتاه‌تری نسبت به کشورهای در حال توسعه ساخته می‌شود.

بحث مدولار، متفاوت از موضوع ماژول است که نمونه بارز آن لارج پانل است. مدولار به این معنی است که مدولی تعریف و ابعاد، به اندازه مضربی از آن مدول، کم و زیاد می‌شود. برای مثال، عرض درها از ۷۰ سانتی‌متر شروع و ده سانتی‌متر، ده سانتی‌متر اضافه شود تا به ۱۱۰ سانتی‌متر برسد؛ این ده سانتی‌متر همان مدول است. در نتیجه، دری با عرض ۷۴ سانتی‌متر وجود ندارد و برای نصب، لازم نیست که نجار پای کار باشد.

توضیح: لارج پانل، روش ساخت با استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی که اغلب حجیم، سنگین و فاقد تنوع هستند، است. ساختمان‌های ساخته شده با این روش، در زلزله ۱۹۸۸ اسپیتاک ارمنستان که با بزرگی ۶/۸ در مقیاس MW به وقوع پیوست، عموما از ناحیه اتصالات خود دچار آسیب شدند و فرو ریختند. بر اثر این زلزله، نزدیک به ۴۰،۰۰۰ نفر کشته و حدود ۱۳۰،۰۰۰ نفر مجروح شدند.

مشخصه اصلی انبوه‌سازی، تکرار زیاد و در نتیجه، امکان اتخاذ روش برای ساخت است. هنگام طراحیِ طرح تکرارپذیر در انبوه‌سازی صنعتی، توجه به ساخت‌پذیری و در دسترس بودن فناوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی اهمیت ویژه‌ای دارد و این مهم، با اتخاذ شیوه "طرح و ساخت" به سهولت انجام می‌شود. از این‌رو، برای کسب بهترین نتیجه از مهندسی ارزش و ترویج صنعتی‌سازی در انبوه‌سازی، شیوه "طرح و ساخت" برای آنها الزامی شده است. الزام "طرح و ساخت" برای انبوه‌سازی صنعتی، الزام آن برای کل پروژه است. واضح است که در فعالیت‌های مختلف می‌توان از مشاور یا پیمانکاری جداگانه، لیکن تحت مدیریت واحد و به صورت یکپارچه استفاده کرد. در شیوه "طرح و ساخت"، پایش پروژه بر عهده شخص ثالثی است که معمولا مشاور کارفرماست. در پروژه‌های غیرانبوه‌سازی صنعتی، طرح و ساخت می‌تواند جدا از هم باشد؛ همان‌گونه که در اکثر پروژه‌های غیرانبوه‌سازی صنعتی معروف دنیا، مشاور و پیمانکار مستقل از یکدیگر هستند. حال‌آنکه برای طرح‌های انبوه‌سازی صنعتی، طرح و ساخت یک الزام است. در روش "طرح و ساخت" است که طراحی با توجه به مقتضیات اجرا، واقع‌بینانه‌تر انجام و مرحله بازنگری در نقشه‌ها حذف می‌شود؛ از این‌رو، بهره‌وری افزایش می‌یابد؛ اینجاست که مهندسی ارزش محقق می‌شود.

توضیح: در شیوه Design and Build که از عبارت "طرح و ساخت" برای معادل فارسی آن استفاده شده، مدیریت طرح و ساخت برعهده مجموعه واحدی است. طراحی با لحاظ‌کردن نظرات مجری، به منظور کاهش خطاها و در نتیجه افزایش سرعت در فعالیت‌ها انجام می‌شود. تاکید می‌شود مفهوم طرح و ساخت، این نیست که طراح و سازنده با هم ادغام شوند؛ بلکه می‌توانند جدا از هم باشند؛ اما ارتباط تعریف شده‌ای دارند که این ارتباط، مادر مهندسی ارزش است و به کمک آن، درصد قابل توجهی صرفه‌جویی اقتصادی ایجاد می‌شود. روش Fast Track Mode نوعی از شیوه "طرح و ساخت" است که در آن، هم‌پوشانی فعالیت‌های طراحی و اجرا صورت می‌پذیرد. در این روش، طراح و کنترل پروژه از ابتدای پروژه باید کنار مجری باشند تا هر بخش از کار، با نظر و تایید هر سه عامل پیش برود. در شیوه‌های دیگر ساخت، اگر هدف مهندسی ارزش باشد، ولی طراح و مجری با هم کار طراحی را انجام ندهند، این هدف تحقق نخواهد یافت. کاربرد شیوه "طرح و ساخت" در ایران، از حدود ۲۰ سال پیش آغاز شده است و امروزه، اکثر قریب به اتفاق پروژه‌ها در صنایع نفت و فولاد، به صورت طرح و ساخت، در قالب قراردادهای EPC (مهندسی، تدارکات و ساخت) واگذار می‌شود؛ زیرا، نقش تدارکات در این صنایع، گسترده و تخصصی است.

در دنیا، اکثر انبوه‌سازان صنعتی، دارای مجموعه طراحی در داخل خود یا به صورت مشارکتی هستند. البته، ممکن است از برخی شیوه‌های طراحی استفاده کنند؛ اما جزییات اجرایی را باید خودشان تهیه نمایند. برای مثال، پیمانکاران ترکیه‌ای که با روش قالب‌های تونلی کار می‌کنند، حتی از مبدعان فرانسوی آن نیز ماهرتر شده‌اند. بررسی ساختمان‌های تاریخی در سطح ایران و جهان، نشان‌دهنده این موضوع است که جملگی به روش "طرح و ساخت" انجام شده‌اند. بدین مفهوم که طراحانی نخبه که تسلط کامل بر ساخت نیز داشتند، بنای مورد نظر را طرح می‌کردند و سپس خودشان مسوولیت اجرای آن را بر عهده می‌گرفتند. به تدریج، طی قرون متمادی، به دلیل تخصصی شدن فعالیت‌ها، کاربرد روش "طرح و ساخت" کم‌رنگ شد و این وضعیت تا نیمه دوم قرن بیستم ادامه یافت. در آن زمان، پژوهش‌گران به مزایای روش "طرح و ساخت" و تاثیر آن در بهره‌وری پی بردند و کاربرد آن، رو به فزونی گذاشت.

از دیگر الزامات انبوه‌سازی صنعتی، مدیریت یکپارچه است که با استقرار TQM عملی می‌شود و نیازمند ابزارهایی مانند تحقیق و توسعه برای نوآوری؛ مدیریت دانش برای ثبت و به‌کارگیری درس‌آموخته‌ها؛ بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست برای حفظ محیط کار سالم و ایمن؛ آموزش برای تربیت نیروی کار لازم؛ و کنترل همراه با تضمین کیفیت برای اطمینان از بهبود و یکسان‌سازی کیفیت است. این ابزارها، لازمه اعمال مدیریت یکپارچه است. شایان توجه است که افزایش ایمنی و بهداشت، همراه با کاهش آسیب به محیط‌زیست، از اصلی‌ترین محورهای توسعه پایدار نیز است.

برای کاهش فاصله صنعتی‌سازی ساختمان در کشورمان با کشورهای پیشرفته، لازم است تا بین ساخت و ساز صنعتی در دو حوزه انبوه و غیرانبوه، تفکیک قایل شد؛ زیرا همان‌گونه که پیش‌تر تشریح شد، نحوه تامین معیارهای سه‌گانه صنعتی‌سازی در این دو گروه، کاملا با یکدیگر تفاوت دارد.

سه مانع عمده در مسیر صنعتی‌سازی ساختمان عبارتند از: تعجیل، عادت به روش‌های متعارف و فقدان فهرست بهای ویژه صنعتی‌سازی ساختمان که در ادامه بررسی می‌شوند:

- سرعت، حاصل کاهش خطاست؛ در حالی که، تعجیل، گسترش خطا را تشدید می‌کند. تعجیل به صورت مستقل، به عنوان مانعی برای صنعتی‌سازی ساختمان ذکر می‌شود تا اهمیت آن برای فعالان این عرصه مشخص شود. مراحل مختلفی شامل فکر کردن، تعیین روش و ابزار کار، سازمان‌دهی و برنامه‌ریزی منابع باید جملگی با رعایت ترتیب انجام گیرد تا بتوان شاهد تحقق صنعتی‌سازی ساختمان در کشور بود. در غیر این‌صورت، هزینه، افزایش و کیفیت، کاهش می‌یابد.
- عادت به روش‌های متعارف، همان گرایشی در انسان‌هاست که منجر به مقاومت در برابر روش‌های جدید می‌شود. همیشه برای اینکه چیز جدیدی، جایگزین عادت گذشته شود، به وقت، توجه و سرمایه نیاز دارد. دیده شده است که ساخت مجموعه‌ی ۲،۰۰۰ واحدی را به شخصی واگذار کرده‌اند و او به دلیل وابستگی و عادت به روش‌های سنتی، آجر را روی آجر گذاشته و در انتها هم، هدررفت عظیم مصالح را با کامیون بار زده و در محیط‌زیست تخلیه کرده است.
- فقدان فهرست بهای ویژه صنعتی‌سازی موجب شده است که انعطاف کافی برای پذیرش روش‌ها و فناوری‌های جدید صنعتی در نظام قیمت‌گذاری محصول و خدمات ساختمانی وجود نداشته باشد؛ در نتیجه، ریسک پیمانکاران برای کاربرد شیوه‌های جدید در طراحی و ساخت افزایش یابد. عدم اعمال مهندسی ارزش، از دیگر پیامدهای فقدان فهرست بهای ویژه صنعتی‌سازی است.

نداشتن استاندارد کیفی و ابعادی و مدولار نبودن معماری، اجزا، تاسیسات و تجهیزات گوناگون ساختمان، مانع اصلی برای گسترش صنعتی‌سازی در غیرانبوه‌سازی‌ها است. از سویی دیگر، عدم اتخاذ

روش طرح و ساخت، در کنار نداشتن مدیریت یکپارچه، از موانع عمده صنعتی‌سازی در انبوه‌سازی هاست.

در اکثر قریب به اتفاق پروژه‌های ساختمانی، همچنان غفلت از معیارهای سه‌گانه صنعتی‌سازی به چشم می‌خورد که منجر به کاستی‌های زیر می‌شود:

۱- مدیریت نادرست برای ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان و در نتیجه بهره‌وری ناچیز؛

۲- کیفیت نامناسب؛

۳- انحراف از برنامه زمان‌بندی مبتنی بر سرعت.

در پایان، چنین جمع‌بندی می‌شود که صنعتی‌سازی برای هر پروژه ساختمانی، حاصل رویکرد حل مساله بر پایه تفکر برای بهره‌گیری از مزیت تکرار است که از طریق ترکیب بهینه و موزون منابع و زمان با در نظر گرفتن مقتضیات اجرا محقق می‌شود و فرهنگ جامعه و محدودیت‌های اقتصادی و سیاسی، تاثیر قابل توجهی بر آن دارد.

غیر قابل انتشار

# پیوست ۲ برخی از مصادیق صنعتی‌سازی ساختمان

در این پیوست، برخی از مصادیق صنعتی ساختمان، فهرست شده است. حرفه‌مندان می‌توانند با استفاده از موارد مطرح شده، روش‌های جدید را جستجو یا ابداع کنند؛ بدیهی است که تشخیص مزیت کاربرد این مصادیق، به مشخصات پروژه بستگی دارد و باید بر اساس معیارهای مندرج در این مبحث و با تامین الزامات فنی و مقرراتی (به ویژه ایمنی) صورت پذیرد.

۱- استانداردسازی ابعادی؛

۲- مدولارسازی معماری، سازه و تاسیسات؛

۳- تدوین روش‌های اجرا در پروژه‌های بزرگ ساختمانی؛

۴- استفاده حداکثری از ساخت در کارخانه یا ساخت در فضایی پیش‌بینی شده در کارگاه با تامین تمهیدات لازم برای پایش مراحل ساخت و عمل‌آوری؛

۵- حداقل‌نمودن ساخت در محل احداث ساختمان و بیشینه‌سازی نصب در آن؛

۶- حداکثر استفاده از قطعات پیش‌ساخته در حد عضو یا مجموعه‌ای از اعضا؛

۷- استفاده از فناوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی با رعایت اصولی نظیر سبک‌سازی، پیش‌ساختگی، عملکرد لرزه‌ای مناسب، حداقل‌نمودن نیروی انسانی، کاهش دورریز مصالح و قابلیت نصب سریع در کارگاه؛

۸- حذف قالب با استفاده از قالب‌های ماندگار چند منظوره؛

۹- کاهش سطح قالب با یکپارچگی و ساختاری نظیر قالب‌های لغزنده؛

۱۰- افزایش سرعت و اصلاح چرخه کاری قالب با یکپارچگی و ساختاری نظیر قالب‌های جهنده با سیستم هیدرولیکی خود بالارونده، قالب تونلی و میز پرنده؛

۱۱- انتقال نوآورانه عملیات اجرا از ارتفاع به تراز محوطه به منظور تسریع در اجرا، تامین ایمنی حداکثری و کنترل کیفیت مطلوب؛ به طور نمونه، در اجرای سقف با روش‌های مبتنی بر Lifting، همه مراحل قالب‌بندی، آرماتوربندی، بتن‌ریزی و عمل‌آوری دال‌های بتنی در سطح کارگاه انجام می‌شود و از طریق سیستم مکانیزه هیدرولیکی بالا کشیده و در محل خود، نصب می‌شود؛

۱۲- استفاده از قطعات پیش‌ساخته به همراه اتصالات نوآورانه یا مرسوم؛

۱۳- استفاده از بتن خود تراکم و حذف عملیات تراکم بتن در کارگاه؛

۱۴- استفاده از شبکه‌های آرماتور پیش‌بافته و تسریع در آرماتوربندی؛

۱۵- کاربرد پیش‌تنیدگی به منظور امکان اجرای قطعات جداگانه پیش‌ساخته و صرفه‌جویی در ابعاد قطعات و وزن سازه؛

۱۶- استفاده از روش‌های نصب نوآورانه نظیر روش‌های پیش‌رانش مرحله‌ای یا پیش‌رانش کلی؛

۱۷- استفاده از قالب‌های مدولار و سبک با روش‌های نوآورانه در مورد اتصالات، پایه‌ها و پشت‌بندها، به منظور سرعت‌دهی در قالب‌بندی و باز کردن آن؛

۱۸- تولید قطعات با روش‌های اتوماسیون صنعتی نظیر برش‌کاری و سوراخ‌کاری‌های CNC و جوشکاری رباتیک؛

۱۹- روش‌های نوآورانه در ساخت قطعات فولادی نظیر نورد پروفیل‌های خاص و قوطی، جوشکاری های اتوماتیک و نوآورانه (نظیر Electro Slag، زیرپودری و غیره)، ساخت قالب‌های سرهم‌سازی با قابلیت حرکت و چرخش برای تنظیم زاویه جوشکاری؛

۲۰- طراحی اتصالات نوآورانه در سازه‌های فولادی به منظور حداقل‌نمودن عملیات اجرایی و نیروی انسانی در کارگاه؛

۲۱- کاربرد اتصالات پیچ و مهره‌ای استاندارد، به جای جوشکاری در کارگاه؛

۲۲- طراحی و ساخت سازه‌های ترکیبی فولاد و بتن به منظور بهره‌گیری از مزایای هر دو؛

۲۳- استفاده از قالب‌های ماندگار فولادی با نقش سازه‌ای، نظیر عرشه فولادی برای افزایش سرعت اجرا؛

۲۴- کاربرد مصالح نوین؛

۲۵- طراحی و کاربرد المان‌های سبک، عایق و قابل اعتماد در زلزله برای دیوارهای جداکننده ساختمان نظیر دیوار خشک، بلوک سبک و ساندویچ پانل؛

۲۶- استفاده از نماهای پیش‌ساخته بتنی و آلومینیومی؛

۲۷- اجرای بتن به صورت نمایان به منظور حذف نازک‌کاری‌های بعدی؛

۲۸- استفاده از بتن‌های رنگی و بتن‌های نقش‌دار در نماسازی به منظور حذف نازک‌کاری‌های بعدی.

غیر قابل انتشار

# پیوست ۳ منافع حاصل از صنعتی‌سازی ساختمان

معیارهای موفقیت در هر پروژه عمرانی به طور کلی شامل هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی است. در ادامه، به بررسی تاثیر صنعتی‌سازی ساختمان بر هر کدام از این معیارها پرداخته می‌شود. همچنین، نتایج مثبت صنعتی‌سازی ساختمان در حوزه توسعه پایدار، از دو منظر حفظ محیط‌زیست و توسعه صنعتی کشور بررسی می‌گردد.

## پ-۳-۱ افزایش صرفه اقتصادی و کاهش هزینه‌ها برای فرد و جامعه (معیار هزینه)

ابتدا باید توجه داشت که صنعتی‌سازی ساختمان روی بخشی از هزینه‌های ساختمانی که مربوط به مراحل ساخت و بهره‌برداری است، تاثیر دارد و روی بخشی دیگر نظیر هزینه‌های مربوط به استملاک زمین، انشعابات شهری و مجوزهای قانونی تاکنون تاثیری نداشته است.

پاسخ این سوال که چند درصد از کل هزینه‌های تمام شده یک پروژه ساختمانی مسکونی را هزینه‌های مربوط به ساخت و اجرا دربر می‌گیرد، به عوامل مختلفی از جمله محل ساختمان، قیمت زمین و کیفیت ساخت بستگی دارد. برای مثال، در شهرهای کوچک و شهرک‌های جدید هزینه تملک زمین، کم و بخش اعظم هزینه‌ها، مربوط به ساخت و اجرا است؛ ولی در برخی نقاط مرغوب شهری با توجه به قیمت بالای زمین ممکن است فقط کسری از هزینه‌ها به ساخت و اجرا اختصاص یابد. با توجه به مطالعه انجام شده در ایران می‌توان هزینه مربوط به ساخت و اجرا را حدود ۵۵ درصد هزینه تمام شده پروژه‌های مسکونی فرض کرد. به عبارت دیگر می‌توان ادعا کرد که صنعتی‌سازی ساختمان روی حدود ۵۵ درصد از کل هزینه تمام‌شده ساختمان‌های مسکونی تاثیر مستقیم دارد که با مدیریت و برنامه‌ریزی درست می‌توان در این بخش از هزینه‌ها صرفه‌جویی نمود.

## پ-۳-۲ کاهش زمان تولید و تسریع در تامین نیازهای مسکن (معیار زمان)

صنعتی‌سازی ساختمان باعث کاهش چشمگیر مدت زمان اجرا می‌شود و این امر منجر به کاهش هزینه‌های جاری پروژه شامل نیروی انسانی حاضر در کارگاه می‌شود. علاوه بر منفعت ناشی از کاهش

هزینه‌های جاری، اتمام سریع‌تر پروژه به نفع سازندگان / فروشندگان واحدهای مسکونی و تسریع در بازگشت سرمایه نیز خواهد بود و هزینه سود اندک مالک ناشی از دیرکرد در تکمیل واحدهای مسکونی به حداقل خواهد رسید.

در ساخت و ساز به روش سنتی علاوه بر زمان‌بر بودن فرآیند اجرا، زمان زیادی به دلایل مختلف، از جمله آب و هوای نامناسب هدر می‌رود. این، در حالی است که با استفاده از روش‌های ساخت صنعتی، با توجه به امکان پیش‌ساخته‌سازی قطعات و تجهیزات ساختمان در یک محیط کنترل‌شده، فرآیند تولید هرگز به دلیل تغییر شرایط جوی و نامساعد بودن آب و هوا متوقف نمی‌شود و در نتیجه، اتلاف زمان به حداقل می‌رسد.

قابلیت روش‌های صنعتی در افزایش سرعت نصب و اجرا، محدودیت و مرز مشخصی ندارد. برای مثال، در سال ۲۰۱۲ میلادی، هتلی ۳۰ طبقه با زیربنای ۱۷،۰۰۰ مترمربع طی مدت زمان ۱۵ روز با استفاده از قطعات پیش‌ساخته مدولار در کشور چین اجرا شده است و این رکورد، همواره در حال بهتر شدن است.

توضیح: در اوج بحران کرونای شهر ووهان چین در ژانویه ۲۰۲۰ میلادی، ساخت بیمارستانی هزار تختخوابه فقط در مدت ۹ روز، حیرت و تحسین جهانیان را در پی داشت. شاید در وهله نخست، "مدیریت مسوولان چینی در عبور از بروکراسی‌های معمول ساخت و ساز" و یا "تخصیص بدون وقفه منبع مالی" به عنوان دو عامل اصلی چنین موفقیت سترگی به ذهن خطور کند؛ اما، این دو مهم، با این که از لوازم کلیدی این دستاورد است، به هیچ وجه، کفایت آن را نمی‌کند. برای کفایت چنین موفقیتی، طراحی‌ها حتما باید بر اساس قطعات پیش‌ساخته موجود در بازار انجام شود و در محل، تنها مراحل نصب و تجهیز انجام گیرد. اینجاست که تنوع قطعات پیش‌ساخته موجود در بازار و نیز وجود بانک اطلاعاتی قوی از آنها به شدت کارگشاست.

در ویرایش حاضر مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان، روی همین موضوع، یعنی "توسعه تولید قطعات پیش‌ساخته" در کارخانه‌ها تاکید شده است که حاصل پژوهشی مفصل در زمینه صنعتی‌سازی ساختمان در جهان است. طبیعی است، برای اینکه یک کارخانه تاسیس شود، باید مشتری یا تقاضای کافی را داشته باشد. از آنجا که اجناس کارخانه‌ای، اندازه‌های خاصی را تولید می‌کنند، پس برای ایجاد تقاضای کافی، مصرف‌کننده‌ها هم، باید از همان اندازه‌ها استفاده کنند. اینجاست که بحث لزوم استاندارد ابعادی در تولیدات از یک طرف و اجبار/تشویق استفاده از آنها در طراحی مهندسی، از سوی دیگر مطرح می‌شود. شایان توجه است که کاربردی

ترین نوع استاندارد ابعادی، نظام مدولار است؛ در این نظام، تفاوت میان دو اندازه از یک جنس تولیدی، مضربی از یک ضریب پایه است که مدول نامیده می‌شود.

بدین‌ترتیب، در صورت استفاده از روش‌های صنعتی به جای روش‌های سنتی می‌توان در یک بازه زمانی معین، تعداد واحدهای مسکونی تکمیل شده را تا چند برابر افزایش داد. افزایش تعداد خانه‌های تولید شده، علاوه بر حل سریع‌تر بحران کنونی مسکن، باعث ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضا و بهبود وضعیت قیمت مسکن نیز خواهد شد. همچنین، در تسریع سامان‌دهی آوارگان حاصل از حوادث غیرمترقبه، نظیر سیل، زلزله و ... تاثیر شگرفی خواهد داشت.

## پ-۳-۳ افزایش کیفیت محصولات (معیار کیفیت)

بر اساس تعاریف موجود می‌توان کیفیت را به عنوان میزان تطابق محصول با خواسته‌های اولیه تعریف کرد. موضوع کیفیت در ساختمان در برگیرنده مفاهیم کیفی مختلفی از جمله مطلوبیت محصول، زیبایی و دوام می‌باشد و در نتیجه، اظهار نظر درباره آن بسیار مشکل است. در کشور ایران، هزینه‌های دوباره‌کاری و بازسازی ناشی از عدم رسیدن به کیفیت مورد نظر، در حدود ۹ درصد کل هزینه‌های اجرا می‌باشد. این، در حالی است که با بهره‌برداری از روش‌های ساخت صنعتی، با توجه به اینکه تولید قطعات ساختمانی در محیطی کنترل‌شده صورت می‌گیرد، احتمال تحمیل هزینه‌های ناشی از افت کیفیت محصول به دلیل شرایط جوی نامساعد از بین خواهد رفت و انجام آزمایش‌ها و ارزیابی قطعات با کمترین هزینه به صورت مداوم امکان‌پذیر خواهد بود. قابلیت کنترل کیفیت محصولات در کارخانه‌های پیش‌ساخته و تضمین کیفیت محصول نهایی می‌تواند به افزایش تمایل مردم به استفاده از این نوع خانه‌ها نیز منجر شود. در کشورهای پیشرفته، تضمین کیفیت محصول نهایی از مهمترین تبلیغات و مشوق‌ها برای مصرف‌کننده محصول خواهد بود. مثلا در ژاپن، تاکید خاصی روی کیفیت ساختمان‌های پیش‌ساخته و تطبیق مشخصات ساختمان با خواست مشتری وجود دارد؛ به طوری که خرید خانه از این شرکت‌ها معمولا با گارانتی ۱۰ ساله و بازبینی‌های دوره‌ای بعد از فروش همراه است.

### پ-۳-۴ افزایش ایمنی در فرآیند تولید و اجرا (معیار ایمنی)

احتمال بروز حادثه در یک کارگاه عمرانی به مدت زمان حضور نیروی انسانی در کارگاه، سطح آموزش و آمادگی کارکنان و همچنین ماهیت و میزان احتمال خطر فعالیت‌ها بستگی دارد. بر اساس آمار ارایه‌شده توسط سازمان بین‌المللی کار سالانه حداقل ۶۰ هزار نفر در سراسر جهان در پروژه‌های عمرانی جان خود را از دست می‌دهند و صدها هزار نفر مجروح یا دچار آسیب جدی می‌شوند. به طور میانگین بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ میلادی، در ترکیه و آرژانتین، یک نفر کشته به ازای هر ۱۰ میلیون نفر-ساعت کار؛ در ایالات متحده آمریکا، یک نفر کشته به ازای هر ۲۱ میلیون نفر-ساعت کار، در اتحادیه اروپا، یک نفر کشته به ازای هر ۳۲ میلیون نفر-ساعت کار و در ایران، طبق مطالعات میدانی انجام‌شده، یک نفر کشته به ازای هر ۴ میلیون نفر-ساعت کار گزارش شده است. یک راهکار مطرح به منظور کاهش میزان حوادث پروژه، تعویض فعالیت‌های پُرخطرِ محل احداث، با فعالیت‌های با احتمال خطر کم در کارخانه یا محیطی کنترل‌شده و ایمن در کارگاه می‌باشد.

کارکنانی که در پروژه‌های غیرانبوه‌سازی صنعتی فعالیت دارند، عموما از کارکنان با تجربه و آموزش‌دیده هستند و با توجه به استفاده بیشتر از ماشین‌آلات و به‌کارگیری قطعات پیش‌ساخته، حضور و میزان فعالیت نیروی انسانی در محل احداث کاهش خواهد یافت. این دو عامل در کنار هم، در افزایش ایمنی و کاهش حوادث کارگاهی در غیرانبوه‌سازی صنعتی نقش موثری را ایفا می‌کند.

در صنعتی‌سازی پروژه‌های بزرگ ساختمانی، با توجه به لزوم اتخاذ روش طرح و ساخت و نیز استقرار نظام موثر HSE، ایمنی عوامل اجرا در مرحله طراحی پیش‌بینی می‌شود و روش اجرای ایمن برای فعالیت‌هایی که احتمال بروز حوادث منجر به فوت یا نقص عضو وجود دارد، تهیه می‌گردد. پیش از اجرا، روش اجرای ایمن به عوامل ذی‌ربط آموزش داده و بر پیاده‌سازی صحیح آن، در طول پروژه نظارت می‌شود. بنابراین، احتمال بروز حادثه، در مقایسه با شیوه‌های سنتی، به شدت کاهش می‌یابد.

نتایج پژوهش‌های معتبر حاکی از آن است که هرچه بهتر مشکلات ایمنی در مرحله طراحی شناسایی و در نتیجه حذف گردند، موثرتر و با هزینه کمتر می‌توان کارگاه ایمن‌تری را هم برای کارکنان در فاز ساخت و هم برای استفاده‌کنندگان در فاز بهره‌برداری ایجاد نمود. به طور نمونه، می‌توان به پیش‌بینی محل نصب تکیه‌گاه‌های مورد نیاز برای برپا نمودن لایف‌لاین‌های افقی و عمودی، پله‌های

ملوانی مورد نیاز روی ستون‌های فلزی و نیز تدابیر لازم برای حذف پرتگاه‌ها در نقشه‌های ساخت اسکلت در مرحله‌ی طراحی اشاره کرد که موجب می‌شود هم‌زمان با ساخت اسکلت اجرا شود.

## پ-۳-۵ حفاظت از محیط‌زیست

صنعت ساخت و ساز، مصرف‌کننده مهم منابع طبیعی کره زمین است. بر اساس آمار ارایه‌شده توسط موسسه نظارت جهانی بیش از ۴۰ درصد سنگ و سنگدانه، ۲۵ درصد چوب و ۱۶ درصد آب مصرفی، در صنعت ساخت و ساز استفاده می‌شود. از طرف دیگر، ضایعات ساختمانی معمولا بخش بزرگی از کل زباله را تشکیل می‌دهد. در کشور چین که به تنهایی، ۲۹ درصد از زباله‌های شهری دنیا را تولید می‌کند، حدود ۴۰ درصد از این حجم، مربوط به زباله‌ها و ضایعات ساختمانی است. این رقم برای حجم زباله‌های ساختمانی در انگلستان، حدود ۲۵ درصد می‌باشد.

تلاش‌های ممکن برای مدیریت زباله را می‌توان در شش دسته کاهش میزان تولید، بازمصرف، بازیافت، تبدیل به کمپوست، سوزاندن و دفن‌کردن تقسیم‌بندی کرد. پیش‌سازی همواره به عنوان یکی از روش های ساخت پایدار و دوستدار محیط‌زیست شناخته شده است. یکی از مهمترین دلایل این دیدگاه، تاثیر پیش‌سازی در کاهش تولید ضایعات ساختمانی و قابلیت استفاده دوباره و بازیافت مصالح در مراحل اولیه تولید می‌باشد. زیرا، در کارخانه یا هر محیط کنترل‌شده دیگر، مصالح با دقت بالاتر و حجم دقیق‌تر مصرف می‌شود و احتمال خطر از بین رفتن مصالح پای کار به دلیل شرایط بد و نامساعد جوی به حداقل خواهد رسید. همچنین، در روش‌های پیشرفته ساخت، میزان تولید ضایعات ساختمانی کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد.

تحقیقی که در سال ۲۰۰۶ در کشور مالزی انجام شد، نشان می‌دهد که تا ۷۳ درصد از زباله‌های تولیدشده در روش‌های صنعتی در محل تولید بازمصرف و بازیافت می‌شود. بر اساس نتایج این تحقیق، منافع حاصل از کاهش تولید زباله و بازیافت آن چیزی در حدود ۲/۵ درصد بودجه‌ی پروژه خواهد بود. در سال ۲۰۰۹ در هنگ‌کنگ نیز، روش‌های ساخت سنتی و پیش‌ساخته از منظر تولید نخاله با یکدیگر مقایسه و مشخص شد که استفاده از پیش‌ساختگی میزان تولید زباله‌های ساختمانی را به طور متوسط تا ۵۲ درصد کاهش می‌دهد. تحقیقی مشابه در سال ۲۰۱۲ در مالزی، نشان‌دهنده

کاهش تولید زباله در روش‌های ساخت صنعتی تا یک‌سوم حجم زباله تولیدشده در روش‌های سنتی بوده است.

بر اساس تخمین موسسه نظارت جهانی، سهم ساختمان‌ها از کل مصرف انرژی سالانه در جهان در حدود ۴۰ درصد است. با توجه به محدود بودن منابع انرژی فسیلی، آلودگی ناشی از مصرف آنها، تخریب محیط‌زیست و گرم‌شدن تدریجی کره زمین، ضروری است تا حد امکان به سمت کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها و همچنین جایگزین‌کردن آنها با انرژی‌های پاک حرکت کرد. امروزه موضوع ساختمان سبز و ساخت خانه‌های صفر انرژی از جمله مهمترین موضوعات در صنعت ساختمان است. بر اساس مطالعه انجام شده در کشور عراق در سال ۲۰۱۵، حدود ۴۸ درصد کل انرژی تولیدی در منازل مسکونی مصرف می‌شود که از این میزان، ۶۹ درصد صرف سرمایش و گرمایش منازل می‌شود. طبق نتایج این مطالعه، روش‌های ساخت صنعتی با عایق‌بندی درست می‌تواند تا ۵۴ درصد در کاهش مصرف انرژی موثر باشد.

### پ-۳-۶ توسعه صنعتی کشور همراه با توسعه اشتغال

بر مبنای محاسبات صورت گرفته در سند راهبردی و چشم‌انداز کلان بخش مسکن در افق ۱۴۰۵، به طور میانگین ساخت یک میلیون واحد مسکونی جدید در سال، لازم است. این، در حالی است که میانگین ساخت و ساز سالانه در دهه ۷۵ تا ۸۵ خورشیدی برابر با ۵۰۰ هزار واحد و برای دوره ۸۵ تا ۹۰ (با توجه به طرح ساخت مسکن مهر در این دوره) ۸۰۰ هزار واحد بوده است. به عبارت دیگر، برای رسیدن به ساخت و ساز مورد نظر در سند چشم‌انداز با روش‌های ساخت متداول، لازم است تا نیروی کار شاغل در بخش مسکن افزایش پیدا کند.

از طرف دیگر، نیروی کار جامعه امروزی، آرام آرام به سمت اخذ تحصیلات عالی پیش می‌رود. این موضوع، باعث می‌شود تا در بلندمدت، بازار تولید ساختمان‌های سنتی با کمبود نیروی کار مواجه شود؛ چرا که نیروی کار تحصیل‌کرده دیگر نخواهد توانست به عنوان یک کارگر ساده نسبت به ساخت و اجرای ساختمان مبادرت ورزد. اجرای ساختمان با روش‌های صنعتی و فناوری‌های جدید، نیاز به گروه‌های مجرب و آموزش دیده دارد. از این رو، در صورت مدیریت درست سیستم آموزش عالی، نیروی کار تحصیل‌کرده امروزی، رغبت بیشتری برای فعالیت در این عرصه خواهد داشت و طبیعتا

صنعت ساختمان فضای کار وسیعی برای نیروهای آماده به کار امروزی، هم در واحدهای صنعتی تولید مصالح ساختمانی و هم در کارگاه‌های ساختمانی ایجاد خواهد کرد.

بنابراین، استفاده از روش‌های صنعتی برای تولید مسکن به منظور تامین اهداف راهبردی کشور اجتناب‌ناپذیر است. از طرف دیگر، تحقق این مهم فقط در صورت ایجاد تحول و به روز نمودن تحصیلات عالی و افزایش ارتباط دانشگاه و صنعت امکان‌پذیر خواهد بود. این روند در بلندمدت، موجب توسعه صنعتی کشور همراه با توسعه اشتغال نیروی کار تحصیل‌کرده در بخش مسکن خواهد شد.

غیر قابل انتشار

غیر قابل انتشار

# پیوست ۴ چک‌لیست‌های ارزیابی

تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها از طریق چک‌لیست، به مراتب ساده‌تر است. در این پیوست، چک‌لیست‌های متناظر برای صنعتی‌سازی گروه‌های مختلف ساختمانی ارایه شده است.

## پ-۴-۱ چک‌لیست صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه غیرانبوه کوچک

برای بررسی میزان صنعتی‌سازی پروژه ساختمان‌سازی با مشخصات:

- کمتر از ۱۰۰ واحد مشابه؛
- دارای حداکثر ۷ طبقه از روی سازه پی؛
- سطح کل زیربنای حداکثر ۳،۰۰۰ مترمربع؛

لازم است از این بخش استفاده شود. چک‌لیست نخست، الزامات صنعتی‌بودن را تعیین می‌کند. اگر تمامی این الزامات تامین شود، به کمک چک‌لیست دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی محاسبه می شود. بر اساس این شاخص، درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها طبق بند ۱۱-۲-۶ مشخص می‌گردد:

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۲-۲ تا ۱۱-۲-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۰ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه سه" در شناسنامه فنی و ملکی ساختمان درج می‌شود.
- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۰ و کمتر از ۶۰ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه دو" در شناسنامه فنی و ملکی درج می‌شود.
- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۰ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه یک" در شناسنامه فنی و ملکی درج می‌شود.

درجه صنعتی‌سازی ساختمان باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در دو مرحله سفت‌کاری و نازک‌کاری، پایش و کنترل گردد. این مهم، باید توسط شخص دارای صلاحیت انجام شود. مرجع تعیین صلاحیت، وزارت راه و شهرسازی است.

**جدول پ-۴-۱ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک**

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات عمومی** | | | | |
| ۱ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | | | | ۱-۲-۲-۱۱ |
| ۲ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | | | | ۲-۲-۲-۱۱ |
| ۳ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۰ | | | | ۳-۲-۲-۱۱ |
| ۴ | تهیه فهرست مصالح فولادی و تایید توسط ناظر | | | | ۴-۲-۲-۱۱ |
| ردیف | **الزامات طراحی** | | | | |
| ۱ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر، به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد | | | | ۱-۳-۲-۱۱ |
| ۲ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | | | | ۲-۳-۲-۱۱ |
| ۳ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | | | | ۳-۳-۲-۱۱ |
| ۴ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۳٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | | | | ۴-۳-۲-۱۱ |
| ۵ | توجه به بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته (مراجعه به متن) | | | | ۵-۳-۲-۱۱ |
| ۶ | توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته | | | | ۶-۳-۲-۱۱ |
| ۷ | طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر | | | | ۷-۳-۲-۱۱ |

| | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۸ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | | | | ۱۱-۲-۳-۸ |
| ۹ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | | | | ۱۱-۲-۳-۹ |
| ردیف | الزامات اجرایی | | | | |
| ۱ | در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، بارانداری و انبارداری اجزای پیش‌ساخته مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر | | | | ۱۱-۲-۴-۱ |
| ۲ | منع لوله فلزی برای انتقال آب و فاضلاب | | | | ۱۱-۲-۴-۲ |
| ۳ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها | | | | ۱۱-۲-۴-۳ |

**جدول پ-۴-۲ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک**

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ردیف | طراحی | | | |
| ۱ | انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش | ۶ | | ۱۱-۲-۵-۲-۱ |
| ۲ | کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۲ | | ۱۱-۲-۵-۲-۱ |
| ۳ | نمای خارجی صنعتی | ۶ | | ۱۱-۲-۵-۲-۱ |
| ۴ | نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل | ۳ | | ۱۱-۲-۵-۲-۱ |
| ردیف | سازه | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۲-۲) | ۳۵ | | ۱۱-۲-۵-۳-۱ |
| ردیف | دیوار | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۲-۳) | ۲۰ | | ۱۱-۲-۵-۴-۱ |

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **سایر موارد اجرایی** | | | |
| ۱ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد | ۳ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۲ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته موقت | ۳ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۳ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۴ | واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۵ | لوله‌کشی صنعتی برای آب و فاضلاب | ۴ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۶ | کاربرد حداقل یک مورد روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع | ۲ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۷ | نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما با ملات پیش‌آماده یا چسب | ۵ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۸ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۲ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۹ | نصب خشک نما | ۳ | | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | ۱۰۰ | | — |

## پ-۴-۲ چک‌لیست صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه غیرانبوه متوسط

برای بررسی میزان صنعتی‌سازی پروژه ساختمان‌سازی با مشخصات:

- کمتر از ۱۰۰ واحد مشابه؛
- حداکثر ۱۴ طبقه از روی سازه پی؛
- سطح کل زیر بنای کمتر از ۱۰،۰۰۰ مترمربع؛
- یکی از ویژگی‌های زیر:
  - تعداد طبقات آن از روی سازه پی، بیشتر از ۷؛
  - سطح کل زیربنای آن بیشتر از ۳،۰۰۰ متر مربع؛

لازم است از این بخش استفاده شود. چک‌لیست نخست، الزامات صنعتی‌بودن را تعیین می‌کند. اگر تمامی این الزامات تامین شود، به کمک چک‌لیست دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی محاسبه می شود. بر اساس این شاخص، درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها طبق بند ۱۱-۳-۶ مشخص می‌گردد:

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی و اجرایی، موضوع بندهای ۱۱-۳-۲ تا ۱۱-۳-۴ تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه سه" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.
- اگر شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه دو" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.
- اگر شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه یک" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

درجه صنعتی‌سازی ساختمان باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در دو مرحله سفت‌کاری و نازک‌کاری، پایش و کنترل گردد. این مهم، باید توسط شخص دارای صلاحیت انجام شود. مرجع تعیین صلاحیت، وزارت راه و شهرسازی است.

**جدول پ-۴-۳ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط**

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات عمومی** | | | | |
| ۱ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | | | | ۱-۲-۳-۱۱ |
| ۲ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | | | | ۲-۲-۳-۱۱ |
| ۳ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۵ | | | | ۳-۲-۳-۱۱ |
| ۴ | تهیه فهرست مصالح فولادی و تایید توسط ناظر | | | | ۴-۲-۳-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات طراحی** | | | | |
| ۱ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر، به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد | | | | ۱-۳-۳-۱۱ |
| ۲ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | | | | ۲-۳-۳-۱۱ |
| ۳ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | | | | ۳-۳-۳-۱۱ |
| ۴ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۲٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | | | | ۴-۳-۳-۱۱ |
| ۵ | ارایه نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی | | | | ۵-۳-۳-۱۱ |
| ۶ | توجه به بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته (مراجعه به متن) | | | | ۶-۳-۳-۱۱ |
| ۷ | توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته | | | | ۷-۳-۳-۱۱ |
| ۸ | طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر | | | | ۸-۳-۳-۱۱ |
| ۹ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | | | | ۹-۳-۳-۱۱ |
| ۱۰ | طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی | | | | ۱۰-۳-۳-۱۱ |
| ۱۱ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | | | | ۱۱-۳-۳-۱۱ |
| ۱۲ | ارایه دستورالعمل نصب نما | | | | ۱۲-۳-۳-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات اجرایی** | | | | |
| ۱ | در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، بارانداری و انبارداری اجزای پیش‌ساخته مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر | | | | ۱-۴-۳-۱۱ |
| ۲ | ارایه نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی | | | | ۲-۴-۳-۱۱ |
| ۳ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده دایمی از آن | | | | ۳-۴-۳-۱۱ |
| ۴ | قالب‌بندی با روش صنعتی | | | | ۴-۴-۳-۱۱ |
| ۵ | عدم استفاده از دیوارهای آجری مگر برای تزیین | | | | ۵-۴-۳-۱۱ |
| ۶ | عدم کاربرد بلوک‌های سیمانی غیرسبک و بلوک‌های سفالی | | | | ۶-۴-۳-۱۱ |
| ۷ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته‌ی موقت | | | | ۷-۴-۳-۱۱ |
| ۸ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها | | | | ۸-۴-۳-۱۱ |
| ۹ | منع لوله فلزی برای انتقال آب و فاضلاب | | | | ۹-۴-۳-۱۱ |
| ۱۰ | کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق یا ورق‌های از پیش عایق | | | | ۱۰-۴-۳-۱۱ |
| ۱۱ | حداقل ۸۵٪ نمای خارجی از نوع صنعتی | | | | ۱۱-۴-۳-۱۱ |
| ۱۲ | نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل | | | | ۱۲-۴-۳-۱۱ |

**جدول پ-۴-۴ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط**

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **طراحی** | | | |
| ۱ | انتخاب حداقل‌های ابعادی برای مطلوبیت و آسایش | ۶ | | ۱-۲-۵-۳-۱۱ |
| ۲ | کاربرد BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی | ۴ | | ۱-۲-۵-۳-۱۱ |

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ۳ | استفاده از جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۳ | | ۱-۲-۵-۳-۱۱ |
| ردیف | سازه | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۳-۲) | ۴۰ | | ۱-۳-۵-۳-۱۱ |
| ردیف | دیوار | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۳-۳) | ۲۵ | | ۱-۴-۵-۳-۱۱ |
| ردیف | سایر موارد اجرایی | | | |
| ۱ | لوله‌کشی صنعتی برای آب و فاضلاب | ۴ | | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۲ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۳ | واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۴ | نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما با ملات پیش‌آماده یا چسب | ۵ | | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۵ | کاربرد حداقل یک مورد از روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع | ۲ | | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۶ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۲ | | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۷ | نصب خشک نما | ۳ | | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| | مجموع امتیازات | ۱۰۰ | | — |

## پ-۴-۳ چک‌لیست صنعتی‌سازی ساختمان در پروژه بزرگ

برای بررسی میزان صنعتی‌سازی پروژه ساختمان‌سازی با یکی از مشخصات:

- حداقل ۱۰۰ واحد مشابه؛
- شامل ساختمانی با حداقل ۱۵ طبقه از روی سازه پی؛
- سطح کل زیربنای حداقل ۱۰،۰۰۰ مترمربع؛

لازم است از این بخش استفاده شود. چک‌لیست نخست، الزامات صنعتی‌بودن را تعیین می‌کند. اگر تمامی این الزامات تامین شود، به کمک چک‌لیست دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی محاسبه می شود. بر اساس این شاخص، درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها طبق بند ۱۱-۴-۷ مشخص می‌گردد:

- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی، موضوع بندهای ۱۱-۴-۲ تا ۱۱-۴-۵ تامین‌شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی کمتر از ۳۵ باشد، باید عبارت "صنعتی سازی درجه سه" در شناسنامه فنی و ملکی ساختمان درج شود.
- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برابر یا بیشتر از ۳۵ و کمتر از ۶۵ باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه دو" در شناسنامه فنی و ملکی قید شود.
- اگر تمامی الزامات عمومی، طراحی، اجرایی و مدیریتی تامین شده و شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۵ و بیشتر از آن باشد، باید عبارت "صنعتی‌سازی درجه یک" در شناسنامه فنی و ملکی درج شود.

درجه صنعتی‌سازی ساختمان باید بر اساس نقشه‌ها و روش ساخت تاییدشده، برآورد و در حین پیشرفت پروژه، در هر سه ماه یک‌بار، پایش و کنترل گردد. این مهم، باید توسط شخص دارای صلاحیت انجام شود. مرجع تعیین صلاحیت، وزارت راه و شهرسازی است.

**جدول پ-۴-۵ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ**

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات عمومی** | | | | |
| ۱ | رتبه یک ابنیه از سازمان برنامه و بودجه علاوه بر دارا بودن صلاحیت مندرج در قانون | | | | ۱-۲-۴-۱۱ |
| ۲ | انجام پروژه با شیوه "طرح و ساخت" | | | | ۲-۲-۴-۱۱ |
| ۳ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | | | | ۳-۲-۴-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | | | | ۴-۲-۴-۱۱ |
| ۵ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۵ | | | | ۵-۲-۴-۱۱ |
| ردیف | الزامات طراحی | | | | |
| ۱ | طراحی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی و برآورد انرژی مصرفی ساختمان | | | | ۱-۳-۴-۱۱ |
| ۲ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر | | | | ۲-۳-۴-۱۱ |
| ۳ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | | | | ۳-۳-۴-۱۱ |
| ۴ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | | | | ۴-۳-۴-۱۱ |
| ۵ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | | | | ۵-۳-۴-۱۱ |
| ۶ | ارایه نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی | | | | ۶-۳-۴-۱۱ |
| ۷ | کاربرد روش ساخت تایید شده (مراجعه به متن) | | | | ۷-۳-۴-۱۱ |
| ۸ | کاربرد انواع دیوار تایید شده (مراجعه به متن) | | | | ۸-۳-۴-۱۱ |
| ۹ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | | | | ۹-۳-۴-۱۱ |
| ۱۰ | طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی | | | | ۱۰-۳-۴-۱۱ |
| ۱۱ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | | | | ۱۱-۳-۴-۱۱ |
| ۱۲ | نصب سنگ نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل و به صورت خشک | | | | ۱۲-۳-۴-۱۱ |
| ۱۳ | ارایه دستورالعمل نصب نما | | | | ۱۳-۳-۴-۱۱ |
| ۱۴ | استفاده از BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی | | | | ۱۴-۳-۴-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات اجرایی** | | | | |
| ۱ | ارایه نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی | | | | ۱-۴-۴-۱۱ |
| ۲ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده دایمی از آن | | | | ۲-۴-۴-۱۱ |
| ۳ | قالب‌بندی به روش صنعتی | | | | ۳-۴-۴-۱۱ |
| ۴ | قطع و خم آرماتورها با دستگاه | | | | ۴-۴-۴-۱۱ |
| ۵ | پیش‌سازی قطعات اسکلت فولادی در کارخانه و نصب آن در محل فقط با اتصالات پیچ و مهره‌ای | | | | ۵-۴-۴-۱۱ |
| ۶ | کاربرد پلی‌استایرن فقط از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای سقف یا دیوارهای سازه‌های موقت و دایمی | | | | ۶-۴-۴-۱۱ |
| ۷ | عدم استفاده از دیوارهای آجری (مگر برای تزیین) یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیرسبک | | | | ۷-۴-۴-۱۱<br>۸-۴-۴-۱۱ |
| ۸ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان | | | | ۹-۴-۴-۱۱ |
| ۹ | لوله‌کشی به روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب | | | | ۱۰-۴-۴-۱۱ |
| ۱۰ | کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما | | | | ۱۱-۴-۴-۱۱ |
| **ردیف** | **الزامات مدیریتی** | | | | |
| ۱ | آموزش نظری و عملی عوامل اجرا | | | | ۱-۵-۴-۱۱ |
| ۲ | استقرار نظام کنترل کیفیت | | | | ۲-۵-۴-۱۱ |
| ۳ | استقرار نظام تضمین کیفیت | | | | ۳-۵-۴-۱۱ |
| ۴ | استقرار نظام موثر HSE مستقر در کارگاه | | | | ۴-۵-۴-۱۱ |
| ۵ | داشتن برنامه زمان‌بندی همراه با منابع و مبتنی بر تکرار | | | | ۵-۵-۴-۱۱ |

| الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۶ | ارایه مدارک لازم برای مقایسه اجرا با برنامه زمان‌بندی | | | | ۶-۵-۴-۱۱ |

**جدول پ-۴-۶ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ**

| الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ردیف | الزامات طراحی | | | |
| ۱ | رعایت حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش | ۸ | | ۱-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۷ | | ۲-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۳ | مقاوم‌سازی در حوزه پدافند غیرعامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی | ۶ | | ۳-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۴ | نمای خارجی صنعتی | ۸ | | ۴-۲-۶-۴-۱۱ |
| ردیف | الزامات اجرایی | | | |
| ۱ | کاربرد یکی از این ۳ مورد:<br>• شبکه آرماتور پیش‌ساخته جوشی در اسکلت بتن مسلح<br>• واشرهای ویژه DTI در قطعات اسکلت پیچ و مهره‌ای<br>• سقف‌های سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی | ۷ | | ۱-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | کاربرد راه‌پله موقت و ایمن در دوره ساخت | ۳ | | ۲-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۳ | پیش‌سازی سازه راه‌پله‌ها | ۳ | | ۳-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۴ | پیش‌سازی کف پله‌ها | ۳ | | ۴-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۵ | کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی | ۵ | | ۵-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۶ | کاربرد واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته | ۳ | | ۶-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۷ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۳ | | ۷-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۸ | استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع | ۳ | | ۸-۳-۶-۴-۱۱ |

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ۹ | کاربرد تیرچه با بلوک سفالی در ارتفاع بیش از ۲۰ متر از سطح زمین | -۵ | | ۹-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۱۰ | تعداد نفر-ساعت کار در کارگاه با یک حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن)<br>اتمام پروژه بدون حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن) | ۱۵ | | ۱۰-۳-۶-۴-۱۱<br>۱۱-۳-۶-۴-۱۱ |
| **ردیف** | **الزامات سازماندهی** | | | |
| ۱ | مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه جاری | ۸ | | ۱-۴-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | تایید کیفیت پروژه توسط کارفرما / توسعه‌گر | ۱۱ | | ۲-۴-۶-۴-۱۱ |
| ۳ | ارایه حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته | ۷ | | ۳-۴-۶-۴-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | **۱۰۰** | | -- |

## پ-۴-۴ چک‌لیست حامی محیط‌زیست

بهره‌وری، پایه و ستون اصلی مشترک، میان صنعتی‌سازی و ساختمان سبز است. اندازه‌گیری، کنترل و هدایت از جمله امتیازات صنعتی‌سازی است. با نظم و تمرکزی که از صنعتی‌سازی در ساختمان‌های انبوه و غیرانبوه، ایجاد می‌شود، جامعه قابلیت هدایت پیدا می‌کند و به سهولت می‌توان آن را به سمت مولفه‌های توسعه پایدار سوق داد. بنابراین، کسب حداقلی از شاخص حامی محیط‌زیست برای ساختمان‌های صنعتی، طبق بند ۱۱-۵-۳ الزامی است.

جدول پ-۴-۷ چک‌لیست الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست

| ردیف | الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ردیف | الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب | | | |
| ۱ | نصب شمارنده آب در ورودی هر واحد | ۱ | | ۱-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | نصب سیفون دوحالته | ۱ | | ۲-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز | ۱۴ | | ۳-۱-۲-۵-۱۱ |
| ردیف | الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر | | | |
| ۱ | به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۲۴ | | ۱-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۶ | | ۲-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | رده انرژی طبق مبحث ۱۹<br>EC – ۹ امتیاز<br>EC+ – ۲۲ امتیاز<br>EC++ – ۵۴ امتیاز | ۵۴ | | ۳-۲-۲-۵-۱۱ |
| | مجموع امتیازات | ۱۰۰ | | — |

# پیوست ۵ نمونه‌هایی از نحوه تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها

در این پیوست، سعی شده است با ارایه پنج نمونه، نحوه ارزیابی صنعتی‌سازی ساختمان‌ها تشریح شود.

## پ-۵-۱ ساختمان غیرانبوه کوچک – نمونه اول

پروژه، یک ساختمان پنج طبقه در زمینی به مساحت ۱۳۴/۵مترمربع است که یک طبقه به پارکینگ و چهار طبقه به واحدهای مسکونی اختصاص یافته به طوری که در هر طبقه، یک واحد قرار گرفته است.

سطح کل زیربنا ۴۹۳/۴ مترمربع است.

مساحت واحدها در هر طبقه ۷۹ مترمربع است.

ابعاد داخل به داخل فضاها، به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد، به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر است.

حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد درها و پنجره‌ها مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری به همراه نقشه نما با جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

ضایعات برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری، کمتر از ۳٪ است.

روش ساخت، اسکلت بتن‌آرمه درجا با قالب صنعتی در ترکیب با سقف تیرچه- بلوک با بلوک پلی استایرن مورد تایید است.

تجهیز کارگاه به صورت سنتی بوده است.

از مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات استاندارد استفاده شده است.

فهرست مصالح فولادی توسط طراح تهیه و به تایید ناظر رسیده است.

کلیه دیوارها، بلوک سفالی است.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

برای انتقال آب از لوله پلاستیکی تک‌لایه و برای انتقال فاضلاب از لوله و فیتینگ پلی وینیل کلراید سخت (U-PVC) با اتصال چسبی استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، از ورق گالوانیزه بدون عایق استفاده شده است.

صدابندی سقف و دیوار میان واحدها انجام نشده است.

برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات تهیه شده در محل استفاده شده است.

برای نما از سنگ تراورتن استفاده و برش‌کاری سنگ‌ها در پای کار انجام شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان‌کار ارایه شده است.

شمارنده آب در ورودی هر واحد، نصب شده است.

در تمامی واحدها از سیفون دوحالته استفاده شده است.

ساختمان در رده انرژی EC قرار می‌گیرد.

***

تعداد واحدهای مشابه کمتر از ۱۰۰، تعداد کل طبقات ۵ (کمتر از حداکثر ۷) و سطح کل زیربنای آن کمتر از حداکثر ۳،۰۰۰ مترمربع است؛ بنابراین، از نوع غیرانبوه کوچک است. در ادامه، میزان صنعتی‌بودن، از طریق پرکردن چک‌لیست‌های متناظر تعیین می‌شود:

**جدول پ-۵-۱ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۱**

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات عمومی** | | | | |
| ۱ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | ✓ | | | ۱-۲-۲-۱۱ |
| ۲ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | ✓ | | | ۲-۲-۲-۱۱ |
| ۳ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۰ | ✓ | | | ۳-۲-۲-۱۱ |
| ۴ | تهیه فهرست مصالح فولادی و تایید توسط ناظر | ✓ | | | ۴-۲-۲-۱۱ |
| ردیف | **الزامات طراحی** | | | | |
| ۱ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر، به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد | ✓ | | | ۱-۳-۲-۱۱ |
| ۲ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | ✓ | | | ۲-۳-۲-۱۱ |
| ۳ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | ✓ | | | ۳-۳-۲-۱۱ |
| ۴ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۳٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | ✓ | | | ۴-۳-۲-۱۱ |
| ۵ | توجه به بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته (مراجعه به متن) | | | ✓ | ۵-۳-۲-۱۱ |
| ۶ | توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته | | | ✓ | ۶-۳-۲-۱۱ |
| ۷ | طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر | | | ✓ | ۷-۳-۲-۱۱ |
| ۸ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | ✓ | | | ۸-۳-۲-۱۱ |
| ۹ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | ✓ | | | ۹-۳-۲-۱۱ |

| الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| **ردیف** | **الزامات اجرایی** | | | |
| ۱ | در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، بارانداری و انبارداری اجزای پیش‌ساخته مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر | | | ✓ | ۱-۴-۲-۱۱ |
| ۲ | منع لوله فلزی برای انتقال آب و فاضلاب | ✓ | | | ۲-۴-۲-۱۱ |
| ۳ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها | | ✓ | | ۳-۴-۲-۱۱ |

**جدول پ-۵-۲ چک‌لیست الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۱**

| الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|
| **ردیف** | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب** | | |
| ۱ | نصب شمارنده آب در ورودی هر واحد | ۱ | ۱ | ۱-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | نصب سیفون دوحالته | ۱ | ۱ | ۲-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز | ۱۴ | ۰ | ۳-۱-۲-۵-۱۱ |
| **ردیف** | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر** | | |
| ۱ | به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۲۴ | ۰ | ۱-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۶ | ۰ | ۲-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | رده انرژی طبق مبحث ۱۹<br>EC – ۹ امتیاز<br>EC+ – ۲۲ امتیاز<br>EC++ – ۵۴ امتیاز | ۵۴ | ۹ | ۳-۲-۲-۵-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | ۱۰۰ | ۱۱ | — |

این ساختمان تمامی الزامات صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک به جز الزام اجرایی "صدابندی سقف و دیوار میان واحدها" را تامین نموده است. همین یک مورد کافی است که این ساختمان غیرصنعتی تلقی شود و دیگر نیازی به محاسبه شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی نیست. در اینجا، به علت جنبه آموزشی موضوع، الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی بررسی می‌شود.

**جدول پ-۵-۳ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۱**

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **طراحی** | | | |
| ۱ | انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش | ۶ | ۶ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ۲ | کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۲ | ۰ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ۳ | نمای خارجی صنعتی | ۶ | ۰ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ۴ | نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل | ۳ | ۰ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ردیف | **سازه** | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۲-۲) | ۳۵ | ۱۵/۷۵ | ۱-۳-۵-۲-۱۱ |
| ردیف | **دیوار** | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۲-۳) | ۲۰ | ۵ | ۱-۴-۵-۲-۱۱ |
| ردیف | **سایر موارد اجرایی** | | | |
| ۱ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۲ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته موقت | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۳ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۴ | واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۵ | لوله‌کشی صنعتی برای آب و فاضلاب | ۴ | ۴ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۶ | کاربرد حداقل یک مورد از روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع | ۲ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |

| | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ۷ | نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما با ملات پیش‌آماده یا چسب | ۵ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۸ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۲ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۹ | نصب خشک نما | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | **۱۰۰** | **۳۰/۷۵** | — |

این ساختمان با توجه به عدم تامین همه الزامات، غیرصنعتی تلقی می‌شود. حال آن که، اگر تمامی الزامات را رعایت می‌کرد، به علت کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۳۰/۷۵ که بیشتر از ۳۰ و کمتر از ۶۰ است، طبق بند ۱۱-۲-۶-۴ می‌توانست گواهی صنعتی‌سازی درجه دو را کسب کند.

## پ-۵-۲ ساختمان غیرانبوه کوچک – نمونه دوم

پروژه، یک ساختمان شش طبقه در زمینی به مساحت ۲۴۰ مترمربع است که یک طبقه به پارکینگ، یک طبقه به انباری و چهار طبقه به واحدهای مسکونی اختصاص یافته، به طوری که در هر طبقه، یک واحد قرار گرفته است.

سطح کل زیربنا ۹۱۷ مترمربع است.

مساحت واحدها در هر طبقه ۱۳۵ مترمربع است.

ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر است.

حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش رعایت شده است.

ابعاد درها و پنجره‌ها مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری به همراه نقشه نما شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات، به حداکثر ۳٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری رعایت شده است.

روش ساخت، اسکلت فلزی جوشی در ترکیب با سقف عرشه فولادی است.

تجهیز کارگاه برای دفاتر به صورت پیش‌ساخته و برای سایر قسمت‌ها به صورت سنتی بوده است.

از مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات استاندارد استفاده شده است.

فهرست مصالح فولادی توسط طراح تهیه و به تایید ناظر رسیده است.

کلیه دیوارها، بلوک سیمانی سبک است.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

برای انتقال آب از لوله چند لایه و برای انتقال فاضلاب از لوله و فیتینگ پلی‌وینیل کلراید سخت (U-PVC) با اتصال پوش‌فیت استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، کانال‌های ورق گالوانیزه عایق‌شده به‌کار رفته است.

صدابندی سقف و دیوار میان واحدها انجام شده است.

برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات پیش آماده استفاده شده است.

برای نما از سنگ تراورتن همراه با چوب و فلز، استفاده و برشکاری سنگ‌ها در کارخانه انجام شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان‌کار ارایه شده است.

شمارنده آب در ورودی هر واحد، نصب و در تمامی واحدها از سیفون دوحالته استفاده شده است.

ساختمان در رده انرژی +EC قرار می‌گیرد.

****

تعداد واحدهای مشابه کمتر از ۱۰۰، تعداد کل طبقات ۶ (کمتر از حداکثر ۷) و سطح کل زیربنای آن ۹۱۷ مترمربع (کمتر از حداکثر ۳،۰۰۰ مترمربع) است؛ بنابراین، از نوع غیرانبوه کوچک است. در ادامه، میزان صنعتی‌بودن، از طریق پرکردن چک‌لیست‌های متناظر تعیین می‌شود:

**جدول پ-۵-۴ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۲**

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات عمومی** | | | | |
| ۱ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | ✓ | | | ۱-۲-۲-۱۱ |
| ۲ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | ✓ | | | ۲-۲-۲-۱۱ |
| ۳ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۰ | ✓ | | | ۳-۲-۲-۱۱ |
| ۴ | تهیه فهرست مصالح فولادی و تایید توسط ناظر | ✓ | | | ۴-۲-۲-۱۱ |
| | **الزامات طراحی** | | | | |
| ۱ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر، به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد | ✓ | | | ۱-۳-۲-۱۱ |
| ۲ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | ✓ | | | ۲-۳-۲-۱۱ |
| ۳ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | ✓ | | | ۳-۳-۲-۱۱ |
| ۴ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۳٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | ✓ | | | ۴-۳-۲-۱۱ |
| ۵ | توجه به بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته (مراجعه به متن) | | | ✓ | ۵-۳-۲-۱۱ |
| ۶ | توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته | | | ✓ | ۶-۳-۲-۱۱ |
| ۷ | طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر | | | ✓ | ۷-۳-۲-۱۱ |
| ۸ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | ✓ | | | ۸-۳-۲-۱۱ |
| ۹ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | ✓ | | | ۹-۳-۲-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات اجرایی** | | | | |
| ۱ | در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، باراندازی و انبارداری اجزای پیش‌ساخته مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر | | | ✓ | ۱-۴-۲-۱۱ |
| ۲ | منع لوله فلزی برای انتقال آب و فاضلاب | ✓ | | | ۲-۴-۲-۱۱ |
| ۳ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها | ✓ | | | ۳-۴-۲-۱۱ |

**جدول پ-۵-۵ چک‌لیست الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۲**

| ردیف | الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب** | | | |
| ۱ | نصب شمارنده آب در ورودی هر واحد | ۱ | ۱ | ۱-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | نصب سیفون دوحالته | ۱ | ۱ | ۲-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز | ۱۴ | ۰ | ۳-۱-۲-۵-۱۱ |
| ردیف | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر** | | | |
| ۱ | به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۲۴ | ۰ | ۱-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۶ | ۰ | ۲-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | رده انرژی طبق مبحث ۱۹<br>EC – ۹ امتیاز<br>EC+ – ۲۲ امتیاز<br>EC++ – ۵۴ امتیاز | ۵۴ | ۲۲ | ۳-۲-۲-۵-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | ۱۰۰ | ۲۴ | — |

این ساختمان تمامی الزامات صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک را تامین نموده است. بنابراین، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای آن محاسبه می‌شود.

**جدول پ-۵-۶ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۲**

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **طراحی** | | | |
| ۱ | انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش | ۶ | ۶ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ۲ | کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۲ | ۰ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ۳ | نمای خارجی صنعتی | ۶ | ۰ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ۴ | نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل | ۳ | ۳ | ۱-۲-۵-۲-۱۱ |
| ردیف | **سازه** | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۲-۲) | ۳۵ | ۲۴/۵ | ۱-۳-۵-۲-۱۱ |
| ردیف | **دیوار** | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۲-۳) | ۲۰ | ۹ | ۱-۴-۵-۲-۱۱ |
| ردیف | **سایر موارد اجرایی** | | | |
| ۱ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد | ۳ | ۱/۵ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۲ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته موقت ویژه دوره ساخت | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۳ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته و نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۴ | واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۵ | لوله‌کشی صنعتی برای آب و فاضلاب | ۴ | ۴ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۶ | حداقل یک مورد از روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع | ۲ | ۲* | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۷ | نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما با ملات پیش‌آماده یا چسب | ۵ | ۵ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| ۸ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۲ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |

| الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه کوچک | | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ۹ | نصب خشک نما | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۲-۱۱ |
| **مجموع امتیازات** | | **۱۰۰** | **۵۵** | — |

* به علت استفاده از ورق‌های گالوانیزه عایق‌شده برای کانال‌کشی، ۲ امتیاز در بند "روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع مانند استفاده از اقلام پیش‌ساخته" تعلق گرفته است.

این ساختمان با توجه به تامین همه الزامات صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و کسب شاخص تکمیلی ۵۵ که بین ۳۰ و ۶۰ است، طبق بند ۱۱-۲-۶-۴ گواهی صنعتی‌سازی درجه دو را کسب می‌کند.

## پ-۵-۳ ساختمان غیرانبوه متوسط

پروژه، یک ساختمان هشت طبقه در زمینی به مساحت ۳۹۵ مترمربع است که دو طبقه آن به پارکینگ و شش طبقه به واحدهای مسکونی اختصاص یافته است. در هر طبقه مسکونی، دو واحد به مساحت‌های ۱۱۰ و ۱۲۵ مترمربع واقع شده است.

سطح کل زیربنا ۲،۰۵۶ مترمربع است.

حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر است.

ابعاد در و پنجره مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری و نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۲٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در تطابق با نقشه‌های معماری رعایت شده است.

نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی ارایه شده‌اند.

روش ساخت، اسکلت فلزی پیچ و مهره‌ای در ترکیب با سقف عرشه فولادی است.

فهرست مصالح فولادی توسط طراح تهیه و به تایید ناظر رسیده است.

کلیه دیوارها، بلوک سیمانی سبک است.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

تاسیسات پروژه با روش‌های مهندسی مورد تایید، طراحی و نقشه‌های آن با جزییات کامل اجرایی، ارایه شده است.

نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شده است.

تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته (کانکس) با قابلیت استفاده مجدد بوده است.

مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات استاندارد به‌کار رفته است.

از راه‌پله پیش‌ساخته موقت، ویژه دوره ساخت طبق مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان استفاده شده است.

صدابندی سقف و دیوار میان واحدها انجام شده است.

برای انتقال آب از لوله‌های چند لایه و برای انتقال فاضلاب از لوله و فیتینگ پلی‌پروپیلن (PP) با اتصال پوش‌فیت استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق به‌کار رفته است.

کاشی / سرامیک / سنگ با ملات پیش‌آماده و چسب سنگ نصب شده‌اند.

به جای سبدی بنایی رایج مستراح ایرانی، کف‌خواب پیش‌ساخته از جنس فایبرگلاس به‌کار رفته است.

برای عایق‌کاری رطوبتی کف آشپزخانه‌ها، عایق‌های سرد اجرا استفاده شده است.

برای نما از سنگ تراورتن و آجرنما استفاده و برش‌کاری سنگ‌ها در پای کار انجام شده است.

برای نصب نما از ملات استفاده شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان‌کار ارایه شده است.

شمارنده آب در ورودی هر واحد، نصب و در تمامی واحدها از سیفون دوحالته استفاده شده است.

ساختمان در رده انرژی +EC قرار می‌گیرد.

***

تعداد واحدهای مشابه کمتر ۱۰۰، تعداد طبقات از ۷ بیشتر و از ۱۵ کمتر و سطح کل زیربنای آن کمتر از ۱۰،۰۰۰ مترمربع است؛ بنابراین، از نوع غیرانبوه متوسط است. در ادامه، میزان صنعتی‌بودن، از طریق پرکردن چک‌لیست‌های متناظر تعیین می‌شود:

**جدول پ-۵-۷ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۳**

| الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | الزامات عمومی | | | | |
| ۱ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | ✓ | | | ۱-۲-۳-۱۱ |
| ۲ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | ✓ | | | ۲-۲-۳-۱۱ |
| ۳ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۵ | ✓ | | | ۳-۲-۳-۱۱ |
| ۴ | تهیه فهرست مصالح فولادی و تایید توسط ناظر | ✓ | | | ۴-۲-۳-۱۱ |
| ردیف | الزامات طراحی | | | | |
| ۱ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر، به استثنای یکی از فضاهای متوالی در هر امتداد | ✓ | | | ۱-۳-۳-۱۱ |
| ۲ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | ✓ | | | ۲-۳-۳-۱۱ |
| ۳ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | ✓ | | | ۳-۳-۳-۱۱ |
| ۴ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۲٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | ✓ | | | ۴-۳-۳-۱۱ |
| ۵ | ارایه نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی | ✓ | | | ۵-۳-۳-۱۱ |
| ۶ | توجه به بارگذاری‌های حین ساخت، حمل و نصب در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته (مراجعه به متن) | | | ✓ | ۶-۳-۳-۱۱ |
| ۷ | توجه به ملاحظات اجرایی در کلیه مراحل ساخت، حمل، نصب و نیز تعمیر و نگهداری در طراحی اجزای سازه‌ای پیش‌ساخته | | | ✓ | ۷-۳-۳-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۸ | طراحی اجزای سازه‌ای ساختمان‌های چوبی مطابق با ضوابط آیین‌نامه‌های معتبر | | | ✓ | ۸-۳-۳-۱۱ |
| ۹ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | ✓ | | | ۹-۳-۳-۱۱ |
| ۱۰ | طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی | ✓ | | | ۱۰-۳-۳-۱۱ |
| ۱۱ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | ✓ | | | ۱۱-۳-۳-۱۱ |
| ۱۲ | ارایه دستورالعمل نصب نما | ✓ | | | ۱۲-۳-۳-۱۱ |
| **ردیف** | **الزامات اجرایی** | | | | |
| ۱ | در نظر گرفتن ملاحظات بارگیری، حمل، بارانداری و انبارداری اجزای پیش‌ساخته مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر | | | ✓ | ۱-۴-۳-۱۱ |
| ۲ | ارایه نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی | ✓ | | | ۲-۴-۳-۱۱ |
| ۳ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده دایمی از آن | ✓ | | | ۳-۴-۳-۱۱ |
| ۴ | قالب‌بندی با روش صنعتی | ✓ | | | ۴-۴-۳-۱۱ |
| ۵ | عدم استفاده از دیوارهای آجری مگر برای تزیین | ✓ | | | ۵-۴-۳-۱۱ |
| ۶ | عدم کاربرد بلوک‌های سیمانی غیرسبک و بلوک‌های سفالی | ✓ | | | ۶-۴-۳-۱۱ |
| ۷ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته‌ی موقت | ✓ | | | ۷-۴-۳-۱۱ |
| ۸ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها | ✓ | | | ۸-۴-۳-۱۱ |
| ۹ | منع لوله فلزی برای انتقال آب و فاضلاب | ✓ | | | ۹-۴-۳-۱۱ |
| ۱۰ | کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق یا ورق‌های از پیش عایق | ✓ | | | ۱۰-۴-۳-۱۱ |
| ۱۱ | حداقل ۸۵٪ نمای خارجی از نوع صنعتی | | ✓ | | ۱۱-۴-۳-۱۱ |
| ۱۲ | نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل | | ✓ | | ۱۲-۴-۳-۱۱ |

**جدول پ-۵-۸ چک‌لیست الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۳**

| ردیف | الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب** | | | |
| ۱ | نصب شمارنده آب در ورودی هر واحد | ۱ | ۱ | ۱-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | نصب سیفون دوحالته | ۱ | ۱ | ۲-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز | ۱۴ | ۰ | ۳-۱-۲-۵-۱۱ |
| | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر** | | | |
| ۱ | به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۲۴ | ۰ | ۱-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۶ | ۰ | ۲-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | رده انرژی طبق مبحث ۱۹<br>EC – ۹ امتیاز<br>EC+ – ۲۲ امتیاز<br>EC++ – ۵۴ امتیاز | ۵۴ | ۲۲ | ۳-۲-۲-۵-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | **۱۰۰** | **۲۴** | **—** |

همان‌طور که ملاحظه می‌شود از الزامات اجرایی، دو مورد "حداقل ۸۵٪ نمای خارجی از نوع صنعتی" و "نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل" تامین نشده است. بنابراین، این ساختمان غیرصنعتی است و دیگر نیازی به محاسبه شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی نیست. در اینجا، به علت جنبه آموزشی موضوع، الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی بررسی می‌شود.

**جدول پ-۵-۹ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۳**

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان‌های غیرانبوه متوسط | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| **ردیف** | **طراحی** | | | |
| ۱ | انتخاب حداقل‌های ابعادی برای مطلوبیت و آسایش | ۶ | ۶ | ۱-۲-۵-۳-۱۱ |
| ۲ | کاربرد BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی | ۴ | ۰ | ۱-۲-۵-۳-۱۱ |
| ۳ | استفاده از جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۳ | ۰ | ۱-۲-۵-۳-۱۱ |
| ردیف | سازه | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۳-۲) | ۴۰ | ۳۷ | ۱-۳-۵-۳-۱۱ |
| **ردیف** | **دیوار** | | | |
| ۱ | امتیاز به‌دست آمده از رابطه (۱۱-۳-۳) | ۲۵ | ۱۰ | ۱-۴-۵-۳-۱۱ |
| **ردیف** | **سایر موارد اجرایی** | | | |
| ۱ | لوله‌کشی صنعتی برای آب و فاضلاب | ۴ | ۴ | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۲ | پله و راه‌پله پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۳ | واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته یا نیمه‌پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۴ | نصب کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما با ملات پیش‌آماده یا چسب | ۵ | ۰ | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۵ | حداقل یک مورد از روش‌های سفت‌کاری صنعتی با حذف زیرسازی یا روش‌های نازک‌کاری سریع | ۲ | ۲* | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۶ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۲ | ۲ | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| ۷ | نصب خشک نما | ۳ | ۰ | ۱-۵-۵-۳-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | **۱۰۰** | **۶۱** | — |

* به علت استفاده از کف‌خواب پیش‌ساخته از جنس فایبرگلاس به جای سبدی بنایی رایج مستراح ایرانی.

این ساختمان با توجه به عدم تامین همه الزامات، غیرصنعتی تلقی می‌شود. حال آن که، اگر تمامی الزامات را رعایت می‌کرد، به علت کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ۶۱ که بین ۳۵ و ۶۵ قرار دارد، طبق بند ۱۱-۳-۶-۴ می‌توانست گواهی صنعتی‌سازی درجه دو را کسب کند.

## پ-۵-۴ پروژه بزرگ ساختمانی – نمونه اول

پروژه متشکل از یکصد و پنجاه بلوک است که هر بلوک پنج طبقه دارد و فاقد زیرزمین است. در هر طبقه، چهار واحد با پلان متفاوت واقع شده است. بنابراین، در مجموع یک پروژه ۳،۰۰۰ واحدی با ۷۵۰ واحد مشابه است.

سطح کل زیربنا ۳۳۰،۰۰۰ مترمربع است.

مجری علاوه بر دارا بودن صلاحیت مندرج در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، در زمینه ابنیه، دارای رتبه یک از سازمان برنامه و بودجه است.

پروژه به صورت طرح و ساخت انجام شده است.

ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر انتخاب شده است.

حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد در و پنجره، مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری و نقشه نما شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری رعایت شده است.

پروژه گودبرداری ندارد و روی سه لایه از مصالح درشت‌دانه و غیرچسبنده قرار گرفته است.

روش ساخت، بتن‌آرمه درجای یکپارچه بوده است که مورد تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

ساختمان در حوزه پدافند غیرعامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی مقاوم‌سازی شده است.

تاسیسات پروژه توسط مشاور تاسیساتی باصلاحیت طراحی و نقشه‌های آن با جزییات کامل اجرایی، ارایه شده است.

اطلاعات ساختمان در سطح سه بعدی، همراه با تداخل‌یابی مدل شده است.

طراحی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی انجام و مصرف انرژی ساختمان برآورد شده است.

نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شده است.

از روش قالب‌بندی صنعتی استفاده شده است.

تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد بوده است.

قطع و خم آرماتورها با دستگاه انجام شده است.

سازه و کف پله‌ها، پیش‌سازی شده است.

زیرسازی دیوار و کف‌ها حذف شده است.

سقف و دیوار میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شده است.

از لوله‌های پنج‌لایه برای لوله‌کشی استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق به‌کار رفته است.

برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شده است.

برای نما از بتن نمایان استفاده شده است.

عوامل اجرا به صورت نظری و عملی آموزش دیده بودند.

نظام کنترل کیفیت در پروژه مستقر بود.

نظام تضمین کیفیت در پروژه مستقر بود.

نظام موثر HSE در پروژه مستقر بود؛ با ۱۰ میلیون نفر-ساعت کار، فاقد تلفات جانی بود.

برنامه زمان‌بندی با منابع همراه و مدارک لازم برای مقایسه اجرا با برنامه زمان‌بندی مبتنی بر تکرار ارایه شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان‌کار ارایه شده است.

مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، ۵،۰۰۰ واحد بوده است.

هر واحد دارای کنتور مجزاست.

در تمامی واحدها، از سیفون دوحالته استفاده شده است.

حداقل ۱۵٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه به کمک انرژی خورشیدی تامین شده است.

ساختمان در رده انرژی +EC قرار می‌گیرد.

***

چون سطح کل زیربنا از ۱۰،۰۰۰ مترمربع بیشتر است؛ از نوع پروژه بزرگ ساختمانی است. از سوی دیگر، چون پروژه ۷۵۰ واحد مشابه دارد نیز، در گروه پروژه‌های بزرگ ساختمانی قرار می‌گیرد.

چک‌لیست الزامات، چنین می‌شود:

**جدول پ-۵-۱۰ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی برای ساختمان‌های موضوع بند پ-۵-۴**

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات عمومی** | | | | |
| ۱ | رتبه‌بندی یک ابنیه از سازمان برنامه و بودجه علاوه بر دارا بودن صلاحیت مندرج در قانون | ✓ | | | ۱-۲-۴-۱۱ |
| ۲ | انجام پروژه با شیوه "طرح و ساخت" | ✓ | | | ۲-۲-۴-۱۱ |
| ۳ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | ✓ | | | ۳-۲-۴-۱۱ |
| ۴ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | ✓ | | | ۴-۲-۴-۱۱ |
| ۵ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۵ | ✓ | | | ۵-۲-۴-۱۱ |
| ردیف | **الزامات طراحی** | | | | |
| ۱ | طراحی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی و برآورد انرژی مصرفی ساختمان | ✓ | | | ۱-۳-۴-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۲ |
| ۳ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۳ |
| ۴ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۴ |
| ۵ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۵ |
| ۶ | ارایه نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی | | | ✓ | ۱۱-۴-۳-۶ |
| ۷ | کاربرد روش ساخت تایید شده (مراجعه به متن) | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۷ |
| ۸ | کاربرد انواع دیوار تایید شده (مراجعه به متن) | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۸ |
| ۹ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۹ |
| ۱۰ | طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۱۰ |
| ۱۱ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۱۱ |
| ۱۲ | نصب سنگ نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل و به صورت خشک | | | ✓ | ۱۱-۴-۳-۱۲ |
| ۱۳ | ارایه دستورالعمل نصب نما | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۱۳ |
| ۱۴ | استفاده از BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی | ✓ | | | ۱۱-۴-۳-۱۴ |
| ردیف | الزامات اجرایی | | | | |
| ۱ | ارایه نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی | ✓ | | | ۱۱-۴-۴-۱ |
| ۲ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده دایمی از آن | ✓ | | | ۱۱-۴-۴-۲ |
| ۳ | قالب‌بندی به روش صنعتی | ✓ | | | ۱۱-۴-۴-۳ |

## پیوست ۵ نمونه‌هایی از نحوه تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | قطع و خم آرماتورها با دستگاه | ✓ | | | ۴-۴-۴-۱۱ |
| ۵ | پیش‌سازی قطعات اسکلت فولادی در کارخانه و نصب آن در محل فقط با اتصالات پیچ و مهره‌ای | | | ✓ | ۵-۴-۴-۱۱ |
| ۶ | کاربرد پلی‌استایرن فقط از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای سقف یا دیوارهای سازه‌های موقت و دایمی | ✓ | | | ۶-۴-۴-۱۱ |
| ۷ | عدم استفاده از دیوارهای آجری (مگر برای تزیین) یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیرسبک | ✓ | | | ۷-۴-۴-۱۱<br>۸-۴-۴-۱۱ |
| ۸ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان | ✓ | | | ۹-۴-۴-۱۱ |
| ۹ | لوله‌کشی به روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب | ✓ | | | ۱۰-۴-۴-۱۱ |
| ۱۰ | کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما | ✓ | | | ۱۱-۴-۴-۱۱ |
| **ردیف** | **الزامات مدیریتی** | | | | |
| ۱ | آموزش نظری و عملی عوامل اجرا | ✓ | | | ۱-۵-۴-۱۱ |
| ۲ | استقرار نظام کنترل کیفیت | ✓ | | | ۲-۵-۴-۱۱ |
| ۳ | استقرار نظام تضمین کیفیت | ✓ | | | ۳-۵-۴-۱۱ |
| ۴ | استقرار نظام موثر HSE | ✓ | | | ۴-۵-۴-۱۱ |
| ۵ | داشتن برنامه زمان‌بندی همراه با منابع و مبتنی بر تکرار | ✓ | | | ۵-۵-۴-۱۱ |
| ۶ | ارایه مدارک لازم برای مقایسه اجرا با برنامه زمان‌بندی | ✓ | | | ۶-۵-۴-۱۱ |

**جدول پ-۵-۱۱ چک‌لیست الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست برای ساختمان‌های موضوع بند پ-۵-۴**

| ردیف | الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب** | | | |
| ۱ | نصب شمارنده آب در ورودی هر واحد | ۱ | ۱ | ۱-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | نصب سیفون دوحالته | ۱ | ۱ | ۲-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز | ۱۴ | ۰ | ۳-۱-۲-۵-۱۱ |
| ردیف | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر** | | | |
| ۱ | به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۲۴ | ۰ | ۱-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۶ | ۳ | ۲-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | رده انرژی طبق مبحث ۱۹<br>EC – ۹ امتیاز<br>EC+ – ۲۲ امتیاز<br>EC++ – ۵۴ امتیاز | ۵۴ | ۲۲ | ۳-۲-۲-۵-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | **۱۰۰** | **۲۷** | **—** |

از آنجا که تمامی الزامات را رعایت کرده است، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی مطابق چک‌لیست زیر محاسبه می‌شود:

**جدول پ-۵-۱۲ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای ساختمان‌های موضوع بند پ-۵-۴**

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **الزامات طراحی** | | | |
| ۱ | رعایت حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش | ۸ | ۸ | ۱-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۷ | ۷ | ۲-۲-۶-۴-۱۱ |

## پیوست ۵ نمونه‌هایی از نحوه تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ۳ | مقاوم‌سازی در حوزه پدافند غیرعامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی | ۶ | ۶ | ۳-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۴ | نمای خارجی صنعتی | ۸ | ۸ | ۴-۲-۶-۴-۱۱ |
| **ردیف** | **الزامات اجرایی** | | | |
| ۱ | کاربرد یکی از این ۳ مورد:<br>• شبکه آرماتور پیش‌ساخته جوشی در اسکلت بتن مسلح<br>• واشرهای ویژه DTI در قطعات اسکلت پیچ و مهره‌ای<br>• سقف‌های سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی | ۷ | ۰ | ۱-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | کاربرد راه‌پله موقت و ایمن در دوره ساخت | ۳ | ۳ | ۲-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۳ | پیش‌سازی سازه راه‌پله‌ها | ۳ | ۳ | ۳-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۴ | پیش‌سازی کف پله‌ها | ۳ | ۳ | ۴-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۵ | کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی | ۵ | ۵ | ۵-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۶ | کاربرد واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۶-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۷ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۳ | ۳ | ۷-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۸ | استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع | ۳ | ۳ | ۸-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۹ | کاربرد تیرچه با بلوک سفالی در ارتفاع بیش از ۲۰ متر از سطح زمین | -۵ | ۰ | ۹-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۱۰ | تعداد نفر-ساعت کار در کارگاه با یک حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن)<br>اتمام پروژه بدون حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن) | ۱۵ | ۱۲ | ۱۰-۳-۶-۴-۱۱<br>۱۱-۳-۶-۴-۱۱ |
| **ردیف** | **الزامات سازماندهی** | | | |
| ۱ | مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه جاری | ۸ | ۸ | ۱-۴-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | تایید کیفیت پروژه توسط کارفرما / توسعه‌گر | ۱۱ | ۱۱ | ۲-۴-۶-۴-۱۱ |

| الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| ۳ | ارایه حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته | ۷ | ۷ | ۳-۴-۶-۴-۱۱ |
| مجموع امتیازات | | ۱۰۰ | ۸۷ | — |

به عبارت دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان برای این پروژه ۸۷ است که چون از ۶۵ بیشتر است، صنعتی درجه یک محسوب می‌شود.

## پ-۵-۵ پروژه بزرگ ساختمانی – نمونه دوم

پروژه، ساختمانی با پانزده طبقه است که یازده طبقه آن، مسکونی و چهار طبقه آن، مشاعات (شامل لابی، پارکینگ، سالن اجتماعات و مجموعه ورزشی) است. در هر طبقه مسکونی، شش واحد (از قرار چهار واحد ۱۱۰ مترمربعی و دو واحد ۸۵ مترمربعی)، دو راه‌پله، دو دستگاه آسانسور و راهرو (جمعا به مساحت ۴۰ مترمربع) واقع شده است.

سطح کل زیربنا ۹،۷۵۰ مترمربع است.

مجری علاوه بر دارا بودن صلاحیت مندرج در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، در زمینه ابنیه، دارای رتبه یک از سازمان برنامه و بودجه است.

پروژه به روش طرح و ساخت انجام شده است.

ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی‌متر انتخاب و حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش، رعایت شده است.

ابعاد در و پنجره مدولار طراحی شده است.

نقشه‌های فاز دو معماری و نقشه نما شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی ارایه شده است.

محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری رعایت شده است.

محاسبات پایدارسازی گود انجام و نقشه‌های متناظر با جزییات کامل و روش اجرایی ارایه شده است.

روش ساخت، قالب‌های تونلی بوده است.

اجزای غیرسازه‌ای ساختمان در برابر زلزله مقاوم‌سازی شده است.

ساختمان در حوزه پدافند غیرعامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی مقاوم‌سازی شده است.

تاسیسات پروژه توسط مشاور تاسیساتی باصلاحیت طراحی و نقشه‌های آن با جزییات کامل اجرایی، ارایه شده است.

اطلاعات ساختمان در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی، مدل شده است.

طراحی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی انجام و مصرف انرژی ساختمان برآورد شده است.

نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی ارایه شده است.

تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد بوده است.

قطع و خم آرماتورها با دستگاه انجام شده است.

شبکه‌های آرماتور با جوش، به صورت پیش‌ساخته آماده شده است.

از روش قالب‌بندی صنعتی استفاده شده است.

شمشیری راه‌پله‌ها پیش‌سازی شده است.

نازک‌کاری دیوارها حذف شده است.

سقف و دیوار میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان عایق‌بندی صدا شده است.

برای انتقال آب و فاضلاب از روش لوله‌کشی صنعتی استفاده شده است.

برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع، کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق به‌کار رفته است.

برای کاشی / سرامیک / سنگ از ملات پیش‌آماده یا چسب استفاده شده است.

برای نما از بتن نمایان استفاده شده است.

عوامل اجرایی، به صورت نظری و عملی آموزش دیده بودند.

نظام کنترل کیفیت در پروژه مستقر بود.

نظام تضمین کیفیت در پروژه مستقر بود.

نظام موثر HSE در پروژه مستقر بود؛ با ۱۵ میلیون و یکصد هزار نفر-ساعت کار کارگاهی، دارای یک حادثه منجر به فوت بوده است.

برنامه زمان‌بندی با منابع همراه و مدارک لازم برای مقایسه اجرا با برنامه زمان‌بندی مبتنی بر تکرار ارایه شده است.

دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان‌کار ارایه شده است.

مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، ۱۰،۰۰۰ واحد بوده است.

هر واحد، دارای کنتور آب مجزا است.

در تمامی واحدها از سیفون دوحالته استفاده شده است.

ساختمان در رده انرژی +EC قرار می‌گیرد.

***

چون تعداد کل طبقات حداقل ۱۵ است؛ از نوع پروژه بزرگ است.

چک‌لیست الزامات، چنین می‌شود:

**جدول پ-۵-۱۳ چک‌لیست الزامات صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۵**

| الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | الزامات عمومی | | | | |
| ۱ | رتبه‌بندی یک ابنیه از سازمان برنامه و بودجه علاوه بر دارا بودن صلاحیت مندرج در قانون | ✓ | | | ۱-۲-۴-۱۱ |
| ۲ | انجام پروژه با شیوه "طرح و ساخت" | ✓ | | | ۲-۲-۴-۱۱ |
| ۳ | استاندارد بودن و در صورت فقدان استاندارد ملی، داشتن تاییدیه‌های فنی لازم برای مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات | ✓ | | | ۳-۲-۴-۱۱ |

## پیوست ۵ نمونه‌هایی از نحوه تعیین درجه صنعتی‌سازی ساختمان‌ها

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | ارایه دفترچه بهره‌برداری در مرحله پایان کار | ✓ | | | ۴-۲-۴-۱۱ |
| ۵ | کسب حداقل شاخص حامی محیط‌زیست ۱۵ | ✓ | | | ۵-۲-۴-۱۱ |
| ردیف | **الزامات طراحی** | | | | |
| ۱ | طراحی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف انرژی و برآورد انرژی مصرفی ساختمان | ✓ | | | ۱-۳-۴-۱۱ |
| ۲ | ابعاد داخل به داخل فضاها به صورت مضربی از ۵۰ میلی متر | ✓ | | | ۲-۳-۴-۱۱ |
| ۳ | مدولار بودن ابعاد در و پنجره | ✓ | | | ۳-۳-۴-۱۱ |
| ۴ | ارایه نقشه‌های فاز دو معماری | ✓ | | | ۴-۳-۴-۱۱ |
| ۵ | محدود ساختن ضایعات به حداکثر ۱٪ برای پوشش‌های کف و دیوار در محاسبات بر اساس نقشه‌های معماری | ✓ | | | ۵-۳-۴-۱۱ |
| ۶ | ارایه نقشه‌ها و محاسبات گودبرداری و پایدارسازی گود با جزییات کامل و روش اجرایی | ✓ | | | ۶-۳-۴-۱۱ |
| ۷ | کاربرد روش ساخت تایید شده (مراجعه به متن) | ✓ | | | ۷-۳-۴-۱۱ |
| ۸ | کاربرد انواع دیوار تایید شده (مراجعه به متن) | ✓ | | | ۸-۳-۴-۱۱ |
| ۹ | مقاوم‌سازی اجزای غیرسازه‌ای ساختمان‌ها | ✓ | | | ۹-۳-۴-۱۱ |
| ۱۰ | طراحی تاسیسات با روش‌های مهندسی مورد تایید و ارایه نقشه‌های تاسیسات همراه با جزییات کامل اجرایی | ✓ | | | ۱۰-۳-۴-۱۱ |
| ۱۱ | ارایه نقشه نما، حداقل شامل جزییات زیرسازی و عایق‌بندی | ✓ | | | ۱۱-۳-۴-۱۱ |
| ۱۲ | نصب سنگ نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل و به صورت خشک | | | ✓ | ۱۲-۳-۴-۱۱ |
| ۱۳ | ارایه دستورالعمل نصب نما | ✓ | | | ۱۳-۳-۴-۱۱ |
| ۱۴ | استفاده از BIM در سطح سه بعدی همراه با تداخل‌یابی | ✓ | | | ۱۴-۳-۴-۱۱ |

| ردیف | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| | **الزامات اجرایی** | | | | |
| ۱ | ارایه نقشه‌های کارگاهی اجرای سازه به صورت کامل با روش اجرایی | ✓ | | | ۱-۴-۴-۱۱ |
| ۲ | تجهیز کارگاه به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد یا با امکان تغییر کاربری برای استفاده دایمی از آن | ✓ | | | ۲-۴-۴-۱۱ |
| ۳ | قالب‌بندی به روش صنعتی | ✓ | | | ۳-۴-۴-۱۱ |
| ۴ | قطع و خم آرماتورها با دستگاه | ✓ | | | ۴-۴-۴-۱۱ |
| ۵ | پیش‌سازی قطعات اسکلت فولادی در کارخانه و نصب آن در محل فقط با اتصالات پیچ و مهره‌ای | | | ✓ | ۵-۴-۴-۱۱ |
| ۶ | کاربرد پلی‌استایرن فقط از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی برای سقف یا دیوارهای سازه‌های موقت و دایمی | ✓ | | | ۶-۴-۴-۱۱ |
| ۷ | عدم استفاده از دیوارهای آجری (مگر برای تزیین) یا انواع بلوک سفالی و سیمانی غیرسبک | ✓ | | | ۷-۴-۴-۱۱<br>۸-۴-۴-۱۱ |
| ۸ | صدابندی سقف و دیوار میان واحدها بر اساس مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان | ✓ | | | ۹-۴-۴-۱۱ |
| ۹ | لوله‌کشی به روش صنعتی برای انتقال آب و فاضلاب | ✓ | | | ۱۰-۴-۴-۱۱ |
| ۱۰ | کاربرد ملات پیش‌آماده یا چسب برای کاشی / سرامیک / سنگ غیرنما | ✓ | | | ۱۱-۴-۴-۱۱ |
| ردیف | **الزامات مدیریتی** | | | | |
| ۱ | آموزش نظری و عملی عوامل اجرا | ✓ | | | ۱-۵-۴-۱۱ |
| ۲ | استقرار نظام کنترل کیفیت | ✓ | | | ۲-۵-۴-۱۱ |
| ۳ | استقرار نظام تضمین کیفیت | ✓ | | | ۳-۵-۴-۱۱ |
| ۴ | استقرار نظام موثر HSE | ✓ | | | ۴-۵-۴-۱۱ |
| ۵ | داشتن برنامه زمان‌بندی همراه با منابع و مبتنی بر تکرار | ✓ | | | ۵-۵-۴-۱۱ |

| | الزامات صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | بلی | خیر | کاربرد ندارد | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|---|
| ۶ | ارایه مدارک لازم برای مقایسه اجرا با برنامه زمان‌بندی | ✓ | | | ۶-۵-۴-۱۱ |

**جدول پ-۵-۱۴ چک‌لیست الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۵**

| ردیف | الزامات کسب شاخص حامی محیط‌زیست | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف آب** | | | |
| ۱ | نصب شمارنده آب در ورودی هر واحد | ۱ | ۱ | ۱-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | نصب سیفون دوحالته | ۱ | ۱ | ۲-۱-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | جمع‌آوری و تصفیه آب باران یا آب خاکستری برای استفاده مجدد در موارد مجاز | ۱۴ | ۰ | ۳-۱-۲-۵-۱۱ |
| ردیف | **الزامات صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر** | | | |
| ۱ | به ازای تولید ۴۰٪ برق مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۲۴ | ۰ | ۱-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۲ | به ازای تولید ۳۰٪ آب‌گرم مصرفی سالیانه با منابع انرژی تجدیدپذیر | ۶ | ۰ | ۲-۲-۲-۵-۱۱ |
| ۳ | رده انرژی طبق مبحث ۱۹<br>EC – ۹ امتیاز<br>EC+ – ۲۲ امتیاز<br>EC++ – ۵۴ امتیاز | ۵۴ | ۲۲ | ۳-۲-۲-۵-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | ۱۰۰ | ۲۴ | — |

از آنجا که تمامی الزامات را رعایت کرده است، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی مطابق چک‌لیست زیر محاسبه می‌شود:

**جدول پ-۵-۱۵ چک‌لیست الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای ساختمان موضوع بند پ-۵-۵**

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **الزامات طراحی** | | | |
| ۱ | رعایت حداقل‌های ابعادی لازم برای آسایش | ۸ | ۸ | ۱-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها | ۷ | ۰ | ۲-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۳ | مقاوم‌سازی در حوزه پدافند غیرعامل با سطح عملکرد II - ایمنی جانی | ۶ | ۶ | ۳-۲-۶-۴-۱۱ |
| ۴ | نمای خارجی صنعتی | ۸ | ۸ | ۴-۲-۶-۴-۱۱ |
| ردیف | **الزامات اجرایی** | | | |
| ۱ | کاربرد یکی از این ۳ مورد:<br>• شبکه آرماتور پیش‌ساخته جوشی در اسکلت بتن مسلح<br>• واشرهای ویژه DTI در قطعات اسکلت پیچ و مهره‌ای<br>• سقف‌های سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی | ۷ | ۷ | ۱-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | کاربرد راه‌پله موقت و ایمن در دوره ساخت | ۳ | ۳ | ۲-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۳ | پیش‌سازی سازه راه‌پله‌ها | ۳ | ۳ | ۳-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۴ | پیش‌سازی کف پله‌ها | ۳ | ۰ | ۴-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۵ | کاربرد روش‌های منجر به حذف زیرسازی | ۵ | ۵ | ۵-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۶ | کاربرد واحدهای سرویس بهداشتی پیش‌ساخته | ۳ | ۰ | ۶-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۷ | کاربرد عایق رطوبتی سرد اجرا | ۳ | ۰ | ۷-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۸ | استفاده از کانال‌های نیمه‌پیش‌ساخته عایق یا کاربرد ورق‌های از پیش‌عایق برای انتقال هوای گرم، تعویض هوا و تهویه مطبوع | ۳ | ۳ | ۸-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۹ | کاربرد تیرچه با بلوک سفالی در ارتفاع بیش از ۲۰ متر از سطح زمین | -۵ | ۰ | ۹-۳-۶-۴-۱۱ |
| ۱۰ | تعداد نفر-ساعت کار در کارگاه با یک حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن)<br>اتمام پروژه بدون حادثه منجر به فوت (مراجعه به متن) | ۱۵ | ۱۱ | ۱۰-۳-۶-۴-۱۱<br>۱۱-۳-۶-۴-۱۱ |

| ردیف | الزامات کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی در ساختمان پروژه‌های بزرگ | سقف امتیاز | امتیاز | بند مرتبط |
|---|---|---|---|---|
| | **الزامات سازماندهی** | | | |
| ۱ | مجموع واحدهای ساخته‌شده با سیستم پیشنهادی توسط مجری در ۱۰ سال گذشته، حداقل نصف تعداد واحدهای پروژه جاری | ۸ | ۸ | ۱-۴-۶-۴-۱۱ |
| ۲ | تایید کیفیت پروژه توسط کارفرما / توسعه‌گر | ۱۱ | ۱۱ | ۲-۴-۶-۴-۱۱ |
| ۳ | ارایه حداقل یک کتاب پروژه از سوابق اجرا شده توسط مجری با سیستم پیشنهادی در ۵ سال گذشته | ۷ | ۷ | ۳-۴-۶-۴-۱۱ |
| | **مجموع امتیازات** | ۱۰۰ | ۸۰ | — |

به عبارت دیگر، شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان برای این پروژه ۸۰ است که چون از ۶۵ بیشتر است، صنعتی درجه یک محسوب می‌شود.

غیر قابل انتشار

# واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

| | |
|---|---|
| استاد؛ اجزای قائم سیستم LSF که به عنوان عضو باربر ستونی در بارهای ثقلی عمل می‌کنند. | Stud |
| بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست | Health, Safety and Environment (HSE) |
| بهره‌وری | Productivity |
| پیش‌دال | Pre Slab |
| تخته‌سیمانی | Cement Board |
| تداخل‌یابی | Clash Detecting |
| تِرَک؛ اعضای افقی سیستم LSF که اجزای قائم را به هم وصل می‌کنند. | Track |
| تضمین کیفیت | Quality Assurance (QA) |
| توسعه‌گر | Developer |
| تولید ناخالص داخلی | Gross Domestic Product (GDP) |
| تیرچه | Joist |
| تیلت-آپ | Tilt-Up |
| دیوار باربر | Load Bearing Wall |
| پوشش OSB؛ | Oriented Strand Board (OSB) |

| | |
|---|---|
| تخته متشکل از خرده چوب‌های جهت‌دار | |
| رانر؛ اعضای افقی سیستم LSF که اجزای قائم را به هم وصل می‌کنند. | Runner |
| روش دیوار یکپارچه در قاب سبک فولادی | Balloon Framing |
| روش طبقه‌ای در قاب سبک فولادی | Platform Framing |
| زباله‌های شهری | Municipal Solid Waste |
| ساختمان سبز | Green Building |
| خانه‌های صفر انرژی | Zero Energy Houses |
| سازمان بین‌المللی کار | International Labour Organization (ILO) |
| سازه بتن‌آرمه با قالب‌های عایق ماندگار | Insulating Concrete Formwork (ICF) |
| سیستم قاب سبک فولادی | Lightweight Steel Frame (LSF) |
| شکل‌دهی با غلتک | Roll Forming |
| طرح و ساخت | Design and Build (DB) |
| کنترل کیفیت | Quality Contlrol (QC) |
| لاپه | Purlin |
| لوور، نوعی نمای کرکره‌ای | Louvered Facade |
| مدل‌سازی اطلاعات ساختمان | Building Information Modeling (BIM) |
| مدیریت کیفیت جامع | Total Quality Management (TQM) |
| مقاطع فولادی سرد نورد شده | Cold-Formed Steel |
| موسسه نظارت جهانی | World Watch Institute |
| واشر ویژه DTI؛ واشر مشخص‌کننده تامین کشش لازم | Direct Tension Indicator (DTI) |

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران
# مبحث دوازدهم
# ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش چهارم ۱۳۹۲

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا/ تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان [وزارت راه و شهرسازی]. |
| **وضعیت ویراست:** | ویراست؟ |
| **مشخصات نشر:** | تهران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۹۴ ص. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران: مبحث ۱۲. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۱-۷. |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - پیش بینی‌های ایمنی |
| **شناسه افزوده:** | ساختمان سازی - - پیش بینی‌های ایمنی - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۲. |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲/الف ۹ م ۲ ۱۲.ج ۱۳۹۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۳۱۲۵۹۳۲ |

# نام کتاب: مبحث ۱۲ ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـــاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـــابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۱-۷ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۲ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۴۰،۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**
**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث دوازدهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر شهریار افندی‌زاده | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • مهندس رضا اشراقی | عضو |
| • مهندس عزت ا... تقی زاده قهی | رئیس و مسئول تهیه متن |
| • مهندس سید محمد تقی زاده | عضو |
| • مهندس ناصر رهبر | نماینده سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران |
| • مهندس محمد حسین سنگی | نماینده وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی |
| • مهندس سید محمد صباغ رضوی | نماینده وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی |
| • دکتر رضا عزتیان | نماینده وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی |
| • مهندس سید احمد لطفی‌زاده | نماینده سازمان نظام مهندسی ساختمان |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا |
| • مهندس لاله جعفر پوریانی | کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

# فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| مقدمه | |
| ۱۲-۱ کلیات | ۱ |
| ۱۲-۱-۱ هدف | ۱ |
| ۱۲-۱-۲ دامنه کاربرد | ۱ |
| ۱۲-۱-۳ تعاریف کلی و واژه‌ها | ۱ |
| ۱۲-۱-۴ مجوزهای خاص و اقدامات قبل از اجرا | ۷ |
| ۱۲-۱-۵ مسئولیت ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست | ۸ |
| ۱۲-۲ ایمنی | ۱۱ |
| ۱۲-۲-۱ کلیات | ۱۱ |
| ۱۲-۲-۲ ایمنی عابران و مجاوران کارگاه ساختمانی | ۱۱ |
| ۱۲-۲-۳ جلوگیری از سقوط افراد | ۱۳ |
| ۱۲-۲-۴ جلوگیری از حریق، سوختگی و برق گرفتگی | ۱۴ |

۱۲-۳ بهداشت کار، محیط زیست، تسهیلات بهداشتی و رفاهی ۲۱
۱۲-۳-۱ کلیات ۲۱
۱۲-۳-۲ آب آشامیدنی ۲۴
۱۲-۳-۳ سرویس‌های بهداشتی ۲۴
۱۲-۳-۴ محل‌های تعویض لباس (رختکن) ۲۴
۱۲-۳-۵ غذاخوری، محل اقامت و استراحت کارگران ۲۴
۱۲-۳-۶ نور و روشنایی ۲۵
۱۲-۳-۷ تهویه ۲۵
۱۲-۳-۸ کمک‌های اولیه ۲۵

۱۲-۴ وسایل و تجهیزات حفاظت فردی ۲۷
۱۲-۴-۱ کلیات ۲۷
۱۲-۴-۲ کلاه ایمنی ۲۸
۱۲-۴-۳ حمایل بند کامل بدن و طناب مهار ۲۸
۱۲-۴-۴ عینک ایمنی و سپر محافظ صورت ۲۸
۱۲-۴-۵ ماسک تنفسی حفاظتی ۲۹
۱۲-۴-۶ کفش و پوتین ایمنی ۲۹
۱۲-۴-۷ چکمه و نیم چکمه لاستیکی ۳۰
۱۲-۴-۸ دستکش حفاظتی ۳۰
۱۲-۴-۹ لباس کار ۳۰
۱۲-۴-۱۰ گوشی حفاظتی ۳۱
۱۲-۴-۱۱ جلیقه نجات ۳۱
۱۲-۴-۱۲ گتر حفاظتی ۳۱

۱۲-۵ وسایل و سازه‌های حفاظتی ۳۳
۱۲-۵-۱ کلیات ۳۳
۱۲-۵-۲ جان پناه و نرده حفاظتی موقت ۳۳
۱۲-۵-۳ پاخورهای حفاظتی ۳۴
۱۲-۵-۴ راهرو سرپوشیده موقت ۳۴
۱۲-۵-۵ سرپوش حفاظتی ۳۵
۱۲-۵-۶ پوشش موقت فضاهای باز ۳۵
۱۲-۵-۷ سقف موقت ۳۶
۱۲-۵-۸ تورهای ایمنی ۳۶
۱۲-۵-۹ حصار حفاظتی موقت ۳۶

۱۲-۶ وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی ۳۹
۱۲-۶-۱ کلیات ۳۹
۱۲-۶-۲ دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر ۴۲
۱۲-۶-۳ وسایل موتوری نقل و انتقال، خاکبرداری و جابجایی مصالح ساختمانی ۴۷

۱۲-۷ وسایل دسترسی ۴۹
۱۲-۷-۱ کلیات ۴۹
۱۲-۷-۲ داربست ۴۹
۱۲-۷-۳ نردبان ۵۲
۱۲-۷-۴ راه پله موقت ۵۴
۱۲-۷-۵ راه شیب دار و گذرگاه ۵۴

۱۲-۸ تخریب ۵۷
۱۲-۸-۱ کلیات ۵۷
۱۲-۸-۲ تخریب کف و سقف ۶۰
۱۲-۸-۳ تخریب دیوارها ۶۰
۱۲-۸-۴ تخریب سازه‌های بتنی ۶۱
۱۲-۸-۵ تخریب سازه‌های فولادی ۶۱
۱۲-۸-۶ تخریب دودکش‌های بلند صنعتی و سازه‌های مشابه ۶۲
۱۲-۸-۷ مصالح و ضایعات ۶۲

۱۲-۹ عملیات خاکی ۶۵
۱۲-۹-۱ کلیات ۶۵
۱۲-۹-۲ گودبرداری (حفر طبقات زیرزمین و پی کنی ساختمان‌ها) ۶۷
۱۲-۹-۳ حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب ۶۹

۱۲-۱۰ عملیات ساخت، برپایی و نصب اسکلت ساختمان ۷۱
۱۲-۱۰-۱ کلیات ۷۱
۱۲-۱۰-۲ اجرای سازه‌های فولادی ۷۱
۱۲-۱۰-۳ اجرای سازه‌های بتنی ۷۳

۱۲-۱۱ سایر مقررات مربوط ۷۵
۱۲-۱۱-۱ کلیات ۷۵
۱۲-۱۱-۲ تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۷۵
۱۲-۱۱-۳ سیم کشی و نصب تأسیسات و تجهیزات برقی ۷۶
۱۲-۱۱-۴ سیم کشی برای استفاده‌های موقت ۷۶

۱۲-۱۱-۵ نصب قطعات پیش ساخته بتنی ۷۶
۱۲-۱۱-۶ کار بر روی بام ساختمان‌ها، سقف‌های شیب دار و شکننده ۷۷
۱۲-۱۱-۷ نقاشی و پوشش سطوح با مواد شیمیایی و یا دیگر مواد قابل اشتعال ۷۸
۱۲-۱۱-۸ حمل و نقل، جابجایی و انبار کردن مصالح ۷۸

## مقدمه

افزایش جمعیت شهری و نیاز به محل سکونت و کار در شهرها و به خصوص شهرهای بزرگ افزایش تراکم و افزایش ارزش املاک را به دنبال دارد. این افزایش‌ها عموماً باعث توسعه عمودی شهرها و افزایش طبقات ساختمانها در بالا و زیر همکف می‌شود.

افزایش طبقات ساختمانها از یک طرف مدت ساخت را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر نیاز به فضاهای شهری برای حمل و نقل، تخلیه و جابجایی مصالح و اجرای عملیات ساختمانی را افزایش می‌دهد. ساخت و ساز وسیع و حجیم در مناطق شهری اثر جدی بر ایمنی، محیط زیست و زندگی روزمره ساکنین این مناطق می‌گذارد.

در چند دهه اخیر در اکثر کشورهای صنعتی و پیشرفته و یا در حال توسعه، ضوابط و مقرراتی کارساز برای کاهش خطرات ناشی از اجرای عملیات ساختمانی تدوین شده است. در کشور ما نیز در سال ۱۳۷۲ ویرایش اول و در سالهای ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ ویرایشهای دوم و سوم مبحث ۱۲ مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان "ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا" تدوین و ابلاغ گردیده است.

ویرایش چهارم این مبحث با توجه به مسائلی که از طرف جامعه مهندسی و ادارات و سازمانهای ذیربط به شکل‌های مختلف مطرح گردیده تهیه شده است. در بازنگری جدید موارد زیر مد نظر قرار گرفته است.

- ویرایش کلی، حذف موارد تکراری، کوتاه و ساده سازی متن مبحث تا حد امکان.
- خطراتی که ایمنی، محیط زیست و زندگی روزمره ساکنین مجاور کارگاه‌های ساختمانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
- ریسک، ارزیابی ریسک، مدیریت ریسک و به طور کلی مدیریت ایمنی کارگاه‌های ساختمانی.
- ارتقای ایمنی و بهداشت کار شاغلین کارگاه‌های ساختمانی.
- ایمنی گودبرداری و تخریب.
- رعایت حق مالکیت مجاورین کارگاه ساختمانی در موقع اجرای عملیات ساختمانی به خصوص در گودبرداری.
- ساده سازی متن و تفکیک وظایف و مسئولیت‌های دست اندرکاران.

امید است با رفع ابهامات و نواقص در ویرایش قبلی و ارائه اطلاعات تکمیلی مورد نیاز، زمینه اجرایی شدن بهتر و مؤثرتر این مبحث در رابطه با کارگاه‌های ساختمانی فراهم آید.

**کمیته تخصصی مبحث دوازدهم مقررات ملّی ساختمان**

# ۱۲-۱ کلیات

### ۱۲-۱-۱ هدف

هدف این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقررات به منظور تأمین ایمنی، بهداشت کار و حفاظت از محیط زیست هنگام اجرای عملیات ساختمانی است.

### ۱۲-۱-۲ دامنه کاربرد

رعایت مفاد این مبحث در انجام عملیات ساختمانی برای کلیه ساختمان‌های مشمول قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان لازم الاجرا است.

### ۱۲-۱-۳ تعاریف کلی و واژه‌ها

در این بخش تعاریف زیر ارائه می‌شود. سایر اصطلاحاتی که جنبه عمومی ندارد، در جای خود تعریف خواهند شد. برای اصطلاحاتی که در این مبحث تعریف نشده‌اند، معنای متداول آنها مورد نظر است.

#### ۱۲-۱-۳-۱ عملیات ساختمانی

عملیات ساختمانی عبارت است از تخریب، خاکبرداری، خاکریزی، گودبرداری، حفاظت گودبرداری و پی‌سازی، احداث بناهای موقت و دائم، توسعه، تعمیر اساسی و تقویت بنا، نماسازی، محوطه‌سازی و ساخت قطعات پیش‌ساخته در محل کارگاه ساختمانی، حفر چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب و سایر تأسیسات زیربنایی.

### ۱۲-۱-۳-۲ کارگاه ساختمانی

کارگاه ساختمانی محلی است که یک یا تعدادی از عملیات ساختمانی مندرج در بند ۱۲-۱-۳-۱ در آن انجام شود. در صورت اخذ مجوز برای استفاده از معابر مجاور کارگاه جهت انبار کردن مصالح؛ یا استقرار تجهیزات و ماشین‌آلات، این محل‌ها نیز جزء کارگاه ساختمانی محسوب می‌شود.

### ۱۲-۱-۳-۳ محل کار

محل کار محلی است در محدوده کارگاه ساختمانی که در اختیار کارفرما باشد و کارگران به درخواست و به حساب کارفرما در آنجا مشغول کار باشند و برای انجام کار به آنجا وارد شوند.

### ۱۲-۱-۳-۴ وسایل و تجهیزات

وسایل و تجهیزات عبارت است از ابزار، ماشین‌آلات، داربست‌ها، نردبان‌ها، سکوها و تجهیزات مشابه که در کارگاه ساختمانی به کار گرفته می‌شوند.

### ۱۲-۱-۳-۵ مرجع رسمی ساختمان

مرجع رسمی ساختمان مرجعی است که طبق قانون، مسئول صدور پروانه ساختمان و نظارت و کنترل بر امر ساختمان سازی در محدوده مورد عمل خود باشد.

### ۱۲-۱-۳-۶ مرجع ذیصلاح

مرجع ذیصلاح مرجعی است که طبق قانون، صلاحیت تدوین، تصویب یا ابلاغ ضوابط و مقررات مشخصی را داشته باشد.

### ۱۲-۱-۳-۷ شخص ذیصلاح

شخص ذیصلاح شخصی است که حسب مورد دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی یا کاردانی یا تجربی در رشته مربوط از وزارت راه و شهرسازی یا دارای صلاحیت نظارت بر امور ایمنی، بهداشت کار و محیط زیست، یا پروانه مهارت فنی از وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی در رشته مربوط و یا گواهی ویژه تردد و کار با ماشین‌آلات ساختمانی از اداره راهنمایی و رانندگی باشد.

### ۱۲-۱-۳-۸ مهندس ناظر

مهندس ناظر (ناظر) شخصی حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال به کار در یکی از رشته‌های موضوع قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان است که بر اجرای صحیح عملیات ساختمانی در حیطه صلاحیت مندرج در پروانه اشتغال خود نظارت می‌نماید.

### ۱۲-۱-۳-۹ سازنده (مجری)

سازنده (مجری) شخصی است حقیقی یا حقوقی که در زمینه اجرای ساختمان دارای پروانه اشتغال به کار از وزارت راه و شهرسازی است و با عقد قراردادهای همسان که با صاحب کار منعقد می‌نماید، اجرای عملیات ساختمانی را بر اساس نقشه‌های مصوب، مقررات ملّی ساختمان و سایر مدارک منضم به قرارداد برعهده دارد. سازنده ساختمان نماینده صاحب کار در اجرای عملیات ساختمان بوده و پاسخگوی کلیه مراحل اجرای کار به ناظر و دیگر مراجع نظارت و کنترل ساختمان می‌باشد.

### ۱۲-۱-۳-۱۰ صاحب کار

صاحب کار شخصی است حقیقی یا حقوقی که مالک یا قائم مقام قانونی مالک کارگاه ساختمانی بوده و اجرای عملیـات ساختمانی و مسئولیت ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست مربوط به آن را بر طبـق قرارداد کتبی به سازنده واگذار می‌نماید. در صورتی که صاحب کار دارای پروانه اشتغال به کار در زمینه اجرا باشد و خود رأساً عملیات اجرایی را عهده‌دار شود، سازنده نیز محسوب می‌شود.

### ۱۲-۱-۳-۱۱ پیمانکار

پیمانکار شخصی است حقیقی یا حقوقی که به عنوان پیمانکار جزء یا فرعی اجرای قسمتی از عملیات ساختمانی را بر طبق قرارداد کتبی با سازنده عهده‌دار می‌شود.

### ۱۲-۱-۳-۱۲ خویش فرما

خویش فرما شخص حقیقی ذیصلاحی است که در کارگاه ساختمانی بدون بکارگیری کارگران دیگر و بر طبق قرارداد کتبی پیمانکاری، مسئولیت انجام قسمت یا قسمت‌هایی از عملیات ساختمانی را بر عهده می‌گیرد. خویش فرما در کارگاه ساختمانی پیمانکار جزء یا فرعی محسوب می‌شود.

### ۱۲-۱-۳-۱۳ کارفرما

کارفرما شخصی است حقیقی یا حقوقی که یک یا چند نفر کارگر را در کارگاه ساختمانی به هزینه خود و با پرداخت مزد به کار می‌گمارد، اعم از اینکه پیمانکارجزء، سازنده یا صاحب کار باشد.

### ۱۲-۱-۳-۱۴ کارگر

کارگر شخصی است حقیقی که در کارگاه ساختمانی در مقابل دریافت مزد به درخواست و با هزینه کارفرما کار کند.

### ۱۲-۱-۳-۱۵ حفاظت

حفاظت عبارت است از اقدامات و عملیاتی که به منظور نگهداری و مراقبت از افراد، اشیاء، اموال، ابنیه، وسایل و تجهیزات در مقابل خطرات ناشی از اجرای عملیات ساختمانی بکار برده می‌شود.

### ۱۲-۱-۳-۱۶ ایمنی

ایمنی عبارت است از:

**الف:** مصون و محفوظ بودن کلیه کارگران و افرادی که به نحوی در کارگاه ساختمانی با عملیات ساختمانی ارتباط دارند.

**ب :** مصون و محفوظ بودن کلیه افرادی که در مجاورت یا نزدیکی (شعاع موثر) کارگاه ساختمانی عبور و مرور، فعالیت یا زندگی می‌کنند.

**پ :** حفاظت و مراقبت از ابنیه، خودروها، تاسیسات، تجهیزات و نظایر آن در داخل یا مجاورت کارگاه ساختمانی.

### ۱۲-۱-۳-۱۷ خطر

خطر به شرایطی اطلاق می‌شود که دارای پتانسیل رساندن آسیب و صدمه به افراد، خسارت به وسایل، تجهیزات، بناها و از بین بردن مواد یا کاهش کارایی در اجرای یک عمل از قبل تعیین شده باشد.

### ۱۲-۱-۳-۱۸ بهداشت کار (بهداشت حرفه‌ای)

بهداشت کار (بهداشت حرفه‌ای) عبارت است از علم و فن پیشگیری از بیماری‌های ناشی از کار و ارتقای سطح سلامتی افراد شاغل از طریق کنترل عوامل زیان آور محل کار.

### ۱۲-۱-۳-۱۹ محیط زیست

محیط زیست عبارت است از سلامت و بهداشت کلیه افرادی که در مجاورت یا نزدیکی (شعاع موثر) کارگاه ساختمانی عبور و مرور، فعالیت یا زندگی می‌کنند و همچنین جلوگیری از آلودگی هوا، آب، خاک و آلودگی صوتی ناشی از عملیات ساختمانی.

### ۱۲-۱-۳-۲۰ حادثه

حادثه رخدادی غیر عمد است که به طور غیر منتظره‌ای اتفاق افتد و باعث خسارت مالی و یا صدمه جانی شود.

### ۱۲-۱-۳-۲۱ حادثه ناشی از کار

حادثه ناشی از کار رخدادی است که در حین انجام وظیفه و به سبب آن برای شاغلین در کارگاه ساختمانی اتفاق افتد. همچنین حوادثی که حین کمک رسانی به افراد حادثه‌دیده نیز رخ دهد حادثه ناشی از کار محسوب می‌گردد.

### ۱۲-۱-۳-۲۲ بیماری ناشی از کار یا بیماری شغلی

بیماری ناشی از کار یا بیماری شغلی بیماری است که در اثر اشتغال در محل کار برای کارگر به وجود آمده یا تشدید شده، و عامل اصلی و مرتبط با آن در محل کار و به عنوان عامل زیان‌آور در محل کار موجود می‌باشد.

### ۱۲-۱-۳-۲۳ ریسک

حاصلضرب احتمال وقوع یک رویداد یا مواجهه با عوامل زیان‌آور در پیامدهای حاصل از آن را ریسک می‌گویند. به بیان دیگر، ریسک عبارت است از احتمال بوجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین.

### ۱۲-۱-۳-۲۴ مدیریت ریسک

مدیریت ریسک عبارت است از شناسایی مخاطرات احتمالی، ارزیابی ریسک‌هایی که ممکن است از مخاطرات فوق بوجود آیند، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در مورد اقدامات کنترلی به منظور اجتناب یا کاهش سطح ریسک‌ها، اجرای اقدامات کنترلی، مشاهده و بازبینی موثر بودن اقدامات و مستندسازی آنها.

### ۱۲-۱-۳-۲۵ ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای تعیین اندازه کمّی و کیفی خطرات، و بررسی پیامدهای بالقوه ناشی از حوادث احتمالی بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط است. در حقیقت از این طریق میزان کارآمدی روش‌های کنترلی موجود مشخص شده و داده‌های با ارزشی برای تصمیم‌گیری در زمینه کاهش ریسک خطرات، بهسازی سیستم‌های کنترلی و برنامه‌ریزی برای واکنش به آنها فراهم می‌شود.

### ۱۲-۱-۳-۲۶ کار در ساعت غیر عادی

کار در ساعت غیر عادی عبارت از کاری است که در خارج از وقت عادی و یا از پیش تعیین شده انجام شود. کار نگهبانان و کارگران حفاظت و ایمنی، کار در ساعت غیر عادی تلقی نمی‌شود.

### ۱۲-۱-۳-۲۷ کار در شب

کار در شب عبارت از کاری است که بین ساعت ۲۲ لغایت ۶ بامداد روز بعد انجام گیرد.

### ۱۲-۱-۳-۲۸ سازه موقت

سازه موقت سازه‌ای است که برای تجهیز کارگاه و در جهت اجرای عملیات اصلی و حفاظتی به صورت موقت اجرا می‌شود. این سازه باید طبق آیین‌نامه‌های مربوط دارای پایداری و استحکام لازم در مقابل بارهای وارده باشد.

### ۱۲-۱-۳-۲۹ برچسب گذاری

بررسی، شناسایی و نشانه گذاری یک ماده و یا ترکیب شیمیایی را برچسب گذاری گویند.

### ۱۲-۱-۳-۳۰ برگه اطلاعات ایمنی مواد

برگه و یا مجموعه مطالب در خصوص اطلاعات ایمنی و بهداشتی یک ماده و یا ترکیب شیمیایی شامل اجزای مختلف کاربردی و قابل استفاده در موارد عادی و اضطراری می‌باشد. این اطلاعات شامل نام ماده و یا ترکیب شیمیایی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، کاربردها، نحوه استفاده، درجه اشتعال، نحوه مقابله در شرایط نشت، آتش سوزی، مخاطرات بهداشتی برای انسان، قابلیت انفجار و اصولاً هرگونه اطلاعات با ارزش در مقابله و پاسخ در شرایط اضطراری و رعایت اصول ایمنی و بهداشتی مربوط بصورت خلاصه و کاربردی است.

## ۱۲-۱-۴ مجوزهای خاص و اقدامات قبل از اجرا

**۱۲-۱-۴-۱** قبل از شروع عملیات ساختمانی اقدامات زیر باید توسط سازنده انجام شود:

**الف:** کلیه پروانه‌ها و مجوزهای لازم به منظور اجرای عملیات ساختمانی، تخلیه و انبارکردن مصالح و تجهیزات، پارک ماشین‌آلات ساختمانی در پیاده‌روها، خیابان‌ها و سایر فضاهای عمومی، استفاده از تسهیلات عمومی و همچنین کار در شب از مراجع ذیربط اخذ شود. مسدود و یا محدود نمودن پیاده‌روها و معابر عمومی با رعایت بند ۱۲-۲-۲-۱ مجاز خواهد بود.

**ب :** طرح تجهیزکارگاه، نحوه حفاظت از درختان داخل و مجاورکارگاه و همچنین در اجرای دستورالعمل اجرایی گودبرداری‌های ساختمانی مصوب شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان، پلان و عمق گودبرداری و نحوه حفاظت و پایداری دیواره های گود تهیه و به تأیید مرجع رسمی ساختمان رسیده و یک نسخه از آن جهت نظارت در اختیار ناظر قرار گیرد.

**پ :** نقشه‌های اجرایی بررسی و در صورت مشاهده اشکال، نظرات پیشنهادی برای اصلاح به طورکتبی به صاحب کار و طراح اعلام شود.

**ت :** برنامه زمانبندی کار، ساختار سازمانی اجرای کار، شرح وظایف و مسئولیت‌های کارکنان کلیدی و مستندات مربوط به تایید صلاحیت آنها کتباً به اطلاع صاحب کار و مهندس ناظر برسد.

**ث :** بیمه مسئولیت مدنی و شخص ثالث کارگاه و همچنین بیمه اجباری کارگران ساختمانی برقرار گردد.

**ج :** قطع یا جابجایی انشعاب آب، برق، گاز و سایر تاسیسات زیر بنایی قبل از تخریب و گودبرداری.

**۱۲-۱-۴-۲** سازنده موظف است کلیه نقشه‌ها و مشخصات فنی (از نظر ایستایی) وسایل و سازه‌های حفاظتی از قبیل راهرو سرپوشیده موقت، حصار حفاظتی موقت، توقفگاه و گذرگاه وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی و همچنین شمع‌ها، سپرها، پایه‌های پل‌ها، حفاظ‌ها و دست اندازها و وسایل و تجهیزاتی از این قبیل را قبل از ساخت، نصب و بکارگیری به تأیید شخص ذیصلاح دارای پروانه اشتغال به کار مهندسی (در حدود صلاحیت مربوط) برساند و یک نسخه از آن را جهت نظارت در اختیار مهندس ناظر قرار دهد. نقشه‌ها و مشخصات فنی راهرو سرپوشیده و حصار حفاظتی موقت باید به تایید مرجع رسمی ساختمان نیز برسد.

## ۱۲-۱-۵ مسئولیت ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست

**۱۲-۱-۵-۱** در هر کارگاه ساختمانی سازنده موظف است اقدامات لازم به منظور حفظ و تأمین ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست را به عمل آورد.

**۱۲-۱-۵-۲** هرگاه یک یا چند کارفرما یا افراد خویش فرما به طور همزمان، در یک کارگاه ساختمانی مشغول به کار باشند، هر کارفرما در محدوده پیمان خود مسئول اجرای مقررات مربوط به ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست می‌باشد. کارفرمایانی که به طور همزمان در یک کارگاه ساختمانی مشغول فعالیت هستند، باید در اجرای مقررات مذکور با یکدیگر همکاری نموده و سازنده یا پیمانکار اصلی نیز مسئول مراقبت و ایجاد هماهنگی بین آنها می‌باشد. برقراری بیمه مسئولیت مدنی و شخص ثالث از مسئولیت‌های سازنده، کارفرما و مسئولین مربوط نمی‌کاهد.

**۱۲-۱-۵-۳** سازنده و کارفرمایان کارگاه‌های ساختمانی موظفند از شخص ذیصلاح دارای پروانه اشتغال یا مهارت فنی و یا گواهی ویژه در عملیات ساختمانی استفاده نمایند. بعلاوه، شاغلین در کارگاه‌های ساختمانی باید آموزش‌های بهداشت کار و ایمنی را فراگرفته و گواهی‌های مربوط را از مراجع ذیصلاح دریافت نموده باشند.

**۱۲-۱-۵-۴** سازنده و سایر کارفرمایان کارگاه‌های ساختمانی موظفند برای تأمین ایمنی، سلامت و بهداشت کارگران، وسایل و تجهیزات لازم را بر اساس مقررات این مبحث تهیه و در اختیار آنها قرار دهند. چگونگی کاربرد این وسایل را به کارگران آموخته و نیز در مورد کاربرد وسایل و تجهیزات و

رعایت مقررات مذکور نظارت نمایند. کارگران نیز ملزم به استفاده و نگهداری از وسایل مذکور و اجرای دستورالعمل‌های مربوط می‌باشند.

**۱۲-۱-۵-۵** در کارگاه‌های با زیربنای بیش از ۳۰۰۰ مترمربع و یا ۱۸متر ارتفاع از روی پی، معرفی شخصی ذیصلاح به عنوان مسئول ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست الزامی می‌باشد. بعلاوه با توجه به دستورالعمل اجرایی گودبرداری‌های ساختمانی ابلاغی وزارت راه و شهرسازی در گودهای با خطر زیاد و بسیار زیاد بکارگیری شخص ذیصلاح و آشنا به مسائل ایمنی گودبرداری به عنوان "مسئول ایمنی کارگاه گودبرداری" الزامی است. تعیین مسئول ایمنی رافع مسئولیت‌های اصلی سازنده نمی‌باشد.

**۱۲-۱-۵-۶** در صورت احتمال وقوع حادثه، سازنده موظف است تا تأمین ایمنی و حفاظت لازم، از ادامه عملیات ساختمانی در موضع خطر خودداری نماید. در صورت وقوع حادثه منجر به خسارت، جرح یا فوت، سازنده موظف است پس از انجام اقدامات فوری برای رفع خطر، مراتب را حسب مورد به مراجع ذیربط گزارش نماید.

**۱۲-۱-۵-۷** کارفرما نباید به هیچ کارگری اجازه دهد که خارج از ساعت عادی کار، به تنهایی مشغول به کار باشد. در صورت انجام کار در ساعت غیر عادی، باید روشنایی کافی، امکان برقراری ارتباط و نیز تمام خدمات مورد نیاز کارگران فراهم شود.

**۱۲-۱-۵-۸** مهندس ناظر موظف به نظارت بر اجرای مقررات این مبحث در عملیات ساختمانی موضوع بند ۱۲-۱-۳-۱ می‌باشد. هرگاه مهندس ناظر در ارتباط با عملیات ساختمانی، مواردی را خلاف این مبحث مشاهده نماید، باید ضمن تذکر کتبی به سازنده، مراتب را به مرجع رسمی ساختمان اعلام نماید.

**۱۲-۱-۵-۹** شهرداری و سایر مراجع صدور پروانه ساختمان و همچنین سازمان نظام مهندسی ساختمان نیز باید برعملکرد سازنده و مهندس ناظر نظارت نمایند. در صورت بروز تخلف باید مراتب به شورای انتظامی نظام مهندسی ساختمان گزارش گردد.

# ۱۲-۲ ایمنی

## ۱۲-۲-۱ کلیات

**۱۲-۲-۱-۱** سازنده باید نسبت به شناسایی شرایط و مخاطرات احتمالی محیط کار و ارزیابی ریسک‌هایی که ممکن است از این مخاطرات بوجود آید، اقدام نموده و اقدامات پیش گیرانه مناسب در جهت حذف مخاطرات احتمالی و به عبارت دیگر مدیریت ریسک را بعمل آورد.

**۱۲-۲-۱-۲** سازنده موظف به پیام رسانی موثر و مطلوب به منظور تامین ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست در داخل و اطراف کارگاه ساختمانی با استفاده از علائم تصویری هشداردهنده، الزام کننده و آگاه کننده مطابق مفاد مبحث "علائم و تابلوها (مبحث بیستم مقررات ملّی ساختمان)" می‌باشد.

**۱۲-۲-۱-۳** کارگاه ساختمانی باید با رعایت مفاد بخش ۱۲-۵-۹ به طور مطمئن و ایمن محصور شده و از ورود افراد متفرقه و غیر مسئول به داخل آن جلوگیری به عمل آید. همچنین در اطراف کارگاه ساختمانی نصب تابلوها و علایم هشدار دهنده، که در شب و روز قابل رویت باشد، ضروری است.

## ۱۲-۲-۲ ایمنی عابران و مجاوران کارگاه ساختمانی

**۱۲-۲-۲-۱** مسدود یا محدود نمودن موقت پیاده روها و سایر معابر و فضاهای عمومی، برای تخلیه مصالح، وسایل و تجهیزات و یا انجام عملیات ساختمانی ممنوع است، مگر با اخذ مجوز از مراجع

ذیربط برای مدت معین و با رعایت مفاد بخش‌های ۱۲-۱-۴ و ۱۲-۵-۳ و مفاد بندهای۱۲ -۲-۲-۳ و ۱۲-۲-۲-۴ و موارد زیر:

**الف:** وسایل، تجهیزات و مصالح ساختمانی باید در جایی قرار داده شوند که مخاطراتی برای عابران، خودروها، تأسیسات عمومی، بناها و درختان مجاور کارگاه ساختمانی به وجود نیاورند. همچنین مانع دسترسی به تاسیسات و تجهیزات شهری از قبیل آب و برق و گاز، فاضلاب، شیرهای آتش نشانی و یا مانع دید علائم راهنمایی و رانندگی نشوند. مصالح، وسایل و تجهیزات فوق شب‌ها نیز باید به وسیله علائم درخشان و چراغ‌های قرمز احتیاط مشخص شوند.

**ب :** در مواردی که نیاز به تخلیه مصالح ساختمانی در معابر عمومی یا مجاور آن باشد، باید مراقبت کافی به منظور جلوگیری از لغزش، فرو ریختن یا ریزش احتمالی آنها به عمل آید.

**پ :** در مواردی که پایه‌های داربست (موضوع بخش ۱۲-۷-۲) در معابر عمومی قرار گیرد، باید با استفاده از وسایل مؤثر از جا به جا شدن و حرکت پایه‌های آن جلوگیری شود.

**۱۲-۲-۲-۲** هنگامی که بر اثر انجام عملیات ساختمانی خطری متوجه رفت و آمد عابران و یا خودروها باشد، باید با رعایت مفاد بند ۱۲-۲-۲-۱ و با کسب نظر از مراجع ذیربط یک یا چند مورد از موارد زیر به کار گرفته شود:

**الف:** گماردن یک یا چند نگهبان با پرچم اعلام خطر در فاصله مناسب

**ب :** قرار دادن نرده‌های حفاظتی متحرک در فاصله مناسب از محوطه خطر و نصب چراغ‌های چشمک زن یا سایر علائم هشدار دهنده

**پ :** نصب علائم آگاهی دهنده و وسایل کنترل مسیر در فاصله مناسب

**۱۲-۲-۲-۳** در موارد زیر در تمام طول و عرض مجاور بنا، احداث راهروی سرپوشیده موقت در راه عبور عمومی با رعایت مفاد بخش ۱۲-۵-۴ الزامی است:

**الف:** در صورتی که فاصله بنای در دست تخریب از معابر عمومی کمتر از ۴۰ درصد ارتفاع آن باشد.

**ب :** در صورتی که فاصله بنای در دست احداث یا تعمیر و بازسازی از معابر عمومی کمتر از ۲۵ درصد ارتفاع آن باشد.

**۱۲-۲-۲-۴** در صورتی که راه عبور عمومی محدود یا مسدود شده باشد، باید راه عبور موقت در محل مناسبی که به تأیید مراجع ذیربط برسد، ایجاد گردد.

**۱۲-۲-۲-۵** بر روی محل‌های حفاری که در معابر عمومی برای استفاده از تسهیلات عمومی یا نصب انشعابات مربوط صورت می‌گیرد، باید یک پل موقت عبور عابر پیاده با مقاومت و ایستایی لازم، با عرض حداقل ۱/۵ متر یا عرض پیاده رو و با نرده حفاظتی مناسب ایجاد شود. در صورتی که حفاری در محل تردد خودرو صورت گرفته باشد، باید موقتاً پلی با مقاومت کافی و با عرض مناسب که به تأیید مرجع رسمی ساختمان می‌رسد، برای عبور خودروها ایجاد شود.

**۱۲-۲-۲-۶** بیرون زدگی هریک از اجزاء سازه‌های موقت از قبیل حصار حفاظتی موقت کارگاه، سرپوش حفاظتی و داربست از محدوده بنای در دست ساخت ممنوع است مگر با رعایت مفاد بندهای ۱۲-۲-۲-۱ و ۱۲-۲-۲-۲ و ۱۲-۲-۲-۳ و شرایط زیر:

**الف:** فاصله عمودی بیرون زدگی از روی سطح پیاده رو نباید کمتر از ۲/۵ متر و از روی سطح سواره رو کمتر از ۴/۵ متر باشد.

**ب :** درها و پنجره‌ها نباید از داخل کارگاه به سمت گذر عمومی باز شوند.

## ۱۲-۲-۳ جلوگیری از سقوط افراد

**۱۲-۲-۳-۱** قسمت‌های مختلف کارگاه ساختمانی و محوطه اطـراف آن از قبیل پلکـان‌ها، سطوح شیبدار، دهانه‌های باز در کف طبقات، چاه‌های آسانسور، اطراف سقف‌ها و دیوارهای باز و نیمه تمام طبقـات، محل‌های عبور لوله‌های عمودی تأسیسات، چاه‌های در دست حفاری آب و فاضلاب، کانال‌ها، اطراف گودبرداری‌ها، گودال‌ها، حوض‌ها و استخرها، که احتمال خطر سقوط افراد را در بردارد، باید تا زمان پوشیده شدن و محصور شدن نـــهایی یا نصب حفاظ‌ها و نرده‌های دائم و اصلی، با رعایت مفاد بخش‌های ۱۲-۵-۲ و ۱۲-۵-۶ به وسیله پوشش‌ها یا نرده‌های حفاظتی محکم و مناسب و حسب مورد با استفاده از شبرنگ‌ها، چراغ‌ها و تابلوهای هشداردهنده مناسب و قابل رویت در طول روز و شب، به طور موقت حفاظت گردند. در کلیه موارد فوق، چنانچه احتمال سقوط و ریزش ابزار کار یا مصالح ساختمانی وجود داشته باشد، باید موقتاً نسبت به نصب پاخورهای مناسب طبق شرایط مندرج در بخش ۱۲-۵-۳ اقدام گردد.

**۱۲-۲-۳-۲** بارگذاری بیش از حد ایمنی بر روی هرگونه اسکلت، چوب بست، حفاظ، نرده، پوشش‌های موقتی، سرپوش دهانه‌ها و گذرگاه‌ها و نظایر آن مجاز نمی‌باشد.

**۱۲-۲-۳-۳** برای جلوگیری از بروز خطرهایی که نمی‌توان به طرق دیگر ایمنی را تضمین نمود و همچنین برای جلوگیری از ورود افراد متفرقه به محوطه محصور شده یا منطقه خطر و نیز برای حفظ علائم نصب شده، باید مراقب یا مراقبینی در تمام طول روز و شب به کار گمارده شوند. به علاوه کارگاه ساختمانی یا قسمت‌های ساخته شده آن، نباید در شرایطی که خطری ایمنی، بهداشت کار و محیط زیست را تهدید کند، به حال خود رها شود.

## ۱۲-۲-۴ جلوگیری از حریق، سوختگی و برق گرفتگی

### ۱۲-۲-۴-۱ کلیات

برای جلوگیری از حریق، سوختگی و برق گرفتگی رعایت الزامات زیر ضروری است:

**الف:** در کلیه محل‌هایی که خطر آتش سوزی وجود دارد، کشیدن سیگار و روشن کردن آتش‌های روباز، روشن کردن وسایل روشنایی غیر محصور و وسایل گرمایشی غیر ایمن ممنوع است. در این محل‌ها باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "علائم و نشانه‌ها (مبحث بیستم مقررات ملّی ساختمان)" تابلوهای هشداردهنده از قبیل «خطر آتش سوزی»، «سیگار نکشید» و «آتش روشن نکنید» نصب شود. رعایت آیین‌نامه "پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی در کارگاه‌ها" مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی می‌باشد.

**ب :** ضایعات مصالح قابل احتراق، باید در جای مناسبی جمع‌آوری و به طور روزانه از محل کار خارج و به محل‌های مجاز حمل شود. سوزاندن این مواد در محل کارگاه ساختمانی مجاز نمی‌باشد.

**پ :** جمع آوری و انبار نمودن روغن، گریس، پارچه‌های روغنی، نخاله‌های آلوده به روغن و مواد نفتی و نظایر آن روی وسایل و تجهیزات ساختمانی یا در مجاورت آنها مجاز نمی‌باشد.

**ت :** انبار کردن و نگهداری موقت مواد و مصالح قابل احتراق و اشتعال از قبیل مواد سوختی، روغن، رنگ، تینر، چسب، کاغذ دیواری، پلی استایرن، چوب وگونی باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث"حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق (مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان)" و آئین‌نامه پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها مصوب شورای عالی حفاظت فنی صورت گیرد.

### ۱۲-۲-۴-۲ مایعات قابل اشتعال

در خصوص مایعات قابل اشتعال رعایت موارد زیر الزامی می‌باشد:

**الف:** قبل از سوختگیری باید موتور ماشین‌آلات ساختمانی خاموش شود و از ریختن مواد سوختی روی اگزوز و قسمت‌های داغ موتور جلوگیری گردد.

**ب** : مایعاتی که نقطه شعله زنی آنها کمتر از ۷ درجه سانتیگراد می‌باشد، نباید روی سطح زمین نگهداری شوند، مگر اینکه به صورت محدود در ظرف‌های کمتر از ۱۸ لیتر و داخل ظروف یا مخازن حفاظت شده نگهداری شوند.

**پ** : خروجی و سرریز مخازن سوخت نباید در جایی تعبیه شده باشد که مواد مذکور روی موتور، اگزوز، تابلو برق، کلید برق، باطری و سایر منابع ایجاد جرقه، ریخته شود.

**ت** : در جایی که بخار مایعات قابل اشتعال وجود دارد، نباید از وسایلی که تولید جرقه یا شعله می‌کند، از قبیل کبریت، فندک، سیگار، پیلوت گاز، چراغ و وسایل برقی جرقه زا استفاده شود.

**ث** : ظروف محتوی مایعات سریع‌الاشتعال باید از جنس نسوز و نشکن و دارای درب کاملاً محکم و محفوظ بوده و بر روی آنها برچسب گذاری شده باشد.

### ۱۲-۲-۴-۳ وسایل گرم کننده موقت

هنگام استفاده از وسایل گرم کننده موقت موارد زیر باید رعایت شود:

**الف**: زمانی که در محل کار از بخاری یا هر وسیله گرم کننده به طور موقت استفاده می‌شود، باید کلیه ضوابط و مقررات مربوط از قبیل درجه حرارت، فاصله وسیله گرم کننده تا مواد قابل اشتعال و خروج گازهای مضر رعایت گردد.

**ب** : وسایل گرم کننده موقت از قبیل بخاری‌ها در موقع استفاده باید به نحو مطمئن روی کف قرار داده شوند، به طوری که امکان واژگون شدن آنها وجود نداشته باشد.

**پ** : وسایل گرم کننده برقی باید استاندارد باشد. استفاده از وسایل برقی دست ساز مجاز نمی‌باشد.

**ت** : استفاده از وسایل گازسوز و نفت سوز بدون دودکش در فضاهای کاملاً بسته، بدون تهویه کافی هوا ممنوع می‌باشد.

**ث** : باید از ریختن نفت در بخاری‌های نفتی، در هنگام روشن بودن آنها جلوگیری به عمل آید.

### ۱۲-۲-۴-۴ پخت قیر و آسفالت

پخت قیر و آسفالت در کارگاههای ساختمانی باید با رعایت موارد زیر انجام شود:

**الف**: بشکه و دیگ‌های پخت قیر و آسفالت در موقع استفاده باید در جای خود محکم شده باشند، به طوری که در حین کار هیچ خطری متوجه افراد نشود.

**ب** : بشکه و دیگ‌های پخت قیر و آسفالت در موقع استفاده باید در خارج از ساختمان و در فضای باز قرار داده شوند. قراردادن آنها در معابر عمومی ممنوع می‌باشد مگر با رعایت کلیه موارد ایمنی، بهداشت کار و محیط زیست و کسب اجازه از مرجع رسمی ساختمان.

**پ** : در موقع کار با دیگ‌های پخت قیر و آسفالت باید وسایل اطفاء حریق مناسب در دسترس باشد.

**ت** : شیلنگ مشعل‌هایی که جهت پخت قیر و آسفالت و نصب ایزوگام به کار می‌رود باید مورد بازدید قرار گرفته و محل اتصال آن به مخزن و مشعل با بست به طور محکم مهار شده باشد.

**ث** : ظروف محتوی قیر داغ، نباید در محوطه بسته نگهداری شود، مگر آنکه قسمتی از محوطه باز باشد و عمل تهویه به طور کامل و کافی انجام گیرد.

**ج** : کارگرانی که به گرم کردن قیر، پخت، حمل و پخش آسفالت اشتغال دارند باید به دستکش و ساعدبند حفاظتی مجهز باشند. بالا بردن آسفالت یا قیر داغ توسط کارگران از نردبان ممنوع است.

**چ** : برای گرم کردن بشکه های محتوی قیر جامد باید ترتیبی اتخاذ گردد که ابتدا قسمت فوقانی قیر در ظرف ذوب شود و از حرارت دادن و تابش شعله به قسمت‌های زیرین ظرف قیر در ابتدای کار جلوگیری به عمل آید.

**ح** : هنـگام حرارت دادن بشکه قیر، باید درب آن کامـلاً باز باشد، بعلاوه درپـوش کاملاً منـاسب و محفـوظ و دسته‌داری باید در دسترس باشد تا درصورت آتش گرفتن و شعله کشیدن قیر بتوان فوراً با قرار دادن آن، نسبت به خفه کردن آتش اقدام نمود.

**خ** : سطل‌های مخصوص حمل قیر و آسفالت داغ، علاوه بر دسته اصلی، باید دارای دسته کوچکی در قسمت تحتانی باشند تا عمل تخلیه آنها به راحتی انجام شود.

**د** : کارگران پخت قیر و آسفالت پس از پایان کار، مجاز به پاکسازی لباسی که بر تن دارند با مواد قابل اشتعال از قبیل بنزین نمی‌باشند. در اینگونه موارد باید ابتدا لباس خود را از تن خارج و سپس در محل مناسب نسبت به نظافت و پاکسازی آن با مواد بی‌خطر مناسب اقدام گردد.

### ۱۲-۲-۴-۵ دیگ‌های بخار

کلیه دیگ‌های بخار و آب گرم اعم از اینکه به صورت موقت یا دائم مورد استفاده قرار گیرند، باید توسط افراد ذیصلاح و با رعایت مقررات مبحث "تأسیسات مکانیکی (مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان)" و آئین‌نامه حفاظتی دیگ‌های بخار مصوب شورای عالی حفاظت فنی، نصب و راه اندازی شوند.

### ۱۲-۲-۴-۶ برشکاری و جوشکاری با گاز و برق

در برشکاری و جوشکاری با گاز و برق رعایت موارد زیر الزامی است:

**الف:** قبل از شروع عملیات جوشکاری یا برشکاری حرارتی، بایدکلیه وسایل و ابزارهای اندازه‌گیری فشار، شدت جریان و نظایر آن و همچنین شیلنگ‌های گاز و هوا کنترل شوند. همچنین دستگاه‌ها و تجهیزاتی که برای جوشکاری و برشکاری به کار برده می‌شود باید به طور مرتب و بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده مورد بازرسی و کنترل قرار گیرد.

**ب :** کارگران جوشکار باید هنگام کار، لباس کار مقاوم در برابر آتش و جرقه بر تن داشته و نیز مجهز به سایر وسایل حفاظت فردی از جمله کفش، عینک، نقاب و دستکش ساق‌دار حفاظتی مطابق شرایط مندرج در فصل ۱۲-۴ باشند. همچنین لباس کار جوشکاران باید عاری از مواد روغنی، نفتی و سایر مواد قابل احتراق و اشتعال باشد.

**پ :** در مکان‌هایی که مواد قابل احتراق و اشتعال نگهداری می‌شود، و یا در نزدیکی مواد یا دستگاه‌هایی که بخار و یا گازهای قابل اشتعال و قابل انفجار ایجاد می‌کنند، باید از عملیات جوشکاری و برشکاری حرارتی جلوگیری به عمل آید.

**ت :** در مواردی که امکان دور کردن مواد قابل احتراق و اشتعال از محوطه جوشکاری و برشکاری حرارتی وجود ندارد، جهت جلوگیری از خطرات احتمالی باید این مواد با صفحات و مواد مقـاوم در برابر آتش محصور و پوشانده شده و ضمن فراهم آوردن وسایل اطفاء حریق مناسب و کافی، یک فرد کمکی نیز در محل حاضر باشد.

**ث :** در مواقعی که جوشکاری روی فلزات دارای پوشش قلع، روی و نظایر آن صورت می‌گیرد، لازم است سریعاً دود و گازهای ناشی از جوشکاری به طرق مناسب و موثر به خارج از محل کار هدایت شوند.

**ج :** جوشکاران نباید از ظروف و بشکه‌هایی که قبلاً محتوی مواد نفتی، روغنی و یا سایر مواد قابل اشتعال و انفجار بوده‌اند، به عنوان تکیه‌گاه و زیر پایی استفاده نمایند. با توجه به مفاد بند ۱۲-۷-۱-۲ استفاده از بشکه بعنوان جایگاه کار کلاً ممنوع می‌باشد.

**چ :** عملیات جوشکاری یا برشکاری حرارتی بر روی ظروف و مخازن خالی که قبلاً حاوی مواد قابل اشتعال و انفجار بوده و ممکن است در آن گازهای قابل اشتعال و انفجار ایجاد شود، باید داخل آن به طور کامل به وسیله بخار یا مواد مؤثر دیگر شستشو شده و دریچه‌های آن کاملاً باز باشد و یا قسمتی از حجم آن با آب پر شود.

**ح** : هیچ نوع ظرف بسته، حتی اگر عاری از مواد قابل اشتعال و انفجار باشد، نباید مورد جوشکاری یا برشکاری حرارتی قرار گیرد، مگر آنکه قبلاً منفذی در آن ایجاد شود.

**خ** : برای نشت‌یابی شیلنگ‌های برشکاری و جوشکاری و اتصالات آنها باید از کف صابون استفاده شود.

**د** : در هنگام تعویض مشعل برشکاری و جوشکاری، باید جریان گاز از طریق شیر و رگلاتور قطع گردد. از روش‌های خطرناک و غیر ایمن از قبیل خم کردن شیلنگ جهت انسداد آن باید اکیداً خودداری به عمل آید.

**ذ** : برای روشن کردن مشعل برشکاری و جوشکاری باید از فندک یا شعله پیلوت (گیرانه) استفاده شود.

**ر** : در هنگام انجام عملیات جوشکاری برقی در فضاهای مسدود و مرطوب، دستگاه جوشکاری باید در خارج از محیط بسته قرار گیرد.

**ز** : بدنه دستگاه جوشکاری برقی باید دارای اتصال زمین مؤثر بوده و همچنین کابل‌های آن دارای روکش عایق محکم و مقاوم و فاقد هرگونه خوردگی و زدگی باشد.

**ژ** : در پایان هرگونه عملیات جوشکاری و برشکاری، باید محل کار، بازرسی و پس از اطمینان از عدم وجود خطر آتش سوزی در اثر جرقه‌های ناشی از جوشکاری و برشکاری، محل ترک شود.

**س** : عملیات جوشکاری یا برشکاری حرارتی نباید بر روی ظروف و مخازن خالی که قبلاً حاوی مواد قابل انفجار و اشتعال بوده و ممکن است در آن گازهای قابل اشتعال و انفجار ایجاد شود، صورت گیرد.

### ۱۲-۲-۴-۷ مراقبت و نگهداری از سیلندرهای گاز تحت فشار

در خصوص مراقبت و نگهداری از سیلندرهای گاز تحت فشار رعایت موارد زیر الزامی می‌باشد:

**الف:** شیر سیلندرها باید با دست و بدون استفاده از چکش و آچار باز شود و در صورت لزوم از آچارهای مخصوص استفاده شود.

**ب** : سیلندرهایی که مورد استفاده نباشند، باید طوری در فضای آزاد خارج از بنا قرار داده شوند که از تابش مستقیم نور خورشید یا درجه حرارت بالا و نیز وارد آمدن ضربه، محافظت شوند.

**پ** : سیلندرها نباید از هیچ ارتفاعی به پایین پرتاپ شوند. در ضمن برای بالا بردن و پایین آوردن آنها، لازم است از کلاف‌های مخصوص استفاده شود.

**ت** : سیلندرها باید از محل جوشکاری و برشکاری فاصله کافی داشته باشند به طوری که جرقه، براده یا شعله به آنها نرسد. در صورتی که این امر امکان پذیر نباشد باید از موانع ضد آتش استفاده شود.

**ث** : به منظور پیشگیری از خطر اشتعال و انفجار سیلندرهای گاز اکسیژن، باید از آلودگی شیرآلات و اتصالات آن به روغن و گریس خوداری شود.

**ج** : سیلندرهای گاز باید بطور قائم و مطمئن در جای خود محکم گردند تا از افتادن احتمالی آنها جلوگیری شود. کلاهک شیرهای آنها باید بجز در هنگام استفاده بسته باشند.

**چ** : سیلندرهای اکسیژن به جز در هنگام جوشکاری یا برشکاری حرارتی، باید جدا از سیلندرهای دیگر نگهداری شوند.

**ح** : چنانچه سیلندرها دارای نشت گاز باشند، باید بلافاصله از محل کار دور و در فضای باز و کاملاً دور از شعله یا جرقه یا منابع حرارت زا، به آهستگی و به تدریج تخلیه شوند. همچنین باید از بکار بردن سیلندری که شیر آن نسبت به بدنه تغییر وضعیت داشته باشد، خودداری شود.

**خ** : کلاهک سیلندرها جز در هنگام استفاده باید بر روی شیر سیلندر قرار داشته باشد.

**د** : شیلنگ‌های گاز باید سالم و بدون ترک باشد و همواره جهت اتصال شیلنگ به سیلندرها از بست استاندارد استفاده شده و از بکارگیری سیم به جای بست خوداری گردد.

**ذ** : در صورتی که نیاز به گرم کردن شیر سیلندر استیلن باشد، این کار باید به وسیله آب گرم انجام شود و هرگز نباید از شعله مستقیم استفاده گردد.

### ۱۲-۲-۴-۸ خطوط انتقال نیروی برق

در خصوص خطوط انتقال نیروی برق رعایت موارد زیر الزامی است:

**الف**: قبل از شروع عملیات ساختمانی سازنده باید حریم خطوط برق عبوری از مجاور ملک را مورد بررسی قرارداده و پس از پیش‌بینی‌های لازم جهت اجرای عملیات ساختمانی و کسب نظر مهندس ناظر، عملیات ساختمانی را شروع نماید.

**ب** : کلیه هادی‌ها، خطوط و تأسیسات برقی در محوطه و حریم کارگاه ساختمانی باید برقدار فرض شوند، مگر آنکه خلاف آن ثابت گردد.

**پ** : برای جلوگیری از خطر برق گرفتگی و کاهش آثار زیان آور میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از خطوط برق فشار قوی، باید مقررات مربوط به حریم خطوط انتقال و توزیع نیروی برق در کلیه عملیات ساختمانی و نیز در تعیین محل احداث بنا و تأسیسات، رعایت گردد.

**ت** : کلیه سیم کشی‌های موقت و دائم و نصب تجهیزات برقی باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث" طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها (مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان)" و آیین‌نامه "حفاظتی تاسیسات الکتریکی در کارگاه‌ها" مصوب شورای عالی حفاظت فنی صورت گیرد.

**ث** : قبل از هر گونه گودبرداری و حفاری، باید در مورد وجود کابل‌های زیرزمینی انتقال و توزیع نیروی برق در منطقه عملیات، بررسی لازم به عمل آمده و ضمن استعلام از مراجع ذیربط، حریم‌های قانونی رعایت و در صورت لزوم اقدامات احتیاطی از قبیل قطع جریان، تغییر موقت یا دائم مسیر، حفاظت و ایزوله کردن این خطوط توسط مراجع مذکور انجام شود.

**ج** : قبل از شروع عملیات ساختمانی در مجاورت خطوط هوایی برق فشار ضعیف، باید مراتب به مسئولین و مراجع ذیربط اطلاع داده شود تا اقدامات احتیاطی لازم از قبیل قطع جریان، تغییر موقت یا دائم مسیر یا روکش کردن خطوط مجاور ساختمان با لوله‌های پلی اتیلن یا شیلنگ‌های لاستیکی و نظایر آن انجام شود.

### ۱۲-۲-۴-۹ وسائل و تجهیزات اطفاء حریق

در استفاده از وسایل و تجهیزات اطفاء حریق رعایت موارد زیر الزامی است:

**الف:** سطل‌های آب و ماسه و کپسول‌های خاموش کننده (متناسب با نوع حریق) و سایر وسایل قابل حمل که به منظور اطفاء حریق به کار می‌روند، به همراه علائم و نشانه‌های ایمنی باید در قسمت‌های مختلف کارگاه ساختمانی به نحوی که همواره در معرض دید و دسترس باشند نصب و آماده استفاده گردند.

**ب** : در مواقعی که لوله‌ها و شیرهای آتش‌نشانی باید به صورت بخشی از تأسیسات دائمی ساختمان مورد استفاده قرار گیرند، لازم است با نظارت مراجع ذیصلاح نصب و آماده بهره‌برداری شوند. همچنین باید همیشه فاصله این لوله‌ها و شیرها تا خیابان مشخص و در شعاع ۲ متری از شیرهای برداشت (شیر آتش‌نشانی) یا فاصله بین آنها و خیابان، نباید هیچ گونه مصالح یا ضایعات ساختمانی ریخته شود.

# ۱۲-۳ بهداشت کار، محیط زیست، تسهیلات بهداشتی و رفاهی

## ۱۲-۳-۱ کلیات

**۱۲-۳-۱-۱** سازنده باید نسبت به ارزیابی ریسک‌های بهداشت کار شامل کلیهٔ خطرات و عوامل زیان آور مرتبط با کارگاه‌های ساختمانی اقدام نموده و براساس اولویت‌های حاصل شده از فرایند ارزیابی ریسک مربوط، برنامه‌های خود را در خصوص کنترل خطرات و عوامل زیان آور محل‌های کار به مورد اجرا گذاشته، نتایج شناسایی خطرات و ارزیابی و کنترل آنها را مستند و نگهداری نماید.

**۱۲-۳-۱-۲** سازنده باید اولویت اقدامات کنترلی را بر انجام اقدامات کنترلی در مبدأ ایجاد خطرات و عوامل زیان آور در محل‌های کار کارگاه ساختمانی قرار دهد.

**۱۲-۳-۱-۳** مواد شیمیایی و ترکیبات مورد استفاده در محل‌های کار از قبیل ظروف حاوی حلال‌ها، مواد قابل اشتعال و احتراق، اسیدها، فلوئور و سایر مواد مورد استفاده باید دارای برچسب بوده و فقط برای مصرف روزانه نگهداری شود. نگهداری حجم‌های بیش از نیاز روزانه در محل‌های کار ممنوع است و باید در انبار مواد شیمیایی کارگاه ساختمانی و تحت دستورالعمل انبارداری مواد شیمیایی نگهداری شود.

**۱۲-۳-۱-۴** مواد و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در کارگاه‌های ساختمانی باید دارای برگه اطلاعات ایمنی مواد باشد و یک نسخه از آن در داخل کارگاه ساختمانی نگهداری شود.

**۱۲-۳-۱-۵** در عملیات ساختمانی، به کارگرانی که به طور مستمر با گچ، سیمان یا سایر مواد آلوده کننده تماس مستقیم دارند، باید یک بار برای هر شیفت کاری شیر داده شود.

**۱۲-۳-۱-۶** کلیه شاغلین کارگاه‌های ساختمانی، باید دارای کارت سلامت شغلی معتبر بوده، و استعداد جسمانی و روانی متناسب با کارهای ارجاع شده را داشته باشند.

**۱۲-۳-۱-۷** در صورتیکه میزان آلاینده‌ها در محل کار و یا اطراف از مواجهه مجاز بیشتر باشد کارفرما مکلف به پیش‌بینی تمهیدات لازم برای کاهش میزان آلاینده‌ها می‌باشد.

**۱۲-۳-۱-۸** سازنده موظف است فعالیت‌های خود را به نحوی انجام دهد که این فعالیت‌ها باعث آلودگی هوا و یا آلودگی صوتی بیش از حد استاندارد رایج کشور نگردد. همچنین انجام عملیات ساختمانی باعث آسیب به درختان داخل و مجاور کارگاه ساختمانی و آلودگی آب و خاک نشود.

**۱۲-۳-۱-۹** سازنده موظف است برنامه‌های کنترلی مناسب را جهت کاهش آلاینده‌ها به کمتر از حد استاندارد مواجهه شغلی به شرح زیر به عمل آورد:

**الف:** حذف خطر

**ب :** جداسازی محل‌های خطرناک

**پ :** نصب حفاظ‌ها و کنترل‌های مهندسی نظیر تهویه موضعی.

**ت :** محدود سازی ساعت کار شاغلین و افراد در معرض خطر به منظور کاهش مدت زمان مواجهه و نیز جابجایی افراد.

**ث :** تهیه و استفاده از وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار.

**۱۲-۳-۱-۱۰** سازنده باید دستورالعمل اجرایی در وضعیت بحرانی و خطرناک را با توجه به نوع کار، شرایط محیطی و موقعیت پروژه تدوین کند تا به موقع در جهت واکنش به شرایط اضطراری به اجرا بگذارد.

**۱۲-۳-۱-۱۱** به منظور حفظ سلامت و تامین ایمنی کارگران، عابران و مجاورین کارگاه ساختمانی، سازنده باید اقدامات لازم جهت کنترل گرما و حرارت زیاد، رطوبت و بخار داغ، سر و صدا و ارتعاش، گرد و غبار، دود و سایر عوامل آلوده کننده محیط زیست در کارگاه ساختمانی و اطراف آن را بعمل آورد.

**۱۲-۳-۱-۱۲** برای حفظ و تامین سلامتی کارگران در اثر سرما زدگی و یا سایر عوارض ناشی از سرما، سازنده باید تمهیدات لازم را بعمل آورد.

**۱۲-۳-۱-۱۳** رها سازی هر گونه نخاله، فاضلاب و پسماندهای باقی مانده از فرایندهای عملیات ساختمانی در محیط زیست ممنوع است. دفع اینگونه مواد و ضایعات باید مطابق با قانون "مدیریت پسماندها" انجام پذیرد.

**۱۲-۳-۱-۱۴** حمل و نقل دستی و جابجایی بار باید مطابق آیین‌نامه "حفاظتی حمل دستی بار" مصوب شورای عالی حفاظت فنی و آئین‌نامه "بهداشتی حمل دستی بار" مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شود.

**۱۲-۳-۱-۱۵** در حین اجرای کار اعمالی از قبیل خوردن، آشامیدن و استعمال دخانیات ممنوع می‌باشد. این موضوع باید توسط سازنده به نحو مقتضی به اطلاع شاغلین کارگاه‌های ساختمانی رسیده و از آن جلوگیری شود.

**۱۲-۳-۱-۱۶** سازنده باید در کارگاه‌های ساختمانی با بعد کارگری بیش از ۲۰۰ نفر شاغل، نسبت به تشکیل خانه بهداشت اقدام نموده، و امکانات لازم جهت ارائه کمک‌های اولیه و خدمات بهداشت کار را فراهم نماید.

**۱۲-۳-۱-۱۷** سازنده قبل از شروع عملیات ساختمانی باید آخرین قوانین و مقررات کار، ایمنی، بهداشت کار و حفاظت محیط زیست مربوط را از مراکز ذیربط اخذ و حسب مورد در هنگام عملیات ساختمانی اجرا نماید. این قوانین و مقررات باید در محل مناسبی در کارگاه ساختمانی در دسترس و رویت همگان قرار گیرد.

**۱۲-۳-۱-۱۸** در هر کارگاه ساختمانی، بسته به محل، نوع کار، تعداد کارگران، زمان و ساعت کار، مطابق با آئین‌نامه "تسهیلات بهداشتی" وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، باید تسهیلات رفاهی و بهداشتی لازم تأمین و در دسترس کارگران قرار گیرد.

### ۱۲-۳-۲ آب آشامیدنی

**۱۲-۳-۲-۱** در تمام محل‌های کار در کارگاه ساختمانی، باید آب آشامیدنی سالم، گوارا و کافی در اختیار کارگران قرار گیرد. ضمناً به کارگرانی که در گرمای زیاد برای مدت مدیدی کار می‌کنند باید قرص‌های نمک طعام داده شود.

**۱۲-۳-۲-۲** آب آشامیدنی باید از منابع بهداشتی تأیید شده تهیه شود و کلیه نکات بهداشتی از نظر سالم نگه داشتن مخازن و ظروف نگهداری آب رعایت گردد.

**۱۲-۳-۲-۳** چنانچه درکارگاه ساختمانی برای مصارف غیر آشامیدنی، آب ذخیره و نگهداری شود، باید بر روی مخازن و شیرهای برداشت تابلوی «غیر قابل شرب» نصب شود.

### ۱۲-۳-۳ سرویس‌های بهداشتی

**۱۲-۳-۳-۱** در هر کارگاه ساختمانی باید به ازای هر ۲۵ نفر کارگر، حداقل یک توالت و روشویی بهداشتی و محصور، با آب و وسایل کافی شستشو ساخته و آماده شود. در هر حال در هرکارگاه ساختمانی احداث حداقل یک توالت و روشویی الزامی است.

### ۱۲-۳-۴ محل‌های تعویض لباس (رختکن)

**۱۲-۳-۴-۱** در هر کارگاه ساختمانی باید متناسب با فضای کارگاه محلی سرپوشیده و بهداشتی، برای تعویض و نگهداری لباس کارگران فراهم شود.

### ۱۲-۳-۵ غذا خوری، محل اقامت و استراحت کارگران

**۱۲-۳-۵-۱** در هر کارگاه ساختمانی، باید محل‌هایی برای غذا خوری و همچنین محل‌های مناسب کافی و مجزا برای اقامت و استراحت موقت کارگرانی که به دلیل دوری محل کار از محل سکونت آنها، یا درخواست کارفرما یا حسب وظیفه مجبور به اقامت در کارگـاه باشند، با وسایل و امکانات مورد نیاز فراهم شود.

### ۱۲-۳-۶ نور و روشنایی

**۱۲-۳-۶-۱** در کلیه کارگاه‌های ساختمانی، باید نور و روشنایی طبیعی و یا مصنوعی کافی و مناسب و درصورت لزوم وسیله روشنایی قابل حمل، در محل‌های کار، عبور و مرور، سرویس‌های بهداشتی، رختکن، غذاخوری، اقامت و استراحت کارگران فراهم شود.

### ۱۲-۳-۷ تهویه

**۱۲-۳-۷-۱** کلیه محل‌های کار، رختکن، سرویس‌های بهداشتی، اقامت، استـراحت و غذا خوری کارگران، باید به طور طبیعی یا مصنوعی تهویه شوند، به گونه‌ای که هوای کافی و سالم برای محل‌های فوق فراهم شود.

### ۱۲-۳-۸ کمک‌های اولیه

**۱۲-۳-۸-۱** درکلیه کارگاه‌های ساختمانی، باید با توجه به نوع کار و متناسب با تعداد کارگران، وسایل کمک‌های اولیه فراهم و آموزش افراد در این زمینه، تامین شود. همچنین تمهیدات لازم برای ارتباط فوری با بخش‌های امداد و نجات و انتقال اضطراری کارگران آسیب دیده یا کارگرانی که دچار بیماری‌های ناگهانی شوند، به مراکز پزشکی به عمل آید.

**۱۲-۳-۸-۲** جعبه کمک‌های اولیه باید دارای وسایل ضروری اعلام شده از طریق مراجع ذیربط باشد. این جعبه باید توسط سازنده تهیه و در جای مناسب نصب و از هرگونه آلودگی و گردوغبار دورنگه داشته شود و همیشه در دسترس کارگران باشد.

**۱۲-۳-۸-۳** درکلیه کارگاه‌های ساختمانی، باید وسایل ارتباطی برای تماس فوری با مراکز اورژانس و آتش نشانی فراهم گردد.

# ۱۲-۴ وسایل و تجهیزات حفاظت فردی

## ۱۲-۴-۱ کلیات

**۱۲-۴-۱-۱** وسایل و تجهیزات حفاظت فردی وسایلی از قبیل کلاه ایمنی، ماسک تنفسی، گوشی حفاظتی و حمایل بند کامل بدن است که برای حذف تماس مستقیم با عوامل زیان آور و یا مخاطره آمیز در محل کار، باید کارگران، افراد خویش فرما و سایر کسانی که در کارگاه ساختمانی فعالیت و یا به دلیلی وارد کارگاه می‌شوند، متناسب با نوع عوامل زیان آور محل کار، آنها را مورد استفاده قرار دهند. کارفرما موظف است این وسایل را تهیه و در اختیار افراد مذکور قراردهد و بر کاربرد آنها نظارت نماید.

**۱۲-۴-۱-۲** کلیه وسایل و تجهیزات حفاظت فردی باید از نظر کیفیت مواد مورد استفاده و مشخصات فنی ساخت، مطابق با استانداردهای ملی ایران یا سایر استانداردهای مورد قبول وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و یا برحسب مورد وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی باشند.

**۱۲-۴-۱-۳** کلیه وسایل و تجهیزات حفاظت فردی باید به طور مستمر توسط اشخاص ذیصلاح بازرسی و کنترل شده و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند تا همواره برای تأمین حفاظت کارگران آماده باشند.

**۱۲-۴-۱-۴** کلیه وسایل حفاظت فردی که قبلاً مورد استفاده قرار نگرفته‌اند، باید قبل از اینکه در اختیار کارگران قرار گیرند، توسط اشخاص ذیصلاح کنترل و اجازه استفاده از آنها داده شود.

**۱۲-۴-۱-۵** در تهیه و کاربرد وسایل و تجهیزات حفاظت فردی باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه "وسایل حفاظت انفرادی" و آئین‌نامه "ایمنی کار در ارتفاع" مصوب شورای عالی حفاظت فنی، لحاظ گردد.

### ۱۲-۴-۲ کلاه ایمنی

**۱۲-۴-۲-۱** در کلیه کارگاههای ساختمانی که در آنها احتمال وارد آمدن صدماتی به سر افراد در اثر سقوط فرد از ارتفاع یا سقوط وسایل، تجهیزات و مصالح و یا برخورد با موانع وجود دارد، باید از کلاه ایمنی استاندارد استفاده شود.

### ۱۲-۴-۳ حمایل بندکامل بدن و طناب مهار

**۱۲-۴-۳-۱** برای کارهایی از قبیل جوشکاری، سیم کشی و یا هر نوع کار دیگر در ارتفاع که امکان تعبیه سازه‌های حفاظتی برای جلوگیری از سقوط کارگران وجود نداشته باشد، باید وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع از قبیل حمایل بند کامل بدن، طناب مهار (طناب تکیه گاهی) و سایر وسایل متوقف کننده از نوع استاندارد تهیه و در اختیار آنان قرار داده شود.

**۱۲-۴-۳-۲** قبل از هر بار استفاده از وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کار در ارتفاع، کلیه قسمت‌ها و اجزاء آن باید از نظر داشتن خوردگی، پارگی، بریدگی و یا هر گونه عیب و نقص دیگر مورد بازدید و کنترل قرار گیرد.

**۱۲-۴-۳-۳** کارگرانی که در عمق چاه کار می‌کنند، باید مجهز به حمایل بند کامل بدن و طناب مهار (طناب نجات) باشند. انتهای آزاد طناب مهار باید در بالای چاه در نقطه ثابتی محکم شود تا به محض احساس خطر، امکان بالا کشیدن و نجات کارگر وجود داشته باشد.

### ۱۲-۴-۴ عینک ایمنی و سپر محافظ صورت

**۱۲-۴-۴-۱** به هنگام جوشکاری، برشکاری، آهنگری، ماسه پاشی (سند بلاست)، بتن پاشی (شاتکریت) و نظایر آن که نوع کار باعث ایجاد خطرهایی برای سر و صورت و چشم کارگران می‌شود، باید عینک

ایمنی و سپرمحافظ صورت استاندارد، مناسب با نوع کار و خطرهای مربوط تهیه و در اختیار آنان قرار گیرد.

**۱۲-۴-۴-۲** برای کارگران ماسه پاش و بتن پاش و از این قبیل، علاوه بر موارد فوق باید سرپوش و سربند حفاظتی نیز تهیه و در اختیار آنها گذاشته شود.

**۱۲-۴-۴-۳** در محیط‌های کاری که احتمال وجود تابش‌های نوری (فرابنفش، مادون قرمز)، گردوغبار، گازها و بخارات مضر وجود دارد، باید جهت پیشگیری از عوارض چشمی، حساسیت و سوزش چشم، عینک‌های حفاظتی مناسب تهیه و در اختیار کارگران قرار گیرد.

### ۱۲-۴-۵ ماسک تنفسی حفاظتی

**۱۲-۴-۵-۱** در مواردی که جلوگیری از انتشار گرد و غبار، گازها و بخارهای شیمیایی زیان آور و یا تهویه محیط آلوده به مواد مزبور، از لحاظ فنی ممکن نباشد، باید ماسک تنفسی حفاظتی استاندارد، مناسب با نوع کار، شرایط محیط و خطرهای مربوط، تهیه و در اختیار کارگران قرار داده شود.

**۱۲-۴-۵-۲** ماسک تنفسی که مورد استفاده قرار گرفته است، قبل از اینکه در اختیار فرد دیگری قرار داده شود، باید با آب نیم گرم و صابون شسته و کاملاً ضدعفونی گردد.

**۱۲-۴-۵-۳** ماسک‌های تنفسی را در مواقعی که مورد استفاده نمی‌باشند، باید در محفظه‌های در بسته نگهداری نمود.

### ۱۲-۴-۶ کفش و پوتین ایمنی

**۱۲-۴-۶-۱** برای کلیه کارگرانی که هنگام کار، پاهایشان در معرض خطر برخورد با اجسام داغ و برنده و یا سقوط اجسام قرار دارند، باید کفش و پوتین ایمنی استاندارد، متناسب با نوع کار و خطرهای مربوط تهیه و در اختیار آنها قرار گیرد. همچنین برای کارگرانی که در معرض خطر برق گرفتگی قرار دارند، باید کفش ایمنی مخصوص عایق الکتریسیته تهیه و در اختیار آنها قرار گیرد.

**۱۲-۴-۶-۲** کفش‌ها و پوتین‌های ایمنی باید به راحتی قابل پوشیدن و درآوردن باشند و بند آنها به آسانی باز و بسته شود.

### ۱۲-۴-۷ چکمه و نیم چکمه لاستیکی

**۱۲-۴-۷-۱** در عملیات بتن ریزی و در مواردی که کار ساختمانی الزاماً در آب انجام می‌شود، به منظور حفاظت پای کارگران در مقابل بتن، رطوبت، آب، گل و از این قبیل، باید به تناسب نوع کار، چکمه یا نیم چکمه لاستیکی استاندارد تهیه و در اختیار آنان قرار گیرد.

### ۱۲-۴-۸ دستکش حفاظتی

**۱۲-۴-۸-۱** برای حفـاظت دست کارگرانی که با اشیاء داغ، تیز، برنده و خشن و یا مواد خورنده و تحریک کننده پوست سر و کار دارند، باید دستکش‌های حفاظتی استاندارد و ساقه دار، متناسب با نوع کار و خطرهای مربوط تهیه و در اختیار آنان قرارداده شود. کارگرانی که با دستگاه مته برقی و یا سایر وسایلی که قطعات گردنده آنها احتمال درگیری با دستکش آنان را دارد کار می‌کنند، نباید از هیچ نوع دستکشی استفاده نمایند.

**۱۲-۴-۸-۲** به منظور حفظ جان کارگران برق کار که به هنگام کار در معرض خطر برق گرفتگی قرار دارند، باید دستکش عایق الکتریسته استاندارد تهیه و در اختیار آنان قرار گیرد.

### ۱۲-۴-۹ لباس کار

**۱۲-۴-۹-۱** در تمام محل‌های کار، باید لباس کار، متناسب با نوع کار و خطرهایی که کارگر با آن مواجه است، در اختیار وی قرار گیرد. به علاوه لباس کار باید طوری تهیه شود که موجب بروز حادثه نشود وکارگر بتواند با آن به راحتی وظایف خود را انجام دهد. همچنین قسمت‌هایی از لباس کار که در تماس با بدن کارگر می‌باشد باید فاقد زبری، لبه‌های تیز و برجسته باشد تا از تحریک پوست و یا عوارض دیگر جلوگیری بعمل آید.

**۱۲-۴-۹-۲** لباس کار باید متناسب با بدن کارگر استفاده کننده بوده و هیچ قسمت آن آزاد نباشد. جیب‌های آن کوچک و تعداد آنها کم و همچنین شلوار آن باید بدون دوبل باشد.

**۱۲-۴-۹-۳** برای جوشکاری و مشاغل مشابه آن که کارگران در معرض پرتاب جرقه و سوختگی قرار دارند، باید لباس کار مقاوم در برابر جرقه و آتش استاندارد تهیه و در اختیار آنان قرار گیرد.

**۱۲-۴-۹-۴** برای کارگرانی که در هوای بارانی و محیط‌های بسیار مرطوب یا سرد کار می‌کنند، باید لباس متناسب با نوع کار و محیط تهیه و تحویل آنها گردد.

### ۱۲-۴-۱۰ گوشی حفاظتی

**۱۲-۴-۱۰-۱** هرگاه در محل کار، کارگران در معرض صداهای شدید و مداوم باشند باید گوشی حفاظتی مناسب تهیه و در اختیار آنها قرار گیرد.

**۱۲-۴-۱۰-۲** حفاظ گوش باید همه روزه تمیز شود مگر انواع یکبار مصرف آن که بعد از استفاده، دور انداخته می‌شوند. ضمنا گوشی‌های مشترک قبل از استفاده باید ضدعفونی گردند.

**۱۲-۴-۱۰-۳** در مواقعی که گوشی حفاظتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد باید در جلد مخصوصی نگهداری شود تا در اثر تماس با روغن و چربی و سایر مواد دچار آلودگی و فرسودگی نگردد.

### ۱۲-۴-۱۱ جلیقه نجات

**۱۲-۴-۱۱-۱** در موقع کار بر فراز و یا نزدیکی آب و موقعی که خطر غرق شدن وجود دارد باید جلیقه نجات مناسب تهیه و در اختیار کارگران قرار گیرد.

### ۱۲-۴-۱۲ گتر حفاظتی

**۱۲-۴-۱۲-۱** به منظور حفاظت قسمت‌های پایینی ساق پای کارگرانی که در معرض پاشش فلزات مذاب یا جرقه‌های جوشکاری یا برشکاری قرار دارند باید گتر حافظتی مناسب تهیه و در اختیار آنها قرار گیرد.

# ۱۲-۵ وسایل و سازه‌های حفاظتی

## ۱۲-۵-۱ کلیات

**۱۲-۵-۱-۱** در طراحی قسمت‌های مختلف وسایل و سازه‌های حفاظتی که تحت تاثیر بارهای ثقلی و یا بارهای ناشی از اثرات محیطی قرار می‌گیرند، باید مفاد مبحث "بارهای وارده بر ساختمان (مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان)" رعایت گردد.

## ۱۲-۵-۲ جان پناه و نرده حفاظتی موقت

**۱۲-۵-۲-۱** نرده حفاظتی موقت حفاظی است قائم که باید برای جلوگیری از سقوط افراد در موارد مندرج در بند ۱۲-۲-۳-۱ که ارتفاع سقوط بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر باشد نصب گردد.

**۱۲-۵-۲-۲** ارتفاع نرده حفاظتی موقت از کف طبقه یا سکوی کار نباید از ۰/۹ متر کمتر و از ۱/۱۰ متر بیشتر باشد. همچنین ارتفاع نرده حفاظتی موقت راه پله و سطوح شیبدار نباید از ۰/۷۵ متر کمتر و از ۰/۸۵ متر بیشتر باشد.

**۱۲-۵-۲-۳** نرده حفاظتی باید در فواصل حداکثر ۲ متر، دارای پایه‌های عمودی بوده و ساختمان و اجزای سازه آن با توجه به مفاد مبحث "بارهای وارده بر ساختمان (مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان)" وآیین‌نامه "بارگذاری پل‌ها (نشریه ۱۳۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی معاونت برنامه-ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری)" دارای چنان مقاومتی باشندکه بتوانند در مقابل نیروها و ضربه‌های وارده در تمام جهات مقاومت نمایند. به علاوه نرده باید مقاومت لازم را برای مواقعی که در معرض برخورد با وسایل نقلیه و سایر وسایل متحرک قرار می‌گیرد، داشته باشد.

**۱۲-۵-۲-۴** در اجزای نرده حفاظتی که شامل پاخور، نرده بالایی و نرده میانی می‌باشد، نباید قسمت‌های تیز و برنده وجود داشته باشد.

### ۱۲-۵-۳ پاخورهای حفاظتی

**۱۲-۵-۳-۱** حفاظی است قرنیز مانند بـه ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر که باید در طرف باز سکوهای کار و سایر موارد مندرج در بند ۱۲-۲-۳-۱ جهت جلوگیری از لغزش و ریزش ابزار کار و مصالح ساختمانی نصب گردد. پاخورها باید از چوب مناسب به ضخامت حداقل ۲۵ میلی‌متر باشد. در صورت استفاده از ورق فولادی لبه‌های آن نباید تیز و برنده باشد.

### ۱۲-۵-۴ راهرو سرپوشیده موقت

**۱۲-۵-۴-۱** سازه‌ای است حفاظتی که به صورت موقت در پیاده‌روها یا سایر معابر عمومی برای جلوگیری از خطرهای ناشی از پرتاب شدن مصالح، وسایل و تجهیزات ساختمانی ایجاد می‌شود.

**۱۲-۵-۴-۲** ارتفاع راهروی سرپوشیده نباید کمتر از ۲/۵ متر و عرض آن نیز نباید کمتر از ۱/۵ متر باشد مگر آنکه عرض پیاده روی موجود کمتر از آن باشد که در این صورت، هم عرض پیاده رو خواهد بود.

**۱۲-۵-۴-۳** راهرو سرپوشیده باید فاقد هرگونه مانع بوده و دارای نور کافی در تمام اوقات باشد.

**۱۲-۵-۴-۴** سقف راهرو و سایر قسمتهای آن باید با توجه به مفاد مبحث "بارهای وارده بر ساختمان (مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان)" توانایی تحمل هرگونه ریزش و سقوط احتمالی مصالح ساختمانی را داشته باشد.

**۱۲-۵-۴-۵** لبه‌های بیرونی سقف راهرو باید دارای دیواره شیب داری از چوب یا فولاد مقاوم به ارتفاع حداقل ۱ متر باشد. زاویه این حفاظ باید نسبت به سقف حداقل ۳۰ و حداکثر ۴۵ درجه به طرف خارج اختیار گردد.

**۱۲-۵-۴-۶** در صورت استفاده از تخته‌های چوبی در سقف راهرو، باید ضخامت آنها حداقل ۵۰ میلی‌متر بوده و به ترتیبی در کنار هم قرار گیرند که از ریزش مصالح ساختمانی به داخل راهرو جلوگیری به عمل آید. استفاده از مصالح غیر مقاوم مانند توری سیمی، گونی و از این قبیل ممنوع می‌باشد. در هر صورت باید تدابیری اتخاذ شود تا از ریزش هرگونه ابزار، مواد و مصالح، آب و ضایعات از سقف و دیواره بیرونی راهروی سرپوشیده جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۵-۴-۷** اطراف راهروی سرپوشیده موقت که در مجاورت کارگاه ساختمانی قرار دارد، باید دارای حفاظ یا نرده‌ای به ارتفاع لازم مطابق مشخصات و ویژگی‌های مذکور در بخش ۱۲-۵-۲ باشد.

### ۱۲-۵-۵ سرپوش حفاظتی

**۱۲-۵-۵-۱** پوششی است، که برای جلوگیری از آسیب ناشی از اثر سقوط اشیا در دیواره اطراف ساختمان در حال احداث نصب می‌شود. سرپوش حفاظتی باید چنان طراحی و ساخته شود که در مقابل نیروهای وارده مقاوم بوده و در اثر ریزش مصالح یا ابزار بر روی آن خطری متوجه افراد، تجهیزات و مستحدثاتی که در زیر آن قرار دارند نگردد.

### ۱۲-۵-۶ پوشش موقت فضاهای باز

**۱۲-۵-۶-۱** کلیه پرتگاه‌ها و دهانه‌های باز در قسمت‌های مختلف کارگاه ساختمانی که احتمال خطر سقوط افراد را در بر دارند، باید تا زمان محصور شدن یا پوشیده شدن نهایی و یا نصب حفاظ‌ها، پوشش‌ها و نرده‌های دائمی و اصلی، به وسیله نرده‌ها یا پوشش‌های موقت به طور محکم و مناسب حفاظت گردند.

**۱۲-۵-۶-۲** پوشش حفاظتی موقت باید دارای شرایط زیر باشد:

**الف:** در مورد دهانه‌های باز با ابعاد کمتر از ۰/۴۵ متر، تخته‌های چوبی با ضخامت حداقل ۲۵ میلی‌متر.

**ب** : در مورد دهانه‌های باز با ابعاد بیشتر از ۰/۴۵ متر تا ۲/۵ متر، تخته‌های چوبی با ضخامت حداقل ۵۰ میلی‌متر.

**پ** : در صورت استفاده از پوشش‌های فولادی، پوشش مذکور باید از مقاومت لازم برخوردار باشد.

**۱۲-۵-۶-۳** برای جلوگیری از ریزش مصالح و ابزار و همچنین حفظ محیط زیست و زیبایی منظر شهر، باید جداره خارجی ساختمان در دست احداث با استفاده از پرده‌های برزنتی یا پلاستیکی مقاوم پوشانده شود.

### ۱۲-۵-۷ سقف موقت

**۱۲-۵-۷-۱** برای سقف‌های موقت که به صورت سکوهای کار مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید از تخته‌های چوبی با ضخامت ۵۰ میلی‌متر و پهنای ۲۵۰ میلی‌متر که محکم به یکدیگر بسته شده باشند، استفاده شود. به علاوه فاصله تکیه‌گاه تخته‌ها نباید بیش از ۲/۴ متر باشد.

### ۱۲-۵-۸ تورهای ایمنی

**۱۲-۵-۸-۱** در مواردی که نصب سکوهای کار و نرده‌های حفاظتی در ارتفاع بیش از ۳/۵ متر امکان پذیر نباشد، باید برای جلوگیری از سقوط افراد، از تورهای ایمنی با رعایت موارد زیر استفاده شود:

**الف:** تورهای ایمنی باید در فاصله و شرایطی که سازندگان آنها مشخص نموده‌اند نصب شود، به نحوی که تور ایمنی در فاصله حداقل ۲/۴ متر و حداکثر ۴/۶ متر پایین‌تر از ناحیه یا تراز کاری نصب گردد تا در صورت سقوط کارگران، امکان اصابت آنها به اجسام سخت وجود نداشته باشد.

**ب :** برپایی و نصب تورهای ایمنی، همچنین جمع آوری و برچیدن آنها باید توسط شخص ذیصلاح و با استفاده از حمایل بند کامل بدن و طناب مهار صورت گیرد. این تورها قبل از استفاده و در مدت بهره‌برداری باید به طور مستمر توسط شخص ذیصلاح بازرسی و کنترل شود. استفاده از تورهای فرسوده و آسیب دیده به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

**پ :** در استفاده و برپایی و نصب تورهای ایمنی، رعایت آئین‌نامه ایمنی کار در ارتفاع مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی می‌باشد.

### ۱۲-۵-۹ حصار حفاظتی موقت

**۱۲-۵-۹-۱** سازه‌ای است موقتی که برای جلوگیری از ورود افراد متفرقه و غیر مسئول به داخل محدوده کارگاه ساختمانی ساخته و بر پا میگردد.

**۱۲-۵-۹-۲** ارتفاع حصار حفاظتی موقت نباید از کف معبر عمومی و یا فضای مجاور آن کمتر از ۱/۹ متر باشد.

**۱۲-۵-۹-۳** حصار حفاظتی موقت باید در فواصل حداکثر ۲ متر دارای پایه‌های قائم بوده و ساختمان و اجزای آن باید با توجه به شرایط زیر طراحی، ساخته و برپا گردند:

**الف:** بار طراحی برای محل‌های کم خطر و همچنین محل‌های عبور پر خطر و دارای احتمال برخورد خودروهای عبوری با حصار باید با توجه به ضوابط و مقررات "آئین‌نامه بارگذاری پل‌ها (حفاظت از وسایل نقلیه و تامین ایمنی عابران پیاده)" نشریه شماره ۱۳۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری انتخاب گردد.

**ب :** مصالحی که برای ساخت حصار حفاظتی موقت بکار می‌رود باید فاقد اجزا و یا گوشه‌های تیز و برنده باشد، تا در صورت تماس و یا برخورد عابرین و یا کارگران با حصار برای آنها حادثه‌ای بوجود نیاید.

# ۱۲-۶ وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی

## ۱۲-۶-۱ کلیات

**۱۲-۶-۱-۱** وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی موضوع این فصل عبارتند از مواردی نظیر:

**الف:** دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر از قبیل انواع جرثقیل، پمپ بتن ثابت و متحرک، لیفتراک و آسانسور موقت.

**ب** : ماشین‌آلات خاکبرداری و گودبرداری از قبیل بیل مکانیکی، لودر، بولدوزر و وسایل نقلیه موتوری ویژه حمل و نقل مصالح و ضایعات ساختمانی از قبیل وانت، کامیون و تراک میکسر.

**پ** : وسایل و ماشین‌آلات الکتریکی و مکانیکی که در عملیات مختلف ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، از قبیل دستگاه‌های نجاری، بتن سازی، جوشکاری، تهیه هوای فشرده، انواع پمپ، تهویه کننده، الکتروموتور، مولد برق سیار، لرزاننده، دج بر و وسایل و ابزارهای دستی قابل حمل از قبیل مته و فرز.

**۱۲-۶-۱-۲** سازنده موظف است با توجه به نوع عملیات ساختمانی، وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی را متناسب با نوع فعالیت اجرایی انتخاب نماید. استفاده از هر نوع ماشین‌آلات ساختمانی بصورت غیر متعارف ممنوع می‌باشد.

**۱۲-۶-۱-۳** در صورت اخذ مجوز استقرار وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی در معابر عمومی، این وسایل نباید در فاصله کمتر از ۱۵ متر از تقاطع قرار گیرند، همچنین نباید مانع از دیده شدن علایم راهنمایی و رانندگی شده و یا باعث محدودیتی در انجام وظایف سازمان آتش‌نشانی و سایر واحدهای خدماتی شوند.

**۱۲-۶-۱-۴** وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی باید در موارد زیر توسط اشخاص ذیصلاح بازدید و کنترل گردیده و سپس مورد بهره‌برداری قرار گیرند:
**الف:** قبل از استفاده برای اولین بار.
**ب** : پس از هر گونه جابجایی، نصب یا تغییرات و تعمیرات اساسی.
**پ** : در فواصل زمانی معین و مناسب، طبق دستورالعمل سازنده دستگاه.

**۱۲-۶-۱-۵** کلیه رانندگان یا متصدیان ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی باید آموزش‌های لازم در مورد نحوه کار با این وسایل را طبق قوانین و مقررات مربوط فراگرفته و دارای پروانه مهارت فنی یا گواهی‌نامه ویژه از مراجع ذیربط باشند.

**۱۲-۶-۱-۶** قسمت‌های انتقال دهنده نیروی ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی از قبیل تسمه‌ها، زنجیرها، چرخ دنده‌ها، محورهای گردنده و به طور کلی کلیه قسمت‌های متحرک ماشین‌آلات که امکان درگیری و ایجاد حادثه برای متصدی آن یا سایر افراد را داشته باشند، باید دارای پوشش یا حفاظ مناسب با استقامت کافی باشند.

**۱۲-۶-۱-۷** قسمت‌های داغ ماشین‌آلات و تجهیزات از قبیل لوله‌ها و خطوط انتقال بخار و گازهای خروجی و همچنین قسمت‌های تیز و برنده ماشین‌آلات و تجهیزات که امکان برخورد یا تماس متصدی مربوط یا سایر افراد با آنها وجود داشته باشد، باید محصور و یا با پوشش مناسب حفاظت گردند.

**۱۲-۶-۱-۸** نصب، راه اندازی، تعمیر، آزمایش و تنظیم ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی باید توسط اشخاص ذیصلاح انجام گیرد.

**۱۲-۶-۱-۹** برای تامین سلامتی افراد و جلوگیری از آلودگی محیط زیست باید دستگاه‌های مولد برق، تهیه هوای فشرده و از این قبیل، مجهز به محافظ تعدیل صدا و دود تا حدود مواجهه مجاز مصوب وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی باشد.

**۱۲-۶-۱-۱۰** به کار گرفتن ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی در نزدیکی خطوط برق فشار قوی باید با رعایت مفاد بند ۱۲-۲-۴-۸ صورت گیرد.

**۱۲-۶-۱-۱۱** قبل از شروع به تعمیر، نظافت و روغنکاری ماشین‌آلات باید آنها را خاموش نمود. ضمنا وسایل و ماشین‌آلاتی که با برق کار میکنند، باید جریان برق آنها نیز قطع گردد.

**۱۲-۶-۱-۱۲** تعمیر وسایل و تجهیزاتی که حاوی بخار یا هوای فشرده باشد، تا زمانی که بخار یا هوای فشرده آنها تخلیه و بی اثر نشده باشد، ممنوع است.

**۱۲-۶-۱-۱۳** وسایل و تجهیزات مکانیکی نباید در نقاطی پارک، نصب و مورد استفاده قرار گیرند که خطر لغزش دستگاه، ریزش دیوار محل گودبرداری و یا اشتعال وانفجار گازها و مواد قابل اشتعال و انفجار وجود داشته باشد.

**۱۲-۶-۱-۱۴** قبل از بکار گیری آن دسته از وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی که نیاز به کنترل اتوماتیک فشار، درجه حرارت، ولتاژ، شدت جریان و از این قبیل دارند، باید مراقبت کافی به عمل آید که ادوات کنترل در محل خود نصب و آماده به کار باشند. به علاوه بر روی هر یک از وسایل و ادوات فوق باید ظرفیت بار مجاز، فشار مجاز و نظایر آن مشخص بوده و روزانه کنترل گردند.

**۱۲-۶-۱-۱۵** در محل‌های بسته‌ای که کارگران در آن مشغول به کار هستند، استفاده از ماشین‌آلات با موتورهای احتراقی و یا ماشین‌آلات تولید کننده هر نوع گرد و غبار، دود، گاز و بخار به نحوی که از حدود مجاز مواجهه فراتر رود ممنوع است. مگر اینکه تهویه کافی در نظر گرفته شود.

**۱۲-۶-۱-۱۶** پوشش‌ها و زره کابل‌های برق، لوله‌ها، بست‌ها، حفاظ‌ها و سایر قسمت‌های فلزی وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات برقی که مستقیماً تحت فشار برق نیستند، باید به منظور جلوگیری از بروز خطرات احتمالی، اتصال زمین مؤثری داشته باشند.

**۱۲-۶-۱-۱۷** سیم‌های اتصال زمین باید دارای ضخامت کافی و در نتیجه مقاومت کم باشند تا جریان برق احتمالی را که بر اثر از بین رفتن یا خراب شدن روکش عایق سیم‌های داخلی دستگاه و ایجاد اتصال بدنه به وجود می‌آید، به خوبی به زمین هدایت نمایند. ضمناً در نقاطی که احتمال آسیب دیدن سیم‌های اتصال زمین وجود دارد، باید آنها را با وسایل و پوشش‌های مطمئن حفاظت نمود.

**۱۲-۶-۱-۱۸** تجهیزات و وسایل حفاظت و کنترل برق، از قبیل کلیدهای قطع و وصل، کلیدهای خودکار، فیوزها و همچنین تابلوهای برق و تخته کلیدها، باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها (مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان)" و آیین‌نامه "حفاظتی تاسیسات الکتریکی در کارگاه‌ها" مصوب شورای عالی حفاظت فنی، نصب و مورد استفاده قرار گیرند.

**۱۲-۶-۱-۱۹** در بکارگیری وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات ساختمانی، باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه‌های مرتبط از جمله آیین‌نامه‌های زیر مصوب شورای عالی حفاظت فنی لحاظ گردد:

**الف**- آیین‌نامه «حفاظت در مقابل خطرات وسایل انتقال نیرو»

**ب**- آیین‌نامه «ایمنی سیستم، با اتصال به زمین (ارتینگ)»

**پ**- آیین‌نامه «حفاظتی صنایع چوب»

**ت**- آیین‌نامه «حفاظتی ماشین‌های سنگ زنی»

**ث**- آیین‌نامه «ایمنی جوشکاری و برشکاری گرم»

**ج** - آیین‌نامه «حفاظتی تأسیسات الکتریکی در کارگاه‌ها»

**چ**- آیین‌نامه «حفاظتی وسایل حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیا در کارگاه‌ها»

**ح** - آیین‌نامه «ایمنی ماشین‌های لیفتراک»

**خ**- آیین‌نامه «ایمنی دستگاه‌های مخلوط کن و همزن در کارگاه‌ها»

**د**- آیین‌نامه «ایمنی ماشین‌های افزار»

**ذ** - آیین‌نامه «ایمنی کار با ماشین‌آلات عمرانی»

## ۱۲-۶-۲ دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر

**۱۲-۶-۲-۱** دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر عبارتند از کلیه وسایل و تجهیزات ثابت و متحرک موتوری از قبیل جرثقیل ثابت و متحرک، آسانسورهای موقت حمل بار و نفر که برای بالا بردن،

پایین آوردن، جابجایی و نصب قطعات و مصالح، وسایل و تجهیزات ساختمانی و افراد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**۱۲-۶-۲-۲** کلیه قسمت‌های تشکیل دهنده دستگاه‌ها و وسایل بالابر و اجزاء آنها از قبیل قطعات اصلی، اتصالات، کابل‌ها، زنجیرها، قلاب‌های بلند کننده، مهارها، پایه‌ها، پی‌ها، تکیه‌گاه‌ها، ریل‌ها و کابین‌ها باید با رعایت اصول ایمنی، قواعد فنی، دستورالعمل‌ها و توصیه‌های سازندگان آنها، توسط اشخاص ذیصلاح نصب و آماده به کار شوند.

**۱۲-۶-۲-۳** هر وسیله بالابر دارای ظرفیت بار مجاز و همچنین سرعت و زاویه کار مطمئن و مشخصی است که باید این مشخصات بر روی تابلویی درج و در محل مناسبی بر روی دستگاه نصب شود. باری که حمل می‌شود و سرعت کار بالابر، به هیچ وجه نباید از ظرفیت بار و سرعت کار مطمئن آن بیشتر باشد. بعلاوه استفاده از آسانسورهای موقت حمل بار و نفر بدون حضور متصدی مربوط ممنوع می‌باشد.

**۱۲-۶-۲-۴** کلیه پیچ‌ها و مهره‌ها در دستگاه بالابر باید به ترتیبی باشند که طول پیچ به اندازه کافی بوده و در صورت لزوم بتوان مهره را آچارکشی و محکم نمود. پیچ‌ها و مهره‌های قطعات متحرک باید دارای واشرهای فنری باشند تا از شل شدن مهره‌ها جلوگیری به عمل آید. همچنین اتصال قطعات بالابرهای معمول ساختمانی باید به طریقی باشد که از حرکت جانبی دستگاه جلوگیری شود. به علاوه لازم است کلیه دستگاه‌های بالابر دارای سیستم قطع کننده برای مواقع اضطراری به خصوص سیستم قطع کننده خودکار برای متوقف نمودن قلاب در فاصله حداکثر ۲۰۰ میلی‌متری از قرقره وینچ باشد.

**۱۲-۶-۲-۵** متصدی دستگاه‌ها و وسایل بالابر همزمان، با کار بر روی دستگاه مورد نظر، حق انجام کار دیگری را ندارد. به علاوه کابین و محل کار متصدی دستگاه‌ها و وسایل بالابر باید:

**الف:** دارای سقف محکم و مطمئن باشد تا متصدی از خطر احتمالی سقوط اجسام بر روی سقف محفوظ بماند.

**ب :** به ترتیبی باشد که متصدی میدان دید کافی در اطراف خود برای انجام عملیات داشته باشد.

**پ** : به وسیله ارتباط صوتی با خارج از کابین جهت دریافت پیام و همچنین وسیله اطفاء حریق مجهز باشد.

**۱۲-۶-۲-۶** قلاب دستگاه‌ها و وسایل بالابر باید مجهز به شیطانک باشد تا مانع جدا شدن اتفاقی بار از آن گردد. همچنین حداکثر باری را که می‌توان به وسیله آن بلند نمود، به طور واضح بر روی آن حک شده باشد.

**۱۲-۶-۲-۷** میزان حداکثر بار مجاز زنجیرها، کابل‌ها و سایر وسایل بستن و بلند کردن بار، باید بر روی پلاک فلزی درج و در محل مناسبی بر روی بدنه دستگاه نصب و مفاد آن دقیقاً رعایت گردد.

**۱۲-۶-۲-۸** دستگاه‌های بالابر ثابت از قبیل جرثقیل‌های برجی (تاور کرین‌ها) و آسانسورهای موقت باید با رعایت بند ۱۲-۶-۲-۲ به طور مطمئن در محل نصب خود مهار گردند. در مورد تاور کرین‌ها، استحکام و مقاومت زمین محل استقرار دستگاه و همچنین پی آن، قبل از شروع عملیات نصب و مونتاژ باید توسط شخص ذیصلاح مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نحوه مهار این دستگاه‌ها باید به ترتیبی باشد که در مقابل حداکثر نیروی باد و طوفان در محل، مقاومت کافی داشته باشند.

**۱۲-۶-۲-۹** قسمت‌های مختلف دستگاه‌ها و وسایل بالابر باید طبق برنامه زیر مورد بازدیدهای دوره‌ای یا معاینه فنی و آزمایش قرار گیرند:

**الف:** بازدید روزانه قلاب‌ها، حلقه‌ها، اتصالات، چنگک‌ها، کابل‌ها، زنجیرها و به طور کلی تمام لوازمی که برای بستن و بلند کردن بار مورد استفاده قرار می‌گیرند، از نظر فرسودگی، خوردگی، شکستگی، ترک خوردگی و هر نوع عیب و ایرادهای ظاهری دیگر، توسط متصدی و مسئول دستگاه.

**ب** : بازدید فنی کلیه قسمت‌های دستگاه، هفته‌ای یک بار، توسط شخص ذیصلاح.

**پ** : معاینه فنی و آزمایش کلیه قسمت‌های دستگاه توسط شخص ذیصلاح و صدور برگ گواهی اجازه کار، هر ۶ ماه یک بار و همچنین قبل از استفاده برای اولین بار و یا پس از هرگونه جابجایی و نصب در محل جدید.

**۱۲-۶-۲-۱۰** کلیه تعمیرات اساسی و تعویض قطعات و لوازم اصلی که بر روی دستگاه بالابر انجام می‌شود، باید در دفتر ویژه‌ای ثبت و توسط شخص ذیصلاح امضاء گردد. این دفتر همراه با برگ‌های

گواهی اجازه کار موضوع بند ۱۲-۶-۲-۹ پ، باید حسب مورد نزد مالک و کارفرمای دستگاه بالابر نگهداری و در هنگام لزوم ارائه گردد.

**۱۲-۶-۲-۱۱** رانندگان یا متصدیان دستگاه‌ها و وسایل بالابر باید دارای شرایط زیر باشند:

**الف:** از لحاظ جسمی و روانی در سلامت کامل بوده و دارای برگ گواهی بهداشتی از مراکز مورد تأیید وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی باشند.

**ب :** دوره آموزشی لازم را طی نموده و دارای برگ گواهی مربوط و پروانه مهارت فنی باشند.

**پ :** در مورد جرثقیل متحرک (نصب شده بر روی کامیون)، علاوه بر شرایط فوق، داشتن گواهینامه ویژه رانندگی مربوط، طبق ضوابط و مقررات راهنمایی و رانندگی نیز الزامی است.

**۱۲-۶-۲-۱۲** هر دستگاه بالابر علاوه بر متصدی یا راننده، باید دارای یک نفر کمک متصدی یا علامت دهنده نیز باشد. این شخص باید در مورد نحوه علامت دادن با دست‌ها یا وسایل هشدار دهنده و نوع علائم مشخصه و یکنواخت، آموزش لازم را دیده باشد.

**۱۲-۶-۲-۱۳** محل استقرار و مسیر حرکت دستگاه‌های بالابر باید قبلاً به طور دقیق بازدید و بررسی شود تا در موقع حرکت و کار، خطری از طریق نشست زمین، برخورد با سایر جرثقیل‌ها و بالابرها، کابل‌های برق، لوله‌های گاز یا تأسیسات و بناهای موجود، و یا سقوط در محل‌های حفاری شده و از این قبیل، پیش نیاید. همچنین رعایت حریم ایمنی خطوط هوایی انتقال برق و نظایر آن نیز الزامی می‌باشد.

**۱۲-۶-۲-۱۴** از روی معابر و فضاهای عمومی و خصوصی مجاور کارگاه ساختمانی نباید هیچ باری به وسیله دستگاه‌های بالابر عبور داده شود و چنانچه انجام این کار اجتناب ناپذیر باشد، باید با کسب مجوز از مرجع رسمی ساختمان و با رعایت مفاد بند ۱۲-۲-۲-۱ این معابر و فضاها با استفاده از وسایل مناسب محصور، محدود و یا مسدود گردیده و همچنین علائم هشدار دهنده موثر از قبیل تابلوها، پرچم‌های مخصوص یا چراغ‌های چشمک‌زن به کار برده شود. در صورتی که ضرورت عبور بار از روی املاک مجاور کارگاه توسط مرجع رسمی ساختمان تائید گردد، باید این موضوع کتباً به اطلاع مالکین و ساکنین مربوط برسد و تمهیدات ایمنی لازم بعمل آید.

**۱۲-۶-۲-۱۵** رانندگان یا متصدیان دستگـاه‌ها و وسایل بالابر در موقع کار کردن دستگاه‌ها و یا هنگام آویزان بودن بار، مجاز به انجام کار دیگر و رها کردن دستگاه نمی‌باشند.

**۱۲-۶-۲-۱۶** جابجایی و حمل کارگران و افراد با وسایل بالابرنده بار ممنوع می‌باشد.

**۱۲-۶-۲-۱۷** در حین انجام کار، راننده یا متصدی دستگاه بالابر و افراد کمکی و علامت دهنده، مجاز به خوردن، آشامیدن و استعمال دخانیات و استفاده از تلفن همراه و از این قبیل که باعث کاهش هوشیاری فرد می‌گردد، نمی‌باشند.

**۱۲-۶-۲-۱۸** در هنگام باد و طوفان شدید باید از کارکردن با دستگاه‌ها و وسایل بالابر خودداری نمود و نیز در چنین مواقعی باید بازوی جرثقیل‌های برجی (تاور کرین) در حالت آزاد قرار گیرد. افزایش ارتفاع این جرثقیل‌ها باید در هوای مناسب و با رعایت ایمنی کامل و بدون توقف تا ارتفاع مورد نظر انجام شود.

**۱۲-۶-۲-۱۹** بار باید به طور آهسته و ملایم جابجا و بالا و پایین آورده شود، به طوری که در شروع بلند کردن یا در حین پایین آوردن و توقف، ضربه‌ای به دستگاه وارد نشود و کنترل آن نیز برای اپراتور به راحتی امکان پذیر باشد.

**۱۲-۶-۲-۲۰** در زمان استقرار جرثقیل‌های متحرک، باید از استحکام تکیه‌گاه جک و عدم احتمال وجود چاه یا حفره با یک گردش آزمایشی دکل، اطمینان حاصل گردد.

**۱۲-۶-۲-۲۱** جام (باکت)، سبد، کابین و یا هر گونه وسیله حمل بار، باید متناسب با نوع بار و ظرفیت بالابر انتخاب و دارای تعادل کافی باشد.

**۱۲-۶-۲-۲۲** در بکارگیری دستگاه‌ها و وسایل موتوری بالابر، باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه «حفاظتی وسایل حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیاء در کارگاه‌ها» و ضوابط و مقررات مبحث "آسانسورها و پله‌های برقی (مبحث ۱۵ مقررات ملّی ساختمان)" رعایت شود.

### ۱۲-۶-۳ وسایل موتوری نقل و انتقال، خاکبرداری و جابجایی مصالح ساختمانی

**۱۲-۶-۳-۱** این وسایل شامل ماشین‌آلات و دیگر وسایل موتوری است که برای جابجایی مصالح، خاک و ضایعات ساختمانی، همچنین در گودبرداری و تخریب و نظایر آنها در عملیات ساختمانی، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**۱۲-۶-۳-۲** قبل از شروع کار با وسایل مذکور باید ترمز، جعبه فرمان، لاستیک، چراغ، بوق، برف پاک‌کن و سایر قسمت‌های عمل کننده مورد بازدید و بررسی قرار گیرند تا از سالم و آماده به کار بودن قسمت‌های مذکور اطمینان حاصل شود. ترمزها باید به نحوی تعمیر و نگهداری شوند که وسایل موتوری یاد شده با ظرفیت کامل بار، در کلیه مسیرهای ناهموار و شیبدار کارگاه ساختمانی، قابل کنترل باشند. ضمناً اطراف و زیر ماشین نیز باید قبل از روشن کردن موتور و حرکت وسیله موتوری بازدید و کنترل شود.

**۱۲-۶-۳-۳** در کارگاه‌هایی که از وسایل موتوری خاکبرداری و جابجایی مصالح ساختمانی استفاده می‌شود، باید راه‌های ورود و خروج مطمئن، بی‌خطر و مناسب برای آنها ایجاد گردد. همچنین برای مقابله با خطرهای ناشی از حرکت وسایل یاد شده، لازم است علائم و وسایل هشدار دهنده مناسب، مخصوصاً در موقع حرکت به سمت عقب فراهم شود.

**۱۲-۶-۳-۴** بارگیری بیش از ظرفیت مجاز وسایل موتوری حمل بار ممنوع است. کلیه بارها باید با وسایل ضروری از قبیل زنجیر، کابل، طناب، توری، چادر برزنت و نظایر آن محکم به بدنه وسیله نقلیه بسته شود، تا مانع از سقوط و ریزش احتمالی آنها گردد. همچنین باید با نصب علائم هشدار دهنده و آگاه کننده نظیر چراغ چشمک زن یا پرچم قرمز از بروز هرگونه حادثه جلوگیری شود.

**۱۲-۶-۳-۵** در موقع بارگیری وسایل نقلیه موتوری به وسیله جرثقیل، لودر و امثال آنها باید کلیه سرنشینان وسایل مذکور را ترک و در محل ایمن مستقر گردند، مگر اینکه کابین راننده با ورقهای فولادی مقاوم تقویت و محافظت شده باشد. ضمنا در هنگام بارگیری و یا تخلیه وسایل نقلیه فوق باید علاوه بر استفاده از ترمز دستی از موانع مناسب از قبیل بلوک‌های چوبی نیز برای جلوگیری از حرکت اتفاقی و مهار وسایل مذکور استفاده شود.

**۱۲-۶-۳-۶** جهت جلوگیری از سقوط افراد به داخل قیف‌های تغذیه شونده مواد و مصالح ساختمانی، باید تدابیر لازم اتخاذ گردد.

**۱۲-۶-۳-۷** در موقع توقف (پارک) وسایل موتوری گودبرداری و خاکبرداری از قبیل بولدوزر، لودر، بیل مکانیکی و نظایر آن باید تیغه آنها روی زمین قرار داده شود.

**۱۲-۶-۳-۸** در شرایطی که به دلیل سستی بستر یا ازدیاد شیب آن احتمال به خطر افتادن تعادل وسیله موتوری وجود دارد باید قبل از شروع عملیات، اقدامات ایمنی و حفاظتی لازم به عمل آید.

**۱۲-۶-۳-۹** در موقع تخلیه یا بارگیری وسایل موتوری در محیط‌های بسته، باید تهویه لازم و کافی، حسب مقادیر حدود مواجهه مجاز اعلام شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی صورت گیرد. در غیر این صورت باید موتور آنها خاموش شود.

**۱۲-۶-۳-۱۰** در مورد ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی علاوه بر رعایت مقررات مندرج در آیین‌نامه‌های "حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی"، آیین‌نامه "ایمنی کار با ماشین‌آلات عمرانی" و آیین‌نامه "حفاظتی حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیاء در کارگاه‌ها"، رعایت دستورالعمل‌های ایمنی سازنده دستگاه‌های مذکور نیز الزامی است.

# ۱۲-۷ وسایل دسترسی

## ۱۲-۷-۱ کلیات

**۱۲-۷-۱-۱** منظور از وسایل دسترسی، وسایلی است موقتی از قبیل داربست، نردبان، راه پله، راه شیب‌دار، بالابر سیار و نظایر آن که برای دسترسی افراد به قسمت‌های مختلف بنای در دست احداث، تعمیر، بازسازی و یا تخریب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱۲-۷-۱-۲** استفاده از بشکه بعنوان جایگاه کار ممنوع می‌باشد.

## ۱۲-۷-۲ داربست

**۱۲-۷-۲-۱** داربست سازه‌ای است موقت شامل یک یا چند جایگاه، اجزای نگهدارنده، اتصالات و تکیه‌گاه‌ها که در هنگام اجرای عملیات ساختمانی به منظور دسترسی به بنا و حفظ و نگهداری کارگران یا مصالح در ارتفاع، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱۲-۷-۲-۲** کلیه قسمت‌های داربست شامل جایگاه، اجزای نگهدارنده، تکیه‌گاه‌ها، اتصالات، راه‌های عبور و پلکان داربست باید با استفاده از مصالح مناسب و مرغوب از جنس چوب، فولاد و امثال آن توسط شخص یا اشخاص ذیصلاح طوری طراحی، ساخته و آماده به کار شود که داربست علاوه بر ایستایی و پایداری لازم، ظرفیت پذیرش ۴ برابر بار مورد نظر را داشته باشد.

**۱۲-۷-۲-۳** قطعات و اجزاء چوبی بکار برده شده در داربست باید بدون پوسیدگی، ترک خوردگی و سایر نواقصی باشد که استحکام آن را به خطر اندازد. همچنین باید از رنگ کردن اجزاء چوبی داربست که باعث پوشیده شدن عیوب و نواقص آن می‌گردد، خودداری شود.

**۱۲-۷-۲-۴** تخته‌های چوبی که برای جایگاه داربست مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید صاف، بدون هرگونه زائده و برجستگی و عاری از مواد چسبنده و لغزنده باشند. کلیه تخته‌ها باید دارای ضخامت یکسان بوده و حداقل دارای ۲۵۰ میلی‌متر عرض و ۵۰ میلی‌متر ضخامت باشند و طوری در کنار یکدیگر قرار داده و مهاربندی شوند که به هیچ وجه جابجا نشده و ابزار و مصالح از بین آنها به پایین سقوط ننماید. همچنین حداقل عرض جایگاه باید با توجه به آئین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی مصوب شورای عالی حفاظت فنی تعیین و فاصله تکیه‌گاه‌های تخته‌ها حداکثر برای کارهای سنگین ۱/۸ متر و برای کارهای سبک ۲/۳ متر باشد.

**۱۲-۷-۲-۵** اجزای فلزی داربست شامل لوله‌ها، بست‌ها، پایه‌ها، چفت‌ها و سایر قطعات آن باید سالم و بدون خوردگی، ترک و عیب باشد. همچنین لوله‌های داربست باید مستقیم و بدون خمیدگی باشند.

**۱۲-۷-۲-۶** کلیه عملیات مربوط به نصب، تغییر، تعمیر یا پیاده کردن داربست، باید توسط اشخاص ذیصلاح انجام شود.

**۱۲-۷-۲-۷** داربست باید در موارد زیر توسط شخص ذیصلاح مورد بازدید، کنترل و تأیید قرار گیرد تا از پایداری، استحکام و ایمنی آن اطمینان حاصل شود:

**الف:** قبل از شروع به استفاده از آن.

**ب :** حداقل هفته‌ای یک بار در حین استفاده.

**پ :** پس از هرگونه تغییرات یا ایجاد وقفه در استفاده از آن.

**ت :** پس از وقوع باد، طوفان، زلزله و عوامل مشابه که استحکام و پایداری داربست مورد تردید قرار گیرد.

**۱۲-۷-۲-۸** برای جلوگیری از خطر سقوط کارگران، باید در طرف باز جایگاه کار، نرده حفاظتی مطابق مفاد بخش ۱۲-۵-۲ نصب گردد. همچنین برای پیشگیری از افتادن مصالح و ابزار کار از روی کف جایگاه، باید در لبه‌های باز آن پاخورهای مناسب طبق شرایط مندرج در بخش ۱۲-۵-۳ نصب شود.

**۱۲-۷-۲-۹** در فصل سرما هنگامی که بر روی جایگاه کار مستقر بر داربست برف یا یخ وجود داشته باشد، کارگران نباید روی آن کار کنند، مگر آنکه قبلاً برف و یخ از روی جایگاه برداشته شود.

**۱۲-۷-۲-۱۰** از جایگاه داربست‌ها نباید برای انبار کردن مصالح ساختمانی استفاده شود، مگر مصالحی که برای کوتاه مدت و برای انجام کار فوری مورد نیاز باشد. در چنین حالتی نیز باید جهت تعادل داربست، بار روی جایگاه به طور یکنواخت توزیع گردد. در پایان کار روزانه، باید کلیه مصالح و ابزار کار از روی جایگاه کار مستقر بر داربست تخلیه شود.

**۱۲-۷-۲-۱۱** برای تامین ایستایی داربست و جلوگیری از واژگون شدن آن رعایت موارد زیر الزامی است:

**الف:** پایه‌های داربست به نحو مطمئنی در محل تکیه‌گاه‌ها مستقر شود، به طوری که از جابجایی و لغزش آنها جلوگیری به عمل آید.

**ب :** پایه‌های داربست در محل استقرار بر روی زمین باید روی صفحات مقاوم قرار گیرند، تا از فرو رفتن آنها در زمین و بر هم خوردن تعادل داربست پیشگیری شود.

**پ :** داربست باید در فاصله های مناسب عمودی و افقی به طور محکم به ساختمان متصل و مهار گردد، تا از لرزش و نوسان آن در حین کار جلوگیری به عمل آید.

**ت :** در مواردی که داربست در دو ضلع مجاور قرار می‌گیرد، باید در محل تلاقی به طور کامل به یکدیگر متصل و کلاف شوند.

**ث :** در موقع طوفان یا باد شدید باید از کار کردن کارگران بر روی داربست جلوگیری شود.

**۱۲-۷-۲-۱۲** هنگامی که در مجاورت خطوط انتقال نیروی برق نیاز به نصب داربست باشد، این کار باید با رعایت مفاد بند ۱۲-۲-۴-۸ صورت پذیرد.

**۱۲-۷-۲-۱۳** هنگامی که مصالح از روی جایگاه داربست به بالا کشیده می‌شود، باید به طریق مناسبی از برخورد آن با داربست جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۷-۲-۱۴** در موقع پیاده کردن و برچیدن داربست چوبی، باید کلیه میخ‌ها از قطعات داربست به طور کامل بیرون کشیده شود.

## ۱۲-۷-۳ نردبان

**۱۲-۷-۳-۱** نردبان وسیله‌ای است ثابت یا متحرک، که به منظور دسترسی به تراز مورد نظر، در عملیات ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً شامل دو قطعه در کنار به نام پایه، و قطعاتی غیر لغزنده در وسط به نام پله و متصل به پایه می‌باشد. در استفاده از انواع نردبان رعایت موارد زیر الزامی می‌باشد:

**الف:** نوع، جنس، ابعاد، قابلیت بارگذاری و نحوه نصب و نگهداری نردبان باید با شرایط اقلیمی و نوع عملیات متناسب باشد.

**ب :** از نردبان‌هایی که پله‌ها یا پایه‌های آن ترک خورده یا نقص دیگری داشته باشند، نباید استفاده شود.

**پ :** هنگام استفاده از نردبان، حمل بار با دست ممنوع می‌باشد.

**ت :** پایه‌ها و تکیه‌گاه نردبان باید در جایی ثابت قرار گیرد، به طوری که امکان هیچ لغزشی وجود نداشته باشد. همچنین پله‌ها و پایه‌های نردبان نباید به مواد روغنی و لغزنده آلوده باشند.

**ث :** پله‌های نردبان فلزی باید آجدار باشند تا از لغزش پا بر روی آنها پیشگیری به عمل آید.

**ج :** نردبان را نباید جلوی دری که باز است یا قابل باز شدن است قرار داد، مگر آنکه در به نحو مطمئن بسته یا قفل شده باشد.

**چ :** طول نردبان باید ۱ متر از کفی که برای رسیدن به آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلندتر بوده و این قسمت اضافی فاقد پله باشد.

**ح :** از یک نردبان نباید بیش از یک نفر به طور همزمان استفاده نماید.

**۱۲-۷-۳-۲** نردبان ثابت با طول بیش از ۳ متر باید مجهز به سامانه متوقف کننده از سقوط باشد. بعلاوه در این نوع نردبان باید حداکثر در هر ۹ متر، یک پاگرد تعبیه شود و هر قطعه از نردبان که

بین دو پاگرد قرار دارد، نباید در امتداد قطعه قبلی باشد. همچنین نردبان و پاگرد آن باید به وسیله نرده مطابق مفـاد بخش ۱۲-۵-۲ محافظت شود.

**۱۲-۷-۳-۳** افزودن ارتفاع نردبان با قراردادن اجسامی از قبیل جعبه یا بشکه در زیر پایه‌های آن یا اتصال دو نردبان کوتاه به یکدیگر مجاز نیست. به علاوه نباید نردبان یک طرفه با طول بیش از ۱۰ متر مورد استفاده قرار گیرد.

**۱۲-۷-۳-۴** نردبان دو طرفه باید مجهز به قید یا ضامنی باشد که از به هم خوردن شیب آن جلوگیری به عمل آید. ضمناً در حالت باز نباید ارتفاع آن از ۳ متر بیشتر باشد.

**۱۲-۷-۳-۵** استفاده از نردبان در هنگام بارندگی و احتمال لغزندگی پایه‌ها ممنوع است. در صورت لزوم چنانچه نردبان در محلی که احتمال لغزش دارد، قرار داده شود، باید به وسیله گوه یا کفشک لاستیکی شیاردار یا وسایل و موانع دیگر از لغزش و حرکت پایه‌ها جلوگیری شود. همچنین تکیه‌گاه بالای نردبان باید دارای استحکام کافی باشد.

**۱۲-۷-۳-۶** استقرار نردبان یکطرفه قابل حمل باید بگونه‌ای باشد که زاویه ایجادی بین نردبان و سطح مبنا در حدود ۷۵ درجه بوده، و یا شیب آن طوری انتخاب شود که فاصله بین پایه نردبان تا پای سازه یک چهارم فاصله تکیه گاه فوقانی بر روی سازه تا سطح مبنا باشد.

**۱۲-۷-۳-۷** در صورت اجبار در استقرار نردبان یکطرفه قابل حمل در زاویه‌ای بین ۷۵ تا ۹۰ درجه که تکیه‌گاه تحتانی با سطح مبنا ایجاد می‌نماید، باید نردبان بوسیله اتصالاتی با سازه یا دیوار به صورت ایمن بسته و محکم گردد.

**۱۲-۷-۳-۸** در استفاده از نردبان در کارگاه‌های ساختمانی، رعایت آیین‌نامه ایمنی کار در ارتفاع مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی است.

### ۱۲-۷-۴ راه پله موقت

**۱۲-۷-۴-۱** در زمان احداث ساختمان برای حمل مصالح، رفت و آمد کارگران و دسترسی به زیر زمین و طبقات، باید حداقل یک راه پله موقت نصب شود و در تمام مدتی که عملیات ساختمانی ادامه دارد، به دقت از آن محافظت و نگهداری شود.

**۱۲-۷-۴-۲** پله‌های راه پله موقت باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "الزامات عمومی ساختمان (مبحث چهارم مقررات ملّی ساختمان)" و رعایت موارد زیر نصب شود:

**الف:** پله‌های موقت باید دارای ابعاد یکسان بوده و عرض آنها حداقل ۱ متر، پهنای کف آنها حداقل ۲۸۰ میلی‌متر، ارتفاع آنها حداقل ۱۴۰ میلی‌متر و حداکثر ۲۲۰ میلی‌متر باشد.

**ب :** از چوب، فلز، بتن و نظایر آن طوری ساخته شود که ضمن جلوگیری از لغزش و سقوط افراد، دارای استحکام و مقاومت کافی بوده و ضریب ایمنی بارگذاری آن حداقل ۲/۵ نسبت به حداکثر بارهای وارده باشد.

**پ :** پس از اجرای رمپ و پاگرد پله های دائمی و تا زمان اجرای این پله‌ها استفاده موقت از شیب راه و پاگرد آنها، با رعایت مفاد بندهای فوق الزامی می‌باشد.

**ت :** اطراف باز راه پله‌های موقت باید بلافاصله بعد از برپایی و نصب، با حفاظ مناسب مطابق مفاد بخش ۱۲-۵-۲ محافظت شود.

### ۱۲-۷-۵ راه شیب دار و گذرگاه

**۱۲-۷-۵-۱** راه شیب دار در کارگاه ساختمانی راهی است که زاویه آن با سطح افق حداکثر ۱۱/۵ درجه (شیب ۲۰ درصد) بوده و برای عبور و مرور افراد و حمل و نقل وسایل، تجهیزات و مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱۲-۷-۵-۲** گذرگاه یا معابر در کارگاه ساختمانی عبارت است از، گذرگاه افقی که بر روی زمین یا کف طبقات یا داربست‌ها و نظایر آن برای عبور و مرور افراد و حمل و نقل وسایل، تجهیزات و مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱۲-۷-۵-۳** راه شیب دار و گذرگاه باید دارای استحکام و مقاومت کافی بوده و دارای ضریب ایمنی بارگذاری حداقل ۲/۵ نسبت به حداکثر بارهای وارده باشد. ضمناً پوشش کف این راه‌ها و

گذرگاه‌ها باید با استفاده از مصالح مقاوم و مناسب طوری طراحی و ساخته شود که موجب لغزش و سقوط افراد نشود. در صورت استفاده از تخته چوبی برای پوشش کف، ضخامت آن نباید از ۵۰ میلی‌متر کمتر باشد. همچنین اطراف باز راه‌های شیب دار و معابر که احتمال سقوط افراد را در بر دارد، باید با رعایت مفاد بخش۱۲-۵-۲ محافظت گردد.

**۱۲-۷-۵-۴** راه‌های شیب دار و گذرگاه‌هایی که فقط برای عبور افراد ایجاد می‌شوند، باید دارای حداقل ۰/۶ متر عرض باشد.

**۱۲-۷-۵-۵** راه شیب دار و گذرگاهی که علاوه بر افراد، برای عبور گاری، چرخ دستی و یا فرغون نیز مورد استفاده قرار می گیرند، باید دارای حداقل ۱ متر عرض و حداکثر ۱۸ درصد شیب (زاویه حدود ۱۰ درجه) و سطح هموار باشد. فاصله عمودی بین پاگردهای متوالی سطح شیب دار نباید بیش از ۳/۵ متر باشد.

**۱۲-۷-۵-۶** عرض راه شیب دار و معابری که برای حمل و جابجایی وسایل سنگین یا وسایل نقلیه استفاده می‌شوند، نباید کمتر از ۳/۵ متر باشد، به علاوه در طرفین آن باید موانع محکم و مناسب نصب گردد.

**۱۲-۷-۵-۷** عرض راه شیب دار که در گودبرداری‌ها ایجاد می‌شود باید حداقل ۴ متر بوده و جداره‌های آن نیز به نحو مقتضی پایدار گردد.

# ۱۲-۸ تخریب

## ۱۲-۸-۱ کلیات

**۱۲-۸-۱-۱** هر اقدامی که مستلزم جدا کردن مصالح از ساختمان به منظور حذف، نوسازی، تعمیر، مرمت و بازسازی تمام یا قسمتی از بنا باشد، تخریب نامیده می‌شود.

**۱۲-۸-۱-۲** قبل از شروع عملیات تخریب باید مجوز لازم از مرجع رسمی ساختمان توسط سازنده اخذ و با کسب نظر از مهندس ناظر برنامه‌ریزی و اقدام‌های زیر انجام گیرد:

**الف:** با اطلاع و همکاری موسسات ذیربط، جریان آب، برق، گاز و سرویسهای مشابه قطع یا در صورت لزوم سالم‌سازی، محدود و نگهداری شود، به طوری که راه‌های دسترسی به آنها و شیر آتش‌نشانی محفوظ بماند.

**ب :** زمان و مدت قطع سرویسهای فوق و شروع عملیات تخریب حداقل یک هفته قبل، به اطلاع ساکنین ساختمان‌های مجاور رسانده شود. عدم رعایت محدودیت فوق، فقط هنگامی مجاز است که عدم تخریب فوری بنا، ایمنی را به خطر اندازد. لزوم این امر باید قبلاً به تایید مرجع رسمی ساختمان رسیده باشد.

**پ :** اقدامات لازم، برای محافظت از پیاده‌روها و معابر عمومی مجاور ساختمان مورد تخریب، انجام شود و در صورت نیاز به محدود یا مسدود نمودن آنها با کسب اجازه از مراجع ذیربط با رعایت مفاد بندهای ۱۲-۲-۱-۱ و ۱۲-۲-۲-۱ و ۱۲-۲-۲-۲ ، اقدام لازم به عمل آید.

**ت :** وسایل و تجهیزات لازم، متناسب با محل و نوع ساختمان و روش تخریب با رعایت مفاد فصل ۱۲-۶ تهیه شود.

**ث :** اثرات ناشی از تخریب بنا در پایداری سازه‌های همجوار، توسط شخص ذیصلاح بررسی و تدابیر لازم در جهت پایداری ابنیه مجاور اتخاذ گردد.

**ج** : برنامه‌ریزی برای جمع‌آوری، حمل و دفع مواد حاصل از تخریب و انتخاب محل مجاز برای انباشتن آنها با توجه به قانون "مدیریت پسماندها" انجام شود.

**چ** : در تخریب ساختمان‌های خاص نظیر دکل‌های مخابراتی، کارخانه‌ها، بیمارستان‌ها، دودکش‌های صنعتی و دیگر اماکنی که تاسیسات ویژه دارند، قسمت‌های مربوط باید توسط افراد ذیصلاح مورد بازدید قرارگیرد و وسایل و تجهیزات لازم برای تخریب و مقابله با خطرهای ناشی از آن فراهم شود.

**ح** : در صورتی که ساختمان مورد تخریب دارای برقگیر باشد، ابتدا باید برقگیر از ساختمان جدا شود و در صورت لزوم مجدداً در نزدیکترین فاصله نصب و آماده به کار گردد.

**خ** : کلیه شیشه‌های ساختمان مورد تخریب باید از محل نصب شده جدا و در مکان مناسبی انبار گردد.

**د** : در عملیات تخریب باید کارگران باتجربه بکار گرفته شده و اشخاص ذیصلاح بر کار آنان نظارت و دستورالعمل‌ها، روش‌ها و مراحل مختلف اجرای کار را به آنان آموزش دهند. همچنین سایر افراد از جمله رانندگان و متصدیان ماشین‌آلات و تجهیزات مربوط نیز باید از اشخاص ذیصلاح باشند.

**۱۲-۸-۱-۳** کلیه راه‌های ارتباطی ساختمان مورد تخریب به استثنای پلکان‌ها، راهروها، نردبان‌ها و درهایی که برای عبور کارگران استفاده می‌شوند، باید در تمام مدت تخریب مسدود گردند. به علاوه نباید هیچ راه خروجی قبل از اینکه راه دیگر تأیید شده‌ای جایگزین شود تخریب گردد.

**۱۲-۸-۱-۴** در تخریب ساختمان‌هایی که بر اثر فرسودگی، سیل، آتش سوزی، زلزله، انفجار و نظایر آن آسیب دیده یا از بین رفته‌اند، برای جلوگیری از ریزش و خرابی ناگهانی باید دیوارها قبل از تخریب زیر نظر شخص ذیصلاح مهار و شمع بندی شوند.

**۱۲-۸-۱-۵** در صورتی که ارتفاع ساختمان مورد تخریب از ساختمان‌ها و تاسیسات همجوار بیشتر باشد و امکان ریزش مصالح و ابزار کار به داخل یا روی بناها و تاسیسات مجاور وجود داشته باشد، باید اقدامات لازم از قبیل نصب سرپوش حفاظتی با مقاومت کافی به عمل آید.

**۱۲-۸-۱-۶** هر یک از اجزای سازه و تجهیزات مورد استفاده در تخریب اعم از کف، کف موقت، چوب بست، پله‌های موقت، سقف و سایر اجزای راهروهای سرپوشیده و راهروهای عبور و مرور کارگران، پلکان‌ها و نردبان‌ها نباید بیش از $\frac{۲}{۳}$ مقاومت خود، بارگذاری شوند.

**۱۲-۸-۱-۷** میخ‌های موجود در تیرها یا تخته‌های ناشی از تخریب باید بلافاصله به داخل چوب فرو کوبیده یا بیرون کشیده شوند.

**۱۲-۸-۱-۸** تخریب باید از بالاترین قسمت یا طبقه شروع شود و به پایین‌ترین قسمت یا طبقه ختم گردد. در موارد خاص که تخریب به طور یکجا با استفاده از مواد منفجره در پی و طبقات از راه دور و یا از طریق کشیدن با کابل و واژگون کردن و یا از طریق ضربه زدن با وزنه‌های در حال نوسان انجام می‌شود، باید متناسب با روش‌های مذکور تمهیدات ایمنی لازم بعمل آید.

**۱۲-۸-۱-۹** در پایان هر نوبت کار، قسمت‌های در دست تخریب نباید در شرایط ناپایداری که در برابر فشار باد یا ارتعاشات آسیب پذیر باشند، رها گردند. همچنین باید با بررسی لازم اطمینان حاصل شود که کلیه قسمت‌های باقیمانده از عملیات تخریب و همچنین چوب بست‌ها، شمع‌ها، سپرها، حائل‌ها و سایر وسایل حفاظتی، پایداری و ایمنی لازم را دارا می‌باشند.

**۱۲-۸-۱-۱۰** انباشتن مصالح و ضایعات جدا شده از ساختمان مورد تخریب در پیاده رو و دیگر معابر و فضاهای عمومی بدون کسب مجوز از مرجع رسمی ساختمان ممنوع است. در صورتی که در محل مورد تخریب زمین و فضای کافی برای انباشتن مصالح و ضایعات وجود نداشته باشد، باید هر روز مواد جدا شده به مکان مجاز دیگر انتقال یابند.

**۱۲-۸-۱-۱۱** برای حفظ و تامین بهداشت کارگران، عابران و مجاورین کارگاه ساختمانی و همچنین حفاظت محیط زیست در هنگام عملیات تخریب، باید با روش‌های مناسب و از جمله عملیات آبپاشی از انتشار و پراکنده شدن گرد و غبار جلوگیری شود. بعلاوه تخریب در شب به جز در مواقع اضطراری که به تایید مرجع رسمی ساختمان می‌رسد، مجاز نمی‌باشد.

### ۱۲-۸-۲ تخریب کف وسقف

**۱۲-۸-۲-۱** قبل از تخریب سقف باید راه‌های ورودی به طبقه زیر آن طوری مسدود گردد، که هیچ کس نتواند از آن رفت و آمد کند.

**۱۲-۸-۲-۲** در طاق‌های ضربی، چه هنگامی که دهانه‌ای در آن ایجاد می‌شود و چه در هنگام تخریب کلی آن، باید آجرها و مصالح بین دو تیر آهن تا تکیه‌گاه‌های طاق در امتداد عمود به تیر به طور کامل برداشته شود.

**۱۲-۸-۲-۳** در تخریب سقف‌هایی که از بتن پیش تنیده یا پس کشیده تشکیل یافته‌اند، باید توجه کافی به انرژی ذخیره شده در بتن و خطرهای احتمالی ناشی از آزاد شدن آن به عمل آید.

**۱۲-۸-۲-۴** هنگام تخریب سقف طاق ضربی، باید پس از برداشتن قسمتی از آجرها و مصالح بین دو تیرفولادی، روی تیرها یا تیرچه‌ها، تخته‌های چوبی سالم به عرض ۲۵۰ میلی‌متر و ضخامت ۵۰ میلی‌متر به طور عرضی و به تعداد کافی قرار داده شود تا کارگران مربوط بتوانند روی آنها به طور مطمئن مستقر شده و به کار خود ادامه دهند.

**۱۲-۸-۲-۵** در تخریب طاق‌های شیروانی یا چوبی، ابتدا باید قسمت‌های پوششی سقف برداشته شود، سپس نسبت به برچیدن خرپا یا اسکلت سقف اقدام گردد.

**۱۲-۸-۲-۶** در تخریب کف و سقف رعایت آئین‌نامه حفاظتی کارگاه‌های ساختمانی الزامی است.

### ۱۲-۸-۳ تخریب دیوارها

**۱۲-۸-۳-۱** هیچ یک از تکیه‌گاه‌ها نباید در طبقه‌ای برداشته شود، مگر آنکه کلیه بارهای مربوط به آن قبلاً تخریب و برداشته شده باشد.

**۱۲-۸-۳-۲** تمام یا قسمتی از دیواری که ارتفاع آن بیش از ۲۲ برابر ضخامت آن باشد، نباید بدون مهاربندی جانبی آزاد بماند، مگر اینکه اساساً برای ارتفاع بیشتر محاسبه و ساخته شده باشد.

**۱۲-۸-۳-۳** قبل از تخریب هر یک از دیوارها، باید تا فاصله ۳ متری از آنها کلیه سوراخهایی که در کف قرار دارند با پوشش موقت مناسب پوشانده شوند.

**۱۲-۸-۳-۴** تخریب دیوارهایی که برای نگهداری خاک زمین یا ساختمان مجاور ساخته شده‌اند، باید پس از اجرای سازه‌های نگهبان انجام شود.

### ۱۲-۸-۴ تخریب سازه‌های بتنی

**۱۲-۸-۴-۱** در تخریب سازه‌های بتنی اعم از سازه‌های بتنی با سقف تیرچه و بلوک، کامپوزیت و دال بتنی رعایت موارد زیر الزامی می‌باشد:

**الف:** قبل از تخریب سازه بتنی مسلح باید کلیه‌ی تجهیزات، مصالح و سازه‌های غیر باربر اصلی جمع آوری و تخریب و بطور ایمن از محیط کارگاه تخلیه گردد.

**ب** : قبل از تخریب سازه بتنی مسلح، باید در فاصله مناسبی از محل تخریب، با استفاده از علائم هشدار دهنده و آگاه کننده از قبیل نوار خطر و موانع مناسب، افراد از انجام عملیات تخریب آگاه و از ورود آنها به موضع خطر جلوگیری شود.

**پ** : کلیه کارگران تخریب باید به کلاه ایمنی با پوشش ناحیه گردن و ماسک پلاستیکی که تمام صورت و ناحیه چانه را پوشش می‌دهد مجهز باشند.

**ت** : کلیه کارگران تخریب باید مجهز به ژاکت ضد ضربه باشند. این ژاکت باید بطور مناسب تا ناحیه ران کارگر را پوشش و امکان حرکت آزاد وی را فراهم نماید.

**ث** : کارگران تخریب باید مجهز به دستکش و پوتین ایمنی باشند و همچنین بطور مناسب از ایراد ضربه به ناحیه پاها محافظت شوند.

### ۱۲-۸-۵ تخریب سازه‌های فولادی

**۱۲-۸-۵-۱** در صورتی که برای تخریب اسکلت فولادی ساختمان از جرثقیل یا وسایل مشابه استفاده شود، باید برای حفظ تعادل و جلوگیری از لنگر بار و صدمه به اشخاص، بناها، تاسیسات و تجهیزات یا اسکلت بنای مورد تخریب، از طناب هدایت کننده استفاده شود.

**۱۲-۸-۵-۲** قبل از بریدن یا بازکردن قطعات فولادی باید اقدامات لازم به منظور جلوگیری از سقوط آزاد آنها به عمل آید.

### ۱۲-۸-۶ تخریب دودکش‌های بلند صنعتی و سازه‌های مشابه

**۱۲-۸-۶-۱** قبل از تخریب دودکش‌های بلند صنعتی و سازه‌های مشابه از طریق انفجار یا واژگونی، باید محدوده‌ای محافظت شده و مطمئن با وسعت کافی در اطراف آنها در نظر گرفته شود.

**۱۲-۸-۶-۲** در صورتی که سازه‌های مذکور به طریق دستی تخریب گردند، باید از داربست استفاده شده و به تناسب تخریب سازه از بالا به پایین، سکوی داربست نیز به تدریج پایین آورده شود، به ترتیبی که همواره محل استقرار کارگران پایین تر از نقطه بالایی سازه بوده و این اختلاف ارتفاع حداقل ۰/۵ متر و حداکثر ۱/۵ متر باشد.

**۱۲-۸-۶-۳** مصالح و ضایعات حاصل از تخریب سازه‌های مورد بحث باید از داخل آنها به پایین ریخته شود. برای جلوگیری از انباشته شدن و تراکم مصالح و ضایعات، باید قبلاً دریچه‌ای در قسمت تحتانی سازه برای تخلیه آنها ایجاد شود. تخلیه مواد مذکور بایستی پس از توقف کار تخریب، انجام شود. در هرصورت ارتفاع ضایعات حاصل از تخریب در داخل کوره نباید بیشتر از ۲ متر باشد.

### ۱۲-۸-۷ مصالح و ضایعات

**۱۲-۸-۷-۱** مصالح ساختمانی و ضایعات حاصل از تخریب نباید به طور سقوط آزاد به خارج پرتاب شوند، مگر اینکه تخلیه از داخل کانال‌های مخصوص پیش بینی شده، انجام گیرد.

**۱۲-۸-۷-۲** در صورتی که مصالح قابل اشتعال و احتراق جدا شده از ساختمان مورد تخریب، در همان محل، انبار و نگهداری شود، باید وسایل اطفای حریق مناسب به تعداد و مقدار کافی فراهم شود.

**۱۲-۸-۷-۳** ضایعات به دست آمده از مواد رادیواکتیو، آزبست، مواد سمی یا مواد آلوده کننده، باید جدا از بقیه ضایعات و طبق ضوابط مربوط به دقت نگهداری و بسته‌بندی شوند و سپس به محل مجاز حمل گردند. بعلاوه کارگرانی که در تخریب اینگونه مواد به کار گمارده می‌شوند باید مجهز به دستکش، ماسک و لباس مخصوص باشند.

**۱۲-۸-۷-۴** مصالح و ضایعات ناشی از تخریب نباید روی کف طبقات به صورتی انباشته شوند که از ظرفیت باربری مجاز کف طبقه مربوط بیشتر باشد. به علاوه باید از وارد شدن فشارهای افقی ناشی از انبار شدن مصالح و ضایعات به دیوارها نیز جلوگیری شود.

**۱۲-۸-۷-۵** مصالح و ضایعات ناشی از تخریب نباید به نحوی انباشته شوند که برای ساختمان‌های مجاور و یا معابر عمومی ایجاد مزاحمت و خطر نمایند. این مواد باید در فواصل مناسب بارگیری و به محل‌های مجاز حمل گردند.

# ۱۲-۹ عملیات خاکی

## ۱۲-۹-۱ کلیات

**۱۲-۹-۱-۱** منظور از عملیات خاکی عبارت است از: خاکبرداری، خاکریزی، تسطیح زمین، گودبرداری، پی کنی ساختمان‌ها، حفر شیارها، شمع‌ها، کانال‌ها، چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب با وسایل دستی یا مکانیکی.

### ۱۲-۹-۱-۲ گود برداری

به هرگونه حفاری و خاکبرداری در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین یا تراز زیر پی ساختمان مجاور گودبرداری اطلاق می‌شود.

### ۱۲-۹-۱-۳ سطح خطرگودبرداری

سطح خطرگودبرداری‌ها با توجه به عمق گود، نوع خاک، وجود آب، وجود منبع ارتعاش در مجاورت گود و حساسیت ساختمان‌های مجاور آن به صورت گودبرداری با خطر معمولی، زیاد و بسیار زیاد تعیین می‌گردد. ارزیابی سطح خطر گودبرداری بر اساس ضوابط و مقررات مبحث "پی و پی سازی (مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان)" انجام می‌شود.

**۱۲-۹-۱-۴** قبل از شروع عملیات خاکی باید اقدامات زیر توسط سازنده انجام شود:

**الف:** زمین مورد نظر توسط شخص و یا اشخاص ذیصلاح از لحاظ استحکام و جنس خاک و همچنین پایداری ابنیه مجاور به دقت مورد بررسی قرار گیرد. به علاوه نقشه گودبرداری و پایدارسازی جداره‌های گود و برنامه گودبرداری باید توسط این اشخاص تهیه و به تأیید مرجع رسمی ساختمان برسد.

**ب** : روش، برنامه اجرایی گودبرداری و همچنین زمان شروع آن به همراه مجوز صادره توسط مرجع رسمی ساختمان در اختیار مهندس ناظر قرار گیرد.

**پ** : موقعیت تأسیسات زیرزمینی از قبیل چاه‌ها، کانال‌های فاضلاب، چشمه‌ها و قنوات قدیمی، لوله‌کشی آب و گاز، کابل‌های برق و تلفن که ممکن است در حین عملیات گودبرداری و خاک‌برداری موجب بروز خطر و حادثه گردند و یا خود دچار خسارت شوند، مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته و با همکاری سازمان‌های ذیربط، نسبت به تغییر مسیر دائم یا موقت و یا قطع جریان و همچنین ایمن سازی آنها اقدام گردد.

**ت** : در صورتی که تغییر مسیر یا قطع جریان برخی از تاسیسات مندرج در مفاد بند۱۲-۹-۱-۴-"پ" امکان‌پذیر نباشد، باید با همکاری سازمان‌های مربوط و به طرق مقتضی نسبت به حفاظت آنها اقدام شود.

**ث** : چنانچه محل گودبرداری در نزدیکی و یا مجاورت یکی از ایستگاه‌های خدمات عمومی از قبیل آتش‌نشانی و اورژانس بوده و یا در مسیرخودروهای آنها باشد، باید قبلاً مراتب به اطلاع مسئولین ذیربط رسانده شود تا احیاناً در سرویس‌رسانی عمومی وقفه‌ای ایجاد نگردد.

**ج** : کلیه اشیاء زائد از قبیل تخته سنگ، ضایعات ساختمانی و یا بقایای درختان که ممکن است مانع از انجام کار شده و یا موجب بروز حوادث شوند، باید از زمین مورد نظر خارج گردند.

**چ** : در استفاده از روش‌های پایدارسازی دیواره‌های گودبرداری از قبیل میخ‌کوبی و میل مهار ورود به محدوده مالکیت املاک مجاور و همچنین معابر عمومی ممنوع می‌باشد مگر با موافقت ذینفع و مرجع رسمی ساختمان.

**۱۲-۹-۱-۵** در صورتی که در عملیات خاکی از دستگاه‌های برقی مانند الکتروموتور برای هوادهی، تخلیه آب و نظایر آن استفاده شود، این گونه دستگاه‌ها باید با رعایت مفاد بخش ۱۲-۶-۱ به کار گرفته شده و به وسایل حفاظتی مناسب مجهز باشند.

**۱۲-۹-۱-۶** چنانچه محل مورد نظر برای عملیات خاکی، نظیر حفر چاه در معابر عمومی یا محل‌هایی باشد که احتمال رفت و آمد افراد متفرقه وجود داشته باشد، باید با اقدامات احتیاطی از قبیل محصور کردن محوطه حفاری، نصب علائم هشدار دهنده و وسایل کنترل مسیر، از ورود افراد به منطقه حفاری جلوگیری به عمل آمده و دهانه این گونه محل‌ها در پایان کار روزانه مسدود گردند.

## ۱۲-۹-۲ گودبرداری (حفر طبقات زیرزمین و پی کنی ساختمان‌ها)

**۱۲-۹-۲-۱** در صورتی که در عملیات گودبرداری و خاکبرداری احتمال خطری برای پایداری و سرویس‌دهی دیواره‌های گود، دیوارها و ساختمان‌های مجاور و یا مهارها وجود داشته باشد، باید قبل از گودبرداری و خاکبرداری، ایمنی و پایداری آنها با استفاده از روشهایی نظیر نصب شمع، سپر و مهارهای مناسب و رعایت فاصله لازم و ایمن گودبرداری و در صورت لزوم با اجرای سازه‌های نگهبان تأمین گردد.

**۱۲-۹-۲-۲** سازنده موظف است در عملیات گودبرداری و پایدارسازی جداره‌های گود مفاد مبحث "پی و پی سازی (مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان)" و دستورالعمل اجرایی گودبرداری‌های ساختمانی ابلاغی وزارت راه و شهرسازی را رعایت نماید.

**۱۲-۹-۲-۳** در مواردی که عملیات گودبرداری در مجاورت بزرگراه‌ها، خطوط راه آهن یا مراکز و تاسیسات دارای ارتعاش انجام می‌شود، باید اقدامات لازم برای جلوگیری از لغزش یا ریزش جداره‌ها صورت گیرد.

**۱۲-۹-۲-۴** در موارد زیر باید دیواره‌های محل گودبرداری، همچنین دیوارها و ساختمان‌های مجاور، دقیقاً توسط شخص ذیصلاح مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش، لغزش یا تغییر شکل‌های غیرمجاز به وجود آمده است، مهارها و وسایل ایمنی لازم از قبیل شمع و سپر نصب و یا مهارهای موجود تقویت گردند:

**الف:** قبل از پایدارسازی کامل، به صورت روزانه و بعد از پایدارسازی، حداقل هفته‌ای یک بار

**ب :** بعد از وقوع بارندگی، طوفان، سیل، زلزله و یخبندان

**پ :** بعد از هرگونه عملیات انفجاری

**ت :** بعد از ریزش ناگهانی

**ث :** بعد از وارد آمدن صدمات اساسی به مهارها

**۱۲-۹-۲-۵** برای جلوگیری از بروز خطرهایی نظیر پرتاب سنگ، سقوط افراد، حیوانات، مصالح ساختمانی و ماشین‌آلات، سرازیر شدن آب به داخل گود و نیز برخورد افراد و وسایل نقلیه با کارگران

و وسایل و ماشین‌آلات حفاری و خاکبرداری، باید اطراف محل گودبرداری و خاکبرداری با رعایت مفاد بخش ۱۲-۵-۲ به نحو مناسب محصور و محافظت شود. در صورتی که گودبرداری و خاکبرداری در مجاورت معابر و فضاهای عمومی صورت گیرد، باید این حصار با رعایت مفاد بخش‌های ۱۲-۵-۲ و ۱۲-۵-۹ و در فاصله حداقل ۱/۵ متر از لبه گود احداث و با علائم هشدار دهنده که در شب و روز و از فاصله دور قابل رؤیت باشند مجهز گردد.

**۱۲-۹-۲-۶** در گودبرداری‌هایی که عملیات اجرایی به علت محدودیت ابعاد آن با مشکل نور و تهویه هوا مـواجه می‌گردد، لازم است نسبت به تأمین وسایل روشنایی و تهویه هوا اقدام لازم به عمل آید.

**۱۲-۹-۲-۷** مواد حاصل از گودبرداری نباید به فاصله کمتر از ۱ متر از لبه گود ریخته شوند. همچنین این مواد نباید در پیاده‌روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شوند که مانع عبور و مرور گردیده یا موجب بروز حادثه گردند.

**۱۲-۹-۲-۸** محل استقرار ماشین‌آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، لودر، کامیون یا انباشتن خاک‌های حاصل از گودبرداری و یا مصالح ساختمانی در مجاورت گود، باید توسط شخص ذیصلاح بررسی وحداقل فاصله مناسب تعیین گردد، این فاصله باید دقیقاً از لبه گود رعایت شود.

**۱۲-۹-۲-۹** در گودهایی که عمق آنها بیش از ۱ متر می‌باشد، نباید کارگر در محل کار به تنهایی به کار گمارده شود.

**۱۲-۹-۲-۱۰** در گودبرداری‌ها، عرض معابر و راههای شیب‌دار (رمپ) احداثی ویژه وسایل نقـلیه نباید کمتر از ۴ متر باشد.

**۱۲-۹-۲-۱۱** در محل گودبرداری‌های عمیق و وسیع، باید یک نفر نگهبان مسئولیت نظارت بر ورود و خروج کامیون‌ها و ماشین‌آلات سنگین را عهده‌دار باشد. برای آگاهی کارگران و سایر افراد، باید علائم هشدار دهنده در معبر و محل ورود و خروج کامیون‌ها و ماشین‌آلات مذکور نصب گردد.

## ۱۲-۹-۳ حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب

**۱۲-۹-۳-۱** قبل از آغاز عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب به ویژه در حفاری دستی چاه‌ها، باید بررسی‌های لازم درخصوص وجود و کیفیت موانـعی از قبیل قنوات قدیمی، فاضلاب‌ها، پی‌ها، جنس خاک لایه‌های زمین و تأسیسات مربوط به آب، برق، گاز، تلفن و نظایر آن به عمل آید و در صورت لزوم از سازمان‌های ذیربط استعلام گردد. محل حفاری نیز باید طوری تعیین شود که به هنگام کار، خطر ریزش یا نشت قنات، فاضلاب و چاه مجاور یا برخورد با تأسیسات یاد شده وجود نداشته باشد.

**۱۲-۹-۳-۲** به منظور ایجاد تهویه کافی در عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب، باید هر نوع گاز، گرد و غبار و مواد آلوده کننده دیگر که برای سلامتی افراد مضر است، به طرق مقتضی از محل کار خارج شود و بوسیله پمپ هوادهی نسبت به تهویه هوای چاه اقدام گردد. در صورت لزوم باید کارگران به ماسک و دستگاه‌های تنفسی مناسب مجهز شوند تا همواره هوای سالم به آنها برسد.

**۱۲-۹-۳-۳** کلیه افرادی که فعالیت آنها با عملیات حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب مرتبط است، باید متناسب با نوع کار به وسایل و تجهیزات حفاظت فردی، مطابق با ویژگیهای فصل ۱۲-۴ مجهز شوند.

**۱۲-۹-۳-۴** مقنی قبل از ورود به چاه برای عملیات چاه کنی باید نسبت به موارد زیر اقدام نماید:

**الف:** هوادهی و تهویه مناسب چاه و اطمینان از عدم وجود گازهای سمی و مضر. همچنین اطمینان از عدم امکان سرازیر شدن آب و سیلاب به داخل چاه.

**ب :** بستن طناب نجات و حمایل بند کامل بدن به خود و محکم نمودن انتهای آزاد طناب به نقطه ثابتی در بالای چاه و حاضر بودن همکار وی بر سر چاه .

**۱۲-۹-۳-۵** پس از خاتمه کار روزانه و یا در مواقعی که حفاری انجام نمی‌شود، دهانه چاه باید با صفحات مشبک مقاوم و مناسب به نحو مطمئن پوشانده شود.

**۱۲-۹-۳-۶** در حفاری چاه‌ها و مجاری آب و فاضلاب باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه و مقررات «حفاظتی چاه‌های دستی» لحاظ گردد.

# ۱۲-۱۰ عملیات ساخت، برپایی و نصب اسکلت ساختمان

## ۱۲-۱۰-۱ کلیات

**۱۲-۱۰-۱-۱** عملیات ساخت، برپایی و نصب، نظیر جوشکاری، برشکاری و پیچ و مهره کاری سازه‌های فولادی، همچنین عملیات قالب بندی، آرماتوربندی و بتن‌ریزی در سازه‌های بتنی باید توسط اشخاص ذیصلاح انجام شود.

## ۱۲-۱۰-۲ اجرای سازه های فولادی

**۱۲-۱۰-۲-۱** ساخت، برپایی و نصب سازه‌های فولادی باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی (مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان)" انجام شود. بعلاوه در برپایی و نصب سازه‌های فولادی به صورت صنعتی باید ضوابط و مقررات مبحث"اجرای صنعتی ساختمان‌ها (مبحث یازدهم مقررات ملّی ساختمان)" رعایت شود.

**۱۲-۱۰-۲-۲** در موقع نصب و برپایی اجزای فولادی سازه از قبیل ستون‌ها، تیرها یا خرپاها، باید قبل از جدا کردن نگهدارنده‌ها و رها کردن آنها، حداقل‌های تعیین شده در نقشه‌های نصب برای جوشکاری و یا بستن پیچ‌ها و مهره‌ها انجام گرفته باشد. همچنین قبل از نصب هر عضو سازه بر روی سازه دیگر، عضو زیرین سازه باید صددرصد پیچ و مهره یا جوشکاری شده باشد.

**۱۲-۱۰-۲-۳** در موقع نصب ستون‌ها، برای جلوگیری از سقوط ستون‌های نصب شده، باید این ستون‌ها به وسیله تیرهای واسط با سایر ستونها مهار شوند. چنانچه اتصال ستون‌ها به وسیله تیرهای

واسط امکان پذیر نباشد، باید با نظر شخص ذیصلاح موقتاً با مهارهای جانبی پایدار گردند. در هر حال هیچ ستونی نباید قبل از ایجاد اتصال با ستون‌های مجاور و تأمین پایداری آن رها شود.

**۱۲-۱۰-۲-۴** برای بالا بردن تیرآهن و سایر اجزای فولادی باید از کابل‌های فولادی و طنابهای مخصوص محکم و مناسب با ضرایب اطمینان مندرج در "آئین‌نامه وسایل حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیاء در کارگاه‌ها" مصوب شورای عالی حفاظت فنی استفاده شود. همچنین برای جلوگیری از صدمه دیدن کابل فولادی در اثر خمش بیش از حد، باید قطعات چوب و یا مواد مشابه بین تیرآهن و کابل قرار داده شود. استفاده از زنجیر برای بستن تیرآهن و سایر اجزای فولادی مجاز نمی‌باشد.

**۱۲-۱۰-۲-۵** استفاده از دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری بـرای ساخت، برپایی و نصب اجزای فولادی سازه باید بـا رعایت مفاد بند ۱۲-۲-۴-۶ صورت گیرد. وسایل بالابر و سایر وسایل و تجهیزاتی که در برپایی و نصب اجزای سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مطابق با مفاد بخش ۱۲-۶-۲ باشند.

**۱۲-۱۰-۲-۶** در شرایط نامساعد جوی از قبیل باد، طوفان و بارندگی و یا در صورت ناکافی بودن روشنایی و محدود بودن میدان دید، باید از ادامه کار بر روی اسکلت فولادی جلوگیری به عمل آید. همچنین تیر و سایر قطعات فولادی نباید در هنگام نصب، آغشته به برف، یخ و یا سایر مواد لغزنده باشند.

**۱۲-۱۰-۲-۷** در عملیات ساخت، برپا نمودن و نصب اجزای فولادی سازه باید وسایل و تجهیزات حفاظت فردی از قبیل کلاه ایمنی، کفش ایمنی، حمایل بند کامل بدن، طناب مهار، عینک و دستکش حفاظتی با رعایت مفاد فصل ۱۲-۴ مورد استفاده قرار گیرد. همچنین کارگرانی که سطح قطعات فولادی را با مواد شیمیایی و یا با روش ماسه پاشی تمیز می‌کنند، باید از ماسک‌های تنفسی استفاده نمایند.

**۱۲-۱۰-۲-۸** در هنگام برپایی و نصب قطعات فولادی، محوطه زیر و اطراف کار باید محصور گردیده و از ورود افراد به داخل محوطه مذکور جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۱۰-۲-۹** قبل از بالا کشیدن تیرآهن‌ها و سایر قطعات فولادی، اشیاء و قطعات واقع بر روی اسکلت که در معرض سقوط باشند، باید برداشته شوند.

**۱۲-۱۰-۲-۱۰** در قسمتهای مناسبی از قطعات و اجزای تشکیل دهنده اسکلت‌های فولادی باید نقاط اتصال مناسبی برای قلاب طناب نجات و مهار داربست‌های معلق پیش بینی شود.

**۱۲-۱۰-۲-۱۱** قطعات فولادی مرکب که می‌بایست در ارتفاع زیاد نصب شوند، تا حد امکان باید روی زمین مونتاژ و متصل گردند. در غیر این صورت باید با توجه به مفاد "مبحث طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی (مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان)" ابتدا در محل کارخانه یا پای کار پیش نصب شوند.

**۱۲-۱۰-۲-۱۲** تخلیه آهن‌آلات از تریلر، کامیون و کامیونت باید با استفاده از وسایل بالابر و جرثقیل صورت گیرد. بالاکشیدن اجسام سنگین و حجیم از جمله تیرآهن و قطعات فولادی بصورت دستی با طناب، کابل و نظایر آن مجاز نبوده و باید از جرثقیل و یا سایر بالابرهای مکانیکی مناسب استفاده شود.

### ۱۲-۱۰-۳ اجرای سازه‌های بتنی

**۱۲-۱۰-۳-۱** کلیه اجزای قالب‌ها از قبیل شمع‌ها، پانل‌ها، پایه‌ها و سایر قطعات مربوط که برای قالب‌بندی و مهار کردن در کارهای بتنی، طراحی و استفاده می‌شوند، باید توسط شخص ذیصلاح با ضریب اطمینان حداقل ۲/۵ نسبت به بارهای وارده، طراحی و ساخته شوند. در صورتی که در قالب بندی از قالب‌های پلیمری استفاده شود، باید استانداردهای مربوط رعایت گردد.

**۱۲-۱۰-۳-۲** قالب بتن باید قبل از بتن ریزی توسط شخص ذیصلاح بازدید و نسبت به استحکام و پایداری کلیه اجزای قالب، مهارها و نظایر آنها اطمینان حاصل شود، تا در موقع بتن ریزی از فرو ریختن قالب پیشگیری به عمل آید.

**۱۲-۱۰-۳-۳** در موقع برداشتن قالب بتن، باید از گرفتن کامل بتن با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه (مبحث ۹ مقررات ملّی ساختمان)" اطمینان حاصل گردد. در بازکردن و نگهداری قالب‌ها باید احتیاط‌های لازم به منظور حفاظت کارگران از خطر احتمالی سقوط، لغزش و یا واژگونی قالب‌ها به عمل آید.

**۱۲-۱۰-۳-۴** کارگرانی که در امر ساختن، حمل و ریختن بتن اشتغال دارند، باید طبق مفاد فصل ۱۲-۴ به کفش، کلاه، عینک و دستکش حفاظتی مجهز باشند. همچنین کارگرانی که در ارتفاع، به بستن میلگرد، قالب یا ریختن بتن می‌پردازند و در معرض خطر سقوط قرار دارند، باید مجهز به حمایل بند کامل بند و طناب مهار بوده و برای جلوگیری از سقوط آنها و نیز افتادن ابزار و وسایل کار از محل بتن ریزی موانعی نصب گردد.

**۱۲-۱۰-۳-۵** کارگرانی که به طور مداوم با سیمان کار می‌کنند و یا در اندود، بتن پاشی (شاتکریت) یا چکشی کردن بتن فعالیت دارند، باید با رعایت مفاد فصل ۱۲-۴ به دستکش، عینک و ماسک تنفسی حفاظتی مناسب مجهز باشند.

**۱۲-۱۰-۳-۶** میخ‌های موجود در تخته‌ها و سایر اجزای قالب‌های چوبی باید بلافاصله بعد از باز شدن قالب به داخل چوب فرو کوبیده یا بیرون کشیده شود.

**۱۲-۱۰-۳-۷** دستگاه بتن ساز باید مجهز به ضامن باشد تا در هنگام تمیز کاری دستگاه از بکار افتادن اتفاقی آن پیشگیری بعمل آید.

# ۱۲-۱۱ سایر مقررات مربوط

## ۱۲-۱۱-۱ کلیات

**۱۲-۱۱-۱-۱** هرگونه تغییرات و جابجایی در کنتورهای برق، گاز، آب و اتصالات قبل از کنتورها، فقط باید توسط مأموران سازمان‌ها و مسئولان ذیربط صورت گیرد.

**۱۲-۱۱-۱-۲** نصب قطعات مصالح ساختمانی از جمله پلاک سنگی روی نمای ساختمان باید بر اساس نقشه‌ها و مشخصات فنی تائید شده، توسط اشخاص ذیصلاح به وسیله عناصر نگهدارنده و مهار کننده به طرق اطمینان بخش انجام گیرد تا امکان سقوط آنها منتفی گردد.

**۱۲-۱۱-۱-۳** نصب قطعات الحاقی و همچنین مواردی که در این آیین‌نامه به آنها اشاره نشده است، باید با رعایت آیین‌نامه‌های معتبر صورت گیرد.

## ۱۲-۱۱-۲ تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

**۱۲-۱۱-۲-۱** کلیه عملیات اجرایی مربوط به تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع (مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان)" توسط اشخاص ذیصلاح صورت گیرد.

**۱۲-۱۱-۲-۲** در مواردی که برای عملیات اجرایی مربوط به تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع نیاز به جوشکاری یا برشکاری حرارتی باشد، رعایت مفاد بندهای ۱۲-۲-۴-۶ و ۱۲-۲-۴-۷ الزامی است.

**۱۲-۱۱-۲-۳** لوله کشی گاز و نصب تأسیسات و تجهیزات مربوط به آن باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "لوله کشی گاز طبیعی ساختمان‌ها (مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان)" توسط شخص ذیصلاح انجام شود.

**۱۲-۱۱-۲-۴** در نصب و راه اندازی مولدهای بخار و دیگ‌های آب گرم باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه «حفاظتی مولد بخار و دیگ‌های آب گرم» مصوب شورای عالی حفاظت فنی لحاظ گردد.

## ۱۲-۱۱-۳ سیم کشی و نصب تأسیسات و تجهیزات برقی

**۱۲-۱۱-۳-۱** سیم کشی، نصب کلیدها، پریزها، تابلوها و وسایل و تجهیزات برقی باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث "طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها (مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان)" و آئین‌نامه حفاظتی تاسیسات الکتریکی در کارگاه‌ها مصوب شورای عالی حفاظت فنی توسط اشخاص ذیصلاح انجام شود.

## ۱۲-۱۱-۴ سیم کشی برای استفاده‌های موقت

**۱۲-۱۱-۴-۱** کلیه سیم کشی‌هایی که برای استفاده‌های موقت انجام می‌شود، باید با رعایت مفاد بخش ۱۲-۱۱-۳ و موارد زیر انجام شود:

**الف:** برای جلوگیری از ازدیاد و پراکندگی سیم‌های آزاد متحرک، باید در نقاط مختلف کارگاه به تعداد کافی پریز در محل‌های مناسب نصب شود.

**ب :** سیم کشی برای استفاده‌های موقت در صورت امکان باید در ارتفاع ۲/۵ متر از کف انجام شود. در غیر این صورت باید سیم‌ها طوری نصب شوند که از آسیب‌های احتمالی محفوظ بمانند.

**پ :** تابلوهای برق موقت بایستی به وسیله محفظه‌هایی با درپوش قفل‌دار مسدود گردند و پیرامون آنها روی زمین یا کف، فرش و یا سکوی عایق ایجاد شود.

## ۱۲-۱۱-۵ نصب قطعات پیش ساخته بتنی

**۱۲-۱۱-۵-۱** قطعات پیش ساخته بتنی باید طوری طراحی و ساخته شوند که عملیات نقل و انتقال، جابجایی، نصب و برپا کردن آنها به راحتی و با ایمنی کامل انجام شود. وزن تقریبی قطعات نیز باید بر روی آنها نوشته یا حک گردد.

**۱۲-۱۱-۵-۲** قلاب‌ها یا سایر وسایلی که در قطعات پیش ساخته بتنی به منظور سهولت جابجایی و بلند کردن آنها پیش بینی و تعبیه می‌گردند، باید از نظر فرم، ابعاد و موقعیت نصب به ترتیبی باشند که:

**الف:** جنس قلاب‌ها باید از فولاد نرم (St۳۷) انتخاب گردند و دارای مقاومت کافی در برابر نیروهایی که بر آنها وارد می‌شوند با ضریب اطمینان ۳ باشند.

**ب :** در داخل خود قطعه و در اسکلت ساختمان باعث ایجاد نیروهای مخربی نگردند.

**پ :** پس از استقرار قطعات در محل نصب خود، به راحتی از وسایل و ادوات بالابر و جرثقیل جدا شوند.

**ت :** قلاب‌ها و ادوات مذکور در قطعات پیش ساخته بتنی مربوط به سقف‌ها و پلکان‌ها به نحوی تعبیه شده باشند که پس از نصب قطعه، بالاتر از سطح کار قرار نگیرند.

**۱۲-۱۱-۵-۳** هنگام نصب قطعات پیش ساخته بتنی، محوطه اطراف ساختمان که امکان سقوط قطعات به داخل آنها وجود دارد، باید مورد مراقبت دقیق قرار گرفته و محصور گردند.

## ۱۲-۱۱-۶ کار بر روی بام ساختمان‌ها، سقف‌های شیب دار و شکننده

**۱۲-۱۱-۶-۱** کارگرانی که بر روی سقف‌های شیب دار به کار گمارده می‌شوند، باید دارای تجربه کافی و توانایی جسمی و روانی لازم باشند.

**۱۲-۱۱-۶-۲** از کار کردن بر روی بام ساختمان‌ها در هنگام باد، طوفان و بارندگی شدید و یا هنگامی که سطح بام پوشیده از برف و یخ باشد، باید جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۱۱-۶-۳** هنگام کار بر روی سقف‌های پوشیده از صفحات شکل‌پذیر و یا شکننده از قبیل صفحات موج دار نورگیر، باید از صفحات چوبی با عرض حداقل ۲۵۰ میلی‌متر استفاده شود. این صفحات باید به طور محکم و مطمئن نصب گردند تا از لغزش آنها در زیر پای کارگر جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۱۱-۶-۴** تعداد صفحات چوبی باید حداقل دو عدد باشد تا هنگام نیاز به جابجا کردن یکی از آنها، کارگر مجبور به ایستادن بر روی ورق‌های شکننده و یا انعطاف‌پذیر نباشد.

**۱۲-۱۱-۶-۵** در لبه سطوح شیب دار باید موانع مناسب و کافی جهت جلوگیری از ریزش ابزار کار نصب شود.

**۱۲-۱۱-۶-۶** کارگرانی که بر روی بام‌های شیب دار کار می‌کنند، باید با توجه به آئین‌نامه ایمنی کار در ارتفاع، مصوب شورای عالی حفاظت فنی، مجهز به حمایل بند کامل بدن و وسایل محدود کننده مناسب، باشند.

### ۱۲-۱۱-۷ نقاشی و پوشش سطوح با مواد شیمیایی و یا دیگر مواد قابل اشتعال

**۱۲-۱۱-۷-۱** هنگام نقاشی و پوشش سطوح با مواد شیمیایی و یا سایر مواد قابل اشتعال، باید محل کار به طور طبیعی تا حد تامین هوای سالم بر اساس حدود مواجهه‌ی مجاز اعلام شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تهویه گردد. چنانچه از تهویه مصنوعی استفاده شود، باید دستگاه ضد جرقه که در خارج از فضای کار قرار داده می‌شود قبل از شروع کار روشن گردد.

**۱۲-۱۱-۷-۲** در هنگام چسباندن موکت و یا پوشش‌های پلاستیکی و نظایرآن، استعمال دخانیات و استفاده از کبریت، فندک و غیره باید اکیداً ممنوع گردد. همچنین باید از عملیاتی از قبیل جوشکاری یا برشکاری حرارتی در محل کار و مجاورت آن جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۱۱-۷-۳** هنگام کار با مواد شیمیایی قابل اشتعال باید وسایل خاموش کننده آتش مناسب با نوع مواد شیمیایی آماده و در دسترس باشد. ضمنا رعایت آئین‌نامه "پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها" مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی می‌باشد.

### ۱۲-۱۱-۸ حمل و نقل، جابجایی و انبار کردن مصالح

**۱۲-۱۱-۸-۱** از انبار کردن و انباشتن مصالح ساختمانی در نزدیکی لبه‌های گودبرداری، دهانه چاه‌ها، گودال‌ها، پرتگاه‌ها و نظایر آن باید جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۱۱-۸-۲** برداشتن مصالح انبار شده توسط کارگر باید از بالاترین قسمت شروع گردد و از کشیدن و برداشتن آنها از قسمت‌های تحتانی که باعث ریزش و ایجاد حادثه می‌شود، خودداری گردد.

**۱۲-۱۱-۸-۳** برای انبار کردن تخته‌های چوبی باید آنها را روی چوب‌های عرضی گذاشت، به طوری که کاملاً روی سطح زمین قرار نگیرند و بین هر چند ردیف، چوب‌های عرضی قرار داده شود.

**۱۲-۱۱-۸-۴** کلیه تأسیسات و تجهیزات کارگاهی که به منظور انبار کردن مصالح به کار می‌روند، باید دارای پایداری لازم در مقابل نیروهای وارده (ثقلی و جانبی) باشند.

**۱۲-۱۱-۸-۵** بسته بندی، حمل و نگه‌داری مصالح ساختمانی از قبیل سیمان،گچ و آهک باید با رعایت ضوابط و مقررات مباحث"مصالح و فرآورده‌های ساختمانی (مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان)" و "بارهای وارده بر ساختمان (مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان)" انجام شود. در بسته‌بندی، حمل و نگه‌داری سیمان رعایت مفاد مبحث "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه (مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان)" الزامی است.

**۱۲-۱۱-۸-۶** کیسه‌های سیمان، گچ، آهک و نظایر آن با توجه به مفاد بند ۱۲-۱۱-۸-۵ ، نباید بیش از ۱۰ ردیف روی هم چیده شوند، برداشتن آنها نیز باید به صورت ردیف‌های افقی انجام شود. بعلاوه آجر و سفال نباید با ارتفاع بیش از ۲ متر انباشته شود، و اطراف آن نیز باید با موانع مناسب محصور گردد.

**۱۲-۱۱-۸-۷** از انباشتن مصالح ساختمانی بیش از حد مجاز طراحی روی سقف‌های اجرا شده و همچنین در مجاورت تیغه‌ها و دیوارهای کم عرض باید جلوگیری به عمل آید.

**۱۲-۱۱-۸-۸** آهن آلات (تیر آهن، نبشی، میلگرد و نظایر آن) باید به ارتفاع کم طوری روی هم انباشته شوند که خطر غلطیدن ناگهانی آنها وجود نداشته باشد.

**۱۲-۱۱-۸-۹** طرفین لوله‌های فولادی که انبار می‌شوند، باید با موانع مناسب مهار گردند تا از غلطیدن آنها بر روی هم و ایجاد حادثه جلوگیری شود.

**۱۲-۱۱-۸-۱۰** از انباشتن مصالحی از قبیل شن، ماسه، خاک و نظایر آن در کنار دیوارها و تیغه‌ها تا حد امکان باید جلوگیری به عمل آید. در صورتی که این کار اجتناب ناپذیر باشد، باید این مصالح طوری انباشته شوند که فشار بیش از حد به دیوار یا تیغه وارد نشود.

**۱۲-۱۱-۸-۱۱** جابجایی و حمل و نقل مصالح ساختمانی از قبیل تیرآهن، چوب و همچنین ضایعات ساختمانی باید با رعـایت مفاد بند ۱۲-۶-۳-۴ صورت گیرد.

**۱۲-۱۱-۸-۱۲** در انبار کردن مصالح و نگهداری مواد قابل انفجار و مایعـات قابل اشتعال باید ضوابط مندرج در آیین‌نامه‌های زیر، مصوب شورای عالی حفاظت فنی لحاظ گردد:

**الف:** آیین‌نامه «پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی در کارگاهها»

**ب:** آیین‌نامه «حفاظتی مواد خطرناک و مواد قابل اشتعال و مواد قابل انفجار»

**پ:** آیین‌نامه «حفاظتی حمل دستی بار»

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث سیزدهم

# طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها

۱۳۸۲
دفتر امور مقررات ملّی ساختمان

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان |
| **عنوان قراردادی:** | ایران. قوانین و احکام |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها/ تهیه کننده دفتر تدوین و ترویج مقررات ملّی ساختمان، معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی. |
| **مشخصات نشر:** | تهران:نشر توسعه ایران، ۱۳۸۲. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۱۶۱ص.: مصور، جدول. |
| **فروست:** | مقررات ملی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۳. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۳۸-۶ |
| **یادداشت:** | چاپ سوم، ۱۳۸۵ |
| **یادداشت:** | چاپ چهارم، ۱۳۸۶ |
| **یادداشت:** | واژه نامه |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - تجهیزات برقی - - طرح و ساختمان |
| **موضوع:** | ساختمان ها - - تجهیزات برقی - - طرح و ساختمان - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر نظامات مهندسی |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملی ساختمان ایران؛ مبحث ۳. |
| **رده بندی کنگره:** | KMH ۳۴۰۲/الف۹م۷ ،ج ۱۳ ۱۳۸۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملی:** | ۸۲-۸۰۸۰م |


# عنوان کتاب : مبحث ۱۳ طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها


**تهیه کننده** : **دفتر امور مقررات ملّی ساختمان**

**نـاشـر** : **نشر توسعه ایران**

**شمارگان** : **۵۰۰۰ جلد**

**شـابـک** : **۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۳۸-۶**

**نوبت چاپ** : **سیزدهم**

**تاریخ چاپ** : **۱۳۹۲**

**چاپ و صحافی:** **کانون**

**قیمـت** : **۶۵،۰۰۰ ریال**



**حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.**

*بسمه تعالی*

# پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان ایران، به عنوان فراگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، بی‌تردید نقش مؤثری در نیل به‌اهداف عالی تأمین ایمنی، بهداشت، سلامت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه دارد و رعایت آن ضمن تأمین اهداف مذکور موجب ارتقای کیفیّت و افزایش عمر مفید ساختمان‌ها می‌گردد. براساس این اهمیت، تدوین مقررات ملّی ساختمان که به‌عنوان نقطهٔ عطفی در تاریخ مهندسی ساختمان کشور محسوب می‌شود بیش از دو دهه است که توسط وزارت مسکن و شهرسازی آغاز و با مشارکت جامعهٔ مهندسی کشور و در قالب شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مباحث، سازماندهی و بی‌وقفه سیر تکامل خود را طی نموده است. در این مسیر ضمن تکمیل و تجدیدنظر مباحث از پیش تعریف شده و مطابقت آنها با مقتضیات شرایط کشور از حیث اقتصادی، فنی، فرهنگی و اجتماعی، تدوین مباحث جدیدی هم در دستور کار قرار گرفته است که پس از تدوین نهایی و طی مراحل تصویب در اختیار جامعهٔ مهندسی قرار خواهد گرفت.

در حال حاضر مدارک فنی متعددی نظیر مقررات ملّی ساختمان، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و مشخصات فنی در کشور منتشر می‌شود و استفاده‌کنندگان لازم است به‌تفاوت‌های آنها از نظر هدف از تهیه هر مدرک، لازم‌الاجرا بودن، قلمرو، حدود تفصیل، محتوا و سایر ویژگی‌های خاص هر مدرک توجه داشته باشند که در مورد مقررات ملّی ساختمان می‌توان ویژگی‌های زیر را برشمرد:

- «مقررات ملّی ساختمان» در سراسر کشور لازم‌الاجرا است.
- احکام «مقررات ملّی ساختمان» به‌طور خلاصه و اجمالی تدوین می‌شود.
- با توجه به الزامی بودن «مقررات ملّی ساختمان» این مقررات فاقد موارد توصیه‌ای و راهنمایی است.
- «مقررات ملّی ساختمان» بر هرگونه عملیات ساختمان نظیر تخریب، احداث بنا، تغییر کاربری، توسعهٔ بنا، تعمیر اساسی و نظایر آن حاکم است.

مقررات تدوین شده به‌خودی خود متضمن کیفیت ساختمان‌ها نیستند بلکه در کنار تدوین مقررات مذکور توجه به‌امر ترویج و آموزش آن در میان جامعه مهندسی کشور به‌طور خاص و دانشجویان، دانش‌آموزان و آحاد مردم به‌طور عام از یک‌سو و ایجاد نظامی کارآمد برای اعمال و کنترل این مقررات و تنظیم روابط دخیل در امر ساخت و ساز، مسئولیت‌ها، شرح وظایف و مراحل قانونی اقدامات احداث، توسعه بنا، تغییر کاربری و سایر موارد مربوط به‌ساختمان از طرف دیگر، باید همواره به‌عنوان راهکارها و ضمانت‌های اجرایی این مقررات مد نظر سیاست‌گزاران، مجریان و دست‌اندرکاران ساخت و ساز قرار گیرد.

با تصویب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و در اجرای مفاد آن به‌ویژه مواد ۳۳ و ۳۴ قانون مذکور، وضع مقررات ملّی ساختمان و الزام به‌رعایت آنها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها به‌منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفهٔ اقتصادی، این اطمینان را در میان مهندسان و صاحبان حرفه‌های ساختمانی به‌وجود می‌آورد که با پشت‌گرمی، به‌ایفای وظیفه‌ای که در توسعه و آبادانی کشور دارند مبادرت ورزند و از این رهگذر، سهم خود را در تحقق آرمان‌های والای انقلاب عینیت بخشند.

فرصت را مغتنم شمرده از اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی و سایر کسانی که به‌نحوی در تدوین، ترویج و کنترل اعمال مقررات ملّی ساختمان در کشور کوشش می‌نمایند سپاسگزاری نموده و از اساتید، صاحب نظران، مهندسان و کلیه دست‌اندرکاران ساخت و ساز انتظار دارد با نظرات و پیشنهادات خود این دفتر را در غنای هرچه بیشتر مقررات مذکور یاری رسانند.

**دکتر غلامرضا هوائی**
**مدیرکل امور مقررات ملّی ساختمان**

## هیأت تهیه‌کننده مقررات طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها

### الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

| | |
|---|---|
| ● دکتر محمدتقی احمدی | عضو |
| ● مهندس محسن اکبرزاده | رییس |
| ● دکتر محسن تهرانی‌زاده | عضو |
| ● مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| ● دکتر قاسم حیدری‌نژاد | عضو |
| ● دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور | عضو |
| ● دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| ● دکتر اصغر ساعد سمیعی | عضو |
| ● دکتر محسن غفوری آشتیانی | عضو |
| ● دکتر محمود گلابچی | عضو |
| ● دکتر محمود مقدم | عضو |
| ● دکتر سیدرسول میرقادری | عضو |
| ● مهندس نادر نجیمی | دبیر |

### ب) اعضای کمیته تخصصی مبحث سیزدهم «طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها»

| | |
|---|---|
| ● دکتر احمد الهی طالقانی | عضو |
| ● مهندس رحیم سلیمان‌آذر | عضو |
| ● مهندس یونس قلی‌زاده طیار | عضو |
| ● مهندس آلدیک موسسیان | رئیس |

### پ) تهیه‌کننده متن اولیه: مهندس آلدیک موسسیان

# فهرست


**۱۳–۰ پیشگفتار** ۱

**۱۳–۱ دامنه کاربرد– هدف– تعریف‌ها** ۳

۱۳-۱-۱ دامنه کاربرد ۳

۱۳-۱-۲ هدف ۳

۱۳-۱-۳ تعریف‌ها ۵

**۱۳–۲ اصول اساسی** ۱۳

۱۳-۲-۱ حفاظت برای حصول ایمنی ۱۳

۱۳-۲-۲ طراحی ۱۵

۱۳-۲-۳ انتخاب تجهیزات الکتریکی ۱۶

۱۳-۲-۴ نصب و برپایی ۲۱

۱۳-۲-۵ آزمونهای اولیه ۲۱

**۱۳–۳ برورد درخواست نیروی برق (دیماند)** ۲۳

۱۳-۳-۰ کلیات ۲۳

۱۳-۳-۱ برآورد توان کل نصب شده ۲۳

۱۳-۳ -۲ غیرهمزمانی – تخمین ضریب همزمانی ۲۴

**۱۳–۴ محل تحویل نیروی برق (سرویس مشترک) – نقطه شروع تأسیسات برق** ۲۵

۱۳-۴-۰ کلیات ۲۵

۱۳-۴-۱ تأسیسات انشعاب فشار ضعیف (منشعب از شبکه‌های عمومی) ۲۶

۱۳-۴-۲ انشعاب فشار متوسط (اختصاصی) ۲۷

۱۳-۴-۳ اتصال زمین ۳۵
۱۳-۴-۴ نیروی برق اضطراری ۳۶
۱۳-۴-۵ نیروی برق ایمنی ۳۶

**۱۳-۵ تابلوهای توزیع و تقسیم نیرو و وسائل و تجهیزات حفاظت و کنترل ۳۹**
۱۳-۵-۱ تابلوها ۳۹
۱۳-۵-۲ تجهیزات و وسایل حفاظت و کنترل ۴۲

**۱۳-۶ مدارها (کابل‌کشی ـ سیم‌کشی) ۴۷**
۱۳-۶-۰ کلیات ۴۷
۱۳-۶-۱ کابل‌ها ۵۱
۱۳-۶-۲ سیم‌کشی ۵۳

**۱۳-۷ تجهیزات سیم‌کشی (کلید، پریز، شستی، جعبه برداشت، جعبه تقسیم و غیره) ۵۷**
۱۳-۷-۰ کلیات ۵۷
۱۳-۷-۱ کلیدها ۵۷
۱۳-۷-۲ پریزها ۵۹

**۱۳-۸ تأسیسات جریان ضعیف ۶۱**
۱۳-۸-۰ کلیات ۶۱
۱۳-۸-۱ سیستم تلفن ۶۴
۱۳-۸-۲ سیستمهای: زنگ اخبار، احضار، ارتباط صوتی با در ورودی (بازکن) ۶۵
۱۳-۸-۳ سیستم اعلام حریق ۶۵
۱۳-۸-۴ سیستم پیام‌رسانی (سیستم صوتی) ۶۶

۱۳-۸-۵ سیستم آنتن مرکزی تلویزیون، رادیو ۶۷
۱۳-۸-۶ سیستمهای جریان ضعیف دیگر ۶۸

**۱۳-۹ محیط‌های عادی و مخصوص** ۶۹
۱۳-۹-۰ کلیات ۶۹
۱۳-۹-۱ محیط‌های با شرایط عادی (محیطهای خشک) ۷۱
۱۳-۹-۲ حمام‌ها در منازل، هتلها و نظایر آن ۷۳
۱۳-۹-۳ محیط‌های نمناک ـ محیط‌های مرطوب ۷۵
۱۳-۹-۴ محیط‌های گرم ۷۶
۱۳-۹-۵ تأمین ایمنی در ساختمان های بلندمرتبه (برجها)، تالارهای اجتماعات، سینماها، تئاترها ۷۷
۱۳-۹-۶ محیط‌های مخصوص دیگر ۷۸

**۱۳-۱۰محتوای نقشه‌ها و مدارک** ۷۹
۱۳-۱۰-۰ کلیات ۷۹
۱۳-۱۰-۱ محتوای نقشه‌ها ۸۰
۱۳-۱۰-۲ محتوای مدارک ۸۲

**پیوست ۱** سیستمهای نیروی برق از دیدگاه ایمنی و مشخصه‌های اجزای سیستم منتخب ۸۳
پ ۱-۴ مشخصه‌های اصلی سیستم TN ۸۸
پ ۱-۵ سطح مقطع هادیهای: حفاظتی، خنثی، اتصال زمین، همبندیها ۹۴
پ ۱-۶ ترمینال اصلی زمین ۹۶
پ ۱-۷ مقررات اضافی مربوط به هادیهای: حفاظتی، همبندیها، اتصال زمین ۹۷
پ ۱-۸ هادی زمین و هادیهای حفاظتی ۹۷

پ ۱-۹ الکترود زمین ۹۹
**پیوست ۲** استاندارد شدت روشنایی داخلی ۱۰۷
**پیوست ۳** راهنمای استفاده از ضرایب همزمانی ۱۲۱
پ ۳-۱ پیشگفتار ۱۲۱
پ ۳-۲ کلیات ۱۲۱
پ ۳-۳ حداکثر درخواست (تقاضا، دیماند) تأسیسات برقی ۱۲۲
پ ۳-۴ مدارهای توزیع ۱۲۳
پ ۳-۵ ضرایب همزمانی ۱۲۳
پ ۳-۶ مدارهای نهایی ۱۲۶
**پیوست ۴** نشانه‌های ترسیمی برای نقشه های تأسیسات و نمودارها با کاربرد در معماری و توپوگرافی ۱۲۹
**پیوست ۵** واژه نامه فارسی – انگلیسی ۱۵۹
**پیوست ۶** مقررات و استانداردهای قابل استناد ۱۶۱

# بسمه تعالی

# ۱۳ طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها

## ۱۳–۰ پیشگفتار

۱۳-۰-۱ اساس این مقررات بر «آیین‌نامه تأسیسات الکتریکی ساختمانها» - استاندارد شماره ۱۹۳۷، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ـ مبتنی است که پایه آن مدارک گروه ۳۶۴ کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک ـ IEC ـ است.

نظر به‌اینکه مدارک گروه ۳۶۴ IEC در حال تکوین است و ممکن است شامل مواردی که لازم‌اند نباشد، تا انتشار آیین‌نامه‌ها و مقررات معتبر ملی یا IEC، می‌توان از مقررات و استانداردهای دیگر نیز استفاده کرد، با این توضیح که جدیدترین چاپ استانداردهای ملی و IEC بر مدارک دیگر ارجحیت خواهد داشت.

۱۳-۰-۲ لوازم و تجهیزات و دستگاههایی در تأسیسات برقی ساختمانها قابل نصب و استفاده خواهد بود که طبق مشخصات یک یا چند استاندارد ساخته و موفق به اخذ گواهی لازم نیز شده باشند، استفاده از هر نوع مصنوعات غیر استاندارد اکیداً ممنوع خواهد بود.

۱۳-۰-۳ لیست مقررات و استانداردهای قابل استناد و استفاده، باتوجه به مفاد ردیفهای ۱۳-۰-۱ و ۱۳-۰-۲، به قرار مندرج در پیوست شماره ۵ است.

۱۳-۰-۴ برای آشنایی با سیستمهای متداول توزیع نیرو و رعایت مقررات ایمنی طبق «آیین‌نامه ایمنی تأسیسات الکتریکی ساختمانها»، خلاصه‌ای از شرح سیستمها و مقررات ایمنی سیستم TN، در پیوست شماره ۱، ارائه شده است. مفاد و مقررات این پیوست باید مانند بقیه موارد مراعات و طبق آن عمل شود.

۱۳-۰-۴-۱ سیستم الکتریکی منتخب برای کلیه ساختمانها عموماً سیستم TN از نوع TN-C-S یا TN-S (پیوست شماره ۱) خواهدبود.

۱۳-۰-۴-۲ در همه یا جزئی از ساختمانهایی که به علت کار انجام‌شده یا به دلایل موجه دیگر، در آنها از سیستمهای نوع IT وTT (پیوست شماره۱) یا روشهای ایمنی دیگر، مانند ولتاژ ایمن – محیطهای ایمن بدون اتصال زمین- و غیره استفاده می‌شود، باید ضمن رعایت کلیات این مقررات، از مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر دیگر که در ردیف ۱۳-۰-۳ ذکر شده است استفاده شود. دلایل انتخاب اینگونه سیستمها یا روشها باید قبلاً به اطلاع مجری این مقررات یا نماینده مجاز او برسد و مجوز لازم کسب شود. درهرحال، مسئولیت ایمنی و صحت کار در تأسیسات کلاً به‌عهده مهندس ذیصلاح خواهد بود.

۱۳-۰-۵ در تهیه طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها، شدتهای روشنایی مصنوعی برای هر نوع محیط کار باید براساس مقادیر ذکرشده در «استاندارد شدت روشنایی داخلی» انتخاب شود.

«استاندارد روشنایی داخلی» را مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه کرده است و عیناً در پیوست شماره ۲ این مقررات نقل می‌شود.

۱۳-۰-۶ در تهیه طرح تأسیسات برقی ساختمانها، یکی از شرایط مهم، پیش‌بینی و برآورد هرچه دقیق‌تر درخواست (تقاضا یا دیماند) یا حداکثر توان مصرفی آن است. پیوست شماره ۳ «راهنمای استفاده از ضرایب همزمانی» که از «آیین‌نامه ایمنی تأسیسات الکتریکی ساختمانها» اقتباس شده است، همراه با مفاد بخش ۱۳-۳ و سایر قسمتهای مقررات، راهنمای مفیدی برای حصول این مقصود خواهد بود.

۱۳-۰-۷ لزوم رعایت نشانه‌های ترسیمی استاندارد در کلیه نقشه‌ها و مدارک الزامی است.
اساس نشانه‌های انتخاب‌شده در این مقررات، نشانه‌های ارائه‌شده در گروه مدارک IEC ۶۱۷ است. نشانه‌های موجود در پیوست شماره ۴ این مقررات تنها آن بخش از کل نشانه‌های یادشده‌اند که پیش‌بینی می‌شود در طرحهای تأسیسات برقی به‌کار می‌آیند.

استفاده از نشانه‌های ترسیمی متفرقه به‌طور کلی ممنوع خواهد بود.

۱۳-۰-۸ در کلیه مراحل، به‌خصوص مراحل اولیه طرح و اجرای کارهای ساختمانی و تأسیساتی، لازم است همکاری نزدیکی بین همه دست‌اندرکاران، اعم از طراحان و اجراکنندگان ساختمان و تأسیسات آن، وجود داشته باشد تا تبادل اطلاعات به‌موقع انجام شود.

۱۳-۰-۹ برای اطلاع از نظرات، مقررات و دستورالعملهای مقامات تأمین‌کننده سرویسهای ساختمان نظیر برق، تلفن و غیره، باید به‌موقع اقدام شود و تماس و همکاری لازم تا خاتمه کار ادامه یابد.

# ۱۳–۱ دامنه کاربرد– هدف– تعریفها

## ۱۳–۱–۱ دامنه کاربرد

**۱۳–۱–۱–۱** تأسیسات برقی بناهای ذکرشده در زیر، که از سیستم TN (پیوست شماره ۱) استفاده خواهند کرد، باید با رعایت مفاد این مقررات و نیز آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ذکرشده در ردیف ۱۳-۰-۳ اجرا شوند:

الف) ساختمانهای مسکونی؛

ب) ساختمانهای تجاری؛

ج) ساختمانهای اداری؛

د) ساختمانهای درمانی؛

هـ) ساختمانهای آموزشی؛

و) ساختمانهای عمومی؛

ز) ساختمانهای صنعتی؛

ح) نمایشگاههای دائمی و موقت، پارکهای تفریحات، کارگاههای ساختمانی؛

ط) هرگونه ساختمانی که مقررات مخصوصی برای تأسیسات الکتریکی آن وضع نشده باشد.

ی) ساختمانهای کشاورزی و دامداری

**۱۳–۱–۱–۲** این مقررات موارد زیر را دربرمی‌گیرد:

الف) تأسیسات سیم‌کشی سیستمهای جریان متناوب با ولتاژ تا ۱۰۰۰ ولت مؤثر؛

ب) تأسیسات سیم‌کشی سیستمهای جریان متناوب با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت مؤثر (به‌جز سیم‌کشی‌داخلی دستگاهها)، که از سیستمهای فشار ضعیت تا ۱۰۰۰ولت تغذیه می‌کنند، مانند چراغهای تخلیه الکتریکی در گازها (نئون)؛

ج) تأسیسات سیم‌کشی کلیه سیستمهای مربوط به لوازم و دستگاههایی که مقررات خاصی برای آنها وضع نشده باشد؛

د) تأسیسات سیم‌کشی ثابت وسائل ارتباطی – انتقال علائم و فرمان و مشابه آنها – به استثنای سیم‌کشی‌های داخلی دستگاهها.

**۱۳–۱–۱–۳** این مقررات موارد زیر را دربرنمی‌گیرد:

الف) وسائل جریه الکتریکی(لوکوموتیوالکتریکی)

ب) وسائل الکتریکی خودروها؛

ج) تأسیسات الکتریکی کشتیها؛

د) تأسیسات الکتریکی هواپیماها؛

هـ) تأسیسات الکتریکی روشنایی معابر عمومی؛
و) تأسیسات الکتریکی معادن؛
ز) تأسیسات برقگیر (صاعقه‌گیر) ساختمانها.

## ۱۳-۱-۲ هدف

هدف از تدوین این مقررات، که طرح و نصب تأسیسات برقی را در برمی‌گیرد، تضمین ایمنی افراد استفاده‌کننده از آنها و نیز سلامت ساختمان، تأسیسات ومحتویات آن، است، و در عین حال ایجاد شرایطی است که در آن تجهیزات و دستگاههای مورد استفاده به نحوی صحیح و رضایتبخش کار کند.

## ۱۳-۱-۳ تعریفها

یادآوری- در این مقررات اصطلاحاتی با تعریفهای زیر به‌کار رفته است. بسیاری از این تعریفها از «آیین‌نامه تأسیسات الکتریکی ساختمانها»، استاندارد شماره ۱۹۳۷ گرفته شده‌اند. نظر به معدود بودن شمار اصطلاحات، به‌جای ارائه الفبایی، در اینجا برحسب موضوع ارائه شده‌اند.
یادآوری – بیشتر اصطلاحات انگلیسی از IEC گرفته شده‌اند.

### ۱۳-۱-۳-۱ تجهیزات الکتریکی

وسائل، تجهیزات، لوازم، دستگاهها و مصالحی‌اند که برای تولید، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی به‌کار می‌روند مانند مولدها، لوازم و اسبابها و دستگاههای برقی، وسائل اندازه‌گیری، وسائل حفاظتی، تجهیزات و مصالح سیستمهای سیم‌کشی و لوازم مصرف‌کننده انرژی الکتریکی.

### ۱۳-۱-۳-۲ تأسیسات الکتریکی

مجموعه‌ای است از تجهیزات الکتریکی به‌هم پیوسته برای انجام هدف یا اهداف معین که دارای مشخصه‌های هماهنگ و مرتبط باشند.

### ۱۳-۱-۳-۳ مدار (مدار الکتریکی در تأسیسات)

مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی در یک تأسیسات است که از منبع واحدی تغذیه نموده و به‌کمک وسائل حفاظتی واحدی در برابر اضافه جریانها حفاظت شده باشد.

### ۱۳-۱-۳-۴ تجهیزات دستی

تجهیزاتی هستند قابل حمل که در هنگام استفاده عادی در دست گرفته می‌شوند و در آنها، موتور،در صورتیکه وجود داشته باشد قسمتی جدانشدنی از تجهیزات را تشکیل می‌دهد.

### ۱۳-۱-۳-۵ تجهیزات نصب ثابت

تجهیزاتی است که به نگهدارهایی محکم شده باشند یا به نحوی دیگر در محل معینی محکم و ثابت شده باشند.

### ۱۳-۱-۳-۶ قسمت برقدار

هر سیم یا هادی دیگری که با نیت برقدارشدن آن در بهره‌برداری عادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل هادی خنثی نیز می‌باشد ولی بطور قراردادی هادی مشترک حفاظتی/ خنثی (PEN) را شامل نمی‌شود.

یادآوری – این اصطلاح الزاماً خطر برق‌گرفتگی را اطلاق نمی‌کند.

### ۱۳-۱-۳-۷ بدنه هادی– Live part

بدنه‌های هادی (فلزی) و اجزای دیگر تجهیزات الکتریکی که هادی می‌باشند و می‌توان آنها را لمس نمود و بطور عادی برقدار نیستند اما در حالت وجود اتصالی، ممکن است برقدار شوند.

### ۱۳-۱-۳-۸ قسمت هادی بیگانه

بدنه هادی ای است که جزء تأسیسات الکتریکی نمی‌باشد ولی قادر است پتانسیلی را که معمولاً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد.

یادآوری- قسمتهای هادی بیگانه برای مثال عبارتند از:

- اسکلت فلزی و قسمتهای فلزی ساختمانها
- لوله‌های فلزی گاز، آب و حرارت مرکزی و غیره و کلید بخشهای دیگر دستگاههای غیربرقی که از نظر الکتریکی به آنها متصل باشند (مانند رادیاتورها، اجاقهای خوراک‌پزی گازی و ذغالی، طشتکهای فلزی ظرفشوییها و غیره)
- کفها و دیوارهای غیرعایق

### ۱۳-۱-۳-۹ هادی حفاظتی

هادی ای است که برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی لازم می‌باشد و هریک از اجزای زیر را از نظر الکتریکی به هم وصل می‌کند:

- بدنه‌های هادی؛
- قسمتهای هادی بیگانه؛
- ترمینال اصلی اتصال به زمین؛
- الکترود زمین؛
- نقطه زمین‌شده منبع تغذیه ؛

- نقطه خنثی مصنوعی.

**۱۳-۱-۳-۱۰ هادی خنثی**

هادی ای است که به نقطه خنثی سیستم وصل بوده و می‌تواند در انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده کرد.

**۱۳-۱-۳-۱۱ هادی مشترک حفاظتی/خنثی**

هادیی است زمین شده که به‌صورت اشتراکی هر دو وظیفه هادیهای حفاظتی (PE )و خنثی (N) را انجام دهد.

**۱۳-۱-۳-۱۲ زمین (جرم کلی زمین)**

جرم هادی زمین است که پتانسیل همه نقاط آن به‌طور قراردادی برابر صفر انتخاب می‌شود.

توضیح: جرم کلی زمین را می توان دارای خواص زیر دانست:

- آن را مانند شینه ای با مقطع بزرگ فرض کرد که مقاومت بین هر دو نقطه آن عملا نزدیک به صفر است؛
- وصل شدن به جرم کلی زمین تنها از راه الکترود زمین امکانپذیر است؛
- اتصال الکترود زمین به جرم کلی زمین همیشه همراه با مقاومتی است که همان مقاومت اتصال به زمین با مقاومت الکترود زمین یا به طور خلاصه مقاومت زمین است.

**۱۳-۱-۳-۱۳ الکترود زمین**

یک قطعه یا قسمت هادی یا گروهی متشکل از قطعات هادی که در تماس بسیار نزدیکی با زمین بوده و با آن اتصال الکتریکی برقرار می‌کند.

**۱۳-۱-۳-۱۴ الکترودهای زمین مستقل**

**از نظر الکتریکی (الکترود زمین مستقل)**

الکترودهایی هستند که فاصله آنها از همدیگر به قدری است که در صورت عبور حداکثر ممکن جریان از یکی ازآنها، پتانسیل سایر الکترودها به نحوی قابل ملاحظه تغییر نکنند.

**۱۳-۱-۳-۱۵ مقاومت کل اتصال زمین (مقاومت کل زمین):**

مقاومت بین ترمینال اصلی اتصال زمین است و جرم کلی زمین.

**۱۳-۱-۳-۱۶ تماس غیرمستقیم**

تماس اشخاص و حیوانات اهلی (دام) با بدنه‌های هادی ای است که در شرایط بروز اتصالی، برقدار شده‌اند.

### ۱۳-۱-۳-۱۷ جریان مجاز
### (جریان مجاز حرارتی یا جریان اسمی یک هادی)
حداکثر جریانی است که بطور مداوم در شرایطی تعیین شده، بدون اینکه دمای وضعیت تعادل یک هادی از میزان معینی تجاوز نماید، می‌تواند از آن عبور کند.
در مورد هادیها (سیم و کابل) جریان اسمی همان جریان مجاز حرارتی است.

### ۱۳-۱-۳-۱۸ اضافه جریان
هر جریانی که بیش از جریان اسمی باشد.

### ۱۳-۱-۳-۱۹ جریان اضافه‌بار (یک مدار)
اضافه جریانی است که در مداری برقرار می‌شود که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

### ۱۳-۱-۳-۲۰ جریان اتصال کوتاه (فلزی)
اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانسی بسیار کوچک بین هادیهای برقداری که در شرایط عادی دارای اختلاف پتانسیل می‌باشند، ایجاد شود.

### ۱۳-۱-۳-۲۱ برق‌گرفتگی
پدیده‌ای است  پاتوفیزیولوژیکی که در نتیجه عبور جریان الکتریکی از بدن انسان یا حیوان به‌وجود می‌آید.

### ۱۳-۱-۳-۲۲ جریان برق‌گرفتگی
جریانی است که از بدن انسان یا حیوان عبور کند و مشخصه‌های آن به نحوی باشد که احتمالاً موجب برق‌گرفتگی شود.

### ۱۳-۱-۳-۲۳ جریان نشت (در یک تأسیسات)
جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب‌ندیده است و زمین یا بدنه‌های هادی بیگانه، برقرار شود.
یادآوری- این جریان ممکن است دارای مؤلفه‌ای خازنی باشد که شامل جریانهای مربوط به خازنهایی است که دانسته مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۱۳-۱-۳-۲۴ جریان باقیمانده
جمع جبری مقادیر آنی جریانهایی (منتجه جریانهای آنی) است که از همه هادیهای برقدار یک مدار معین، در یک نقطعه از تأسیسات الکتریکی، عبور می‌کند.

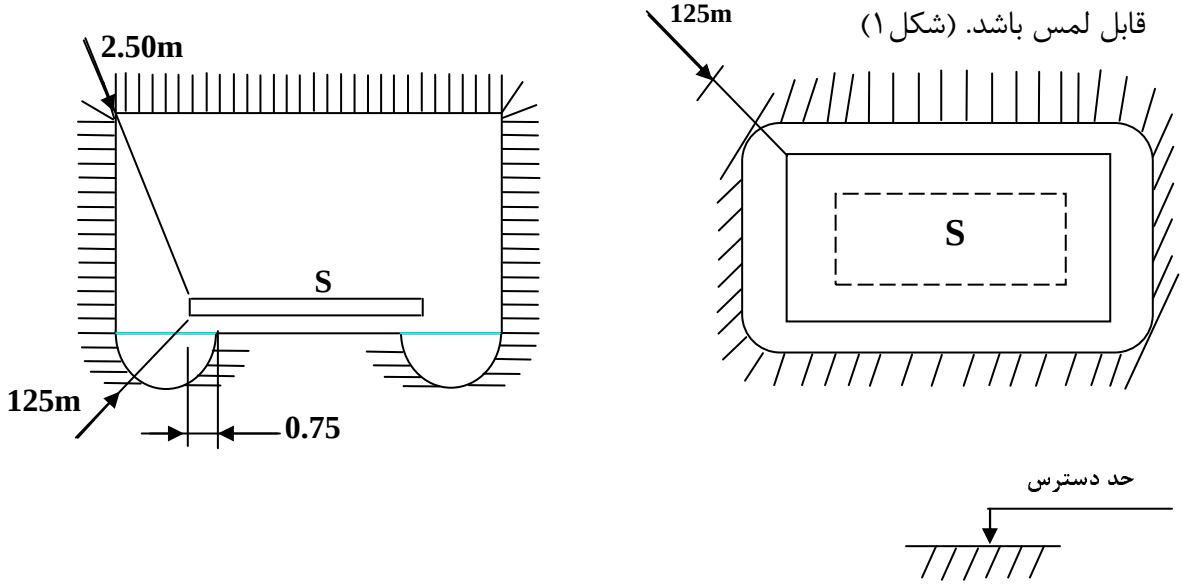
یادآوری- این جریان را گاهی به غلط «جریان اتصال به زمین» نیز خوانده‌اند.

**۱۳-۱-۳-۲۵ ولتاژ تماس** – Touch Voltage
ولتاژی است که به‌هنگام بروز خرابی درعایق‌بندی، بین قسمتهایی که همزمان قابل لمس می‌باشند، ظاهر شود.

یادآوری ۱- طبق قرار، از این اصطلاح فقط در ارتباط با حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم استفاده می‌شود.
یادآوری ۲- در بعضی موارد، مقدار ولتاژ تماس ممکن است به‌وسیله امپدانس شخصی که در تماس با این قسمتها است، به مقداری قابل ملاحظه، تحت تأثیر قرار گیرد.

**۱۳-۱-۳-۲۶ قطعاتی که در آن واحد دردسترس‌اند –**
هادیها یا اجزای هادی‌اند که همزمان توسط یک شخص، یا یک حیوان اهلی، قابل لمس باشند.
یادآوری: قطعات زیر ممکن است در آن واحد در دسترس باشند:
- قسمتهای برقدار ؛
- بدنه‌های هادی؛
- قسمتهای هادی بیگانه؛
- هادیهای حفاظتی؛
- الکترودهای زمین.

**۱۳-۱-۳-۲۷ دسترس**
منطقه‌ای است که حدود آن از سطح محل فعالیت یا رفت و آمد عادی افراد بـدون هرگونـه کمـک، قابل لمس باشد. (شکل ۱)



S= سطحی که ممکن است افراد بر روی آن قرارگیرند.
شکل۱ نمایش مفهوم «دسترس».

**۱۳-۱-۳-۲۸ ترمینال اصلی زمین**
**(شینه اصلی زمین)**
ترمینال یا شینه‌ای است که برای اتصال هادیهای حفاظتی شامل هادیهای همبندی برای هم‌ولتاژ کردن و هادیهای اتصال زمین عملیاتی (در صورت وجود)، پیش‌بینی و نصب می‌شود.

**۱۳-۱-۳-۲۹ همبندی برای هم‌ولتاژ کردن**
اتصالات الکتریکی است که پتانسیل بدنه‌های هادی و قسمتهای هادی بیگانه مختلف را اساساً به یک سطح می‌آورد.

**۱۳-۱-۳-۳۰ هادی همبندی برای هم‌ولتاژ کردن**
هادی حفاظتی‌ای است که همبندی برای هم‌ولتاژ کردن را تضمین می‌کند.

**۱۳-۱-۳-۳۱ اتصال زمین عملیاتی**
(اتصال زمین برای هدفهای عملیاتی)
اتصال به زمینی است که برای کار صحیح تجهیزات لازم می‌باشد و یا شرایطی را فراهم می‌آورد که کار قابل اطمینان تأسیسات تضمین شود.

**۱۳-۱-۳-۳۲ کلید جداکننده (ایزولاتور – مجزاکننده)**
یک وسیله مکانیکی قطع و وصل است که در حالت قطع، فاصله جدایی لازم را طبق مشخصات تعیین‌شده، به‌وجود می‌آورد.
یادآوری – کلید جداکننده قادر است فقط هنگامی یک مدار را قطع یا وصل کند که جریانهای قابل اغماض برقرار شده یا قطع شوند و یا تغییر قابل ملاحظه‌ای بین ولتاژ دو سر هریک از قطبهای کلید جداکننده ایجاد نشود.
همچنین کلید جداکننده می‌تواند جریانهایی را در شرایط عادی از مدار عبور دهد و برای زمانی مشخص جریانهایی را در شرایط غیرعادی مانند اتصال کوتاه تحمل کند.

**۱۳-۱-۳-۳۳ کلید قطع بار**

یک وسیله مکانیکی قطع و وصل است که قادر به وصل، عبوردادن و قطع جریان برق مدار در شرایط عادی می‌باشد. شرایط عادی ممکن است شامل وضعیتی با اضافه بارهای مشخص باشد و همینطور برای زمانی مشخص جریانهایی را در شرایط غیرعادی مدار مانند اتصال کوتاه تحمل کند.

**۱۳-۱-۳-۳۴ کلیدجداکننده زیربار**

(کلید ایزولاتور زیربار)

کلیدی است که هر دو خاصیت مربوط به کلیدهای جداکننده و قطع بار را دارا باشد.

**۱۳-۱-۳-۳۵ کلید خودکار (کلید اتوماتیک)**

وسیله مکانیکی قطع و وصل خودکار جریان است که قادراست در شرایط عادی مدار، جریانهایی را وصل یا قطع کند و یا از خود عبور دهد و در شرایط مشخص ولی غیرعادی مدار مانند اتصال کوتاه، جریانهایی را وصل و قطع کند یا به مدتی کوتاه از خود عبور دهد. این نوع کلید مجهز به وسایلی است که جریانهای غیرعادی (اضافه‌بار، اتصال کوتاه) را به طور خودکار قطع کند.

**۱۳-۱-۳-۳۶ فیوز**

وسیله‌ای است که از طریق ذوب یک یا چند المان خود که به نحوی مخصوص طراحی و تناسب یافته‌اند، با قطع جریان برق اگر شدت آن از مقداری تعیین‌شده به مدت کافی بیشتر شود، مداری را که در آن قرار گرفته است، باز می‌کند.

**۱۳-۱-۳-۳۷ کلید فیوز جداکننده**

کلید جداکننده‌ای است که در آن فشنگ فیوز و یا نگهدار فیوز همراه با فشنگ فیوز کنتاکتهای متحرک کلید جداکننده را تشکیل می‌دهد.

**۱۳-۱-۳-۳۸ کلید فیوز قطع بار** Fuse – Switch

کلید قطع باری است که در آن فشنگ فیوز ویا نگهدار فیوز همراه با فشنگ فیوز کنتاکتهای متحرک کلید قطع بار را تشکیل می‌دهد.

**۱۳-۱-۳-۳۹ کلید فیوز جداکننده و قطع بار** Fuse – Switch – Disconnector

کلید فیوزی است که هر دو خاصیت مربوط به کلید فیوزهای جداکننده و قطع بار را دارا باشد.

**۱۳-۱-۳-۴۰ جریه الکتریکی** Electric Traction

کلیه اجزای سیستمی که در آن وسایط نقلیه با برداشت نیروی برق از خطوط نـصب‌شـده در طـول راه‌آهن یا خیابانها، نیروی محرکه اصلی را برای حرکت قطارها یا وسایل حمل و نقل شهری، فـراهم می‌کنند (لوکوموتیو یا تراموا یا اتوبوس برقی و مشابه آنها)

# ۱۳–۲ اصول اساسی

## ۱۳–۲–۱ حفاظت برای حصول ایمنی

### ۱۳–۲–۱–۱ کلیات

هدف از مقررات ذکرشده در این بخش، تضمین ایمنی افراد، حیوانات اهلی، ساختمانها، و محتویات آنها در مقابل خطرات و خسارات احتمالی ناشی از استفاده عادی از تأسیسات الکتریکی است.

یادآوری- در تأسیسات الکتریکی دوعامل عمده خطر وجود دارد:

- جریانهای برق‌گرفتگی؛
- دماهای زیاد، که ممکن است منجر به ایجاد سوختگی‌ها، آتش‌سوزیها و دیگر صدمات شود.

### 13–۲–۱–۲ حفاظت در برابر تماس مستقیم:

اشخاص و حیوانات اهلی باید در مقابل خطرات احتمالی ناشی از تماس با قسمتهای برقدار تأسیسات الکتریکی حفاظت شوند. این حفاظت ممکن است با یکی از روشهای زیر تأمین شود:

- جلوگیری از عبور جریان از بدن اشخاص یا حیوانات اهلی؛
- محدودکردن جریانی که ممکن است از بدن عبور کند، به میزانی کمتر از جریان برق‌گرفتگی.

### 13–۲–۱–۳ حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم:

اشخاص و حیوانات اهلی باید در مقابل خطرات احتمالی ناشی از تماس با بدنه‌های هادی حفاظت شوند.

- این حفاظت ممکن است به یکی از روشهای زیر تأمین شود:
- جلوگیری از عبور جریان اتصالی از بدن اشخاص یا حیوانات اهلی؛
- محدودکردن جریان اتصالی که ممکن است از بدن عبورکند، به میزانی کمتر از جریان برق‌گرفتگی؛
- قطع خودکار تغذیه، به محض بروز نقصی که ممکن است به عبور جریان از بدنی که در تماس با بدنه هادی است منجر شود، در موقعی که این جریان مساوی یا بیش از جریان برق‌گرفتگی باشد.

### 13–۲–۱–۴ حفاظت در برابر اثرهای حرارتی در بهره‌برداری عادی:

تأسیسات الکتریکی باید طوری اجرا شده باشد که برای مواد قابل اشتعال در اثر دماهای زیاد یا قوس الکتریکی امکان بروز هیچ نوع حریق وجود نداشته باشد؛ همچنین در موقع بهره‌برداری عادی از تجهیزات الکتریکی نباید هیچ نوع خطر سوختگی برای اشخاص یا حیوانات اهلی وجود داشته باشد.

### ۱۳-۲-۱-۵ حفاظت در برابر اضافه جریان:

اشخاص و حیوانات اهلی باید در برابر صدمات و همچنین وسائل و لوازم ساختمانها باید در برابر خسارات ناشی از دماهای زیاد و عوامل الکترومکانیکی که ممکن است در اثر هر اضافه‌جریانی در قسمتهای برقدار به وجود آیند، حفاظت شوند. این حفاظت ممکن است به یکی از روشهای زیر تأمین شود:

- قطع خودکار تغذیه در موقع بروز اضافه‌جریان، قبل از اینکه این اضافه‌جریان، باتوجه به مدت زمان برقراری آن، به مقدار خطرناک برسد؛
- محدودکردن حداکثر اضافه جریان، باتوجه به مدت برقراری آن، به میزانی که بی‌خطر باشد.

### ۱۳-۲-۱-۶ حفاظت در برابر جریانهای اتصالی:

هادیها، به‌جز هادیهای برقدار، و نیز همه قطعات دیگری که برای هدایت جریانهای اتصالی پیش‌بینی شده‌اند باید بتوانند این جریانها را، بدون ایجاد دماهای زیاد، هدایت کنند.

یادآوری ۱- لازم است به جریانهای اتصال زمین توجه خاصی مبذول شود.
یادآوری ۲- برای هادیهای برقدار، مطابقت آنها با مقررات 13-2-1-5 محفوظ بودنشان را در برابر هر نوع جریان اتصالی, و از جمله جریان اتصالی که در اثر نقصی به وجود آمده باشد , تضمین می کند.

### ۱۳-۲-۱-۷ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ

۱۳-۲-۱-۷-۱ اشخاص و حیوانات اهلی باید در برابر صدمات و همچنین وسائل و لوازم و ساختمانها باید در برابر هر نوع اثر مضری که ممکن است در نتیجه بروز اتصالی بین مدارهای با ولتاژهای مختلف ایجاد شود، محافظت شوند.

۱۳-۲-۱-۷-۲ اشخاص و حیوانات اهلی باید در برابر صدمات و همچنین وسائل و لوازم و ساختمانها باید در برابر خسارات ناشی از ولتاژهای زیاد، که ممکن است در اثر عوامل دیگری مانند صاعقه یا قطع و وصل مدارها به وجود آیند، محافظت شوند.

## ۱۳-۲-۲ طراحی

### ۱۳-۲-۲-۱ کلیات

در طراحی تأسیسات الکتریکی باید به نکته‌های زیر توجه کرد:

- حفاظت اشخاص و حیوانات اهلی و نیز لوازم و وسائل و ساختمانها طبق مقررات ردیف ۱۳-۲-۱ تأمین شود.

- کار صحیح تأسیسات الکتریکی، مناسب با نوع استفاده‌ای که برای آن در نظر گرفته شده است، تضمین شود.
- اطلاعات اولیه‌ای که برای طراحی لازم است، در ردیفهای ۱۳-۲-۲-۲ تا ۱۳-۲-۲-۵ و شرایطی که طرح باید با آنها مطابقت داشته‌باشد در ردیفهای ۱۳-۲-۲-۶ تا ۱۳-۲-۲-۱۲ ذکر شده‌است.

### ۱۳-۲-۲-۲ مشخصه‌های منبع یا منابع تغذیه

۱۳ -۲-۲-۲-۱ نوع جریان: متناوب،مستقیم یا هردو.

۱۳-۲-۲-۲-۲ نوع و تعداد هادیها:

برای جریان متناوب: هادی یا هادیهای فاز؛

هادی خنثی؛

هادی حفاظتی.

برای جریان مستقیم: هادیهای معادل هادیهای ذکرشده در بالا.

۱۳-۲-۲-۲-۳ مقادیر و حد گذشتها:

- ولتاژ و حد گذشتهای آن؛
- فرکانس و حد گذشتهای آن؛
- حداکثر مجاز شدت جریان؛
- شدت جریان احتمالی اتصال کوتاه.

۱۳-۲-۲-۲-۴ تدابیر حفاظتی موجود در سیستم، نظیر هادی خنثای زمین‌شده یا سیم وسط زمین‌شده.

۱۳-۲-۲-۲-۵ مقررات مخصوص سازمان توزیع‌کننده نیروی برق(شرکت برق منطقه‌ای و غیره)

### ۱۳-۲-۲-۳ نوع درخواست نیروی برق:

تعیین تعداد و نوع مدارهای لازم برای روشنایی، گرمایش، نیرو، فرمان، انتقال علامات، ارتباطات و غیره باید باتوجه به شرایط زیر به‌عمل آید:

-نقاط استقرار مصرف‌کننده‌ها؛

-بار پیش‌بینی‌شده برای هرکدام از مدارها؛

-هرنوع شرط اختصاصی؛

-احتیاجات مربوط به فرمانها، ارسال علامات و ارتباطات و غیره.

### ۱۳-۲-۲-۴ منابع تغذیه اضطراری

-منبع تغذیه(ماهیت – مشخصات)؛

-مدارهایی که لازم است از منبع اضطراری تغذیه شوند.

### ۱۳-۲-۲-۵ شرایط محیط

### ۱۳-۲-۲-۶ سطح مقطع هادیها

سطح مقطع هادیها باید باتوجه به عوامل زیر تعیین شود:

-حداکثر دمای مجاز؛

-افت ولتاژ مجاز؛

-تنشهای الکترومکانیکی که ممکن است در اثر اتصال کوتاه در آنها به‌وجود آید؛

-تنشهای مکانیکی دیگری که ممکن است در هادیها ایجاد شود؛

-حداکثر مقاومت ظاهری، باتوجه به عمل وسیله حفاظتی در برابر اتصال کوتاه.

یادآوری- نکات ذکرشده در بالا، در درجه اول، مربوط به تأمین حفاظت تأسیسات الکتریکی است ولی از لحاظ بهره‌برداری اقتصادی ممکن است از مقاطعی بزرگتر از آنچه که برای تأمین حفاظت لازم است استفاده شود.

### ۱۳-۲-۲-۷ انواع سیم‌کشی و طریقه‌های نصب آن

انتخاب نوع سیم‌کشی و طرز نصب به‌نکات زیر بستگی دارد:

-ماهیت محل؛

-نوع و ماهیت دیوارها و سایر قسمتهای ساختمان که سیم‌کشی‌ها را دربردارند؛

-قابلیت دسترسی به سیم‌کشی‌ها برای اشخاص و حیوانات اهلی؛

-ولتاژ؛

-تنشهای مکانیکی دیگری که ممکن است در حین نصب یا بهره‌برداری از تأسیسات الکتریکی در سیم‌کشی‌ها به‌وجود آید.

### ۱۳-۲-۲-۸ تجهیزات حفاظتی

ویژگیهای تجهیزات حفاظتی باید باتوجه به نوع حفاظتی که به‌وجود می‌آورند تعیین شود، مانند حفاظت در برابر:

-اضافه‌جریان (اضافه‌بار- اتصال کوتاه)؛

-جریان اتصال زمین؛

-اضافه ولتاژ؛

-ولتاژ کم و نبود ولتاژ.

مقادیری از جریان، ولتاژ و زمان، که باعث عمل وسیله حفاظتی می‌شود، باید با خصوصیات مدارها و نوع خطراتی که ممکن است بروز کند متناسب باشد.

### ۱۳-۲-۲-۹ فرمان اضطراری

در مواردی که درصورت بروز خطر به قطع فوری تغذیه احتیاج باشد، وسیله قطع باید طوری نصب شود که به‌سادگی قابل تشخیص و به‌طور مؤثر و سریع قابل استفاده باشد.

### ۱۳-۲-۲-۱۰ وسائل جداکننده

وسائل جداکننده باید طوری پیش‌بینی شوند که برای انجام عملیات مربوط به تعمیرات، آزمایشها، کشف و رفع معایب بتوان با آنها تأسیسات الکتریکی، مدارها یا دستگاههای مستقل را از مدار خارج کرد.

### ۱۳-۲-۲-۱۱ پیشگیری از تأثیر متقابل بین تأسیسات الکتریکی و غیرالکتریکی

تأسیسات الکتریکی را باید طوری ترتیب داد که تأثیر زیان‌آور متقابل بین تأسیسات الکتریکی و تأسیسات غیرالکتریکی ساختمان به‌وجود نیاید.

### ۱۳-۲-۲-۱۲ قابلیت دسترسی تجهیزات الکتریکی

تجهیزات الکتریکی را باید طوری ترتیب داد که، در صورت لزوم، امکانات زیر وجود داشته باشد:

- فضای کافی برای تأسیسات اولیه و تعویض بعدی هریک از اجزاء تجهیزات الکتریکی؛
- دسترسی برای انجام عملیات مربوط به بهره‌برداری.آزمایش، بازرسی، نگهداری و تعمیرات.
- توسعه در آینده

## ۱۳-۲-۳ انتخاب تجهیزات الکتریکی

### ۱۳-۲-۳-۱ کلیات

هریک از مصالح و تجهیزاتی که در تأسیسات الکتریکی به‌کار می‌رود باید با مقررات استاندارد مربوط به آن، براساس ردیف ۱۳-۰-۳ مطابقت داشته باشد.

### ۱۳-۲-۳-۲ ویژگیها

ویژگیهای هریک از مصالح و تجهیزات الکتریکی انتخاب‌شده باشد باید با شرایط و مشخصات تعیین‌شده برای تأسیسات الکتریکی مطابقت داشته باشد (به‌ردیف ۱۳-۲-۲ مراجعه شود) و به‌خصوص با مقررات زیر نیز تطبیق کند:

### ۱۳-۲-۳-۲-۱ ولتاژ

تجهیزات الکتریکی باید برای حداکثر ولتاژ مداوم تعیین‌شده (ولتاژ مؤثر در جریان متناوب) و همچنین برای اضافه ولتاژهایی که ممکن است ایجاد شود، مناسب باشد.

یادآوری - در مورد بعضی از تجهیزات، حداقل ولتاژی که ممکن است ایجاد شود نیز باید در نظر گرفته شود.

### ۱۳-۲-۳-۲-۲ شدت جریان

کلیه تجهیزات الکتریکی باید باتوجه به حداکثر جریانی که در بهره‌برداری عادی به‌طور مداوم از آنها عبور می‌کند (مقدار مؤثر در جریان متناوب) و همچنین جریان غیرعادی احتمالی و مدت زمان برقراری آن (درصورت وجود وسائل حفاظتی مدت زمان لازم برای عمل آنها) انتخاب شود.

۱۳-۲-۳-۲-۳ فرکانس

درصورتی‌که فرکانس بر روی ویژگیهای تجهیزات الکتریکی مؤثر باشد، فرکانس نامی تجهیزات باید با فرکانسی که ممکن است در مدار به‌وجود آید مطابقت داشته باشد.

### ۱۳-۲-۳-۲-۴ توان

کلیه تجهیزات الکتریکی که برمبنای ویژگیهای توان آن انتخاب می‌شود باید با نوع کاری که از آن گرفته می‌شود متناسب باشد و با ضریب بار و شرایط کار عادی آن مطابقت داشته باشد.

### ۱۳-۲-۳-۳ شرایط انتخاب و نصب

کلیه تجهیزات الکتریکی باید طوری انتخاب شوند که بتوانند به‌نحوی مطمئن در مقابل تنشهایی که در آنها به‌وجود می‌آیند و محیطی که در آن نصب می‌شوند یا احتمالاً در معرض آن قرار می‌گیرند(به ردیف ۱۳-۲-۲-۵ مراجعه شود)ایستادگی کنند؛ با وجود این، اگر یکی از اقلام تجهیزات الکتریکی از نظر ساختمان خود با محلی که در آن نصب می‌شود مطابقت نداشته باشد، به شرطی می‌توان از آن استفاده کرد که نوعی حفاظت اضافی، به عنوان جزئی از تأسیسات کامل الکتریکی، برای آن پیش‌بینی شده باشد.

### ۱۳-۲-۳-۴ جلوگیری از اثرهای زیان‌آور

کلیه تجهیزات الکتریکی باید طوری انتخاب شوند که بر تجهیزات دیگر تأثیر زیان‌آور نداشته باشند و باعث اخلال در تغذیه برق، چه در هنگام کارعادی وچه در هنگام قطع و وصل، نشوند.

در این زمینه عواملی که ممکن است مؤثر باشند، به‌طور مثال، عبارتند از:

-ضریب توان؛

-شدت جریان هجومی؛

-بار نامتعادل؛

-هارمونیکها.

## ۱۳-۲-۴ نصب و برپایی

۱۳-۲-۴-۱ برای نصب تأسیسات الکتریکی باید استادکاران کارآزموده را به‌کار گرفت و از لوازم و تجهیزات مناسب استفاده کرد.

۱۳-۲-۴-۲ در خلال عملیات نصب، نباید در مشخصه‌های تجهیزات الکتریکی، چنان که در این مقررات مشخص شده است، خللی وارد آید.

۱۳-۲-۴-۳ هادی حفاظتی و هادی خنثی باید با استفاده از رنگ‌آمیزی یا به نحوی دیگر، حداقل در محل ترمینالها قابل تشخیص باشند، این هادیها باید در تمام طول کابلها و بندهای قابل انعطاف، با استفاده از رنگ‌آمیزی قابل تشخیص باشند.

۱۳-۲-۴-۴ اتصالات بین هادیها یا هادیها و تجهیزات الکتریکی باید به نحوی انجام شود که دوام و ایمنی آنها تضمین شده باشد.

۱۳-۲-۴-۵ کلیه تجهیزات الکتریکی باید به نحوی نصب شوند که در شرایط پیش‌بینی شده برای سیستم خنک‌کننده آنها خللی وارد نیاید.

۱۳-۲-۴-۶ کلیه انواع تجهیزات الکتریکی که احتمال دارد دمای زیاد یا قوس الکتریکی ایجاد کنند، باید به نحوی مستقر یا حفاظت شوند که خطر ایجاد آتش‌سوزی در موارد قابل اشتعال از آنها رفع شده باشد.

## ۱۳-۲-۵ آزمونهای اولیه

تأسیسات الکتریکی را باید قبل از شروع بهره‌برداری و یا پس از هر تغییر عمده در آن، آزمود تا نسبت به صحت کارهای انجام شده طبق این مقررات اطمینان حاصل شود

# ۱۳–۳ برآورد درخواست نیروی برق (دیماند)

## ۱۳–۳–۰ کلیات

۱۳-۳-۰-۱ برای فراهم کردن مقدمات تأمین نیروی برق هر طرح، (انشعاب، پست، مولد) لازم است قبل از اقدام به تهیه طرح تأسیسات الکتریکی و در مراحل اولیه مطالعات معماری و ساختمانی، حداکثر درخواست (دیماند) نیروی برق آن را برآورد کرد.

۱۳-۳-۰-۲ روش صحیح تخمین حداکثر درخواست براساس محاسبه توان کل نصب شده و اعمال ضرایب همزمانی مناسب استوار است، به شرط آنکه تجربیات گذشته، که از طرحهای مشابه در محل به دست آمده باشد، این محاسبه را تأیید کند.

یادآوری ۱- پیش‌بینی حداکثر درخواست، مخصوصاً از نظر وسائل و دستگاههای قابل حمل، روشنایی، تعداد پریزهای نصب‌شده و غیره، شدیداً وابسته به عرف و عادات محلی است؛ لذا در اغلب موارد لازم خواهد بود حداکثر تقاضا بیش از مقادیر به‌دست آمده از راه محاسبه انتخاب شود. اصولاً مطالب این بخش جنبه راهنمایی دارد و مقادیر به دست آمده از مراعات مفاد آن را نباید بدون بررسیها و مطالعات محلی، به کاربرد. از طرف دیگر لازم خواهد بود در پیش‌بینی حداکثر درخواست، عواملی نظیر رشد سریع کیفیت زندگی از یک طرف، و افزایش طبیعی، مصرف در طول عمر تأسیسات از طرف دیگر، در مدنظر باشد.

## ۱۳–۳–۱ برآورد توان کل نصب شده

۱۳-۱-۳-۱توان‌کل نصب‌شده براساس خواسته‌های تأسیسات باید به‌ترتیب زیر محاسبه و برآوردشود:

الف) درخواست برق چراغهای نصب ثابت رشته‌ای (التهابی)، توان اسمی لامپهای آنها خواهد بود. در مراحل برآورد اولیه، درخواست چراغ، توان بزرگترین لامپی است که بتوان در آن نصب کرد.

ب) درخواست برق چراغهای نصب ثابت از نوع تخلیه‌ای (فلورسنت، جیوه‌ای وغیره) توان اسمی مصرفی لامپهای آن باتوجه به مصرف چوک آنهاست. درخواست اینگونه چراغها به ولت آمپر، ۲برابر درخواست بر حسب وات است.

ج) درخواست برق پریزها، در مواردی که نوع لوازم و دستگاههایی که از آنها تغذیه خواهند کرد معلوم نباشد، از راه تخمین درخواست مدار نهایی آنها برآورد می‌شود.

د) درخواست برق لوازم و دستگاههای نصب ثابت، توان اسمی آنها، با اعمال ضریب توان آنها، خواهد بود.

هـ) درخواست بارهای القایی باید باتوجه به ضریب توان آنها تعیین شود.

## ۱۳-۳-۲ غیرهمزمانی – تخمین ضریب همزمانی

۱۳-۳-۲-۱ به دلیل وجود غیرهمزمانی در کار تجهیزات و لوازم الکتریکی، باید برای هرگروه از بارهای مختلف، (روشنایی، گرمایش، موتورها و غیره) از ضریب همزمانی استفاده شود تا با اعمال آنها در بارهای مربوط، حداکثر توان مصرفی یا حداکثر درخواست به دست آید.

یادآوری۱- ضریب همزمانی هر تأسیسات، عددی است مختص همان تأسیسات، برای همین، در شرایط عادی، پیش‌بینی دقیق آن امکانپذیر نخواهد بود و فقط با توجه به تجربیات گذشته و آمار موجود می‌توان ضریب همزمانی را از پیش، به عنوان راهنما و به صورت تقریبی، تخمین زد.

۱۳-۳-۲-۲ به منظور راهنمایی بیشتر برای تخمین ضریب همزمانی باید به پیوست شماره ۳ که از استاندارد ملی شماره ۱۹۳۷: «آیین‌نامه ایمنی تأسیسات الکتریکی ساختمانها» اقتباس شده است، مراجعه شود.

# ۱۳-۴محل تحویل نیروی برق (سرویس مشترک) - نقطه شروع تأسیساتبرق

## ۱۳-۴-۰ کلیات

یادآوری ۱- شرکت برق منطقه‌ای محل یا هر شرکت، مؤسسه یا تشکیلات دیگری که بنا به مقتضیات محل ممکن است عهده‌دار تأمین برق مشترکان باشد، از این پس به اختصار شرکت برق یا شرکت خوانده خواهد شد.

۱۳-۴-۰-۱ صرفنظر از ولتاژ برقی که توسط شرکت، تحویل مشترکان خواهد شد، تا جایی که به انشعاب مربوط باشد، رعایت مقررات شرکت برق و مفاد این مقررات الزامی خواهد بود. آن بخش از تأسیسات و تجهیزات که انحصاراً در اختیار شرکت است، کلاً تابع مقررات شرکت خواهد بود.
یادآوری ۲- در مورد بخشی از تأسیسات که مقررات شرکت و این مقررات هر دو در آن تأثیر دارند، چنانچه تناقضی بین دو مقررات وجود داشته باشد، مقرراتی که از نظر ایمنی و حفاظت برتر است انتخاب و اجرا خواهد شد. در چنین وضعیتی تشخیص با مقام مجری این مقررات خواهد بود.
یادآوری ۳- در مواردی که بنا به مقتضیات، تولید و یا انتقال و یا توزیع نیروی برق به عهده خود مصرف‌کننده باشد، مصرف‌کننده در حکم شرکت تلقی می‌شود و در این صورت، طبق یادآوری ۲ در بالا، عمل خواهد شد.

۱۳-۴-۰-۲ متقاضی یا نماینده مختار او باید قبل از شروع ساختمان و در مراحل طراحی آن با مقامات ذیربط شرکت برق تماس بگیرد و نسبت به نوع انشعاب و مشخصات کامل آن اطلاعات کافی دریافت، و طبق تشخیص و با راهنمایی شرکت نسبت به تأمین نکته‌های این بخش اقدام کند. این تماس باید در کلیه مراحل ساختمان ادامه داشته باشد تا درصورت لزوم، اصلاحات و عملیات تکمیلی ملحوظ شوند.

## ۱۳-۴-۱ تأسیسات انشعاب فشار ضعیف (منشعب از شبکه‌های عمومی)

۱۳-۴-۱-۱ متقاضی باید با راهنمایی و رعایت ضوابط شرکت، محلی را برای نصب تجهیزات انشعاب تحویلی از طرف شرکت پیش‌بینی و احداث کند. بسته به شرایطی مانند تعداد و توان انشعاب یا انشعابهای ساختمان، محل مورد بحث ممکن است یک پست برق کامل، یک اتاق ، اتاقک یا یک فرورفتگی در دیواری مناسب این کار باشد. اگر طبق مقررات و ضوابط احداث پست عمومی برق ضروری باشد، متقاضی باید ضمن رعایت مفاد فوق نسبت به تأمین زمین و احداث پست اقدام کند. همچنین محل موردنظر باید برای این منظور به اندازه کافی وسیع و مناسب باشد و در عین حال که

خارج از دسترس عموم است، برای بازدید مأموران شرکت و قرائت کنتور در همه ساعات شبانه‌روز آماده باشد.
هیچگونه دودکش و لوله‌کشی، اعم از آب، گاز، حرارت مرکزی و غیره، نباید از فضای اختصاص یافته برای محل انشعاب یا کنار آن عبور کند.

۱۳-۴-۱-۲ محل نصب انشعاب بایدفضای کافی برای نصب ترمینال اتصال زمین (پ ۱-۶) و انجام سیم‌کشیهای مربوط به آن را داشته باشد. این فضا باید علاوه بر جای لازم برای تجهیزات تحویلی شرکت برای نصب تجهیزات مشترک (مانند تابلوی اصلی)، نیز از فضای کافی برخوردار باشد.

۱۳-۴-۱-۳ مسیر عبور و نحوه نصب هادی اتصال زمین (پ ۱-۵-۴) باید به نحوی انتخاب و اجرا شود که هادی اتصال زمین از هرگونه صدمات احتمالی مکانیکی، شیمیایی، خوردگی و غیره محفوظ بماند و چنانچه بدون حفاظ مکانیکی نصب می‌شود، خارج از دسترس ولی در معرض بازرسی دائم قرار داشته باشد. چنانچه به‌منظور حفاظت مکانیکی هادی زمین، از نوعی لوله یا پوششی مشابه استفاده شده باشد، این لوله یا پوشش نباید از جنس فلز باشد.

۱۳-۴-۱-۴ مسیر مدارهای خروجی (انشعاب به مصرف‌کننده) و نحوه نصب آنها باید به‌گونه‌ای انتخاب و اجرا شود که ردگیری و تعویض مدارها در آینده بدون اشکال انجام‌پذیر باشد؛ بدین‌منظور لازم است از انواع کانال یا رایزر قابل بازدید استفاده شود. مسیر مدارها باید به نحوی انتخاب شود که حرارت تأسیسات دیگر، مانند لوله‌های آب‌گرم، بخار یا دودکشها و نظایر آن، بر روی مدارها اثر سوء نداشته باشد.

## ۱۳-۴-۲ انشعاب فشار متوسط (اختصاصی)

۱۳-۴-۲-۱ چنانچه بنا به تشخیص شرکت برق، احداث یک پست ترانسفورماتور در داخل ساختمان یا محوطه آن لازم باشد، آن قسمت از پست که انحصاراً در اختیار شرکت برق خواهد ماند باید طبق ضوابط و مقررات شرکت، توسط مشترک ساخته و آماده شود. قسمتهایی از پست که در اختیار مشترک خواهد ماند، از نظر ارتباطی و عملیاتی باید با قسمتهای در اختیار شرکت هماهنگی کامل داشته و به نحوی طرح و اجرا شود که هیچگونه مانع و اشکالی در بهره‌برداری طرفین وجود نداشته باشد. مرز تقسیم به هر نحوی که تعیین شود، مشترک موظف است علاوه بر مقررات شرکت برق، مقررات این فصل (۱۳-۴-۲) را نیز در محدوده خود رعایت کند.
۱۳-۴-۲-۲ در مواردی نظیر مجموعه‌ها، مراکز صنعتی و غیره که احداث بیش از یک پست ترانسفورماتور لازم باشد و شرکت، نیروی برق را از طریق یک مرکز قطع و وصل فشار متوسط یا پست پاساژ تحویل مشترک دهد و پستهای داخلی، تماماً در اختیار مشترک باشد، علاوه بر مقررات شرکت، رعایت مقرراتی که در پی می‌آید نیز الزامی خواهد بود.

### ۱۳-۴-۲-۳ اتاق ترانسفورماتور

در شکل ۲ طرحواره مقطع قائم دو اتاق ترانسفورماتورنشان داده شده است. در نوع (الف) ترانسفورماتور همسطح کف زمین و در نوع (ب) در سطحی بالاتر از آن نصب می‌شود. نوع (ب) نسبت به نوع (الف) ترجیح دارد ولی اجرای آن در همه موارد امکان‌پذیر نخواهد بود. انتخاب یکی از دونوع اتاق به عهده مشترک خواهد بود.

ابعاد اصلی دواندازه اتاق ترانسفورماتور در جدول شماره ۱ ارائه شده است. اتاق اندازه «کوچک» برای ترانسفورماتورهایی با حداکثر توان ۶۳۰ کیلو ولت آمپر و اتاق اندازه «بزرگ» و «خیلی بزرگ» برای توانهای بیشتر است. هیچ رابطه‌ای بین دواندازه و دونوع اتاق گفته شده در بالا وجود ندارد و هریک از دونوع را می‌توان در هریک از دواندازه یادشده انتخاب و اجرا کرد.

مشخصات مهم دیگری که در ساختمان اتاق ترانسفورماتور باید رعایت شود در ادامه ارائه شده است.

شکل ۲ طراحواره مقطع قائم دو نوع اتاق ترانسفورماتور

یادآوری۱- اگر پست جزئی از ساختمان نبوده و از نوع تمام فلزی (کیوسک) باشد، ابعاد آن باید طبق استاندارد ساخت و نصب پست فلزی باشد.

جدول ۱- ابعاد اصلی
اتاق ترانسفورماتور

| اندازه اتاق ترانسفورماتور | طول متر | عرض متر | ارتفاع متر | در اتاق | | حجم مخزن روغن مترمکعب | حداقل سطح مقطع کانال هوا متر مربع | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | عرض (متر) | ارتفاع (متر) | | خروجی $s_2$ | ورودی $s_1$ |
| کوچک (تا ۶۳۰ کیلو ولت آمپر) | ۴ | ۳ | ۴/۷ | ۱/۵ | ۴ | ۰/۷ | ۱/۲۵ | $\frac{So}{1/1}$ |
| بزرگ (یزرگتراز ۶۳۰ کیلوولت آمپر تا ۱۰۰۰ کیلوولت آمپر) | ۴/۳ | ۳/۲ | ۴/۷ | ۱/۵ | ۴ | ۱ | ۲ | |
| خیلی‌بزرگ (بزرگتر از ۱۰۰۰ کیلو ولت آمپر تا ۱۶۰۰ کیلو ولت آمپر) | ۴/۵ | ۳/۵ | ۵/۳ | ۲ | $\frac{۳}{۴}$ | ۲ | ۲/۵ | |

## یادآوریهای جدول ۱

۱- درانتخاب ارتفاع اتاق ترانسفورماتور، تهویه طبیعی درنظر گرفته شده است.

۲- ارتفاع در اتاق برای راحتی نصب ترانسفورماتور تعیین شده است و در حالت عادی لنگه‌های در ممکن است تا ارتفاع کوتاهتری از مقدار تعیین‌شده باز شوند. بنابراین کتیبه بالایی آن می‌تواند فقط در هنگام داخل و خارج کردن ترانسفورماتور باز و بسته یا پیاده و نصب شود.

### ۱۳-۴-۲-۳-۱ انتخاب محل و جهت اتاق ترانسفورماتور

۳-در انتخاب محل و نحوه استقرار اتاق ترانسفورماتور، علاوه بر ملاحظات مربوط به مرکز ثقل بار و خواسته‌های نظیر آن، که توضیح آن در این بحث نمی‌گنجد، لازم است مراتب زیر نیز رعایت شوند:

۴-الف) اتاق باید در طبقه همکف قرار بگیرد و یکی از جبهه‌های آن مشرف به فضای آزاد باشد؛ در برابر این جبهه، حداقل تا فاصله ۵متری نباید هیچگونه ساختمان یا مانع دیگری که تهویه اتاق و داخل و خارج کردن ترانسفورماتور را با اشکال روبه‌رو کند وجود داشته باشد. در اصلی اتاق ترانسفورماتور باید در این جبهه قرار داشته، نقل و انتقال ترانسفورماتور به سادگی انجام‌پذیر باشد، برای همین ترجیح دارد وسیله نقلیه و جرثقیل بتوانند تا به این جبهه آمد و رفت کنند.

یادآوری ۲ - اتاقهایی که به علل دیگر (مانند متعدد بودن طبقات زیرزمین و میزان تجهیزات مکانیکی با مصرف زیاد در آنها) باید در طبقات زیرزمین ساخته شوند، چنانچه حداقل ۵متر فضای آزاد یادشده در جلوی آنها وجود داشته، طول آنها نیز حداقل به اندازه‌ای که در زیر مشخص شده است باشد، مانند اتاقی در طبقه همکف به حساب می‌آیند.

حداقل طول فضای آزاد (متر)= عرض یا طول اتاق* (۲+ n) (متر)

n = تعداد اتاقهای ترانسفورماتور کنار یکدیگر

مقطع فضای آزاد نباید در تمام عمق آن کمتر از مقادیر فوق باشد.

ب) چنانچه ساختمان از نوعی باشد که نصب پست یا پستهای ترانسفورماتور در طبقات یا روی بام آن اجتناب‌ناپذیر شود، ضمن مراعات کلیه مقررات مربوط به تهویه اتاق و فواصل مجاز و درها و غیره، باید در آنها از ترانسفورماتورهای خشک استفاده کرد؛ در این صورت، مراعات و اجرای جزئیات مربوط به حائل آتش و غیره منتفی خواهد بود. همچنین، استفاده از هرنوع ترانسفورماتور دیگر، مانند ترانسفورماتورهای روغنی یا دارای آسکارل (دارای نوعی مایع خنک‌کن) و مانند آنها ممنوع است.

ج) درصورت امکان، جبهه مشرف به فضای آزاد اتاق ترانسفورماتور باید در جهتی انتخاب شود که تابش آفتاب به آن حداقل باشد (روبه‌شمال).

د) جبهه مشرف به فضای آزاد می‌تواند ضلع عرضی یا طولی اتاق باشد؛ در هرحال ترانسفورماتور را باید در راستای مناسب آن قرار داد.

**۱۳-۴-۲-۳-۲ ابعاد اتاق ترانسفورماتور**

الف) ابعاد اتاق ترانسفورماتور را باید باتوجه به رشد بار در آینده انتخاب کرد تا امکان استفاده از ترانسفورماتورهای با قدرت بیشتر، بدون لزوم انجام تغییرات بنایی در اتاق فراهم باشد. برای همین صرف‌نظر از قدرت پیش‌بینی شده اولیه، چنانچه در آینده احتمال استفاده از ترانسفورماتوری با قدرت بیشتر از ۶۳۰ کیلوولت آمپر وجود نداشته باشد، می‌توان از اتاق کوچک استفاده کرد، ولی اگر این احتمال وجود داشته باشد، یا قدرت اولیه بیش از این مقدار باشد، باید از اتاق ترانسفورماتور بزرگ یا خیلی بزرگ (بسته به مورد) استفاده شود؛ در هرحال فضای آزاد در اطراف ترانسفورماتور نباید از ۰/۸ متر کمتر باشد.

ب) ارتفاع اتاق ترانسفورماتور مهمترین عامل در تهویه طبیعی، به منظور خنک کردن آن، به شمار می‌رود؛ برای همین ارتفاع اتاق نباید از مقادیر داده شده برای هرکدام از اندازه‌های اتاقها کمتر باشد. توصیه آن است که، در صورت امکان، ارتفاع اتاق از مقادیر ارائه شده بلندتر باشد.

یادآوری۳ - چنانچه به علت مشخصات ساختمان (شبکه‌بندی نامناسب، وجود ستونها و غیره) احداث اتاق به ابعاد ذکرشده امکانپذیر نباشد، ممکن است آنها را، با صوابدید مجری مقررات، تغییر داد. به هرحال این تغییر نباید از ٪۱۰- بیشتر باشد.

۱۳-۴-۲-۳-۳ اجزای اتاق ترانسفورماتور و خصوصیات آن

اتاق ترانسفورماتور باید دارای خصوصیات زیر باشد:

*الف) اتاق باید فاقد رطوبت و ضدسرایت حریق باشد؛ باتوجه به این خواسته باید از مصالح مناسب استفاده شود.

*ب) دیوارهای اتاق باید با مصالحی پوشانده شوند که گردگیر نباشد (مانند کاشی).

*ج) سقف اتاق باید فاقد هرگونه نازک‌کاری، مانند گچکاری، باشد تا امکان سقوط اجسام و بروز اتصالی در ترانسفورماتور وجود نداشته باشد.

*د) در اتاق ترانسفورماتور نباید هیچ‌نوع پله یا شیب بیش از حد مجاز وجود داشته باشد.

هـ) تیرآهنهای ناقل ترانسفورماتور باید دارای زوار هادی چرخ باشند و باتوجه به استاندارد کوچکترین و بزرگترین ترانسفورماتوری که ممکن است در اتاق نصب شود، انتخاب شده باشند.

و) در طرح اتاق باید مجاری عبور هوا با سطح مقطع کافی و حداقل تغییر در مسیر، برای خنک‌کردن ترانسفورماتور از راه تهویه طبیعی پیش‌بینی شود.

ز) در زیر محل استقرار ترانسفورماتور، و پایین‌تر از مسیر عبور هوای خنک‌کننده، باید حائلی مشبک که دارای پوشش ضدزنگ باشد پیش‌بینی شود. روی این شبکه حداقل به ضخامت ۲۰ سانتیمتر شن یا سنگ گرانیت شکسته می‌ریزند تا مانع سرایت آتش احتمالی باشد.

ح) زیر حائل آتش (ز) باید سطحی شیبدار ساخته شود تا روغنی را که ممکن است در صورت نشت یا ترکیدن محفظه ترانسفورماتور ریخته شود، به سمت مخزن روغن هدایت کند. حداقل حجم مخزن روغن باید با حجم روغن بزرگترین ترانسفورماتوری که ممکن است در اتاق نصب شود برابر باشد. برای هدایت روغن به طرف چاهکی که در پایین‌ترین نقطه مخزن ساخته می‌شود باید شیبهای مناسب، پیش‌بینی شود و یک لوله برای تلمبه‌کردن روغن، باید به طور دائمی این چاهک را به اتاق ترانسفورماتور وصل کند.

*ط) ارتفاع کف اتاق ترانسفورماتور باید حداقل ۲۰سانتیمتر از سطح احتمالی سیلابروهای منطقه بالاتر باشد.

* ی) دریچه‌های ورودی و خروجی هوای خنک‌کننده باید مجهز به شبکه‌های جلوگیری‌کننده از دخول پرنده‌ها و حیوانات کوچک (مانند گربه) و آب باران به داخل اتاق باشند.

ک ) کانالها یا لوله‌های حامل کابلها باید به نحوی در اطراف ترانسفورماتور پیش‌بینی، ساخته یا نصب شوند که مانع مسیر جریان هوای خنک‌کننده نباشند. شیب مسیر کابلها باید به سمت خارج باشد.

*ل) در روی دیوارهای طرفین اتاق، باید نگهدارهای مناسبی برای کابلهای وصل‌شونده به ترانسفورماتور پیش‌بینی شوند.

م) در ورودی اتاق باید آهنی باشد و به سمت خارج باز شود. قفل در باید از نوعی باشد که حتی هنگامی که در قفل است خارج شدن از اتاق امکانپذیر باشد.

*ن) برای جلوگیری از تعریق باید برای اتاق ترانسفورماتور گرمکن برقی مجهز به ترموستات پیش‌بینی شود.

*س) در فضای داخل و در جداره داخلی و خارجی دیوارها، سقف و کف اتاق ترانسفورماتور نباید هیچگونه لوله حامل آب، حرارت مرکزی و گاز نصب شود.

ع) هیچگونه پنجره و در ورودی دیگری غیر از در اصلی نباید در اتاق ترانسفورماتور وجود داشته باشد.

۱۳-۴-۲-۳-۴ جهت استقرار ترانسفورماتور در اطاق ترانسفورماتور باید به نحوی باشد که شرایط زیر برقرار شود.

الف) اگر محور طولی ترانسفورماتور به موازات در باشد، بوشینگهای فشار قوی باید رو به داخل اطاق باشد.

ب) اگر محور طولی ترانسفورماتور عمود بر در باشد روغن نمای مخزن انبساط ترانسفورماتور باید روبه در اطاق باشد.

### ۱۳-۴-۲-۴ اجزای اتاقهای فشار متوسط و ضعیف و خصوصیات آنها

۱۳-۴-۲-۴-۱ باید برای نصب تجهیزات (تابلوهای) فشار قوی یک اتاق و برای نصب تجهیزات (تابلوهای) فشار ضعیف پست ترانسفورماتور اتاقی دیگر پیش‌بینی و احداث شود.

یادآوری۴- در برخی موارد ممکن است خصوصیات ساختمان ایجاب کند که برای تجهیزات فشار قوی و ضعیف از یک اتاق واحد استفاده شود. این کار به شرط استفاده از تابلوهای تمام بسته و حفظ فواصل مجاز، مجاز خواهد بود.

۱۳-۴-۲-۴-۲ مقررات زیر باید در طرح و ساخت اتاقهای فشار متوسط و ضعیف اجرا و فواصل مجاز داده شده مراعات شوند.

الف) در اتاقهای فشار متوسط و فشار ضعیف، یا اتاق مشترک فشار متوسط ـ فشار ضعیف، حداقل فواصل مطابق جدول شماره ۲ است.

فاصله تابلوهای تمام بسته فشار متوسط و فشار ضعیف از هم نباید از ۱/۵ متر کمتر باشد.

ب) ارتفاع اتاقها باید باهر دوشرط زیر مطابقت کند:

ارتفاع اتاق ≤ ارتفاع بلندترین تابلو + ۰/۵متر

در عین حال ارتفاع اتاقها نباید هیچگاه از ۲ متر کمتر باشد.

---

*در بند ۳-٤-۲-٤-۱۳ توضیح داده شده است.

جدول ۲- حداقل فواصل تابلوهای فلزی هم‌ولتاژ

| حداقل فواصل متر | جبهه جلو (عملیاتی) | جبهه پشت (عملیاتی) | جبهه پشت (قابل سرویس) | دیوار |
|---|---|---|---|---|
| جبهه جلو (عملیاتی) | ۱/۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| جبهه پشت (بسته ) | | ۰ | ۰/۸ | ۰ |
| جبهه پشت (قابل سرویس ) | | | ۰/۸ | ۰/۸ |

ج) ابعاد کانالهای کابل یا فضاهای زیر اتاقها باید با یکدیگر و با کانالهای ارتباط با اتاق ترانسفورماتور هماهنگی کامل داشته، به قدر کافی عمیق و عریض باشند تا هنگام نصب و بهره‌برداری،شعاع انحنای کابلها از مقدار مجاز کمتر نشود. به همین خاطر، برای کابلهای با مقطع بزرگ لازم خواهد بود زوایای داخلی کانالهای فارسی‌بر شود. برای هدایت آب یا مایعات دیگری که ممکن است به داخل کانالها و فضاهای مورد بحث رخنه کند، باید برای آنها شیبی مناسب برای دفع به سمت خارج تعبیه شود.

د) ابعاد درها باید برای حمل و نقل تابلوها و دیگر متعلقات کافی و از نوع ضدحریق یا آهنی باشند. پیش‌بینی در به سمت خارج (فضای آزاد یا محوطه) در اولویت قراردارد ولی درصورتیکه انجام این کار امکانپذیر نباشد، در ممکن است به سمت داخل ساختمان پیش‌بینی شود به شرط آنکه راهروهای داخلی و درهای ساختمان برای حمل و نقل تابلوها مناسب باشد. درهای اطاق باید به سمت خارج باز شود و قفل درها باید از نوعی باشد که خروج از اتاق، حتی هنگامی که در قفل است، امکانپذیر باشد.

هـ) چنانچه اتاقها دارای پنجره به سمت فضای آزادباشند، بلندی هیچ‌یک از آنها نباید از بلندی تابلوها بیشتر باشد. پنجره‌ها باید مجهز به شبکه محافظ یا شیشه‌های مسلح باشند.

۱۳-۴-۲-۴-۳ مقررات ذکرشده در ردیفهای فرعی زیر از بند ۱۳-۴-۲-۳-۳، برای اتاقهای مجزا یا مشترک فشار متوسط و فشار ضعیف نیز معتبر است:

## ۱۳-۴-۳ اتصال زمین

کلیه مقررات ذکرشده در پیوست شماره ۱، و به‌خصوص ردیف پ ۱-۹ از آن باید در احداث الکترود زمین و همچنین ردیفهای پ ۱-۵ و پ ۱-۶ آن نیز باید در انجام اتصالات مراعات شوند.

### ۱۳-۴-۳-۱ الکترود زمین برای انشعاب فشار ضعیف

اعم از اینکه انشعاب مشترک (فصل ۱۳-۴-۱) یک فاز باشد یا سه‌فاز، باید حداقل یک اتصال زمین ایمنی برای آن پیش‌بینی شود. در شهرها، شهرکها و مجموعه‌ها، باتوجه به شرایط ذکرشده در زیر،الکترودهای اتصال زمین باید از نوع اساسی (پ۱-۹-۵) یا از نوع ساده (پ۱-۹-۶) باشد. در سایر موارد انتخاب با مجری مقررات خواهد بود.

الف) برای مشترکان با کنتور تا ۲۵ آمپر یک فاز یا سه‌فاز: یک الکترود زمین ساده (پ۱-۹-۶)؛

ب) برای مشترکان با کنتور ۶۰ آمپر سه‌فاز یا مجموعه‌های دارای چندین مشترک که کنتورهای آنها در یک نقطه متمرکز باشد و جمع جریانهای نامی کنتورهای هر فاز از ۶۰ آمپر تجاوز نکند: دو الکترود زمین ساده در فاصله حداقل ۶متر از همدیگر یا یک الکترود ساده ولی به عمق ۴متر؛
ج) برای مشترکان با کنتور بیش از ۶۰ آمپر سه‌فاز یا مجموعه‌های دارای چندین مشترک که کنتورهای آنها در یک نقطه متمرکز باشد و جمع جریانهای نامی کنتورهای هر فاز از ۶۰ آمپر تجاوز کند: یک اتصال زمین اساسی یا اتصال زمین مشابه پست ترانسفورماتور تغذیه‌کننده آن(پ۱-۹-۵)؛
د) در مورد مجموعه‌هایی که کنتورهای آنها در بیش از یک نقطه متمرکز یا به صورت انفرادی نصب شده و فاصله آنها نیز بیش از ۸ متر باشد، هر نقطه تمرکز یا کنتور انفرادی یک مشترک به حساب می‌آید و در مورد آنها طبق ردیفهای فرعی الف – ب – ج در بالا عمل خواهد شد.

### ۱۳-۴-۳-۲ الکترود یا الکترودهای زمین پست

برای حفاظت سیستم و تأمین ایمنی هر پست ترانسفورماتور باید مجهز به اتصال زمینهای مطمئن باشد. مقاومت کل اتصال زمین هادی خنثی نباید از ۲ اهم تجاوز کند (به ردیف پ ۱-۴-۱ از

پیوست ۱ مراجعه شود). از یک اتصال زمین به شرطی می‌توان برای حفاظت و ایمنی استفاده کرد که شرایط ذکرشده در ردیف پ ۱-۹-۷ از پیوست ۱، برقرار باشند.

در نزدیکی هر پست باید حداقل یک اتصال زمین اساسی احداث شود. اتصال زمینهای دیگر باید در انتهای خطوط تغذیه‌کننده یا تابلوهای اصلی بعد از پست ترانسفورماتور احداث شوند. انتخاب نوع اتصال زمین باتوجه به ردیف ۱۳-۴-۳-۱ (الکترود زمین انشعاب فشار ضعیف) به عمل می‌آید، با این تفاوت که به جای جریان نامی کنتور، جریان نامی کلید اصلی تابلو در انتخاب نوع اتصال زمین درنظر گرفته می‌شود.

## ۱۳-۴-۴ نیروی برق اضطراری

۱۳-۴-۴-۱ در موارد زیر، برای تأمین مصارف اضطراری و ایمنی، باید نیروی برق به کمک مولدهایی که معمولاً نیروی محرک آنها موتورهای دیزل است، در محل تولید شود:

الف) ساختمانهای مسکونی با بیش از چهارطبقه از کف زمین و مجهز به آسانسور؛

ب) ساختمانهای عمومی که نوع فعالیت آنها به نحوی است که قطع برق ممکن است خطر یا خسارت جبران‌ناپذیری بیافریند؛

ساختمانهای عمومی دارای شرایط (الف)؛

ج) بیمارستانها و مراکز بهداشتی باتوجه به نوع فعالیت آنها؛

د) سردخانه‌های بزرگ؛

هـ) مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آنها ممکن است موجب خسارت جبران‌ناپذیر شود؛

و) هرنوع ساختمان یا مجموعه یا مرکز دیگری که به تشخیص مقامات ذیصلاح باید دارای نیروگاه اضطراری باشد.

۱۳-۴-۴-۲ برآورد نیروی اضطراری لازم باید باتوجه به مصارف ضروری، جریانهای راه‌اندازی و دیگر ملاحظات فنی مربوط به عمل آید. باتوجه به نوع ساختمان یا مجموعه،در مرکز نیروی مورد نیاز، ممکن است از یک یا چند مولد استفاده شود. واحدها ممکن است با راه‌اندازی دستی، خودکار، با وقفه کوتاه یا بی‌وقفه باشند.

۱۳-۴-۴-۳ در انتخاب محل و ظرفیت و نوع واحدها و ابعاد نیروگاه، علاوه بر ملاحظات فنی نظیر استقرار در نزدیکی مرکز بار، افت ولتاژ، شرایط راه‌اندازی، نحوه ایجاد ارتباط با سیستم تغذیه نیروی اصلی، انتخاب سرعت، افت توان مولد اولیه، تأمین هوا برای مصرف مولد و خنک‌کردن آن و غیره، مراتب زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرند:

الف) نیروگاه در محلی ساخته و نصب شود که از نظر لرزش، سروصدا و دود هیچ نوع اثر سویی بر فعالیتهای محل و اطراف آن نداشته باشد؛

ب) حمل و نقل و نصب و بهره‌برداری از واحدها بدون اشکال انجام‌پذیر باشد؛

ج) فونداسیون واحدها مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه‌گیرهایی مناسب محل استقرار باشد و آسیبی به پی‌های بنا نرساند؛

د) صدا خفه‌کن (اگزوز) باتوجه به محل نصب انتخاب شود. برای مثال، برای ساختمان یا محله مسکونی از صداخفه‌کن مخصوص مناطق مسکونی استفاده شود؛

هـ) دودکش یا دودکشهای نیروگاه باید از لبه بام ساختمان محل استقرار آن بلندتر باشد و از نقطه خروج دود به فضای آزاد، مخروطی فرضی با محور قائم، که رأس آن در این نقطه و قاعده آن درجهت بالا و زاویه رأس آن ۹۰ درجه است، تا فاصله افقی ۵۰ متری هیچ ساختمان مسکونی، اداری یا عمومی را قطع نکند. در غیر اینصورت ارتفاع دودکشها را باید تا حصول شرط فوق بلندتر درنظر گرفت.

و) مخزن سوخت باید طبق مقررات و ضوابط شرکت نفت و دیگر مقررات ایمنی مقامات مربوط و با حجم کافی پیش‌بینی شود. در انتخاب محل مخزن سوخت لازم است به راههای ارتباطی تانکر سوخت‌رسانی و لوله‌هایی که از آن به نیروگاه می‌رود، توجه مخصوص شود.

ز) جرثقیل سرویس، مناسب بانوع نیروگاه و واحدها پیش‌بینی و نصب شود.

## ۱-۴-۵ نیروی برق ایمنی

۱۳-۴-۵-۱ در مواردی که قطع نیروی برق ممکن است برای افراد خطر ایجاد کند، لازم است نیروی برق ایمنی در خود محل تأمین شود. نیروی ایمنی می‌تواند مکمل نیروی اضطراری یا مستقل از آن باشد. انتخاب وسائل و دستگاههایی که باید از منابع ایمن تغذیه شوند بستگی به نوع کار آنهاخواهد داشت. منابع ایمن ممکن است جزئی از خود وسیله یا دستگاه باشد و با آن یک واحد تشکیل دهد، مانند چراغهای ایمنی باطری سرخود.

۱۳-۴-۵-۲ برای موارد زیر لازم است نیروی برق ایمنی تأمین شود:

الف) سالنها و تالارهای با بیش از ۲۰ نفر ظرفیت، بالای درهای خروجی و در راهروهای خروجی منتهی به فضای آزاد؛

ب) روشنایی چراغهای مخصوص عمل و کلیه لوازم مخصوص استمرار حیات و نظایر آن؛

ج) در کلیه مواردی که به هر علت ناشی از قطع برق، ممکن است ایمنی افراد به خطر افتند.

# ۱۳–۵تابلوهای توزیع و تقسیم نیرو و وسائل و تجهیزات حفاظـت و کنترل

## ۱۳–۵–۱ تابلوها

### ۱۳–۵–۱–۱ ساختمان تابلوها:

تابلو می‌تواند از یک یا چند صفحه از جنس عـایق، کـه جـاذب رطوبـت و خودسـوز نباشـد (فیبـر الکتریکی)، تشکیل شده یا تمام فلزی باشد. چنانچه تابلو در محلـی کـه افـراد غیرمتخـصص در آن رفت و آمد می‌کنند نصب شده باشد نباید هیچ‌یک از قسمتهای برقدار آن در دسترس یا قابل لمس باشد. به عبارت دیگر، تابلو باید با صفحات یا درهای عایق یا فلزی محصور شده باشد. برای دسترسی به قسمتهای برقدار تابلو باید بتوان صفحات محافظ یا درهای سـرویس آن را، بـا اسـتفاده از نـوعی ابزار، پیاده کرد. علاوه بر این، در چنین محلهایی تابلو باید مجهز به درقفل شو باشد، به نحـوی کـه کلیه کلیدها و لوازم و تجهیزات کنترل تابلو در پشت آن قرار گرفته باشد.

یادآوری ۱- چنانچه تابلو مجهز به کلیدهای کنترل روشنایی و نظایر آن باشد، این کلیدها می‌توانند موقع قفل‌بودن در تابلو در دسترس باقی بمانند. از محل نصب کلیدها نباید امکان دسترسی به ترمینالهای آنها یا داخل تابلو، وجود داشته باشد.

یادآوری ۲- برای کمک به خنک‌شدن لوازم داخلی تابلو می‌توان آن را به منافذ عبور هوای خنک‌کننده مجهز کرد، مشروط بر اینکه آب ترشح‌شده نتواند به قسمتهای برقدار آن سرایت کند.

۱۳-۵-۱-۱-۲ تابلو باید ساخت کارخانه و مطابق استانداردهای ملی یا بین‌المللی معتبر باشد.

### ۱۳–۵–۱–۲ مشخصات اصلی الکتریکی تابلو

یادآوری ۳- تابلو ممکن است از یک یا چند منبع برای مصارف مستقل تغذیه شود (برای مثال منبع عادی و منبع اضطراری)؛ در این مقررات،آن قسمت از تابلو که با یک مدار مستقل تغذیه می‌شود، یک تابلو به حساب می‌آید.

۱۳-۵-۱-۲-۱ تابلوها باید با مقررات زیر مطابقت کنند:

الف) هر تابلو باید به یک کلید اصلی جداکننده قابل قطع و وصل زیربار مجهز باشد. جریان نامی این کلید باید حداقل برابر جریان نامی کل تابلو یا مصرف کل تابلو باشد و جریان نامی ایستادگی کلید در برابر اتصال کوتاه نباید کمتر از جریان اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب باشد؛

ب) هر تابلو باید به‌وسیله حفاظتی (کلید خودکار، فیوز) مخصوص خود مجهز باشد. جریان نامی وسیله حفاظتی نباید از جریان نامی تابلو بزرگتر باشد. چنانچه تابلو با مدار مختص به آن تغذیه شود، وسیله حفاظتی مدار می‌تواند وسیله حفاظتی تابلو نیز به شمار آید و نیازی به پیش‌بینی وسیله حفاظتی مجزا در تابلو نخواهد بود به شرط آنکه جریان نامی آن از جریان نامی هفت‌تابلو بیشتر نباشد.

یادآوری ۴- بدین‌ترتیب، تنها تابلوهایی باید دارای فیوز یا کلید خودکار اصلی باشند که به صورت انشعابی از یک مدار تغذیه می‌شوند (یعنی یک کابل یا مدار چند تابلو را تغذیه کند).

یادآوری ۵ - چنانچه وسیله حفاظتی اصلی تابلو از انواع کلیدهای خودکار، که دارای مشخصات کلید جداکننده نیز هستند، انتخاب شود، از این کلید می‌توان برای هر دومنظور حفاظت و جداکردن استفاده کرد.

ج) چنانچه تابلو علاوه بر کلید اصلی به فیوز نیز مجهز باشد، فیوز باید در طرف مصرف کلید نصب شود.

یادآوری ۶- در این حالت، تعویض فیوز در حالت بی‌بار امکانپذیر خواهد بود.

د) مدار تغذیه‌کننده وسائل کنترل و اندازه‌گیری که از سیستم برق تابلو تغذیه می‌شود باید دارای نوی وسیله حفاظتی، مانند فیوز، باشد.

هـ) اگر دریک تابلو از کلیدهای مینیاتوری استفاده شود باید یک سری فیوز بالادست آنها یا در تابلوی موردبحث و یادر تابلوی اصلی آن وجود داشته باشد. جریان نامی فیوز بالادست نباید از مقادیر زیر بزرگتر باشد:

۱-اگر توان نامی قطع یک یا چند کلید مینیاتوری تا ۱/۵ کیلو آمپر باشد,۶۳ آمپر

۲- اگر توان نامی قطع کلید مینیاتوری ۳کیلو آمپر یا بیشتر باشد ۱۰۰ آمپر

یادآوری ۷ - قدرت قطع کلیدهای مینیاتوری در اتصال کوتاه کم است، برای همین باید در برابر جریانهای اتصال کوتاه احتمالی بیش از ظرفیت آنها محافظت شوند.

و) کلیه تابلوها، اعم از سه فاز و یک فاز، علاوه بر شینه‌ها یا ترمینالهای مربوط به قسمتهای برقدار (فازها و خنثی) باید برای وصل هادیهای حفاظتی (PE) یک شینه یا ترمینال داشته باشد. قابلیت هدایت الکتریکی شینه یا ترمینال هادی حفاظتی باید نظیر هادیهای برقدار باشد. شینه یا ترمینال هادی حفاظتی باید با نوعی قطعه اتصال‌دهنده قابل پیاده‌کردن به شینه یا ترمینال خنثی قابل وصل باشد. وصل و پیاده‌کردن قطعه اتصال‌دهنده بایدفقط به کمک نوعی ابزار امکانپذیر باشد. چنانچه مدار تغذیه‌کننده تابلو دارای هادی مشترک حفاظتی – خنثی باشد، این هادی به شینه حفاظتی وصل و سپس به کمک قطعه اتصال‌دهنده یادشده به شینه یا ترمینال خنثی اتصال داده می‌شود (پیوست شماره ۱ و شکل پ ۲ ملاحظه شود).

کلیه سیم‌کشیهای داخلی تابلو باید با هادیهای مسی عایقدار مناسب با جریانهای مجاز وسائل حفاظتی و ولتاژ تابلو انجام شود.چنانچه شینه‌ها به طرزی محکم و ثابت نصب شده باشند می‌توانند بدون عایق‌بندی باشند ولی به هرحال باید رنگ‌آمیزی شده باشند.

ز) شینه‌ها و ترمینالها باید دارای علامتگذاری مناسب،مشخص و دائمی،مانند نمونه زیر، باشد:

فازها: $L_1, L_2, L_3$

خنثی: N

حفاظتی – خنثی: PEN

حفاظتی: PE

مدارهای خروجی، کلیدها، فیوزها و دیگر تجهیزات نصب‌شده باید دارای برچسبهای مشخص و دائمی باشند تا بتوان آنها را شناسایی کرد.

ح) بدنه تابلو باید مجهز به ترمینال علامت‌گذاری شده اتصال زمین باشد و این ترمینال به شینه یا ترمینال حفاظتی ( PEN یا PE ) وصل شود.

یادآوری ۸- در تابلوهای بزرگ که کلیه مدارهای ورودی و خروجی آن دارای هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN) هستند، می‌توان از نصب شینه حفاظتی (PE) صرف نظر کرد.

### ۱۳–۵–۱–۳ محل نصب تابلوها

۱۳-۵-۱-۳-۱ چنانچه تابلو در اتاقی مخصوص این کار نصب شده باشد و تنها افراد متخصص و مجاز اجازه رفت و آمد به آن را داشته باشند، می‌توان از تابلوهای نوع باز استفاده کرد؛ در این مورد باید مقررات ردیف ۱۳-۴-۲-۴ مراعات شود.

۱۳-۵-۱-۳-۲ اگر تابلودرفضای عمومی که افراد غیرمتخصص در آنها رفت و آمد می‌کنند نصب شود، فضایی محدود به کف و سقف اصلی محل نصب تابلو، که عمق آن برابر عمق تابلو است، فضای اختصاصی تابلو به حساب می‌آید.
در اطراف تابلو بایدفضای کافی برای انجام عملیات و تعمیرات و بازدید و غیره وجود داشته باشد.

۱۳-۵-۱-۳-۳ از محل نصب تابلو اعم از اتاق مخصوص یا فضای عمومی هیچگونه دودکش یا لوله‌های حامل آب، گاز و حرارت مرکزی و غیره نباید عبور نماید یا آن را قطع کند.

## ۱۳–۵–۲ تجهیزات و وسائل حفاظت و کنترل

### ۱۳–۵–۲–۱ فیوزها

۱۳-۵-۲-۱-۱ از فیوزها می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی، در موارد زیر، استفاده کرد:

- مدارها: در برابر اتصال کوتاه و اضافه‌بار؛
- دستگاهها: در برابر اتصال کوتاه؛
- تأمین ایمنی: درصورت اتصال کوتاه بین فاز و خنثی (پیوست شماره ۱)

۱۳-۵-۲-۱-۲ فیوزهای پیچی باید مجهز به قطعه محدود کننده فشنگ‌پذیری (ته فشنگ) باشند تا جایگزینی با فشنگی که جریان نامی آن بیشتر از فشنگ موردنظر است امکانپذیر نباشد.
۱۳-۵-۲-۱-۳ خارج و داخل‌کردن فیوزهای تیغه‌ای یا چاقویی باید فقط با استفاده از فیوزکش عایق امکانپذیر باشد.

۱۳-۵-۲-۱-۴ هنگامی که فیوز سوار و کامل شده است، هیچ‌یک از قسمتهای برقدار فیوز، از جمله ترمینالهای آنها، نباید در دسترس یا قابل لمس باشد. قطب ته پایه فیوزهای پیچی باید به طرف تغذیه مدار (فاز) وصل شده باشد.

۱۳-۵-۲-۱-۵ استفاده از فیوزهای غیر استاندارد یا فیوزهایی که المان ذوب‌شونده آن قابل تعویض باشد (فیوز کتابی و نظایر آن) ممنوع است.

۱۳-۵-۲-۱-۶ تعمیر و تعویض و ترمیم المان فشنگ‌فیوزهای استاندارد به هر نحو و شکلی ممنوع است.

۱۳-۵-۲-۱-۷ استفاده از فیوز در تأسیسات انشعاب برق (کنتور) باید طبق ضوابط شرکتهای برق انجام شود.

### ۱۳-۵-۲-۲ کلیدهای خودکار مینیاتوری

۱۳-۵-۲-۲-۱ موارد استفاده کلیدهای خودکاری مینیاتوری مانند فیوزهاست (ردیف ۱۳-۵-۲-۱) .

۱۳-۵-۲-۲-۲ هیچ‌یک از قسمتهای برقدار کلیدها، از جمله ترمینالهای آنها نباید در دسترس یا قابل لمس باشد. کلیدهای نوع تابلویی که ترمینالهای آنها در دسترس است باید دارای پوشش کلی محافظ باشد.

۱۳-۵-۲-۲-۳ در تأسیسات الکتریکی جدید استفاده از کلیدهای مینیاتوری نوع پیچی که در پایه فیوز نصب می‌شود ممنوع است.

۱۳-۵-۲-۲-۴ صرفنظر از جریان اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب کلیدها، باید طبق آنچه که در بند (هـ) از ردیف ۱۳-۵-۱-۲-۱ گفته شده است عمل شود.

### ۱۳-۵-۲-۳ کلیدهای خودکار (اتوماتیک)

۱۳-۵-۲-۳-۱ از کلیدهای خودکار می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی، در موارد زیر، استفاده کرد:

- مدارها و دستگاهها: در برابر اتصال کوتاه و اضافه‌بار؛
- تأمین ایمنی: در صورت اتصال کوتاه بین فاز و خنثی (پیوست شماره ۱).

۱۳-۵-۲-۳-۲ هیچ‌یک از قسمتهای برقدار کلید نباید در دسترس یا قابل لمس باشند.

۱۳-۵-۲-۳-۳ چنانچه به هر دلیل (برای مثال قدرت قطع بیش از ظرفیت کلید) فیوزهایی به صورت سری با کلید خودکار نصب شوند، لازم است مراتب زیر مراعات شود:

الف) بین کلید و فیوزها هماهنگی لازم وجود داشته باشد؛

ب) چنانچه فیوزها و کلید در یک نقطه از مدار نصب شده باشند، فیوز در طرف ورودی کلید قرار گیرد.

### ۱۳-۵-۲-۴ کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها)

۱۳-۵-۲-۴-۱ از کلیدهای مغناطیسی مجهز به رله می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی در برابر اضافه جریان (اضافه بار) و کنترل مدار استفاده کرد. برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه، همراه این کلیدها باید از فیوزها یا کلیدهای خودکار و یا هردو استفاده شود و این وسایل باید در طرف ورودی کنتاکتورها نصب شوند (به ردیف ۱۳-۵-۲-۳-۳ نیز مراجعه شود).

### ۱۳-۵-۲-۵ کلیدهای مجزاکننده زیربار

۱۳-۵-۲-۵-۱ به منظور کنترل و سرویس مدار یا دستگاهی که آن را تغذیه می‌کند، باید کلیه مدارهای خروجی از تابلو، مجهز به نوعی کلید مجزاکننده زیربار باشند.

۱۳-۵-۲-۵-۲ کلید مجزاکننده باید بتواند جریان نامی خود را، که از جریان نامی مدار کمتر نخواهد بود، قطع و وصل کند و قادر به ایستادگی در برابر جریانهای اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب آن باشد.

۱۳-۵-۲-۵-۳ کلید مجزاکننده باید در طرف تغذیه از فیوزها یا کلیدهای خودکار محافظ مدار نصب شود.

۱۳-۵-۲-۵-۴ چنانچه کلید مجزاکننده از محل فیزیکی وسیله یا دستگاه تغذیه شونده قابل رؤیت نباشد باید یک کلید مجزاکننده دیگر را، که دارای مشخصات کلید مجزاکننده ذکرشده در بالا باشد، به صورت تکی و مجزا، در نزدیکترین محل مناسب از دستگاه نصب کرد.

۱۳-۵-۲-۵-۵ از بعضی از انواع کلیدهای خودکار می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده نیز استفاده کرد؛ در این‌صورت هر دو شرط زیر باید برقرار باشد:

الف) استانداردی که کلید طبق آن ساخته شده است قابل قبول باشد و اجازه این کار صریحاً داده باشد؛

ب) در مدار موردنظر، از فیوز استفاده نشده باشد.

یادآوری ۱- از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده استفاده کرد.

یادآوری ۲ - از کلیدهای خودکار مینیاتوری نباید به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل چراغها) استفاده کرد.

یادآوری ۳ - کلید فیوزها (کلیدهایی که فیوزها در آن نقش تیغه‌های کلید را دارند) باید از نوع قابل قطع زیربار باشند، مگر در مواردی که مدار مجهز به کلید قطع بار نیز باشد.

یادآوری ۴- مدارهای مجهز به کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها) باید دارای کلید مجزاکننده در طرف ورودی کنتاکتورها باشند.

### ۶-۲-۵-۱۳ کلید با وسیله حفاظتی جریان باقیمانده

۱-۶-۲-۵-۱۳ از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده می توان برای قطع مدار تغذیه در صورت تماس یکی از هادیهای برقدار مدار با یکی از موارد زیر استفاده نمود:

- بدنه های هادی لوازم و تجهیزات برقی یا
- هادیهای بیگانه که در تماس با زمین می باشند یا
- هرگونه نشست جریان از مدار به زمین

یادآوری ۱- شدن جریان باقیمانده عامل این نوع وسایل حفاظتی برحسب مورد استفاده می توانند از حد چند میلی آمپر باشد.

۲-۶-۲-۵-۱۳ از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده به شرطی که جریان باقیمانده عامل آنها بیش از ۳۰ میلی آمپر نباشد,در شرایط عادی (منازل – ادارات- کارگاهها و نظایر أنها) می توان به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق گرفتگی در صورت تماس غیر مستقیم استفاده نمود.

یادآوری ۲- از انواع کلیدها یا وسائل حفاظتی گفته شده در بند ۲-۶-۲-۵-۱۳, می توان در شرایط عادی برای حفاظت در برابر برق گرفتگی در صورت تماس غیر مستقیم استفاده نمود. یعنی به صرف استفاده از این وسایل, نمی توان از دیگر خواسته های مقررات صرفنظر کرد.

در برخی موارد مانند تماس همزمان با دو هادی فاز و هادی خنثی , این کلیدها ممکن است کارآیی نداشته باشند.

۳-۶-۲-۵-۱۳ از انواع کلیدها یا وسائل حفاظتی جریان باقیمانده تنها در سیستمهای $TN-C-S, TN-S, TT, IT$ می توان استفاده نمود.بنابراین استفاده از این وسائل در سیمکشی های سنتی بدون هادی حفاظتی (PE) به طور کلی ممنوع است . در سیستم TN-C استفاده از کلیدها و وسایل جریان باقیمانده فقط با اضافه کردن هادی حفاظتی, به قسمتی از سیم که تحت پوشش کلید یا وسیله می باشدو تبدیل آن قسمت به TN-S ممکن خواهد بود.

۱۳-۵-۲-۶-۴ استفاده از کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده , نصب لوازم حفاظتی در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه (کلید خودکار- کلیدمینیاتوری – فیوز)را منتفی می نماید.

یادآوری ۳- بعضی از انواع کلیدها یا وسائل حفاظتی جریان باقیمانده , ممکن است با کلیدهای خودکار به صورت اشتراکی یک واحد تشکیل دهند.

۱۳-۵-۲-۶-۵ کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده بایدآخرین وسیله ای باشد که در طرف مصرف مدار یعنی بعد از کلید مجزا کننده, فیوز و کلید خودکار – هر کدام که وجود داشته باشند – نصب می شود.

یادآوری ۴- اگر کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده, با کلید خودکار به صورت اشتراکی یک واحد تشکیل داده باشد, باید مانند بالا , آخرین وسیله حفاظتی نصب شده در طرف مصرف مدار باشد.

# ۱۳–۶مدارها (کابل کشی ــ سیم‌کشی)

## ۱۳–۶–۰ کلیات

۱۳-۶-۰-۱ انتخاب نوع مدارها و مشخصات آنها باید با رعایت کلیه مقرراتی باشد که در استاندار ملی شماره ۱۹۳۷ (آیین‌نامه تأسیسات الکتریکی ساختمانها) ذکر شده است، و به‌ویژه باید به موارد زیر توجه مخصوص شود:

- شدت جریان مصرفی و سطع مقطع؛
- افت ولتاژ مجاز؛
- اثر عوامل خارجی و شرایط محیط؛
- نحوه نصب.

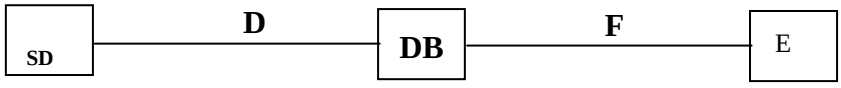
۱۳-۶-۰-۲ اعمال ضرایب همزمانی (پیوست شماره ۳) فقط در مورد مدارهای تابلوها یا مدارهایی که غیرهمزمانی دارند مجاز است.

۱۳-۶-۰-۳ در مورد مدارهای نهایی (مانند روشنایی، پریز، موتور و غیره) نباید ضریب همزمانی اعمال شود؛ اینگونه مدارها با بار کامل درنظر گرفته می‌شوند.

یادآوری ۱ - در مورد پریزها به پیوست ۳ مراجعه شود.

۱۳-۶-۰-۴ در انتخاب جریان مجاز هادیهای مدار باید به تأثیر مدارهای همجوار و شرایط نصب توجه و درصورت لزوم از ضریب تعدیل مناسبی استفاده شود. وسائل حفاظتی مدار باید باتوجه به جریان مجاز تعدیل شده انتخاب شود.

۱۳-۶-۰-۵ افت ولتاژ کل در مدار نباید از مقادیر داده شده در زیر بیشتر باشد:



Sp ـ تابلوی ترانسفورماتور توزیع

نقطه شروع افت ولتاژ در سیستم فشار ضعیف این تابلو به حساب می‌آید. اگر ترانسفورماتور اختصاصی باشد، افت ولتاژ از این تابلو مشمول مقررات است اما در شبکه‌های عمومی افت ولتاژ تا سرویس مشترک، طبق مقررات شرکت توزع نیرو خواهد بود.

### D ــ مدار توزیع

این مدار ممکن است مرکب از چند مدار مختلف باشد که پس ازعبور از چند تابلو یا انشعاب، به ورودی سرویس مشترک یا تابلوی اصلی ساختمانی می‌رسد. افت ولتاژ در این مدار اگر ترانسفورماتور اختصاصی باشد، طبق جدول زیر خواهد بود و در مورد ترانسفورماتورهای توزیع عمومی، تابع مقررات شرکت توزیع نیرو خواهد بود.

### DB ــ نقطه تغذیه

ورودی سرویس مشترک یا تابلوی اصلی ساختمانهایی که ترانسفورماتور اختصاصی دارند.

### F ــ مدار داخلی

مدار داخلی شامل کلیه مدارهایی است که از تابلوی اصلی ساختمان یا سرویس مشترک ساختمان تا مصرف‌کننده ادامه دارند. مدار داخلی کلاً در حوزه شمول این مقررات است. مدار نهایی آخرین جز مدار داخلی است.

### E ــ تجهیزات مصرف

تجهیزاتی هستند که به‌صورت ثابت نصب می‌شوند از جمله پریزها.

حداکثر مجاز افت ولتاژ در مدارهای توزیع ترانسفورماتورهای

اختصاصی و مدارهای تأسیسات

| نوع مدار | نوع مصرف یا لوازم وصل‌شده | افت ولتاژ مجاز درصد |
|---|---|---|
| توزیع (D) | تابلوی توزیع (DB) | ۵ |
| تأسیسات (F) | روشنایی (E) | ۳ |
| | تجهیزات (E) | ۵ |

۱۳-۶-۰-۶ اگر به دلیل بالابودن توان انتقالی استفاده از چند کابل مشابه به صورت موازی لازم باشد هادیهای مربوط به یک مدار، (فاز یا فازها + هادی خنثی+ هادی حفاظتی در صورتی‌که مجزا باشند) باید کلاً در داخل یک غلاف یا پوشش قرار گیرند. در مورد کابلها این بدان معنی است که رشته‌های یک مدار باید فقط مربوط به یک کابل معین باشند و در مورد سیم‌کشیها، رشته‌های مربوط به یک مدار در داخل یک لوله یا مجرا یا کانال سیم‌کشی (ترانکینگ) هدایت شوند.

۱۳-۶-۰-۷ کلیه مدارها باید به نحوی در داخل مجاری ساختمانی (کانالها، رایزرها و غیره)، کانالهای مخصوص سیم‌کشی (مانند ترانکینگها و نظایر آن) یا لوله‌ها یا نگهدارهای مخصوص، مانند سینی کابل یا نردبان کابل و غیره،نصب یا هدایت شوند که بازدید، خارج‌کردن و نصب مجدد آنها در داخل مجاری و لوله‌ها و دیگر جاهای ذکرشده بدون ایجاد خرابی و کندوکاو، امکانپذیر باشد.

یادآوری ۲- برای تأمین شرط فوق لازم است در مراحل طراحی ساختمان کانالها، لوله‌ها، هندهول و منهولها و کانالهای قائم یا بالارو (رایزرهای قابل بازدید یا با دسترسی) پیش‌بینی و احداث شود.

۱۳-۶-۰-۸ در انتخاب سطح مقطع هادی خنثی در مدارهای سه‌فاز، باید دقت کافی به‌عمل آید و در صورت لزوم سطح مقطع این هادی معادل هادیهای فاز انتخاب شود.

یادآوری۳ - به علل مختلف، مانند ضرایب قدرت مختلف بارهای یک فاز وصل‌شده، عدم امکان متعادل‌کردن بارها بین فازها و به‌خصوص وجود جریانهای هارمونیک در مدارهای تغذیه‌کننده لامپهای گازی مانند فلورسنت، ممکن است در بعضی موارد جریان در هادی خنثی معادل هادی فاز و یا حتی از آن بیشتر نیز باشد.

۱۳-۶-۰-۹ سطح مقطع هادیها به هیچ عنوان نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر کمتر باشد:

جدول ۴ حداقل سطح مقطع هادیها.

حداقل سطح مقطع مدارها

| نوع مدار | نیرو* | روشنایی | پریز | کنترل نیرو | ارسال علائم و سایر مدارهای کنترل |
|---|---|---|---|---|---|
| سطح مقطع هادی مس به میلیمتر مربع | ۱/۵ | ۱/۵ | ۲/۵ | ۱ | ۰/۵ |

*هرنوع مصرف‌کننده جز روشنایی و پریز

۱۳-۶-۰-۱۰ استفاده از چاه (شافت) آسانسورها به‌عنوان کانال بالارو برای هر نوع مداری جز مدارهای مجاز مربوط به خود آسانسور ممنوع است، مگر اینکه کانال عبور اینگونه مدارها با دیواری که حداقل ضخامت آن عرض یک آجر (۱۰سانتیمتر) یا معادل آن از بتن باشد، از چاه (شافت) آسانسور، مجزا شده باشد. در هر حال استفاده از این دیوار بدون پیش‌بینی تکیه‌گاهها و بستر مناسب به عنوان حامل کابلها ممنوع است.

یادآوری ۴- مبحث ۱۵ از مقررات ملی ساختمان ایران « آسانسورها و پله های برقی» دیده می‌شود.

۱۳-۰-۶-۱۱ چنانچه در طول یک مدار تغییر سطح مقطع داده شود، یا انشعابی با سطح مقطع کوچکتر از آن گرفته شود، در نقطه تغییر مقطع یا انشعاب، باید وسیله حفاظتی مناسبی با مقطع کوچکتر پیش‌بینی شود، مگر آنکه:

الف) حداکثر طول مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر، ۳متر باشد،

یا

ب) وسیله حفاظتی در شروع مدار اصلی مناسب مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر باشد.

## ۱۳-۶-۱ کابلها

۱۳-۶-۱-۱ هنگام عملیات نصب و پس از خاتمه آن، شعاع خمش کابلها نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

- درکابلهای دارای روپوش فلزی (کابلهای زره‌دار یابا غلاف سربی یا هم مرکز):

$$r = 9(D + d)$$

- در کابلهای بدون روپوش فلزی (کابلهای پلاستیکی):

$r = 8(D + d)$ D = قطر خارجی کابل

d= قطر هادی بزرگترین رشته کابل

A = سطح مقطع هادی

یادآوری ۱- در مورد هادیهای به شکل قطاع (سکتور)، قطر هادی معادل از رابطه:

$$d = 1.3\sqrt{A}$$

محاسبه می‌شود.

۱۳-۶-۱-۲ نصب کابلها بر روی دیوار یا سقف باید با استفاده از انواع بستهای مخصوص این کار، که از مواد عایق (پلاستیک) ساخته شده‌اند و دوعدد پیچ دارند، انجام شود.

فاصله کابل ا ز دیوار باید حداقل ۲ سانتیمتر باشد.

فاصله کابلها از یکدیگر باید حداقل دوبرابر قطر کابل باشد، (فاصله آزاد). اگر فاصله یادشده از این مقدار کمتر باشد باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت کابلها استفاده شود.

فاصله بستها یا بازوهای تکیه کابل در نصب افقی نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد:

-کابلهای دارای نوعی روپوش فلزی، D × ۳۵

- کابلهای بدون روپوش فلزی، D ×۲۰

در مورد نصب کابلها به صورت قائم، می‌توان به مقادیر افقی، ٪۵۰ اضافه کرد.

۱۳-۶-۱-۳ چنانچه کابلها در چند لایه بر روی بازوها یا سینی کابل نصب شوند، علاوه بر حفظ فواصل آنها نسبت به هم، لازم است فاصله بین لایه‌ها نیز حداقل ۲۰ سانتیمتر باشد.

۱۳-۶-۱-۴ کابلها باید در برابر تابش مستقیم آفتاب دارای نوعی حفاظ باشند.

۱۳-۶-۱-۵ کابلهای دفن‌شده در خاک باید از انواع مجاز برای این کار باشند و علاوه بر رعایت شرایط ذکرشده برای مدارها و کابلها، لازم است شرایط زیر نیز درباره آنها رعایت شود:

۱۳-۶-۱-۵-۱ عمق دفن کابلهای فشار ضعیف باید بین ۰/۷ تا ۱ متر باشد.

۱۳-۶-۱-۵-۲ عمق دفن کابلهای فشار متوسط باید حداقل ۰/۳ متر بیشتر از کابلهای فشارضعیف باشد.

۱۳-۶-۱-۵-۳ چنانچه کابلها به موازات هم کشیده شوند، کابلهای فشار متوسط نباید مستقیماً در زیر کابلهای فشار ضعیف قرار گیرند.

۱۳-۶-۱-۵-۴ کابلها باید در داخل ماسه نرم خوابانده شوند، به نحوی که حداقل ۱۰ سانتیمتر ماسه اطراف کابل را احاطه کند.

۱۳-۶-۱-۵-۵ برای حفاظت کابل در برابر عوامل مکانیکی باید لایه‌ای از آجر کنار هم روی ماسه چیده شود. طول آجر عمود بر محور کابل خواهد بود.

۱۳-۶-۱-۵-۶ چنانچه چند کابل به موازات هم کشیده شوند، ضمن رعایت فواصل مجاز، کل سطح کابلها باید از آجر پوشیده شده و در مورد کابلهای بیرونی، حداقل نصف طول آجر از مرکز کابل به سمت خارج قرار گیرد.

یادآوری ۱- به جای آجر می‌توان از دال بتنی مناسب یا مصالح دیگری که تصویب شده باشد، استفاده کرد.

۱۳-۶-۱-۵-۷ جابه‌جا کردن، بازکردن، کشیدن یا نصب کابل در هوای آزاد، نباید در دمای کمتر از ۳+ درجه سیلسیوس انجام شود، مگرآنکه کابل، قبلاً حداقل به مدت ۷۲ ساعت در فضایی بسته (انبار) که دمای آن از ۲۰درجه سانتی گراد کمتر نبوده است انبار شده باشد و عملیات کابل‌کشی نیز ظرف مدت ۸ ساعت خاتمه یابد.

یادآوری ۲ - جابه‌جایی قرقره کابل پیچیده شده بر روی آن در دماهای کم مجاز است.

۱۳-۶-۱-۵-۸ کلیه وسائل انتهایی و اتصالی کابلها (سرکابلها، چندراهه‌ها و مفصلها و غیره) باید مناسب نوع کابل و توصیه سازنده آن باشد و کلیه دستورالعملهای سازنده اینگونه وسیله‌ها نیز باید در موقع نصب مراعات شود. در مورد کابلهای زره‌دار یا دارای نوعی پوشش فلزی باید نسبت به وجود مداومت الکتریکی پوشش فلزی در محلهای اتصال و انشعاب اطمینان حاصل شود.

۱۳-۶-۱-۵-۹ اتصال الکتریکی کابلها به وسائل و دستگاهها یا شینه‌ها باید با وسائل مناسب نوع کابل انجام شود.

۱۳-۶-۱-۵-۱۰در مورد کابلهای فشار ضعیف با توجه به سطح مقطع آنها باید از ترمینالهای پیچی یا کابلشو استفاده شود. کابلشوها باید از انواعی باشند که یا حداقل دوعدد پیچ داشته باشند و یا اتصال آنها به کمک پرس مناسب انجام شود. استفاده از کابلشوهائی که اتصال آنها به کمک لحیم (قلع و سرب) انجام می‌شود به‌طور کلی ممنوع است.

۱۳-۶-۱-۵-۱۱ چنانچه کابل از زیر جاده‌ها، محوطه‌های مفروش به هرنحو و یا از زیر سنگچینها عبور کند، باید در زیر سطح مفروش یا جاده برای کل طول هر کابل یک لوله محافظ از جنس پلاستیک صلب فشار قوی، ازبست سیمان، سیمان یا فولاد پیش‌بینی شود. نسبت قطر لوله به قطر کابل نباید از حدود ۱/۳ کمتر باشد. در محلهای خروج کابل از داخل لوله، باید برای حفاظت کابل در برابر ساییدگی ناشی از تماس با لبه لوله نوعی بالشتک درنظر گرفت.

## ۱۳-۶-۲ سیم‌کشی

۱۳-۶-۲-۱ کلیه سیم‌کشیهای داخلی ساختمانها، اعم از روکار و توکار، باید در داخل لوله‌های مخصوص سیم‌کشی یا مجاری مخصوص این کار (ترانکینگها) انجام شود و برای اجرای انشعابات، خمها، زانوها، سه و چهارراهه‌ها و غیره باید از وسائل و متعلقات استاندارد و مخصوص هر لوله یا مجرا استفاده شود. جعبه‌های زیر کلید و پریز و دیگر متعلقات مشابه در سیم‌کشیهای توکار باید با نوع لوله‌کشی و کلید و پریزهای مورد استفاده همگونی داشته باشد.

۱۳-۶-۲-۲ لوله‌های قابل استفاده در سیم‌کشیهای روکار و توکار در جدول ۵ دسته‌بندی شده‌اند:

جدول ۵ لوله‌های قابل استفاده در سیم‌کشیها

| نوع سیم‌کشی / نوع لوله | روکار | توکار | ملاحظات |
|---|---|---|---|
| فولادی پیچی (رزوه) | + | + | همه نوع ساختمان + ساختمانهای صنعتی |
| فولادی (گاز) | + | + | محیطهای با خطر انفجار |
| پلاستیکی صلب | + | + | محیطهای با خطر خورندگی |
| پلاستیکی خرطومی | – | + | ساختمانهای غیرصنعتی |

+= مجاز  – = غیرمجاز

۱۳-۶-۲-۳ اندازه لوله‌ها باتوجه به قطر داخلی آنها باید با احتساب تعداد سیمها و قطر آنها و طول لوله و تعداد خمهای موجود در آن، به نحوی انتخاب شود که انجام سیم‌کشی بدون مصرف نیروی بیش از حد امکانپذیر باشد و در عایقبندی سیمها ساییدگی یا پارگی ایجاد نشود. برای تأمین این شرط لازم است نسبت قطر داخلی لوله به قطر دسته سیمها ـ و یا قطر کابل چندرشته‌ای – حداقل برابر ۱/۳ باشد.

۱۳-۶-۲-۴ لوله‌ها باید در هنگام نصب خالی باشند و سیمها یا کابل پس از تکمیل و پایان لوله‌کشی به داخل آنها هدایت شوند.

۱۳-۶-۲-۵ مدارهایی که در زیر کفها قرار می‌گیرند باید فقط با استفاده از لوله‌های فولادی یا پلاستیکی صلب اجرا شوند.

۱۳-۶-۲-۶ بستهای لوله‌ها روکار باید دوپیچه و از انواعی باشند که لوله با دیوار یا سقفت تماس پیدا نکند و حداقل ۶ میلیمتر با آنها فاصله داشته باشد.

۱۳-۶-۲-۷ در طول هر قست از لوله‌کشی که بین دوجعبه تقسیم یا وسیله‌ای مشابه قراردارد نباید بیش از چهار خم ۹۰ درجه (جمعاً ۳۶۰ درجه) وجود داشته باشد.

۱۳-۶-۲-۸ در محل ورود لوله به جعبه تقسیم یا تابلو یا دستگاهی مشابه باید از بوشینگ مناسب با لوله استفاده شود تا از زخمی‌شدن سیم یا کابل جلوگیری شود.

۱۳-۶-۲-۹ استفاده از لوله‌بر در لوله‌کشیها ممنوع است. لوله‌ها باید با اره بریده و لبه‌های تیز محل برش نیز صاف شوند.

۱۳-۶-۲-۱۰ تغییر نوع لوله (برای مثال فولادی به پلاستیکی) بدون تعبیه نوعی جعبه در محل تغییر ممنوع است.

۱۳-۶-۲-۱۱ استفاده از انواع دیگر سیم‌کشی، مانند کابلهای مخصوص سیم‌کشی یا کابلهای با عایقبندی معدنی، به شرط رعایت کلیه مقررات مربوط به کابل کشیها و استفاده از لوازم و تجهیزات مخصوص مربوط مجاز خواهد بود.

۱۳-۶-۲-۱۲ مجاری سیم‌کشی (ترانکینگها) اعم از فلزی یا پلاستیکی، توکار یا روکار، باید مجهز به جعبه تقسیمها، جعبه انشعابها، قطعات اتصالی و انتهایی و انواع زانوها، (داخلی و خارجی) و سه‌راهها و چهارراهه‌های مناسب و مخصوص به خود باشند. مجاری سیم‌کشی که از داخل آن علاوه بر سیم‌کشیهای مربوط به قدرت، سیم‌کشیهای تأسیسات فشار ضعیف نیز عبور می‌کنند، باید حداقل به یک دیواره جداکننده دونوع سیم‌کشی مجهز باشد و این جدایی باید در سراسر مجرا و جعبه تقسیمها و جعبه انشعابها و غیره برقرار باقی بماند. مجاری فلزی باید به پیچهای مخصوص پیوستگی

الکتریکی بدنه مجهز باشند و در سراسر سیستم مجرا، بدنه‌ها بطور کامل به یکدیگر متصل و همگی به هادی حفاظتی تابلوی مربوط وصل شوند.

۱۳-۶-۲-۱۳ اتصال لوله‌کشی به دستگاههای دارای لرزش (مانند موتور) باید بـه کمـک لولـه‌هـای فولادی قابل انعطاف با بوشهای مناسب، که حداقل طول آنها ۲۰ سانتیمتر باشد، انجام شود.

۱۳-۶-۲-۱۴ سیمهای استفاده شده در سیم‌کشیها باید تا مقطـع ۱۰ میلیمتـر مربـع از نـوع تـک مفتولی با عایقبندی پی.وی.سی باشند، و از این مقطع به بالا سیمها می‌توانند چند مفتـولی باشـند. جنس هادی سیمها مس خواهد بود.

یادآوری۱ - استفاده از سیمهای افشان در مواردی که انجام بعضی از قسمتهای سیم‌کشی به‌طور استثنائی مشکل باشد، مجاز خواهد بود.

یادآوری ۲- درصورت استفاده از سیمهای افشان، طبق یادآوری ۱، سرسیمها باید با لحیم‌کاری یکپارچه و پس از آن با استفاده از ترمینال به هم متصل شوند.

۱۳-۶-۲-۱۵ سیمهای کشیده شده در لوله‌ها یا مجـاری بایـد از هرنظـر سـالم و بـدون هـیچ‌گونـه شکستگی و پیچیدگی باشد و بین دوجعبـه تقـسیم یـا در محلهـای دسترسـی بـه سرسـیمها بایـد به‌صورت یکپارچه باشد.

۱۳-۶-۲-۱۶ اتصالات و انشعابات باید با استفاده از ترمینالهای پیچی انجام شود.

یادآوری ۳- استفاده از ترمینالهای نوع دیگر، که ضمن انجام اتصال و تضمین تداوم الکتریکی، عایق‌بندی لازم را نیز تأمین‌کنند مجاز است.

یادآوری۴- پیچیدن سیمها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق‌بندی محل اتصال با نوار چسب الکتریکی ممنوع است.

۱۳-۶-۲-۱۷ برای هر محل انشعاب یا محلهـای اتـصال سـیم‌کـشی بـه وسـائل مـصرف‌کننـده یـا کنترل‌کننده مدار، نظیر چراغ، پریز، کلید، دستگاه یا وسیله و غیره، باید از نـوعی جعبـه یـا وسـیله انتهایی مانند آن استفاده شود. استفاده از سرچپق و نظایر آن ممنوع است.

۱۳-۶-۲-۱۸ انجام سیم‌کشیهای نوع روکار با استفاده از سیمهای چندلا (مانند بندهای پلاستیکی) و بستهای میخی یا میخ معمولی، اکیداً ممنوع است.

۱۳-۶-۲-۱۹ انجام سیم‌کشیهای نوع روکار با استفاده از سیمهای به هم پیچیده ( با روکـش نخـی روی هر رشته سیم، علاوه بر عایقبندی اصلی) و مقره‌های چینی کوچک (قرقره)، به شرط آنکـه در

هر مورد از مقام مجری این مقررات کسب اجازه شود، مجاز خواهد بود. این نوع سیم‌کشی را تنها در محیطهای خشک، با استفاده از کلیدها و پریزها و جعبه تقسیمهای روکار بـر روی پایـه‌هـای عـایق (زیرکلید و پریز و جعبه) از جنس ضدجذب رطوبت، می‌توان به‌کار برد.

در هر حال، کلیه مقررات ایمنی در این مورد نیز معتبر خواهد بود، مانند استفاده از هادی حفاظتی، استفاده از پریزهای دارای اتصال به زمین و وصل کلیه بدنه‌های هادی به هادی حفاظتی و غیره.

۱۳-۶-۲-۲۰ از سیمها و کابلهای مخصوص «زیرگچی» فقط در مواردی می‌توان استفاده کـرد کـه طول انشعاب از محل سیم‌کشی ثابت تا محل مصرف‌کننده (مانند چراغ) بیش از ۱/۵ متر نباشد. در سایر موارد استفاده از این نوع سیم‌کشیها و کابل‌کشیها در تأسیسات اکیداً ممنوع خواهد بود.

# ۱۳–۷ تجهیزات سیم‌کشی (کلید، پریز، شستی، جعبه برداشت، جعبه تقسیم و غیره)

## ۱۳–۷–۰ کلیات

۱۳-۷-۰-۱ کلیه تجهیزات سیم‌کشی باید با مشخصات و شرایط مدار هماهنگی داشته باشند و درجه حفاظت آنها نیز براساس شرایط محلی که در آنجا نصب خواهند شد، یا بالاتر از آن، انتخاب شود.

**یادآوری ۱-به‌عنوان مثال، استفاده از تجهیزات سیم‌کشی داخلی (معمولی) در هوای آزاد ممنوع است و برای این منظور لازم است از انواع وسائل مقاوم در برابر عوامل طبیعی استفاده شود.**

۱۳-۷-۰-۲ چنانچه محفظه‌های تجهیزات از جنس عایق نباشند و از جنس هادی (فلزی) باشند، باید مانند سایر بدنه‌های هادی با آنها رفتار شود و آنها را به هادی حفاظتی متصل کرد.

**یادآوری۲-انواع تجهیزاتی که صفحات رویی فلزی دارند، به شرط داشتن لایه عایق در پشت، از وصل به هادی حفاظتی معاف خواهند بود.**

۱۳-۷-۰-۳ ولتاژ اسمی تجهیزات باید با ولتاژ اسمی سیستم برق هماهنگی داشته باشند.

## ۱۳–۷–۱ کلیدها

۱۳-۷-۱-۱ کلیدها باید برای استفاده در سیستمهای جریان متناوب و از نوع قطع و وصل سریع، بدون دخالت نحوه و سرعت عمل دست، مناسب باشند.

۱۳-۷-۱-۲ جز در مواردی که استاندارد ساخت کلید به نحوی دیگر مشخص کرده باشد، جریان اسمی کلیدها، باتوجه به نوع باری که قطع و وصل می‌کنند، باید برابر یا بزرگتر از مقادیر ذکرشده در زیر باشند:

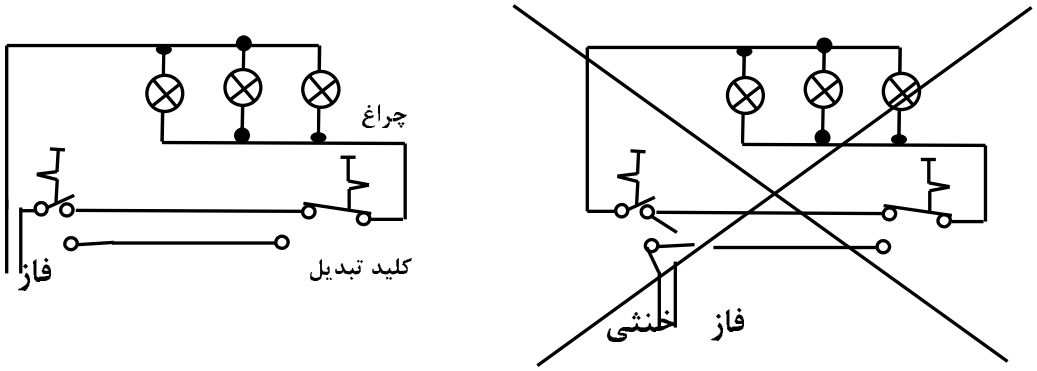
الف) برای بارهای با ضریب قدرت واحد (لامپهای رشته‌ای و نظایر آن): جریان مصرف؛

ب) برای بارهای با ضریب قدرت رآکتیو (موتورها و نظایر آن): ۱/۲۵ برابر جریان مصرف؛

ج) برای بارهای با ضریب قدرت خازنی (کاپاسیتیو) و مـواردی نظیـر لامپهـای گـازی بـا خازنهـای تصحیح ضریب قدرت و موتورهای با راه‌اندازی خازنی و نظایر آن: ۲ برابر جریان مصرف.

۱۳-۷-۱-۳ کلیدهای کنترل مدارها (از جمله چراغها) باید هادی فاز را قطع و وصل کننـد. قطـع و وصل هادی خنثی برای کنترل مدار ممنوع است.

۱۳-۷-۱-۴ کلیدهای تبدیل نباید با استفاده از روش غلط، که در آن هم هـادی فـاز و هـم هـادی خنثی به کلید وصل می‌شود، سیم‌کشی شود. این ممنوعیت در مـورد مـدارهای شـامل کلیـدهایی صلیبی نیز صادق است.




شکل ۳ نمایش روشهای صحیح و غلط سیم کشی با استفاده از کلیدهای تبدیل.

## ۱۳-۷-۲ پریزها

۱۳-۷-۲-۱ کلیه پریزها، اعم از یک فاز یا سه‌فاز، باید برای وصل هادی حفاظتی یک اتصال اضـافی داشته باشند.

۱۳-۷-۲-۲ جریان نامی پریزهای یک فاز باید حداقل ۱۶ آمپر و ساختمان آنها به نـوعی باشـد کـه وصل دوشاخه‌های دوپل معمولی (بدون اتصال به هادی حفاظتی) به آنها امکانپذیر نباشد، در حالی که باید بتوان دوشاخه‌های مخصوص لوازم دارای عایقبندی مضاعف را، که به هادی حفاظتی احتیاج ندارند، به آنها وصل کرد.

۱۳-۷-۲-۳ جریان نامی پریزهای سه‌فاز باید حداقل ۱۶ آمپر و دارای یک یا دواتصال اضافی برای وصل هادی حفاظتی یا هادیهای حفاظتی و خنثی باشد.

یادآوری ۱- چنانچه از پریزهای سه‌فاز دارای یک اتصال اضافی استفاده شود، این اتصال باید منحصراً برای وصل به هادی حفاظتی اختصاص داده شود.

یادآوری ۲- در پریزهای دارای دواتصال اضافی، یک اتصال مخصوص هادی حفاظتی و اتصال اضافی دوم مخصوص هادی خنثی است. باید دقت شود هریک از هادیهای یادشده به کنتاکتهای مربوط به خود اتصال داده شده باشند و برعکس وصل نشوند. همین دقت باید در سیم‌کشی و انجام اتصال در چند شاخه‌های مربوط نیز به عمل آید.

۱۳-۷-۲-۴ در محیطهایی که در آنها، به علت نوع کار، به سیستمهای دیگری غیر از جریان برق عادی نیاز هست، (مانند جریان ۶۰، ۱۰۰، ۴۰۰ هرتز یا جریان مستقیم) یا در محیطهایی که به هرعلت، از روشهای ایمنی مخصوص (مانند حفاظت از طریق ایجاد محیط عایق) استفاده می‌شود، باید، برحسب مورد، از انواع پریزهای مناسب استفاده شود. در این موارد باید مقررات معتبر برای هر سیستم رعایت شود.

۱۳-۷-۲-۵ استفاده از انواع اداپتورهای پریز (افزایش‌دهنده‌ها یا رابطهایی که محل اتصال یک پریز نصب ثابت را به دو یا سه انشعاب اتصال‌پذیر تبدیل می‌کنند) یا سرپیچهای دارای محل اتصال پریز، که در شکل ۴، بعضی از انواع این اداپتورها و سرپیچها که نشان داده شده‌اند، اکیداً ممنوع است. استفاده از انواع اداپتورهای مجاز طبق شکل ۵ یا انواع مشابه آن مجاز است.

# ۱۳–۸ تأسیسات جریان ضعیف

یادآوری - تأسیسات جریان ضعیف شامل سیستمهای زیر خواهد بود:

- تلفن، تلکس، نمابر و نظایر آن؛
- اعلام حریق و اعلام نشست گاز؛
- زنگ اخبار، احضار، ارتباط با در ورودی (دربازکن)؛
- پخش صوت، پیام‌رسانی؛
- آنتن مرکزی تلویزیون، رادیو؛
- سیستمهای دیگر (تلویزیون مداربسته، دزدگیر، ساعت مرکزی و غیره).
- شبکه رایانه و سیستمهای چندرسانه‌ای
- شبکه سیستم مدیریت ساختمان BMS و شبکه مدیریت انرژی EMS

## ۱۳–۸–۰ کلیات

۱۳-۸-۰-۱ علاوه بر رعایت کلیه دستورالعملها و راهنماییهای سازنده اینگونه سیستمها و همچنین دستورالعملها و راهنماییهای سازمانهایی که ممکن است بر سیستمهای یادشده نظارت داشته باشند (شرکت مخابرات، آتش‌نشانی و غیره) لازم است مقررات این فصل نیز رعایت شود. در صورت وجود مغایرت، به مقرراتی که از نظر ایمنی ارجحیت دارد عمل خواهد شد. تشخیص این ارجحیت با مقام مجری مقررات خواهد بود.

۱۳-۸-۰-۲ مدارهای هریک از سیستمهای جریان ضعیف باید به‌طور مستقل کشیده شود جز در مواردی که مجاز اعلام می‌شود و نباید با مدارهای سیستمهای دیگر، به خصوص با مدارهای قدرت (روشنایی، پریز، موتور و غیره) یکجا کشیده شود.

یادآوری ۱- مقصود این است که نباید از رشته‌های مختلف یک کابل یا هادیهای کشیده شده در یک لوله، برای سیستمهای مختلف یا مدارهای قدرت استفاده شود. (به‌ردیف ۱۳-۶-۲-۱۲ نیز مراجعه شود.)

یادآوری ۲- در موارد زیر می‌توان از کشیدن مدارهای سیستمهای ذکرشده به‌صورت یکجا استفاده کرد، مشروط به اینکه ولتاژ هیچ یک از هادیها از ولتاژ اسمی عایقبندی هادیهای جریان ضعیف مورد استفاده تجاوز نکند:

- تلفن، تلکس، نمابر و نظایر آن؛
- زنگ اخبار، احضار، دربازکن؛
- خطوط ارتباطی سیستم اعلام حریق با مرکز آتش‌نشانی یا مرکز اصلی (درصورت وجود).

۱۳-۸-۰-۳ کلیه مقررات عمومی مربوط به مدارها و لوازم قدرت (بخشهای ۱۳-۶ و ۱۳-۷) در مورد مدارهای تأسیسات جریان ضعیف نیز نافذند.

۱۳-۸-۰-۴ کابلهای مربوط به هر سیستم باید از نظر قطر و سطح مقطع و ساختمان آن برای سیستم موردنظر مناسب باشد.

۱۳-۸-۰-۵ دفن کابلهای جریان ضعیف در زمین به شرطی مجاز خواهد بود که ساختمان کابل برای این کار مناسب باشد.

۱۳-۸-۰-۶ چنانچه کابلهای سیستمهای جریان ضعیف در یک کانال در زیرزمین یا در یک مجرای بنایی و نظایر آن همراه با کابلهای قدرت کشیده شوند، باید نوعی حصار بنایی (آجر، دیوار آجری، دال یا کاشی) آنها را از هم جدا کند.

۱۳-۸-۰-۷ در ساختمانهای طبقه‌بندی‌شده در زیر، پیش‌بینی سیستمهای ذکرشده الزامی است.

جدول ۶- سیستمهای جریان ضعیف الزامی و اختیاری.

| نوع سیستم / نوع ساختمان | تلفن | زنگ اخبار یا احضار | دربازکن | اعلام حریق | پیام رسانی | آنتن مرکزی | شبکه رایانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مسکونی کمتر از ۵طبقه ( ازکف زمین ) | + | − | + | − | − | − | − |
| مسکونی ۵طبقه وبیشتر ( ازکف زمین ) | + | − | + | + | − | + | − |
| اداری،تجاری،خدمات عمومی | + | − | + | + | − | − | − |
| بیمارستانها درمانگاهها | + | + | − | + | + | − | − |
| مراکز اجتماع (مساجد، تئاترها، سینماها، سالنها ونظایر آن) | + | − | − | + | + | − | − |

+= سیستم الزامی  −= سیستم اختیاری

یادآوری ۳- درهمه ساختمانها می‌توان علاوه بر سیستمهای الزامی از هر سیستم دیگری نیز استفاده کرد.

۸-۰-۸-۱۳ قطر یا سطح مقطع هادیهای مربوط به هر سیستم نباید از مقادیر داده شده در زیر کمتر باشد:

جدول ۷- حداقل قطر یا سطح مقطع هادیهای جریان ضعیف

| سیستم | تلفن | زنگ/احضار | دربازکن | اعلام | پیام‌رسانی | آنتن مرکزی | رایانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | قطر – میلیمتر | | | حریق | میلیمترمربع | | |
| حداقل قطر یا سطح مقطع | ۰/۶ | | | * | ۱/۵ | کابل هم‌محور ۷۵اهم * | * |

*طبق دستور سازنده و یا شرایط محل

## ۱۳-۸-۱ سیستم تلفن

۱۳-۸-۱-۱ در ساختمانهایی که مراکز اختصاصی تلفن دارند، لازم است اتاق مرکز و در صورت نیاز اطاقهای سایر تجهیزات مربوط به سیستم تلفن در محلی مناسب، از نظر ارتباط با شبکه تلفن شهری و مدارهای داخلی ساختمان، پیش‌بینی شود و از آن جز برای نصب تجهیزات مربوط به تلفن، و در صورت داشتن فضای کافی برای دیگر تجهیزات جریان ضعیف، برای هیچ منظور دیگری استفاده نشود. ابعاد اتاق و راهروهای اطراف کابینت‌ها و میزهای مربوط باید برای انجام کلیه عملیات سرویس و تعمیرات کافی باشد.

۱۳-۸-۱-۲ در ساختمانهای فاقد مرکز تلفن اختصاصی، محل جعبه تقسیم ترمینال اصلی که خطوط ورودی به آن وصل می‌شود باید به نحوی انتخاب شود که انجام ارتباط بین این جعبه و خطوط شبکه شهری و جعبه‌های تقسیم طبقات به سهولت انجام شود.

۱۳-۸-۱-۳ جعبه تقسیمهای ترمینال طبقات یا مناطق توزیع باید باتوجه به توسعه‌های بعدی پیش‌بینی شوند و برای اتصالات اضافی محل کافی داشته، به ترمینال زمین مجهز باشند.

۱۳-۸-۱-۴ ارتباط بین جعبه‌تقسیمهای ترمینال طبقات و جعبه تقسیمهای نیمه اصلی یا جعبه تقسیم مرکز تلفن باید با کابل حفاظت‌شده در لوله‌ها یا مجاری کابل، انجام شود.

۱۳-۸-۱-۵ کابلهای مورد استفاده در سیستمهای تلفن باید نوعی پرده فلزی (فویل، زره یا نظایر آن) داشته، شامل یک رشته هادی مخصوص اتصال زمین باشد.

۱۳-۸-۱-۶ اتصالات بین جعبه تقسیمهای ترمینال و محل دستگاه تلفن (پریز تلفن) باید مشتمل برسه‌رشته هادی (شامل زمین) باشد.

یادآوری ۱- در ساختمانهای فاقد مرکز تلفن و اگر از نظر مقررات شرکت مخابرات بلامانع باشد، می‌توان به دورشته هادی اکتفا کرد.

۱۳-۸-۱-۷ اتصال به دستگاه تلفن می‌تواند به یکی از دوروش زیر انجام شود:

الف) در محل جعبه سیم‌کشی تلفن، جعبه انتهایی تلفن (که معمولاً به انتهای کابل دستگاه وصل است)، به صورت ثابت نصب شود؛ یا

ب) در محل جعبه سیم‌کشی تلفن، پریز مخصول تلفن (با حداقل سه کنتاکت) نصب و اتصال تلفن به آن از طریق سه یا چند شاخه مناسب انجام شود.

یادآوری ۲- در ساختمانهای فاقد مرکز تلفن خصوصی درصورت وجود شرایط ذکرشده در یادآوری ۱ می‌توان از پریز دوکنتاکته استفاده کرد.

یادآوری ۳- پریزهای دو، سه یا چند کنتاکته تلفن باید مخصوص این سیستم باشد، به‌گونه‌ای که وصل اشتباهی دو شاخه‌های برق به آنها یا دو، سه یا چند شاخه‌های تلفن به پریزهای برق امکانپذیر نباشد.

۱۳-۸-۱-۸ هادیهای اتصال زمین سیمها و کابلهای تلفن باید از طریق یک هادی حفاظتی، ترمینال زمین جعبه اصلی تلفن یا مرکز تلفن را به الکترود زمین ساختمان متصل کنند.

## ۱۳-۸-۲ سیستمهای: زنگ اخبار، احضار، ارتباط صوتی با در ورودی (بازکن)

۱۳-۸-۲-۱ کلیه مقررات عمومی برای سیم‌کشیها باید در مورد سیستمهای نامبرده نیز مراعات شود.

۱۳-۸-۲-۲ انتخاب نوع، قطر یا سطح مقطع و تعداد هادیهای هرسیستم بایدباتوجه به توصیه‌های سازنده سیستم انجام شود.

۱۳-۸-۲-۳ ترانسفورماتورهای تأمین نیروی موردنیاز در این سیستمها باید از نوع ایمن، با سیم‌پیچیهای مجزای اولیه و ثانویه باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور یا تقلیل‌دهنده‌های ولتاژ الکترونیکی ممنوع است.

## ۱۳-۸-۳ سیستم اعلام حریق

۱۳-۸-۳-۱ مراکز سیستم اعلام حریق باید از نوع تحت مراقبت دائم باشد، به‌گونه‌ای که عمل یکی از دتکتورها سبب برهم‌خوردن تعادل مدار و در نتیجه اعلام حریق در آن مدار شود.
قطعی یا بروز اتصالی در هر مدار باید به نحوی مطلوب ثبت و اعلام شود. بروز خرابی، از هر نوع، در یک مدار (زون) نباید سبب از کار افتادن سایر مدارها یا کل سیستم شود.
هر مرکز باید به وسائل تأمین نیروی ایمنی مخصوص به خود (باطری) با کلیه لوازم و متعلقات مربوط، مانند دستگاه شارژکننده و غیره، مجهز باشد تا سیستم در همه احوال آماده به‌کار باشد.

۱۳-۸-۳-۲ مرکز سیستم اعلام حریق باید در محلی که خارج از دسترس عموم است نصب شود و به‌طور شبانه‌روزی تحت مراقبت افراد کار آزموده باشد.
۱۳-۸-۳-۳ کلیه مدارهای سیستم اعلام حریق باید مستقل از سایر سیستمها کشیده شود و فقط در مواردی که بین مرکز اعلام حریق و ایستگاه آتش نشانی ارتباط وجود دارد، می‌توان از مدارهای سیستم تلفن برای این منظور استفاده کرد. کلیه مقررات شرکت تلفن در این مورد باید رعایت شود.
۱۳-۸-۳-۴ در ساختمانهایی که به سیستم اعلام حریق مجهز می‌شوند، علاوه بر محلهای نصب انواع دتکتورها بر حسب ضرورت، در محلهای زیر نیز باید دتکتور مناسب (دودی یا حرارتی) نصب شود:

الف) اتاقهای ترانسفورماتور، اتاقهای تابلوها (اتاقهای برق)؛

ب) اتاقهای مربوط به تأسیسات مکانیکی؛

ج) موتورخانه آسانسور و چاه آسانسور؛ (مبحث۱۵- آسانسورها و پله‌های برقی دیده می‌شود)

د) کریدورها و راه‌پله‌ها؛

هـ) اتاق مرکز تلفن و سیستمهای جریان ضعیف.

۱۳-۸-۳-۵ وسائل صوتی اعلام حریق (آژیر، بوق، زنگ و نظایر آن) باید از انواعی باشند و نیز محل نصب آنها در فضاهای عمومی ساختمان باید به نحوی انتخاب شود که هنگام بروز حریق، صدای آنها به سهولت در دورترین نقاط ساختمان قابل شنیدن باشد.

## ۱۳-۸-۴ سیستم پیام‌رسانی (سیستم صوتی)

۱۳-۸-۴-۱ دستگاههای مرکز تقویت و پخش سیستم پیام‌رسانی باید از نوع با ولتاژ زیاد (۵۰-۷۰-۱۰۰-۱۴۰ ولت) یا امپدانس زیاد باشد. قدرت اسمی سینوسی سیستم باید حداقل معادل جمع قدرتهای بلندگوها، با احتساب نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای تطبیق آنها، باشد. هر مدار خروجی باید مجهز به وسیله حفاظت مخصوص به خود باشد، به نحوی که خرابی در یک مدار سبب از کارافتادگی کل سیستم نشود. انجام کلیه اتصالات باید با به‌کارگیری اتصالهای مخصوص برای هر مورد (فیش، ادیو، دین و غیره)، انجام شود.

۱۳-۸-۴-۲ هادیهای مدارهای میکروفن باید مخصوص این کار (مجهز به پرده یا زره و نظایر آن) باشد و همراه با هیچ مدار دیگری، مانند مدار بلندگو، به داخل یک لوله هدایت نشود.

۱۳-۸-۴-۳ مدارهای تغذیه‌کننده بلندگوها باید مستقل از سیستمهای دیگر، به داخل لوله‌های فولادی هدایت شوند، مگر آنکه هادیهای دارای پرده فلزی زمین شده باشند ه در این صورت استفاده از لوله پلاستیکی مجاز خواهد بود.

۱۳-۸-۴-۴ کلیه اتصالات مربوط به ترانسفورماتورهای تطبیق بلندگوها باید با لحیم‌کاری یا با استفاده از لحیم‌کاری و اتصالهای مخصوص اجرا شود. استفاده از اتصالات پیچی، جز در مواردی که اجزای سیستم مجهز به اینگونه اتصالیهای باشند، ممنوع است.

۱۳-۸-۴-۵ در ساختمانهایی که به سیستم پیام‌رسانی مجهز می‌شوند، علاوه بر محلهای نصب انواع بلندگو بر حسب ضرورت، در محلهای زیر نیز باید بلندگو نصب شود:

الف) کابین آسانسور؛

ب) سرسرای انتظار آسانسور؛

ج) راهروها و راه‌پله‌ها

## ۱۳–۸–۵ سیستم آنتن مرکزی تلویزیون، رادیو

۱۳-۸-۵-۱ مرکز تقویت و تغییر فرکانس سیستم آنتن مرکزی باید کلیه کانالهای موجود در منطقه نصب را شامل شود وحداقل قدرت تقویت آن معادل حداکثر افت در کل سیستم توزیع شبکه محلی باشد.

۱۳-۸-۵-۲ کلیه لوازم و وسائل به‌کار رفته در سیستم آنتن مرکزی باید از انواع مخصوص این کار باشد و از وسائل متفرقه و نامربوط در آن استفاده نشود.

۱۳-۸-۵-۳ کابلهای سیستم توزیع آنتن باید از نوع هم محور با امپدانس مشخصه ۷۵ اهم باشد و سطح مقطع آن با توجه به مشخصات سیستم و افت آن انتخاب شود.

۱۳-۸-۵-۴ مدارهای سیستم آنتن مرکزی باید به صورت مستقل از دیگر سیستمها، در لوله‌های مخصوص آن هدایت شوند.

## ۱۳–۸–۶ سیستمهای جریان ضعیف دیگر

سیسمتهای چندرسانه‌ای، شبکه‌های رایانه‌ای، سیستمهای حفاظتی و دزدگیر، تلویزیون مداربسته، ساعت مرکزی، کنترل و ابزار دقیق و سیستمهای BMS (سیستم مدیریت ساختمان)

۱۳-۸-۶-۱ علاوه بر رعایت کلیه مقررات ذکرشده برای انجام سیم‌کشی و کابل‌کشیها، در مورد هریک از سیستمهای مورداستفاده باید همه خواستهای سازنده سیستم مراعات شود.

۱۳-۸-۶-۲ مدارهای هر سیستم باید مستقل از مدارهای سیستمهای دیگر، از هر نوع که باشند، کشیده شوند.

# ۱۳–۹ محیطهای عادی و مخصوص

## ۱۳–۹–۰ کلیات

یادآوری۱- مقررات ذکرشده در این کلیات، در تأسیسات الکتریکی همه انواع ساختمانها قابل اجراست.

یادآوری۲- مقررات ذکرشده برای محیطهای مخصوص کلی است و چنانچه نامی از محیطی مخصوص برده نشده باشد، دلیل بر عدم لزوم رعایت مقررات مخصوص درآن نخواهد بود. به‌طور کلی مقررات مربوط به هر محیط مخصوص باید براساس کلیات ذکرشده در این مقررات و دستورالعملها و مقررات ذکرشده در استانداردهای معتبر دیگر (پیشگفتار، بخش ۱۳-۰) رعایت شود.

۱۳-۹-۰-۱ هر لامپ رشته‌ای (التهابی) کوچکتر از ۱۰۰ وات و هر لامپ یا نقطه روشنایی ثابت، که توان آن در حین طرح و اجرا معلوم نباشد، باید در محاسبه جریان مجاز مدار و تخمین درخواست (دیماند) ۱۰۰ وات محسوب شود و جریان و درخواست لامپهای بزرگتر، به مقدار نامی آنها به حساب آورده شود.

۱۳-۹-۰-۲ هر لامپ تخلیه الکتریکی در گازها (فلورسنت، جیوه‌ای، سدیم و غیره)، حتی اگر مجهز به خازنهای تصحیح ضریب قدرت باشند، باید در محاسبه جریان مجاز مدار بدون خازن به حساب آورده شود. توان وسیله راه‌اندازی و تثبیت جریان آنها نیز در تخمین درخواست باید منظور شده باشد.

۱۳-۹-۰-۳ مدارهای تغذیه‌کننده چراغها یا نقاط روشنایی نباید پریزها یا هرگونه وسیله یا دستگاه دیگر را تغذیه کنند.

یادآوری ۳ - از هر مدار روشنایی می‌توان یک موتور کوچک را، به شرط آنکه توان آن از ۱۰۰ وات تجاوز نکند، تغذیه کرد.

یادآوری ۴ - در محاسبه جریان مدارهای تغذیه‌کننده مخلوطی از چراغهای رشته‌ای و گازی، علیرغم وجود اختلاف فاز، جریانها باید به صورت جبری جمع شوند.

۱۳-۹-۰-۴ در ساختمانهای مسکونی هر مدار روشنایی نباید بیش از ۱۲ چراغ یا نقطه روشنایی را، اگر در بیش از یک اتاق یا فضای مشخص قرار گرفته باشند، تغذیه کند.

یادآوری۵ - تعداد چراغهای مدار که در یک اتاق یا فضای مشخص نصب می‌شوند تنها به جریان مجاز مدار محدود می‌شود.

۱۳-۹-۰-۵ هر مدار پریز نباید بیش از ۱۲ پریز مربوط به مصارف عمومی (غیرمشخص) را تغذیه کند.

یادآوری۶- اگر نوع و توان وسائلی که از پریزها تغذیه خواهند کرد معلوم باشد، تعداد آنها برای هر مدار محدود به توان مجاز خواهد بود، به شرط آنکه از ۱۲ تجاوز نکند.

۱۳-۹-۰-۶ در یک اتاق یا فضای مشخص، کلیه پریزها باید فقط از یک مدار معین تغذیه کنند، مگر اینکه فاصله مستقیم دوپریز وصل شده به دومدار مختلف، ۵متر یا بیشتر باشد.

۱۳-۹-۰-۷ کلیه مدارهای نهایی، اعم از روشنایی و پریز، باید برای وصل به بدنه‌های هادی چراغها یا کنتاکت پریزها (برحسب مورد) شامل هادی حفاظتی باشند.

یادآوری ۷- چنانچه بدنه چراغی از جنس عایق باشد، هادی حفاظتی در محل آن به دقت عایقبندی و رها می‌شود تا اگر احتمالاً در آینده در محل آن چراغ عایق چراغی با بدنه هادی نصب شود، از آن هادی حفاظتی استفاده شود.

۱۳-۹-۰-۸ ارتفاع پریزهای نصب‌شده روی دیوار از کف تمام شده نباید کمتر از ۰/۳ متر باشد.

۱۳-۹-۰-۹ کلیه پریزها باید مجهز به هادی حفاظتی باشند.

یادآوری ۸ - استفاده از پریزهای دوپل (دوکنتاکت) یا انواع پریزهای مخصوص، بر حسب مورد، تنها درصورتی مجاز خواهد بود که طبق ردیف ۱۳-۰-۴-۲ از روشهای ایمنی مخصوص استفاده شده باشد.

۱۳-۹-۰-۱۰ استفاده از پریزهای چندخانه مجاز است و در این صورت، از نظر ردیف ۱۳-۹-۰-۵ هر خانه، یک پریز به حساب می‌آید.

۱۳-۹-۰-۱۱ به هر پریز یا خانه پریز فقط یک دوشاخه می‌توان وصل کرد. (ردیف ۱۳-۷-۲-۵ ملاحظه شود.)

۱۳-۹-۰-۱۲ توان مصرفی هر مدار پریز را باید باتوجه به ردیف پ۳-۶-۲ از پیوست ۳، «راهنمای استفاده از ضریب همزمانی» و یا طبق جدول پ ۳، از روی جریان نامی وسیله حفاظتی مدار انتخاب کرد.

۱۳-۹-۰-۱۳ توان مصرفی تجهیزات نصب ثابت، باید برابر توان نامی آنها انتخاب شود.

۱۳-۹-۰-۱۴ برای آگاهی از نحوه استفاده از ضرایب همزمانی و برآورد درخواست (دیماند)، به پیوست ۳، «راهنمای استفاده از ضریب همزمانی» مراجعه شود.

## ۱۳-۹-۱ محیطهای با شرایط عادی (محیطهای خشک)

یادآوری۱ - منظور محیطهایی است که در آنها دما و رطوبت و شرایط دیگر عادی‌اند. در اینگونه محیطها معمولاً ژاله‌زایی یا تعرق صورت نمی‌گیرد و به عبارت دیگر، هوا از رطوبت اشباع نمی‌شود. اینگونه محیطها از جمله عبارتند از: منازل، ادارات، مغازه‌ها، محیطهای کار خشک و نظایر آنها. آشپزخانه منازل جزو محیطهای خشک به حساب می‌آیند.

### ۱۳-۹-۱-۱ آپارتمانها و منازل مسکونی

۱۳-۹-۱-۱-۱ همه واحدهای مسکونی، بدون درنظر گرفتن سطح زیربنای آنها،باید حداقل دومدار نهایی مستقل، به شرح زیر داشته باشند:

الف) یک مدار مختص روشنایی؛

ب) یک مدار مختص پریزها؛

در هرحال، شرایط ذکرشده در کلیات این فصل (۱۳-۹-۰) باید رعایت شده باشد.

یادآوری۲ - دومدار یادشده از این نظر لازم‌اند که در صورت بروز اختلال در یکی از مدارها، مدار دیگر تا رفع خرابی، روشنایی واحد مسکونی را تأمین کند تا از پیش‌آمدن هر گونه خطر احتمالی ناشی از تاریکی، جلوگیری شود.

یادآوری ۳- در واحدهای بزرگتر، تعداد مدارهای یادشده ممکن است بیش از دو باشد.

۱۳-۹-۱-۱-۲ در همه اتاقها و فضاهای مسکونی (جز آشپزخانه، دستشویی، حمام و نظایر آن) پریزها باید در نقاطی تعبیه شوند که فاصله هیچیک از نقاط خط پیرامون کف اتاق، از تصویر پریزها بر روی خط پیرامون، از ۱/۵ متر بیشتر نباشد. اندازه‌گیری بر روی خط پیرامون انجام می‌شود. درها و پنجره‌های شروع شده از کف نباید در اندازه‌گیری دخالت داده شوند.

یادآوری ۴- برای مثال فاصله تصویر پریز بر روی خط پیرامون از نزدیکترین لبه دریا پنجره‌ای که از کف شروع شده است نباید از ۱/۵ متر بیشتر باشد.

یادآوری۵ - تابلو یا تابلوهای واحدهای مسکونی نباید در محیطهای نمناک (حمامها، رختشویخانه‌ها و نظایر آن)، و یا در اتاقی که ممکن است خارج از دسترس قرار گیرد، مستقر شود. نصب تابلو در آشپزخانه، به شرطی که حداقل فاصله آن از شیرهای آب و لوله‌ها و اجاق گاز از ۱/۵ متر کمتر نباشد، مجاز است.

۱۳-۹-۱-۱-۳ در آشپزخانه‌های منازل مسکونی و نظایر آن (آبدارخانه‌ها و غیره) باید برای هم‌ولتاژ کردن، همبندی اضافی اجرا شود.ترمینال همبندی اضافی‌به‌شکل یک بلوک‌ترمینال‌یا شینه مسی درداخل جعبه در دار قابل بازدید نصب خواهد شد.این همبندی باید موارد زیر را شامل شود:

۱- یخچال

۲- اجاق

۳-قفسه‌بندی فلزی

۴- ظرفشویی (سینک)

۵- هر نوع وسائل برقی

۶- لوله‌های آب سرد و گرم فلزی

۷- لوله فاضلاب فلزی

۸- لوله‌های حرارت مرکزی فلزی

۹- لوله گازرسانی

۱۰- اجزای فلزی ساختمان, از جمله ستونها

۱۱- هادیهای حفاظتی مدارهای پریز و روشنایی

۱۳-۹-۱-۱-۴ محل و تعداد پریزهای آشپزخانه باید باتوجه به تجهیزات پیش‌بینی شده و محلهای کار انتخاب شوند.

یادآوری۶ - چراغها و تجهیزاتی که از طریق پریز تغذیه می‌شوند، با وصل هادی حفاظتی آنها به بلوک ترمینال یا شینه همبندی می‌شوند.

## ۱۳-۹-۲ حمامها در منازل، هتلها و نظایر آن

۱۳-۹-۲-۱ در حمامها، مانند کلیه محیطهای دیگر، پریزهای مورد استفاده باید مجهز به هادی حفاظتی باشند، مگر در مواردی که از پریزهای مخصوص مجهز به ترانسفورماتور ایمنی (دارای دوسیم‌پیچ جدای اولیه و ثانویه) استفاده شده باشد، که در این صورت احتیاجی به هادی حفاظتی نخواهد بود (پریز معروف به ریش‌تراش).

۱۳-۹-۲-۲ در محدوده‌ای که از کف حمام تا ارتفاع ۲/۲۵ متر و در جهت افقی از لبه‌های وان یا زیردوشی ۰/۶متر امتداد دارد، نباید هیچگونه کلید، پریز یا هر وسیله برقی دیگر نصب شده باشد. (شکل ۵ ملاحظه شود).

یادآوری ۱ - کلیدهایی که جزو وسایل نصب ثابت‌اند (کلیدهای روی دستگاهها) از این قاعده مستثنایند.

۱۳-۹-۲-۳ در محدوده‌ای که در شکل ۶ نشان داده شده است، علاوه بر کلید و پریز، نباید تا عمق ۶ سانتیمتری از سطح دیوار هیچ‌گونه مداری عبور کند، مگر مدارهای مربوط به وسائل نصب ثابت در حمام (مانند آبگرمکن برقی).

۱۳-۹-۲-۴ چراغهای نصب‌شده در محدوده دوش در حمام باید دارای درجه حفاظت Ip 44 یا بیشتر باشد.

۱۳-۹-۲-۵ در کلیه حمامها، صرفنظر از اینکه وسائل نصب ثابت در آنها وجود داشته باشد یا نه، باید برای همولتاژ کردن، همبندی اضافی اجرا شود. ترمینال همبندی اضافی‌به‌شکل یک بلوک‌ترمینال‌یا شینه مسی درداخل جعبه در دار قابل بازدید نصب خواهد شد.این همبندی باید موارد زیر را شامل شود:

۱- وان یا زیردوشی فلزی

۲- لوله‌های آب سردو گرم فلزی

۳- بدنه‌های هادی وسائل نصب ثابت

۴- لوله فلزی فاضلاب

۵- لوله‌های گاز، حرارت مرکزی یا هر نوع لوله دیگر فلزی

۶- هادیهای حفاظتی مدارهای پریز و روشنایی

یادآوری ۲ - چراغها و تجهیزاتی که از طریق پریز تغذیه می‌شوند، با وصل هادی حفاظتی آنها به بلوک ترمینال یا شینه همبندی می‌شوند.

## ۱۳-۹-۳ محیطهای نمناک - محیطهای مرطوب

یادآوری ۱- محیطهای نمناک محیطهایی‌اند که در آنها وجود نم، ژاله‌زایی یا آثار مواد شیمیایی و غیره ممکن است مانع کار صحیح وسائل الکتریکی شود. اینگونه محیطها برای نمونه عبارتند از: فضای تهیه علوفه، اصطبل، زیرزمین نمناک، آشپزخانه بزرگ (تجاری)، قصابی، نانوایی، سردخانه، دیگخانه، گلخانه، محیط باز (هوای آزاد) و نظایر آن.

یادآوری۲- محیطهای مرطوب محیطهایی‌اند که در آنها علاوه بر وجود نم، دیوارها و کفها، برای نظافت، معمولاً با آب تحت فشار (آب شیلنگ) شسته می‌شود؛ اینگونه محیطها برای نمونه عبارتند از:رختشویخانه، کارگاه مرطوب، کارواش، حمام، اتوکشی، کارگاه یا کارخانه لبنیات و پنیربندی، قصابیهای بزرگ، دباغخانه، کارگاه و کارخانه شیمیایی، آبکاری فلزات (الکترولیز) و نظایر آنها.

۱۳-۹-۳-۱ در این محیطها انجام سیم‌کشی از نوع توکار و یا روکار، تنها با استفاده از لوله فولادی، لوله پلاستیکی سخت، کابلهای با غلاف پلاستیکی، سربی و کابلهای با عایقبندی معدنی، مجاز است.

۱۳-۹-۳-۲ تجهیزات به‌کار رفته در این محیطها باید مجهز به اتصالات مخصوص مربوط به نوع سیم‌کشی مورد استفاده باشد تا از نفوذ رطوبت به داخل لوله‌ها و تجهیزات (چراغها، جعبه تقسیمها، کلیدها، پریزها، وسایل مصرف‌کننده و غیره) جلوگیری شود.

۱۳-۹-۳-۳ باتوجه به مفاد ردیف ۱۳-۹-۳-۲، کلیه لوازم و تجهیزات به‌کار رفته در اینگونه محیطها باید از درجه حفاظت زیر برخوردار باشد:

الف) در محیطهای نمناک، لوازم و تجهیزات ضدترشح آب، با درجه حفاظت حداقل $IP44$،

ب) در محیطهای مرطوب، لوازم و تجهیزات ضد آب تحت فشار، با درجه حفاظت حداقل $IP45$،

۱۳-۹-۳-۴ کلیه لوازم و تجهیزات، به‌کار رفته باید ضدزنگ و در برابر موادخورنده مقاوم باشند.

۱۳-۹-۳-۵ قطعات فلزی به‌کار رفته در تأسیسات، از جمله لوله‌های فولادی باید دارای پوشش ضدزنگ باشند.

## ۱۳-۹-۴ محیطهای گرم

یادآوری ۱- محیطهای گرم محیطهای‌اند که دمای آنها بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد باشد. اینگونه محیطها معمولاً جزو محیطهای نمناک یا مرطوب نیز هستند. اینگونه محیطها، برای نمونه عبارتند از: کارخانجات فولاد، شیشه، گاز، ذغال کک، و غیره، دیگخانه، محیطهای همجوار کوره‌های آبگیری فلزات، ذوب کاری، کوره‌های خشکسازی و نظایر آنها.

۱۳-۹-۴-۱ کلیه مقررات ذکر شده در ردیف ۱۳-۹-۳ (محیطهای نمناک و مرطوب) باید در این مورد نیز رعایت شود.

۱۳-۹-۴-۲ وسائل و لوازم مورد استفاده، هادیها و دیگر لوازم به‌کار رفته و غیره در محیطهای گرم باید برای کار و استفاده در اینگونه محیطها مناسب باشد و ضرایب تقلیل مناسب برای تمامی آنها اعمال شود.

## ۱۳-۹-۵ تأمین ایمنی در ساختمانهای بلندمرتبه (برجها)، تالارهای اجتماعات، سینماها، تئاترها

یادآوری۱ - در هریک از موارد ذکرشده، تأسیسات معمولی باید طبق مقررات پیش‌بینی شود. مقررات ارائه شده در زیر، فقط دربردارنده جنبه‌های ایمنی است.

۱۳-۹-۵-۱-۱ ساختمانهای بلندمرتبه باید به نیروگاه اضطراری مجهز باشند. توان نیروگاه باید برای راه‌اندازی و کار مداوم موارد زیر کافی باشد:

الف) حداقل یک آسانسور از هر گروه (بانک)؛

ب) تلمبه‌های آتش‌نشانی؛

ج) تهویه محیطهای فاقد ورودی هوای خارج؛

د) سیستمهای ارتباطی (تلفن، اعلام‌حریق، پیام‌رسانی در صورت وجود)؛

هـ) هرگونه سیستمی که تأمین نیروی آن توسط سرویسهای دیگر درخواست شود؛

و) مواردی که در ردیفهای ۱۳-۹-۵-۲ و ۱۳-۹-۵-۳ ذکر شده‌اند.

۱۳-۹-۵-۱-۲ برای جاهای زیر باید روشنایی ایمنی، که شدت آن از ۱۰ لوکس کمتر نباشد پیش‌بینی شود:

الف) راهروها و راههای خروجی؛

ب) پله‌ها؛

ج) آسانسورها وسرسراهای آسانسور در طبقات؛

د) محوطه‌هایی که در مسیر راههای خروج قرار دارند.

۱۳-۹-۵-۱-۳ مدارهای روشنایی موارد زیر باید قابل اتصال به منبع نیروی اضطراری باشد:

الف) پستها و اتاقهای اصلی و فرعی برق، موتورخانه‌های آسانسور؛

ب) نیروگاه‌اضطراری؛

ج)اتاقهای وسائل کنترل، مخابرات و اعلام حریق.

۱۳-۹-۵-۲ در تالارهای سینما و تئاتر، در هنگام نمایش شدت روشنایی در هیچ یک از راهروها نباید از ۲ لوکس کمتر باشد. علائم روشن «خروج» باید در بالای همه درهای خروجی و اضطراری نصب و مقررات ردیفهای ۱۳-۹-۵-۱ و ۲ و ۳ در این مورد نیز باید رعایت شود. کلیه مدارهای مربوط به موارد ذکرشده باید از منابع ایمنی تغذیه شوند.

۱۳-۹-۵-۳ کلیه مقررات ذکرشده در ردیف ۱۳-۹-۵-۲ در مورد تالارهای اجتماعات نیز صادق است، با این تفاوت که شدت روشنایی در آنجا نباید هیچگاه از ۱۰ لوکس کمتر باشد.

## ۱۳-۹-۶ محیطهای مخصوص دیگر

۱۳-۹-۶-۱ تأسیسات الکتریکی در محیطهای مخصوص که به علت اوضاع محیطی یا عملیاتی، خطرات عدیده‌ای را از نظر ایمنی به وجود می‌آورند یا تأثیر نامناسبی بر نحوه کار تجهیزات، وسائل و لوازم دارند، باید طبق مقررات مربوط به هریک از آنها اجرا شود. این قبیل محیطها، برای مثال، عبارتند از:

- محوطه‌هایی در مراکز درمانی که در آنها از گازهای قابل انفجار استفاده می‌شود؛

- محیط‌های با خطر آتش‌سوزی و یا انفجار؛
- استخرهای شنا؛
- محوطه‌های تأسیسات کشاورزی؛
- محوطه‌های تأسیسات مربوط به کامپیوترها؛
- محوطه‌های انواع تأسیسات دیگری که برای آنها مقررات مخصوص وجود دارد.
- درحال حاضر و تا تهیه‌شدن مقررات و آیین‌نامه‌های ملی برای محیطهای مخصوص،استفاده از یکی از مقررات، آیین‌نامه‌ها یا استانداردهای ذکرشده در بخش ۱۳-۰ «پیشگفتار»، الزامی خواهد بود.

# ۱۳– ۱۰محتوای نقشه‌ها و مدارک

## ۱۳–۱۰–۰ کلیات

۱۳-۱۰-۰-۱ برای دریافت مجوز، و متعاقب آن اجرای تأسیسات الکتریکی در هر ساختمان لازم است نسخه‌های نقشه‌های اجرایی تأسیسات الکتریکی همراه با مدارک دیگر، که در این فصل به آنها اشاره خواهد شد، به تعداد لازم، حاوی اجزاء ، اطلاعات و توضیحات کافی، برای تصویب، تحویل ناظر رسمی اجرای این مقررات شود.

۱۳-۱۰-۰-۲ نقشه‌های نشاندهنده محل فیزیکی لوازم، تجهیزات، وسایل، دستگاهها، مدارها و دیگر اجزای تأسیسات باید در زمینه‌ای از نقشه‌های معماری ساختمان، شامل کلیه اجزای اصلی اجرایی آن، پیاده شود. مقیاس نقشه‌ها نباید از ۱/۱۰۰ کوچکتر باشد.
نقشه‌های مربوط به تأسیسات جریان ضعیف درصورت موافقت ناظر اجرای مقررات نباید از مقیاس ۱/۲۰۰ کوچکتر باشد.
۱۳-۱۰-۰-۳ نقشه‌ها و نمودارها باید خوانا و واضح باشد و به‌نحوی تهیه شده باشد که بین خطوط و اجزاء و نوشته‌های مربوط به تأسیسات و زمینه، هیچ‌گونه ابهامی وجود نداشته باشد.
۱۳-۱۰-۰-۴ برای نمایش اجزاء، تجهیزات و لوازم تأسیسات الکتریکی در نقشه‌ها و نمودارها باید از نشانه‌های ترسیمی استاندارد، که در پیوست ۴ ارائه شده است، استفاده شود. اندازه‌های نشانه‌های ترسیمی باید متناسب با مقیاس نقشه‌های زمینه انتخاب شود.
۱۳-۱۰-۰-۵ نمودارها و اجزای توضیحی و نمودارهای بالارو (رایزر) و طرحواره‌ها و جداول و غیره، که احتیاج به زمینه نقشه معماری ندارند، باید بر روی نقشه‌های مجزا و یا درصورت وجود حواشی خالی، در پلانها ترسیم شوند.
یادآوری ۱- ابعاد نقشه‌ها باید استاندارد و با ابعاد نقشه‌های معماری یکسان باشد.
یادآوری ۲ - برای خوانا بودن نقشه‌ها، ذکر اندازه‌ها و دیگر یادداشتهای مربوط به معماری و مسائل بنایی و نظایر آن بر روی نقشه‌های زمینه لازم نخواهد بود، اما مقیاس نقشه حتماً باید ذکر شود.
یادآوری ۳- در صورت احتیاج، برای توضیح بعضی از اجزای مربوط به تأسیسات باید از نقشه‌های مقاطع و نماها و غیره و یا بخشی از آنها استفاده شود.
یادآوری ۴- هرگونه طرحواره، نمودار، جدول، نقشه توضیحی یا نقشه جزئیات که برای روشن‌شدن مسائل اجرایی لازم است باید جزو نقشه‌های اجرایی ارائه شود.
یادآوری ۵- در انتخاب محل و نحوه نصب کلیه تجهیزات و مسیر همه مدارها و غیره باید به ملاحظات معماری توجه شود و امکانات ساختمانی سنجیده و سایر تأسیسات موجود در نظر گرفته شود و از طریق کسب نظر مسئولان مربوط هماهنگی لازم با همه آنها به عمل آید.

## ۱۳-۱۰-۱ محتوای نقشه‌ها

یادآوری ۱- در کنار نشانه ترسیمی دستگاهها، وسائل، تجهیزات و دیگر اجزای مصرف‌کننده یا کنترل‌کننده برق و نظایر آن (مانند چراغها، پریزها، دستگاهها، کلیدها و غیره) باید قدرت مصرفی و سایر مشخصات مهم آنها ذکر شود. به‌جای‌این کار می‌توان با استفاده از نوعی کد که ممکن است از یک یا چند حرف یا عدد یا ترکیبی از آنها یا به روش مناسب دیگر تشکیل شده باشد، استفاده کرد و در جای دیگری از نقشه‌ها (شرح نشانه‌های اختصاری یا شرح جزئیات تابلوها و غیره) مشخصات لازم را در برابر کد مربوط ذکر کرد.

۱۳-۱۰-۱-۱ نقشه‌های تأسیسات الکتریکی باید کلیه لوازم و اجزای پیش‌بینی‌شده را به شرح زیر در محل نصب آنها نشان دهد:

الف) چراغها، با ذکر نوع وتوان مصرفی آنها؛

ب) پریزها، با ذکر نوع آنها (درصورت احتیاج)؛

ج) کلیدهای فرمان چراغها و دیگر تجهیزات.

یادآوری ۲- اگر از نظر تشخیص پیوند چراغی با کلید فرمان آن احتمال بروز سوءتفاهم وجود داشته باشد، باید با استفاده از نوعی علامت این ارتباط را مشخص کرد.

د) نوع و مشخصات اصلی اجزای تأسیسات جریان ضعیف؛

یادآوری ۳ - چنانچه تأسیسات الکتریکی ساختمان از انواع سیستمهای مختلف تشکیل شده باشد و امکان بروز سوءتفاهم در خواندن نقشه‌ها وجود داشته باشد، سیستمهای موجود باید به دو یا چند گروه تفکیک و بر روی دو یا چند سری نقشه زمینه ثبت و تحویل شوند.

هـ) نوع و توان مصرفی و سایر مشخصات لازم وسائل، دستگاهها و لوازم نصب ثابت؛

و) محل و نوع تابلوهای حفاظت و کنترل؛

ز) جزئیات تابلوهای حفاظت و کنترل به‌صورت نمودار تکخطی، با ذکر نوع و یا توان و یا جریان مجاز کلیه اجزای تشکیل‌دهنده آن به شرح زیر:

۱- مشخصات اصلی وسائل قطع و وصل و حفاظتی تابلو برای مدارهای ورودی و خروجی شامل نوع، جریان نامی، قدرت قطع و غیره؛

۲- نوع، تعداد رشته‌ها و سطح مقطع مدارهای خروجی و ورودی، با ذکر تجهیزاتی که تغذیه می‌کنند و توان آنها برای مدارهای خروجی و مبداء مدارهای ورودی؛

۳- توان کل نصب‌شده و حداکثر درخواست تابلو به وات یا کیلو وات و ضریب توان تخمینی؛

۴- نوع، توان مصرفی و سایر مشخصات لوازم جنبی (وسائل اندازه‌گیری، نشانگر، فرمان و غیره).

یادآوری ۴- برای تابلوهای اصلی باید اطلاعات لازم برای انتخاب صحیح شینه‌های اصلی، باتوجه به توسعه در آینده و حداکثر قدرت اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب، ذکر شود.

ح) مسیرها و مشخصات اصلی مدارها به شرح زیر:

۱- مدارهای نهایی قدرت ـ مدارهایی که تابلوها را به مصرف‌کننده‌ها و کلیدهای فرمان آنها وصل می‌کنند (چراغها، کلیدها، پریزها، وسائل و دستگاههای نصب ثابت و غیره) با ذکر نوع مدار (کابل، سیم و یا لوله)، نحوه نصب (توکار، روکار)، تعدادرشته‌هاوسطح‌مقطع‌آنها،محل جعبه تقسیمها و غیره؛
۲ـ مدارهای اصلی تغذیه‌کننده تابلوها، با ذکر مشخصات آنها مشابه ردیف ۱ در بالا؛
۳ـ مدارهای مربوط به سیستمهای جریان ضعیف، با ذکر مشخصات آنها مشابه ردیف ۱ در بالا.
ط) نوع، مشخصات اصلی و در صورت داشتن مورد، توان وسائل و دستگاههای تأسیسات جریان ضعیف.
یادآوری۵ - برای نمایش اتصالات بین تابلوهای اصلی و فرعی و نظایر آن باید نمودار تکخطی و یا نمودار بالارو (رایزر) مناسبی ارائه شده باشد.
یادآوری ۶ - در ساختمانهای کوچک و یا ساختمانهایی که آپارتمانهای آن مشابه باشد و ابهامی از نظر تغذیه تابلوهای نهایی آنها وجود نداشته باشد، می‌توان به تهیه نقشه تأسیسات الکتریکی یک آپارتمان و نمودار بالارو اکتفا کرد.

## ۱۳-۱۰-۲ محتوای مدارک

۱۳-۱۰-۲-۱ ارائه مدارک مربوط به طرح تأسیسات الکتریکی به همراه نقشه‌ها هنگامی لازم خواهد بود که ذکر کلیه اطلاعات خواسته شده در نقشه‌ها مقدور و یا مطلوب نبوده، و ناظر رسمی اجرای این مقررات آنها را درخواست کرده باشد. اینگونه مدارک ممکن است شامل محاسبات فنی مربوط به اجرای طرح، برآورد درخواست (دیماند) نیروی برق و نظایر آن و یا حاوی اطلاعات و مشخصات دقیق برخی از تجهیزات و دستگاهها و لوازم باشد.
یادآوری ۱- در مورد ساختمانهای عمومی، اداری، خدماتی، درمانی، صنعتی، آموزشی و غیره که براساس ضوابط مربوط، ارائه مدارک فنی به مجریان آنها لازم باشد، ممکن است مدارک ذکرشده در ردیف بالا

(۱۳-۱۰-۲-۱) همه یا بخشی از مدارک تسلیمی به مجریان طرح را تشکیل بدهد.

# پیوست ۱

## سیستمهای نیروی برق از دیدگاه ایمنی و مشخصه‌های اجزای سیستم منتخب

پ-۱ لازمه طرح و اجرای تأسیسات الکتریکی ایمن و مؤثر و بهره‌برداری از آن، داشتن شناختی کامل از نوع سیستم نیروی تغذیه‌کننده آن و انتخاب صحیح روشهای ایمنی و وسائل حفاظتی و لوازم و تجهیزات به‌کار رفته در تأسیسات خواهد بود.

پ-۱-۱ به‌طور کلی سه نوع سیستم نیرو به شرح زیر معمول است.

یادآوری ۱- از ذکر روشهای غیرمعمول در ایران خودداری شده است.

یادآوری ۲- مفهوم حروف اختصاری به‌کار رفته در نامگذاری سیستمهای توزیع نیرو به شرح زیر است.

حرف اول از سمت چپ مشخص‌کننده نوع رابطه سیستم نیرو با زمین است:

T = یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است (معمولاً نقطه خنثی).

I = قسمتهای برقدار سیستم نسبت به زمین عایقند و یا یک نقطه از سیستم از طریق امپدانسی به زمین وصل است.

حرف دوم از سمت چپ مشخص‌کننده نوع رابطه بدنه‌های هادی تأسیسات بار زمین است:

T = بدنه‌های هادی،از نظر الکتریکی، به‌طور مستقیم و مستقل از اتصالات زمین سیستم نیرو، به زمین وصل‌اند.

N = بدنه‌های هادی، از نظر الکتریکی، مستقیماً به نقطه زمین‌شده سیستم نیرو وصل می‌شوند.

علاوه بر دو حرف اصلی تعیین‌کننده نوع سیستم نیرو، در مورد سیستمهای TN برای مشخص‌کردن نحوه استفاده از هادیهای حفاظتی (PE) و خنثی (N)، از حروف اضافی استفاده می‌شود.

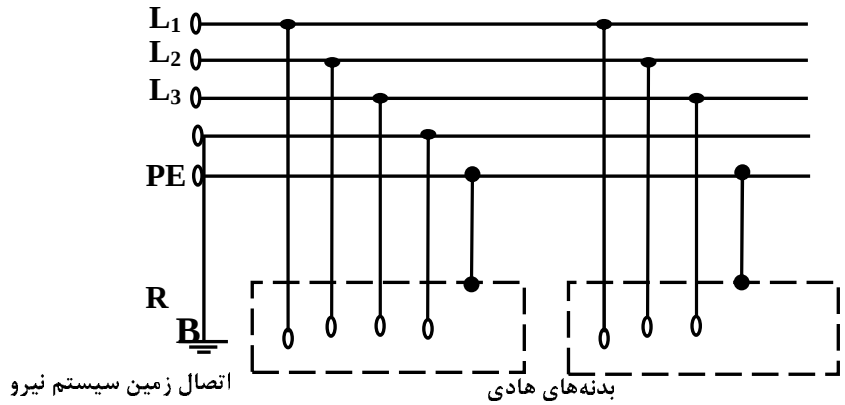
S = در سرتاسر سیستم، بدنه‌های هادی از طریق یک هادی مجزا (PE) به نقطه خنثی (N) در مبدأ سیستم وصل‌اند.

C = در سرتاسر سیستم، بدنه‌های هادی به هادی مشترک حفاظتی خنثی (PEN) وصل‌اند.

درمواردی که قسمتی از سیستم از مبدأ تا نقطه تفکیک هـادی تـوأم حفـاظتی – خنثـی (PEN) دارند و از آن به بعد دو هادی حفاظتی (PE) و خنثی (N) از هم جدا می‌شوند، از هر دو حرف C و S استفاده خواهد شد، به نحوی که چنین سیستمی به صورت TN-C-S مشخص می‌شود.

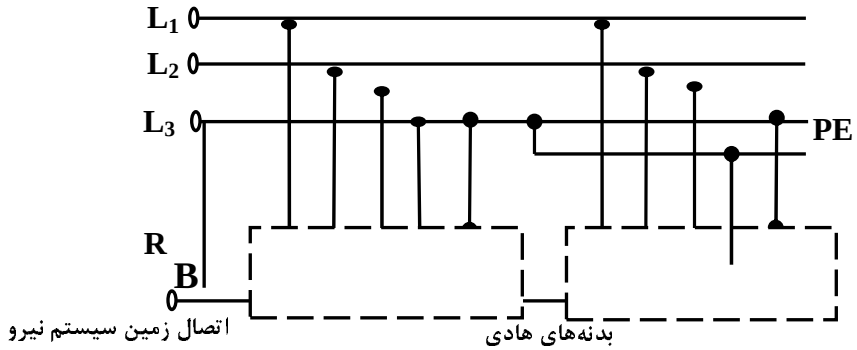
پ۱-۱-۱ سیستم TN دارای نقطه‌ای است که مستقیماً به زمین وصل است (نقطـه خنثـی N) و کلیه بدنه‌های هادی تأسیسات الکتریکی از طریق هادیهای حفاظتی (PE) ، به این نقطه وصل‌انـد. بسته به نحوه استفاده از هادی خنثی (N) و هادی حفاظتی (PE) ، این سیستم خود به سـه‌گونـه تقسیم می‌شود:

پ۱-۱-۱-۱ سیـستم TN-S کـه در سرتاسـر آن از یـک هـادی حفـاظتی (PE) مجـزا اسـتفاده می‌شود.



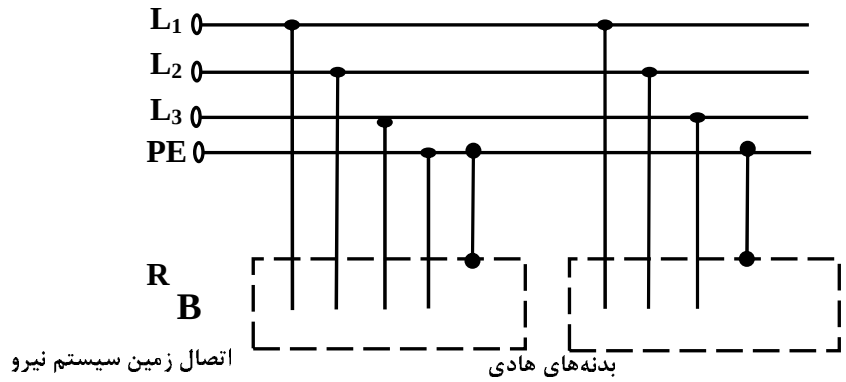

شکل پ۱ سیستم TN – S با هادیهای مجزای حفاظتی و خنثی در سرتاسر سیستم.

پ۱-۱-۱-۲ سیستم TN-C-S کـه در بخـشی از آن از یـک هـادی مـشترک بـه عنـوان هـادی حفاظتی – خنثی (PE) استفاده می‌شود.




شکل پ۲سیستمTN-C-S با هادی مشترک حفاظتی-خنثی در بخشی از سیستم .

پ۱-۱-۱-۳ سیستم TN-C که در سرتاسر آن از یک هادی مشترک به عنوان هـادی حفـاظتی – خنثی (PEN) استفاده می‌شود.



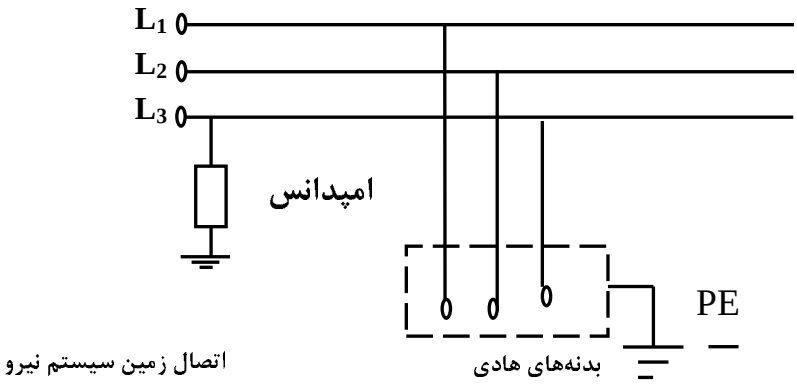

شکل پ۳ سیستم TN-Cبا هادی مشترک حفاظتی- خنثی در سر تا سر سیستم.

از سه‌گونه‌ای که برای سیستم TN ذکرشده است، گونه TN-C-S متداولترین آنهاست و در بعضی موارد TN-S مورد استفاده است و در کلیه تأسیسات تحت پوشش این مقـررات، از ایـن گونـه‌هـا استفاده خواهد شد، مگر درمواردی که، به‌صورت مشخص، استفاده از سیستمهای نیروی دیگر مجاز یا لازم باشد.

پ۱-۲ سیستم TT جز در موارد خاصی که شرایط محلی برای استقرار آن مناسب باشد و یا وسایل حفاظتی مخصوص (کلیدهای جریان باقیمانده) بهره‌برداری از آن را ممکن کند، قابل استفاده نیست و نظر به اینکه در کشور ما اینگونه شرایط به‌ندرت وجود خواهند داشت، سیستم TT از شمول این مقررات خارج است و استفاده از آن تنها با اجازه مخصوص مقامات صلاحیت‌دار مجاز خواهد بود.

پ۱-۳ سیستم IT به علت لزوم استفاده از وسائل حفاظتی مخصوص در آن، جـز در مـواردی کـه ضرورت ایجاب کند، به صورت گسترده مورد استفاده نخواهد بود.

به عنوان مثال، موارد استفاده از این سیـستم، اتاقهـای عمـل و نظـایر آن در بیمارستانهاسـت و در صنعت از این سیستم در مواردی استفاده می‌شود که لازم است اولین اتصال به زمـین سـبب قطـع تغذیه نشود؛ مانند خطوط زنجیره‌ای تولید. بنابراین، جز در مواردی که در این مقـررات ذکـر شـده است، استفاده از این سیستم منوط به کسب اجازه مخصوص از مقامات صلاحیت‌دار خواهد بود.




شکل پ۵ سیستم TT

## پ۱–۴ مشخصه‌های اصلی سیستم TN

### پ۱–۴–۱ مقاومت الکتریکی اتصال به زمین

کل مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثای یک سیستم TN (برای هر نوع منبع تغذیه، اعم از ترانسفورماتور یا ژنراتور) نسبت به جرم کلی زمین، نباید از دو (۲) اهم تجاوز کند.

دو اهم مقاومت را ممکن است علاوه بر اتصال زمین پست یا نیروگاه، از طریق احداث اتصال زمینهای مکرر در طول خطوط توزیع یا تقسیم یک سیستم، و وصل هادی خنثای این خطوط به زمین، تأمین کرد. در مورد ساختمانهای مرتفع که امکان ایجاد اتصال زمینهای مکرر وجود ندارد، باید طبق ردیف پ۱-۴-۷-۲ برای هم‌ولتاژ کردن همبندی اضافی انجام شود.

باوجود تعیین ۲اهم به عنوان حداکثر مجاز مقاومت نقطه خنثی نسبت به جرم کلی زمین، هرگاه برای ناظر رسمی مقررات ثابت شود که در یک منطقه مقاومت اتصال اتفاقی بین یک هادی فاز و جرم کلی زمین (از راه تماس مستقیم هادی فاز با زمین یا هادیهای بیگانه که به هادی خنثی یا حفاظتی وصل نیستند) از ۷ اهم بیشتر است، مجری مقررات می‌تواند به جای ۲ اهم کل مقاومت مجاز نسبت به جرم کلی زمین در آن منطقه مقدار جدیدی را که از رابطه زیر به‌دست می‌آید مجاز اعلام کند

$$R_B \le R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

که در آن:

$R$ = مقاومت کل مجاز جدید (به‌جای ۲اهم)، برحسب اهم؛

$R_E$ = مقاومت اتفاقی اتصال فاز به زمین (مقدار تجربی آماری) ، برحسب اهم؛

$U_0$ = ولتاژ اسمی بین فاز و خنثای سیستم (۲۲۰ولت در موارد عادی)، برحسب ولت؛

۵۰ = ولتاژ مجاز تماس، برحسب ولت.

پ۱-۴-۲ سطح مقطع هادی مشترک حفاظتی – خنثی

در تأسیسات نصب ثابت، چنانچه سطح مقطع یک هادی (مسی) ۱۰ میلیمترمربع یا بیشتر باشد، می‌توان از آن به‌عنوان هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN) استفاده کرد.

(مدارهای سه‌فاز، ۴رشته‌ای و مدارهای یک فاز، ۲رشته‌ای)

در غیر اینصورت باید از یک هادی به‌عنوان هادی حفاظتی (PE) و از یک هادی دیگر نیز به عنوان هادی خنثی ( N ) استفاده شود.

(مدارهای سه‌فاز یا خنثی، ۵رشته‌ای و مدارهای یک فاز، ۳رشته‌ای)

پ۱-۴-۳ رنگ عایق هادیهای مدارهای توزیع نیرو

رنگ عایق مدارهای کابلی باید به قرار زیر باشد:

- قهوه‌ای و سیاه برای تشخیص فازها در کابلها؛

(در سه‌فاز: دوقهوه‌ای و یک سیاه یا دوسیاه ویک قهوه‌ای)

- سیاه، زرد، قرمز برای تشخیص فازها؛

(درمدارهای متشکل از هادیهای تک‌رشته‌ای)

- آبی کمرنگ برای تشخیص هادی خنثی (N)؛ (در همه موارد)
- سبز و زرد (راه‌راه)برای تشخیص هادی حفاظتی (PE)(در همه موارد)

یادآوری - ترجیح دارد هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN) دارای عایقی به رنگ سبز و زرد (راه راه)باشد در غیراینصورت می‌توان به این منظور از هادی با عایق آبی کمرنگ نیز استفاده کرد.

درهرصورت در هر دوانتهای هادی مشترک حفاظتی – خنثای هر مدار، باید با نصب برچسبهای مخصوص، وظیفه دوگانه هادی مشترک مشخص شود تا از ایجاد اشتباه در حین بهره‌برداری جلوگیری شود.

## پ۱–۴–۴ ممنوع بودن وصل مجدد هادیهای حفاظتی و خنثی پس از تفکیک

اگر در نقطه‌ای از تأسیسات، هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN) تفکیک شده و ازآن به بعد هادیهای حفاظتی (PE) و خنثی (N) به‌طور جداگانه کشیده شوند، نباید در هیچ نقطه دیگری بین این دوهادی تماس یا اتصال الکتریکی برقرار کرد. در نقطه تفکیک، هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN)باید به شینه مربوط به هادی حفاظتی (PE) وصل شود.

## پ۱–۴–۵ لزوم دقت در نصب هادیهای خنثی و حفاظتی

هادی خنثی (N) یا هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN) باید با همان عایقبندی و دقتی که در نصب هادیهای فاز به‌عمل می‌آید نصب شود و در صورتیکه هادی حفاظتی همراه با مدار اصلی کشیده شود، باید با آن نیز به ترتیب یادشده رفتار شود.

## پ۱–۴–۶ انواع وسائل حفاظتی قابل استفاده در سیستمهای TN

درسیستمهای نیروی TN می‌توان از انواع وسائل حفاظتی زیر استفاده کرد:

- فیوزها؛
- کلیدهای خودکار مینیاتوری؛
- کلیدهای خودکار (کلید اتوماتیک)؛
- کلیدهای خودکار جریان باقیمانده (کلید جریان باقیمانده RCD )

یادآوری- از کلیدهای خودکار جریان باقیمانده می‌توان فقط در قسمتهایی از تأسیسات که هادیهای مجزای حفاظتی (PE)و خنثی (N) دارند استفاده کرد.

# پ۱-۴-۷ همبندی برای هم‌ولتاژ کردن

## پ۱-۴-۷-۱ همبندی اصلی برای هم‌ولتاژ کردن

در هر ساختمان، یک هادی همبندی اصلی باید کلیه قسمتهای زیر را از نظر الکتریکی به یکدیگر وصل کند:

- هادی حفاظتی اصلی (PE یاPEN)؛
- هادی خنثی (N)؛
- لوله‌های اصلی فلزی آب؛
- لوله‌های اصلی گاز؛
- لوله‌های قائم (رایزرها) تأسیسات از هر نوع؛
- قسمتهای اصلی فلزی ساختمانها، مانند اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح.
- الکترودهای اصلی و فرعی اتصال زمین

## پ۱-۴-۷-۲ همبندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن

چنانچه کمترین شکی نسبت به کارایی وسائل قطع خودکار مدار، (فیوزها، انواع کلیدهای خودکار) وجود داشته باشد، (این شک که درصورت بروز اتصالی بین فاز و خنثی یا فاز و بدنه، ممکن است این وسائل نتوانند در زمانی کوتاه و مطمئن مدار را به صورت خودکار قطع کنند)، باید از همبندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن استفاده کرد. همبندی اضافی ممکن است کلیه تأسیسات، قسمتی از آن و یا یک دستگاه یا وسیله یا محل را در برگیرد.

همبندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن باید کلیه قسمتهای هادی یا فلزی را که به‌طور همزمان در دسترس‌اند، دربرگیرد، از جمله:

- کلیه بدنه‌های هادی دستگاههاو لوازم و غیره که به‌صورت ثابت نصب شده باشند؛
- قسمتهای هادی بیگانه از هر نوع؛
- قسمتهای اصلی فلزی ساختمانها، مانند اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح (درصورت امکان)؛
- هادیهای حفاظتی کلیه وسائل و دستگاههای نصب ثابت و هادیهای حفاظتی پریزها.

## پ۱–۴–۸ قطع خودکار مدار در اثر اتصال کوتاه

قطع خودکار مدار، در زمانی مجاز،مهمترین مشخصه هر سیستم الکتریکی است. بنابراین ازنظر ایمنی در صورت بروز اتصالی بین یک هادی فاز و یکی از مدارهای زیر، قطع خودکار مدار، در زمانی مجاز، الزامی است.

-بدنه‌های هادی، یا

-هادی حفاظتی (PE)، یا

- هادی حفاظتی – خنثی (PEN)

ولتاژ ظاهرشده بر روی بدنه‌های هادی در اثر اتصالی نباید هیچگاه به مدتی طولانی از ۵۰ ولت تجاوز کند و هرچه این ولتاژ بیشتر باشد، لازم است تغذیه مدار در زمانی کوتاهتر قطع شود.

برای رسیدن به این هدف لازم است رابطه زیر برقرار باشد:

$$Z_a.I \le U_o \qquad (۱)$$

که در این رابطه:

$Z_a$ = امپدانس حلقه اتصال کوتاه از منبع تغذیه (هادی فاز+هادی حفاظتی یا هادی حفاظتی – خنثی + فاز ژنراتور یا ترانسفورماتور)، برحسب اهم.

$I_a$ = شدت جریانی است بر حسب آمپر که وسیله حفاظتی را در زمانی مجاز قطع خواهد کرد یا در مورد دستگاهها و وسائلی که به صورت ثابت نصب می‌شوند، زمان قطع از ۵ ثانیه تجاوز نخواهد کرد. در مورد مدارهایی که وسائل دستی (مانند مته برقی) را تغذیه می‌کنند، شرط اخیر معتبر نیست و اینگونه مدارها باید باتوجه به شرط زمان کوتاه (۰/۴ ثانیه) قطع شوند.

$U_0$= ولتاژ بین هادی فاز و زمین سیستم (۲۲۰ ولت)، برحسب ولت.

یادآوری - $Z_s$ را می‌توان از راه محاسبه یا به طریق اندازه‌گیری به‌دست آورد.

در عمل، قطع مدار برای حصول ایمنی در زمانی مجاز یا در زمانی کمتر از ۵ثانیه، باتوجه به رابطه زیر و رعایت شرایط آن حاصل می‌شود:

$$K \cdot I_n \le I_a \qquad (۲)$$

که در آن:

K = ضریب تعیین‌شده (انتخابی).

$I_n$ = شدت جریان اسمی وسیله حفاظتی، برحسب آمپر.

$I_a$ = شدت جریان اتصال کوتاه، به‌دست آمده از رابطه (۱)(حداقل)،برحسب آمپر.

ضریب K برای موارد و وسائل حفاظتی ذکرشده، به ترتیب زیر تعیین می‌شود:

برای مدارهای اصلی، اعم از هوایی و کابلی، در مورد همه انواع فیوزها، K =۲/۵

برای فیوزهای اصلی (ورودی) انشعاب (کنتور)، K =۲/۵

در سیستم مشترک یا پله بعدی حفاظت:

برای فیوزهای زودذوب، K =۳/۵

برای فیوزهای دیرذوب کوچکتر یا مساوی ۵۰ آمپر، K =۳/۵

برای فیوزهای دیرذوب بزرگتر یا مساوی ۶۳ آمپر، K=۵

برای کلیدهای خودکار مینیاتوری، K =۳/۵

برای کلیدهای خودکار، K =۱/۲۵

یادآوری می‌شود که در مورد کلیدهای خودکار، جریان اسمی $I_n$ جریان اسمی رله اتصال کوتاه (مغناطیسی) است.

یادآوری۱- نظر به اینکه انتخاب فیوزها و کلیدهای خودکار باتوجه به ملاحظات دیگر (شدت جریان بار، شدت جریان راه‌اندازی و غیره) به‌عمل می‌آید، لازم است پس از انجام انتخاب اولیه نسبت به کارآیی آنها از نظر ایمنی طبق مقررات فوق اقدام شود. چنانچه جریان اتصال کوتاه برای قطع وسیله حفاظتی در شرایط موجود کافی نبود، باید از یک یا چندروش زیر استفاده شود:

الف) سطح مقطع مدار تغذیه بزرگتر انتخاب شود تا امپدانس حلقه اتصال کوتاه کمتر شود؛

ب) به جای وسیله حفاظتی پیش‌بینی شده از وسیله حفاظتی مناسب‌تر استفاده شود؛

ج) طبق ردیف ۱-۴-۷-۲ از همبندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن استفاده شود. روش اخیر مطمئن‌ترین راه جلوگیری از برق‌گرفتگی در همه موارد است.

یادآوری۲- چنانچه باتوجه به طرح اولیه، در نقطه‌ای از تأسیسات شرط قطع مدارهای مربوط به وسائل نصب ثابت ظرف ۵ثانیه برقرار باشد، ولی شرط مربوط به قطع وسائل دستی در زمانی کوتاهتر (۰/۴ثانیه) قابل حصول نباشد، می‌توان مدارهای وسائل دستی را از بقیه مصارف جدا و آنها

را از طریق کابل یا سیم‌کشی مخصوص به نقطه‌ای نزدیکتر به منبع وصل و تغذیه کرد. درهرحال، شرط قطع مدار وسائل دستی در زمان کوتاهتر، در این مورد نیز باید برقرار باشد.

یادآوری ۳- در سیستمهای TN وصل مستقیم بدنه‌های هادی الکترود زمین مستقل، یعنی الکترودی که مستقل از اتصال زمین خنثی باشد، (مانند سیستم شکل پ۴) ممنوع است، جز در مواردی که بدنه‌های هادی توسط کلیدهای جریان باقیمانده (RCD) حفاظت شوند، که در این صورت، مدار تغذیه‌کننده تجهیزات باید دارای هادیهای حفاظتی (PE) و خنثای (N) مجزا بوده و کلیه بدنه‌های حفاظت‌شده

با یک کلید (RCD) به یک الکترود وصل شوند و مقاومت الکترود مستقل نیز در رابطه زیر صدق کند:

$$R_A \cdot I_\Delta \leq U_L$$

که در این رابطه:

$R_A$ = مقاومت الکترود زمین مستقل نسبت به جرم کلی زمین، برحسب اهم.

$I_\Delta$ = جریان باقیمانده نامی عمل کلید، برحسب آمپر.

$U_L$ = حداکثر ولتاژ تماس مجاز، بر حسب ولت؛ (برای محیطهای عادی ۵۰ ولت).

# پ۱–۵ سطح مقطع هادیهای: حفـاظتی، خنثـی، اتـصال زمـین، همبندیها

یادآوری ۱- کلیه هادیهای مورد استفاده در تأسیسات، از جمله هادیهای ذکرشده در بالا، باید از جنس مس می‌باشد.

یادآوری۲- چنانچه برای همبندیها از انواع هادیهای لخت (بدون عایق) استفاده شود، این هادیها نباید از نوع افشان باشند،مگر در موارد مخصوص که در جای خود ذکر خواهد شد.

یادآوری ۳- هادیهای در تماس با زمین، به‌خصوص هادیهای اتصال به زمین و هادیهای دفن‌شده به عنوان الکترود زمین، نباید از نوع افشان و ضخامت آنها نیز نباید از ۲ میلیمتر مس کمتر باشد.

چنانچه از هادیهای چند مفتولی استفاده شود، قطر هر مفتول نباید از ۱/۸ میلیمتر مس کمتر باشد.

پ۱-۵-۱ سطح مقطع هادیهای: حفاظتی، مشترک حفاظتی ـ خنثی، خنثی

سطح مقطع هادیهای گفته‌شده در بالا نباید از مقادیر جدول زیر کوچکتر باشد.

جدول پ ۱

| سطح مقطع هادی فاز مدار S<br>به میلیمتر مربع | حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی<br>$S_p$ به میلیمتر مربع |
|---|---|
| $S \leq 16$ | $S$ |
| $16 \leq S \leq 35$ | 16 |
| | |
| $35 \leq S$ | $S/2$ |

چنانچه سطح مقطع غیراستاندارد به‌دست آید، باید از نزدیکترین سطح مقطع استاندارد استفاده شود.

در مورد مدارهای با سطح مقطع هادی فاز تا ۴ میلیمترمربع چنانچه هادی حفاظتی (PE) همراه مدار (رشته‌ای از کابل یا رشته‌ای از یک مدار در داخل لوله) نبوده، به صورت جدا کشیده شده باشد، سطح مقطع آن نباید از مقادیرزیر کوچکتر باشد:

۲,۵ میلیمتر مربع، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی کافی برخوردار باشد؛

۴ میلیمتر مربع، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی برخوردار نباشد.

## پ۱–۵–۲ سطح مقطع هادی همبندی اصلی

سطح مقطع هادی همبندی اصلی نباید از ۶ میلیمتر مربع کوچکتر باشد. از طرف دیگر، سطح مقطع هادیهای حفاظتی در تأسیسات هرچه باشد، لزومی نخواهد داشت سطح مقطع هادی همبندی از ۲۵ میلیمتر مربع بزرگتر باشد. بین این دوحد، سطح مقطع هادی همبندی اصلی نباید از نصف سطح مقطع بزرگترین هادی حفاظتی در تأسیسات کوچکتر باشد.

## پ۱–۵–۳ سطح مقطع هادیهای همبندی اضافی

سطح مقطع هادی همبندی اضافی که بدنه دودستگاه را به هم وصل می‌کند، نباید از کوچکترین هادی حفاظتی (PE یا PEN) مدار تغذیه‌کننده دو دستگاه کوچکتر باشد.

در مورد هادی همبندی متصل‌کننده بدنه‌های هادی و قسمتهای هادی بیگانه، سطح مقطع نباید از نصف هادی حفاظتی مدار مربوط کوچکتر باشد.

صرف‌نظر از گفته‌های بالا، سطح مقطع هادی همبندی اضافی نباید از مقادیر زیر کوچکتر باشد:

۲٫۵ میلیمتر مربع، اگر هادی همبندی اضافی از حفاظت مکانیکی کافی برخوردار باشد؛

۴ میلیمتر مربع، اگرهادی همبندی اضافی از حفاظت مکانیکی کافی برخودار نباشد.

می‌توان اجزای فلزی ساختمان را، که به‌صورت ثابت نصب شده باشند، به تنهایی یا همراه با هادیهای دیگر به عنوان هادی همبندی اضافی به‌کار گرفت.

## پ۱–۵–۴ هادی اتصال زمین

سطح مقطع هادی زمین (هادی وصل‌کننده الکترود زمین و ترمینال اصلی اتصال به زمین) نباید از مقادیر ذکرشده در جدول زیر کوچکتر باشد:

جدول پ۲

| | دارای حفاظت مکانیکی | بدون حفاظت مکانیکی |
|---|---|---|
| حفاظت‌شده در برابر خوردگی و زنگزدگی | طبق ردیف پ ۱-۵-۱ | ۱۶ میلیمتر مربع |
| حفاظت‌نشده در برابر خوردگی و زنگ‌زدگی | ۲۵ میلیمتر مربع | |

## پ۱–۶ ترمینال اصلی اتصال زمین

یک ترمینال اصلی و یا شینه اصلی اتصال زمین باید در محل ورود برق به ساختمان (کنتور) یا تابلوی اصلی ترانسفورماتور (درصورت وجود) نصب شود تا علاوه بر هادی زمین (الکترود زمین) هادیهای زیر نیز به آن وصل شوند:

هادیهای حفاظتی (PE) یا هادیهای مشترک حفاظتی – خنثی (PEN)

هادیهای خنثی (N)

هادیهای همبندی اصلی برای هم‌ولتاژ کردن

ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین باید به نحوی ترتیب داده شود که بازکردن هادی اتصال زمین از آن، برای انجام اندازه‌گیریهای دوره‌ای مقاومت زمین، امکان‌پذیرباشد. مجزا کردن هادی اتصال زمین باید فقط به کمک نوعی ابزار امکانپذیر باشد. اتصال هادی زمین به ترمینال یا شینه و الکترود زمین باید قابل اطمینان و محکم باشد و نسبت به برقراری پیوستگی الکتریکی آن نباید هیچ شکی وجود داشته باشد.

## پ۱–۷ مقررات اضافی مربوط به هادیهای: حفاظتی، همبندیها، اتصال زمین

از لوله‌های فلزی آب، گاز، انواع دیگر سوخت‌رسانی، سیستم گرمایش و غیره نباید به عنوان الکترود زمین یا اصل هادیهای حفاظتی یا هادیهای زمین استفاده کرد. البته، ازنظر همبندی، باید لوله‌های گوناگونی را که در ساختمان کار گذاشته می‌شوند به هادی حفاظتی و هادی زمین متصل کرد.

هادیهای حفاظتی باید در برابر خرابیهای مکانیکی، شیمیایی و الکترودینامیکی حفاظت شده باشد.

اتصالات هادی حفاظتی از هر قبیل باید مطمئن و محکم باشند و هدایت جریان آنها بی‌نقص باشد.

هیچ نوع کلید یا وسیله حفاظتی نباید در مسیرهادیهای حفاظتی و خنثی وجود داشته باشد.

یادآوری - در موردهادی خنثی، به شرطی می‌توان از کلید استفاده کرد که کنتاکت مربوط به هادی خنثی قبل از هادی یا هادیهای فاز وصل و در موقع قطع، بعد از جدایی فاز، قطع شود.

از بدنه‌های هادی نباید به عنوان قسمتی از مسیر هادی حفاظتی استفاده شود.

## پ۱–۸ هادی زمین و هادیهای حفاظتی

طرحواره زیر نحوه انجام سیم‌کشیها و اتصالات هادیهای مختلف اتصال زمین و حفاظتی را نشان می‌دهد.

# پ۱–۹ الکترود زمین

## پ۱–۹–۱ ملاحظات کلی

خصوصیات اتصال زمین باید از طرفی با خواسته‌های حفاظتی سیستم، و از طرف دیگر با مقررات ایمنی در برابر برق‌گرفتگی در اثر تماس با بدنه‌های هادی، مطابقت کند. چنانچه شرایط مناسب باشند، می‌توان برای هردو منظور از یک الکترود زمین استفاده کرد و در غیر این صورت باید از دو سیستم اتصال زمین مجزا، یکی برای حفاظت سیستم فشار قوی (فشار متوسط) و دیگری برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی و اتصال زمین سیستم فشار ضعیف (خنثی) استفاده کرد. در این حالت لازم است دو الکترود به نحوی ترتیب داده شوند که عملاً خارج از حوزه اثر ولتاژ همدیگر قرارگیرند. شرایط تشخیص لزوم استفاده از یک یا دو الکترود اتصال زمین، در ردیف پ ۱-۹-۷ ذکر شده است.

## پ۱–۹–۲ انواع الکترودهای زمین

از انواع روشها و لوازم زیر می‌توان به صورت انفرادی یا اشتراکی استفاده کرد:

-میله‌های فولادی مخصوص با روکش مس، به صورت کوبیده شده در زمین، با حداقل ۱۶ میلیمتر قطر.

- لوله‌های گالوانیزه (لوله‌آب) به صورت کوبیده شده یا دفن شده (قائم)، حداقل ۱ اینچ.

- تسمه فولادی گالوانیزه گرم، با حداقل ۱۰۰ میلیمتر مربع سطح مقطع و ۳ میلیمتر ضخامت (۳۰*۳,۵ میلیمتر).

-صفحه مسی دفن‌شده در زمین (چاه)، به ابعاد حداقل ۵۰*۵۰ سانتیمتر و با ۲ میلیمتر ضخامت.

- هادی مسی (تسمه با سطح مقطع حداقل ۵۰ میلیمتر مربع و با ۲ میلیمتر ضخامت.

- – هادی چند مفتولی ۳۵ میلیمتر مربع با حداقل قطر هر مفتول ۱,۸ میلیمتر).

- الکترودهای جاسازی شده در پیها، با حداقل ضخامت فولاد ۳ میلیمتر؛

- میله‌های فولادی در بتن مسلح (میلگردها)؛

- هر نوع جرم فلزی دفن شده در زمین، به شرطی که استفاده از آن ایجاد خرابی نکند (الکترولیز).

- زره و غلاف فلزی کابلهای دفن‌شده، به شرطی که نسبت به برقرار بودن دائمی آنها اطمینان وجود داشته باشد و در تماس با زمین باشند.

یادآوری ۱- مقاومت الکتریکی الکترود زمین به عوامل فراوان و مخصوصاً شرایط خاک در اطراف الکترود و طول الکترود بستگی دارد. برای حجم معینی از فلز الکترود هرچه یکی از ابعاد آن طولانی‌تر بوده و تماس الکترود با خاک بیشتر باشد، مقاومت آن نسبت به جرم کلی زمین کمتر خواهد بود. بنابر این یک الکترود میله‌ای یا تسمه‌ای که به صورت قائم یا افقی نصب شده باشد نسبت به الکترود صفحه‌ای ارجحیت دارد. الکترود صفحه‌ای کم‌اثرترین الکترودها است. نوع خاک و مخصوصاً نمناک بودن آن در کم‌شدن مقاومت الکترود اثری زیاد دارد به این علت رسیدن به نم طبیعی هدف الکترودهای قائم است.

یادآوری ۲- برای احراز ۲ اهم مقاومت زمین برای ایمنی ، ممکن است از یک یا چندروش ذکرشده در بالا به موازات هم استفاده شود. در این صورت باید انتخاب نوع الکترودها با توجه به خورندگی متقابل یا حفاظت کاتدیک انجام شود.

یادآوری ۳- ردیف پ ۱-۴-۱ ملاحظه شود.

## پ۱-۹-۳ حداقل عمق الکترودهای زمین

عمق دفن یا کوبیده شدن الکترود باید به قدری باشد که خشک‌شدن یا یخ‌زدگی زمین در فصول مختلف سال اثر قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت آن نداشته باشد. در عین حال، عمق الکترودها نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

-الکترودهای کوبیده‌شده یا دفن‌شده به‌صورت قائم: ۲متر؛

- لبه بالایی الکترود صفحه‌ای از سطح زمین: ۱,۵متر؛

- الکترودهای افقی تسمه‌ای یا هادی مسی: ۰,۷ متر؛

الکترودهای زمین نباید در خاک دستی کوبیده یا دفن‌شوند، برای همین عمق الکترودها از سطح زمین بکر اندازه‌گیری می‌شود.

## پ۱–۹–۴ اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترود زمین

در پایان کار احداث هر الکترود زمین، و از آن پس به‌صورت دوره‌ای، باید مقاومت آن را نسبت به جرم کلی زمین به کمک دستگاههای قابل قبول برای انجام این کار و توسط افراد کارآزموده اندازه‌گیری کرد و اگر تغییرات قابل ملاحظه‌ای در مقاومت الکتریکی مشاهده شد، نسبت به توسعه سیستم اتصال زمین یا احداث الکترودهای جدید، با هدف احراز دو اهم برای سیستم، اقدام کرد.

برای هر الکترود زمین یا سیستم زمین باید یک پرونده مخصوص تشکیل شود و اندازه‌گیریهای دوره‌ای، با ذکر تاریخ دقیق، در آن ثبت شود. این پرونده باید در اختیار فرد، افراد یا تشکیلات بهره‌بردار از سیستم، برای بازرسی دردسترس باشد.

یادآوری - برای تقلیل مقاومت الکترود زمین می‌توان آن را به وسائل مختلف آبیاری کرد، مشروط به اینکه آبیاری به صورت مداوم انجام شود.

## پ۱–۹–۵ الکترود زمین اساسی (برای هر دونوع زمین، حفاظت سیستم و ایمنی)

در اغلب نقاط کشور، متداولترین روش احداث الکترود زمین همان استکه به آن «چاه زمین» می‌گویند و آن عبارت است از یک صفحه مسی که در عمق زمین دفن می‌شود.

عمق نصب الکترود منطقه‌ای از زمینی محاسبه می‌شود که در آن نم طبیعی به طور دائم وجود داشته باشد. صفحه مسی باید به‌صورت قائم در ته چاه قرارداده شود و در اطراف آن، حداقل به ضخامت ۲۰ سانتیمتر از هر طرف، پودر زغال هیزم ریخته و کوبیده شده باشد.

اتصال هادی زمین به صفحه مسی ممکن است به یکی از دو روش زیر انجام شود:

الف) در انتهای هادی، یک کابلشوی مسی، که به حداقل دوعدد پیچ با مهره‌های قفل‌کننده مجهز است، نصب می‌شود. این کابلشو ممکن است از نوع پرسی ( با پرس هیدرولیک) باشد. کابلشو، به کمک دوعدد پیچ مسی مجهز به مهره‌های اصلی و قفل‌کننده، به صفحه مسی محکم می‌شود.

ب) به جای استفاده از پیچ می‌توان اتصالات را با استفاده از جوش اکسیژن (لحیم سخت) انجام داد؛ در این حالت باید دقت شود هادی به کابلشو و کابلشو به صفحه مسی در کل سطح تماس خود جوشکاری شده باشد و تنها به جوشکاری در طول محیط کابلشو اکتفا نشود.

پس از آنکه صفحه مسی در داخل زغال کار گذاشته شد، متناوباً ۵ لایه سنگ نمک خرد و سرند شده و ۵ لایه پودر زغال، هریک به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، در داخل چاه ریخته و فشرده می‌شود. از آن به بعد، چاه با خاک سرندشده پر و لایه به لایه فشرده می‌شود.

هنگام انجام عملیات یادشده باید، تا جایی که ممکن است، هادی اتصال زمین در وسط چاه قرار بگیرد و به هیچ وجه نباید آن را تحت نیروی کششی قرار داد. هادی زمین از محل اتصال به صفحه مسی تا خارج‌شدن از زمین باید یکپارچه باشد و هیچ نوع زدگی و خوردگی در طول آن وجود نداشته باشد.

یادآوری ۱ - به جای صفحه مسی می‌توان ۵ حلقه هادی اتصال زمین را، که قطر متوسط حلقه‌های آن ۵۰سانتیمتر باشد، کنار هم پیچیده و در زمین قرارداد. بقیه شرایط مانند حالت استفاده از صفحه خواهد بود.

یادآوری ۲ - در انجام اتصالات نباید از لحیم نرم (سرب یاقطع) استفاده شود.

یادآوری ۳ - در حالی که عمق لبه بالایی صفحه مسی نباید از ۱٫۵ متر کمتر باشد، برای حداکثر آن حدی تعیین نمی‌شود. مناسب‌ترین عمق چاه، عمقی است که در آن «نم دائمی زمین» وجود دارد.

یادآوری ۴ - قبل از اقدام به حفر چاه برای اتصال زمین، توصیه می‌شود با شرکت برق منطقه‌ای محل یا مؤسسه جایگزین آن مشورت شود تا نسبت به شرایط محلی زمین اطلاعات کافی کسب شود و آمادگی لازم به دست آید. در هرحال عمق چاه را مقامات صلاحیت‌دار تعیین خواهند کرد.

یادآوری ۵ - چاهی که به منظور احداث الکترود زمین حفر می‌شود باید مختص همان کار باشد و از آن نباید برای هیچ منظور دیگری استفاده شود. به همین ترتیب، استفاده از هرگونه چاه دیگری (آب یا فاضلاب و غیره) به منظور ایجاد اتصال زمین تحت هر عنوان و به هردلیلی ممنوع است.

## پ۱-۹-۶ الکترود زمین ساده (فقط برای وصل به هادی خنثای فشار ضعیف)

گاهی احداث الکترود زمین اساسی برای همه مشترکان برق عملی و اقتصادی نخواهد بود، برای همین برای مواردی که تعداد مشترکان در سیستم زیاد است و می‌توان با احداث تعدادی الکترود

ساده‌تر با مقاومت بیشتر به مقاومت زمین مطلوب، دست یافت، از این نوع الکترود استفاده خواهد شد.

الکترود زمین ساده یک لوله گالوانیزه به قطر حداقل ۱ اینچ (لوله آب) یا میله فولادی مخصوص طبق ردیف پ ۱-۹-۲ است که در زمین کوبیده یا به صورت قائم دفن می‌شود. حداقل طول لوله در زمین بکر نباید از دو (۲)متر کمتر باشد. لوله باید یکپارچه، (بدون هرنوع بوشن و جوش) و سالم باشد و در زمان نصب، هیچ‌گونه خراشیدگی، زنگ‌زدگی، خمیدگی و فرورفتگی نداشته باشد.

اگر لوله به روش کوبیدن نصب شود، انتهای پیشرو آن می‌تواند در دوطرف دارای بریدگیهای ۴۵درجه (فارسی) باشد تا لوله راحت‌تر در زمین فرو برود.

درصورتیکه لوله دفن می‌شود، باید ابتدا چاهی به عمق حداقل ۲متر در زمین بکر بکنند (عمق خاک دستی، درصورت وجود، به حساب نمی‌آید) و پس از قراردادن لوله در وسط آن، چاه را با ۵ لایه پودر ذغال چوب و ۵ لایه نمک سنگ خردشده و سرندشده به تناوب پرکنند و آن را بکوبند. ضخامت هر لایه ذغال یا نمک ۱۵ سانتیمتر خواهد بود؛ از آن پس چاه را با خاک سرندشده پر می‌کنند و آن را لایه به لایه می‌کوبند.

در محل خروج لوله از زمین، یک چاهک بتنی یا آجری (با ملات سیمان) که ابعاد آن حداقل ۳۰×۳۰×۳۰ سانتیمتر خواهد بود، سرلوله را، که باید حداقل ۲۰ سانتیمتر از کف چاهک بالاتر باشد، دربرخواهد گرفت. کف چاهک به قطر ۲۰ سانتیمتر خالی از هرگونه مصالح ساختمانی خواهد بود تا هنگام آبیاری، آب به بالای الکترود نفوذ کند. چاهک با یک دریچه مجهز به چهارچوب و در فلزی بسته می‌شود و در داخل آن نباید اجسام دیگری غیر از سرلوله و بست اتصال زمین و انتهای هادی زمین، وجود داشته باشد.

بست اتصال هادی زمین به لوله نباید از جنس آلومینیوم یا آلیاژهای آن باشد. این بست با پیچ محکم به دور لوله بسته می‌شود. هادی زمین باید با دوعدد پیچ ومهره به ترمینال مخصوصی که قسمتی از بست را تشکیل می‌دهد بسته شود. باید بتوان هادی اتصال زمین را، در طول عبور از محل اتصال به ترمینال الکترود زمین تا محل ترمینال اصلی زمین در پای کنتور، به خوبی دید؛ مگر در جاهایی که این هادی،برای محفوظ بودن، از درون یک لوله غیرفلزی محافظ رد شده باشد.

در پایان کار، و سپس به‌صورت دوره‌ای،باید چاهک و هادی زمین را بازدید کرد تا از محکم‌بودن اتصالات و مصون ماندن آنها از زنگ‌زدگی و خوردگی اطمینان حاصل شود.

یادآوری۱ - به‌خاطر لزوم آبیاری الکترود زمین باید آن را در محلی احداث کرد که رطوبت حاصل به ساختمان و تأسیسات آن آسیب نرساند.

یادآوری- یادآوری شماره ۵، در زیر ردیف پ۱-۹-۵، در این مورد نیز صادق است.

## پ۱–۹–۷ شرایط استفاده از یک یا دو الکترود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی

### پ۱–۹–۷–۱ شرایط استفاده از یک الکترود زمین

چنانچه در یک پست ترانسفورماتور خطوط ورودی و خروجی فشار قوی (فشار متوسط) همگی کابلی باشند و طول هریک از خطوط قبل از پست، از ۳ کیلومتر کمتر نباشد، می‌توان برای هردومنظور حفاظت سیستم و ایمنی، از یک الکترود زمین استفاده کرد؛ در غیر اینصورت لازم است طبق مفاد ردیف پ۱-۹-۷-۲ عمل شود. بدنه‌های هادی مربوط به فشار قوی (فشار متوسط) و فشار ضعیف و نقطه خنثای فشار ضعیف، همگی به این الکترود وصل می‌شوند.

### پ۱–۹–۷–۲ شرایط استفاده از دو الکترود زمین

در مواردی که امکان انتقال ولتاژ فشار قوی (به‌خصوص صاعقه) به تجهیزات فشار ضعیف وجود دارد، لازم است از دوالکترود زمین استفاده شود. در این صورت، فاصله دو الکترود از یکدیگر، در نزدیکترین نقطه، نباید از ۲۰ متر کمتر باشد و در مورد الکترودهای قائم این فاصله نباید از ۲۰ متر یا دوبرابر عمق الکترودها- هرکدام که بیشتر است - نزدیکتر باشد.

احداث دوالکترود برای هر پست در موارد زیر لازم خواهد بود:

الف) چنانچه حتی یکی از خطوط فشار قوی (فشار متوسط) ورودی یا خروجی پست، هوایی باشد (علی‌رغم مجهز بودن به صاعقه‌گیر)؛

ب) در صورتی‌که خط یا خطوط فشار قوی (فشار متوسط) ورودی یا خروجی پست کابلی باشند، حتی اگر یکی از آنها هم در فاصله‌ای کمتر از یک کیلومتر به خط هوایی تبدیل یا به خط هوایی وصل شده باشد، باز هم باید برای هر پست از دو الکترود استفاده کرد.

یادآوری۱- اگر طول خط کابلی کمتر از ۱ کیلومتر باشد، ولتاژ صاعقه فرصت تخلیه از طریق زره یا غلاف کابل نخواهد یافت.

یادآوری ۲- در پستهایی که، طبق مقررات، احداث دوالکترود زمین الزامی باشد، معمولاً الکترود حفاظتی را در اطراف پست و الکترود ایمنی و سیستم (نقطه خنثای فشار ضعیف) را در نقطه‌ای دورتر احداث می‌کنند. هریک از رشته‌های هادی خنثای کابلهای خروجی حامل نیرو، در صورت داشتن شرایط مناسب، (ردیف پ۱-۵-۱) می‌توانند برای اتصال به الکترود زمین مورد استفاده قرار گیرند.

اگر خطوط خروجی از پست از نوع هوایی باشند، می‌توان الکترود زمین خنثای فشار ضعیف را یک یا دو دهنه بعد از پست احداث و به هادی خنثی وصل کرد.

بدنه‌های هادی مربوط به تجهیزات فشار قوی (فشار متوسط) و فشار ضعیف، بسته به نوع ساختمان پست، از نظر شرایط طبیعی وصل‌بودن بدنه‌های هادی، میتوانند به دوحالت زیر به الکترودهای زمین وصل شوند:

الف) در مواردی که تفکیک تابلوها و تأسیسات فشار متوسط از فشار ضعیف ممکن نباشد(مانند پستهای تمام فلزی یا بتن مسلح که تابلوهای فشار متوسط و ضعیف آن از طریق اجزای فلزی ساختمان آن، یا میلگردهای بتن، به همدیگر وصل شده‌اند)، لازم است بدنه‌های هادی کلیه لوازم و تجهیزات، اعم از فشار ضعیف و فشار قوی (فشار متوسط)، به الکترود زمین حفاظتی وصل شوند. در این موارد نقطه خنثای فشار ضعیف باید به الکترود سیستم ایمنی وصل شود.

ب) در مواردی که امکان تفکیک تابلوها و تأسیسات فشار قوی (فشار متوسط) از فشار ضعیف وجود دارد، می‌توان بدنه‌های هادی تابلوها و وسائل فشار ضعیف را به جای وصل به الکترود حفاظتی، به هادی خنثی، و از آن طریق، به الکترود ایمنی وصل کرد. البته بدنه‌های هادی سیستم فشار قوی (فشار متوسط)، مانند حالت (الف)، به الکترود زمین حفاظتی وصل می‌شود.

یادآوری۳ - نظر به اینکه در اغلب ساختمانهای پست، تفکیک بدنه‌های فشار متوسط و فشار ضعیف مشکل است، وصل همه بدنه‌ها، اعم از فشار قوی (فشار متوسط) و ضعیف به الکترود حفاظتی، مطمئن‌تر خواهد بود.

# پیوست ۲
# استاندارد شدت روشنایی داخلی

## پ۲–۰–۱ حدود

این استاندار شامل شدت روشنایی اماکن مسکونی عمومی،کارخانجات و کارگاههاست.

## پ۲–۰–۲ هدف

هدف این استاندارد، تعیین شدت روشنایی داخلی است که برای هر محل دو مقدار حداقل و پیشنهادی درنظر گرفته شده است.

## پ۲–۰–۳ نحوه استفاده

شدت روشنایی موردنیاز بر حسب لوکس (لومن بر مترمربع) باید تا آنجا که ممکن است معادل مقادیر پیشنهادی انتخاب شود. اگر اوضاع فنی و اقتصادی ایجاب کند، می‌توان شدت روشنایی را بیش از مقادیر پیشنهادی انتخاب کرد، ولی این مقدار هیچ‌گاه نباید از مقدار حداقل کمتر باشد.

# پیوست ۲

## استاندارد شدت روشنایی داخلی

### پ ۲–۰–۱ حدود

این استاندارد شانل شدت روشنایی اماکن مسکونی عمومی ، کارخانجات و کارگاههاست .

### پ ۲–۰–۲ هدف

هدف این استاندارد ، تعیین شدت روشنایی داخلی است که برای هر محل دو مقدار حداقل و پیشنهادی در نظر گرفته شده است .

### پ ۲–۰–۳ نحوه استفاده

شدت روشنایی مورد نیاز بر حسب لوکس ( لومن بر متر مربع ) باید تا آنجا که ممکن است معادل مقادیرپیشنهادی انتخاب شود . اگر اوضاع فنی و اقتصادی ایجاب کند ، می توان شدت روشنایی را بیش از مقادیر پیشنهادی انتخاب کرد ، ولی این مقدار هیچگاه نباید از مقدار حداقل کمتر باشد .

شدت روشنایی بر حسب لوکس

| | محل | حداقل | پیشنهادی |
|---|---|---|---|
| پ ۲-۱-۱ | محلهای مسکونی | | |
| پ۲-۱-۱-۱ | اتاق نشیمن و پذیرایی | ۷۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۱-۲ | اتاق مطالعه(نوشتن و خواندن کتاب و مجله و روزنامه | ۱۵۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱-۳ | آشپزخانه(ظرفشویی،اجاق و میزکار) | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۱-۴ | اتاق خواب:<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی تخت خواب و میز توالت | ۵۰<br>۲۰۰ | ۱۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱-۵ | حمام:<br>- روشنایی عمومی<br>- آیینه ها ( برای اصلاح صورت ) | ۵۰<br>۲۰۰ | ۱۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱-۶ | پلکان | ۱۰۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۱-۷ | راهرو ، سرسرا و آسانسور | ۵۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۲ | دفاتر و ادارات | | |
| پ۲-۱-۲-۱ | تمام کارهای عمومی | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲-۲ | ماشین نویسی و محل دیکته کردن | ۳۰۰ | ۶۰۰ |
| پ۲-۱-۲-۳ | حسابداری و ماشینهای حساب و اندیکاتور نویسی | ۳۰۰ | ۶۰۰ |
| پ۲-۱-۲-۴ | بایگانی | ۱۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲-۵ | اتاق نقشه کشی | ۵۰۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۲-۶ | اتاق کنفرانس | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲-۷ | اتاقف انتظار و اطلاعات | ۱۵۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲-۸ | پلکان | ۱۰۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۲-۹ | راهرو،سرسرا وآسانسور | ۵۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۳ | کتابخانه | | |
| پ۲-۱-۳-۱ | قفسه ها (در سطح قائم) | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۳-۲ | سالن مطالعه | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۲-۳-۲ | روی میز مطالعه | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۴ | مدارس | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۴-۱ | کلاس درس ، آمفی تئاتر | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۴-۲ | تخته سیاه (در سطح عمودی) | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۴-۳ | آزمایشگاه | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۴-۴ | کلاس نقاشی و کارهای دستی | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۴-۵ | سالن ورزشی سر پوشیده | ۱۵۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۴-۶ | رختکن،توالت،دستشویی | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۵ | درمانگاه و بیمارستان | | |
| پ۲-۱-۵-۱ | اتاق انتظار و اطلاعات | ۱۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۵-۲ | اتاقهای بیمار و سالنهای عمومی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی روی تخت | ۵۰<br>۲۰۰ | ۱۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۵-۳ | اتاق معاینه و آزمایشگاهها (آسیب شناسی و تحقیق) | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۵-۴ | اتاق عمل :<br>- روشنایی عمومی<br>- میز عمل با چراغ مخصوص عمل | ۳۰۰<br>۳۰۰۰ | ۵۰۰<br>۸۰۰۰ |
| پ۲-۱-۶ | کارخانه کنسروسازی | | |
| پ۲-۱-۶-۱ | محل دسته بندی و تفکیک | ۱۵۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۶-۲ | محل پوست کندن | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۶-۳ | محل پختن | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۶-۴ | محل قوطی پرکنی | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۷ | آسیاب غلات | | |
| پ۲-۱-۷-۱ | روشنایی عمومی | ۷۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۷-۲ | روشنایی محل کار | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۸ | نانوایی | | |
| پ۲-۱-۸-۱ | خمیر گیری | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۸-۲ | اتاق تنور:<br>- روشنایی عمومی<br>- تنور | ۱۰۰<br>۳۰۰ | ۲۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۸-۳ | بسته بندی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۹ | کارخانه شکلات و لبنیات سازی | | |
| پ۲-۱-۹-۱ | تهیه مواد اولیه : | ۱۰۰ | ۱۵۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | - روشنایی عمومی<br>- روشنایی روی نوار<br>- تزئین و بسته بندی | ۳۰۰<br>۱۵۰ | ۵۰۰<br>۲۰۰ |
| پ۲-۱-۱۰ | کارخانه لبنیات | | |
| پ۲-۱-۱۰-۱ | سکوی تخلیه | ۷۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۱۰-۲ | ظرفشویی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۰-۳ | ماشین آلات تهویه مواد | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۰-۴ | شیشه پرکنی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۰-۵ | آزمایشگاهها | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۱ | کارخانه.....سازی | | |
| پ۲-۱-۱۱-۱ | روشنایی عمومی | ۷۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۱۱-۲ | محل تهویه و خمیر | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۱-۳ | محل شستشوی لوازم | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۱-۴ | محل پر کردن | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۲ | چاپخانه و گراورسازی | | |
| پ۲-۱-۱۲-۱ | ماشین حروف چینی :<br>- روشنایی عمومی<br>- محل حروفچینی | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۲-۲ | ماشینهای چاپ :<br>- روشنایی عمومی<br>- روی ماشین | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۲-۳ | میز تصحیح | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۱۲-۴ | گراورسازی | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۱۲-۵ | حکاکی | ۲۰۰۰ | ۳۰۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳ | کارخانه شیشه سازی | | |
| پ۲-۱-۱۳-۱ | کوره<br>- روشنایی | ۱۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳-۲ | مخلوط کردن مواد خام :<br>- روشنایی عمومی<br>- روی دستگاههای توزین | ۱۰۰<br>۲۰۰ | ۱۵۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳-۳ | دمیدن و پرس کردن<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۱۰۰<br>۲۰۰ | ۱۵۰<br>۳۰۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۱۳-۴ | برش | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳-۵ | صیقل دادن | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳-۶ | نقره کاری (آیینه سازی) | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳-۷ | تراش دقیق | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳-۸ | تزیین و جلا و حکاکی | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۳-۹ | بازرسی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br>۷۰۰ | ۳۰۰<br>۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۱۴ | کارخانه نساجی (پنبه) | | |
| پ۲-۱-۱۴-۱ | عدل شکن :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۱۰۰<br>۲۰۰ | ۲۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۴-۲ | حلاجی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۱۰۰<br>۲۰۰ | ۲۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۴-۳ | نخ ریسی و دولاتابی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۴-۴ | دوک کردن :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۴-۵ | بافندگی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۳۰۰<br>۵۰۰ | ۵۰۰<br>۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۱۴-۶ | رنگرزی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۴-۷ | آزمایشگاه رنگ :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۳۰۰<br>۵۰۰ | ۵۰۰<br>۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۱۵ | کارخانه نساخی (پشم) | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۱۵-۱ | عدل شکن :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۱۰<br>۲۰۰ | ۲۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۵-۲ | حوضچه ها | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۱۵-۳ | محل شستشو :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۱۰۰<br>۲۰۰ | ۲۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۵-۳ | حلاجی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۱۰۰<br>۲۰۰ | ۲۰۰<br>۳۰۰ |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۱۵-۵ | پشم ریسی و دولاتابی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br><br>۳۰۰ | ۳۰۰<br><br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۵-۶ | دوک کردن(ماسوره پیچی):<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۵-۷ | بافندگی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۵-۸ | چله کشی و تارپیچی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۷۰۰<br>۱۰۰۰ | ۱۰۰۰<br>۱۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۶ | کارخانه نساجی (ابریشم طبیعی و الیاف مصنوعی) | | |
| پ۲-۱-۱۶-۱ | حوضچه | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۱۶-۲ | ریسندگی و دولاتابی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۲۰۰<br>۳۰۰ | ۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۶-۳ | بافندگی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | ۳۰۰<br>۵۰۰ | ۵۰۰<br>۷۰۰ |
| پ۲-۱-۱۶-۴ | بازرسی منسوجات :<br>- روشنایی محل کار | ۱۰۰۰ | ۱۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۷ | کارخانه صنایع شیمیایی | | |
| پ۲-۱-۱۷-۱ | جلوی دستگاههای مخلوط کننده و خرد کننده | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۷-۲ | روی دستگاههای کنترل وسنجش(در سطح عمودی) | ۱۵۰ | ۲۰۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۱۷-۳ | روی میز کنترل | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۷-۴ | آزمایشگاهها : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۸ | کارخانه رنگ سازی | | |
| پ۲-۱-۱۸-۱ | مخلوط کردن،آسیاب کردن و پودرکردن | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۱۸-۲ | پر کردن و توزین : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۸-۳ | آزمایشگاه رنگ : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۱۹ | کارخانه لاستیک سازی | | |
| پ۲-۱-۱۹-۱ | تهیه مواد اولیه : | | |
| | - ماشین مخلوط کنی و ورزدادن | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| | - نوار کردن | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۹-۲ | تهیه الیاف : | | |
| | - برش الیاف و تهیه لایه ها | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| | - روی ماشینها | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۹-۳ | ساخت لاستیک وسایل نقلیه : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۱۰۰ | ۲۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۹-۴ | ولکانیزه کردن | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۱۹-۵ | بازرسی : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۱۹-۶ | بسته بندی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۲۰ | کارخانه دخانیات | | |
| پ۲-۱-۲۰-۱ | محل برش | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۲۰-۲ | خشک و تخمیر کردن | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۲۰-۳ | درجه بندی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۱ | کارخانه صابون سازی | | |
| پ۲-۱-۲۱-۱ | روشنایی عمومی | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۲۱-۲ | تابلوهای کنترل | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۱-۳ | ماشینهای بسته بندی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۲ | کارگاههای مکانیکی | | |
| پ۲-۱-۲۲-۱ | کارهای خشن،ماند شمارش و بازرسی سطحی اشیاء موجود در محل :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br><br>۱۰۰<br>۱۵۰ | <br><br>۱۵۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۲-۲ | کارهای متوسط،مانند بازرسی اشیاء باشاخص :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br><br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br><br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۲-۳ | کارهای دقیق،مانند کار با وسائل مخابراتی و دستگاههای سنجش و وسائل دقیق | ۷۰۰ | ۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۲۲-۴ | کارهای خیلی دقیق مانند سنجش و بازرسی اجزاء و وسائل ساخته شده | ۱۵۰۰ | ۲۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۲-۵ | کارهای بسیار دقیق (کار با چشم مسلح) | ۱۵۰۰ | ۳۰۰۰ |
| پ۲-۱-۲۳ | کارگاههای مونتاژ | | |
| پ۲-۱-۲۳-۱ | محل قطعات بزرگ | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۲۳-۲ | محل قطعات متوسط | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۳-۳ | محل صفحات کوچک | ۵۰۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۲۳-۴ | محل قطعات خیلی بزرگ | ۱۰۰۰ | ۱۵۰۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۲۴ | کارگاه ورقکاری | | |
| پ۲-۱-۲۴-۱ | کار با ورقهای فلزی(روی میز کار) | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۵ | کار با ماشینهای افزار(صنایع فلزی) | | |
| پ۲-۱-۲۵-۱ | روشنایی عمومی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۵-۲ | روشنایی محل کار :<br>الف)با قطعات متوسط روی میز یا ماشین و تراش قطعات بزرگ<br>ب)با قطعات کوچک روی میز یا روی ماشین و تراش قطعات متوسط و کوچک و تنظیم ماشینهای خودکار<br>ج)با قطعات خیلی ضعیف روی میزکار یا روی ماشین و ساختن ابزار و سنجش قطر کالیبر و تراش قطعات دقیق | ۳۰۰<br>۵۰۰<br>۱۰۰۰ | ۵۰۰<br>۷۰۰<br>۱۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۶ | جوش کاری و لحیم کاری | | |
| پ۲-۱-۲۶-۱ | جوشکاری :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۱۵۰<br>۲۰۰ | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۶-۲ | لحیم کاری :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۷ | ریخته گری | | |
| پ۲-۱-۲۷-۱ | ماهیچه سازی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۷-۲ | قالب گیری | | |
| پ۲-۱-۲۷-۲-۱ | قالب گیری معمولی با دست یا ماشین :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۱۵۰<br>۲۰۰ | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ |
| ۲-۱-۲۷-۲-۲ | قالبگیری ظریف با دست :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۷-۳ | ریختن مواد مذاب در قالبهای بزرگ | ۵۰ | ۱۰۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۲۷-۴ | ریختن مواد مذاب در قالب به روش تزریق :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br><br>۱۵۰<br>۲۰۰ | <br><br>۲۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۷-۵ | تمیز کردن قطعات ریخته شده | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۲۷-۶ | بازرسی قطعات ریخته شده :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۸ | کارخانه ذوب آهن | | |
| پ۲-۱-۲۸-۱ | محل تخلیه و انبار مواد اولیه | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۲۸-۲ | محل کوره های بلند | ۱۰۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۲۸-۳ | نورد قطعات بزرگ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۲۸-۴ | نورد و پروفیل سازی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۱۵۰<br>۲۰۰ | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ |
| پ۲-۱-۲۸-۵ | حدیده سیمهای کلفت | ۵۰ | ۱۰۰ |
| پ۲-۱-۲۸-۶ | حدیده سیمهای کارکرده :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۸-۷ | نورد ورقهای نازک :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۸-۸ | بازرسی ورقهای فلزی :<br>- روشنایی عمومی<br>- روشنایی محل کار | <br>۲۰۰<br>۳۰۰ | <br>۳۰۰<br>۵۰۰ |
| پ۲-۱-۲۹ | کارگاه آهنگری | | |
| پ۲-۱-۲۹-۱ | کارهای آهنگری | ۱۰۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۳۰ | کارخانه خودروسازی | | |
| پ۲-۱-۳۰-۱ | مونتاژ قطعات | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۳۰-۲ | کارکاه نقاشی(روی بدنه خودرو) | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۳۰-۳ | تودوزی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۳۰-۴ | بازرسی نهایی | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۱ | نیروگاهها | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۳۱-۱ | موتورخانه : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۳۱-۲ | اتاق فرمان : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| | - محل کار(روی تابلوها) | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۲ | کارگاه صحافی | | |
| پ۲-۱-۳۲-۱ | صحافی معمولی : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۳۲-۲ | برش : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۲-۳ | چاپ بافشار روی جلد : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۳ | صنایع سفالی (سرامیک) | | |
| پ۲-۱-۳۳-۱ | تهیه و عمل آوردن گل | ۱۰۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۳۳-۲ | فرم دادن | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۳۳-۳ | کوره | ۱۰۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۳۳-۴ | تزئین و لعاب کاری | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۳۴ | کارگاه دستکش سازی | | |
| پ۲-۱-۳۴-۱ | بافندگی | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۴-۲ | برش و پرس | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۴-۳ | دوزندگی (روشنایی محل کار) | ۷۰۰ | ۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۳۴-۴ | بازرسی | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۳۵ | کارگاه کلاه دوزی | | |
| پ۲-۱-۳۵-۱ | رنگررزی-تمیزکاری- نمد مالی-فرم دادن و غیره | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۳۵-۲ | دوزندگی | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۳۶ | کارگاه قالیبافی | | |
| پ۲-۱-۳۶-۱ | محل انتخاب مواد اولیه رنگ شده : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۱۵۰ | ۲۰۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | - روشنایی محل کار | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۳۶-۲ | کارگاه بافت : | | |
| | - روشنایی عمومی | ۱۵۰ | ۳۰۰ |
| | - روشنایی محل کار | ۲۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۶-۳ | محل پرداخت | ۲۰۰ | |
| پ۲-۱-۳۷ | کارگاه دباغی | | |
| پ۲-۱-۳۷-۱ | حوضچه ها | ۱۰۰ | ۱۵۰ |
| پ۲-۱-۳۷-۲ | تمیز کردن و رنگ کردن | ۱۵۰ | ۲۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پ۲-۱-۳۷-۳ | پرداخت و برش غلطک زنی | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۳۸ | کارگاه سراجی | | |
| پ۲-۱-۳۸-۱ | برش،پرداخت و فرم دادن | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۳۸-۲ | دوخت | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ |
| پ۲-۱-۳۹ | کارگاه کفاشی | | |
| پ۲-۱-۳۹-۱ | بازرسی و انتخاب مواد اولیه | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۳۹-۲ | روی میز کار | ۵۰۰ | ۷۰۰ |
| پ۲-۱-۳۹-۳ | روی ماشینها | ۳۰۰ | ۵۰۰ |
| پ۲-۱-۴۰ | کارخانه کاغذ سازی | | |
| پ۲-۱-۴۰-۱ | مخلوط و خمیر کردن مواد | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۴۰-۲ | برش و تکمیل | ۱۵۰ | ۳۰۰ |
| پ-۲-۱-۴۱ | کارگاه نجاری | | |
| پ۲-۱-۴۱-۱ | ماشینهای اره | ۲۰۰ | ۲۰۰ |
| پ۲-۱-۴۱-۲ | روی میز کار | ۲۰۰ | ۳۰۰ |
| پ۲-۱-۴۱-۳ | روی سایر ماشینها | ۳۰۰ | ۵۰۰ |

## پیوست ۳

# راهنمای استفاده از ضرایب همزمانی

## پ۳–۱ پیشگفتار

پیش بینی و تخمین ضریب همزمانی معمولاً برای بدست آوردن نتایخ زیر لازم است :

پ۳-۱-۱ تعیین حداکثر درخواست تأسیسات و در نتیجه جریان اسمی ورودی اصلی از منبع تغذیه
.پ۳-۱-۲ محاسبه سطح مقطع هادیها و انتخاب وسائل قطع و وصل مدارهای توزیع از نظر جریان مجاز اسمی و افت ولتاژ.
پ۳-۱-۳ محاسبه سطح مقطع هادیها و تعداد نقاطی که از مدارهای نهایی تغذیه خواهند شد .
لزوم استفاده از ضرایب همزمانی به قضاوت مهندس مسئول طرح تأسیسات برقی و داشتن اطلاعات کامل و دقیق درباره وضعیت محل و موارد استفاده از آن بستگی دارد . با توجه به این مسائل، برای محاسبه و انتخاب ضریب همزمانی تعیین روشهای دقیق عملی نیست ولی از مطالب ذکر شده در زیر میتوان به عنوان راهنما استفاده کرد .

## پ۳–۲ کلیات

پ۳-۲-۱ در مورد مدارهایی که ممکن است بار آنها از نوعی به نوع دیگر تغییر پیدا کند ، مانند بارهای حرارتی و تهویه مطبوع ، لازم خواهد بود بزرگترین بار ( که در موارد قابل توجیه با استفاده از ضرایب همزمانی تعدیل خواهد شد ) مورد توجه قرار گیرد .
پ۳-۲-۲ در مورد مدارهای تغذیه مصرف کننده هایی که نحوه کار آنها امکان وصل همزمان بارها را بدهد ، باید حداکثر بار ممکن مورد توجه قرار گیرد .
پ۳-۲-۴ برای تعدادی مصرف کننده که با وسیله واحدی کنترل میشوند نباید از ضریب همزمانی استفاده شود .
پ۳-۲-۴ مدارهای مربوط به خدمات اضطراری باید برای کار همزمان کلیه لوازمی که به آن وصل شده اند ظرفیت کافی داشته باشد .

# پ۳–۳ حداکثر درخواست ( تقاضا ، دیماند ) تأسیسات برقی

برای استفاده از ضرایب همزمانی ، به منظور تأمین مشخصات انشعاب اصلی ، دو طریقه شناخته میشود :

پ۱-۳-۱ میتوان ضریب همزمانی را ، مشابه مقادیر داده شده در جدول پ۳ ، برای بارهای مختلفی که باید تغذیه شوند ( مانند روشنایی ، گرمایش ، موتورها ) به کار برد . برای هر نوع بار باید ضریب همزمانی مناسبی ، متناسب با کل تقاضای همهٔ نقاط تغذیه شده توسط تأسیسات اعمال شود.

حداکثر درخواست تأسیسات عبارت خواهد بوداز مجموع بارهای مختلفی که به این طریق تعدیل شده اند .

پ۳-۳-۲ مشخصات انشعاب اصلی را میتوان با استفاده از مقررات محلی ( که بر مبنای تجربیات گذشته به دست آمده اند و جریانهای اسمی استاندارد شده نیز در آن ملحوظ شده اند ) و با توجه به نوع و سطح زیربنای تأسیسات و انتخاب باری مناسب برای واحد سطح ( وات بر متر مربع ) پیش بینی کرد .

این روش، به ویژه در مورد برآوردهای اولیه در مراحل شروع طرح ، در موقعی که مشخصات دقیق بارها هنوز معلوم نیست ، مفید است ، جز در مورد تأسیسات بسیار ساده ای که برآورد بار و تعیین جریان اسمی آنها با این روش کافی است،باید نتیجه بدست آمده ازاین طریق را با نتیجه بدست آمده از روش ذکرشده در ردیف پ۳-۳-۱ مقایسه و تأیید کرد .

در هر صورت جریان اسمی بدست آمده برای انشعاب ( با روش استفاده از مقررات محلی ) باید به عنوان حداقل به حساب آید و توصیه میشود با توجه به رشد بار مصرفی در طول عمر تأسیسات ، تعدیل لازم درآ ن به عمل آید .

این تعدیل ممکن است بر مبنای مقررات محلی یا در صورتی که از شبکه های عمومی استفاده شود بر مبنای مقررات مؤسسه توزیع کننده نیرو ، عملی شود .

# پ۳–۴ مدارهای توزیع

در موارد قابل توجیه ، برای محاسبه سطح مقطع مدارهای توزیع و وسائل قطع و وصل آنها با روشهای مشابه ردیف پ۳-۳ در بالا ، میتوان از ضریب همزمانی استفاده کرد یعنی :

پ۳-۴-۱ اعمال ضرایب همزمانی ، مشابه جدول پ۳ ، در مورد بارهای مختلفی که توسط مدار تغذیه می شود .

پ۳-۴-۲ برآورد بار بر مبنای سطح زیر بنا برای هر یک از بارهای مختلف ، در مواردی که مقررات مناسبی برای نوع و سطح زیر بنای محل مورد نظر وجود داشته باشد .

در مواردی که از روش ذکر شده در ردیف پ۳-۴-۱ استفاده میشود بهتر آن است که ضریب همزمانی هر یک از انواع بارها نسبت به جمع تقاضای کلیه نقاط مصرف ، که از مدار توزیع تغذیه میشوند ، اعمال شود نه آنکه تقاضای کل از طریق جمع تقاضاهای مدارهای نهایی مربوط به مدار توزیع ، بعد از اعمال ضریب همزمانی نسبت به یک یک آنها ، بدست آید .

برای مثال ، در مورد ساختمانهای آپارتمانی ، با اینکه استفاده کلیه آپارتمانها تا حداکثر تقاضا به طورهمزمان بعید است ، لازم است این موضوع در مورد کابل اصلی تغذیه در نظر گرفته شود . یعنی علاوه بر ضریب همزمانی که برای محاسبه تقاضای هر آپارتمان اعمال میشود ، تقاضای مربوط به کابل اصلی آپارتمانها باید از طریق اعمال ضریب همزمانی مربوط ، نسبت به جمع بارهای مختلف کلیه آپارتمانها محاسبه شود ، نه آنکه مجموع تقاضای آپارتمانها ، که پس از اعمال ضریب همزمانی نسبت به یک یک آنها به دست می آید ملاک عمل قرار گیرد .

# پ۳–۵ ضرایب همزمانی

انتخاب ضرایب همزمانی برای استفاده در همه موارد ، به علت وابستگی آنها به شرایط مختلف محلی ، امکانپذیرنیست ، برای همین می توان ، در صورتی که اطلاعات دقیق تری وجود نداشته باشد ، از ضرایب همزمانی ذکر شده در جدول پ۳ ( که اغلب مورد استفاده قرار می گیرد ) ، فقط به عنوان راهنما استفاده کرد و مهندس مسئول تهیه طرح تأسیسات برقی ، برای هر مورد به خصوص باید ، بر مبنای وضعیت محلی و نوع تأسیسات ،ضرایب مربوط را تعدیل کند .

ضرایب ذکر شده در جدول به صورت درصدی از توان نصب شده اند . در مورد لوازم خانگی و نظایر آن و موتورها ، ضرایب باید نسبت به جریان بار کامل آنها اعمال شوند .

در مورد پریزهای کم مصارف عمومی که ( طبق شرایط ردیف پ۳-۶-۲) ازمدارهای نهایی تغذیه می شوند ، درصد ذکر شده در جدول پ۳ ( مربوط به پریزها ) را می توان نسبت به جریان اسمی فیوزها یا کلیدهای خودکاری که این مدارها از آن منشعب می شوند اعمال کرد. در مورد سایر پریزها باید مشابه بارهای ثابتی که مقدار آن معادل جریان اسمی پریز است عمل کرد .

جدول پ۳ ضرایب همزمانی

| نوع ساختمان | روشنایی | پریزها* | وسایل گرمایش و اتافهای آشپزی | آبگرمکنها | موتورها | تهویه مطبوع | گرمکنهای ذخیره ای |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آپارتمانها یا منازل یک خانواده ای | ۶۶ ٪ | ۱۰۰ ٪ بزرگترین مصرف + ۴۰ ٪ بقیه | ۱۰۰٪بزرگ ترین وسیله + ۵۰٪ بقیه | ۱۰۰٪بزرگترین آبگرمکن +۲۵٪ بقیه ، در صورتی که به وسیله کلید زمانی کنترل نشوند ،در غیر این صورت ۱۰۰٪ بقیه | ۱۰۰٪ بزرگترین موتور+ ۷۵٪ بعدی+ ۶۰٪ بعدی | ۱۰۰٪حداکثرتقاضای ممکن | ۱۰۰٪ |
| ساختمانها ی چند طبقه آپارتمانی | ۶۶ ٪ | ۱۰۰ ٪ بزرگترین مصرف + ۴۰ ٪ بقیه | ۱۰۰٪بزرگ ترین وسیله + ۵۰٪ بعدی +۳۳٪بعدی +۲۵٪بقیه | | | | |
| هتلها و آپارتمانها ی میله | ۷۵ ٪ | ۱۰۰٪بزرگترین مصرف + ۷۵٪جمع آنهایی که در محوطه های عمودی اند +۴۰٪بقیه | ۱۰۰٪بزرگ ترین وسیله + ۸۰٪بعدی + ۶۰٪ بقیه | | | | |
| مغازه ها ، ادارات ، ساختمانها ی تجاری | ۹۰ ٪ | ۱۰۰٪ بزرگترین مصرف + ۷۵٪ بقیه | | | | | |

* یا مدارهای نهایی تغذیه کننده پریزهای عمومی ( به ردیف پ ۳-۵ مراجعه شود .)

# پ۳–۶ مدارهای نهایی

در اعمال ضریب همزمانی در مورد مدارهای نهایی ، روشهای زیر مورد نظر است :

پ۳-۶-۱ در مورد یک مدار نهایی که چند وسیله ثابت مجهز به وسائل کنترل مجزا را تغذیه می کند ، می توان جریان اسمی را معادل جمع حداثر تقاضای تجهیزات مختلفی که امکان استفاده همزمان آنها وجود دارد انتخاب کرد . این عمل در مورد ودارهای نهایی مربوط به پریزهایی که تعدادی وسائل مشخص را تغذیه خواهند کرد نیزصادق است .

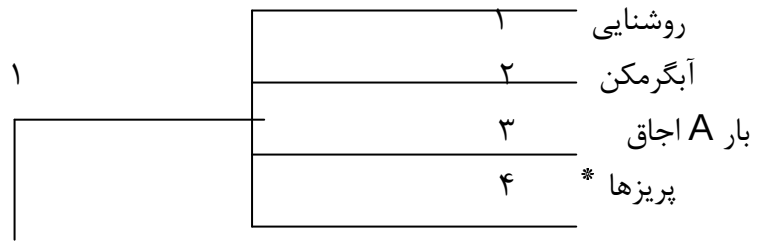
پ۳-۶-۲ در مورد یک مدار نهای تغذیه کننده تعدادی پریز ، که وسائل نامعلوم اند استفاده کننده از آن ، از نظر تعداد نوع ،می توان جریان مصرفی را بر اساس آن گروه از نامناسب ترین وسائل وصل شده درمحوطه سرویس مدار ، (با در نظر گرفتن نوع محل)،که ممکن است به طور همزمان مورد استفاده قرارگیرند ، برآورد کرد و یا آن را با استفاده از مقررات محلی ، که مقدار مصرف را بر حسب واحد سطح زیر بنا ( با توجه به نوع محل ) تعیین می کند ، تخمین زد .

در مواردی که ممکن است از پریزها به منظور تغذیه وسائل گرمایشی استفاده شود ، باید تقاضای جریان ،معادل حداکثر مقدار گرمای لازم برای تأمین گرمایش زیربنای مورد نظر ، با احتساب هر نوع وسیله گرمایشی موجود دیگر ، انتخاب شود .

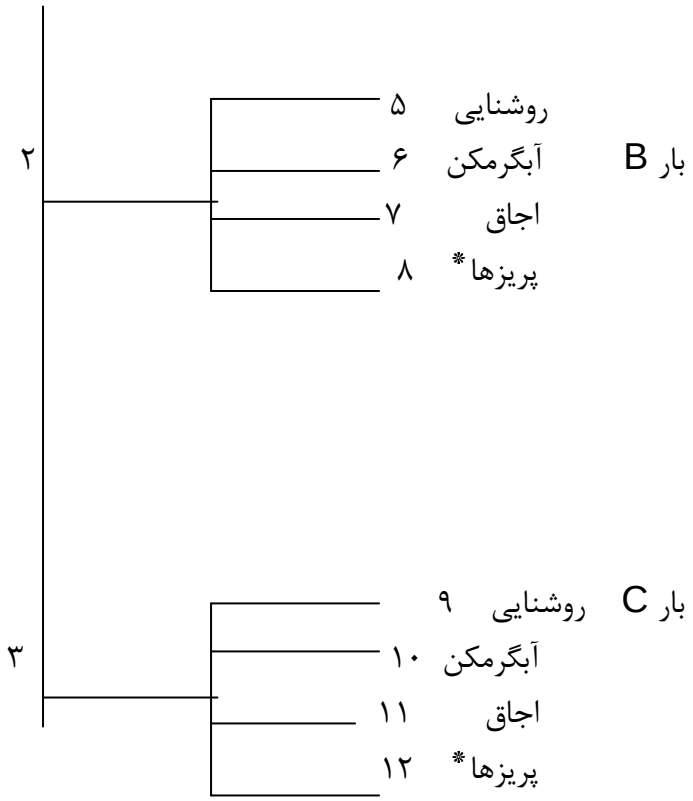
پ۳-۶-۳ در مورد مدارهای نهایی تغذیه کننده اجاق آشپزی در یک آپارتمان یا منزل تک خانواری ، جریان مصرفی مدار را می توان معادل ۸۰ ٪ مصرف کل اجاق ، در حالی که این مقدار بیش از۳/۵ کیلو وات است انتخاب کرد و در مورد اجاقهایی با مصرف کل بیش از ۶ کیلو وات ، جریان مصرفی مدار را می توان معادل ۵۰ ٪ مصرف کل آن گرفت .

پ۳-۶-۴ ضرایب ذکر شده در جدول پ۳ را نباید به منظور تعیین جریان مصرفی مدارهای انفرادی و نهایی مورد استفاده قرار داد .

مثال : استفاده از ضریب همزمانی




جریان اسمی مدارهای توزیع ۱و۲و۳ با اعمال ضریب همزمانی به هر یک از نقاط مصرف بارهای A ،B ،C بدست می آید .




*I*

جریان اسمی مدار قائم $I$با اعمال ضرایب همزمانی از جدول پ۳ ، در مورد مدارهای ۱ تا ۱۲ ، به ترتیب زیر به دست می آید :

۶۶ ٪ بارهای مدار ۱و۵ و۹

۱۰۰ ٪ بار مدار ۲ و ۲۵ ٪ بار مدارهای ۶و۱۰

۱۰۰ ٪ بار مدار ۳ و ۵۰ ٪ بار مدار ۷ و ۳۳ ٪ بار مدار ۱۱

جریان معادل جریان اسمی فیوز مدار ۴ و ۳۰ ٪ جریان اسمی فیوزهای مدارهای ۸ و۱۲ .

مثال عددی :

مفروضات :

- ولتاژ تغذیه : ۲۲۰ ولت
- بارهای A و B و C مشابه اند ( ۳ آپارتمان مشابه )

- روشنایی هر یک از مصرف کننده ها : ۱۰ چراغ التهابی ثابت که هر یک طبق ردیف ۱۳-۹-۰-۱ معادل ۱۰۰وات برآورد می شود .

آبگرمکن ، یک دستگاه با گرمکن ثابت ۳ کیلو واتی .

اجاق : یک دستگاه با قدرت اسمی ( قدرت نصب شد ) معادل ۱۲ کیلو وات ( به ردیف پ۶-۳ مراجعه شود .)

پریزها : یک مدار نهایی با جریان اسمی ۳۰ آمپر طبق ردیف پ۳-۶-۲ و سطح زیربنای ۱۰۰ متر مربع .

گرمایش : مرکزی با سیستم غیر برقی .

هر یک از بارهای A، B ، C ( بار هر آپارتمان ) .

- روشنایی = $\frac{۱۰۰۰ \times ۰/۶۶}{۲۲۰}$ ۳ آمپر

- آبگرمکن = $\frac{۳۰۰۰}{۲۲۰}$ ۱۳/۶ آمپر

- اجاق = $\frac{۱۲۰۰۰ \times ۰/۵}{۲۲۰}$ ۳/۲۷ آمپر

- مدار پریزها = ۳۰ آمپر

جریان اسمی هر یک از مدارهای ۱و۲و۳ ۹ ، ۷۳ آمپر

- برآورد جمع بارهای A، B وc

- روشنایی = $\frac{3000\times0.66}{220}$ ۹ آمپر

- آبگرمکن = $\frac{3000+750+750}{220}$ ۲۰,۵ آمپر

- اجاق ها = $\frac{12000\times.5+12000\times0.5+12000\times0.5\times0.33}{220}$ ۴۸ آمپر

جریان اسمی مدار قائم I= ۱۲۷,۵

# پیوست ۴

# نشانه های ترسیمی برای نقشه های تأسیسات و نمودارها با کاربرد در معماری و توپو گرافی

یاد آوری ۱- متن انگلیسی این پیوست از استاندارد IEC 617-11 گرفته شده و به منظور روشن کردن مفهوم

بعضی از اصطلاحات بکار رفته در متن فارسی ، ارائه شده است.

یادآوری ۲- برای کمک به مراجعه سایر قسمتها در متن انگلیسی ، اصل شماره های ردیف استاندارد

IEC 617-11 حفظ شده است .

نشانه های ترسیمی برای نمودارها و نقشه ها

GRAPHICAL SYMBOLS FOR DIAGRAMS

# فصل ۱۱* : نقشه ها و دیاگرامهای تأسیسات ساختمان و توپوگرافیک

PART 11: Architecttural and topographical installotion plans and diagrams

## پ ۴–۰پیشگفتار

INTRODUCTION

این قسمت شامل نشانه هایی است که مخصوص استفاده در نقشه هایی به مقیاس کوچک یا نقـشه ها و نمودارهایی که

نشانه های ارائه شده در سایر قسمتهای IEC 617 برای آنها مناسب نیست طـرح شـده اسـت . بدیهی است استفاده

از نشانه های سایر قسمتها نیز امکان پذیر است .

This part contains symbols develop for small – scale maps or plan for which the

Symbol givenin the other parts would not be quhte suitable . The altter may how

ever be used as well.

* - شماره فصل استاندارد IEC 617

روی نقشه های جغرافیایی و توپوگرافیک ، مرکز هر نشانه ، مانند نشانه های مربـوط بـه قـسمتهای پ۴-۱ و ۲و ۵ باید با محل دقیق استقرار آنها مطابقت کند . اندازه هر نشانه را می توان در هر مورد ، به تناسب ، تغییر داد .

On maps ' the center of a symbol ' such as those of sections 1'2 or 5 ' for instance

shall correspond with the exact location .

The symbol size may be varied to suit the application .

نیروگاهها و پست ها

CHAPTERI:ENERATING STATIONS AND SUBSTATION

# پ ۴–۱ نشانه های عمومی

SECTION 1 –GENERAL SYMBOLS

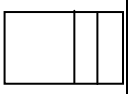
یادآوری ۱

به جای مربع می توان از کادر مستطیل استفاده کرد

1.1 A rectangular outline may be used instead of a square .

یادآوری ۲- در نقشه هایی با مقیاس کوچک ، به جای استفاده از هاشور ، ممکن است سیاه کردن سطح مناسب ترباشد .

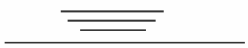
1.2 On small scale maps it may be desirable to replace the hatched areas in the symbols by completelyfilled–in areas .

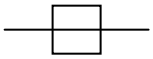
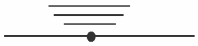
| NO. IEC617 | Description | | نشانه Symbol | شرح | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | طرح شده Planned | در حال بهره برداری In Service | | شماره ردیف |
| 11-01-01<br>11-01-02 | Generating Station | | | نیروگاه | پ ۴-۱-۱<br>پ ۴-۱-۲ |
| 11-01-03<br>11-01-04 | Combined electric and heat generating station |  | | مجموعه نیروگاه و مولد حرارت | پ ۴-۱-۳<br>پ ۴-۱-۴ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| پ ۴-۱-۵<br><br>پ ۴-۱-۶ | پست(پست ترانسفورماتور) | |  | Substation | 11-01-05<br><br>11-01-06 |

## SECTION 2- SPECIFIC TYPES OF GENERATING STATION AND SUBSTATION
## پ۴-۲:نیروگاهها و پستهای مخصوص

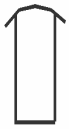
| NO. IEC 617 | Description | | نشانه Symbol | شرح | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | طرح شده Planned | درحال بهره برداری In service | | شماره ردیف |
| 11-02-01<br>11-02-02 | Hydroelectric Generating station | | | نیروگاه آبی | پ ۴-۲-۱<br>پ ۴-۲-۲ |
| 11-02-03<br>11-02-04 | Thermoelecric generating station (coal,lignite,oil , gas,etc) | | | نیروگاه حرارتی (ذغال سنگ، لینیت،نفت،گاز و غیره) | پ۴-۲-۳<br>پ ۴-۲-۴ |
| 11-02-05<br>11-02-06 | Nuclear energy generating station | | | نیروگاه انرژی هسته ای | پ ۴-۲-۵<br>پ ۴-۲-۶ |

| NO. IEC617 | Description | Symbolنشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-03-01 | Undergrounnd Line |  | خط زیرزمینی(کابل زمینی ) | پ ۴-۳-۱ |
| 11-03-02 | Submarin Line | | خط زیردریایی(کابل زمینی) | پ ۴-۳-۲ |
| 11-03-03 | Overhead Line | | خط هوایی | پ ۴-۳-۳ |
| 11-03-04 | Duct or pipe<br><br>Note:The number of ducts.<br><br>the cross.Section dimensions<br><br>or otherparticulars such as duct. | | مجرای کابل / لوله کابل<br><br>یادآوری: تعداد مجراها، ابعاد مقطعبا<br><br>مشخصاتی مانند درصد اشغال شدگی را<br><br>می توان بالای خط مجرا یا مسیر نشان داد . | پ ۴-۳-۴ |
| 11-03-05 | Occupancy , may be shown above. the line representing the duct<br><br>route .<br><br>Example:Line of six – way duct | | مثال: خطی متشکل از ۶ مجرا | پ۴-۳-۵ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| پ ۴-۳-۶ | خط کابلی با اتاقک آدمرو<br><br>(مفصلها) به منظوردسترسی به |  | Line with manhole, giving<br><br>access to jointing chamber | 11-03-06 |
| پ ۴-۳-۷ | خط کابلی با مفصل مدفون |  | Line with buried jointing point | 11-03-07 |

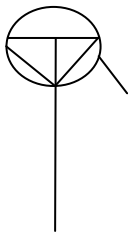
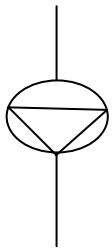
## SECTION 4 – MISCELLANEOUS ITEMS

## پ ۴-۴ : موارد متفرقه

| NO. IEC617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-04-01<br><br><br><br><br><br><br><br>11-04-02 | Overground,-weather-<br><br>proof – enclosre,general symbol<br><br>Note: Qualifing symbol or<br><br>designation may be used to the<br><br>indicate apparatus contained in<br><br>the enclosure<br><br>Example : Amplifying point in<br><br>a weather –proof enclosure |  <br><br> | محفظه یا کیوسک ،مناسب برای نصب در هوای آزاد .<br>علامت عمومی<br><br>یادآوری: برای مشخص کردن دستگاههای داخل محفظه می توان از نشانه ها یا علایم دیگر استفاده کرد .<br><br>مثال : نقطه تقویت در داخل محفظه ای مناسب برای نصب درهوای آزاد . | پ ۴-۴-۱<br><br>پ ۴-۴-۲ |

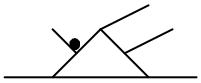
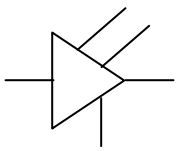
# CHAPTER III : CABLED DISTRIBUTION SYSTEMS FOR SOUND AND TELEVITION
## SECTION 5 – HEAD ENDS

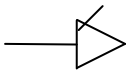
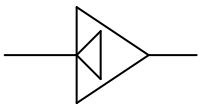
پ۴-۵ مراکز توزیع - هدانها

| NO. IEC617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-05-01 | Head end with local antenna ,<br><br>shown with one branch feeder<br>Note : Branch feeders may be<br><br>drawn from any convenient<br><br>point on the circle . |  | مرکز توزیع با آنتن محلی<br><br>در شکل با شاخهٔ تغذیه کننده<br><br>نشان داده شده .<br><br>یادآوری: شاخهٔ انشعابی را می توان<br><br>تحت هر زاویه ای که لازم باشد<br><br>کشید. | پ ۴-۵-۱ |
| 11-05-02 | Head end without local<br><br>antenna, shown with one inut<br><br>and one output trunk. |  | مرکز توزیع بـدون آنـتن محلیدر شکل با یک خط اصلی ورودی و یک خـط اصلی خروجی نشان داده شده . | پ ۴-۵-۲ |

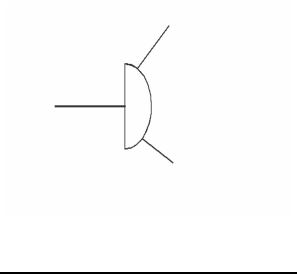
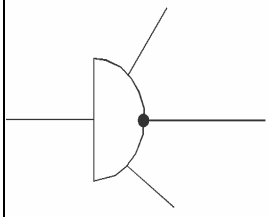
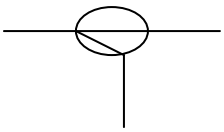
SECTIONS 6 – AMPLIFIERS

پ ۴-۶ : تقویت کننده ها

| NO. IEC617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-06-01 | Bridging amplifer,shown with three<br><br>branch or spur feeder outpust<br><br>Note :<br><br>1- The dot is used to distinguish an<br><br>output at relatively higher level.<br><br>2.Branch or spure feeders – may<br><br>leava the sloping sides of the at<br><br>symbol any convenient angle. |  | تقویت کننده توزیع انشعاب در شکل با ۳ مدار (شاخه) برداشت<br><br>یادآوری ۱ : از نقطه به منظور مشخص کردن شاخه ای که از سطح تقویت بالاتر است استفاده شده است .<br><br>یادآوری ۲ : شاخه ای برداشت را می توان نسبت به ساقه های مایل تحت هر زاویه ای کشید . | پ ۴-۶-۱ |
| 11-06-02 | Trunk bridging amplifier<br><br>assembly , shown with three<br><br>branch feeder outpusts |  | تقویت کننده مداراصلی با شاخه های برداشت در شکل با ۳ مدار برداشت. | پ ۴-۶-۲ |

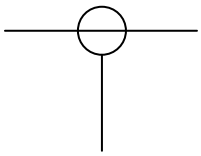
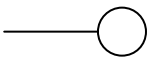
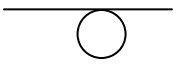
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11-06-03 | End of line ( branch or spur<br><br>feeder) Amplifer,shown with<br><br>one spur feeder ouput . |  | تقویت کننده پایانی برای شاخه های انشعابی‌در شکل با یک شاخه انشعابی. | پ ۴-۶-۳ |
| 11-06-04 | Amplifer with return<br><br>channel . |  | تقویت کننده با کانال برگشتی | پ۴-۶-۴ |

SECTION 7 – پ ۴-۷ : تقسیم کننده ها وجفت کننده ها
SPLITERS AND DIRECTIONAL COUPLERS

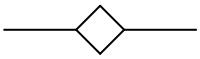
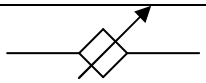
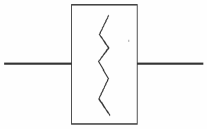
| NO. IEC617 | description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-07-01 | Splitter,two –way |  | تقسیم کننده دو راهه | پ ۴-۷-۱ |
| 11-07-02 | Splitter,two – way<br><br>with one higher level output<br><br>The nots with symbol<br><br>11-06-01 apply |  | تقسیم کننده سه راهه با یک خروجی دارای سطح تقویت بالاتر یادآوریهای مربوط به پ ۴-۶-۱ در این مورد نیز صادق است . | پ ۴-۷-۲ |
| 11-07-03 | Directional coupler |  | جفت کننده جهت دار | پ ۴-۷-۳ |

## SECTION 8 – TAP – OFF AND SYSTEM OUTLETS

## پ ۴- ۸ : نقاط برداشت و پریزها

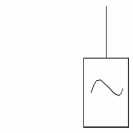
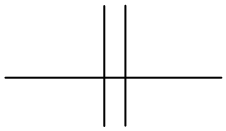
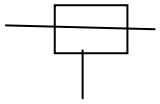
| NO. IEC617 | Discription | Symbolنشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-08-01 | Subscriber's tap – off single<br><br>tap – off shown on line .<br><br>Notes : 1. The line inside the<br><br>circle may be replaced by a<br><br>designation .<br><br>2. The line representing the<br><br>subscriber feeder may be<br><br>ommited if no ambiguity will<br><br>arise. |  | نقطهٔ برداشت مشترک (مصرف کننده ) در شکل با یک برداشت<br><br>یادآوری ۱ : پاره خط داخل دایره را می توان با نشانه یا علامت مناسبی جایگزین کرد .<br><br>یادآوری ۲ :اگر سوء تفاهم ایجاد نشود ، از خط مربوط به مشترک می توان صرفنظر کرد | پ ۴-۸-۱ |
| 11-08-02 | System outled |  | پریز مشترک ( مصرف کننده ) | پ ۴-۸-۲ |
| 11-08-03 | Looped system outlet serial wired outlet |  | پریز مشترک حالت انشعاب بین راه یا سری | پ ۴-۸-۳ |

## پ۴-۹ متعادل کننده ها و تضعیف کننده ها SECTION9-
## EQUALIZERS AND ATTENUATORS

| NO. IEC617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-09-01 | Equalizer |  | متعادل کننده | پ ۴-۹-۱ |
| 11-09-02 | Variable equalizer |  | متعادل کننده قابل تنظیم | پ ۴-۹-۲ |
| 11-09-03 | Attenuator (Map symbol)<br>Note : symbol10-16-01<br><br>may be also be used |  | تضعیف کننده (برای استفاده در نقشه های توپوگرافیک) از نشانه ۱۰-۱۶-۰۱نیز می توان استفاده کرد . | پ ۴-۹-۳ |

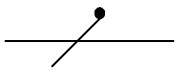
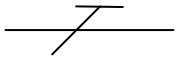
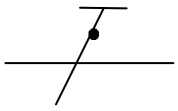
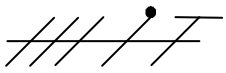
## SECTION 10- POWER FEEDING

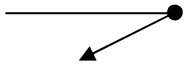
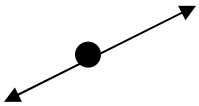
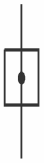
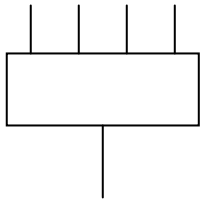
## پ ۴-۱۰ : تجهیزات تغذیه کننده نیرو DEVICES

| NO . IEC 617 | Descriptin | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-01-01 | Line power unit, a.c.type shown. |  | واحد تغذیه کننده خط در شکل ،نوع جریان متناوب نشان داده شده است . | پ ۴-۱۰-۱ |
| 11-10-02 | Power block , shown in a distribution feeder. |  | وسیلهٔ سد کننده تغذیه نقطه در خط توزیع نشان داده شده است . | پ ۴-۱۰-۲ |
| 11-10-03 | Power feeding injection point . |  | محل تغذیه (تزریق)نیرو | پ ۴-۱۰-۳ |

CHAPTER IV : تأسیسات ساختمان
INSTALLATIONS IN BULDINGS
SECTION 11- پ ۴-۱۱ : شناسایی هادیهای مخصوص
IDENTIFECTION OF SPECIFIC
CONDECTION

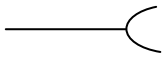
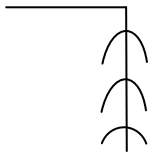
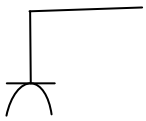
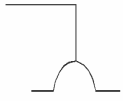
11.1 The symbol shown in this section یادآوری : به جای نشانه های ارائه شده
may be latter
symbols given in IEC Publication 445 : در این بخش ، میتوان از نشانه های‌حرفی
Identification
of Rules for A Uniform مشخص شده در نشریه IEC445 استفاده
Apparatus and General
system of Terminal Marking , Using an Alphanumeric کرد .
Notation

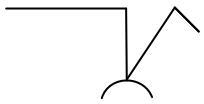
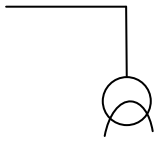
| No. IEC617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-11-01 | Neutral conductor |  | هادی خنثی | پ ۴-۱۱-۱ |
| 11-11-02 | Protective conductor |  | هادی حفاظتی | پ ۴-۱۱-۲ |
| 11-11-03<br><br>11-11-04 | Combined protective and<br><br>neutral conductor<br><br>Example :<br><br>Three – phase wiring with<br><br>nectral conductor and<br><br>protective conductor |  <br>  | هادی مشترک حفاظتی وخنثی مثال : سیم کشی سه فاز با هادیهای خنثی و حفاظتی | پ ۴-۱۱-۳<br><br>پ ۴-۱۱-۴ |

| NO. IEC617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-12-01 | Wiring going upwards | | ادامهٔ سیم کشی‌به سمت بالا | پ ۴-۱۲-۱ |
| 11-12-02 | Wiring going down wards |  | ادامهٔ سیم کشی به سمت پایین | پ ۴-۱۲-۲ |
| 11-12-03 | Wiring passing through<br><br>vertically |  | عبورسیم کشی در جهت قائم | پ ۴-۱۲-۳ |
| 11-12-04 | Box , general symbol | | جعبهٔ تقسیم ، نشانهٔ عمومی | پ ۴-۱۲-۴ |
| 11-12-05 | Connection or junction box | | جعبه تقسیم برای اتصال یا انشعاب | پ ۴-۱۲-۵ |
| 11-12-06 | Consumers terminal with<br><br>Wiring<br><br>Service entrance equipment |  | جعبهٔ ورودی مشترک<br>جعبهٔ سرویس مشترک(با سیم کشی) | پ ۴-۱۲-۶ |
| 11-12-07 | Distribution center , shown<br><br>with five conduits |  | مرکز توزیع با ۵ لولهٔ خروجی نشان داده شده است. | پ ۴-۱۲-۷ |

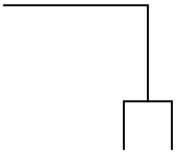
## SECTION 13 – SODKET OUTLETS

## پ ۴–۱۳ پریزها

| NO. IEC617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-13-01 | Socket outle (Power) general<br><br>symbol Receptacle outlet<br><br>(Power),<br><br>general |  | پریز برق (نیرو) ، نشانه عمومی | پ ۴-۱۳-۱ |
| 11-13-02 | Multiple socket outlet<br><br>(Power) , | FORM1 فرم ۱<br> | پریز برق چندتایی | پ ۴-۱۳-۲ |
| 11-13-03 | three outlet shown . | FORM2 فرم۲<br>  | مجموعه چند پریز( کل۳ تایی) | پ ۴-۱۳-۳ |
| 11-13-04 | Socket outlet(Power) with<br><br>protective contact |  | پریز برق با اتصال به هادی حفاظتی | پ ۴-۱۳-۴ |
| 11-13-05 | Socket outlet(Power)with<br><br>shutter |  | پریز برق با پرده حفاظتی | پ ۴-۱۳-۵ |

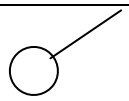
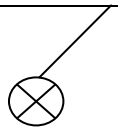
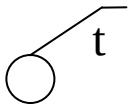
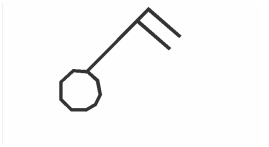
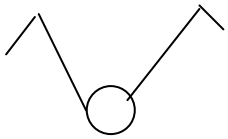
| NO. IEC 617 | Descriotion | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-13-06 | Socket outlet(Power)<br><br>with single – pole switch |  | پریز برق مجهز به کلید یک پل | پ ۴-۱۳-۶ |
| 11-13-07 | Socket outlet(Power)<br><br>with interlocked switch | | پریزبرق با کلید قفل و بست شده با آن | پ ۴-۱۳-۷ |
| 11-13-08 | Socket outlet(Power)<br><br>with isolating transformator ,<br><br>for example : shaver outlet |  | مجموعه پریز برق و ترانسفورماتور مجزاکننده برای<br><br>مثال پریز مخصوص ریشتراش | پ ۴-۱۳- ۸ |

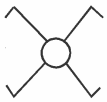
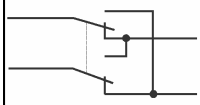
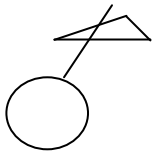
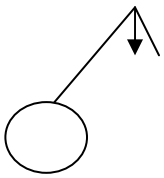
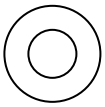
## ادامه پیوست ۴–۱۳

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۴-۱۳- ۹ | پریز مخصوص ارتباطات، نشانه عمومی<br><br>یادآوری : انواع مختلف با استفاده از نشانه های زیر تمیز داده می شوند:<br><br>TP : تلفن<br><br>M : میکروفن<br><br>: بلندگو<br><br>FM : اف ام<br><br>TV : تلویزیون<br><br>TX : تلکس |  | Socket outlet<br><br>(telecommunication),genel<br><br>Symbol.<br><br>Note: Designations are used<br><br>to distinguish types of<br><br>outlet in accordance with the<br><br>following table :<br><br>TP=telephone<br><br>Loudspease<br><br>FM= frequency modulation<br><br>TV= television<br><br>TX=telex | 11-12-09 |

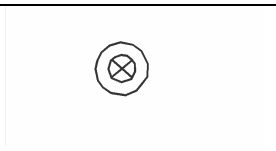
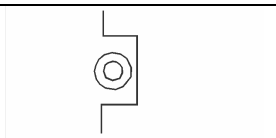
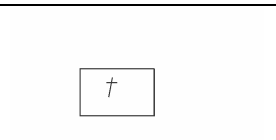
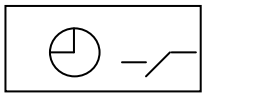
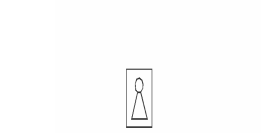
SECTION 14 : SWITCHES

## ۴–۱۴ : کلیدها

| NO . IEC 617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-14-01 | Swhtch , general symbol |  | کلید ، نشانه عمومی | پ ۴-۱۴-۱ |
| 11-14-02 | Switch with pilot light |  | کلید مجهز با لامپ،کلیدباپیلوت | پ ۴-۱۴-۲ |
| 11-14-03 | Period limiting switch , single<br><br>pole |  | کلیدیک پل زمانی | پ ۴-۱۴-۳ |
| 11-14-04 | Switch , two pole |  | کلید دوپل | پ ۴-۱۴-۴ |
| 11-14-05 | Multiposition switch for<br><br>example for different degrees<br><br>of lighting , single pole |  | کلید دوخانه( به ین کلید عرفاً و به اشتباه دوپل می گویند ) | پ ۴-۱۴-۵ |
| 11-14-06 | Tow – way switch , single pol | | کلید یک پل دوراهه یا کلید تبدیل | پ۴-۱۴-۶ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11-14-07 | Interediate switch |  | کلید بین راه یا کلید واسطه یا کلید صلیبی<br>  <br>نمودار مدارمعادل | پ۴-۱۴-۷ |
| 11-14-08 | Dimmer |  | دیمر با کلید سرخود | پ۴-۱۴- ۸ |
| 11-14-09 | Pull-cord switch , single Pole |  | کلید یک پل کششی(ریسمانی) | پ۴-۱۴-۹ |
| 11-14-10 | Push-button |  | شستی ،دگمهٔ فشاری | پ۴-۱۴-۱۰ |

## ادامه پ ۴–۱۴

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11-14-11 | Push –button with indicator lamp |  | شستی با لامپ نشانگر<br>شستی با اندیکاتور | پ۴-۱۴-۱۱ |
| 11-14-12 | Push –button with restricted access (glass cover , etc). |  | شستی با دسترسی محدود یا محفوظ (پوشش شیشه‌ای) | پ۴-۱۴-۱۲ |
| 11-14-13 | period limiting equipment |  | تجهیزات محدود کننده زمان یا دوره | پ۴-۱۴-۱۳ |
| 11-14-14 | Time switch |  | کلید زمانی | پ۴-۱۴-۱۴ |
| 11-14-15 | key – operated switch watchman ,s system device |  | کلید برق با عمل دراثرگردش کلید<br>قفل وسیله کنترل شبگرد | پ۴-۱۴-۱۵ |

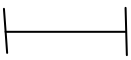
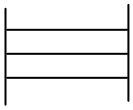
## پ۴–۱۵ : تأسیسات روشنایی SECTION 15 – FITTINGS

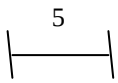
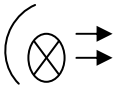
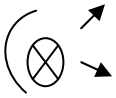
LIGHTING OUTLETS AND

| No IEC617 | DESCription | نشانهSEMBOL | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-15-01 | LIGHTING OUTLER POSITON, SHOWN WITH WIRING | | محل وصل لامپ یا چراغ سیم. کشی نیز نشان داده شده است . | پ ۴-۱۵-۱ |
| 11-15-02 | LIGHTING OUTLT ON WALL, SHOWN WITH WIRINGRUNNING TO THE LEFT. | | محل وصل لامپ یا چراغ دیواری سیم کشی به طرف چپ امتداد دارد . | پ۴-۱۵-۲ |

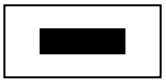
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11-15-03 | LAMP , GENERAL<br><br>SYMBOL SIGNAL<br><br>LAMP , GENERA L<br><br>SYMBOL NOTES :<br><br>1-IF IT IS DESIRED TO<br><br>INDICATE THE COLOUR , a<br><br>notation according<br><br>To the symbol:<br><br>RD=red<br><br>YE=yellow<br><br>GN=green<br><br>BU=blou<br><br>WH=white<br>2- if it is desired to<br><br>indicate the type of<br><br>lamp , a notation<br><br>ccording to the follwing<br><br>code is placed adjacent to the syrnbol:<br><br>Ne = neon | | لامپ و چراغ ، نشانه عمومی .<br><br>یادآوری ۱ : اگر هدف مشخص<br><br>کردن رنگ نور باشد،در کنار<br><br>نشانه از حروف مشخص کننده زیر<br><br>استفاده شود :<br><br>قرمز : RD<br><br>زرد : YE<br><br>سبز: GN<br><br>آبی : BU<br><br>سفید : WH<br><br>یادآوری۲: اگر هدف مشخص<br><br>کردن نوع لامپ باشد ، در کنار<br><br>نشانه از حروف مشخص کننده<br><br>زیر استفاده شود :<br><br>نئون =Ne | پ۴-۱۵-۳ |

## ادامه پ ۴–۱۵

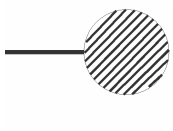
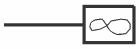
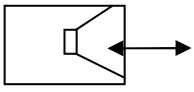
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | زنون = xe<br><br>بخار سدیم =na<br><br>بخار جیوه =hg<br><br>ید = I<br><br>رشته ای (التهابی) = IN<br><br>الکترولومینسنت = EL<br><br>قوس الکتریکی = ARC<br><br>فلورسنت = FL<br><br>مادون قرمز = IR<br><br>ماورای بنفش = UV<br><br>دیود نورافشان =LED | | Xe=xenon<br><br>Na=sodium v apou r<br><br>Hg= mercury<br><br>I=iodine<br><br>IN=incandescent<br><br>EL=electroluminescent<br><br>ARC=arc<br><br>FL=fluorescent<br><br>IR=infra=red<br><br>UV=ultra-violet<br><br>LED= light emitting diode | |
| پ۴-۱۵-۴<br><br>پ۴-۱۵-۵ | لامپ یا چراغ فلورسنت ، نشانه<br><br>عمومی<br><br>مثالها :<br><br>چراغ مجهز به سه لامپ فلورسنت |  <br>  | Luminaire:flurescent lamp.<br><br>General symbol<br><br>Examples:<br><br>Luminarie: with three<br><br>Fluorecscent tubes | 11-15-04<br><br>11-15-05 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11-15-06 | Luminaire with five fluoresce tubes |  | چراغ ، مجهز به پنج لامپ فلورسنت | پ۴-۱۵-۶ |
| 11-15-07 | Projector, General Symbol | | نورافکن ، نشانهٔ عمومی | پ۴-۱۵-۷ |
| 11-15-08 | Spot light |  | نورافکن همگرا(اسپات) | پ۴-۱۵-۸ |
| 11-15-09 | Flood light |  | نورافکن واگرا (فلاد) | پ۴-۱۵-۹ |

## ادامهٔ پ ۴–۱۵

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11-15-10 | Auxiliary apparatus<br>For discharge lamp<br>Note : use<br>Only when<br>The auxiliary apparatus<br>Is not incorporated in the<br>lummaire. |  | تجهیزات کمکی برای لامپهای<br>تخلیه ای<br>یادآوری : از این نشانه هنگامی<br>استفاده شود که تجهیزات به<br>صورت جداگانه نصب میشود . | پ۴-۱۵-۱۰ |
| 11-15-11 | Emergency lighting<br>luminaire on special circuit | | چراغ اضطراری تغذیه شده ازمدار<br>مخصوص | پ۴-۱۵-۱۱ |
| 11-15-12 | Self – contained cmergency<br>Lighting luminaire | | چراغ اضطراری با باتری سرخود | پ۴-۱۵-۱۲ |

## پ ۴–۱۶ : تجهیزات متفرقه SECTION 16-MISCELLANEOUS

| No. Iec617 | Description | Symbol نشانه | شرح | شماره ردیف |
|---|---|---|---|---|
| 11-16-01 | Water heater, shown with<br><br>Wiring |  | آبگرمکن<br><br>با سیمکشی نشان داده شده است | پ ۴-۱۶-۱ |
| 11-16-02 | Fan , shown with wiring |  | بادبزن با سیم کشی | پ ۴-۱۶-۲ |
| 11-16-03 | time clock | | ساعت کارت زنی | پ۴-۱۶-۳ |
| 11-16-04 | Electric lock | | قفل برقی | پ۴-۱۶-۴ |
| 11-16-05 | INTERCOMMUNICATION<br><br>INSTRUMENT |  | سیم ارتباط با در ورودی (اف اف) | پ۴-۱۶-۵ |

## پیوست ۵

## واژه نامه فارسی – انگلیسی

| | |
|---|---|
| اتصال زمین عملیاتی | Functional Earthing |
| اضـــافه جـــری | Overcurrent |
| الکترود زمین | Earth Electrode |
| الکترودهـــای زمـــین مـــستقل | Electrically Earth Electrodes Independed |
| بدنـه هـادی | Live Part |
| برق گرفتگی | Electric Shock |
| تأسیات الکتریکی | Electrical Installation (of Building) |
| تجهیزات الکتریکی | ( Electrical Equipment) |
| تجهیزات دستی | Hand Held Equipment |
| تجهیزات نصب ثابت | Fixed Equipment |
| ترمینـال اصـلی زمـین | Main Earting Terminal Or Main Earting Bar (Ground Bus) |
| تماس غیر مستقیم | Indirect Contact |
| جریان اتصال کوتاه ( فلزی ) | (Soild) Short – Cireuit Current |
| جریان اضافه بار ( یک مدار ) | Overloud Curret (Of a Circuit) |
| جریان باقیمانده | Residual Current |
| جریان برق گرفتگی | Shock Current |

| | |
|---|---|
| (Continuous) Currnet – Carrying Capacity of a Conductor | جریان مجاز |
| Leakag Current ( In an installation) | جریان نشت ( در یک تأسیسات ) |
| Electric Traction | جریه الکتریکی |
| Arms Reach | دسترس |
| Earth ( Ground ) | زمین ( جرم کلی زمین ) |
| Fuse | فیوز |
| Live Part | قسمت برقدار |
| Extraneous | قسمت هادی بیگانه |
| Simultaneously | قطعاتی که در آن واحد در دسترس اند |
| Accessible Part | |
| Disconnector ( Isolator ) | کلید جداکننده ( ایزولاتور – مجزا کننده ) |
| Switch – Disconnector – Switch – Isolator | کلید جداکننده زیر بار |
| Circuit – Breaker | کلید خودکار ( کلید اتوماتیک ) |
| Fuse – Disconnector | کلید فیوز جدا کننده |
| Fuse – Switch – Disconneter | کلید فیوز جدا کننده و قطع بار |
| Fuse – Switch | کلید فیوز قطع بار |
| Switch | کلید قطع بار |
| (Electrical) Circuit (Of an Instaiiation) | مدار ( مدار الکتریکی در تأسیسات ) |

| | |
|---|---|
| مقاومت کل اتصال زمین ( مقاومت کل زمین ) | Total Earthing Resistance |
| وسایل جریه الکتریکی | Electric Traction |
| ولتاژ تماس | Touch Voltage |
| هادی حفاظتی | Protective Conductor – PE |
| هادی خنثی | Neutral Conductor – N |
| هـادی مـشترک حفـاظتی / خنثـی | PEN Conductor - PEN |
| هادی همبندی برای هم‌ولتاژ کردن | Equipotential Bonding Conductor |
| همبندی برای هم‌ولتاژ کردن | Equipotential Bonding |

# پیوست ۶

## مقررات و استانداردهای قابل استناد

لیست مقررات و استانداردهای قابل استناد و استفاده با توجه به مفاد ردیفهای ۱۳-۰- ۱ و ۱۳-۰-۲ به قرار زیر است .

| | |
|---|---|
| ISIRI | **مقررات و استانداردهای ملی – مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران** |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| CEE | International Commission on Rules for The Approval of Electrical Equipment |
| CENELEC | Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique |
| DIN | Deutche Institute fur Normmung e.V. |
| VDE | Verband Deutscher Electrotechniker e.V. |
| IEE | The Institution of Electrical Engineers |
| BS | British Standard |
| UTE | Union Technique de . Electricite |
| ANSI | American National Standards Institution |
| NEC | National Electrical Code |
| NFPA | National Fire Protection Assosiation |
| UL | Underwriters Laboratories ' Inc |

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران
# مبحث چهاردهم
# تأسیسات مکانیکی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش دوم ۱۳۹۱

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | تأسیسات مکانیکی/تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان؛ برای وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان . |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۱. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۱۹۰ص.: جدول |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۴. |
| **شابک:** | ۶۰۰۰۰ ریال: ۲-۹۴-۷۵۸۸-۹۶۴-۹۷۸ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | تأسیسات - - طرح و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران: مبحث ۱۴. |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲ ۱۳۹۱ ج.۱۴ ۷م۹الف/ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملی:** | ۲۸۹۴۱۲۸ |

# عنوان کتاب: مبحث چهاردهم تأسیسات مکانیکی

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـــاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـــابک:** | ۲-۹۴-۷۵۸۸-۹۶۴-۹۷۸ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۱ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۶۰،۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها

و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذیصلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**

**وزیر راه و شهرسازی**

## مقدمه

در ویرایش دوم (بازنگری اول) مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان، در راستای هماهنگی با فهرست نویسی بین‌المللی کتابهای مرجع مقررات ساختمانی و انعطاف‌پذیری در اضافه شدن سایر تأسیسات مکانیکی ساختمان همچون انرژی خورشیدی و سایر انرژی‌های نو، عنوان مبحث از "تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع" به "تأسیسات مکانیکی ساختمان" تغییر یافت.
سرفصل‌های تغییرات عمده در بازنگری مبحث چهاردهم را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

- ساده‌سازی متن مبحث تا حد امکان؛
- ویرایش کلی، حذف موارد تکراری و کوتاه کردن متن؛
- بازنگری در تعاریف، اضافات جدید و به‌کارگیری اصطلاحات متداول به جای لاتین؛
- گسترش حوزه شمول و ساده‌سازی راه‌حل‌های تجویزی؛
- ممنوعیت کاربرد مصالح مستعمل؛
- بازنگری در استانداردهای مرجع، حذف استانداردهای باطل‌شده و به روزرسانی استانداردهای جایگزین؛
- بازنگری در میزان هوای تهویه در ارتباط با صرفه‌جویی مصرف انرژی در کاهش هوای خارج با رعایت شرایط محلی؛
- تکمیل فصل دیگ‌های گرمایی با کاربرد دیگ‌های تلفیقی و چدنی و بسته، نوع یکپارچه؛
- تکمیل دستگاه‌های گرمایی ویژه در ارتباط با استانداردهای ممیزی انرژی؛
- تکمیل و به‌روز رسانی مقولهٔ کاربرد لوله‌های ترموپلاستیک در تأسیسات مکانیکی ساختمان؛
- تجدید نظر و هماهنگ‌سازی فصل دودکش با مبحث هفدهم؛
- تجدید نظر در مبردها. آسان‌سازی کاربری مبحث و مفهومی کردن محدودیت‌های کاربری آن.

امید است، با رفع ابهامات موجود در ویرایش قبلی، و ارائه اطلاعات تکمیلی مورد نیاز، زمینه اجرایی شدن این مبحث در ساخت و ساز کشور، بیش از پیش فراهم گردد.
در اینجا لازم می‌دانیم از کلیه مهندسان و صاحب‌نظرانی که به روش‌های مختلف با ارائه نظرات ارزشمند خود ما را در انجام این مهم یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمائیم. بدیهی است که ممکن است همچنان ابهامات و نارسائی‌هائی در مبحث وجود داشته باشد که امیداست این عزیزان با ارسال نظرات و راهنمائی‌های خود، کمیته تخصصی را در رفع آنها یاری فرمایند.

**کمیته تخصصی مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | رئیس |
| • دکتر شهرام دلفانی | عضو |
| • مهندس محمود رضایی | عضو |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا |
| • مهندس لاله جعفر پوریانی | کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

# فهرست

**عنوان** **صفحه**


۱۴-۱ الزامات ..... ۱
۱۴-۱-۱ دامنهٔ کاربرد ..... ۱
۱۴-۱-۲ تعاریف ..... ۱
۱۴-۱-۳ استاندارد ..... ۲
۱۴-۱-۴ تغییر مقررات ..... ۲
۱۴-۱-۵ ساختمان‌های موجود ..... ۲
۱۴-۱-۶ توسعه، تغییر، تعمیر ..... ۲
۱۴-۱-۷ راهبری و نگهداری ..... ۲
۱۴-۱-۸ تغییر کاربری ..... ۳
۱۴-۱-۹ تخریب ..... ۳
۱۴-۱-۱۰ مصالح ..... ۳
۱۴-۱-۱۱ مدارک فنی ..... ۴
۱۴-۱-۱۲ بازرسی و آزمایش ..... ۴
۱۴-۲ تعاریف ..... ۷
۱۴-۲- ۱ کلیات ..... ۷
۱۴-۲-۲ فهرست تعاریف ..... ۷
۱۴-۳ مقررات کلی ..... ۲۷
۱۴-۳-۱ کلیات ..... ۲۷
۱۴-۳-۲ پلاک‌گذاری ..... ۲۸
۱۴-۳-۳ حفاظت ساختمان ..... ۲۹
۱۴-۳-۴ محل دستگاه‌ها ..... ۳۰
۱۴-۳-۵ نصب دستگاه‌ها ..... ۳۱
۱۴-۳-۶ فضاهای دسترسی ..... ۳۳
۱۴-۳-۶-۳ نصب در اتاقک زیرِ کف ..... ۳۴

۱۴-۳-۶-۵ نصب در مناطق با خطر سیلاب ..... ۳۴
۱۴-۳-۷ تخلیهٔ چگالیده ..... ۳۵
۱۴-۴ تعویض هوا ..... ۳۷
۱۴-۴-۱ کلیات ..... ۳۷
۱۴-۴-۲ دهانه‌های ورود و تخلیهٔ هوا ..... ۳۸
۱۴-۴-۳ تعویض هوای طبیعی ..... ۳۹
۱۴-۴-۴ تعویض هوای مکانیکی ..... ۴۰
۱۴-۵ تخلیهٔ هوا ..... ۴۵
۱۴-۵-۱ کلیات ..... ۴۵
۱۴-۵-۲ الزامات تخلیهٔ مکانیکی هوا ..... ۴۷
۱۴-۵-۳ تخلیهٔ هوای مراکز تولید و نگهداری مواد خطرزا ..... ۴۹
۱۴-۵-۴ موتور و هواکش ..... ۵۱
۱۴-۵-۵ تخلیهٔ هوای آشپزخانهٔ خانگی ..... ۵۲
۱۴-۵-۶ تخلیهٔ هوای آشپزخانهٔ تجاری ..... ۵۲
۱۴-۶ کانال‌کشی ..... ۶۱
۱۴-۶-۱ کلیات ..... ۶۱
۱۴-۶-۲ پلنوم ..... ۶۲
۱۴-۶-۳ طراحی و ساخت کانال ..... ۶۳
۱۴-۶-۴ نصب کانال هوا ..... ۶۶
۱۴-۶-۵ عایق‌کاری کانال هوا ..... ۶۹
۱۴-۶-۶ دمپر آتش ..... ۷۱
۱۴-۷ دیگ، آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم تحت فشار ..... ۷۳
۱۴-۷-۱ کلیات ..... ۷۳
۱۴-۷-۲ آب گرم‌کن و مخزن تحت فشار ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی ..... ۷۳
۱۴-۷-۳ دیگ آب گرم و بخار ..... ۷۴
۱۴-۷-۴ لوازم اندازه‌گیری روی دیگ‌ها ..... ۷۷
۱۴-۷-۵ کنترل سطح پایین آب دیگ ..... ۷۸
۱۴-۷-۶ شیر اطمینان ..... ۷۸
۱۴-۷-۷ لوازم کنترل و ایمنی ..... ۷۹
۱۴-۷-۸ مخزن انبساط دیگ آب گرم ..... ۸۰

۱۴-۸ دستگاه‌های گرم کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه ..... ۸۳
۱۴-۸-۱ کلیات ..... ۸۳
۱۴-۸-۲ شومینهٔ با سوخت جامد ..... ۸۴
۱۴-۸-۳ شومینهٔ گازی ..... ۸۴
۱۴-۸-۴ بخاری نفتی با دودکش ..... ۸۵
۱۴-۸-۵ بخاری گازی با دودکش ..... ۸۶
۱۴-۸-۶ بخاری گازی بدون دودکش ..... ۸۶
۱۴-۸-۷ بخاری برقی ..... ۸۷
۱۴-۸-۸ کورهٔ هوای گرم مستقیم ..... ۸۸
۱۴-۸-۹ کورهٔ هوای گرم کانالی ..... ۸۸
۱۴-۸-۱۰ آب گرم‌کن با مخزن ذخیره ..... ۹۰
۱۴-۸-۱۱ آب گرم‌کن گازی فوری بدون مخزن ذخیره ..... ۹۱
۱۴-۸-۱۲ گرم‌کنندهٔ برقی سونا ..... ۹۲
۱۴-۸-۱۳ کولرگازی ..... ۹۲
۱۴-۸-۱۴ کولرآبی ..... ۹۳
۱۴-۹ تأمین هوای احتراق ..... ۹۵
۱۴-۹-۱ کلیات ..... ۹۵
۱۴-۹-۲ تأمین هوای احتراق از داخل ساختمان ..... ۹۷
۱۴-۹-۳ تأمین هوای احتراق از خارج ساختمان ..... ۹۸
۱۴-۹-۴ تأمین هم زمان هوای احتراق از داخل و خارج ساختمان ..... ۱۰۰
۱۴-۹-۵ تأمین مکانیکی هوای احتراق ..... ۱۰۰
۱۴-۹-۶ دهانه‌ها و کانال‌های ورودی هوای احتراق ..... ۱۰۱
۱۴-۹-۷ حفاظت در برابر گازها و بخارات خطرناک ..... ۱۰۲
۱۴-۱۰ لوله‌کشی ..... ۱۰۳
۱۴-۱۰-۱ دامنهٔ کاربرد ..... ۱۰۳
۱۴-۱۰-۲ طراحی لوله‌کشی ..... ۱۰۴
۱۴-۱۰-۳ مصالح لوله‌کشی ..... ۱۰۵
۱۴-۱۰-۴ اجرای لوله‌کشی ..... ۱۱۲
۱۴-۱۰-۵ آزمایش ..... ۱۱۵
۱۴-۱۰-۶ عایق‌کاری ..... ۱۱۵

۱۴-۱۱ دودکش ..... ۱۱۹
۱۴-۱۱-۱ کلیات ..... ۱۱۹
۱۴-۱۱-۲ دودکش با مکش طبیعی ..... ۱۲۱
۱۴-۱۱-۳ دودکش با مکش یا رانش مکانیکی ..... ۱۲۱
۱۴-۱۱-۴ دودکش مشترک برای چند دستگاه ..... ۱۲۲
۱۴-۱۱-۵ دودکش قائم فلزی ..... ۱۲۳
۱۴-۱۱-۶ دودکش قائم با مصالح بنائی ..... ۱۲۵
۱۴-۱۱-۷ دودکش شومینه ..... ۱۲۷
۱۴-۱۱-۸ لولهٔ رابط دودکش ..... ۱۲۸
۱۴-۱۲ ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع ..... ۱۳۱
۱۴-۱۲-۱ کلیات ..... ۱۳۱
۱۴-۱۲-۲ مخزن سوخت مایع ..... ۱۳۱
۱۴-۱۲-۳ لوله‌کشی سوخت مایع ..... ۱۳۷
۱۴-۱۲-۴ آزمایش ..... ۱۴۳
۱۴-۱۳ تبرید ..... ۱۴۵
۱۴-۱۳-۱ کلیات ..... ۱۴۵
۱۴-۱۳-۲ مبرّدها ..... ۱۴۶
۱۴-۱۳-۳ طبقه‌بندی سیستم‌های تبرید ..... ۱۵۲
۱۴-۱۳-۴ کاربرد سیستم‌های تبرید در ساختمان‌های مختلف ..... ۱۵۳
۱۴-۱۳-۵ الزامات عمومی در موتورخانهٔ سیستم تبرید ..... ۱۵۶
۱۴-۱۳-۶ الزامات ویژه در موتورخانهٔ سیستم تبرید ..... ۱۵۹
۱۴-۱۳-۷ لوله‌کشی سیستم تبرید ..... ۱۶۰
۱۴-۱۳-۸ آزمایش در کارگاه ..... ۱۶۲
۱۴-۱۴ کاهش فاصلهٔ مجاز ..... ۱۶۵
۱۴-۱۴-۱ دامنهٔ کاربرد ..... ۱۶۵
۱۴-۱۴-۲ کلیات ..... ۱۶۶
۱۴-۱۴-۳ جدول کاهش فاصلهٔ مجاز ..... ۱۶۶
پیوست ۱ روز – درجهٔ سالانه ..... ۱۶۹
پیوست ۲ واژه نامه فارسی – انگلیسی ..... ۱۷۱

# ۱۴-۱ الزامات

**۱۴-۱-۱ دامنهٔ کاربرد**

**۱۴-۱-۱-۱** مبحث چهاردهم ـ تأسیسات مکانیکی ساختمان الزامات حداقل را که رعایت آن‌ها الزام قانونی دارد، در مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری، تغییرات و بازرسی تأسیسات گرمائی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و نیز تهیه و ذخیرهٔ آب گرم مصرفی در داخل ساختمان، مقرر می‌دارد.

**۱۴-۱-۱-۲** احکام این مبحث از مقررات ملّی ساختمان، تأسیسات مندرج در (۱۴-۱-۱-۱) را با اهداف ایمنی، بهداشت، آسایش، بهره‌دهی مناسب و صرفهٔ اقتصادی کنترل می‌کند.

**۱۴-۱-۱-۳** الزامات تأسیسات ساختمانی زیر خارج از حدود الزامات این مبحث از مقررات است:
الف) تأسیسات بهداشتی ساختمان
ب) تأسیسات آتش‌نشانی ساختمان
پ) لوله‌کشی گاز سوخت داخل ساختمان

**۱۴-۱-۱-۴** پیوست‌های این مبحث منحصراً برای اطلاع و راهنمایی است و نباید مشمول الزام قانونی تلقی شوند.

**۱۴-۱-۲ تعاریف**

**۱۴-۱-۲-۱** برای مشاهدهٔ تعاریف واژه‌ها و عبارت‌هایی که در این مبحث آمده است، به «(۱۴-۲) تعاریف» مراجعه شود.

**۱۴-۱-۳ استاندارد**

**۱۴-۱-۳-۱** آن بخش از متن استانداردهایی که در این مبحث به آن‌ها ارجاع شده است باید بخشی از این مبحث تلقی شود.

**۱۴-۱-۳-۲** در صورت وجود مغایرت میان مطالب این استانداردها با احکامی از متن این مبحث، احکام این مبحث باید معتبر شناخته شود.

**۱۴-۱-۴ تغییر مقررات**

**۱۴-۱-۴-۱** اگر بخشی از مقررات این مبحث تغییر کند، موجب بی‌اعتبار شدن بخش‌های دیگر آن نمی‌شود.

**۱۴-۱-۵ ساختمان‌های موجود**

**۱۴-۱-۵-۱** تأسیسات مکانیکی ساختمان در ساختمان‌های موجود که پیش از انتشار رسمی ضوابط مندرج در این مبحث به‌طور قانونی از آن‌ها استفاده شده است، مشمول الزام قانونی رعایت احکام این مبحث قرار نمی‌گیرند؛ ولی از زمان انتشار رسمی احکام این مبحث، کار در ساختمان‌های در دست اجرا باید با رعایت این احکام صورت گیرد.

**۱۴-۱-۶ توسعه، تغییر، تعمیر**

**۱۴-۱-۶-۱** هر گونه توسعه، تغییر یا تعمیر اساسی در تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود باید طبق الزامات مندرج در این مبحث انجام گیرد. این عملیات، تغییر در کل تأسیسات موجود را برای انطباق با احکام این مبحث الزام‌آور نمی‌کند. این حکم شامل تعمیرات جزئی نخواهد شد.

**۱۴-۱-۶-۲** هر گونه توسعه، تغییر یا تعمیر اساسی در تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود نباید موجب غیر ایمن شدن وضع تأسیسات موجود شود و بار گرمایی یا بار سرمایی اضافی بر تأسیسات موجود وارد سازد.

**۱۴-۱-۷ راهبری و نگهداری**

**۱۴-۱-۷-۱** تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های جدید و ساختمان‌های موجود باید در شرایط ایمن و بهداشتی راهبری و نگهداری شود.

**۱۴-۱-۷-۲** مالک یا نمایندهٔ قانونی او، مسئول راهبری و نگهداری این تأسیسات در زمان بهره‌برداری است.

### ۱۴-۱-۸ تغییر کاربری

**۱۴-۱-۸-۱** هرگونه تغییر کاربری ساختمان که بر تأسیسات مورد نظر در این مبحث اثر می‌گذارد باید قبلاً به تأیید برسد.

**۱۴-۱-۸-۲** این تغییر کاربری نباید از نظر ایمنی، بهداشت، آسایش، بهره‌دهی مناسب و صرفهٔ اقتصادی، اثر زیان‌بخشی بر تأسیسات داشته باشد.

### ۱۴-۱-۹ تخریب

**۱۴-۱-۹-۱** پیش از تخریب هر ساختمان که دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی آن از شبکهٔ گاز سوخت شهری یا شبکهٔ برق شهری تغذیه می‌شود، باید خط تغذیهٔ آن ساختمان از طریق سازمان مسئول آن شبکه شهری بطور کامل قطع شود.

### ۱۴-۱-۱۰ مصالح

**۱۴-۱-۱۰-۱** استفاده از مصالحی که در این مبحث از مقررات، برای تأسیسات مکانیکی ساختمان مقرر شده است، نباید مانع استفاده از مصالح مورد تأیید دیگر شود.

الف) در موارد ضروری، ناظر ساختمان می‌تواند مصالح مشابه را که از نظر کیفیت، کارآیی، مقاومت در برابر حریق، دوام و ایمنی هم‌ارز مصالح مقرر شده در این مبحث باشد، تأیید کند.

**۱۴-۱-۱۰-۲** ناظر ساختمان باید از مالک ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او، مدارک کافی درباره کیفیت فنی و آزمایش هر یک از مصالح را درخواست کند و از مناسب بودن آنها برای کار مورد نظر اطمینان یابد.

الف) هزینه‌های لازم برای آزمایش کیفیت و تهیهٔ مدارک فنی به عهدهٔ مالک ساختمان یا نماینده قانونی او می‌باشد.

**۱۴-۱-۱۰-۳** استفاده از مصالح کارکرده، آسیب‌دیده و معیوب مجاز نمی‌باشد.

### ۱۴-۱-۱۱ مدارک فنی

**۱۴-۱-۱۱-۱** مالک ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او، برای گرفتن پروانهٔ ساختمان باید مدارک فنی لازم را به ترتیبی که در احکام قانونی (۱۴-۱-۱-۳) درج شده، به‌منظور تطبیق با الزامات این مبحث از مقررات و تأیید آن، ارائه دهد.

**۱۴-۱-۱۱-۲** مدارک فنی شامل نقشه‌ها و مشخصات فنی، پلان‌ها، دیاگرام‌ها، محاسبات مهندسی و نقشه‌های جزئیات می‌باشد.

**۱۴-۱-۱۱-۳** مدارک فنی باید توسط اشخاص حقیقی یا حقوقی دارای صلاحیت حرفه‌ای و پروانهٔ اشتغال به کارِ مهندسی در تأسیسات مکانیکی ساختمان، تهیه شود.

**۱۴-۱-۱۱-۴** در جریان طراحی یا اجرای کار، اگر تغییراتی در نقشه‌ها یا دیگر مدارک فنی پیش آید، پیش از اجرای آن، باید نوع و علت آن به اطلاع ناظر ساختمان برسد و نقشه‌ها یا مشخصات تغییریافته به‌وسیلهٔ او تأیید گردد.

### ۱۴-۱-۱۲ بازرسی و آزمایش

**۱۴-۱-۱۲-۱** در جریان پیشرفت کارهای اجرایی و نیز در پایان کار، ناظر ساختمان باید مصالح، دستگاه‌ها و چگونگی اجرای فنی کار را بازرسی و مدارک لازم را از نتیجهٔ بازرسی فراهم کند.

الف) در صورت مطابقت اجرای هر قسمت از تأسیسات با الزامات مقرر در این مبحث، ناظر ساختمان باید در هر مرحله از بازرسی تأییدیه صادر کند.

ب) چنانچه تمام یا بخشی از تأسیسات اجرا شده با الزامات مقرر در این مبحث مطابقت نداشته باشد، برای رفع موارد نقص، ناظر ساختمان باید دستور کار لازم را صادر کند.

**۱۴-۱-۱۲-۲** بازرسی و آزمایش تأسیسات زیر سطح تراز زمین باید پس از ساخت کانال‌ها، ترنچ‌ها و نصب لوله در آن‌ها و پیش از پوشش این کانال‌ها و ترنچ‌ها انجام‌گیرد.

**۱۴-۱-۱۲-۳** بازرسی و آزمایش‌های مرحله‌ای باید پس از اجرای کامل لوله‌کشی یا کانال‌کشی توکار، و پیش از پوشاندن آن‌ها در دیوار و کف و سقف صورت گیرد.

**۱۴-۱-۱۲-۴** بازرسی و آزمایش نهایی باید پس از پایان عملیات نصب تأسیسات مکانیکی انجام و مطابقت مشخصات فنی و عملکرد این تأسیسات با الزامات مقرر شده در این مبحث تأیید شود.

الف) دستگاه‌ها، لوازم، ابزار و نیروی انسانی مورد نیاز برای آزمایش را باید مالک ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او فراهم کند.

ب) اگر نتایج آزمایش قابل پذیرش نباشد باید پس از رفع نقص، دوباره آزمایش انجام شود.

# ۱۴-۲ تعاریف

**۱۴-۲-۱ کلیات**

**۱۴-۲-۱-۱** در این فصل واژه‌هایی تعریف می‌شود که در مبحث «چهاردهم ـ تأسیسات مکانیکی ساختمان» به کار می‌رود.

**۱۴-۲-۱-۲** واژه‌های فنی رایج که در این فصل تعریف نشده‌اند، باید به همان معنای متداول به کار رود.

**۱۴-۲-۲ فهرست تعاریف**

**آب خنک‌کننده**: آبی که گرمای دفع شدهٔ سیستم تبرید را جذب و از طریق برج خنک‌کن یا هر سیستم دفع‌کنندهٔ دیگر، به فضای خارج انتقال می‌دهد.

**آب گرم‌کن:** دستگاهی که آب مصرفی را گرم و اُن را وارد شبکهٔ توزیع آب گرم مصرفی ساختمان می‌کند.

**آلاینده‌های هوا:** ذرات جامد، گازهای زیان‌آور، بو، دود و هر نوع موادی در هوا که برای تنفس و سلامتی انسان زیان‌آور باشد. بخارآب همراه هوا، آلاینده محسوب نمی‌شود.

**آویز:** وسیله‌ای دایمی برای آویختن لوله یا کانال از نقطه‌ای ثابت و نگاه داشتن آن در ارتفاع پیش‌بینی شده. آویز ممکن است با حرکت محدود آونگی یا ثابت و بی‌حرکت باشد.

**اتصال:** چگونگی متصل‌کردن لوله به لوله، لوله به وصاله یا شیر، وصاله به وصاله یا شیر، در هر سیستم لوله‌کشی با کمک یک قطعهٔ واسط یا بدون آن.

**اتصال وصاله فشاری:** نوعی اتصال در لوله‌کشی مسی، که با گشاد کردن دهانهٔ لوله، یا به کمک یک قطعهٔ واسط (برنجی یا پلاستیکی) و پیچ کردن یک مهره به دهانهٔ لوله، شیر یا دستگاه، با اتصال دنده‌ای متصل می‌شود.

**اتصال لحیمی موئینگی:** نوعی اتصال در لوله‌کشی مسی با ذوب کردن مفتول لحیم‌کاری. در این اتصال، لحیم ذوب شده با کشش موئینگی، فاصلهٔ بین سطح خارج (نری) و سطح داخلی (مادگی) لوله یا وصاله را پر می‌کند. دمای ذوب مفتول لحیم‌کاری باید کمتر از دمای ذوب مس باشد. اگر دمای ذوب کمتر از ۴۲۷ درجهٔ سلسیوس (۸۰۰ درجهٔ فارنهایت) باشد، لحیم‌کاری "نرم" و اگر بیشتر باشد، لحیم‌کاری "سخت" نامیده می‌شود.

**اواپراتور:** ← تبخیر کننده

**بازگردانی هوا:** توزیع دوبارهٔ هوای برگشتی که پیش ازآن در فضا توزیع شده است.

**بخاری با دودکش:** بخاری با سوخت گاز، مایع یا جامد برای گرم کردن موضعی فضا که محصولات احتراق را از طریق دودکش مستقیماً به فضای خارج انتقال می‌دهد.

**بخاری بدون دودکش:** بخاری گاز سوز بدون دودکش که به صورت تابشی، یا با جابه‌جائی طبیعی هوا و یا به کمک پروانهٔ برقی، به صورت موضعی فضا را گرم می‌کند.

**بخار یا گاز قابل اشتعال:** مخلوط گاز یا بخار در هوا که غلظتی بزرگتر یا مساوی حد کمینهٔ اشتعال (LFL) و کوچکتر یا مساوی حد بیشینهٔ اشتعال (UFL)، داشته باشد.

**بست / تکیه‌گاه**: وسیله‌ای که لوله یا کانال را در حالت معیّن یا موقعیت معیّن، به‌طور ثابت نگاه می‌دارد.

**پلنوم:** محفظه‌ای فلزی یا ساختمانی که بخشی از سیستم توزیع یا تخلیهٔ هوا را تشکیل می‌دهد. پلنوم ممکن است دارای یک یا چند دهانهٔ ورودی و/یا خروجی هوا باشد.

**تبخیرکننده/ اواپراتور:** بخشی از سیستم تبرید که در آن با تبخیر مایع مبرد، عمل سرمایش صورت می‌گیرد.

**تخلیهٔ هوا:** خارج کردن قسمتی از هوای فضا و هدایت آن به هوای آزاد، به‌طور طبیعی یا با وسایل مکانیکی.

**تصفیهٔ هوا:** فرایند کاهش ذرات زیان‌آور موجود در هوا از قبیل میکروارگانیسم‌ها، ذرات معلق، دود، گازهای زیان‌آور و جزآنها .

**تعویض هوا/تهویه:** ورود یا خروج هوا در یک فضا، به‌طور طبیعی یا به کمک وسایل مکانیکی.

**تنظیم‌کنندهٔ مکش:** وسیله‌ای که روی لولهٔ رابط یا دریچهٔ تعادل دودکش نصب می شود و با ورود هوا به درون آن، مکش دودکش به‌طور خودکار به میزان معینی، ثابت نگه داشته می‌شود.

**تنظیم مجدد خودکار:** فرایند راه‌اندازی دوبارهٔ شیر قطع سوخت مشعل به‌طور خودکار، پس از بسته شدن آن با فرمان کنترل و خاموش شدن مشعل.

**تنظیم مجدد دستی:** فرایند راه‌اندازی دوبارهٔ شیر قطع سوخت مشعل به‌طور دستی، پس از بسته شدن خودکار آن با فرمان کنترل و خاموش شدن مشعل.

**تهویهٔ طبیعی:** جریان هوا از خارج به داخل یا از داخل به خارج فضاهای ساختمان، از راه دهانه‌های بازشو مانند پنجره و درب، یا به‌وسیلهٔ هواکش‌های بدون موتور.

**تهویهٔ مکانیکی:** جریان هوا از بیرون به درون یا از درون به بیرون فضاهای ساختمان، به کمک دستگاه‌های مکانیکی.

**تهویه مطبوع:** کنترل هم زمان دما، رطوبت و پاکیزگی هوا و توزیع مناسب آن، برای تأمین شرایط مورد نیاز فضاهای ساختمان.

**تیغه‌های هدایت کننده:** تیغه‌هایی که برای جهت دادن به جریان هوا، به‌طور ثابت در داخل کانال نصب می‌شود.

**چگالنده/کندانسور:** مبدل‌گرمایی که برای تقطیر گاز مبرد با گرفتن گرما از آن به‌کار می‌رود.

**چگالیده/کندانسیت:** مبرد مایع که از تقطیر گاز مبرد در چگالنده به‌دست می‌آید.

**حائل:** قطعه‌ای محافظ از مواد غیرسوختنی که برای جداسازی و ایجاد فاصلهٔ هوایی بین مواد سوختنی و سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات گرمایی، قرارداده می‌شود.

**حداکثر فشار مجاز:** حداکثر فشار مجاز سیستم که شیراطمینان مربوط بر آن اساس تنظیم می‌شود.

**حد بالای میزان مبرد در محیط کار:** حداکثر مقدار غلظت مبرد یا مواد شیمیایی دیگر در هوا، که کارگران در ۸ ساعت کار عادی در روز و ۴۰ ساعت کار در هفته، به‌طور دایم در معرض آن قرار داشته باشند و به گواهی مراکز بهداشتی معتبر و مورد تایید، هیچ اثر زیان‌آوری بر آن‌ها نداشته باشد.

**حد بیشینهٔ اشتعال (UFL):** حداکثر غلظتی از مبرد که باعث گسترش شعله در یک مخلوط همگن مبرد و هوا می‌شود.

**حد بیشینهٔ انفجار** ← حد بیشینهٔ اشتعال

**حد کمینهٔ اشتعال (LFL):** حداقل غلظتی از مبرد که باعث گسترش شعله در یک مخلوط همگن مبرد و هوا می‌شود.

**حد کمینهٔ انفجار** ← حد کمینهٔ اشتعال

**حلقهٔ انبساط:** تغییر امتداد لوله در یک صفحه با زانوها و خم‌ها، برای جذب حرکات طولی لوله ناشی از تغییر دما و انبساط و انقباض.

**خم انبساط:** تغییر امتداد لوله در یک صفحه با یک زانو یا خم، برای جذب حرکات طولی لوله ناشی از تغییر دما و انبساط و انقباض.

**در دسترس:** دسترسی مستقیم به دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان و اجزای لوله‌کشی آن‌ها، بدون نیاز به بازکردن یا برداشتن یا جابه‌جا کردن هرگونه مانع.

**دریافت‌کنندهٔ مایع مبرد** : مخزنی برای دریافت و ذخیرهٔ مبرد مایع که با لوله‌های ورودی و خروجی دایم به سیستم تبرید متصل باشد.

**دریچهٔ تعادل:** وسیله‌ای که بر روی لولهٔ رابط دودکش یا در محل خروج دود از دستگاه گازسوز، با اهداف زیر نصب می‌شود:
در صورت نبود مکش، مسدود بودن دودکش یا پس زدن دود، دود از دهانه‌های باز آن خارج شود.
در صورت مکش اضافی دودکش، مقداری هوای اضافی به درون دودکش وارد کند و با رقیق کردن آن، جریان دود را در دودکش متعادل سازد.

**دستگاه:** دستگاهی که برق، سوخت گازی، مایع یا جامد و یا هر نوع انرژی دیگر مصرف می‌کند و برای استفاده در تأسیسات مکانیکی ساختمان، طراحی و ساخته شده است.

**دستگاه با دمای پایین:** هر دستگاه که در آن دمای گازهای حاصل از احتراق سوخت، در نقطهٔ ورود به دودکش در شرایط کارکرد عادی، حداکثر ۵۳۸ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰۰ درجهٔ فارنهایت) باشد.

**دستگاه با دودکش:** هر دستگاه با سوخت جامد، مایع یا گاز که محصولات احتراق آن، از راه دودکش، مستقیماً به هوای خارج از ساختمان منتقل شود.

**دستگاه با سوخت جامد:** دستگاه گرمازا با محفظهٔ احتراق بسته برای سوخت جامد، که جز خروجی دودکش، دریچهٔ سوخت جامد و دریچهٔ تنظیم هوای احتراق، هیچ بازشو دیگری نداشته باشد.

**دستگاه بدون دودکش**: هر دستگاه گرمازا با سوخت جامد، مایع یا گاز، که دودکش ندارد و محصولات احتراق آن به فضای اطراف دستگاه منتقل شود.

**دستگاه تهویه مطبوع اتاقی**: دستگاه یکپارچه شامل تمام قطعات و لوازم، برای خنک کردن هوا (با / یا بدون امکان گرم کردن)، که برای کار به صورت مستقل طراحی و ساخته شده باشد.

**دستگاه گرمازای برقی:** دستگاهی که با استفاده از انرژی الکتریکی، به وسیلهٔ المنت گرمایی، کمپرسور در پمپ گرمایی و یا پمپ گرمایی ترموالکتریک، برای گرم کردن فضاها انرژی گرمایی تولید می‌کند.

**دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه**: هر دستگاه مکانیکی با کاربری و ظرفیت مشخص و با مصرف هر نوع انرژی (برق، سوخت جامد، مایع، گاز)، که برای تهیه آب‌گرم مصرفی یا گرم کردن و یا خنک کردن موضعی فضاهای ساختمان، طراحی و ساخته شده باشد.

**دستگاه یکپارچه (پکیج):** دستگاهی که به‌طور کامل در کارخانه ساخته، سوار و آزمایش شده و به صورت یک واحد مستقل، با همهٔ قطعات و اجزای متحرک و موتور محرک، آمادهٔ نصب باشد.

**دمای کار طراحی:** حداکثر دمای مجاز کار که یک سیستم برای آن طراحی شده است.

**دمپر:** وسیله‌ای که جریان هوا یا محصولات احتراق و مقدار آن‌ها را با فرمان دستی یا خودکار، تنظیم می‌کند.

**دمپر آتش:** وسیله‌ای فلزی که در محل عبور کانال هوا از یک منطقهٔ آتش به منطقهٔ مجاور نصب می‌شود و به هنگام آتش‌سوزی به‌طور خودکار بسته و مانع انتقال آتش از یک منطقه به منطقهٔ مجاور می‌گردد.

**دمپر تنظیم حجم هوا:** دمپری که در سیستم‌های گرمایی و سرمایی برای تنظیم مقدار هوا یا محصولات احتراق، نصب می‌شود.

**دمپر دود:** دمپری که برای جلوگیری از عبور هوا و دود طراحی شده و با دریافت فرمان از حسگر، به‌طور خودکار بسته می‌شود.

**دودکش:** معبری فلزی یا با مصالح بنائی که گازهای حاصل از احتراق از راه آن به خارج ساختمان منتقل می‌شود.

**دودکش القایی:** نوعی از دودکش که گازهای حاصل از احتراق را به کمک بادزن، در فشار استاتیک منفی (مکشی) به خارج منتقل می‌کند.

**دودکش با دمای پایین:** دودکشی که برای انتقال محصولات احتراق دستگاه با سوخت مایع یا گاز، با دمای حداکثر ۵۳۸ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰۰ درجهٔ فارنهایت)، در شرایط کار عادی دستگاه، طراحی و آزمایش شده باشد. اندازه‌گیری دما در نقطهٔ خروج دود از دستگاه صورت می‌گیرد.

**دودکش پیش‌ساخته:** دودکش پیش‌ساخته در کارخانه شامل معبر انتقال دود، که برای نوع و کلاس معینی از دستگاه با سوخت مایع یا گاز ساخته شده و مشخصات آن از طرف مؤسسهٔ معتبر و مورد تایید گواهی شده و دارای پلاک تأیید باشد.

**دودکش رانشی:** نوعی از دودکش که محصولات احتراق را به کمک بادزن، در فشار استاتیک مثبت (رانشی) به خارج منتقل می‌کند.

**دودکش قائم با مصالح بنائی:** شفت قائم یا تقریباً قائم، شامل یک یا چند معبر دود، برای انتقال محصولات احتراق یک یا چند دستگاه با سوخت مایع یا گاز، به هوای خارج از ساختمان.

**دهانهٔ بازشو خارجی:** پنجره، درب، دریچه یا پنجره‌های سقفی، که امکان بازشدن به هوای خارج از ساختمان داشته باشد.

**دیگ:** دستگاه گرمازای بسته که برای تأسیسات گرمایی یا سیستم تأمین آب گرم مصرفی، آب‌گرم یا بخار تولید می‌کند. فشار کار دیگ بخار کم فشار برابر ۱۰۳ کیلو پاسکال نسبی (۱۵ پوند بر اینچ مربع) یا کمتر و فشار کار دیگ آب‌گرم کم فشار ۱۱۰۳ کیلو پاسکال نسبی (۱۶۰ پوند بر اینچ مربع)

یا کمتر است. فشار کار دیگ بخار پر فشار بالاتر از ۱۰۳ کیلو پاسکال نسبی (۱۵ پوند بر اینچ مربع) و فشار کار دیگ آب‌گرم پرفشار بالاتر از ۱۱۰۳ کیلو پاسکال نسبی (۱۶۰ پوند بر اینچ مربع) است.

**دیگ خودکار:** دیگی که به کنترل‌های خودکار، از جمله کنترل‌های حد، به شرحی که در «(۱۴-۷-۶) لوازم کنترل و ایمنی» آمده است، مجهز باشد.

**دیوار آتش:** جزئی از ساختمان که ضد حریق است و از گسترش آتش در داخل یا بین ساختمان‌ها و سازه‌ها، از سوئی به سوی دیگر، جلوگیری کرده و یا آنرا کُند می‌کند.

**روز ــ درجهٔ سرمایی:** واحدی براساس اختلاف دما و زمان که در برآورد مصرف انرژی سرمایی ساختمان به‌کار می‌رود. در هر روز، وقتی که دمای متوسط هوا بیش از دمای مبنا (معمولاً ۱۸/۳ درجهٔ سلسیوس = ۶۵ درجهٔ فارنهایت) است، مقدار روز- درجهٔ سرمایی برابر است با اختلاف دمای متوسط هوا در همان روز و دمای مبنا. روز- درجهٔ سرمایی سالانه (ADDC)، مجموعه روز- درجه‌ها در طول یک سال تقویمی است.

**روز ــ درجهٔ گرمایی:** واحدی براساس اختلاف دما و زمان که در برآورد مصرف انرژی گرمایی ساختمان به‌کار می‌رود. در هر روز، وقتی دمای متوسط هوا کمتر از دمای مبنا (معمولاً ۱۸/۳ درجهٔ سلسیوس = ۶۵ درجهٔ فارنهایت) باشد، مقدار روز- درجهٔ گرمایی برابر است با اختلاف دمای مبنا و دمای متوسط هوا در همان روز. روز- درجهٔ گرمایی سالانه (ADDH)، مجموع روز- درجه‌ها در طول یک سال تقویمی است.

**ساختمان با درزهای معمولی:** ساختمانی که با مصالح معمولی بنا شده باشد و درزبندی جدارهای خارجی آن، امکان تعویض هوای طبیعی به میزان دست‌کم نصف حجم فضا در ساعت، را فراهم کند.

**ساختمان با درزهای هوابند:** ساختمانی که جدارهای خارجی آن مانند درز درب‌ها و پنجره‌ها، محل عبور لوله‌ها و کابل‌ها و جزآنها ، با نوارهای درزبندی یا وسایل دیگر تا اندازه‌ای حفاظت شده که تعویض هوای طبیعی از نصف حجم فضا در ساعت کمتر شود.

**سطح هود:** سطح افقی داخلی دهانهٔ ورود هوای زیر هود. اگر سطح زیر هود افقی نباشد، تصویر آن بر صفحهٔ افقی اندازه‌گیری می‌شود.

**سیستم تبرید با احتمال نشت بالا:** سیستم تبریدی که طراحی و نصب اجزای آن به‌ترتیبی است که در صورت نشت مبرد از اتصال‌ها یا اجزای معیوب آن، ورود مبرد به فضاهای کار یا اقامت افراد (جز موتورخانه) محتمل است.

**سیستم تبرید با احتمال نشت پایین:** سیستم تبریدی که طراحی و نصب اجزای آن به‌گونه‌ای است که در صورت نشت مبرد از اتصال‌ها یا اجزای معیوب آن، ورود مبرد به فضاهای کار یا اقامت افراد (جز موتورخانه)، احتمال ندارد.

**سیستم تبرید غیرمستقیم:** سیستمی که در آن یک سیال ثانویه که با عمل تبرید سرد یا گرم شده، با گردش در یک مدار ثانویه، هوا یا سیال دیگری را سرد یا گرم می‌کند.

**سیستم تبرید غیرمستقیم بسته:** سیستم تبرید غیرمستقیم با مدار ثانویهٔ بسته.

**سیستم تبرید غیرمستقیم بستهٔ مربوط به هوای آزاد:** سیستم تبرید غیرمستقیم بسته‌ای که اواپراتور یا کندانسور آن، در یک مخزن باز مرتبط به هوای آزاد قرار می‌گیرد.

**سیستم تبرید غیرمستقیم پاششی باز:** سیستم تبرید غیرمستقیم که مدار ثانویهٔ آن باز و به‌صورت تماس مستقیم می‌باشد.

**سیستم تبرید غیرمستقیم پاششی باز دومرحله‌ای:** سیستمی که در آن یک سیال واسط که با عمل تبرید سرد یا گرم شده، با گردش در یک مدار بسته، سیال ثانویهٔ سیستم تبرید غیرمستقیم پاششی باز را سرد یا گرم می‌کند.

**سیستم تبرید مستقیم:** سیستمی که اواپراتور یا کندانسور آن با هوا یا سیال دیگری که باید سرد یا گرم شود، در تماس مستقیم است.

**سیستم توزیع هوا:** سیستمی شامل کانال‌کشی، پلنوم و هوارسان که برای گردش هوا در تمام یا قسمتی از فضاهای ساختمان، طراحی و نصب می‌شود.

**شاخص پیشروی شعله:** مشخصه‌ای که به رفتار مواد و مصالح در برابر آتش می‌پردازد؛ بر طبق استاندارد ملّی ۸۲۹۹.

**شاخص گسترش دود:** مشخصه‌ای که به رفتار مواد و مصالح در برابر آتش می‌پردازد؛ بر طبق استاندارد ملّی ۸۲۹۹.

**شمعک:** شعلهٔ کوچکی برای روشن کردن مشعل اصلی دیگ یا هر دستگاه گرمازای دیگر.

**شمعک دایمی:** شمعکی که در تمام مدتی که دیگ کار می‌کند روشن است؛ چه مشعل کار کند و چه نکند.

**شمعک قطع شونده:** شمعکی که هنگام روشن شدن مشعل اصلی، مدت کوتاهی روشن می‌شود و در زمان کار مشعل اصلی خاموش می‌ماند.

**شمعک متناوب:** شمعکی که با روشن شدن مشعل اصلی روشن می‌شود، در مدت کار آن روشن می‌ماند و با خاموش شدن آن خاموش می‌شود.

**شومینهٔ با مصالح بنائی:** نوعی بخاری دیواری شامل کوره یا محفظهٔ احتراق و دودکش، که با مصالح بنائی نسوز ساخته می‌شود و با سوخت جامد یا گاز کار می‌کند.

**شومینهٔ پیش‌ساخته:** نوعی بخاری تزیینی که تمام یا قسمتی از قطعات آن در کارخانه ساخته شده و در محل کاربرد براساس دستورالعمل کارخانه، نصب یا مونتاژ می‌شود.

**شیر اطمینان فشار:** شیر حساس به فشار که در حالت کار عادی دستگاه یا سیستم، با یک فنر یا وسیلهٔ دیگر بسته است و طوری طراحی شده که اگر فشار از حد پیش‌بینی شده بالاتر رود، به‌طور خودکار باز می‌شود و با تخلیهٔ مقداری از سیال، فشار را کاهش می‌دهد.

**شیر اطمینان بخار:** شیر اطمینانی که روی دیگ بخار یا سیستم توزیع بخار نصب می‌شود و در حالت کار عادی بسته است. این شیر طوری طراحی شده است که اگر فشار از حد پیش‌بینی شده

بالاتر رود، به‌طور خودکار باز می‌شود و بخار را برابر ظرفیت دیگ یا حداکثر بخار ورودی به سیستم، خارج می‌کند.

**شیر اطمینان فشار و دما:** شیر حساس به فشار و دما که در حالت کار عادی بسته است و چنان طراحی شده که اگر فشار یا دمای سیال از حد پیش‌بینی شده بالاتر رود، به‌طور خودکار بازشده و با تخلیهٔ مقداری از سیال، از افزایش بیشتر فشار و دمای سیستم جلوگیری می‌کند.

**شیر قطع خودکار گاز:** شیری در مشعل دیگ‌های گازسوز، که با فرمان حسگر فشار یا دما و یا هر کنترل‌کنندهٔ دیگر، بسته می‌شود و راه ورود گاز به مشعل را مسدود می‌کند.

**شیر قطع سریع:** شیری که با یک حرکت سریع دست یا خودکار و با گردش یک چهارم دور، به‌طور کامل بسته می‌شود (ربع گرد).

**طرف فشار بالا در سیستم تبرید:** بخشی از سیستم تبرید که در معرض فشار چگالنده است.

**طرف فشار پایین در سیستم تبرید:** بخشی از سیستم تبرید که در معرض فشار تبخیرکننده (اواپراتور) است.

**غلاف تهویه شونده:** غلافی فلزی در محل عبور دودکش قائم فلزی از بام، برای جدا کردن سطح خارج دودکش از مصالح سوختنی و ایجاد فاصله بین سطح خارجی دودکش و سطح داخلی غلاف، برای جریان هوا.

**فاصلهٔ مجاز:** حداقل فاصلهٔ هوایی بین سطوح گرم دستگاه‌های گرمازا یا فاصلهٔ لوازم و دستگاه‌های تأسیسات گرمایی با سطوح اجزا و لوازم دیگر که از مواد سوختنی تشکیل شده است.

**فاصلهٔ هوایی:** فاصلهٔ هوایی میان مواد سوختنی با سطوح گرم، یا قطعات حایل، به‌طوری که هوا در آن فاصله جریان یابد.

**فشار طراحی مخزن سوخت:** حداکثر فشار وارده به ته مخزن سوخت، در حالتی‌که مخزن و لوله‌های هواکش آن از سوخت مایع کاملاً پر شده است.

**فشار کار طراحی:** حداکثر فشار کار مجاز که یک دستگاه/ سیستم برای آن طراحی شده است.

**فضای با حجم کافی:** فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، که حجم کل آن مساوی یا بیش از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت (۵۰ فوت مکعب برای هر ۱۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) است. حجم فضای مجاور، که مستقیماً به محل نصب دستگاه باز باشد (بدون در ب و پنجره)، بخشی از حجم فضای محل نصب دستگاه به حساب می‌آید.

**فضای با حجم ناکافی:** فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، که حجم کل آن کمتر از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت (۵۰ فوت مکعب برای هر ۱۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) است.

**فضای با خطر:** هر فضایی از ساختمان که به علت وجود گازها و گرد و غبار قابل اشتعال و الیاف سوختنی و دیگر مواد به شدت سوختنی، خطر آتش‌سوزی بالایی داشته باشد.

**فضای به‌طور غیرعادی درزبند:** ساختمانی که دیوارها و سقف آن در برابر نفوذ رطوبت مقاوم است و درزهای درها و پنجره‌های آن با نوارهای درزبند طوری مسدود شده است که میزان نفوذ رطوبت به درون آن از یک پرم (۵۷ نانوگرم بر ثانیه بر مترمربع برای یک پاسکال اختلاف فشار) تجاوز نمی‌کند.

**فیلتر روغن هودهای آشپزخانه:** وسیله‌ای که در موارد لزوم درون هود آشپزخانه نصب می‌شود و ذرات روغن و چربی را از هوای گرم، بخار آب، دود و جزآنها، که از دستگاه‌های پخت وارد هود می‌شود، پیش از ورود آن به کانال تخلیه جدا می‌کند.

**فیوز حرارتی:** وسیله‌ای ایمنی که طوری طراحی شده است تا در دمای معینی ذوب شود و دو قطعه را از هم جدا کرده یا دمپری را رها کند.

**قابل دسترسی:** دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان یا اجزای لوله‌کشی و کانال‌کشی، وقتی "قابل دسترسی" اند که باز کردن یک دریچه یا برداشتن مانعی برای دسترسی به آنها کافی باشد.

**قطعات محافظ:** هر نوع قطعات و اجزای محافظ ساخته شده از مواد غیرسوختنی، که برای کاهش فاصلهٔ مجاز بین مواد سوختنی و سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات گرمایی، به‌کار روند.

**قطعهٔ انبساط:** وسیله‌ای برای جذب حرکت‌های ناشی از تغییر دما و انقباض و انبساط در لوله.

**کانال هوا:** مجرایی برای هدایت هوای رفت، برگشت یا تخلیه.

**کانال قائم:** کانال هوا که به‌طور قائم، در یک طبقه یا بیشتر ادامه یابد.

**کانوپی:** کلاهک هود که روی دستگاه پخت قرار می‌گیرد.

**کنترل اطمینان خودکار قطع گاز:** وسیله‌ای که در صورت روشن نشدن مشعل دستگاه، گاز ورودی به شعلهٔ اصلی مشعل یا گروه مشعل‌ها را، به‌طور خودکار قطع می‌کند.

**کنترل اطمینان شمعک:** وسیله‌ای که در صورت از کار افتادن شمعک یا هر وسیلهٔ دیگر روشن‌کنندهٔ مشعل و همچنین در صورت خاموش شدن شعلهٔ مشعل، ورود سوخت به مشعل را به‌طور خودکار قطع می‌کند.

**کنترل اطمینان وجود حداقل اکسیژن (ODS):** وسیله‌ای حساس به تغییرات نسبت اکسیژن در هوای محیط که در صورت کاهش این نسبت به کمتر از میزان تعیین شده، به طور خودکار جریان ورود گاز به دستگاه گازسوز را قطع می‌کند.

**کنترل اطمینان وجود شعله:** وسیله‌ای که در صورت روشن نشدن مشعل دستگاه یا خاموش شدن شعلهٔ اصلی، مانع ورود سوخت به شعلهٔ اصلی مشعل یا شعلهٔ اصلی مشعل و شمعک آن هر دو، می‌شود.

**کنترل حد دمای بالا:** وسیله‌ای حساس به تغییرات دما، که وقتی دمای نقطهٔ مورد نظر از حد پیش‌بینی شده بالاتر رود، به‌طور خودکار راه ورود سوخت به مشعل را می‌بندد.

**کندانسور: ← چگالنده/کندانسور**

**کورهٔ بسته:** دستگاه گرم‌کنندهٔ هوا با سوخت مایع یا گاز، محصور در اتاقک مخصوص، که هوای احتراق را مستقیماً از خارج دریافت می‌کند.

**کورهٔ هوای گرم:** دستگاه گرم کنندهٔ مستقل شامل یک کورهٔ بسته و دمندهٔ هوا که هوا را پس از گرم شدن، به فضاهای ساختمان می‌فرستد.

**کولر آبی:** دستگاه خنک‌کننده‌ای که گرمای محسوس هوا را با تبخیر آب در مسیر آن، کاهش می‌دهد و به کمک دمندهٔ هوا، وارد فضاهای ساختمان می‌کند.

**لحیم‌کاری سخت:** روشی در اتصال لحیمی موئینگی، که در آن دمای ذوب مفتول لحیم‌کاری بیشتر از ۴۲۷ درجهٔ سلسیوس (۸۰۰ درجهٔ فارنهایت) است.

**لحیم‌کاری نرم:** روشی در اتصال لحیمی موئینگی، که در آن دمای ذوب مفتول لحیم‌کاری کمتر از ۴۲۷ درجهٔ سلسیوس (۸۰۰ درجهٔ فارنهایت) می‌باشد.

**لرزه‌گیر لوله‌ای:** قطعه‌ای لوله‌ای شکل و انعطاف‌پذیر که بین دو قطعهٔ لوله یا وصاله، نصب می‌شود و مانع انتقال ارتعاشات دستگاه می‌گردد.

**لولهٔ رابط دودکش:** لوله‌ای که گازهای حاصل از احتراق را از یک دستگاه با سوخت مایع یا گاز، به دودکش قائم منتقل می‌کند.

**مایعات قابل اشتعال:** هر مایعی که نقطهٔ اشتعالی کمتر از ۳۸ درجه سلسیوس (۱۰۰ درجهٔ فارنهایت) داشته باشد و فشار بخار آن در این دما از ۲۷۶ کیلو پاسکال (۴۰ پوند بر اینچ مربع مطلق) تجاوز نکند، مایع قابل اشتعال نامیده می‌شود. مایعات قابل اشتعال به شکل زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

**مایعات قابل اشتعال گروه IA:** مایعاتی که نقطهٔ اشتعال آن‌ها کمتر از ۲۳ درجهٔ سلسیوس (۷۳ درجهٔ فارنهایت) و نقطهٔ جوش آنها کمتر از ۳۸ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰ درجهٔ فارنهایت) است.

**مایعات قابل اشتعال گروه IB:** مایعاتی که نقطهٔ اشتعال آنها کمتر از ۲۳ درجهٔ سلسیوس (۷۳ درجهٔ فارنهایت) و نقطهٔ جوش آنها بالاتر یا مساوی ۳۸ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰ درجهٔ فارنهایت) است.

**مایعات قابل اشتعال گروه IC:** مایعاتی که نقطهٔ اشتعال آنها بزرگتر یا مساوی ۲۳ درجهٔ سلسیوس (۷۳ درجهٔ فارنهایت) و کمتر از ۳۸ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰ درجهٔ فارنهایت) است.

**مبرد احیا شده:** مبردی که برای رسیدن به مشخصات اولیهٔ آن به عنوان مبرد تازه، به طرق مختلف از جمله تقطیر، باز تولید شده است. مشخصات این مبرد با آنالیز شیمیایی باید تأیید شود. احیای مبرد معمولاً با فرایندهایی امکان‌پذیر است که به کمک باز تولید صنعتی و در کارخانه انجام می‌شود.

**مبرد بازیافتی:** مبردی که تحت هر شرایطی بدون نیاز به آزمایش یا هرگونه فرایندی، از سیستم تبرید برای کاربرد مجدد برداشت می‌شود.

**مبرد تصفیه شده:** مبردی که با جداسازی روغن و گازهای غیر قابل تقطیر و یک یا چند مرحله عبور از فیلترهای مناسب (مانند قطعاتی از فیلتر قابل تعویض و خشک کن) و کاهش مقدار رطوبت، مواد اسیدی و ذرات خارجی آن تصفیه شده است. این تصفیه معمولاً در کارگاه یا در تعمیرگاه محلی صورت می‌گیرد.

**مبردهای گروه A:** مبردهایی با درجهٔ مسمومیت کم، هنگامیکه انسان به دفعات و برای مدت طولانی، در معرض آنها قرار گیرد.

**مبردهای گروه B:** مبردهایی با درجهٔ مسمومیت زیاد، هنگامیکه انسان به دفعات و برای مدت طولانی، در معرض آنها قرار گیرد.

**مبردهای گروه ۱:** مبردهایی که هنگام آزمایش در هوا، در فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال (۱۴/۷ پوند بر اینچ مربع مطلق) و دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس (۷۰ درجهٔ فارنهایت)، پیشروی شعله را نشان نمی‌دهند.

**مبردهای گروه ۲:** مبردهایی که در دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس (۷۰ درجهٔ فارنهایت) و فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال (۱۴/۷ پوند بر اینچ مربع مطلق)، دارای حد کمینهٔ اشتعال (LFL) بیش از ۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب (۰/۰۰۶۲۵ پوند بر فوت مکعب) و گرمای ناشی از احتراق کمتر از ۱۹۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم (۸۱۷۴ بی‌تی‌یو بر پوند) می‌باشند.

**مبردهای گروه ۳:** مبردهایی که در دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس (۷۰ درجهٔ فارنهایت) و فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال (۱۴/۷ پوند بر اینچ مربع مطلق)، دارای حد کمینهٔ اشتعال (LFL) کمتر یا برابر ۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب (۰/۰۰۶۲۵ پوند بر فوت مکعب) و گرمای ناشی از احتراق برابر یا بیشتر از ۱۹۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم (۸۱۷۴ بی‌تی‌یو بر پوند) هستند.

**مخزن ذخیرهٔ سوخت مایع با فشار جوّ:** مخزن ذخیرهٔ سوخت مایع که برای فشار جوّ طراحی شده و با هوای آزاد خارج در ارتباط است.

**مخزن تحت فشار:** مخزن بسته‌ای که برای نگهداری مایع، گاز یا مخلوط آن‌ها در یک فشار معین، طراحی شده است.

**مخزن تغذیهٔ سوخت مایع:** مخزن سوخت مایع که مستقیماً یا به وسیلهٔ پمپ، به مشعل دستگاه متصل است و آن را تغذیه می‌کند.

**مخزن تغذیهٔ ثقلی سوخت مایع:** مخزنی که سوخت مایع را به‌طور ثقلی و مستقیماً، به مشعل دستگاه می‌رساند.

**مخزن ذخیرهٔ سوخت مایع:** مخزن سوخت مایع جداگانه که مستقیماً به مشعل دستگاه متصل نمی‌باشد.

**مخزن سوخت روزانه:** مخزن تغذیهٔ سوخت مایع، که بین مخزن ذخیرهٔ اصلی و مشعل دستگاه نصب می‌شود و مخزن ذخیرهٔ اصلی را از مشعل دستگاه جدا می‌کند.

**مشعل:** وسیله‌ای برای انتقال نهایی سوخت مایع یا گاز به همراه هوا، به اتاق اشتعال دیگ یا هر دستگاه دیگر مصرف‌کنندهٔ سوخت، و اشتعال و کنترل آن.

**معبر قائم دود:** معبری که درون یک شفت قائم قرار دارد و محصولات احتراق را به هوای خارج از ساختمان منتقل می‌کند.

**مکش دود:** اختلاف فشار بین هوای خارج و دستگاه با سوخت مایع یا گاز، که سبب جریان پیوستهٔ هوا و محصولات احتراق بین دستگاه و هوای خارج، از طریق معبر دود می‌شود.

**مکش القایی:** مکشی که با یک بادزن نصب شده بین دستگاه با سوخت مایع یا گاز و انتهای دودکش، پدید می‌آید.

**مکش طبیعی:** مکشی که در اثر ارتفاع دودکش و اختلاف دمای هوای خارج و محصولات احتراق، ایجاد می‌شود.

**منطقهٔ آتش:** قسمتی از فضاهای داخل ساختمان، که از همه طرف (دیوارها، درب‌ها، سقف و کف) با جدارهای مقاوم به مدت معین در برابر آتش، محدود شده و از فضاهای مجاور جدا شده باشد.

**مواد سوختنی:** موادی ساخته شده از چوب، کاغذ فشرده، الیاف گیاهی، پلاستیک و دیگر مواد مشابه و یا دارای روکشی از این مواد، که در تماس با شعلهٔ آتش خواهند سوخت.

**مواد غیرسوختنی** : موادی جز "مواد سوختنی". باید توجه داشت که مواد "غیرسوختنی" با مواد "نسوز" تفاوت دارند.

**موتورخانهٔ تبرید:** اتاقی که در آن سیستم‌های تبرید یا اجزای آن قرارگرفته و در آن الزامات ایمنی رعایت شده است.

**مورد تأیید:** مورد تأیید ناظر ساختمان.

**مهار:** وسیله‌ای برای ثابت نگه‌داشتن لوله در یک نقطه، از نظر موقعیت، امتداد و جهت، در شرایط تغییرات دما و بار وارد به آن.

**نفوذ هوا به داخل:** نفوذ هوای خارج به درون ساختمان، از راه درزهای پنجره‌ها، درب‌ها و هر شکاف دیگر در دیوارها، کف یا سقف ساختمان.

**نقطهٔ اشتعال:** کمترین دمای تصحیح شده در فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال (۱۴/۷ پوند بر اینچ مربع مطلق) که در آن با اعمال شعلهٔ آزمون، بخارات بخشی از نمونهٔ آزمایش تحت شرایط مشخص شده در رویهٔ آزمون و دستگاه آزمایش، شعله‌ور می‌گردد. دمای اشتعال مایع باید براساس استانداردهای ASTM D56، ASTM D93 و یا ASTM D3278 تعیین شود.

**وسیلهٔ قطع خودکار گاز:** وسیله‌ای که در صورت بالارفتن دمای آب گرم از حد پیش‌بینی شده در یک سیستم تولید و توزیع آب گرم‌کننده، شیر قطع خودکار گاز را می‌بندد.

**هادی:** نوعی از تکیه‌گاه لوله، که آن را در موقعیت معینی نگاه می‌دارد و امکان حرکت طولی یا عرضی محدودی به آن می‌دهد.

**هوا:** هوایی که برای احتراق، تعویض، کنترل دما، رطوبت و پاکیزگی، به‌طور طبیعی یا مکانیکی در فضاهای ساختمان جریان می‌یابد.

**هوای احتراق:** هوای لازم برای احتراق کامل و مطمئن و ایمن در یک دستگاه با سوخت جامد، مایع یا گاز.

**هوای استاندارد:** هوای با دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس (۷۰ درجهٔ فارنهایت) و فشار مطلق ۱۰۱/۳ کیلوپاسکال (۲۹/۹۲ اینچ جیوه).

**هوای بازگردانی شده:** آن قسمت از هوای برگشت از فضای تهویه مطبوع، که به عنوان بخشی از هوای رفت آن فضا یا فضاهای دیگر استفاده شود.

**هوای برگشت:** هوایی که از یک فضای تهویه مطبوع باز می‌گردد و بازگردانی یا تخلیه می‌شود.

**هوای بیرون (تازه):** ورود هوای بیرون به درون فضاهای ساختمان، که پیش از آن در ساختمان گردش نکرده است.

**هوای تخلیه:** هوایی که از فضای ساختمان برگردانده شده و بدون استفادهٔ دوباره از آن، از ساختمان خارج می‌گردد.

**هوای دریافتی از بیرون:** هوایی که برای جبران هوای تخلیه شده، از بیرون به درون ساختمان وارد می‌شود.

**هوای رفت:** هوایی که برای تعویض هوا، کنترل دما، رطوبت و پاکیزگی و جزآنها ، به هر فضا یا مجموعه‌ای از فضاهای ساختمان، فرستاده می‌شود.

**هوای مطبوع:** آن قسمت از هوای بیرون، علاوه بر هوای بازگردانی شده (یا بدون آن)، که برای تأمین شرایط مطلوب هوا در فضای معین، بهبود کیفیت یافته است.

**هود:** نوعی وسیلهٔ دریافت کنندهٔ هوا که به یک سیستم تخلیهٔ مکانیکی متصل است و برای جمع‌آوری و خارج ساختن هوای گرم، بخار آب، دود، بو، چربی و گازهای دیگر ناشی از احتراق، در بالا یا نزدیک دستگاه‌های پخت یا هر دستگاه دیگری که این نوع گازها را متصاعد می‌کند، نصب می‌شود.

**هود نوع I:** هود آشپزخانه، مخصوص جمع‌آوری و دفع بخارآب، گرما، بو، روغن و دود.

**هود نوع II:** هود عمومی آشپزخانه برای جمع‌آوری و دفع بخارآب، گرما و بو، بدون فیلتر روغن.

# ۱۴-۳ مقررات کلی

**۱۴-۳-۱ کلیات**

**۱۴-۳-۱-۱** دستگاه‌های مختلف در تأسیسات مکانیکی ساختمان، که دامنهٔ کاربرد آن در (۱۴-۱-۱) تعریف شده است، باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مبحث چهاردهم طراحی، نصب، بازرسی و تأیید شود.

**۱۴-۳-۱-۲** تأسیسات مکانیکی ساختمان باید با رعایت صرفه‌جویی در مصرف انرژی، طبق الزامات مندرج در «مبحث نوزدهم ـ صرفه‌جویی در مصرف انرژی» طراحی و نصب شود.

**۱۴-۳-۱-۳** تغذیهٔ برق، سیم‌کشی، کابل‌کشی و اتصال برق به دستگاه‌هایی که الزامات طراحی و نصب آن‌ها در این مبحث مقرر شده است و نیز برقراری سیستم‌های کنترل الکتریکی، باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث سیزدهم ـ طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها» صورت گیرد.

**۱۴-۳-۱-۴** تغذیهٔ آب و تخلیهٔ فاضلاب، لوله‌کشی و اتصال لولهٔ آب و فاضلاب به دستگاه‌هایی که الزامات طراحی و نصب آن‌ها در این مبحث مقرر شده است، باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم ـ تأسیسات بهداشتی» انجام شود.

**۱۴-۳-۱-۵** تغذیهٔ دستگاه‌های گازسوز، لوله‌کشی و اتصال لولهٔ گاز به دستگاه‌هایی که الزامات طراحی و نصب آن‌ها در این مبحث مقرر شده است، باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث هفدهم ـ لوله‌کشی گاز طبیعی» صورت گیرد.

**۱۴-۳-۱-۶** دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز باید با توجه به سوختی که مصرف می‌کنند و برای ارتفاع محل نصب از سطح دریا، طراحی، ساخته و آزمایش شده باشند.

الف) در صورت تغییر نوع سوخت، باید تغییرات لازم در دستگاه طبق توصیه‌های سازنده به عمل آید و مورد تأیید قرارگیرد.
ب) مقدار سوخت ورودی به دستگاه نباید بیشتر یا کمتر از آنچه برای ارتفاع محل نصب دستگاه تعیین شده است، باشد.

**۱۴-۳-۱-۷** اگر دستگاه لرزش داشته باشد، دستگاه و تکیه‌گاه آن باید با استفاده از قطعات مهارکنندهٔ ارتعاش، کاملاً در محل نصب مستقر و مستحکم گردد.

**۱۴-۳-۱-۸** در صورت تعویض اجزای معیوب و آسیب‌دیدهٔ دستگاه، اجزای جای‌گزین باید با همان مشخصات تأیید شدهٔ اجزای اولیه باشند.

**۱۴-۳-۱-۹** اگر دستگاه در جایی نصب می‌شود که در معرض خطر سیل است، باید در ارتفاعی بالاتر از خط تراز احتمالی سیل نصب شود؛ یا به ترتیبی حفاظت شود که در زمان سیل، آب وارد دستگاه‌ها، کانال‌های هوا، پلنوم‌ها و دیگر اجزای آن نشود.

**۱۴-۳-۱-۱۰** در صورتی‌که دستگاه در محل زلزله‌خیز نصب می‌شود، تکیه‌گاه دستگاه باید با رعایت الزامات مندرج در "مبحث ششم ـ بارهای وارد بر ساختمان" طراحی و نصب گردد.

**۱۴-۳-۱-۱۱** اگر دستگاه در جایی نصب می‌شود که در معرض باد است، باید به کمک بست‌ها و تکیه‌گاه‌های مناسب، در برابر فشار باد مقاوم شود.

**۱۴-۳-۱-۱۲** دریچه‌های ورود و خروج هوا در بیرون ساختمان، باید با توری فلزی مقاوم در برابر خوردگی و نفوذ کرم و دیگر حشرات، حفاظت شوند.

### ۱۴-۳-۲ پلاک‌گذاری

**۱۴-۳-۲-۱** گواهی آزمایش

الف) دستگاه‌هایی که در تأسیسات مکانیکی ساختمان به کار می‌روند، باید دارای پلاک مشخصات که به تأیید مؤسسه دارای صلاحیت قانونی رسیده است، باشند.
مؤسسه‌ای که پلاک مشخصات را گواهی می‌کند، باید نمونه‌ای از دستگاه را بر طبق یکی از استانداردهای مورد تأیید، آزمایش کند.

مؤسسهٔ گواهی‌کننده باید مدارک مربوط به روند آزمایش را تهیه و نگه‌داری کند.
مؤسسهٔ گواهی‌کننده باید در صورت لزوم، کار دستگاه را در محل نصب به‌طور ادواری بازرسی نموده و مطابقت آن را با شرایط آزمایش تایید و گواهی آزمایش صادر کند.
ب) مؤسسهٔ گواهی‌کننده
مؤسسهٔ گواهی‌کننده باید شخصیت حقوقی داشته و دارای صلاحیت لازم برای آزمایش و صدور گواهی‌نامه و پلاک مشخصات دستگاه باشد.
مؤسسهٔ گواهی‌کننده باید به همهٔ ابزار و تجهیزات لازم برای آزمایش دستگاه مورد نظر مجهز باشد.
مؤسسهٔ گواهی‌کننده باید نیروی انسانی آزموده و با تجربه، که برای انجام آزمایش و ارزیابی آن آموزش دیده باشند، در اختیار داشته باشد.

**۱۴-۳-۲-۲** پلاک مشخصات دستگاه

الف) پلاک مشخصات دستگاه باید از نوع فلزی یا انواع بادوام دیگر باشد و در کارخانهٔ سازنده، به‌طور ثابت به دستگاه متصل شود. روی پلاک یا بدنهٔ دستگاه، باید مشخصات آن با حروف خوانا، برجسته یا مهر پاک‌نشدنی، نقش شود.
ب) بر روی پلاک دستگاه باید دست‌کم نام یا علامت تجاری سازنده، مدل، شمارهٔ سری و علامت یا مهر مؤسسهٔ گواهی‌کننده، بیاید.
پ) علاوه بر آنچه در بند (۱۴-۳-۲-۲) "ب" مقرر شده، روی پلاک دستگاه باید مشخصات زیر هم درج شود:
دستگاه الکتریکی: اطلاعات مربوط به ولت، آمپر و فاز دستگاه و فاصله‌های لازم برای دسترسی و حفاظت آن.
دستگاه با سوخت مایع یا گاز: نوع سوخت مصرفی، ظرفیت گرمایی دستگاه و فاصله‌های لازم برای دسترسی و حفاظت.
ماشین مبرد جذبی: نوع و مقدار انرژی گرمایی مصرفی، حداقل مصرف انرژی در دستگاه‌هایی که کاهش ظرفیت چندمرحله‌ای یا تدریجی با کنترل خودکار دارند، نوع سوخت، ظرفیت سرمایی دستگاه و فاصله‌های لازم برای دسترسی و حفاظت.

### ۱۴-۳-۳ حفاظت ساختمان

**۱۴-۳-۳-۱** لوله‌کشی، کانال‌کشی و نصب دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی در داخل ساختمان باید به ترتیبی انجام شود که به اجزای ساختمان از نظر ایستایی و نیز از نظر جدارهای مناطق آتش، آسیب نرساند و مقاومت این اجزا را کاهش ندهد.

**۱۴-۳-۳-۲** در صورتی‌که برای اجرای تأسیسات مورد نظر در این مبحث و یا تعمیر آن‌ها، نیاز به انجام تغییراتی در وضعیت اجزای ساختمان باشد، این کار باید با تأیید ناظر ساختمان صورت گیرد و اجزای آسیب‌دیده به‌طور مقاوم و ایمن، بازسازی شوند.

**۱۴-۳-۳-۳** ایجاد شکاف، برش و سوراخ در دیوارها، سقف یا کف فضایی از ساختمان، که به عنوان یک منطقهٔ آتش برای درجهٔ معینی از مقاومت در برابر آتش تعیین شده است، باید با رعایت الزامات مندرج در "مبحث سوم – حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" صورت گیرد.

**۱۴-۳-۳-۴** ایجاد سوراخ، شکاف یا برش در تیرها، ستون‌ها و دیگر اجزای باربر سازهٔ ساختمان، برای عبور لوله و یا دیگر اجزای تأسیسات مکانیکی، مجاز نیست مگر آن‌که در طراحی سازهٔ ساختمان پیش‌بینی شده باشد.

### ۱۴-۳-۴ محل دستگاه‌ها

**۱۴-۳-۴-۱** محل دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان باید با رعایت شرایطی که در این فصل آمده است، انتخاب شود.

**۱۴-۳-۴-۲** دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان نباید در فضاهای با خطر نصب شوند.

**۱۴-۳-۴-۳** دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز نباید در فضاهای زیر نصب شوند و یا هوای احتراق را از این فضاها بگیرند:

- اتاق خواب
- حمام
- توالت
- انباری

الف) بخاری دودکش‌دار با سوخت مایع یا گاز را در شرایط زیر می‌توان در اتاق خواب نصب کرد:

(۱) همهٔ هوای احتراق را مستقیماً از خارج دریافت کند و همهٔ محصولات احتراق را مستقیماً به خارج بفرستد.

(۲) با دودکش مستقیم، به خارج راه داشته باشد و هوای احتراق را از محل نصب و فضاهای مجاور بگیرد و اتاق محل نصب و فضاهای مجاور، به‌طور غیر عادی درزبند یا کاملاً بسته نباشند.

**۱۴-۳-۴-۴** محدودیت نصب دستگاه‌های گازسوز در انواع فضاهای ساختمان باید با رعایت احکام مندرج در «مبحث هفدهم ـ لوله‌کشی گاز طبیعی» تعیین شود.

**۱۴-۳-۴-۵** در انتخاب محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، احکام «فصل ۱۴-۹ تأمین هوای احتراق» باید رعایت شود.

**۱۴-۳-۴-۶** دستگاه‌های مکانیکی نباید در جایی نصب شود که در معرض ضربات مکانیکی یا فیزیکی قرار داشته باشد؛ در غیر این صورت باید حفاظ‌هایی برای جلوگیری از آسیب دیدن دستگاه پیش‌بینی شود.

**۱۴-۳-۴-۷** دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات مکانیکی ساختمان نباید در چاه آسانسور قرار داده شوند.

**۱۴-۳-۴-۸** اتاقی که دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات مکانیکی ساختمان در آن نصب می‌شود باید روشنایی دایمی داشته باشد. کلید چراغ این اتاق باید نزدیک محل ورود به اتاق و جای دسترس به دستگاه باشد.

### ۱۴-۳-۵ نصب دستگاه‌ها

#### ۱۴-۳-۵-۱ کلیات

الف) دستگاه‌هایی که برای نصب ثابت طراحی شده‌اند باید در محل نصب به‌طور پایدار و مطمئن مستقر شوند و برای مقابله در برابر بارهای قائم و افقی از جمله زلزله، تکیه‌گاه‌هایی در محدودهٔ مجاز، برای آنها طراحی و ساخته شود.

ب) قسمت‌های متحرک دستگاه، مانند بادزن، پولی، تسمه، چرخ طیار و جزآنها ، باید با حفاظ فلزی مقاوم و مناسب پوشانده شوند.

پ) سطوح گرم‌کننده در فضای داخلی ساختمان که محل سکونت، اقامت یا کار انسان است، باید در برابر احتمال سوختگی غیرارادی حفاظت شوند.

(۱) اگر دمای سطوح پیش‌گفته بیش از ۹۰ درجهٔ سلسیوس باشد، باید با قراردادن حفاظ‌هایی مانع تماس مستقیم این سطوح با بدن شد.

ت) فاصله‌های مجاز بین دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز و سطوح گرم دیگر، با مواد سوختنی، باید طبق احکام این مبحث در نظر گرفته شود.

**۱۴-۳-۵-۲** دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان باید طبق دستور کارخانهٔ سازنده و الزامات مقرر در این مبحث نصب شوند. در صورت مغایرت آن دستورالعمل‌ها با الزامات این مبحث، احکام این مبحث باید اجرا شود.

الف) دستورالعمل نصب و راهبری کارخانهٔ سازنده باید به هنگام بازرسی در محل نصب دستگاه، در دسترس باشد.

ب) اگر دستگاه روی کف نصب می‌شود، باید پیِ‌دستگاه به ارتفاع دست‌کم ۸۰ میلی‌متر زیر آن قرارگیرد.

پ) در دستورالعمل سازنده، اگر نصب دستگاه روی کف سوختنی مجاز اعلام شده است، این امر باید مورد تأیید قرارگیرد.

ت) در دستورالعمل سازنده، اگر نصب دستگاه روی پیِ غیرسوختنی اعلام شده است، پیِ‌دستگاه باید از هر طرف دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر و در جهتی که مشعل دستگاه قرار دارد دست‌کم ۹۰۰ میلی‌متر، پس از دستگاه ادامه یابد.

ث) اگر دستگاه به سقف آویخته می‌شود، فاصلهٔ زیر دستگاه تا کف نباید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

**۱۴-۳-۵-۳** نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز در فضاهای با خطر مجاز نیست.

**۱۴-۳-۵-۴** در گاراژهای عمومی و خصوصی، تعمیرگاه‌ها و پارکینگ‌ها، نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز باید به‌ترتیبی باشد که وسیلهٔ احتراق دستگاه دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر بالاتر از کف، و در صورتی که سازندهٔ دستگاه ارتفاع بیشتری را توصیه کرده است، در همان ارتفاع نصب شود.

الف) نصب این دستگاه‌ها در فضایی که محل حمل و نقل یا جای استفاده از مواد سوختنی، قابل اشتعال و یا قابل انفجار است، مجاز نمی‌باشد.

ب) اگر دستگاه با سوخت مایع یا گاز در گاراژهای عمومی، تعمیرگاه‌ها، پارکینگ‌ها و دیگر فضاهای محل عبور مکرر خودروها نصب می‌شود، درصورت نصب روی کف، دستگاه باید در ارتفاعی بالاتر از مسیر خودروها و یا پشت دیوار حائلی با فاصلهٔ مناسب قرار گیرد تا از ضربات فیزیکی حفاظت شود.

(۱) در چنین فضاهایی اگر دستگاه در ارتفاع نصب می‌شود، باید زیر دستگاه دست‌کم ۲۴۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف قرارگیرد. اگر ارتفاع خودرویی که از زیر دستگاه عبور می‌کند بیش از ۱۸۰۰ میلی‌متر است، دستگاه باید طوری نصب شود که زیر آن دست‌کم ۶۰۰ میلی‌متر بالاتر از روی خودرو باشد.

پ) اگر دستگاه با سوخت مایع یا گاز در گاراژ خصوصی نصب می‌شود، دست‌کم باید در ارتفاع ۱۸۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف قرار گیرد.

**۱۴-۳-۵-۵** نصب در ارتفاع

الف) اگر دستگاه بر روی بام و با فاصلهٔ کمتر از ۳ متر از لبهٔ بام، یا روی سطح دیگری که بیش از ۷۵۰ میلی‌متر از زمین اطراف ارتفاع داشته باشد نصب می‌شود، فضای سرویس اطراف دستگاه باید با نرده حفاظت شود.

(۱) ارتفاع نردهٔ محافظ نسبت به تراز محل نصب دستگاه باید دست‌کم ۱۰۰۰ میلی‌متر باشد.

(۲) نردهٔ محافظ باید طوری ساخته شود که اندازهٔ سطوح باز آن کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر باشد.

(۳) نردهٔ محافظ باید در برابر بارهای وارده مقاوم باشد.

**۱۴-۳-۵-۶** اگر دستگاه در خارج از ساختمان نصب می‌شود، باید برای نصب در هوای آزاد آزمایش و تأیید شده باشد.

### ۱۴-۳-۶ فضاهای دسترسی

**۱۴-۳-۶-۱** دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان ازجمله دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز باید پس از نصب، قابل دسترسی باشند به نحوی‌که بازرسی، سرویس، تعمیر و یا تعویض آن‌ها، بدون برداشتن یا تخریب اجزای دایمی ساختمان از جمله دیوارهای آتش، امکان‌پذیر شود. کنترل‌های خودکار، لوازم اندازه‌گیری مانند دماسنج، فشارسنج و جزآنها، مشعل، فیلتر، دمنده یا مکندهٔ هوا و موتورهای محرک این دستگاه‌ها، پس از نصب باید به آسانی قابل دسترسی باشند.

الف) به هنگام نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، حداقل فاصلهٔ دستگاه از مواد سوختنی براساس اعلام سازنده، باید رعایت شود.

**۱۴-۳-۶-۲** نصب در اتاق

الف) اتاقی که دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان از جمله دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز در آن نصب می‌شود، باید معبر بدون مانع و در ورودی با پهنای دست‌کم ۱۰۰۰ میلی‌متر و ارتفاع دست‌کم ۲۰۰۰ میلی‌متر، داشته باشد.

(۱) برای دستگاه‌های بزرگ‌تر، معبر بدون مانع و اندازهٔ در ورودی اتاق باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که عبور بزرگ‌ترین قطعهٔ دستگاه از آن، به آسانی امکان‌پذیر باشد.

(۲) موتورخانهٔ دیگ بخار باید دارای دو درب با فاصلهٔ مناسب از یکدیگر باشد.

**۱۴-۳-۶-۳** نصب در اتاقک زیرِ کف

الف) اگر دستگاهی که باید در دسترس باشد در اتاقکی زیر کف نصب می‌شود، باید برای آن مسیری بدون مانع و دریچهٔ مناسب جهت عبور بزرگ‌ترین قطعهٔ دستگاه، پیش‌بینی شود. اندازهٔ دریچه نباید کمتر از ۷۵۰×۷۵۰ میلی‌متر باشد و طول مستقیم معبر بدون مانع از دریچه تا دستگاه، نباید بیش از ۶ متر باشد.

(۱) در جلو دستگاه و سمت سرویس آن باید سطحی دست‌کم برابر ۷۵۰×۷۵۰ میلی‌متر برای دسترسی وجود داشته باشد.

(۲) اگر در کف اتاقک برای نصب دستگاه گودالی به عمق بیش از ۳۰۰ میلی‌متر ایجاد شود، دیوارهٔ این گودال از هر طرف باید دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر و با جلو دستگاه دست‌کم ۷۵۰ میلی‌متر فاصله داشته باشد. دیوارهٔ اطراف گودال باید با بتن یا دیگر مصالح بنائی مقاوم تا ارتفاع ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از تراز کف فضای مجاور گودال، حفاظت شود.

**۱۴-۳-۶-۴** نصب دستگاه روی بام

الف) اگر دستگاه روی بام یا روی اسکلتی با ارتفاع بیش از ۴/۸ متر نصب شود، باید در اطراف آن فضای سرویس دایمی برابر دستور کارخانهٔ سازندهٔ دستگاه و مورد تأیید، پیش‌بینی گردد.

(۱) راه دسترسی به فضای سرویس باید دایمی و مطمئن باشد و سطح بام اطراف دستگاه یا تراز سطح محوطه را، به فضای سرویس مرتبط کند.

(۲) راه دسترسی نباید مستلزم بالارفتن یا گذشتن از موانعی به ارتفاع بیش از ۷۵۰ میلی‌متر یا راه رفتن روی بام شیب‌دار، با شیب بیش از ۳۳ درصد باشد.

ب) اگر دستگاه روی بام شیب‌دار با شیب بیش از ۲۵ درصد نصب شود به طوری‌که لبهٔ بام بیش از ۷۵۰ میلی‌متر بالاتر از تراز سطح محوطه باشد، برای دسترسی به دستگاه باید در اطراف آن سکویی افقی به اندازهٔ توصیه شده در دستورالعمل سازنده و مورد تأیید، پیش‌بینی شود.

(۱) اندازهٔ این سکوی دسترسی، از همه طرف، نباید کمتر از ۷۵۰ میلی‌متر باشد و اطراف آن باید نردهٔ حفاظ برابر (۱۴-۳-۵-۵) نصب شود.

**۱۴-۳-۶-۵** نصب در مناطق با خطر سیلاب

الف) در صورتی که فضای نصب دستگاه در معرض سیل باشد، باید دستگاه در سطح بالاتر از تراز احتمالی سیل نصب شود.

### ۱۴-۳-۷ تخلیهٔ چگالیده

**۱۴-۳-۷-۱** اواپراتور و کویل سرمایی

الف) برای دستگاه‌های دارای اواپراتور یا کویل سرمایی باید سیستم تخلیهٔ چگالیده پیش‌بینی شود. این سیستم باید با رعایت شرایط زیرطراحی، ساخته و نصب شود:

(۱) چگالیدهٔ روی کویل‌های سرمایی و اواپراتور باید به سینی تقطیر و از راه آن به نقطهٔ تخلیهٔ مناسب و مورد تأیید، جریان یابد. چگالیده نباید به خیابان یا کوچه هدایت شود.

(۲) لوله تخلیهٔ چگالیده می‌تواند چدنی، فولادی‌گالوانیزه، مسی و یا پلاستیکی باشد. اجزای لوله‌کشی باید مقاوم در برابر خوردگی باشد و با توجه به فشار و دمای کار سیستم انتخاب شود. قطر لولهٔ تخلیه نباید کمتر از ۲۰ میلی‌متر باشد و این قطر در طول مسیر تا نقطهٔ تخلیه، نباید کم شود. شیب لولهٔ افقی تخلیه باید در طول مسیر یکنواخت باشد.

(۳) لولهٔ تخلیهٔ چگالیده نباید با اتصال مستقیم به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب متصل شود.

ب) اگر سینی قطره‌گیر در محلی نصب می‌شود که سرریز یا گرفتگی دهانهٔ تخلیهٔ آن و در نتیجه خطر آسیب رسیدن به اجزای ساختمان احتمال داده شود، باید با یکی از دو روش زیر از آن جلوگیری کرد:

(۱) یک دهانهٔ سرریز بالاتر به سینی قطره‌گیر اضافه شود تا در صورت گرفتگی دهانهٔ تخلیهٔ این سینی، چگالیده از طریق این سرریزِ اضافه به نقطهٔ مناسبی هدایت شود.

(۲) یک حسگر در نقطه‌ای بالاتر از دهانهٔ تخلیهٔ سینی قطره‌گیر دستگاه نصب شود، تا چنانچه سطح چگالیدهٔ داخل سینی (بر اثر گرفتگی) از تراز معینی بالاتر رفت، دستگاه را به‌طور خودکار خاموش کند.

**۱۴-۳-۷-۲** لولهٔ تخلیهٔ چگالیده کویل سرمایی یا اواپراتور باید پیش از اتصال به دریافت‌کنندهٔ چگالیده، به سیفون مجهز شود.

# ۱۴-۴ تعویض هوا

**۱۴-۴-۱ کلیات**

**۱۴-۴-۱-۱** دامنهٔ کاربرد

الف) تأسیسات تعویض هوا در فضاهای ساختمان باید طبق الزامات مندرج در این فصل «"۱۴-۴" تعویض هوا» طراحی، نصب و بازرسی شود.

(۱) هر قسمت از فضاهای در اشغال و تصرف ساختمان، باید طبق الزامات «۱۴-۴-۳»، تعویض هوای طبیعی و یا طبق الزامات «۱۴-۴-۴»، تعویض هوای مکانیکی داشته باشد.

(۲) در صورت لزوم، تعویض هوا می‌تواند فقط محدود به زمان اشغال فضا شود.

ب) تعویض هوا، در هر فضا که در اشغال و تصرف است به منظورهای زیر باید صورت گیرد:

(۱) تأمین اکسیژن برای تنفس؛

(۲) جلوگیری از افزایش گاز کربنیک؛

(۳) تخلیهٔ هوای آلوده، دود سیگار و گازهای زیان‌آور دیگر؛

(۴) جلوگیری از راکد ماندن هوا؛

(۵) جلوگیری از افزایش غیرمجاز رطوبت.

پ) این فصل از مقررات، الزامات واردکردن هوای بیرون، بازگردانی هوا و تخلیهٔ هوا را برای فضاهای ساختمان مقرر می‌دارد. الزامات طراحی، نصب و بازرسی تأسیساتِ زیر خارج از حدود این فصل از مقررات است:

(۱) سیستم‌های کنترل دما و رطوبت و تأمین شرایط آسایش (تهویه مطبوع)؛

(۲) کانال‌کشی برای توزیع و تخلیهٔ هوا،

(۳) تأمین هوای احتراق ؛

(۴) تخلیهٔ هوای هود آشپزخانه؛

(۵) کنترل دود ناشی از آتش‌سوزی.

ت) الزامات طراحی، نصب و بازرسی تأسیسات تعویض هوا در فضاهایی از ساختمان‌های بهداشتی، درمانی و صنعتی که تعویض هوا در آن شرایط ویژه‌ای دارد، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

(۱) این فصل از مقررات، هرچند به تأسیسات تعویض هوا در فضاهای ویژهٔ ساختمان‌های بهداشتی، درمانی و صنعتی نمی‌پردازد ولی الزامات آن در فضاهای دیگر این ساختمان‌ها حاکم است.

**۱۴-۴-۱-۲** دستگاه‌های تأسیسات تعویض هوا باید با رعایت الزامات مندرج در «۱۴-۳ مقررات کلی» طراحی، نصب و بازرسی شود.

### ۱۴-۴-۲ دهانه‌های ورود و تخلیهٔ هوا

**۱۴-۴-۲-۱** دهانهٔ هوای ورودی از بیرون

الف) این دهانه نباید در جایی قرارگیرد که ورود آلاینده‌های مخاطره‌آمیز و زیان‌آور به داخل فضاها محتمل باشد.

ب) در سیستم تعویض هوای طبیعی یا اجباری، این دهانه باید از هر دهانهٔ تخلیهٔ هوای آلوده به مواد مخاطره‌آمیز و زیان‌آور، مانند دودکش و هواکش فاضلاب، دست‌کم ۳ متر فاصلهٔ افقی داشته باشد. مگر آن که دهانهٔ ورود هوا دست‌کم یک متر پایین‌تر از دهانهٔ تخلیهٔ هوای آلوده باشد.

(۱) هوایی که از حمام و آشپزخانهٔ ساختمان‌های مسکونی تخلیهٔ می‌شود، مخاطره‌آمیز و زیان‌آور تلقی نمی‌شود.

پ) دهانهٔ هوای ورودی از بیرون باید دست‌کم ۳ متر از مرکز معابر عمومی (خیابان، کوچه، پارکینگ و مانند آن‌ها) فاصلهٔ افقی داشته و دست‌کم ۳ متر بالاتر از کف معابر عمومی باشد.

ت) این دهانه باید دست‌کم ۳ متر از ساختمان مجاور فاصلهٔ افقی داشته باشد.

ث) دهانهٔ هوای ورودی از بیرون باید با توری سیمی، دریچه یا شبکهٔ مقاوم در برابر شرایط هوای محل نصب، و نیز خوردگی و زنگ‌زدگی حفاظت شود.

ج) فاصله‌های تعیین شده در این قسمت از مقررات، کم‌ترین مقادیری است که باید رعایت شود. کاهش این فاصله‌ها، در هر مورد خاص باید با توجه به سرعت و جهت باد غالب و اطمینان از وارد نشدن هوای آلوده به داخل ساختمان، بررسی شود.

**۱۴-۴-۲-۲** اندازهٔ روزنه‌های توری حفاظ دهانهٔ ورود هوا باید برابر جدول (۱۴-۴-۱) باشد.

**۱۴-۴-۲-۳** در ساختمان‌هایی که در معرض خطر سیل قرار دارد، دهانهٔ ورود هوا باید بالاتر از تراز سیل احتمالی قرار گیرد.

**جدول (۱۴-۴-۱): اندازهٔ روزنه‌های توری حفاظ دهانهٔ ورود هوا**

| نوع دهانهٔ ورودی | اندازه روزنه‌های توری (میلی متر) | |
|---|---|---|
| | کمینه | بیشینه |
| دهانهٔ ورود هوا در ساختمان مسکونی | ۶/۵ | ۱۳ |
| دهانهٔ ورود هوا در دیگر ساختمان‌ها | ۶/۵ | ۲۶ |

### ۱۴-۴-۳ تعویض هوای طبیعی

**۱۴-۴-۳-۱** چنانچه تهویهٔ طبیعی هر فضای ساختمان که در اشغال و تصرف است ممکن باشد، این تهویه باید پیش‌بینی شود و تعویض هوای مکانیکی اختیاری است.

**۱۴-۴-۳-۲** تعویض هوای طبیعی هر فضای ساختمان باید از راه دهانه‌های باز یا بازشوی آن فضا به بیرون مانند درب، پنجره، دریچه و شبکه صورت‌گیرد. مکانیسم گشوده شدن چنین بازشوهایی باید در دسترس و کنترل باشد.

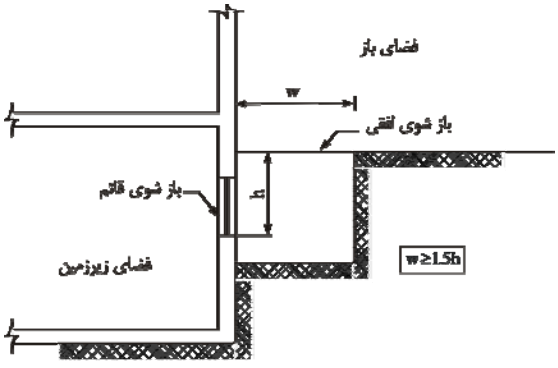
**۱۴-۴-۳-۳** سطح بازشوی دهانهٔ هر فضا به هوای خارج باید دست‌کم ۴ درصد سطح زیر بنای فضایی باشد که هوای آن با تهویهٔ طبیعی، تعویض می‌شود.

الف) اگر فضایی که دهانهٔ بازشوی مستقیم به هوای بیرون ندارد از راه فضای مجاور تعویض هوای طبیعی شود، دهانهٔ بازشوی بدون مانع بین این دو فضا باید دست‌کم ۸ درصد سطح زیر بنای فضای مورد نظر باشد و به هر روی از ۲/۳۰ مترمربع کمتر نباشد. سطح دهانهٔ بازشوی فضای مجاور به هوای بیرون باید، با توجه به سطح زیر بنای کل هر دو فضا، محاسبه و تعیین شود.

ب) تعویض هوای طبیعی فضای واقع در زیرزمین، می‌تواند از راه یک دهانهٔ بازشوی قائم و یک دهانهٔ بازشوی افقی به هوای بیرون، انجام شود. در این صورت، مطابق شکل (۱۴-۴-۱)، عرض مفید فضای باز بیرون (w) که دهانهٔ قائم به آن باز می‌شود، باید دست‌کم ۱/۵ برابر عمق بازشوی قائم (h) باشد (ارتفاع h از سطح متوسط زمین متصل تا پایین بازشوی قائم محاسبه می‌شود).

### ۱۴-۴-۴ تعویض هوای مکانیکی

**۱۴-۴-۴-۱** در هر فضای ساختمان که امکان تهویهٔ طبیعی نباشد، هوا باید به صورت مکانیکی تعویض شود.




**شکل (۱۴-۴-۱):** تعویض هوای طبیعی فضای واقع در زیرزمین

**۱۴-۴-۴-۲** تعویض هوای مکانیکی باید با یکی از روش‌های توزیع هوای رفت، هوای برگشت و/یا تخلیهٔ هوا صورت گیرد.

الف) مقدار هوای رفت هر فضا باید تقریباً برابر مجموع هوای برگشت و تخلیهٔ هوا باشد.

ب) این سیستم تعویض، در صورت لزوم، باید در داخل فضا فشار مثبت یا منفی برقرارکند.

**۱۴-۴-۴-۳** تعویض هوای مکانیکی ممکن است با تأسیسات تهویه مطبوع، یا تأسیسات مستقل و جداگانه‌ای که بدین‌منظور طراحی و نصب می‌شود، انجام‌گیرد.

**۱۴-۴-۴-۴** مقدار هوای ورودی از بیرون باید دست‌کم مطابق جدول (۱۴-۴-۲) باشد.

**۱۴-۴-۴-۵** بازگردانی هوای برگشتی در فضاهای ساختمان باید با رعایت حداقل مقدار هوای وارد شده از بیرون، که در جدول (۱۴-۴-۲) مقرر شده است، صورت‌گیرد. بازگردانی مقداری از هوای رفت که مازاد بر حداقل هوای وارد شده از بیرون است، مجاز می‌باشد.

الف) بازگردانی هوا از یک واحد مسکونی به واحد مسکونی دیگر مجاز نیست.

ب) بازگردانی هوای استخر سرپوشیده و فضاهای جنبی آن مجاز نیست، مگر آنکه هوا به اندازه‌ای رطوبت‌زدائی شود که رطوبت نسبی فضای استخر را به ۶۰٪ یا پایین‌تر برساند. بازگردانی این هوا به فضاهای دیگر ساختمان مجاز نمی‌باشد.

پ) بازگردانی هوای فضاهای زیر مجاز نیست.
(۱) توالت و پیسوار؛
(۲) حمام؛
(۳) آشپزخانه و آبدارخانه؛
(۴) رخت‌کن؛
(۵) پارکینگ؛
(۶) فضایی که در آن گازهای زیان‌آور تولید می‌شود.
ت) هوای بازگردانی شده از فضاهایی که در اشغال و تصرف است را می‌توان به عنوان هوای رفت در فضاهایی مانند توالت، پیسوار، حمام، آشپزخانه، رخت‌کن و پارکینگ که هوای آن‌ها تماماً تخلیه می‌شود، استفاده کرد.

**۱۴-۴-۴-۶** سیستم تعویض هوای خودکار پارکینگ و گاراژهای بسته باید به نحوی کارکند که در هنگام روشن‌بودن خودرو و حضور انسان، میزان غلظت مونواکسیدکربن در هوا کمتراز PPM ۲۵ باشد. ظرفیت این سیستم می‌تواند در صورت کاهش آلاینده، با کنترل خودکار تا دست‌کم ۰/۲۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع کف، کاهش یابد. سیستم تعویض هوا باید قابلیت تعویض هوای تا ۷/۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع کف را دارا باشد.

**۱۴-۴-۴-۷** فضاهای جنبی گاراژهای عمومی در اشغال انسان مانند دفترکار، سالن انتظار، غرفه‌های فروش بلیط و دیگر فضاهای جنبی، باید دارای فشار هوای مثبت باشند و تعویض هوای آن‌ها مطابق جدول (۱۴-۴-۲) باشد.

**۱۴-۴-۴-۸** سیستم تعویض هوای مکانیکی باید به کنترل‌های دستی و یا خودکار مجهز باشد و هنگام اشغال فضا عمل کند. این سیستم باید مقدار هوای بیرون مورد نیاز فضا را در مدتی که فضا اشغال است، تأمین کند.

**۱۴-۴-۴-۹** تعویض هوای فضاهای خالی از انسان
الف) فضاهای خالی از انسان مانند کانال آدم‌رو، خزیده‌رو، فضای زیر شیروانی و انبار، باید تعویض هوای طبیعی یا مکانیکی داشته باشند.
ب) مقدار تعویض هوای مکانیکی این فضاها نباید کمتر از ۰/۱ لیتر در ثانیه بر مترمربع از سطح افقی هر فضا باشد.

پ) سیستم تعویض هوای مکانیکی این فضاها باید وقتی فعال شود که رطوبت نسبی آنها از ۶۰ درصد بیشتر شود. در کمتر از این مقدار، تعویض هوای مکانیکی لازم نیست.

**جدول (۱۴-۴-۲): کمینهٔ مقدار هوای ورودی از بیرون مورد نیاز فضاهای با کاربری مختلف**

| نوع کاربری فضاها | | برای هر نفر | | برای واحد سطح | | برای اتاق | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | لیتر در ثانیه | فوت مکعب در دقیقه | لیتر در ثانیه بر مترمربع | فوت مکعب در دقیقه بر فوت مربع | لیتر در ثانیه | فوت مکعب در دقیقه | |
| مسکونی | اتاق | ۷/۵ | ۱۵ | | | ۵۰ | ۱۰۰ | |
| | آشپزخانه | | | | | ۲۵ | ۵۰ | |
| | توالت و حمام | | | | | ۵۰ | ۱۰۰ | |
| | پارکینگ خصوصی | | | ۷/۵ | ۱/۵ | | | تخلیهٔ مکانیکی برای هر اتومبیل |
| | پارکینگ مشترک | | | | | | | |
| اداری | اتاق دفتر | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| | اتاق کنفرانس | ۳/۵ | ۷/۵ | | | | | |
| | پذیرش‌ها | ۳/۵ | ۷/۵ | | | | | |
| هتل، خوابگاه | اتاق خواب | ۵ | ۱۰ | | | ۱۵ | ۳۰ | |
| | سرسرا | ۵ | ۱۰ | | | | | |
| | سالن کنفرانس | ۳/۵ | ۷/۵ | | | ۱۸ | ۳۵ | تخلیهٔ مکانیکی |
| | حمام | | | | | | | |
| | خوابگاه چند نفره | ۵ | ۱۰ | | | ۱۵ | ۳۰ | |
| | اتاق نشمین | ۳ | ۵/۵ | | | | | |
| اجتماعات | سالن‌اجتماعات | ۳/۵ | ۷/۵ | | | | | |
| | مسجد | ۵ | ۱۰ | | | | | |
| | سینما | ۳/۵ | ۷/۵ | | | | | |
| | تأتر | ۳/۵ | ۷/۵ | | | | | |
| رستوران | سالن غذاخوری | ۵ | ۱۰ | ۳/۵ | ۰/۷ | | | تخلیه مکانیکی |
| | آشپزخانه | | | | | | | |
| | کافه تریا | ۵ | ۱۰ | | | | | |

**ادامه جدول (۱۴-۴-۲): کمینهٔ مقدار هوای ورودی از بیرون مورد نیاز فضاهای با کاربری مختلف**

| نوع کاربری فضاها | | برای هر نفر | | برای واحد سطح | | برای اتاق | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | لیتر در ثانیه | فوت مکعب در دقیقه | لیتر در ثانیه بر مترمربع | فوت مکعب در دقیقه بر فوت مربع | لیتر در ثانیه | فوت مکعب در دقیقه | |
| فروشگاه | طبقات | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| | زیرزمین | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| | انبار | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| رختشوی‌خانه و خشک‌کن | سالن‌های عمومی | ۱۳ | ۲۵ | | | | | |
| | انبار | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| ورزشگاه | جای تماشاچیان | ۳/۵ | ۷/۵ | | | | | |
| | فضای ورزشی | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| | استخر بسته | | | ۲/۵ | ۰/۵ | | | |
| فضای آموزشی | کلاس درس | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| | آزمایشگاه | ۱۰ | ۲۰ | | | | | |
| | کتابخانه | ۷/۵ | ۱۵ | | | | | |
| | کارگاه | ۱۰ | ۲۰ | | | | | |
| | رخت‌کن | | | ۲/۵ | ۰/۵ | | | |
| فضای عمومی | راهروها | | | ۰/۲۵ | ۰/۰۵ | | | تخلیهٔ مکانیکی |
| | رخت‌کن | | | ۲/۵ | ۰/۵ | | | |
| | توالت عمومی | | | | | ۲۵ | ۵۰ | تخلیهٔ مکانیکی برای هر توالت یا پیسوار |

# ۱۴-۵ تخلیهٔ هوا

**۱۴-۵-۱ کلیات**

**۱۴-۵-۱-۱** دامنهٔ کاربرد

الف) سیستم‌های تخلیهٔ مکانیکی هوا برای فضاهای ساختمان، باید با رعایت الزامات مندرج در این فصل از مقررات «"۱۴-۵" تخلیهٔ هوا» طراحی، ساخته و نصب شود.

(۱) این فصل از مقررات، به تأسیسات تخلیهٔ هوا در فضاهای ویژهٔ ساختمان‌های بهداشتی و درمانی نمی‌پردازد، ولی اجرای الزامات آن در فضاهای دیگر این ساختمان‌ها ضروری است.

(۲) این فصل از مقررات مربوط به تأسیسات تخلیهٔ هوا در فضاهای ویژهٔ تولید در ساختمان‌های صنعتی نمی‌شود، ولی اجرای الزامات آن در فضاهای دیگر این ساختمان‌ها ضروری است.

ب) الزامات مندرج در فصل «(۱۴-۴) تعویض هوا» تا آنجا که ناظر به طراحی، ساخت و نصب سیستم‌های تخلیهٔ هوا است، باید رعایت شود.

پ) الزامات مندرج در فصل «(۱۴-۶) کانال کشی» تا آنجا که ناظر به طراحی، ساخت و نصب سیستم‌های تخلیهٔ هوا است، باید رعایت شود.

ت) الزامات طراحی، ساخت و نصب تأسیسات تخلیهٔ دود ناشی از آتش‌سوزی، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

**۱۴-۵-۱-۲** لزوم تخلیهٔ مکانیکی هوا

الف) در فضاهای در تصرف و اشغال انسان که هوای آلوده و زیان‌آور در آن‌ها وجود داشته باشد، لازم است هوا به صورت مکانیکی به خارج ساختمان تخلیه شود. این فضاها عبارتند از:

(۱) فضاهای دارای منابع تولید و انتشار بو، دود، گاز، ذرات گرد و غبار، بخار آب و گرما؛ در حدی که برای انسان زیان‌آور باشد؛

(۲) فضاهای پخت و پز.

**۱۴-۵-۱-۳** دهانه‌های تخلیهٔ هوا

الف) هوا در نقاطی باید به بیرون ساختمان تخلیه شود که ایجاد مزاحمت عمومی نکند و از راه بازشوها و دهانه‌های ورودی هوا، بر اثر باد و عوامل دیگر، به داخل ساختمان باز نگردد.

(۱) دهانهٔ خروج هوا از سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوا، که حاوی بخارات قابل انفجار یا قابل اشتعال است، باید دست‌کم ۹ متر از محدودهٔ ملک و ۹ متر از مصالح سوختنی و بازشوهای ساختمان‌هایی که در امتداد جریان هوای تخلیه شده قرار دارند، فاصله داشته باشد. این دهانه باید دست‌کم ۳ متر از دیگر دریچه‌ها و بازشوهایی که امکان ورود هوا از آن‌ها به داخل ساختمان وجود دارد و ۳ متر از دیوارهای خارجی و بام ساختمان فاصله داشته باشد. این دهانه باید دست‌کم ۳ متر از تراز زمین محوطهٔ مجاور، بالاتر باشد.

(۲) دهانهٔ خروج هوا از سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوا، که حاوی بخارات قابل انفجار یا قابل اشتعال نیست، باید دست‌کم ۳ متر از محدودهٔ ملک، ۳ متر از دیوارهای خارجی و ۳ متر از بازشوهای ساختمان فاصله افقی داشته باشد. این دهانه باید دست‌کم ۳ متر از تراز زمین محوطهٔ مجاور، بالاتر باشد.

(۳) دهانهٔ خروج هوا از سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوای آشپزخانهٔ واحد مسکونی، حمام و ماشین رخت خشک‌کن خانگی باید دست‌کم ۱ متر از محدودهٔ ملک، ۱ متر از دریچه‌ها و بازشوهای ساختمان که امکان ورود هوا از آنها وجود دارد و ۳ متر از دهانه‌های ورود مکانیکی هوا، فاصله داشته باشد.

(۴) دهانهٔ خروج هوا از دیگر سیستم‌های تخلیهٔ مکانیکی هوا، جز مواردی که در این مقررات شرایط خاص برای آن‌ها بیان شده است، باید دست‌کم ۳ متر از محدودهٔ ملک، ۳ متر از بازشوهایی که از آن‌ها امکان ورود هوا به ساختمان وجود دارد و ۱ متر از دیوارهای مجاور و بام فاصله داشته باشد. این دهانه باید دست‌کم ۳ متر از تراز زمین محوطهٔ مجاور بالاتر باشد.

(۵) در صورتی که دهانهٔ تخلیهٔ هوا به سوی خیابان یا دیگر معابر عمومی است، باید دست‌کم ۳ متر از خط وسط خیابان یا دیگر معابر عمومی، فاصلهٔ افقی داشته باشد.

ب) فاصله‌های مقرر در این بخش کمترین مقادیری است که رعایت آنها الزامی است.

پ) دهانه تخلیهٔ هوا نباید در شفت، راهروی آدم‌رو، خزیده‌رو و فضاهای مانند آن‌ها قرارگیرد.

ت) این دهانه نباید در فضای زیر شیروانی قرارگیرد.

ث) در خارج ساختمان، این دهانه باید با توری سیمی، دریچه یا شبکهٔ مقاوم در برابر شرایط هوای محل نصب، خوردگی و زنگ‌زدگی حفاظت شود.

ج) اندازهٔ روزنه‌های توری حفاظ دهانهٔ تخلیهٔ هوا باید حداقل ۶/۵ میلی‌متر و حداکثر ۱۳ میلی‌متر باشد.

### ۱۴-۵-۲ الزامات تخلیهٔ مکانیکی هوا

#### ۱۴-۵-۲-۱ کلیات

الف) سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوا باید قدرت تخلیهٔ هوا از هر یک از فضاهای ساختمان را به میزان مقرر در این بخش از مقررات، داشته باشد. هوای تخلیه شده باید با هوای ورودی از بیرون جبران شود.

(۱) چنان‌چه مقدار هوایی که به طور مکانیکی تخلیه می‌شود از مقدار هوایی که به طور مکانیکی وارد فضا می‌شود بیشتر باشد، باید ورود هوای اضافی از بیرون یا از فضاهای مجاور، به طور طبیعی یا مکانیکی، پیش‌بینی شود.

(۲) اگر مقدار هوایی که به طور مکانیکی تخلیه می‌شود از مقدار هوایی که به طور مکانیکی وارد فضا می‌شود کمتر باشد، باید برای خروج هوای اضافی به خارج از ساختمان، به طور طبیعی یا مکانیکی، پیش‌بینی لازم به عمل آید به شیوه‌ای که هوای آلوده وارد فضاهای دیگر ساختمان نشود.

ب) سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوا باید در موارد ضرورتِ تخلیهٔ هوا به کار افتد؛ کارکرد سیستم در مواقع دیگر الزامی نیست.

پ) دهانهٔ ورود هوای آلودهٔ هر فضا به سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوا باید در جایی از آن فضا قرارگیرد که تراکم آلاینده‌ها در آن، بیشتر از قسمت‌های دیگر است.

#### ۱۴-۵-۲-۲ دستگاه‌های با سوخت جامد، مایع یا گاز

الف) فضای نصب دستگاه‌های با سوخت جامد، مایع یا گاز، که محل انتشار بو، دود، گاز، بخار و دیگر ذرات معلق در هوا است، باید چنان طراحی و ساخته شود که از نفوذ این آلاینده‌ها به دیگر فضاهای در اشغال و تصرف ساختمان، جلوگیری شود.

#### ۱۴-۵-۲-۳ اتاق پروژکتور فیلم و تصویر

الف) هوای اتاق پروژکتور فیلم و تصویر باید به طور مکانیکی تخلیه شود.

ب) اگر دستگاه پروژکتور به سیستم تخلیهٔ هوا مجهز باشد، خروجی هوا باید مستقیماً به سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوا متصل شود. مقدار تخلیهٔ هوا باید طبق دستورالعمل سازندهٔ دستگاه باشد.

پ) اگر دستگاه پروژکتور فاقد سیستم تخلیهٔ هوا است، میزان تخلیهٔ هوا باید دست‌کم به مقدار ۱۰۰ لیتر در ثانیه برای هر لامپ باشد. در لامپ‌های نوع "گزنون" این مقدار باید دست‌کم ۱۵۰ لیتر در ثانیه برای هر لامپ باشد، به طوری که دمای محفظهٔ لامپ از ۵۴ درجه سلسیوس بالاتر نرود.

**۱۴-۵-۲-۴** سالن خشک‌شویی

الف) هوای فضای استقرار ماشین خشک‌شویی باید به طور مکانیکی تخلیه شود.

ب) در سالن خشک‌شویی، مقدار تخلیهٔ هوا باید دست‌کم ۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع مساحت کف سالن باشد.

پ) سیستم تخلیهٔ هوا باید به کنترل خودکار مجهز باشد تا در هنگام کارکردن ماشین، این سیستم هم به طور خودکار فعال شود.

ت) سیستم تخلیهٔ هوا باید قدرت ایجاد جریان هوایی با سرعت دست‌کم ۰/۵ متر بر ثانیه را در جلو در بارگیری ماشین داشته باشد.

**۱۴-۵-۲-۵** تخلیهٔ هوای ماشین رخت خشک‌کن

الف) هوای این ماشین باید با رعایت دستورالعمل کارخانهٔ سازنده تخلیه شود.

ب) سیستم تخلیهٔ هوای این ماشین باید از هر سیستم تخلیهٔ هوای دیگر ساختمان جدا و مستقل باشد و بتواند هوای خروجی از ماشین را به خارج از ساختمان منتقل کند. موتور هواکش این سیستم باید در خارج از مسیر جریان هوا نصب شود.

پ) کانال تخلیهٔ هوا باید از ورق فولادی گالوانیزه، ورق فولادی زنگ ناپذیر یا ورق آلومینیومی ساخته شود. سطوح داخلی کانال باید کاملاً صاف باشد و در زیر قطعات قائم آن، دریچهٔ بازدید تعبیه شود.

(۱) کانال تخلیهٔ هوای خروجی ساختمان باید مجهز به دمپر جلوگیری از جریان معکوس باشد.

(۲) دهانهٔ خروجی هوا از کانال تخلیه نباید توری داشته باشد.

(۳) نصب دمپر آتش، دمپر دود و هر دمپر دیگر، که ممکن است سبب قطع جریان هوا شود، در کانال تخلیهٔ مکانیکی هوا مجاز نیست.

(۴) فاصلهٔ کانال تخلیهٔ هوا از مواد سوختنی باید دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

ت) اگر مقدار تخلیهٔ هوای ماشین رخت خشک‌کن بیش از ۱۰۰ لیتر در ثانیه باشد، باید برای آن هوای ورودی پیش‌بینی شود. اگر ماشین در اتاق بسته‌ای قرار داشته باشد، باید روی درب یا دیوار اتاق، دریچهٔ ورودی هوا به اندازهٔ دست کم ۶۵،۰۰۰ میلی‌متر مربع، تعبیه شود.

**۱۴-۵-۲-۶** فضای نگهداری باتری

الف) فضای نگهداری و شارژ باتری‌های سربی اسیدی اتمسفریک، نیکل کادمیوم اتمسفریک و سربی اسیدی بستهٔ مجهز به شیر اطمینان، یا باید دارای سیستم تخلیهٔ هوای مکانیکی خودکار باشد، تا در بدترین شرایط شارژ سریع و هم‌زمان همهٔ باتری‌ها، از غلظت بیش از یک درصد گاز ئیدروژن در کل حجم فضا، جلوگیری کند؛ و یا باید دارای سیستم تخلیهٔ هوای پیوسته، به میزان

دست‌کم ۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع (یک فوت مکعب در دقیقه بر فوت مربع) مساحت کف فضا باشد.

(۱) در فضای نگهداری باتری‌های از نوع یون لیتیوم، ایجاد سیستم تخلیهٔ مکانیکی هوا الزامی نیست.

**۱۴-۵-۲-۷** هوای فضاهایی مانند پارکینگ عمومی بسته، رخت‌کن، توالت، حمام و محل کشیدن سیگار باید به میزان مقرر شده در «(۱۴-۴) تعویض هوا» به طور مکانیکی تخلیه گردد.

### ۱۴-۵-۳ تخلیهٔ هوای مراکز تولید و نگهداری مواد خطرزا

**۱۴-۵-۳-۱** کلیات

الف) فضاهایی از ساختمان که محل نصب دستگاه‌هایی است که کارکرد عادی آنها سبب تولید گازهای خطرناک قابل اشتعال، قابل انفجار و یا سمی می‌شود، و نیز فضاهایی که در آنها مواد خطرزای مشابه نگهداری می‌شود، باید مجهز به سیستم تخلیهٔ هوای مکانیکی برای خروج این گازها باشند.

ب) سیستم تخلیهٔ این فضاها باید مستقل و جدا از هر سیستم تخلیهٔ هوای دیگر فضاهای ساختمان باشد.

(۱) برای چند گاز مختلف که با هم سازگار نیستند، نباید سیستم تخلیهٔ هوای مشترک پیش‌بینی کرد.

پ) هوای آلوده به گازهای قابل اشتعال یا انفجار، سمی و ذرات رادیواکتیو نباید به فضاهای ساختمان، بازگردانی شود.

ت) سیستم تخلیهٔ هوای این فضاها باید مجهز به دستگاه ذخیره باشد تا در صورت از کار افتادن دستگاه اصلی، دستگاه ذخیره به طور خودکار فعال و وارد مدار شود.

ث) فشار نسبی این فضاها نسبت به فضاهای دیگر ساختمان، باید منفی باشد.

ج) سیستم تخلیهٔ هوا باید مانع افزایش غلظت مواد قابل اشتعال به بیش از ۲۵ درصد کمینهٔ غلظت اشتعال این گازها در هوا شود.

چ) تخلیهٔ هوا باید به میزانی باشد که از افزایش غلظت گازهای خطرزا و سمی تا حد خطرناک جلوگیری کند. میزان تخلیهٔ هوا نباید از ۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع سطح زیر بنای فضا و کل مقدار تخلیهٔ هوا نباید از ۷۵ لیتر در ثانیه، کمتر باشد.

ح) اگر گازهای منتشر در این فضاها از هوا سنگین‌تر باشد، دهانهٔ ورود هوای آلوده به سیستم تخلیه باید در ارتفاع حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف قرارگیرد.

(۱) اگر گازهای منتشر در این فضاها از هوا سبک‌تر باشد، دهانهٔ ورود هوای آلوده به سیستم تخلیه باید حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر زیر بالاترین سقف قرارگیرد.
(۲) دریچه‌های ورود و تخلیهٔ هوا باید چنان تعبیه شود که در همهٔ قسمت‌های فضا هوای مناسب جریان یابد و از تراکم گازهای خطرزا در یک نقطه جلوگیری شود.

خ) هرگونه فعالیت که سبب تولید یا متصاعد شدن گازهای سمی است باید در داخل محفظهٔ بستهٔ مخصوصِ (هود) مجهز به سیستم تخلیهٔ مکانیکی، انجام گیرد.
(۱) در سطح دریچهٔ کنترل و دسترسی هود، سرعت هوا باید دست‌کم یک متر بر ثانیه باشد.
(۲) فضایی که هود در آن جای دارد باید مجهز به سیستم تعویض هوای جداگانه باشد. سیستم تخلیهٔ هوای هود نباید به جای سیستم تعویض هوای آن فضا منظور شود.
(۳) هوای سمی تخلیه شده از هود، پیش از تخلیه در هوای آزاد خارج از ساختمان باید با سیستم مناسبی خنثی‌سازی و در حد پذیرفتنی و مورد تأیید، خطرزدایی شود.

**۱۴-۵-۳-۲** الزامات طراحی، ساخت و نصب کانال تخلیهٔ هوا

الف) برای خارج کردن گازها و بخارهای خطرزا از فضاهای ساختمان، کانال تخلیهٔ هوا را می‌توان با روش افت فشار ثابت یا روش سرعت ثابت طراحی کرد. ولی در طراحی سیستم‌های تخلیهٔ هوای حاوی ذرات معلق باید، از روش سرعت ثابت بهره برد.
(۱) فشار در کانال‌های تخلیهٔ هوای حاوی مواد قابل انفجار یا مواد رادیواکتیو باید، با اندازه‌گذاری مناسب کانال‌ها، متعادل شود. برای این منظور نباید از وسایلی مانند نصب دمپر که افت فشار موضعی ایجاد می‌کند، استفاده کرد.
(۲) در تخلیهٔ دیگر گازها، می‌توان از دمپرهای تنظیم برای ایجاد تعادل فشار در کانال استفاده کرد، با این شرط که مجهز به سیستم کنترل حداقل باز بودن دمپر باشد، تا در هر حال کمترین جریان هوای مورد نیاز یا کمترین سرعت لازم جریان هوا تأمین و از بسته شدن کامل دمپر، جلوگیری شود.

ب) در صورت عبور کانال تخلیهٔ گازهای خطرزا از سقف، کف یا دیوار آتش و ادامهٔ کانال در منطقهٔ آتش دیگر، کانال هوا تا محل خروج از ساختمان باید درون محفظهٔ بسته قرارگیرد.
(۱) مقاومت آتش جدارهای محفظهٔ بسته باید برابر مقاومت جدارهای منطقهٔ آتش و دست‌کم یک ساعت باشد.
(۲) در کانال سیستم تخلیهٔ گازهای خطرزا، نصب دمپر آتش مجاز نیست.

پ) کانال تخلیهٔ گازهای خطرزا باید از ورق فولادی گالوانیزه ساخته شود. ضخامت ورق کانال باید دست‌کم مطابق جدول (۱۴-۵-۱) باشد.

**جدول (۱۴-۵-۱): کمینهٔ ضخامت ورق کانال تخلیهٔ گازهای خطرزا**

| قطر کانال گرد یا ضلع بزرگ مقطع کانال چهارگوش (میلی‌متر) | ضخامت ورق (میلی‌متر) |
|---|---|
| برابر یا کمتر از ۲۰۰ | ۰/۹ |
| از ۲۱۰ تا ۴۵۰ | ۱ |
| از ۴۶۰ تا ۷۵۰ | ۱/۲۵ |
| بزرگتر از ۷۵۰ | ۱/۵۰ |

(۱) اگر مواد موجود در هوای تخلیه، روی کانال ساخته شده از ورق فولای گالوانیزه اثر زیان‌آور داشته باشد، می‌توان با تایید مهندس ناظر، کانال را از جنس مناسب دیگری ساخت.

(۲) کانال در محل اتصالات باید، دست‌کم ۲۵ میلی‌متر هم‌پوشانی داشته و کاملاً هوابند و گازبند باشد.

(۳) فاصلهٔ کانال از مواد سوختنی باید دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

ت) بست و آویزهای کانال باید از جنس غیرسوختنی باشد و فاصلهٔ بین دو بست یا دو آویز مجاور باید حداکثر ۳ متر باشد.

### ۱۴-۵-۴ موتور و هواکش

#### ۱۴-۵-۴-۱ کلیات

الف) هواکش و موتور آن باید برای جریان تخلیهٔ هوای مورد نیاز مناسب باشد.

(۱) موتور هواکش فضایی که در آن ذرات گردوغبار و گازهای قابل اشتعال وجود دارد باید از نوع مناسب برای این فضا انتخاب شود و مورد تأیید قرارگیرد.

ب) سیستم تخلیهٔ ذرات و گازهای قابل اشتعال باید مجهز به کلید کنترل دستی باشد که دور از موتور و هواکش و در محل مورد تأیید نصب شود، تا بتوان هواکش را با آن خاموش کرد.

پ) در فضایی که دستگاه‌های برقی در آن، گاز، دود و ذرات قابل اشتعال یا انفجار تولید می‌کنند، مدار الکتریکی دستگاه‌ها باید با سیستم تخلیهٔ هوا مرتبط و هم‌بند باشد، چنان‌که هم‌زمان با روشن شدن دستگاه‌ها، سیستم تخلیهٔ هوا نیز به کارافتد.

(۱) موتور هواکش این فضاها باید در خارج از مسیر جریان تخلیهٔ هوا قرارگیرد و یا دارای پوشش محافظ و مورد تأیید باشد.

(۲) موتور هواکش باید برای بازدید و تعمیر، دسترس‌پذیر باشد.

**۱۴-۵-۴-۲** ساخت هواکش

الف) قطعات و اجزای هواکش که با گازها، دود و ذرات قابل اشتعال یا انفجار تماس دارند، باید ازجنس غیرفلزی یا ضد جرقه باشند، یا محفظهٔ هواکش با مصالحی از این جنس ساخته شده یا روکش‌هایی از این مصالح داشته باشد.

(۱) اگر اندازه و نوع ذرات گذرنده از هواکش احتمالاً باعث تولید جرقه شود، جنس پره‌های هواکش و بدنهٔ آن باید از نوع ضد جرقه انتخاب شود.

(۲) یاتاقان هواکش انتخاب شده برای شرایط ضد جرقه نباید در مسیر جریان تخلیهٔ مکانیکی هوا قرارگیرد و قطعات آن باید اتصال زمین داشته باشند.

ب) در فضاهایی مانند چوب‌بری و نجاری، اگر احتمال گیرکردن ذرات معلق در هوا در میان پره‌های هواکش وجود داشته باشد، هواکش باید از نوع "پره – شعاعی" یا "لوله ـ محوری" انتخاب شود.

پ) جنس هواکشی که برای انتقال هوای حاوی مواد خورنده به‌کار می‌رود باید، در برابر اثر این مواد مقاوم یا دارای پوشش مقاوم باشد.

## ۱۴-۵-۵ تخلیهٔ هوای آشپزخانهٔ خانگی

**۱۴-۵-۵-۱** در آشپزخانهٔ واحد مسکونی که دستگاه‌های پخت و پز خانگی در آن نصب می‌شود، هوا باید طبق الزامات مندرج در «(۱۴-۴) تعویض هوا» تعویض گردد.

الف) کانال‌های تخلیهٔ هوای آشپزخانهٔ خانگی ممکن است از جنس فولادی گالوانیزه، فولادی زنگ ناپذیر، آلومینیومی یا مسی باشد.

(۱) سطح داخلی کانال تخلیهٔ هوا باید کاملاً صاف و درزهای کانال هوابند باشد.

(۲) در دهانهٔ خروج هوا از کانال، باید دمپر جلوگیری از جریان معکوس هوا نصب شود.

ب) بر روی دستگاه‌های پخت و پز خانگی نصب هود الزامی نیست، مگر آنکه از این دستگاه‌ها برای مقاصد تجاری استفاده شود.

پ) کانال تخلیهٔ هوای آشپزخانه خانگی باید طبق الزامات مندرج در «(۱۴-۶) کانال‌کشی» طراحی، ساخته و نصب شود.

## ۱۴-۵-۶ تخلیهٔ هوای آشپزخانهٔ تجاری

**۱۴-۵-۶-۱** کلیات

الف) سیستم تخلیهٔ هوا و هودهای تجهیزات پخت و پز آشپزخانهٔ تجاری باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات، طراحی، ساخته و نصب شود.

(۱) تا آن‌جا که به تعویض هوای آشپزخانه، ساخت و نصب کانال‌های هوا و سیستم تخلیهٔ هوای آن مربوط می‌شود، الزامات مندرج در «(۱۴-۴) تعویض هوا» و «(۱۴-۶) کانال‌کشی»، نیز باید مراعات شود.

ب) برای تخلیهٔ هوای گرم همراه با بخار آب، روغن، دود و گازهای دیگر، بالای دستگاه پخت و پز تجاری باید هود نصب شود.

(۱) نصب هود برای دستگاه پخت و پز تجاری که در واحدهای مسکونی نصب می‌شود و برای مقاصد تجاری به کار نمی‌رود، الزامی نیست.

(۲) برای لوازم پخت و پز برقی کمکی مانند میکروفر، گرمخانه، نان برشته‌کن، تخم‌مرغ پز، سماور تهیهٔ چای و قهوه، نصب هود ضروری نیست. بخار آب و گرمای افزودهٔ این دستگاه‌ها به محیط، به وسیلهٔ سیستم معمولی تعویض هوا، از فضای آشپزخانه خارج می‌شود.

(۳) اگر دستگاه پخت و پز خانگی برای مقاصد تجاری به کار رود، باید به هود مجهز شود.

**۱۴-۵-۶-۲** طراحی، ساخت و نصب هود

الف) کلیات

(۱) هود باید به گونه‌ای طراحی، ساخته و نصب شود که بخار آب، چربی، دود، بو و دیگر گازهای حاصل از آشپزی را به طور مؤثر، به داخل خود هدایت کند.

(۲) بر روی آن دسته از دستگاه‌های پخت و پز که روغن و دود متصاعد می‌کنند، باید هود نوع I نصب شود.

(۳) بر روی دستگاه‌هایی که فقط بخار آب و گرما منتشر می‌کنند، باید هود نوع II نصب شود.

(۴) در هر جا هود نوع II لازم است، می‌توان به جای آن از هود نوع I استفاده کرد، ولی به جای هود نوع I نباید هود نوع II به کار برد.

(۵) هود نوع I باید مجهز به فیلتر روغن باشد.

ب) ظرفیت تخلیهٔ هوای هود

(۱) برحسب نوع دستگاه پخت و پز، مقدار تخلیهٔ هوای هودهای سه طرفه و چهار طرفه، باید دست‌کم برابر مقادیر جدول (۱۴-۵-۲) باشد.

(۲) در صورتی‌که دستگاه پخت و پز از نوع برقی باشد، مقدار تخلیهٔ هوای هود را می‌توان تا ۸۰ درصد مقادیر داده شده در جدول (۱۴-۵-۲) کاهش داد.

**جدول (۱۴-۵-۲): کمینهٔ مقدار تخلیهٔ هوای هودهای آشپزخانه**

| انواع دستگاه‌های پخت و پز | کمینهٔ مقدار هوای تخلیه بر واحد سطح افقی زیر هود | | | |
|---|---|---|---|---|
| | هودهای سه طرفه | | هودهای چهارطرفه | |
| | مترمکعب در ثانیه بر مترمربع | فوت‌مکعب در دقیقه بر فوت‌مربع | مترمکعب در ثانیه بر مترمربع | فوت‌مکعب در دقیقه بر فوت‌مربع |
| دستگاه‌پخت با سوخت‌جامد، منقل زغالی کباب، دستگاه‌های مشابه دیگر (با روغن و چربی) | ۰/۷۶ | ۱۵۰ | ۱ | ۲۰۰ |
| سرخ‌کن، کباب‌پز گازی، دستگاه‌های مشابه دیگر با دمای بالا (با روغن و چربی) | ۰/۶۰ | ۱۲۰ | ۰/۷۶ | ۱۵۰ |
| اجاق‌گاز، پلوپز، دستگاه‌های مشابه دیگر با دمای متوسط (با روغن و چربی) | ۰/۴۱ | ۸۰ | ۰/۵۰ | ۱۰۰ |
| گرم‌خانه، دم‌کن، دستگاه‌های مشابه دیگر با دمای پایین (بدون روغن و چربی) | ۰/۲۵ | ۵۰ | ۰/۳۰ | ۶۰ |

پ) ساخت هود

(۱) بدنهٔ هود باید از ورق فولای گالوانیزه یا ورق فولادی زنگ ناپذیر، ساخته شود. حداقل ضخامت اسمی ورق فولادی گالوانیزه برای ساخت هودهای نوع I و II به‌ترتیب ۱/۵ و ۰/۷۵ میلی‌متر می‌باشد. حداقل ضخامت اسمی ورق فولادی زنگ ناپذیر برای ساخت هودهای نوع I و II به‌ترتیب ۱ و ۰/۶۰ میلی‌متر است.

(۲) هود باید چنان طراحی و ساخته شود که همهٔ سطوح و اجزای داخلی و خارجی آن دسترس‌پذیر باشد و به آسانی تمیز شود.

(۳) اجزای هود نوع I باید به ترتیبی اتصال یابد که سطح داخلی هود کاملاً صاف باشد و جز نقاطی که برای جمع‌شدن روغن پیش‌بینی شده است، درجایی از آن چربی و روغن جمع نگردد. اجزای هود نوع I باید با روش جوش‌کاری یا لحیم‌کاری پیوسته، اتصال یابد.

(۴) اجزای هود نوع II باید با روش‌های معمولی، به ترتیبی که در « (۱۴-۶) کانال‌کشی» مقرر شده، به هم متصل شود. سطح داخلی هود باید کاملاً صاف و تمیزکردنی باشد.

(۵) در هود نوع I، باید مسیری مخصوص هدایت روغن در زیر فیلترهای روغن و در قسمت پایین هود، تعبیه شود. قطرات روغن که زیر فیلترهای روغن جمع می‌شود باید، با لولهٔ مسی به یک

ظرف مخصوص روغن که زیر هود قرار می‌گیرد، هدایت شود. ظرف جمع‌آوری روغن باید دسترس‌پذیر و به آسانی قابل تمیزکردن باشد.

(۶) سطح افقی زیر هود، که محل ورود هوای گرم، بخار آب، دود و روغن است باید، روی دستگاه پخت را کاملاً بپوشاند و از هر طرف دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر خارج از سطح دستگاه ادامه یابد، مگر در مواردی که دستگاه پخت و پز کاملاً کنار دیوار قرار داشته باشد که در این حالت یک طرف سطح زیرین هود به دیوار می‌چسبد.

(۷) دهانه‌های خروج هوا از هود باید به ترتیبی به کانال تخلیهٔ هوا متصل شود که هوا به طور یکنواخت در تمام نقاط درون هود جریان یابد. برای این کار لازم است برای هر ۳ متر طول هود، دست‌کم یک دهانهٔ خروج هوا در نظر گرفته شود.

(۸) هود نوع I باید به فیلتر روغن مجهز باشد. فیلترهای روغن باید در داخل هود به ترتیبی قرارگیرند که بتوان آنها را بدون استفاده از ابزار، به آسانی بیرون آورد و بعد از شستن و تمیز کردن، دوباره در جای خود نصب کرد. زاویه سطح فیلتر با صفحه افق باید دست‌کم ۴۵ درجه باشد. فیلتر باید بر طبق یکی از استانداردهای معتبر ساخته شده باشد و مارک کارخانهٔ سازنده و استاندارد ساخت آن به صورت برجسته یا با مهر پاک نشدنی، روی آن نقش شده باشد.

(۹) فیلتر روغن باید به‌ترتیبی در داخل هود نصب شود که احتمال چکیدن قطرات روغن یا بخار آب تقطیر شده، روی سطوح پخت یا مواد غذایی نباشد. فیلتر روغن در داخل هود باید در جایی نصب شود که قطرات روغن را به مسیرهای جمع شدن آن که در زیر هود تعبیه شده است، هدایت کند.

(۱۰) فیلتر روغن به ترتیبی باید در داخل هود نصب شود که فاصلهٔ قائم لبهٔ زیرین آن، از سطح افقی رویهٔ دستگاه پخت، دست‌کم برابر ارقام زیر باشد:

- دستگاه پخت بدون شعلهٔ باز، ۲۰۰ میلی‌متر؛
- دستگاه پخت با شعلهٔ باز، ۶۰۰ میلی‌متر؛
- دستگاه کباب پز، ۱۱۰۰ میلی‌متر.

(۱۱) شمار فیلترها و سطح کل آنها باید طوری انتخاب شود که سرعت عبور هوا از فیلتر، از میزانی که سازندهٔ فیلتر تعیین کرده است، بیشتر نباشد. این سرعت نباید در هر حال از ۳ متر برثانیه تجاوز کند.

ت) نصب هود

(۱) هود باید با آویزها و بست‌های مناسب از مواد غیرسوختنی، بالای دستگاه پخت نصب شود و به ترتیبی که در «(۱۴-۵-۶-۲) "پ" ساخت هود» توضیح داده شده است، روی دستگاه پخت را کاملاً بپوشاند.

(۲) آویزها و بست‌های هود باید کاملاً مطمئن به اجزای ساختمان متصل شده و تحمل بارهای افقی و قائم وارد را داشته باشند.
(۳) پیچ و مهره‌ها و میخ پرچ‌های اتصال باید در برابر خوردگی و رطوبت مقاوم باشند. پیچ و مهره‌ها و دیگر وسایل اتصال آویز و بست به بدنهٔ هود، نباید از جدار هود عبور کنند. اتصال‌ها نیز نباید هیچ سوراخی در بدنهٔ هود ایجاد کند.
(۴) هود نوع I باید به‌ترتیبی نصب شود که فاصلهٔ لبهٔ خارجی آن از نزدیک‌ترین مصالح سوختنی دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر باشد.
(۵) فاصلهٔ قائم سطح زیرین هود از روی دستگاه پخت و پز نباید بیشتر از ۱۲۰۰ میلی‌متر باشد.
(۶) کانال تخلیه باید با لحیم‌کاری، جوش‌کاری پیوسته و یا با استفاده از فلنج، واشر و پیچ و مهره، و به صورت کاملاً هوابند و گازبند به هود متصل شود.

**۱۴-۵-۶-۳** تأمین هوای هود

الف) هوای مورد نیاز هود در مدت زمان کار آن باید تأمین شود.
(۱) هوای مورد نیاز هود ممکن است با روش طبیعی یا مکانیکی تأمین گردد.
(۲) اگر در آشپزخانه به جز هود، دستگاه‌های دیگری که دودکش یا تخلیهٔ هوای مکانیکی دارند نصب شده است، هوای جانشین که به آشپزخانه وارد می‌شود، باید به مقداری و به گونه‌ای توزیع شود که روی سیستم تخلیهٔ هوای هودها اثر نامطلوب نگذارد و میزان هوای مورد نیاز هودها را کاهش ندهد.
(۳) اگر سیستم تأمین هوای جانشین برای هودهای آشپزخانه از نوع مکانیکی است، مدار برقی این سیستم و سیستم تخلیهٔ هوای هودها باید به هم مرتبط و هم‌بند باشد، چنان‌که با روشن یا خاموش‌کردن یکی، دیگری هم روشن یا خاموش شود.
(۴) سیستم تأمین هوای جانشین برای هودهای آشپزخانه باید به گونه‌ای به تعویض هوای آشپزخانه کمک کند که از اتصال کوتاه بین جریان هوای ورودی و جریان تخلیهٔ هوای هودها، جلوگیری کند.
ب) مقدار هوای جانشین که وارد آشپزخانه می‌شود، باید تقریباً برابر با مقدار تخلیهٔ هوای هودها باشد.
(۱) اگر سیستم تعویض هوای آشپزخانه ایجاب‌کند که فشار داخلی آن نسبت به فضاهای مجاور منفی باشد، می‌توان مقدار هوای جانشین را، به نسبت نیاز، به کمتر از مقدار تخلیهٔ هوای هودها کاهش داد.

پ) مقدار هوای بیرون که وارد فضای آشپزخانه می‌شود، باید با رعایت الزامات مندرج در «(۱۴-۴) تعویض هوا» تعیین شود.
ت) مجموع هوای ورودی از بیرون و فضاهای مجاور به آشپزخانه نباید کمتر از ۷/۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع سطح آشپزخانه باشد.

**۱۴-۵-۶-۴** کانال‌کشی تخلیهٔ هوای هودها

الف) کلیات

(۱) الزامات مندرج در «(۱۴-۶) کانال‌کشی»، با رعایت ویژگی‌های بیان شده در این فصل، در این بخش از مقررات نیز معتبر است.

(۲) هود آشپزخانهٔ نوع I باید دارای سیستم کانال‌کشی و تخلیهٔ هوای جدا و مستقل باشد، مگر در شرایطی که در ردیف «(۱۴-۵-۶-۴) "الف" (۴)» آمده است.

(۳) هود آشپزخانهٔ نوع I با هود آشپزخانهٔ نوع II نباید کانال تخلیهٔ هوای مشترک داشته باشد.

(۴) دو یا چند هود آشپزخانهٔ نوع I، به شرطی که در یک طبقهٔ ساختمان و در یک فضا یا دو فضای مجاور و مرتبط باشند و کانال ارتباطی بین هودها نیز از دیوار آتش عبور نکند، مجازند که کانال تخلیهٔ هوای مشترک داشته باشند.

ب) ساخت کانال

(۱) کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I باید از ورق فولادی با ضخامت دست‌کم ۱/۵ میلی‌متر و یا از ورق فولادی زنگ‌ناپذیر با ضخامت دست‌کم ۱/۲۵ میلی‌متر، ساخته شود.

(۲) سطوح داخلی کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I باید چنان ساخته شود که، جز نقاطی که برای جمع‌شدن روغن پیش‌بینی شده است، در هیچ نقطهٔ آن امکان جمع‌شدن روغن و چربی نباشد.

(۳) اجزای کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I باید با روش لحیم‌کاری یا جوش‌کاری پیوسته اتصال یابد و اتصال‌های عرضی و طولی آن هوابند و گازبند باشد. لوازم اتصال مانند پیچ و میخ پرچ، نباید از جدار کانال به داخل آن عبور کند.

(۴) کانال‌هایی که در معرض هوای آزاد یا مواد خورنده قرار می‌گیرند، باید با پوشش مناسب در برابر خوردگی حفاظت شوند.

(۵) سطوح خارجی کانال‌های تخلیهٔ هوای هود باید به طور کامل بوسیلهٔ عایق گرمایی با روکش غیرسوختنی با مقاومت گرمایی دست‌کم ۰/۰۳۴ W/m.K و به ضخامت ۵۰ میلی‌متر پوشانده شود.

(۶) کانال تخلیهٔ هوای هود نوع II باید طبق الزامات مندرج در «(۱۴-۶) کانال‌کشی» ساخته شود.

پ) نصب کانال

(۱) کانال‌های تخلیهٔ هوای هود نوع I باید به نحوی نصب شوند که روغن و چربی راه یافته به داخل کانال به نقاطی که برای جمع‌شدن آن‌ها پیش‌بینی شده است، هدایت شود. کانال‌های افقی باید دست‌کم دو درصد به سمت نقاط تخلیهٔ روغن شیب داشته باشند. اگر طول کانال افقی بیش از ۲۳ متر است، شیب این کانال باید ۸ درصد باشد.

(۲) در زیر هر قطعهٔ قائم کانال، باید دهانه‌های خروج روغن که به لولهٔ مسی مخصوص انتقال روغن تا ظرف جمع‌شدن روغن اتصال‌پذیر باشد، تعبیه شود. ظرف جمع‌شدن روغن باید در نقطه‌ای دسترس‌پذیر نصب شود تا به آسانی بتوان آن را تخلیه و تمیز کرد.

(۳) برای بازدید و تمیزکردن ادواری سطوح داخل کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I و بخش‌هایی از آن که از راه هود یا دهانه‌های تخلیهٔ هوا دسترس‌پذیر نیست، باید زیرسطوح جانبی کانال دریچه‌های بازدید تعبیه شود. این دریچه‌ها باید از جنس کانال ساخته شود و با چفت و بست یا هر روش مورد تأیید دیگر، به طور مطمئن بسته شود. وسایل اتصال دریچه نباید از جدارهای کانال به داخل آن عبور کند. فاصلهٔ دریچه‌های بازدید در کانال افقی، نباید بیشتر از ۶ متر باشد. اندازهٔ دهانهٔ بازشو دریچهٔ بازدید باید دست‌کم ۳۰۰×۳۰۰ میلی‌متر باشد.

(۴) در صورتی که کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I از سقف، کف یا دیوار آتش عبورکند و وارد منطقهٔ آتش دیگری شود، ادامهٔ کانال در منطقهٔ دیگر آتش، تا محل خروج کانال از ساختمان باید درون محفظهٔ بسته با جدارهای مقاوم در برابر آتش، قرارگیرد. مقاومت جدارهای محفظه در برابر آتش باید برابر مقاومت جدارهای منطقهٔ آتش که محفظهٔ بسته در آن قرار دارد، باشد و دست‌کم بتواند یک ساعت در برابر آتش مقاومت کند. هیچ تأسیسات دیگر مانند کانال هوا، لوله یا کابل برق، نباید از درون این محفظهٔ بسته عبور کند. محل ورود کانال تخلیه به محفظهٔ بسته باید کاملاً درزبند شود و انتهای محفظه، در محل خروج کانال از آن، باید با پوشش مناسبی به هوای آزاد مربوط شود. اگر درون محفظهٔ بسته، کانال تخلیهٔ هوای هود دارای دریچهٔ بازدید باشد، باید در جدارمحفظهٔ مقابل دریچهٔ بازدید کانال، دریچهٔ دسترسی با مقاومتی برابر مقاومت جدارهای محفظهٔ بسته در برابر آتش، نصب شود.

(۵) هیچ مانع یا زایده‌ای که جریان تخلیهٔ هوای هود را مختل کند، نباید درون کانال تخلیهٔ هوای هود قرارگیرد. نصب هیچ نوع دمپر از جمله دمپر آتش، در داخل کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I مجاز نیست.

(۶) بست و آویز کانال‌های تخلیهٔ هوای هود باید از مصالح غیرسوختنی باشد. بست‌ها و آویزها باید با توجه به حداکثر بار وارده، شامل وزن کانال و اجزای آن و نیروهای ناشی از زلزله و موارد

مشابه، انتخاب و به طور محکم و مطمئن به اجزای ساختمان متصل شوند. پیچ‌ها و میخ پرچ‌ها و دیگر وسایل اتصال مکانیکی نباید از جدارهای کانال به داخل آن وارد شوند.

(۷) کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر با نزدیک‌ترین مصالح سوختنی فاصله داشته باشد.

(۸) سرعت جریان هوا در داخل کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I، باید دست‌کم ۴ متر بر ثانیه باشد.

(۹) کانال تخلیهٔ هوای هود نوع II باید طبق الزامات مندرج در «(۱۴-۶-۴) نصب کانال هوا» نصب شود.

**۱۴-۵-۶-۵** آزمایش نشت کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I

الف) کانال تخلیهٔ هوای هود نوع I باید، پیش از استفاده و نصب در مکان‌هایی که در آن‌ها امکان بازدید اطراف کانال به طور کامل وجود ندارد، و نیز پیش از پوشاندن قسمت‌هایی از کانال که پشت مصالح ساختمانی پنهان می‌شود، از نظر نشت آزمایش شود.

(۱) پیش از آزمایش نشت، اتصالات کانال نباید با عایق، رنگ و یا اجزای ساختمان پوشانده شود.

(۲) هنگام آزمایش نشت، همهٔ اتصالات کانال باید آشکار و قابل بازرسی باشد.

(۳) آزمایش نشت کانال ممکن است قسمت به قسمت انجام شود، ولی هیچ یک از اتصالات نباید بدون آزمایش نشت باقی بماند.

(۴) آزمایش نشت می‌تواند با عبور دادن یک لامپ روشن دست‌کم ۱۰۰ وات، از داخل کانال تخلیهٔ هوا و بررسی تمام سطوح و اتصالات آن از بیرون، انجام شود. در صورت مشاهدهٔ نفوذ نور از داخل به بیرون کانال، محل نشت باید گرفته شود.

(۵) برای اطمینان از درزبندی کامل سیستم کانال‌کشی، استفاده از روش‌های دیگر آزمایش نشت، در صورت تأیید مجاز است.

**۱۴-۵-۶-۶** هواکش

الف) تخلیهٔ هوای هودهای نوع I و II باید به کمک هواکشِ با موتور برقی انجام شود.

(۱) هواکش باید ظرفیت و فشار مورد نیاز هود و سیستم کانال‌کشی مربوط به آن را داشته باشد.

(۲) هواکش باید در خارج از هود و در انتهای سیستم کانال‌کشی آن قرارگیرد و هوای آلوده را مستقیماً به فضای خارج از ساختمان منتقل‌کند.

ب) موتوربرقی هواکش هود نوع I باید در خارج از مسیر جریان هوای تخلیه قرارگیرد.

(۱) هواکش و موتور برقی آن باید در مکانی و به ترتیبی نصب شود که دسترسی به آن آسان باشد و بازدید، سرویس و نگهداری آن به سهولت انجام گیرد.

پ) اگر هواکش هود نوع I چنان نصب شده است که تراکم روغن و چربی در آن احتمال دارد، باید در کف محفظهٔ آن مجرایی تعبیه شود تا روغن از آن تخلیه و در ظرف مخصوص، که برای این منظور نصب شده است، جمع گردد.

(۱) هواکش باید طوری نصب شود که فاصلهٔ آن با مواد سوختنی دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر باشد.

ت) برای جلوگیری از انتقال ارتعاش هواکش به کانال تخلیهٔ هوا، باید در محل اتصال، قطعهٔ اتصال انعطاف‌پذیر نصب شود.

(۱) جنس قطعهٔ اتصال باید از مواد غیرسوختنی باشد.

(۲) کانال باید با فلنج، واشر و پیچ و مهره به هواکش متصل شود.

**۱۴-۵-۶-۷** دهانهٔ خروجی سیستم تخلیهٔ هوای هود نوع I

الف) دهانهٔ خروجی هوا از سیستم تخلیهٔ هوای هود نوع I باید دست‌کم یک متر بالاتر از سطح بام و چنان قرارگیرد که هوای آلودهٔ خروجی اثر نامطلوب بر سطوح بام، نمای ساختمان، یا دیگر لوازم و تجهیزات روی بام نداشته باشد.

(۱) نصب دهانهٔ خروجی هوا روی دیوارهای خارجی ساختمان به شرطی مجاز است که هوای آلودهٔ خروجی از آن مزاحمت عمومی ایجاد نکند و خطر آتش‌سوزی نداشته باشد. این دهانهٔ خروجی باید از هر بازشو دیگر ساختمان دست‌کم ۳ متر فاصله داشته باشد.

ب) فاصلهٔ افقی دهانهٔ خروجی هوای تخلیهٔ هود نوع I از ساختمان‌های مجاور، محدودهٔ ملک‌های مجاور و دهانه‌های ورود هوا به ساختمان‌های پیرامون، دست‌کم باید ۳ متر باشد.

پ) فاصلهٔ قائم دهانهٔ خروجی تخلیهٔ هوا با تراز زمین محوطهٔ مجاور نباید کمتر از ۳ متر باشد.

# ۱۴-۶ کانال‌کشی

**۱۴-۶-۱ کلیات**

**۱۴-۶-۱-۱** دامنهٔ کاربرد

الف) کانال‌های انتقال هوا، به منظورهای زیر، باید طبق الزامات مندرج در این فصل «"۱۴-۶" کانال‌کشی» طراحی، ساخته، نصب و بازرسی شود.

(۱) هدایت هوای رفت، برگشت و تخلیه در تأسیسات تعویض هوا؛

(۲) هدایت هوای رفت، برگشت و تخلیه در تأسیسات تهویه مطبوع؛

(۳) دریافت هوا از بیرون در سیستم‌های تعویض هوا و تهویه مطبوع؛

(۴) دریافت هوا از بیرون به منظور تأمین هوای لازم برای احتراق؛

(۵) تخلیهٔ هوای آلوده، مانند ذرات گرد و غبار، دود، گازها، بخار، بو و هر آلاینده زیان‌آور دیگر، از فضاهای ساختمان؛

(۶) هدایت هوای خنک‌کننده تبخیری، مانند کولر آبی.

ب) الزامات این فصل ناظر به کانال‌کشی حداکثر تا کلاس فشار ۵۰۰ ± پاسکال (۲± اینچ ستون آب) است.

(۱) الزامات کانال‌کشی با فشار خارج از محدودهٔ ۵۰۰ ± پاسکال (۲ ± اینچ ستون آب)، خارج از این فصل از مقررات است.

**۱۴-۶-۱-۲** الزامات عمومی

الف) برای تخلیهٔ هوای آلوده به گازها و غبارهای قابل اشتعال، گازهای خورنده یا سمی، دود و هرگونه آلایندهٔ زیان‌آور دیگر، باید از کانال‌کشی جداگانه و مستقل استفاده شود.

(۱) کانال‌کشی مخصوص هوای آلوده به گازهای قابل اشتعال و خطرزا نباید جزئی از سیستم کانال‌کشی دیگری باشد که به سایر فضاهای ساختمان راه دارد.

ب) پله‌ها و راه‌های فرار و راهروهای دسترسی به آن‌ها را نباید به مثابه کانال یا پلنوم برای هوای رفت، برگشت، تخلیه و گرفتن هوای بیرون به‌کار برد، مگر در موارد زیر:

(۱) راهرو دسترسی به خروجی‌های فرار می‌تواند برای ورود هوای بیرون و رساندن آن به فضاهایی مانند توالت، حمام، رختکن، گونی‌شوی، که به این راهرو مستقیماً باز می‌شوند، در نظر گرفته شود، به شرطی که هوای ورودی راهرو بیش از هوای مورد نیاز این فضاها باشد.

(۲) راهرو داخلی یک واحد آپارتمان مسکونی می‌تواند به جای پلنوم هوای برگشت به‌کار رود.

پ) فضای داخل سقف یا کف کاذب راهرو می‌تواند کاربردی مانند پلنوم برگشت هوا داشته باشد، به شرط آن‌که راهرو منطقه‌ای با مقاومت معین در برابر آتش نباشد؛ یا آنکه راهرو با مصالحی با همان درجهٔ مقاوم در برابر آتش، از پلنوم سقف یا کف کاذب جدا شده باشد.

ت) کانال تخلیهٔ هوای آلوده با فشار مثبت و دودکش، نباید از فضاهایی از ساختمان که برای پلنوم هوا مشخص شده‌اند، عبور کند.

### ۱۴-۶-۲ پلنوم

#### ۱۴-۶-۲-۱ کلیات

الف) فضاهایی از ساختمان که برای پلنوم هوای رفت، برگشت و تخلیه استفاده می‌شوند، باید به فضاهای خالی از انسان، مانند راهروهای زیرزمینی، داخل سقف کاذب یا کف کاذب طبقات، فضای زیر شیروانی و اتاق هوارسان، محدود شوند.

(۱) هر پلنوم باید به یک منطقه آتش ساختمان محدود شود.

(۲) در داخل پلنوم نباید دستگاه‌های با سوخت جامد، مایع یا گاز نصب شود.

#### ۱۴-۶-۲-۲ ساخت پلنوم

الف) ساخت جدارهای پلنوم باید با آنچه برای مقاومت جدارهای ساختمان در برابر آتش مقرر شده است، مطابقت داشته باشد.

(۱) اگر پلنوم در بخشی از ساختمان واقع شده باشد که به عنوان یک منطقه آتش نمی‌باشد، پلنوم منطقهٔ آتش محسوب نمی‌شود و لازم نیست جدارهای آن در برابر آتش مقاوم باشد.

(۲) در این حالت، عبور لوله، کانال هوا، کابل برق، عایق لوله و کانال و روکش آن از داخل پلنوم محدودیتی ندارد.

ب) مواد داخل پلنوم که در معرض جریان هوا قرار دارند، باید از جنس غیرسوختنی باشند، یا شاخص پیشروی شعله حداکثر ۲۵ و شاخص گسترش دود حداکثر ۵۰، طبق استاندارد ANSI/UL 723 (ASTM E84)، داشته باشند، جز در این موارد:

(۱) مقاومت جنس لوله و کانال هوا، عایق لوله و عایق کانال هوا، و روکش عایق، در برابر آتش با آنچه برای جدارهای پلنوم مقرر شده، مطابقت داشته باشد؛
(۲) عبور لوله‌های ترموپلاستیک از داخل پلنوم‌های مقاوم در برابر آتش در صورتی‌که لوله پر از آب باشد؛
(۳) عبور کابل برق از داخل پلنوم‌های مقاوم در برابر آتش در صورتی‌که کابل با روکشی مقاوم در برابر آتش، به همان درجه که برای جدارهای پلنوم مقرر شده است، حفاظت شده باشد.

پ) اگر سطح داخلی جدارهای پلنوم با گچ اندود شده است، می‌توان برای عبور هوا از آن استفاده کرد، به شرطی که دمای آن از ۵۲ درجه سلسیوس بیشتر نباشد.
(۱) دمای سطوح گچی داخل پلنوم باید کنترل شود که از دمای نقطهٔ شبنم هوای داخل پلنوم بیشتر باشد.
(۲) پلنوم با سطوح داخلی گچی نباید برای جریان هوای سیستم‌های خنک کنندهٔ تبخیری مانند کولر آبی، به کار رود.

### ۱۴-۶-۳ طراحی و ساخت کانال

#### ۱۴-۶-۳-۱ کلیات

الف) طراحی و ساخت کانال‌های هوای رفت، برگشت و تخلیه باید مناسب جریان مقدار هوای مورد نیاز باشد.
(۱) کانال هوا باید طبق روش‌های مهندسی مورد تأیید طراحی و ساخته شود.
(۲) روش‌های مهندسی که در اندازه‌گذاری کانال هوا و دیگر اجزای کانال‌کشی به کار می‌رود، باید مورد تأیید قرارگیرد.
(۳) کانال هوا و دیگر اجزای آن باید با توجه به مقدار جریان هوای لازم و سرعت مناسب آن اندازه‌گذاری شود و بیش از آنچه برای هر فضا تعیین شده است، صدا تولید نکند.
(۴) اجزای کانال هوا و آویزها و تکیه‌گاه‌های آن باید استحکام و دوام کافی داشته باشند.
(۵) کانال هوا باید براساس طبقه‌بندی فشار هوای داخل آن و برای حداکثر فشار یا مکش هوا، طبق جدول (۱۴-۶-۱) طراحی و ساخته شود.
(۶) حداکثر سرعت هوا در کانال‌کشی با کلاس ۰/۵ نباید از ۱۰ متر در ثانیه (۲۰۰۰ فوت در دقیقه) و در کانال‌کشی با کلاس ۱ و ۲ نباید از ۱۲/۷ متر در ثانیه (۲۵۰۰ فوت در دقیقه) بیشتر باشد.

ب) کانال‌های هوای رفت، برگشت و تخلیه هوا باید طوری ساخته و نصب شوند که در تأمین شرایط مقرر برای مقاومت هر منطقه از فضاهای ساختمان در برابر آتش، اختلال ایجاد نکنند.

**جدول (۱۴-۶-۱): طبقه‌بندی فشار کانال‌های هوا**

| فشار یا مکش استاتیک داخل کانال هوا | | | |
|---|---|---|---|
| فشار (اینچ ستون آب) | | کلاس فشار | |
| مکش | فشار | اینچ ستون آب | پاسکال |
| -۰/۵ | +۰/۵ | ۰/۵ | ۱۲۵ |
| -۱ | +۱ | ۱ | ۲۵۰ |
| -۲ | +۲ | ۲ | ۵۰۰ |

**۱۴-۶-۳-۲** کانال فلزی

الف) کانال فلزی مخصوص هوای رفت، برگشت، گرفتن هوای بیرون و تخلیهٔ هوا در تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویهٔ مطبوع و نیز توزیع هوای سیستم‌های خنک‌کنندهٔ تبخیری، از نظر انتخاب مصالح و روش ساخت، باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

1- ANS1/ SMACNA/ HVAC DUCT CONSTRUCTION STANARDS (15d)
2- HVAC/ SPECIFICATION FOR SHEET METAL DUCTWORK (DW/144)

(۱) انتخاب مصالح و روش ساخت با استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که مطابق استانداردهای مندرج در «(۱۴-۶-۳-۲) "الف"» باشد و مورد تأیید قرارگیرد.

ب) ضخامت ورق فولادی (گالوانیزه، زنگ ناپذیر) و آلومینیومی، مخصوص کانال با مقطع چهارگوش، باید دست‌کم برابر با جدول (۱۴-۶-۲) در نظر گرفته شود.

(۱) جدول (۱۴-۶-۲) ضخامت ورق فولادی و آلومینیومی کانال هوا با مقطع چهارگوش را برای کانال‌هایی نشان می‌دهد که کلاس فشار آن‌ها حداکثر ۵۰۰ پاسکال (۲ اینچ ستون آب)، طبق جدول (۱۴-۶-۱) است. در کانال هوای با کلاس فشار بالاتر، اندازهٔ ضخامت ورق باید با رعایت ضوابط مندرج در استانداردهای مقرر شده در «(۱۴-۶-۳-۲) "الف"» محاسبه شود.

**جدول (۱۴-۶-۲): کمترین ضخامت ورق برای ساخت کانال هوا با مقطع چهارگوش**

| بزرگترین بعد مقطع کانال | | کمینهٔ ضخامت ورق (میلی‌متر) | |
|---|---|---|---|
| میلی‌متر | اینچ | فولادی (گالوانیزه - زنگ‌ناپذیر) | آلومینیومی |
| تا ۳۰۰ | تا ۱۲ | ۰/۵۰ | ۰/۶۰ |
| ۳۳۰ تا ۷۵۰ | ۱۳ تا ۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۷۰ |
| ۷۸۰ تا ۱۳۷۰ | ۳۱ تا ۵۴ | ۰/۷۵ | ۰/۸۵ |
| ۱۴۰۰ تا ۲۱۳۰ | ۵۵ تا ۸۴ | ۱ | ۱/۲۵ |
| بزرگتر از ۲۱۳۰ | بزرگتر از ۸۴ | ۱/۲۵ | ۱/۴۰ |

پ) ضخامت ورق فولادی (گالوانیزه، زنگ‌ناپذیر) مخصوص کانال هوا با مقطع گِرد باید دست‌کم مطابق جدول (۱۴-۶-۳) باشد.

**جدول (۱۴-۶-۳): کمترین ضخامت ورق فولادی برای ساخت کانال هوا با مقطع دایره**

| قطر مقطع کانال | | کمینهٔ ضخامت ورق فولادی (میلی‌متر) | | |
|---|---|---|---|---|
| میلی‌متر | اینچ | کانال با درز اسپیرال | کانال با درز طولی | وصاله |
| تا ۳۰۰ | تا ۱۲ | ۰/۵ | ۰/۵۰ | ۰/۵۰ |
| ۳۳۰ تا ۴۶۰ | ۱۳ تا ۱۸ | ۰/۵ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ |
| ۴۹۰ تا ۷۱۰ | ۱۹ تا ۲۸ | ۰/۶ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ |
| ۷۴۰ تا ۹۱۰ | ۲۹ تا ۳۶ | ۰/۷۵ | ۱ | ۱ |
| ۹۴۰ تا ۱۳۲۰ | ۳۷ تا ۵۲ | ۱ | ۱/۲۵ | ۱/۲۵ |

(۱) جدول (۱۴-۶-۳) ضخامت ورق فولادی کانال هوا با مقطع دایره را برای کانال‌هایی نشان می‌دهد که کلاس فشار آن‌ها حداکثر ۵۰۰ پاسکال (۲ اینچ ستون آب)، طبق جدول (۱۴-۶-۱) است. در کانال هوای با کلاس فشار بالاتر، اندازه ضخامت ورق باید با رعایت ضوابط مندرج در استانداردهای مقرر شده در «(۱۴-۶-۳-۲) "الف"» محاسبه شود.

ت) وصاله‌های کانال‌فلزی مانند زانو، سه‌راه و تبدیل باید با رعایت ضوابط مندرج در استانداردهای «(۱۴-۶-۳-۲) "الف"» ساخته شود.

ث) در ساخت کانال فلزی، درزهای عرضی، درزهای طولی و دیگر درزها، باید با جوش‌کاری، پرچ‌کاری، نوار چسب، خمیر، لاستیک، واشر و دیگر لوازم مورد تأیید، درزبندی شود.

(۱) در هر سیستم هوا رسانی، میزان نشت هوا از درزهای کانال نباید بیش از ۵ درصد مقدار هوا باشد.

(۲) روش آزمایش میزان هوادهی و نشت هوا از کانال باید مورد تأیید قرارگیرد.

**۱۴-۶-۳-۳** کانال غیرفلزی

الف) کانال غیرفلزیِ جریان هوا، از نظر انتخاب مصالح و روش ساخت، باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد.

1- ANS1/SMACNA/FIBROUS GLASS DUCT CONSTRUCTION STANDARDS
2- ANS1/UL 181-05/UL 181A-05

(۱) انتخاب مصالح و روش ساخت با استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که مطابق استانداردهای مندرج در «(۱۴-۶-۳-۳) "الف"» و مورد تأیید باشد.

(۲) استفاده از کانال غیرفلزیِ ساخته شده از مصالح سوختنی مجاز نیست.
ب) استفاده از کانال ساخته شده از پانل‌های گچی فقط برای هوای برگشت مجاز است. در این حالت، دمای هوای داخل کانال نباید از ۵۲ درجه سلسیوس بیشتر باشد، و دمای سطح داخلی کانال باید کنترل شود که از دمای نقطهٔ شبنم هوای داخل کانال کمتر نشود.
(۱) در سیستم‌های هوارسانی با خنک‌کنندهٔ تبخیری از جمله کولر آبی، استفاده از کانال ساخته شده از پانل‌های گچی مجاز نیست.
پ) کانال غیرفلزی ساخته شده از پشم شیشه، باید با یکی از استانداردهای مندرج در «(۱۴-۶-۳-۳) "الف"» مطابقت داشته و مورد تأیید قرارگیرد.
(۱) دمای هوای داخل کانال ساخته شده از پشم شیشه نباید از ۱۲۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد.

**۱۴-۶-۳-۴** کانال قابل انعطاف
الف) برای توزیع هوا، اندازهٔ طول کانال قابل انعطاف فلزی یا غیرفلزی محدودیتی ندارد.
ب) طول کانال انشعاب قابل انعطاف فلزی یا غیرفلزی، برای اتصال به دریچهٔ هوا، نباید از ۴/۲۵ متر بیشتر باشد.
پ) مصالح و روش ساخت کانال قابل انعطاف فلزی یا غیرفلزی، باید مطابق با ضوابط مندرج در یکی از استانداردهای مندرج در «(۱۴-۶-۳-۳) "الف"» باشد و مورد تأیید قرارگیرد.
ت) دمای هوای داخل کانال قابل انعطاف فلزی یا غیرفلزی نباید از ۱۲۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد.
ث) کانال انشعاب قابل انعطاف برای اتصال به دریچهٔ هوا، نباید از دیوار، سقف، کف و یا هر جدار دیگری عبور کند.
ج) در محل اتصال کانال هوا به دستگاه‌ها، یا در عبور کانال از درزهای انبساط ساختمان، اتصال لرزه‌گیر باید از مصالح غیرسوختنی و مورد تأیید باشد.
(۱) طول اتصال لرزه‌گیر نباید از ۱۰ سانتی‌متر کمتر و از ۲۵ سانتی‌متر بیشتر باشد.

## ۱۴-۶-۴ نصب کانال هوا

**۱۴-۶-۴-۱** کلیات
الف) برای کانال‌کشی هوا، باید شرایطی که برای هر منطقهٔ آتش ساختمان تعیین شده است، رعایت شود.
(۱) کانال هوا در عبور از دیوار آتش که یک منطقهٔ آتش را از منطقهٔ مجاور جدا می‌کند، باید دمپر آتش داشته باشد.

ب) لرزه‌گیر باید به ترتیبی روی کانال هوا نصب شود که کانال‌های دو طرف لرزه‌گیر هم‌محور باشند.

**۱۴-۶-۴-۲** درزبندی

الف) اتصال قطعات کانال هوا و وصاله‌های آن، باید در حدی که در «(۱۴-۶-۳-۲) "ث" (۱)» مقرر شده است، هوابند باشند.

(۱) مواد و مصالحی که برای درزبندی کانال‌ها، وصاله‌ها و اتصال‌ها به‌کار می‌رود، نباید سوختنی باشد.

(۲) هیچ منفذ، سوراخ و دهانهٔ بازی نباید در سیستم کانال‌کشی باقی بماند، مگر آن‌که برای کارکرد مطلوب سیستم هوارسانی به آن نیاز باشد.

**۱۴-۶-۴-۳** آویزها و تکیه‌گاه‌ها

الف) برای ثابت نگاه‌داشتن کانال هوا در وضعیت مطلوب، سیستم کانال‌کشی باید با تکیه‌گاه‌ها و آویزها، در نقاط مناسب، به اجزای ساختمان متصل شود.

(۱) جنس مصالح آویزها و تکیه‌گاه‌ها باید با آنچه برای هر منطقهٔ آتش ساختمان معین شده است، مطابقت داشته باشد.

(۲) مصالح آویزها و تکیه‌گاه‌ها باید در برابر خوردگی و زنگ‌زدگی مقاوم باشد.

(۳) در کانال فلزی، فاصلهٔ دو تکیه‌گاه و آویز مجاور نباید بیشتر از ۳ متر باشد.

**۱۴-۶-۴-۴** نصب زیرِ زمین

الف) اگر کانال هوا زیرِ زمین دفن می‌شود، باید با پوشش مورد تأیید در برابر رطوبت و خورندگی خاک حفاظت شود.

(۱) اگر کانال فلزی هوا بدون پوشش حفاظت‌کننده زیرِ زمین کار گذاشته شود، باید در داخل غلاف بتنی به ضخامت دست‌کم ۵۰ میلی‌متر، قرارگیرد.

ب) کانال هوایی که زیرِ زمین دفن می‌شود، باید به سمت نقطهٔ تخلیه شیب داشته باشد.

پ) اگر کانال هوا در جایی که در معرض سیل باشد، زیرِ زمین دفن شود، باید در ترازی بالاتر از حداکثر ارتفاع سیل احتمالی نصب شود.

(۱) در صورتی‌که کانال زیرِ تراز حداکثر ارتفاع سیل نصب می‌شود، باید در برابر سیل به طور هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی، مقاوم باشد.

**۱۴-۶-۴-۵** دریچهٔ بازدید

الف) برای بازدید یا نظافت داخل کانال هوا، باید در نقاط مناسب دریچهٔ دسترسی و بازدید تعبیه شود.

(۱) دریچهٔ بازدید و دسترسی باید روی قسمت‌هایی از کانال هوا تعبیه شود که دسترسی به داخل آن‌ها از راه دریچه‌های هوای رفت، برگشت و تخلیه مقدور نباشد.

(۲) دریچهٔ بازدید باید درحدی که در «(۱۴-۶-۳-۲) "ث" (۱)» مقرر شده است، هوابند باشد.

(۳) جنس و ضخامت ورق دریچهٔ بازدید باید با جنس و ضخامت ورق کانال هوا، یکی باشد.

(۴) دریچهٔ بازدید باید طوری ساخته و نصب شود که بدون استفاده از ابزار، باز و بسته کردن آن ممکن باشد.

**۱۴-۶-۴-۶** حفاظت کانال هوا

الف) کانال هوا در نقاطی که در معرض ضربات فیزیکی ناشی از برخورد وسایل نقلیه یا عوامل دیگر است و احتمال شکستن یا فرسایش آن وجود دارد، باید با نصب حفاظ‌های مناسب و مورد تأیید حفاظت شود.

ب) اگر کانال هوا و اجزای آن در هوای آزاد خارج از ساختمان نصب شود، باید در برابر عوامل جوّی حفاظت گردد.

پ) طول کانال فلزی سیستم‌های خنک‌کنندهٔ تبخیری، از جمله کولر آبی، که در معرض تابش مستقیم آفتاب است، نباید بیش از یک متر باشد.

(۱) در صورتی‌که طول کانال بیش از یک متر است، باید با عایق گرمایی در برابر تابش آفتاب حفاظت شود و یا با سایه‌بان مناسب، از تابش مستقیم آفتاب به آن جلوگیری شود.

**۱۴-۶-۴-۷** دریچهٔ هوا

الف) تعبیهٔ دریچه‌های هوای رفت، برگشت و تخلیهٔ هوا، باید طبق توصیه‌های کارخانه سازنده و مورد تأیید باشد.

(۱) دریچه‌های رفت و برگشت هوا باید دارای دمپر تنظیم مقدار هوا باشند.

(۲) دریچهٔ تخلیهٔ هوا ممکن است بدون دمپر باشد.

(۳) جنس دریچهٔ هوا و پوشش رنگ آن باید تا دمای ۷۴ درجه سلسیوس مقاوم باشد.

(۴) دریچهٔ هوای مخصوص تعبیه در حمام، توالت، رخت‌کن و فضاهای مشابه، باید چنان ساخته شود که از فضاهای مجاور امکان دید نداشته باشد.

### ۱۴-۶-۵ عایق‌کاری کانال هوا

#### ۱۴-۶-۵-۱ کلیات

الف) عایق پلنوم و کانال هوا و نیز روکش عایق، باید از جنس غیرسوختنی باشد. شاخص پیشروی شعلهٔ آن حداکثر ۲۵ و شاخص گسترش‌دود آن حداکثر ۵۰، طبق استاندارد ANSI/ASTM E84 باشد.

ب) استفاده از مواد سوختنی برای عایق‌بندی، روکش عایق و مواد درزبندی، مانند چسب، خمیر و نوار، مجاز نیست.

پ) بخش‌هایی از طول کانال که از دیوار آتش عبور می‌کند، نباید عایق یا روکش عایق داشته باشد.

ت) دمپر تنظیم مقدار هوا، دمپر آتش و دمپر دود نباید عایق یا روکش عایق داشته باشد.

ث) سطوح دریچه‌های بازدید و دسترسی نباید با عایق یا روکش عایق، پوشانده شود.

ج) دمای سطح خارجی کانال و یا دمای سطح خارجی عایق کانال، نباید کمتر از دمای نقطهٔ شبنم هوای محیط باشد.

چ) دمای سطح خارجی کانال نباید بیش از ۴۹ درجه سلسیوس باشد.

(۱) در دمای بیش از ۴۹ درجه سلسیوس سطح خارجی کانال، باید کانال را طوری عایق کرد که دمای سطح خارجی عایق از ۴۹ درجه سلسیوس بیشتر نشود.

#### ۱۴-۶-۵-۲ عایق کانال هوا در خارج از ساختمان

الف) در تأسیسات گرمایی و سرمایی، کانال هوای خارج از فضای ساختمان و در تماس مستقیم با هوای آزاد بیرون، باید با عایق حرارتی با مقاومت دست‌کم مطابق جدول (۱۴-۶-۴) پوشانده شود.

(۱) در "پیوست ۱" به عنوان راهنما، ارقام روز- درجهٔ گرمایی سالانه (ADDH) و روز- درجهٔ سرمایی سالانه (ADDC) بر مبنای ۱۸/۳ درجه سلسیوس، برای هوارسانی در تأسیسات گرمایی (کانال با هوای گرم) و هوارسانی در تأسیسات سرمایی (کانال با هوای سرد)، مخصوص شرایط هوای شماری از شهرهای کشور، ارائه شده است.

(۲) ارقام مندرج در «پیوست ۱، روز- درجهٔ سالانه» به عنوان راهنما پیشنهاد می‌شود و نباید آن را جزئی از مقررات و مشمول الزام قانونی تلقی‌کرد.

(۳) "پیوست ۱" استفاده از منابع دیگر را، برای دست‌یابی به ارقام روز ـ درجهٔ ناظر به شرایط هوای محل نصب کانال، به شرط تأیید، منع نمی‌کند.

**جدول (۱۴-۶-۴): کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در خارج از ساختمان**

| تأسیسات سرمایی | | | تأسیسات گرمایی | | |
|---|---|---|---|---|---|
| کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R | | روز - درجهٔ سرمایی سالانه (ADDC) | کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R | | روز – درجهٔ گرمایی سالانه (ADDH) |
| $\frac{m^2.K}{W}$ | $\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$ | | $\frac{m^2.K}{W}$ | $\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$ | |
| ۰/۵۸۱ | ۳/۳ | زیر ۵۰۰ | ۰/۵۸۱ | ۳/۳ | زیر ۱۵۰۰ |
| ۰/۸۸۱ | ۵/۰ | ۵۰۱ تا ۱۱۵۰ | ۰/۸۸۱ | ۵/۰ | ۱۵۰۱ تا ۴۵۰۰ |
| ۱/۱۴۵ | ۶/۵ | ۱۱۵۱ تا ۲۰۰۰ | ۱/۱۴۵ | ۶/۵ | ۴۵۰۱ تا ۷۵۰۰ |
| ۱/۴۰۹ | ۸/۰ | بالاتر از ۲۰۰۱ | ۱/۴۰۹ | ۸/۰ | بالاتر از ۷۵۰۱ |

**۱۴-۶-۵-۳** عایق کانال هوا در داخل ساختمان

الف) در تأسیسات گرمایی و سرمایی، مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در فضاهای داخل ساختمان، باید دست‌کم مطابق جدول (۱۴-۶-۵) باشد.

**جدول (۱۴-۶-۵): کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در فضای داخل ساختمان**

| کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R | | | | اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای خارج آن | |
|---|---|---|---|---|---|
| تأسیسات سرمایی | | تأسیسات گرمایی | | | |
| $\frac{m^2.K}{W}$ | $\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$ | $\frac{m^2.K}{W}$ | $\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$ | درجهٔ سلسیوس | درجهٔ فارنهایت |
| عایق لازم نیست | | | | کمتر یا برابر ۸/۳ | کمتر یا برابر ۱۵ |
| ۰/۵۸۱ | ۳/۳ | ۰/۵۸۱ | ۳/۳ | بیشتر از ۸/۳ و کمتر یا برابر ۲۲/۲ | بیشتر از ۱۵ و کمتر یا برابر ۴۰ |
| ۰/۸۸۱ | ۵/۰ | ۰/۸۸۱ | ۵/۰ | بیشتر از ۲۲/۲ | بیشتر از ۴۰ |

ب) در فضای بستهٔ زیر شیروانی، شفت‌های بستهٔ ساختمان، داخل سقف‌های کاذب طبقات و دیگر فضاهایی که هوای آن‌ها با سیستم‌های گرمایی و سرمایی کنترل نمی‌شود، کانال هوا باید با رعایت ارقام جدول (۱۴-۶-۵) عایق‌کاری شود.

پ) کانال‌های هوای رفت و برگشت در فضاهای داخل ساختمان در موارد زیر نیاز به عایق ندارد، مگر برای جلوگیری از چگالش بخار آب موجود در هوا بر روی سطوح خارجی کانال:

(۱) کانال هوا در فضایی قرارگیرد که دمای آن با تأسیسات گرمایی یا سرمایی کنترل شود؛

(۲) اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای فضایی که کانال در آن قرارگرفته، کمتر از ۸/۳ درجهٔ سلسیوس باشد؛

(۳) انتقال گرما از جدار کانالِ بدون عایق (از داخل به خارج یا از خارج به داخل)، مقدار کل انرژی مورد نیاز ساختمان را افزایش ندهد؛
(۴) کانال تخلیهٔ هوا؛
(۵) کانال توزیع‌کنندهٔ هوای سیستم خنک‌کنندهٔ تبخیری، ازجمله کولر آبی.
ت) اگر برای کاهش شدت صدا یا مقاصد دیگر، سطح داخلی کانال هوا یا پلنوم، نیاز به عایق داشته باشد، جنس آن و مواد لازم برای نصب آن، باید در برابر رشد جلبک، رطوبت و فرسایش ناشی از جریان هوا مقاوم باشد.
(۱) عایق باید با وسایل مکانیکی به سطوح داخلی کانال اتصال یابد، تا سطوح عایق و لبهٔ قطعات آن در برابر جریان هوای داخل کانال مقاوم باشد.

### ۱۴-۶-۶ دمپر آتش

#### ۱۴-۶-۶-۱ محل دمپر آتش

الف) در محل عبور کانال هوا از دیوار، سقف یا کف، که یک منطقهٔ آتش را از منطقهٔ مجاور آن جدا می‌کند و نیز در موارد زیر، باید دمپر آتش نصب شود.
(۱) در عبور کانال هوا از دیوار یا تیغهٔ جداکنندهٔ فضاها، که برای مقاومت در برابر آتش یک ساعت یا بیش از آن، طراحی شده است؛
(۲) در عبور کانال هوا از دیوار شفت‌های ساختمان، که برای مقاومت در برابر آتش یک ساعت یا بیش از آن، طراحی شده است؛
(۳) در عبور به صورت قائم کانال هوا از یک طبقه به طبقهٔ دیگر، که کف یا سقف را سوراخ کند و کانال نیز در داخل شفت نباشد و جدار بین دو طبقه، برای حداقل یک ساعت مقاومت در برابر آتش طراحی شده باشد.
ب) در موارد زیر نصب دمپر آتش لازم نیست:
(۱) در عبور کانال هوا از دیوارها، سقف‌ها و کف‌های دو فضای مجاور، چنان‌که هر دو فضا در یک منطقهٔ آتش باشند؛
(۲) کانال تخلیهٔ هوا از دیوار شفت عبور کند و در داخل شفت، به سمت بالا، کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر ادامه یابد؛
(۳) در عبور کانال هوا از فضایی از ساختمان به راهرو، در صورتی که تمام ساختمان به سیستم آب‌فشان خودکار مجهز باشد؛
(۴) کانال هوا جزئی از سیستم تخلیهٔ خودکار دود باشد؛
(۵) در عبور کانال هوا از بام ساختمان به هوای آزاد؛

(۶) در عبور کانال هوا از دیوار شفت ساختمان، در صورتی که ساختمان به سیستم آب‌فشان خودکار مجهز باشد.

**۱۴-۶-۶-۲** ساخت و نصب دمپر آتش

الف) جنس مصالح، نوع ساخت و آزمایش دمپرآتش باید طبق استاندارد ملی۷۶۹۶ بخش‌های۱، ۳ و ۵، ISO 10294-1,3,5، ANSI/UL 555 S و یا استاندارد معتبر دیگر مورد تأیید باشد.

ب) در دمای ۷۴ درجهٔ سلسیوس، فیوز دمپر آتش باید باز و دمپر آتش به‌طور خودکار بسته شود و از عبور آتش جلوگیری کند.

پ) دمپر آتش، که در مسیر عبور کانال هوا قرار می‌گیرد، جزئی از دیوار، تیغه، سقف یا کف جداکننده از فضای مجاور است و دقیقاً باید روی این جدارها، بر طبق دستور کارخانه سازنده و مورد تأیید، نصب شود.

**۱۴-۶-۶-۳** دریچهٔ دسترسی به دمپر آتش

الف) بر روی سطح کانال، نزدیک دمپر آتش، برای بازرسی ادواری و تنظیم و در صورت لزوم نصب مجدد فیوز دمپر، باید دریچهٔ بازدید و دسترسی نصب شود.

(۱) این دریچه باید در موقعیت و به اندازه‌ای باشد که دسترسی به دمپر و فیوز آن به آسانی امکان‌پذیر باشد.

(۲) این دریچه باید از جنس ورق کانال و دست‌کم به ضخامت آن باشد.

(۳) هیچ پوشش عایق یا روکش آن نباید دریچه را بپوشاند.

(۴) بر روی دریچه باید برچسب دایمی "دمپر آتش" با خط درشت و خوانا، نصب شود.

# ۱۴-۷ دیگ، آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم تحت فشار

### ۱۴-۷-۱ کلیات

#### ۱۴-۷-۱-۱ دامنهٔ کاربرد

الف) طراحی، ساخت، نصب و بازرسی دیگ‌های آب‌گرم و بخار، آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم تحت فشار، در تأسیسات گرمایی و تولید و ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی ساختمان، باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات «(۱۴-۷) دیگ، آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم تحت فشار» صورت گیرد.

ب) الزامات مندرج در «(۱۴-۳) مقررات کلی» در این فصل نیز معتبر است و باید رعایت شود.

پ) این فصل از مقررات الزامات مربوط به دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز را مقرر می‌دارد.

(۱) الزامات مربوط به دستگاه‌های با سوخت جامد خارج از شمول این فصل از مقررات است.

ت) این فصل از مقررات الزامات دستگاه‌های تولید و ذخیرهٔ آب‌گرم با دمای پایین را مقرر می‌دارد.

(۱) الزامات مربوط به تولید و ذخیرهٔ آب‌گرم با دمای متوسط و بالا خارج از شمول این فصل از مقررات است.

ث) این مقررات الزامات مخازن تحت فشار آب‌گرم مصرفی را مقرر می‌دارد.

(۱) الزامات مربوط به مخازن تحت فشار آب‌سرد، خارج از شمول این فصل از مقررات است.

### ۱۴-۷-۲ آب گرم‌کن و مخزن تحت فشار ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی

#### ۱۴-۷-۲-۱ کلیات

الف) آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم مخصوص آب‌گرم مصرفی باید دارای گواهی ساخت و آزمایش باشد و طبق دستور کارخانهٔ سازنده نصب شود.

ب) در ساخت و نصب آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم مصرفی، الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم ـ تأسیسات بهداشتی» باید رعایت شود.

پ) آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم مصرفی در جایی باید نصب شود که بدون تخریب اجزای دایمی ساختمان، قابل برداشتن باشد.

ت) لوله‌ها، شیر اطمینان و دیگر متعلقات آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم مصرفی باید طبق الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم ـ تأسیسات بهداشتی» نصب شود.

**۱۴-۷-۲-۲** استفاده از آب گرم‌کن برای گرم کردن ساختمان

الف) اگر آب گرم‌کن علاوه بر تهیه و ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی، برای گرم کردن ساختمان هم به کار می‌رود، باید بوسیلهٔ سازنده برای این منظور توصیه شده باشد و دارای گواهی ساخت و آزمایش باشد.

ب) ظرفیت آب گرم‌کن که برای تهیهٔ آب‌گرم مصرفی و نیز گرم کردن ساختمان به کار می‌رود، باید به اندازه‌ای باشد که بار گرمایی ساختمان موجب کاهش دمای آب‌گرم مصرفی مورد نیاز نشود.

پ) در آب گرم‌کن‌های ویژهٔ تهیهٔ آب‌گرم مصرفی و تأمین انرژی گرمایی ساختمان، باید مدارهای لوله‌کشی آب‌گرم مصرفی و آب گرم‌کنندهٔ ساختمان مستقل و جدا از هم باشند.

ت) دستگاه مشترک تهیهٔ آب‌گرم مصرفی و آب گرم‌کنندهٔ ساختمان باید مجهز به سیستم کنترل دمای آب‌گرم مصرفی باشد تا با وجود نیاز به دمای بالاتر برای گرم کردن ساختمان، دمای آب‌گرم مصرفی بیش از ۶۰ درجه سلسیوس نشود.

**۱۴-۷-۲-۳** مخزن تحت فشار آب‌گرم مصرفی

الف) مخزن تحت فشار باید ظرفیت لازم برای تأمین آب‌گرم مصرفی ساختمان را داشته باشد و طبق دستور کارخانهٔ سازنده نصب شود.

ب) ساخت مخزن و جوشکاری آن باید به دست کارگران آموزش دیده، طبق یکی از استانداردهای معتبر و مورد تأیید، انجام شود.

پ) مصالح مصرفی در ساخت و نصب مخزن آب‌گرم مصرفی، از جمله اتصالات و لوله‌کشی‌های مربوط به آن، باید برای فشارِ کار و کاربری آن مناسب باشد.

### ۱۴-۷-۳ دیگ آب گرم و بخار

**۱۴-۷-۳-۱** کلیات

الف) دیگ‌های آب‌گرم و بخار فولادی باید طبق الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۴۲۳۱ و یا BS/EN 12953-4 طراحی و ساخته شوند:

(۱) دیگ آب‌گرم یا بخار باید مطابق «(۱۴-۳) مقررات کلی»، گواهی ساخت و آزمایش داشته باشد.

ب) دیگ آب‌گرم از نوع گاز سوز کاملاً بسته باید از نوع "C" طبق استاندارد ملّی ۱۲۱۵۶ و یا EN 483 باشد.

پ) دیگ یک‌پارچهٔ آب‌گرم تلفیقی گازسوز باید طبق استاندارد ملّی ۱۱۰۰۵ باشد.

ج) دیگ چدنی مخصوص گرمایش مرکزی و آب‌گرم مصرفی باید مطابق استاندارد ملّی۴۴۷۳ باشد.

چ) دیگ فولادی با ساختمان جوش شده مخصوص گرمایش مرکزی و تأمین آب‌گرم مصرفی باید مطابق استاندارد ملّی۷۹۱۱ باشد.

ح) پکیج های گازسوز گرمایش مرکزی نوعB11 و B11Bs مجهز به مشعل آتمسفریک، باید مطابق استاندارد ملّی۵۳۶۳ باشند.

**۱۴-۷-۳-۲** نصب

الف) دیگ آب گرم یا بخار باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب گردد.

(۱) دستورالعمل راه‌اندازی و راهبری دیگ، که در آن روش روشن و خاموش کردن، راه‌اندازی، تنظیم و نکات مربوط به راهبری و نگه‌داری دستگاه درج شده است، باید از طرف سازنده همراه با دستگاه، ارائه شود و به طور دائم در محل نصب آن نگهداری شود.

(۲) سیستم کنترل دستگاه باید به دست نصب کنندهٔ متخصص تنظیم و آزمایش شود. نصب کننده باید نسخهٔ کامل دیاگرام کنترل دستگاه را با دستورالعمل راهبری، تحویل دهد.

(۳) ظرفیت دستگاه و دیگر اطلاعات ضروری، مطابق «(۱۴-۳) مقررات کلی»، باید روی پلاک دستگاه نقش شده باشد.

ب) دستگاه باید روی پی مسطح و مقاوم برای تحمل وزن دستگاه در حال کار و توزیع این وزن بر سطح پی دستگاه، سوار شود. پی دستگاه باید از جنس غیرسوختنی باشد.

(۱) دستگاه باید به طور اطمینان بخش و پایدار به اجزای سازهٔ ساختمان مهار شود.

اگر دستگاه لرزش داشته باشد، باید زیر پایه‌های آن لرزه‌گیر مناسب و مورد تأیید نصب شود، مگر آنکه سازنده این لرزه‌گیر را بین دستگاه و پایهٔ آن نصب کرده باشد.

پ) اتاقی که دستگاه در آن نصب می‌شود باید دارای کف‌شوی یا هر دهانهٔ تخلیهٔ مورد تأیید دیگر، مناسب برای تخلیهٔ آب دستگاه باشد.

(۱) اتصال دهانهٔ تخلیهٔ دستگاه به لوله‌کشی فاضلاب ساختمان، باید طبق الزامات «مبحث شانزدهم - تأسیسات بهداشتی» باشد.

**۱۴-۷-۳-۳** فاصلهٔ اطراف دستگاه

الف) برای بازرسی، سرویس، تعمیر، تعویض و مشاهدهٔ لوازم اندازه‌گیری، باید در اطراف دستگاه فاصلهٔ کافی پیش‌بینی شود.

(۱) در اطراف دستگاه، پهنای راه عبور بدون مانع نباید از ۵۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

**۱۴-۷-۳-۴** فاصلهٔ ایمنی بالای دستگاه

الف) برای دیگ آب‌گرم یا دیگ بخار کم فشار، از نوع یک پارچه و بدون دریچهٔ آدم‌رو روی پوستهٔ بالای آن، با ظرفیتی برابر یا کمتر از مقادیر ۱۴۶۵ کیلووات (۵،۰۰۰،۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی ورودی، یا ۲۲۶۸ کیلوگرم در ساعت بخار تولیدی، یا ۹۳ مترمربع سطح حرارتی، فاصله سطح بالای دیگ از سقف باید دست‌کم ۶۰۰ میلی‌متر باشد.

ب) در مورد دیگ بخار کم فشار و دیگ آب‌گرم، با ظرفیتی بیشتر از یکی از مقادیر مندرج در "الف"، فاصله بالای دیگ از سقف نباید کمتر از ۹۰۰ میلی‌متر باشد.

پ) برای دیگ آب‌گرم یا دیگ بخار کم فشار با دریچهٔ آدم‌رو روی پوستهٔ بالای آن، فاصلهٔ بالای دیگ از سقف نباید کمتر از ۹۰۰ میلی‌متر باشد.

ت) در مورد دیگ بخار پرفشار با ظرفیتی برابر یا کمتر از یکی از مقادیر مندرج در "الف"، فاصلهٔ بالای دیگ از سقف نباید کمتر از ۹۰۰ میلی‌متر باشد.

ث) برای دیگ بخار پرفشار با ظرفیتی بیشتر از مقادیر مندرج در "الف"، فاصلهٔ بالای دیگ از سقف نباید کمتر از ۲۱۵۰ میلی‌متر باشد.

**۱۴-۷-۳-۵** کف محل نصب دیگ

الف) کف محل نصب دیگ آب گرم یا بخار باید از جنس غیرسوختنی باشد.

**۱۴-۷-۳-۶** شیرها

الف) شیرهای قطع و وصل

(۱) بر روی لوله‌های ورودی و خروجی دیگ آب‌گرم یا بخار باید شیر قطع و وصل نصب شود.

(۲) اگر تعدادی دیگ به صورت موازی قرارگیرند، هر یک از دیگ‌ها باید شیر قطع و وصل جداگانه داشته باشد.

ب) شیر تغذیهٔ آب دیگ

(۱) لولهٔ آب، از شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی ساختمان، باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم - تأسیسات بهداشتی» به سیستم تغذیهٔ آب دیگ متصل گردد.

پ) شیر تخلیهٔ سریع

(۱) هر دیگ بخار باید مجهز به شیر تخلیهٔ سریع باشد.

(۲) این شیر تخلیه باید در محلی که روی دیگ پیش‌بینی شده است، نصب شود.

(۳) اندازهٔ این شیر باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده و دست‌کم برابر قطر دهانهٔ تخلیهٔ سریع دیگ باشد.

(۴) در اتصال لولهٔ تخلیه، از محل شیر تخلیهٔ سریع تا نقطهٔ دریافت فاضلاب در محل نصب دیگ، الزامات مندرج در « مبحث شانزدهم - تأسیسات بهداشتی» باید رعایت شود.

**۱۴-۷-۳-۷** اتصال لولهٔ سوخت

الف) مشعل گازسوز

(۱) گاز سوخت باید طبق الزامات مندرج در «مبحث هفدهم - لوله‌کشی گاز طبیعی» لوله‌کشی گردد.

(۲) بر روی لولهٔ ورودی گاز سوخت به مشعل دیگ، پیش از لوازم کنترل، باید یک شیر قطع و وصل دستی نصب شود.

(۳) لولهٔ انشعاب گاز برای شمعک مشعل باید پیش از شیر قطع و وصل نصب شود. لولهٔ انشعاب گاز برای شمعک باید شیر قطع و وصل مخصوص به خود داشته باشد.

ب) مشعل با سوخت مایع

(۱) سوخت مایع باید طبق الزامات مندرج در «فصل دوازدهم ـ ذخیره و انتقال سوخت مایع» لوله‌کشی شود.

### ۱۴-۷-۴ لوازم اندازه‌گیری روی دیگ‌ها

**۱۴-۷-۴-۱** دیگ آب گرم

الف) دیگ آب گرم باید فشارسنج و دماسنج یا وسیلهٔ مشترک اندازه‌گیری فشار و دما داشته باشد.

ب) فشارسنج و دماسنج باید فشار و دمای دیگ را در کارکرد عادی آن، نشان دهند.

**۱۴-۷-۴-۲** دیگ بخار

الف) هر دیگ بخار باید دارای فشارسنج و آب نما باشد.

ب) فشارسنج باید فشار دیگ را در کارکرد عادی در مقیاس میانی آن، نشان دهد.

پ) شیشهٔ آب‌نما باید طوری نصب شده باشد که تراز خط وسط آن برابر سطح آب دیگ در کارکرد عادی آن باشد.

### ۱۴-۷-۵ کنترل سطح پایین آب دیگ

**۱۴-۷-۵-۱** دیگ آب‌گرم و دیگ بخار باید با کنترل سطح پایین آب حفاظت شود.

الف) در صورت پایین‌تر رفتن سطح آب از تراز ایمنی سطح پایین دیگ، کنترل سطح پایین آب باید به طور خودکار عمل احتراق را قطع کند.

(۱) تراز ایمنی پایین آب را سازندهٔ دیگ تعیین می‌کند.

### ۱۴-۷-۶ شیر اطمینان

**۱۴-۷-۶-۱** کلیات

الف) دیگ بخار باید با شیر اطمینان حفاظت شود.

ب) دیگ آب گرم باید با شیر اطمینان فشار حفاظت شود.

پ) مخزن تحت فشار ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی باید با شیر اطمینان یا وسیلهٔ محدود کنندهٔ سقف فشار دیگری، حفاظت شود.

ت) شیر اطمینان باید از مؤسسه‌ای مورد تأیید، گواهی آزمایش داشته باشد.

**۱۴-۷-۶-۲** انتخاب شیر اطمینان

الف) ظرفیت تخلیهٔ سیال شیراطمینان دیگ آب‌گرم، دیگ بخار و مخزن ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی باید دست‌کم برابر با ظرفیت دستگاهی باشد که شیراطمینان روی آن نصب می‌شود.

(۱) بر روی دیگ آب‌گرم، دیگ بخار و مخزن ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی می‌توان به جای یک شیر، چند شیراطمینان نصب‌کرد. در این صورت، ظرفیت تخلیهٔ مجموع این شیرها باید با ظرفیت دستگاه برابر باشد.

ب) شیر اطمینان دیگ آب‌گرم، دیگ بخار و مخزن ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی باید با فشاری برابر با حداکثر فشار کار دستگاه، تنظیم شود.

**۱۴-۷-۶-۳** نصب شیر اطمینان

الف) شیر اطمینان باید بر روی دهانهٔ پیش‌بینی شده روی دیگ آب‌گرم، دیگ بخار و مخزن آب‌گرم مصرفی، نصب شود.

ب) بین دیگ آب‌گرم، دیگ بخار و مخزن آب‌گرم مصرفی تا شیر اطمینان نباید هیچ شیر دیگری نصب شود.

پ) بر روی لولهٔ تخلیهٔ بعد از شیر اطمینان نباید هیچ نوع شیر دیگری نصب شود.

(۱) شیر اطمینان دیگ آب‌گرم و مخزن آب‌گرم مصرفی باید به طور ثقلی تخلیه شود.

(۲) تخلیهٔ شیر اطمینان دیگ بخار باید از راه لوله‌ای به فضای خارج از ساختمان هدایت شود.
(۳) لولهٔ اتصال بین دهانهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان و نقطهٔ دریافت تخلیهٔ سیال، در محل نصب دستگاه یا در فضای خارج، باید غیرقابل انعطاف و مناسب برای دمای سیال خروجی باشد.
(۴) قطر لولهٔ تخلیه باید دست‌کم برابر قطر دهانهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان باشد.
(۵) شیر اطمینان نباید در نقاطی که خطر آسیب رساندن به اشخاص یا تخریب و تضییع اموال، وجود دارد تخلیه شود.
(۶) در صورت تخلیهٔ شیراطمینان دیگ بخار، دیگ آب‌گرم یا آب گرم‌کن به داخل لوله‌کشی فاضلاب ساختمان، باید الزامات مندرج در « مبحث شانزدهم - تأسیسات بهداشتی» در مورد اتصال شیرتخلیه به لوله‌کشی فاضلاب، رعایت شود.

### ۱۴-۷-۷ لوازم کنترل و ایمنی

#### ۱۴-۷-۷-۱ کلیات

الف) دیگ آب‌گرم و دیگ بخار باید، علاوه بر شیر اطمینان و کنترل سطح پایین آب، مجهز به کنترل‌های کارکرد و ایمنی باشند.
(۱) کنترل‌های کارکرد و ایمنی دیگ باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده و الزامات مندرج در این قسمت از مقررات، صورت گیرد.
ب) مراقبت از وجود شعله
(۱) مشعل دیگ باید دارای کنترل مراقبت از وجود شعله باشد تا وجود یک شمعک در نقطهٔ مناسبی سبب اطمینان از روش شدن مشعل اصلی شود.
(۲) در صورت خاموش شدن شعلهٔ شمعک در دیگ مجهز به شمعک دایمی، باید ظرف مدت حداکثر ۲۰ ثانیه، شیر ورودی سوخت به مشعل به طور صددرصد بسته شود.
پ) در دیگ دارای مشعل با سوخت مایع و دمندهٔ رانشی یا القایی یا در دیگ دارای مشعل گازی، سیستم کنترل باید به ترتیبی با شیر ورودی سوخت مرتبط باشد که در صورت قطع شدن یا کمتر از حد تنظیم شدن جریان هوا، این شیر به طور خودکار بسته شود.
(۱) اگر پمپ سوخت مایع و دمندهٔ مشعل حرکت خود را مستقیماً از موتور مشترکی بگیرند، کنترل پیش‌گفته ضرورت ندارد.

#### ۱۴-۷-۷-۲ کنترل‌های ایمنی در دیگ آب‌گرم

الف) دیگ آب‌گرم باید دو کنترل دمای حد بالا و یک کنترل سطح پایین آب، مرتبط با شیر ورودی سوخت به مشعل اصلی و برای بسته شدن خودکار آن، داشته باشد.

ب) از دو کنترل دما، آن‌که روی دمای بالاتر تنظیم شده است، باید امکان تنظیم مجدد دستی داشته باشد.

(۱) در صورت یکپارچه بودن دیگ آب‌گرم و داشتن ظرفیتی برابر یا کمتر از ۱۱۷ کیلو وات (۴۰۰،۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت)، تنظیم مجدد دستی روی کنترل دمای بالا ضرورت ندارد.

پ) کنترل دمای حد بالا و کنترل سطح پایین آب در این دیگ باید در محلی و به ترتیبی نصب شوند که کار آزمایش، سرویس و تعویض این کنترل‌ها، بدون تخلیهٔ آب سیستم، ممکن باشد.

ت) در دیگ کویل‌دار، که سطح حرارتی دیگ را کویل‌ها تشکیل می‌دهند، می‌توان به جای کنترل سطح پایین آب دیگ، بر روی لولهٔ آب گرم یک حسگر جریان نصب‌کرد که در صورت وجود جریان، شیر کنترل سوخت فعال شود.

**۱۴-۷-۷-۳** کنترل‌های ایمنی در دیگ بخار

الف) دیگ بخار باید با دو کنترل فشار حد بالا، مرتبط با شیر ورودی سوخت به مشعل اصلی و برای بستن آن، مجهز باشد.

(۱) از دو کنترل فشار، آن که براساس فشار بالاتری تنظیم شده است، باید امکان تنظیم مجدد دستی داشته باشد.

ب) دیگ بخار باید مجهز به دو کنترل سطح پایین آب باشد.

(۱) یکی از دو کنترل سطح پایین آب باید با امکان تنظیم مجدد دستی، مستقل از کنترل تغذیهٔ آب دیگ باشد.

### ۱۴-۷-۸ مخزن انبساط دیگ آب گرم

**۱۴-۷-۸-۱** کلیات

الف) هر سیستم گرمائی با آب گرم باید مجهز به مخزن انبساط باشد.

ب) مخزن انبساط می‌تواند از نوع باز یا بسته باشد.

پ) ظرفیت مخزن انبساط باید با توجه به حجم آب، دما و فشار کار سیستم، محاسبه و انتخاب شود.

ت) مخزن انبساط در محل نصب، باید به کمک پایه، آویز و بست‌های مناسب به اجزای ساختمان مهار شود و در وضع پایدار و مستقر قرارگیرد.

**۱۴-۷-۸-۲** مخزن انبساط باز

الف) مخزن انبساط باز باید در ترازی نصب شود که سطح آب مخزن، در کارکرد عادی سیستم، دست‌کم ۱۲۰۰ میلی‌متر بالاتر از بالاترین اجزای سیستم گرمایی قرارگیرد.

ب) گنجایش این مخزن باید دست‌کم برابر مقدار تغییر حجم آب سیستم در اثر تغییر دمای آب، باشد.

پ) این مخزن باید علاوه بر لولهٔ اتصال به سیستم، دارای اتصالات زیر باشد:

(۱) لولهٔ سرریز با قطر اسمی دست‌کم ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ)، که مطابق الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم- تأسیسات بهداشتی»، تا نقطهٔ تخلیهٔ آب ادامه یابد.

(۲) لولهٔ هواکش، تا هوای داخل مخزن را بدون هیچ نوع شیر یا مانع دیگر، به هوای آزاد خارج مربوط کند.

ت) نصب شیر یا هر مانع دیگر روی لولهٔ ارتباط سیستم گرمایی و مخزن انبساط باز، مجاز نیست.

**۱۴-۷-۸-۳** مخزن انبساط بسته

الف) مخزن انبساط بسته باید مناسب برای فشار و دمای کار سیستم گرمایی مورد نظر باشد.

ب) مخزن انبساط بسته باید از یک موسسهٔ آزمایش‌کنندهٔ معتبر، گواهی آزمایش فشارِ کار داشته باشد.

(۱) فشار آزمایش باید دست‌کم ۱/۵ برابر حداکثر فشار کار سیستم باشد.

پ) این مخزن باید دارای متعلقات لازم مانند اتصال تخلیهٔ آب و شیشهٔ آب‌نما، باشد.

(۱) آب مخزن را باید بتوان بدون تخلیهٔ آب سیستم گرمایی، تخلیه کرد.

ت) این مخزن باید به لوازمی مجهز باشد تا بتوان به کمک آن‌ها، هوا یا گاز ازت را به آن تزریق و فشار مورد نیاز سیستم را تأمین کرد.

ث) گنجایش مخزن انبساط بسته، برای سیستم گرمایی با آب‌گرم، باید دست‌کم برابر مقداری باشد که از رابطهٔ (۱۴-۷-۱) به دست می‌آید.

$$V_t = \frac{(0.000738T - 0.03348)V_s}{\left(\frac{P_a}{P_f}\right) - \left(\frac{P_a}{P_o}\right)} \qquad (۱۴-۷-۱)$$

در این رابطه،

$V_t$ = حداقل گنجایش مخزن (مترمکعب)

$V_s$ = حجم آب سیستم، بدون حجم مخزن انبساط (مترمکعب)

$T$ = دمای متوسط سیستم گرمایی در حال کار (درجه سلسیوس)

$P_a$ = فشار آتمسفر در محل نصب مخزن (کیلوپاسکال مطلق)

$P_f$ = فشار سیستم در محل نصب مخزن، پس از پرکردن آب و پیش از راه اندازی (کیلوپاسکال مطلق)

$P_o$ = حداکثر فشار کار سیستم در محل نصب مخزن در کارکرد عادی (کیلوپاسکال مطلق)

# ۱۴-۸ دستگاه‌های گرم کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه

**۱۴-۸-۱ کلیات**

**۱۴-۸-۱-۱** دامنهٔ کاربرد

الف) طراحی، ساخت، نصب، بهره‌برداری، تعمیر و تغییر در دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه باید طبق الزامات مندرج در این فصل صورت‌گیرد.

ب) این فصل الزامات دستگاه‌های زیر را مقرر می‌دارد:

(۱) بخاری‌های با سوخت گاز، مایع و جامد یا برقی

(۲) آب‌گرم‌کن خانگی

(۳) کورهٔ هوای گرم

(۴) کولرهای گازی و آبی

(۵) گرم‌کنندهٔ سونا

(۶) شومینه

**۱۴-۸-۱-۲** نصب دستگاه‌ها

الف) کابل‌کشی و اتصالات الکتریکی به دستگاه‌ها باید طبق الزامات مندرج در «مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها» انجام‌گیرد.

ب) اتصال لولهٔ آب تغذیه و تخلیهٔ فاضلاب دستگاه‌ها باید طبق الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم، تأسیسات بهداشتی» صورت‌گیرد.

پ) دودکش دستگاه‌های گرم‌کننده باید طبق الزامات مندرج در فصل یازدهم این مبحث طراحی و نصب شود.

ت) لولهٔ گاز سوخت باید طبق الزامات مندرج در «مبحث هفدهم، لوله‌کشی گاز طبیعی» به دستگاه‌ها متصل‌گردد.

ث) لولهٔ سوخت مایع باید طبق الزامات مندرج در فصل دوازدهم این مبحث به دستگاه‌ها اتصال یابد.

**۱۴-۸-۱-۳** محدودیت کاربری و نصب

الف) دستگاه‌های گرم‌کنندهٔ با سوخت گاز، مایع و جامد نباید در فضاهای با خطر نصب شوند.

ب) در فضای داخلی ساختمان‌های عمومی، نصب بخاری با سوخت گاز، مایع و جامد ممنوع است. این ممنوعیت از جمله شامل موارد زیر می‌شود:

(۱) اتاق مهمان در مهمانسرا و هتل

(۲) اتاق ادارات

(۳) دفاتر کار و کلاس‌های آموزش و درس، در کودکستان، مدرسه و مراکز آموزشی دیگر

(۴) خوابگاه عمومی

(۵) خانهٔ سالمندان

(۶) اتاق بیماران و فضاهای درمانی، در بیمارستان و درمانگاه

(۷) آسایشگاه و نقاهتگاه

(۸) زندان و کانون اصلاح و تربیت

(۹) شیرخوارگاه و مرکز نگهداری کودکان بی‌سرپرست

(۱۰) بیمارستان روانی، خانهٔ بیماران روانی و ساختمان‌های مشابه

(۱۱) سالن اجتماعات

**۱۴-۸-۱-۴** تأمین هوای احتراق

هوای احتراق دستگاه گرم‌کنندهٔ با سوخت گاز و مایع باید طبق الزامات مندرج در فصل نهم این مبحث تأمین شود.

### ۱۴-۸-۲ شومینهٔ با سوخت جامد

**۱۴-۸-۲-۱** شومینهٔ با مصالح بنائی با سوخت جامد باید طبق الزامات مندرج در مباحث سوم، چهارم و پنجم از مقررات ملّی ساختمان، طراحی و ساخته شود.

### ۱۴-۸-۳ شومینهٔ گازی

**۱۴-۸-۳-۱** شومینهٔ گازی نباید به عنوان تنها وسیلهٔ گرم‌کنندهٔ اتاق استفاده شود.

**۱۴-۸-۳-۲** شومینهٔ گازی ساخته شده در کارخانه باید طبق الزامات مندرج در UL-127 طراحی و ساخته شود.

**۱۴-۸-۳-۳** شومینهٔ گازی باید چنان ساخته و نصب شود که کف اجاق آن به طور مشخص و آشکار جدا از کف اتاق باشد.

**۱۴-۸-۳-۴** شومینهٔ گازی باید مجهز به کنترل اطمینان وجود شعله باشد، تا در صورت از کار افتادن شمعک و روشن نشدن شومینه و یا خاموش شدن شعلهٔ اصلی، جریان گاز ورودی به شومینه را به طور خودکار قطع کند.

**۱۴-۸-۳-۵** شومینهٔ گازی باید مجهز به دمپر دستی تنظیم سطح مقطع دهانهٔ خروجی دود به دودکش باشد، تا بتوان براساس توصیهٔ کارخانهٔ سازنده، سطح خروجی دود را تنظیم کرد.

**۱۴-۸-۳-۶** در صورت تعبیهٔ شومینهٔ گازی در محفظهٔ ساختمانی، دریچه‌های ورودی هوا و دسترسی و پانل‌های رویهٔ دستگاه باید، برای تعمیرات و سرویس دوره‌ای، به‌آسانی بازشدنی و برداشتنی باشند.

**۱۴-۸-۳-۷** شومینهٔ گازی باید مجهز به شیر قطع و وصل دستی ورود گاز باشد. این شیر باید در خارج از اجاق دستگاه و نزدیک به آن و در اتاق نصب شومینه قرارگیرد.

### ۱۴-۸-۴ بخاری نفتی با دودکش

**۱۴-۸-۴-۱** بخاری نفتی باید طبق الزامات استانداردهای ملّی ۱۲۱۱۸، ۱۲۱۱۹ و ۱۲۱۲۰ طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد.

**۱۴-۸-۴-۲** بخاری نفتی باید مجهز به کنترل دستی تنظیم مقدار سوخت و شیردستی قطع و وصل سوخت باشد.

**۱۴-۸-۴-۳** بخاری نفتی، باید مجهز به دمپر تنظیم هوای مکشی یا مکش هوا، در لولهٔ رابط دودکش باشد.

**۱۴-۸-۴-۴** فاصلهٔ بخاری تا دیوارها نباید از ۱۵۰ میلی‌متر کمتر باشد. فاصلهٔ هر نوع پرده و مواد سوختنی با بخاری نباید کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد. نصب بخاری نفتی بر روی کف شیب‌دار ممنوع است.

### ۱۴-۸-۵ بخاری گازی با دودکش

**۱۴-۸-۵-۱** بخاری گازی با دودکش باید طبق الزامات استاندارد ملّی ۱-۱۲۲۰ و استاندارد ملّی تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۱۲۲۰، طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد.

**۱۴-۸-۵-۲** بخاری گازی برای روشن‌کردن باید مجهز به فندک خودکار، کنترل اطمینان وجود شعله و کنترل خودکار قطع گاز باشد، تا با خاموش شدن شعلهٔ اصلی یا شمعک، جریان گاز ورودی به دستگاه به طور خودکار قطع شود.

**۱۴-۸-۵-۳** بخاری گازی باید مجهز به شیر قطع و وصل دستی باشد.

**۱۴-۸-۵-۴** فاصلهٔ بخاری تا دیوارها نباید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد. فاصلهٔ هر نوع پرده و مواد سوختنی از بخاری نباید از ۳۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. نصب بخاری روی کف شیب‌دار ممنوع است.

### ۱۴-۸-۶ بخاری گازی بدون دودکش

**۱۴-۸-۶-۱** در واحد مسکونی، بخاری گازی بدون دودکش نباید تنها وسیلهٔ گرمایی موجود باشد.

**۱۴-۸-۶-۲** بخاری گازی بدون دودکش باید طبق الزامات مقرر در استاندارد ملّی ۷۲۶۸ و تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۷۲۶۸، طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد. همچنین مطابق استاندارد ANSI Z 21.11.2 مورد آزمون قرار گرفته باشد.

**۱۴-۸-۶-۳** علاوه بر ممنوعیت‌های مقرر در ردیف (۱۴-۸-۱-۳)، نصب بخاری گازی بدون دودکش در فضاهای واحدهای مسکونی به شرح زیر ممنوع است:

(۱) اتاق خواب؛

(۲) حمام، توالت و دستشویی؛

(۳) انباری.

**۱۴-۸-۶-۴** ظرفیت گرمایی بخاری گازی بدون دودکش نباید بیشتر از ۱۱/۷ کیلووات باشد. همچنین، ظرفیت گرمایی نباید از ۰/۲۱ کیلووات بر مترمکعب حجم اتاقی که دستگاه در آن قرار می‌گیرد، بیشتر باشد. اگر اتاق از طریق درب یا بازشوی دایمی مستقیماً با فضای دیگر مرتبط باشد، برای محاسبهٔ ظرفیت، می‌توان حجم این فضا را هم به حجم اتاق اضافه کرد.

**۱۴-۸-۶-۵** بخاری گازی بدون دودکش باید به کنترل وجود حداقل مقدار اکسیژن مجهز باشد، تا در صورت کاهش نسبت اکسیژن در هوای محیط از میزان تعیین شده در کارخانهٔ سازنده، جریان ورود گاز به دستگاه به طور خودکار قطع شود. این کنترل باید در کارخانه تنظیم گردد و امکان تغییر یا تنظیم مجدد توسط بهره‌بردار نداشته باشد. مقدار نسبت اکسیژن به هر حال نباید کمتر از ۱۸ درصد باشد.

**۱۴-۸-۶-۶** نصب، راه‌اندازی و بازدید ادواری بخاری گازی بدون دودکش باید توسط کارشناس فنی شرکت سازنده صورت‌گیرد.

### ۱۴-۸-۷ بخاری برقی

**۱۴-۸-۷-۱** بخاری برقی فقط برای گرم کردن فضاها و اتاق‌های کوچک باید استفاده شود.

**۱۴-۸-۷-۲** بخاری برقی با نصب ثابت باید بر طبق الزامات مندرج دراستاندارد ANSI/UL 499 و استاندارد ملّی تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۷۳۴۲، طراحی و ساخته شده باشد.

**۱۴-۸-۷-۳** کنترل بخاری برقی باید به صورت دستی و چند مرحله‌ای باشد و مقررات الکتریکیِ کلیدهای قطع و وصل و کنترل در مورد آن رعایت شود.

**۱۴-۸-۷-۴** بخاری برقی باید مجهز به کلید اصلی خودکار باشد، تا فقط در صورتی که مطابق توصیهٔ کارخانهٔ سازنده نصب شده است، روشن شود و در صورت افتادن بخاری و یا نصب نادرست، از روشن شدن بخاری جلوگیری کند.

**۱۴-۸-۷-۵** بخاری برقی باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها» نصب شود.

**۱۴-۸-۷-۶** در فضاهای مرطوب و خیس، نصب بخاری برقی مجاز نیست، مگر آنکه سازنده آن را برای نصب در چنین فضاهایی طراحی و ساخته باشد و مورد تأیید قرارگیرد.

**۱۴-۸-۷-۷** در مکان‌هایی که ممکن است در معرض ضربات یا صدمات فیزیکی قرارگیرد، نصب بخاری برقی مجاز نیست.

**۱۴-۸-۸ کورهٔ هوای گرم مستقیم**

**۱۴-۸-۸-۱** کورهٔ هوای گرم با سوخت گاز یا مایع باید مطابق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب شود.

**۱۴-۸-۸-۲** کورهٔ هوای گرم با سوخت گاز، از نظر ایمنی و عملکرد، باید مطابق الزامات مندرج در استاندارد ANSI Z 21.47 آزمایش و تأیید شود.

**۱۴-۸-۸-۳** کورهٔ هوای گرم با سوخت مایع، از نظر ایمنی و عملکرد، باید مطابق الزامات مندرج در استاندارد ANSI/UL 729 آزمایش و تأیید شود.

**۱۴-۸-۸-۴** نصب کورهٔ هوای گرم مستقیم در فضاهای زیر مجاز نیست:
الف) راهروهای دسترسی و هال آسانسورها در سالن اجتماعات، تئاتر و سینما
ب) راهروهای خروج اضطراری سالن اجتماعات، تئاتر و سینما

**۱۴-۸-۸-۵** فاصلهٔ کورهٔ هوای گرم تا دیوارها نباید از ۳۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. فاصلهٔ کورهٔ هوای گرم با هر نوع پرده و یا جدارهٔ سوختنی نباید کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد. فضای دسترسی در جلو دستگاه و محل مشعل و تابلوی کنترل باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر باشد. فاصلهٔ قسمت زیرین کوره تا کف باید دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

**۱۴-۸-۸-۶** ترموستات دستگاه باید در فضایی که با آن دستگاه گرم می‌شود، نصب گردد.

**۱۴-۸-۹ کورهٔ هوای گرم کانالی**

**۱۴-۸-۹-۱** کورهٔ هوای گرم کانالی با سوخت گاز یا مایع باید مطابق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب شود.

**۱۴-۸-۹-۲** کورهٔ هوای گرم کانالی با سوخت گاز یا مایع باید مطابق الزامات مندرج در ANSI/UL 727 آزمایش و تأیید شود. کورهٔ هوای گرم کانالی با گرم‌کنندهٔ برقی باید مطابق ANSI/UL 1995 آزمایش و تأیید شود.

**۱۴-۸-۹-۳** سطح مقطع آزاد و بدون مانع کانال‌های هوای تازه، رفت و برگشت، برای هر وات ظرفیت گرمایی کوره، نباید کمتر از ۴/۴ میلی‌متر مربع باشد.

**۱۴-۸-۹-۴** نصب کورهٔ هوای گرم کانالی در فضاهای زیر مجاز نیست:
الف) راهروهای دسترسی سالن اجتماعات، تئاتر و سینما؛
ب) راهروهای خروج اضطراری سالن اجتماعات، تئاتر و سینما.

**۱۴-۸-۹-۵** تأمین هوای تازه یا برگشت هوای کوره، از فضاهای زیر مجاز نیست:
الف) حمام؛
ب) توالت و دستشویی؛
پ) آشپزخانه؛
ت) گاراژ؛
ث) فضاهای با خطر.

**۱۴-۸-۹-۶** ترموستات دستگاه باید در فضایی که با همان دستگاه گرم می‌شود و یا بر روی کانال برگشت هوا، در ورود به دستگاه، نصب گردد.

**۱۴-۸-۹-۷** برای تأمین هوای تازه و جریان هوای رفت و برگشت، دستگاه باید مطابق الزامات مندرج در" فصل ششم"، کانال‌کشی شود. برگشت هوای یک واحد مسکونی نباید توسط دستگاه به واحد مسکونی دیگر فرستاده شود.

**۱۴-۸-۹-۸** دودکش کوره باید با رعایت الزامات مندرج در « فصل یازدهم، دودکش» طراحی، ساخته و نصب شود.

**۱۴-۸-۹-۹** ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع باید با رعایت الزامات مندرج در "فصل دوازدهم" این مبحث انجام گیرد.

### ۱۴-۸-۱۰ آب گرم‌کن با مخزن ذخیره

**۱۴-۸-۱۰-۱** آب گرم‌کن نفتی باید با رعایت الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۱۲۲۸ طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد.

**۱۴-۸-۱۰-۲** آب گرم‌کن گازی باید با رعایت الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۱۲۱۹ طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد.

**۱۴-۸-۱۰-۳** آب گرم‌کن برقی باید با رعایت الزامات مندرج در استانداردهای ملّی ۱۵۶۳، ایمنی برقی ۳۵-۲-۱۵۶۲ و تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۱۵۶۳، طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد.

**۱۴-۸-۱۰-۴** کابل برق و کلیدهای برقی باید با رعایت مقررات مندرج در «مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها» اتصال یابد.

**۱۴-۸-۱۰-۵** آب گرم‌کن باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب گردد. فاصلهٔ آب گرم‌کن با دیوارهای اطراف باید دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

**۱۴-۸-۱۰-۶** آب سرد و گرم آب گرم‌کن باید طبق الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم، تأسیسات بهداشتی» لوله‌کشی شود.

**۱۴-۸-۱۰-۷** گاز سوخت آب گرم‌کن گازی باید طبق الزامات مندرج در «مبحث هفدهم، لوله‌کشی گاز طبیعی» لوله‌کشی شود.

**۱۴-۸-۱۰-۸** آب گرم‌کن باید مجهز به کنترل‌کنندهٔ خودکار دما باشد. کنترل‌کنندهٔ دمای آب گرم‌کن گازی باید مورد تأیید "شرکت ملی گاز ایران" باشد.

**۱۴-۸-۱۰-۹** آب گرم‌کن باید مجهز به شیراطمینان فشار و دما، با فشار تنظیم شدهٔ ۱۰۳۵ کیلوپاسکال و دمای تنظیم شدهٔ ۹۹ درجهٔ سلسیوس، باشد. نصب هرگونه شیر بر روی لولهٔ خروجی شیراطمینان مجاز نیست. انتهای لولهٔ تخلیهٔ شیراطمینان باید بدون دنده باشد و تا ۳۰۰ میلیمتری کف اتاق محل نصب ادامه یابد. اتصال این لوله به شبکهٔ فاضلاب ساختمان مجاز نیست.

**۱۴-۸-۱۰-۱۰** آب گرم‌کن باید به شیرتخلیه مجهز باشد. اندازهٔ قطر شیرتخلیه باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده و دست‌کم برابر قطر دهانهٔ تخلیه باشد.

**۱۴-۸-۱۰-۱۱** آب گرم‌کن باید با عایق گرمایی پوشانده شود، ضخامت عایق باید به اندازه‌ای باشد که تلفات انرژی گرمایی از سطوح خارجی آبگرم کن از ۴۷ وات بر مترمربع بیشتر نشود. در محاسبهٔ اتلاف انرژی، دمای محیط محل نصب باید حداکثر ۱۸ درجهٔ سلسیوس در نظر گرفته شود.

**۱۴-۸-۱۰-۱۲** فشارکار مجاز آب گرم‌کن نباید از ۱۰۳۵ کیلوپاسکال بیشتر شود.

**۱۴-۸-۱۰-۱۳** ظرفیت ذخیرهٔ آب گرم‌کن باید دست‌کم برای هر واحد مسکونی یک‌خوابه ۷۵ لیتر، دوخوابه ۱۱۰ لیتر و سه‌خوابه ۱۵۰ لیتر، باشد.

**۱۴-۸-۱۰-۱۴** دودکش آب گرم‌کن باید مطابق مندرجات "فصل یازدهم" همین مبحث طراحی، ساخته و نصب شود.

### ۱۴-۸-۱۱ آب گرم‌کن گازی فوری بدون مخزن ذخیره

**۱۴-۸-۱۱-۱** آب گرم‌کن گازسوز فوری باید با رعایت الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۱۸۲۸ و تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۱۸۲۸، طراحی و ساخته و دارای علامت استاندارد باشد.

**۱۴-۸-۱۱-۲** آب گرم‌کن گازی فوری باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده و با رعایت استانداردهای " شرکت ملّی گاز ایران" نصب شود.

**۱۴-۸-۱۱-۳** ظرفیت آب گرم‌کن برای واحدهای مسکونی یک و دو خوابه باید دست‌کم ۱۲ لیتر در دقیقه و سه خوابه و بیش‌تر دست‌کم ۱۹ لیتر در دقیقه باشد.

**۱۴-۸-۱۱-۴** آب گرم‌کن باید به کنترل‌کنندهٔ دما، شیر خودکار کنترل جریان گاز، و سیستم جرقه‌زن و نظارت بر شعله مطابق استاندارد ملّی ۱۸۲۸، مجهز باشد.

### ۱۴-۸-۱۲ گرم‌کنندهٔ برقی سونا

**۱۴-۸-۱۲-۱** گرم‌کنندهٔ برقی سونا باید مطابق استاندارد ملّی ۵۳-۲-۱۵۶۲ باشد.

**۱۴-۸-۱۲-۲** گرم‌کنندهٔ برقی سونا باید در محلی نصب شود که امکان تماس و برخورد تصادفی افراد با آن به حداقل ممکن کاهش یابد. دستگاه باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب شود.

**۱۴-۸-۱۲-۳** این گرم‌کننده باید مجهز به حفاظ و پوشش مخصوص مورد تأیید باشد تا از تماس و برخورد افراد با آن جلوگیری شود. پوشش باید از مصالحی انتخاب شود که دارای ضریب هدایت حرارتی ناچیز باشد و موجب کاهش قابل توجه انتقال حرارت به اتاق سونا نشود. حفاظ و دریچهٔ دسترسی نباید در داخل جدارهای ساختمانی قرارگیرد و یا بصورت دایم به آنها متصل‌گردد.

**۱۴-۸-۱۲-۴** گرم‌کننده باید دارای ترموستات مخصوصی باشد که علاوه بر کنترل دمای دلخواه، حداکثر دما را به ۹۰ درجهٔ سلسیوس محدود کند. چنانچه ترموستات جزئی از گرم‌کننده نباشد، حسگر ترموستات باید در فاصلهٔ ۱۵۰ میلی‌متر از سقف اتاق نصب شود.

**۱۴-۸-۱۲-۵** گرم‌کننده باید به زمان‌سنج برای کارکرد حداکثر یک ساعت پس از هر بار روشن شدن، مجهز باشد و سپس به صورت خودکار خاموش شود. این زمان‌سنج باید در خارج از اتاق سونا نصب شود.

**۱۴-۸-۱۲-۶** اتاق سونا باید به دریچهٔ تهویهٔ طبیعی مجهز باشد. ابعاد این دریچه که در بالای در ورودی اتاق سونا نصب می‌شود، نباید از ۱۰۰×۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

**۱۴-۸-۱۲-۷** بر روی در ورودی اتاق سونا، باید تابلویی که مضمون زیر با خط خوانا بر روی آن نوشته شده است، نصب گردد:
«حداکثر زمان ماندن در سونا ۳۰ دقیقه است. اقامت بیشتر ممکن است برای سلامتی زیان‌آور باشد. افراد با سابقهٔ بیماری‌های قلبی و تنفسی، باید در مورد استفاده از سونا با پزشک مشورت کنند».

### ۱۴-۸-۱۳ کولرگازی

**۱۴-۸-۱۳-۱** کولرهای گازی پنجره ای و اسپیلیت دو تکه باید از نظر عملکردی با رعایت الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۶۰۱۶ و از جنبهٔ ایمنی برقی مطابق استاندارد ملّی ۴۰-۲-۱۵۶۲ طراحی، ساخته و

دارای علامت استاندارد باشند. همچنین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی کولر گازی پنجره ای مطابق استاندارد ملّی ۲-۶۰۱۶ و کولر اسپیلیت مطابق ۱۰۶۳۸ رعایت شده و دارای علامت برچسب انرژی باشند. کولر گازی کانال‌دار باید با رعایت الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۶۹۴۲ طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد.

**۱۴-۸-۱۳-۲** کولرگازی باید براساس توصیهٔ کارخانهٔ سازنده نصب شود و همهٔ قطعات آن برای بازبینی و تعمیرات، به‌راحتی در دسترس باشد.

**۱۴-۸-۱۳-۳** کابل‌کشی‌های برقی، پریز، حفاظت و اتصال زمین دستگاه باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها» انجام شود.

**۱۴-۸-۱۳-۴** طراحی و ساخت اجزای سیکل تبرید و انتخاب نوع مبرِّد باید براساس مندرجات فصل سیزدهم این مبحث باشد.

**۴-۸-۱۳-۵** کولرگازی باید مجهز به کنترل کنندهٔ دما و کلید انتخاب دور دمندهٔ هوا باشد.

### ۱۴-۸-۱۴ کولرآبی

**۱۴-۸-۱۴-۱** کولرآبی باید با رعایت الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۴۹۱۰ طراحی، ساخته و دارای علامت استاندارد باشد. همچنین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی این نوع کولر طبق استاندارد ملّی ۲-۴۹۱۰ رعایت شده و دارای علامت برچسب انرژی باشد.

**۱۴-۸-۱۴-۲** کولرآبی باید براساس دستورالعمل کارخانهٔ سازنده و با رعایت الزامات زیر نصب شود:
الف) کولرآبی نباید بالای معابر عمومی نصب شود، مگر آنکه در زیر آن سینی قطره‌گیر با لولهٔ تخلیهٔ به دور از معابر تعبیه شود.
ب) کولرآبی باید در محلی نصب شود که احتمال ورود هوای آلوده، ذرات گردوغبار، گازهای زیان‌آور و بوهای نامطبوع به داخل آن وجود نداشته باشد.
پ) کولرآبی باید دست‌کم ۳ متر از دهانهٔ دودکش فاصله افقی داشته باشد، مگر آنکه این دهانه دست‌کم یک متر از سطح رویی کولر بالاتر باشد.
ت) کولرآبی باید دست‌کم ۳ متر از دهانهٔ هواکش فاضلاب ساختمان فاصلهٔ افقی داشته باشد، مگر آنکه این دهانه دست‌کم یک متر از سطح رویی کولر بالاتر باشد.

ث) در اطراف کولر، باید به‌میزان دست‌کم ۶۰۰ میلی‌متر و در زیر کولر دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر، فضای دسترسی و سرویس باشد.

**۱۴-۸-۱۴-۳** کابل‌کشی برق و حفاظت الکتریکی دستگاه باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها» انجام شود.

**۱۴-۸-۱۴-۴** کانال‌کشی هوای کولر باید با رعایت الزامات مندرج در "فصل ششم" این مبحث انجام شود.

**۱۴-۸-۱۴-۵** لوله‌کشی آب تغذیهٔ کولرآبی، باید با شیر قطع و وصل مستقل باشد. لوله سرریز آب اضافه و تخلیهٔ کولر، اگر به شبکهٔ فاضلاب وارد می‌شود، باید غیر مستقیم و با رعایت الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم، تأسیسات بهداشتی» باشد. در نصب کولر در تراس یا بالکن، پیش‌بینی کف‌شوی به قطر اسمی حداقل ۵۰ میلی‌متر، الزامی است.

# ۱۴-۹ تأمین هوای احتراق

**۱۴-۹-۱ کلیات**

**۱۴-۹-۱-۱** دامنهٔ کاربرد

الف) تأسیسات تأمین هوای احتراق باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات طراحی، نصب و بازرسی شود.

(۱) در تأسیسات مکانیکی ساختمان، برای تأمین هوای لازم برای احتراق انواع دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز که برای گرم یا خنک کردن فضاهای داخل ساختمان و یا تهیهٔ آب گرم مصرفی ساختمان نصب می‌شوند، باید الزامات این فصل از مقررات رعایت گردد.

ب) در این فصل، منظور از "تأمین هوای احتراق"، تأمین هوای لازم و کافی برای عملکرد صحیح دستگاه با سوخت مایع یا گاز است.

(۱) تأمین هوای مورد نیاز برای دیگر نیازهای فضای نصب دستگاه با سوخت مایع یا گاز، از جمله برای تعویض هوا یا جبران بارهای گرمایی و سرمایی، خارج از الزامات این فصل است.

(۲) تأمین هوای احتراق دستگاه با سوخت مایع یا گاز که تمام هوای مورد نیاز احتراق را مستقیماً از خارج ساختمان می‌گیرد و دود حاصل از احتراق را مستقیماً به خارج از ساختمان می‌فرستد، خارج از حدود این فصل از مقررات است. هوای احتراق این نوع دستگاه باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده تأمین شود.

پ) تأمین هوای مورد نیاز دستگاه‌های زیر خارج از حدود این فصل از مقررات است:

(۱) کورهٔ کاملاً بسته

(۲) دستگاه پخت و پز

(۳) یخچال‌های نفتی و گازی

(۴) ماشین رخت خشک‌کن گازی

**۱۴-۹-۱-۲** لزوم تامین هوای احتراق

الف) هر بخش از ساختمان که در آن دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، مانند دیگ آب گرم، دیگ بخار، کورهٔ هوای گرم، آب گرم‌کن و دستگاه‌های مشابه، نصب می‌شود، باید به مقدار لازم و کافی هوا برای احتراق دریافت کند.

(۱) در صورت نصب چند دستگاه با سوخت مایع یا گاز در یک فضا، باید هوای احتراق برای کار هم‌زمان همهٔ دستگاه‌ها محاسبه و تأمین شود.

ب) در فضای کاملاً بسته و بدون پیش‌بینی برای دریافت هوای احتراق، نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز مجاز نیست.

(۱) دیگ دیواری آب گرم از نوع گازسوز تیپ "C" که در «(۱۴-۷-۳-۱) "ب"» آمده است، همهٔ هوای مورد نیاز احتراق را از بیرون دریافت می‌کند و می‌تواند در فضای بسته نصب شود.

**۱۴-۹-۱-۳** منابع غیر مجاز

الف) تأمین هوای احتراق از منابع زیر مجاز نیست:

(۱) فضایی که در آن گازهای خطرناک وجود دارد؛

(۲) فضایی که در آن بخارهای قابل اشتعال وجود دارد؛

(۳) فضایی که در آن گردوغبار و ذرات مواد جامد انتشار می‌یابد؛

(۴) موتورخانهٔ تبرید ساختمان، مگر آنکه سیستم تبرید از نوع جذبی باشد؛

(۵) حمام، توالت و انباری؛

(۶) فضایی که احتمال سیل گرفتگی دارد.

**۱۴-۹-۱-۴** اختلال در تأمین هوای احتراق

الف) در فضایی که در آن دستگاه با سوخت مایع یا گاز نصب می‌شود، باید گردش آزاد هوا وجود داشته باشد.

ب) در فضایی که در آن دستگاه با سوخت مایع یا گاز نصب می‌شود، نباید دستگاه دیگری که جریان انتقال هوا را مختل می‌کند، نصب شود.

(۱) اگر در این فضا دستگاه دیگری نصب می‌شود، سیستم تأمین هوا باید طوری طراحی شود که مکش هوا برای آن دستگاه موجب جریان معکوس یا کمبود هوای مورد نیاز دستگاه با سوخت مایع یا گاز نشود.

(۲) اگر در فضای نصب دستگاه با سوخت مایع یا گاز هواکش نصب می‌شود، تخلیهٔ هوای این مکنده نباید در جریان هوای احتراق اختلالی ایجاد کند یا جهت جریان هوا را معکوس‌کند.

**۱۴-۹-۱-۵** تأمین هوای احتراق از کانال زیر کف

الف) هوای احتراق مورد نیاز فضایی که دستگاه با سوخت مایع یا گاز در آن نصب می‌شود، ممکن است از کانال زیر کف تأمین شود. در این صورت فضای کانال باید با بازشوی دایمی، مستقیماً به هوای آزاد بیرون مربوط باشد.

(۱) هوای آزاد بیرون باید بدون هیچ مانع، در مسیر داخل فضای کانال تا دریچهٔ ورودی هوا به داخل فضای نصب دستگاه، جریان پیدا کند.

(۲) سطح آزاد دهانهٔ ورود هوا از بیرون به فضای کانال، باید دست‌کم دو برابر سطح آزاد بازشوی مورد نیاز دستگاه باشد.

(۳) سطح مقطع آزاد مسیر عبور هوا از فضای کانال دست‌کم باید با سطح آزاد دریچهٔ ورود هوا به داخل آن برابر باشد.

(۴) احتمال مسدود شدن دهانهٔ ورود هوا از بیرون با برف و یخ و عوامل دیگر، نباید وجود داشته باشد.

**۱۴-۹-۱-۶** تأمین هوای احتراق از فضای زیر شیروانی

الف) هوای احتراق مورد نیاز فضایی که دستگاه با سوخت مایع یا گاز در آن نصب می‌شود، ممکن است از فضای زیر شیروانی ساختمان تأمین شود. در این صورت فضای زیر شیروانی باید با بازشوی دایمی و بسته نشدنی، مستقیماً به هوای آزاد بیرون مربوط شود.

(۱) هوای آزاد بیرون باید در مسیر داخل فضای زیر شیروانی تا دهانهٔ ورود هوا به محل نصب دستگاه، بدون هیچ مانع جریان داشته باشد. دهانهٔ کانال ورود هوای احتراق باید دست‌کم تا ۱۵۰ میلی‌متر بالاتر از کف فضای زیر شیروانی ادامه یابد. ارتفاع فضای زیر شیروانی در بلندترین نقطه، نباید کمتر از ۷۶۰ میلی‌متر باشد.

(۲) برای تهویهٔ فضا و تأمین هوای احتراق دستگاه، باید دهانهٔ ورودی هوا به فضای زیرشیروانی اندازهٔ مناسب داشته باشد.

(۳) احتمال بسته شدن دهانهٔ ورودی هوای بیرون، با برف و یخ و عوامل دیگر، نباید وجود داشته باشد.

## ۱۴-۹-۲ تأمین هوای احتراق از داخل ساختمان

**۱۴-۹-۲-۱** فضای با درزبندی معمولی

الف) در ساختمان‌های با درزبندی معمولی، که فضای نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز بیش از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت (۵۰ فوت مکعب برای هر ۱۰۰۰ بی‌تی‌یو در

ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها حجم دارد، هوای احتراق مورد نیاز دستگاه‌ها صرفاً با تعویض هوای طبیعی و نفوذ هوا به داخل آن فضا، تأمین خواهد شد.

ب) اگر حجم فضای نصب دستگاه‌ها کمتر از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت (۵۰ فوت مکعب برای هر ۱۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها باشد، ممکن است هوای احتراق از فضای مجاور آن تأمین شود. در این صورت، مجموع حجم فضای محل نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور دست‌کم باید یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، باشد.

(۱) گرفتن هوای احتراق از فضای مجاور به شرطی مجاز است که این فضا طبق فصل «(۱۴-۴) تعویض هوا» دارای حداقل تعویض هوا باشد.

(۲) برای جریان هوا بین محل نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور، دست‌کم دو دهانهٔ باز بدون مانع و بسته نشدنی باید پیش‌بینی شود که یکی به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از کف و دیگری به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از سقف فضای نصب دستگاه‌ها، روی درب یا جدار بین این دو فضا، نصب شوند.

(۳) سطح آزاد هر یک از این دهانه‌ها دست‌کم باید برابر ۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۳۸ کیلوکالری در ساعت (یک اینچ مربع برای هر ۱۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، باشد. در هرحال سطح آزاد هریک از این دهانه‌ها، نباید از ۶۴،۵۰۰ میلی‌متر مربع، کمتر باشد.

(۴) اندازهٔ هر ضلع دهانه‌های ورود هوا نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر باشد.

**۱۴-۹-۲-۲** فضای با درزهای هوابند

الف) در ساختمان با درزهای هوابند بدون توجه به حجم فضا، باید با نصب دو دهانه طبق «(۱۴-۹-۳-۲) "الف"»، هوای مورد نیاز فضایی که در آن دستگاه با سوخت مایع یا گاز نصب می‌شود، از خارج ساختمان تأمین شود.

## ۱۴-۹-۳ تأمین هوای احتراق از خارج ساختمان

**۱۴-۹-۳-۱** کلیات

الف) در شرایط زیر که تأمین تمام هوای احتراق از فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز ممکن نیست، تمام یا بخشی از این هوا باید از خارج ساختمان تأمین شود:

(۱) حجم فضای محل نصب دستگاه‌ها برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، کمتر از یک مترمکعب باشد.

(۲) مجموع حجم فضای نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، کمتر از یک متر مکعب باشد.
(۳) ساختمان با درزهای هوابند باشد.

**۱۴-۹-۳-۲** دریافت همهٔ هوای احتراق از خارج ساختمان

الف) در صورت گرفتن همهٔ هوای مورد نیاز احتراق از خارج، باید دست‌کم دو دهانهٔ دایمی و بسته نشدنی در بالا و پایین، یکی به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از کف و دیگری به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از سقف فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز پیش‌بینی شود که، مستقیماً یا از طریق کانال‌های افقی یا قائم، به هوای خارج مربوط شوند.
(۱) اندازهٔ هر ضلع دهانه‌های ورودی هوا نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر باشد.
(۲) اگر دهانه‌های ورودی هوا مستقیماً به هوای خارج باز شوند، هر دهانه باید دست‌کم ۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۱۵۵ کیلوکالری درساعت (یک اینچ مربع برای هر ۴۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، سطح آزاد داشته باشد.
(۳) اگر تأمین هوا از طریق کانال افقی است، که یک دهانهٔ آن به هوای خارج و دهانهٔ دیگر به فضای محل نصب دستگاه‌ها باز می‌شود، در این حالت، هر دهانه باید دست‌کم ۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۷۷ کیلوکالری در ساعت (یک اینچ مربع برای هر ۲۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، سطح آزاد داشته باشد و سطح مقطع کانال نیز نباید از سطح آزاد دهانهٔ ورودی هوا کمتر باشد.
(۴) اگر تأمین هوا از طریق کانال قائم است، که یک دهانهٔ آن به هوای خارج و دهانهٔ دیگر به فضای محل نصب دستگاه‌ها باز می‌شود، در این حالت، هر دهانه باید دست کم ۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۱۵۵ کیلوکالری در ساعت (یک اینچ مربع برای هر ۴۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، سطح آزاد داشته باشد و سطح مقطع کانال نیز نباید کمتر از سطح آزاد دهانهٔ ورودی هوا باشد.

ب) در صورتی‌که تأمین هوای احتراق از خارج ساختمان فقط برای دستگاه گازسوز باشد و فضای محل نصب دستگاه دارای درزبندی معمولی است، می‌توان با نصب یک دهانهٔ مستقیم از فضای محل نصب دستگاه به خارج از ساختمان، یا از طریق کانال افقی یا قائم و با رعایت الزامات زیر، هوا را از خارج تأمین کرد:
(۱) دهانهٔ ورود هوا به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از سقف نصب شود.
(۲) سطح آزاد دهانهٔ ورود هوا دست‌کم ۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۱۱۶ کیلوکالری در ساعت (یک اینچ مربع برای هر ۳۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، باشد.

(۳) سطح مقطع کانال افقی یا قائم دست‌کم برابر سطح آزاد دهانهٔ ورود هوا باشد.

### ۱۴-۹-۴ تأمین هم زمان هوای احتراق از داخل و خارج ساختمان

**۱۴-۹-۴-۱** فضای با حجم ناکافی

الف) در ساختمان با درزبندی معمولی، اگر حجم فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز ناکافی (کمتر از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت) باشد، می‌توان با نصب دهانه‌های ورودی هوا از خارج، هوای مورد نیاز احتراق را هم‌زمان از داخل و خارج تأمین‌کرد.

(۱) هوای خارج باید با نصب دهانه‌های باز روی جدارهای فضای محل نصب دستگاه‌ها، مستقیماً یا از طریق کانال افقی یا قائم، به ترتیبی که در «(۱۴-۹-۳) تأمین هوا از خارج» آمده است، گرفته شود.

(۲) برای تأمین هوای مورد نیاز احتراق دستگاه‌ها باید، مقدار هوای داخل به اضافهٔ جمع کل هوای وارد شده از خارج، کافی باشد.

**۱۴-۹-۴-۲** فضای با حجم کافی

الف) در ساختمان با درزهای هوابند، حتی اگر حجم فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز بیش از یک مترمکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت باشد، هم‌چنان باید هوای مورد نیاز احتراق، طبق ردیف «(۱۴-۹-۳-۲)"الف"»، با نصب دهانه‌های ورود هوا، از خارج ساختمان تأمین شود.

### ۱۴-۹-۵ تأمین مکانیکی هوای احتراق

**۱۴-۹-۵-۱** کلیات

الف) برای فضایی که در آن دستگاه‌های با سوخت مایع و گاز نصب شده است، ممکن است هوای احتراق با یک سیستم مکانیکی مستقل تأمین شود.

(۱) سیستم مکانیکی تأمین هوای احتراق باید به یک دستگاه پشتیبان با ظرفیت مشابه مجهز باشد.

(۲) برای تأمین هوای احتراق، استفاده از سیستم تهویهٔ مطبوع یا تعویض هوای مکانیکی ساختمان، مجاز نیست.

**۱۴-۹-۵-۲** مقدار هوای احتراق

الف) مقدار هوایی که با سیستم تأمین مکانیکی هوای احتراق به فضای محل نصب دستگاه‌های با

سوخت مایع یا گاز فرستاده می‌شود باید، دست‌کم برابر یک مترمکعب در ساعت برای هر ۳۵۵ کیلوکالری در ساعت (یک فوت‌مکعب در دقیقه برای هر ۲۴۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، باشد.

**۱۴-۹-۵-۳** سیستم تأمین مکانیکی هوای احتراق و مشعل هر یک از دستگاه‌ها باید به هم وابسته و مرتبط باشند به طوری‌که اگر سیستم تأمین مکانیکی هوا از کار بیفتد، مشعل نیز به طور خودکار خاموش شود.

### ۱۴-۹-۶ دهانه‌ها و کانال‌های ورودی هوای احتراق

**۱۴-۹-۶-۱** دهانه‌های ورودی هوا

الف) دهانهٔ ورود هوای احتراق در جایی باید باشد که هوای مورد نیاز احتراق را به طور دایم و بدون مانع تأمین کند.

(۱) اگر توری بر روی این دهانه نصب می‌شود، اندازهٔ چشمه‌های توری باید حداقل ۱۳ میلی‌متر و حداکثر ۲۶ میلی‌متر باشد.

(۲) اگر دریچه‌ای از نوع فلزی بر روی این دهانه نصب می‌شود، سطح آزاد آن نباید بیش از ۷۵ درصد محاسبه شود مگر آنکه کارخانهٔ سازندهٔ دریچه، درصد دیگری توصیه کرده باشد.

(۳) اگر دریچه‌ای از نوع چوبی بر روی دهانه نصب می‌شود، سطح آزاد آن نباید بیش از ۲۵ درصد محاسبه شود.

(۴) در بیرون ساختمان، تراز زیر دهانهٔ دریافت هوای احتراق دست‌کم باید ۳۰۰ میلی‌متر از تراز زمین مجاور بالاتر باشد.

(۵) فضای باقی مانده در اطراف دودکش و لوله‌ها و کابل‌ها، در عبور از جدارهای فضای نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، نباید دهانهٔ ورودی هوای احتراق تلقی شود.

**۱۴-۹-۶-۲** دمپر

الف) اگر دمپر تنظیم، دمپر آتش یا دمپر دود، که با دریافت فرمان به طور خودکار بسته می‌شود، بر روی کانال یا دهانهٔ تأمین هوای احتراق نصب شود، این دمپر باید با مشعل دستگاه مرتبط باشد، چنان‌که با بسته شدن دمپر، مشعل نیز به طور خودکار خاموش شود.

ب) نصب هیچ نوع دمپر دستی بر روی دهانهٔ ورود هوا یا کانال تأمین هوای احتراق، مجاز نیست.

**۱۴-۹-۶-۳** کانال ورود هوای احتراق

الف) جنس کانال ورود هوای احتراق از خارج، یا از فضاهای مجاور محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، باید فولادی گالوانیزه، فولادی زنگ‌ناپذیر و یا آلومینیومی باشد.

(۱) کانال هوا باید با رعایت الزامات مقرر در فصل «(۱۴-۶) کانال‌کشی» طراحی و ساخته شود.

(۲) سطح آزاد و بدون مانع کانال نباید از ۱۰،۰۰۰ میلی‌متر مربع کمتر باشد.

(۳) سطح مقطع کانال نباید کمتر از سطح آزاد دهانهٔ متصل به آن باشد.

ب) هر کانال باید فقط برای تأمین هوای احتراق یک فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز به کار رود.

پ) یک کانال نباید هم به دهانهٔ ورودی بالا و هم دهانهٔ ورودی پایین هوا برساند. برای هر دهانهٔ ورودی هوا باید کانال مستقل نصب شود.

ت) کانال افقی تأمین هوای احتراق که در بالا قرار دارد، نباید به طرف نقطهٔ ورودی هوای خارج، شیب روبه پایین داشته باشد.

ث) در صورت بازشدن کانال ورودی هوای احتراق به فضای زیر شیروانی، نباید در دهانهٔ کانال توری نصب شود.

### ۱۴-۹-۷ حفاظت در برابر گازها و بخارات خطرناک

الف) گرفتن هوای احتراق از فضاهایی مانند آرایشگاه و سالن‌های زیبایی، که در آنها معمولاً از مواد شیمیایی که گازهای خورنده و قابل اشتعال تولید و منتشر می‌کنند استفاده می‌شود، مجاز نیست. در این نوع فضاها، دستگاه با سوخت مایع یا گاز یا باید از نوعی باشد که تمام هوای مورد نیاز احتراق را مستقیماً از خارج ساختمان می‌گیرد و یا با پیش‌بینی ورود هوای احتراق از بیرون ساختمان، در فضای جداگانه نصب شود.

# ۱۰-۱۴ لوله‌کشی

**۱-۱۰-۱۴ دامنهٔ کاربرد**

**۱-۱-۱۰-۱۴** لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات «(۱۰-۱۴) لوله‌کشی» طراحی، نصب، آزمایش و بازرسی شود.

الف) در تأسیسات مکانیکی ساختمان، لوله‌کشی‌های زیر باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات انجام گیرد:

(۱) لوله‌کشی آب گرم‌کننده؛

(۲) لوله‌کشی بخار؛

(۳) لوله‌کشی بخار چگالیده؛

(۴) لوله‌کشی آب سردکننده؛

(۵) لوله‌کشی آب خنک‌کنندهٔ مخصوص خنک‌کردن کندانسور.

ب) در محوطهٔ اختصاصی یک یا چند ساختمان، لوله‌کشی‌های مندرج در «(۱۴-۱۰-۱-۱)"الف"»، باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات انجام یابد.

**۲-۱-۱۰-۱۴** لوله‌کشی‌های زیر خارج از حدود این فصل از مقررات است:

الف) لوله‌کشی محوطهٔ شهرک‌ها؛

ب) در تأسیسات مکانیکی ساختمان؛

(۱) لوله‌کشی سوخت مایع یا گاز

(۲) لوله‌کشی تغذیهٔ سیستم‌های گرمایی یا سرمایی با آب مصرفی

(۳) لوله‌کشی تخلیهٔ آب سیستم‌های گرمایی یا سرمایی

(۴) لوله‌کشی تخلیهٔ چگالیدهٔ بخار آب بر روی کویل سرمایی

(۵) لوله‌کشی سیستم تبرید

پ) لوله‌کشی آب گرم‌کننده، بخار، بخار چگالیده، آب سردکننده و آب خنک‌کننده، به منظورهای صنعتی و تولیدی، در ساختمان‌های صنعتی.

### ۱۴-۱۰-۲ طراحی لوله‌کشی

#### ۱۴-۱۰-۲-۱ کلیات

الف) طراحی لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان باید طبق روش‌های مهندسی مورد تأیید انجام شود. روش‌های مهندسی به‌کار رفته در تعیین اندازهٔ لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی، باید مورد تأیید باشد.

(۱) اندازهٔ لوله‌ها باید برای تأمین جریان سیّال به مقدار لازم و با سرعت مناسب در هر سیستم کافی باشد.

(۲) اندازهٔ لوله‌ها باید طوری باشد که سرعت جریان سیّال موجب تولید صدای آزاردهنده و خوردگی و پوسیدگی زود هنگام لوله‌ها نشود. کاهش سرعت جریان سیّال در لوله‌ها، باید تا حدی صورت‌گیرد که افزایش قطر لوله‌ها موجب افزایش غیرقابل توجیه هزینهٔ لوله‌کشی نگردد.

ب) برای کاهش اثر ضربهٔ قوچ در لوله‌کشی، سرعت جریان سیّال باید کنترل شود.

(۱) در نقاطی از لوله‌کشی (غیر از لوله‌کشی بخار)، که شیر قطع سریع قرار دارد، باید وسیلهٔ حذف ضربهٔ قوچ از نوع مورد تأیید، نصب شود.

(۲) وسیلهٔ حذف ضربهٔ قوچ باید در محل مناسب دسترس‌پذیر و در فاصلهٔ مناسب با شیر قطع سریع، نصب شود.

#### ۱۴-۱۰-۲-۲ نقشه‌ها

الف) پیش از اقدام به لوله‌کشی، نقشه‌های آن باید برای بررسی و تصویب، به مقام مسئول امور ساختمان ارائه شود.

ب) نقشه‌های لوله‌کشی باید شامل دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان مرتبط با لوله‌کشی، مسیر و قطر اسمی لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی به قرار زیر باشد:

(۱) روش‌های نصب، حفاظت و نگهداری لوله‌کشی باید در مدارک پیوست نقشه‌ها ارائه شود؛

(۲) نقشه‌ها باید شامل پلان لوله‌کشی طبقات، رایزر دیاگرام، دیاگرام جریان در موتورخانهٔ مرکزی و موتورخانه‌های فرعی و نقشه‌های جزئیات باشد؛

(۳) در نقشه‌ها و مدارک پیوست آن، باید دما و فشار کار طراحی و مشخصات مصالح انتخابی، معین شده باشد؛

(۴) مقیاس نقشه‌ها نباید از یک صدم کوچک‌تر باشد، مگر در نقشهٔ محوطه و با تأیید؛
(۵) علائم نقشه‌کشی باید بر طبق یکی از استانداردهای مورد تأیید باشد.

**۱۴-۱۰-۲-۳** مسیر لوله‌ها

الف) لوله‌کشی باید در مسیرهایی انجام شود که در اطراف لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی، فضای لازم برای بازدید، تعمیر، تعویض و کار با ابزار عادی وجود داشته باشد.
ب) لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی نباید در دیوار یا کف دفن شود، مگر در شرایطی که در «(۱۴-۱۰-۴-۱)»، مقرر شده است.

## ۱۴-۱۰-۳ مصالح لوله‌کشی

**۱۴-۱۰-۳-۱** کلیات

الف) مصالح لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در «(۱۴-۱۰-۳) مصالح لوله‌کشی»، انتخاب و کنترل شود.
ب) بر روی هر قطعه از لوله، وصاله، فلنج، شیر و دیگر اجزای لوله‌کشی باید مارک کارخانهٔ سازنده و استاندارد مورد تأیید که آن قطعه بر طبق آن ساخته شده است، به صورت ریختگی یا مهر پاک‌نشدنی، نقش شده باشد.

**۱۴-۱۰-۳-۲** شرایط کار سیستم

الف) لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید برای شرایط کار سیستم شامل دمای کار طراحی، فشار کار طراحی و نوع سیّال داخل لوله، مناسب باشد.
ب) مصالح انواع سیستم‌های لوله‌کشی، که نوع کاربرد و شرایط کار آن‌ها در جدول (۱۴-۱۰-۱) طبقه‌بندی شده است، باید مطابق استانداردهای مقرر در «(۱۴-۱۰-۳) مصالح لوله‌کشی»، انتخاب شود.
(۱) انتخاب مصالح لوله‌کشی با استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر مشخصات، مقاومت مکانیکی و شیمیایی و اندازه، مشابه استانداردهای مقررشده و مورد تأیید باشد.
(۲) مصالح لوله‌کشی برای سیستم‌های دیگری که شرایط کار آن‌ها خارج از محدودهٔ طبقه‌بندی شده در جدول (۱۴-۱۰-۱) است، باید با تأیید مسئول امور ساختمان انتخاب گردد.

**۱۴-۱۰-۳-۳** انتخاب لوله

الف) لوله‌های مورد استفاده در تأسیسات گرمایی و سرمایی، در انواع سیستم‌ها و شرایط کار مقررشده درجدول (۱۴-۱۰-۱)، باید از نوع فولادی‌سیاه، مسی و یا ترموپلاستیک، انتخاب شود.

ب) در تأسیسات مکانیکی ساختمان، لوله‌های فولادی‌سیاه و مسی باید مطابق یکی از استانداردهای مقرر شده در جدول (۱۴-۱۰-۲) باشد.

**جدول (۱۴-۱۰-۱): طبقه‌بندی سیستم‌های لوله‌کشی در تأسیسات گرمایی و سرمایی**

| انواع سیستم‌های لوله‌کشی | | بیشینهٔ دمای کار | | بیشینهٔ فشار کار | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درجهٔ سلسیوس | درجهٔ فارنهایت | کیلوپاسکال | بار | پوند بر اینچ مربع |
| لوله‌کشی آب گرم‌کننده | دمای پایین | ۱۲۰ | ۲۵۰ | ۱۱۰۰ | ۱۱ | ۱۶۰ |
| | دمای متوسط | ۱۷۵ | ۳۵۰ | ۱۰۳۰ | ۱۰/۳ | ۱۵۰ |
| | دمای بالا | ۲۳۰ | ۴۵۰ | ۲۱۰۰ | ۲۱ | ۳۰۰ |
| لوله‌کشی بخار اشباع | کم فشار | ۱۲۰ | ۲۵۰ | ۱۰۰ | ۱ | ۱۵ |
| | پرفشار | >۱۲۰ | >۲۵۰ | >۱۰۰ | >۱ | >۱۵ |
| لوله‌کشی بخار چگالیده | کم فشار | ۱۲۰ | ۲۵۰ | ۱۰۰ | ۱ | ۱۵ |
| | پرفشار | >۱۲۰ | >۲۵۰ | >۱۰۰ | >۱ | >۱۵ |
| لوله‌کشی آب سردکننده | | ۱۲/۸ | ۵۵ | ۸۵۰ | ۸/۵ | ۱۲۵ |
| لوله‌کشی آب خنک‌کننده | | ۴۰ | ۱۰۴ | ۸۵۰ | ۸/۵ | ۱۲۵ |

پ) لولهٔ فولادی سیاه

(۱) در لوله‌کشی سیستم‌های آب گرم‌کننده، بخار و بخارچگالیده، کاربرد لولهٔ فولادی گالوانیزه مجاز نیست.

(۲) در شرایط دشوار، که لوله در محیط خورنده نصب می‌شود یا در معرض ضربات فیزیکی قرار می‌گیرد و یا در صورت خم کردن، لوله باید از نوع بی‌درز باشد.

(۳) در صورتی‌که اتصال لوله به لوله، یا لوله به وصاله از نوع دنده‌ای است، در هر مورد، حداکثر فشار کار مجاز لوله‌کشی باید با استفاده از روش‌هایی که در استاندارد مربوط مقرر شده، محاسبه شود.

**جدول (۱۴-۱۰-۲): انتخاب لوله‌های فولادی سیاه و مسی برای تأسیسات مکانیکی ساختمان**

| جنس لوله | قطر اسمی لوله | استاندارد ملّی ایران | استاندارد ISO | استاندارد EN | استاندارد ANSI/ASTM |
|---|---|---|---|---|---|
| فولادی سیاه | تا ۶ اینچ (۱۵۰میلی‌متر) | 423, 9330, 6771 | 65 | 10255 | A53 |
| | بالاتر از ۶ اینچ (۱۵۰میلی‌متر) | 9330, 6771 | 4200 | 10220 | A53 |
| مسی | تا ۲ اینچ (۵۰ میلی متر) | --- | 274 | 1057 | B88 |

ت) لولهٔ مسی

(۱) در لوله‌کشی تأسیسات گرمایی و سرمایی با لولهٔ مسی، فقط لوله‌های بی‌درز با قطر خارجی حداکثر تا ۵۴ میلی‌متر، کاربرد مجاز دارد.

(۲) در لوله‌کشی تأسیسات گرمایی با دمای کار بیش از ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس، نباید از لولهٔ مسی استفاده کرد.

(۳) در لوله‌کشی بخار و بخارچگالیده، استفاده از لولهٔ مسی مجاز نیست.

ث) لولهٔ ترموپلاستیک

(۱) در تأسیسات مکانیکی ساختمان با دمای کار حداکثر ۸۰ درجهٔ سلسیوس و فشار کار حداکثر ۱۰ بار، می‌توان از لولهٔ ترموپلاستیک تک‌لایه و چندلایه طبق مشخصات و یکی از استانداردهای مندرج در جدول (۱۴-۱۰-۳) استفاده کرد.

**جدول(۱۴-۱۰-۳): انتخاب لوله ترموپلاستیک تک‌لایه و چندلایه برای تأسیسات مکانیکی ساختمان**

| تعداد لایه | نوع لوله | استاندارد ملّی | استاندارد ISO | استاندارد اروپایی | استاندارد ANSI/ASTM |
|---|---|---|---|---|---|
| تک لایه | PEX | 13205-1,2,3,5 | 15875-1,2,3,5 | BS 7291-3<br>DIN 16892,16893 | F876<br>F877 |
| | PE-RT Type2 | 13252-1,2,3,5 | 22391-1,2,3,5 | DIN 16833,16834 | F2769<br>F2623 |
| چند لایه* | PEX/AL/PEX | 12753-1,2,3,5 | 21003-1,2,3,5 | DIN 16836,16837 | F1281<br>F1335 |
| | PE-RT/AL/<br>PE-RT Type2 | 12753-1,2,3,5 | 21003-1,2,3,5 | DIN 16836,16837 | F1282<br>F1335 |

* ضریب اطمینان این لوله‌ها باید حداقل ۱/۵۰ باشد.

(۲) ضخامت جدارهٔ لوله‌های ترموپلاستیک تک‌لایه در جدول (۱۴-۱۰-۳)، برای هر قطر خارجی لوله، باید طوری انتخاب شود که سری لوله ۳/۲ یا کمتر باشد. سری لوله از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود:

$$S = \frac{d - e}{2e} \qquad (۱-۱۰-۱۴)$$

که در آن،

$S$ = سری لوله

$d$ = قطر خارجی لوله به میلی‌متر

$e$ = ضخامت جدار لوله به میلی‌متر

(۳) عمر مفید لوله، مطابق استاندارد ISO 10508، باید سرجمع ۵۰ سال به ترتیب زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ۱۴ سال | 20 °C |
| ۲۵ سال | 60 °C |
| ۱۰ سال | 80 °C |
| ۱ سال | 90 °C |
| ۱۰۰ ساعت | 100 °C |

(۴) در تأسیسات مکانیکی ساختمان، با شرایط تعریف شده در (۱۴-۱۰- ۳-۳) "ث" (۱)، استفاده از دیگر لوله‌های ترموپلاستیک به شرطی مجاز است که از نظر فشار کار، دمای کار، عمر مفید، ضریب اطمینان و جزاین‌ها، با این بند از مقررات، مطابقت داشته باشد.

**۱۴-۱۰-۳-۴** انتخاب وصاله (فیتینگ)

الف) وصاله‌های انواع سیستم لوله‌کشی بسته به جنس مصالح و نوع اتصال آنها باید با یکی از استانداردهای مندرج در جدول (۱۴-۱۰-۴) مطابق باشد.

(۱) وصاله‌های مورد استفاده در هر یک از سیستم‌های لوله‌کشی، از نظر جنس، ضخامت جدار و نوع اتصال، باید برای کار با لوله‌های انتخاب شده و شرایط کار سیستم، مناسب باشند.

(۲) در لوله‌کشی مسی تأسیسات گرمایی و سرمایی، فقط وصاله‌های بی‌درز، از جنس مسی یا آلیاژهای مس، حداکثر تا قطر خارجی ۵۴ میلی‌متر، کاربرد دارد.

**جدول (۱۴-۱۰-۴): انتخاب وصاله برای انواع سیستم‌های لوله‌کشی**

| نوع لوله‌کشی | جنس وصاله | نوع اتصال | استاندارد ملّی | استاندارد ISO | استاندارد اروپائی | استاندارد ANSI/ASTM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فولادی | چدن چکش‌خوار | دنده‌ای | --- | 49 | EN 10242 | B16.3 |
| | فولادی | دنده‌ای | --- | 4145 | EN 10241<br>DIN/EN 2605,2615,2616 | B16.11 |
| | | جوشی | | 3419 | BS/EN1965 | B16.9 |
| مسی | مسی یا آلیاژ مس | | --- | 2016 | EN1254 | B16.22 |
| ترموپلاستیک | برنجی یا فولادی با روکش نیکل یا قلع | | 12753-3 | 21003-3 | DIN50930<br>DIN/EN12502<br>EN1254-3, 10088-1 | --- |

(۳) در لوله‌کشی‌هایی که دمای کار سیستم بیش از ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس است، نباید از وصاله‌های مسی استفاده کرد.
(۴) در لوله‌کشی بخار و بخارچگالیده، استفاده از وصاله های مسی مجاز نیست.
(۵) وصاله‌های لوله‌کشی ترموپلاستیک برای استفاده در تأسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده، با دمای کار حداکثر ۸۰ درجهٔ سلسیوس و فشار کار ۱۰ بار، باید از نوع برنجی یا فولادی، با روکش نیکل یا قلع، باشد.
- استفاده از دیگر وصاله‌ها در لوله‌کشی ترموپلاستیک به شرطی مجاز است که فشار کار، دمای کار، عمر مفید و ضریب اطمینان آنها با این بند از مقررات مطابقت داشته باشد.

**۱۴-۱۰-۳-۵** انتخاب فلنج

الف) در لوله‌کشی فولادی با اتصال جوشی، اتصال بازشو باید با نصب فلنج صورت گیرد.
ب) فلنج‌هایی که در لوله‌کشی فولادی با اتصال جوشی به کار می‌رود باید از نوع فولادی و مخصوص اتصال جوشی باشد.
فلنج‌های فولادی مخصوص اتصال جوشی باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:
ISO 7005-1, EN 1092, ANSI/ASTM B16.5
پ) در هر سیستم لوله‌کشی باید با رعایت شرایط کار آن سیستم، فلنج انتخاب شود.

**۱۴-۱۰-۳-۶** انتخاب شیر

الف) شیرهای مورد استفاده در لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان باید از نظر جنس، اندازه، ضخامت جدار، نوع دنده یا فلنج و دیگر مشخصات، برای کار در هر یک از سیستم‌های لوله‌کشی مناسب باشد.
(۱) در لوله‌کشی فولادی، اگر اتصال از نوع دنده‌ای است، شیر باید از نوع مسی یا آلیاژهای مس انتخاب شود.
(۲) در لوله‌کشی فولادی، اگر اتصال از نوع جوشی و فلنجی است، شیر را باید از نوع چدنی یا فولادی با اتصال فلنجی انتخاب کرد.
(۳) در لوله‌کشی مسی، شیر باید از آلیاژهای مس (برنجی یا برنزی) و مخصوص اتصال دنده‌ای باشد. در این نوع لوله‌کشی، حداکثر قطر اسمی شیر باید ۵۴ میلی‌متر باشد.
ب) در لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان، شیر باید مطابق یکی از استانداردهای جدول (۱۴-۱۰-۵) انتخاب شود.
(۱) در هر سیستم، باید باتوجه به شرایط کار آن (دما و فشار کار)، شیر را انتخاب کرد.

**جدول (۱۴-۱۰-۵): انتخاب شیر در تأسیسات گرمایی و سرمایی**

| نوع شیر | چدنی (فلنجی) | فولادی (فلنجی) | آلیاژ مس (دنده‌ای) |
|---|---|---|---|
| کشویی | ISIRI 3363<br>EN 1171,1092,558<br>ANSI/ASME B16.10<br>ISO 5996.7005 فلنج<br>JIS B2031 | EN 1984,1503,558<br>ANSI/ASME B16.10<br>JIS B2071 | EN 12288<br>ANSI/MSS SP-80<br>JIS B2011 |
| کف فلزی | EN 13789,1092<br>ANSI/ASME B16.10<br>JIS B2031 | EN 13709<br>ANSI/ASME B16.10<br>JIS B2071 | BS 5154<br>ANSI/MSS SP-80<br>JIS B2011 |
| یک طرفه | ISIRI 4071<br>EN 13334<br>ANSI/ASME B16.10<br>JIS B2031 | EN 13709<br>ANSI/ASME B16.10<br>JIS B2071 | EN 12288<br>ANSI/ASTM B16.24<br>ANSI/MSS SP-80 |
| سماوری | ANSI/ASME B16.10<br>ANSI/MSS SP-80 | EN 12304<br>ANSI/ASME B16.10 | |
| پروانه‌ای | ISIRI 4841<br>EN 593, 1503<br>ANSI/ASME B16.10 | EN 593<br>ANSI/ASME B16.10 | |

### ۱۴-۱۰-۳-۷ اتصال

**الف)** کلیات

(۱) در لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان، اتصال لوله به لوله، لوله به وصاله و وصاله به وصاله، باید برای شرایط کار طراحی سیستم لوله‌کشی مناسب، آب‌بند و مورد تأیید باشد.

(۲) دو فلز ناهم‌جنس باید با واسطهٔ وصاله برنجی یا برنزی متصل شوند و یا، یک واشر لاستیکی یا سربی دو فلز را از هم جدا کند.

(۳) در لوله‌کشی‌های فولادی زیر، تا قطر اسمی ۵۰ میلی‌متر، اتصال باید از نوع دنده‌ای و در لوله‌کشی به قطر اسمی ۶۵ میلی‌متر و بزرگتر، اتصال باید از نوع جوشی و فلنجی باشد:

- بخار کم‌فشار
- برگشت بخارچگالیدهٔ کم‌فشار
- آب گرم‌کنندهٔ با دمای پایین
- آب سردکننده
- آب خنک‌کننده

(۴) در لوله‌کشی‌های فولادی زیر همهٔ اتصال‌ها باید از نوع جوشی و فلنجی باشد:
- آب گرم‌کننده با دمای متوسط و بالا
- بخار پرفشار
- برگشت بخارچگالیدهٔ پرفشار

ب) در انواع سیستم‌های لوله‌کشی، اتصال باید طبق استانداردهای مندرج در جدول (۱۴-۱۰-۶) باشد.

(۱) در جوش‌کاری باید مفتول جوش مناسب و مورد تأیید به‌کار برد.

(۲) در لوله‌کشی مسی، اتصال باید از نوع لحیمی موییننگی باشد. در انتخاب نوع مفتول لحیم‌کاری نرم یا لحیم‌کاری سخت، باید به شرایط کار سیستم لوله‌کشی (دما و فشار کار) و مورد تأیید بودن و مطابق بودن مفتول با یکی از استانداردهای مندرج در جدول (۱۴-۱۰-۶) توجه شود.

(۳) در لوله‌کشی مسی، در نقاطی که باید قابل بازکردن باشد، مانند نقاط اتصال به شیرهای برنجی یا برنزی دنده‌ای یا به دستگاه‌ها و جزآنها ، اتصال باید از نوع وصاله فشاری و مطابق با جدول (۱۴-۱۰-۶) باشد.

(۴) در لوله‌کشی ترموپلاستیک تأسیسات گرمایی با آب گرم‌کننده، تا دمای کار حداکثر ۸۰ درجهٔ سلسیوس و فشار کار حداکثر ۱۰ بار و آب سردکننده، اتصال لوله به لوله، لوله به وصاله و وصاله به وصاله باید از نوع فشاری یا دنده‌ای و مطابق جدول (۱۴-۱۰-۶) باشد.

**جدول (۱۴-۱۰-۶): انتخاب اتصال لوله به لوله، لوله به وصاله، و وصاله به وصاله در تأسیسات مکانیکی ساختمان**

| نوع لوله‌کشی | نوع اتصال | استاندارد ملّی | استاندارد جهانی | استاندارد اروپائی | سایر استانداردها |
|---|---|---|---|---|---|
| فولادی | دنده‌ای | 1798 | ISO 7/1 | DIN 2999<br>BS 21 | ----- |
| | جوشی | ----- | ----- | DIN 1910<br>BS 2633, 5153 | ANSI/ASME B 13.1 |
| مسی | لحیمی موییننگی | ----- | ISO 2016 | EN 1254 | ANSI/ASME B 16.22 |
| | وصاله فشاری | ----- | ----- | BS 864-2 | ANSI/ASME B 16.26 |
| ترموپلاستیک | فشاری یا دنده‌ای | 21003 -1,2,3,5 | ISO 21003 -1,2,3,5 | | ANSI/ASTM F 877<br>ANSI/ASTM F 1281 |

### ۱۴-۱۰-۴ اجرای لوله‌کشی

#### ۱۴-۱۰-۴-۱ کلیات

الف) اجرای لوله‌کشی سیستم‌های گرمایی و سرمایی باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات صورت گیرد.

ب) در اجرای لوله‌کشی باید به موضوع حفاظت لوله‌ها در برابر خرابی و آسیب‌دیدگی، خوردگی، یخ‌بندان، جلوگیری از تراکم هوا در لوله‌ها، ضربهٔ قوچ و همچنین صرفه‌جویی در مصالح و دست‌مزد کار، توجه شود.

پ) لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی نباید در تماس مستقیم با هر گونه مصالح ساختمانی قرارگیرد.

(۱) دفن هرگونه لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی در اجزای ساختمان، جز لوله‌کشی ترموپلاستیک و اتصال نوع جوشی در لوله‌کشی فولادی، مجاز نیست.

(۲) در صورتی‌که دفن قسمتی از لوله‌کشی در اجزای ساختمان، با تأیید، ضروری شود، باید امکان انبساط و انقباض و دسترسی به لوله‌ها فراهم باشد.

(۳) در صورت دفن قسمتی از لوله یا اجزای دیگر لوله‌کشی، باید اقدامات حفاظتی لازم، برای جلوگیری از یخزدن و خوردگی لوله، به عمل آید.

(۴) در لوله‌کشی فولادی، اگر اتصال از نوع دنده‌ای است، محل اتصال لوله به لوله، یا لوله به وصاله، نباید در اجزای ساختمان یا زیر کف آن دفن شود.

(۵) در لوله‌کشی مسی، اگر اتصال از نوع وصالهٔ فشاری است، محل اتصال لوله به وصاله، نباید در اجزای ساختمان یا زیر کف آن دفن شود.

(۶) هیچ‌یک از شیرها، تله‌های بخار، لوازم اندازه‌گیری دما و فشار و مانند آن‌ها، نباید در اجزای ساختمان دفن شود.

(۷) اگر قطعه‌ای از لوله در بتن دفن می‌شود، باید پیش از بتن‌ریزی لوله تحت آزمایش فشار قرارگیرد. لوله باید به هنگام بتن‌ریزی زیر فشار کار سیستم مورد نظر باشد.

ت) لوله‌کشی باید طوری انجام شود که تخلیهٔ آب همهٔ قسمت‌های آن امکان داشته باشد.

(۱) انشعاب از خط اصلی بخار و برگشت بخار چگالیده به طرف رایزرها یا مصرف‌کننده‌های طبقات بالاتر، باید از بالای تراز صفحهٔ افقی محور لوله، و با اتصال ۴۵ درجه یا بزرگتر باشد.

ث) در لوله‌کشی، باید امکان انبساط و انقباض لوله‌ها به کمک خم‌های انبساط، حلقهٔ انبساط یا قطعهٔ انبساط، فراهم شود.

(۱) قطعهٔ انبساط باید برای شرایط کار سیستم لوله‌کشی مناسب و مورد تأیید باشد.

ج) لوله در عبور از دیوار، تیغه، کف یا سقف، باید در داخل غلاف قرارگیرد.

(۱) در صورت عبور لوله از دیوار، کف یا سقف ضد آتش، که برای مقاومت معینی در برابر سرایت

آتش طراحی شده است، فضای میان لوله و غلاف باید با مواد مقاوم در برابر آتش، به اندازه‌ای که برای جدار عبور لوله تعیین شده است، پر شود.

چ) لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی که دمای سطح خارجی آن‌ها از ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس بالاتر است، دست‌کم باید ۲۵ میلی‌متر از مواد سوختنی فاصله داشته باشند.

ح) اگر قسمتی از لوله‌کشی در محوطهٔ ساختمان یا در فضایی از ساختمان است که گرم نمی‌شود، باید با عایق گرمایی به ضخامت مناسب یا روش‌های مورد تأیید دیگر، در برابر یخ‌زدگی محافظت شود.

خ) برای جلوگیری از انتقال ارتعاش و لرزش دستگاه‌ها به اجزای ساختمان، باید بر روی لوله‌ها، بست‌ها و آویزها در نقاط مناسب، لرزه‌گیر مورد تأیید نصب کرد.

د) در اتصال آب تغذیه از شبکهٔ توزیع آب آشامیدنی به لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان، باید الزامات مندرج در «مبحث شانزدهم ـ تأسیسات بهداشتی» رعایت گردد.

**۱۴-۱۰-۴-۲** تکیه‌گاه (بست)

الف) لوله‌ها باید با تکیه‌گاه‌های مناسب و در موقعیت مناسب به اجزای ساختمان متصل شوند، به طوری‌که بدون تماس مستقیم لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی با اجزای ساختمان، تکیه‌گاه‌ها بتوانند بارهای وارده از سیستم لوله‌کشی را تحمل کنند.

(۱) لوله‌ها را باید به ترتیبی بست زد که انبساط و انقباض سیستم لوله‌کشی به آسانی امکان‌پذیر باشد.

ب) فاصلهٔ تکیه‌گاه‌ها باید به اندازه‌ای باشد که از وارد آمدن تنش بیش از حد مجاز به لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی جلوگیری شود.

(۱) در لوله‌کشی افقی فولادی و مسی، فاصلهٔ دو تکیه‌گاه مجاور نباید از مقادیر جدول (۱۴-۱۰-۷) بیشتر باشد.

**جدول (۱۴-۱۰-۷): بیشینهٔ فاصله دو تکیه‌گاه مجاور در لوله‌کشی افقی فولادی و مسی به متر**

| قطر اسمی لوله | میلی‌متر | ۲۰ | ۲۵ | ۳۲ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۵ | ۸۰ | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | ۲۵۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | اینچ | $\frac{3}{4}$ | ۱ | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{1}{2}$ | ۲ | $2\frac{1}{2}$ | ۳ | ۴ | ۶ | ۸ | ۱۰ |
| فاصلهٔ دو تکیه‌گاه (متر) | لوله فولادی | ۲/۱ | ۲/۱ | ۲/۱ | ۲/۷ | ۳ | ۳/۴ | ۳/۷ | ٤/۳ | ۵/۲ | ۵/۸ | ۶/۱ |
| | لوله مسی | ۱/۵ | ۱/۸ | ۲/۱ | ۲/۴ | ۲/۴ | ۲/۷ | ۳ | ۳/۷ | ۴/۳ | ۴/۹ | ۵/۵ |

(۲) در لوله‌کشی ترموپلاستیک، نوع بست و فاصلهٔ دو تکیه‌گاه مجاور باید طبق دستورالعمل سازنده تعیین شود.
(۳) در لوله‌کشی فولادی قائم، فاصلهٔ دو تکیه‌گاه مجاور باید به اندازه‌ای باشد که تکیه‌گاه بتواند وزن لوله‌ها را تحمل کند. حداکثر فاصلهٔ دو تکیه‌گاه مجاور نباید از ارتفاع یک طبقهٔ ساختمان بیشتر باشد.

پ) تکیه‌گاه و بست لوله فلزی باید از جنس لوله باشد، تا از پدید آمدن اثر گالوانیک و خوردگی جلوگیری شود.

ت) اتصال تکیه‌گاه به اجزای ساختمان نباید به بریدن و ضعیف کردن اسکلت ساختمان منجر شود.

**۱۴-۱۰-۴-۳** نصب شیر

الف) در نقاط زیر باید شیر قطع و وصل نصب شود:
(۱) بر روی لوله‌های ورودی و خروجی به دستگاه‌ها و مخازن
(۲) در دو طرف شیر فشارشکن، شیر تنظیم فشار، صافی و مانند آن‌ها
(۳) در پایین لوله‌های قائم
(۴) بر روی لولهٔ انشعاب از خط اصلی آب گرم‌کننده یا آب سردکننده، که به بخشی از ساختمان آب می‌رساند.

ب) شیر باید طوری روی لولهٔ افقی نصب شود که محور دستهٔ فرمان آن زیر تراز صفحهٔ افقی که از محور لوله می‌گذرد، قرار نگیرد.

پ) در نقاطی که شیر فشارشکن نصب می‌شود، باید در خروجی شیر و نزدیک به آن، شیر اطمینان فشار نصب شود.
(۱) ظرفیت شیر اطمینان و تنظیم فشار آن باید به اندازه‌ای باشد که فشار پایین‌دست شیر فشارشکن هیچ‌گاه از فشار طراحی لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی و دستگاه‌ها و مخازن پایین‌دست، بالاتر نرود.
(۲) در ورود و خروج شیراطمینان، نصب شیر قطع و وصل مجاز نیست.
(۳) لولهٔ تخلیهٔ شیراطمینان باید به طور مستقل و جداگانه تا نقطهٔ تخلیه ادامه یابد. لولهٔ تخلیه نباید از نوع انعطاف‌پذیر باشد. دهانهٔ تخلیهٔ لوله باید در نقطه‌ای قرارگیرد که احتمال خطر پاشش آب‌گرم یا بخار به افراد نباشد. قطر لولهٔ تخلیه نباید از قطر دهانهٔ تخلیهٔ شیر کوچک‌تر باشد.

ت) شیرها باید در نقاطی از خطوط لوله‌کشی نصب شوند که در دسترس یا قابل دسترسی باشند، تا تعمیر و تنظم آنها به آسانی امکان‌پذیر باشد.

### ۱۴-۱۰-۵ آزمایش

#### ۱۴-۱۰-۵-۱ کلیات

الف) سیستم‌های لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان باید طبق الزامات مندرج در این بخش از مقررات، آزمایش فشار شود.

ب) آزمایش لوله‌کشی باید با آب انجام شود.

(۱) در شرایطی که خطر یخ‌زدگی وجود دارد، می‌توان با افزودن ضدیخ به آب، لوله را آزمایش کرد.

پ) هنگام آزمایش، اجزای لوله‌کشی باید به‌طور آشکار در معرض دید و قابل بازرسی باشد.

(۱) پیش از انجام آزمایش، هیچ‌یک از اجزای لوله‌کشی نباید با عایق، رنگ و یا اجزای ساختمان پوشانده شود.

#### ۱۴-۱۰-۵-۲ شرایط آزمایش

الف) آزمایش با آب باید با فشار دست‌کم ۱/۵ برابر فشار کار طراحی سیستم لوله‌کشی، انجام شود.

(۱) در هر حال، کمینهٔ فشار آزمایش نباید از ۷ بار کمتر باشد.

(۲) در آزمایش شبکهٔ لوله‌کشی، فشارسنج باید در بالاترین نقطهٔ شبکه قرار داشته باشد.

ب) مدت زمان آزمایش، باید دست‌کم دو ساعت پیوسته باشد.

(۱) در مدت آزمایش، باید همهٔ اجزای لوله‌کشی و اتصال‌ها یک به یک بازرسی و هیچ‌گونه نشتی مشاهده نشود.

(۲) درصورت مشاهدهٔ نشت آب، باید قطعه یا اتصال معیوب تعویض یا ترمیم شود و سپس آزمایش تکرار گردد.

### ۱۴-۱۰-۶ عایق‌کاری

#### ۱۴-۱۰-۶-۱ کلیات

الف) در لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان، لوله‌ها باید طبق الزامات این بخش از مقررات عایق‌کاری شود.

ب) جنس عایق و روکش آن باید برای کار در دمای سیستم لوله‌کشی و شرایط محل نصب مناسب باشد.

(۱) در لوله‌کشی هر منطقه از ساختمان، عایق و روکش آن باید از جنسی انتخاب شود که در مقررات مربوط به حفاظت از آن منطقهٔ ساختمان در برابر آتش، تعیین و مقرر شده است.

(۲) استفاده از مواد و مصالح سوختنی، به عنوان عایق، روکش عایق و مواد کمکی مانند چسب، نوار چسب و جزآنها ، در عایق‌کاری مجاز نیست.

(۳) قسمت‌هایی از طول لوله که از دیوار آتش عبور می‌کند نباید عایق یا روکش عایق داشته باشد.

**۱۴-۱۰-۶-۲** ضخامت عایق

الف) جدول (۱۴-۱۰-۸) کمینهٔ ضخامت عایق لوله، در سیستم‌های مختلف لوله‌کشی را نشان می‌دهد.

ب) اندازهٔ ضخامت‌های داده شده در جدول (۱۴-۱۰-۸) بدون در نظرگرفتن امکان چگالش بخار آب بر روی سطوح لوله و سطوح عایق لوله، تعیین شده است. در صورت احتمال چگالش بخار آب در سطوح خارجی لوله و سطوح عایق لوله، ضخامت عایق در هر مورد باید محاسبه شود و مورد تأیید قرارگیرد.

پ) اگر قابلیت هدایت گرمایی عایق با W/m.K ۰/۰۳۴ و دمای محیط با ۲۴ درجهٔ سلسیوس، که جدول برای آن‌ها تنظیم شده است، متفاوت باشد، باید با روش‌های مهندسی مورد تأیید، مقادیر ضخامت خوانده شده از جدول (۱۴-۱۰-۸) تصحیح شود.

ت) اگر لوله در معرض یخ زدن قرار داشته باشد، برای جلوگیری از یخزدن سیّال داخل لوله، باید ضخامت عایق با روش‌های مهندسی مورد تأیید تصحیح شود و یا از روش مورد تأیید دیگری، جز عایق‌کاری، استفاده شود.

**۱۴-۱۰-۶-۳** لزوم عایق‌کاری

الف) در موارد زیر لازم نیست لوله‌ها عایق گرمایی شوند:

(۱) در لوله‌کشی داخلی دستگاه‌ها که لوله‌ها در کارخانهٔ سازنده عایق شده است.

(۲) در هر سیستم لوله‌کشی که دمای سیّال داخل لوله‌ها بین ۱۲/۸ تا ۴۰ درجهٔ سلسیوس است، مگر در شرایطی که امکان چگالش بخار آب بر روی سطح خارجی لوله وجود داشته باشد.

(۳) لوله‌هایی که سیّال داخل آن‌ها با سوخت‌های فسیلی یا انرژی الکتریکی گرم یا سرد نشده باشد.

(۴) هرگاه انتقال گرما از جدار بدون عایق لوله (از داخل لوله به خارج آن یا از خارج لوله به داخل آن)، مقدار کل انرژی مورد نیاز ساختمان را افزایش ندهد.

**جدول (۱۴-۱۰-۸): کمینهٔ ضخامت عایق لوله به میلی‌متر***

| سیستم | | دامنهٔ دمای کار | حداکثر فشار کار | قطر اسمی لوله (mm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | °C | Bar | انشعاب‌تا ۵۰ | ۲۵ وکمتر | ۳۲ تا ۵۰ | ۶۵ تا ۱۰۰ | ۱۲۵ تا ۱۵۰ | ۲۰۰ و بیشتر |
| تأسیسات گرمایی با آب‌گرم‌کننده | دمای پایین | تا ۱۲۰ | ۱۱ | ۲۵ | ۳۸ | ۳۸ | ۳۸ | ۳۸ | ۷۵ |
| | دمای متوسط | ۱۲۱ تا ۱۷۵ | ۱۰/۳ | ۲۵ | ۳۸ | ۳۸ | ۵۰ | ۶۵ | ۷۵ |
| | دمای بالا | ۱۷۶ تا ۲۳۰ | ۲۱ | ۲۵ | ۳۸ | ۳۸ | ۵۰ | ۶۵ | ۷۵ |
| تأسیسات گرمایی با بخار | کم‌فشار | تا ۱۲۰ | ۱ | ۲۵ | ۳۸ | ۳۸ | ۳۸ | ۳۸ | ۷۵ |
| | پرفشار | بیش از ۱۲۰ | ۸/۵ | ۲۵ | ۳۸ | ۳۸ | ۵۰ | ۶۵ | ۷۵ |
| تأسیسات سرمایی با آب سردکننده[B] | | ۴/۴ تا ۱۲/۸ | ۸/۵ | ۱۳ | ۱۳ | ۲۰ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ |

* مقادیر جدول برای قابلیت هدایت گرمایی عایق برابر ۰/۰۳۴ W/m.K ( ۰/۲۳ $Btu.in/h.ft^2.^\circ F$) و دمای محیط ۲۴ درجهٔ سلسیوس تنظیم شده است.

[a] ضخامت عایق لوله انشعاب تا قطر ۵۰ میلی‌متر برای حالتی مقرر شده است که طول انشعاب از ۳/۶ متر بیشتر نباشد.

[B] در عایق‌کاری لوله‌های تأسیسات سرمایی، شرایط چگالش بخار آب موجود در هوا باید مطابق بند (۱۴-۱۰-۶-۲) "ب" ملحوظ گردد.

# ۱۴-۱۱ دودکش

**۱۴-۱۱-۱ کلیات**

**۱۴-۱۱-۱-۱** دامنهٔ کاربرد

الف) در تأسیسات مکانیکی ساختمان، دودکش باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات «(۱۴-۱۱) دودکش» طراحی، ساخته، نصب، تعمیر و بازرسی شود.

(۱) این فصل از مقررات الزامات دودکش دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز با دمای پایین را مقرر می‌دارد. الزامات دودکش دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز با دماهای متوسط و بالا و همچنین دودکش دستگاه با سوخت جامد، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

ب) این فصل از مقررات الزامات دودکش فلزی، دودکش با مصالح بنائی، معبر دود و لوله‌های رابط را مقرر می‌دارد.

پ) الزامات طراحی، ساخت، نصب و بازرسی دودکش دستگاه‌های زیر خارج از حدود این فصل از مقررات است:

(۱) دستگاه زباله سوز

(۲) دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز مخصوص فرایند تولید صنعتی

**۱۴-۱۱-۱-۲** الزامات عمومی طراحی

الف) محصولات احتراق هر دستگاه با سوخت مایع یا گاز باید به یک سیستم دودکش فلزی یا با مصالح بنائی تخلیه شود، جز موارد زیر:

(۱) اجاق گاز و گرم‌کن خوراک خانگی

(۲) دستگاه‌های کوچک رومیزی

(۳) بخاری دستی خانگی

(۴) یخچال نفتی

(۵) شعله‌های کوچک گاز، مانند شعلهٔ گاز در آزمایشگاه یا چراغ روشنایی

ب) دودکش باید برای نوع دستگاه یا دستگاه‌هایی که به آن متصل می‌شود، طراحی گردد.

(۱) دودکش باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که برای انتقال گازهای حاصل از احتراق به هوای خارج از ساختمان، جریان با روش طبیعی یا مکانیکی، به راحتی در دودکش ایجاد شود.

(۲) سیستم دودکش باید به گونه‌ای طراحی، ساخته و نصب شود که با رعایت توصیهٔ کارخانهٔ سازندهٔ دستگاه، عمل احتراق در دستگاه با سوخت مایع یا گاز، در شرایط ایمن و اطمینان‌بخش صورت‌گیرد.

پ) سیستم دودکش باید از نقطهٔ اتصال به دستگاه یا کلاهک تعادل تا انتهای آن در خارج از ساختمان، سیستمی به هم پیوسته و درزبندی شده باشد و گازهای حاصل از احتراق از هیچ نقطهٔ آن به داخل فضای ساختمان، نشت نکند.

(۱) هر دهانهٔ باز در طول دودکش (دودکش قائم یا لولهٔ رابط آن) باید با دریچهٔ بستهٔ فلزی مقاوم در برابر دمای کار دودکش مسدود شود.

ت) سیستم دودکش باید در برابر ضربات فیزیکی و صدمات خارجی مقاوم باشد.

ث) دودکش قائم و لولهٔ رابط آن باید، با بست‌ها و تکیه‌گاه‌های مناسب برای تحمل وزن و دمای کار دودکش، در محل نصب خود ثابت شود.

(۱) هیچ یک از اجزای دودکش نباید از داخل کانال یا پلنوم هوا عبورکند.

(۲) در صورت عبور دودکش یا لولهٔ رابط آن، از داخل فضایی غیر از فضای محل نصب دستگاه با سوخت مایع یا گاز، دودکش یا لولهٔ رابط باید در داخل محفظهٔ با مصالح دست‌کم ۲ ساعت مقاوم در برابر آتش، قرارگیرد.

ج) در دودکش قائم فلزی یا با مصالح بنائی، سطوح داخلی معبر دود باید در برابر خوردگی ناشی از چگالش بخار آب، مقاوم باشد.

(۱) در انتهای پایین دودکش قائم باید، یک اتصال برای تخلیهٔ بخار آب چگالیدهٔ داخل معبر دود، پیش‌بینی شود.

چ) دودکش قائم باید بر روی پایه‌ای از مصالح ساختمانی مقاوم در برابر وزن دودکش و دست‌کم ۳ ساعت مقاوم در برابر آتش قرارگیرد.

ح) دهانهٔ دودکش قائم یا رابط آن، که به دستگاه با سوخت مایع یا گاز متصل می‌شود، باید دست‌کم برابر دهانهٔ خروجی دستگاه باشد.

خ) قسمت پایین دودکش قائم در زیر پایین‌ترین اتصال رابط به آن، باید دست‌کم تا ۳۰۰ میلی‌متر، ادامه یابد.

### ۱۴-۱۱-۲ دودکش با مکش طبیعی

#### ۱۴-۱۱-۲-۱ سطح مقطع

الف) جز در مواردی که چند دستگاه به یک دودکش متصل می‌شود، سطح مقطع دودکش با مکش طبیعی باید دست‌کم برابر سطح مقطع دهانهٔ خروجی دستگاه باشد.

(۱) سطح مقطع دودکش با مکش طبیعی، در هیچ حالتی نباید از ۷،۸۵۰ میلی‌متر مربع کمتر باشد.

#### ۱۴-۱۱-۲-۲ مسیر دودکش

الف) دودکش با مکش طبیعی باید تا حد ممکن در مسیر قائم امتداد یابد. اگر در مسیر قائم دوخم لازم شود، شیب قسمت دوخم نباید نسبت به خط قائم، زاویهٔ بیش از ۴۵ درجه داشته باشد.

(۱) قسمت دوخم باید، با بست و تکیه‌گاه مناسب برای وزن و دمای دودکش، در جای خود ثابت شود.

(۲) قسمت دوخم باید در برابر ضربات فیزیکی حفاظت شود.

ب) در فاصلهٔ دستگاه تا نقطهٔ اتصال به دودکش قائم، لولهٔ رابط دودکش باید دست‌کم ۲ درصد به طرف نقطهٔ اتصال به دستگاه، شیب داشته باشد.

(۱) حداکثر طول لولهٔ رابط باید ۴۵ سانتی‌متر برای هر ۲/۵ سانتی‌متر قطر لولهٔ رابط باشد. در صورتی‌که طول لولهٔ رابط از ۴۵ سانتی‌متر برای هر ۲/۵ سانتی‌متر قطر بیشتر باشد، باید از طریق افزایش قطر یا ارتفاع کل دودکش، ظرفیت مورد نظر تأمین گردد.

پ) دودکش با مکش طبیعی دستگاه با سوخت مایع یا گاز نباید به بخش تحت فشار یک دودکش با مکش مکانیکی که دارای فشار مثبت است، متصل شود.

### ۱۴-۱۱-۳ دودکش با مکش یا رانش مکانیکی

**۱۴-۱۱-۳-۱** در صورت افزایش مکش دودکش با نصب هواکش در مسیر آن، دودکش دارای مکش یا رانش مکانیکی خواهد بود. مکش یا رانش مکانیکی ممکن است از نوع رانش اجباری یا مکش القایی باشد.

**۱۴-۱۱-۳-۲** قسمتی از دودکش نوع رانش اجباری که فشار استاتیک مثبت دارد، باید کاملاً گازبند باشد.

**۱۴-۱۱-۳-۳** کار مشعل اصلی دستگاه با سوخت مایع یا گاز باید با کار هواکش دودکش مرتبط باشد، تا اگر هواکش از کار بیفتد، مشعل اصلی دستگاه هم به طور خودکار خاموش شود.

**۱۴-۱۱-۳-۴** اگر مکش مکانیکی دودکش از نوع القایی باشد، لولهٔ رابط دستگاه باید در نقطه‌ای به دودکش متصل شود که در سمت ورود به هواکش است.

**۱۴-۱۱-۳-۵** دودکش دیگ آب‌گرم بستهٔ تیپ "C" که در « (۱۴-۷-۳-۱)"ب"» آمده است، از نوع دوجداره است، هوای بیرون از جدار خارجی به محفظهٔ احتراق می‌رسد و محصولات احتراق توسط هواکشی از طریق جدار داخلی به خارج از ساختمان رانده می‌شود.

**۱۴-۱۱-۴ دودکش مشترک برای چند دستگاه**

**۱۴-۱۱-۴-۱** با رعایت الزامات زیر، می‌توان دو یا چند دستگاه با سوخت مایع یا گاز را به یک دودکش مشترک متصل کرد.

الف) هر یک از دستگاه‌ها باید به کنترل‌های ایمنی مجهز باشد.

ب) دستگاه‌ها باید در یک طبقه از ساختمان واقع شده باشند.

پ) هر یک از رابط‌ها به دودکش مشترک باید با استفاده از دوخم اتصال یابد، به طوری که اتصال هیچ رابطی مقابل رابط دیگر قرار نگیرد.

ت) لولهٔ رابط هر یک از دستگاه‌ها باید بیشترین شیب ممکن را داشته باشد.

**۱۴-۱۱-۴-۲** دستگاه‌هایی که در طبقات مختلف ساختمان قرار دارند نباید به دودکش مشترک متصل شوند، مگر در شرایط زیر:

الف) اتاق محل نصب هر یک از این دستگاه‌ها در هر طبقه باید فقط از خارج ساختمان دست‌رسی داشته باشد.

ب) هر دستگاه باید هوای احتراق مورد نیاز خود را مستقیماً از هوای خارج ساختمان بگیرد.

پ) اتاق محل نصب هر یک از دستگاه‌ها در هر طبقه نباید با فضاهای دیگر ساختمان در همان طبقه، ارتباط داشته باشد.

**۱۴-۱۱-۴-۳** دستگاه با سوخت جامد نباید دودکش مشترک با دستگاه با سوخت مایع یا گاز داشته باشد.

**۱۴-۱۱-۴-۴** دیگ دیواری آب‌گرم تیپ "C"، که در «(۱۴-۷-۳-۱)"ب"» آمده است، نباید دودکش مشترک با دستگاه با سوخت مایع یا گاز داشته باشد.

### ۱۴-۱۱-۵ دودکش قائم فلزی

#### ۱۴-۱۱-۵-۱ کلیات

الف) دودکش قائم فلزی باید بر روی پایه‌ای از مصالح غیرسوختنی ۳ ساعت مقاوم در برابر آتش و مناسب برای تحمل وزن دودکش قرارگیرد.

ب) در انتهای پایین دودکش قائم فلزی، برای تمیز کردن ادواری آن باید دریچهٔ بازدید گازبند و مقاوم در برابر دمای دودکش پیش‌بینی شود.

پ) دودکش قائم فلزی باید فاصلهٔ کافی با مصالح سوختنی داشته باشد. همچنین امکان دسترسی و بازرسی آن وجود داشته و ایمنی لازم را برای جلوگیری از سوختگی و آسیب‌دیدگی اشخاص ایجاد کند.

ت) انتهای بالایی دودکش قائم فلزی باید با کلاهکی مناسب برای جلوگیری از ورود باران و برف، حفاظت شود.

ث) دودکش قائم فلزی باید از ورق فولادی سیاه ساخته شود و برای اتصال قطعات و تقویت آن از پروفیل‌های فولادی استفاده گردد.

(۱) اتصال قطعات دودکش و پروفیل‌های تقویتی آن می‌تواند از نوع پیچ و مهره‌ای، میخ پرچ و یا اتصال جوشی باشد.

(۲) دودکش قائم فلزی باید، با بست‌ها و تکیه‌گاه‌های مقاوم در برابر دمای دودکش و مناسب برای تحمل وزن آن، به اجزای ساختمان متصل و در جای خود ثابت و مهار شود.

ج) ورق فولادی دودکش قائم فلزی، مخصوص دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز با دمای پایین، باید دست‌کم ضخامتی برابر با مقادیر جدول (۱۴-۱۱-۱) داشته باشد.

**جدول (۱۴-۱۱-۱): ضخامت ورق فولادی دودکش قائم فلزی**

| قطر دودکش گِرد (میلی‌متر) | کمینهٔ ضخامت ورق دودکش (میلی‌متر) |
|---|---|
| تا ۳۵۶ | ۱/۵ |
| ۳۵۷ تا ۴۰۶ | ۲ |
| ۴۰۷ تا ۴۵۷ | ۲/۵ |
| بزرگتر از ۴۵۷ | ۳/۵ |

چ) دودکش قائم فلزی باید در برابر باد و زمین‌لرزه مقاوم باشد.
ح) در دستگاه با سوخت مایع یا گاز، که دمای محصولات احتراق آن در نقطهٔ ورود به دودکش کمتر از ۱۶۵ درجهٔ سلسیوس است، سطوح داخلی دودکش فلزی باید با مصالح مقاوم در برابر چگالش بخار آب و اسید، مانند فولاد زنگ‌ناپذیر، حفاظت شود.
خ) دودکش قائم فلزی باید با امکان پیش‌بینی انبساط و انقباض ناشی از گرما و سرما، ساخته و نصب شود.

**۱۴-۱۱-۵-۲** دودکش با دمای پایین

الف) دهانهٔ خروجی دودکش

(۱) دهانهٔ خروجی انتهای بالای دودکش قائم فلزی با دمای پایین باید بر روی بام و در خارج از ساختمان قرارگیرد.

(۲) دهانهٔ خروجی نسبت به بالاترین نقطهٔ بام که دودکش از آن خارج می‌شود، دست‌کم باید یک متر بالاتر قرارگیرد. این دهانه از هر نقطهٔ ساختمان به شعاع ۳ متر از دودکش، باید دست‌کم ۶۰۰ میلی‌متر بالاتر باشد.

(۳) فاصلهٔ قائم دهانهٔ خروجی دودکش از تراز زمین پیاده‌رو مجاور، نباید کم‌تر از ۳ متر باشد.

(۴) دهانهٔ خروجی دودکش باید دست‌کم یک متر بالاتر از هر دهانهٔ مکش مکانیکی هوای ساختمان، که با آن ۳ متر یا کمتر فاصله دارد، نصب شود.

(۵) دهانهٔ خروجی انتهای دودکش دیگ آب‌گرم تیپ "C"، که در « (۱۴-۷-۳-۱)"ب"» آمده است، لازم نیست بر روی بام قرارگیرد. دودکش فلزی این دیگ می‌تواند بصورت افقی از ساختمان خارج شده و تا چند سانتی‌متر (مطابق توصیهٔ سازنده) به سمت خارج ساختمان ادامه یابد.

ب) دودکش قائم فلزی در خارج ساختمان

(۱) بین دودکش و مصالح و مواد سوختنی ساختمان، باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر فاصله باشد.

(۲) میان دودکش و مصالح و مواد غیرسوختنی ساختمان باید دست‌کم فاصله‌های زیر رعایت شود:

- برای دودکش با قطر ۴۵۰ میلی‌متر و کمتر از آن، فاصلهٔ ۵۰ میلی‌متر؛
- برای دودکش با قطر بیش از ۴۵۰ میلی‌متر، فاصلهٔ ۱۰۰ میلی‌متر.

(۱) میان دودکش قائم فلزی خارج از ساختمان و درب و پنجره و فضاهای محل عبور افراد، باید دست‌کم ۶۰۰ میلی‌متر فاصله باشد، مگر آنکه سطح خارجی دودکش با روش مورد تأیید عایق گرمایی شده باشد.

پ) دودکش قائم فلزی در داخل ساختمان

(۱) دودکش باید در شفت‌هایی با دیوارهای مقاوم در برابر آتش قرارگیرد. در هر ساختمان، زمان مقاومت دیوارها در برابر آتش، باید دست‌کم برابر باشد با:
- ۱ ساعت، در ساختمان‌های ۱ تا ۳ طبقه
- ۲ ساعت، در ساختمان‌های ۴ طبقه و بالاتر

(۲) دیوارهای شفت نباید بازشو داشته باشد، مگر با دریچه‌های ضد آتش در هر طبقه، که برای بازدید تعبیه می‌شود.

(۳) در طبقه‌ای که دودکش به دستگاه با سوخت مایع یا گاز متصل است، فاصلهٔ سطح خارجی دودکش با مصالح و مواد سوختنی ساختمان، باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر باشد.

(۴) فاصلهٔ دودکش با مصالح و مواد غیرسوختنی ساختمان باید دست‌کم برابر مقادیر زیر باشد:
- برای دودکش با قطر ۴۵۰ میلی‌متر و کمتر از آن، فاصلهٔ ۵۰ میلی‌متر
- برای دودکش با قطر بیش از ۴۵۰ میلی‌متر، فاصلهٔ ۱۰۰ میلی‌متر

ب) عبور دودکش قائم فلزی از بام ساختمان

(۱) در صورت عبور دودکش قائم فلزی از بام ساخته شده از مصالح و مواد سوختنی، دودکش باید در غلاف فولادی گالوانیزه و مقاوم در برابر خوردگی قرارگیرد. غلاف باید دست‌کم ۲۲۰ میلی‌متر بالاتر و ۲۲۰ میلی‌متر پایین‌تر از بام ادامه یابد. فاصلهٔ سطح خارجی دودکش با سطح داخلی غلاف باید دست‌کم ۲۲۰ میلی‌متر باشد. فاصلهٔ سطح خارجی غلاف با مواد سوختنی بام باید دست‌کم ۳۰ میلی‌متر باشد.

(۲) می‌توان به جای غلاف، اطراف دودکش را تا فاصلهٔ ۴۵۰ میلی‌متری، با مواد و مصالح غیرسوختنی پرکرد.

### ۱۴-۱۱-۶ دودکش قائم با مصالح بنائی

#### ۱۴-۱۱-۶-۱ کلیات

الف) دودکش قائم با مصالح بنائی باید بر روی پایه‌ای از مصالح غیرسوختنی، با مقاومت دست‌کم ۳ ساعت در برابر آتش، قرارگیرد. این پایه باید جدا از اجزای ساختمان باشد و بار وزن دودکش را به زمین منتقل کند.

(۱) به جز وزن دودکش، هیچ بار دیگری نباید بر پایهٔ دودکش وارد شود، مگر آنکه در طراحی دودکش برای آن بار اضافی، پیش‌بینی‌های لازم به عمل آمده باشد.

(۲) دودکش باید در تراز سقف طبقه‌ای که دستگاه در آن قرار دارد و در عبور از طبقات دیگر ساختمان و بام آن، با بست‌های افقی به اسکلت ساختمان متصل و ثابت شود.

ب) در فاصلهٔ ۱۵۰ میلی‌متر بالاتر و ۱۵۰ میلی‌متر پایین‌تر از محل عبور دودکش از کف، سقف و بام، که از مصالح سوختنی باشد، شکل و اندازهٔ دودکش نباید تغییرکند.
پ) در انتهای پایین دودکش باید دریچهٔ بازدید تعبیه شود. دریچه باید دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر پایین‌تر از اتصال پایین‌ترین لولهٔ رابط دودکش به آن، نصب گردد.
(۱) دریچهٔ بازدید دودکش باید گازبند باشد.
ت) اگر دودکش از کف یا سقف طبقات عبور می‌کند، فاصلهٔ میان دودکش و اجزای ساختمان باید با مواد و مصالح غیرسوختنی پرشود.

**۱۴-۱۱-۶-۲** دودکش با مصالح بنائی با دمای پایین
الف) ساخت دودکش
(۱) ضخامت دیوارهای دودکش دست‌کم باید برابر مقادیر زیر باشد:
- ۲۰۰ میلی‌متر، برای دودکش آجری یا بتنی با پوشش داخلی از مصالح نسوز به ضخامت دست‌کم ۱۶ میلیمتر؛
- ۳۰۰ میلی‌متر، برای دودکش سنگی با پوشش داخلی از مصالح نسوز به ضخامت دست‌کم ۱۶ میلیمتر.

ب) معبر قائم دود
(۱) چنانچه دودکش با مصالح بنائی با چند معبر دود جداگانه و برای تخلیهٔ دود دستگاههای متعدد ساخته شود، به پوشش داخلی نسوز نیاز نیست. معبر دود باید لوله‌ای باشد که از مواد و مصالح غیرسوختنی مناسب برای دمای دودکش مانند سیمان، آزبست سیمان، سفال و مصالح مشابه، به ضخامت دست‌کم ۱۶ میلیمتر ساخته شده و در داخل دودکش با مصالح بنائی قرارگیرد.
(۲) معبر دود باید در برابر خوردگی، ساییده شدن و ترک برداشتن ناشی از تماس گازهای حاصل از احتراق، تا دمای ۵۳۸ درجهٔ سلسیوس، مقاوم باشد.
(۳) معبر دود باید هم زمان با ساخت دودکش با مصالح بنائی، در داخل آن قرارگیرد و هر قطعهٔ آن با دقت بر روی قطعهٔ زیرین سوار شود و درزهای بین قطعات با مواد نسوز پرگردد.
(۴) فاصلهٔ میان سطح خارجی معبر دود و سطح داخلی دودکش با مصالح بنائی نباید پرشود. این فاصله دست‌کم باید ۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود. برای اتصال قطعات معبر دود، باید ملات به اندازه‌ای که برای درزبندی و پرکردن سوراخ‌ها لازم است، به‌کار رود.
(۵) اگر در داخل دودکش قائم با مصالح بنائی، دو معبر دود جداگانه برای دو دستگاه مختلف نصب می‌شود، فاصلهٔ سطح خارجی این دو معبر از هم باید دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

(۶) اگر در داخل دودکش قائم با مصالح بنائی، بیش از دو معبر دود جداگانه نصب می‌شود، باید میان هر گروه دوتایی از معبرها، تیغهٔ جداکننده‌ای از مصالح ساختمانی به ضخامت دست‌کم ۱۰۰ میلی‌متر، قرارگیرد.

(۷) معبر دود باید از ۲۰۰ میلی‌متر پایین‌تر از پایین‌ترین اتصال لولهٔ رابط به دودکش قائم تا بالاترین ارتفاع دودکش با مصالح بنائی، ادامه یابد.

پ) دهانهٔ خروجی دود

(۱) در مورد دهانهٔ خروج دود از دودکش قائم با مصالح بنائی، فاصله‌های قائم و افقی آن از بام ساختمان، ساختمان‌های مجاور، تراز پیاده‌رو زمین مجاور و دهانه‌های مکش مکانیکی هوای ساختمان، باید احکام مقرر در «(۱۴-۱۱-۵-۲)"الف"» رعایت شود.

(۲) انتهای بالای دودکش قائم با مصالح بنائی باید با کلاهکی مناسب برای جلوگیری از ورود باران و برف، حفاظت شود.

ت) فاصلهٔ سطح خارجی دودکش قائم با مصالح بنائی و مواد سوختنی

(۱) میان سطح خارجی دودکش قائم با مصالح بنائی و مواد و مصالح سوختنی اجزای ساختمان، باید دست‌کم ۱۰۰ میلی‌متر فاصله باشد.

(۲) در عبور از طبقات ساختمان، میان سطح خارجی دودکش قائم با مصالح بنائی و مواد و مصالح سوختنی، باید فاصله وجود داشته باشد. این فاصله باید با مواد و مصالح غیرسوختنی پرشود.

### ۱۴-۱۱-۷ دودکش شومینه

**۱۴-۱۱-۷-۱** دودکش شومینهٔ با مصالح بنائی باید با رعایت الزامات «(۱۴-۱۱-۶) دودکش قائم با مصالح بنائی»، ساخته و نصب شود.

**۱۴-۱۱-۷-۲** دودکش شومینهٔ فلزی باید با رعایت الزامات «(۱۴-۱۱-۵) دودکش قائم فلزی»، ساخته و نصب شود.

**۱۴-۱۱-۷-۳** محدودیت‌های نصب شومینه باید با رعایت الزامات «(۱۷-۷-۳-۲) شومینه» از «مبحث هفدهم- لوله‌کشی گاز طبیعی»، اعمال شود.

### ۱۴-۱۱-۸ لولهٔ رابط دودکش

#### ۱۴-۱۱-۸-۱ کلیات

الف) دستگاه با سوخت مایع یا گاز باید با لولهٔ رابط، به دودکش قائم فلزی یا دودکش قائم با مصالح بنائی، متصل شود.

(۱) لولهٔ رابط دودکش باید در همان فضایی که دستگاه در آن قرار دارد، نصب شود.

ب) جز در ساختمان‌های مسکونی، لولهٔ رابط دودکش نباید از هیچ دیوار یا تیغهٔ ساختمانی عبور کند.

(۱) در صورتی که عبور لولهٔ رابط از دیوار یا تیغهٔ ساختمان ضروری باشد، فاصلهٔ سطح خارجی لولهٔ رابط از مواد سوختنی باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر باشد. اگر دیوار یا تیغه از مواد و مصالح سوختنی است، باید تا فاصلهٔ ۴۵۰ میلی‌متری از لولهٔ رابط، اطراف آن با مواد و مصالح غیرسوختنی پرشود.

پ) تمام طول لولهٔ رابط دودکش باید قابل دسترسی باشد، تا بازرسی، پاک کردن و تعمیر آن به آسانی ممکن شود.

(۱) لولهٔ رابط دودکش نباید در معرض ضربات فیزیکی قرار داشته باشد.

ت) لولهٔ رابط باید تا حد ممکن کوتاه و مستقیم باشد. از ایجاد زانوهای کوتاه و خم‌های تند در آن، که ممکن است موجب اختلال در جریان دود شود، باید پرهیزکرد.

(۲) جز لوازم کنترل و ایمنی، هیچ مانعی نباید درون لولهٔ رابط دودکش قرارگیرد. نصب دمپر با فرمان دستی در لولهٔ رابط مجاز نیست.

(۳) در داخل لولهٔ رابط اگر دمپر با فرمان خودکار نصب می‌شود، دمپر باید با مشعل دستگاه مرتبط و وابسته باشد، تا در صورت بسته شدن دمپر، مشعل دستگاه نیز به‌طور خودکار خاموش گردد.

ث) لولهٔ رابط دودکش باید با بست و تکیه‌گاه مناسب برای وزن و دمای آن، به اجزای ساختمان به طور ثابت متصل و مهار شود.

ج) قطر لولهٔ رابط دودکش باید دست‌کم برابر قطر دهانهٔ خروجی دستگاه یا کلاهک تعادل آن، باشد.

#### ۱۴-۱۱-۸-۲ ساخت لولهٔ رابط دودکش

الف) لولهٔ رابط دودکش باید از ورق فولادی ساخته شود و برای اتصال قطعات و تقویت آن باید از پروفیل‌های فولادی استفاده کرد.

(۱) لولهٔ رابط دودکش با دمای پایین باید از ورق فولادی گالوانیزه ساخته شود.

ب) لولهٔ رابط دودکش دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز با دمای پایین باید از ورق فولادی گالوانیزه، دست‌کم با ضخامت مقرر در جدول (۱۴-۱۱-۲) ساخته شود.

پ) اتصال قطعات

(۱) قطعات لولهٔ رابط دودکش با دمای پایین باید با پیچ و مهره یا میخ پرچ، به هم متصل شود.

(۲) در صورت استفاده از واشر، باید جنس آن در برابر دمای دودکش مقاوم باشد.

**جدول (۱۴-۱۱-۲): کمینهٔ ضخامت ورق فولادی گالوانیزهٔ لولهٔ رابط دودکش**

| قطر لولهٔ رابط دودکش | | ضخامت ورق فولادی گالوانیزه | |
|---|---|---|---|
| میلی‌متر | اینچ | میلی‌متر | اینچ |
| تا ۱۲۰ | تا ۵ | ۰/۶ | ۰/۰۲۲ |
| ۱۳۰ تا ۲۲۰ | ۶ تا ۹ | ۰/۷ | ۰/۰۲۸ |
| ۲۳۰ تا ۴۰۰ | ۱۰ تا ۱۶ | ۰/۹ | ۰/۰۳۴ |
| بزرگتر از ۴۰۰ | بزرگتر از ۱۶ | ۱/۵ | ۰/۰۶۴ |

**۱۴-۱۱-۸-۳** نصب لولهٔ رابط دودکش

الف) لولهٔ رابط دودکش باید نسبت به تراز افقی شیب داشته باشد.

(۱) جهت شیب لولهٔ رابط باید از دودکش قائم به سوی دستگاه باشد.

(۲) شیب لولهٔ رابط نباید از ۲ درصد کمتر باشد.

ب) لولهٔ رابط دستگاهی که دود آن با مکش طبیعی خارج می‌شود نباید به دودکش قائم دارای مکش یا رانش مکانیکی متصل شود، مگر در نقطه‌ای از دودکش که فشار منفی داشته باشد.

(۱) لولهٔ رابط دستگاه با سوخت مایع یا گاز نباید به دودکش قائمِ متصل به شومینه، وصل شود.

پ) اتصال لولهٔ رابط دودکش به دودکش قائم

(۱) لولهٔ رابط دودکش، در اتصال به دودکش قائم فلزی، باید تا سطح داخلی آن ادامه یابد ولی نباید وارد آن شود. اگر دودکش قائم فلزی پوشش داخلی دیگری (معبر دود) داشته باشد، لولهٔ رابط باید تا سطح داخلی معبر دود ادامه یابد.

(۲) در صورت اتصال لولهٔ رابط به دودکش قائم با مصالح بنائی، لوله باید تا سطح داخلی دودکش ادامه یابد. اگر معبر دود در داخل دودکش قائم با مصالح بنائی قرار دارد، لولهٔ رابط باید تا سطح داخلی معبر دود ادامه یابد. فاصلهٔ اطراف محل اتصال باید با ملات سیمانی یا مصالح غیرسوختنی دیگر، پرشود.

(۳) اگر برای سهولت کارنهادن و در آوردن، لولهٔ رابط با غلاف به دودکش قائم با مصالح بنائی متصل می‌شود، غلاف باید با ملات سیمان یا مواد غیرسوختنی دیگر مناسب برای دمای دودکش، در محل نصب ثابت شود.

ت) فاصلهٔ لولهٔ رابط از مواد سوختنی

(۱) لولهٔ رابط دودکش با دمای پایین باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر با مواد و مصالح سوختنی فاصله داشته باشد.

# ۱۴-۱۲ ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع

**۱۴-۱۲-۱ کلیات**

**۱۴-۱۲-۱-۱** دامنهٔ کاربرد

الف) طراحی، ساخت، نصب مخزن ذخیره و تغذیه، و لوله‌کشی سوخت مایع باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات «"۱۴-۱۲" ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع» انجام پذیرد.

ب) این فصل از مقررات به ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع در تأسیسات گرمایی ساختمان، در داخل ساختمان و محوطهٔ اختصاصی آن، می‌پردازد.

پ) ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع در تأسیسات سوخت‌رسانی عمومی و صنعتی خارج از الزامات این فصل از مقررات است.

ت) مخازن ذخیرهٔ سوخت مایعِ موضوع این فصل از نوع آتمسفریک یا با فشار جوّ است. مخازن سوخت مایع تحت فشار خارج از حدود این فصل از مقررات است.

**۱۴-۱۲-۱-۲** چنان‌چه مخزن سوخت مایع بدون استفاده رها شود و یا به محل دیگری برای استفادهٔ مجدد منتقل گردد، کلیه لوله‌کشی‌های مخزن در بالاتر از سطح زمین باید جمع‌آوری و انتهای آشکار لوله‌های مدفون باید درپوش شود. جابجائی و استفادهٔ دوبارهٔ این مخزن باید با رعایت مقررات "شرکت ملّی نفت ایران" انجام شود.

**۱۴-۱۲-۲ مخزن سوخت مایع**

**۱۴-۱۲-۲-۱** مخزن ذخیره و تغذیهٔ سوخت مایع، علاوه بر الزامات مندرج در این فصل، باید با رعایت مقررات "شرکت ملّی نفت ایران" طراحی، ساخته و نصب شود.

**۱۴-۱۲-۲-۲** در ساختمانی که تنها منبع انرژی گرمایی آن سوخت مایع است، گنجایش مخزن ذخیرهٔ آن باید دست‌کم معادل ۲۰ درصد مصرف سالانه سوخت باشد.

**۱۴-۱۲-۲-۳** مخزن سوخت مایع استوانه‌ای برای نصب دفنی یا روی زمین، در محوطهٔ اختصاصی ساختمان یا در داخل ساختمان، باید مطابق یکی از استانداردهای جدول (۱۴-۱۲-۱) باشد.

**جدول (۱۴-۱۲-۱): استانداردهای انتخاب مخازن ذخیره و تغذیهٔ سوخت مایع استوانه‌ای**

| نوع مخزن | جنس مخزن | محل نصب | نوع استاندارد | استاندارد ملّی | استاندارد اروپائی | سایر استانداردها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مخزن ذخیرهٔ افقی | فولادی | دفنی | ویژگی‌ها | 433 | BS/EN 12285-1 | UL142, UL58 |
| | | روی زمین | ویژگی‌ها | | BS/EN 12285-2 | |
| مخزن تغذیهٔ مشعل | فولادی | روی زمین | ایمنی | | | UL 443 |
| | | | ویژگی‌ها | | | UL 80 |
| مخزن ذخیرهٔ افقی یا مخزن تغذیهٔ مشعل | پشم شیشه مسلّح پلاستیکی | دفنی | ویژگی‌ها | | | UL 1316 |
| | پشم شیشه مسلّح پولی‌استر | دفنی | ویژگی‌ها | | | ASTM D4021 |

الف) استفاده از مخزن سوخت مایع، از نوع استوانه‌ای افقی، که طبق استانداردهای دیگر طراحی و ساخته شده باشد، به شرطی مجاز است که از نظر جنس، نوع ساخت و دیگر مشخصات فنی، مشابه استانداردهای مقرر شده در جدول (۱۴-۱۲-۱) و مورد تأیید باشد.

ب) مخزن ذخیره یا تغذیهٔ سوخت مایع، برای دسترسی و بازدید باید دریچهٔ بازدید داشته باشد که در بالای مخزن قرار می‌گیرد. این دریچه در زمان بسته بودن باید کاملاً آب‌بند باشد.

پ) مخزن سوخت مایع غیرفلزی با کلیهٔ اتصالات لوله‌کشی و دریچهٔ دسترسی و بازدید آن، باید بصورت یک‌تکه ساخته شده باشد.

**۱۴-۱۲-۲-۴** نصب مخزن دفنی

الف) مخزن زیرزمینی مدفون در ساختمان، یا در محوطه آن، باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات نصب شود.

ب) در گودبرداری برای مخزن دفنی، باید احتیاط کرد که به پی‌های ساختمان‌های موجود آسیبی نرسد.

(۱) اگر مخزن زیر ساختمان دفن می‌شود، باید در جایی قرارگیرد که بارهای وارده بر پی‌های ساختمان به آن منتقل نشود.
(۲) زیر مخزن باید نسبت به پیِ ساختمان، خارج از خط ۴۵ درجه‌ای باشد که از سطح باربرِ پی می‌گذرد.
(۳) فاصلهٔ هیچ قسمت از مخزن تا دیوارهای زیرزمین ساختمان، حوضچه‌ها، تأسیسات ساختمان، و یا خط محدودهٔ محوطهٔ ساختمان (ملک)، نباید از ۵۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

پ) مخزن دفنی سوخت مایع باید بر روی پایه‌های محکمی نصب شود.
(۱) حمل مخزن و قراردادن آن در گود باید به آرامی و احتیاط و با استفاده از قلاب‌های آن صورت گیرد. کشیدن مخزن روی زمین یا رهاکردن آن در گود مجاز نیست.
(۲) اطراف مخزن باید با مواد غیرخورنده از قبیل ماسهٔ شسته، خاک یا شن، که در محل به خوبی کوبیده شده است، به ضخامت دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر، پر شود.
(۳) روی مخزن باید دست‌کم به ضخامت ۶۰۰ میلی‌متر با خاک پوشانده شود؛ یا آنکه پوشش خاک به ضخامت ۳۰۰ میلی‌متر باشد و روی آن به ضخامت ۱۰۰ میلی‌متر با بتن مسلح پوشانده شود.
(۴) اگر مخزن دفنی در محلی که احتمال عبور وسایل نقلیه از روی آن می‌رود نصب شود، پوشش خاک روی مخزن باید دست‌کم ۹۰۰ میلی‌متر باشد؛ یا آنکه پوشش خاک به ضخامت ۴۵۰ میلی‌متر گرفته شود و روی آن به ضخامت ۱۵۰ میلی‌متر با بتن مسلح پوشانده شود.
(۵) برای جلوگیری از جمع‌شدن آب‌های سطحی و نفوذ آن به داخل مخزن و یا سطوح خارجی آن، باید در کف چاهک دسترسی به دریچهٔ آدم‌رو مخزن، لولهٔ تخلیه آب پیش‌بینی شود.

ت) سطوح خارجی مخزن فولادی دفنی باید با پوشش مقاوم در برابر اثر رطوبت و خورندگی خاک، حفاظت شود.
(۱) مخزن فولادی دفنی باید اتصال زمین داشته باشد.

ث) در صورت نصب مخزن در محلی که به سبب بالا بودن سطح آب زیرزمینی یا احتمال جریان سیل، امکان شناور شدن آن وجود دارد، باید با مهار کردن مخزن روی پیِ بتنی یکپارچه، از شناور شدن آن جلوگیری کرد.

ج) همهٔ لوله‌های مرتبط به مخزن دفنی باید از بالای مخزن به آن متصل شوند.
(۱) مخزن دفنی باید به وسیلهٔ اندازه‌گیری سطح مایع داخل آن مجهز باشد.
(۲) مخزن دفنی باید مجهز به لولهٔ هواکشی باشد که فضای داخل مخزن را پیوسته به هوای آزاد خارج مربوط کند.

**۱۴-۱۲-۲-۵** نصب مخزن در خارج از ساختمان و بر روی زمین

الف) در نصب مخازن بر روی زمین و در محوطهٔ اختصاصی ساختمان و یا روی بام آن، باید الزامات مندرج در این قسمت از مقررات اجرا شود.

(۱) اگر مخزن بر روی زمین نصب می‌شود، گنجایش آن نباید از ۲۵۰۰ لیتر بیشتر باشد.

(۲) اگر چند مخزن به طور موازی بر روی زمین نصب می‌شوند، گنجایش کلی آنها نباید از ۲۵۰۰ لیتر بیشتر باشد.

(۳) اگر مخزن روی بام زیرزمین یا روی بام پایین‌ترین طبقه نصب می‌شود، گنجایش آن نباید از ۲۴۰ لیتر بیشتر باشد.

ب) مخزن روی زمین باید در محل مناسب و حفاظت شده نصب شود.

(۱) مخزن باید در محلی نصب شود که در معرض ضربات فیزیکی قرار نداشته باشد.

(۲) مخزن باید در برابر عوامل جوی (رطوبت هوا، باران، برف، باد و جزآنها ) محفوظ باشد.

(۳) فاصله مخزن از خط محدودهٔ محوطهٔ اختصاصی ساختمان (ملک)، دیوار خارجی ساختمان و یا راه‌های عمومی، نباید از مقادیر جدول (۱۴-۱۲-۲) کمتر باشد.

**جدول (۱۴-۱۲-۲): کمترین فاصلهٔ مخزن روی زمین از ساختمان و محدودهٔ محوطه (ملک)**

| گنجایش مخزن | تا ۱۰۰۰ لیتر | ۱۰۰۱ تا ۲۵۰۰ لیتر |
|---|---|---|
| کمینهٔ فاصله تا نزدیک‌ترین ساختمان و راه عمومیِ در مجاورت ملک | ۳ متر | ۳ متر |
| کمینهٔ فاصله تا محدودهٔ محوطهٔ ساختمان (ملک) | ۳ متر | ۵ متر |

(۴) فاصلهٔ مخزن سوخت مایع از مخزن گاز مایع نباید کمتر از ۶ متر باشد.

پ) مخزن سوخت مایع که بر روی زمین خارج از ساختمان قرار می‌گیرد، باید روی پیِ مستحکم بتنی یا دیگر مواد ساختمانی غیرسوختنی، به طور مطمئن و استوار نصب شود.

ت) مخزن روی زمین باید مجهز به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری مقدار مایع داخل آن باشد.

ث) مخزن روی زمین باید به لولهٔ پُرکن، لولهٔ هواکش و شیر تخلیه مجهز باشد.

(۱) قطر اسمی لولهٔ هواکش باید دست‌کم با مقادیر جدول (۱۴-۱۲-۳) برابر باشد.

(۲) دهانهٔ لولهٔ پُرکن باید در جایی قرارگیرد که انتقال سوخت مایع به داخل مخزن به آسانی امکان‌پذیر باشد.

(۳) شیر تخلیه باید در زیر مخزن قرار گیرد.

ج) فقط یک مخزن به گنجایش حداکثر ۲۵۰۰ لیتر، یا دو مخزن که گنجایش کل آن‌ها بیش از ۲۵۰۰ لیتر نباشد، می‌تواند به عنوان مخزن تغذیه مستقیماً به مشعل دستگاهِ با سوخت مایع وصل شود.

(۱) این دو مخزن ممکن است با لوله به هم متصل شوند و لولهٔ پرکن و هواکش مشترک داشته باشند.

(۲) درصورت نصب موازی دو مخزن به ترتیبی که در (۱) مقرر شده، این دو مخزن باید روی یک پیِ مشترک نصب و با قطعات فولادی به هم مهار شوند، به طوری‌که سطح بالای دو مخزن در یک تراز قرار گیرد. فاصلهٔ دو مخزن نباید از ۹۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

چ) درصورتی‌که ضرورت نصب مخزن سوخت مایع با گنجایش بیش از ۲۵۰۰ لیتر در محوطهٔ ساختمان و روی زمین مورد تأیید قرارگیرد، تعیین گنجایش، نوع ساخت و چگونگی نصب آن باید برابر الزامات مندرج در NFPA 31 و مورد تأیید "شرکت ملّی نفت ایران" باشد.

**۱۴-۱۲-۲-۶** نصب مخزن داخل ساختمان

الف) مخزن تغذیهٔ سوخت مایع باید طبق الزامات مندرج در این بخش در داخل ساختمان (روی کف طبقات) نصب شود. این مخزن ممکن است محصور یا غیرمحصور باشد.

(۱) مخزن محصور در فضای بسته و جداگانه‌ای قرار دارد که با جدارهای دست‌کم ۳ ساعت مقاوم در برابر آتش، از بقیهٔ فضاهای ساختمان جدا شده است.

ب) مخازن غیرمحصور

(۱) اگر مخزن غیرمحصور در طبقه‌ای غیر از زیرزمین یا پایین‌ترین طبقهٔ ساختمان و در محلی با جدارهای غیر مقاوم در برابر آتش قرار می‌گیرد، گنجایش آن نباید از ۴۰ لیتر بیشتر باشد.

(۲) اگر مخزن در طبقه‌ای غیر از زیرزمین و یا پایین‌ترین طبقه ساختمان و در محلی با جدارهای دست‌کم دو ساعت مقاوم در برابر آتش قرار می‌گیرد، گنجایش آن نباید بیشتر از ۲۴۰ لیتر باشد.

(۳) گنجایش یک مخزن یا کل گنجایش دو مخزن که یک مشعل را تغذیه می‌کند و در زیرزمین یا پایین‌ترین طبقه ساختمان که جدارهای آن دست‌کم دو ساعت در برابر آتش مقاوم است قرار می‌گیرد، نباید از ۲۵۰۰ لیتر بیشتر باشد.

(۴) گنجایش کل چند مخزن که چند مشعل را تغذیه می‌کنند نباید از ۵۰۰۰ لیتر بیشتر باشد، مگر آنکه هر مخزنِ با گنجایش ۲۵۰۰ لیتر یا کمتر و مشعل متصل به آن، با دیوارهای دست‌کم دو ساعت مقاوم در برابر آتش، از دیگر مخازن جدا شده باشد.

(۵) دو مخزن مقرر در (۳)، ممکن است با لوله به هم مرتبط شوند و لوله‌های پُرکن و هواکش مشترک داشته باشند.

(۶) فاصلهٔ مخزن تغذیهٔ غیرمحصور با مشعل دستگاه باید دست‌کم دو متر باشد.

(۷) دهانهٔ انتهای لوله‌های پُرکن و هواکش مخزن باید در خارج از ساختمان قرارگیرد.

(۸) قطر اسمی لولهٔ هواکش مخزن باید دست‌کم برابر مقادیر جدول (۱۴-۱۲-۳) باشد.

(۹) مخزن باید روی پیِ بتنی یا دیگر مواد ساختمانی غیرسوختنی، به طور مطمئن و استوار نصب شود، چنان‌که امکان جابجا شدن، لغزیدن و یا غلتیدن نداشته باشد.

(۱۰) مخزن باید مجهز به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری مقدار مایع داخل آن باشد. برای اندازه‌گیری مقدار مایع داخل مخزن، استفاده از لولهٔ شیشه‌ای سطح نما یا لولهٔ پلاستیکی مجاز نیست.

(۱۱) اتصال تخلیهٔ مخزن باید در پایین‌ترین نقطهٔ زیر مخزن قرارگیرد و مجهز به شیر قطع و وصل بدون نشت باشد.

(۱۲) مخزن غیرمحصور باید با ابعاد و گنجایشی انتخاب شود که جابه‌جایی آن، به عنوان یک واحد، از ورودی ساختمان تا محل نصب، امکان‌پذیر باشد.

پ) مخازن محصور

(۱) مخزن سوخت مایع با گنجایش بیش از ۲۵۰۰ لیتر که در داخل ساختمان قرار می‌گیرد، باید در محل جداگانه و محصور نصب شود.

(۲) دیوارها، کف و سقف اتاقک محل نصب مخزن باید دست‌کم سه ساعت در برابر آتش مقاوم باشد. دربِ ورودی این اتاقک باید ضد آتش باشد و به خارج از ساختمان باز شود.

(۳) اتاقک محل نصب مخزن نباید به فضای داخلی ساختمان راه داشته باشد.

(۴) مخزن محصور باید طوری نصب شود که از اطراف، بالا و پایین، همهٔ سطوح آن قابل بازرسی و تعمیر باشد.

(۵) همهٔ لوله‌های ورودی و خروجی مخزن باید از بالای مخزن به آن متصل شوند.

(۶) سوخت مایع باید به کمک پمپ از مخزن محصور به مشعل دستگاه منتقل شود.

(۷) دهانهٔ لولهٔ پرکن و لولهٔ هواکش مخزن باید در خارج از ساختمان قرار گیرد.

(۸) قطر اسمی لولهٔ هواکش مخزن باید دست‌کم برابر مقادیر جدول (۱۴-۱۲-۳) باشد.

(۹) مخزن باید به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری مقدار مایع داخل آن مجهز باشد.

(۱۰) اتاقک مخزن محصور باید امکان تعویض هوای کافی داشته باشد.

### ۱۴-۱۲-۳ لوله‌کشی سوخت مایع

#### ۱۴-۱۲-۳-۱ کلیات

الف) لوله‌کشی انتقال سوخت مایع از مخزن ذخیره یا مخزن تغذیه تا مشعل دستگاه و در صورت لزوم پمپ کردن و گرم‌کردن سوخت مایع، باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات اجرا شود.

ب) سیستم سوخت‌رسانی باید برای حداکثر مصرف سوخت و نیز حداکثر فشاری که برای تغذیهٔ مشعل لازم است، طراحی و اجرا شود.

پ) چنانچه روی لولهٔ انتقال سوخت مایع، غیر از پمپ مشعل، پمپ دیگری نصب می‌شود، این پمپ باید از نوع جابجایی مثبت باشد. پمپ باید براساس استاندارد UL 343 ساخته شده و به تأیید رسیده باشد.

(۱) بر روی لولهٔ خروجی پمپ باید شیراطمینان فشار نصب شود، تا در صورت بالا رفتن فشار از فشار طراحی سیستم، شیر اطمینان به طور خودکار بازشود و سوخت اضافی را خارج‌کند.

(۲) لولهٔ تخلیهٔ شیراطمینان باید سوخت مایع را به مخزن ذخیره برگرداند. بر روی این لوله نباید شیر یا هیچ مانع دیگری نصب شود.

(۳) پمپ سوخت مایع باید به طور خودکار روشن و خاموش شود، تا در مواقعی که کار پمپ لازم نباشد، خاموش بماند.

ت) در صورت نصب گرم‌کن سوخت مایع بر روی سیستم سوخت‌رسانی، باید روی لولهٔ خروجی از گرم‌کن، شیراطمینان فشار نصب شود، تا اگر فشار ناشی از انبساط سوخت مایع از فشار طراحی سیستم بالاتر رود، شیراطمینان به طور خودکار بازشود و سوخت مایع اضافی را خارج‌کند.

(۱) لولهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان باید سوخت مایع را به مخزن ذخیره برگرداند. روی این لوله نباید شیر یا هیچ مانع دیگری نصب شود.

ث) بر روی خطوط لوله‌کشی سوخت مایع و در نقاط زیر، باید شیر قطع و وصل قابل دسترسی نصب شود:

(۱) خط لولهٔ تغذیهٔ سوخت مایع به هر مشعل، در نقطه‌ای نزدیک به مشعل؛

(۲) خط لوله از مخزن به داخل ساختمان، در نقطهٔ ورود لوله به داخل ساختمان؛

(۳) خط لولهٔ خروجی از مخزن ذخیرهٔ روی زمین داخل یا خارج ساختمان، در نقطه‌ای نزدیک به مخزن؛

(۴) خط لولهٔ تخلیه مخزن روی زمین داخل یا خارج ساختمان، در نقطه‌ای نزدیک به مخزن.

ج) در طراحی و اجرای لوله‌کشی سوخت مایع، به نکات زیر باید توجه کرد:

(۱) لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی که در خاک دفن می‌شوند، باید دست‌کم در عمق ۴۵۰ میلی‌متر از سطح زمین قرارگیرند و در برابر رطوبت و خوردگی محفوظ باشند.

(۲) اگر لوله در زمینی نصب می‌شود که سطح آب زیرزمینی بالاست و یا در معرض سیل احتمالی قرار دارد، باید لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی در برابر نیروهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک وارده مقاوم باشند و در محل نصب محکم و ثابت شوند.

(۳) لولهٔ زیرزمینی باید در مسیری نصب شود که دست‌کم ۵۰۰ میلی‌متر از اسکلت ساختمان فاصله داشته باشد. مسیر لوله‌کشی زیرزمینی باید طوری انتخاب شود که زیرِ لوله، خارج از خط ۴۵ درجهٔ رسم شده از سطح باربرِ پی، قرارگیرد.

(۴) پیش از انتخاب مسیر و تعیین نقاط تکیه‌گاه و بست لوله‌ها، باید در مورد انقباض و انبساط لوله‌ها پیش‌بینی‌های لازم شده باشد.

(۵) فاصلهٔ دو تکیه‌گاه مجاور باید حداکثر برابر مقادیر جدول (۱۴-۱۲-۲) در نظر گرفته شود.

**جدول (۱۴-۱۲-۲): بیشینهٔ فاصلهٔ دو تکیه‌گاه مجاور در لوله‌کشی فولادی و مسی**

| قطر اسمی لوله | میلی‌متر | ۲۰ | ۲۵ | ۳۲ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۵ | ۸۰ | ۱۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (اینچ) | $\left(\frac{3}{4}\right)$ | (۱) | $\left(1\frac{1}{4}\right)$ | $\left(1\frac{1}{2}\right)$ | (۲) | $\left(2\frac{1}{2}\right)$ | (۳) | (۴) |
| فاصلهٔ دو تکیه‌گاه (متر) | لوله‌کشی فولادی | ۲/۱۰ | ۲/۱۰ | ۲/۱۰ | ۲/۷۰ | ۳/۰۰ | ۳/۴۰ | ۳/۷۰ | ۴/۳۰ |
| | لوله‌کشی مسی | ۱/۵۰ | ۱/۸۰ | ۲/۱۰ | ۲/۴۰ | ۲/۴۰ | ۲/۷۰ | ۳/۰۰ | ۳/۷۰ |

(۶) تکیه‌گاه و بست لوله باید از جنس لوله باشد تا از خوردگی ناشی از اثر گالوانیک جلوگیری شود.

**۱۴-۱۲-۳-۲** لولهٔ هواکش مخزن

الف) لولهٔ هواکش مخزن سوخت مایع باید از بالاترین قسمت مخزن وارد آن شود و حداکثر تا ۲۵ میلی‌متر در داخل مخزن ادامه یابد.

(۱) شیب لولهٔ هواکش باید به سمت مخزن باشد.

(۲) بر روی لولهٔ هواکش مخزن نباید شیر یا هیچ مانع دیگری نصب شود.

ب) دهانهٔ انتهای لولهٔ هواکش مخزن باید در فضای خارج از ساختمان واقع شود.

(۱) این دهانه باید دست‌کم ۳ متر با هر بازشو ساختمان فاصلهٔ افقی داشته باشد، مگر آنکه انتهای آن دست‌کم یک متر بالاتر از هر دهانهٔ باز قرارگیرد. اگر دهانهٔ انتهای لوله از دیوار ساختمان خارج می‌شود، محل قرارگرفتن آن باید دست‌کم ۳ متر از تراز زمین محوطهٔ اطراف ساختمان یا هر معبر دیگر، بالاتر باشد.

(۲) لولهٔ هواکش در خارج از ساختمان باید در برابر عوامل جوی مقاوم و در برابر ضربات فیزیکی محفوظ باشد.

(۳) دهانهٔ انتهای لولهٔ هواکش مخزن باید با توری مقاوم در برابر رطوبت، حفاظت شود.

پ) قطر اسمی لولهٔ هواکش مخزن سوخت مایع باید دست‌کم با مقادیر جدول (۱۴-۱۲-۳) برابر باشد.

**جدول (۱۴-۱۲-۳): کمینهٔ قطر اسمی لولهٔ هواکش مخزن سوخت مایع**

| گنجایش مخزن | قطر اسمی لولهٔ هواکش | |
|---|---|---|
| لیتر | میلی‌متر | اینچ |
| تا ۲۰۰۰ | ۳۲ | $1\frac{1}{4}$ |
| ۲۰۰۱ تا ۱۱۳۵۰ | ۴۰ | $1\frac{1}{2}$ |
| ۱۱۳۵۱ تا ۳۷۸۰۰ | ۵۰ | ۲ |
| ۳۷۸۰۱ تا ۷۵۶۰۰ | ۶۵ | $2\frac{1}{2}$ |
| ۷۵۶۰۱ تا ۱۳۲۳۰۰ | ۸۰ | ۳ |

(۱) اگر لولهٔ هواکش چند مخزن مشترک باشد، قطر اسمی آن باید از بزرگترین قطر اسمی لولهٔ هواکش جداگانهٔ هر یک از مخزن‌ها، طبق جدول (۱۴-۱۲-۳)، یک اندازه بزرگتر باشد.

(۲) دهانهٔ انتهای لولهٔ هواکش مخزن باید دست‌کم ۵۰۰ میلی‌متر از دهانهٔ انتهای لولهٔ پُرکن آن بالاتر باشد.

### ۱۴-۱۲-۳-۳ لولهٔ پُرکن مخزن

الف) لولهٔ پُرکن مخزن سوخت مایع باید از بالاترین قسمت مخزن وارد آن شود و تا ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف مخزن ادامه یابد.

(۱) شیب لولهٔ پُرکن باید به سمت مخزن باشد.

ب) دهانهٔ انتهای لولهٔ پُرکن مخزن باید در فضای خارج از ساختمان و در جایی واقع شود که پرکردن مخزن به آسانی امکان‌پذیر باشد.

(۲) این دهانه باید دست‌کم ۶۰۰ میلی‌متر از هر بازشو ساختمان فاصله داشته باشد.
(۳) این دهانه باید درپوش مناسب داشته باشد و در دسترس افراد غیرمسئول قرار نگیرد.
پ) اگر دو مخزن لولهٔ پُرکن مشترک داشته باشند، باید سطح بالای دو مخزن در یک تراز قرارگیرد. جریان ثقلی سوخت مایع از مخزنی به مخزن دیگر مجاز نیست.
(۱) اگر دو مخزن لولهٔ پُرکن مشترک داشته باشند، باید روی لولهٔ انشعاب از این لولهٔ مشترک، که جداگانه به هر مخزن متصل می‌شود، شیر قطع و وصل نصب شود.

**۱۴-۱۲-۳-۴** لولهٔ رفت و برگشت

الف) لولهٔ رفت، که سوخت مایع را از مخزن به گنجایش بیش از ۲۵۰۰ لیتر به مشعل دستگاه می‌رساند، باید از قسمت بالای مخزن به آن متصل شود و تا ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف آن ادامه یابد.
(۱) در صورتی که مخزن در خارج ساختمان و روی زمین قرار داشته باشد، لولهٔ رفت ممکن است از نقطه‌ای زیرِ تراز سطح مایع، دست‌کم به اندازه ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف مخزن، به آن متصل شود. در این صورت، باید روی لولهٔ رفت در نزدیک به مخزن، شیر قطع و وصل قابل دسترسی نصب شود.
(۲) در صورتی که مخزن تغذیه زیرِ تراز نصب مشعل دستگاه قرارگیرد، لولهٔ رفت سوخت مایع باید به سمت مخزن شیب داشته باشد.
ب) لولهٔ برگشت سوخت از مشعل دستگاه یا پمپ، باید از قسمت بالای مخزن وارد آن شود و تا ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف مخزن ادامه یابد.
(۱) بر روی لولهٔ برگشت سوخت مایع، جز شیر یک‌طرفه، شیر دیگری نباید نصب شود.
پ) قطر لولهٔ رفت و برگشت سوخت مایع تغذیهٔ مشعل باید دست‌کم ۲۰ میلی‌متر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ) باشد.

**۱۴-۱۲-۳-۵** سطح نمای مخزن

الف) مخزن سوخت باید مجهز به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری تراز سطح مایع باشد.
ب) اگر وسیلهٔ اندازه‌گیری از نوع میلهٔ مدّرج باشد، میله باید تا کف مخزن ادامه یابد.
(۱) اطراف میلهٔ اندازه‌گیری در محل دهانهٔ ورود آن به مخزن، باید با سرپوش مورد تأیید حفاظت شود تا مانع خروج هوای آغشته به گاز از مخزن شود.
پ) سطح نمای مخزن داخل ساختمان که در ارتباط مستقیم با مشعل دستگاه است، نباید از نوع لولهٔ شیشه‌ای یا پلاستیکی انتخاب شود، تا از احتمال شکسته‌شدن یا پاره‌شدن آن و خروج سوخت مایع پیش‌گیری شود.

**۱۴-۱۲-۳-۶** انتخاب مصالح

الف) لوله، وصاله، اتصال، شیر و دیگر اجزای لوله‌کشی سوخت مایع باید مطابق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات، انتخاب شوند.

(۱) الزامات مندرج در «(۱۴-۱۰) لوله‌کشی» نیز تا جایی که با این بخش از مقررات تناقض نداشته باشد، باید مراعات شود.

ب) لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید برای شرایط کار سیستم انتقال سوخت مایع (دمای کار و فشار کار طراحی) و نیز نوع سوخت مورد استفاده، مناسب باشد.

پ) انتخاب لوله و وصاله

(۱) جنس لوله و وصاله باید فولادی سیاه یا مسی باشد. در لوله‌کشی انتقال سوخت مایع، استفاده از لوله و وصالهٔ فولادی گالوانیزه مجاز نیست.

(۲) لوله‌های فولادی سیاه درزدار و مسی و وصاله‌های آنها باید مطابق یکی از استانداردهای مندرج در جدول (۱۴-۱۲-۴) باشد.

(۳) در شرایط دشوار، که لوله در محیط خورنده نصب می‌شود یا در معرض ضربات فیزیکی قراردارد و نیز در صورت خم کردن، لولهٔ فولادی سیاه باید از نوع بی‌درز باشد.

(۴) شیلنگ و اتصالات قابل انعطاف باید براساس استاندارد UL 536 انتخاب شود.

ت) اتصال

(۱) اتصال لوله به لوله، لوله به وصاله، و وصاله به وصاله باید برای شرایط کار طراحی سیستم مناسب و آب‌بند، و نیز برای کار با نوع سوخت مایع مورد استفاده متناسب باشد.

(۲) در لوله‌کشی فولادی و مسی، اتصال باید براساس یکی از استانداردهای مندرج در جدول (۱۴-۱۲-۴) انجام گیرد.

(۳) دو قطعهٔ فولادی و مسی باید با واسطهٔ وصالهٔ برنجی یا برنزی به یکدیگر متصل شوند.

(۴) در لوله‌کشی مسی، در نقاطی که اتصال باید بازشدنی باشد، مانند اتصال به شیرهای برنجی یا برنزی دنده‌ای، اتصال باید از نوع وصالهٔ فشاری باشد.

(۵) اتصال لحیمی موئینگی در لوله‌کشی مسی باید از نوع لحیم‌کاری سخت باشد. مفتول لحیم‌کاری باید با توجه به شرایط کار سیستم و نوع سوخت مایع مورد استفاده، انتخاب شود. لحیم‌کاری باید مطابق یکی از استانداردهای مندرج در (۱۴-۱۲-۴) اجرا شود.

ث) انتخاب شیر

(۱) شیرهایی که در لوله‌کشی سوخت مایع به کار می‌رود باید از جنس برنجی، برنزی یا فولادی باشد. در لوله‌کشی سوخت مایع، استفاده از شیرهای چدنی مجاز نیست. شیرهای کشویی و کف فلزی باید از نوع درجا چرخ باشند.

**جدول (۱۴-۱۲-۴): استانداردهای انتخاب اجزای لوله‌کشی سوخت مایع**

| نام | نوع | استاندارد ملّی | استاندارد ISO | استاندارد اروپائی | استاندارد ASTM | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| لوله | فولادی سیاه درز دار | 423 (وزن متوسط) | 65 (وزن متوسط) | BS EN10255 | A53<br>A106<br>A254<br>A539 | در لوله‌کشی فولادی سیاه |
| | مسی | --- | --- | DIN EN 1057<br>BS 2051-1<br>BS 61 | B42<br>B302<br>B75<br>B88<br>B280 | در لوله‌کشی مسی |
| وصاله (فیتینگ) | فولادی جوشی | --- | 3419 | --- | --- | در لوله‌کشی فولادی سیاه |
| | فولادی دنده‌ای | --- | 4145 | --- | --- | |
| | چدن چکش‌خوار | --- | 49 | --- | --- | |
| | مسی | --- | 2016 | DIN EN 1254-1,2,5,6 | --- | در لوله‌کشی مسی |
| اتصال | دنده‌ای | --- | 7-1 | DIN 5156<br>DIN 5157<br>BS 21 | --- | در لوله‌کشی فولادی سیاه |
| | جوشی | --- | --- | DIN 1910-100<br>DIN EN 14610<br>DIN 1910-11<br>BS 2633 | --- | |
| | لحیم‌کاری | --- | 2016 | BS 864-2 | --- | در لوله‌کشی مسی |

(۲) شیرهای برنجی یا برنزی مخصوص اتصال دنده‌ای، و شیرهای فولادی مخصوص اتصال فلنجی، باید مطابق یکی از استانداردهای مندرج در جدول (۱۴-۱۲-۵) باشند.

**جدول (۱۴-۱۲-۵): استانداردهای انتخاب شیر در لوله‌کشی سوخت مایع**

| شیر | جنس | نوع اتصال | استاندارد ملّی | استاندارد جهانی | استاندارد اروپائی | استاندارد ژاپن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کشوئی | برنجی یا برنزی | دنده‌ای | --- | --- | BS 5154 | JIS B2011 |
| | فولادی | فلنجی | --- | --- | DIN 3352-5,6,7<br>BS EN 2082 | --- |
| کف فلزی | برنجی یا برنزی | دنده‌ای | --- | --- | --- | JIS B2011 |
| | فولادی | فلنجی | --- | --- | --- | JIS B207<br>JIS B2082 |
| یک‌طرفه | برنجی یا برنزی | دنده‌ای | --- | --- | --- | JIS B2011 |
| | فولادی | فلنجی | --- | --- | --- | --- |

## ۱۴-۱۲-۴ آزمایش

### ۱۴-۱۲-۴-۱ کلیات

الف) مخازن ذخیره و تغذیه و نیز لوله‌کشی سوخت مایع، پس از نصب و پیش از بهره‌برداری، باید طبق الزامات مندرج در این بخش از مقررات آزمایش شوند.

(۱) در مدت آزمایش، سطوح مخزن و لوله‌کشی و اتصالات آن باید بازدید و از مقاومت آنها در برابر فشار آزمایش اطمینان حاصل شود.

(۲) در صورت مشاهدهٔ نشت، قطعهٔ معیوب باید تعویض یا تعمیر و آزمایش تکرار شود.

(۳) ترمیم هر نقطه از سطوح فلزی مخزن، لوله‌کشی و اتصالات آن که نشت کرده باشد، با کوبیدن و ضربات فیزیکی مجاز نیست.

### ۱۴-۱۲-۴-۲ آزمایش مخزن

الف) مخزن سوخت مایع باید با هوا و یا هر گاز دیگر خنثی، آزمایش شود.

(۱) فشار آزمایش باید حداقل ۲۱ کیلوپاسکال و حداکثر ۳۴ کیلوپاسکال باشد.

(۲) مدت آزمایش باید دست‌کم یک ساعت باشد.

(۳) در آزمایش باید از فشارسنج نوع صفحه دایره‌ای، به قطر دست‌کم ۷۶ میلی‌متر و با درجه‌بندی از صفر تا ۱۰۳ کیلوپاسکال، استفاده شود.

**۱۴-۱۲-۴-۳** آزمایش لوله‌کشی

الف) لوله‌کشی سوخت مایع باید با آب یا هوا یا هر گاز دیگر خنثی، آزمایش شود.

(۱) فشار آزمایش باید دست‌کم ۱/۵ برابر فشار طراحی سیستم و حداقل برابر ۳۴ کیلوپاسکال در بالاترین نقطهٔ لوله‌کشی باشد.

(۲) لوله‌های مکش باید با فشار خلأ ۵۰۰ میلی‌متر جیوه (۶۸ کیلوپاسکال) آزمایش شوند.

(۳) مدت آزمایش باید دست‌کم ۳۰ دقیقه باشد.

(۴) فشارسنج مورد استفاده در آزمایش، باید از نوع صفحه دایره‌ای و به قطر دست‌کم ۷۶ میلی‌متر و با درجه‌بندی از صفر تا ۱۰۳ کیلوپاسکال باشد.

(۵) چنان‌چه فشار آزمایش بیش از ۳۴ کیلوپاسکال باشد، فشارسنج باید از صفر تا سه برابر فشار آزمایش مدّرج شده باشد.

# ۱۳-۱۴ تبرید

**۱-۱۳-۱۴ کلیات**

**۱-۱-۱۳-۱۴** دامنهٔ کاربرد

الف) سیستم‌های تبرید، که در آن‌ها سردکردن از طریق تبخیر و چگالش سیال صورت می‌گیرد، باید طبق الزامات مندرج در این فصل از مقررات طراحی، نصب، تعمیر و بازرسی شوند.

(۱) لوله‌کشی سیستم تبرید، مخازن تحت فشار و لوازم اطمینان فشار نیز باید طبق الزامات این فصل طراحی و اجرا شود.

(۲) مخزن ذخیرهٔ دایمی مبرّد و دیگر اجزاء و متعلقات آن، بخشی از سیستم تبرید است و باید مشمول الزامات این فصل شود.

ب) دستگاه‌های سیستم تبرید، که به‌طور یک‌پارچه در کارخانه ساخته و سرِهم شده‌اند، باید با رعایت الزامات مندرج در استانداردهای ملّی ۱،۲،۳،۴-۶۹۸۵ یا UL 207, 303, 412, 471 و یا BS EN 12693، آزمایش شده باشند.

**۲-۱-۱۳-۱۴** هر بخش از سیستم تبرید که در معرض آسیب فیزیکی باشد، باید به روش مورد تأیید حفاظت شود.

**۳-۱-۱۳-۱۴** لوله‌کشی‌ها و اتصالات آب و فاضلاب به دستگاه باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث ۱۶ - تأسیسات بهداشتی» اجرا شود.

**۴-۱-۱۳-۱۴** لوله‌کشی گاز سوخت و اجزا و متعلقات آن در سیستم تبرید، باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث هفدهم - لوله‌کشی گاز طبیعی» طراحی و اجرا شود.

**۱۴-۱۳-۱-۵** در ساخت و نصب سیستم تبرید، الزامات مندرج در «فصل سوم ـ مقررات کلی» باید رعایت شود.

**۱۴-۱۳-۱-۶** سیستم تبرید مکانیکی باید به بهترین وجه نگه‌داری شده و قابل کارکردن در شرایط طراحی باشد و از جمع‌شدن چربی و روغن و یا چرک و مواد زاید و خوردگی زیاد بر روی سطوح آن و نشت کردن آن، پیوسته جلوگیری شود.

## ۱۴-۱۳-۲ مبرّدها

### ۱۴-۱۳-۲-۱ کلیات

الف) برای هر سیستم تبرید باید مبرّدی انتخاب شود که سیستم تبرید برای کار با آن طراحی شده است.

ب) به جز آب، کاربرد مبرّدهایی که نام آن‌ها در جدول (۱۴-۱۳-۲) نیامده است، لازم است پیش از کاربرد مورد تأیید قرارگیرد.

پ) مبرّدهای با مشخصات متفاوت نباید با هم مخلوط شوند، مگر سازنده آن را مجاز اعلام کرده باشد.

(۱) در صورتی‌که سازندهٔ دستگاه، برای بهبود شرایط روغن‌کاری در دمای پایین، اضافه کردن مبرّد دوم را توصیه کرده باشد، نوع و درصد اضافه‌کردن آن باید با دستور سازنده تعیین شود.

ت) مبرّدهای مورد استفاده در سیستم تبرید باید کار نکرده، بازیافتی یا احیاء شده، با درجهٔ خلوص مقرر در این فصل باشد.

(۲) در صورت اجازهٔ سازندهٔ دستگاه، می‌توان برای درجهٔ خلوص مبرّد الزاماتی دیگر در نظر گرفت.

ث) مبرّدهای بازیافتی:

(۱) مبرّدی که از یک دستگاه تبرید و تهویه مطبوع بازیافت می‌شود نباید در سیستم دیگری غیر از آن به کار رود. مبرّد بازیافت شده باید پیش از استفادهٔ مجدد، از صافی مناسب گذرانده و رطوبت‌گیری شود. اگر مبرّد بازیافت شده دارای علایم آشکار آلودگی باشد نباید مورد استفاده قرار گیرد، مگر آنکه مجدداً احیاء شود.

ج) تغییر در نوع مبرّد: نوع مبرّد دستگاه تبرید در صورتی که بیش از ۱۰۰ کیلوگرم از گروه A1، یا بیش از ۱۳/۶ کیلوگرم از هر نوع دیگری باشد، نباید پیش از دریافت تأیید کتبی تطابق مشخصات با مبرّد جدید، مورد استفاده قرارگیرد.

چ) تخلیهٔ مبرّد باید با رعایت مقررات NFPA -1 Chapter 23 و NFPA-30 انجام شود.

**۱۴-۱۳-۲-۲** گروه‌بندی مبرّدها

الف) گروه‌بندی مبرّدها از نظر شدت سمی‌بودن و نیز شدت آتش‌گیری، مطابق جدول (۱۴-۱۳-۱) می‌باشد.

**جدول شماره (۱۴-۱۳-۱): گروه‌بندی مبرّدها از نظر ایمنی**

| | | |
|---|---|---|
| شعله‌ور شدن شدید | A3 | B3 |
| شعله‌ور شدن خفیف | A2 | B2 |
| غیرقابل شعله‌ور شدن | A1 | B1 |
| | کمی سمی | سمی شدید |

افزایش شدت شعله‌ور شدن

افزایش سمی بودن

**۱۴-۱۳-۲-۳** طبقه‌بندی مبرّدها:

الف) مبرّدها مطابق جدول (۱۴-۱۳-۲) طبقه‌بندی می‌شوند.

**جدول (۱۴-۱۳-۲): طبقه‌بندی مبرّدها، مقدار مبرّد و حد بالای میزان مبرّد در محل کار**

| نام مبرّد | فرمول شیمیایی | نام شیمیایی و یا مخلوط | نوع خطر [a] | طبقه‌بندی مبرّد | درجهٔ خطر [b] (H-F-R) | مقدار مبرّد در فضای کاربری | | | حد بالای میزان مبرّد در محل کار (TLV- TWA) [f] (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | پوند در هزار فوت مکعب | قسمت در میلیون (PPM) | گرم در مترمکعب | |
| R-11[e] | $CCl_3F$ | تری کلروفلوئورومتان | OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 0.39 | 1100 | 6.2 | C 1000 |
| R-12[e] | $CCl_2F_2$ | دی کلرو دی فلوئورومتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 5.6 | 18000 | 90 | 1000 |
| R-13[e] | $CCl_3F$ | کلرو تری فلوئورومتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 18 | 67000 | 290 | 1000 |
| R-13B1[e] | $CBrF_3$ | بروموتری فلوئورومتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 22 | 57000 | 350 | 1000 |
| R-14 | $CF_4$ | تترافلوئورومتان (کربن تترافلوراید) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 16 | 69000 | 250 | 1000 |
| R-22 | $CHClF_2$ | کلرو دی فلوئورومتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 5.5 | 25000 | 89 | 1000 |
| R-23 | $CHF_3$ | تری فلوئورومتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 7.3 | 41000 | 120 | 1000 |
| R-32 | $CH_2F_2$ | دی فلوئورومتان (میتلن فلوراید) | CG.F.OHH | A2 | --- | 4.2 | 32000 | 68 | --- |
| R-113[e] | $CCl_2FCCIF_2$ | 1.1.2تری کلرو 1.2.2 تری فلوئورواتان | OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 1.2 | 2600 | 20 | 1000 |
| R-114[e] | $CClF_2CCIF_2$ | 1.2 دی کلرو 1.2.2 تترا فلوئورواتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 8.7 | 20000 | 140 | 1000 |
| R-116 | $CF_3CF_3$ | هگزا فلوئورواتان | CH.OHH | A1 | 1 - 0 - 0 | 24 | 69000 | 390 | --- |
| R-123 | $CHCl_2CF_3$ | 2.2 دی کلرو 1.1.1 تری فلوئورواتان | OHH | B1 | 2 - 0 - 0[c] | 3.5 | 9100 | 57 | 50 |
| R-124 | $CHClFCF_3$ | 2 کلرو 1.1.1.2 تترافلوئورواتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 3.5 | 10000 | 56 | 1000 |
| R-125 | $CHF_2CF_3$ | پنتا فلوئورواتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 21 | 69000 | 340 | --- |
| R-134a | $CH_2FCF_3$ | 1.1.1.2 تترا فلوئورواتان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 13 | 50000 | 210 | 1000 |
| R-143a | $CH_3CF_3$ | 1.1.1 تری فلوئورواتان | CG.F.OHH | A2 | 2 - 0 - 0[c] | 3.8 | 18000 | 60 | --- |
| R-152a | $CH_3CHF_2$ | 1.1 دی فلوئورواتان | CG.F.OHH | A2 | 1 - 4 - 0 | 1.6 | 9300 | 25 | --- |
| R-170 | $CH_3CH_3$ | اتان | CG.F.OHH | A3 | 2 - 4 - 0 | 0.54 | 7000 | 8.7 | 1000 |
| R-218 | $CF_3CF_2CF_3$ | اکتا فلوئورو پروپان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 33 | 69000 | 530 | --- |
| R-236Fa | $CF_3CH_2CF_3$ | 1.1.1.3.3.3 هگزا فلوئوروپروپان | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 21 | 55000 | --- | 1000 |

**ادامهٔ جدول (۱۴-۱۳-۲): طبقه‌بندی مبرّدها، مقدار مبرّد و حد بالای میزان مبرّد در محل کار**

| نام مبرّد | فرمول شیمیایی | نام شیمیایی و یا مخلوط | نوع خطر[a] | طبقه‌بندی مبرّد | درجهٔ خطر[b] (H-F-R) | مقدار مبرّد در فضای کاربری | | | حد بالای میزان مبرّد در محل کار (TLV- TWA)[f] (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | پوند در هزار فوت مکعب | قسمت در میلیون (PPM) | گرم در مترمکعب | |
| R-245Fa | $CHF_2CH_2CF_3$ | 1.1.1.3.3 پنتا فلوئوروپروپان | CG.OHH | B1 | 2 - 0 - 0[c] | 12 | 34000 | --- | 300 |
| R-290 | $CH_3CH_2CH_3$ | پروپان | CG.F.OHH | A3 | 2 - 4 - 0 | 0.56 | 5000 | 9 | 2500 |
| R-400[e] | مخلوط | R-12/144 | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 9.3 | 26000 | 150 | --- |
| R-406A | مخلوط | R-22/600a/142b(55/4/41) | CG.F.OHH | A2 | --- | --- | --- | --- | --- |
| R-401A | مخلوط | R-22/152a/124(53/13/34) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 4.8 | 20000 | 77 | --- |
| R-401B | مخلوط | R-22/152a/124(61/11/28) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 4.9 | 21000 | 79 | --- |
| R-401C | مخلوط | R-22/152a/124(33/15/52) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 4.4 | 17000 | 71 | --- |
| R-402A | مخلوط | R-125/290/22(60/2/38) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 10 | 39000 | 160 | --- |
| R-402B | مخلوط | R-125/290/22(38/2/60) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 7.8 | 32000 | 120 | --- |
| R-403A | مخلوط | R-290/22/218(5/75/20) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | --- | --- | --- | --- |
| R-403B | مخلوط | R-290/22/218(5/56/39) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | --- | --- | --- | --- |
| R-404A | مخلوط | R-125/143a/134a(44/52/4) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 17 | 69000 | 280 | --- |
| R-407A | مخلوط | R-32/125/134a(20/40/40) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 16 | 69000 | 260 | --- |
| R-407B | مخلوط | R-32/125/134a(10/70/20) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 18 | 69000 | 290 | --- |
| R-407C | مخلوط | R-32/125/134a(23/25/52) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 15 | 69000 | 240 | --- |
| R-407D | مخلوط | R-32/125/134a(15/15/70) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 15 | 65000 | 240 | --- |
| R-407E | مخلوط | R-32/125/134a(25/15/60) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 15 | 69000 | 240 | --- |
| R-408A | مخلوط | R-125/143a/22(7/46/47) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 10 | 47000 | 170 | --- |
| R-409A | مخلوط | R-22/124/142b(60/25/15) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 4.9 | 20000 | 79 | --- |
| R-409B | مخلوط | R-22/124/142b(65/25/10) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 4.9 | 20000 | 78 | --- |

**ادامهٔ جدول (۱۴-۱۳-۲): طبقه‌بندی مبرّدها، مقدار مبرّد و حد بالای میزان مبرّد در محل کار**

| نام مبرّد | فرمول شیمیایی | نام شیمیایی و یا مخلوط | نوع خطر[a] | طبقه‌بندی مبرّد | درجهٔ خطر[b] (H-F-R) | مقدار مبرّد در فضای کاربری | | | حد بالای میزان مبرّد در محل کار (TLV- TWA)[f] (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | پوند در هزار فوت مکعب | قسمت در میلیون (PPM) | گرم در مترمکعب | |
| R-410A | مخلوط | R-32/125(50/50) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 10 | 55000 | 160 | --- |
| R-410B | مخلوط | R-32/125(45/55) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 11 | 58000 | 180 | --- |
| R-411A | مخلوط | R-1270/22/152a(1.5/87.5/11) | CG.F.OHH | A2 | --- | --- | --- | --- | --- |
| R-411A | مخلوط | R-1270/22/152a(3/94/3) | CG.F.OHH | A2 | --- | --- | --- | --- | --- |
| R-507A | مخلوط | R-125/143a(50/50) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 17 | 69000 | 280 | --- |
| R-508A | مخلوط | R-23/116(39/61) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 14 | 55000 | 220 | --- |
| R-508B | مخلوط | R-23/116(46/54) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 13 | 52000 | 200 | --- |
| R-509A | مخلوط | R-22/218(44/56) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 12 | 38000 | 190 | --- |
| R-600 | $CH_3CH_2CH_2CH_3$ | بوتان | CG.F.OHH | A3 | 1 - 4 - 0 | --- | --- | --- | --- |
| R-600a | $CH(CH_3)_2$-$CH_3$ | ایزوبوتان | CG.F.OHH | A3 | 2 - 4 - 0 | 0.51 | 2500 | 60 | 800 |
| R-412A | مخلوط | R-22/318/142b(70/5/25) | CG.F.OHH | A2 | --- | --- | --- | --- | ---- |
| R-413A | مخلوط | R-218/134a/600a(9/88/3) | CG.F.OHH | A2 | --- | --- | --- | --- | --- |
| R-414A | مخلوط | R-22/124/600a/142b (51/28.5/4/16.5) | CG.OHH | A1 | --- | --- | --- | --- | --- |
| R-414B | مخلوط | R-22/124/600a/142b (50/39/1.5/9.5) | CG.OHH | A1 | --- | --- | --- | --- | ---- |
| R-416A | مخلوط | R-134a/124/600 (59/39.5/1.5) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 6 | 21000 | 96 | --- |
| R-417A | مخلوط | R-125/134a/600 (45.5/50/3.5) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | --- | --- | --- | --- |
| R-500[e] | مخلوط | R-12/152a(73.8/26.2) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 7.4 | 29000 | 120 | 1000 |
| R-502[e] | مخلوط | R-22/115(48.8/51.2) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 10 | 35000 | 160 | 1000 |
| R-503 | مخلوط | R-23/13(40.1/59.9) | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[c] | 15 | 67000 | 240 | 1000 |

**ادامهٔجدول (۱۴-۱۳-۲): طبقه‌بندی مبرّدها، مقدار مبرّد و حد بالای میزان مبرّد در محل کار**

| نام مبرّد | فرمول شیمیایی | نام شیمیایی و یا مخلوط | نوع خطر[a] | طبقه‌بندی مبرّد | درجهٔ خطر[b] (H-F-R) | مقدار مبرّد در فضای کاربری | | | حد بالای میزان مبرّد در محل کار (TLV- TWA)[f] (PPM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | پوند در هزار فوت مکعب | قسمت در میلیون (PPM) | گرم در مترمکعب | |
| R-717 | NH3 | آمونیاک | CG.C.F.OHH | B2 | 3 - 3 - 0[d] | 0.022 | 500 | 0.35 | 25 |
| R-718 | $H_2O$ | آب | --- | A1 | 0 - 0 - 0 | --- | --- | --- | --- |
| R-744 | $CO_2$ | گازکربنیک | CG.OHH | A1 | 2 - 0 - 0[e] | 4.5 | 40000 | 72 | 5000 |
| R-1150 | $CH_2$ - $CH_2$ | اتیلن | CG.F.OHH | A3 | 1 - 4 - 2 | 0.38 | 5200 | 6 | 1000 |
| R-1270 | $CH_3CH$ - $CH_2$ | پروپیلن | CG.F.OHH | B3 | 1 - 4 - 1 | 0.37 | 3400 | 5.0 | 660 |

شرح علائم اختصاری:

*a*) CG = گاز متراکم (Compressed gas)، C = خورنده (Corrosive)، F = آتش‌گیر (Flammable)، OHH = سایر خطرات بهداشتی (Other Health Hazard)

*b*) درجهٔ مخاطرات بهداشتی (H)- آتش‌گیری (F)- واکنش شیمیایی (R) به ترتیب در تطابق با NFPA 704

*c*) اگر تحلیل براساس کدهای رسمی، با در نظر گرفتن مقدار مبرّد و حجم اتاق، به‌طور رضایت‌بخش نشان دهد که حداکثر غلظت مبرّد در محیط در اثر گسیختگی و یا تخلیهٔ کامل آن در فضا، از مقدار خطر مرگ یا آسیب جبران‌ناپذیر بر سلامت انسان (IDLH) تجاوز نمی‌کند، تقلیل به درجهٔ 0-0-1 مجاز است.

*d*) کاربرد 0-1-3، هرگاه همهٔ تأسیسات در فضای خارج باشد.

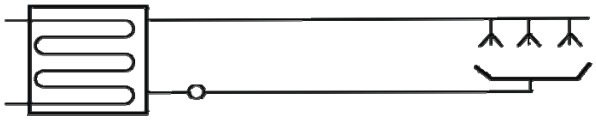
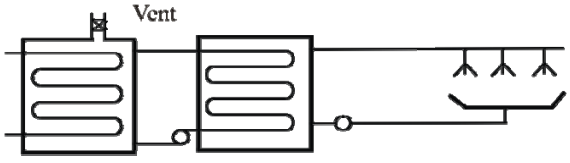
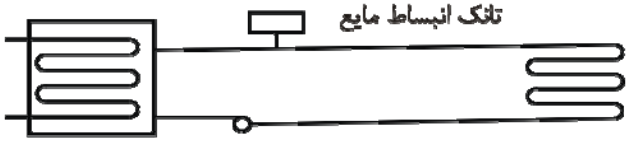
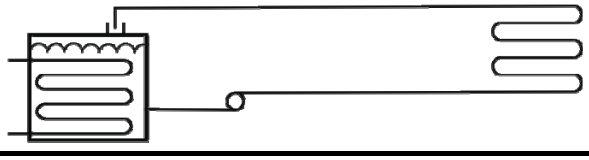
*e*) مواد تخریبی درجهٔ I لایهٔ اوزن که برای تأسیسات جدید ممنوع شده‌اند.

*f*) (Threshold Limit Value-Time Weighted Average) بالاترین غلظت مبرّد که افراد می‌توانند به مدت ۸ ساعت در روز و ۴۰ ساعت در هفته در معرض آن قرار گیرند، مگر آنکه سقف دیگری با علامت "C" برای آن مشخص شده باشد (بیشینهٔ مقدار مبرد بدون محدودیت زمان).

### ۱۴-۱۳-۳ طبقه‌بندی سیستم‌های تبرید

**۱۴-۱۳-۳-۱** سیستم‌های تبرید، از نظر درجهٔ احتمال نشت ناشی از اتصالات معیوب و گازبندی‌های نامطمئن، طبق شکل‌های جدول (۱۴-۱۳-۳) طبقه‌بندی شوند.

**جدول شماره (۱۴-۱۳-۳): طبقه‌بندی سیستم‌های تبرید**

| ردیف | نوع سیستم | هوا یا ماده‌ای که باید سرد یا گرم شود — منبع سرما یا گرما |
|---|---|---|
| ۱ | سیستم بسته | |
| ۲ | سیستم غیر مستقیم پاششی باز |  |
| ۳ | سیستم غیر مستقیم پاششی باز دو مرحله‌ای |  |
| ۴ | سیستم غیرمستقیم بسته |  |
| ۵ | سیستم غیر مستقیم بستهٔ مربوط به هوای آزاد |  |

**۱۴-۱۳-۳-۲** در مورد احتمال نشت در سیستم‌های طبقه‌بندی شده در جدول (۱۴-۱۳-۳)، باید ترتیب زیر مورد توجه قرار گیرد:

الف) سیستم‌های با احتمال نشت بالا: سیستم‌های ۱ و ۲

ب) سیستم‌های با احتمال نشت پایین: سیستم‌های ۳ و ۴ و۵

### ۱۴-۱۳-۴ کاربرد سیستم‌های تبرید در ساختمان‌های مختلف

**۱۴-۱۳-۴-۱** طبقه‌بندی ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف:

الف) طبقه‌بندی کاربری ساختمان‌ها براساس توانایی و قابلیت تحمل افراد در زمان نشت احتمالی مبرّد، انجام می‌شود.

(۱) دستگاه‌های تبرید، جز لوله‌کشی، که در خارج ساختمان و در فاصلهٔ ۶ متری از هر بازشوی آن قراردارد، نیز باید مشمول این طبقه‌بندی شوند.

ب) طبقه‌بندی کاربری ساختمان‌ها:

(۱) کاربری درمانی و مراقبتی: ساختمان‌هایی که ساکنان آن‌ها، بر اثر معلولیت یا ضعف و یا زندانی بودن، به تنهایی و بدون کمک دیگران نتوانند محل خود را ترک کنند. کاربری ساختمان‌هایی مانند بیمارستان، خانهٔ سالمندان، نوان‌خانه و ساختمان‌هایی با سلول‌های بسته در این طبقه قراردارند.

(۲) کاربری مراکز اجتماعات: ساختمان‌هایی که به سبب زیادی جمعیت، خروج سریع افراد از آن‌ها ممکن نباشد. سالن اجتماعات، کلاس‌های درس، مسجد، ایستگاه راه‌آهن، سالن فرودگاه، رستوران، سینما و تئاتر در این طبقه قرار می‌گیرند.

(۳) کاربری مسکونی: ساختمان‌هایی که در آن تسهیلات کامل برای زندگی مستقل ساکنان آن، از قبیل نشستن، خوابیدن، غذا خوردن، پخت و پز و شستشو، تدارک دیده شده باشد. فضاهایی مانند خوابگاه، هتل، مجتمع آپارتمانی و خانهٔ ویلائی در این طبقه قراردارند.

(۴) کاربری تجاری: ساختمان‌هایی که مرکز کسب و کار و خدمات و خرید و فروش است. ساختمان اداری، فروشگاه (جز مراکز تجاری خیلی بزرگ) و انبار غیرصنعتی در این طبقه قراردارند.

(۵) کاربری تجاری بزرگ: ساختمان‌های تجاری بزرگ، که در آن بیش از ۱۰۰ نفر در ترازهایی بالاتر یا پایین‌تر از سطح خیابان، برای خرید اجتماع کنند.

(۶) کاربری صنعتی: ساختمان‌هایی که ورود به آن‌ها برای عموم آزاد نباشد و افراد مسئول آن را کنترل کنند و برای تولید و انبار کردن محصولات صنعتی مانند مواد شیمیایی، نفتی، خوراکی و یخ، احداث شده باشد.

(۷) کاربری مشترک: ساختمان‌هایی که فضاهای آن دو یا چند کاربری متفاوت داشته باشند. در این ساختمان‌ها چنان‌چه محدودهٔ کاربری هر یک از فضاها با دیوارها، سقف‌ها و درب‌های خودبند جدا شده باشد، الزامات هر یک در محدودهٔ آن باید رعایت شود. چنان‌چه فضاها از یکدیگر جدا نشده باشند، لازم است الزامات آن کاربری که در شرایط سخت‌تر باید به اجرا درآید، در مورد این فضاهای مشترک رعایت شود.

**۱۴-۱۳-۴-۲** الزامات کاربرد سیستم‌های تبرید

الف) موتورخانه:

(۱) جز در ساختمان‌های صنعتی، در صورتی که مقدار مبرّد در یک مدار مستقل تبرید، بیشتر از مقادیر تعیین شده در جدول (۱۴-۱۳-۲) باشد، همهٔ اجزای سیستم تبریدِ حاوی مبرّد باید در موتورخانه و یا خارج از ساختمان قرارگیرند.

(۲) در صورتی که سیستم با مبرّدهای مخلوطی کار کند، که نام آن‌ها در جدول (۱۴-۱۳-۲) نیامده است، در مورد آن‌ها باید الزامات مندرج در «(۱۴-۱۳-۴-۲) "الف" (۱)» رعایت شود.

(۳) در صورتی که سیستم با مبرّد مخلوطی کار کند که کسر حجمی آن در قسمتی از سیستم از ۶۹۱۰۰ قسمت در میلیون (PPM) بیشتر است، در مورد آن قسمت از سیستم الزامات مندرج در «(۱۴-۱۳-۴-۲) "الف" (۱)» باید مراعات شود.

(۴) هنگامی‌که مبرّدهای A1 و B1 به‌کار برده می‌شود، موتورخانه باید با رعایت الزامات «(۱۴-۱۳-۵)» و زمانی‌که از مبرّدهای A2، B2، A3 و B3 استفاده می‌شود، با رعایت الزامات «(۱۴-۱۳-۶)» ساخته، نصب و نگه‌داری شود.

(۵) موارد استثناء: سیستم‌های تبریدی که مبرّدِ کمتر از ۳ کیلوگرم دارند، صرف‌نظر از نوع مبرّد در طبقه‌بندی ایمنی، چنان‌چه طبق الزامات این فصل از مقررات نصب شده باشند، لازم نیست حتماً در موتورخانه قرارگیرند.

(۶) لوله‌کشی سیستم تبرید، که برای ارتباط بین دستگاه‌های مبرّدِ مستقر در موتورخانه و اجزای نصب شده در فضای خارج است، می‌تواند در فضاهای دیگر ساختمان نیز قرارگیرد.

ب) ساختمان‌های با کاربری درمانی و مراقبتی:

(۱) در اجزای سیستم‌های تبرید که در فضاهای ساختمان‌های درمانی و مراقبتی قرار دارند، مقدار مبرّد نباید از ۵۰ درصد مقادیر جدول (۱۴-۱۳-۲) تجاوز کند، بجز آشپزخانه، آزمایشگاه و فضای نگهداری و تشریح جسد.

(۲) در فضاهای این ساختمان‌ها از جمله موتورخانه، مقدار کل مبرّدهای گروه A2، B2، A3 و B3 نباید بیشتر از ۲۵۰ کیلوگرم باشد.

پ) در سیستم‌های تهویه مطبوع:

(۱) در سیستم‌های تهویه مطبوع مخصوص ایجاد شرایط مناسب برای آسایش افراد (غیر از ساختمان‌های صنعتی)، حتی اگر مقدار مبرّد در یک مدار مستقل تبرید، از مقادیر جدول (۱۴-۱۳-۲) تجاوز نکند، در سیستم‌های با احتمال نشت بالای مندرج در «(۱۴-۱۳-۳-۲) "الف"»، نباید مبرّدهای B1، B2 و B3 به‌کار رود.

ت) در ساختمان‌های غیرصنعتی:

(۱) در ساختمان‌های غیرصنعتی اگر مقدار مبرّد در یک مدار مستقل تبرید، از مقادیر جدول (۱۴-۱۳-۴) بیشتر باشد، مبرّدهای A2 و B2 نباید در سیستم‌های با احتمال نشت بالا به‌کار رود. در این سیستم‌ها نباید از مبرّدهای گروه A3 و B3 استفاده شود، مگر در آزمایشگاه‌هایی که سطح زیربنای آن برای هر نفر از کارکنان دست‌کم ۹ مترمربع باشد.

**جدول (۱۴-۱۳-۴): بیشینهٔ مقدار مجاز مبرّد در ساختمان‌های غیرصنعتی**

| نوع سیستم تبرید | بیشینهٔ مقدار مجاز مبرّد برای انواع کاربردها به کیلوگرم | | | |
|---|---|---|---|---|
| | درمانی مراقبتی | مراکز اجتماعات | مسکونی | دیگر مکان‌ها |
| سیستم تبرید جذبی بسته: | | | | |
| • در راهروهای خروجی | ۰ | ۰ | ۱/۵ | ۱/۵ |
| • خارجِ ساختمان و نزدیک آن | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۱۰ |
| • سایر قسمت‌های ساختمان | ۰ | ۳ | ۳ | ۳ |
| سایر سیستم‌های تبرید: | | | | |
| • در غیر از راهروهای خروجی | ۰ | ۰ | ۳ | ۳ |

ث) در فضاهای با کاربری‌های مختلف (انواع کاربری‌ها)

(۱) وزن مجموع مبرّدهای گروه A2، B2، A3 و B3، جز R-717 (آمونیاک)، نباید از ۵۰۰ کیلوگرم بیشتر باشد.

ج) حفاظت از تجزیهٔ مبرّد:

وقتی وسیله‌ای با شعلهٔ باز و یا سطح داغی با دمای بیش از ۴۲۶ درجهٔ سلسیوس در اتاقی نصب شود که در آن سیستم تبریدی با دست‌کم ۳ کیلوگرم مبرّد در یک مدار مستقل نصب شده است، بر روی آن وسیله باید یک هواکش تخلیهٔ هوا نصب شود تا محصولات احتراق را به فضای خارج تخلیه کند، مگر در موارد زیر که نصب هواکش ضرورت ندارد:

(۱) چنان‌چه مادهٔ مبرّد R-717، R-718 و یا R-744 باشد؛

(۲) در جایی که هوای احتراق از هوای آزاد تأمین و مستقیماً با کانال به شعله برسد، چنان‌که احتمال سرایت مبرّدِ نشت یافته به اطاق احتراق منتفی گردد؛

(۳) چنان‌چه آشکارساز مبرّد در محل نصب شود که در صورت نشت مبرّد، شعله را به طور خودکار خاموش کند.

چ) محاسبهٔ حجم فضاهای ساختمان:

(۱) در صورت قرارگرفتن بخش‌های دارای مبرّدِ یک سیستم تبرید در یک یا چند فضای ساختمان که بین آن‌ها بازشو دائمی قرار ندارد، برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد، باید حجم کوچکترین فضای اشغال شدهٔ افراد در محاسبه منظور شود.

(۲) در صورت قرار داشتن اواپراتور یا کندانسور یک سیستم تبرید در کانال هوای یک سیستم هوارسانی که چند فضا را هوارسانی می‌کند، برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد، باید حجم کوچکترین فضایی که با آن سیستم هوارسانی می‌شود در محاسبه وارد شود.

(۳) اگر سیستم هوارسانی به گونه‌ای باشد که در هر صورت مقدار هوای دریافتی هر کدام از فضاها تا کمتر از $\frac{۱}{۴}$ مقدار حداکثر هوارسانی کاهش نیابد، کل حجم فضاهایی که با این سیستم هوارسانی می‌شود می‌تواند برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد به‌کار رود.

(۴) پلنوم: اگر فضای داخل سقف کاذب به جای پلنوم، برای هوای ورودی یا بازگشتِ سیستم تعویض هوا منظور شده باشد، برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد، باید فضای داخل سقف کاذب هم در محاسبه وارد شود.

### ۱۴-۱۳-۵ الزامات عمومی در موتورخانهٔ سیستم تبرید

#### ۱۴-۱۳-۵-۱ ساختمان موتورخانه

الف) دسترسی: ورود به موتورخانه باید منحصر به فرد یا افراد مسئول باشد. لازم است که بر روی درب یا درب‌های ورودی موتورخانه، جملهٔ «ورود افراد متفرقه ممنوع» ثبت شود.

ب) موتورخانه باید با ابعاد مناسب باشد و دستگاه‌های آن نیز به گونه‌ای استقرار یابد که فضای کافی برای دسترسی به آن‌ها، با رعایت الزامات مندرج در «فصل سوم- مقررات کلی» این مبحث، فراهم باشد.

(۱) در صورت نصب دستگاه‌هایی در فضای بالای معبرهای موتورخانه، لازم است در زیر آن‌ها، فضایی دست‌کم به ارتفاع ۲/۲۰ متر، برای آمد و شد وجود داشته باشد.

پ) درب‌های موتورخانه باید از نوع خود بسته‌شو، بی‌خطر و هوابند باشد و به سوی بیرون فضای موتورخانه باز شود.

ت) موتورخانه نباید بازشوهایی به فضاهای دیگر ساختمان داشته باشد، تا امکان نشر مبرّد نشت یافتهٔ احتمالی به فضاهای دیگر ساختمان، فراهم نباشد.

(۱) اگر در موتورخانه کانال هوا یا دستگاه هوارسان، با فشار داخلی کمتر از فشار هوای آن نصب می‌شود، باید جدارهٔ کانال کاملاً هوابند باشد تا مبرّد نشت یافتهٔ احتمالی، از طریق آن وارد کانال هوا نشود.

(۲) نصب بازشو برای راه فرار از موتورخانه مجاز است.

(۳) تعبیهٔ دریچه‌های بازدید و دسترسی بر روی کانال‌های هوا و هوارسان در موتورخانه، به شرط درزبندی کامل، مجاز است.

**۱۴-۱۳-۵-۲** آشکارساز مبرّد

الف) موتورخانهٔ تبرید باید مجهز به آشکارسازِ نشت مبرّد، با اعلام خطر دیداری و شنیداری، باشد.

ب) آشکارساز یا لولهٔ نمونه‌گیری که هوا را به سمت آشکارساز هدایت می‌کند، باید در محل‌هایی از موتورخانه نصب شود که مبرّد نشت یافتهٔ احتمالی بیشترین غلظت را در آن محل‌ها خواهد داشت. آشکارساز و اعلام خطر آن باید در محل مورد تأیید نصب شود.

پ) اعلام خطر آشکارساز باید، پیش از تجاوز غلظت مبرّد نشت یافته از حد بالای میزان مبرّد در محل کار (TLV-TWA) که در جدول (۱۴-۱۳-۲) داده شده است، به‌کار افتد.

(۱) در صورتی‌که موتورخانه، طبق «(۱۴-۱۳-۵-۴)»، تعویض هوای دائمی داشته باشد، نصب آشکارساز برای سیستم تبرید آمونیاکی الزامی نیست.

ت) برای اطمینان از عمل سیستم‌های آشکارساز، اعلام خطر و تعویض هوای مکانیکی موتورخانه، باید طبق دستورالعمل سازنده، به طور ادواری از درستی عملکرد آن‌ها آزمایش به عمل آید.

**۱۴-۱۳-۵-۳** دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز

الف) دستگاه‌های با سوخت مایع یا گازِ با شعلهٔ باز، که هوای احتراق را از فضای موتورخانه می‌گیرند، نباید در موتورخانهٔ تبرید نصب شوند، جز در موارد زیر:

(۱) کبریت یا فندکِ آشکارسازِ نشت یاب و لوازم مشابه؛

(۲) نوع مبرّد آب یا گازکربنیک باشد؛

(۳) اگر هوای لازم برای احتراق سوخت دستگاه‌های داخل موتورخانه مستقیماً از طریق کانال از خارج گرفته شود و کانال در تمام مسیر کاملاً هوابند باشد، چنان‌که مانع نفوذ مبرّد نشت یافته به فضای احتراق دستگاه گردد؛ یا آشکارسازِ نشت مبرّد مستقیماً به سوخت‌پاش مربوط باشد تا در صورت نشت مبرّد، به‌طور خودکار عمل احتراق نیز متوقف شود.

**۴-۵-۱۳-۱۴** تعویض هوا

الف) موتورخانهٔ تبرید باید مجهز به تعویض هوای مکانیکی باشد. سیستم تهویهٔ مکانیکی باید دست‌کم ظرفیت تخلیهٔ هوای موتورخانه را به خارج، در شرایط کار عادی و شرایط کار اضطراری، داشته باشد.

(۱) استفاده از هواکش چند سرعته یا نصب چند هواکش، برای تغییر مقدار هوای جابجا شونده، از شرایط اضطراری به شرایط عادی، مجاز است.

(۲) در صورت قرار داشتن سیستم تبرید در چهارطاقی یا اسکلت بازِ به هوای آزاد، و در فضایی به فاصلهٔ دست‌کم ۶ متر از هر بازشو ساختمان، تعویض هوا مجاز است مکانیکی یا طبیعی باشد. در تعویض هوای طبیعی، محل بازشوها باید با توجه به میزان غلظت مبرّد، انتخاب شود. سطح مفید دهانهٔ خروجی هوا از بازشو، نباید از مقدار زیر کمتر باشد:

$$F = 0.138\sqrt{G} \qquad (۱-۱۳-۱۴)$$

$F$= سطح مفید و آزاد دهانهٔ بازشو، برحسب مترمربع؛

$G$= جرم مبرّد در بزرگترین بخش سیستم تبرید در موتورخانه، برحسب کیلوگرم.

ب) تخلیهٔ هوا

(۱) تخلیه هوای موتورخانه باید با رعایت الزامات «فصل چهارم – تعویض هوا» انجام شود.

(۲) دهانهٔ تخلیهٔ مکانیکی هوای موتورخانه به خارج باید در محلی قرارگیرد که از مرز ملک دست‌کم ۶ متر فاصله داشته باشد.

پ) هوای ورودی از بیرون

(۱) هم‌زمان با تخلیهٔ هوای موتورخانهٔ تبرید، باید هوای آزاد از بیرون وارد آن شود.

(۲) دهانه‌های ورود هوا از بیرون باید در محلی قرارگیرد که هوای تخلیه شده دوباره به موتورخانه وارد نشود.

(۳) سیستم تعویض هوای موتورخانهٔ تبرید، شامل ورود هوا از بیرون و تخلیهٔ هوا از درون، نباید با سیستم تعویض هوای فضاهای دیگر ساختمان مشترک باشد.

(۴) دریچه‌ها باید دارای توری مقاوم در برابر خوردگی با چشمه‌های دست‌کم ۶/۵ میلی‌متر باشند

ت) مقدار تعویض هوا در شرایط کار عادی

(۱) هنگام حضور کارکنان در موتورخانهٔ تبرید، مقدار تخلیهٔ هوای مکانیکی نباید از بیشینهٔ ارقام زیر کمتر باشد:

- ۰/۰۰۲۵ مترمکعب در ثانیه برای هر مترمربع از سطح موتورخانه؛

- ۰/۰۰۹ مترمکعب در ثانیه برای هر نفر؛
- به میزانی که افزایش دمای هوای موتورخانه نسبت به دمای هوای خارج، ناشیِ از کار همهٔ دستگاه‌های گرمازا، بیش از ۱۰ درجهٔ سلسیوس نشود.

ث) مقدار تعویض هوا در شرایط اضطراری

(۱) هنگام اعلام خطرِ آشکارساز، حجم تخلیهٔ مکانیکی هوا در واحد زمان ($Q$)، بسته به جرم مبرّد در بزرگترین قسمت سیستم تبرید ($G$)، نباید از مقدار محاسبه شدهٔ زیر کمتر باشد.

$$Q = k\sqrt{G} \qquad (۲-۱۳-۱۴)$$

در سیستم SI: $K$=۰/۰۷، $G$ بر حسب کیلوگرم و $Q$ بر حسب مترمکعب در ثانیه؛
در سیستم IP: $K$=۱۰۰، $G$ بر حسب پوند و $Q$ بر حسب فوت‌مکعب در دقیقه.

**۱۴-۱۳-۵-۵** لولهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان

الف) خروجی سیستم ایمنی، فیوز و تخلیهٔ شیراطمینان که در موتورخانه قرار می‌گیرد، باید با لوله تا خارج از ساختمان ادامه یابد، به طوری‌که دهانهٔ انتهایی لولهٔ تخلیهٔ آن دست‌کم ۴/۶ متر از زمین مجاور بالاتر بوده و دست‌کم ۶ متر از هر بازشوی ساختمان فاصله داشته باشد.

**۱۴-۱۳-۶ الزامات ویژه در موتورخانهٔ سیستم تبرید**

**۱۴-۱۳-۶-۱** اگر سیستم تبرید به ترتیبی که در «(۱۴-۱۳-۴-۲) "الف"» مقرر شده حاوی مبرّدهایی از نوع A2، A3، B2 و B3 باشد، علاوه بر الزامات مقرر در «(۱۴-۱۳-۵)»، الزامات این قسمت نیز باید در مورد موتورخانهٔ آن رعایت شود.

**۱۴-۱۳-۶-۲** ساختمان موتورخانه

الف) ساختمان موتورخانه باید با جدارهای گازبند و دست‌کم یک ساعت مقاوم در برابر آتش، از فضاهای دیگر ساختمان کاملاً جدا باشد.

ب) هر گونه بازشو بین موتورخانه و فضاهای دیگر ساختمان، باید به حفاظ‌های مورد تأیید مجهز باشد. درب‌ها باید از نوع خود بسته‌شو، گازبند و دست‌کم یک ساعت مقاوم در برابر آتش باشند.

(۱) غلاف لوله‌هایی که از دیوارها، سقف و کف موتورخانه وارد می‌شوند باید کاملاً گازبند باشد.

(۲) بازشوهای دیوارهای خارجی موتورخانه نباید زیر معابر خروجی، راه‌پله‌ها و راه‌های فرار، قرار گیرند.

(۳) هر موتورخانه باید دست‌کم یک دربِ خروجی داشته باشد که مستقیماً به خارج از ساختمان باز شود. اگر دربِ خروجی از نوع خود بسته‌شو و گازبند باشد، مجاز است به راهرویی باز شود که مستقیماً به خارج از ساختمان راه دارد.

**۱۴-۱۳-۶-۳** دستگاهِ با شعلهٔ باز یا سطح داغی که به طور پیوسته دمایی بالاتر از ۴۲۷ درجهٔ سلسیوس دارد، نباید در موتورخانه نصب شود، مگر به طور موقت.

**۱۴-۱۳-۶-۴** سیستم تعویض هوای موتورخانه‌ای که مبرّد آن آمونیاک است باید پیوسته کار کند، مگر در شرایط زیر:

الف) موتورخانه به آشکارساز مبرّد مجهز باشد تا در صورت رسیدن مقدار گاز آمونیاک نشت یافته به ۵۰۰ PPM، به طور خودکار سیستم تعویض هوا را به‌کار اندازد و اعلام خطر را فعال‌کند.

**۱۴-۱۳-۶-۵** کنترل از دور

الف) تجهیزات کنترل از دور دستگاه‌های موتورخانهٔ تبرید باید در محلی مناسب و مورد تأیید، درخارج از موتورخانه و نزدیک درب ورودی اصلی آن، نصب شود.

(۱) علاوه بر آشکارساز مبرّد و سیستم تعویض هوای موتورخانه، باید یک کلید اضطراریِ در معرض دید، درون محفظه‌ای با شیشهٔ شکستنی، برای قطع همهٔ دستگاه‌هایی که با انرژی الکتریکی تغذیه می‌شوند، در محل کنترل از دور نصب شود.

(۲) یک کلید اضطراریِ در معرض دید، درون محفظه‌ای با شیشهٔ شکستنی نیز، برای به‌کار انداختن بادزن تعویض هوای موتورخانه، باید در محل کنترل از دور نصب شود.

### ۱۴-۱۳-۷ لوله‌کشی سیستم تبرید

**۱۴-۱۳-۷-۱** کلیات

الف) لوله‌کشی‌های سیستم تبرید باید طبق الزامات این قسمت از مقررات انتخاب، نصب، آزمایش و راه‌اندازی شود.

**۱۴-۱۳-۷-۲** لوله‌های فولادی

الف) لوله‌های خطوط مایع مبرّدهای نوع A2، A3، B2 و B3، در قطرهای اسمی ۴۰ میلی‌متر ($1\frac{1}{2}$ اینچ) و کوچکتر، باید از جنس فولاد کربنی و ردهٔ ۸۰ باشند.

ب) لوله‌های خطوط مایع مبرّدهای نوع A1 و B1، در قطرهای اسمی ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ) و کوچکتر، باید از جنس فولاد کربنی و ردهٔ ۴۰ باشند.

پ) لوله‌های خطوط مایع مبرّدهای نوع A2، A3، B2 و B3، در قطرهای اسمی ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) تا ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ) و لوله‌های مکش و تخلیه، در قطرهای اسمی ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ) و کوچکتر، باید از جنس فولاد کربنی و ردهٔ ۴۰ باشند.

**۱۴-۱۳-۷-۳** لوله‌های مسی و برنجی

الف) لوله‌های مسی و برنجی با اندازه‌های استاندارد، که مقدار مس آن‌ها در آلیاژ کمتر از ۸۰ درصد نباشد، باید مطابق استاندارد ASTM B42 و ASTM B43 باشند.

ب) لوله‌های مسی که در سیستم تبرید به‌کار می‌روند باید از نوع بی‌درز، ردهٔ K، L یا M، کشیده شده یا به آرامی خنک شده و مطابق استاندارد ASTM B88 باشند.

پ) نوع اتصال لوله‌های مسی در لوله‌کشی سیستم تبرید با مبرّدهای A2، A3، B2 و B3، باید لحیمی موئینگی سخت باشد.

(۱) در این لوله‌کشی‌ها، اتصال لحیمی موئینگی نرم مجاز نیست.

(۲) اتصال مکانیکی در لوله‌کشی مسی در قطرهای خارجی بزرگتر از ۲۲ میلی‌متر ($\frac{۷}{۸}$ اینچ)، مجاز نیست.

**۱۴-۱۳-۷-۴** اجرای لوله‌کشی

الف) لوله‌های مسی که در سیستم‌های تبرید با مبرّدهای غیر از A1 و B1 به کار می‌روند باید از نوع نرم، که در موقع ساخت به آرامی خنک شده باشند، انتخاب شوند. لوله‌کشی باید در داخل لوله یا کانال سخت و یا قابل انعطاف قرارگیرد.

(۱) قطعاتی از لوله‌کشیِ بین واحد تقطیر و نزدیک‌ترین رایزرها، به شرطی که طول کلی آن بیش از ۱۸۰۰ میلی‌متر نباشد، لازم نیست در داخل لوله یا کانال حفاظت شود.

ب) لوله‌کشی سیستم تبرید که دمای سطوح خارجی آن در شرایط کار عادی، کمتر از نقطهٔ شبنم هوای مجاور است و در نقاطی نصب می‌شود که چگالش بخار آب موجود در هوا موجب خطر و آسیب رساندن به افراد یا دستگاه‌های برقی یا هر تجهیزاتِ دیگر است، باید با روش‌های مورد تأیید حفاظت شوند تا از زیان‌های آن جلوگیری شود.

پ) لوله‌کشی سیستم تبرید باید در مسیری انجام شود که اتصالات آن همواره امکان بازدید و دسترسی داشته باشد.

**۱۴-۱۳-۷-۵** شیرهای قطع کامل

الف) در سیستم‌های با کمپرسور ضربه‌ای که مقدار مبرّد سیستم بیش از ۳ کیلوگرم است، در نقاط زیر باید شیر قطع کامل نصب شود:

(۱) در ورود به هر کمپرسور و هر واحد تقطیر؛

(۲) در خروج از هر کمپرسور، هر واحد تقطیر و هر دریافت‌کنندهٔ مایع.

ب) در سیستم‌های زیر نصب شیر قطع کامل لازم نیست:

- سیستم‌هایی که تخلیهٔ مبرّد دارند و می‌توانند تمام مبرّد را در یک دریافت‌کننده یا مبدل گرمایی، ذخیره کنند؛
- سیستم‌هایی که دارای ملحقات دایمی یا قابل حمل تخلیهٔ مبرّد باشند؛
- سیستم تبرید یکپارچه.

پ) در سیستم‌های با کمپرسور پیستونی ضربه‌ای که مقدار مبرّد سیستم بیش از ۴۵ کیلوگرم است، علاوه بر نقاطی که در ردیف "الف" (۱) آمده، در ورودی هر دریافت‌کنندهٔ مایع نیز باید شیر قطع کامل نصب شود. نصب این شیر بر روی لولهٔ ورودی به دریافت‌کنندهٔ یک واحد تقطیر، یا در ورودی دریافت‌کننده‌ای که جزئی از کندانسور است، الزامی نیست.

ت) شیر قطع کامل، بر روی لوله‌کشی مسی سیستم تبریدِ از نوع نرم و قابل انعطاف و با قطر خارجی کمتر از ۲۲ میلی‌متر ( $\frac{۷}{۸}$ اینچ)، باید مجهز به بست و تکیه‌گاه نگه‌دار جداگانه و مستقل از لوله‌ها باشد.

ث) در نقاطی از لوله‌کشی که مشخصه و کارکرد شیر قطع کامل به روشنی معلوم نیست، عملکرد مورد نظر شیر باید با نصب پلاک بر روی ان مشخص گردد. این موضوع نباید با شماره‌گذاری به صورت چسباندن برچسب بر روی بدنهٔ آن صورت‌گیرد، مگر آنکه توضیحات و راهنمای شماره گذاری در محلی نزدیک به شیر نصب گردد.

### ۱۴-۱۳-۸ آزمایش در کارگاه

**۱۴-۱۳-۸-۱** هر قسمتِ حاوی مبرّد از سیستم تبرید، جز کمپرسور، کندانسور، مخازن، اواپراتور، شیر اطمینان، فشارسنج و سیستم کنترل، که این‌ها در کارخانه آزمایش شده‌اند، باید پس از اجرای کامل عملیات نصب و پیش از راه‌اندازی، برای اطمینان از گازبند بودن آن‌ها، در کارگاه آزمایش نشت شود. آزمایش باید شامل فشار طرف بالا و فشار طرف پایین باشد و در فشاری دست‌کم برابر فشار طراحی یا نقطهٔ تنظیم شیراطمینان انجام‌گیرد.

**۱۴-۱۳-۸-۲** آزمایش در کارگاه در موارد دیگر

الف) مخازن حاوی گاز که به‌طور پیوسته به سیستم تبرید متصل نیست، لازم نیست در کارگاه آزمایش شوند.

ب) سیستم‌های با شیراطمینان که به طور محدود شارژ شده باشند، باید با فشاری معادل ۱/۵ برابر نقطهٔ تنظیم شیراطمینان، در کارگاه آزمایش شوند. اگر این سیستم‌ها در کارخانه با فشاری معادل ۱/۵ برابر فشار طراحی آزمایش شده باشند، پس از نصب در کارگاه، کافی است که با فشار طراحی آزمایش شوند.

پ) کمپرسورهای سانتریفوژ و یا دوار: در آزمایش فشارِ در کارگاه، برای کمپرسورهای سانتریفوژ و دوار سیستم تبرید، باید فشار طرف پایین به عنوان فشار آزمایش کارگاهی برای کل سیستم در نظر گرفته شود.

**۱۴-۱۳-۸-۳** گاز مورد استفاده در آزمایش

الف) آزمایش در کارگاه باید با گازهای خنثی و خشک مانند ازت و یا گاز کربنیک، انجام شود.

(۱) در آزمایشِ کارگاهی، استفاده از اکسیژن، هوا و گازهای سوختنی و یا مخلوطی از این گازها، مجاز نیست.

(۲) کاربرد هوای فشرده برای آزمایش سیستم تبرید با مبرّد آمونیاکی (R-717)، مجاز است.

(۳) پیش از شارژ کردن مبرّد، سیستم باید کاملاً از گاز آزمایش تخلیه شود.

**۱۴-۱۳-۸-۴** وسیلهٔ آزمایش

الف) وسیله‌ای که برای آزمایش سیستم تبرید در کارگاه به کار می‌رود باید به تجهیزاتی برای محدود کردن یا کاهش فشار مجهز باشد و در خروجی آن فشارسنج نصب شده باشد.

**۱۴-۱۳-۸-۵** گواهی آزمایش

الف) برای آزمایش سیستم‌های تبریدِ حاوی مبرّدی با وزن ۲۵ کیلوگرم یا بیشتر، باید گواهی آزمایش صادر شود.

ب) در گواهی آزمایش، نام مبرّد و فشار آزمایش طرف پایین و طرف بالا باید درج شود.

پ) گواهی آزمایش باید به امضای نصب‌کننده برسد و جزو بخشی از مدارک طرح نگه‌داری شود.

**۱۴-۱۳-۸-۶** آزمایش ادواری

آزمایش‌های پیش‌گیرانه باید براساس دستور سازنده و به‌منظور حصول اطمینان از عملکرد صحیح

تجهیزات اضطراری زیر، به طور ادواری انجام شود:

(۱) سیستم‌های دیداری هشدار دهنده؛

(۲) شیرها و تجهیزات مربوط به عملکرد کنترل‌های لازم در موارد اضطراری؛

(۳) هواکش‌ها و تجهیزات مربوط به عملکردهای لازم در موارد اضطراری، برای اطمینان از درست کارکردن سیستم تهویه؛

(۴) آشکار سازها و هشدار دهنده‌های سیستم.

# ۱۴-۱۴ کاهش فاصلهٔ مجاز

**۱۴-۱۴-۱ دامنهٔ کاربرد**

**۱۴-۱۴-۱-۱** کمینهٔ فاصله‌های مجاز مقرر شده در فصل‌های این مبحث، بین مواد سوختنی و اجزای تأسیسات مکانیکی، مانند دودکش، رابط دودکش، سیستم تعویض هوا و هودهای آشپزخانه و دستگاه‌های با سوخت جامد، مایع و گاز، ممکن است طبق الزامات مندرج در این فصل «(۱۴-۱۴) کاهش فاصلهٔ مجاز» و محدودیت‌های مقرر شده در آن، کاهش یابد.

الف) اگر سازنده حداقل فاصلهٔ مجاز در دستگاه‌های با سوخت جامد را ۳۰۰ میلی‌متر یا کمتر تعیین کرده باشد، الزامات این فصل در مورد کاهش فاصلهٔ مجاز نباید در بارهٔ آن عمل شود.

ب) اگر سازنده حداقل فاصلهٔ مجاز در دستگاه‌های با سوخت جامد را بیش از ۳۰۰ میلی‌متر تعیین کرده است، الزامات این فصل نباید این فاصله را به کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر کاهش دهد.

پ) الزامات این فصل نباید برای کاهش فاصله‌های مجاز مقرر شده برای دودکش‌های قائم با مصالح بنائی منظور شود.

ت) الزامات این فصل نباید برای کاهش فاصله‌های مجاز مقرر شده برای شومینه‌های با مصالح بنائی منظور شود.

ث) الزامات این فصل نباید برای کانال‌های تخلیهٔ هوای آشپزخانه که در یک شافت بسته قرار دارد، منظور شود.

### ۱۴-۱۴-۲ کلیات

**۱۴-۱۴-۲-۱** برای کاهش فاصلهٔ مجاز بین مواد سوختنی و سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزاء تأسیسات گرمایی، می‌توان از قطعات محافظ استفاده کرد.

**۱۴-۱۴-۲-۲** قطعات محافظ، پایه‌ها و تکیه‌گاه‌های آن‌ها باید از مواد غیرسوختنی ساخته شده باشند.

الف) حایل‌هایی که، برای ایجاد فاصلهٔ هوایی بین قطعات محافظ و مواد سوختنی قرار می‌گیرند، باید از مواد غیرسوختنی باشند.

ب) فاصلهٔ حایل‌ها و قطعات محافظ با سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات گرمایی، در هر صورت نباید از ۲۵ میلی‌متر کمتر باشد.

پ) در صورت وجود فضای خالی و فاصلهٔ هوایی میان قطعات محافظ و سطوح سوختنی حفاظت شده، در اطراف و لبه‌های قطعات محافظ و حایل‌های آن نیز باید چنین فضایی پیش‌بینی شود، به‌طوری که هوا به صورت وزش در این فضا جریان یابد.

### ۱۴-۱۴-۳ جدول کاهش فاصلهٔ مجاز

**۱۴-۱۴-۳-۱** فاصله‌های مجاز بین سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات گرمایی با مواد و مصالح سوختنی باید براساس یکی از روش‌های مقرر شده در جدول (۱۴-۱۴-۱) کاهش یابد.

الف) یادداشت‌های جدول شماره (۱۴-۱۴-۱):

(۱) عایق پشم سنگ به صورت پتویی یا تخته‌ای که در جدول آمده است، با وزن مخصوص ۱۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب و دمای ذوب ۸۱۶ درجهٔ سلسیوس است؛

(۲) عایق پشم شیشه که در جدول آمده است، با ضریب هدایت گرمائی ۰/۰۳۶ W/m.K یا کمتر است؛

(۳) عایق تخته‌ای که در ساختار محافظ به کار می‌رود باید از جنس غیرسوختنی باشد.

**جدول (۱۴-۱۴-۱) روش‌های کاهش فاصلهٔ مجاز**

| انواع قطعات محافظ | کمینهٔ فاصلهٔ مجاز کاهش یافته با قطعات محافظ (میلی‌متر) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | سطوح افقی از مواد و مصالح سوختنی در بالای سطوح گرم | | | | سطوح افقی از مواد و مصالح سوختنی در زیر سطوح گرم یا سطوح قائم در مجاورت سطوح گرم | | | |
| | فاصلهٔ مجاز بدون قطعات محافظ | | | | فاصلهٔ مجاز بدون قطعات محافظ | | | |
| | ۹۰۰ | ۴۵۰ | ۲۳۰ | ۱۵۰ | ۹۰۰ | ۴۵۰ | ۲۳۰ | ۱۵۰ |
| ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که روی عایق پشم شیشه یا پشم سنگ به ضخامت ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شود. | ۴۵۰ | ۲۳۰ | ۱۲۰ | ۸۰ | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۸۰ | ۸۰ |
| ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شود. | ۴۵۰ | ۲۳۰ | ۱۲۰ | ۸۰ | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۸۰ | ۵۰ |
| دولایه از ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که با فاصلهٔ هوایی ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شوند. | ۴۵۰ | ۲۳۰ | ۱۲۰ | ۸۰ | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۸۰ | ۸۰ |
| دولایه از ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که بین آن‌ها عایق پشم شیشه به ضخامت ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شوند. | ۴۵۰ | ۲۳۰ | ۱۲۰ | ۸۰ | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۸۰ | ۸۰ |
| عایق تخته‌ای به ضخامت ۱۲ میلی‌متر که روی عایق پشم شیشه یا پشم سنگ به ضخامت ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و بلافاصله بعد از مواد و مصالح سوختنی نصب شود. | ۶۰۰ | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۱۰۰ | ۴۵۰ | ۲۳۰ | ۱۲۰ | ۸۰ |
| تیغهٔ آجری به ضخامت ۹۰ میلی‌متر که به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از دیواری با مواد و مصالح سوختنی نصب شود. | – | – | – | – | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱۵۰ |
| تیغه‌ی آجری به ضخامت ۹۰ میلی‌متر که بلافاصله بعد از دیواری با مواد و مصالح سوختنی نصب شود. | – | – | – | – | ۶۰۰ | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۱۲۰ |

# پیوست ۱
# روز- درجهٔ سالانه

## ۱-۱ کلیات

**۱-۱-۱** پیوست ۱، روز ـ درجهٔ گرمایی سالانه (ADDH) و روز ـ درجهٔ سرمایی سالانه (ADDC) را برای محاسبهٔ عایق کانال هوا، برای تعدادی از شهرهای کشور به ترتیبی که در «(۱۴-۶-۵-۲) عایق کانال هوا در خارج ساختمان» مقرر شده، ارائه می‌دهد.

**۱-۱-۲** ارقام مندرج در «پیوست ۱، روزـ درجهٔ سالانه» به عنوان راهنما پیشنهاد می‌شود و نباید آن را جزئی از مقررات و مشمول الزام قانونی تلقی‌کرد.

**۱-۱-۳** مقادیر مندرج در این پیوست استفاده از منابع دیگر را، برای دستیابی به مقادیر روز- درجهٔ گرمایی و روز-درجهٔ سرماییِ ناظر به شرایط محل نصب کانال هوا، به شرط تأیید، منتفی نمی‌کند.

**۱-۲** جدول (پ-۱-۱) مقادیر روز- درجهٔ گرمایی و روز- درجهٔ سرمایی سالانه را در ۴۳ شهر کشور برحسب درجه سلسیوس نشان می‌دهد. مقادیر روز- درجهٔ مورد نیاز برای شهرهای دیگر را می‌توان از راه تشابه اقلیم‌ها به‌دست آورد.

**جدول (پ-۱-۱): روز- درجهٔ سالانه برای تعدادی از شهرهای کشور (درجهٔ سلسیوس)**

| ردیف | شهر | روز – درجهٔ گرمایی ADDH | روز – درجهٔ سرمایی ADDC | ردیف | شهر | روز – درجهٔ گرمایی ADDH | روز ـ درجهٔ سرمایی ADDC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | آبادان | ۴۳۰ | ۲۳۵۵ | ۲۲ | دزفول | ۵۶۵ | ۲۱۵۰ |
| ۲ | اراک | ۲۳۴۵ | ۵۰۰ | ۲۳ | رامسر | ۱۵۰۵ | ۳۵۰ |
| ۳ | ارومیه | ۲۶۷۰ | ۲۶۰ | ۲۴ | رشت | ۱۶۴۰ | ۳۲۵ |
| ۴ | اصفهان | ۱۸۷۰ | ۶۶۵ | ۲۵ | زابل | ۹۵۵ | ۱۷۰۵ |
| ۵ | اهواز | ۵۱۰ | ۲۲۵۵ | ۲۶ | زاهدان | ۱۲۲۵ | ۷۶۵ |
| ۶ | ایرانشهر | ۲۹۰ | ۲۵۹۵ | ۲۷ | زنجان | ۲۹۴۵ | ۱۸۵ |
| ۷ | بابلسر | ۱۴۴۰ | ۴۸۳ | ۲۸ | سبزوار | ۱۸۴۰ | ۸۵۵ |
| ۸ | کرمانشاه | ۲۳۰۰ | ۴۱۵ | ۲۹ | سقز | ۲۹۵۰ | ۲۳۵ |
| ۹ | بم | ۷۱۵ | ۱۶۰۰ | ۳۰ | سمنان | ۱۶۵۰ | ۱۰۶۵ |
| ۱۰ | بندرانزلی | ۱۶۵۰ | ۴۳۵ | ۳۱ | سنندج | ۲۵۱۵ | ۴۶۰ |
| ۱۱ | بندرعباس | ۵۰ | ۲۵۰۵ | ۳۲ | شاهرود | ۲۱۹۵ | ۴۳۵ |
| ۱۲ | بندرلنگه | ۷۰ | ۲۱۶۵ | ۳۳ | شهرکرد | ۲۷۱۵ | ۲۱۰ |
| ۱۳ | بوشهر | ۳۰۵ | ۱۸۲۰ | ۳۴ | شیراز | ۱۴۹۰ | ۷۱۵ |
| ۱۴ | بیرجند | ۱۵۹۵ | ۶۹۵ | ۳۵ | طبس | ۱۰۸۰ | ۱۵۲۰ |
| ۱۵ | تبریز | ۲۳۵۰ | ۳۴۵ | ۳۶ | فسا | ۱۱۸۵ | ۱۰۶۵ |
| ۱۶ | تربت حیدریه | ۲۲۱۵ | ۴۶۰ | ۳۷ | قزوین | ۲۱۹۰ | ۵۱۰ |
| ۱۷ | تهران | ۱۸۱۰ | ۸۶۵ | ۳۸ | کاشان | ۱۴۸۰ | ۱۴۰۰ |
| ۱۸ | جاسک | ۲۵ | ۲۱۰۰ | ۳۹ | کرمان | ۱۷۵۰ | ۵۱۰ |
| ۱۹ | چابهار | ۲۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰ | گرگان | ۱۳۱۰ | ۷۴۵ |
| ۲۰ | خرم‌آباد | ۱۴۳۰ | ۹۰۵ | ۴۱ | مشهد | ۲۳۶۰ | ۳۶۵ |
| ۲۱ | خوی | ۲۸۰۵ | ۲۶۰ | ۴۲ | همدان | ۲۹۷۰ | ۲۲۰ |
| | | | | ۴۳ | یزد | ۱۴۰۵ | ۱۱۳۰ |

# پیوست ۲
# واژه‌نامه فارسی- انگلیسی

## واژه‌نامه فارسی- انگلیسی

| | |
|---|---|
| آب خنک‌کننده | Cooling water |
| آب سردکننده | Chilled water |
| آب گرم‌کن | Water Heater |
| آتریم | Atrium |
| آسایش | Comfort |
| آشکارساز مبرّد | Refrigerant detector |
| آلایندهٔ هوا | Air pollutants |
| آویز | Hanger |
| | |
| اتصال | Joint |
| اتصال زمین | Earthing |
| اتصال فیتینگ فشاری | Compression fitting or flared joint |
| اتصال کوتاه | Short circuit |
| اتصال لحیمی موئینگی | Capillary soldering |
| اشغال/تصرف/کاربری | Occupancy |
| اندازه | Size |
| اواپراتور ← تبخیر کننده/ اواپراتور | |
| | |
| باتری سربی اسیدی اتمسفریک | Flooded lead _acid battery |
| باتری سربی اسیدی بسته، مجهز به شیر اطمینان | Valve regulated lead _acid battery |
| باتری نیکل کادمیوم اتمسفریک | Flooded nickel cadmium battery |
| بازگردانی هوا | Air recirculation |
| بخاری اتاقی با دودکش | Vented room heater |
| بخاری اتاقی بدون دودکش | Unvented room heater |
| بست ← تکیه‌گاه/ بست | |
| | |
| پره- شعاعی | Radial blade |
| پشم سنگ | Mineral wool |
| پلنوم | Plenum |
| پی (فونداسیون) | Foundation |

| | |
|---|---|
| Evaporator | تبخیرکننده/ اواپراتور |
| Air exhausting | تخلیهٔ هوا |
| Air cleaning | تصفیهٔ هوا |
| Ventilation | تعویض هوا/ تهویه |
| Support | تکیه‌گاه/ بست |
| Draft regulator | تنظیم‌کنندهٔ مکش |
| Automatic reset | تنظیم مجدد خودکار |
| Manually reset | تنظیم مجدد دستی |
| Ventilation | تهویه ← تعویض هوا/ تهویه |
| Mechanical ventilation | تهویهٔ مکانیکی |
| Air conditioning | تهویه مطبوع |
| Natural ventilation | تهویهٔ طبیعی |
| | |
| Positive displacement | جابه‌جایی مثبت (پمپ) |
| Condensation | چگالش |
| Condenser | چگالنده/ کندانسور |
| Condensate | چگالیده/ کندانسیت |
| | |
| Spacer | حایل |
| Allowable maximum working pressure | حداکثر فشار کار مجاز |
| Threshold limit value- time weighted average (TLV- TWA) | حد بالای میزان مبرّد در محیط کار |
| Up flammability limit | حد بیشینهٔ اشتعال |
| Low flammability limit | حد کمینهٔ اشتعال |
| Sensor | حسگر |
| Expansion loop | حلقهٔ انبساط |
| | |
| Expansion bend | خم انبساط |
| | |
| Readily accessible | در دسترس |
| Seam | درز طولی |
| Joint | درز عرضی |
| Liquid receiver | دریافت‌کنندهٔ مایع |
| Appliance | دستگاه با سوخت جامد، مایع، گاز یا برق |

| | |
|---|---|
| Low heat appliance | دستگاه با دمای پایین |
| Vented appliance | دستگاه با دودکش |
| Closed combustion solid fuel burning appliance | دستگاه با محفظهٔ احتراق بسته برای سوخت جامد |
| Unvented appliance | دستگاه بدون دودکش |
| Room air conditioner | دستگاه تهویه مطبوع اتاقی |
| Electric heating appliance | دستگاه گرمازای برقی |
| Specific appliance | دستگاه گرم‌کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه |
| Commercial cooking appliance | دستگاه پخت و پز تجاری |
| Self – contained equipment (Package) | دستگاه یک‌پارچه |
| Design working temperature | دمای کار طراحی |
| Damper | دمپر |
| Fire damper | دمپر آتش |
| Smoke damper | دمپر دود |
| Backdraft damper | دمپر کوران برگشت |
| Offset | دوخم |
| Induced draft venting | دودکش القایی |
| Low- heat chimney | دودکش با دمای پایین |
| Vent | دودکش پیش‌ساخته |
| Forced-draft venting | دودکش رانشی |
| Chimney | دودکش قائم |
| Outdoor opening | دهانهٔ بازشوی خارجی |
| Flow diagram | دیاگرام جریان |
| Boiler | دیگ |
| Automatic boiler | دیگ خودکار |
| | |
| Schedule | رده |
| Annual degree day cooling (ADDC) | روز- درجهٔ سرمایی سالانه |
| Annual degree day heating (ADDH) | روز- درجهٔ گرمایی سالانه |
| | |
| Ordinary construction | ساختمان با درزهای معمولی |
| Tight construction | ساختمان با درزهای هوابند |
| Hood face area | سطح هود |

| | |
|---|---|
| High probability system | سیستم با احتمال بالا |
| Low probability system | سیستم با احتمال پایین |
| Closed system | سیستم بسته |
| Vented closed system | سیستم بسته ولی مربوط به هوای آزاد |
| Open – spray system | سیستم پاششی باز |
| Double – indirect open spray system | سیستم پاششی باز غیرمستقیم دو مرحله‌ای |
| Indirect refrigerant system | سیستم تبرید غیرمستقیم |
| Direct refrigerant system | سیستم تبرید مستقیم |
| Air distribution system | سیستم توزیع هوا |
| Indirect closed system | سیستم غیرمستقیم بسته |
| Indirect vented closed system | سیستم غیرمستقیم بستهٔ مربوط به هوا |
| Indirect open spray system | سیستم غیرمستقیم پاششی باز |
| | |
| Flame spread index | شاخص پیشروی شعله |
| Smoke developed index | شاخص گسترشِ دود |
| Pilot | شمعک |
| Continuous pilot | شمعک دایمی |
| Interrupted pilot | شمعک قطع شونده |
| Intermittent pilot | شمعک متناوب |
| Masonary fireplace | شومینهٔ با مصالح بنائی |
| Factory built fireplace | شومینهٔ ساخته شده در کارخانه |
| Safty valve | شیر اطمینان بخار |
| Pressure relief valve | شیر اطمینان فشار |
| Butterfly valve | شیر پروانه‌ای |
| Non- rising stem valve | شیر درجا چرخ |
| Cock valve | شیر سماوری |
| Automatic gas shutoff valve | شیر قطع خودکار گاز |
| Quick closing valve | شیر قطع سریع |
| Stop valve | شیر قطع کامل |
| Gate valve | شیر کشویی |
| Globe valve | شیر کف فلزی |
| Check valve | شیر یکطرفه |
| | |
| Water hammer | ضربهٔ قوچ |

| | |
|---|---|
| طرف فشار بالا | High- side pressure |
| طرف فشار پایین | Low – side pressure |
| عمل تخلیهٔ مبرّد | Refrigerant pumpout function |
| غلاف تهویه شونده | Ventilation thimble |
| فاصلهٔ مجاز | Clearance |
| فاصلهٔ هوایی | Air space |
| فشار طراحی مخزن | Design pressure of the tank |
| فشار کار طراحی | Design working pressure |
| فضای با حجم ناکافی | Confined space |
| فضای با حجم کافی | Unconfined space |
| فضای با خطر | Hazardous location |
| فضای به طور غیرعادی درزبند | Unusually tight construction |
| فضای کاملاً بسته | Confined space |
| فولاد زنگ‌ناپذیر | Stainless steel |
| فیلتر روغن | Grease filter |
| فیوز | Fusible link |
| قابل دسترسی | Accessible |
| قطعات محافظ | Protective assembly |
| قطعهٔ انبساط | Expansion joint |
| کاربری | Occupancy |
| کانال | Duct |
| کانال قائم | Riser duct |
| کانوپی | Canopy |
| کف کاذب/ خمیده‌رو | Crawl space |
| کلاهک تعادل | Draft hood |
| کمپرسور ضربه‌ای | Positive displacement compressor |
| کمپرسور غیرپیستونی ضربه‌ای | Nonpositive displacement compressor |
| کنترل اطمینان خودکار قطع گاز | Safety shutoff device |

| | |
|---|---|
| کنترل اطمینان شمعک | Flame safeguard |
| کنترل اطمینان وجود حداقل اکسیژن | Oxygen depletion safety shutoff system (ODS) |
| کنترل اطمینان وجود شعله | Flame safeguard |
| کنترل تدریجی | Modulating control |
| کنترل حد دمای بالا | High limit |
| کندانسور- چگالنده/ کندانسور | |
| کورهٔ بسته | Enclosed furnace |
| کورهٔ هوای گرم | Furnace |
| کولر آبی | Evaporative cooler |
| | |
| گازبند | Gas tight |
| گزنون | Xenon |
| | |
| لحیم‌کاری سخت | Brazing |
| لحیم‌کاری نرم | Soldering |
| لرزه‌گیر لوله‌ای | Flexible connection |
| لولهٔ رابط دودکش | Breaching connector |
| لوله- محوری | Tube- axial |
| | |
| مبرّد احیا شده | Reclaimed refrigerant |
| مبرّد بازیافتی | Recovered refrigerant |
| مبرّد تصفیه شده | Recycled refrigerant |
| مخزن با فشار جوّ | Atmospheric tank |
| مخزن تحت فشار | Pressure vessel |
| مخزن تغذیه | Supply tank |
| مخزن تغذیهٔ ثقلی | Gravity tank |
| مخزن ذخیره | Storage tank |
| مخزن روزانه | Auxiliary tank |
| مرتبط | Interlock |
| مشعل | Burner |
| معبر قائم دود | Flue |
| مکش | Draft |
| مکش القایی | Induced draft |
| مکش طبیعی | Natural draft |

| | |
|---|---|
| Fire compartment | منطقهٔ آتش |
| Combustible materials | مواد سوختنی |
| Noncombustible materials | مواد غیرسوختنی |
| Machinery room | موتورخانه |
| Approved | مورد تأیید |
| Anchor | مهار |
| Infiltration | نفوذ هوا به داخل |
| Condensing unit | واحد تقطیر |
| Convection | وزش |
| Water hammer arrestor | وسیلهٔ حذف ضربهٔ قوچ |
| Automatic gas shutoff device | وسیلهٔ قطع خودکار گاز |
| Fitting | وصاله (فیتینگ) |
| Compression fitting | وصالهٔ فشاری |
| Air | هوا |
| Combustion air | هوای احتراق |
| Recirculated air | هوای بازگردانی شده |
| Return air | هوای برگشت |
| Outdoor air | هوای بیرون |
| Exhaust air | هوای تخلیه |
| Make up air | هوای دریافتی از بیرون |
| Supply air | هوای رفت |
| Ventilation air | هوای مطبوع |
| Hood | هود |

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران
# مبحث پانزدهم
# آسانسورها و پلکان‌برقی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش سوم ۱۳۹۲

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان. |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | آسانسورها و پلکان برقی/ تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان [وزارت راه و شهرسازی]؛ [برای] وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان. |
| **وضعیت ویراست:** | ویراست ۳. |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۸۴ص. مصور، جدول. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۸-۶ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات – ایران |
| **موضوع:** | آسانسورها - - طرح و ساختمان |
| **موضوع:** | پله برقی - - طرح و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان. |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۵. |
| **رده بندی کنگره:** | ۱۳۹۲ ج. ۱۵ ۷ م۹الف/KMH۳۴۰۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۳۲۲۲۷۲۱ |

## نام کتاب: مبحث پانزدهم آسانسورها و پلکان برقی

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **ناشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۸-۶ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۲ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۳۰،۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل‌های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع دارای صلاحیت نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداری‌های سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداری‌ها و دستگاه‌های اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع دارای صلاحیت بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**
**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث پانزدهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

- دکتر محمدعلی اخوان بهابادی — عضو
- مهندس محمدرضا اسماعیلی — عضو
- دکتر اباذر اصغری — عضو
- دکتر شهریار افندی‌زاده — عضو
- دکتر محمدحسن بازیار — عضو
- دکتر منوچهر بهرویان — عضو
- مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده — عضو
- دکتر علیرضا رهایی — عضو
- دکتر اسفندیار زبردست — عضو
- مهندس ابوالفضل صومعلو — رئیس
- دکتر محمدتقی کاظمی — عضو
- دکتر ابوالقاسم کرامتی — عضو
- دکتر محمود گلابچی — عضو
- دکتر غلامرضا هوائی — نایب رئیس و عضو

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

- مهندس محمدرضا اسماعیلی — عضو
- دکتر سیدجواد میرمحمد صادقی — رئیس
- مهندس موسی نظربیگی — عضو

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

- مهندس سهیلا پاکروان — معاون مدیرکل و مسئول دبیرخانه شورا
- دکتر بهنام مهرپرور — رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان

**مقدمه:**

احداث ساختمان‌های بلند مرتبه و برج‌ها در کلان شهرها، افزایش میانگین سنی افراد جامعه و نیاز جمعیت میانسال و کهنسال کشور به استفاده از سامانه‌های مکانیزه حمل و نقل داخل ساختمان، لزوم تعبیه سامانه‌هایی چون آسانسور و پله‌برقی را بیش از پیش روشن ساخته است. به منظور طراحی، اجرا و بهره‌برداری صحیح و قانونمند این تجهیزات لازم است ضوابط مشخصی در این خصوص توسط نهادهای ذیصلاح تدوین و ابلاغ گردد. این ضوابط علاوه بر جامعیت باید به اندازه کافی شفاف و بدون ابهام بوده و ضمانت اجرایی لازم را داشته باشد. از اینرو مبحث پانزدهم مقررات ملّی ساختمان برای اولین بار در سال ۸۰ با عنوان آسانسورها و پله‌های برقی توسط دفتر امور مقررات ملّی ساختمان وزارت مسکن و شهرسازی (سابق) تدوین گردید و در سال ۸۷ نیز مورد بازنگری قرار گرفت. پیشرفت چشمگیر صنعت آسانسور در دنیا در دو دهه اخیر و به تبع آن تغییرات بوجود آمده در استانداردهای بین المللی از یک سو و از سوی دیگر تجربیات ۱۵ ساله اجرای ضوابط مربوط به مبحث آسانسور در کشور، لزوم بازخوانی و ارزیابی مجدد ضوابط موجود در مبحث پانزدهم مقررات ملّی ساختمان را بیش از پیش روشن می‌نمود. بدین منظور ویرایش پیش رو به عنوان دومین بازنگری این مبحث، در سال ۱۳۹۲ با هدف رفع ابهامات موجود در ویرایش قبلی و به روز رسانی ضوابط مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی مورد ارزیابی قرار گرفت. مهمترین مباحث بازنگری شده توسط کمیته تخصصی مبحث پانزدهم به شرح زیر هستند:

- بازبینی ساختار کلی مبحث و بهبود آن شامل حذف مطالب با جنبه آموزشی و غیر ضابطه‌ای، ادغام مطالب مربوط به پلکان‌برقی با پیاده‌رو متحرک و رفع اشکالات ویرایشی مبحث،
- ساده‌سازی مفاهیم و ضوابط متن مبحث تا حد امکان
- گسترش حوزه کاربرد و ساده سازی ضوابط و مقررات
- تکمیل بخش مربوط به آزمایش و تحویل‌گیری آسانسور و پلکان‌برقی
- تکمیل بخش مربوط به آسانسورهای هیدرولیکی
- هماهنگ سازی ضوابط و مقررات این مبحث با سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان
- خارج نمودن مطالب از جنبه توصیه‌ای به حالت ضابطه‌ای

- کاهش حداکثر ارتفاع مجاز برای احداث ساختمان بدون آسانسور
- تعیین متولی پاسخگو در صورت بروز هر گونه مشکل یا حادثه در هر یک از مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری از آسانسور جهت جلوگیری از بروز هر گونه ابهام و منازعه در مواقع بروز حادثه
- تطابق و بروز رسانی مطالب و ضوابط مبحث با آخرین ضوابط سازمان ملّی استاندارد ایران (ISIRI) و استانداردهای معتبر بین‌المللی
- تدوین و تکمیل الزامات مدارک فنی آسانسور و پلکان‌برقی شامل دستورالعمل ایمنی، دستورالعمل بهره‌برداری، گواهی‌های بازرسی، تاییدیه‌های فنی، نقشه‌های اجرایی، پلاک و مشخصات سازنده و الزام به تحویل آن به مسئولین ساختمان
- بازنگری، اصلاح و تدقیق تصاویر، نمودارها و جداول،
- دریافت، ارزیابی و اعمال نظرات اصلاحی و ابهامات رسیده به دفتر مقررات ملّی ساختمان از طرف کارشناسان و متخصصین صنعت ساختمان و آسانسور از زمان انتشار نسخه اولیه مبحث.

در پایان امید است ویرایش ارائه شده به بهبود هر چه بیشتر کمیت و کیفیت طراحی، اجرا و بهره‌برداری از آسانسورها و پلکان‌برقی و ارتقاء سطح کارایی صنعت ساختمان کشور گردد.

**کمیته تخصصی بازنگری مبحث پانزدهم مقررات ملّی ساختمان**

# فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
| --- | --- |
| ۱۵-۱ کلیات | ۱ |
| ۱۵-۱-۱ حدود و دامنه کاربرد | ۱ |
| ۱۵-۱-۲ تعاریف | ۴ |
| ۱۵-۲ آسانسورها | ۹ |
| ۱۵-۲-۱ الزامات اولیه انتخاب آسانسور | ۹ |
| ۱۵-۲-۲ طراحی و آماده‌سازی محل آسانسور و اجزاء آن | ۱۱ |
| ۱۵-۲-۳ ویژگی آسانسورهای مورد استفاده افراد ناتوان جسمی | ۳۰ |
| ۱۵-۲-۴ ویژگی‌های آسانسورهای هیدرولیک | ۳۲ |
| ۱۵-۲-۵ الزامات آسانسورهای حمل خودرو | ۳۳ |
| ۱۵-۲-۶ آزمایش و تحویل‌گیری | ۳۴ |
| ۱۵-۲-۷ حفاظت در مقابل آتش | ۳۷ |
| ۱۵-۲-۸ برق اضطراری | ۳۸ |

۱۵-۳ پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک ۳۹
۱۵-۳-۱ الزامات اولیه طراحی ۳۹
۱۵-۳-۲ ویژگی‌های سازه و نحوه انتخاب پلکان برقی و پیاده‌رو متحرک ۴۲
۱۵-۳-۳ تأثیرات پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک بر سازه ساختمان ۴۵
۱۵-۳-۴ مشخصات فنی پلکان برقی و پیاده‌رو متحرک ۴۵
۱۵-۳-۵ حفاظت‌های فنی و ایمنی ۴۶
۱۵-۳-۶ حفاظت در مقابل آتش ۴۸
۱۵-۳-۷ تحویل‌گیری و نگهداری ۴۹

پیوست ۱ اطلاعات و مدارک فنی آسانسور، پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک ۵۱

پیوست ۲ جدول‌های ابعادی آسانسور ۵۷

پیوست ۳ نقشه‌ها و اطلاعات تکمیلی ۷۱

واژه‌نامه انگلیسی به‌فارسی ۷۳

# ۱۵-۱ کلیات

این مبحث حداقل ضوابط لازم را برای جانمایی، طراحی، تأمین پیش‌نیازهای نصب، بهره‌برداری ایمن و بهینه از آسانسور، پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک وضع می‌نماید. بدین منظور مطالب زیر در این مبحث در نظر گرفته شده است:

**الف**- ارائه راهکارهای طراحی و انتخاب مناسب‌ترین آسانسور، پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک با قابلیت بهره‌برداری مناسب از لحاظ موقعیت، تعداد، نوع، سرعت، ظرفیت و سایر موارد.

**ب**- ارائه مقررات و ضوابط لازم در انتخاب و جانمایی (محل و تعداد) آسانسور، پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک.

**پ**- ارائه ضوابط مربوط به بالا بردن کیفیت اجرا و بهره‌برداری.

**تبصره:** جانمایی، طراحی، محاسبه، تأمین پیش‌نیازهای نصب، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از آسانسورها، پلکان‌های برقی و پیاده‌روهای متحرک باید طبق مقررات این مبحث انجام گیرد و این امر نافی نوآوری، ابتکار و فن‌آوری جدید نخواهد بود مگر آنکه با اهداف مقررات شامل ایمنی، بهداشت، آسایش و صرفهٔ اقتصادی مغایرت داشته باشد.

## ۱۵-۱-۱ حدود و دامنه کاربرد

**۱۵-۱-۱-۱** این مبحث کلیه ضوابط مربوط به انتخاب موقعیت، جانمایی، تعیین تعداد، نوع، طراحی، ضوابط تأمین پیش‌نیازهای نصب، اجرای محل نصب، چگونگی لحاظ نمودن نیروهای وارده،

مشخصات فنی، حفاظت‌ها، ایمنی، نظارت عمومی بر نصب، آزمایش و تحویل انواع آسانسور، پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک ذکر شده در بند ۱۵-۱-۱-۲ را شامل می‌شود.

**۱۵-۱-۱-۲** انواع و کاربرد آسانسور، پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک موضوع این مبحث عبارتند از:

**الف**- آسانسورهای کششی جهت حمل بار، مسافر، تخت بیمار یا برانکارد و اتومبیل.

**ب**- آسانسورهای هیدرولیکی جهت حمل بار، مسافر، تخت بیمار یا برانکارد و اتومبیل.

**پ**- آسانسورهای کششی و یا هیدرولیکی نمابار، پانوراما و مسافربر.

**ت**- انواع پلکان‌برقی با پله‌های فلزی با زاویه شیب تا ۳۵ درجه.

**ث**- پیاده‌روهای متحرک با پله‌های فلزی یا تسمه‌ای.

**۱۵-۱-۱-۳** دستگاه‌ها و بالابرهای زیر مشمول مقررات این مبحث نمی‌باشند و ضوابط مربوط به‌ساخت و به‌کارگیری این دستگاه‌ها باید طبق استانداردهای معتبر بین‌المللی صورت گیرد.

**الف**- بالابرهای ساختمانی نظیر وینچ‌های بالابر، جرثقیل برجی (تاورکرین) و غیره.

**ب**- بالابرهایی که در خارج ساختمان‌ها کاربرد دارند، و کلیهٔ دستگاه‌های بالابر که به‌عنوان معبر دائمی ساختمان تلقی نمی‌شوند، نظیر بالابرهای دنده‌شانه‌ای که هنگام اجرای ساختمان برای انتقال مصالح و غیره به‌کار گرفته می‌شوند.

**پ**- بالابرهای ضربدری یا قیچی (عموماً با کاربرد صنعتی).

**ت**- آسانسورهای سرویس خاص (کتاب‌بَر، غذابَر و ...).

**ث**- سکوهای بالابر صندلی چرخدار و معلول بر با حرکت قائم و یا مایل.

**ج**- پارکینگ‌های طبقاتی و بالابرهای مکانیزه خودروبر که عملکردی شبیه به‌آسانسور دارند.

**چ**- نوار نقاله‌های باربر.

**۱۵-۱-۱-۴** مقررات این مبحث از تاریخ ابلاغ آن قابل اجرا و الزامی بوده و کلیه طراحان، مهندسان، مجریان، مالکان و مراجع کنترل و بازرسی موظف به رعایت مقررات مربوطه و حداقل‌های مندرج در این مبحث می‌باشند.

**۱۵-۱-۱-۵** رعایت این مبحث برای کلیه ساختمان‌هایی که فرآیند اخذ پروانه ساختمان آن‌ها تا تاریخ ابلاغ این مقررات آغاز نشده است، الزامی می‌باشد.

**۱۵-۱-۱-۶** در صورت ایجاد هرگونه تغییر اساسی در ساختمان که منجر به‌توسعه سطح، افزایش تعداد طبقات، تغییر کاربری و یا تغییر محل آسانسورها گردد، لازم است در شرایط جدید محاسبات با در نظر گرفتن کلیه مقررات این مبحث تکرار گردد.

**۱۵-۱-۱-۷** تغییرات اساسی در آسانسور که منجر به‌تغییر محل، ظرفیت و یا سرعت آسانسور گردد، باید با رعایت مقررات این مبحث انجام گیرد.

**۱۵-۱-۱-۸** کلیه اسناد، مدارک فنی و نقشه‌های ساختمانی، شامل جزییات کامل موقعیت، اطلاعات و مشخصات فنی آسانسور، پلکان برقی یا پیاده‌رو متحرک باید در اختیار کارفرما یا بهره‌بردار (یا هر دو) قرار گیرد تا ضمن نگهداری از آنها برای تأیید مسئول امور ساختمان در شهرداری یا هر مقام قانونی دیگر ارائه گردد.

**۱۵-۱-۱-۹** ایجاد هر گونه تغییر پس از تحویل آسانسور باید در نقشه‌ها اعمال و مدارک نگهداری شده بر اساس آن به‌روز شوند.

**۱۵-۱-۱-۱۰** در صورتیکه ضوابط و مقررات مندرج در این مبحث با ضوابط مندرج در سایر مباحث تفاوت داشته باشد، لازم است ضابطه‌ای که محدودیت بیشتری در راستای تامین ایمنی ایجاد نماید، ملاک عمل قرار گیرد.

**۱۵-۱-۱-۱۱** آسانسور، پلکان برقی یا پیاده‌رو متحرک باید دارای شناسنامه فنی و اطلاعاتی بوده و فروشنده این اطلاعات را به‌همراه تجهیزات، تحویل بهره‌بردار یا مراجع قانونی دیگر نماید. با استناد به این مدارک، بازرسی، تحویل‌گیری، و یا هرگونه اقدام قانونی بعدی صورت خواهد پذیرفت.

**۱۵-۱-۱-۱۲** لوازم، تجهیزات و سیستم‌های ایمنی کلیه آسانسورها، پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک، باید مطابق با استانداردهای ملّی مربوطه و یا استانداردهای معتبر بین‌المللی باشند.

## ۱۵-۱-۲ تعاریف

**آسانسور:** وسیله‌ای است متشکل از کابین، معمولاً وزنه تعادل و اجزای دیگر که با روش‌های مختلف، مسافر، بار یا هر دو را در مسیر بین طبقات ساختمان جابه‌جا می‌کند.

**آسانسور کششی:** آسانسوری است که حرکت آن بر اثر ایجاد نیروی اصطکاک بین سیم بکسل و شیار فلکه کشش، به‌هنگام چرخش آن، توسط سیستم محرکه به وجود می‌آید.

**آسانسور هیدرولیکی:** در این نوع آسانسور سیلندر و پیستون هیدرولیکی عامل حرکت کابین بوده و ممکن است دارای وزنه تعادل نیز باشد.

**بالاسری:** فاصله قائم بین کف بالاترین محل توقف کابین تا زیر سقف چاه آسانسور را بالاسری گویند.

**پلکان برقی:** وسیله‌ای است که در مسیر حرکت افراد پیاده جهت بالا یا پایین بردن آنها در دو طبقه غیرهم‌سطح به‌کار می‌رود و به‌وسیلهٔ پله که توسط نیروی محرکه برقی به‌حرکت درآورده می‌شود سبب جابه‌جایی افراد می‌گردد. این وسیله در اماکن عمومی نظیر فرودگاه‌ها، مترو، پایانه‌ها، ساختمان‌های تجاری، فروشگاه‌های بزرگ و... به‌کار می‌رود.

**پیاده‌رو متحرک:** پیاده‌رو متحرک وسیله‌ای جهت انتقال افراد در سطوح هم‌تراز یا سطوح با اختلاف ارتفاع کم می‌باشند، به انواعی از آن که با سطح افق زاویه دارد رمپ برقی نیز می‌گویند.

**پله:** به قسمتی از پلکان برقی یا پیاده‌رو متحرک گفته می‌شود که افراد روی آن می‌ایستند. معمولاً جنس آنها از آلومینیوم با سطح شیاردار در جهت حرکت است.

**تابلو کنترل آسانسور:** مجموعه‌ای شامل مدارهای فرمان و قدرت که وظیفه کنترل حرکت کابین و پاسخگویی به‌احضار را به‌عهده دارد.

**تعمیرکار:** فرد یا افراد مجاز و متخصص صاحب صلاحیت که وظیفه سرویس و یا تعمیر آسانسور را

به‌عهده دارند.

**تراز طبقه شدن:** منظور هم‌تراز شدن کف کابین با کف تمام شده طبقه در محل ورودی به‌آسانسور است.

**چاه:** فضایی است که ریل‌ها و برخی تجهیزات دیگر آسانسور در آن نصب می‌شوند و کابین و وزنه تعادل در این مکان حرکت می‌نمایند.

**چاهک:** فاصله قائم بین کف پایین‌ترین محل توقف تا کف چاه آسانسور (به ابعاد چاه آسانسور) را چاهک می‌گویند.

**درهای طبقات:** درهایی هستند که در محل ورودی طبقات به‌کابین قرار می‌گیرند.

**درِ کابین:** دری است که در ورودی کابین قرار دارد و معمولاً به‌طور خودکار باز و بسته می‌شود.

**دستگیره:** دستگیره (در پلکان برقی یا پیاده رو متحرک)، از جنس لاستیک با الیاف مخصوص می‌باشد که متحرک بوده و سرعت آن با سرعت حرکت پله یکسان است. افراد هنگام بالا رفتن یا پایین آمدن از آن استفاده می‌کنند.

**ریل‌های راهنما:** اجزای فلزی با مقطع T که برای هدایت کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) به‌کار می‌روند.

**زنجیر جبران (سیم بکسل جبران):** در ساختمان‌های مرتفع وقتی که کابین در بالا و یا پایین‌ترین طبقه قرار می‌گیرد مجموع وزن سیم بکسل‌ها که مقدار قابل ملاحظه‌ای است به‌یک سمت فلکه کششی منتقل می‌شود. برای کنترل وزن متغیر طناب، یک سیم بکسل یا زنجیر، از تیر پایین یوک کابین به‌تیر پایین وزنه تعادل هم‌وزن سیم بکسل‌ها متصل می‌شود تا اضافه‌وزن به‌وجود آمده توسط سیم بکسل‌ها را جبران نماید و به‌آن طناب، سیم بکسل یا زنجیر جبران می‌گویند.

**زاویه شیب:** حداکثر زاویه‌ای است که پله یا تسمه نسبت به‌سطح افق می‌سازد.

**سرعت اسمی پلکان برقی (پیاده رو متحرک):** سرعت خطی در جهت حرکت پله یا تسمه در هنگامی که باری روی آنها وجود ندارد.

**سیستم اضافه بار:** در برخی آسانسورها برای جلوگیری از اضافه‌بار حسگری را به‌شیوه‌های مختلف تعبیه می‌کنند تا هنگام سوار شدن مسافر یا گذاشتن بار، بیش از ظرفیت پیش‌بینی شده در کابین، ضمن اعلام خبر تا تخلیه بار اضافی از حرکت آسانسور جلوگیری شود.

**سیستم ترمز ایمنی (سیستم پاراشوت):** سیستم مکانیکی که ترجیحاً در قسمت زیرین یا بالای چهارچوب (یوک) کابین و وزنه تعادل (در صورت لزوم) قرار می‌گیرد و در مواقع اضطراری با افزایش غیرعادی سرعت، فعال شده و سبب توقف کابین یا وزنه تعادل (به‌وسیله قفل شدن کابین یا وزنه تعادل به ریل‌ها) می‌شود.

**سرعت اسمی آسانسور:** حداکثر سرعت کابین هنگام حرکت عادی را سرعت اسمی می‌گویند.

**سیستم‌های فراخوانی آسانسور:** نحوه پاسخ به‌احضار مسافران در آسانسور که با توجه به‌نوع کاربری ساختمان می‌تواند متفاوت باشد. انتخاب صحیح این سیستم اهمیت زیادی دارد.

**سطح مفید کابین:** سطحی است که برای ایستادن مسافر و یا گذاشتن بار به‌کار گرفته می‌شود و مقدار آن متناسب با ظرفیت بار یا مسافر محاسبه می‌شود (جداول ۱۵-۲-۲-۲-۱ الف و ب).

**شیر اطمینان:** شیر هیدرولیکی است که برای جلوگیری از سقوط یا افزایش ناگهانی سرعت کابین در آسانسورهای هیدرولیک به‌کار می‌رود.

**شانه ثابت:** قطعه ثابتی در دو انتهای پله می‌باشد که دارای دندانه‌های متناسب با شیارهای روی پله یا تسمه می‌باشد و از ورود اشیای خارجی و پای مسافران به‌داخل شیار پله جلوگیری می‌کند.

**ضربه‌گیر (بافر):** وسیله‌ای ارتجاعی است که برای جلوگیری از برخورد کنترل نشده کابین و یا وزنه تعادل به‌کف چاهک به‌کار می‌رود. این وسیله لازم است طوری طراحی و انتخاب گردد که قسمتی از انرژی جنبشی کابین را مستهلک کند. باید توجه داشت که ضربه‌گیر برای متوقف کردن کابین به‌هنگام سقوط آزاد آن، طراحی نشده است.

**طبقه اصلی ورودی:** طبقه‌ای است که ورود افراد پیاده به‌ساختمان از آن طریق انجام می‌شود و معمولاً هم‌تراز سطح خیابان است. چنانچه در ساختمانی دسترسی‌های اصلی مختلفی به یک آسانسور وجود داشته باشد پایین‌ترین آنها طبقه اصلی محسوب می‌شود.

**طول مسیر حرکت:** ارتفاع بین کف پایین‌ترین طبقه توقف آسانسور تا کف بالاترین طبقه توقف آسانسور، طول مسیر حرکت نامیده می‌شود.

**طبقه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان تردد جمعیت**

***دسته اول:*** ترافیک سبک بدون داشتن زمان اوج ترافیک شامل کاربری‌های صنعتی، انبار و مخاطره‌آمیز.

***دسته دوم:*** ترافیک متوسط بدون داشتن زمان اوج ترافیک شامل کاربری‌های مسکونی، هتل، خوابگاه و اداری که دارای واحدهای جدا از هم هستند.

***دسته سوم:*** ترافیک سنگین دارای زمان اوج ترافیک شامل کاربری‌های آموزشی- تربیتی، اداری- حرفه‌ای، کسبی- تجاری، تجمعی (سالن اجتماعات، سینما، تئاتر و ... ) و آن دسته از کاربری‌های درمانی-مراقبتی که دارای ترددهای زیاد هستند (مانند بیمارستان‌ها).

***دسته چهارم:*** ترافیک خاص شامل کاربری درمانی- مراقبتی (مانند درمانگاه‌ها، کلینیک‌ها، بازداشتگاه‌ها و ... ).

**کابین:** جزیی از آسانسور است که مسافر، بار یا هر دو را در خود جای می‌دهد. کابین دارای کف برای ایستادن، دیواره‌هایی برای حفاظت مسافران یا بار، سقف و در می‌باشد.

**کابین دو در:** کابینی است که دارای دو در می باشد. در صورتی‌که این دو در در دو ضلع رو به رو به یک دیگر باشند کابین دو درِ رو به رو و در صورتی‌که در دو ضلع مجاور باشند کابین دو درِ مجاور نامیده می‌شود.

**کلید آتش‌نشان:** کلیدی است که در مواقع ضروری از جمله تخلیه افراد مسن، معلول و غیره. توسط آتش‌نشان فعال شده و کنترل آسانسور فقط توسط آن (راهبر داخل کابین) صورت می‌گیرد.

**کنترل‌کننده مکانیکی سرعت (گاورنر):** وسیله‌ای مکانیکی است که از طریق سیم بکسل یا زنجیر به‌سیستم ترمز ایمنی (پاراشوت) کابین یا وزنه تعادل (در صورت وجود) متصل بوده تا در موقع افزایش سرعت بیش از حد کابین قفل شده و ضمن فرمان قطع برق موتور آسانسور، سیستم ترمز ایمنی را فعال نماید.

**موتورخانه:** فضایی است که موتور گیربکس یا سیستم محرکه آسانسور، تابلو کنترل و غیره را در خود جای می‌دهد.

**نگهدارنده ریل‌ها:** رابطی است که ریل‌ها را به سازه و دیواره چاه آسانسور متصل می‌کند و برای اتصال آن، از بست مخصوص و پیچ و مهره استفاده می‌شود.

**وزنه تعادل:** وزنه یا ترکیبی از وزنه‌ها است که برای متعادل کردن وزن کابین و بخشی از ظرفیت آسانسور به‌کار می‌رود.

**یوک کابین:** قاب نگهدارنده‌ای است که کف کابین، ترمزهای ایمنی، کفشک‌ها و سیم بکسل‌ها به آن متصل می‌شوند.

# ۱۵-۲ آسانسورها

## ۱۵-۲-۱ الزامات اولیه انتخاب آسانسور

**۱۵-۲-۱-۱** طراح (معمار طراح) باید تعداد، ظرفیت و نوع (مسافربر، باربر و...) آسانسورهای ساختمان را در مراحل اولیه طراحی، تعیین و آنها را بر اساس اطلاعات به دست آمده و مقررات این مبحث جانمایی کند. پیش‌بینی تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی به‌عهده طراح می‌باشد.

**۱۵-۲-۱-۲** در ساختمان‌های با طول مسیر قائم حرکت بیش از ۷ متر از کف ورودی اصلی (معمولا بیش از سه طبقه)، تعبیه آسانسور الزامی می‌باشد (شکل ۱ پیوست ۳).

***تبصره:*** در ساختمان‌های غیرمسکونی طول مسیر قائم حرکت از کف پایین‌ترین طبقه تا کف بالاترین طبقه محاسبه می‌شود (شکل ۲ پیوست ۳).

**۱۵-۲-۱-۳** در ساختمان‌های ۸ طبقه یا ساختمان‌های با طول مسیر حرکت ۲۸ متر و بیشتراز کف ورودی اصلی، باید حداقل دو دستگاه آسانسور پیش‌بینی گردد، حتی اگر از نظر محاسبات تعداد و ظرفیت، یک دستگاه آسانسور کفایت نماید.

**۱۵-۲-۱-۴** در کلیه ساختمان‌های با طول مسیر حرکت بیش از ۲۱ متر از کف ورودی اصلی، لازم است حداقل یک دستگاه آسانسور مناسب حمل بیمار (برانکارد بر) تعبیه شود. این آسانسور

باید با یک علامت مخصوص قابل رؤیت مشخص شده و به کلیه طبقات سرویس دهد.

**۱۵-۲-۱-۵** در ساختمان‌هایی که وجود آسانسور الزامی می‌باشد، باید حداقل یکی از آسانسورها قابلیت حمل صندلی چرخدار را دارا باشد.

**۱۵-۲-۱-۶** در ساختمان بیمارستان‌های بیش از یک طبقه، وجود حداقل یک دستگاه آسانسور تخت‌بر اجباری است. در صورتی‌که سطح شیب‌دار مناسب وجود داشته باشد این الزام وجود ندارد.

**۱۵-۲-۱-۷** در ساختمان‌های دسته چهارم و مکان‌های نگهداری سالمندان و معلولان بیش از یک طبقه، تعبیه حداقل یک دستگاه آسانسور برانکارد بر الزامی است، مگر اینکه سطح شیب‌دار مناسبی وجود داشته باشد.

**۱۵-۲-۱-۸** در ساختمان‌های دسته سوم که مشمول مقررات بند (۱۵-۲-۱-۲) نمی‌باشند، وجود حداقل یک دستگاه آسانسور با قابلیت حمل صندلی چرخدار الزامی است. در صورتی‌که سطح شیب‌دار مناسب برای تردد صندلی چرخدار در کلیه طبقات وجود داشته باشد، این الزام وجود ندارد.

**۱۵-۲-۱-۹** آسانسورهایی که قابلیت حمل صندلی چرخدار را دارند باید دارای الزامات زیر باشند:

- حداقل ابعاد کابین ۱۴۰۰ × ۱۱۰۰ میلی‌متر باشد؛
- حداقل عرض بازشو درِ کابین، ۸۰۰ میلی‌متر باشد؛
- مجهز به سیستم تراز طبقه مجدد باشد؛ و
- مجهز به دکمه باز ماندن درِ کابین برای مدت طولانی‌تر از زمان عادی بسته شدن در باشد.

**۱۵-۲-۱-۱۰** آسانسورهایی که قابلیت حمل بیمار (برانکارد بر) را دارند باید دارای الزامات زیر باشند:

- حداقل ابعاد کابین ۲۱۰۰ × ۱۱۰۰ میلی‌متر باشد؛
- حداقل عرض بازشو درِ کابین ۹۰۰ میلی‌متر باشد؛
- مجهز به سیستم تراز طبقه مجدد باشد؛ و
- مجهز به دکمه باز ماندن درِ کابین برای مدت طولانی‌تر از زمان عادی بسته شدن در باشد.

**۱۵-۲-۱-۱۱** آسانسورهایی که قابلیت حمل تخت بیمار (تخت بر) را دارند باید دارای الزامات زیر باشند:

ـ حداقل ابعاد کابین ۲۴۰۰ × ۱۴۰۰میلی‌متر باشد؛
ـ حداقل عرض و حداقل ارتفاع بازشو درِ کابین به ترتیب ۱۳۰۰ و ۲۱۰۰ میلی‌متر باشد؛
ـ مجهز به سیستم کنترل سرعت ولتاژ و فرکانس متغیر باشد؛
ـ مجهز به سیستم تراز طبقه مجدد باشد؛
ـ مجهز به دکمه باز ماندن درِ کابین برای مدت طولانی‌تر از زمان عادی بسته شدن در باشد؛
ـ مجهز به‌کلید مخصوصی باشد که آسانسور را در اختیار کاربران آموزش‌دیده قرار دهد؛ و
ـ مجهز به سیستم برق اضطراری باشد به گونه‌ای که هنگام قطع برق، آسانسور را به نزدیک‌ترین طبقه هدایت نماید.

**۱۵-۲-۱-۱۲** در محاسبات ترافیک، علاوه بر کمیت، کیفیت سرویس نیز باید مد نظر قرار گیرد، به نحوی که حرکت آسانسور از طبقه ورودی اصلی به‌طور متوسط در هر ۱۰۰ ثانیه، یک‌بار صورت گیرد.

## ۱۵-۲-۲ طراحی و آماده‌سازی محل آسانسور و اجزاء آن

### ۱۵-۲-۲-۱ جانمایی آسانسور

طراح باید محل صحیح قرارگیری آسانسور در ساختمان را با توجه به معیارهای سهولت دسترسی، سهولت رفت و آمد مسافران و هدایت آنها به‌سمت آسانسور تعیین نماید، به گونه‌ای‌که آسانسور در مرکز (مراکز) حرکتی و ترافیکی ساختمان قرار گرفته و بتوان با کمترین حرکت و جابه‌جایی مسافر یا بار، از نقاط مختلف ساختمان به‌آنها دسترسی پیدا کرد.

**۱۵-۲-۲-۱-۱** حداکثر مسافت از درِ ورودی ساختمان یا آپارتمان‌ها تا درِ آسانسور در هر طبقه ۴۰ متر می‌باشد.

**۱۵-۲-۲-۱-۲** آسانسورها باید به‌نحوی جانمایی شوند که مسافت طی شده توسط مسافران برای سوار شدن به هر کابین، حداقل ممکن باشد.

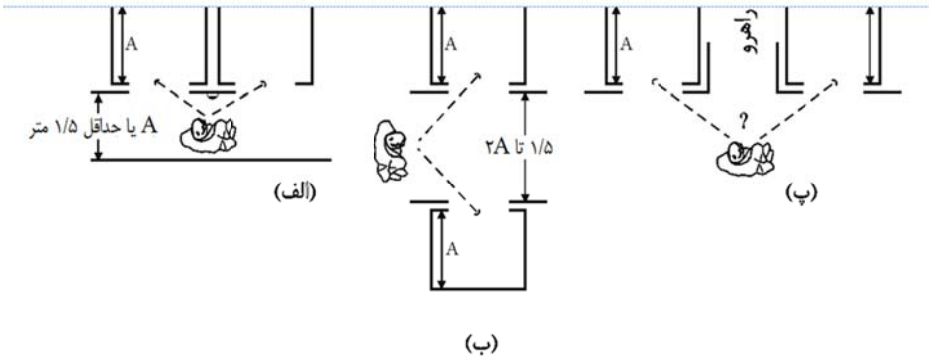
**۱۵-۲-۲-۱-۳** در صورتی‌که تعداد آسانسور سه دستگاه یا کمتر باشد می‌توان آنها را در یک چاه قرار داد. اگر تعداد آسانسور چهار دستگاه باشد باید حداقل در دو چاه مجزا قرار گیرند و در صورتی‌که بیش از چهار دستگاه باشند حداکثر چهار دستگاه آسانسور می‌توانند در یک چاه مشترک قرار گیرند.

**۱۵-۲-۲-۱-۴** ورود و خروج افراد از آسانسور به طبقات و بالعکس باید به‌راحتی و بدون تداخل حرکتی صورت گیرد و فضای کافی جهت انتظار، در ورودی‌ها و خروجی‌ها در نظر گرفته شود. راهروهای مقابل آسانسورها باید طبق ابعاد مندرج در جدول (۱۵ـ۲ـ۲ـ۱ـ۴) طراحی گردد.

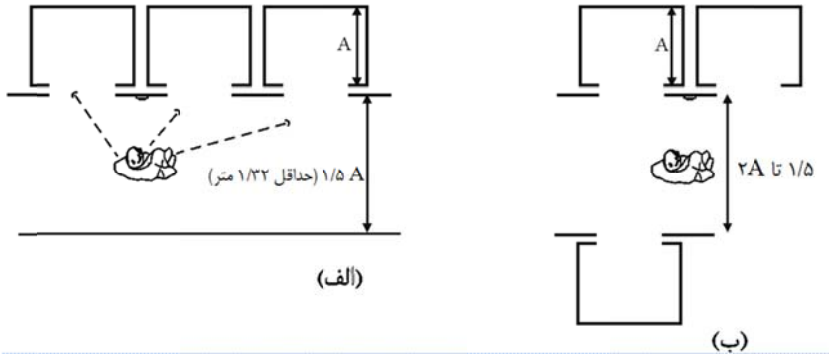
**جدول ۱۵-۲-۲-۱-۴ عمق (عرض یا طول هم‌راستای عمق کابین) راهرو مقابل ورودی‌های آسانسور**

| نوع ساختمان | جانمایی آسانسور | عمق راهرو مقابل ورودی‌های کابین |
|---|---|---|
| مسکونی | تکی | برابر یا بزرگ‌تر از عمق کابین |
| | گروهی در کنار هم | برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ متر یا بزرگ‌ترین عمق کابین در گروه (هر کدام که بزرگتر باشند) |
| | گروهی رو به روی هم | برابر یا بزرگ‌تر از ۲/۱ متر یا مجموع بزرگ‌ترین عمق آسانسورهای رو به روی هم (هر کدام که بزرگ‌تر باشند) |
| غیرمسکونی به‌استثنای آسانسور تخت‌بر | تکی | برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ برابر عمق کابین |
| | گروهی در کنار هم | برابر یا بزرگ‌تر از ۲/۴ متر یا ۱/۵ برابر بزرگ‌ترین عمق کابین در گروه (هر کدام که بزرگ‌تر باشند) |
| | گروهی رو به روی هم | برابر یا بزرگ‌تر از مجموع بزرگ‌ترین عمق کابین‌های رو به روی هم، حداکثر ۴/۵ متر |
| غیرمسکونی بیمارستان و ... دارای آسانسور تخت‌بر | تکی | برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ برابر عمق کابین |
| | گروهی در کنار هم | برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ برابر عمق بزرگ‌ترین کابین در گروه |
| | گروهی رو به روی هم | برابر یا بزرگ‌تر از مجموع بزرگ‌ترین عمق کابین‌های رو به روی هم |

***توجه:*** شکل‌های ۱۵ـ۲ـ۲ـ۱ـ۴ (الف) و (ب) نمونه‌هایی جهت جانمایی آسانسورها و طراحی راهروهای مقابل آنها را نشان می‌دهد.

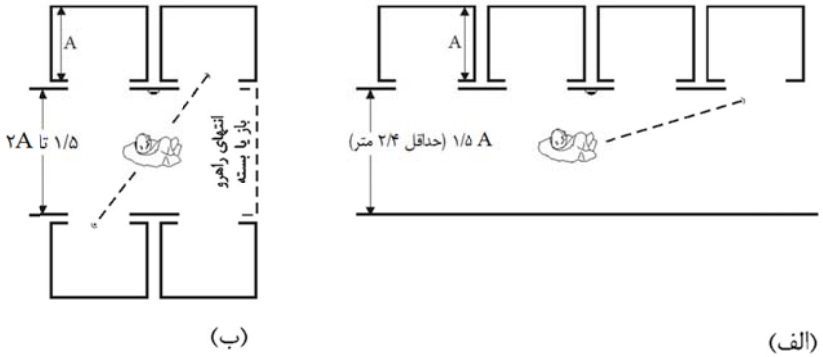



**جانمایی دو آسانسور**، الف و ب- انتخاب مناسب، پ- انتخاب نامناسب

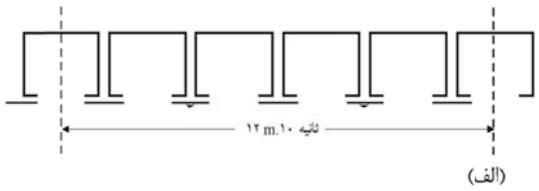


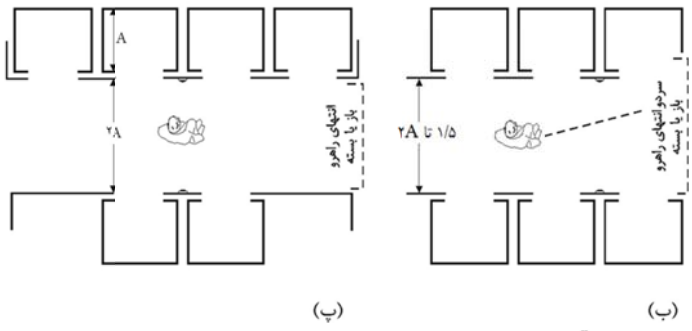

**جانمایی سه آسانسور**، الف- انتخاب مناسب، ب- انتخاب قابل قبول

**شکل ۱۵-۲-۲-۱-۴ (الف) جانمایی آسانسورها و فضای انتظار در راهروهای مقابل آنها (دو و سه آسانسور)**




**جانمایی چهار آسانسور، الف- انتخاب مناسب، ب- انتخاب قابل قبول**




**جانمایی شش آسانسور، الف- انتخاب غیرقابل قبول، ب- انتخاب مناسب، پ- انتخاب قابل قبول**

**شکل ۱۵-۲-۲-۱-۴ (ب) جانمایی آسانسورها و فضای انتظار در راهروهای مقابل آنها**
**(چهار و شش آسانسور)**

**۱۵-۲-۲-۱-۵** در هتل‌ها، بیمارستان‌ها و ساختمان‌های مسکونی لازم است برای جلوگیری از انتقال سر و صدای ناشی از عملکرد و حرکت آسانسور تمهیدات لازم پیش‌بینی گردد و چاه آسانسور از اتاق‌های بستری یا خواب دور باشد.

### ۱۵-۲-۲-۲ چاه آسانسور

**۱۵-۲-۲-۱** ابعاد چاه آسانسور باید متناسب با ظرفیت کابین، نوعِ در و سرعت آسانسور طراحی شود (پیوست ۲).

***تبصره:*** در صورتی‌که دیواره‌های اطراف چاه آسانسور بتنی باشد طراح باید صفحات آهنی یا پروفیل‌های فلزی مخصوص جهت نصب اجزای آسانسور را در محل‌های مورد نیاز پیش‌بینی نماید. در صورتی‌که سازه اطراف چاهِ آسانسور فلزی باشد، لازم است پیش‌بینی‌های لازم جهت اتصال اجزای آسانسور به‌سازه ساختمان به‌عمل آید. استفاده از بولت‌های مخصوص بتن یا بولت‌های مخصوص دیوارهای آجری که قابلیت تحمل نیروهای وارده بر اجزای مرتبط را دارند مجاز می‌باشد. در شرایطی که این اجزا دارای عملکرد کششی باشند، استفاده از صفحات آهنی که به‌وسیله تفنگ‌های چاشنی‌دار در بتن کار گذاشته می‌شوند مجاز نیست.

**۱۵-۲-۲-۲** برای جلوگیری از اضافه بار (بار بیش از ظرفیت آسانسور)، مساحت کابین باید محدود گردد. بدین‌منظور ضمن توجه به ابعاد ارائه شده برای چاه آسانسور (پیوست ۲)، توجه به حداکثر و حداقل مساحت مجاز داخل کابین، ارائه شده در جدول‌های ۱۵-۲-۲-۱-الف و ب الزامی است.

**تبصره:** در آسانسورهای خودروبر غیرتجاری که بهره‌برداری از آنها توسط اشخاص مجاز و آموزش‌دیده انجام می‌شود، به‌ازای هر ۲۰۰ کیلوگرم بار اضافی باید حدود ۰/۱۸ مترمربع به‌سطح کابین اضافه شود.

**جدول ۱۵-۲-۲-۲-۱ ( الف) حداکثر مساحت کابین متناسب با ظرفیت**

| حداکثر مساحت مفید کابین (مترمربع) | ظرفیت- جرم (کیلوگرم) |
|---|---|
| ۰/۳۷ | ۱۰۰[1] |
| ۰/۵۸ | ۱۸۰[2] |
| ۰/۷۰ | ۲۲۵ |
| ۰/۹۰ | ۳۰۰ |
| ۱/۱۰ | ۳۷۵ |
| ۱/۱۷ | ۴۰۰ |
| ۱/۳۰ | ۴۵۰ |
| ۱/۴۵ | ۵۲۵ |
| ۱/۶۰ | ۶۰۰ |
| ۱/۶۶ | ۶۳۰ |
| ۱/۷۵ | ۶۷۵ |
| ۱/۹۰ | ۷۵۰ |
| ۲/۰۰ | ۸۰۰ |
| ۲/۰۵ | ۸۲۵ |
| ۲/۲۰ | ۹۰۰ |
| ۲/۳۵ | ۹۷۵ |
| ۲/۴۰ | ۱۰۰۰ |
| ۲/۵۰ | ۱۰۵۰ |
| ۲/۶۵ | ۱۱۲۵ |
| ۲/۸۰ | ۱۲۰۰ |
| ۲/۹۰ | ۱۲۵۰ |
| ۲/۹۵ | ۱۲۷۵ |
| ۳/۱۰ | ۱۳۵۰ |
| ۳/۲۵ | ۱۴۲۵ |
| ۳/۴۰ | ۱۵۰۰ |
| ۳/۵۶ | ۱۶۰۰ |
| ۴/۲۰ | ۲۰۰۰ |
| ۵/۰۰ | ۲۵۰۰ |

**۱- حداقل برای آسانسور یک‌نفره**

**۲- حداقل برای آسانسور دونفره**

**- برای ظرفیت بیش از ۲۵۰۰ کیلوگرم به‌ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم ۰/۱۶ مترمربع به‌حداکثر مساحت**

**قابل‌دسترسی کابین اضافه شود. برای وزن‌های مابین مقادیر فوق، مساحت از طریق میان‌یابی خطی محاسبه شود.**

**جدول ۱۵-۲-۲-۲-۱ ( ب) حداقل مساحت کابین متناسب با تعداد نفرات***

| حداقل مساحت قابل دسترسی کابین (مترمربع) | تعداد مسافران آسانسور (نفر) |
|---|---|
| ۰/۲۸ | ۱ |
| ۰/۴۹ | ۲ |
| ۰/۶۰ | ۳ |
| ۰/۷۹ | ۴ |
| ۰/۹۸ | ۵ |
| ۱/۱۷ | ۶ |
| ۱/۳۱ | ۷ |
| ۱/۴۵ | ۸ |
| ۱/۵۹ | ۹ |
| ۱/۷۳ | ۱۰ |
| ۱/۸۷ | ۱۱ |
| ۲/۰۱ | ۱۲ |
| ۲/۱۵ | ۱۳ |
| ۲/۲۹ | ۱۴ |
| ۲/۴۳ | ۱۵ |
| ۲/۵۷ | ۱۶ |
| ۲/۷۱ | ۱۷ |
| ۲/۸۵ | ۱۸ |
| ۲/۹۹ | ۱۹ |
| ۳/۱۳ | ۲۰ |

* برای ظرفیت بیش از ۲۰ نفر به‌ازای هر نفر ۰/۱۱۵ مترمربع به‌مساحت کابین اضافه می‌شود.

### ۱۵-۲-۲-۳ دیواره‌ها و سقف چاه آسانسور

**۱۵-۲-۲-۳-۱** دیواره‌ها و تیغه‌های پوشاننده چاه آسانسور باید از مصالح مقاوم در برابر آتش (با قابلیت تحمل بیشتر از یک ساعت) ساخته شوند، که در اثر حرارت، گاز و دود مسموم‌کننده یا خطرناک از آنها متصاعد نشده و باعث ایجاد گرد و غبار نشوند. در صورتی‌که دیواره‌های چاه آسانسور از شیشه ساخته شوند مقاومت در برابر حریق ملاک نمی‌باشد ولیکن باید این شیشه‌ها از نوع لمینیت شده با ارتفاع متناسب با اندازه‌های مشخص شده در استانداردهای ملّی آسانسور مطابق باشد.

**۱۵-۲-۲-۳-۲** از آنجا که بارهای استاتیکی و دینامیکی قطعات ثابت و تجهیزات متعلق به آسانسور، به‌علاوه ظرفیت آن بر سقف چاه آسانسور وارد می‌شود، کلیه نیروهای وارده به‌این سقف، باید محاسبه شده و در طراحی سازه و سقف چاه لحاظ گردد.

**۱۵-۲-۲-۳-۳** در کابین‌های دارای در، سطح داخلی دیوارهای چاه آسانسور در سمت ورودی‌های کابین باید صاف و بدون برجستگی و یا فرورفتگی باشد. در صورت وجود این برجستگی مطابق شکل ۱۵-۲-۲-۳-۳ باید با زاویه ۶۰ درجه نسبت به‌سطح افق پوشانده شود.

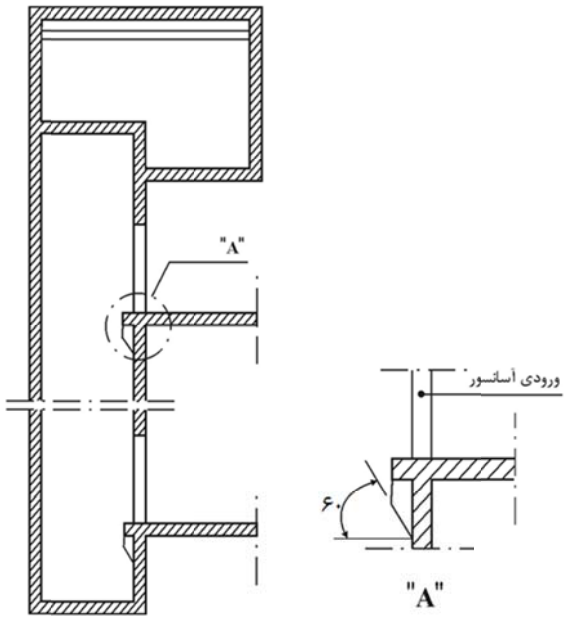
**۱۵-۲-۲-۳-۴** سطح داخلی دیواره‌های چاه آسانسور باید با مصالح مناسب به‌گونه‌ای پوشانده شوند که کمترین خلل و فرج را دارا باشد (مانند سیمان‌کاری لیسه‌ای).

**۱۵-۲-۲-۳-۵** چاه باید منحصرا برای آسانسور باشد. نصب و عبور هرگونه لوله، کابل، سیم و تجهیزات دیگر، به استثنای سیم‌کشی و لوله‌کشی برق مربوط به‌سیستم روشنایی چاه، کابل‌های برق تغذیه و سیستم کنترل مخصوص آسانسور در داخل چاه آسانسور، ممنوع است.

**۱۵-۲-۲-۳-۶** روشنایی چاه آسانسور باید به‌نحو مطلوب تأمین گردد. بدین ترتیب لازم است دو عدد چراغ در فاصله ۰/۵ متر از بالاترین و پایین‌ترین نقطه چاه و مابقی چراغ‌ها با فواصل حداکثر ۷ متر با حفاظ و با قابلیت روشن و خاموش شدن از محل موتورخانه نصب شوند.

**۱۵-۲-۲-۳-۷** مدار تغذیه سیستم روشنایی موتورخانه، روشنایی چاه و پریزهای برق باید طوری در نظر گرفته شود که در صورت قطع مدار تغذیه آسانسور به‌منظور تعمیرات احتمالی و موارد دیگر، مدار تغذیه آنها برقرار بماند.

**۱۵-۲-۲-۳-۸** وزنه تعادل و کابین باید در یک چاه باشند.




**شکل ۱۵-۲-۲-۳-۳ سطح داخلی دیواره چاه در سمت ورودی طبقات.**

### ۱۵-۲-۲-۴ تأثیرات آسانسور بر سازه ساختمان

مقررات این بخش برای طراحی سازه‌ای قطعات مرتبط با آسانسور در ساختمان‌ها که شامل قطعات و اتصالات واقع در چاه، چاهک و اتاقک موتورخانه می‌باشند، به‌کار برده می‌شود. ضوابط طراحی سازه‌ای اسکلت کابین آسانسور و وزنه تعادل که براساس استانداردهای مربوطه توسط سازنده آسانسور لازم‌الاجرا است شامل این مقررات نمی‌باشد.

مسئولیت احراز مقاومت مکانیکی بارهای وارده بر دیواره چاه، سقف و کف آن و همچنین تأیید استحکام جوش در صورت فلزی بودن سازه، مطابق با ضوابط تعیین شده در مبحث دوم مقررات ملّی ساختمان می‌باشد.

#### ۱۵-۲-۲-۴-۱ نیروهای طراحی

کلیه قطعات و اتصالات سازه‌ای مرتبط با آسانسور باید به‌گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که بارهای اعمال شده توسط وزن سیستم متحرکه، قسمت‌های متحرک آسانسور، نیروهای وارده از ریل‌ها

هنگام عملکرد ترمز ایمنی، نیروهای وارده به‌ضربه‌گیرها، اثرات ضربه‌ای بارها، اثرات زلزله و سایر بارها را تحمل نمایند. برای مجموع وزن ماشین‌آلات و قسمت‌های متحرک آسانسور، اثرات ضربه‌ای بارها و اثرات زلزله محاسبه شوند. تکیه‌گاه‌ها و اتصالات قطعات آسانسور به‌ساختمان باید برای نیروهای فوق محاسبه شده و تغییرشکل آنها از حدود معینی که توسط آئین‌نامه‌های معتبر برای آسانسورهای مختلف تعیین شده است بیشتر نشود.

**۱۵-۲-۲-۴-۲ اثرات ضربه‌ای بارها**

برای منظور نمودن اثرات ضربه‌ای بارها. در اثر حرکت آسانسورها در همه جهات، کلیه نیروهای طراحی باید بر اساس ضریب ضربه ارائه شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان افزایش داده شود.

**۱۵-۲-۲-۴-۳** نیروهای استاتیکی معادل زلزله بر هر قطعه باید با توجه به عوامل مؤثر بر رفتار سازه و قطعه در برابر زلزله با توجه به ضوابط مبحث ششم "بارهای وارد بر ساختمان" محاسبه شود و در تمام جهات افقی و قائم با سایر نیروهای وارد بر قطعه و سازه ترکیب گردد. همچنین در ساختمان‌های مشمول دسته‌های سوم و چهارم تعبیه حسگرهای زلزله الزامی است.

**۱۵-۲-۲-۴-۴** هنگام عملکرد اضطراری ترمز ایمنی، مجموع وزن کابین خالی به‌علاوه ۱/۲۵ برابر ظرفیت با سرعتی حداقل ۱/۱۵ برابر سرعت اسمی و شتاب منفی متناسب با نوع ترمز ایمنی بر روی ریل‌های راهنما متوقف می‌گردد. هرچند که عمده نیرو به‌ریل‌های راهنما وارد می‌شود ولی به‌دلیل اتصال آنها به‌سازه و وجود نیروهای جانبی، سازه آسانسور نیز باید قدرت تحمل این نیروها را داشته باشد، لذا تأثیر این نیروها باید در محاسبات سازه منظور گردد.

**۱۵-۲-۲-۴-۵** در نظر گرفتن نیروهای استاتیکی و دینامیکی ناشی از وزن، حرکت آسانسور و ارتعاش موتور آسانسور در محاسبه و طراحی سازه ساختمان الزامی است.

**۱۵-۲-۲-۴-۶** لحاظ نمودن اثرات ناشی از ضربات وارده از حرکت و ترمز آسانسور و نیز برخورد آن با کف چاهک در محاسبه و طراحی سازه ساختمان و سازه نگهدارنده آسانسور الزامی است.

**۱۵-۲-۲-۴-۷** سازه نگهدارنده آسانسور باید برای مقاومت در برابر زلزله‌های با ریسک بالاتر و یا حداقل معادل درجه خطر زلزله ساختمان اصلی محاسبه و طراحی شود.

### ۱۵-۲-۲-۵ موتورخانه

**۱۵-۲-۲-۵-۱** بهترین محل جانمایی موتورخانه (در صورت وجود) در بالای چاه آسانسور است، هرچند که ممکن است به‌دلیل پاره‌ای محدودیت‌ها، موتورخانه در پایین یا کنار چاه آسانسور باشد. فضای موتورخانه باید به‌اندازه‌ای باشد که امکان جای دادن تجهیزات، فضای مناسب جهت تردد ایمن افراد مجاز و تعمیرات احتمالی را دارا باشد.

**۱۵-۲-۲-۵-۲** ابعاد موتورخانه (در صورت وجود) باید طبق نقشه‌ها و جدول‌های پیوست ۲ طراحی و اجرا گردد. در صورت عدم امکان لحاظ هریک از این ابعاد در طراحی موتورخانه، موارد زیر باید رعایت شود:

الف) حداقل فضای باز در جلوی تابلوهای کنترل آسانسور ۷۰۰ میلی‌متر باشد؛

ب) حداقل معبر برای عبور از کنار تجهیزات ثابت ۴۰۰میلی‌متر باشد؛

پ) حداقل معبر برای عبور از کنار تجهیزات در حال چرخش ۵۰۰ میلی‌متر باشد؛

ت) حداقل ارتفاع موتورخانه در نواحی تردد و دسترسی ۲۰۰۰ میلی‌متر باشد؛

ث) حداقل ارتفاع از روی قطعات در حال چرخش تا زیر سقف موتورخانه ۳۰۰ میلی‌متر باشد؛

ج) در صورتی‌که اختلاف ارتفاع بین سطوح داخل موتورخانه بیش از ۵۰۰ میلی‌متر باشد سطح بالاتر باید با نرده محصور شود و برای دسترسی به‌آن نردبانی تعبیه شود.

چ) سطح کاری معادل حداقل ۵۰۰ ×۶۰۰ میلی‌متر اطراف تجهیزات چرخنده (کنترل کننده مکانیکی سرعت فلکه‌ها و ...) تعبیه شود.

**۱۵-۲-۲-۵-۳** در صورتی‌که موتورخانه (در صورت وجود) برای بیش از یک آسانسور استفاده شود حداقل ابعاد موتورخانه مشترک از جدول (۱۵-۲-۲-۵-۳) محاسبه گردد.

**جدول ۱۵-۲-۵-۳ حداقل ابعاد موتورخانه مشترکِ آسانسورهای کششی، به‌استثنای آسانسورهای مسکونی کم‌تردد**

| پارامتر | موقعیت آسانسورها | |
|---|---|---|
| | مجاور یکدیگر | مقابل یکدیگر |
| مساحت کف | $R_a + ۰/۹R_a\ (N-۱)$ | $R_a + ۰/۹R_a\ (N-۱)$ |
| عرض | $b_۴ + (N-۱)(b_۳ + ۲۰۰)$ | $b_۴ + \frac{(N-۱)(b_۳ + ۲۰۰)}{۲}$ |
| عمق | $d_۴$ | فاصله بین دو چاه روبرو + $۲d_۲$ |

Ra = مساحت موتورخانه-پیوست ۲

$b_۴$= عرض موتورخانه-پیوست ۲

$b_۳$= عرض چاه-پیوست ۲

$d_۴$= عمق موتورخانه-پیوست ۲

$d_۲$= عمق چاه-پیوست ۲

N = تعداد آسانسور- در صورت فرد بودن به‌عدد زوج بالاتر گرد شود.

**۱۵-۲-۵-۴** بازشوی درِ موتورخانه (در صورت وجود) باید دارای حداقل ۹۰۰ میلی‌متر عرض و ۲۰۰۰ میلی‌متر ارتفاع باشد. بازشوی در باید به‌سمت بیرون، دارای قفل و کلید مطمئن بوده و در اختیار افراد صاحب صلاحیت قرار گیرد. قفل درِ موتورخانه باید به گونه‌ای باشد که از داخل بدون کلید و از بیرون با کلید باز شود.

راه عمومی برای ورود به‌موتورخانه و محل فلکه‌ها باید:

الف) دارای وسیله روشنایی دائمی مناسبی باشد که امکان روشن نمودن آن قبل از ورود فراهم باشد.

ب) تردد از آن تحت هر شرایطی با ایمنی کافی و بدون نیاز به ورود به محوطه‌های خصوصی فراهم باشد.

راه‌های دسترسی به موتورخانه و ورودی‌ها باید حداقل ۲۰۰۰ میلی‌متر ارتفاع داشته باشند. به

جز در مورد درِ موتورخانه در صورت وجود مانعی با ارتفاع کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر این اندازه‌گیری از کف به‌عمل می‌آید.

**۱۵-۲-۵-۵** در صورتی‌که نتوان از پله‌های معمول دائمی برای دسترسی به‌موتورخانه استفاده نمود، باید نردبان اختصاصی ایمن و غیرلغزنده دائمی برای دسترسی به‌موتورخانه تعبیه گردد. استفاده از نردبان تحت شرایط زیر امکان‌پذیر می‌باشد:

الف) خطر لغزش و واژگونی نداشته باشد؛

ب) هنگام قرارگیری در محل، زاویه‌ای بین ۷۰ و ۷۶ درجه با افق داشته باشند، مگر اینکه به‌صورت ثابت بوده و ارتفاعشان از ۱/۵ متر کمتر نباشد؛

پ) باید منحصراً به‌منظور چنین استفاده‌ای بوده و همواره در مجاورت محل دسترسی نگهداری شوند، پیش‌بینی‌های لازم به‌این منظور ضروری می‌باشد؛

ت) نزدیک به‌انتهای نردبان باید یک یا چند دستگیره که به‌سهولت قابل دسترسی باشند، قرار گیرد؛

ث) باید قبل از گذاشتن نردبان، نقاط اتصال پیش‌بینی شده باشد.

**۱۵-۲-۵-۶** برای جلوگیری از سقوط اجسام خارجی به داخل چاه باید لبه‌هایی به ارتفاع ۵۰ میلی‌متر در اطراف کلیه سوراخ‌های باز کف موتورخانه ایجاد شود.

**۱۵-۲-۵-۷** به‌منظور جابه‌جایی تجهیزات، باید مونوریل دائمی در سقف موتورخانه پیش‌بینی شود، در غیر این‌صورت باید قلابی در مرکز چاه آسانسور و یا بالای سیستم محرکه آسانسور و در زیر سقف موتورخانه نصب گردد. به‌طوری‌که بارهای وارده مطابق جدول (۱۵-۲-۵-۷) را تحمل نماید.

**جدول ۱۵-۲-۵-۷ بار وارده به‌قلاب سقف موتورخانه**

| ظرفیت آسانسور (کیلوگرم) | حداکثر بار استاتیکی وارده به‌قلاب (کیلوگرم) |
|---|---|
| تا ۱۰۰۰ | ۱۵۰۰ |
| ۲۵۰۰ | ۲۰۰۰ |
| بیش از ۲۵۰۰ | با مشورت شرکت سازنده و طراح آسانسور |

**۱۵-۲-۲-۵-۸** روشنایی داخل موتورخانه باید به‌میزان حداقل ۲۰۰ لوکس در کف و اطراف کلیه نواحی تردد و دسترسی تأمین گردد. همچنین باید حداقل یک پریز در موتورخانه نصب گردد. منبع تغذیه این روشنایی و پریز بایستی مطابق با بند ۱۵-۲-۲-۳-۷ باشد.

**۱۵-۲-۲-۵-۹** دمای فضای داخل موتورخانه حتی در زمان کارکرد آسانسور باید بین ۵+ تا ۴۰+ درجه سانتی‌گراد باشد. بدین منظور بایستی موتورخانه به شکل مناسبی تهویه شود. چنانچه تهویه چاه از طریق موتورخانه (در صورت وجود) انجام گیرد لازم است این امر در محاسبات منظور گردد.

**۱۵-۲-۲-۵-۱۰** مهندسان محاسب باید نقشه سازه، جانمایی و مجموع نیروهای وارده به‌کف موتورخانه و تجهیزات نصب شده را محاسبه یا از شرکت‌های معتبر آسانسور اخذ نمایند و با در نظر گرفتن ضرایب ایمنی لازم محاسبات را کنترل نموده ضمن بررسی هرگونه ضعف در اثر سوراخ‌ها و شکاف‌ها، از استحکام سازه اطمینان یابند.

**۱۵-۲-۲-۵-۱۱** در صورتی‌که سرعت آسانسور بیش از ۲/۵ متر بر ثانیه باشد موتورخانه باید در بالای چاه آسانسور باشد.

**۱۵-۲-۲-۵-۱۲** در صورتی که سیستم محرکه آسانسور و تجهیزات مربوطه در موتورخانه قرار گیرند، لازم است از این فضا فقط برای استقرار تجهیزات آسانسور استفاده شود.

تجهیزات زیر می‌تواند در موتور خانه وجود داشته باشد:

الف- سیستم محرکه آسانسورهای خدماتی و پلکان برقی؛

ب- تجهیزات تهویه مطبوع یا حرارتی مربوط به این فضاها، به جز سیستم‌های گرمایش با بخار و تأسیسات گرمایش آب با فشار بالا؛

پ- حسگرهای آتش یا سیستم اطفای حریق، با دمای عملکرد بالا، مناسب برای تجهیزات برقی، پایدار در دوره زمانی معین و محافظت شده به طور مناسب در برابر ضربات اتفاقی.

**۱۵-۲-۲-۵-۱۳** کف موتورخانه باید از مصالح غیر لغزنده مانند بتن ماله‌کشی شده یا ورق آج‌دار ساخته شده باشد.

### ۱۵-۲-۲-۶ چاهک

**۱۵-۲-۲-۶-۱** ارتفاع چاهک طبق نقشه‌ها و جدول‌های پیوست ۲ باید طراحی و اجرا شود. هنگام

طراحی ستون‌ها و فونداسیون اطراف چاهک دقت شود که ابعاد چاهک باید دقیقاً هم‌اندازه چاه باشد و فونداسیون پایه ستون‌های اطراف چاه آسانسور پایین‌تر از عمق مورد نیاز چاهک طراحی و اجرا شوند.

**۱۵-۲-۶-۲-۲** در صورتی‌که امکان هرگونه دسترسی به‌زیر چاه آسانسور وجود داشته باشد؛ یعنی زیر چاهک آسانسور خالی باشد (چاه معلق)، لازم است سازه کف چاهک به گونه‌ای تقویت گردد که کف آن حداقل دارای مقاومت مکانیکی ۵۰۰۰ نیوتن بر متر مربع باشد، همچنین باید:

– وزنه تعادل مجهز به سیستم ترمز ایمنی مستقل شده، یا

– ستون صلب و محکمی در امتداد مرکز وزنه تعادل از کف چاهک تا زمین امتداد یابد.

**۱۵-۲-۶-۲-۳** چاهک باید از نظر نفوذ رطوبت به داخل دارای عایق بندی مناسب باشد. در صورتی که عمق چاهک بیش از دو و نیم متر باشد نصب درِ بازرسی با ابعاد حداقل ۶۰۰ میلیمتر در ۱۴۰۰ میلی‌متر و یا نردبان با فاصله مناسب از دیواره چاه به نحوی که با قطعات متحرک داشته باشد حداقل ۲۰ میلی‌متر الزامی است. همچنین زهکشی و یا تعبیه تمهیدات جمع‌آوری آب در مورد چاه‌هایی که در مسیر آب‌های زیرزمینی قرار دارند الزامی است.

**۱۵-۲-۶-۲-۴** در صورتی‌که چاه آسانسور مشترک باشد باید این چاهک‌ها به‌نحو مقتضی از کف چاهک تا ارتفاع ۲/۵ متر جداسازی شوند و بتوان به‌صورت ایمن از طریق هر ورودی به‌چاهک مربوطه رفت و آمد نمود.

چنانچه فاصله بین لبه سقف کابین و قسمت متحرک (کابین یا وزنه تعادل) آسانسور یا آسانسورهای مجاور هم کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد جداسازی مذکور بایستی در سراسر ارتفاع چاه، با پهنای مؤثر امتداد یابد. اندازه پهنای مؤثر باید حداقل برابر پهنای قسمت متحرک به اضافه ۰/۱ متردر هر طرف باشد. این جداسازی با دیواره و یا فنس اجرا می‌شود.

**۱۵-۲-۶-۲-۵** ضربه‌گیرها یا ستون‌های نشیمنگاه و ضربه‌گیر کابین و وزنه تعادل، در فضای داخلی چاهک و پایین‌ترین حد مسیر حرکت کابین و وزنه تعادل قرار می‌گیرند. این ضربه‌گیرها یا ستون‌های نشیمنگاه باید به‌نحوی در کف چاهک نصب یا اجرا شوند که پس از برخورد کابین یا وزنه تعادل به آنها و فشرده شدن کامل، فضای خالی به‌عنوان جان‌پناه باقی بماند به گونه‌ای که بتوان مکعبی مجازی به ابعاد۵۰۰ × ۶۰۰ ×۱۰۰۰ میلی‌متر روی یکی از وجوه چاهک ایجاد نمود. در

صورتیکه ضربه‌گیر وزنه تعادل متحرک باشد ارتفاع پایه ستون نشیمنگاه ضربه‌گیر وزنه تعادل با هر مقداری مجاز می‌باشد. حداقل ارتفاع ستون نشیمنگاه ضربه‌گیرکابین ۵۰۰ میلیمتر می‌باشد.

### ۱۵-۲-۲-۷ درهای طبقات، درها و دریچه‌های اضطراری و بازدید

**۱۵-۲-۲-۷-۱** حداقل ارتفاع مفید ورودی کابین در طبقات برای ورود عادی باید ۲۰۰ سانتی‌متر با رواداری ۵ سانتی‌متر باشد.

**۱۵-۲-۲-۷-۲** درهای طبقات باید پس از نصب ریل‌های راهنما طبق نقشه‌های موردنظر به‌صورت کاملاً شاقول شده نصب شوند و هیچ‌گونه شکاف یا جای باز غیرمعمول نداشته باشند.

**۱۵-۲-۲-۷-۳** نصب هرگونه درِ اضافه به‌جز درهای مخصوص طبقات در ناحیه ورودی به‌کابین ممنوع می‌باشد.

**۱۵-۲-۲-۷-۴** در آسانسورهایی که فاصله بین دو طبقه متوالی آن بیش از۱۱متر باشد یک درِ اضطراری باید در محل مناسب در نظر گرفته شود به‌طوری‌که فاصلهٔ آنها حداکثر ۱۱ متر باشد،همچنین:

ـ درهای بازرسی (درصورت وجود) باید دارای حداقل ارتفاع ۱/۴ متر و حداقل پهنای ۰/۶ متر باشند.

ـ درهای اضطراری باید حداقل ارتفاع ۱/۸ متر و حداقل پهنای ۰/۳۵ متر باشند.

ـ دریچه‌های بازدید (در صورت وجود) باید حداکثر ۰/۵ متر درازا و ۰/۵ متر پهنا داشته باشند.

ـ کلیه درها و دریچه‌های فوق‌الذکر باید به‌قفل ایمنی طبق مقررات بند ۱۵ـ۲ـ۳ـ۷ـ۵ مجهز بوده و به سمت بیرون چاه باز شوند.

**۱۵-۲-۲-۷-۵** نحوه باز و بسته شدن درها و دریچه‌های اضطراری چاه آسانسور باید به‌گونه‌ای باشد که از سمت بیرون بدون کلید باز نشوند، ولی از داخل به‌راحتی و بدون نیاز به‌کلید باز و بسته شوند. همچنین در محل قفل، مدار الکتریکی توسط شرکت‌های سازنده آسانسور طراحی و نصب گردد که هنگام باز شدن آنها کارکرد عادی آسانسور متوقف شود.

**۱۵-۲-۲-۷-۶** برآمدگی یا فرورفتگی‌های پشت درهای طبقات (در نوع بدون درِ کابین، سمت چاه آسانسور) به‌نحوی باشد که سبب گیرکردن ناخواسته دست یا لباس یا هرگونه شیء خارجی نگردد. حداکثر ناصافی مجاز ۵ میلی‌متر می‌باشد.

**۱۵-۲-۲-۷-۷** نباید هیچ‌گونه در، دریچه اضطراری و دریچه تخلیه هوا در سمتی که وزنه تعادل قرار می‌گیرد، تعبیه گردد.

***تبصره:*** دریچه اضطراری برای ورود به‌بالای کابین در زیرسطح سقف چاه یا یکی از دیواره‌های چاه از فضای موتورخانه به ابعاد ۰/۶ × ۰/۶ متر تعبیه شود که بازشوی آن به‌بیرون چاه بوده و طبق بند ۱۵-۲-۲-۷-۵ دارای قفل ایمنی باشد.

**۱۵-۲-۲-۷-۸** حداقل ارتفاع کف به‌کف دو طبقه متوالی در هر سمت چاه آسانسور (آسانسورهای با درِ رو به رو شامل این مورد نبوده و به‌صورت مجزا در نظر گرفته می‌شود) برای تعبیه درِ طبقه آسانسور طبق جدول ۱۵-۲-۲-۷-۸ می‌باشد و طبقاتی که ارتفاع آنها کمتر از ابعاد این جدول می‌باشد به‌عنوان طبقه توقف محسوب نشده و آسانسور نباید در آن طبقه توقف نماید.

**جدول ۱۵-۲-۲-۷-۸ حداقل فاصله کف به‌کف طبقات**

| فاصله کف به کف (میلی‌متر) | نحوه باز شدنِ در | ارتفاع مفیدِ در (میلی‌متر) |
|---|---|---|
| ۲۴۵۰ | افقی | ۲۰۰۰ |
| ۲۵۵۰ | | ۲۱۰۰ |
| ۲۷۵۰ | | ۲۳۰۰ |
| ۳۷۰۰ | قائم | ۲۳۰۰ |
| ۴۰۰۰ | | ۲۵۰۰ |

**۱۵-۲-۲-۷-۹** در آسانسورهای گروهی (۲ آسانسور یا بیشتر) در کف موتورخانه و در امتداد پاگرد جلوی در طبقه آخر دریچه‌ای برای حمل متعلقات داخل موتورخانه مانند موتور گیربکس، تابلو کنترل به‌توقف آخر تعبیه شود که بازشوی آن به‌سمت موتورخانه باشد ابعاد این دریچه متناسب با اندازه‌های سیستم محرکه یا وسایل سنگین داخل موتورخانه در نظر گرفته شود. همچنین قلاب سقف یا مونوریلی در سقف موتورخانه تعبیه گردد که روی این دریچه نیز کاربرد داشته باشد.

**۱۵-۲-۲-۷-۱۰** طراحی و نصب درها یا دریچه‌ها و یا قطعات آنها باید به‌گونه‌ای باشد که در اثر حوادث عادی مانند ضربه، حریق، ترکیدگی لوله‌های آب و غیره به‌داخل چاه آسانسور سقوط ننماید.

### ۱۵-۲-۲-۸ تخلیه هوای چاه و موتورخانه

**۱۵-۲-۲-۸-۱** هوای چاهی که آسانسور را در خود جای داده و بیش از دو طبقه امتداد داشته باشد باید مستقیماً یا از طریق موتورخانه به‌فضای آزاد تخلیه شود. مساحت دریچه تخلیه هوا نباید کمتر از ۱ درصد مساحت مقطع چاه آسانسور باشد.

**۱۵-۲-۲-۸-۲** در صورتی‌که سرعت آسانسور بیش از ۲/۵ متر بر ثانیه باشد سطح تخلیه هوا باید حداقل ۰/۳ متر مربع باشد.

**۱۵-۲-۲-۸-۳** اگر تعداد دو یا سه آسانسور در یک چاه مشترک قرار گیرند سطح دریچه تخلیه هوا (تهویه) ۰/۳ مترمربع کافی می‌باشد. ولی برای چهار آسانسور می‌بایستی به ۰/۴ متر مربع افزایش یابد و به‌نحوی محافظت شود که از نفوذ باران و برف، ورود پرندگان و حیوانات دیگر به‌چاه جلوگیری شود.

**۱۵-۲-۲-۸-۴** دریچه تخلیه هوا باید به‌صورت دستی عمل نماید.

**۱۵-۲-۲-۸-۵** چاه آسانسور نباید وسیلهء تخلیه هوای ساختمان باشد.

**۱۵-۲-۲-۸-۶** تخلیه هوای چاه هر گروه آسانسور مستقل از چاه‌های گروه دیگر خواهد بود. بنابراین نباید بین آنها ارتباط تخلیه هوا وجود داشته باشد.

### ۱۵-۲-۲-۹ رواداری‌های اجرای چاه

**۱۵-۲-۲-۹-۱** در اجرای سازه چاه آسانسور با توجه به‌نوع سازه و پوشش دیواره‌ها، رواداری‌های ذکر شده در سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان لازم‌الاجرا می‌باشد.

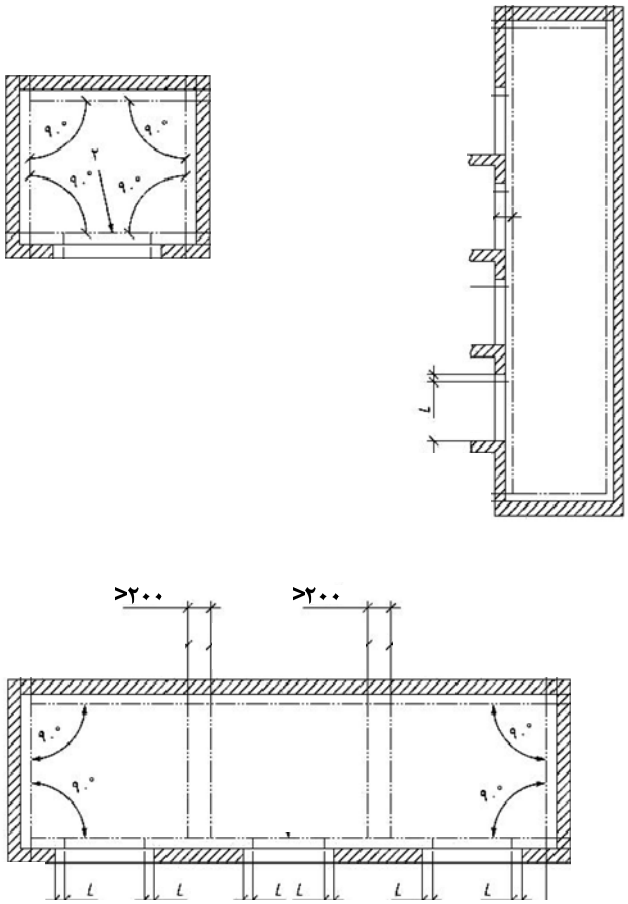
**۱۵-۲-۲-۹-۲** رواداری شاقول بودن دیواره‌های داخل چاه آسانسور مطابق جدول ۱۵-۲-۲-۹-۲ می‌باشد، در صورت عدم رعایت این اندازه‌ها، ابعاد مفید چاه پس از کسر ناشاقولی‌ها ملاک عمل می‌باشد.

**جدول ۱۵-۲-۹-۲-۲ حداکثر ناشاقولی مجاز ابعاد چاه آسانسور**

| ارتفاع چاه آسانسور | حداکثر ناشاقولی مجاز |
|---|---|
| ۳۰ متر | ۲۵ میلی‌متر |
| ۶۰-۳۰ متر | ۲۵ میلی‌متر |
| بزرگ‌تر از ۶۰ متر | ۵۰ میلی‌متر |

**۱۵-۲-۹-۲-۳** در صورتی‌که چاه دارای چند آسانسور باشد خطوط شاقولی در سمت مجاور آسانسورها باید حداقل ۲۰۰ میلی‌متر فاصله داشته باشند (مطابق شکل ۱۵-۲-۹-۲-۳ با در نظر گرفتن تیغه جداساز)، همچنین رواداری ناشاقولی در محل‌های قیدشده با حرف "L" حداکثر ۲۵ میلی‌متر است.

**۱۵-۲-۹-۲-۴** نظر به‌اینکه در سازه‌های مرتفع (برج‌ها) تغییرمکان جانبی مجاز تحت تأثیر نیروهای باد در نظر گرفته می‌شود، لذا باید تمهیدات خاصی برای این منظور در طراحی آسانسور مدنظر قرار گیرد.




**شکل ۱۵-۲-۲-۹-۳ خطوط شاقولی و دیواره‌های جداساز چاه‌های آسانسور**

## ۱۵-۲-۳ ویژگی آسانسورهای مورد استفاده افراد ناتوان جسمی

در آسانسورهایی که احتمال جابه‌جایی افراد ناتوان جسمی بیشتر است، (ساختمان‌های دسته دوم، سوم و چهارم)، علاوه بر رعایت کلیه ضوابط آسانسورها باید ضوابط و مقررات زیر نیز رعایت گردد:

**۱۵-۲-۳-۱** عرض درِ طبقات حداقل باید ۸۰۰ میلی‌متر باشد، ولی توصیه می‌شود در طبقات برای

این نوع آسانسور، از نوع اتوماتیک و با عرض ۹۰۰ میلی‌متر انتخاب شود.

**۱۵-۲-۳-۲** مسیر دسترسی به درِ آسانسور مخصوصا ورودی اصلی باید بدون مانع یا شیب تند باشد.

**۱۵-۲-۳-۳** حداقل عرض کابین در ساختمان‌های عمومی ۱۱۰۰ میلی‌متر و حداقل عمق ۱۴۰۰ میلی‌متر باشد.

**۱۵-۲-۳-۴** حداقل یک دستگیره روی یک دیواره کابین در ارتفاع ۹۰۰ میلی‌متر نصب شود، سطح مقطع این دستگیره بین ۳۰ تا ۴۵ میلی‌متر با شعاع انحنای ۱۰ میلی‌متر و فاصله آن از دیوار کابین حداقل ۳۵ میلی‌متر باشد.

**۱۵-۲-۳-۵** در صورتی‌که نیاز به‌تعبیه صندلی تاشو برای نشستن افراد ناتوان در داخل کابین باشد نشیمن این صندلی باید حداقل ۳۰۰ میلی‌متر عمق و ۴۰۰ میلی‌متر عرض داشته باشد و در ارتفاع ۵۰۰ میلی‌متری از کف کابین نصب شود و حداقل ۱۰۰ کیلوگرم بار را تحمل نماید.

**۱۵-۲-۳-۶** حداکثر رواداری توقف در تراز طبقه ۱۰ $\pm$ میلی‌متر باشد.

**۱۵-۲-۳-۷** زمان باز ماندنِ در، متناسب با نوع کاربری توسط افراد ناتوان، از ۲ تا ۲۰ ثانیه قابل تنظیم باشد.

**۱۵-۲-۳-۸** در آسانسورهای تکی لازم است کنار درِ آسانسور حداقل یک شستی احضار و در آسانسورهای گروهی که روبروی هم هستند در هر دیوار تعبیه گردد.

**۱۵-۲-۳-۹** لازم است رسیدن آسانسور به‌طبقه مورد نظر و شروع باز شدن در طبقه با صدای زنگی که شدت صوتی آن قابل تنظیم از ۳۵ تا ۶۵ دسی‌بل باشد، اعلام گردد.

**۱۵-۲-۳-۱۰** علاوه بر وجود نشان‌دهنده جهت حرکت آسانسور در داخل کابین، باید جهت حرکت به‌صورت علائم صوتی نیز مشخص شود. بدین منظور سیگنال‌های صوتی منقطع تکی برای نشان دادن جهت حرکت به‌سمت بالا و دوتایی برای نشان دادن جهت حرکت به‌سمت پایین در داخل کابین پخش شود.

## ۱۵-۲-۴ ویژگی‌های آسانسورهای هیدرولیک

**۱۵-۲-۴-۱** در صورتی‌که سیستم از نوع مستقیم باشد جک باید دارای شیر اطمینان مخصوص باشد. در صورتی‌که از نوع غیرمستقیم باشد علاوه بر شیر اطمینان مخصوص، تدابیر ایمنی برای پیشگیری از سقوط آسانسور در اثر پاره شدن سیم بکسل مطابق استاندارد شماره ۲ -۶۳۰۳ سازمان ملّی استاندارد ایران در نظر گرفته شود.

**۱۵-۲-۴-۲** در صورتی‌که بیش از یک جک برای جابه‌جایی کابین به‌کار رود باید به‌نحوی به‌همدیگر مرتبط شوند که فشار روغن آنها همواره یکسان باشد.

**۱۵-۲-۴-۳** در صورتی‌که آسانسور هیدرولیک از نوعی باشد که نیاز به‌حفر چاه جهت استقرار جک باشد (چاه جک)، باید پیش‌بینی لازم جهت حفر این چاه به‌عمل آید.

**۱۵-۲-۴-۴** چاه جک (در صورت وجود) باید نسبت به‌نفوذ آب مقاوم باشد و با دقت شاقولی ۲۵ میلی‌متر در ارتفاع ۳ متر اجرا گردد.

**۱۵-۲-۴-۵** سایر الزامات مانند محاسبه تعداد، ظرفیت، جابه‌جایی که برای آسانسورهای کششی مقرر شده، برای آسانسورهای هیدرولیک نیز لازم‌الاجرا می‌باشد.

### ۱۵-۲-۵ الزامات آسانسورهای حمل خودرو

**۱۵-۲-۵-۱** تعبیه آسانسورهای خودروبر به‌عنوان تنها راه ورود و خروج خودرو در طبقات پارکینگ کلیه ساختمان‌های مسکونی، تجاری، اداری و عمومی ممنوع می‌باشد.

**۱۵-۲-۵-۲** در پارکینگ‌های طبقاتی و ساختمان‌هایی که طبقات پارکینگ در کنار ساختمان قرار دارند، تعبیه آسانسورهای خودروبر مجاز می‌باشد. در این شرایط تعداد مورد نیاز آسانسور باید بر اساس محاسبات ترافیکی آن تعیین شود (تعبیه حداقل ۲ آسانسور الزامی است).

**۱۵-۲-۵-۳** تأمین نیروی برق ثانویه (ژنراتور) به‌منظور سرویس‌دهی کامل آسانسورهای خودروبر الزامی است.

**۱۵-۲-۵-۴** در ساختمان‌هایی که مطابق بند (۱۵ـ۲ـ۵ـ۲) تعبیه آسانسور حمل خودرو در آنها ممنوع نشده است، رعایت مقررات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان درخصوص راه‌های خروج، سیستم‌های اعلام حریق اتوماتیک و دستی، سیستم‌های اطفای حریق و... الزامی است.

**۱۵-۲-۵-۵** به‌منظور تخلیه گاز و دودهای خروجی از اگزوز خودروها، تعبیه فن‌های مکنده متناسب با حجم کابین در سقف کابین و در بالای چاه آسانسور الزامی است.

**۱۵-۲-۵-۶** کابین آسانسورهای خودروبر باید دارای درِ اتوماتیک با سیستم محرکه مجزا باشد و درهای طبقات نیز از نوع اتوماتیک انتخاب شوند.

**۱۵-۲-۵-۷** در هر کابین باید دو شستی احضار در دو سمت دیواره کابین نصب شود. محل قرارگیری این شستی‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که راننده خودرو هنگام ورود و خروج از هر دو سمت امکان دسترسی به‌دکمه‌های طبقات و کلیدهای توقف اضطراری را دارا باشد.

**۱۵-۲-۵-۸** استفاده از چشم الکترونیکی پرده‌ای دوبعدی یا سه‌بعدی در ورودی(های) کابین الزامی است.

**۱۵-۲-۵-۹** آسانسور حمل خودرو باید به‌سیستم تراز طبقه مجدد مجهز باشد.

## ۱۵-۲-۶ آزمایش و تحویل‌گیری

**۱۵-۲-۶-۱** آسانسور باید مطابق ضوابط این مقررات در ساختمان‌ها نصب، راه اندازی و تحویل گردد و قطعات منفصله و یا مونتاژ شده آن مطابق ضوابط سازمان ملّی استاندارد ایران به شماره‌های ۱-۶۳۰۳ و ۲-۶۳۰۳ ساخته شده باشند.

**۱۵-۲-۶-۲** آسانسور پس از نصب و راه‌اندازی باید توسط متخصصان صاحب صلاحیت آزمایش و تحویل گرفته شود. این تحویل‌گیری مانع از ضمانت شرکت سازنده، فروشنده و نصاب آسانسور نخواهد بود.

**۱۵-۲-۶-۳** عقد قرارداد نگهداری مناسب، با اشخاص حقیقی و حقوقی صاحب صلاحیت در حین بهره‌برداری، همواره الزامی است، در غیر این صورت مسئولیت آسانسور با کارفرما یا بهره بردار ساختمان خواهد بود و باید در قبال هر حادثه‌ای پاسخگو باشند.

**۱۵-۲-۶-۴** هنگام بازدید یا تعمیر آسانسور در دوره بهره‌برداری، لازم است کلیه ورودی‌های آسانسور در طبقات مختلف توسط سرویس کار مجاز ساختمان مسدود گردد. مسدود نمودن ورودی‌های مذکور لازم است با علائم هشدار دهنده مطابق با مبحث بیستم مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

هنگام تحویل‌گیری آسانسور علاوه بر مواردی که قبلاً ذکر شد، رعایت نکات زیر نیز الزامی است:

**۱۵-۲-۶-۴-۱** کابین باید در تراز هر طبقه توقف نماید و در حین ورود و خروج مسافر یا بار در آن تراز باقی بماند.

**۱۵-۲-۶-۴-۲** رواداری توقف کابین از سطح تراز ورودی نباید از ۲۰ ± میلی‌متر بیشتر شود.

**۱۵-۲-۶-۴-۳** در صورتی‌که به‌دلیل ظرفیت سنگین و یا ارتفاع زیاد و یا هر دلیل دیگر کابین بعد از کم یا زیاد شدن مسافران و بار، تغییر سطح دهد و از رواداری مجاز تجاوز نماید باید مکانیزم تراز طبقه شدن مجدد به‌سیستم اضافه شود.

**۱۵-۲-۶-۴-۴** کابین نباید هنگام حرکت به سمت بالا یا پایین لرزش یا تکان داشته باشد و صداهای سایش یا غیرمعمول بدهد.

**۱۵-۲-۶-۴-۵** سیستم محرکه آسانسور باید کمترین لرزش و صدا را داشته باشد و با بالانس کردن صحیح و نصب لرزه‌گیرهای مناسب از به‌وجود آمدن و انتقال این موارد به‌سازه ساختمان جلوگیری شده باشد.

**۱۵-۲-۶-۴-۶** در مواقع قطع برق، باید بتوان به‌طور دستی کابین را به نزدیک‌ترین طبقه رسانید تا مسافران خارج شوند، دستورالعمل نحوهٔ عملکرد باید در موتورخانه نصب باشد.

**۱۵-۲-۶-۴-۷** درِ کابین و درهای طبقات در هنگام بسته بودن باید کاملاً محدوده بازشوی ورودی را پوشش داده و قفل شوند (قفل ایمنی).

**۱۵-۲-۶-۴-۸** دکمه‌های زنگ اخبار و توقف اضطراری در کابین (در صورت وجود) پایین‌ترین دکمه بوده و در ارتفاعی برابر با ۸۹۰ میلی‌متر نصب شوند و بالاترین دکمه نباید بیش از ۱۳۷۰ میلی‌متر از کف کابین ارتفاع داشته باشد.

**۱۵-۲-۶-۴-۹** زنگ اخبار (در صورت وجود) باید مجهز به باطری قابل شارژ باشد و حتی‌المقدور امکان نصب زنگ کمکی در اتاق نگهبانی نیز فراهم گردد.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۰** در ساختمان‌های عمومی باید وسیله مکالمه دوطرفه (تلفن یا ...) در کابین نصب شود (توصیه می‌شود این وسیله در کلیه آسانسورها نصب شود).

**۱۵-۲-۶-۴-۱۱** درهای لولایی طبقات باید مجهز به‌پنجره مرئی شوند تا بودن کابین در طبقه مشخص شود. کیفیت و ابعاد این پنجره و شیشه باید طبق ضوابط استانداردهای ملّی یا استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۲** روشن بودن داخل کابین به طور دائم در حین حرکت یا با درِ باز الزامی است.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۳** تعبیه هواکش برای کابین دارای در الزامی است.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۴** در صورتی‌که کابین فاقد در باشد (آسانسورهای باری ویژه) باید لبه ایمنی مجهز به میکروسوئیچ و حداقل یک چشم الکترونیکی در آستانه ورودی کابین نصب شود. علاوه بر آن باید کلیه شرایط ایمنی، مطابق با ضوابط سازمان ملّی استاندارد ایران به شماره‌های ۱-۶۳۰۳ و ۲-۶۳۰۳ رعایت گردد.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۵** ریل‌های راهنمای آسانسور باید از جنس فولاد مخصوص بوده و استحکام و درستی انتخاب و نصب آنها توسط شرکت آسانسوری تضمین شده باشند.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۶** در موقع تحویل‌گیری آسانسور باید شناسنامه مربوطه به آسانسور مطابق پیوست شماره ۱ دریافت شود و در هر قرارداد نگهداری، این شناسنامه به رویت شرکت نگهدارنده برسد تا آخرین تغییرات اساسی در آسانسور به اطلاعات آن شناسنامه اضافه گردد.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۷** دستگیره‌ای بر روی یکی از دیواره‌های کابین، ترجیحاً در عقب با سطحی صاف با فاصله‌ای حداقل ۲۰ میلی‌متر از دیواره و در ارتفاع ۹۰۰ میلی‌متر از کف کابین نصب شود.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۸** وقتی که درِ کابین و درِ طبقات باز می‌شوند، شدت روشنایی بر روی دکمه‌های کنترل کابین و یا راهروها، نباید از ۵۰ لوکس کمتر باشد و این روشنایی باید دایمی باشد.

**۱۵-۲-۶-۴-۱۹** در آسانسورهای تخت‌بر و آسانسورهای حمل بار، نصب یک یا دو ردیف ضربه‌گیر روی تمام دیواره‌های کابین الزامی است.

**۱۵-۲-۶-۴-۲۰** حداکثر ارتفاع بالاترین دکمه‌ها و نشانگرهای کابین نباید بیش از ۱۸۰۰ میلی‌متر باشد. دکمه‌های نشان‌دهنده جهت، اندازه‌ای برابر ۱۸ میلی‌متر خواهند داشت. نشانگر قابل رؤیتی جهت نشان دادن تقاضای مسافر ثبت شده روی دکمه‌ها یا کنار آنها برای هر آسانسور، باید وجود داشته باشد و پس از جواب دادن به‌این تقاضا باید خاموش شده یا تغییر رنگ دهد.

**۱۵-۲-۶-۴-۲۱** در کلیه طبقات به‌جز طبقه ورودی اصلی، یک علامت تصویری با طرح استاندارد شده در مجاورت هر دکمه آسانسور نصب شود که نشان می‌دهد که در مواقع آتش‌سوزی از آسانسور استفاده نشود و راه پله خروجی و اضطراری را نشان دهد.

**۱۵-۲-۶-۴-۲۲** اتصال زمین مناسبی برای سیستم برق آسانسور و همچنین سیستم همبندی برای هم‌ولتاژ کردن جهت ریل‌های آسانسور و قطعات فلزی ثابت آن، مطابق مفاد مقررات مبحث سیزدهم مقررات ملّی ساختمان در نظر گرفته شود.

**۱۵-۲-۶-۴-۲۳** در صورتی‌که ساختمان به‌هر دلیلی قبل از تکمیل سیستم آسانسور مورد بهره‌برداری قرار گیرد، باید تمام نقاط دسترسی به‌چاه و آسانسور و موتورخانه آسانسور در برابر خطر سقوط حفاظت شوند.

## ۱۵-۲-۷ حفاظت در مقابل آتش

هنگام آتش‌سوزی ساختمان‌ها، آسانسورها می‌توانند نقش حیاتی در تخلیه ساختمان و نجات افراد داشته باشند در حالی‌که همیشه این پیغام در آسانسورها نصب می‌شود که از آسانسورها هنگام آتش‌سوزی استفاده نشود. هنگام وقوع حریق در تمام یا قسمتی از ساختمان مشکلات تخلیه خصوصاً برای سالمندان و بیماران پیش می‌آید. به‌همین منظور استفاده از آسانسور در مواقع آتش‌سوزی در صورتی مجاز است که آسانسور در اختیار افراد ذی‌صلاح یا آتش‌نشان‌ها قرار گیرد تا بتوانند با راندمان بیشتر، عملیات تخلیه را انجام دهند.

**۱۵-۲-۷-۱** رعایت مفاد مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان "محافظت ساختمان‌ها در برابر حریق" لازم الاجرا می‌باشد.

**۱۵-۲-۷-۲** چاه آسانسور به‌عنوان یک کانال هوایی عمل می‌کند و لذا راهرو طبقات باید توسط درهای ضدگسترش حریق محفوظ گردد تا از نفوذ دود و آتش به‌چاه آسانسور و عمل نمودن چاه آسانسور به‌عنوان دودکش جلوگیری شود.

**۱۵-۲-۷-۳** کابل تغذیه برق برای آسانسور باید مستقل باشد تا چنانچه در اثر آتش‌سوزی، اتصال برق منجر به‌عمل فیوزها یا کلیدهای حفاظتی دیگر گشته و سبب قطع مدار برق قسمت‌هایی از ساختمان شوند، سیستم برق آسانسور همچنان متصل و فعال باشد.

**۱۵-۲-۷-۴** در پایین‌ترین نقطه و یا در طبقه همکف داکت هوایی خاصی برای چاه آسانسور طراحی و ساخته شود تا در مواقع آتش‌سوزی و نفوذ دود به‌چاه آسانسور، تهویه هوای تازه از داکت ممکن باشد.

**۱۵-۲-۷-۵** داکت فوق باید به نحوی محفوظ شود تا از ورود انسان و یا حیوانات به‌چاه آسانسور جلوگیری شود.

**۱۵-۲-۷-۶** در صورت الزام به پیش‌بینی سیستم اعلام حریق در ساختمان (با توجه به ضوابط سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان یا ضوابط سازمان آتش‌نشانی و غیره)، نصب حسگرهای سیستم اعلام حریق در فضاهای موتورخانه آسانسور، چاه آسانسور، راهرو و ورودی به‌موتورخانه آسانسور و راهرو جلوی درِ طبقات آسانسور الزامی است. حداکثر فاصلهٔ افقی نصب این حسگرها از مرکز هر بازشو آسانسور (مرکز در طبقات) برابر ۱/۵ متر است. این حسگرها از طریق تابلو کنترل (پانل کنترل) سیستم اعلام حریق به‌سیستم کنترل آسانسور مرتبط می‌گردند. در صورتی‌که حسگرهای فوق‌الذکر فعال شوند، درِ آسانسور نباید در هیچ‌یک از طبقات به‌جز طبقه ورودی یا طبقه از پیش‌تعریف شده باز شود. تمام آسانسورها باید به‌طبقه‌ای که توسط افراد مسئول ساختمان مشخص می‌شود منتقل شوند و قابلیت کنترل به‌صورت دستی (کلید آتش‌نشان) را دارا باشند.

**۱۵-۲-۷-۷** استفاده از هر نوع وسایل آتش‌نشانی در موتورخانه آسانسور به‌شرطی مجاز می‌باشد که این تجهیزات برای اطفای حریق ناشی از آسانسور به کار روند.

**۱۵-۲-۷-۸** انبار کردن و یا گذاشتن هر نوع مواد قابل اشتعال و یا غیرقابل اشتعال در چاه آسانسور، موتورخانه و یا چاهک آسانسور ممنوع می‌باشد.

**۱۵-۲-۷-۹** در صورتی‌که دیواره‌های چاه آسانسور از نظر مقاومت به‌آتش درجه‌بندی شده باشند، باید درهای لولایی همان درجه و درهای اتوماتیک حداقل نصف آن درجه‌بندی را دارا باشند.

## ۱۵-۲-۸ برق اضطراری

در صورتی‌که وجود برق اضطراری برای یک ساختمان ضروری باشد باید حداقل یک آسانسور از هر گروه آسانسور در ساختمان از برق اضطراری تغذیه گردد و این خط تغذیه باید بتواند هریک از آسانسورهای دیگر را به‌انتخاب تغذیه نماید. این سیستم باید به‌صورت خودکار فعال شود.

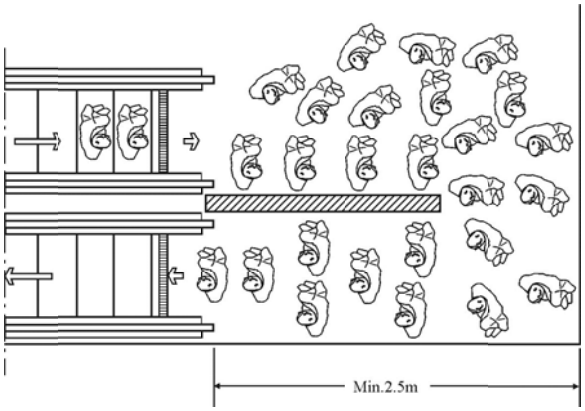
# ۱۵-۳ پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک

## ۱۵-۳-۱ الزامات اولیه طراحی

مهندسین طراح باید با استفاده از اطلاعات این بخش و اطلاعات تکمیلی اخذ شده از شرکت‌های معتبر سازنده نسبت به‌انتخاب نوع، تعداد، ظرفیت و مکان صحیح قرارگیری پلکان‌برقی اقدام نمایند و مسئولیت هرگونه اشتباهی درخصوص موارد ذکرشده به‌عهدهٔ آنان می‌باشد.

**۱۵-۳-۱-۱** پلکان برقی باید در محلی که بیشترین تردد مسافران از آنجا صورت می‌گیرد تعبیه گردد، و بدون بروز اغتشاش در مسیر حرکت عادی آن طبقه، افراد را به‌سطح بالاتر یا پایین‌تر منتقل نماید. در صورت عدم امکان رؤیت باید با علائم مناسبی افراد به‌سمت پلکان‌برقی هدایت شوند.

**۱۵-۳-۱-۲** در ابتدا و انتهای پلکان‌برقی فضای غیرمحصور مناسبی در نظر گرفته شود، به‌نحوی که مسافران به‌راحتی به مسیر حرکت خود ادامه داده از ازدحام در قسمت ورودی و خروجی جلوگیری شود. حداقل عرض این فضا باید به اندازه فاصله لبه‌ی بیرونی دستگیره‌ها به علاوه ۸۰ میلی‌متر از هر طرف بیشتر بوده و عمق آن از انتهای دستگیره حداقل ۲/۵ متر باشد (شکل ۱۵ـ۳ـ۱ـ۲)، در صورتی‌که عمق ۲ متر باشد حداقل عرض باید دو برابر فاصله بین مرکز دو دستگیره باشد.




**شکل ۱۵-۳-۱-۲ فضای باز در ورودی یا خروجی پلکان برقی.**

**۱۵-۳-۱-۳** مهندسان طراح با توجه به شرایط و موقعیت ساختمان می‌توانند آرایش پلکان‌برقی را با رعایت بندهای این مقررات و مشورت شرکت‌های معتبر سازنده به‌کار گیرند.

**۱۵-۳-۱-۴** در مکان‌های پرتردد نظیر مترو و پایانه‌های مسافری باید از پله‌های عریض استفاده نمود. پلکان‌برقی این اماکن باید از نوع پرکار یا خیلی پرکار انتخاب شوند.

**۱۵-۳-۱-۵** در صورتی‌که پلکان‌برقی در محیط روباز استفاده می‌شود باید از نوعی انتخاب شود که سازگاری کافی با شرایط محیطی را دارا باشد.

**۱۵-۳-۱-۶** اطراف منطقه باز طبقهٔ فوقانی می‌بایستی به‌نحوی محصور گردد که امکان سقوط ناخواسته اشیا یا افراد، وجود نداشته باشد.

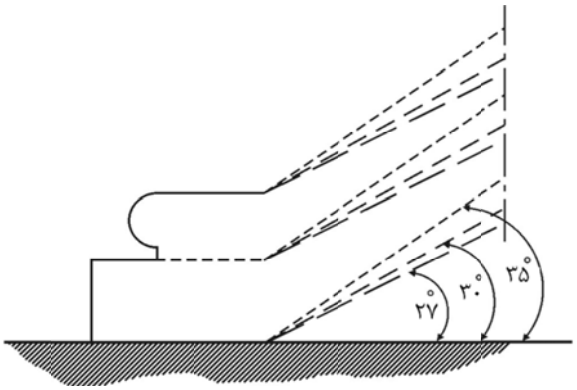
**۱۵-۳-۱-۷** حداکثر سرعت پلکان‌برقی در صورتی‌که زاویه شیب آن بیش از ۳۰ درجه نباشد ۰/۷۵ متر بر ثانیه می‌باشد. در صورتی‌که زاویه شیب بین ۳۰ تا ۳۵ درجه باشد حداکثر سرعت اسمی ۰/۵ متر بر ثانیه می‌باشد.

**۱۵ -۳-۱-۸** سرعت اسمی پیاده‌رو متحرک در ورودی و خروجی آن حداکثر ۰/۷۵ متر بر ثانیه می‌باشد.

**۱۵-۳-۱-۹** تحت شرایط خاصی سرعت اسمی پیاده‌رو متحرک در ورودی و خروجی تا ۰/۹ متر بر ثانیه قابل افزایش است در این صورت نباید عرض پیاده‌رو متحرک از ۱/۱۰ متر بیشتر باشد.

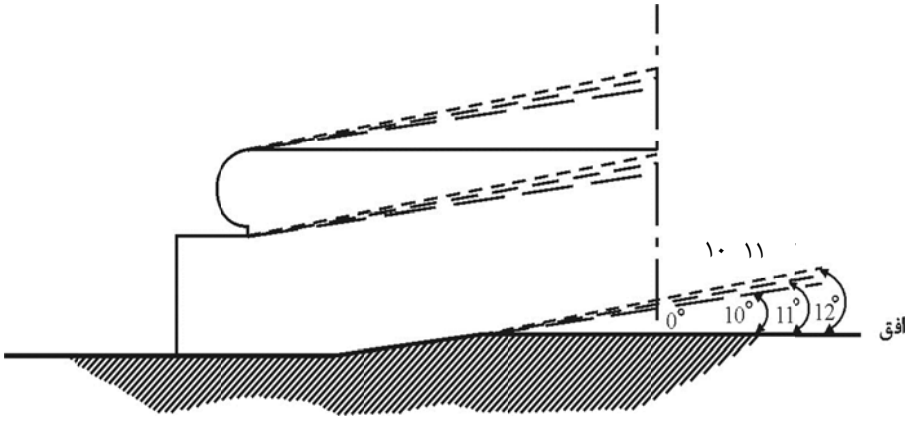
**۱۵-۳-۱-۱۰** حداقل فاصله قائم مجاز ما بین نوک هر پله تا هر مانع فوقانی ۲/۳۰ متر می‌باشد.

**۱۵-۳-۱-۱۱** زاویه شیب پلکان‌برقی نباید از ۳۰ درجه بیشتر شود. در صورتی‌که حداکثر ارتفاع پله ۶ متر و حداکثر سرعت آن ۰/۵ متر بر ثانیه باشد این زاویه تا ۳۵ درجه قابل افزایش است (شکل ۱۵-۳-۱-۱۱ ).




**شکل ۱۵-۳-۱-۱۱ زوایای شیب پلکان برقی**

**۱۵-۳-۱-۱۲** زاویه شیب پیاده‌رو متحرک حداکثر ۱۲ درجه نسبت به‌سطح افق می‌باشد (شکل ۱۵-۳-۱-۱۲).




**شکل ۱۵-۳-۱-۱۲ زوایای شیب پیاده‌روهای متحرک**

**۱۵-۳-۱-۱۳** در صورتی‌که زاویه شیب پیاده‌رو متحرک بیش از ۶ درجه باشد، باید در سطح فوقانی حرکت حداقل مسافت ۰/۴ متر را با زاویه شیب کمتر از ۶ درجه طی نماید. در صورتی‌که سرعت طبق مقررات بند (۱۵ ـ۳-۱-۱۲) باشد این مسافت حداقل به ۱/۶ متر افزایش می‌یابد.

## ۱۵-۳-۲ ویژگی‌های سازه و نحوه انتخاب پلکان برقی و پیاده‌رو متحرک

**۱۵-۳-۲-۱** نیروهای استاتیکی و دینامیکی وارد شده از طرف پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک به سازه ساختمان و نیروی قابل تحمل قلاب‌های نصب پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک متناسب با عرض پله، ارتفاع، زاویه، نوع مصالح مورد استفاده توسط شرکت سازنده تعیین می‌شود. لذا مهندسان طراح سازه باید پس از مشخص نمودن ارتفاع، زاویه و انتخاب عرض پله طبق بند (۱۵-۳-۲-۲)، میزان نیروها و محل اثر آنها را از شرکت‌های معتبر سازنده پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک اخذ نموده در محاسبه و طراحی سازه لحاظ نمایند.

**۱۵-۳-۲-۲** ظرفیت جابه‌جایی افراد توسط پلکان‌برقی در ساعت از نظر تئوری از رابطه ۱۵-۳-۲-۲ به‌دست می‌آید (شکل ۱۵-۳-۲-۲). همچنین جدول ۱۵-۳-۲-۲ ظرفیت جابه‌جایی برای سرعت‌ها و عرض پله‌های معمول را نمایش می‌دهد.

رابطه ۱۵-۳-۲-۲

$$C_t = \frac{V \times ۳۶۰۰ \times k}{T} (P/h)$$

که در آن:

$C_t$ = تعداد افراد جابه‌جا شده در ساعت

V = سرعت حرکت پله (متر بر ثانیه)

K = ضریب متناسب با عرض پله

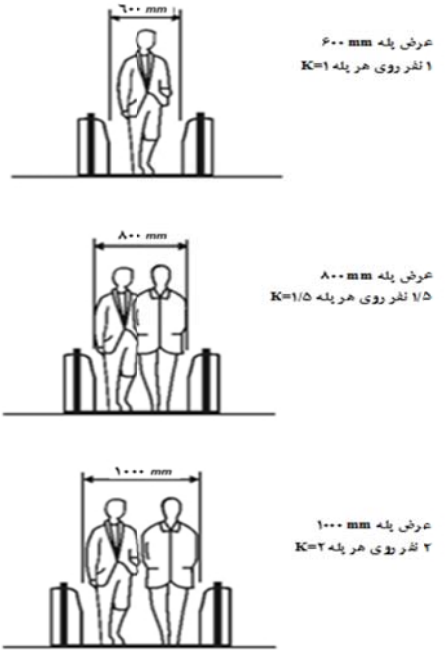
$T$ = عمق پله (متر)

$(P/h)$ = نفر در ساعت

در صورتی‌که عرض پله ۰/۶ متر (۱ نفر روی هر پله) باشد: $K = 1$

در صورتی‌که عرض پله ۰/۸ متر (۱/۵ نفر روی هر پله) باشد: $K = 1/5$

در صورتی‌که عرض پله ۱ متر (۲ نفر روی هر پله) باشد: $K = 2$




**شکل ۱۵-۳-۲-۲ تعداد افراد روی هر پله متناسب با عرض آن (ضریب K)**

**جدول ۱۵-۳-۲-۲ ظرفیت جابه‌جایی پلکان برقی**

| عرض پله (متر) | سرعت اسمی (متر بر ثانیه) | | |
|---|---|---|---|
| | ۰/۵ | ۰/۶۵ | ۰/۷۵ |
| ۰/۶ | ۴۵۰۰ نفر در ساعت | ۵۸۵۰ نفر در ساعت | ۶۷۵۰ نفر در ساعت |
| ۰/۸ | ۶۷۵۰ نفر در ساعت | ۸۷۷۵ نفر در ساعت | ۱۰۱۲۵ نفر در ساعت |
| ۱ | ۹۰۰۰ نفر در ساعت | ۱۱۷۰۰ نفر در ساعت | ۱۳۵۰۰ نفر در ساعت |

***توضیح***: در عمل تعداد افرادی که توسط پلکان برقی در یک ساعت جا به جا می‌شوند کمتر از مقادیر بالا است زیرا برخی از پله‌ها خالی می‌مانند و روی هر پله هم تعداد کامل سوار نمی‌شوند.

**۱۵-۳-۲-۳** محاسبه ظرفیت جابه‌جایی افراد در پیاده‌رو متحرک از رابطه مندرج در بند(۱۵-۳-۲-۲) به‌دست می‌آید. ضریب K در صورتی‌که عرض پیاده‌رو متحرک ۱/۲۰ متر باشد، ۲/۵ می‌باشد.

**۱۵-۳-۲-۴** در طراحی محل نصب پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک باید پیش‌بینی‌های لازم جهت چاهک متناسب با نوع و ارتفاع پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک مدنظر قرار گیرد، ابعاد و ارتفاع چاهک مذکور طبق جدول‌های شرکت‌های سازنده پلکان برقی و پیاده‌رو متحرک طراحی می‌گردد.

## ۱۵-۳-۳ تأثیرات پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک بر سازه ساختمان

**۱۵-۳-۳-۱** نیروهای استاتیکی و دینامیکی ناشی از وزن و حرکت پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک باید در محاسبه و طراحی سازه ساختمان مورد نظر قرار گیرند.

**۱۵-۳-۳-۲** تأثیرات دینامیکی ناشی از ارتعاش موتور پلکان‌برقی باید در محاسبه و طراحی سازه ساختمان و سازه نگهدارنده پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک در نظر گرفته شود.

## ۱۵-۳-۴ مشخصات فنی پلکان برقی و پیاده‌رو متحرک

**۱۵-۳-۴-۱** پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک باید قابلیت حرکت در دو جهت پایین و بالا را داشته باشد. تغییر جهت حرکت پس از تخلیه کامل افراد به‌عهدهٔ تکنسین مقیم و مسئول پلکان‌برقی می‌باشد. جهت حرکت نباید توسط مسافرین قابل تغییر باشد.

**۱۵-۳-۴-۲** در پلکان‌برقی باید حداقل ۲ و حداکثر ۴ پله تخت در ورودی و خروجی جهت تسهیل پیاده شدن افراد پیش‌بینی گردد. در صورتی‌که ارتفاع پلکان‌برقی بیش از ۶ متر باشد تعبیه ۳ پله تخت در ورودی و خروجی پلکان برقی الزامی است.

**۱۵-۳-۴-۳** نرده‌های پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک باید در دو طرف وجود داشته باشند. جنس دیواره‌های آنها معمولاً فلز است. در صورتی‌که جنس این دیواره‌ها شیشه باشد باید از نوع شیشه ایمنی با مقاومت مکانیکی کافی و حداقل ۶ میلی‌متر ضخامت باشد.

**۱۵-۳-۴-۴** نرده‌های هر دو طرف باید پس از رسیدن به‌سطح افقی طبقات حداقل ۳۰۰ میلی‌متر ادامه یابند.

**۱۵-۳-۴-۵** شانه ثابت فلزی قابل تنظیم، با دندانه‌های متناسب با شکل شیارهای پله یا تسمه در قسمت ورودی و خروجی به‌صورت ثابت باید نصب گردد.

**۱۵-۳-۴-۶** دستگیره روی نرده‌های دو طرف پله باید متحرک و هم‌جهت حرکت پله بوده و سرعت حرکت آن برابر سرعت حرکت پله با رواداری حداکثر ۲ ± درصد باشد.

**۱۵-۳-۴-۷** فاصله بین کناره‌های خارجی دستگیره و دیواره یا مانع اطراف (در صورت وجود) نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر باشد.

**۱۵-۳-۴-۸** فاصله بین پله‌ها و یا فاصله بین پله‌ها و حفاظ کناری آنها نباید بیش از ۵ میلی‌متر باشد.

**۱۵-۳-۴ـ۹** در مکان‌های کم‌ترافیک جهت صرفه‌جویی انرژی و جلوگیری از استهلاک پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک، لازم است با استفاده از چشم الکترونیک و یا حسگرهای مکانیکی سیستمی تعبیه گردد که در بازه های زمانی عدم استفاده افراد، از سرعت حرکت دستگاه کاسته شده و یا متوقف گردد.

### ۱۵-۳-۵ حفاظت‌های فنی و ایمنی

**۱۵-۳-۵-۱** لازم است در گوشه زیر سقف طبقه فوقانی و پلکان برقی محافظ نصب گردد.

**۱۵-۳-۵-۲** قبل از راه‌اندازی پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک نسبت به عملکرد کلیه سیستم‌های ایمنی باید اطمینان حاصل نمود.

**۱۵-۳-۵-۳** در محل ورود و خروج دستگیره به نرده‌های دو طرف پله باید محافظ دست یا انگشت یا اشیای خارجی تعبیه نمود.

**۱۵-۳-۵-۴** پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک باید به‌سیستم ترمز مطابق با استانداردهای ملّی پلکان‌برقی (در صورت وجود) یا استانداردهای معتبر بین‌المللی مجهز باشند و در صورت بروز هرگونه خطای برقی، ترمز پلکان‌برقی باید فعال گردد و به‌صورت آرام حرکت پله را به‌طور خودکار متوقف نماید.

**۱۵-۳-۵-۵** کنترل‌کننده مکانیکی سرعت (گاورنر) جهت تشخیص ازدیاد یا کاهش سرعت مجاز باید در ساختار پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک پیش‌بینی گردد.

**۱۵-۳-۵-۶** جهت توقف اضطراری حرکت پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک دکمه قرمز رنگ قابل رؤیتی در گوشه پایین سمت راست ورودی و خروجی پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک باید نصب گردد. در پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک با طول زیاد باید دگمه‌های اضطراری اضافی نصب شود به گونه‌ای که حداکثر فاصله بین آنها در پلکان برقی ۳۰ متر و در پیاده‌رو متحرک ۴۰ متر باشد.

**۱۵-۳-۵-۷** در هنگام شکستن پله، گیر کردن مانعی بین پله‌ها یا بین پله‌ها و صفحه شانه‌ای و پاره شدن زنجیر اتصال پله‌ها به یکدیگر باید به‌وسیلهٔ حسگرهای جداگانه حرکت پله متوقف گردد.

**۱۵-۳-۵-۸** عرض شیار هر پله از ۵ تا ۷ میلی‌متر و عمق آن از ۱۰ میلی‌متر نباید کمتر باشد. سطح پله باید مانع لیز خوردن افراد شود.

**۱۵-۳-۵-۹** حداکثر ارتفاع هر پله ۰/۲۴ متر و حداقل عمق ۰/۳۸ متر می‌باشد.

**۱۵-۳-۵-۱۰** سراسر اجزای پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک باید در کلیه ساعات کارکرد با روشنایی یکنواخت بیش از ۵۴ لوکس روشن شود.

**۱۵-۳-۵-۱۱** در سطح ورودی و خروجی پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک باید تابلوهای قابل رؤیت و مقاومی حاوی نکات ایمنی و هشداردهنده زیر نصب شوند:

الف-توجه،

ب- مخصوص عبور افراد،

پ- مواظب کودکان خود باشید،

ت- دستگیره‌ها را بگیرید، و

ث- به‌کناره‌ها تکیه نکنید.

**۱۵-۳-۵-۱۲** تمام فضاهای پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک که نیاز به بازرسی یا تعمیر دارند باید دارای درهایی باشند که در شرایط عادی بسته باشند.

## ۱۵-۳-۶ حفاظت در مقابل آتش

**۱۵-۳-۶-۱** علاوه بر رعایت مقررات این بخش رعایت مقررات مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان در خصوص حفاظت در برابر آتش الزامی می‌باشد.

**۱۵-۳-۶-۲** کناره‌ها و زیرمهاری‌های اصلی پلکان برقی و پیاده‌روهای متحرک باید از مواد مقاوم به‌حریق ساخته شوند.

***تبصره:*** برای جلوگیری از نفوذ شعله‌های آتش یا دود می‌توان در نقاط باز دو طبقه درهایی را تعبیه نمود. در این صورت باید این درها به‌نحوی ساخته شوند که به‌محض رسیدن مسافران به‌راحتی به‌هر دو طرف قابل باز شدن باشند.

**۱۵-۳-۶-۳** در صورت وجود درهای ضدحریق بیان شده در توصیه فوق، قبل از روشن شدن پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک، مسئول مربوطه باید از قفل نبودن این درها اطمینان حاصل نماید.

**۱۵-۳-۶-۴** در صورتی‌که سیستم اعلام حریق در اطراف پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک تعبیه شده باشد توصیه می‌گردد به‌نحوی به‌سیستم کنترل پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک مرتبط باشد که هنگام عملکرد آنها، پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک هم‌جهت با ورود افراد به ساختمان متوقف شده و در صورت صلاحدید مسئولان آتش‌نشانی (پس از خروج کامل افراد از پلکان‌برقی و پیاده روهای متحرک)، کلیه پلکان‌ها و پیاده‌روها توسط افراد مسئول در جهت تخلیه افراد از ساختمان تغییر جهت داده و حرکت نمایند.

## ۱۵-۳-۷ تحویل‌گیری و نگهداری

**۱۵-۳-۷-۱** پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک باید مطابق ضوابط این مقررات در ساختمان‌ها نصب و راه اندازی گردد و قطعات منفصله و یا مونتاژ شده آن مطابق ضوابط سازمان ملّی استاندارد ایران به شماره ۱-۶۳۰۳ ساخته شده و پس از نصب بازرسی فنی شده باشند.

**۱۵-۳-۷-۲** مسئولیت کارکرد صحیح، ایمن و مداوم پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک پس از نصب و راه‌اندازی به‌عهده شرکت سازنده یا پیمانکار فروشنده آن می‌باشد، ولی مهندسان یا مسئولان بهره‌برداری یا کارفرما باید طبق مفاد این مقررات و سایر موارد ایمنی و فنی مندرج در مشخصات فروشنده، پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک را تحویل بگیرند و در این زمینه مسئولیت دارند.

**۱۵-۳-۷-۳** در صورتی‌که هریک از موارد مندرج در این مقررات توسط فروشنده یا سازنده پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک و یا موارد ساختمانی رعایت نشده باشد، هر کدام در حوزه مسئولیت خود موظف به رفع مغایرت بوده و تا زمان رفع این موارد تحویل‌گیری و بهره‌برداری از پلکان‌برقی و پیاده رو متحرک امکان پذیر نخواهد بود.

**۱۵-۳-۷-۴** پس از تحویل‌گیری پلکان‌برقی و پیاده‌روهای متحرک، نگهداری و سرویس‌های منظم آن باید به‌عهده شرکت‌های ذی‌صلاح گذاشته شود. هرگونه اشکال ناشی از عدم سرویس

به‌عهده نگهدارنده می‌باشد و در صورت عدم عقد قرارداد نگهداری، مسئولیت به‌عهده مسئولان ساختمان یا نمایندگان قانونی آنها می‌باشد.

# پیوست ۱

# اطلاعات و مدارک فنی آسانسور، پلکان‌برقی و پیاده‌رو متحرک

هر دستگاه آسانسور، پلکان‌برقی یا پیاده‌رو متحرک باید دارای مدارک فنی به شرح زیر باشد و به مسئولین ساختمان تحویل گردد:

۱- **پلاک:** شامل نام و نشانی کامل سازنده، نام و نشانی نماینده (در صورت وجود)، مدل دستگاه، شماره سریال و سال ساخت. این پلاک باید به آسانی قابل مشاهده و خواندن باشد.

۲- **شناسنامه‌های فنی:** مانند نمونه‌های ارائه شده در پایان همین پیوست

۳- **نقشه‌های اجرایی:** با قید نیروهای وارده و نقشه‌های عمومی برقی

۴- تاییدیه‌های فنی و گواهی‌های مربوط به اجزا مطابق ضوابط استانداردهای ملّی

۵- گواهی بازرسی فنی صادره از طرف شرکت بازرسی معتبر که پس از نصب، راه اندازی، آزمایش و تایید بر مبنای استاندارد ملّی صادر می‌گردد. پلاک گواهی بازرسی فنی باید داخل کابین آسانسور نیز نصب گردد.

۶- قرارداد سرویس و نگهداری

۷- **کتابچه دستورالعمل بهره‌برداری**: در این کتابچه دستورالعمل‌های سرویس، نگهداری، بازرسی و آزمایش‌های دوره‌ای باید به زبان فارسی و انگلیسی آمده باشد. اطلاعات ارائه شده در این دستورالعمل باید حتی‌الامکان در قالب شکل، نمودار یا جدول ارائه شده باشد. جهت استفاده طولانی مدت کتابچه ارائه شده باید از جنس بادوام ساخته شده باشد.

۸- دستورالعمل‌های ایمنی که نیاز به اقدام فوری دارند، باید به راحتی در دسترس افراد صاحب صلاحیت باشند تا در مواقع لزوم بتوان به آنها رجوع نمود. متن این دستورالعمل‌ها باید تا حد ممکن ساده و مختصر تدوین شده باشد.

## نمونه شناسنامه اطلاعاتی (فنی) آسانسور

**نوع آسانسور**

مسافربر ☐ باربر ☐ برانکاردبر ☐ تخت‌بر ☐

انواع دیگر: .....

ظرفیت: ..... کیلوگرم ..... نفر

سرعت: ..... متر بر ثانیه

تعداد طبقات: ..... شماره طبقات: ..... تعداد بازشو: .....

**نوع کنترل سرعت**

دوسرعته ☐ ACVV ☐ VVVF ☐

سایر موارد: .....

طول مسیر حرکت: ..... متر

سیستم آویز: ۱:۱ ☐ ۲:۱ ☐ انواع دیگر: .....

کابین: عرض ..... میلی‌متر عمق: ..... متر

ارتفاع: ..... میلی‌متر

نوع درِ کابین: ..... سیستم ایمنی درِ کابین: .....

روشنایی کابین: ..... نحوه اعلام خطر: .....

**تجهیزات داخل چاه:**

ریل کابین: .....

ریل وزنه: ..... تعداد ریل‌ها: .....

سیم بکسل: نوع و نحوه بافت: ..... نام کارخانه و کشور سازنده: .....

تعداد رشته: ..... طول هر رشته: .....

تراول کابل: نام کارخانه و کشور سازنده: ..... طول و تعداد رشته: .....

مشخصات کادر وزنه و وزنه‌های تعادل:

مشخصات و نوع ضربه‌گیر کابین:

مشخصات و نوع وزنه تعادل:

تجهیزات برقی و ایمنی:

نام و کشور سازنده سیستم محرکه: ..... ولتاژ: ..... ولت

تعداد فاز: ..... قدرت: ..... کیلووات

نوع و تعداد فاز فن: ..... ولتاژ فن: ..... ولت

شماره سریال: ..... نام کشور سازنده گیربکس (درصورت وجود): .....

نوع گیربکس (در صورت وجود): ..... شماره سریال: .....

نوع ترمز موتور گیربکس: ..... ولتاژ: ..... ولت

مشخصات تابلوی فرمان: رله‌ای ☐ میکروپروسسور ☐

سایر انواع: .....

ذکر کلیه حفاظت‌های تابلو: .....

مشخصات فنی تابلو: .....

گاورنر: نام و کشور سازنده: ..... شماره سریال: .....

نوع سوییچ ایمنی: .....

فلکه و وزنه گاورنر: وزن: .....کیلوگرم ـ نوع سوییچ ایمنی: .....

پاراشوت: نام و کشور سازنده: ..... نوع پاراشوت: .....

شماره سریال: ..... نوع سوییچ ایمنی: .....

درهای طبقات: نوع در .....

بازشوی در: چپ ☐ راست ☐ بالا ☐ موارد دیگر: .....

عرض: ..... میلی‌متر ـ ارتفاع ..... میلی‌متر

چاه آسانسور:

ابعاد: عرض: ..... میلی‌متر ـ عمق: ..... میلی‌متر

ارتفاع چاهک: ..... میلی‌متر ـ ارتفاع اورهد (بالاسری): ..... میلی‌متر

محل دریچه‌های اضطراری یا بازرسی: .....

موتورخانه : بالا ☐ بالا ـ کنار ☐ پایین ـ کنار ☐ پایین ـ زیر ☐ داخل چاه ☐ سایر انواع

ابعاد موتورخانه: عرض: ..... میلی‌متر ـ عمق: ..... میلی‌متر

ارتفاع از کف: ..... میلی‌متر ـ ارتفاع از کف استقرار موتور گیربکس (در صورت وجود) ..... میلی‌متر

## نمونه شناسنامه اطلاعاتی (فنی) پلکان برقی/پیاده رو متحرک

۱- نام کارخانه سازنده با نشانی کامل:

۲- نام نماینده (در صورت وجود) با نشانی کامل:

۳- مدل دستگاه: ..... شماره سریال: ..... سال ساخت: .....

۴- نوع کاربری

تجاری ☐ پرکار ☐ خیلی پرکار ☐ مخصوص محیط روباز (در معرض تغییرات آب و هوا) ☐

۵- ارتفاع: ..... میلی‌متر

۶- سرعت اسمی: ..... متر بر ثانیه

۷- زاویه شیب: ..... درجه

۸- پهنای پله: .....میلی‌متر

۹- نام و کشور سازنده سیستم محرکه موتور: .....گیربکس: .....

۱۰- استاندارد: .....

۱۱- وزن: .....کیلوگرم

۱۲- نیروهای وارد بر ساختمان در هر دو سر و در تکیه گاه میانی (در صورت وجود): .....

۱۳- مشخصات تابلو فرمان: .....

۱۴- نوع کنترل سرعت: .....

# پیوست ۲ جدول‌های ابعادی آسانسور

در این قسمت ابعاد پیشنهادی چاه، چاهک، موتورخانه و کابین آسانسور ذکر گردیده است. این جدول مربوط به‌آسانسورهای ساختمان‌های دسته اول تا چهارم و آسانسورهای حمل خودرو می‌باشد.

***توضیحات:*** این جدول‌ها ابعاد برخی از آسانسورها تا سرعت ۲/۵ متر بر ثانیه را پیشنهاد می‌دهد. ابعاد مربوط به‌سرعت‌های بالاتر و انواع دیگر آسانسورها باید از شرکت‌ها و مشاورین صاحب صلاحیت اخذ گردد. سرعت ۰/۴ متر بر ثانیه فقط برای آسانسورهای هیدرولیک و سرعت‌های ۱/۶ و ۲/۵ متر بر ثانیه فقط برای آسانسورهای کششی الکتریکی به‌کار می‌رود.

آسانسورهای ۳۷۵، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم فقط برای انتقال عادی مسافرین به کار می‌رود. ظرفیت ۶۰۰ کیلوگرم برای جابه‌جایی افراد با صندلی چرخدار و آسانسور ۱۰۰۰ کیلوگرم در ساختمان‌های مسکونی و بیمارستان‌ها برای حمل برانکارد با دسته‌های قابل جدا شدن کاربرد دارد.

آسانسورهای ۱۶۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم برای حمل تخت‌های بیمارستانی در مراکز بیمارستانی و درمانی به‌کار می‌رود و ظرفیت ۲۵۰۰ کیلوگرم برای حمل تخت بیمارستانی به‌همراه مسافرین و وسایل پزشکی کاربرد دارد.

آسانسورهای کنار هم دارای چاه مشترک

الف ـ عرض کل چاه مشترک برابر با مجموع عرض چاه‌های هر آسانسور به‌علاوه ضخامت دیواره‌ها

یا سازه‌های جداکننده است.

ب ـ ارتفاع چاهک برابر با ارتفاع سریعترین آسانسور موجود در چاه مشترک می‌باشد.

ج ـ حداقل ارتفاع کف آخرین توقف تا زیر سقف موتورخانه (بالاسری) برابر با ارتفـاع بالاسری برای سریعترین آسانسور موجود در چاه مشترک می‌باشد.

## جدول ۱ اندازه های ارتفاع بالاسری، ارتفاع چاهک،ارتفاع کابین ودرب

| پارامتر | سرعت نامی $V_n$ | آسانسورهای ساختمان مسکونی (دسته دوم) | | | | | آسانسورهای عمومی (دسته های اول ، دوم و چهارم) | | | | | آسانسورها با ترافیک سنگین (دسته دوم) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ظرفیت نامی (نفر) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ۴ | ۶ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۰ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۵ | ۱۶ |
| | | ظرفیت نامی (جرم) کیلوگرم | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ۴۵۰ | ۶۳۰ | ۱۰۰۰ | ۶۳۰ | ۸۰۰ | ۱۲۷۵/۱۰۰۰ | ۱۳۵۰ | ۱۶۰۰ | ۱۲۷۵ | ۱۳۵۰ | ۱۶۰۰ | ۱۸۰۰ | ۲۰۰۰ | | |
| ارتفاع کابین $h_c$ | | ۲۲۰۰ | | | | | ۲۳۰۰ | | | ۲۴۰۰ | | | | | | |
| ارتفاع درب کابین و دریچه‌ی طبقات $h_d$ | | ۲۰۰۰ | | | | | ۲۱۰۰ | | | | | | | | | |
| ارتفاع بالاسری $h_o$ | ۰/۴۰ | ۱۴۰۰ | | | | | c | | | | | | | | | |
| | ۰/۶۳ | ۱۴۰۰ | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۰/۷۵ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۵۰ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۶۰ | c | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۷۵ | | | | | | | | | | | | | | | |
| ارتفاع چاهک $p_d$ | ۲/۰۰ | c | | ۱۷۵۰ | c | c | ۱۷۵۰ | | | | | | | | | |
| | ۲/۵۰ | c | | ۲۲۰۰ | c | c | ۲۲۰۰ | | | | | | | | | |
| | ۳/۰۰ | c | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۳/۵۰ | c | | | | | | | | | | ۳۲۰۰ | | | | |
| | ۴/۰۰ | | | | | | | | | | | ۳۴۰۰ | | | | |
| | ۵/۰۰ | | | | | | | | | | | ۳۸۰۰ | | | | |
| | ۶/۰۰ | | | | | | | | | | | ۴۰۰۰ | | | | |

## جدول ۱ ادامه

| پارامتر | سرعت نامی | آسانسورهای عمومی (دسته های اول ، دوم وش سوم) ظرفیت نامی (جرم) | | | | | | | | آسانسورهای سلامتمان مسکونی (دسته دوم) | | | آسانسورهای بارگیری (دسته سوم) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۲۰۰۰ | ۱۸۰۰ | ۱۶۰۰ | ۱۳۵۰ | ۱۲۷۵ | ۱۳۵۰ | ۱۰۰۰/۱۲۷۵ | ۸۰۰ | ۶۳۰ | ۱۰۰۰ | ۶۳۰ | ۴۵۰ | | | | | | | |
| ارتفاع بالابری، $h_1$ | ۰/۴۰ | ۳۶۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۰/۶۳ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۰/۷۵ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۵۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۶۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۱/۷۵ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲/۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۲/۵۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۳/۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۳/۵۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۴/۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۵/۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ۶/۰۰ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

a در برخی موارد ارتفاع بالابری، $h_1$ و ارتفاع چاهک $d_4$ بیشتری مورد نیاز است

b فقط برای آسانسورهای هیدرولیک

c برای موارد خارج از اندازه استاندارد

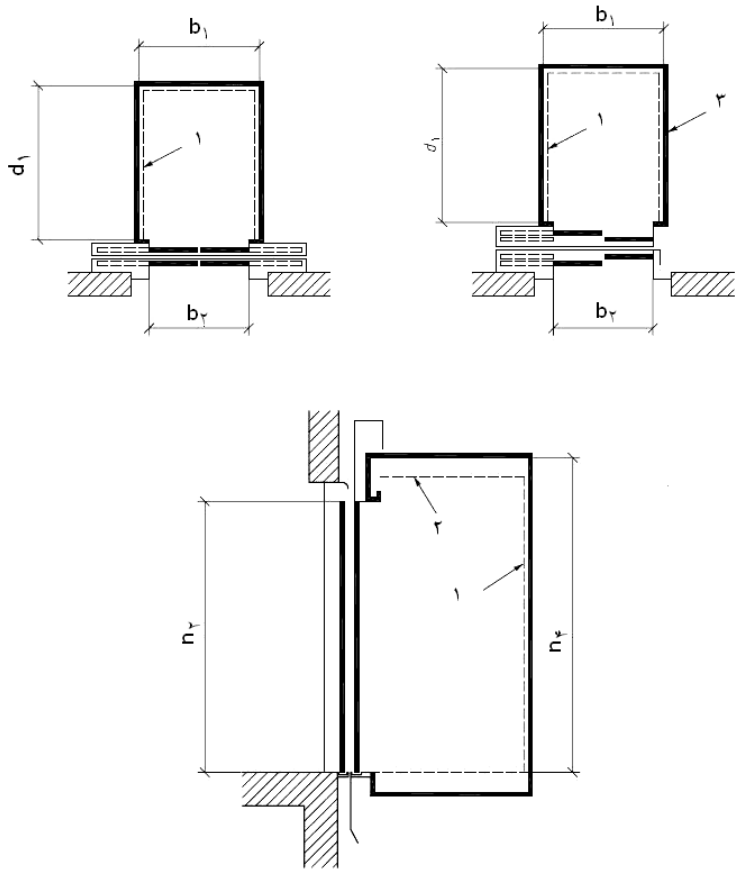
d اندازه ها با فرض استفاده از ضربه گیر یا ..... در نظر گرفته شده است

**جدول ۲ اندازه موتورخانه**

| | سرعت اسمی $V_n$ (m/s) | ظرفیت اسمی (جرم) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ۳۲۰ کیلو به ۶۳۰ کیلو $b_f \times d_f$ | ۸۰۰ کیلو به ۱۰۰۰ کیلو $b_f \times d_f$ | ۱۲۷۵کیلو به ۱۶۰۰ کیلو $b_f \times d_f$ | ۱۸۰۰کیلو به ۲۰۰۰ کیلو $b_f \times d_f$ |
| موتور خانه آسانسورهای الکتریکی (در صورت وجود) | ۰/۶۳-۱/۷۵ | ۲۵۰۰×۳۷۰۰ | ۳۲۰۰× ۴۹۰۰ | ۳۲۰۰× ۴۹۰۰ | ۳۰۰۰×۵۰۰۰ |
| | ۲/۰-۳/۰ | | ۲۷۰۰× ۵۱۰۰ | ۳۰۰۰×۵۳۰۰ | ۳۳۰۰×۵۷۰۰ |
| | ۳/۵-۶/۰ | | ۳۰۰۰×۵۷۰۰ | ۳۰۰۰×۵۷۰۰ | ۳۳۰۰× ۵۷۰۰ |
| موتور خانه آسانسورهای هیدرولیک (در صورت وجود) | ۰/۴-۱/۰ | در ساختمانهای مسکونی عرض یا عمق چاه ×۲۰۰۰ میلی متر | | | |

**جدول ۳ ابعاد کاربردی آسانسورهای بیمارستانی دسته های سوم و چهارم**

| پارامتر | سرعت اسمی $V_n$ (m/s) | | ظرفیت اسمی (جرم ) kg | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کابین | | ارتفاع، $h_۴$ (mm) | ۱۲۷۵ | ۱۶۰۰ | ۲۰۰۰ | ۲۵۰۰ |
| | | | ۲۳۰۰ | | | |
| درب کابین و طبقات | | ارتفاع،$h_۳$ (mm) | ۲۱۰۰ | | | |
| ارتفاع چاهک، $d_۳$ | ۰/۶۳ | | ۱۶۰۰ | | | ۱۸۰۰ |
| | ۱/۰۰ | | ۱۷۰۰ | | | ۱۹۰۰ |
| | ۱/۶۰ | | ۱۹۰۰ | | | ۲۱۰۰ |
| | ۲/۰۰ | | ۲۱۰۰ | | | ۲۳۰۰ |
| | ۲/۵۰ | | ۲۵۰۰ | | | |
| ارتفاع بالاسری، $h_۱$ | ۰/۶۳ | | ۴۴۰۰ | | | ۴۶۰۰ |
| | ۱/۰۰ | | ۴۴۰۰ | | | ۴۶۰۰ |
| | ۱/۶۰ | | ۴۴۰۰ | | | ۴۶۰۰ |
| | ۲/۰۰ | | ۴۶۰۰ | | | ۴۸۰۰ |
| | ۲/۵۰ | | ۵۴۰۰ | | | ۵۶۰۰ |
| موتور خانه (در صورت وجود) | ۰/۶۳ m/s ۲/۵۰ m/s | سطح، A ($m^۲$) | ۲۵ | | ۲۷ | ۲۹ |
| | | عرض، $d_۴$ (mm) | ۳۲۰۰ | | | ۳۵۰۰ |
| | | عمق، $d_۴$ (mm) | ۵۵۰۰ | | ۵۸۰۰ | |
| $b, b_۴, d_۴$ حداقل اندازه ها هستند ابعاد واقعی باید حداقل معادل مساحت A باشند. | | | | | | |




۱- قطعات دکور

۲- سقف کاذب

۳- دیواره کابین

$b_1$- عرض کابین

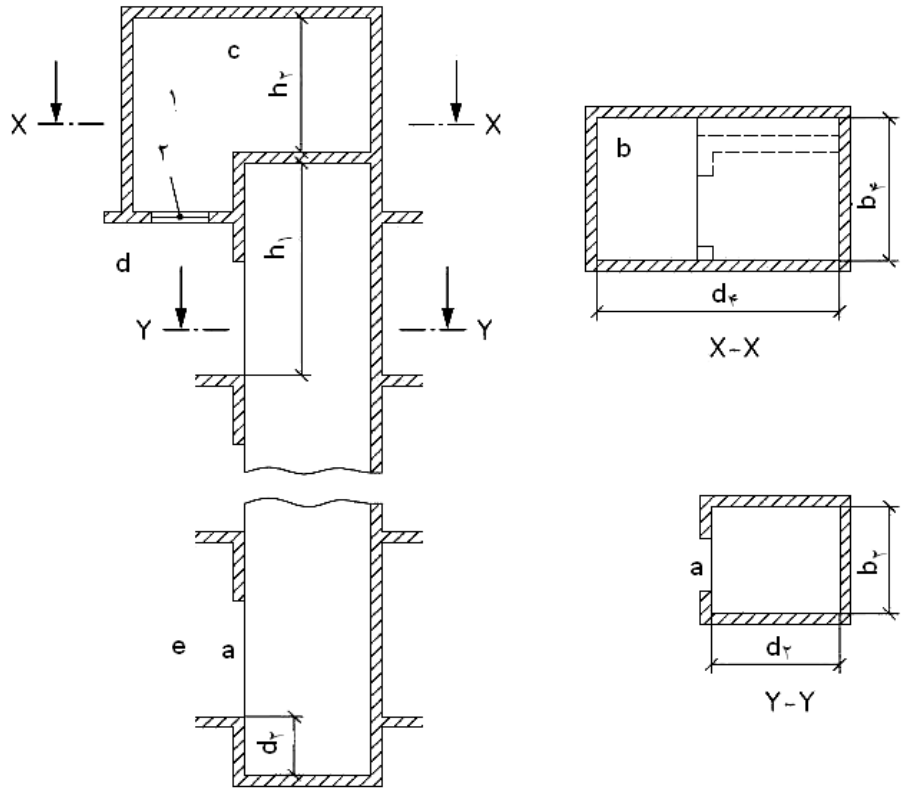
$b_2$- عرض ورودی

$d_1$- عمق کابین

$h_3$- ارتفاع ورودی

$h_4$- ارتفاع کابین

**شکل۱ اندازه‌های کابین ورودی**




۱- موتورخانه

۲- دریچه افقی

$b_3$- عرض چاه

$b_4$- عرض موتورخانه

$d_2$- عمق چاه

$d_3$- ارتفاع چاهک

$d_4$- عمق موتورخانه

$h_1$- عمق موتورخانه

$h_2$- ارتفاع بالاسری

a- ارتفاع موتورخانه

b- جزئیات ورودی متناسب با ظرفیت و نوع درب مشخص شود

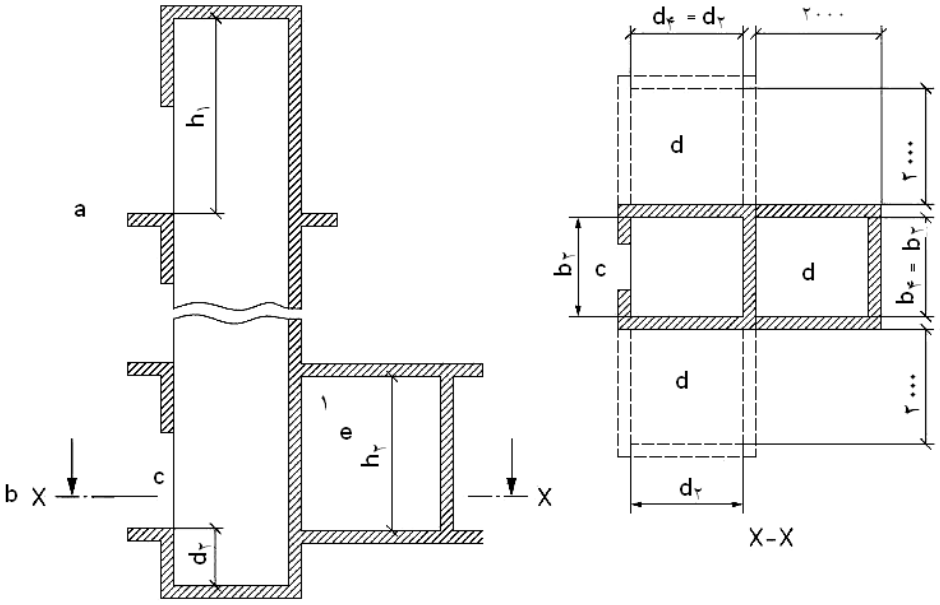
درب ورودی به موتورخانه که در تصویر دیده نمی‌شود

c - ارتفاع بین کف و سقف و موتورخانه

d- بالاترین توقف آسانسور

e- پایین‌ترین توقف آسانسور

**شکل ۲ آسانسور الکتریکی با موتورخانه**




۱- موتورخانه

$b_3$- عرض چاه

$b_4$- عرض موتورخانه

$d_2$- عمق چاه

$d_3$- ارتفاع چاهک

$d_4$- عمق موتورخانه

$h_1$- ارتفاع بالاسری

$h_2$- ارتفاع موتورخانه

a- بالاترین توقف

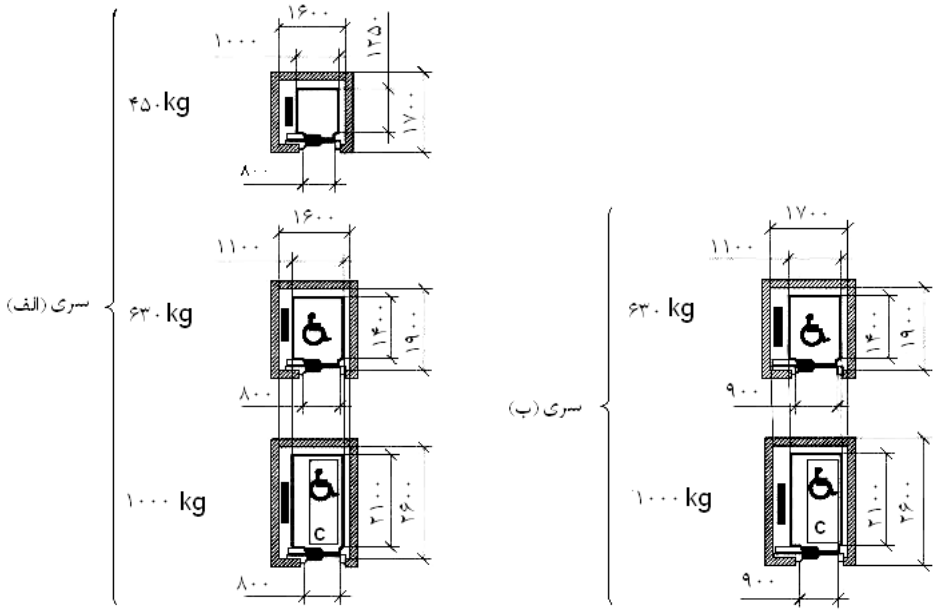
b- پایین‌ترین توقف

c- جرئیات ورودی چاه متناسب با ظرفیت و نوع در مشخص شود (رک راهنمای مبحث ۱۵)

d- درب ورودی به موتورخانه که در تصویر دیده نمی‌شود متناسب با طراحی ساختمان و مقررات این مبحث پیش بینی شود.

e-کمترین ارتفاع بین کف و سقف موتورخانه

**شکل ۳ آسانسور هیدرولیک با موتور خانه**




**شکل ۴ آسانسورهای ساختمان مسکونی**

توجه ۱: این آسانسورها تا سرعت ۲/۵ متر بر ثانیه مناسب هستند.

توجه۲: انتخاب سری (الف) یا سری (ب) به نوع طراحی بستگی دارد.

توجه۳: آسانسورهایی که در سری (الف) و سری (ب) با علامت ♿ مشخص شده‌اند برای استفاده افراد ناتون با صندلی چرخدار مناسب هستند انتخاب بازشوی در، با عرض ۸۰۰ یا ۹۰۰ میلی‌متر به اندازه‌های طراحی بستگی دارد. بازشوی ۹۰۰ میلی‌متر اولویت دارد.

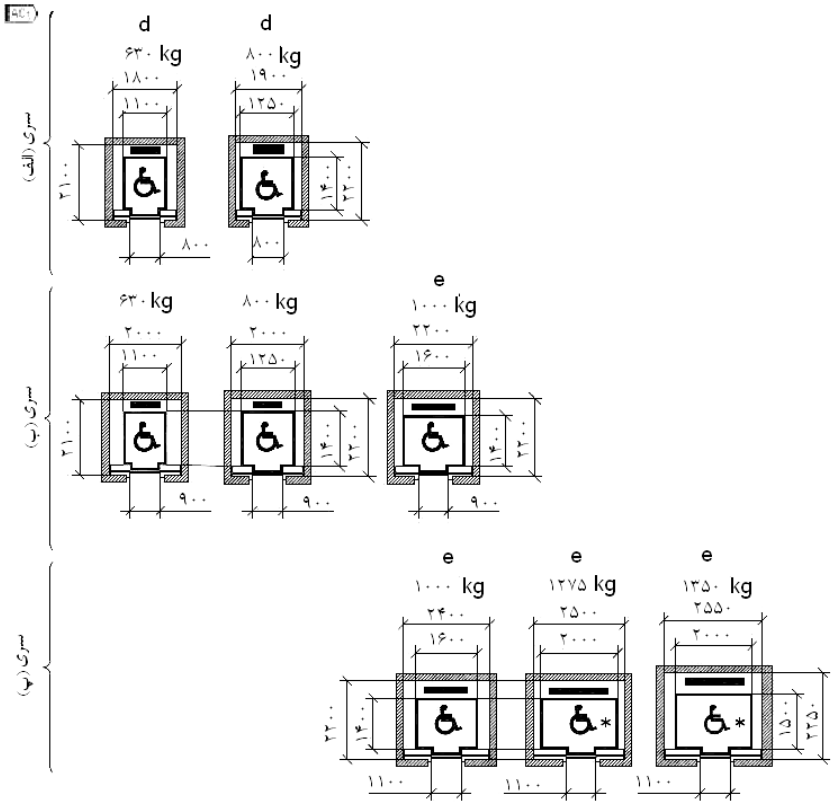
توجه ۴: علیرغم نشان دادن وزنه تعادل در شکل‌های فوق، اندازه‌ها مستقل از نوع سیستم محرکه داده شده است.

توجه ۵: برانکارد بر اساس اندازه ۲۰۰۰ × ۶۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است.

a : عرض بازشوی ۸۰۰ میلی‌متر، ارتفاع کابین ۲۲۰۰ میلی‌متر و ارتفاع بازشو ۲۱۰۰ میلی‌متر

b: عرض بازشوی ۹۰۰ میلی‌متر، ارتفاع کابین ۲۲۰۰ میلی‌متر و ارتفاع بازشو ۲۱۰۰ میلی‌متر

c : اندازه برانکارد ۲۰۰۰ × ۶۰۰ میلی‌متر




**شکل ۵ آسانسور با کاربرد عمومی**

توجه۱: این آسانسورها تا سرعت ۲/۵ متر بر ثانیه مناسب هستند (برای سرعتهای بیشتر ۱۰۰ میلی‌متر به عرض و عمق چاه اضافه شود)

توجه۲: انتخاب سری (الف) یا سری (ب) به نوع طراحی بستگی دارد.

توجه۳: آسانسورهایی که در سری (الف) و سری (ب) با علامت ♿ مشخص شده‌اند برای استفاده افراد ناتون با صندلی چرخدار مناسب هستند انتخاب بازشوی در، با عرض ۸۰۰ یا ۹۰۰ میلی‌متر به اندازه‌های طراحی بستگی دارد. بازشوی ۹۰۰ میلی‌متر اولویت دارد.

توجه ۴: آسانسورهایی که با علامت ♿* مشخص شده‌اند برای مانور صندلی چرخدار (سه نقطه چرخش) نیز مناسب هستند

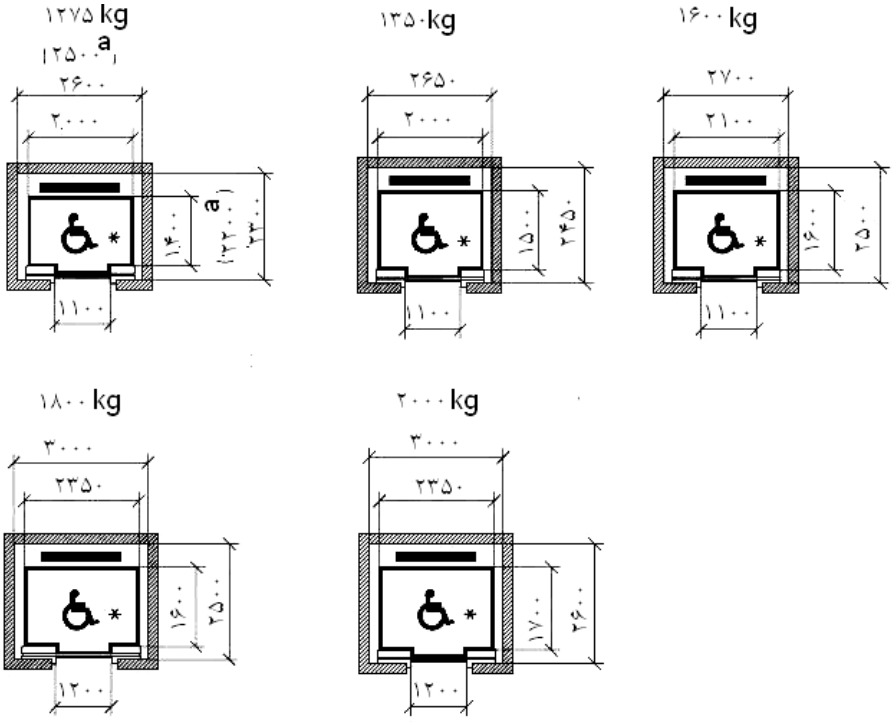
a: عرض باز شوی ۸۰۰ میلی‌متر

b: عرض باز شوی ۹۰۰ میلی‌متر

c: عرض باز شوی ۱۱۰۰ میلی‌متر

d: ارتفاع کابین ۲۲۰۰ میلی‌متر، ارتفاع بازشوی ۲۱۰۰ میلی‌متر

e: ارتفاع کابین ۲۳۰۰ میلی‌متر، ارتفاع بازشوی ۲۱۰۰ میلی‌متر



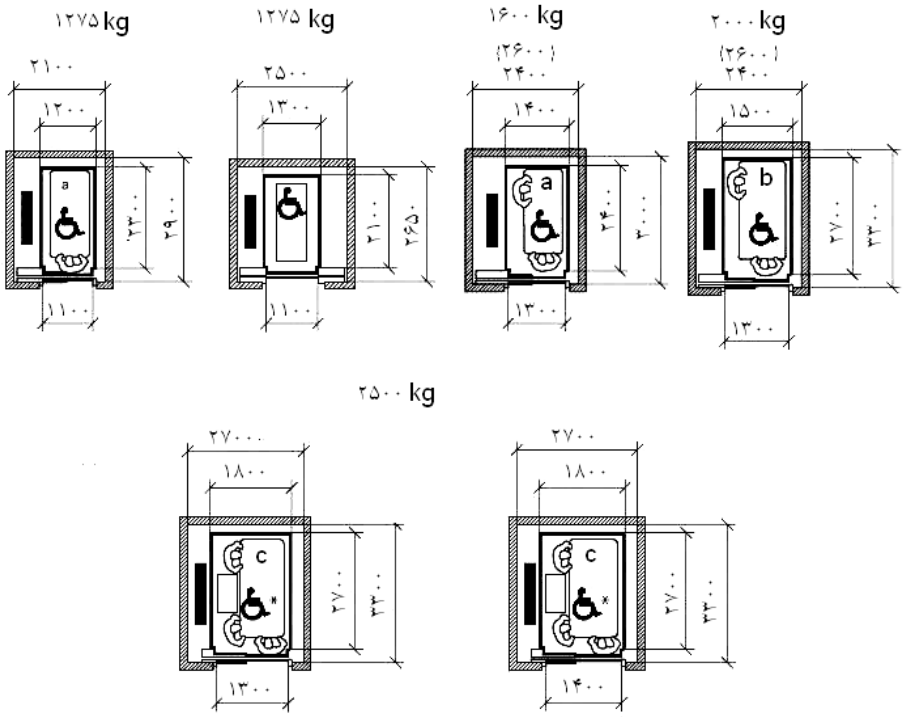

**شکل۶ آسانسورهای با ترافیک سنگین**

ارتفاع کابین باید ۲۴۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ورودی باید ۲۱۰۰ میلی‌متر باشد

توجه۱: به دلیل ابعاد بزرگ کابین این آسانسورها برای سرعتها ۲/۵ متر بر ثانیه تا سرعت ۶ متر بر ثانیه مناسب هستند.

توجه ۲: آسانسورهایی که با علامت ♿ مشخص شده‌اند برای مانور صندلی چرخدار (سه نقطه چرخش) نیز مناسب هستند.

a. فقط برای آسانسورهای با ظرفیت ۱۲۷۵ کیلوگرم و سرعت ۲/۵ متر بر ثانیه- شکل ۵ را ببنید.




**شکل ۷ آسانسورهای بیمارستانی**

ارتفاع کابین باید ۲۳۰۰ میلی‌متر و ارتفاع بازشو باید ۲۱۰۰ میلی‌متر باشد

توجه۱: این آسانسورها برای سرعت ۲/۵ متر بر ثانیه و کمتر از آن مناسب است

توجه ۲: اندازه‌های داخل پرانتز برای آسانسورهای هیدرولیک با جک پهلو بکار می‌رود

توجه ۳: آسانسورهایی که با علامت ♿ مشخص شده‌اند برای مانور صندلی: مدار (سه نقطه چرخش) نیز مناسب هستند

توجه۴: علیرغم نشان دادن وزنه تعادل در شکلهای فوق، اندازه‌ها مستقل از نوع سیستم محرکه داده شده است.

توجه ۵: آسانسور ۱۲۷۵ کیلوگرم با درِ وسط باز شو بهمراه سایر آسانسورها با درِ وسط باز شو مشابه در گروه و برای حمل برانکارد با ابعاد ۲۰۰× ۶۰۰ میلی‌متر استفاده می‌شود.

a: تخت به ابعاد ۲۰۰۰×۹۰۰ میلی‌متر

b: تخت به ابعاد ۲۰۰۰×۱۰۰۰ میلی‌متر

c: تخت به ابعاد ۲۳۰۰×۱۰۰۰ میلی‌متر به همراه تجهیزات اضافی

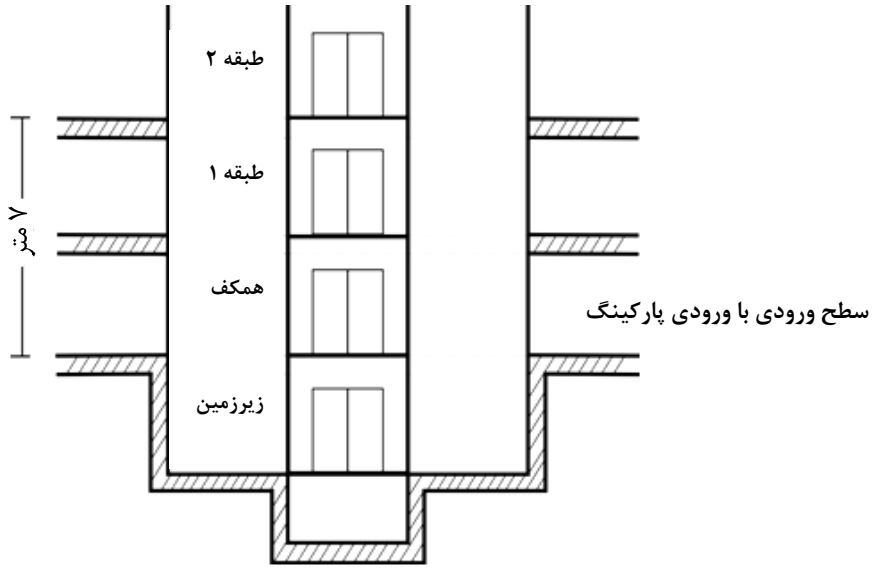
# پیوست ۳ نقشه‌ها و اطلاعات تکمیلی

مطابق شکل ۱ و ۲ حداکثر ارتفاع یا مسیر اصلی حرکت در ساختمان‌ها که به‌آسانسور نیاز ندارد (محور) ۷ متر تعیین شده است این اندازه برای ساختمان‌های مسکونی از کف طبقه همکف (سطح ورودی یا ورودی پارکینگ) و برای ساختمان‌های غیر مسکونی از کف زیر زمین محاسبه می‌شود. بیش از این اندازه نصب آسانسور اجباری است.

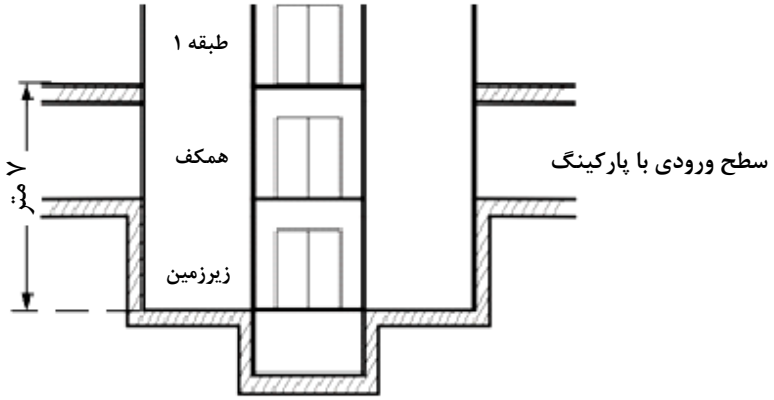
***توضیحات:***

۱ـ دسترسی به تأسیسات در طبقه بام و یا در زیرزمین مسیر حرکت اصلی نخواهد بود.

۲ـ در صورتی‌که ساختمان دارای آسانسور باشد در موارد خاص به‌دلایل فنی حداکثر یک طبقه در مرتفع‌ترین قسمت ساختمان و یک طبقه در پایین‌ترین قسمت ساختمان می‌تواند به آسانسور دسترسی نداشته باشد.




**شکل ۱ روش تعیین حداکثر ارتفاع در ساختمان‌های مسکونی**




**شکل ۲ روش تعیین حداکثر ارتفاع در ساختمان‌های غیر مسکونی**

# واژه‌نامه انگلیسی به‌فارسی

| | |
|---|---|
| Angle of Inclination | زاویه شیب |
| Available car area | سطح مفید کابین |
| Buffer | ضربه‌گیر |
| Car, cabin | کابین |
| Car Door | در کابین |
| Car frame, car sling | یوک کابین |
| Collective down | جمع‌کن رو به‌پایین |
| Collective selective | جمع‌کن انتخابی |
| Collective up | جمع‌کن رو به‌بالا |
| Comb | شانه ثابت |
| Compensating Chain or Rope | زنجیر جبران (سیم بکسل جبران) |
| Counter weight | وزنه تعادل (کششی) |
| Day Hospital-Day Clinic | بیمارستان‌های درمان سرپایی |
| Door open with extended time | مدت طولانی بسته شدن درب |
| Earth | اتصال زمین |
| Elevator, Lift | آسانسور |
| Escalator | پلکان برقی |
| Extra-Heavy duty | خیلی پرکار |
| Fireman Switch | کلید آتش‌نشان |
| Group Control | فراخوانی گروهی |
| Guide Rails | ریل‌های راهنما |
| Handrail | دستگیره |

| | |
|---|---|
| Headroom-Over Head Space | بالاسری |
| Heavy duty | پرکار |
| Hydraulic Lift | آسانسور هیدرولیکی |
| Instantaneous | آنی یا لحظه‌ای |
| Instantaneous with Buffer | آنی با ضربه‌گیر |
| Landing or Hoist way Doors | درهای طبقات |
| Lift Control Unit | تابلو کنترل آسانسور |
| Machine room | موتورخانه |
| Main Floor | طبقه اصلی ورودی |
| Moving walk-Auto walk | پیاده‌رو متحرک |
| Nominal Speed | سرعت اسمی |
| Operator key switch | کلید کاربران آموزش‌دیده |
| Over Load | سیستم اضافه بار |
| Outdoor | محیط روباز |
| Over speed governor | کنترل‌کننده مکانیکی سرعت |
| Pit | چاهک |
| Progressive or Gradual | تدریجی |
| Push button | ساده (پوش باتن) |
| Rail brackets | نگهدارنده ریل‌ها |
| Rated speed | سرعت اسمی |
| Re-Leveling | تراز طبقه شدن مجدد |
| Rupture valve | شیر اطمینان |
| Safety Gear System | سیستم پاراشوت |
| Serviceman | تعمیرکار |
| Shaft-Hoist way | چاه |
| Step | پله، محل ایستادن افراد روی پلکان برقی |
| Tower crane | جرثقیل برجی |
| Traction Lift | آسانسور کششی |
| Travel length | طول مسیر حرکت |
| Variable Voltage-Variable Frequency (VVVF) | ولتاژ و فرکانس متغیر |

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران
# مبحث شانزدهم
# تأسیسات بهداشتی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش سوم ۱۳۹۱

| | |
|---|---|
| **عنوان و نام پدیدآور** | تأسیسات بهداشتی /تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان؛ [به سفارش ] وزارت مسکن و شهرسازی |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۱. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۲۱۲ص. مصور، جدول. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان، مبحث شانزدهم. |
| **شابک:** | ۷۰،۰۰۰ ریال ۸-۹۲-۷۵۸۸-۹۶۴-۹۷۸ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا. |
| **یادداشت:** | واژه نامه. |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران. |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - ایران - - مقررات ایمنی |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی . معاونت امور مسکن و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ [ج] ۱۶ . |
| **رده بندی کنگره:** | ۱۳۹۱ ۱۶.ج ۷م۹ الف/۳۴۰۲ KMH |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۲۸۴۱۵۰۲ |


# نام کتاب: مبحث ۱۶ تأسیسات بهداشتی


| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـــاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـــابک:** | ۸-۹۲-۷۵۸۸-۹۶۴-۹۷۸ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۱ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۷۰،۰۰۰ ریال |


حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذیصلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**

**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمود رضایی | سرپرست |
| • مهندس بهروز علمداری میلانی | عضو |
| • مهندس خلیل فرجام | عضو |
| • مهندس منوچهر معتمدی کردستانی | عضو |

**با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن**

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا |
| • مهندس لاله جعفر پوریانی | کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

# فهرست


۱۶-۱ الزامات قانونی ..... ۱

۱۶-۱-۱ دامنه ..... ۱

۱۶-۱-۲ استاندارد ..... ۲

۱۶-۱-۳ تغییر مقررات ..... ۲

۱۶-۱-۴ ساختمان‌های موجود ..... ۲

۱۶-۱-۵ راهبری و نگهداری ..... ۳

۱۶-۱-۶ تخریب ..... ۴

۱۶-۱-۷ مصالح ..... ۴

۱۶-۱-۸ مدارک فنی ..... ۵

۱۶-۱-۹ بازرسی و آزمایش ..... ۵

۱۶-۲ تعاریف ..... ۷

۱۶-۲-۱ کلیات ..... ۷

۱۶-۲-۲ فهرست تعاریف ..... ۷

۱۶-۳ مقررات کلی ..... ۲۱

۱۶-۳-۱ دامنهٔ کاربرد ..... ۲۱

۱۶-۳-۲ کلیات ..... ۲۱

۱۶-۳-۳ ایمنی و بهداشت ..... ۲۲

۱۶-۳-۴ فضای نصب لوازم بهداشتی ..... ۲۲
۱۶-۳-۵ شبکه‌های لوله‌کشی آب و فاضلاب ..... ۲۳
۱۶-۳-۶ مصالح ..... ۲۴
۱۶-۳-۷ حفاظت لوله‌کشی ..... ۲۵
۱۶-۳-۸ لوله‌گذاری در ترنچ ..... ۲۶
۱۶-۳-۹ حفاظت اجزای ساختمان ..... ۲۶
۱۶-۴ توزیع آب مصرفی در ساختمان ..... ۲۹
۱۶-۴-۱ دامنه ..... ۲۹
۱۶-۴-۲ آب مورد نیاز ..... ۳۰
۱۶-۴-۳ طراحی لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ..... ۳۱
۱۶-۴-۴ انتخاب مصالح ..... ۳۷
۱۶-۴-۵ اجرای لوله‌کشی ..... ۴۶
۱۶-۴-۶ ذخیره سازی و تنظیم فشار ..... ۴۹
۱۶-۴-۷ حفاظت آب آشامیدنی ..... ۵۳
۱۶-۴-۸ لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی ..... ۶۰
۱۶-۴-۹ ضد عفونی، آزمایش، نگهداری ..... ۶۴
۱۶-۵ لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان ..... ۶۷
۱۶-۵-۱ دامنه ..... ۶۷
۱۶-۵-۲ طراحی لوله‌کشی فاضلاب ..... ۶۸
۱۶-۵-۳ انتخاب مصالح ..... ۷۹
۱۶-۵-۴ اجرای لوله‌کشی ..... ۸۳
۱۶-۵-۵ آزمایش و نگهداری ..... ۸۸
۱۶-۶ لوله‌کشی هواکش فاضلاب ..... ۹۱

۱۶-۶-۱ دامنه ..... ۹۱
۱۶-۶-۲ طراحی لوله‌کشی هواکش فاضلاب ..... ۹۱
۱۶-۶-۳ انتخاب مصالح ..... ۱۰۱
۱۶-۶-۴ اجرای لوله‌کشی ..... ۱۰۱
۱۶-۶-۵ آزمایش و نگهداری ..... ۱۰۳
۱۶-۷ لوازم بهداشتی ..... ۱۰۵
۱۶-۷-۱ دامنه ..... ۱۰۵
۱۶-۷-۲ جنس و ساخت ..... ۱۰۵
۱۶-۷-۳ تعداد لوازم بهداشتی ..... ۱۰۶
۱۶-۷-۴ نصب لوازم بهداشتی ..... ۱۰۹
۱۶-۷-۵ الزامات انتخاب و نصب ..... ۱۱۰
۱۶-۸ لوله‌کشی آب باران ساختمان ..... ۱۱۷
۱۶-۸-۱ دامنه ..... ۱۱۷
۱۶-۸-۲ طراحی لوله کشی آب باران ..... ۱۱۸
۱۶-۸-۳ انتخاب مصالح ..... ۱۲۱
۱۶-۸-۴ اجرای لوله کشی ..... ۱۲۷
۱۶-۸-۵ آزمایش و نگهداری ..... ۱۲۸
۱۶-۹ بست و تکیه‌گاه ..... ۱۳۱
۱۶-۹-۱ حدود دامنهٔ کاربرد ..... ۱۳۱
۱۶-۹-۲ نکات عمومی ..... ۱۳۲
۱۶-۹-۳ بست و تکیه‌گاه لوله‌های قائم ..... ۱۳۳
۱۶-۹-۴ بست و تکیه‌گاه لوله‌های افقی ..... ۱۳۴
۱۶-۹-۵ محل بست‌ها و تکیه‌گاه‌ها ..... ۱۳۷

پیوست۱ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان ..... ۱۳۹
پ ۱-۱ کلیات ..... ۱۳۹
پ ۱-۲ تعیین حداکثر مصرف لحظه‌ای آب ..... ۱۴۰
پ ۱-۳ تعیین حداکثر مصرف لحظه ای محتمل ..... ۱۴۲
پ ۱-۴ افت فشار در طول لوله..... ۱۴۲
پ ۱-۵ اندازه گداری لوله ها ..... ۱۴۹
پ ۱-۶ نکات دیگری درباره اندازه گذاری لوله ها..... ۱۵۷
پیوست۲ علائم ترسیمی در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان ..... ۱۵۹
پ ۲-۱ ..... ۱۵۹
پ ۲-۲ ..... ۱۵۹
پ ۲-۳ ..... ۱۵۹
پ ۲-۴ علائم ترسیمی ..... ۱۶۰
پیوست۳ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان..... ۱۶۳
پ ۳-۱ کلیات ..... ۱۶۳
پ ۳-۲ تعیین حداکثر جریان لحظه ای فاضلاب ..... ۱۶۴
پ ۳-۳ تعیین قطر اسمی لولهٔ مورد نیاز..... ۱۶۶
پ ۳-۴ نکات دیگری درباره اندازه گذاری لوله ها ..... ۱۶۸
پیوست۴ علائم ترسیمی در لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان ..... ۱۶۹
پ ۴-۱ ..... ۱۶۹
پ ۴-۲ ..... ۱۶۹
پ ۴-۳ ..... ۱۶۹
پ ۴-۴ علائم ترسیمی ..... ۱۷۰
پیوست۵ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی هواکش فاضلاب ..... ۱۷۱

پ ۵-۱ کلیات ..... ۱۷۱
پ ۵-۲ تعیین مقدار .D.F.U برای لوازم بهداشتی مختلف ..... ۱۷۱
پ ۵-۳ تعیین قطر اسمی لوله مورد نیاز ..... ۱۷۳
پ ۵-۴ نکات دیگری درباره اندازه گذاری لوله ها ..... ۱۷۴
پیوست۶ علائم ترسیمی در لوله‌کشی هواکش فاضلاب ..... ۱۷۷
پ ۶-۱ ..... ۱۷۷
پ ۶-۲ ..... ۱۷۷
پ ۶-۳ ..... ۱۷۷
پ ۶-۴ علائم ترسیمی ..... ۱۷۸
پیوست۷ اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی آب باران ساختمان ..... ۱۷۹
پ ۷-۱ کلیات ..... ۱۷۹
پ ۷-۲ تعیین قطر اسمی لوله های قائم ..... ۱۷۹
پ ۷-۳ تعیین قطر اسمی لوله های افقی ..... ۱۸۰
پیوست۸ علائم ترسیمی در لوله‌کشی آب باران ساختمان ..... ۱۸۳
پ ۸-۱ ..... ۱۸۳
پ ۸-۲ ..... ۱۸۳
پ ۸-۳ ..... ۱۸۳
پ ۸-۴ علائم ترسیمی ..... ۱۸۴
پیوست۹ بازگردانی فاضلاب خاکستری ..... ۱۸۵
پ ۹-۱ کلیات ..... ۱۸۵
پ ۹-۲ ..... ۱۸۵
واژه نامه فارسی - انگلیسی ..... ۱۹۱

# ۱-۱۶ الزامات قانونی

## ۱-۱-۱۶ دامنه

**۱-۱-۱-۱۶** "مبحث شانزدهم – تأسیسات بهداشتی" الزامات حداقل را، که رعایت آن‌ها مشمول الزامات قانونی است، در تأسیسات مکانیکی که به منظورهای زیر در داخل ساختمان نصب می‌شود، مقرر می‌دارد:

الف) لوله‌کشی و ذخیره‌سازی آب مصرفی

ب) لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی

پ) لوله‌کشی هواکش فاضلاب

ت) لوازم بهداشتی

ث) لوله‌کشی آب باران

**۲-۱-۱-۱۶** طراحی، نظارت، انتخاب مصالح و دستگاه‌ها، اجرای کار، تعمیر، تغییر و نگهداری و بهره‌برداری تأسیساتی که در (۱-۱-۱-۱۶) مقرر شده، باید طبق الزامات مندرج در این مبحث انجام شود.

**۳-۱-۱-۱۶** احکام این مبحث از مقررات ملّی ساختمان باید تأسیسات مندرج در (۱-۱-۱-۱۶) را با اهداف ایمنی، بهداشت، آسایش، بهره‌دهی مناسب و صرفهٔ اقتصادی کنترل‌کند.

**۴-۱-۱-۱۶** احکام قانونی در مدارک زیر بر الزامات مقرر شده در مبحث شانزدهم حاکم می‌باشد:

الف) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و آئین‌نامه‌های اجرایی آن

ب) مبحث دوم – نظامات اداری

**۵-۱-۱-۱۶** طراحی، اجرا و کنترل لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در " مبحث هفدهم" از مقررات ملّی ساختمان انجام شود.

**۱۶-۱-۱-۶** طراحی، اجرا و کنترل تأسیسات آتش‌نشانی ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در "مبحث سوم" از مقررات ملّی ساختمان انجام شود.

**۱۶-۱-۱-۷** طراحی، اجرا و کنترل دستگاه‌های تولید آب گرم مصرفی باید با رعایت الزامات مندرج در "مبحث چهاردهم" از مقررات ملّی ساختمان انجام شود.

**۱۶-۱-۱-۸** تعاریف واژه‌ها و عبارت‌های فنی که در این مبحث به کار رفته است باید با مفاهیمی که در " (۱۶-۲) تعاریف" آمده دریافت شود. تعاریف دیگری که در "مبحث دوم – نظامات اداری" آمده باید جزئی از این مبحث تلقی شود.

## ۱۶-۱-۲ استاندارد

**۱۶-۱-۲-۱** آن قسمت از استانداردهایی که در این مبحث به آن‌ها ارجاع شده است، باید جزئی از این مبحث تلقی شود.

**۱۶-۱-۲-۲** اگر بین مطالب این استانداردها با احکامی از متن این مبحث مغایرتی مشاهده شود، احکام این مبحث باید ملاک عمل قرار گیرد.

## ۱۶-۱-۳ تغییر مقررات

**۱۶-۱-۳-۱** اگر قسمتی از این مقررات حذف شود یا تغییر کند، موجب بی اعتبارشدن قسمت‌های دیگر نمی‌شود.

**۱۶-۱-۳-۲** استفاده از تأسیسات ساختمان‌های موجود که طبق قسمت حذف شده یا تغییر یافته قبلاً اجرا شده باشد، مجاز است. ولی توسعه ساختمان‌های موجود نباید طبق قسمت حذف شده از مقررات پیشین باشد و باید طبق مقررات جدید اجرا شود.

## ۱۶-۱-۴ ساختمان‌های موجود

**۱۶-۱-۴-۱** تأسیسات بهداشتی ساختمان‌های موجود، که پیش از زمان انتشار رسمی این مبحث از مقررات به طور قانونی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مشمول الزام قانونی رعایت مقررات این مبحث نمی‌باشند.

**۱۶-۱-۴-۲** هر نوعی تغییر یا نوسازی در تأسیسات بهداشتی ساختمان‌های موجود باید با رعایت الزامات مندرج در این مبحث انجام گیرد.

**۱۶-۱-۴-۳** اگر تغییر، توسعه یا نوسازی که در ساختمان‌های موجود صورت می‌گیرد، موجب افزایش مقدار آب، فاضلاب یا آب باران ساختمان شود، طرح تأسیسات مربوطه باید بر اساس و طبق الزامات این مبحث تصحیح شود.

**۱۶-۱-۴-۴** تعمیر و تغییر جزئی در تأسیسات بهداشتی ساختمان‌های موجود مجاز است که طبق وضعیت موجود صورت گیرد، به شرط آن‌که با رعایت شرایط ایمنی و بهداشتی و مورد تأیید باشد.

**۱۶-۱-۴-۵** هرگونه تغییر در کاربری ساختمان، که بر الزامات مندرج در این مبحث از مقررات در مورد تأسیسات بهداشتی ساختمان اثر بگذارد، باید مورد تأیید قرار گیرد. باید تأیید شود که این تغییر کاربری از نظر ایمنی و بهداشتی اثر زیان‌بخش ندارد.

**۱۶-۱-۴-۶** از زمان انتشار رسمی این مبحث، ادامه کار در ساختمان‌های نیمه‌تمام باید با رعایت الزامات این مبحث انجام شود.

## ۱۶-۱-۵ راهبری و نگهداری

**۱۶-۱-۵-۱** راهبری و نگهداری تأسیسات بهداشتی ساختمان باید با رعایت الزامات این مبحث انجام شود.

**۱۶-۱-۵-۲** راهبری و نگهداری تأسیسات بهداشتی ساختمان‌های موجود باید با رعایت الزاماتی، که آن تأسیسات بر طبق آن طرح و اجرا شده است، انجام شود.

**۱۶-۱-۵-۳** صاحب ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او مسئول راهبری و نگهداری ایمن و بهداشتی تأسیسات بهداشتی ساختمان است.

## ۱۶-۱-۶ تخریب

**۱۶-۱-۶-۱** پیش از اقدام به تخریب هر ساختمانی که به شبکهٔ آب یا فاضلاب شهری اتصال دارد، موضوع تخریب باید قبلاً به سازمان آن شبکهٔ شهری اطلاع داده شود.

**۱۶-۱-۶-۲** پیش از آن که اتصال لوله‌کشی آب یا فاضلاب ساختمان از شبکهٔ آب یا فاضلاب شهری به کلی جدا شود و کنتورها برداشته شود، نباید اجازه تخریب صادر شود.

## ۱۶-۱-۷ مصالح

**۱۶-۱-۷-۱** مصالحی که در تأسیسات بهداشتی ساختمان به‌کار می‌رود باید طبق استانداردها و مشخصات فنی مندرج در این مبحث و مورد تأیید باشد.

**۱۶-۱-۷-۲** استفاده از مصالحی که در این مبحث برای تأسیسات بهداشتی مقرر شده است، نباید مانع استفاده از مصالح مورد تأیید دیگر شود.

**۱۶-۱-۷-۳** ناظر ساختمان می‌تواند در موارد ضروری مصالح مشابه را تأیید کند، به شرط آن که مصالح جانشین، از نظر کیفیت، کارآیی، بهداشتی، دوام و ایمنی، هم‌ارز مصالحی باشد که در این مبحث از مقررات، مقرر شده است.

**۱۶-۱-۷-۴** مصالحی که در تأسیسات بهداشتی ساختمان به کار می‌رود باید در برابر شعله‌ور شدن مقاوم باشد.

**۱۶-۱-۷-۵** استفاده از مصالح کار کرده یا معیوب مجاز نیست.

**۱۶-۱-۷-۶** ناظر ساختمان باید از مالک ساختمان یا مجری تأسیسات بهداشتی مدارک فنی کافی دربارهٔ کیفیت فنی و آزمایش هر قلم از مصالح را طلب کند و نسبت به مناسب بودن آن برای کار مورد نظر اطمینان یابد. هزینهٔ لازم برای آزمایش کیفیت و تهیهٔ مدارک فنی لازم به عهدهٔ مالک ساختمان است.

## ۱۶-۱-۸ مدارک فنی

**۱۶-۱-۸-۱** مالک ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او باید پیش از صدور پروانه، مدارک فنی لازم را، به ترتیبی که در احکام قانونی مندرج در (۱۶-۱-۱-۴) آمده، به منظور مطابقت با الزامات این مبحث از مقررات و تایید آن، ارائه دهد.

**۱۶-۱-۸-۲** نقشه‌ها و مشخصات فنی که برای تأیید ارائه می‌شود، باید شامل پلان‌ها و دیاگرام‌ها و جزئیات لازم باشد که در آن‌ها قطر و مشخصات لوله‌ها، جهت جریان سیال در لوله‌ها، شیب‌بندی لازم، مقدار جریان و محل لوازم بهداشتی و دیگر متعلقات لوله‌کشی توزیع آب سرد و گرم مصرفی، فاضلاب بهداشتی، هواکش فاضلاب و آب باران، نشان داده شده باشد.
الف) نقشه‌ها باید شامل پلان محوطهٔ اختصاصی باشد که در آن محل اتصال شبکهٔ آب شهری و شبکه فاضلاب شهری به لوله‌کشی ساختمان مشخص شده باشد.
ب) در صورتی که در محل ساختمان شبکهٔ آب شهری یا شبکهٔ فاضلاب شهری وجود نداشته باشد، باید در نقشه‌های محوطه محل و چگونگی دریافت آب مصرفی و دفع فاضلاب ساختمان مشخص شود و مورد تایید قرارگیرد.

**۱۶-۱-۸-۳** مدارک فنی باید توسط اشخاص حقیقی یا حقوقی، دارای صلاحیت حرفه‌ای و پروانه‌ای اشتغال به کار مهندسی در تأسیسات ساختمان تهیه شده باشد.

**۱۶-۱-۸-۴** اگر در جریان طراحی یا اجرای کار تغییراتی در نقشه‌ها یا مشخصات فنی داده شود باید، پیش از اقدام به این تغییرات، نوع و علت آن به اطلاع ناظر ساختمان برسد و نقشه‌ها یا مشخصات تغییر یافته مورد تأیید قرار گیرد.

## ۱۶-۱-۹ بازرسی و آزمایش

**۱۶-۱-۹-۱** ناظر ساختمان باید در جریان پیشرفت کارهای اجرایی تا پایان کار از مصالح و دستگاه‌ها و چگونگی اجرای فنی کار بازرسی به عمل آورد و مدارک لازم را دربارهٔ نتیجهٔ بازرسی تهیه کند.

**۱۶-۱-۹-۲** پیش از اجرای لوله‌کشی و نصب لوازم بهداشتی، صاحب کار یا نمایندهٔ قانونی او باید مدارک کافی درباره استانداردهای ساخت و آزمایش هریک از اقلام مصالح، شرح کار، جزئیات و

نتیجهٔ آزمایش در کارخانهٔ سازنده و دیگر اطلاعاتی که مطابقت آن را با الزامات مندرج در این مبحث از مقررات نشان دهد، برای تأیید ارائه دهد.

**۱۶-۱-۹-۳** بازرسی و آزمایش و صدور تأییدیهٔ هر قسمت از تأسیسات بهداشتی باید، پیش از آن‌که آن قسمت با مصالح ساختمانی پوشانده شود، انجام شود.
الف) بازرسی و آزمایش قسمتی از لوله‌کشی که در زیر سطح تراز زمین نصب می‌شود باید، پیش از ساخت کانال‌ها و ترنچ‌ها و نصب لوله در آن‌ها، و پیش از پوشش این کانال‌ها و ترنچ‌ها انجام شود.

**۱۶-۱-۹-۴** روش‌های آزمایش لوله‌کشی توزیع آب مصرفی، لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی، لوله‌کشی هواکش فاضلاب و لوله‌کشی آب باران باید با رعایت الزاماتی باشد که در هر یک از فصل‌های این مبحث از مقررات، مقرر شده است.
الف) آزمایش نهایی باید پس از انجام کامل لوله‌کشی و نصب دستگاه‌ها و در زمانی صورت گیرد که ساختمان و تأسیسات آن کامل و آمادهٔ بهره‌برداری باشد.
ب) دستگاه‌ها، لوازم، ابزار و نیروی انسانی مورد نیاز برای آزمایش باید توسط مالک ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او فراهم شود.
پ) در صورتی که تمام یا قسمتی از تأسیسات بهداشتی با الزامات مندرج در این مبحث از مقررات مطابقت نداشته باشد، باید برای رفع نقص و تصحیح آن اقدام شود و روند بازرسی و آزمایش تکرار شود.

**۱۶-۱-۹-۵** در پایان عملیات تهیه و نصب تأسیسات بهداشتی ساختمان، باید از طرف ناظر ساختمان بازرسی نهایی صورت گیرد و پیش از صدور گواهی تأیید کل کار، همهٔ مواردی که با الزامات مندرج در این مبحث از مقررات مغایرت دارد، صورت برداری و تصحیح شود.
الف) در صورت مطابقت تأسیسات نصب شده با الزامات مندرج در این مبحث از مقررات، باید از طرف ناظر ساختمان گواهی تأیید صادر شود.

# ۲-۱۶ تعاریف

## ۱-۲-۱۶ کلیات

**۱-۱-۲-۱۶** این فصل به تعریف واژه‌های فنی مورد استفاده در این مبحث از مقررات (مبحث شانزدهم – تأسیسات بهداشتی) اختصاص دارد.

**۲-۱-۲-۱۶** واژه‌های فنی رایج، که در این فصل تعریف نشده است، باید به همان معنای معمول و متداول به کار رود.

## ۲-۲-۱۶ فهرست تعاریف

**آب آشامیدنی**

آبی که از مواد خارجی، به مقداری که سبب بیماری شود یا اثر زیان آور بیولوژیک داشته باشد، پاک باشد و از نظر ترکیب فیزیکی، شیمیایی یا میکروبی با استانداردهای آب آشامیدنی، که از طرف مقامات مسئول و قانونی بهداشتی رسماً اعلام شده، مطابقت داشته باشد.

**آب غیر آشامیدنی**

آبی که برای آشامیدن، مصارف شستشوی شخصی و پخت و پز، بهداشتی و مناسب نباشد.

**آب گرم مصرفی**

آبی که دمای بیش از ۴۳ درجهٔ سلسیوس (۱۱۰ درجه فارنهایت) داشته باشد.

**آب گرم‌کن**

هر دستگاهی که آب مصرفی را گرم کند و آن را به شبکهٔ توزیع آب گرم مصرفی بفرستد.

**آلودگی ظاهری**

آلودگی آب در حدی که کیفیت آن از نظر سلامتی غیر بهداشتی نباشد ولی خصوصیات ظاهری آن، مانند رنگ، طعم، بو و غیره در حدی باشد که نتوان آن را به عنوان آب آشامیدنی مناسب دانست.

**آلودگی غیر بهداشتی**

وارد شدن مواد زیان‌آور در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی، که ممکن است آن را سمی کند یا موجب انتشار بیماری شود و از این طریق برای سلامتی عمومی خطر جدی ایجاد نماید.

**آویز**

آویز وسیله‌ای است برای آویختن لوله از یک نقطهٔ ثابت و نگه‌داشتن آن در ارتفاع پیش‌بینی شده، با امکان حرکت محدود طولی و عرضی.

**اتصال برگشت جریان**

ترتیبی از اتصال در لوله‌کشی آبرسانی که ممکن است در آن محل، برگشت جریان روی دهد.

**اتصال فشاری**

هر نوع اتصال که به کمک یک واشر یا خمیر آب‌بندی صورت‌گیرد و در آن دهانه‌ی یکی از لوله‌ها به داخل لوله‌ی دیگر وارد و فشرده شود.

**اتصال غیر مستقیم فاضلاب**

لولهٔ فاضلاب خروجی از لوازم بهداشتی و مصرف‌کننده‌های دیگر که مستقیماً به لولهٔ فاضلاب بهداشتی ساختمان متصل نمی‌شود. فاضلاب از این لوله با فاصلهٔ هوایی به داخل یک سیفون، یکی از لوازم بهداشتی، یا هر دریافت کنندهٔ فاضلاب، مانند ترنچ روی کف یا کف‌شوی، می‌ریزد.

**اتصال قابل انبساط**

هر نوع اتصال که به صورت قطعهٔ انبساط، خم بیش از ۹۰ درجه یا دو خم با لوله‌ی برگشت، انقباض و انبساط لوله را امکان‌پذیر سازد.

**اتصال قابل انعطاف**

هر نوع اتصال بین دو لوله که به یکی از آن‌ها امکان خم شدن یا حرکت بدهد، در حالی که لوله‌ی دیگر ثابت و بدون حرکت باقی بماند.

**اتصال لحیمی بدون سرب**

اتصالی که در آن مقدار سرب در مفتول لحیم‌کاری و در تنه کار بیش از ۰/۲ درصد نباشد.

**اتصال مستقیم**

در لوله‌کشی توزیع آب، هر اتصال فیزیکی بین دو شبکهٔ لوله‌کشی جداگانه، که یکی از این دو شبکه لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی و دیگری لوله‌کشی آب، بخار، گاز، محلول‌های شیمیایی یا هر سیال دیگر نامطمئن از نظر بهداشتی و ایمنی باشد و این اتصال فیزیکی، بر اثر اختلال فشار، موجب جریان سیال از یک شبکه به شبکهٔ دیگر شود.

**اتصال مکانیکی**

اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ (وصاله)، فیتینگ به فیتینگ، غیر از اتصال‌های دنده‌ای، سرب و کنف و واشر و خمیر، لحیمی، جوشی یا سیمانی. اتصالی که در آن، قطعات در امتداد محور به هم فشرده می‌شوند. گاه اتصال، قسمتی از یک کوپلینگ یا آداپتور است.

**انتهای بسته (کور)**

انتهای شاخهٔ افقی فاضلاب که با کلاهک، درپوش یا هر وسیلهٔ دیگری مسدود شده باشد و طول آن، پس از اتصال آخرین انشعاب فاضلاب، بیش از ۶۰ سانتیمتر باشد.

**بار وارده**

برآیند نیروهای وارد بر تکیه‌گاه می‌باشد و شامل وزن لوله، سیال داخل آن، فیتینگ‌ها، شیرها، عایق، و نیز کلیه‌ی نیروهایی که بر اثر انقباض و انبساط، فشارهای استاتیکی و دینامیکی، باد، برف یا یخبندان، و غیره به تکیه‌گاه وارد می‌شود.

**برگشت جریان**

برگشت جریان آب، مایعات، مواد یا محلول‌های دیگر به داخل شبکه‌ی لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی، از هر شبکه‌ی لوله‌کشی یا منبع دیگر.

**بست**

وسیله‌ی دائمی که لوله را می‌گیرد و در حالت یا موقعیت معینی نگه می‌دارد.

**پایه**

وسیله‌ای که بار قائم یک لوله‌ی عمودی را، از انتهای تحتانی آن، به فونداسیون یا اسکلت دیگری منتقل می‌کند.

**پمپ حوضچه فاضلاب یا آب باران**

پمپ مخصوص انتقال فاضلاب یا آب باران به تراز بالاتر. این پمپ که با موتور برقی کار می‌کند، از سطح فاضلاب یا آب باران داخل حوضچه فرمان می‌گیرد و قطع و وصل می‌شود.

**ترنچ**

کانالی که در زمین، برای لوله‌گذاری، حفر شود.

**تکیه‌گاه**

وسیله‌ای دائمی که بست لوله را به اجزای ساختمان متصل می‌کند و در حالت یا موقعیت معینی نگه می‌دارد.

**تکیه‌گاه لغزنده**

نگهدارنده لوله روی تکیه گاه که اجازه می‌دهد لوله کشی در سطح افقی حرکات لغزشی داشته باشد.

**جریان ثقلی**

جریان فاضلاب یا آب باران در داخل شبکهٔ لوله‌کشی وقتی ثقلی است که بر اثر اختلاف ارتفاع و شیب لوله‌ها و بدون استفاده از پمپ برقرار شود.

**چاه جذبی**

چاهی است که در زمین کنده می‌شود. شامل یک میله به عمق کافی تا رسیدن به خاک با ضریب جذب مناسب و یک یا چند انباره. با توجه به ضریب جذب زمین محل انباره، حجم مورد نیاز آن محاسبه می‌شود.

**حلقه انبساط**

وسیله‌ای برای خنثی‌سازی حرکت لوله، ناشی از تغییر دما یا عوامل دیگر، که با ایجاد خم‌ها یا منحنی‌هایی در طول لوله، ساخته می‌شود.

**حوضچه**

مخزن یا چاهکی است که زیر سطح تراز نرمال فاضلاب یا آب باران داخل ساختمان نصب می‌شود و فاضلاب یا آب باران ساختمان به طور ثقلی در آن می‌ریزد. خروج فاضلاب از این حوضچه به تراز بالاتر باید به طریق مکانیکی صورت گیرد.

**حیاط خصوصی**

قطعه زمین محدودِ باقی مانده از کل زمینی که در آن ساختمان بنا شده و طبق قوانین شهرداری احداث بنا در آن مجاز نیست و فقط به عنوان حیاط خصوصی محسوب می‌شود. محوطه‌ی مجموعه‌های بزرگ که برای آن‌ها شبکه‌های آب، فاضلاب، آتش‌نشانی، گاز و خیابان‌های تردد خودرو پیش‌بینی می‌شود، حیاط خصوصی محسوب نمی‌شود. در باغ‌ها و باغچه‌ها، حیاط خصوصی شامل بخش محدودی از زمین است که در اطراف بنای مسکونی، به عنوان حیاط قرار دارد و بقیه زمین‌ها، حیاط خصوصی محسوب نمی‌شود.

**خلاء**

فشار کمتر از فشار اتمسفر هوای آزاد در داخل شبکهٔ لوله‌کشی آب یا فاضلاب.

**خلاء شکن**

یک نوع مانع برگشت جریان که روی دهانهٔ خروجی آب از لوله نصب می‌شود تا اگر فشار آب داخل لوله از فشار اتمسفر کمتر شود، از این وسیله هوا وارد شود و فشار داخلی را به فشار اتمسفر برساند و از برگشت جریان جلوگیری کند.

**در دسترس**

لوازم بهداشتی، دستگاه‌های مصرف کنندهٔ آب و اجزای لوله‌کشی وقتی «در دسترس» اند که دسترسی مستقیم باشد و نیازی به بازکردن، برداشتن یا جابه‌جا کردن مانعی نباشد.

**دریافت کنندهٔ آب محوطه**

دریافت کنندهٔ آب باران یا آب‌های سطحی محوطه، به صورت کفشوی، شبکه، حوضچه یا هر شکل دیگر، که برای جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطوح باز محوطه، طراحی شده باشد.

**دریافت کنندهٔ فاضلاب**

هر وسیلهٔ دریافت کنندهٔ فاضلاب، مانند کفشوی، حوضچهٔ فاضلاب، شبکهٔ روی کف و غیره.

**دریچه بازدید**

دریچه قابل دسترسی روی لولهٔ فاضلاب یا آب باران قائم یا افقی که برای تمیز کردن و خارج کردن هرگونه مانع جریان داخل لوله و رفع گرفتگی آن، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**دفع فاضلاب به طور خصوصی**

دفع فاضلاب در سپتیک تانک، در دستگاه تصفیهٔ فاضلاب خصوصی یا در هر سیستم دیگری که از شبکهٔ دفع فاضلاب شهری به کلی جدا باشد.

**دو خم**

ترکیبی از دو زانو یا دو خم در مسیر لوله‌کشی فاضلاب که امتداد لوله قائم فاضلاب را از قائم به افقی (با شیب) و سپس دوباره به حالت قائم تغییر می‌دهد. سرعت جریان فاضلاب در قسمت افقی از دو قسمت قائم کمتر است. لولهٔ قائم فاضلاب پس از دو خم، تغییر جا می‌دهد.

**سطح تراز بحرانی**

حداقل ارتفاعی است که یک مانع برگشت جریان یا خلاء شکن باید بالاتر از تراز سرریز لوازم بهداشتی و هر مصرف کنندهٔ دیگر آب، نصب شود. اگر پایین‌تر از آن نصب شود ممکن است برگشت جریان اتفاق بیفتد. در صورتی که سازنده این تراز را مشخص نکرده باشد، باید زیر مانع برگشت جریان یا خلاءشکن را سطح تراز بحرانی آن گرفت.

**سطح موثر دهانه**

کوچک‌ترین سطح مقطع دهانهٔ خروجی آب از شیر یا لوله. در شیرهای لوازم بهداشتی باید کوچک‌ترین مقطع عبور آب اندازه‌گیری شود.

**سیفون**

وسیله‌ای که با نگهداری مقداری آب در خود، در مسیر عبور فاضلاب، مانع از انتشار هوای آلوده و گازهای داخل شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب در فضای ساختمان می‌شود و در عین حال هیچ اثری بر جریان عادی فاضلاب ندارد.

**سیفون ساختمان**

وسیله‌ای که روی لولهٔ اصلی فاضلاب (یا آب باران) خروجی از ساختمان نصب شود و مانع از جریان هوا بین شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب (یا آب باران) ساختمان و لولهٔ خروجی از ساختمان تا محل دفع گردد.

**شاخهٔ افقی**

لولهٔ افقی فاضلاب در طبقات ساختمان که لوله‌های انشعاب فاضلاب لوازم بهداشتی به آن می‌ریزد. این لوله فاضلاب را به لولهٔ قائم فاضلاب هدایت می‌کند.

**شاخهٔ افقی هواکش**

یک لولهٔ افقی هواکش که هواکش یک یا چند عدد از لوازم بهداشتی به آن متصل می‌شود. این لولهٔ افقی به یک لولهٔ قائم هواکش یا به ادامهٔ لولهٔ قائم فاضلاب متصل می‌شود.

**شبکهٔ لوله‌کشی آب باران**

شبکهٔ لوله‌کشی داخل ساختمان که برای جمع‌آوری آب باران و دیگر آب‌های سطحی و هدایت آن به خارج از ساختمان، طرح و نصب می‌شود.

**شبکهٔ هواکش**

شبکه‌ای از لوله‌کشی به منظور برقراری ارتباط جریان هوای آزاد با شبکه‌ی لوله‌کشی فاضلاب و حفاظت آبِ هوابند سیفون در برابر فشار معکوس یا مکش سیفونی.

**شیر اطمینان دما**

شیری که برای باز شدن در دمای معینی طراحی شده است. این شیر در دمای تنظیم شده به طور خودکار باز می‌شود و آب را خارج می‌نماید.

**شیر اطمینان فشار**

شیری که برای بازکردن در فشار معینی طراحی شده است. این شیر در حالت عادی توسط فنر یا وسیله‌ای دیگر، بسته است و در فشار تنظیم شده به طور خودکار باز می‌شود و آب را خارج می‌کند.

**شیر اطمینان فشار – دما**

شیری ترکیبی که می‌تواند از دما یا فشار آب داخل لوله یا مخزن فرمان بگیرد، به طور خودکار باز شود و آب را خارج کند.

**شیر برداشت آب**

شیر انتهای لولهٔ آب که بازکردن آن باعث خروج آب از لوله می‌شود و در صورت بستن آن، آب در لوله باقی می‌ماند.

**شیر تنظیم فشار**

نوعی شیر فشار شکن، که فشار خروجی آب را به کمک حسگر یا لوازم دیگر، در هر شرایطی ثابت نگه می‌دارد.

**شیر شناور**

شیر ورودی آب به مخزن که به وسیلهٔ یک گوی شناور از تراز سطح آب داخل مخزن فرمان می‌گیرد و باز یا بسته می‌شود.

**شیر شناور ضد سیفون**

شیر شناوری که یک وسیلهٔ ضد سیفون، به فرم یک فاصلهٔ هوایی یا یک خلاء شکن، دارد و پس از یک شیر قطع و وصل نصب می‌شود و از برگشت جریان جلوگیری می‌کند.

**شیر کاهش فشار**

نوعی شیر فشار شکن که فشار خروجی آب را هنگام برقراری جریان کاهش می‌دهد.

**شیر یک طرفهٔ دوتایی**

شامل دو عدد شیر یک طرفهٔ فنردار با دریچهٔ آب‌بند که پشت سر هم روی لوله نصب می‌شوند و بین این دو شیر یک انشعاب مخصوص آزمایش با شیر قطع و وصل قرار می‌گیرد. دو طرف این مجموعه باید شیرهای قطع و وصل روی لوله نصب شود.

**شیر یک طرفهٔ مورد تأیید**

شیر یک طرفهٔ فنردار، با دریچهٔ آب‌بند که در حالت بسته هیچ جریان معکوس یا نشت نتواند در آن ایجاد شود.

**ضد سیفون**

هر شیر یا وسیلهٔ مکانیکی دیگری که عمل مکش سیفونی را حذف کند و از بین ببرد.

**ضد ضربهٔ قوچ**

وسیله‌ای که امواج فشار ضربهٔ قوچ را که بر اثر توقف ناگهانی جریان آب در لوله ایجاد می‌شود، جذب می‌کند.

**علم تخلیهٔ فاضلاب**

یک لولهٔ قائم فاضلاب که می‌تواند برای تخلیهٔ غیرمستقیم فاضلاب خروجی از ماشین رخت‌شویی یا ماشین ظرفشویی به کار رود و فاضلاب ماشین از طریق شلنگ به آن ریخته شود.

**فاصلهٔ هوایی**

(۱) در لوله‌کشی توزیع آب، هر فاصلهٔ قائم در فضای آزاد و بدون مانع بین لبهٔ پایین دهانهٔ خروجی آب از لوله یا شیر برداشت آب که به مخزن، لوازم بهداشتی یا هر مصرف‌کنندهٔ دیگری آب می‌رساند، تا لبهٔ سرریز دستگاه دریافت کنندهٔ آب، فاصلهٔ هوایی نامیده می‌شود.

(۲) در لوله‌کشی فاضلاب، هر فاصلهٔ قائم در فضای آزاد و بدون مانع بین دهانهٔ خروجی فاضلاب تا لبهٔ سرریز وسیله‌ای که این فاضلاب در آن می‌ریزد، فاصلهٔ هوایی نامیده می‌شود.

**فاضلاب (sewage)**

هر نوع فاضلاب که مواد آلی، به صورت معلق یا محلول، داشته باشد.

**فاضلاب (waste)**

هر نوع فاضلاب خروجی از لوازم بهداشتی و دیگر دستگاه‌های مصرف کنندهٔ آب، بدون فاضلاب توالت یا پیسوار.

**فاضلاب بهداشتی**

فاضلاب خروجی از لوازم بهداشتی و دیگر مصرف‌کننده‌های آب، بدون آب باران، آب‌های سطحی یا آب‌های زیرزمینی.

**فاضلاب خاکستری**

فاضلاب خروجی از وان، زیردوشی، لگن یا ماشین رختشویی که در شبکهٔ لوله‌کشی آب غیر آشامیدنی داخل همان ساختمان، منحصراً برای شستشوی توالت‌ها و پیسوارها، ممکن است مورد استفاده دوباره قرار گیرد.

**فشار جریان**

فشار آب لوله، قبل از شیر برداشت آب و نزدیک به آن، در حالتی که شیر کاملاً باز باشد.

**فشار معکوس**

(۱) در لوله‌کشی توزیع آب، مواردی که بر اثر وجود پمپ، مخزن مرتفع، دیگ آب گرم یا بخار و مانند آن‌ها، فشاری بیش از فشار شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی ایجاد شود و احتمال برگشت جریان و نفوذ آب از یک شبکهٔ لوله‌کشی آب غیر بهداشتی به داخل شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی پیش آید.

(۲) در لوله‌کشی فاضلاب فشاری، که بر اثر کاهش سرعت جریان فاضلاب یا علت‌های دیگر، در جهت عکس جریان فاضلاب در داخل لوله، بعد از سیفون نزدیک‌ترین لوازم بهداشتی، ممکن است بر آب هوابند سیفون وارد شود.

**فلاش تانک**

وسیله‌ای است شامل یک مخزن و شیر شناور ورود آب که هر بار با فرمان دستی مقدار پیش‌بینی شده‌ای آب، به منظور شستشو، وارد لوازم بهداشتی کند.

**فلاش والو**

شیری که هر بار با فرمان دستی مقدار پیش‌بینی شده‌ای آب، به منظور شستشو وارد لوازم بهداشتی می‌کند و با فشار آب یا مکانیسم دیگری به طور خودکار و به تدریج بسته می‌شود، تا از ایجاد ضربهٔ قوچ جلوگیری شود.

**فیتینگ**

اجزایی از لوله‌کشی که برای تغییر امتداد، گرفتن انشعاب یا تغییر قطر لوله به کار می‌رود، مانند زانو، سه راه، تبدیل و غیره

**قابل دسترسی**

لوازم بهداشتی، دستگاه‌های آب و اجزای لوله‌کشی وقتی «قابل دسترسی» اند که برای دسترسی به آن‌ها، بازکردن یک دریچه یا جابجایی صفحه حایل یا مانع کافی باشد.

**کف‌شوی آب باران**

دریافت‌کنندهٔ آب باران که روی بام نصب می‌شود و آب باران بام را به لولهٔ قائم آب باران هدایت می‌کند.

**کلکتور**

قطعه‌ای از لوله که محل تجمیع و تقسیم انشعاب‌ها است.

**اتصال به تیرآهن**

وسیله‌ای است که به قسمت زیرین تیرآهن سقف متصل می‌شود و به منظور خودداری از سوراخ کاری و جوش‌کاری تیرآهن، برای اتصال آویز به سقف به کار می‌رود.

**گیره لولهٔ قائم**

وسیله‌ای است برای نگاه داشتن لولهٔ قائم در موقعیت معین.

**گروه بهداشتی**

سرویس بهداشتی که در آن دست‌کم یک دستشویی، یک توالت و یک دوش نصب شده باشد. گروه بهداشتی ممکن است تعداد بیشتری از لوازم بهداشتی را شامل شود.

**لایی**

غلاف محافظی که بین سطح خارجی لوله یا عایق آن و سطح داخلی بست گیره‌ای، به منظور حفاظت لوله یا عایق در برابر خوردگی، الکترولیز، محدود کردن مقدار انتقال گرما و یا توزیع بارهای وارده، نصب می‌شود.

**لبهٔ سرریز**

لبهٔ سرریز در لوازم بهداشتی و هر دریافت کنندهٔ آب، تراز افقی سطحی از آن دستگاه است که وقتی آب از شیر یا لوله در آن بریزد، نمی‌تواند از آن بالاتر رود و از لبهٔ آن سرریز می‌کند.

**لوازم بهداشتی**

لوازمی که در ساختمان یا ملک به طور دائمی یا موقت نصب می‌شوند و آب را از «لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان» دریافت می‌کنند. فاضلاب خروجی از این لوازم، مستقیم یا غیر مستقیم، به «لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان» می‌ریزد. ظروف، مخازن و دستگاه‌هایی که در تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع به‌کار می‌روند و یا به منظور تولید در ساختمان‌های تجاری و صنعتی نصب می‌شوند، لوازم بهداشتی محسوب نمی‌شوند.

**لوازم بهداشتی خصوصی**

لوازم بهداشتی در خانه‌ها، آپارتمان‌ها، حمام یا توالت اتاق خصوصی هتل و متل و در جاهای مشابه که به منظور استفادهٔ یک شخص یا یک خانواده نصب می‌شوند.

**لوازم بهداشتی عمومی**

لوازم بهداشتی در توالت‌های عمومی مدارس، ورزشگاه‌ها، هتل‌ها، ایستگاه‌های راه‌آهن، فرودگاه‌ها، ساختمان‌های اداری، رستوران‌ها، ساختمان‌های عمومی، گردش‌گاه‌های عمومی و در جاهای مشابه که استفاده از آن‌ها برای عموم آزاد است.

**لولهٔ اصلی افقی**

لولهٔ اصلی افقی که در پایین‌ترین قسمت شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب قرار دارد و فاضلاب ساختمان را که از لوله‌های قائم یا لوازم بهداشتی پایین‌ترین طبق در آن می‌ریزد، به خارج از ساختمان هدایت می‌کند.

**لولهٔ تک لایه**

لوله‌ای پلیمری که جدار آن تک لایه باشد.

**لولهٔ چند لایه**

لوله پلیمری که جداره آن چند لایه باشد. در لوله‌های چند لایه یکی از لایه‌ها باید فلزی (عمدتاً آلومینیومی) باشد.

**لوله افقی**

هر لوله یا فیتینگ که نسبت به تراز افق زاویه‌ای کمتر از ۴۵ درجه داشته باشد.

**لولهٔ خروجی فاضلاب**

لوله‌ای که فاضلاب خروجی از لوازم بهداشتی یا دیگر مصرف کننده‌های آب را انتقال می‌دهد.

**لولهٔ خروجی از ساختمان**

لولهٔ خروجی از ساختمان (یا ملک) که فاضلاب لولهٔ اصلی افقی ساختمان را به سمت شبکهٔ فاضلاب شهری، دستگاه تصفیهٔ فاضلاب خصوصی، یا هر سیستم دفع، هدایت می‌کند.

**لولهٔ فاضلاب (sewage pipe)**

لوله‌ای که فاضلاب توالت و پیسوار را انتقال دهد.

**لوله فاضلاب (waste pipe)**

لوله‌ای که هر گونه فاضلاب خروجی از لوازم بهداشتی، غیر از توالت و پیسوار، را انتقال دهد.

**لولهٔ فاضلاب بهداشتی**

لوله‌ای که هر گونه فاضلاب ساختمان، غیر از آب باران یا آب‌های سطحی، را انتقال دهد.

**لولهٔ قائم**

هر لوله یا فیتینگ که نسبت به تراز افق زاویهٔ ۴۵ درجه یا بیشتر داشته باشد.

**لولهٔ قائم آب باران در داخل ساختمان**

لولهٔ قائم آب باران که در داخل ساختمان نصب می‌شود و آب باران را به پایین هدایت می‌کند.

**لولهٔ قائم آب باران روی دیوار خارجی**

لولهٔ قائم آب باران که روی دیوار خارجی ساختمان نصب می‌شود و آب باران بام را به پایین هدایت می‌کند.

**لولهٔ قائم فاضلاب**

لولهٔ قائمی که فاضلاب را از شاخه‌های طبقات می‌گیرد و در پایین‌ترین طبقه به لولهٔ اصلی افقی فاضلاب منتقل می‌کند.

**لولهٔ قائم هواکش فاضلاب**

لوله قائم که لوله‌های انشعاب هواکش در آن تجمیع می‌شود و انتهای آن به هوای آزاد ختم می‌شود. لوله قائم هواکش فاضلاب فقط به منظور هواکش فاضلاب به‌کار می‌رود.

**لوله یا فیتینگ بدون سرب**

لوله یا فیتینگ (وصاله) فلزی که میزان سرب آن بیش از ۸ درصد مواد متشکله آن نباشد.

**مانع برگشت جریان**

هر وسیله یا شیری که از برگشت جریان به شبکهٔ لوله‌کشی آب آشامیدنی جلوگیری کند.

**مانع برگشت جریان از نوع شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک‌طرفه**

این وسیله شامل دو عدد شیر یک‌طرفه مورد تأیید است که در فاصلهٔ بین آن‌ها یک شیر اطمینان اختلاف فشار نصب شده است. دو طرف این وسیله شیر قطع و وصل و بین دو شیر یک طرفه شیرهای برداشت برای آزمایش نصب می‌شود. وقتی فشار بین دو شیر یک طرفه بیشتر از فشار آب بالا دست (ورود آب) باشد، شیر اطمینان باز می‌کند و مقداری آب خارج می‌شود و فشار کاهش می‌یابد و مانع برگشت جریان آب به شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی می‌شود.

**مکش سیفونی**

(۱) در لوله‌کشی توزیع آب، برگشت جریان از آبی که معمولاً آلوده تلقی می‌شود، به شبکهٔ لوله‌کشی آب آشامیدنی، بر اثر کاهش فشار این شبکه به کم‌تر از فشار هوای آزاد. ورود آب آلوده ممکن است از لوازم بهداشتی، استخر، مخازن آب و موارد مشابهی باشد که از شبکهٔ لوله‌کشی آب آشامیدنی تغذیه می‌شوند.

(۲) در لوله‌کشی فاضلاب، ایجاد خلاء بر اثر حرکت جریان فاضلاب یا هر علت دیگر که ممکن است بر آب هوابند سیفون نزدیک‌ترین لوازم بهداشتی اثر بگذارد و آب داخل سیفون را خالی کند.

**مورد تایید**

مورد تأیید مسئول امور ساختمان در شهرداری یا هر مقام قانونی ذیربط.

**مهار**

وسیله‌ای است برای ثابت نگه‌داشتن لوله در یک نقطه، هم از نظر موقعیت و هم از نظر جهت، در شرایط دمای معین و بارهای وارده.

**واحد D.F.U**

در لوله‌کشی فاضلاب داخل ساختمان، D.F.U[1] واحدی است برای اندازه‌گیری مقدار جریان فاضلاب لوازم بهداشتی مختلف. در هر یک از لوازم بهداشتی، مقدار D.F.U تابع حجم فاضلاب آن، طول مدت زمان یکبار تخلیهٔ آب آن و فاصلهٔ زمانی متوسط بین دو بار ریزش پیاپی آب در آن است.

**واحد S.F.U**

در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان، S.F.U[2] واحدی است برای اندازه‌گیری و محاسبه مقدار مصرف آب در لوازم بهداشتی مختلف. در هر یک از لوازم بهداشتی، مقدار S.F.U تابع حجم آب

[1] -Drain Fixture Unit
[2] -Supply Fixture Unit

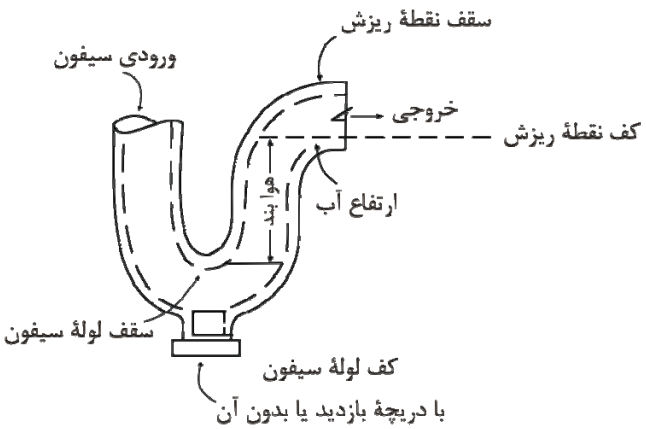
مصرفی، طول مدت زمان یکبار مصرف (باز ماندن شیر) و فاصلهٔ زمانی متوسط بین دو بار بازشدن پیاپی شیر است.

**هادی لوله**

وسیله‌ای است که حرکت لوله را فقط در امتداد معینی امکان‌پذیر می‌سازد.

**هوابند سیفون**

فاصلهٔ قائم بین کف نقطهٔ ریزش آب از سیفون به داخل شاخهٔ افقی لولهٔ فاضلاب و سقف لوله سیفون در پایین‌ترین قسمت آن، طبق شکل زیر:




**هواکش تر**

لوله هواکشی که برای انتقال فاضلاب هم مورد استفاده قرارگیرد.

**هواکش جداگانه**

لوله‌ای که هواکش سیفون یکی از لوازم بهداشتی است. این لوله در تراز بالاتر از آن دستگاه به شبکهٔ لوله‌کشی هواکش متصل می‌شود، یا جداگانه تا خارج از ساختمان ادامه می‌یابد.

**هواکش حلقوی**

یک شاخهٔ افقی هواکش که به امتداد لولهٔ قائم فاضلاب متصل می‌شود.

**هواکش حوضچهٔ فاضلاب**

لولهٔ هواکشی که از حوضچه یا چاهک فاضلاب، یا لوازم بهداشتی مشابه، جداگانه به خارج از ساختمان تا هوای آزاد ادامه یابد.

**هواکش قائم**

هر لولهٔ هواکش قائم که به منظور جریان هوا از هر قسمت شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب به خارج یا از خارج به آن، طرح و نصب شود.

**هواکش کمکی**

هواکشی که اجازه می‌دهد جریان هوای بیشتری بین لوله‌کشی فاضلاب و لوله‌کشی هواکش برقرار شود.

**هواکش کمکی اصلی**

یک لوله که از لولهٔ قائم فاضلاب به لولهٔ هواکش قائم، به منظور جلوگیری از تغییرات فشار در لولهٔ قائم فاضلاب، متصل می‌شود. شیب این لوله به سمت لولهٔ قائم فاضلاب است.

**هواکش لولهٔ قائم فاضلاب**

ادامهٔ لولهٔ فاضلاب به سمت بام پس از بالاترین اتصال شاخهٔ افقی فاضلاب. این قسمت از لولهٔ قائم فقط به عنوان هواکش کار می‌کند.

**هواکش مداری**

یک شاخهٔ هواکش است که برای دو تا حداکثر هشت سیفون لوازم بهداشتی نصب می‌شود. این شاخه از خروجی سیفون بالادست‌ترین لوازم بهداشتی آغاز و به لولهٔ قائم هواکش متصل می‌شود.

**هواکش مشترک**

هواکشی که برای دو عدد از لوازم بهداشتی به طور مشترک به کار رود که معمولاً مجاور هم یا پشت به پشت هم و در یک طبقهٔ ساختمان قرار دارند.

# ۱۶-۳ مقررات کلی

## ۱۶-۳-۱ دامنهٔ کاربرد

**۱۶-۳-۱-۱** احکام این فصل به الزامات آن قسمت از اجرای کار و نصب تاسیسات بهداشتی اختصاص دارد که در فصل‌های دیگر نیامده است.

## ۱۶-۳-۲ کلیات

**۱۶-۳-۲-۱** اجرای کار و نصب تأسیسات بهداشتی باید با رعایت پایداری و مقاومت سازه‌ای ساختمان انجام گیرد و مراقبت شود که در جریان اجرای تأسیسات و بهره‌برداری از لوازم بهداشتی هیچ آسیبی به دیوارها و دیگر اجزای ساختمان وارد نشود.

**۱۶-۳-۲-۲** فاضلاب خروجی از هر یک از لوازم بهداشتی و دیگر مصرف کننده‌های آب باید، با اتصال مستقیم، یا اتصال غیر مستقیم، به طور اطمینان بخش به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان (یا ملک)، طبق الزامات مقرر شده در این مبحث، متصل شود.

**۱۶-۳-۲-۳** آب مصرفی هر یک از لوازم بهداشتی و دیگر مصرف کننده‌ها باید با اتصال مستقیم یا غیر مستقیم، به طور اطمینان بخش، به شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان (یا ملک)، طبق الزامات مقرر شده در این مبحث، متصل شود.

**۱۶-۳-۲-۴** هیچ یک از لوله‌کشی‌ها و دیگر اجزای تأسیسات بهداشتی، جزکفشوی یا حوضچه و پمپ تخلیه آب کف چاه آسانسور، نباید در داخل چاه آسانسور، یا ماشین خانهٔ آن، نصب شود.
الف) تخلیهٔ این کفشوی (یا حوضچه) باید با اتصال غیر مستقیم به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان انجام گیرد.

**۱۶-۳-۲-۵** اندازه‌های لوله، فیتینگ و شیر در این مبحث اندازه‌های نامی است، مگر آن که در متن احکام جز آن مقرر شده باشد.

## ۱۶-۳-۳ ایمنی و بهداشت

**۱۶-۳-۳-۱** اگر در یک ساختمان (یا ملک)، به سبب وجود تأسیسات بهداشتی یا فقدان آن، از نظر بهداشتی یا ایمنی وضعیت خطرناکی رخ دهد، صاحب ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او، باید برای برطرف کردن این خطر، با انجام اصلاحات لازم در تأسیسات بهداشتی موجود، تا زمانی که وضعیت سالم بهداشتی و ایمنی پدید آید، اقدام کند.

**۱۶-۳-۳-۲** هر قسمت از ساختمان (یا ملک) که در نتیجهٔ نصب، تعمیر، یا نوسازی تأسیسات بهداشتی موجود، دستخوش تخریب، تغییر یا جابجایی شود، باید پس از انجام کارهای مربوط به تأسیسات بهداشتی، مجدداً به حالت قابل قبول، بی خطر و ایمن بازسازی شود.

## ۱۶-۳-۴ فضای نصب لوازم بهداشتی

**۱۶-۳-۴-۱** فضای نصب توالت، دستشویی، دوش، سینک و دیگر لوازم بهداشتی باید روشنائی و تعویض هوا داشته باشد.

الف) روشنایی این فضاها باید طبق الزامات "مبحث سیزدهم – طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها" تأمین شود.

ب) تعویض هوای این فضاها باید طبق الزامات "مبحث چهاردهم – تأسیسات مکانیکی ساختمان" انجام شود.

**۱۶-۳-۴-۲** لوازم بهداشتی و لوله‌کشی‌های مربوط به آن‌ها باید طوری استقرار یابند و نصب شوند که مانع باز و بسته شدن عادی پنجره‌ها و درها نشوند.

**۱۶-۳-۴-۳** سطوح داخلی کف و دیوارهای فضایی که در آن توالت نصب می‌شود، باید صاف، قابل شستشو و غیر قابل نفوذ آب باشد.

**۱۶-۳-۴-۴** هر توالت که در ساختمان‌های عمومی برای استفادهٔ مراجعان یا کارکنان نصب می‌شود باید با دیوار یا تیغه و در، به صورت اتاقک خصوصی، از فضاهای مجاور جدا شود.

الف) در یک گروه بهداشتی با یک توالت، که برای استفادهٔ یک نفر پیش‌بینی شده است و درِ آن قفل می‌شود، پیش‌بینی دیوار، تیغه و درِ جداکننده برای توالت ضروری نیست.

## ۱۶-۳-۵ شبکه‌های لوله‌کشی آب و فاضلاب

**۱۶-۳-۵-۱** در صورت موجود و در دسترس بودن شبکهٔ لوله‌کشی آب شهری، لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان، باید به این شبکه متصل شود و آب مورد نیاز خود را از آن دریافت کند.
الف) موجود و در دسترسی بودن لوله‌کشی آب شهری به این معنی است که از سازمان مسئول آب شهری استعلام شود و آن سازمان آمادگی خود را برای دادن انشعاب اعلام کند.
ب) اگر در محل ساختمان، شبکهٔ آب شهری موجود و در دسترس نباشد، باید برای تأمین آب مصرفی مورد نیاز از یک منبع خصوصی، مورد تأیید مراجع دارای صلاحیت قانونی، استفاده شود.

**۱۶-۳-۵-۲** در صورت موجود و در دسترس بودن شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب شهری، لوله‌کشی فاضلاب ساختمان باید به این شبکه متصل شود و فاضلاب ساختمان به آن هدایت گردد.
الف) موجود و در دسترس بودن شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب شهری به این معنی است که از سازمان مسئول فاضلاب شهری استعلام شود و آن سازمان آمادگی خود را برای گرفتن انشعاب اعلام کند.
ب) اگر در محل، شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب شهری موجود و در دسترس نباشد، باید برای دفع فاضلاب ساختمان، با استفاده از یکی از روش‌های مورد تأیید اقدام شود.
پ) اگر در ساختمان شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب خاکستری پیش‌بینی شود، فاضلاب خروجی از وان، زیردوشی، دستشویی، لگن یا ماشین رخت‌شویی ممکن است به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب خاکستری هدایت شود.

**۱۶-۳-۵-۳** وارد کردن و ریختن هر گونه خاکستر، مواد نیمه سوخته (زغال و مانند آن)، مواد پارچه‌ای (مانند کهنه و قاب دستمال)، مواد سمی، مواد قابل اشتغال یا قابل انفجار، گازها، مواد نفتی و چربی و مواد غیر قابل انحلال دیگری که ممکن است باعث گرفتگی، مسدود شدن، آسیب دیدن یا اضافه بار شود، به لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان و شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب شهری ممنوع است.الف) فاضلاب خروجی از تأسیسات صنعتی و تولیدی نباید وارد لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان شود. ورود فاضلاب صنعتی به شبکهٔ فاضلاب شهری به شرطی مجاز است که سازمان مسئول فاضلاب شهری هدایت آن را به شبکهٔ فاضلاب شهری مجاز بداند.

## ۱۶-۳-۶ مصالح

**۱۶-۳-۶-۱** روی هر طول لوله، هر قطعه از فیتینگ‌های لوله‌کشی و هریک از لوازم بهداشتی باید نام یا مارک سازنده، به طور برجسته، با مهر پاک نشدنی نقش شده باشد.

**۱۶-۳-۶-۲** مصالحی که در تأسیسات بهداشتی ساختمان به کار می‌رود باید طبق دستورالعملی نصب شود که در استاندارد هر یک داده شده است.

الف) در صورتی که دستورالعمل از استاندارد در دست نباشد، نصب هر یک از مصالح باید با رعایت راهنمای کارخانهٔ سازنده صورت گیرد.

ب) در صورتی که دستورالعمل استاندارد یا توصیه‌های کارخانهٔ سازندهٔ هر یک از مصالح با الزامات مندرج در این مبحث از مقررات ملّی ساختمان مطابقت نداشته باشد، نصب هر یک از مصالح، باید طبق الزامات این مبحث صورت گیرد.

**۱۶-۳-۶-۳** لوله، فیتینگ و دیگر اجزای لوله‌کشی غیرفلزی باید گواهی آزمایش و مطابقت آن با استانداردهای مراجع صلاحیت‌دار بهداشتی را داشته باشد.

الف) لوله، فیتینگ و دیگر اجزای لوله‌کشی غیر فلزی، که در لوله‌کشی آب مصرفی ساختمان به کار می‌رود، باید گواهی مراجع صلاحیت دار بهداشتی را برای توزیع آب آشامیدنی داشته باشند.

**۱۶-۳-۶-۴** گواهی آزمایش

الف) هر یک از اجزای لوله‌کشی، لوازم بهداشتی، شیرهای برداشت آب و دستگاه‌هایی که در تأسیسات بهداشتی ساختمان به کار می‌رود باید از یک موسسهٔ معتبر گواهی آزمایش و مطابقت آن با استانداردی که بر طبق آن ساخته شده است، داشته باشد.

(۱) موسسهٔ گواهی کننده باید مدارک مربوط به روند آزمایش را نگه‌داری کند.

(۲) مدارک باید شامل جزئیات لازم برای مطابقت آن، با الزامات مندرج در استاندارد مربوط و در مورد آزمایش هر قطعه یا دستگاه باشد.

ب) موسسهٔ گواهی کننده باید شخصیت حقوقی داشته باشد و دارای صلاحیت لازم برای آزمایش مورد نظر باشد.

(۱) موسسه گواهی کننده، باید به ابزار و تجهیزات لازم برای آزمایش مورد نظر مجهز باشد.

(۲) موسسه گواهی کننده باید نیروی انسانی کار آزموده و با تجربه، که برای انجام عملیات آزمایش و ارزیابی آن آموزش دیده باشد، در استخدام داشته باشد.

## ۱۶-۳-۷ حفاظت لوله‌کشی

**۱۶-۳-۷-۱** لوله‌هایی که از زیر یا داخل پی، یا دیوار باربر ساختمان عبور می‌کنند، باید در برابر شکسته شدن بر اثر بار وارده حفاظت شوند. در این حالت لوله باید در داخل غلاف فلزی قرارگیرد، یا از زیر طاقی ساخته شده با مصالح ساختمانی مقاوم بگذرد. قطر غلاف لوله در داخل پی باید دست‌کم دو اندازه از قطر لوله بزرگ‌تر باشد.

**۱۶-۳-۷-۲** اگر لوله از داخل محیط یا مصالح خورنده‌ای که ممکن است بر سطح خارجی لوله اثر خوردگی داشته باشد، عبور کند باید سطح خارجی لوله در برابر خوردگی، با اندود یا روکش مقاوم در برابر خوردگی حفاظت شود.
الف) اندود یا روکش نباید مانع حرکت لوله، ناشی از انقباض و انبساط شود.

**۱۶-۳-۷-۳** هر نوع لوله‌کشی در تأسیسات بهداشتی باید به ترتیبی نصب شود که فشارهای وارد بر آن بیش از آن‌چه در ساخت لوله پیش‌بینی شده، نباشد. عبور لوله از دیوارها، تیغه‌ها، سقف و کف باید از داخل غلاف لوله صورت گیرد.
الف) فاصله بین سطح خارجی لوله و سطح داخلی غلاف باید با مواد قابل انعطاف پر شود.
ب) در صورتی که غلاف در دیوار آتش نصب می‌شود، موادی که برای پُرکردن فاصله به کار می‌رود، باید همان مقاومتی را داشته باشد که برای دیوار آتش تعیین شده است.

**۱۶-۳-۷-۴** اطراف لوله هواکش فاضلاب که از بام عبور می‌کند باید به کمک مواد آب‌بند مانند ورق سربی، ورق فولادی گالوانیزه، ورق آلومینیومی و ورق پلاستیکی، در برابر نفوذ رطوبت و آب، آب‌بندی شود.

**۱۶-۳-۷-۵** آن قسمت از لوله‌کشی آب مصرفی، فاضلاب یا آب باران، که در خارج از ساختمان و زیر کف و در داخل زمین نصب می‌شود باید با توجه به دمای هوای محل استقرار ساختمان، زیر خط تراز یخبندان و عمق مناسب قرار گیرد.
الف) لوله‌های آب مصرفی، فاضلاب یا آب باران در داخل دیوارهای خارجی ساختمان، یا هرجای دیگری که در معرض یخزدن قرار می‌گیرند، باید با پوشش عایق یا گرم کردن لوله، در برابر یخزدن حفاظت شوند.

**۱۶-۳-۷-۶** اجزای لوله‌کشی که در کوچه، پارکینگ، گاراژ یا فضاهای مشابه دیگر، که ممکن است در معرض ضربات فیزیکی قرار گیرند، نصب می‌شوند یا باید توکار باشند و یا با روش‌های دیگری حفاظت شوند.

## ۱۶-۳-۸ لوله‌گذاری در ترنچ

**۱۶-۳-۸-۱** کف بستری که برای دفن لوله‌های افقی فاضلاب یا آب باران حفر می‌شود باید با استفاده از ماسه و شن نرم طوری آماده شود که برای تحمل وزن لوله به اندازه کافی محکم و مقاوم باشد و با قرار دادن لوله در آن، بستر زیر لوله کاملاً فرم لوله را به خود بگیرد و تکیه‌گاه یک‌دست و یکنواختی زیر لوله پدید آید.

الف) اگر عمق ترنچ بیش از آن چه برای تراز لوله‌گذاری لازم است باشد، در این حالت باید کف ترنچ را با لایه‌های ۱۵ سانتی‌متری ماسه و شن نرم پُرکرد و هر لایه را جداگانه کوبید تا در تراز نصب لوله، تکیه‌گاه یکنواخت و مقاومی پدید آید.

ب) اگر در کف بستر لوله‌گذاری سنگ مشاهده شود، باید قسمت سنگی را دست کم تا ۷/۵ سانتی‌متر زیرِ تراز نصب لوله تراشید و کف بستر را با ماسه و شن نرم پُرکرد و کوبید تا تکیه‌گاه یک دست، یکنواخت و مقاومی پدید آید . لوله را نباید مستقیما روی بستر سنگی قرار داد.

پ) تکیه‌گاه لوله، در طول بین دو اتصال، باید پیوسته باشد و وزن لوله به طور یکنواخت به این تکیه‌گاه منتقل شود. قرار دادن لوله روی تکیه‌گاه منقطع، که فقط زیر نقاط اتصال یا در فاصلهٔ بین دو اتصال لوله باشد و زیرِ قسمتی از طول لوله خالی بماند، مجاز نیست.

ت) اگر خاک کف بستر لوله‌گذاری ضعیف و غیر مقاوم باشد و نتوان آن را مستقیماً به عنوان تکیه‌گاه لوله مورد استفاده قرار دارد، باید کف بستر را به عمق دست‌کم دو برابر قطر لوله بیشتر حفرکرد و با لایه‌های ماسه و شن نرم تا تراز لوله‌گذاری پُرکرد و کوبید، تا تکیه‌گاه مناسبی پدید آید.

**۱۶-۳-۸-۲** پس از لوله‌گذاری باید اطراف و روی لوله را با خاک نرم و سرند شده پرکرد. پرکردن اطراف و روی لوله باید با لایه‌های ۱۵ سانتی متری باشد و هر لایه جداگانه کوبیده شود. پر کردن اطراف لوله باید یکنواخت و متعادل باشد تا لوله را در راستای محور خود ثابت و ساکن، نگاه دارد.

## ۱۶-۳-۹ حفاظت اجزای ساختمان

**۱۶-۳-۹-۱** هر قسمت از اجزای ساختمان، کف تمام شده، دیوارها، تیغه‌ها و سقف که در جریان نصب یا تعمیر تأسیسات بهداشتی آسیب ببیند، تخریب شود و یا جابجا شود، پس از اتمام کارهای

تأسیساتی، باید بازسازی شود و به صورت پیش‌بینی شده برای آن قسمت و در وضعیت ایمن درآید.

**۱۶-۳-۹-۲** بریدن، شکافتن یا سوراخ کردن اجزای سازهٔ ساختمان برای عبور لوله مجاز نیست، مگر آن که در طراحی سازهٔ ساختمان پیش‌بینی شده باشد.
الف) عبور لوله از دیوار، تیغه، سقف و کف (بین دو طبقه) فضاهای ساختمان باید از داخل غلاف صورت گیرد.
ب) در صورت عبور لوله از دیوار، سقف و کف فضاها، که برای مقاومت معینی در برابر آتش طراحی شده باشد، فاصلهٔ بین سطح خارجی لوله و سطح داخلی غلاف باید با موادی به همان اندازه مقاوم در برابر آتش، پر شود.

**۱۶-۳-۹-۳** معبرهایی که برای لوله‌گذاری در مجاورت پی ساختمان حفر می‌شود نباید زیر خط ۴۵ درجه‌ای که از سطح باربر پی رسم شده باشد، قرار گیرد.

**۱۶-۳-۹-۴** اگر لولهٔ انشعاب آب یا فاضلاب شهر از زیر کف وارد ساختمان شود، باید اطراف آن با مصالح ساختمانی مناسب طوری پوشانده شود که از ورود موش و دیگر جوندگان به داخل ساختمان جلوگیری شود.

**۱۶-۳-۹-۵** شبکه‌هایی که روی دهانه‌های خروج و تخلیهٔ آب، فاضلاب و آب باران، در داخل یا خارج ساختمان، روی کف نصب می‌شوند ( از جمله شبکهٔ روی کفشوهای آب باران سطح بام یا محوطه)، نباید سوراخ‌هایی با قطر یا ابعاد بزرگ‌تر از ۱۲ میلی‌متر داشته باشند.

# ۱۶-۴ توزیع آب مصرفی در ساختمان

## ۱۶-۴-۱ دامنه

**۱۶-۴-۱-۱** طراحی، انتخاب مصالح، اجرای کار و نصب لوله‌کشی توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی در داخل ساختمان (یا ملک) باید طبق الزامات این فصل از مقررات انجام شود.

**۱۶-۴-۱-۲** الزامات این فصل ساختمان‌هایی را در بر می‌گیرد که به سکونت، اقامت یا کار انسان اختصاص دارد و آب سرد یا آب گرم مصرفی برای مصارف انسان در این ساختمان‌ها مورد نیاز است.
الف) لوله‌کشی آب مصرفی در سیستم‌هایی که از انرژی خورشیدی (به صورت مستقیم یا توسط یک ماده واسط) برای گرم کردن آب استفاده می‌کنند، باید بر طبق الزامات مندرج در این فصل انجام شود.
ب) لوله‌کشی آب مورد نیاز در فرایندهای تولیدی در ساختمان‌های صنعتی، خارج از حدود الزامات این فصل قرار دارد. لوله‌کشی آب برای تغذیه لوازم بهداشتی این ساختمان‌ها باید بر طبق الزامات مندرج در این فصل انجام شود.
پ) لوله‌کشی آب مصرفی مورد نیاز لوازم و دستگاه‌های ویژه در ساختمان‌های درمانی خارج از حدود الزامات این فصل قرار دارد. لوله‌کشی آب برای تغذیهٔ لوازم بهداشتی این ساختمان‌ها باید بر طبق الزامات مندرج در این فصل انجام شود.

**۱۶-۴-۱-۳** لوله‌کشی آب مصرفی در ساختمان‌های مقرر شده در (۱۶-۴-۱-۲) که آب مورد نیاز خود را از شبکهٔ آب‌رسانی شهری، یا منابع خصوصی مورد تایید، دریافت می‌کنند، باید طبق الزامات مندرج در این فصل انجام شود.

**۱۶-۴-۱-۴** لوله‌کشی توزیع آب مصرفی در ساختمان (یا ملک) از نقطهٔ خروج لولهٔ آب از کنتور به داخل ساختمان آغاز می‌شود و تا نقاط مصرف ادامه می‌یابد.

الف) لوله‌کشی توزیع آب مصرفی در حیاط یا محوطهٔ خصوصی ساختمان (یا ملک) باید طبق الزامات مندرج در این فصل انجام شود.
ب) اتصال لولهٔ آب ساختمان به لولهٔ خروجی آب از کنتور باید طبق دستورالعمل سازمان آب شهر انجام شود.
پ) لوله‌کشی انشعاب آب، از شبکه آب‌رسانی شهری تا کنتور آب ساختمان (یا ملک) و نصب کنتور، خارج از حدود الزامات این فصل قرار دارد.

## ۱۶-۴-۲ آب مورد نیاز

**۱۶-۴-۲-۱** هر ساختمان (یا ملک) که محل سکونت، اقامت یا کار انسان بوده و به لوازم بهداشتی مجهز باشد باید لوله‌کشی توزیع آب مصرفی، به مقدار و با فشاری که در این فصل از مقررات مشخص شده است، داشته باشد.

**۱۶-۴-۲-۲** آن دسته از لوازم بهداشتی که از آب آن‌ها برای آشامیدن، حمام کردن، پخت و پز یا در تولید مواد خوراکی، پزشکی و دارویی استفاده می‌شود، باید منحصراً با آب آشامیدنی تغذیه شوند.
الف) همه لوازم بهداشتی ساختمان باید با آب آشامیدنی تغذیه شوند، مگر آن‌که در این مبحث از مقررات، جز این مقرر شده باشد.
(۱) آب مصرفی برای شستشوی لوازم بهداشتی (مانند فلاش والو، فلاش تانک) یا آبیاری فضای سبز، ممکن است غیر آشامیدنی باشد.

**۱۶-۴-۲-۳** لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان ممکن است از شبکه لوله‌کشی آب شهری یا از شبکه لوله‌کشی آب خصوصی تغذیه شود.
الف) در صورت تغذیهٔ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی ساختمان از شبکهٔ آب خصوصی، آشامیدنی بودن آن باید از طرف مقامات مسئول قانونی تأیید شود.

**۱۶-۴-۲-۴** در صورتی‌که در داخل ساختمان دو شبکه لوله‌کشی آب آشامیدنی باشد که یکی از شبکه آب شهری و دیگری از شبکه آب خصوصی تغذیه شود، این دو شبکه باید به کلی از یکدیگر جدا باشند.

**۱۶-۴-۲-۵** در صورتی که در داخل ساختمان دو شبکه لوله‌کشی آب مصرفی باشد که یکی توزیع آب آشامیدنی و دیگری توزیع آب غیر آشامیدنی است، این دو شبکه باید به کلی از یکدیگر جدا باشند.

## ۱۶-۴-۳ طراحی لوله‌کشی توزیع آب مصرفی

### ۱۶-۴-۳-۱ کلیات

الف) طراحی لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان (یا ملک) باید طبق روش‌های مهندسی مورد تأیید انجام شود. روش‌های محاسبات مهندسی برای اندازه‌گذاری لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی باید مورد تأیید قرارگیرد.

(۱) اندازه‌گذاری لوله‌ها باید برای جریان آب به مقدار لازم و با سرعت مناسب صورت گیرد.

(۲) اندازه‌گذاری لوله‌ها باید طوری باشد که سرعت زیاد جریان آب موجب ایجاد سر و صدای مزاحم و کاهش طول عمر لوله‌ها بر اثر خوردگی نشود. کاهش سرعت جریان آب در لوله‌ها باید تا حدی صورت گیرد که افزایش قطر لوله‌ها موجب افزایش غیر قابل توجیه هزینه لوله‌کشی نگردد.

ب) به منظور کاهش اثر ضربه قوچ در لوله‌کشی، باید سرعت جریان آب کنترل شود.

(۱) در نقاطی از لوله‌کشی که شیر قطع سریع قرار می‌گیرد، باید وسیله حذف ضربه قوچ، از نوع مورد تأیید نصب شود.

(۲) وسیله حذف ضربه قوچ باید در محل مناسب، قابل دسترسی و در فاصله مناسب و موثر از شیر قطع سریع نصب شود.

پ) در نقاط اتصال شبکه لوله‌کشی توزیع آب سرد مصرفی با شبکه لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی، و نیز در نقاط مصرف آب سرد و آب گرم مصرفی، مانند لوازم بهداشتی و دستگاه‌های مصرف کنندهٔ دیگر، باید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید تا آب از شبکه آب گرم مصرفی به شبکه آب سرد مصرفی جریان پیدا نکند.

ت) در سیستم‌هایی که آب سرد و آب گرم هر یک از لوازم بهداشتی جداگانه از یک کلکتور (مانیفولد) گرفته می‌شود، سرعت آب در کلکتور باید حداکثر ۴ فوت در ثانیه (۱/۲ متر در ثانیه) باشد.

(۱) روی کلکتور، شیرهای مربوط به انشعاب هر یک از لوازم بهداشتی باید مشخص باشد.

(۲) کلکتور(مانیفولد) و شیرها باید برای بازدید، تعمیر و تعویض در دسترس باشد.

**۱۶-۴-۳-۲** نقشه‌ها و مدارک

الف) نقشه‌های اجرایی لوله‌کشی توزیع آب مصرفی باید پیش از اقدام به اجرای کار، برای بررسی و تصویب به ناظر ساختمان ارائه شود.

ب) نقشه‌های اجرایی لوله‌کشی باید شامل لوازم بهداشتی و دیگر مصرف کننده‌ها، جنس، مسیر و قطر اسمی لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی باشد.

(۱) روش‌های نصب، حفاظت و نگهداری لوله‌کشی توزیع آب مصرفی نیز باید در مدارک پیوست نقشه‌ها ارائه شود.

(۲) نقشه‌ها باید شامل پلان محوطه اختصاصی ساختمان (یا ملک) باشد که در آن ظرفیت و محل اتصال لوله‌کشی ساختمان به شبکه آب شهری مشخص شده و به تأیید سازمان آب شهری رسیده باشد.

(۳) نقشه‌ها باید شامل پلان طبقه (یا طبقات)، دیاگرام لوله‌کشی، طول تقریبی خطوط لوله و نقاط مصرف آب باشد.

(۴) فشار کار طراحی و مشخصات مصالح انتخابی باید در نقشه‌ها و مدارک پیوست آن معین شده باشد.

(۵) مقیاس نقشه‌ها نباید از یک صدم کوچک‌تر باشد، مگر در نقشه محوطه و با تأیید.

پ) علائم نقشه‌کشی باید طبق یکی از استانداردهای مورد تأیید باشد.

**۱۶-۴-۳-۳** مسیر لوله‌ها

الف) لوله‌های فلزی

(۱) لوله‌کشی باید در مسیرهایی انجام شود که با رعایت ارتفاعات و جزییات معماری، همه‌جا در اطراف لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی، فضای لازم برای تعمیر، تعویض و کار با ابزار عادی وجود داشته باشد.

(۲) لوله‌های قائم ممکن است روکار باشند یا در داخل شفت قرار گیرند، به شرط آن‌که دسترسی و تعمیر آن‌ها آسان باشد.

(۳) لوله‌های افقی ممکن است روکار باشند، در داخل سقف کاذب، در داخل کانال آدم‌رو، خزیده‌رو یا در داخل ترنچ قرار گیرند. در هر حالت دسترسی و تعمیر آن‌ها باید آسان باشد.

(۴) لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی فولادی گالوانیزه یا مسی نباید در دیوار یا کف دفن شوند، مگر در شرایط زیر:

- در صورتی که قسمتی از لوله ناگزیر باید در داخل اجزای ساختمان یا زیر کف دفن شود، باید ضرورت آن مورد تأیید قرار گیرد.

- در صورت دفن قسمتی از لوله باید حفاظت‌های لازم برای جلوگیری از خوردگی و یخزدن به عمل آید و امکان انقباض و انبساط لوله‌ها فراهم شود.
- در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه یا لوله‌کشی مسی، محل اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ و یا فیتینگ به فیتینگ، مطلقاً نباید در اجزای ساختمان یا زیر کف دفن شود.

(۵) هیچ یک از شیرها مطلقاً نباید در اجزای ساختمان یا زیر کف دفن شود.

(۶) لوله‌کشی باید در مسیرهایی انجام شود که در معرض آسیب نباشد، مواد زاید در آن ته‌نشین نشود، قابل تخلیه باشد و به اجزای ساختمان آسیب وارد نکند.

(۷) عبور لوله‌از دیوار، تیغه، سقف یا کف باید از داخل غلاف صورت گیرد.

(۸) لوله‌کشی فولادی گالوانیزه یا مسی در محوطه یا حیاط اختصاصی ساختمان (یا ملک)، باید در داخل ترنچ زیر کف یا به طور آشکار اجرا شود.

- لولهٔ داخل ترنچ باید زیرِ خط ترازِ یخبندان نصب شود.
- هیچ ساختمان یا مانعی که خاک‌برداری و دسترسی به لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی را مشکل کند، نباید روی مسیر لوله‌کشی در محوطه یا حیاط اختصاصی ساختمان (یا ملک) ایجاد شود.

ب) لوله‌های پلیمری

(۱) لوله‌های پلیمری ممکن است در اجزای ساختمان (کف، دیوار) دفن شوند. دفن این لوله‌ها باید طبق دستور کارخانه سازنده باشد.

(۲) در نصب و دفن این لوله‌ها باید امکان انقباض و انبساط لوله پیش‌بینی شود.

(۳) لوله‌های پلیمری اگر روکار نصب می‌شوند، نباید در معرض تابش مستقیم نور آفتاب باشند.

**۴-۳-۴-۱۶** اندازه لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند.

الف) حداقل قطر لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند باید مطابق جدول (۱۶-۴-۳-۴) "الف" باشد.

(۱) لوله‌ای که به هر دستشویی، فلاش‌تانک یا سینک آب می‌رساند، باید تا نزدیک به نقطه اتصال به دستگاه، و تا دیوار یا کف نزدیک به آن ادامه یابد ولی نباید به آن متصل شود. فاصله انتهای این لوله تا نقطه اتصال نباید بیش از ۷۵ سانتی‌متر باشد.

(۲) اتصال بین انتهای این لوله و شیر برداشت آب هریک از لوازم بهداشتی مندرج در (۱) باید توسط یک لوله قابل انحناء با قطر کمتر و از نوع مورد تأیید صورت گیرد.

**جدول(۱۶-۴-۳-۴) "الف": حداقل قطر اسمی لوله‌های آب‌رسانی به لوازم بهداشتی مختلف**

| لوازم بهداشتی | حداقل قطر اسمی لوله | |
|---|---|---|
| | میلی‌متر | اینچ |
| وان | ۱۵ | ۱/۲ |
| بیده | ۱۰ | ۳/۸ |
| سینک با سینی | ۱۵ | ۱/۲ |
| ماشین ظرفشویی خانگی | ۱۵ | ۱/۲ |
| آب خوری | ۱۰ | ۳/۸ |
| شیر سرشلنگی | ۱۵ | ۱/۲ |
| سینک آشپزخانه صنعتی | ۲۰ | ۳/۴ |
| سینک آشپزخانه خانگی | ۱۵ | ۱/۲ |
| لگن رختشویی – یک، دو، سه خانه | ۱۵ | ۱/۲ |
| دستشویی | ۱۰ | ۳/۸ |
| دوش با یک سردوش | ۱۵ | ۱/۲ |
| سینک با شلنگ و افشانک | ۲۰ | ۳/۴ |
| سینک شستشوی عمومی | ۱۵ | ۱/۲ |
| پیسوار با فلاش تانک | ۱۵ | ۱/۲ |
| پیسوار با فلاش والو | ۲۰ | ۳/۴ |
| شیر برداشت آب | ۱۵ | ۱/۲ |
| توالت با فلاش تانک | ۱۵ | ۱/۲ |
| توالت با فلاش والو | ۲۵ | ۱ |

**۱۶-۴-۳-۵** فشار و مقدار جریان آب

الف) حداکثر فشار آب شبکه لوله‌کشی توزیع آب مصرفی، در پشت شیرهای لوازم بهداشتی، در وضعیت بدون جریان نباید از ۴ بار (۴۰ متر ستون آب = ۶۰ پوند بر اینچ مربع) بیشتر باشد.

(۱) اگر فشار شبکه‌ای که به ساختمان انشعاب می‌دهد به اندازه‌ای باشد که فشار آبِ پشت شیرهای لوازم بهداشتی، در حالت بدون جریان، بیش از ۴ بار باشد باید با نصب شیر تنظیم فشار مورد تأیید یا روش‌های مورد تأیید دیگر، فشار آن را تا ۴ بار یا بر حسب نیاز به کمتر از آن، کاهش داد.

(۲) شیر تنظیم فشار باید از نوعی باشد که در صورت خراب شدن، شیر در حالت باز باقی بماند و مانع جریان آب نشود.

ب) شبکه لوله‌کشی آب مصرفی باید طوری طراحی شود و لوله‌ها به ترتیبی اندازه‌گذاری شود که در زمان حداکثر مصرف، فشار و مقدار جریان آب در لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند، از ارقام جدول شماره (۱۶-۴-۳-۵) "ب" کم‌تر نباشد. ارقام این جدول نباید به عنوان مصارف آب در لوازم بهداشتی تلقی شود. حداکثر مصرف آب در لوازم بهداشتی در جدول (۱۶-۴-۳-۵) "ت" آمده است.

(۱) اگر فشار شبکه شهری که به ساختمان انشعاب می‌دهد، برای تأمین فشار و مقدار جریان نشان داده شده در جدول شماره (۱۶-۴-۳-۵)"ب" کافی نباشد، باید با نصب سیستم‌های افزایش دهندهٔ فشار (بوستر پمپ، تانک فشار یا هر سیستم مورد تأیید دیگر) فشار آب را تاحدی افزایش داد که فشار پشت شیرهای لوازم بهداشتی کمتر از ارقام جدول نباشد.

(۲) نصب مستقیم پمپ روی لوله انشعاب آب شهری مجاز نیست.

پ) در ساختمان‌های بلند برای تأمین حداقل فشار آب پشت شیرهای لوازم بهداشتی، طبق جدول شماره (۱۶-۴-۳-۵) "ب" و رعایت حداکثر فشار آب پشت شیرهای لوازم بهداشتی (۴ بار)، در صورت لزوم و با تأیید، باید ساختمان در ارتفاع به دو یا چند منطقه تقسیم شود.

ت) حداکثر مقدار جریان آب در لوازم بهداشتی جز موارد زیر، نباید از ارقام جدول شماره (۱۶-۴-۳-۵) "ت" بیشتر باشد.

(۱) حداکثر جریان آب توالت و پیسوار در سالن‌های تئاتر، رستوران، موزه، ورزشگاه، مسجد، استادیوم، زندان و فضاهای مشابه نباید از ارقام زیر بیشتر باشد:

- توالت: ۱۰ لیتر (۲/۶۵ گالن) در هر ریزش
- پیسوار: ۶ لیتر (۱/۵ گالن) در هر ریزش.

(۲) مقدار مصرف آب در لوازم بهداشتی باید به کمک شیرهای مناسب و استفاده از لوازم کنترل مقدار جریان در هر مصرف کننده، به میزان حداکثر ارقام مندرج در جدول (۱۶-۴-۳-۵)"ت" محدود شود.

ث) اگر فشار آب شبکه شهری متغیر باشد، محاسبات و طراحی لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان (یا ملک) باید بر اساس حداقل فشار آب شبکه شهری صورت گیرد.

**جدول (۱۶-۴-۳-۵) "ب": حداقل مقدار جریان و فشار آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی**

| لوازم بهداشتی | مقدار جریان | | فشار آب | |
|---|---|---|---|---|
| | لیتر در دقیقه | گالن در دقیقه | متر ستون آب | پوند بر اینچ‌مربع |
| وان | ۱۵ | ۴ | ۵/۵ | ۸ |
| وان با شیر ترموستاتیک | ۱۵ | ۴ | ۱۴ | ۲۰ |
| بیده | ۷/۵ | ۲ | ۲/۷ | ۴ |
| بیده با شیر ترموستاتیک | ۷/۵ | ۲ | ۱۴ | ۲۰ |
| شیر مخلوط | ۱۵ | ۴ | ۵/۵ | ۸ |
| ماشین ظرفشویی خانگی | ۱۰ | ۲/۷۵ | ۵/۵ | ۸ |
| آب خوری | ۳ | ۰/۷۵ | ۵/۵ | ۸ |
| لگن رختشویی | ۱۵ | ۴ | ۵/۵ | ۸ |
| دستشویی | ۷/۵ | ۲ | ۵/۵ | ۸ |
| دوش | ۱۱/۵ | ۳ | ۵/۵ | ۸ |
| دوش با شیر ترموستاتیک | ۱۱/۵ | ۳ | ۱۴ | ۲۰ |
| شیر سرشلنگی | ۱۹ | ۵ | ۵/۵ | ۸ |
| سینک با سینی | ۱۵ | ۴ | ۵/۵ | ۸ |
| سینک آشپزخانه خانگی | ۹/۵ | ۲/۵ | ۵/۵ | ۸ |
| سینک شستشوی عمومی | ۱۱/۵ | ۳ | ۵/۵ | ۸ |
| پیسوار با فلاش والو | ۴۵ | ۱۲ | ۱۷ | ۲۵ |
| توالت با فلاش والو | ۹۵ | ۲۵ | ۱۷ | ۲۵ |
| توالت با فلاش تانک | ۱۱/۵ | ۳ | ۵/۵ | ۸ |

**جدول (۱۶-۴-۳-۵) "ت": حداکثر فشار و مقدار مصرف آب در لوازم بهداشتی**

| لوازم بهداشتی | مقدار جریان | | فشار آب | |
|---|---|---|---|---|
| | لیتر | گالن | متر ستون آب | پوند بر اینچ‌مربع |
| دستشویی خصوصی | ۸ (در دقیقه) | ۲/۱ (در دقیقه) | ۴۰ | ۶۰ |
| دستشویی عمومی | ۲ (در دقیقه) | ۰/۵ (در دقیقه) | ۴۰ | ۶۰ |
| دستشویی با شیربرقی خودکار | ۱ (در هر ریزش) | ۰/۲۵ (هر ریزش) | ۴۰ | ۶۰ |
| دوش | ۸ (در دقیقه) | ۲/۱ (در دقیقه) | ۴۰ | ۶۰ |
| سینک | ۸ (در دقیقه) | ۲/۱ (در دقیقه) | ۴۰ | ۶۰ |
| پیسوار | ۴ (در هر ریزش) | ۱ (در هر ریزش) | -- | -- |
| توالت | ۶ (در هر ریزش) | ۱/۵ (در هر ریزش) | -- | -- |

**۱۶-۴-۳-۶** ضربه قوچ

الف) برای کاهش احتمالی ضربهٔ قوچ، سرعت جریان آب در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی باید کنترل شود.

ب) در جایی که در مسیر لوله‌کشی شیر قطع سریع جریان قرار داشته باشد، باید وسیله حذف ضربه قوچ، از نوع مورد تأیید، نصب شود.

(۱) وسیله حذف ضربهٔ قوچ باید در محل مناسب و قابل دسترسی و در فاصلهٔ مناسب و مؤثر از شیر قطع سریع نصب شود.

(۲) وسیله حذف ضربهٔ قوچ باید مطابق توصیهٔ کارخانه سازنده نصب شود.

(۳) وسیله حذف ضربهٔ قوچ باید مطابق استاندارد ASSE 1010 باشد.

## ۱۶-۴-۴ انتخاب مصالح

**۱۶-۴-۴-۱** کلیات

الف) مصالح لوله‌کشی توزیع آب مصرفی (لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی) در داخل ساختمان (یا ملک) باید با رعایت الزامات مندرج در "(۱۶-۴-۴) انتخاب مصالح" انتخاب و کنترل شود.

ب) روی هر شاخه از لوله و هر قطعه از اجزای لوله‌کشی مانند فیتینگ، فلنج و شیر باید علامت کارخانه سازنده و استاندارد مورد تاییدی که لوله و قطعه مورد نظر بر طبق آن ساخته و آزمایش شده است، به صورت ریختگی، برجسته یا مهر پاک‌نشدنی نقش شده باشد.

پ) استفاده از مصالح کار کرده، آسیب دیده و معیوب مجاز نیست.

ت) مصالح لوله‌کشی باید در برابر اثر خوردگی و تغییر کیفیت، ناشی از اثر آب مصرفی که از شبکه آب شهری به ساختمان (یا ملک) انشعاب می‌دهد، مقاوم باشد.

ث) مصالح لوله‌کشی توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی نباید بیش از ۸ درصد سرب داشته باشد.

(۱) موادی که برای آب‌بندی در اتصال دنده‌ای، روی دنده‌ها اضافه می‌شود، نباید سرب داشته باشد.

(۲) مصالح لوله‌کشی نباید بر کیفیت آب آشامیدنی اثر زیان‌آور داشته باشد و نباید رنگ، طعم و بوی آن را تغییر دهد.

**۱۶-۴-۴-۲** حداکثر فشار و دمای کار مجاز

الف) حداکثر فشار کار مجاز اجزای لوله‌کشی (لوله، فیتینگ، فلنج، شیر و دیگر اجزای لوله‌کشی) توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی در دمای کار ۶۰ درجه سلسیوس (۱۴۰ درجه فارنهایت)، نباید از

۱۰ بار (۱۵۰ پوند بر اینچ مربع) کمتر باشد.
ب) به منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی و جلوگیری از خوردگی در لوله‌ها، دمای آب گرم مصرفی نباید از ۶۰ درجه سلسیوس (۱۴۰ درجه فارنهایت) بیشتر باشد.
پ) عمر مفید لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی در شرایط کارکرد ارایه شده در جدول (۱۶-۴-۴-۲) "پ"، سرجمع نباید از ۵۰ سال کمتر باشد.

**جدول شماره (۱۶-۴-۴-۲) "پ": شرایط کارکرد لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی توزیع آب مصرفی**

| کاربرد | تغییرات فشار (بار) | حداکثر دما (درجه سلسیوس) | تعداد ساعات مصرف در سال |
|---|---|---|---|
| لوله کشی آب سرد مصرفی | صفر تا ۱۰ | ۲۵ | ۸۷۶۰ |
| لوله‌کشی آب گرم مصرفی | صفر تا ۱۰ | ۶۰ | ۸۵۱۰ |
| | | ۸۵ | ۲۵۰ |

**۱۶-۴-۴-۳** انتخاب لوله
الف) لوله‌های فلزی
(۱) لوله‌های فلزی مورد استفاده در سیستم توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی باید مطابق یکی از استانداردهای جدول شماره (۱۶-۴-۴-۳) "الف" باشد.
(۲) لوله‌های مورد استفاده در توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی علاوه بر استانداردهای جدول (۱۶-۴-۴-۳)"الف" باید از نظر بهداشتی با استاندارد NSF61 نیز تطابق داشته باشد.
(۳) انتخاب لوله‌های فلزی از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جداره، اندازه و دیگر مشخصات مشابه استانداردهای تعیین شده در جدول (۱۶-۴-۴-۳)" الف" باشد.
(۴) برای شرایط کار عادی "لوله وزن متوسط" و برای شرایط کار سخت "لوله سنگین" باید انتخاب شود.
ب) لوله‌های غیر فلزی تک لایه
(۱) لوله‌های غیر فلزی تک لایه مورد استفاده در توزیع آب سرد و گرم مصرفی باید مطابق یکی از استانداردهای جدول شماره (۱۶-۴-۴-۳)"ب" باشد.
(۲) لوله‌های غیرفلزی تک لایه مورد استفاده در توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی علاوه بر استانداردهای جدول (۱۶-۴-۴-۳)"ب"، باید از نظر بهداشتی با استانداردNSF61 و DVGW نیز تطابق داشته باشد.

(۳) انتخاب لوله‌های غیر فلزی تک لایه از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مشخص شده در جدول (۱۶-۴-۴-۳) "ب" باشد.

(پ) لوله‌های چند لایه

(۱) لوله‌های چند لایه مورد استفاده در توزیع آب سرد و گرم مصرفی باید مطابق یکی از استانداردهای جدول شماره (۱۶-۴-۴-۳) "پ" باشد.

(۲) لوله‌های چند لایه مورد استفاده در توزیع آب سرد و گرم مصرفی علاوه بر استانداردهای جدول (۱۶-۴-۴-۳) "پ" باید از نظر بهداشتی با NSF61 نیز تطابق داشته باشد.

(۳) انتخاب لوله‌های چند لایه از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مشخص شده در جدول (۱۶-۴-۴-۳) "پ" باشد.

**جدول شماره (۱۶-۴-۴-۳) "الف": لوله‌های فلزی مورد استفاده در توزیع آب‌سرد و آب‌گرم مصرفی**

| جنس لوله / استاندارد | لوله‌های فولادی گالوانیزه | لوله‌های مسی و آلیاژهای مس |
|---|---|---|
| ISIRI | 423 (وزن متوسط یا سنگین) | --- |
| EN-BS-DIN | 10220/10255 | EN-1056 |
| ISO | 65/4200 (متوسط یا سنگین) | 274 |
| ANSI/ASTM | A53/A53M | B88 |

**جدول شماره (۱۶-۴-۴-۳) "ب": لوله‌های غیر فلزی تک‌لایهٔ مورد استفاده در توزیع آب‌سرد و آب‌گرم مصرفی**

| جنس لوله / استاندارد | پلی‌اتیلن مشبک PEX | پلی‌اتیلن دمای بالا PE-RT | پلی‌پروپیلن PP |
|---|---|---|---|
| ISIRI | 13025 | 5 تا 12753-1 | 6314-1, 2 |
| BS | 7291/5556 | --- | --- |
| DIN | 16892/16893 | 16833/16834 | 8077/8078 |
| ANSI/ASTM | F876/F877 | F2623/F2769 | F2389 |
| CAN/CSA | B137.5 | --- | B137.11 |
| DVGW | W542 | W542 | W542 |
| ISO | 15875/4065 | --- | 15874 |

**جدول شماره (۱۶-۴-۴-۳) "پ": لوله‌های چند لایه (دارای یک لایه فلزی) مورد استفاده در توزیع آب‌سرد و آب‌گرم مصرفی**

| جنس لوله / استاندارد | پلی‌اتیلن مشبک - آلومینیم - پلی‌اتیلن مشبک PEX-AL-PEX | پلی‌اتیلن دمابالا - آلومینیم- پلی‌اتیلن دما بالا PERT-AL-PERT |
|---|---|---|
| ISIRI | ۱۲۷۵۳ | ۱۲۷۵۳ |
| DIN | 16836 | 16836 |
| ANSI/ASTM | F1281/F2262 | F1282/F1335 |
| CAN/CSA | B137.10 | --- |
| BS-EN-ISO | 21003 | 21003 |
| DVGW | W542/543 | W542/543 |

**۱۶-۴-۴-۴** انتخاب فیتینگ

الف) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی توزیع آب سرد و گرم مصرفی در داخل ساختمان به کار می‌رود باید از نظر جنس، اندازه، ضخامت جدار و دیگر مشخصات با لوله‌ها مطابقت داشته باشد و برای کار با لوله‌های انتخاب شده مناسب باشد.

(۱) فیتینگ‌ها باید علاوه بر تطابق با استانداردهایی که در قسمت‌های بعدی به آن‌ها اشاره شده، از نظر بهداشتی با NSF61 نیز تطابق داشته باشد.

(۲) در صورت استفاده از مهره ماسوره، انتخاب مهره ماسوره باید از نوعی باشد که سطح آب‌بند بین دو قطعه آن مخروطی یا تخم‌مرغی باشد. کاربرد مهره ماسوره‌هایی که سطح آب‌بند آن‌ها صفحه صاف عمود بر محور باشد، مجاز نیست.

ب) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه استفاده می‌شود باید از نوع چدنی چکش‌خوار یا فولادی دنده‌ای گالوانیزه و طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| فیتینگ‌های ساخته‌شده از چدن‌چکش‌خوار | فیتینگ‌های فولادی دنده‌ای گالوانیزه |
|---|---|
| ISO 49 | ISO 4145 |
| EN10242 | EN10241 |
| ANSI/ASME B16.3 | ANSI/ASME B16.11 |

(۱) انتخاب فیتینگ ساخته شده از چدن چکش‌خوار یا فیتینگ‌های فولادی دنده‌ای گالوانیزه از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه، مشخصات دنده و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تأیید باشد.

پ) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی مسی استفاده می‌شود باید از نوع مسی یا آلیاژهای مس، مناسب برای اتصال لحیمی موییننگی یا اتصال فیتینگ فشاری و طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

ISO 2016
EN 1254-1,2,3,4,5
ASME B16.18, B 16.26

(۱) انتخاب فیتینگ مسی یا آلیاژهای مس از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تأیید باشد.

ت) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی پلاستیکی توزیع آب سرد و گرم مصرفی داخل ساختمان به‌کار می‌روند، باید از نظر بهداشتی، شرایط دما و فشار کار، برای اتصال به لوله پلاستیکی انتخاب شده مناسب باشند.

(۱) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی پلی اتیلن مشبک تک لایه (PEX) به کار می‌روند باید از جنس برنجی یا فولادی با روکش نیکل یا قلع و طبق یکی از استانداردهای زیر باشند.

ISO 15875, 10508
ANSI/ASTM F877, F1807, F1865, F1960, F1961,F2080,F2098, F2159
CAN/CSA B137

(۲) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی پلی اتیلن مشبک – آلومینیوم – پلی اتیلن مشبک (PEX-AL-PEX) به کار می‌روند باید از جنس برنجی یا فولادی با روکش نیکل یا قلع و طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

ISO 21003
ANSI/ASTM F1281 , F1282 , F1974 , F2434
CAN/CSA B137.10

(۳) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی تک لایه پلی اتیلن دمای بالا (PE –RT) نوع ۱ و ۲ به کار می‌روند باید از جنس برنجی یا فولادی با روکش نیکل یا قلع و طبق یکی از استانداردهای زیر باشند:

ISO 22391-3
ANSI/ASTM D2609 , D3261 , F1055 , F2735
CAN/CSA B137.10

(۴) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی پلی اتیلن پنج لایه (PE- RT/ AL/PE-RT) نوع ۱ و ۲ به کار می‌روند باید از جنس برنجی یا فولادی با روکش نیکل یا قلع و طبق یکی از استانداردهای زیر باشند:

| | |
|---|---|
| ISO | 21003 |
| ANSI/ASTM | F1974 |
| CAN/CSA | B137.9, B137.10 |

(۵) فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی پلی‌پروپیلن به‌کار می‌روند باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشند:

| | |
|---|---|
| ISO | 15874-3 |
| I-DIN | 16962-10 |
| ISIRI | 6413-3 |

(۶) انتخاب فیتینگ‌های پلاستیکی از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تایید باشد.

**۱۶-۴-۴-۵** انتخاب فلنچ

الف) فلنچ‌هایی که در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه برای توزیع آب سرد و گرم مصرفی در داخل ساختمان به کار می‌روند باید از جنس چدنی، چدن چکش‌خوار یا فولادی گالوانیزه، مخصوص اتصال دنده‌ای بوده و با NSF61 و هم‌چنین با یکی از استانداردهای زیر تطابق داشته باشند:

| فلنج چدنی دنده‌ای | فلنج چدنی چکش‌خوار دنده‌ای | فلنج فولادی دنده‌ای |
|---|---|---|
| EN1092-2 | EN1092-2 | EN1092-1 |
| ISO7005-2 | ISO7005-2 | ISO7005-1 |
| ASME16.1 | ASME16.1 | ASME16.5 |

(۱) انتخاب فلنج چدنی، چدن چکش‌خوار یا فولادی گالوانیزه، مخصوص اتصال دنده‌ای، از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، اندازه، نوع ساخت، نوع دنده و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تأیید باشد.

**۱۶-۴-۴-۶** انتخاب شیر

الف) شیرهایی که در لوله‌کشی توزیع آب سرد و گرم مصرفی به کار می‌روند باید از نظر جنس، اندازه، نوع دنده، نوع و ابعاد فلنج و دیگر مشخصات برای کاربرد با نوع لوله، فیتینگ و فلنج مناسب باشند.

(۱) شیرها باید از نظر بهداشتی با NSF61 تطابق داشته باشد.

(۲) در لوله‌کشی‌های فولادی گالوانیزه، تا قطر ۵۰ میلیمتر (۲) اینچ، شیرها باید از جنس برنج یا برنزِ مخصوص اتصال دنده‌ای باشد. شیرهای به قطر اسمی ۶۵ تا ۱۰۰ میلیمتر (۲۱/۲ تا ۴ اینچ) باید از جنس برنج یا برنزِ مخصوص اتصال دنده‌ای و یا چدنیِ مخصوص اتصال فلنجی باشد. شیرهای به قطر اسمی ۱۲۵ و ۱۵۰ میلیمتر (۵ و ۶ اینچ) باید از جنس چدن و مخصوص اتصال فلنجی باشد

(۳) در لوله‌کشی مسی، شیرها باید از جنس برنج یا برنز و مخصوص اتصال دنده‌ای باشد.

(۴) در لوله‌کشی پلاستیکی، شیرها باید از جنس برنج یا برنز و مخصوص اتصال دنده‌ای باشد.

ب) شیرهای برنجی یا برنزی، مخصوص اتصال دنده‌ای، باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشند:

| شیرهای کشویی (GATE VALVES) | شیرهای کف فلزی (GLOBE VALVES) | شیرهای یک طرفه (CHECK VALVES) |
|---|---|---|
| BS-EN13828 | BS-EN13828 | BS-EN13828 |
| MSS SP-80 | MSS SP -80 | MSS SP-80 |
| JIS B2011 | JIS B2011 | JIS B2011 |

(۱) انتخاب شیرهای برنجی یا برنزی مخصوص اتصال دنده‌ای از استانداردهای دیگر، به شرطی مجاز است که از نظر جنس، اندازه، نوع ساخت، نوع دنده و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تأیید باشد.

پ) شیرهای چدنی، مخصوص اتصال فلنجی، باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشند:

| **شیرهای کشوئی** (GATE VALVES) | **شیرهای کف فلزی** (GLOBE VALVES) | **شیرهای یک‌طرفه** (CHECK VALVES) |
|---|---|---|
| EN1171, 1092 | EN 13789 , 1092 | EN 12334 |
| ISO 5996 | ISO 5752 | ISO 5752 |
| JIS B2031 | ISO B2031 | JIS B 2031 |
| ANSI/ASTM B16.10 | ANSI/ASTM B 16.10 | NSI/ASTM B16.10 |

(۱) انتخاب شیرهای چدنی مخصوص اتصال فلنجی از استانداردهای دیگر، به شرطی مجاز است که از نظر جنس، اندازه، نوع ساخت، نوع اتصال و دیگر مشخصات، مشابه استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تأیید باشد.

ت) شیرهای برنجی و برنزی با اتصال دنده‌ای که در لوله‌کشی مسی به کار می‌رود باید طبق یکی از استانداردهای مقرر شده در (۱۶-۴-۴-۶)"ب" باشد. اتصال این شیرها به لوله مسی از نوع فیتینگ فشاری است و به کمک یک قطعه واسط (برنجی یا برنزی) صورت می‌گیرد.

**۱۶-۴-۴-۷** اتصالات قابل انعطاف

الف) اتصالات قابل انعطاف که بین انتهای لوله و شیر برداشت لوازم بهداشتی نصب می‌شود، باید از نظر بهداشتی با NSF61 و همچنین استانداردهای ذکر شده در (۱۶-۴-۴-۴) تطابق داشته باشد.

**۱۶-۴-۴-۸** اتصال

الف) کلیات

(۱) اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ یا شیر، فیتینگ به فیتینگ یا شیر، در لوله‌کشی‌های فولادی گالوانیزه، مسی و پلاستیکی که در توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان به کار می‌رود، باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات صورت گیرد.

(۲) همه اتصالات باید در زیر فشار آزمایش پس از نصب، که در (۱۶-۴-۹-۲) مقرر شده است، آب‌بند و گاز بند و مقاوم باشد.

(۳) پیش از اتصال، دهانه لوله باید در سطح عمود بر محور بریده شود، براده‌ها و مواد اضافی از لبه‌های دهانه جدا گردد و داخل لوله از هر گونه مواد اضافی که مانع جریان آب می‌شود، کاملاً پاک و تمیز گردد. دهانه انتهای لوله باید کاملاً باز و سطح مقطع داخلی آن برابر سطح مقطع داخلی لوله یا فیتینگ مورد نظر برای اتصال باشد.

ب) اتصال در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه

(۱) اتصال اجزای لوله‌کشی فولادی گالوانیزه تا قطر اسمی ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ) باید از نوع اتصال دنده‌ای باشد.

(۲) در اتصال اجزای لوله‌کشی فولادی گالوانیزه در قطرهای نامی ۶۵ و ۸۰ و ۱۰۰ میلیمتر (۲۱/۲، ۳ و ۴ اینچ)، می‌توان از اتصال دنده‌ای یا فلنجی استفاده کرد.

(۳) اتصال اجزای لوله‌کشی فولادی گالوانیزه در قطر اسمی ۱۲۵ و ۱۵۰ میلیمتر (۵ و ۶ اینچ) باید از نوع اتصال فلنجی باشد.

(۴) اتصال دنده‌ای باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

ISO 7.1
EN 10226-1
ISIRI 1798

(۵) در اتصال فلنجی، جنس فلنج باید چدنی، چدن چکش‌خوار یا فولادی گالوانیزه از نوع دنده‌ای و طبق "(۱۶-۴-۴-۵) انتخاب فلنج" باشد. نوع دنده فلنج باید بر اساس یکی از استانداردهای (۱۶-۴-۴-۸) "ب" انتخاب شود. واشر آب‌بندی بین دو فلنج متقابل نباید برای آب آشامیدنی اثر زیان‌آور داشته باشد.

(۶) اتصال دنده‌ای که دنده‌های آن طبق استانداردهای دیگر باشد، به شرطی مجاز است که از نظر مشخصات و اندازه‌های دنده طبق یکی از استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تأیید باشد.

پ) اتصال در لوله‌کشی مسی

(۱) در اتصال لحیمی موییننگی سطوح اتصال دو قطعه را باید کاملا تمیز کرد و مفتول لحیم‌کاری را باید تا دمای ذوب گرم کرد، به طوری که فاصله موییننه بین دو قطعه را در تمام سطوح اتصال (گیر) پرکند.

(۲) در اتصال لحیمی موییننگی، در شرایط عادی، مفتول لحیم‌کاری باید از نوع نرم باشد. دمای ذوب لحیم کاری نرم باید کمتر از ۴۲۷ درجه سلسیوس (۸۰۰ درجه فارنهایت) باشد. مفتول لحیم‌کاری ممکن است از آلیاژهای قلع – نقره، قلع – مس یا قلع – آنتیموان (۵-۹۵) باشد. استفاده از مفتول لحیم کاری که میزان سرب آن بیش از ۰/۲ درصد باشد مجاز نیست.

(۳) در اتصال لحیم موییننگی، مفتول لحیم‌کاری باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ISO | 2016 |
| DIN | 1707 |
| EN | 9453, 1254 |
| ANSI/ASTM | B 32, B 16.22 |

(۴) در اتصال فیتینگ فشاری، فیتینگ‌های انتخابی باید طبق استانداردهای مقرر شده در (۱۶-۴-۴-۴) "پ" باشد.

(۵) در اتصال لحیمی موییننگی و اتصال فیتینگ فشاری، در لوله‌کشی مسی، استفاده از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که مفتول لحیم‌کاری و طول اتصال لحیمی و نوع دنده و اندازه آن در اتصال فشاری، طبق استانداردهای مقرر شده بالا و مورد تأیید باشد.

ت) اتصال در لوله‌کشی غیر فلزی

(۱) اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ و فیتینگ به فیتینگ در لوله‌کشی غیر فلزی به دو روش مکانیکی یا جوشی صورت می‌گیرد.

(۲) اتصال مکانیکی باید از نوع دنده‌ای یا فشاری باشد. اتصال دنده‌ای یا فشاری با کمک واسط، از جنس برنجی یا فولادی با روکش نیکل یا قلع، طبق توصیه کارخانه سازنده باید صورت گیرد. نوع اتصال باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ISO | 21003-3 |
| EN | 12502 |
| ANSI/ASTM | 877 |

(۳) اتصال جوشی لوله به لوله و لوله به فیتینگ باید با گرم کردن سطح تماس آن‌ها و یا به کمک چسب مخصوص در سطح تماس آن‌ها صورت گیرد. هر کدام از این دو روش باید مطابق یک استانداردهای معتبر صورت گیرد.

(۴) اتصال جوشی یا اتصال مکانیکی لوله‌های غیر فلزی باید مطابق توصیه کارخانه سازنده صورت گیرد. توصیه کارخانه سازنده باید مطابق یکی از استانداردهای معتبر باشد.

(۵) استاندارد فیتینگ مناسب برای لوله‌های غیر فلزی باید در کارخانه، بصورت نوشته پاک نشدنی روی لوله مشخص شده باشد.

ث) اتصال دو لوله نا همجنس

(۱) اتصال لوله یا فیتینگ فولادی به لوله یا فیتینگ مسی باید با واسطهٔ یک فیتینگ برنجی یا فیتینگ مورد تأیید دیگر صورت گیرد. اتصال فیتینگ واسط به لوله مسی باید از نوع لحیمی موییننگی یا از نوع فشاری باشد. اتصال فیتینگ برنجی واسط به لوله یا فیتینگ فولادی گالوانیزه، باید از نوع دنده‌ای باشد.

(۲) اتصال لولهٔ غیرفلزی به لوله یا فیتینگ فولادی یا مسی باید به کمک یک واسط برنجی یا فولادی با روکش نیکل یا قلع یا واسط مورد تأیید دیگر، صورت گیرد.

## ۱۶-۴-۵ اجرای لوله‌کشی

### ۱۶-۴-۵-۱ کلیات

الف) اجرای لوله‌کشی توزیع آب مصرفی در داخل ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات صورت گیرد.

ب) اجرای لوله‌کشی باید توسط کارگران آموزش دیده و ماهر صورت گیرد و از طرف کارشناسان مسئول اجرای کار، سرپرستی شود.

(۱) لوله‌کشی باید با توجه به صرفه‌جویی در مصالح و دستمزد، حفاظت در برابر خرابی و آسیب‌دیدگی، خوردگی، یخبندان، جلوگیری از محبوس شدن هوا در لوله‌ها و مزاحمت ناشی از سر و صدای جریان آب اجرا شود.

**۱۶-۴-۵-۲** الزامات اجرای کار

الف) در جریان نصب لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید داخل لوله‌ها و فیتینگ‌ها از ذرات فلز، ماسه، خاک، مواد آب‌بندی و غیره کاملاً پاک شود.

ب) در نقاط بالای شبکه لوله‌کشی که احتمال محبوس شدن هوا باشد، باید شیر تخلیه هوا نصب شود و در نقاط پایین شبکه لوله‌کشی باید شیر تخلیه آب نصب شود.

(۱) برای امکان تخلیه آب شبکه لوله‌کشی ساختمان باید بعد از کنتور آب ساختمان و بلافاصله بعد از شیر قطع و وصل و شیر یک‌طرفه، شیر تخلیه آب نصب شود.

(۲) لوله‌کشی باید چنان اجرا شود که همواره بصورت ثقلی قابل تخلیه باشد.

در هر قسمت از شبکه لوله‌کشی که تخلیه آب لوله‌ها از شیرهای برداشت آب لوازم بهداشتی و دیگر مصرف کننده‌ها امکان‌پذیر باشد، نصب شیر تخلیه آب لازم نیست.

پ) انتخاب مصالح و روش‌های اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ یا شیر، فیتینگ به فیتینگ یا شیر، باید طبق الزامات مندرج در (۱۶-۴-۴) "انتخاب مصالح" به عمل آید.

(۱) در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه خم کردن لوله مجاز نیست و باید از زانوهای فولادی گالوانیزهیا چدن چکش‌خوار، استفاده شود.

(۲) در اتصال دنده‌ای، مواد آب‌بندی باید فقط روی دنده‌های خارجی (دنده‌نر) اضافه شود.

(۳) تغییر سطح مقطع داخلی در اتصالات لوله‌کشی نباید ناگهانی باشد و باید با واسطه تبدیل‌های استاندارد به تدریج صورت گیرد.

(۴) در لوله‌کشی غیر فلزی، نوع و محل بست‌ها و تأمین شرایط انبساط و انقباض لوله‌ها باید طبق دستور کارخانه سازنده رعایت شود.

ت) لوله‌کشی باید در مسیرهایی که در "(۱۶-۴-۳-۳) مسیر لوله‌ها" مقرر شده، اجرا شود.

(۱) سطوح داخلی شفت‌های قائم که لوله در آن نصب می‌شود باید نازک کاری شده و کاملاً صاف باشد.

(۲) لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید با بست، و به ترتیبی که در این مبحث مقرر شده است، در مسیرهای تعیین شده ثابت شوند.

(۳) در لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی باید برای امکان انبساط و انقباض لوله‌ها پیش‌بینی‌های لازم صورت گیرد.

(۴) در مسیرهایی که لوله‌ها در معرض یخزدن باشند، باید با عایق گرمایی، یا روش‌های مورد تأیید دیگر، حفاظت شوند.

(۵) عبور لوله از دیوار، تیغه، سقف و کف باید از داخل غلافی که قطر داخلی آن دست کم ۲۰ میلی‌متر از قطر خارجی لوله بزرگتر باشد، صورت گیرد. فاصله بین لوله و غلاف باید از مواد مناسب پر شود.

(۶) در لوله‌کشی فلزی هیچ نوع اتصال، جز اتصال جوشی نباید در داخل اجزای ساختمان، یا داخل غلاف لوله قرار گیرد.

(۷) در عبور لوله از دیوار، کف و سقف باید مقررات آتش‌سوزی مربوط به این جدارها در مورد فضای دور لوله نیز رعایت شود و دور لوله با مواد مقاوم در برابر آتش با مقاومتی برابر آن‌چه برای جدار ساختمانی تعریف شده است، پر شود.

ث) اتصال لوله آب به مخازن ذخیره، شیرهای فشار شکن، آب گرمکن، دستگاه‌های تصفیه آب و موارد مشابه، باید از نوع اتصال بازشو (مانند مهره ماسوره یا فلنج) باشد تا امکان جدا کردن آن وجود داشته باشد.

(۱) فاصله مهره ماسوره یا فلنج با دستگاه نباید بیش از ۳۰ سانتی‌متر باشد.

**۳-۵-۴-۱۶** محل نصب شیرها

الف) در نقاط زیر باید شیرهایی که قطر داخلی آن در حالت تمام باز برابر قطر داخلی لوله یا حداکثر یک اندازه از آن کوچک‌تر باشد، نصب شود:

(۱) در نقطه خروج لوله از کنتور آب ساختمان و روی لوله ورودی به ساختمان (یا ملک) باید یک شیر قطع و وصل، یک شیر یک طرفه و یک شیر تخلیه نصب شود.

(۲) در زیر هر خط لوله قائم داخل ساختمان، که دست کم به دو طبقه از پایین به بالا آب می‌رساند، باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر تخلیه نصب شود.

(۳) در بالای هر خط لوله قائم داخل ساختمان، که دست کم به دو طبقه از بالا به پایین آب می‌رساند، باید یک شیر قطع و وصل و در زیر آن یک شیر تخلیه نصب شود.

(۴) در ورود لوله آب به هر واحد آپارتمانی باید شیر قطع و وصل و شیر یک طرفه نصب شود.

(۵) در ورود به یک گروه بهداشتی شامل تعدادی لوازم بهداشتی، باید شیر قطع و وصل نصب شود، مگر آن‌که لوله ورود به هریک از لوازم بهداشتی در آن گروه شیر قطع و وصل مستقل داشته باشد.

(۶) در ورود لوله تغذیه آب به هر مخزن آب تحت فشار باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر یک طرفه نصب شود.

(۷) در ورود لوله تغذیه به هر مخزن ذخیره آب باید یک شیر قطع و وصل نصب شود.

(۸) در نقطه ورود آب به هر دستگاه آب‌گرمکن باید شیر قطع و وصل و شیر یکطرفه نصب شود.

ب) شیرهای دیگری که بـرای حفاظـت از شبکه آب آشامیدنی ساختمان لازم است باید برابر "(۱۶-۴-۷) حفاظت آب آشامیدنی" باشد.

**۱۶-۴-۵-۴** دسترسی به شیرها

الف) شیرهایی که در شبکه لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی ساختمان نصب می‌شوند باید روکار و آشکار نصب شوند، یا پس از نصب به آسانی قابل دسترسی باشند.

(۱) شیرهایی که روی لوله داخل ترنچ زیر کف ساختمان، یا زیر کف محوطه نصب می‌شوند باید با بازکردن یک دریچه قابل دسترسی باشند.

(۲) شیرهایی که روی لوله قائم داخل شفت‌های ساختمان نصب می‌شوند باید با بازکردن یک دریچه قابل دسترسی باشند.

(۳) شیرهایی که روی لوله افقی داخل سقف کاذب طبقات ساختمان نصب می‌شوند، اگر سقف کاذب قابل برداشتن نباشد، باید با بازکردن دریچه‌ای که در سقف کاذب پیش‌بینی می‌شود قابل دسترسی باشند.

ب) شیرهایی که روی لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان قرار می‌گیرند باید با نصب اتصال بازشو (مانند مهره ماسوره و فلنج)، نزدیک به شیر، به منظور سهولت تعمیر و تعویض، قابل باز کردن و برداشتن باشند.

## ۱۶-۴-۶ ذخیره سازی و تنظیم فشار

**۱۶-۴-۶-۱** ذخیره سازی

الف) ذخیره‌سازی آب در صورت لزوم و با تأیید، به منظورهای زیر صورت می‌گیرد:

(۱) جلوگیری از قطع آب در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان در مواقعی که آب ورودی از شبکه شهری به ساختمان به علت تعمیر یا علت‌های دیگر، قطع شود

(۲) برای آن که مقدار حداکثر مصرف آب در ساختمان به شبکه آب شهری منتقل نشود.

(۳) کنترل فشار آب مورد نیاز لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان.

(۴) توزیع آب از بالا به پایین

(۵) منطقه‌بندی توزیع آب در ساختمان‌های بلند

(۶) به منظور حفاظت از شبکه آب شهری

ب) در ساختمان‌های مسکونی بیش از ۴ طبقه یا بیش از ده واحد آپارتمانی باید مخزن ذخیره آب با گنجایش دست کم ۱۲ ساعت مصرف، براساس ۱۵۰ لیتر برای هر نفر در شبانه‌روز پیش‌بینی شود.

پ) محل مخزن آب

(۱) مخزن ذخیره آب نباید در جایی ساخته یا نصب شود که در معرض نفوذ سیل یا آب زیرزمینی باشد. این مخزن نباید در محلی قرار گیرد که لوله فاضلاب یا آب غیر بهداشتی از روی آن عبور کند.

(۲) اگر احتمال نفوذ آب زیرزمینی وجود داشته باشد، باید در اطراف مخزن به اندازه کافی فضای باز پیش‌بینی شود تا بتوان به طور ادواری مخزن را بازدید کرد و مطمئن شد که آب آلوده به داخل آن نفوذ نمی‌کند.

(۳) اگر مخزن ذخیره آب در داخل ساختمان قرار گیرد، باید طوری نصب شود که داخل آن برای بازرسی و تعمیر قابل دسترسی باشد و مخزن در برابر گرما و سرما حفاظت شود. برای اتاقی که مخزن ذخیره آب در آن نصب می‌شود باید تعویض هوا و کف‌شوی پیش‌بینی شود.

(۴) اگر مخزن فلزی ذخیره آب روی بام نصب شود باید برای جلوگیری از یخزدن یا گرم شدن آن با عایق گرمایی پوشانده شود. عایق سقف این مخازن و دریچه آدم‌رو آن باید قابل برداشتن باشد تا بازرسی امکان‌پذیر گردد.

ت) حفاظت مخزن ذخیره آب

(۱) مخزن ذخیره آب باید در برابر اثر آب مقاوم باشد.

(۲) اگر مخزن ذخیره آب فولادی است، باید سطوح داخلی و خارجی آن گالوانیزه باشد.

(۳) اگر مخزن ذخیره آب غیرفولادی یا فولادی غیر گالوانیزه باشد، باید سطوح داخلی و خارجی آن با مواد مناسب، که در رنگ، طعم، بو و گوارا بودن آب اثر نگذارد و ایجاد مسمومیت نکند، اندود شود. اندود داخل مخزن نباید مواد سربی داشته باشد.

(۴) مخزن ذخیره آب باید دریچه آدم‌رو داشته باشد تا بازرسی و تعمیر داخلی آن امکان‌پذیر باشد.

(۵) دریچه آدم‌رو مخزن ذخیره آب باید، در زمان بسته بودن، کاملاً هوابند باشد. این دریچه باید دور از دسترسی اشخاص غیر مسئول باشد و در برابر نفوذ مواد آلوده و حشرات و کرم‌ها کاملاً حفاظت شود.

ث) اتصالات مخزن ذخیره آب

(۱) روی لوله ورود آب به مخزن باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر کنترل، از نوع شناور و یا نوع دیگر، نصب شود تا از سر ریز شدن و اتلاف آب جلوگیری شود.

(۲) لبه زیر دهانه لوله ورود آب به مخزن باید دست کم ۱۰۰ میلی‌متر از روی دهانه لوله سرریز بالاتر باشد تا فاصله هوایی لازم تأمین شود.

(۳) قطر اسمی لوله سر ریز باید دست کم دو برابر قطر لوله ورود آب به مخزن ذخیره باشد. روی لوله سرریز نباید هیچ شیری نصب شود. لوله سرریز مخزن نباید از جنس قابل انعطاف باشد. انتهای لوله سرریز باید دست کم ۱۵۰ میلی‌متر بالاتر یا دورتر از کف‌شوی یا هر نقطه تخلیه دیگر باشد. انتهای لوله سرریز نباید قابل اتصال به شلنگ باشد و باید توری مقاوم در برابر خوردگی داشته باشد. لوله سرریز باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخزدن نداشته باشد، یا آن‌که با عایق گرمایی در برابر یخزدن حفاظت شود. لبه زیر دهانه سرریز باید دست‌کم ۴۰ میلی‌متر از حداکثر سطح آب بالاتر باشد.

(۴) مخزن ذخیره آب باید لوله هواکش داشته باشد تا فشار داخل مخزن همواره برابر فشار جو باشد. قطر اسمی لوله هواکش باید دست‌کم برابر قطر اسمی لوله خروج آب از مخزن باشد و دهانه انتهای آن توری مقاوم در برابر خوردگی داشته باشد.

(۵) مخزن ذخیره آب باید در پایین‌ترین نقطه، لوله تخلیه داشته باشد که با بازکردن شیر آن بتوان تمام آب مخزن را تخلیه کرد. لوله تخلیه مخزن نباید از جنس قابل انعطاف باشد. انتهای لوله تخلیه باید دست کم ۱۵۰ میلی‌متر بالاتر و دورتر از کف‌شوی یا هر نقطه تخلیه دیگر باشد. انتهای لوله تخلیه نباید قابل اتصال به شلنگ باشد و باید با توری مقاوم در برابر خوردگی محافظت شود. لوله تخلیه باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخزدن نداشته باشد. قطر اسمی لوله تخلیه مخزن آب باید دست کم برابر ارقام جدول شماره (۱۶-۴-۶-۱) "ث" (۵) باشد.

(۶) روی لوله ورودی آب به مخزن باید شیر قطع و وصل نصب شود. اگر حجم مخزن بیش از ۱۰۰۰ لیتر باشد، دهانه خروجی و دهانه ورودی آب باید در دو سمت مخزن و در مقابل هم قرار گیرند تا از راکد ماندن آب جلوگیری شود.

(۷) اگر گنجایش مخزن آب بیش از ۴۰۰۰ لیتر باشد، باید به جای یک مخزن دست کم دو مخزن به طور موازی نصب شود تا هنگام تعمیر یا تمیز کردن یکی از مخازن، آب قطع نشود. در این حالت هر مخزن باید به طور جداگانه و مستقل به شیرهای ورودی و خروجی آب، شیر کنترل، شیر تخلیه، لوله سرریز و لوله هواکش مجهز باشد.

(۸) در حالتی که تعداد مخازن ذخیره بیش از یک مخزن باشد، مجموع گنجایش دو یا چند مخزن دست کم باید برابر حجم ذخیرهٔ مورد نیاز باشد.

**جدول شماره (۱۶-۴-۶-۱) "ث" (۵): قطر لوله تخلیه مخازن ذخیره آب**

| گنجایش مخزن ذخیره آب (لیتر) | قطر نامه لوله تخلیه | |
|---|---|---|
| | میلی‌متر | اینچ |
| تا ۲۵۰۰ | ۲۵ | ۱ |
| ۲۵۰۱ تا ۵۰۰۰ | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| ۵۰۰۱ تا ۱۰۰۰۰ | ۵۰ | ۲ |
| ۱۰۰۰۱ تا ۲۰۰۰۰ | ۶۵ | $۲\frac{۱}{۲}$ |
| ۲۰۰۰۱ تا ۳۰۰۰۰ | ۸۰ | ۳ |
| بیش از ۳۰۰۰۰ | ۱۰۰ | ۴ |

**۱۶-۴-۶-۲** تنظیم فشار آب

الف) برای تأمین یا تنظیم فشار در شبکه لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان، در موارد لزوم و با تأیید، باید یکی از سیستم‌های زیر یا ترکیبی از آن‌ها طراحی و نصب شود:

- پمپ و مخزن ذخیره مرتفع
- پمپ و مخزن تحت فشار بدون دیافراگم
- پمپ و مخزن تحت فشار- با دیافراگم
- سیستم افزایش فشار بدون مخزن
- شیر فشار شکن از نوع قابل تنظیم

(۱) نصب مستقیم پمپ روی لوله انشعاب آب شهر مجاز نیست.

(۲) چنانچه پمپ آبرسانی در زیرزمین ساختمان نصب می‌شود، باید برای آن فونداسیون به ارتفاع دست کم ۵۰ سانتی‌متر پیش‌بینی گردد. نصب پمپ در حوضچه مجاز نیست.

ب) پمپ و مخزن ذخیره مرتفع

(۱) نکاتی که در (۱۶-۴-۶-۱) "ذخیره‌سازی"، در مورد محل استقرار، حفاظت، اتصالات و دیگر الزامات مخازن ذخیره آب مقرر شده است، در مورد مخازن ذخیره مرتفع نیز باید رعایت شود.

پ) پمپ و مخزن تحت فشار- بدون دیافراگم

(۱) در این سیستم باید روی مخزن یا کلکتور خروجی پمپ، شیر اطمینان مورد تأیید نصب شود.

(۲) شیر اطمینان باید طوری انتخاب و تنظیم شود که در فشاری برابر حداکثر فشار کار مجاز مخزن، باز شود و آب را تخلیه کند.
(۳) لوله تخلیه شیر اطمینان نباید از جنس قابل انعطاف باشد. تخلیه آب از این لوله باید به طور ثقلی صورت گیرد.
(۴) انتهای لوله تخلیه آب شیر اطمینان باید تا نزدیک نقطه تخلیه مناسبی (کف‌شوی یا یکی از لوازم بهداشتی) ادامه یابد. لوله تخلیه نباید مستقیماً به لوله فاضلاب متصل شود.
(۵) فشار هوای داخل مخزن باید به کمک کمپرسور هوا تأمین شود.

ت) پمپ و مخزن تحت فشار – دیافراگمی

(۱) روی کلکتور آب باید شیر اطمینان مورد تأیید نصب شود.
(۲) شیر اطمینان باید در فشاری برابر حداکثر فشار کار مجاز مخزن، باز شود و آب را تخلیه کند.
(۳) لولهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان نباید از جنس قابل انعطاف باشد. تخلیهٔ آب از این لوله باید به طور ثقلی صورت گیرد.
(۴) انتهای لوله تخلیهٔ شیر اطمینان باید تا نزدیک نقطهٔ مناسبی ادامه یابد. این لوله تخلیه نباید مستقیماً به لولهٔ فاضلاب متصل شود.

ث) سیستم افزایش فشار بدون مخزن

(۱) انتخاب و تنظیم این سیستم باید به ترتیبی باشد که حداقل فشار مورد نیاز پشت شیرهای برداشت آب، مقرر شده در این مبحث را به طور خودکار تنظیم کند و روی شیرهای برداشت آب فشاری بیش از آن‌چه در این مقررات معین شده، ایجاد ننماید.

ج) کاهش فشار آب

(۱) اگر فشار ورودی به لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان یا قسمتی از آن، بیش از ارقامی باشد که در این مبحث از مقررات معین شده است، باید شیر فشار شکن قابل تنظیم با هر سیستم مورد تأیید دیگری، به منظور کاهش فشار آب تا میزان مورد نیاز، نصب شود.
(۲) روی لوله خروجی از شیر فشار شکن یا هر سیستم کاهش فشار دیگر، باید شیر اطمینان فشاری نصب شود.

## ۱۶-۴-۷ حفاظت آب آشامیدنی

### ۱۶-۴-۷-۱ کلیات

الف) لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی در ساختمان (یا ملک) باید به ترتیبی طرح، نصب و نگهداری شود که از هرگونه آلوده‌شدن با آب غیر آشامیدنی و دیگر مایعات، مواد جامد یا گازی که ممکن

است از طریق اتصال مستقیم یا از طریق هر اتصال دیگری، به آن وارد شود یا در آن نفوذ کند، حفاظت شود.
ب) اگر در ساختمان غیر از لوله‌کشی آب آشامیدنی، لوله‌کشی دیگری مخصوص آب یا دیگر مایعات غیر آشامیدنی وجود داشته باشد، هریک از این دو شبکه لوله‌کشی، باید با رنگ یا برچسب‌های فلزی مورد تأیید مشخص شود، به‌طوری که شناسایی هر یک از این دو شبکه لوله‌کشی به آسانی امکان‌پذیر باشد.

**۱۶-۴-۷-۲** اتصال مستقیم
الف) اتصال مستقیم بین لوله‌کشی آب آشامیدنی و لوله‌کشی آب غیرآشامیدنی مجاز نیست. مگر آن‌که با نصب لوازم مورد تأیید، از برگشت جریان جلوگیری شود.
ب) اتصال مستقیم بین لوله‌کشی توزیع آب سرد و لوله‌کشی آب گرم مصرفی مجاز نیست، مگر آن‌که با نصب لوازم مورد تأیید از برگشت جریان جلوگیری شود.
پ) اتصال مستقیم بین لوله‌کشی آب آشامیدنی که از شبکه آب شهری تغذیه می‌شود و شبکه لوله‌کشی آب آشامیدنی که از منابع خصوصی تغذیه می‌شود، مجاز نیست.
ت) اتصال مستقیم لوله‌کشی آب آشامیدنی به لوله‌کشی فاضلاب و آب باران مجاز نیست.

**۱۶-۴-۷-۳** لوازم جلوگیری از برگشت جریان
الف) لوازم و شیرهایی که برای جلوگیری از برگشت جریان آبِ ناشی از فشار معکوس یا مکش سیفونی، به کار می‌رود باید برابر الزامات این قسمت از مقررات و از نظر مشخصات ساخت و آزمایش طبق یکی از استانداردهای معتبر و مورد تأیید باشد.
ب) فاصله هوایی
(۱) حداقل فاصله هوایی قائم باید از زیر دهانه خروجی لوله آب آشامیدنی تا تراز روی لبه سرریزآب هریک از لوازم بهداشتی، هر مخزن آب، یا هر نوع دهانه تخلیه دیگر، که آب در آن می‌ریزد، اندازه‌گیری شود.
پ) شیر یک‌طرفه
(۱) شیر یک طرفه‌ای که برای جلوگیری از برگشت جریان آب به داخل لوله‌کشی آب آشامیدنی نصب می‌شود، باید از نوع فنردار با نشیمن آب بند باشد و فقط در یک جهت به آب اجازه جریان دهد و در جهت دیگر هیچ نشتی نداشته باشد.
(۲) شیر یک‌طرفه دوتایی باید شامل دو عدد شیر یک‌طرفه فنر دار با نشیمن آب‌بند باشد که پشت سر هم روی لوله نصب می‌شود. بین این دو شیر یک طرفه یک اتصال برداشت آب

برای آزمایش با شیر قطع و وصل قرار می‌گیرد. دو طرف این مجموعه باید شیرهای قطع و وصل نصب شود.

(۳) شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک طرفه باید شامل دو عدد شیر یک طرفه فنردار با نشیمن آب‌بند باشد. در فاصله بین این دو شیر یک طرفه یک شیر اطمینان اختلاف فشار نصب می‌شود. دو طرف این مجموعه شیرهای قطع و وصل و در بین آن، یک شیر برداشت برای آزمایش نصب می‌شود. وقتی فشار بین دو شیر یک‌طرفه بیش از فشار آب بالا دست (ورود آب) باشد شیر اطمینان باز و مقداری آب خارج می‌شود.

ت) خلاء شکن

(۱) خلاءشکن آتمسفر یک یا فشاری (فنردار)، که برای جلوگیری از برگشت جریان ناشی از مکش سیفونی نصب می‌شود، باید از نظر مشخصات ساخت و آزمایش طبق یکی از استانداردهای معتبر و مورد تأیید باشد.

(۲) خلاء شکن باید در فشار متعارف جو بتواند دهانه ورود هوای آزاد را باز کند، خلاء داخل لوله خروجی را بشکند و فشار داخل آن را به فشار جو برساند. دهانه ورود هوا به خلاء شکن نباید زیر هود آشپزخانه یا هرجای دیگری که هوای آلوده دارد، قرارگیرد.

(۳) خلاء شکن باید طوری نصب شود که زیر آن دست کم ۱۵۰ میلی‌متر بالاتر از تراز لبه سرریز لوازم بهداشتی یا هر مصرف کننده دیگر آب قرار گیرد. خلاء شکن باید طوری نصب شود که قطعه متحرک آن حرکت قائم رو به بالا و پایین داشته باشد.

(۴) نصب خلاء شکن به تنهایی برای جلوگیری از برگشت جریان ناشی از فشار معکوس کافی نیست.

ث) جدول شماره (۱۶-۴-۷-۳)"ث" کاربرد انواع مختلف لوازم جلوگیری از برگشت جریان را نشان می‌دهد.

**جدول شماره (۱۶-۴-۷-۳) "ث": کاربرد انواع مختلف روش‌های جلوگیری از برگشت جریان**

| روش جلوگیری از برگشت جریان | درجه آلودگی | کاربرد | شماره استاندارد |
|---|---|---|---|
| فاصله هوایی | ظاهری[۱] – غیر بهداشتی[۲] | فشار معکوس – مکش سیفونی | ASME A112.12 |
| نصب شیراطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک‌طرفه | ظاهری- غیر بهداشتی | فشار معکوس – مکش سیفونی | ASSE 1013<br>AWWA C511<br>CSA CAN /CSA- B64.4 |
| نصب شیر یک طرفه دوتایی | ظاهری | فشار معکوس- مکش سیفونی | ASSE 1015<br>AWWA C510 |
| نصب شیر یک طرفه دوتایی با شیر تخلیه بین آن‌ها | ظاهری | فشار معکوس- مکش سیفونی | ASSE 1012<br>CSA CAN/CSA-B64.3 |
| نصب خلا شکن اتمسفریک | ظاهری- غیر بهداشتی | فقط مکش سیفونی | ASSE1001<br>CSA CAN/CSA-B64.1.1 |
| نصب خلا شکن فشاری | ظاهری- غیر بهداشتی | فقط مکش سیفونی | ASSE1020 |
| نصب خلا شکن برای شیر سرشلنگی | ظاهری- غیر بهداشتی | فشار معکوس- مکش سیفونی | ASSE1011<br>CSA CAN /CSA- B64.2 |

**۱- آلودگی ظاهری:** آلودگی آب در حدی که کیفیت آن از نظر سلامت عمومی غیر بهداشتی نباشد ولی خصوصیات ظاهری آن، مانند رنگ، طعم، بو و غیره در حدی باشد که نتوان آن را به عنوان آب آشامیدنی مناسب دانست.

**۲- آلودگی غیر بهداشتی:** آلودگی آب در حدی که کیفیت آن از نظر سلامت عمومی غیر بهداشتی باشد و موجب مسمومیت یا انتشار بیماری و آسیب‌های مشابه گردد.

**۱۶-۴-۷-۴** حفاظت دهانه‌های خروج آب

الف) دهانه‌های خروج آب از شیرهای برداشت آب آشامیدنی باید با فاصله هوایی حفاظت شوند. فاصله هوایی قائم بین لبه زیر دهانه خروج آب تا روی لبه سرریز آب لوازم بهداشتی، مخازن آب یا هر دستگاه دریافت کننده آب دیگر، باید دست‌کم برابر ارقام جدول شماره (۱۶-۴-۷-۴) "الف" باشد.

**جدول شماره (۱۶-۴-۷-۴) "الف": حداقل فاصله هوایی برای دهانه‌های خروج آب**

| لوازم بهداشتی | حداقل فاصله هوایی | |
|---|---|---|
| | دور از دیوار[1] | نزدیک دیوار |
| دست‌شویی و لوازم بهداشتی دیگرکه قطر موثر دهانه خروج آب آن‌ها بیش از ۱۵ میلی‌متر ( $\frac{1}{2}$ اینچ) نباشد | ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) | ۴۰ میلی‌متر ( $1\frac{1}{2}$ اینچ) |
| سینک‌های شستشو و لگن‌های رخت‌شویی، با شیرهای گردن غازی و لوازم بهداشتی دیگری که قطر موثر دهانه خروج آب آن‌ها بیش از ۲۰ میلی‌متر ( $\frac{3}{4}$ ) اینچ نباشد. | ۴۰ میلی‌متر ( $1\frac{1}{2}$ اینچ) | ۶۵ میلی‌متر ( $2\frac{1}{2}$ اینچ) |
| وان‌هایی که شیرپرکن آن‌ها روی بدنه وان نصب می‌شود و لوازم بهداشتی دیگری که قطر موثر دهانه خروج آب آن‌ها بیش از ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) نباشد. | ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) | ۸۰ میلی‌متر (۳ اینچ) |
| آب‌خوری و خروجی‌های دیگر آب که قطر موثر دهانه خروج آب آن‌ها بیش از ۱۵ میلی‌متر ( $\frac{1}{2}$ اینچ) نباشد. | ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) | ۴۰ میلی‌متر ( $1\frac{1}{2}$ اینچ) |
| دهانه‌های خروجی آب مصرف‌کننده‌هایی که قطر موثر آن‌ها بیش از ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) باشد. | دو برابر قطر موثر دهانه | سه برابر قطر موثر دهانه |

**۱**- ارقام برای حالتی است که لبه دهانه خروج آب از یک دیوار، فاصله‌ای بیش از ۳ برابر قطر موثر دهانه خروج آب داشته باشد.

(۱) دهانه خروج آب از شیر یا لوله که آب را به کف شوی یا هر دهانه آزاد فاضلاب یا آب باران می‌ریزد باید دست کم ۱۵۰ میلی‌متر با دهانه فاضلاب یا آب باران فاصله هوایی قائم داشته باشد.

ب) شیرهای سر شلنگی:

(۱) شیر سرشلنگی در شبکه لوله‌کشی آب آشامیدنی که برای آبیاری فضاهای سبز یا هر مصرف‌کننده دیگری کاربرد دارد باید با فاصله هوایی، شیر یک‌طرفه دوتایی یا یک شیر یک‌طرفه و یک خلاء شکن حفاظت شود.

(۲) شیر تخلیه آب نباید زیر خاک قرار گیرد. حتی اگر سرشلنگی هم نباشد. این شیر باید در حوضچه مورد تأیید نصب شود. کف حوضچه باید تخلیه داشته باشد و اطمینان حاصل شود که آب در آن جمع نخواهد شد. دهانه خروجی شیر تخلیه باید نسبت به کف حوضچه دست کم ۱۵۰ میلی‌متر فاصله هوایی قائم داشته باشد.

(۳) شیر سرشلنگی در موارد زیر نیاز به حفاظت ندارد:

- شیرهای تخلیه آب گرم‌کن و دیگ آب گرم که فقط برای تخلیه این دستگاه‌ها کاربرد دارند.

- شیر سر شلنگی تغذیه آب ماشین رختشویی و ماشین ظرفشویی، در صورتی که مانع برگشت جریان روی این دستگاه‌ها پیش‌بینی شده باشد.

(۴) اتصال دوش شلنگی (دوش کمر تلفنی) به لوله آب سرد مصرفی باید با نصب شیر یک‌طرفه دوتایی یا یک شیر یک‌طرفه و یک خلاء شکن حفاظت شود.

پ) شیر مخلوط

(۱) نصب شیر مخلوط آب سرد و آب گرم مصرفی روی لوازم بهداشتی یا هر نوع مصرف‌کننده دیگر آب آشامیدنی به شرطی مجاز است که روی اتصال آب سرد به شیر مخلوط یک شیر یک‌طرفه نصب شود و دهانه مشترک خروج آب از شیر قابل مسدود شدن نباشد.

(۲) در صورتی که دهانه خروج آب از شیر تکی یا مخلوط اتصال سر شلنگی داشته باشد، نصب یک شیر یک طرفه کافی نیست و طبق آن چه در (۱۶-۴-۷-۴) "ب" مقرر شده، اتصال لوله آب سرد باید با لوازم برگشت جریان حفاظت شود.

**۱۶-۴-۷-۵** اتصال به لوازم بهداشتی

الف) فلاش تانک مخصوص شستشوی توالت یا پیسوار

(۱) لبه زیر دهانه ورود آب از شیر شناور به فلاش تانک باید دست کم ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) از لبه روی دهانه لوله سرریز آب تانک بالاتر باشد.

(۲) اتصال آب از شبکه توزیع آب آشامیدنی به فلاش تانک باید با نصب یک شیر قطع و وصل و یک شیر شناور مورد تأیید حفاظت شود.

ب) فلاش والو مخصوص شستشوی توالت یا پیسوار

(۱) اتصال آب از شبکه توزیع آب آشامیدنی به فلاش والو باید با فاصله هوایی، نصب یک شیر یک طرفه و یک خلاء شکن، یا با نصب شیر یک‌طرفه دوتایی حفاظت شود.

(۲) اگر فلاش والو از نوعی باشد که در آن مانع برگشت جریان پیش‌بینی شده باشد نصب لوازم دیگری لازم نیست.

پ) بیده

(۱) اتصال لوله‌کشی توزیع آب مصرفی به نوعی از بیده که آب فشان مغروق دارد، مطلقاً ممنوع است.

(۲) تغذیه آب بیده تنها در صورتی مجاز است که آب مورد نیاز آن از تانک آب جداگانه و مخصوص آن بیده تأمین شود. این تانک باید با فاصله هوایی از شبکه توزیع آب ساختمان جدا باشد.

**۱۶-۴-۷-۶** انشعاب آب برای مصارف دیگر

الف) تغذیه آب به تأسیسات گرمایی و سرمایی

(۱) انشعاب آب از شبکه لوله‌کشی آب مصرفی برای تغذیه تأسیسات گرمایی، با آب گرم کننده یا بخار و نیز برای تغذیه تأسیسات سرمایی با آب سرد کننده، باید با پیش‌بینی فاصله هوایی، نصب یک شیر یک‌طرفه و یک خلاء شکن یا شیر یک‌طرفه دوتایی حفاظت شود.

(۲) اگر به داخل لوله‌کشی تأسیسات گرمایی یا تأسیسات سرمایی محلول‌های شیمیایی تزریق شود، انشعاب آب باید با فاصله هوایی یا نصب شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک‌طرفه حفاظت شود.

ب) انشعاب آب برای تغذیه لوله‌کشی آب آتش‌نشانی

(۱) برای تغذیه لوله‌کشی آب آتش‌نشانی از شبکه لوله‌کشی آب مصرفی ساختمان، باید روی لوله انشعاب آب یک شیر قطع و وصل و یک شیر یک‌طرفه مورد تأیید نصب شود.

پ) انشعاب آب برای تغذیه ماشین رختشویی و ماشین ظرفشویی

(۱) اتصال آب برای تغذیه ماشین رختشویی و ماشین ظرفشویی و دستگاه‌های مشابه دیگر باید با فاصله هوایی یا یک شیر یک‌طرفه و یک خلاء شکن حفاظت شود.

(۲) در صورتی که در این ماشین‌ها مانع جلوگیری از برگشت جریان پیش‌بینی شده باشد، نصب این لوازم روی لوله انشعاب لازم نیست.

ت) انشعاب آب برای تغذیه مصارف تحت فشار

(۱) انشعاب آب آشامیدنی برای تغذیه دستگاه‌ها و تأسیساتی که مصرف کننده آب غیر آشامیدنی هستند (مانند لوازم بهداشتی مخصوص، تانک‌ها و مخازن آب، پمپ‌های آب و هر سیستم مصرف کننده دیگری که ممکن است تحت فشار داخلی قرار گیرد).باید با فاصله هوایی، شیر یک‌طرفه دوتایی، یا شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک طرفه، حفاظت شود.

ث) انشعاب آب برای تغذیه سختی‌گیر

(۲) انشعاب آب از لوله‌کشی آب آشامیدنی ساختمان برای تغذیه سختی‌گیر، در ساختمان‌های تجاری و صنعتی باید با نصب فاصله هوایی، شیر یک‌طرفه دوتایی یا شیر یک‌طرفه و یک خلاءشکن حفاظت شود.

(۳) نصب یک شیر یک طرفه برای حفاظت اتصال آب به سختی‌گیر خانگی کافی است.

ج) دستگاه‌های تصفیه آب

(۱) انشعاب آب برای تغذیه تأسیسات تصفیه آب باید با پیش‌بینی فاصله هوایی یا نصب یک شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک طرفه حفاظت شود.

چ) لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی

(۱) انشعاب آب لوله‌کشی آب سرد برای تغذیه لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی باید با فاصله هوایی یا نصب یک شیر یک‌طرفه حفاظت شود.

**۱۶-۴-۷-۷** محل نصب مانع برگشت جریان

الف) هر یک از لوازم جلوگیری از برگشت جریان آب باید در محل قابل دسترسی و تعمیرنصب شود.

ب) مانع برگشت جریان از نوع شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک طرفه باید به طور ادواری آزمایش شود و نسبت به درستی کار آن اطمینان حاصل گردد.

**۱۶-۴-۷-۸** حفاظت لوله‌های آب زیرزمینی

الف) لوله‌های توزیع آب مصرفی ساختمان در داخل ترنچ زیر سطح محوطه یا زیر کف ساختمان، باید از لوله‌های فاضلاب دست کم ۱/۵ متر فاصله افقی داشته باشند. این فاصله باید با خاک کوبیده شده پر شود.

ب) اگر مسیر خط لوله توزیع آب مصرفی در زیر زمین ناگزیر باید مسیر خط لوله فاضلاب را قطع کند، در این صورت باید زیر لوله آب مصرفی دست کم ۳۰۰ میلی‌متر از روی لوله فاضلاب فاصله قائم داشته باشد. این فاصله باید با خاک کوبیده شده پر شود.

## ۱۶-۴-۸ لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی

**۱۶-۴-۸-۱** لزوم آب گرم مصرفی

الف) در هر ساختمان (یا ملک) که محل سکونت یا اقامت انسان باشد، همه لوازم بهداشتی‌ای که برای حمام کردن، شستشو، پخت و پز، تمیزکاری، رخت‌شویی و نگهداری ساختمان در آن نصب شده‌اند باید با آب گرم مصرفی هم تغذیه شوند.

(۱) در هر ساختمان (یا ملک) که محل سکونت یا اقامت نباشد، ممکن است فقط لوازم بهداشتی مخصوص شستشو و حمام کردن با آب گرم مصرفی تغذیه شوند.

**۱۶-۴-۸-۲** دما و فشار کار

الف) حداکثر دمای کار طراحی شبکه لوله‌کشی آب گرم مصرفی باید ۶۰ درجه سلسیوس باشد.

ب) حداکثر دمای آب گرم مصرفی لوازم بهداشتی در نقطه خروج آب از شیر، جز در ساختمان‌های ویژه، باید برابر ارقام زیر کنترل شود.

- وان ۴۹ درجه سلسیوس
- دوش ۴۳ درجه سلسیوس
- دستشویی ۴۳ درجه سلسیوس
- سینک آشپزخانه ۶۰ درجه سلسیوس

(۱) در مواردی که دمای مورد نیاز آب گرم مصرفی کمتر از ۶۰ درجه سلسیوس باشد باید دمای مورد نیاز به کمک شیرهای مخلوط دستی یا خودکار، کنترل شود.

(۲) در ساختمان‌های ویژه، مانند کودکستان، دبستان، خانه سالمندان، ساختمان‌های درمانی و موارد مشابه دیگر، که دمای مورد نیاز از ارقام بالا کمتر باشد، باید دمای مورد نیاز به کمک شیرهای مخلوط دستی یا خودکار کنترل شود.

پ) فشار کار طراحی شبکه لوله‌کشی آب گرم مصرفی باید دست کم ۱۰ بار باشد.

**۱۶-۴-۸-۳** لزوم حفظ دمای آب گرم مصرفی

الف) برای جلوگیری از اتلاف آب، لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی باید لوله برگشت داشته باشد تا آب گرم مصرفی همواره گردش داشته باشد و دمای آب گرم خروجی به هنگام باز کردن شیرهای برداشت آب از ارقام مقرر شده کمتر نباشد.

(۱) ممکن است به جای لوله برگشت، دمای آب لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی را با روش‌های دیگری (از جمله نصب نوارهای گرم‌کننده روی خطوط لوله)، در حد مورد نیاز به طور خودکار، کنترل کرد.

(۲) در صورتی که طول خط لوله توزیع آب گرم مصرفی، از آب گرم‌کن تا دورترین مصرف کننده، بیش از ۳۰ متر باشد، باید به کمک لوله برگشت، یا روش‌های دیگر، دمای آب گرم مصرفی داخل لوله را از آب گرم‌کن تا فاصلهٔ ۳۰ متر از دورترین مصرف‌کننده‌ها، در حدود ارقام مقرر نگاه داشت.

ب) اگر مسیر لوله‌کشی مناسب باشد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، ترجیح دارد گردش آب گرم از طریق لوله برگشت تا آب گرم‌کن بدون نصب پمپ و با استفاده از کاهش وزن مخصوص آب در دمای بالاتر که آب گرم را به سمت بالا می‌راند، صورت گیرد.

(۱) در صورت لزوم باید برای گردش آب در لوله برگشت روی این لوله پمپ نصب شود.
(۲) در صورت نصب پمپ روی لوله برگشت آب گرم مصرفی باید برای پمپ کلید خودکار یا دستی پیش‌بینی شود تا در مواقعی که گردش آب گرم مصرفی لازم نباشد، بتوان پمپ را خاموش کرد.

**۱۶-۴-۸-۴** عایق کاری

الف) لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی، به منظور کاهش اتلاف انرژی، باید برابر الزامات مقرر شده در این قسمت عایق شوند.

ب) در صورت عایق کردن لوله‌کشی آب گرم مصرفی، عایق کاری لوله‌ها باید طبق جدول (۱۶-۴-۸-۴) "ب" صورت گیرد.

**جدول شماره (۱۶-۴-۸-۴) "ب": حداقل ضخامت عایق لوله‌های آب گرم مصرفی (میلی‌متر)**

| دمای طراحی آب گرم مصرفی ($^{\circ}C$) | دمای محیط ($^{\circ}C$) | قابلیت هدایت گرمایی (W/m.K) | قطر اسمی لوله (میلی‌متر) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | انشعاب تا ۵۰ | تا ۲۵ | ۳۲ تا ۵۰ | ۶۵ و بیشتر |
| | | | ضخامت عایق (میلی‌متر) | | | |
| تا ۶۰ | ۲۴ | ۰/۰۳۴ | ۱۵ | ۱۵ | ۲۵ | ۴۰ |

**۱۶-۴-۸-۵** اتصال به لوازم بهداشتی

الف) اتصال لوله آب گرم‌مصرفی به لوازم بهداشتی که مصرف کننده آب گرم هستند، باید به شیر طرف چپ باشد.

**۱۶-۴-۸-۶** آب گرم‌کن

الف) طراحی و نصب آب‌گرم کن، مخصوص تولید آب گرم مصرفی مورد نیاز لوازم بهداشتی و دیگر مصرف کننده‌های آب گرم مصرفی ساختمان، باید با رعایت الزامات مقرر شده در این قسمت از مبحث شانزدهم، و نیز الزامات مقرر شده در "مبحث چهاردهم – تأسیسات مکانیکی ساختمان" انجام گیرد.

ب) ظرفیت ذخیره و ظرفیت ساعتی آب گرم‌کن باید به اندازه‌ای انتخاب شود که پاسخ‌گوی مصرف روزانه و نیز حداکثر مصرف ساعتی آب‌گرم مصرفی مورد نیاز جمعیت ساکن ساختمان باشد.

(۱) ظرفیت ذخیره آب گرم کن باید دست کم برای هر واحد مسکونی یک خوابه ۷۵ لیتر، دو خوابه ۱۱۰ لیتر و سه خوابه ۱۵۰ لیتر باشد.

پ) فشار کار

(۱) حداکثر فشار کار مجاز آب گرم کن باید دست کم ۱۰۳۵ کیلو پاسکال باشد.

(۲) حداکثر فشار کار مجاز آب‌گرم کن باید در محل مناسب و به صورت با دوام و دائمی روی آن نقش شده باشد.

ت) تخلیه آب گرم‌کن

(۱) در پایین‌ترین نقطه آب‌گرم‌کن یا مخزن ذخیره آب گرم مصرفی باید شیر تخلیه، از نوع مورد تأیید، نصب شود.

ث) عایق گرمایی

(۱) آب گرم‌کن و مخزن ذخیره آب گرم‌مصرفی باید با عایق گرمایی در برابر اتلاف انرژی گرمایی حفاظت شود.

(۲) ضخامت عایق گرمایی باید طوری انتخاب شود که تلفات انرژی گرمایی از سطوح خارجی آن از ۴۷ وات بر متر مربع بیشتر نباشد. در محاسبه اتلاف انرژی، دمای محیط محل نصب دستگاه نباید از ۱۸ درجه سلسیوس بیشتر گرفته شود.

ج) لوازم ایمنی

(۱) آب گرم‌کن باید شیر اطمینان فشار و شیر اطمینان دما، یا شیر ترکیبی فشار – دما، از نوع مورد تأیید داشته باشد.

(۲) ظرفیت تخلیه شیر اطمینان باید برای ظرفیت گرمایی آب گرم‌کن مناسب باشد.

(۳) شیر اطمینان دما باید حداکثر برای تخلیه در دمای ۹۹ درجه سلسیوس تنظیم شود.

(۴) شیر اطمینان فشار باید برای تخلیه مخزن، در فشار کار مجاز حداکثر و یا ۱۰۳۵ کیلو پاسکال در سطح دریا تنظیم شود.

(۵) شیر اطمینان باید در قسمت بالای آب گرم‌کن یا مخزن ذخیره آب گرم مصرفی و در ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر پایین‌تر از تراز سطح بالای مخزن نصب شود.

(۶) بین آب گرم‌کن یا مخزن ذخیره آب گرم مصرفی و شیر اطمینان نباید هیچ شیر دیگری نصب شود.

(۷) لوله تخلیه شیر اطمینان باید از نوع غیر قابل انعطاف و مناسب برای کار در دمای ۹۹ درجه سلسیوس باشد.

(۸) قطر اسمی لوله تخلیه آب از شیر اطمینان باید دست کم برابر قطر دهانه خروجی شیر اطمینان باشد.
(۹) تخلیه آب در لوله تخلیه شیر اطمینان باید به طور ثقلی انجام گیرد و شیب لوله همواره به طرف نقطه تخلیه باشد. روی این لوله نباید هیچ شیری نصب شود.
(۱۰) مسیر لوله تخلیه شیر اطمینان باید طوری انتخاب شود که خروج آب موجب خسارت و خرابی نشود، ایجاد خطر نکند و سر و صدای آن باعث مزاحمت نشود. این لوله باید در برابر احتمال یخزدن حفاظت شود.
(۱۱) انتهای لوله تخلیه باید با دهانه باز و بدون دنده، باشد و آب تخلیه شده با فشار جو به نزدیک نقطه تخلیه برسد. اتصال این لوله به شبکه لوله‌کشی فاضلاب ساختمان باید از نوع غیر مستقیم و با فاصله هوایی صورت گیرد. اتصال مستقیم این لوله به شبکه لوله‌کشی فاضلاب ساختمان مجاز نیست.

چ) کنترل دمای آب‌گرم‌کن

(۱) آب‌گرم کن باید به کنترل خودکار دما مجهز باشد، به طوری که بتوان به کمک آن، دمای آب‌گرم مصرفی را از حداقل تا حداکثر مورد نیاز تنظیم کرد.

ح) قطع و وصل انرژی

(۱) اگر آب گرم‌کن از نوع برقی است باید برای قطع و وصل انرژی ورودی به آن کلید جداگانه و مستقلی پیش‌بینی شود.
(۲) اگر آب گرم‌کن با شعله مستقیم (سوخت مایع یا گاز) کار می‌کند باید روی لوله ورودی سوخت به مشعل آن، شیر جداگانه و مستقلی پیش‌بینی شود.
(۳) اگر آب گرم‌کن انرژی گرمایی خود را از آب‌گرم‌کننده یا بخار می‌گیرد، باید روی لوله آب‌گرم کننده ورودی به آن، شیر جداگانه و مستقلی پیش‌بینی شود.

## ۱۶-۴-۹ ضد عفونی، آزمایش، نگهداری

### ۱۶-۴-۹-۱ ضد عفونی

الف) کلیات

(۱) لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان، پیش از بهره‌برداری، باید طبق الزامات مقرر شده از طرف ناظر قانونی ضدعفونی شود.
(۲) در صورتی که چنین الزاماتی رسماً منتشر نشده باشد، ضد عفونی باید طبق الزامات مقرر شده در این قسمت از مقررات صورت گیرد.

(۳) عمل ضد عفونی باید پس از آزمایش نشت لوله‌کشی و پیش از نصب لوازم بهداشتی صورت گیرد.

ب) روش ضد عفونی کردن

(۱) ابتدا باید لوله‌کشی با آب آشامیدنی کاملاً شستشو داده شود و داخل لوله‌ها از مواد زائد و زیان‌آور کاملاً پاک گردد. شستشو باید تکرار شود تا آب خروجی از دهانه‌های باز کاملاً تمیز و عاری از مواد زائد و آلوده گردد.

(۲) سپس لوله‌کشی باید با محلول کلر با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۵۰ PPM) پر شود و همه شیرها و دهانه‌های باز به مدت ۲۴ ساعت بسته شود. می‌توان مدت ضدعفونی را ۳ ساعت و غلظت محلول کلر را ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۰۰ PPM) تعیین کرد.

(۳) پس از آن باید لوله‌کشی را از محلول کلر خالی کرد و با آب آشامیدنی دوباره شستشو کرد تا زمانی که آب خروجی از دهانه‌های باز بدون کلر باشد.

(۴) پس از انجام کامل عمل ضد عفونی باید نمونه آب برای آزمایش میکروب‌شناسی برداشته شود. اگر نتیجه آزمایش نشان دهد که هنوز در لوله‌ها یا دیگر اجزای لوله‌کشی آلودگی باقی است، باید با تأیید ناظر ساختمان، عمل ضد عفونی به ترتیب بالا تکرار شود.

**۱۶-۴-۹-۲** آزمایش نشت

الف) کلیات

(۱) آزمایش نشت شبکه لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات انجام شود.

(۲) ممکن است آزمایش لوله‌کشی قسمت به قسمت در جریان پیشرفت کار، یا به طور کامل پس از نصب کلیه لوله‌ها و اجزای دیگر لوله‌کشی صورت گیرد.

(۳) پیش از انجام آزمایش و تأیید لوله‌کشی، هیچ یک از اجزای لوله‌کشی نباید با عایق یا اجزای ساختمان پوشانده شود. در هنگام آزمایش همه اجزای لوله‌کشی باید آشکار و قابل بازرسی باشد.

(۴) علاوه بر آزمایش قسمت به قسمت یا کامل لوله‌کشی، باید پس از خاتمه کار و نیز پس از نصب لوازم بهداشتی، آزمایش فشار با آب انجام گیرد.

ب) روش انجام آزمایش

(۱) پس از خاتمه لوله‌کشی و پیش‌از نصب لوازم بهداشتی باید دهانه‌های باز به طور موقت بسته شود و لوله‌کشی با آب به تدریج پر شود و کاملاً هواگیری گردد. پیش از اقدام به آزمایش، باید شبکه لوله‌کشی را به مدت حداقل دو روز پر از آب نگاه داشت.

(۲) آزمایش فشار باید با آب و به کمک تلمبه مخصوص آزمایش فشار آب، مجهز به فشار سنج با فشار حداقل ۱۰ بار انجام شود. فشار سنج باید در بالاترین قسمت لوله‌کشی مورد آزمایش نصب شود.

(۳) مدت آزمایش باید حداقل یک ساعت باشد. در این مدت اگر شکستگی یا نشت آب مشاهده شود، باید آزمایش فشار آب پس از رفع عیب تکرار شود.

(۴) پس از نصب لوازم بهداشتی یک بار دیگر باید آزمایش فشار آب انجام شود. شبکه لوله‌کشی آب، لوازم بهداشتی و کلیه اجزای آن باید از نظر مقدار جریان و فشار کار در وضعیت کار عادی قرار گیرد. همه شیرها باید یک به یک باز و بسته شود و نسبت به آب‌بند بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود. این مرحله آزمایش باید در فشار بهره‌برداری و به مدت حداقل یک ساعت انجام شود. در صورت مشاهده نشت، پس از رفع عیب، این آزمایش باید تکرار شود.

**۱۶-۴-۹-۳** نگهداری

الف) کلیات

(۱) صاحب ساختمان (ملک) یا نماینده مجاز او موظف است شبکه لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان را در وضعیت بهداشتی و سالم، طبق الزامات این مقررات نگهداری کند.

(۲) لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان باید مورد بازرسی‌های ادواری قرار گیرد و در صورت مشاهده عیب یا نقص، نسبت به رفع آن اقدام شود.

ب) بازرسی‌های ادواری

(۱) نمونه آب از نظر خوردگی مصالح و آلودگی میکروبی مورد آزمایش قرار گیرد.

(۲) مخازن ذخیره آب دست کم سالی یک‌بار تخلیه و تمیز شود. اگر مخزن ذخیره فلزی است، در صورت نیاز، از داخل و خارج رنگ شود.

(۳) لوازم حفاظت از آب آشامیدنی دست‌کم ماهی یک بار مورد بازرسی قرار گیرد.

(۴) شیرهای خروجی آب از نظر خوردگی، نشت و کار سالم به طور منظم بازرسی شود.

(۵) سرریز مخازن آب، فلاش تانک و دستگاه‌های مشابه، از نظر مسدود نبودن، دست کم سالی یک‌بار بازرسی شود.

# ۱۶-۵ لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان

## ۱۶-۵-۱ دامنه

**۱۶-۵-۱-۱** طراحی، انتخاب مصالح و اجرای لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان (یا ملک) که فاضلاب در آن به طور ثقلی جریان می‌یابد، باید با رعایت الزامات این فصل از مقررات انجام شود.
الف) طراحی و اجرای حوضچه پمپاژ فاضلاب و لوله‌کشی فاضلاب بعد از پمپ که فاضلاب در آن تحت فشار جریان می‌یابد، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

**۱۶-۵-۱-۲** الزامات این فصل ساختمان‌هایی را در بر می‌گیرد که به سکونت، اقامت یا کار انسان اختصاص دارد.
الف) الزامات لوله‌کشی فاضلاب برای لوازم بهداشتی و مصرف‌کننده‌های ویژه در ساختمان‌های بهداشتی و درمانی خارج از حدود این فصل از مقررات است.
ب) لوله‌کشی فاضلاب دستگاه‌های ویژهٔ فرایندهای تولیدی در ساختمان‌های صنعتی خارج از حدود الزامات این فصل قرار دارد. این لوله‌کشی باید از لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان کاملاً جدا باشد.
پ) لوله‌کشی فاضلاب شیمیایی در آزمایشگاه‌ها و کاربری‌های مشابه خارج از حدود الزامات این فصل قرار دارد. این لوله‌کشی باید از لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان کاملاً جدا باشد.

**۱۶-۵-۱-۳** این فصل از مقررات لوله‌کشی آب باران و دیگر آب‌های سطحی را در بر نمی‌گیرد. لوله‌کشی آب باران ساختمان باید از لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی کاملاً جدا باشد. لوله‌کشی آب باران ساختمان، پس از خروج از ساختمان، با تأیید، ممکن است با یک سیفون به لولهٔ خروجی فاضلاب بهداشتی ساختمان متصل شود.

**۱۶-۵-۱-۴** لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان از خروجی لوازم بهداشتی آغاز می‌شود و تا محل نصب دریچهٔ بازدید یا چالهٔ آدم‌رو، قبل از اتصال به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب شهری، ادامه می‌یابد.

الف) در صورت عدم دسترسی به شبکهٔ فاضلاب شهری، لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان تا نقطه ورودی به ایستگاه پمپاژ فاضلاب یا دستگاه تصفیه فاضلاب خصوصی و یا سیستم دفع فاضلاب در داخل ساختمان (یا ملک)، ادامه می‌یابد.

ب) درصورتیکه دستگاه تصفیه فاضلاب خصوصی یا سیستم دفع فاضلاب خارج از مرزهای ساختمان (یا ملک) باشد، لوله‌کشی فاضلاب تا ۱/۵ متر دورتر از دیوار خارجی ساختمان (یا ملک) ادامه می‌یابد. ادامهٔ لوله‌کشی تا رسیدن به محل دستگاه تصفیه یا دفع فاضلاب، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

## ۱۶-۵-۲ طراحی لوله‌کشی فاضلاب

### ۱۶-۵-۲ -۱ کلیات

الف) اطلاعات پیش از طراحی

(۱) پیش از طراحی باید اطلاعات کافی از محوطه داخل و خارج ساختمان و چگونگی اتصال لولهٔ اصلی فاضلاب ساختمان به لولهٔ خارج از ساختمان (یا ملک)، شبکهٔ فاضلاب شهری، دستگاه تصفیهٔ فاضلاب خصوصی، یا هر سیستم دفع دیگری به دست آورد.

(۲) رقوم لولهٔ اصلی فاضلاب خروجی از ساختمان (یا ملک) باید با توجه به وضعیت شبکهٔ فاضلاب شهری و چالهٔ آدم‌رو آن، لولهٔ خارج ساختمان (یا ملک) که این لولهٔ فاضلاب باید به آن متصل شود، یا چالهٔ آدم‌رو دستگاه تصفیهٔ فاضلاب خصوصی در محوطه (یا خارج از محوطه) مشخص شود.

ب) طراحی لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طبق روش‌های مهندسی مورد تأیید انجام شود. روش‌های محاسبات مهندسی برای اندازه‌گذاری لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی باید مورد تأیید قرار گیرد.

پ) لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان، شامل شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم و لوله‌های اصلی افقی ساختمان، باید با رعایت اهداف زیر طراحی شود:

(۱) فاضلاب در لوله‌ها به طور ثقلی جریان یابد و شبکهٔ لوله‌کشی خود به خود تمیز شود.

(۲) لوله‌کشی باید مواد جامد و مایع را از لوازم بهداشتی و مصرف‌کننده‌های دیگر آب، بدون نشت، آرام، بدون صدا، بدون مزاحمت و آسیب رساندن به لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی، دور کند.

(۳) از هر گونه نفوذ گازهای آلودهٔ شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب به فضاهای ساختمان جلوگیری به عمل آید.
(۴) گازهای ایجاد شده در شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب به هوای آزاد خارج از ساختمان هدایت شود.
(۵) به منظور تمیز کردن و رفع گرفتگی احتمالی لوله‌ها و فیتینگ‌ها، دسترسی‌های آسان و مناسب پیش‌بینی شود.
(۶) پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از خوردگی و فرسودگی لوله‌ها، فیتینگ‌ها و اتصال‌ها صورت گیرد.
(۷) در مسیر عبور جریان فاضلاب در لوله‌ها، گرفتگی، تراکم هوا یا رسوب مواد جامد پیش نیاید.
(۸) تغییرات فشار در لوله‌کشی فاضلاب محدود شود، تا فشار معکوس یا مکش سیفونی، سبب شکسته شدن ستون آب هوابند سیفون‌ها و نفوذ گازهای آلوده و زیان آور به فضاهای داخل ساختمان نشود.

ت) تخلیه مستقیم آب از سیستم‌های دیگری که دمای کار آن‌ها بالاتر از ۶۰ درجهٔ سلسیوس باشد (مانند سیستم‌های توزیع بخار و کنداسیت، سیستم‌های گرمائی با آب گرم‌کننده و غیره) به شبکهٔ فاضلاب بهداشتی ساختمان مجاز نیست.
(۱) تخلیه آب این قبیل تأسیسات پس از عبور از سیستم‌های خنک کنندهٔ مناسب به شبکهٔ فاضلاب بهداشتی ساختمان مجاز است.

ث) لوله‌کشی فاضلاب ساختمان نباید عامل ایجاد یا توسعهٔ آتش و دود در ساختمان باشد.

**۱۶-۵-۲-۲** نقشه‌ها و مدارک دیگر

الف) نقشه‌های اجرایی لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان باید، پیش از اقدام به اجرای کار، برای بررسی و تصویب، به مهندس ناظر ارائه شود.

ب) نقشه‌های اجرایی باید شامل لوازم بهداشتی و دیگر مصرف‌کننده‌های آب، جنس، مسیر و قطر اسمی شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم، لولهٔ اصلی افقی و سایر اجزای لوله‌کشی فاضلاب باشد.
(۱) پلان لوله‌کشی فاضلاب طبقه (یا طبقات) ساختمان و محوطهٔ آن باید در نقشه‌ها نشان داده شود.
(۲) نقشه‌ها باید شامل دیاگرام لوله‌کشی، نقاط مصرف، رقوم لولهٔ (یا لوله‌های) خروجی از ساختمان (یا ملک) باشد.
(۳) نوع و مشخصات، مصالح انتخابی باید در نقشه‌ها و مدارک پیوست آن مشخص شده باشد.

(۴) روش‌های اجرا، نصب، حفاظت و نگهداری لوله‌کشی فاضلاب باید در نقشه‌ها و مدارک پیوست آن مشخص شده باشد.

پ) علائم نقشه‌کشی باید طبق یکی از استانداردهای مورد تأیید باشد.

**۱۶-۵-۲-۳** سیفون

**الف)** فاضلاب خروجی از هر یک از لوازم بهداشتی باید به طور جداگانه و با واسطهٔ سیفون به شاخهٔ افقی فاضلاب یا لولهٔ قائم متصل شود، جز در موارد زیر:

(۱) سیفون جزء یک پارچه با لوازم بهداشتی باشد؛

(۲) فاضلاب خروجی به طور غیر مستقیم به لوله‌کشی فاضلاب هدایت شود؛

(۳) لولهٔ سرریز مخازن آب

ب) استفاده از سیفون‌های زیر مجاز نیست:

(۱) سیفون‌هایی که روی تاج خود اتصال هواکش دارد؛

(۲) سیفون‌های S شکل که خروج فاضلاب از آن‌ها ۱۸۰ درجه با ورود آن زاویه داشته باشد؛

(۳) سیفون‌های کاسه‌ای

پ) مشخصات سیفون

(۱) ساخت سیفون باید طوری باشد که مواد مختلف در آن رسوب نکند و باقی نماند؛

(۲) داخل سیفون باید صاف و بدون هرگونه زائده، برآمدگی و مانع باشد؛

(۳) جنس سیفون و اجزای داخلی آن باید در برابر اثر خوردگی فاضلاب مقاوم باشد؛

(۴) سیفون باید قابل دسترسی باشد و برای تمیز کردن ادواری آن پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید؛

(۵) در مواردی که نصب سیفون لوله‌ای شکل در عمل مشکل باشد، می‌توان از سیفون بطری شکل برای دستشویی استفاده کرد. در این صورت همهٔ نکاتی که در سیفون لوله‌ای شکل مقرر شده، در مورد سیفون بطری شکل هم باید رعایت شود. سیفون بطری شکل باید قابل باز کردن باشد و اندازهٔ مجاری عبور فاضلاب در آن از آن‌چه برای سیفون لوله‌ای شکل مقرر شده، کوچک‌تر نباشد.

(۶) فاصلهٔ قائم بین نقطهٔ خروج فاضلاب از لوازم بهداشتی و تراز سرریز سیفون نباید از ۶۰ سانتی‌متر بیشتر باشد.

ت) حداقل اندازهٔ سیفون‌های لوله‌ای شکل

(۱) اندازهٔ سیفون‌های لوله‌ای شکل، که برای لوازم بهداشتی مختلف به کار می‌رود، از مقادیر جدول شمارهٔ (۱۶-۵-۲-۳)"ت" (۱) نباید کمتر باشد.

ث) عمق آب هوابند سیفون

(۱) مقدار عمق آب هوابند سیفون که مانع ورود هوا و گازهای داخل لوله‌کشی به فضاهای ساختمان می‌شود، نباید از ارقام زیر کمتر باشد:

- قطر اسمی لولهٔ خروجی فاضلاب تا ۵۰ میلی‌متر، عمق آب هوابند سیفون ۷۵ میلی‌متر
- قطر لولهٔ خروجی فاضلاب بزرگتر از ۵۰ میلی‌متر، عمق آب هوابند سیفون ۵۰ میلی‌متر

(۲) قطر لولهٔ خروجی فاضلاب کانال آب رفت روی کف نباید کمتر از ۷۵ میلی‌متر و عمق آب هوابند سیفون آن نباید کمتر از ۷۵ میلی متر باشد.

(۳) تغییرات فشار ناشی از فشار معکوس، مکش سیفونی یا عوامل دیگر در شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب ساختمان نباید بیش از ۳۸ ± میلی‌متر آب باشد و عمق آب هوابند سیفون، که بر اثر این نغییرات فشار یا تبخیر، کاهش می‌یابد در هیچ حالتی نباید از ۲۵ میلی‌متر کمتر شود.

ج) سیفون شبکهٔ فاضلاب ساختمان

(۱) روی لولهٔ اصلی فاضلاب در خروج از ساختمان نصب سیفون لازم نیست، مگر آن‌که ضرورت آن در مواردی مورد تأیید قرار گیرد.

(۲) در صورت نصب سیفون روی لولهٔ اصلی فاضلاب ساختمان نکات زیر باید رعایت شود:

- در طرف ورودی سیفون دریچهٔ بازدید و هواکش باید پیش‌بینی شود؛
- قطر اسمی لولهٔ هواکش نباید کمتر از نصف قطر اسمی لولهٔ فاضلاب باشد؛
- انتهای لولهٔ هواکش باید در خارج از ساختمان قرار گیرد و دهانهٔ آن با توری مقاوم حفاظت شود.

چ) سیفون‌های زیر کف

(۱) در صورتی که سیفون در زیر کف (در داخل خاک) قرار گیرد، اجزای آن باید در برابر خوردگی مقاوم باشد.

(۲) پیش‌بینی‌های لازم برای دسترسی به آن به عمل آید.

(۳) ساخت سیفون طوری باشد که در برابر نفوذ حشرات و کرم‌ها به داخل آن حفاظت شده باشد.

**جدول شمارهٔ (۱۶-۵-۲-۳) "ت" (۱): حداقل اندازهٔ سیفون‌های لوله‌ای برای لوازم بهداشتی**

| لوازم بهداشتی | قطر اسمی سیفون | |
|---|---|---|
| | میلی‌متر | اینچ |
| دستشویی | ۳۲ | $۱\frac{۱}{۴}$ |
| بیده | ۳۲ | $۱\frac{۱}{۴}$ |
| سینک عمومی | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| وان | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| زیردوشی | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| آب‌خوری | ۳۲ | $۱\frac{۱}{۴}$ |
| سینک آشپزخانه و رستوران | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| پیسوار | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| توالت شرقی | ۱۰۰ | ۴ |
| لگن رختشویی دستی | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| ماشین رختشویی خانگی | ۵۰ | ۲ |
| ماشین رختشویی تجاری | ۸۰ | ۳ |
| ماشین ظرفشویی خانگی | ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ |
| ماشین ظرفشویی تجاری | ۸۰ | ۳ |
| کف‌شوی خانگی | ۵۰ | ۲ |
| کف‌شوی فضاهای عمومی و تجاری | ۸۰ | ۳ |

**۱۶-۵-۲-۴** شیب

الف) جریان فاضلاب در داخل شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم و لوله‌های افقی اصلی، باید با تأمین شیب‌های مناسب به طور ثقلی صورت گیرد.

(۱) لوله‌های افقی باید شیب یکنواختی در جهت دور کردن فاضلاب از لوازم بهداشتی داشته باشند.

(۲) شیب برعکس در لوله‌های افقی فاضلاب مجاز نیست.

ب) مقدار شیب لوله‌های افقی

(۱) شیب لوله‌های افقی فاضلاب باید به اندازه‌ای باشد که سرعت جریان فاضلاب در داخل لوله حداقل برابر ۰/۷ متر بر ثانیه (۲/۳ فوت بر ثانیه) باشد، تا شستشوی خود به خود لوله‌ها تأمین شود و هیچ رسوبی در لوله باقی نماند.

(۲) حداقل مقدار شیب لوله‌های افقی فاضلاب برای لوله‌های با قطر اسمی متفاوت، باید طبق ارقام جدول شماره (۱۶-۵-۲-۴) "ب" (۲) باشد.

(۳) شیب لوله‌های افقی فاضلاب نباید بیش از ۴ درصد باشد.

**جدول شماره (۱۶-۵-۲-۴) "ب" (۲): حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب**

| قطر اسمی لوله | | حداقل شیب | |
|---|---|---|---|
| میلی‌متر | اینچ | درصد | اینچ بر فوت طول |
| تا ۶۵ | تا $۲\frac{۱}{۲}$ | ۲ | $\frac{۱}{۴}$ |
| ۸۰ تا ۱۵۰ | ۳ تا ۶ | ۱ | $\frac{۱}{۸}$ |
| ۲۰۰ و بزرگتر | ۸ و بزرگتر | ۰/۵ | $\frac{۱}{۱۶}$ |

**۱۶-۵-۲-۵** شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم، دو خم

الف) شاخه‌های افقی فاضلاب

(۱) شاخهٔ افقی باید فاضلاب را به شاخهٔ افقی دیگر یا به لولهٔ قائم فاضلاب هدایت کند.

(۲) اتصال شاخهٔ افقی به لولهٔ قائم فاضلاب، باید با زاویهٔ حداکثر ۴۵ درجه باشد مگر اینکه قطر اسمی شاخه افقی کوچکتر از قطر اسمی لوله قائم باشد. در این حالت زاویهٔ اتصال ممکن است بزرگتر از ۴۵ درجه باشد.

(۳) شاخه افقی فاضلاب یا لولهٔ افقی اصلی حتی‌المقدور نباید تغییر امتداد داشته باشد. در صورتی که تغییر امتداد ناگزیر باشد، باید با استفاده از اتصال ۴۵ درجه یا کوچکتر باشد.

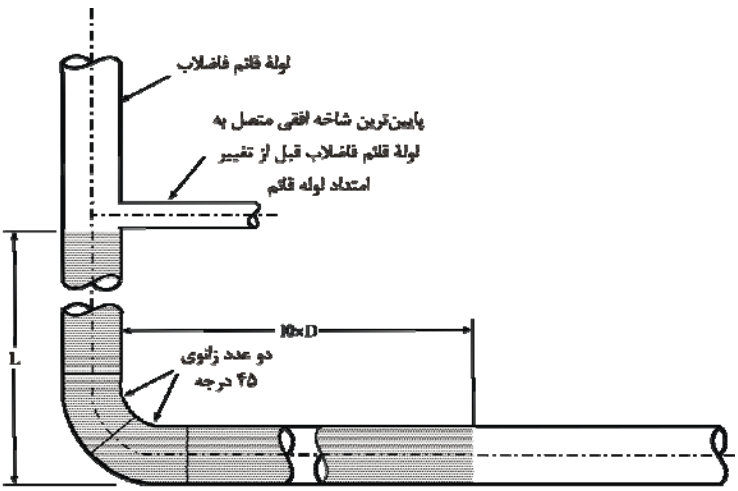
(۴) لولهٔ افقی فاضلاب بهداشتی یک واحد (خانه یا آپارتمان)، برای اتصال به لولهٔ قائم فاضلاب، نباید از واحد مجاور آن عبور کند.

ب) لوله قائم فاضلاب

(۱) قطر لولهٔ قائم باید تا جائی که امکان دارد، در تمام طول آن ثابت بماند.

(۲) لولهٔ قائم فاضلاب باید تا جایی که ممکن است مستقیم نصب شود و از به کار بردن دو خم پرهیز شود.

(۳) در ساختمان‌های تا ۳ طبقه، آخرین و پایین‌ترین شاخهٔ افقی فاضلاب که به لولهٔ قائم متصل می‌شود باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر، بالاتر از زیر زانوئی پایین لوله قائم باشد. در ساختمان‌های بلندتر از ۳ طبقه تا ۵ طبقه این فاصله باید دست کم ۷۵۰ میلی‌متر و در ساختمان‌های بلندتر از ۵ طبقه باید برابر ارتفاع یک طبقه باشد. (شکل شمارهٔ (۱۶-۵-۲-۵) "ب"). این اندازه‌ها در هر تغییر امتداد لولهٔ قائم، از جمله دو خم، نیز باید رعایت شود.




در قسمت هاشور خورده، اتصال شاخهٔ افقی فاضلاب
به لوله قائم فاضلاب و لوله افقی بعد از زانوی پایین آن مجاز نیست.

| تعداد طبقات ساختمان | کمترین مقدار "L" |
|---|---|
| سه طبقه و کمتر | ۴۵۰ میلمتر |
| چهار و پنج طبقه | ۷۵۰ میلمتر |
| شش طبقه و بیشتر | به اندازه ارتفاع یک طبقه |

**شکل شماره (۱۶-۵-۲-۵) "ب": اتصال پایین‌ترین شاخه افقی به لوله قائم**

(۴) لولهٔ قائم فاضلاب که فاضلاب طبقات را به لولهٔ اصلی افقی می‌ریزد، باید با اتصالات حداکثر ۴۵ درجه به لولهٔ افقی متصل شود.

(۵) در فاصلهٔ زانوئی پایین لولهٔ قائم فاضلاب و تا ۱۰ برابر قطر لوله بعد از آن هیچ شاخه افقی نباید به لوله افقی فاضلاب متصل شود.

پ) دوخم

(۱) اگر تغییر امتداد لولهٔ قائم فاضلاب ناگزیر باشد، لولهٔ قائم فاضلاب باید با دو خم اجرا شود. کاهش سرعت فاضلاب در دو خم، موجب ایجاد فشار معکوس روی شاخهٔ افقی نزدیک به آن در بالای دو خم می‌شود. از طرف دیگر ادامهٔ جریان فاضلاب با مقطع پر، روی شاخهٔ افقی نزدیک به آن در پائین دو خم مکش سیفونی ایجاد می‌کند. با رعایت نکات این قسمت از مقررات باید این اثر را محدود کرد تا از شکستن آب هوابند سیفون‌های قبل و بعد از دوخم جلوگیری شود.

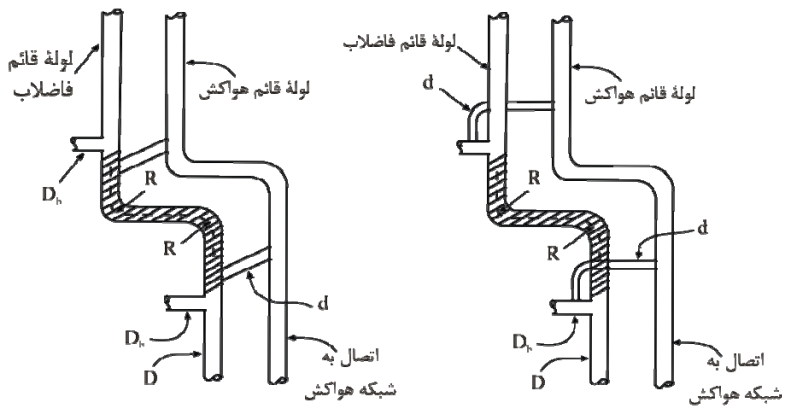
(۲) دو خم ممکن است قائم یا افقی باشد. دو خم قائم در حالتی است که تغییر امتداد لوله نسبت به امتداد قائم، مساوی یا کمتر از ۴۵ درجه باشد. اگر تغییر امتداد لوله نسبت به امتداد قائم بیش از ۴۵ درجه باشد دو خم، افقی نامیده می‌شود.

(۳) دو خم قائم می‌تواند بدون هواکش اجرا شود ولی نصب هواکش در بالا و پایین دو خم افقی الزامی است مگر اینکه تعداد طبقات در بالای دو خم کمتر از ۵ طبقه باشد.

(۴) در محدودهٔ ۶۰ سانتیمتر بالای دوخم تا ۶۰ سانتیمتر پایین دو خم، نباید هیچ شاخهٔ افقی فاضلاب به لولهٔ قائم و یا دوخم متصل شود.

(۵) در شرایطی که زیر شکل (۱۶-۵-۲-۵) "پ" آمده، ممکن است برای دو خم افقی هواکش لازم نباشد.

(۶) زاویهٔ اتصالات دوخم، در بالا و پایین، که بین لولهٔ قائم فاضلاب و قسمت افقی دوخم قرار دارند، نباید از ۴۵ درجه بزرگتر باشد.




**شکل A** **شکل B**

توضیح:

- هیچ شاخه افقی یا قائم فاضلاب نباید به قسمت هاشور زده، متصل شود.
- شکل B برای حالتی است که $D_b \geq ۷۵$ mm باشد.
- اگر دو خم لولهٔ قائم پایین‌تر از آخرین و پایین‌ترین اتصال شاخهٔ افقی فاضلاب باشد، هواکش برای دو خم لازم نیست.

**شکل شماره (۱۶-۵-۲-۵) "پ": اتصال هواکش و شاخه افقی فاضلاب، قبل و بعد از دو خم افقی**

**۱۶-۵-۲-۶** دریچه بازدید

الف) به منظور بازدید و رفع گرفتگی احتمالی لوله‌های فاضلاب در نقاط زیر باید دریچه بازدید نصب شود:

(۱) در بالاترین نقطهٔ هر شاخهٔ انشعاب افقی؛

(۲) در محل تغییر امتداد لوله‌های افقی فاضلاب، در صورتی که زاویهٔ تغییر جهت لوله بیش از ۴۵ درجه باشد؛

(۳) در پایین‌ترین قسمت لولهٔ قائم فاضلاب، قبل از زانوی پایین لوله؛

(۴) در نقاطی روی لوله قائم فاضلاب که برای آزمایش با آب دریچهٔ دسترسی لازم است (طبق ۱۶-۵-۵-۱)؛

(۵) روی لولهٔ اصلی افقی فاضلاب، حداکثر به فاصلهٔ ۳۰ متر از یکدیگر

(۶) روی لولهٔ اصلی افقی، بلافاصله بعد از خروج از ساختمان

ب) اندازه دریچهٔ بازدید

(۱) روی لوله‌کشی فاضلاب، تا قطر اسمی ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ)، اندازهٔدریچه بازدید باید برابر با قطر اسمی لولهٔ فاضلاب باشد.

(۲) در لوله کشی فاضلاب با قطر اسمی بیش از ۱۰۰ میلی‌متر، اندازهٔ دریچهٔ بازدید باید دست‌کم ۱۰۰ میلیمتر باشد.

(۳) در لوله‌کشی افقی فاضلاب اصلی ساختمان با قطر اسمی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر (۸ اینچ)، برای بازدید باید چاهک آدم‌رو نصب شود. درپوش چاهک آدم‌رو باید در محل خود کاملاً مستقر، پایدار و گازبند باشد.

پ) نصب دریچه بازدید

(۱) دریچهٔ بازدید باید در جایی و به ترتیبی نصب شود که دسترسی به آن آسان باشد و به سهولت بتوان از آن نقطه با فرستادن فنر، یا ابزار دیگر، گرفتگی لوله را برطرف کرد. فاصلهٔ دریچهٔ بازدید از دیوار مقابلش باید دست‌کم ۴۵ سانتی‌متر باشد.

(۲) دریچه بازدید که روی لوله فاضلاب نصب می‌شود باید با واشر مناسب و پیچ و مهره کاملاً آب‌بند و گازبند شود تا فاضلاب از آن نقطه به داخل ساختمان نشت نکند و گازهای داخل لوله به فضاهای داخل ساختمان نفوذ پیدا نکند.

(۳) اگر لولهٔ افقی یا قائم در اجزای ساختمان دفن شود دسترسی به دریچهٔ بازدید باید با نصب یک دریچه که تا سطح تمام شدهٔ کف یا دیوار ادامه دارد، امکان‌پذیر شود.

(۴) دریچهٔ بازدید باید عمود بر لوله یا طوری روی لولهٔ فاضلاب قرار گیرد که با باز کردن دهانهٔ آن امکان بازدید و تمیز کردن لوله در امتداد جریان فاضلاب فراهم باشد.

(۵) اگر دریچهٔ بازدید در محلی نصب شود که احتمال یخ زدن آب داخل لوله باشد، باید آن را در برابر یخزدن حفاظت کرد.

(۶) نصب دریچه بازدید در فضاهای تهیه مواد خوراکی (مانند نانوایی، قصابی، شیرینی‌پزی و فضاهای پخت و پز) مجاز نیست.

**۱۶-۵-۲-۷** اتصال غیر مستقیم

الف) الزامات این قسمت از مقررات به مواردی اختصاص دارد که لولهٔ خروجی از برخی لوازم و دستگاه‌های مصرف کنندهٔ آب نباید مستقیماً به لولهٔ فاضلاب ساختمان متصل شود.

(۱) انتقال فاضلاب خروجی از دستگاه‌هایی که در آماده‌سازی، تولید، حمل و نقل و نگهداری مواد خوراکی به کار می‌روند، جز سینک آشپزخانه، به لوله‌کشی فاضلاب ساختمان باید با فاصلهٔ هوایی و از نوع غیر مستقیم باشد.

(۲) انتقال فاضلاب خروجی از دستگاه‌ها و لوازم مربوط به تأسیسات آبیاری فضاهای سبز، استخر شنا، لولهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان، ضد عفونی و استریل، به لوله‌کشی فاضلاب ساختمان باید با فاصلهٔ هوایی و از نوع غیر مستقیم باشد.

(۳) انتقال فاضلاب خروجی از دستگاه‌ها و لوازم مربوط به تصفیهٔ آب، فیلترها، دیگ‌های آب گرم، و تأسیسات گرمایی و سرمایی، به لوله‌کشی فاضلاب ساختمان باید با فاصلهٔ هوایی و از نوع غیر مستقیم باشد.

ب) فاضلاب خروجی از نوع غیر مستقیم باید با فاصلهٔ هوایی به یک دریافت کنندهٔ فاضلاب، از قبیل کفشوی، حوضچهٔ فاضلاب، کانال آب رفت روی کف، و یا علم فاضلاب ریزش کند. لولهٔ خروجی پس از این دریافت کننده باید سیفون و هواکش داشته باشد و پس از آن به لوله‌کشی فاضلاب ساختمان متصل شود.

(۱) اگر لولهٔ فاضلاب با اتصال غیر مستقیم، قبل از ریختن به یک دریافت کننده، بیش از ۶۰ سانتی‌متر (با اندازه‌گیری افقی) یا بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر( با اندازه‌گیری کل طول افقی و قائم) فاصله داشته باشد باید روی آن سیفون نصب شود.

(۲) فاصلهٔ هوایی باید دست کم دو برابر قطر داخلی لولهٔ فاضلاب ورودی باشد.

(۳) دریافت کنندهٔ فاضلاب غیر مستقیم باید سیفون، صافی یا شبکهٔ قابل برداشتن داشته باشد و در محلی آشکار و در دسترس نصب شود.

(۴) دریافت کنندهٔ فاضلاب غیر مستقیم باید در فضایی با تعویض هوا و قابل دسترسی نصب شود. دریافت کننده نباید در حمام، توالت، انبار و فضاهای بدون دسترسی و تعویض هوا نصب شود.

(۵) علم فاضلاب باید سیفون مستقل داشته باشد. فاصلهٔ قائم بین دهانهٔ ورودی فاضلاب به علم و سیفون آن حداقل ۴۵ و حداکثر ۱۰۵ سانتی‌متر است.

(۶) قطر لولهٔ خروجی از دریافت کننده دست کم باید برابر قطر لولهٔ فاضلاب غیر مستقیم باشد و فاضلاب باید به کمک یک قیف یا وسیلهٔ مشابه طوری در آن بریزد که موجب تراوش نشود.

پ) لولهٔ تخلیهٔ دیگ بخار یا آب گرم، که دمای آن بالاتر از ۶۰ درجهٔ سلسیوس باشد، نباید آب را مستقیماً به داخل شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب بریزد. اتصال این لوله به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب باید به طور غیر مستقیم، با فاصلهٔ هوایی و استفاده از دریافت کننده‌ای باشد که در آن فرصت کاهش دما وجود داشته باشد.

ت) فاضلاب خروجی از ماشین رختشویی و ماشین ظرفشویی باید با اتصال غیر مستقیم به لوازم بهداشتی دیگر، کفشوی یا علم فاضلاب بریزد.

(۱) سینک آشپزخانه نیاز به اتصال غیر مستقیم ندارد.

ث) فاضلاب آشپزخانه مکان‌های عمومی مانند رستوران، هتل و غیره، باید به چربی‌گیر مجهز باشد و پس از جدا شدن چربی آن، به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان هدایت شود.
(۱) برای سینک و ماشین ظرفشویی خانگی چربی‌گیر لازم نیست.

**۱۶-۵-۲- ۸** حفاظت ساختمان

الف) سطوح و اجزای ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات در مقابل نشت آب حفاظت شود.

(۱) زیر هر شیر برداشت آب در ساختمان باید یک دهانهٔ تخلیه وجود داشته باشد، جز شیر آتش‌نشانی، شیر ماشین ظرفشویی، شیر ماشین رختشویی و لوازم مشابه دیگر که در آن‌ها شیر سرشلنگی آب با یک شلنگ به یک دستگاه مصرف‌کنندهٔ آب متصل می‌شود.

(۲) لوازم بهداشتی (دستشویی، سینک، وان، زیردوشی و مانند آن‌ها) که دهانهٔ تخلیهٔ فاضلاب آن‌ها قابل مسدود شدن باشد باید سرریز داشته باشد.

(۳) در هر یک از فضاهای ساختمان که احتمال آب‌ریزی از خروجی‌های متعدد وجود داشته باشد باید یک کفشوی یا کانال آب رفت روی کف، که قابل مسدود شدن نباشد، نصب شود.

(۴) لولهٔ سرریز مخازن و دیگر مصرف کننده‌هایی که روی بام نصب می‌شوند، نباید روی بام رها شوند.آب خروجی از این لوازم باید به یک دریافت کننده هدایت شود. کفشوی آب باران بام نباید به عنوان دریافت کنندهٔ سرریز این لوازم مورد استفاده قرار گیرد.

## ۱۶-۵-۳ انتخاب مصالح

**۱۶-۵-۳-۱** کلیات

الف) مصالح لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات انتخاب و کنترل شود.

ب) روی هر قطعه از لوله، فیتینگ، سیفون و دیگر اجزای لوله‌کشی فاضلاب باید مارک کارخانهٔ سازنده، یا استاندارد مورد تأییدی که قطعهٔ مورد نظر بر طبق آن ساخته شده است، به صورت ریختگی، برجسته یا مهر پاک نشدنی نقش شده باشد.

پ) استفاده از مصالح کارکرده، آسیب‌دیده یا معیوب مجاز نیست.

ت) مصالح لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان در هر مورد باید طوری انتخاب شود که در تأمین شرایطی که برای مقاومت هر منطقه از ساختمان در برابر آتش مقرر شده اختلالی ایجاد نکند.

**۱۶-۵-۳-۲** شرایط کار

الف) لوله‌کشی فاضلاب باید در برابر فشار ۰/۳ بار (۳ متر ستون آب)، از داخل و خارج به طور دائم آب‌بند و گازبند باشد.

ب) مصالح لوله‌کشی فاضلاب باید در برابر دمای فاضلاب داخل لوله تا ۶۰ درجهٔ سلسیوس مقاوم باشد.

**۱۶-۵-۳-۳** انتخاب لوله و فتینگ

الف) لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار

(۱) لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار، که اتصال لوله به لوله یا لوله به فیتینگ در آن از نوع نر و مادگی سرتنبوشه‌ای است، باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ISIRI | 1547 |
| ANSI/ASTM | A 74 |
| BS 416 | PART 1 |

(۲) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هماهنگ باشد.

(۳) سطح داخلی فیتینگ نباید برآمدگی، لبه یا تغییر سطح مقطع (جز تبدیل) داشته باشد.

(۴) استفاده از لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال، مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأیید باشد.

ب) لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه

(۱) لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه، که اتصال لوله به لوله یا لوله به فیتینگ در آن با استفاده از واشر لاستیکی و بست فولادی زنگ‌ناپذیر و پیچ و مهره انجام می‌گیرد، باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ISIRI | 2367 |
| DIN | 19522 PART 1, PART 2 |
| ISO | 6594 |

(۲) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هماهنگ باشد.

(۳) سطح داخلی فیتینگ نباید برآمدگی، لبه، یا تغییر سطح مقطع (جز تبدیل) داشته باشد.

(۴) سطح دهانهٔ فیتینگ و قطر خارجی آن باید با دهانهٔ لوله کاملاً برابر باشد تا امکان آب‌بندی کامل فراهم شود.
(۵) استفاده از لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأیید باشد.

پ) لوله وفیتینگ پلی وینیل کلراید (PVC)

(۱) لوله و فیتینگ پلی وینیل کلراید (PVC) باید از نوع سخت و طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| EN | 1329 PART 1 , PART 2 , PART 3 |
| ANSI / ASTM | D2665 |
| ISO | 3633 |

(۲) در استاندارد EN 1329 لوله‌های با علامت "B" برای نصب در طبقات ساختمان، لوله‌های با علامت "D" برای دفن در خاک و لوله‌های با علامت "BD" برای نصب در طبقات ساختمان یا دفن در خاک اختصاص دارند.
(۳) در استاندارد ISO 3633 لوله‌های با علامت"A" برای لوله‌کشی آب باران و هواکش فاضلاب، و لوله‌های با علامت "B" برای لوله‌کشی فاضلاب، هواکش فاضلاب و آب باران اختصاص دارند.
(۴) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هماهنگ باشد.
(۵) سطح داخلی فیتینگ نباید برآمدگی، لبه، یا تغییر سطح مقطع (جز تبدیل) داشته باشد.
(۶) استفاده از لوله و فیتینگ (PVC) از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأیید باشد.

ت) لوله و فیتینگ پلی اتیلن (PE)

(۱) لوله و فیتینگ پلی اتیلن با چگالی بالا باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| EN | 1519 PART 1 , PART 2 |
| ISO | 8770 |

(۲) در استاندارد EN 1519، لوله‌های با علامت "B" برای نصب در طبقات ساختمان و لوله‌های با علامت "BD" برای نصب در طبقات ساختمان و نیز دفن در خاک (در زیر کف پایین‌ترین طبقه ساختمان) اختصاص دارند.
(۳) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هماهنگ باشد.
(۴) سطح داخلی فیتینگ نباید برآمدگی، یا تغییر سطح مقطع (جز تبدیل) داشته باشد.
(۵) استفاده از لوله و فیتینگ پلی اتیلن از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأیید باشد.

ث) لوله و فیتینگ پلی پروپیلن (PP)

(۱) لوله و فیتینگ پلی پروپیلن که اتصال لوله به لوله یا لوله به فیتینگ در آن از نوع نر و مادگی و به کمک حلقهٔ لاستیکی است، باید طبق استانداردهای زیر باشد:

EN 1451 PART 1
EN 1451 PART 2

(۲) در استاندارد EN 1451 لوله‌های با علامت "B" برای نصب در طبقات ساختمان، لوله‌های با علامت "D" برای دفن در خاک (در زیر کف پایین‌ترین طبقه ساختمان) و لوله‌های با علامت "BD" برای نصب در طبقات ساختمان یا دفن در خاک اختصاص دارند.
(۳) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هماهنگ باشد.
(۴) حلقهٔ لاستیکی باید در برابر اثر فاضلاب مقاوم باشد.
(۵) سطح داخلی فیتینگ نباید برآمدگی، لبه، یا تغییر سطح مقطع (جز تبدیل) داشته باشد.
(۶) استفاده از لوله و فیتینگ پلی پروپیلن از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأیید باشد.

ج) لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه

(۱) لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

ISIRI 423
ISO 65
EN 10255

(۲) کاربرد لوله‌های فولادی گالوانیزه در خاک ( زیر کف پایین‌ترین طبقه یا در محوطه) مجاز نیست.

(۳) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هماهنگ باشد.
(۴) سطح داخلی فیتینگ نباید برآمدگی، لبه، یا تغییر سطح مقطع (جز تبدیل) داشته باشد.
(۵) استفاده از لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأیید باشد.

## ۱۶-۵-۴ اجرای لوله‌کشی

### ۱۶-۵-۴-۱ کلیات

الف) اجرای لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات انجام گیرد.
ب) اجرای لوله‌کشی باید توسط کارگران آموزش دیده و ماهر صورت گیرد و از طرف کارشناسان موسسات مسئول نظارت و سرپرستی شود.
پ) لوله‌کشی باید با توجه به صرفه‌جویی در مصالح و دستمزد، حفاظت در برابر خرابی و آسیب‌دیدگی، خوردگی، یخبندان، گرفتگی، تراکم هوا در مسیر جریان و جلوگیری از سر و صدای مزاحم جریان فاضلاب اجرا شود.

### ۱۶-۵-۴-۲ نکات اجرایی

الف) لوله‌کشی باید به ترتیبی اجرا شود که جریان فاضلاب به طور ثقلی از لوازم بهداشتی و دیگر مصرف‌کننده‌های آب، دور شود و از طریق شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم و لولهٔ اصلی افقی از ساختمان خارج شود.
(۱) شیب لوله‌های افقی باید طبق الزامات مقرر در ردیف (۱۶-۵-۲-۴) و تا حد ممکن یکنواخت باشد. اگر تغییر در شیب لازم شود باید در محل تغییر شیب دریچهٔ بازدید نصب شود.
(۲) لوله باید تا حد ممکن مستقیم نصب شود. اگر تغییر جهت لازم شود باید از انواع زانوهای پیش‌ساخته استفاده شود. حداکثر زاویه اتصالات در تغییر جهت لوله‌های اصلی ۴۵ درجه است.
(۳) تغییر سطح مقطع لوله‌کشی باید تدریجی و با واسطهٔ تبدیل صورت گیرد و از تغییر ناگهانی سطح مقطع خودداری شود.
(۴) در اطراف نقاط دسترسی باید فضای کافی برای فنرزدن و رفع گرفتگی احتمالی لوله و فیتینگ پیش‌بینی شود.

(۵) از نصب "انتهای بسته" در انتهای شاخهٔ افقی فاضلاب باید خودداری شود. نصب دریچهٔ بازدید در انتهای شاخهٔ افقی «انتهای بسته» محسوب نمی‌شود.
(۶) نصب دریچهٔ بازدید باید با رعایت الزامات مقرر در ردیف (۱۶-۵-۲-۶) انجام شود.
(۷) در صورت استفاده از لولهٔ پلی‌اتیلن، به دلیل انبساط زیاد این لوله، باید در نقاط مناسب قطعهٔ انبساط نصب شود.
(۸) اجرای لوله‌های افقی، قائم و دوخم باید با رعایت الزامات مقرر در ردیف (۱۶-۵-۲-۵) باشد.

ب) آب‌بندی و گازبندی

(۱) اتصال لوله، فیتینگ و دریچهٔ بازدید و دسترسی باید به ترتیبی صورت گیرد که در برابر فشار آزمایش پس از نصب کاملاً آب‌بند و گازبند باشد.
(۲) فشار آزمایش در "(۱۶-۵-۵) آزمایش و نگهداری" تعریف و مقرر شده است.

پ) مسیر لوله‌ها

(۱) مسیر لوله‌کشی باید تا حد ممکن مستقیم و ساده باشد، در هر مورد باید کوتاه‌ترین و مناسب‌ترین مسیر انتخاب شود. از بکار بردن خم‌ها و تغییر جهت‌های تند باید خودداری شود.
(۲) لوله‌ها باید تا حد ممکن به موازات دیوار، کف و سقف نصب شود.
(۳) لوله‌ها باید در مسیرهایی نصب شوند که دسترسی و تعمیر و تعویض آن‌ها آسان و بدون اشکال باشد. دریچه‌های بازدید باید در نقاط قابل دسترس نصب شوند.
(۴) لوله‌های روکار باید با شیب مناسب به موازات سطوح دیوار، کف و سقف نصب شوند و با بست در محل نصب محکم و ثابت باقی بمانند.
(۵) در عبور لوله از دیوار، سقف، و کف، فضای اطراف لوله از هر دو طرف باید با مصالح ساختمانی مناسب کاملاً پر شود. اگر لوله از جدار فضای تر عبور می‌کند، دور لوله در محل عبور از دیوار، کف یا سقف باید با مواد آب‌بند حفاظت شود.
(۶) لوله‌هایی که از دیوار خارجی ساختمان عبور می‌کنند یا از داخل خاک زیرزمین، پس از عبور از کف‌سازی، وارد فضای ساختمان می‌شوند، باید از داخل غلاف لوله عبور کنند. دور لوله، در دو طرف دیوار یا کف‌سازی، باید با مواد آب‌بند کاملاً مسدود شود.
(۷) لوله‌کشی باید طوری اجرا شود که بار اسکلت و سازهٔ ساختمان، یا انبساط ساختمان، روی آن اثر نگذارد.
(۸) مسیر لوله‌کشی باید طوری انتخاب شود که لوله تا حد امکان از درزهای انبساط ساختمان عبور نکند. اگر عبور لوله از درزهای انبساط ساختمان ناگزیر باشد باید روی لوله در محل عبور از درز انبساط ساختمان قطعهٔ انبساط با جدار صاف داخلی نصب شود. نصب قطعهٔ

انبساط روی لوله، در عبور از درزهای انبساط ساختمان، در پایین‌ترین طبقه ساختمان الزامی نیست.

(۹) اگر لوله در داخل ترنچ، خزیده رو یا شفت نصب می‌شود، باید برای دسترسی و نگهداری و آزمایش و تمیز کردن، در اطراف آن جای کافی پیش‌بینی شود.

(۱۰) در جایی که لوله در خاک دفن می‌شود و احتمال عبور وسایل حمل و نقل، تحمل بار مخازن و تأسیسات سنگین وجود دارد، لوله باید در زیر بلوک بتنی (یا داخل کانال بتنی) حفاظت شود. اگر اتصال لوله و فیتینگ در داخل بلوک بتنی قرار گیرد باید برای دسترسی به آن پیش‌بینی لازم به عمل آید.

(۱۱) در عبور لوله از دیوار، کف و سقف باید مقررات آتش‌سوزی مربوط به این جدارها در مورد فضای دور لوله نیز رعایت شود و دور لوله با مواد مقاوم در برابر آتش، با مقاومتی برابر آن‌چه برای جدار ساختمانی تعریف شده، پر شود.

(۱۲) در صورتی‌که لولهٔ فاضلاب مدفون در محوطهٔ خصوصی ملک در مجاورت لولهٔ آب مصرفی باشد، لولهٔ فاضلاب باید دست کم 30 سانتیمتر پایین‌تر از لولهٔ آب قرار گیرد و در صورت اجرای هم سطح، حداقل فاصلهٔ افقی بین دو لوله نباید کمتر از ۳ متر باشد.

(۱۳) لوله‌کشی پلیمری اگر روکار نصب می‌شود نباید در معرض تابش مستقیم نور آفتاب باشد.

### ۱۶-۵-۴-۳ اتصال

الف) کلیات

(۱) اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ و فیتینگ به فیتینگ در لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طبق الزامات این قسمت از مقررات انجام شود.

(۲) انواع اتصال باید در فشار آزمایش پس از نصب، به ترتیبی که در "(۱۶-۵-۵) آزمایش و نگهداری" مقرر شده است، آب‌بند و گازبند باشند.

(۳) پیش از اتصال، دهانه‌های لوله و فیتینگ باید از مواد اضافی پاک شود و سطوح داخلی لوله و فیتینگ از هرگونه مواد اضافی، که ممکن است در برابر جریان فاضلاب ایجاد مانع کند، کاملاً تمیز شود. دهانهٔ انتهای لوله و فیتینگ باید کاملاً باز باشد و سطح داخلی فیتینگ برابر سطح مقطع لوله باشد.

(۴) هنگام اجرای اتصال نباید مواد درزبندی، از درز محل اتصال، وارد لوله شود.

ب) اتصال لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه‌دار

(۱) اتصال باید از نوع کنف و سرب باشد.

(۲) فاصلهٔ بین سرکاسه و انتهای بدون سرکاسه لوله یا فیتینگ، که در داخل آن قرار می‌گیرد، باید کاملاً خشک و تمیز باشد و ابتدا در آن کنف کوبیده شود. کنف درزگیر به صورت طناب و شامل ۷ تا ۱۰ رشتهٔ منظم و تاب داده شده باشد.

(۳) سرب درزگیری باید دارای کیفیت یکنواخت، تمیز و عاری از مواد خارجی باشد. سرب مذاب روی کنف کوبیده شده ریخته شود. سرب‌ریزی باید به طور پیوسته و بدون انقطاع صورت گیرد. عمق سرب‌ریزی نباید کمتر از ۲۵ میلی‌متر باشد. فاصلهٔ سطح بالای قسمت سرب‌ریزی شده از لبهٔ سرکاسه نباید بیش از ۳ میلی‌متر باشد.

(۴) پس از پایان سرب‌ریزی باید سطح بالای آن کوبیده شود تا سرب داغ همهٔ حفره‌ها و گوشه‌ها را کاملاً پر کند.

(۵) تا پایان آزمایش لوله‌کشی فاضلاب، هیچ‌گونه مواد رنگی نباید سطح درزبندی را بپوشاند.

پ) اتصال لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه

(۱) سطح خارجی دوسر لوله یا فیتینگی که به هم متصل می‌شوند باید کاملاً صاف باشد. لبهٔ انتهایی دو سربراید، با قطر خارجی کاملاً مساوی باشند، مقابل یکدیگر و کاملاً روی هم قرار گیرند.

(۲) یک لاستیک آب‌بندی مخصوص، به شکل لوله و مقاوم در برابر اثر فاضلاب، طبق دستور کارخانهٔ سازندهٔ لوله، باید روی دو سر لوله یا فیتینگ قرار گیرد.

(۳) آب‌بندی و درزبندی لاستیک آب‌بندی روی قسمت انتهایی هر سر لوله یا فیتینگ باید با استفاده از بست‌های حلقوی، از تسمه‌های فولادی زنگ‌ناپذیری انجام گیرد که با پیچ و مهره روی لاستیک آب‌بندی محکم می‌شوند. تسمه‌های فولادی باید طبق دستور کارخانهٔ سازنده باشد و سفت کردن پیچ و مهره باید طوری باشد که روی محیط لاستیک آب‌بندی فشار یکنواختی وارد شود.

ت) اتصال لوله و فیتینگ پی وی سی (P.V.C)

(۱) اتصال باید با چسب مخصوص و در حالت سرد صورت گیرد.

(۲) نوع چسب و روش اتصال باید طبق دستور کارخانهٔ سازندهٔ لوله باشد.

ث) اتصال لوله و فیتینگ پلی اتیلن (PE)

(۱) اتصال باید در حالت گرم و بدون اضافه کردن مواد خارجی انجام شود.

(۲) اتصال با ذوب کردن لبهٔ دهانه‌های دو قسمت لوله و فیتینگ صورت گیرد. ابتدا دهانهٔ دو قطعه در قالب مخصوص قرار می‌گیرد و گرم می‌شود. بر اثر گرم شدن، سطوح مقابل هم ذوب و در هم تنیده و یکپارچه می‌شود.

(۳) دمای ذوب باید طبق دستور کارخانهٔ سازندهٔ لوله باشد.

ج) اتصال لوله و فیتینگ پلی پروپیلن (PP)

(۱) اتصال باید به کمک حلقهٔ لاستیکی، در حالت سرد، با استفاده از مواد روان‌کننده پیشنهادی کارخانه سازنده و بدون اضافه کردن مواد خارجی انجام گیرد.

(۲) در این اتصال انتهای بدون سرکاسهٔ لوله یا فیتینگ در داخل دهانهٔ سرکاسه‌دار قطعهٔ دیگر که در آن یک حلقهٔ لاستیکی قرار می‌گیرد، با فشردن (پوش فیت) آب‌بند و گازبند می‌شود.

(۳) حلقهٔ لاستیکی باید طبق دستور کارخانهٔ سازندهٔ لوله باشد.

چ) اتصال لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه

(۱) اتصال لوله و فیتینگ باید از نوع دنده‌ای باشد.

(۲) نوع دندهٔ لوله یا فیتینگ باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

ISIRI 1798
ISO 7-1
DIN 2999
BS 21

ح) در لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان استفاده از انواع اتصال‌های زیر مجاز نیست:

(۱) اتصال با سیمان یا بتن؛

(۲) اتصال با خمیرهای قیردار؛

(۳) اتصال با رینگ‌های لاستیکی برای لوله‌های با قطرهای متفاوت؛

(۴) استفاده از چسب برای اتصال لوله و فیتینگ پلاستیکی ناهمجنس.

خ) اتصال لولهٔ فاضلاب به لوازم بهداشتی

(۱) اتصال انشعاب خروجی فاضلاب لوازم بهداشتی به شاخهٔ افقی فاضلاب باید با زاویهٔ بیش از ۱۵ درجه باشد و جریان فاضلاب از لوازم بهداشتی به آن به‌طور ریزشی (ثقلی) صورت گیرد.

(۲) اتصال انشعاب خروجی فاضلاب لوازم بهداشتی به شاخهٔ افقی، لولهٔ قائم یا لولهٔ اصلی باید قابل جدا شدن باشد.

(۳) این اتصال باید کاملاً آب‌بند و گازبند باشد.

## ۱۶-۵-۵ آزمایش و نگهداری

### ۱۶-۵-۵-۱ آزمایش

الف) کلیات

(۱) آزمایش لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات انجام شود.

(۲) آزمایش لوله‌کشی را باید پیش از نصب لوازم بهداشتی، و آزمایش نهایی را باید پس از نصب لوازم بهداشتی انجام داد.

(۳) پیش از انجام آزمایش و تأیید لوله‌کشی، هیچ یک از اجزای لوله‌کشی نباید با رنگ یا اجزای ساختمان پوشیده شود. به هنگام آزمایش، همهٔ اجزای لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان باید آشکار و قابل بازرسی باشد.

(۴) پیش از نصب لوازم بهداشتی آزمایش ممکن است با آب یا هوا انجام شود.

ب) آزمایش با آب

(۱) آزمایش با آب ممکن است قسمت به قسمت یا، در صورتی که مصالح لوله‌کشی و اتصال‌ها در برابر فشار ارتفاع (استاتیک) ساختمان مقاوم باشند، به طور یک‌جا برای کلیه شبکهٔ لوله‌کشی انجام شود.

(۲) در حالتی که کلیهٔ شبکهٔ لوله‌کشی به طور یک‌جا با آب آزمایش شود باید همهٔ دهانه‌های باز شبکهٔ لوله‌کشی، جز بالاترین دهانهٔ باز آن، به طور موقت بسته شود و تمام لوله‌ها با آب پر شود. پس از مدت ۱۵ دقیقه باید همهٔ قطعات و اتصال‌ها مورد بازرسی قرار گیرد و نشت آب مشاهده نشود. در صورت مشاهده نشت آب باید قطعهٔ معیوب یا اتصال ضعیف ترمیم یا تعویض شود و آزمایش با آب تکرار شود. در این روش آزمایش شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب و هواکش ممکن است با هم انجام گیرد.

(۳) در حالتی که شبکهٔ لوله‌کشی قسمت به قسمت آزمایش شود باید با استفاده از دریچه‌های بازدید و دسترسی، که روی لولهٔ قائم پیش‌بینی شده‌اند، ساختمان در ارتفاع به چند منطقه تقسیم شود و آزمایش با آب در هر منطقه به طور جداگانه صورت گیرد. در هر منطقه، جز بالاترین ۳ متر، فشار آزمایشی با آب نباید از ۳ متر ستون آب کمتر باشد و هیچیک از قطعات یا اتصال‌ها نباید در معرض فشاری کمتر از ۳ متر قرار گیرد. در صورت مشاهدهٔ نشت باید قطعهٔ معیوب یا اتصال ضعیف ترمیم و تعویض شود و آزمایش با آب تکرار شود. در این روش آزمایش شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب باید جدا از شبکهٔ لوله‌کشی هواکش انجام گیرد.

پ) آزمایش با هوا

(۱) در آزمایش با هوا باید لوله‌کشی کاملاً از آب خالی باشد و دهانه‌های خروجی همه‌جا با کیسه‌های مخصوص که با هوای فشرده پر می‌شود یا وسایل دیگر که دهانه را کاملاً مسدود و هوابند می‌کند به طور موقت بسته شود.

(۲) آزمایش با هوا باید با تزریق هوای فشرده به داخل شبکهٔ لوله‌کشی صورت بگیرد و با فشارسنج اندازه‌گیری شود. فشار آزمایش ۳۴/۵ کیلو پاسکال است. پس از آن‌که فشارسنج فشار لازم را نشان داد، آزمایش باید به مدت دست کم ۱۵ دقیقه ادامه یابد و در این مدت فشارسنج هیچ کاهش فشاری را نشان ندهد. در صورت مشاهده کاهش فشار در مدت آزمایش، باید همهٔ قطعات و اتصال‌های لوله‌کشی با آب صابون بازرسی شود. در صورت مشاهدهٔ قطعات معیوب با اتصال ضعیف، این قطعات تعویض و اتصال ترمیم شود و آزمایش با هوا تکرار شود.

(۳) در آزمایش با هوا، شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب و شبکهٔ لوله‌کشی هواکش فاضلاب ممکن است با هم انجام گیرد.

ت) آزمایش نهایی

(۱) آزمایش نهایی باید پس از نصب همهٔ لوازم بهداشتی و کامل شدن سیستم لوله‌کشی فاضلاب و شبکهٔ لوله‌کشی هواکش انجام شود. آزمایش نهایی با دود یا هوا انجام می‌شود.

(۲) در این آزمایش باید انتهای لولهٔ اصلی که فاضلاب را از ساختمان به خارج، یا به نقطهٔ ورودی به دستگاه تصفیهٔ فاضلاب در داخل ساختمان (یا ملک) هدایت می‌کند، و نیز انتهای لوله‌های هواکش مسدود شود و دود (با استفاده از ماشین‌های ایجاد دود) یا هوا، با فشار وارد شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب و شبکهٔ لوله‌کشی هواکش شود. در این آزمایش باید همهٔ سیفون‌های فاضلاب با آب پر شود. اندازه‌گیری با فشارسنج صورت می‌گیرد. فشار آزمایش ۲۵ میلی‌متر ستون آب و مدت آن ۱۵ دقیقه است.

(۳) در مدت آزمایش نباید فشار سنج هیچ کاهش فشاری نشان دهد.

(۴) این آزمایش دست کم باید سه بار تکرار شود.

(۵) در صورتی که لوله‌ها یا فیتینگ‌های شبکهٔ لوله‌کشی، یا قسمتی از آن‌ها، از نوع پلاستیکی (پی وی سی یا پلی اتیلن) باشد، به کار بردن دود برای آزمایش نهایی مجاز نیست.

### ۱۶-۵-۵-۲ نگهداری

الف) صاحب ساختمان (یا نماینده رسمی او) مسئول است که در مدت بهره‌برداری از ساختمان همهٔ الزامات این قسمت از مقررات به طور کامل رعایت شود.

ب) از ریختن مواد زایدی که ممکن است سبب گرفتگی لوله یا فیتینگ شود، باید پرهیز گردد.

(۱) در هر مورد پس از بازکردن دریچهٔ بازدید و رفع گرفتگی باید دریچهٔ بازدید به طور کامل آب‌بند و گازبند شود و در صورت لزوم واشر لاستیکی این دریچه تعویض گردد.

پ) به هنگام استفاده از مواد پاک کنندهٔ شیمیایی باید نسبت به اثر خوردگی این مواد روی مصالح لوله‌ها و فیتینگ‌ها توجه کامل شود.

ت) اگر برای رفع گرفتگی از فنر استفاده می‌شود باید فنر یا هر وسیلهٔ دیگری که برای رفع گرفتگی به داخل لوله‌ها رانده می‌شود، از نوعی باشد که هنگام عبور از داخل لوله‌ها، فیتینگ‌ها یا سیفون‌ها به سطح داخلی آن‌ها آسیب نرساند.

ث) سیفون‌های لوازم بهداشتی باید به‌طور ادواری بازدید و تمیز شود و مواد زاید (مواد پاک‌کننده، صابون، مو، چربی و غیره) از داخل سیفون خارج شود. در صورت باز کردن سیفون و تمیز کردن آن، هنگام نصب مجدد باید درزهای اتصال آن کاملاً آب‌بند و گازبند شود.

# ۱۶-۶ لوله‌کشی هواکش فاضلاب

## ۱۶-۶-۱ دامنه

**۱۶-۶-۱-۱** طراحی، انتخاب مصالح و اجرای لوله‌کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طبق الزامات این فصل از مقررات انجام شود.

**۱۶-۶-۱-۲** این فصل از مقررات، الزامات طراحی و اجرای لوله‌کشی هواکش آن قسمت از لوله‌کشی فاضلاب داخل ساختمان را مقرر می‌دارد که در فصل (۱۶-۵) "لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان" دامنهٔ آن مقرر شده است.

الف) اگر در ساختمان، لوله‌کشی هواکش برای شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب شیمیایی وجود داشته باشد، این لوله‌کشی باید از لوله‌کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان کاملاً جدا باشد.

## ۱۶-۶-۲ طراحی لوله‌کشی هواکش فاضلاب

**۱۶-۶-۲-۱** کلیات

الف) طراحی لوله‌کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طبق روش‌های مهندسی مورد تأیید انجام گیرد. روش‌های مهندسی برای اندازه‌گذاری لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی باید مورد تأیید قرار گیرد.

ب) لوله‌کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طوری طراحی شود که هوا بتواند به اندازهٔ کافی از لوله‌کشی فاضلاب خارج یا به آن وارد شود و در نتیجه از شکستن آب هوابند سیفون‌ها بر اثر فشار معکوس یا مکش سیفونی جلوگیری شود.

(۱) سیفون لوازم بهداشتی در لوله‌کشی فاضلاب نباید در معرض اختلاف فشار هوای بیش از ۲۵ میلی‌متر ستون آب قرار گیرد.

پ) همهٔ سیفون‌ها و لوازم بهداشتی سیفون سرخود باید طبق یکی از روش‌های معین شده در این فصل از مقررات، دارای هواکش باشند.

ت) لوله‌کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان باید طوری طراحی شود که هوا و دیگر گازهای خروجی از شبکهٔ فاضلاب بهداشتی بر اثر فشار معکوس را، به فضای خارج از ساختمان هدایت کند.

(۱) لوله، فیتینگ، اتصال و دیگر اجزای لوله‌کشی هواکش باید کاملاً آب‌بند و گازبند باشد.

**۱۶-۶-۲-۲** نقشه‌ها

الف) نقشه‌های لوله‌کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان باید، پیش از اقدام به اجرای برای بررسی و تصویب به ناظر ساختمان ارائه شود.

ب) نقشه‌های اجرایی لوله‌کشی هواکش فاضلاب باید با نقشه‌های اجرایی لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان مشترک باشد و شامل لوازم بهداشتی و دیگر مصرف‌کننده‌ها، محل عبور و قطر شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم و دیگر اجزای لوله‌کشی باشد.

(۱) مشخصات مصالح و روش‌های نصب باید در نقشه، یا در مدارک پیوست آن مشخص شود.

(۲) پلان لوله‌کشی طبقه (یا طبقات) ساختمان باید در نقشه‌ها نشان داده شود.

(۳) نقشه‌ها باید شامل دیاگرام لوله‌کشی، نقاط اتصال لولهٔ هواکش به لوله‌های فاضلاب، شیب لوله‌های افقی و اندازهٔ قطر اسمی لوله‌ها باشد.

(۴) نقشه‌ها باید خوانا باشد. علائم ترسیمی باید طبق یکی از استانداردهای مورد تأیید باشد.

**۱۶-۶-۲-۳** لوله‌های قائم هواکش و هواکش لولهٔ قائم فاضلاب

الف) هر شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان که فاضلاب توالت هم داشته باشد، باید دست‌کم یک لولهٔ قائم هواکش اصلی، به صورت لولهٔ قائم هواکش یا هواکش لولهٔ قائم فاضلاب داشته باشد. این لولهٔ هواکش اصلی باید در نقطه‌ای به شبکه لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان متصل شود که قطر اسمی آن کمتر از ۸۰ میلیمتر (۳ اینچ) نباشد.

ب) هر لولهٔ قائم فاضلاب که شاخه‌های افقی فاضلاب ۵ طبقه یا بیشتر به آن متصل می‌شود، جز لولهٔ قائم مشترک فاضلاب و هواکش لوازم بهداشتی بدون توالت، باید لولهٔ قائم هواکش داشته باشد.

(۱) هر لولهٔ قائم هواکش یا هواکش لولهٔ قائم فاضلاب باید از قسمت بالا، بدون کاهش قطر، تا هوای آزاد ادامه یابد.

(۲) هر لولهٔ قائم هواکش باید در پایین‌ترین قسمت به لولهٔ فاضلاب متصل شود. نقطه اتصال باید پایین‌تر از آخرین و پایین‌ترین اتصال شاخهٔ افقی به لولهٔ قائم فاضلاب باشد. اگر لولهٔ قائم هواکش بعد از تغییر امتداد لوله قائم فاضلاب به لولهٔ افقی فاضلاب متصل شود، نقطهٔ اتصال

نباید بیش از ده برابر قطر لولهٔ افقی فاضلاب از زانوی زیر لولهٔ قائم فاضلاب فاصله داشته باشد.

(۳) در ساختمان‌های بلندتر از ۱۰ طبقه، برای حداکثر هر ۱۰ طبقه، باید هواکش کمکی نصب شود. این لوله هواکش باید شیب داشته باشد و دهانهٔ بالایی آن به لولهٔ قائم هواکش و دهانهٔ پایین آن به لولهٔ قائم فاضلاب، با زاویهٔ ۴۵ درجه، متصل شود.

(۴) چند لولهٔ قائم هواکش یا هواکش لولهٔ قائم فاضلاب ممکن است در بالاترین طبقه و پیش از خروج از ساختمان، توسط یک لولهٔ افقی به هم متصل شوند و از یک نقطهٔ بام خارج شوند و تا هوای آزاد ادامه یابند. در این حالت اندازهٔ قطر اسمی لولهٔ افقی، که چند لولهٔ قائم هواکش را به هم متصل می‌کند، باید بر مبنای مجموع D.F.U لوازم بهداشتی که به کل لوله‌های قائم فاضلاب متصل شده‌اند صورت گیرد و طول لولهٔ هواکش برای تعیین قطر اسمی لولهٔ افقی برابر فاصلهٔ دورترین نقطهٔ اتصال لولهٔ هواکش به پایین‌ترین قسمت لولهٔ قائم فاضلاب، تا دهانهٔ لولهٔ هواکش در هوای آزاد، اندازه‌گیری شود.

(۵) اگر لوله‌های پلیمری روکار نصب می‌شوند نباید در معرض تابش مستقیم نور آفتاب باشند.

**۱۶-۶-۲-۴** انتهای لولهٔ هواکش

الف) انتهای بالای لولهٔ هواکش روی بام باید دست کم ۳۰ سانتی‌متر از کف تمام شدهٔ بام، در نقطهٔ خروج لولهٔ هواکش، بالاتر باشد. این ارتفاع در نقاط سردسیر باید با توجه به حداکثر ارتفاع برف افزایش یابد.

(۱) اگر از بام برای سکونت، اقامت یا کار استفاده شود، باید انتهای لولهٔ هواکش دست کم ۲/۲ متر از کف تمام شدهٔ بام بالاتر رود.

(۲) در نقاط سردسیر اندازهٔ نامی لولهٔ هواکش، در عبور از بام، نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر (۳اینچ) باشد. و در صورتی که متوسط حداقل مطلق دمای هوای خارج در زمستان کمتر از ۱۸- درجه سلسیوس باشد، آن قسمت از لولهٔ هواکش که در معرض هوای سرد بیرون قرار دارد، باید با عایق گرمایی یا گرمکن برقی در برابر یخزدن حفاظت شود.

(۳) تغییر اندازهٔ قطر اسمی لولهٔ هواکش، در عبور از بام یا بالاتر از آن، مجاز نیست، هر تغییر اندازه باید دست کم در ۳۰ سانتیمتری زیر بام انجام گیرد.

ب) انتهای لولهٔ هواکش باید در محلی قرار گیرد که گازهای خروجی از دهانهٔ آن به داخل فضاهای ساختمان نفوذ پیدا نکند.

(۱) انتهای لولهٔ هواکش نباید مستقیماً زیر هیچ در، پنجره‌های بازشو یا دهانه‌های ورود هوای سیستم تعویض هوای ساختمان قرار گیرد.
(۲) فاصلهٔ افقی انتهای لولهٔهواکش از هر در، پنجرهٔ بازشو یا دهانهٔ ورود هوا برای سیستم تعویض هوای ساختمان باید دست‌کم ۳ متر باشد. مگر آن‌که انتهای لولهٔ هواکش دست‌کم ۶۰ سانتیمتر بالاتر از آن نقاط قرار گیرد.
(۳) اگر انتهای لولهٔ هواکش به طور افقی از دیوار ساختمان خارج شود، باید دست‌کم ۳ متر تا محدودهٔ زمین ملک فاصلهٔ افقی داشته باشد. دهانهٔ این لوله باید از سطح زمین محوطه دست کم ۳ متر بالاتر باشد. انتهای این لوله نباید زیر بالکن یا سایه‌بان دیوار خارجی ساختمان قرار گیرد.
(۴) دهانهٔ انتهای لولهٔ هواکش روی بام باید به سمت بالا باشد.

پ) انتهای لولهٔ هواکش روی بام، یا دیوار خارجی ساختمان، باید با توری مقاوم در برابر زنگ زدن و ورود حشرات حفاظت شود.

ت) انتهای لولهٔ هواکش نباید در داخل شافت یا دودکش ساختمان رها شود. از شافت‌ها یا دودکش‌های ساختمان نباید به عنوان هواکش شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان استفاده شود.

ث) جنس قسمت نمایان لولهٔ هواکش روی بام یا خارج ساختمان باید از نوع فلزی باشد.

**۱۶-۶-۲-۵** اتصال لولهٔ هواکش و شیب آن

الف) هر لولهٔ هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان، از قبیل هواکش جداگانه، شاخهٔ افقی هواکش، هواکش مداری و غیره، باید به لولهٔ قائم هواکش یا هواکش لولهٔ قائم فاضلاب متصل شود و یا به‌طور مستقل تا خارج از ساختمان ادامه یابد.

ب) شاخهٔ افقی هر لولهٔ هواکش باید به سمت نقطهٔ اتصال آن به لولهٔ فاضلاب شیب داشته باشد، به طوری‌که تقطیر بخار آب در داخل لولهٔ هواکش بتواند به آسانی به لولهٔ فاضلاب تخلیه شود.

پ) اتصال لولهٔ هواکش خشک به شاخهٔ افقی فاضلاب باید به قسمت بالای آن، بالاتر از محور لولهٔ افقی باشد.

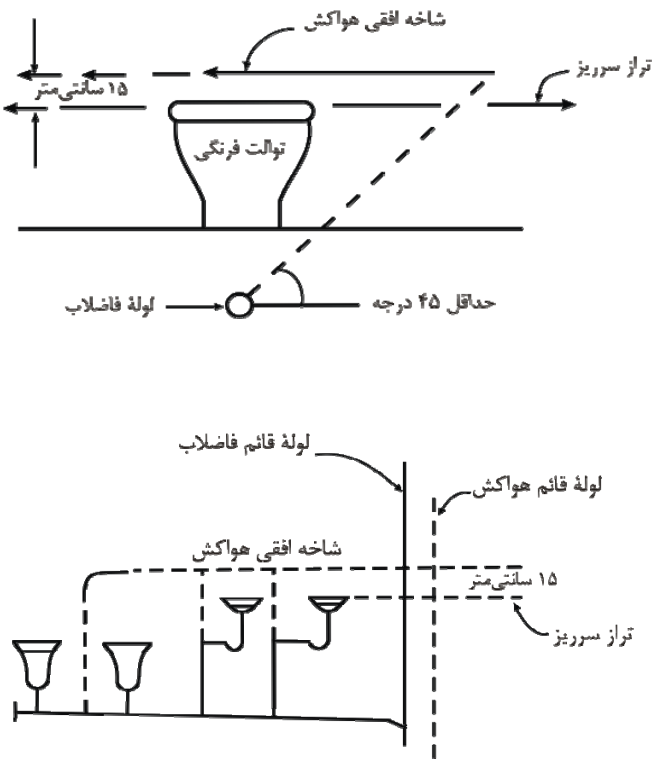
(۱) زاویهٔ اتصال لولهٔ هواکش خشک به لولهٔ فاضلاب نباید کوچکتر از۴۵ درجه نسبت به سطح افق باشد.

(۲) لولهٔ هواکش خشک، بلافاصله پس از اتصال به لولهٔ افقی فاضلاب، باید با زاویه بیش از ۴۵ درجه نسبت به سطح افق تا دست کم ۱۵ سانتی‌متر بالاتر از لبهٔ سرریز دستگاهی که هواکش برای آن نصب شده است، مطابق شکل شماره (۱۶-۶-۲-۵) "پ" (۲)، بالا رود.

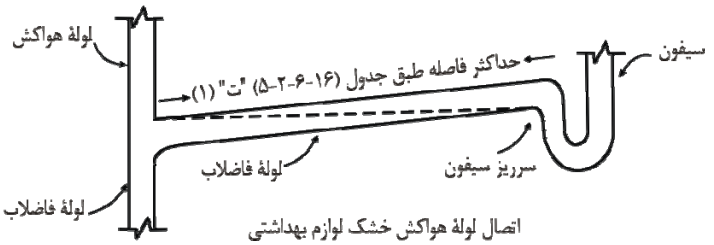
(۳) اتصال هر شاخهٔ افقی هواکش به لولهٔ قائم هواکش یا هواکش لولهٔ قائم فاضلاب باید دست کم ۱۵ سانتیمتر بالاتر از لبهٔ سرریز بالاترین دستگاهی که هواکش آن به این شاخهٔ افقی هواکش متصل شده است، باشد.

ت) نقطهٔ اتصال لولهٔ هواکش خشک هر یک از لوازم بهداشتی به لولهٔ فاضلاب، جز در مورد توالت شرقی، توالت غربی و دستگاه‌های سیفون سرخود که روی کف نصب می‌شوند، نباید پایین‌تر ازسطح سرریز سیفون لوازم بهداشتی که این لولهٔ هواکش برای آن نصب می‌شود، باشد. (شکل شماره (۱۶-۶-۲-۵) "ت")

(۱) حداکثر فاصلهٔ نقطهٔ اتصال لولهٔ هواکش به شاخهٔ افقی فاضلاب، تا نقطهٔ سرریز سیفون لوازم بهداشتی، نباید از ارقام جدول شمارهٔ (۱۶-۶-۲-۵) "ت" (۱)) بیشتر باشد.




**شکل شماره (۱۶-۶-۲-۵) "پ"(۲): اتصال هواکش به شاخه افقی لوله فاضلاب**




**شکل شماره (۱۶-۶-۲-۵) "ت": اتصال لوله هواکش خشک لوازم بهداشتی**

**جدول شمارهٔ (۱۶-۶-۲-۵) "ت" (۱): حداکثر فاصلهٔ نقطهٔ اتصال لولهٔ هواکش به شاخهٔ افقی فاضلاب تا نقطهٔ سرریز سیفون لوازم بهداشتی**

| قطر اسمی لولهٔ فاضلاب | | شیب لولهٔ فاضلاب | حداکثر فاصلهٔ اتصال لولهٔ هواکش تا سیفون |
|---|---|---|---|
| (اینچ) | (میلی‌متر) | (درصد) | (متر) |
| ۱۱/۴ | ۳۲ | ۲ | ۱ |
| ۱۱/۲ | ۴۰ | ۲ | ۱/۵ |
| ۲ | ۵۰ | ۲ | ۱/۸ |
| ۳ | ۸۰ | ۲ | ۳ |
| ۴ | ۱۰۰ | ۲ | ۴ |

(۲) فاصلهٔ نقطهٔ اتصال لولهٔ هواکش به شاخهٔ افقی فاضلاب، تا نقطهٔ سرریز سیفون لوازم بهداشتی، نباید از دو برابر قطر اسمی لولهٔ فاضلاب کمتر باشد.

(۳) اتصال لولهٔ هواکش به تاج سیفون مجاز نیست.

**۱۶-۶-۲-۶** هواکش مشترک

الف) برای دو عدد از لوازم بهداشتی که در یک طبقه و در مجاورت هم قرار دارند می‌توان به طور مشترک یک هواکش جداگانه نصب کرد.

اگر برای دو عدد از لوازم بهداشتی که در یک سطح قرار دارد، هواکش مشترک نصب شود، اتصال لولهٔ هواکش مشترک باید در نقطهٔتلاقی لوله‌های فاضلاب این لوازم بهداشتی، یا در پایین دست آن نقطه، باشد. در این حالت فاصلهٔ سیفون لوازم بهداشتی تا نقطهٔ اتصال هواکش مشترک به شاخه افقی فاضلاب نباید از ارقام جدول شماره (۱۶-۶-۲-۵) "ت" (۱) بیشتر باشد.

(۱) اگر برای دو عدد از لوازم بهداشتی که در یک سطح واقع نشده باشند هواکش مشترک نصب شود، شاخهٔ فاضلاب دستگاهی که بالاتر قرار گرفته به عنوان هواکش دستگاهی که پایین‌تر قرار گرفته عمل می‌کند و قطر اسمی آن باید یک اندازه بزرگتر از لولهٔ فاضلاب دستگاه بالاتر و دست‌کم ۵۰ میلی‌متر (دواینچ) باشد. در این حالت دستگاه بالاتر نمی‌تواند توالت باشد.

**۱۶-۶-۲-۷** هواکش تر

الف) برای یک گروه از لوازم بهداشتی در یک طبقه، که در یک حمام کامل و یا حداکثر در دو حمام کامل مجاور هم، با هر ترکیبی، واقع‌اند، می‌توان هواکش تر افقی نصب نمود. هواکش تر، که در عین حال برای لوازم بهداشتی بالا دست به عنوان لولهٔ فاضلاب و برای لوازم بهداشتی پایین دست به عنوان هواکش عمل می‌کند، از محل اتصال هواکش خشک به آن شروع شده و تا نقطهٔ اتصال فاضلاب پایین‌ترین دستگاه، که هواکش تر برای آن در نظر گرفته شده است، ادامه می‌یابد. در این گروه از لوازم بهداشتی، هر یک از لوازم بهداشتی باید به صورت جداگانه به شاخه افقی فاضلاب یا لولهٔ هواکش تر، متصل شود. هواکش خشک می‌تواند مستقیماً به لولهٔ افقی هواکش‌تر و یا به لولهٔ فاضلاب یکی از لوازم بهداشتی (به جز کف‌شوی اضطراری) متصل شود. حداکثر فقط یک وسیلهٔ بهداشتی که هواکش تر برای آن در نظر گرفته شده است می‌تواند در بالا دست نقطهٔ اتصال هواکش خشک به لولهٔ هواکش‌تر، قرار داشته باشد.

(۱) فاصلهٔ سیفون لوازم بهداشتی از شاخهٔ افقی فاضلاب، که در این حال هواکش تر نیز محسوب می‌شود، نباید از ارقام جدول شماره (۱۶-۶-۲-۵) "ت" (۱) بیشتر باشد.

(۲) قطر اسمی لولهٔ هواکش تر در هیچ مقطعی نباید کوچکتر از قطر اسمی لولهٔ فاضلاب لوازم بهداشتی متصل به شاخهٔ افقی فاضلاب (هواکش‌تر) در آن مقطع باشد.

(۳) قطر اسمی لولهٔ هواکش تر در هر مقطع بر حسب .D.F.U لوازم بهداشتی که به این لوله تخلیه می‌شوند، دست کم باید برابر ارقام جدول شماره (۱۶-۶-۲-۷) "الف" (۳) باشد.

**جدو ل شماره (۱۶-۶-۲-۷) "الف" (۳) :قطر اسمی لولهٔ هوکش‌تر**

| مقدار .D.F.U لوازم بهداشتی | قطر اسمی لولهٔ هواکش تر | |
|---|---|---|
| | (میلی‌متر) | (اینچ) |
| ۴ | ۵۰ | ۲ |
| ۶ | ۶۵ | $۲\frac{۱}{۲}$ |
| ۱۲ | ۸۰ | ۳ |

ب) در صورتی که لولهٔ فاضلاب لوازم بهداشتی دیگری، در پائین دست به این شاخهٔ افقی فاضلاب (هواکش‌تر) متصل شود لازم است برای آن‌ها هواکش جداگانه پیش‌بینی شود.

**۸-۲-۶-۱۶** لولهٔ قائم مشترک فاضلاب و هواکش

الف) لولهٔ قائم فاضلاب لوازم بهداشتی، بدون اتصال فاضلاب توالت و پیسوار، با رعایت الزامات مندرج در این قسمت، می‌تواند به عنوان هواکش این لوازم بهداشتی نیز عمل کند.

ب) این لولهٔ قائم فاضلاب باید، بدون هرگونه دوخم، بطور قائم امتداد یابد و شاخهٔ فاضلاب هر یک از لوازم بهداشتی به صورت جداگانه به آن متصل شود. فاضلاب توالت و پیسوار نباید به این لولهٔ قائم وارد شود.

(۱) اجرای دو خم دست کم ۱۵ سانتیمتر بالاتر از بالاترین انشعاب مجاز است.

(۲) حداکثر فاصلهٔ سیفون لوازم بهداشتی از لولهٔ قائم فاضلاب نباید از ارقام جدول شمارهٔ (۱۶-۶-۲-۵) "ت"(۱) بیشتر باشد.

پ) انتهای بالای این لولهٔ قائم فاضلاب باید، بدون کاهش قطر اسمی آن به عنوان هواکش لولهٔ قائم فاضلاب، تا هوای آزاد ادامه یابد.

ت) اندازه‌گذاری این لولهٔ قائم مشترک فاضلاب و هواکش باید دست کم برابر ارقام جدول شمارهٔ (۱۶-۶-۲-۸) "ت" باشد و قطر آن در تمام ارتفاع تغییر نکند.

**جدول شماره (۱۶-۶-۲-۸) "ت": اندازه‌گذاری لولهٔ قائم مشترک فاضلاب و هواکش**

| قطر اسمی لوله | | حداکثر مقدار D.F.U لوازم بهداشتی |
|---|---|---|
| میلی‌متر | اینچ | |
| ۴۰ | ۱۱/۲ | ۲ |
| ۵۰ | ۲ | ۴ |
| ۶۵ | ۲۱/۲ | ۸ |
| ۸۰ | ۳ | ۲۴ |
| ۱۰۰ | ۴ | ۵۰ |
| ۱۲۵ | ۵ | ۷۵ |
| ۱۵۰ | ۶ | ۱۰۰ |

**۱۶-۶-۲-۹** هواکش مداری

الف) حداکثر ۸ عدد از لوازم بهداشتی، که روی کف نصب شوند (مانند توالت، دوش، وان، کفشوی)، و به یک شاخهٔ افقی فاضلاب متصل شده باشند، ممکن است یک هواکش مداری داشته باشند. لولهٔ فاضلاب هر یک از لوازم بهداشتی باید به صورت افقی به این شاخهٔ افقی فاضلاب متصل شود. این شاخهٔ افقی فاضلاب به عنوان هواکش لوازم بهداشتی که به آن متصل شده‌اند، نیز عمل می‌کند.

(۱) قطر اسمی این شاخهٔ افقی فاضلاب در تمام طول نباید تغییر کند.

(۲) اگر به شاخهٔ افقی فاضلاب که هواکش مداری دارد، فاضلاب دستشویی، سینک و دستگاه‌های دیگری که بالاتر از کف نصب می‌شوند تخلیه شود، این لوازم بهداشتی باید هواکش مستقل داشته باشند.

ب) هواکش مداری هر شاخهٔ افقی فاضلاب باید در نقطه‌ای پس از سیفون بالا دست‌ترین دستگاه، و با رعایت الزامات مندرج در (۱۶-۶-۲-۵) به این شاخهٔ افقی فاضلاب متصل شود.

(۱) فاضلاب لوازم بهداشتی دیگر نباید به لولهٔ هواکش مداری تخلیه شود.

پ) هواکش مداری باید به سمت نقطهٔ اتصال آن به شاخهٔ افقی فاضلاب شیب داشته باشد.

(۱) شیب لولهٔ هواکش مداری نباید از ۸ درصد بیشتر باشد.

ت) تعیین قطر اسمی لولهٔ هواکش مداری باید بر مبنای کل .D.F.U لوازم بهداشتی، که هواکش مداری برای آن‌ها در نظر گرفته شده است، صورت گیرد.

(۱) قطر اسمی شاخهٔ افقی فاضلاب که به عنوان هواکش نیز عمل می‌کند، باید بر مبنای کل .D.F.U لوازم بهداشتی، که هواکش مداری برای آن‌ها در نظر گرفته شده است، صورت گیرد.

(۲) اگر چند شاخه افقی فاضلاب، که هر یک هواکش مداری مخصوص به خود دارد، به هم متصل شوند، قطر اسمی شاخهٔ افقی فاضلاب گروه پائین دست باید بر مبنای کل .D.F.U لوازم بهداشتی که به آن متصل می‌شود، تعیین گردد.

ث) اگر به شاخهٔافقی فاضلاب، که هواکش مداری دارد، بیش از ۳ توالت متصل شود باید برای این شاخهٔ افقی فاضلاب هواکش کمکی نصب شود. هواکش کمکی باید بعد از پایین دست‌ترین لوازم بهداشتی، که هواکش مداری برای آن‌ها در نظر گرفته شده است، به شاخهٔ افقی فاضلاب متصل شود.

(۱) فاضلاب لوازم بهداشتی دیگر واقع در طبقه‌ای که هواکش مداری نصب شده است، تا حداکثر D.F.U ۴، می‌تواند به لولهٔ هواکش کمکی تخلیهٔ شود.

ج) اگر به شاخهٔ افقی فاضلاب، علاوه بر لوازم بهداشتی که برای آن‌ها هواکش مداری نصب شده است، لوازم بهداشتی دیگری در پایین‌دست متصل شود، این لوازم بهداشتی باید هواکش مستقل داشته باشند.

**۱۶-۶-۲-۱۰** سیستم مشترک فاضلاب و هواکش

الف) سیستم مشترک فاضلاب و هواکش را فقط برای کفشوی، علم تخلیه، سینک ظرفشویی و دستشویی می‌توان نصب کرد.

ب) در سیستم مشترک فاضلاب و هواکش، ارتفاع لولهٔ قائم که فاضلاب لوازم بهداشتی را به لولهٔ افقی مشترک فاضلاب و هواکش متصل می‌کند، باید حداکثر ۲/۴۰ متر باشند.

(۱) حداکثر شیب لولهٔ افقی مشترک فاضلاب و هواکش باید ۴ درصد باشد.

پ) اتصال هواکش خشک به این لولهٔ افقی مشترک فاضلاب و هواکش، باید با رعایت الزامات مندرج در (۱۶-۶-۲-۵) باشد. این لولهٔ هواکش باید برای کل D.F.U لوازم بهداشتی، که هواکش برای آن‌ها در نظر گرفته شده است، اندازه‌گذاری شود.

ت) لولهٔ فاضلاب در سیستم مشترک فاضلاب و هواکش، در عین حال به عنوان هواکش لوازم بهداشتی نیز عمل می‌کند. قطر اسمی این لوله باید دست کم برابر ارقام جدول شمارهٔ (۱۶-۶-۲-۱۰) "ت" باشد.

**جدول شماره (۱۶-۶-۲-۱۰) "ت": اندازهٔ لوله مشترک فاضلاب و هواکش**

| قطر اسمی لوله | | حداکثر مقدار D.F.U که به لولهٔ اصلی افقی فاضلاب متصل می‌شود | حداکثر مقدار D.F.U که به شاخهٔ افقی یا لولهٔ قائم فاضلاب متصل می‌شود |
|---|---|---|---|
| میلی متر | اینچ | | |
| ۵۰ | ۲ | ۴ | ۳ |
| ۶۵ | ۲۱/۲ | ۲۶ | ۶ |
| ۸۰ | ۳ | ۳۱ | ۱۲ |
| ۱۰۰ | ۴ | ۵۰ | ۲۰ |
| ۱۲۵ | ۵ | ۲۵۰ | ۱۶۰ |
| ۱۵۰ | ۶ | ۵۷۵ | ۳۶۰ |

**۱۶-۶-۲-۱۱** هواکش دو خم لولهٔ قائم فاضلاب

الف) اگر لولهٔ قائم فاضلاب دو خم داشته باشد و شاخه‌های افقی فاضلاب که به قسمت بالای دوخم متصل می‌شود، ۵ طبقه یا بیشتر باشد، باید دو لولهٔ قائم بالاتر و پایین‌تر از دو خم، از نظر هواکش،

مانند دو لولهٔ قائم فاضلاب جداگانه تلقی شود، مگر در مواردی که طبق بند "(۱۶-۵-۲-۵) "پ" نصب هواکش برای دو خم ضرورت نداشته باشد.

ب) قسمت بالای دو خم باید مانند یک لولهٔ قائم فاضلاب دارای لولهٔ قائم هواکش باشد که طبق بند (۱۶-۶-۲-۳) به آن متصل شود. زانوی شروع دوخم باید مانند زانوی زیر لولهٔ قائم فاضلاب تلقی شود.

پ) هواکش قسمت پایین دو خم باید بین زانوی دوخم و بالاترین شاخهٔ افقی فاضلاب به آن متصل شود، یا به امتداد لولهٔ قائم فاضلاب قسمت پایین دوخم اتصال یابد.

ت) قطر اسمی لولهٔ هواکش قائم قسمت بالای دوخم باید بر مبنای کل .D.F.U لوازم بهداشتی که به آن لولهٔ قائم فاضلاب تخلیه می‌شود، تعیین شود.

## ۱۶-۶-۳ انتخاب مصالح

**۱۶-۶-۳-۱** شرایط کار لوله‌کشی هواکش فاضلاب با آن‌چه در (۱۶-۵-۳-۲) برای لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان مقرر شده، مشابه است.

**۱۶-۶-۳-۲** انتخاب لوله، فیتینگ و اتصال در لوله‌کشی هواکش فاضلاب باید طبق الزامات مندرج در (۱۶-۵-۳)، برای لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان، صورت گیرد.

**۱۶-۶-۳-۳** رعایت الزامات مندرج در (۱۶-۵-۳)، در لوله‌کشی هواکش فاضلاب، الزاماً به این معنی نیست که در هر مورد نوع و جنس لوله و فیتینگ لوله‌کشی هواکش عیناً با نوع و جنس لوله و فیتینگ فاضلاب یکسان باشد.

## ۱۶-۶-۴ اجرای لوله‌کشی

**۱۶-۶-۴-۱** کلیات

الف) اجرای لوله‌کشی هواکش فاضلاب باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات باشد.

ب) اجرای لوله‌کشی باید توسط کارگران آموزش دیده و ماهر صورت گیرد و از طرف کارشناسان موسسات مسئول نظارت و سرپرستی شود.

پ) لوله‌کشی باید با توجه به صرفه‌جویی در مصالح و دستمزد، حفاظت در برابر خرابی، آسیب‌دیدگی، خوردگی، یخبندان و تراکم هوا اجرا شود.

**۱۶-۶-۴-۲** رعایت نکات اجرایی

الف) در جریان نصب لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید مواظب بود که داخل لوله‌ها و فیتینگ‌ها از ذرات فلز، ماسه، خاک، مواد آب‌بندی و مانند این‌ها کاملاً پاک باشد.

ب) در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه خم کردن لوله مجاز نیست. باید از زانوهای فولادی گالوانیزه (چدن چکش‌خوار یا فولادی)، با اتصال دنده‌ای، استفاده شود.

(۱) در اتصال دنده‌ای، مواد آب بندی فقط باید روی دنده‌های خارجی اضافه شود.

پ) اتصال لولهٔ هواکش به شاخهٔ افقی فاضلاب باید با زاویهٔ ۴۵ درجه نسبت به سطح افق، یا بزرگتر باشد.

ت) آب‌بندی و گازبندی

(۱) اتصال لوله و فیتینگ در لوله‌کشی هواکش فاضلاب باید به ترتیبی صورت گیرد که در برابر فشار آزمایش پس از نصب آب‌بند و گازبند باشد.

ج) مسیر لوله‌ها

(۱) مسیر عبور لوله‌ها باید تا ممکن است مستقیم و ساده باشد و در هر مورد کوتاهترین مسیر انتخاب شود.

(۲) لوله‌ها باید تا ممکن است به موازات سطوح دیوارها و کف و سقف ساختمان نصب شوند.

(۳) لوله‌های روکار باید به موازات سطوح دیوارها، کف و سقف ساختمان نصب شوند و با بست در محل خود محکم و ثابت باقی بمانند.

(۴) در عبور از دیوار، کف و سقف ساختمان باید فضای اطراف لوله در هر دو طرف کاملاً با مصالح ساختمانی مناسب پر شود. اگر لوله از فضای تر عبور می‌کند، دور لوله در محل عبور با مواد آب‌بند حفاظت شود.

(۵) اطراف انتهای بالایی لولهٔ قائم هواکش، که از دیوار خارجی یا بام عبور می‌کند، باید در برابر نفوذ هوای خارج و رطوبت به داخل ساختمان حفاظت شود. اطراف این لوله باید با ورق مسی یا مصالح مناسب دیگر به ترتیبی پوشانده شود که از نفوذ آب باران و برف، از درز بین مصالح ساختمانی و لوله، جلوگیری شود.

(۶) در عبور لوله از دیوار، کف و سقف باید مقررات آتش‌سوزی مربوط به این اجزای ساختمان، در مورد فضای دور لوله، نیز رعایت شود و دور لوله با مواد مقاوم در برابر آتش پر شود.

## ۱۶-۶-۵ آزمایش و نگهداری

**۱۶-۶-۵-۱** آزمایش لوله‌کشی هواکش فاضلاب باید با توجه به ردیف (۱۶-۵-۵-۱) "آزمایش لوله‌کشی فاضلاب" انجام گیرد.

الف) آزمایش با آب

(۱) در صورتی که لوله‌کشی فاضلاب طبق (۱۶-۵-۵-۱) "ب" (۲) به طور یک‌جا با آب آزمایش شود انجام این آزمایش ممکن است در زمانی صورت گیرد که شبکهٔ لوله‌کشی هواکش فاضلاب اجرا شده و در نقاط لازم به شبکهٔ لوله‌کشی فاضلاب متصل شده است. در این حالت لوله‌کشی فاضلاب و هواکش ممکن است با هم آزمایش شود.

(۲) در صورتی که لوله‌کشی فاضلاب طبق (۱۶-۵-۵-۱) "ب" (۳) قسمت به قسمت با آب آزمایش شود، آزمایش هم زمان لوله‌کشی فاضلاب و لوله‌کشی هواکش ممکن نیست.

ب) آزمایش با هوا

(۱) در صورتی که لوله‌کشی فاضلاب طبق (۱۶-۵-۵-۱) "پ" با هوا آزمایش شود، آزمایش همزمان لوله‌کشی فاضلاب و لوله‌کشی هواکش می‌تواند عملی شود.

# ۱۶-۷ لوازم بهداشتی

## ۱۶-۷-۱ دامنه

**۱۶-۷-۱-۱** انتخاب نوع، جنس، تعداد مورد نیاز و نصب لوازم بهداشتی و شیرهای آن‌ها باید طبق الزامات این فصل از مقررات انجام گیرد.

الف) الزامات نوع، جنس، تعداد مورد نیاز و نصب لوازم بهداشتی ویژه در ساختمان‌های بهداشتی و درمانی، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

ب) الزامات نوع، جنس، تعداد مورد نیاز و نصب لوازم بهداشتی مخصوص معلول و صندلی چرخ‌دار، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

## ۱۶-۷-۲ جنس و ساخت

**۱۶-۷-۲-۱** لوازم بهداشتی باید از مصالح چگال، بادوام و در برابر آب نفوذناپذیر ساخته شود.

الف) سطوح داخلی و خارجی لوازم بهداشتی باید صاف و بدون منفذ باشد و پس از نصب، قسمت‌هایی از این سطوح بی جهت پنهان نشود و یا توکار قرار نگیرد.

**۱۶-۷-۲-۲** روی هر یک از لوازم بهداشتی، شیرها و دیگر متعلقات آن‌ها باید مارک کارخانهٔ سازنده، یا استاندارد مورد تأییدی که ساخت بر طبق آن صورت گرفته است، به صورت ریختگی، برجسته، یا مهر پاک‌نشدنی نقش شده باشد.

**۱۶-۷-۲-۳** استفاده از لوازم بهداشتی کار کرده و دست دوم، آسیب‌دیده و معیوب مجاز نیست.

**۱۶-۷-۲-۴** لوازم بهداشتی، شیرها و دیگر متعلقات آن‌ها باید، از نظر جنس، ساخت، اندازه‌ها و آزمایش مطابق یکی از استانداردهای جدول شماره (۱۶-۷-۲-۴) باشد.

الف) انتخاب لوازم بهداشتی از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که مشابه یکی از استانداردهای جدول شماره (۱۶-۷-۲-۴) و مورد تأیید باشد.

**جدول شماره (۱۶-۷-۲-۴): استانداردهای ساخت و آزمایش لوازم بهداشتی**

| نوع | جنس | شماره استاندارد | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ISIRI | DIN-EN | BS-EN | BS |
| دستشویی | چینی | ۶۹۶ | ۳۱-۱۴۶۸۸ | - | ۱۱۸۸-۳۴۰۲ |
| توالت غربی | چینی | ۶۹۶ | ۳۳-۳۴-۹۹۷ | - | ۳۴۰۲ |
| توالت شرقی | چینی | ۶۹۶ | - | - | - |
| فلاش تانک | - | - | - | - | ۱۱۲۵ |
| شیر فلوتوری | - | - | - | - | ۱۲۱۲ |
| زیردوشی | پلیمری | ۳۶۴۷ | ۲۴۹-۲۵۱ | ۲۵۱ | - |
| سردوش | نیکل کرم | ۶۶۸۰ | ۱۱۱۲ | ۱۱۱۲ | ۶۳۴۰-۴ |
| شیلنگ دوش | نیکل کرم | ۶۶۸۱ | ۱۱۱۳ | ۱۱۱۳ | ۶۳۴۰-۴ |
| وان | پلیمری | ۳۲۶۱ | ۱۹۸ | - | - |
| وان | چدنی لعاب‌دار | - | ۲۳۲ | ۲۳۲ | - |
| وان | فولادی لعاب‌دار | - | ۲۳۲ | ۲۳۲ | - |
| سینک | فولادی زنگ‌ناپذیر | - | ۱۳۳۱۰ | ۱۳۳۱۰ | - |
| سینک | سفالی | - | - | - | ۱۲۰۶ |
| پیسوار | چینی | ۶۹۶ | ۱۳۴۰۷ | - | ۵۵۲۰ |
| پیسوار | فولادی زنگ‌ناپذیر | - | - | - | ۴۸۸۰-۱ |
| آب‌خوری | - | ۲۵۲۶ | - | - | - |
| کاهنده جریان | نیکل کرم | ۶۶۷۸ | ۲۴۶ | - | - |
| شیر مخلوط | نیکل کرم | ۶۶۷۹ | ۱۲۸۶ | - | - |

## ۱۶-۷-۳ تعداد لوازم بهداشتی

### ۱۶-۷-۳-۱ کلیات

الف) تعداد لوازم بهداشتی مورد نیاز بر حسب نوع کاربری ساختمان و تعداد استفاده‌کنندگان، باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات تعیین شود.

ب) برای هر جنس (مرد یا زن) باید لوازم بهداشتی، به تعداد لازم و به‌طور جداگانه پیش‌بینی شود، جز موارد زیر:

(۱) لوازم بهداشتی خانگی؛

(۲) ساختمان‌هایی که تعداد کل جمعیت آن ۱۰ نفر یا کمتر باشد؛

(۳) فروشگاه‌هایی که مواد خوراکی یا آشامیدنی را برای مصرف در همان محل می‌فروشند و تعداد کل مشتریان هم‌زمان آن‌ها کمتر از ۱۰ نفر باشد؛

پ) تعداد توالت، دست‌شویی، دوش و وان باید، به نسبت جمعیت مرد و زن، برای هر یک پیش‌بینی شود. اگر تعداد مرد و زن مساوی است باید تعداد هر یک از لوازم بهداشتی نیز مساوی باشد.

ت) در محل‌های کار، گروه‌های بهداشتی (توالت، دست‌شویی، غیره) باید به فضای کار نزدیک باشد:

(۱) فاصلهٔ افقی بین محل کار تا لوازم بهداشتی نباید بیش از ۱۵۰ متر باشد. فاصله‌ای که در ارتفاع، برای دسترسی به گروه بهداشتی باید طی شود نباید بیش از یک طبقه (بالا یا پایین) باشد.

(۲) در فروشگاه‌های بزرگ، فاصلهٔ افقی تا لوازم بهداشتی، نباید بیش از ۹۰ متر باشد

در محل‌های کار باید برای مراجعان و کارکنان، لوازم بهداشتی جداگانه پیش‌بینی شود، مگر آن‌که تعداد مراجعان کمتر از ۱۵۰ نفر در روز باشد.

ث) در فضاهای عمومی مانند رستوران، باشگاه، مراکز عمومی و تجاری، باید برای مراجعان و کارکنان لوازم بهداشتی جداگانه پیش‌بینی شود.

(۱) در فروشگاه‌ها و مراکز عمومی، که در آن‌ها مواد خوراکی و آشامیدنی برای مصرف در همان محل فروخته نمی‌شود، اگر تعداد مراجعان در روز کمتر از ۱۵۰ نفر باشد، لازم نیست برای آن‌ها لوازم بهداشتی جداگانه پیش‌بینی شود.

**۱۶-۷-۳-۲** تعداد لوازم بهداشتی مورد نیاز

الف) تعداد لوازم بهداشتی مورد نیاز، برحسب نوع کاربری ساختمان و تعداد استفاده‌کنندگان، دست‌کم باید برابر ارقام جدول شماره (۱۶-۷-۳-۲) "الف"باشد.

(۱) تعداد لوازم بهداشتی در ساختمان‌های با کاربری‌های دیگر، باید با تأیید ناظر ساختمان باشد.

(۲) برای استفاده‌کنندگانی که تعداد آن‌ها مضربی از ارقام جدول شماره (۱۶-۷-۳-۲) "الف" نیستند، باید ارقام بالاتر را که مضربی از ارقام جدول است انتخاب کرد.

**جدول شماره (۱۶-۷-۳-۲) "الف": حداقل تعداد لوازم بهداشتی بر حسب تعداد استفاده کنندگان**

| نوع کاربری ساختمان | | | توالت [۱] | دستشویی | وان - دوش | آب‌خوری |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تأتر، سینما، سالن اجتماعات | | مردانه | ۱ عدد برای ۱۲۵ نفر | ۱ عدد برای ۲۰ نفر | - | ۱ عدد برای ۵۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱ عدد برای ۶۵ نفر | | | |
| اماکن مذهبی | | مردانه | ۱عدد برای ۵۰ نفر | ۱ عدد برای ۱۰۰ نفر | - | ۱ عدد برای ۳۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۵۰ نفر | | | |
| رستوران- سالن پذیرایی | | مردانه | ۱عدد برای ۷۵ نفر | ۱ عدد برای ۲۰۰ نفر | - | ۱ عدد برای ۵۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۷۵ نفر | | | |
| فروشگاه [۲] | | مردانه | ۱عدد برای ۵۰۰ نفر | ۱ عدد برای ۷۵۰ نفر | - | ۱ عدد برای ۱۰۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۵۰۰ نفر | | | |
| فروشگاه [۳] | | مردانه | ۱عدد برای ۲۵ نفر | ۱ عدد برای ۴۰ نفر | - | ۱ عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۲۵ نفر | | | |
| ورزشگاه- استخر | | | ۱عدد برای ۷۵ نفر | ۱ عدد برای ۱۰۰ نفر | ۱ عدد برای ۱۵ نفر | ۱ عدد برای ۵۰۰ نفر |
| ساختمان‌های آموزشی | | مردانه | ۱عدد برای ۵۰ نفر | ۱ عدد برای ۵۰ نفر | - | ۱ عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۵۰ نفر | | | |
| ساختمان‌های صنعتی [۷] | | مردانه | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر | ۱ عدد برای ۴۰ نفر | ۱ عدد برای ۳۵ نفر [۷] | ۱ عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر | | | |
| بیمارستان | بیماران [۴و۵] | مردانه | ۱عدد برای ۸ نفر | ۱عدد برای ۱۰ نفر | ۱ عدد برای ۱۵ نفر | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۸ نفر | | | |
| | کارکنان | مردانه | ۱عدد برای ۲۵ نفر | ۱عدد برای ۳۵ نفر | - | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۲۵ نفر | | | |
| | مراجعان | مردانه | ۱عدد برای ۷۵ نفر | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر | - | ۱عدد برای ۵۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۷۵ نفر | | | |
| زندان | زندانیان | | ۱عدد برای ۱۵ نفر | ۱عدد برای ۲۵ نفر | ۱ عدد برای ۳۰ نفر | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | زندان‌بانان | | ۱عدد برای ۲۵ نفر | ۱عدد برای ۳۵ نفر | - | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | مراجعان | | ۱عدد برای ۷۵ نفر | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر | - | ۱عدد برای ۵۰۰ نفر |
| هتل و متل [۶] (عمومی) | | مردانه | ۱عدد برای ۱۰ نفر | ۱عدد برای ۱۰ نفر | ۱عدد برای ۸ نفر | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۱۰ نفر | | | |
| آپارتمان | | | ۱عدد هر آپارتمان | ۱عدد هر آپارتمان | ۱عدد هرآپارتمان | - |
| خوابگاه | | | ۱عدد برای ۱۰ نفر | ۱عدد برای ۱۰ نفر | ۱عدد برای ۸ نفر | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر |
| انبار | | | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر | ۱ عدد برای ۱۵ نفر [۷] | ۱عدد برای ۱۰۰۰ نفر |
| ساختمان اداری | | مردانه | ۱عدد برای ۲۰ نفر | ۱عدد برای ۲۵ نفر | - | ۱عدد برای ۷۵ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۲۰ نفر | | | |
| ترمینال‌های مسافری (هوایی،دریایی؛ اتوبوس) | | مردانه | ۱عدد برای ۱۰۰ نفر | ۱ عدد برای ۲۰۰ نفر | - | ۱عدد برای ۱۰۰۰ نفر |
| | | زنانه | ۱عدد برای ۷۵ نفر | | | |

(۱) حداکثر به تعداد ۶۷ درصد توالت مورد نیاز برای مردان، می‌توان به جای توالت، پیسوار نصب کرد.

(۲) ارقام برای مراجعان است.

(۳) ارقام برای کارکنان است.

(۴) اتاق بستری یک تختی، هر اتاق باید یک دستشویی، یک توالت، یک دوش یاوان داشته باشد. اتاق بستری چند تختی دست کم باید یک دستشویی داشته باشد.

(۵) توالت بیماران و کارکنان باید جدا باشد.

(۶) در هر اتاق خواب یک، دو یا سه تختی، یک دستشویی، یک توالت و یک دوش یاوان باید باشد. ارقام جدول برای استفاده عمومی است.

(۷) پیش بینی دست کم یک دوش اضطراری و یک چشم‌شوی در ساختمانهای مرتبط با نگهداری وکاربری مواد شیمیایی لازم است.

## ۱۶-۷-۴ نصب لوازم بهداشتی

### ۱۶-۷-۴-۱ کلیات

الف) آن دسته از لوازم بهداشتی که روی کف یا به دیوار نصب می‌شوند و لولهٔ فاضلاب از کف یا دیوار به آن‌ها متصل می‌شود، باید با پیچ و مهره و فلنج، از نوع مقاوم در برابر خوردگی، به کف یا دیوار محکم شوند.

ب) اتصال لولهٔ خروجی فاضلاب لوازم بهداشتی، که به لولهٔ فاضلاب خروجی از کف یا دیوار متصل می‌شود، باید کاملاً آب‌بند و هوابند باشد.

پ) اتصال لولهٔ ورودی آب به لوازم بهداشتی باید به نحوی باشد که برگشت جریان اتفاق نیفتد.

ت) دستشویی، توالت غربی، پیسوار و دیگر لوازم بهداشتی که به دیوار نصب می‌شوند، باید طوری به اجزای ساختمان متصل و محکم شوند که وزن این لوازم بهداشتی به لوله‌ها و اتصال‌ها وارد نشود.

ث) لوازم بهداشتی باید در وضعیت تراز به موازات سطح دیوارهای مجاور نصب شوند.

ج) فشار و میزان آب مورد نیاز برای لوازم بهداشتی باید مطابق با بند (۱۶-۴-۳-۵) باشد.

### ۱۶-۷-۴-۲ دسترسی

الف) لوازم بهداشتی باید به نحوی نصب شوند که تمیز کردن سطوح آن‌ها و سطوح کف و دیوار اطراف آن‌ها به آسانی ممکن باشد.

(۱) به منظور سهولت تمیز کردن کف بهتر است لوله‌های هر یک از لوازم بهداشتی، از سطوح دیوار نزدیک آن به شبکهٔ لوله‌کشی ساختمان متصل شود.

ب) دسترسی به اتصالات توکار

(۱) اگر اتصال لوله‌های لوازم بهداشتی از نوع فشاری با واسطهٔ لاستیک یا مواد آب‌بند دیگر باشد، باید به منظور دسترسی به این نوع اتصال، به دیوار پشت آن یک صفحه بازشدنی نصب شود، یا فضای سرویس در اطراف آن پیش‌بینی شود، یا روش‌های دیگری که این دسترسی را آسان کند، اتخاذ شود.

(۲) اگر نتوان امکان دسترسی را فراهم کرد، اتصال از نوع فشاری مجاز نیست و اتصال باید از نوع صلب مانند اتصال لحیمی، جوشی، دنده‌ای و غیره باشد.

**۱۶-۷-۴-۳** سرریز

الف) آن دسته از لوازم بهداشتی که ممکن است دهانهٔ تخلیه فاضلاب آن‌ها، با درپوش موقتی مسدود شود، باید سرریز داشته باشد.

(۱) سرریز باید در ارتفاعی باشد که، در زمان بسته بودن درپوش، سطح آب هرگز نتواند از تراز سرریز بالاتر رود، و هنگام باز شدن درپوش و تخلیه آب، هیچ آبی در مجاری سرریز باقی نماند.

ب) لولهٔ تخلیه آب سرریز باید به لولهٔ فاضلاب خروجی از لوازم بهداشتی، قبل از سیفون، متصل شود.

(۱) سرریز آب فلاش تانک توالت یا پیسوار باید در داخل همان لوازم بهداشتی بریزد که این فلاش تانک برای شستشوی آن‌ها نصب شده است.

## ۱۶-۷-۵ الزامات انتخاب و نصب

**۱۶-۷-۵-۱** دستشویی

الف) روی دهانهٔ تخلیهٔ آب دستشویی باید شبکهٔ قابل برداشتن و مقاوم در برابر خوردگی قرار گیرد.

ب) دهانهٔ تخلیهٔ آب دستشویی باید با امکان قرار دادن درپوش موقتی باشد و دستشویی سرریز داشته باشد.

پ) قطر دهانهٔ تخلیهٔ آب دستشویی باید دست‌کم ۳۲ میلی‌متر ($1\frac{1}{4}$ اینچ) باشد.

ت) اگر دستشویی به صورت لگن‌های سرتاسری باشد، هر ۵۰ سانتی‌متر طول آن باید به عنوان یک دستشویی تلقی شود و همهٔ الزامات مندرج در این مقررات در مورد آن رعایت شود.

ث) فاصلهٔ محور دستشویی از سطح دیوار مجاور یا هر مانع دیگر، نباید کمتر از ۴۵ سانتی‌متر باشد.

**۱۶-۷-۵-۲** توالت غربی

الف) توالت غربی باید طوری نصب شود که فاصلهٔ محور آن از سطح دیوار مجاور یا هر مانع دیگر، کمتر از ۴۵ سانتی‌متر و از محور لوازم بهداشتی دیگر کمتر از ۷۶ سانتی‌متر نباشد. جلو توالت غربی باید دست‌کم ۵۰ سانتی‌متر تا دیوار یا درِ مقابل آن جای خالی پیش‌بینی شود.

(۱) اتاقک توالت غربی نباید کمتر از ۹۰ سانتی‌متر پهنا و ۱۵۰ سانتی‌متر درازا داشته باشد.

ب) در فضاهای عمومی، توالت غربی باید از نوع بزرگ باشد و نشیمن‌گاه و در لولایی قابل برداشتن داشته باشد.

پ) توالت غربی باید از نوعی باشد که هر بار پس از ریزش و تخلیهٔ آب، همواره مقداری آب در لگن آن باقی بماند.
ت) نشیمن‌گاه و در لولایی توالت غربی، از نظر اندازه باید متناسب با لگن و از نظر جنس مقاوم در برابر رطوبت باشد.
ث) لولهٔ خروجی فاضلاب توالت غربی باید با یک زانوئی ۸۰ ×۱۰۰ میلی‌متر (۳×۴ اینچ) و یا با یک فلنج به همین اندازه به لولهٔ فاضلاب ساختمان متصل شود.
ج) اتصال لولهٔ تخلیه فاضلاب توالت غربی به لولهٔ فاضلاب ساختمان، از طریق کف اتاقک یا دیوار، باید کاملاً آب‌بند باشد.

### ۱۶-۷-۵-۳ توالت شرقی

الف) توالت شرقی باید طوری نصب شود که فاصلهٔ محور طولی آن از سطح دیوار مجاور یا هر مانع دیگر، کمتر از ۴۵ سانتی‌متر، و از محور طولی لوازم بهداشتی دیگر کمتر از ۷۶ سانتی‌متر نباشد. جلو توالت شرقی باید دست‌کم ۵۰ سانتی‌متر تا دیوار یا درِ مقابل آن جای خالی پیش‌بینی شود.
(۱) اتاقک توالت شرقی نباید کمتر از ۹۰ سانتی‌متر پهنا و ۱۵۰ سانتی‌متر درازا داشته باشد.
ب) توالت شرقی باید از نوع تخت یا کشکولی و از جنس مقاوم در برابر نفوذ آب و رطوبت باشد.
پ) سطوح آشکار توالت شرقی باید صاف و صیقلی و بدون گوشه‌های زائدی، که شستشو و تمیز کردن آن‌را مشکل کند، باشد.
ت) ساخت لگن توالت شرقی باید طوری باشد که به هنگام شستشو آب از آن به کف اتاقک جریان نیابد و پس از تخلیهٔ آب، در هیچ یک از نقاط سطح آن آب باقی نماند و کاملاً تخلیه شود.
ث) قطر اسمی لولهٔ فاضلاب خروجی از توالت شرقی باید دست‌کم ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) باشد.
ج) اتصال لولهٔ تخلیه فاضلاب توالت شرقی به لولهٔ فاضلاب ساختمان، از طریق کف اتاقک، باید کاملاً آب‌بند و گازبند باشد.
چ) به هنگام شستشوی لگن توالت شرقی، نباید از درزهای اطراف لگن، آب به داخل اجزای ساختمانی کف اتاقک نفوذ کند.

### ۱۶-۷-۵-۴ پیسوار

الف) پیسوار باید طوری نصب شود که فاصلهٔ محور آن از سطح دیوار مجاور یا هر مانع دیگر، کمتر از ۴۰ سانتی‌متر و از محور لوازم بهداشتی دیگر کمتر از ۷۶ سانتی‌متر نباشد. جلو پیسوار باید دست‌کم ۵۰ سانتی‌متر، تا دیوار یا درِ مقابل آن جای خالی پیش‌بینی شود.

ب) پیسوارهایی که در فضاهای عمومی نصب می‌شوند باید سیفون آشکار و قابل دسترسی داشته باشند.
پ) کف و دیوار اطراف پیسوار باید دست‌کم تا ۶۰ سانتی‌متر از جلو و به ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر از کف و ۶۰ سانتی‌متر در هر طرف، با مواد آب‌بند و مقاوم در برابر نفوذ رطوبت ساخته شود و سطوح آن کاملاً صاف و صیقلی باشد.

**۱۶-۷-۵-۵** دوش

الف) لولهٔ قائم باید با بست به دیوار پشت دوش ثابت و محکم شود.
ب)کابین دوش
(۱) سطح اتاقک دوش باید دست کم ۰/۶ متر مربع باشد.
(۲) کابین دوش ممکن است اشکال مختلف داشته باشد. در حالت مربع هر ضلع، در حالت مثلث ارتفاع، و در حالت دایره یا بیضی قطر آن نباید کمتر از ۷۵ سانتی‌متر باشد. فضایی که برای شیر، جاصابونی، دستگیره و دیگر متعلقات لازم است باید خارج از اندازه‌های داده شده برای اتاقک دوش باشد.
(۳) دیوارهای اطراف اتاقک باید دست کم تا ارتفاع ۱/۸۰ متر با مواد آب بند و مقاوم در برابر نفوذ رطوبت ساخته شود و سطوح آن کاملاً صاف و صیقلی و قابل شستشو باشد.
(۴) پنجره و درهای شیشه‌ای اتاقک دوش باید طبق استانداردهای ایمنی باشد.
پ) کف کابین یا زیردوشی
(۱) کف اتاقک دوش یا زیردوشی باید به حالت تراز روی زیرسازی نرم و صاف کار گذاشته شود.
(۲) کف اتاقک دوش یا زیردوشی باید کاملاً بدون درز، آب‌بند و مقاوم در برابر نفوذ رطوبت باشد.
(۳) لبه‌های زیردوشی باید در همه طرف ۵۰ میلی‌متر نسبت به کف آن بالاتر باشد.
(۴) اتصال لولهٔ فاضلاب تخلیهٔ زیردوشی یا کف‌شوی کف اتاقک به لولهٔ فاضلاب ساختمان باید کاملاً آب‌بند و گازبند باشد. از درزهای اطراف کف‌شوی یا زیردوشی نباید آب و رطوبت به داخل اجزای ساختمان نفوذ پیدا کند
(۵) قطر اسمی لولهٔ تخلیهٔ کف‌شوی کف اتاقک یا زیردوشی نباید از ۵۰ میلی‌متر (۲اینچ) کمتر باشد. روی دهانهٔ تخلیه باید شبکهٔ مقاوم در برابر خوردگی و قابل برداشتن نصب شود که سوراخ‌های آن از ۶ میلی‌متر بزرگتر نباشد.

(۶) اگر در یک فضای ساختمان چند اتاقک دوش، فقط با یک دهانهٔ تخلیه پیش‌بینی شده باشد شیب‌بندی کف باید طوری صورت گیرد که فاضلاب یک اتاقک از داخل اتاقک دیگر عبور نکند.

**۱۶-۷-۵-۶** وان

الف) اگر وان توکار نصب می‌شود، باید درزهای اطراف آن کاملاً آب بند و مقاوم در برابر نفوذ آب و رطوبت باشد.

ب) روی دهانهٔ تخلیه آب وان، باید شبکهٔ قابل برداشتن و مقام در برابر خوردگی قرار گیرد.

پ) قطر اسمی لولهٔ خروجی فاضلاب وان باید دست کم ۴۰ میلی‌متر ($1\frac{1}{2}$ اینچ) باشد. روی دهانهٔ خروجی فاضلاب وان باید امکان قرار دادن در پوش موقتی پیش‌بینی شود و وان سرریز داشته باشد.

ت) اتصال لولهٔ فاضلاب خروجی وان به لولهٔ فاضلاب ساختمان، و سیفون آن، باید قابل بازدید و دسترسی باشد.

ث) پنجره و درهای شیشه‌ای اتاقک وان باید طبق استانداردهای ایمنی باشد.

**۱۶-۷-۵-۷** آب‌خوری (آب سرد کن)

الف) آب‌خوری نباید در فضای توالت یا حمام نصب شود.

ب) از دهانهٔ خروجی آب از آب‌خوری، آب باید طوری ریزش کند که پس از خروج به روی دهانه برنگردد و آن را آلوده نسازد.

پ) دهانهٔ خروجی آب باید بالاتر از سطح تراز سرریز آب داخل تشتک رویهٔ آب‌خوری باشد.

**۱۶-۷-۵-۸** سینک

الف) روی دهانهٔ تخلیه آب سینک باید شبکه یا سبدی قرار گیرد که در برابر خوردگی مقاوم و قابل برداشتن باشد.

ب) اگر دهانهٔ تخلیهٔ آب سینک با امکان قرار دادن درپوش موقتی باشد باید برای لگن سینک سرریز پیش‌بینی شود.

پ) قطر دهانهٔ تخلیه آب سینک باید دست‌کم ۴۰ میلی‌متر ($1\frac{1}{2}$ اینچ) باشد.

ت) اگر سینک به صورت لگن سرتاسری باشد باید هر ۵۰ سانتی‌متر طول آن به عنوان یک سینک مستقل تلقی شود و همهٔ الزامات مندرج در این مقررات در مورد آن رعایت شود.

**۱۶-۷-۵-۹** کفشوی

الف) قطر اسمی دهانهٔ خروجی کفشوی نباید از ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) کمتر باشد.

(۱) در ساختمان‌های عمومی قطر اسمی دهانهٔ خروجی کفشوی نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر (۳ اینچ) باشد.

ب) کفشوی باید شبکهٔ قابل برداشتن داشته باشد.

(۱) دهانهٔ خروجی کفشوی و سیفون آن باید قابل دسترسی باشد و بتوان به سهولت آن را تمیز کرد.

پ) در اتاق هوارسان، که فضای اتاق به عنوان پلنوم هوای ورودی به دستگاه عمل می‌کند، کفشوی نباید با اتصال مستقیم به لوله‌کشی فاضلاب ساختمان متصل شود. در این حالت اتصال کفشوی به شبکهٔ فاضلاب باید از نوع غیر مستقیم باشد.

**۱۶-۷-۵-۱۰** ماشین رختشویی

الف) اتصال لولهٔ آب از لوله‌کشی آب آشامیدنی به ماشین باید با فاصلهٔ هوایی یا لوازم جلوگیری از برگشت جریان صورت گیرد، مگر آن‌که لوازم جلوگیری از برگشت جریان در داخل ماشین پیش‌بینی شده باشد.

ب) فاضلاب خروجی از ماشین رختشویی باید با اتصال غیر مستقیم به لوازم بهداشتی دیگر، کف‌شوی یا علم فاضلاب بریزد.

**۱۶-۷-۵-۱۱** ماشین ظرفشویی

الف) اتصال لولهٔ آب از لوله‌کشی آب آشامیدنی به ماشین با فاصلهٔ هوایی یا لوازم جلوگیری از برگشت جریان صورت گیرد، مگر آن‌که لوازم جلوگیری از برگشت جریان در داخل ماشین پیش‌بینی شده باشد.

فاضلاب خروجی از ماشین ظرفشویی باید با اتصال غیر مستقیم به لوازم بهداشتی دیگر، کفشوی یا علم فاضلاب بریزد.

**۱۶-۷-۵-۱۲** شستشوی توالت و پیسوار

الف) توالت، پیسوار و لوازم بهداشتی دیگری که تخلیهٔ فاضلاب آن‌ها با عمل سیفونی صورت می‌گیرد، باید به فلاش والو یا فلاش تانک مجهز باشد، که هر بار مقدار معینی آب برای شستشوی لگن و پر کردن دوبارهٔ سیفون از آن ریزش کند.

(۱) هر توالت یا پیسوار باید یک عدد فلاش والو یا فلاش تانک مخصوص خود داشته باشد.
(۲) توالت در ساختمان‌های عمومی با فلاش والو و در ساختمان‌های دیگر با فلاش تانک باشد.

ب) فلاش تانک

(۱) اگر فلاش تانک با فرمان دستی کار می‌کند، باید به کمک شیر شناور یا هر مکانیسم دیگری، پس از هر بار ریزش آب، دوباره تانک را، تا تراز معین از آب پرکند و پس از آن شیر فلوتوری ورود آب کاملاً بسته شود.
(۲) فلاش تانک خودکار باید وسیله‌ای داشته باشد که به طور منظم، پس از گذشت هر فاصلهٔ زمانی معین، عمل ریزش آب را به طور کامل انجام دهد.
(۳) هر فلاش تانک باید یک شیر شناور ضد جریان سیفونی داشته باشد.
(۴) دهانهٔ ورود آب به تانک باید دست‌کم ۴۰ میلی‌متر بالاتر از دهانهٔ سرریز باشد.
(۵) هر فلاش تانک باید اتصال سرریز داشته باشد، تا در صورت سرریز کردن، آب را به داخل لگن توالت یا پیسوار بریزد. قطر لولهٔ سرریز آب باید طوری انتخاب شود که در زمان حداکثر جریان آب ورودی به تانک مانع از بالا رفتن تراز سطح آب تانک شود. دهانهٔ خروجی انتهای لولهٔ سرریز باید از تراز سر ریز لگن توالت یا پیسوار بالاتر باشد.
(۶) همهٔ اجزای فلاش تانک باید، برای تعمیر و تعویض، قابل دسترسی باشد.

پ) فلاش والو

(۱) به منظور جلوگیری از برگشت جریان، روی لولهٔ ورودی آب به فلاش والو باید خلاءشکن قابل دسترسی نصب شود، مگر آن‌که مکانیسم جلوگیری از برگشت جریان در فلاش والو پیش‌بینی شده باشد.
(۲) انتخاب فلاش والو باید با رعایت صرفه‌جویی در مصرف آب صورت گیرد. میزان فشار ورودی آب به فلاش والو باید حداقل ۱۰/۵ متر ستون آب (۱۵پوند بر اینچ مربع) باشد.
(۳) فلاش والو باید از نوعی باشد که یک سیکل کامل ریزش آب و باز و بسته شدن جریان را، به طور خودکار و بر اثر فشار آب ورودی، بتواند انجام دهد.
(۴) فلاش والو باید وسیلهٔ تنظیم داشته باشد تا بتوان مقدار آب ریزشی آن را تنظیم کرد.

# ۱۶-۸ لوله‌کشی آب باران ساختمان

## ۱۶-۸-۱ دامنه

**۱۶-۸-۱-۱** طراحی، انتخاب مصالح و اجرای لوله کشی آب باران ساختمان باید طبق الزامات این فصل از مقررات انجام شود.

**۱۶-۸-۱-۲** لوله کشی آب باران ساختمان از کفشوهای دریافت کننده آب باران (روی بام و سایر سطوح باران گیر ساختمان) آغاز می‌شود و تا ۱/۵ متر دورتر از دیوار خارجی ساختمان (و یا ملک) ادامه می‌یابد.

الف) ادامه لوله کشی آب باران در محوطه خصوصی ساختمان (یا ملک) تا نقطه اتصال به چاه جاذب باید طبق الزامات این فصل از مقررات انجام شود.

ب) ادامه لوله کشی آب باران پس از ۱/۵ متر دورتر از دیوار خارجی ساختمان (یا ملک) برای اتصال آن به شبکه دفع آب باران شهری خارج از حدود این فصل از مقررات است.

پ) دفع آب باران سطوح سخت اطراف ساختمان و محوطه خصوصی ساختمان خارج از حدود این فصل از مقرارت است.

ت) جمع آوری و دفع آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی ساختمان و محوطه خصوصی آن خارج از حدود این فصل از مقررات است.

**۱۶-۸-۱-۳** لوله کشی آب باران داخل ساختمان باید از لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان کاملاً جدا باشد.

**۱۶-۸-۱-۴** لوله کشی آب باران ساختمان در این فصل از مقررات فقط مربوط به آن قسمت از لوله کشی است که آب باران در آن بصورت ثقلی جریان می‌یابد.

(۱) طرح و اجرای حوضچه و پمپ آب باران که آب باران را از حوضچه به تراز بالاتر منتقل می‌کند و لوله کشی آب باران بعد از پمپ که آب باران در آن تحت فشار پمپ جریان می‌یابد خارج از حدود این فصل از مقررات است.

## ۱۶-۸-۲ طراحی لوله کشی آب باران

### ۱۶-۸-۲-۱ کلیات

الف ) اطلاعات پیش از طراحی

(۱) پیش از طراحی باید اطلاعات کافی از محوطه خارج از ساختمان و چگونگی اتصال لوله اصلی آب باران که از ساختمان (یا ملک) خارج می‌شود به شبکه آب باران شهری، یا چاه جاذب در محوطه خصوصی ساختمان (یا ملک) یا هر روش دفع دیگر بدست آید.

(۲) در صورتیکه دفع آب باران در خارج از ساختمان (یا ملک) باشد باید رقوم لوله اصلی آب باران خروجی از ساختمان ( یا ملک) با توجه به روش دفع آب باران مشخص شود.

(۳) مقدار حداکثر بارندگی ظرف یک ساعت در محل ساختمان برای دوره برگشت حداقل سی سال باید از آمارهای رسمی بدست آید. برای تعیین قطر اسمی لوله‌های افقی شیب دار و قائم به پیوست مراجعه شود.

ب) طراحی لوله کشی آب باران ساختمان باید طبق روش‌های مهندسی مورد تأئید انجام شود. روش‌های مهندسی برای اندازه‌گذاری لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی باید مورد تأئید قرار گیرد.

پ) لوله‌کشی آب باران ساختمان شامل کفشوهای آب باران بام (یا سطوح دیگر باران گیر ساختمان) لوله‌های قائم و لوله‌های اصلی افقی باید با رعایت اهداف زیر طراحی شود:

(۱) جریان آب باران در لوله‌ها بطور ثقلی صورت گیرد.

(۲) لوله کشی باید آب باران را سریع، آرام، بدون صدا، مزاحمت، نشت و آسیب رساندن به لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی به سمت نقطه خروج از ساختمان (یا ملک) هدایت کند. در کلیه مسیرها و در جهت جریان آب باران نصب تبدیل برای تقلیل قطر مجاز نیست.

(۳) به منظور تمیز کردن و رفع گرفتگی احتمالی لوله‌ها و فیتینگ‌ها باید دریچه‌هایی در محل‌های مناسب و با دسترسی آسان در لوله‌کشی آب باران پیش‌بینی شود.

(۴) پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از هرگونه آسیب، خوردگی و فرسودگی لوله‌ها به عمل آید.

(۵) اگر لوله‌های پلیمری روکار نصب شوند نباید در معرض تابش مستقیم نور آفتاب باشند.

**۱۶-۸-۲-۲** نقشه ها و مدارک دیگر

الف) نقشه‌های اجرائی لوله‌کشی آب باران ساختمان باید پیش از اقدام به اجرا برای بررسی و تصویب به ناظر ارائه شود.

ب) نقشه‌های اجرائی باید شامل محل و مشخصات کفشوهای دریافت آب باران بام و مسیر و اندازه قطر و طول و مشخصات لوله‌های قائم و افقی و دریچه‌های بازدید و دیگر اجزای لوله کشی باشد.

(۱) پلان طبقه (یا طبقات) ساختمان و محوطه آن باید در نقشه‌ها داده شود.

(۲) نقشه‌ها باید شامل دیاگرام لوله‌کشی، جای کفشوهای آب باران و رقوم لوله خروجی آب باران از ساختمان (یا ملک) باشد.

(۳) نوع و مشخصات مصالح انتخابی برای لوله‌کشی باید در نقشه‌ها و مدارک پیوست آن‌ها مشخص شود.

(۴) روش‌های اجرا، نصب، حفاظت و نگهداری لوله‌کشی آب باران باید در نقشه‌ها و مدارک پیوست آن مشخص شود.

(۵) فشار کار طراحی لوله‌کشی آب باران باید در نقشه‌ها و مدارک پیوست آن مشخص شود.

پ) علائم نقشه کشی باید طبق یکی از استانداردهای مورد تأئید باشد.

**۱۶-۸-۲-۳** کفشوی آب باران

الف) کف‌شوی آب باران باید از جنس مقاوم در برابر خوردگی و تابش آفتاب و اختلاف درجه حرارت باشد و شبکه صافی داشته باشد.

(۱) کف شوی آب باران باید به ترتیبی باشد که شبکه صافی آن دست کم تا ۱۰۰ میلیمتر بالاتر از سطح بام باشد و در طول استفاده احتمال جدا شدن از مقر خود را نداشته باشد.

(۲) سطوح باز شبکه صافی باید دست کم ۱/۵ برابر سطح دهانه لوله قائم آب باران باشد.

ب) کفشوی آب باران باید با اتصالات کاملاً آب بند به لوله قائم آب باران متصل شود.

(۱) نصب کفشوی بام و اتصال آن به لوله قائم آب باران باید به کمک لوازم و مواد آب بند به ترتیبی صورت گیرد که آب باران بام نتواند به مصالح ساختمانی نفوذ کند.

پ) حداقل تعداد کفشوی و لوله قائم آب باران بام اصلی ساختمان (غیر از خرپشته و بالکن) نباید از دو عدد کم تر باشد.

**۱۶-۸-۲-۴** دریچه بازدید

الف) به منظور بازدید در موارد لزوم و رفع گرفتگی احتمالی لوله‌ها در نقاط زیر باید دریچه بازدید نصب شود.

(۱) در پائین‌ترین قسمت لوله‌های قائم آب باران پیش از پائین ترین زانوی لوله.

(۲) در نقاط تغییر جهت لوله‌های افقی اگر زاویه تغییر جهت لوله بیش از ۴۵ درجه باشد.

(۳) روی لوله اصلی افقی پائین‌ترین قسمت شبکه لوله‌کشی آب باران در فاصله هر ۱۵ متر (برای لوله‌های با قطر اسمی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر) و در فاصله هر ۳۰متر (برای لوله‌های با قطر اسمی ۱۰۰ میلمتر و بیشتر).

(۴) روی لوله افقی اصلی آب باران خروجی از ساختمان بلافاصله پس از خروج از ساختمان.

ب) دریچه بازدید باید در جائی و به ترتیبی قرار گیرد که دسترسی به آن آسان باشد و به سهولت بتوان از آن نقطه با فرستادن وسایل مناسب گرفتگی لوله را بر طرف کرد.

(۱) دریچه بازدیدی که روی لوله آب باران نصب می‌شود باید با واشر لاستیکی مناسب و پیچ و مهره کاملاً آب بند شود .

(۲) اگر لوله آب باران افقی یا قائم در اجزای ساختمان دفن می‌شود، دریچه بازدید باید تا سطح تمام شده کف و یا دیوار ادامه یابد.

(۳) اندازه دریچه بازدید روی لوله آب باران تا قطر اسمی ۱۰۰ میلمتر (۴ اینچ) باید برابر قطر اسمی لوله باشد و در لوله‌های با قطر اسمی بزرگتر از ۱۰۰ میلمتر دریچه بازدید باید دست کم ۱۰۰ میلی متر باشد.

**۱۶-۸-۲-۵** لوله‌های قائم و افقی

الف ) جریان و شیب

(۱) جریان آب باران در داخل کفشوهای آب باران بام و لوله‌های قائم و افقی باید با پیش‌بینی شیب‌های مناسب و بطور ثقلی صورت گیرد.

(۲) لوله‌های افقی آب باران باید دارای شیب یکنواخت و مناسب جهت دور کردن آب باران از لوله‌های قائم باشند.

(۳) شیب معکوس در لوله‌های افقی آب باران مجاز نیست.

(۴) حداقل شیب لوله‌های افقی آب باران در داخل ساختمان باید یک درصد باشد.

ب) سیفون

(۱) اگر لوله افقی اصلی آب باران ساختمان در نقطه خروج از ساختمان (یا ملک) به لوله اصلی فاضلاب ساختمان متصل می‌شود باید روی لوله افقی اصلی آب باران سیفون نصب شود.

(۲) مجاور سیفون آب باران باید از نظر امکان بازدید و تمیز کردن آن دریچه بازدید با دسترسی آسان پیش بینی کرد.

پ) لوله های قائم

(۱) برای انتقال آب باران بام به پائین ساختمان، لوله قائم ممکن است در داخل ساختمان یا در خارج ساختمان بطور آشکار روی دیوار خارجی نصب شود.

(۲) از لوله‌های قائم آب باران ساختمان نباید به عنوان لوله فاضلاب و یا هواکش استفاده شود.

(۳) لوله قائم آب بارانی که در خارج از ساختمان نصب می‌شود اگر از طرف کوچه و یا خیابان در معرض آسیب باشد باید یا در داخل مصالح ساختمانی دیوار قرار گیرد و یا با پوشش‌های فلزی مقاوم حفاظت شود.

(۴) در صورتیکه لوله‌های قائم آب باران خارج از ساختمان در اقلیمی نصب شوند که مواجه با احتمال یخ زدن باشد این لوله‌ها باید با روش مناسب در برابر یخ زدن حفاظت شوند.

(۵) اندازهٔ لوله قائم آب باران بام اصلی ساختمان (غیر از خرپشته و بالکن) دست‌کم باید ۳ اینچ باشد.

ت) لوله‌های افقی و قائم یا فیتینگ‌ها و اتصال‌های لوله‌کشی آب باران ساختمان باید برای شرایط آزمایش به ترتیبی که در (۱۶-۸-۵) مقرر شده است، کاملاً آب بند باشند.

## ۱۶-۸-۳ انتخاب مصالح

### ۱۶-۸-۳-۱

الف) مصالح لوله کشی آب باران ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات انتخاب و کنترل شود.

ب) روی هر قطعه از لوله، فیتینگ، سیفون، کفشوی آب باران و دیگر اجزای لوله‌کشی آب باران باید مارک کارخانه سازنده و استاندارد مورد تأئیدی که قطعه مورد نظر بر طبق آن ساخته شده است، به صورت ریختگی برجسته و یا مهر پاک‌نشدنی نقش شده باشد.

پ) استفاده از مصالح کار کرده و یا آسیب دیده و معیوب مجاز نیست.

**۱۶-۸-۳-۲** شرایط کار

الف) لوله‌کشی آب باران ساختمان باید در برابر حداکثر فشار استاتیک مربوط به ارتفاع آب در لوله‌های قائم کاملاً آب بند باشد.

**۱۶-۸-۳-۳** انتخاب لوله و فیتینگ

الف) انتخاب لوله و فیتینگ از مصالحی که استانداردهای هر یک در این قسمت مقرر شده است، برای لوله‌کشی آب باران ساختمان مجاز است و در هر مورد باید با توجه به حداکثر فشار استاتیک مربوط به لوله قائم در ساختمان مورد نظر مصالح مناسب انتخاب شود و مورد تأئید قرار گیرد.

ب) لوله و فیتیگ چدنی سرکاسه دار

(۱) لوله و فیتینگ چدنی سر کاسه‌دار که اتصال لوله به لوله یا لوله به فیتینگ در آن از نوع نر و مادگی سرتنبوشه‌ای است باید مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ISIRI | 1574 |
| BS | 416 Part 1 |
| ANSI / ASTM | A74 |

(۲) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هم آهنگی داشته باشد.

(۳) سطح داخلی لوله و فیتینگ چدنی سر کاسه‌دار نباید برآمدگی، لبه یا تغییر سطح مقطع (جز در تبدیل) داشته باشد.

(۴) استفاده از لوله و فیتینگ چدنی سر کاسه‌دار از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأئید باشد.

پ) لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه

(۱) لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه که اتصال لوله به لوله یا لوله به فیتینگ در آن با استفاده از واشر لاستیکی و بست فولادی زنگ ناپذیر و پیچ و مهره انجام می گیرد، باید مطابق با یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ISIRI | 2367 |
| DIN | 19522 Part 1 , Part 2 |
| ISO | 6594 |

(۲) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هم آهنگ باشد.

(۳) سطح داخلی لوله و فیتینگ نباید برآمدگی، لبه یا تغییر سطح مقطع (جز در تبدیل) داشته باشد.
(۴) سطح دهانه فیتینگ و قطر خارجی آن باید با قطر خارجی لوله کاملاً برابر باشد تا امکان آب‌بندی فراهم شود.
(۵) استفاده از لوله و فیتینگ چدنی بدون سرکاسه از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأئید باشد.

ت) لوله و فیتینگ از جنس پلی وینیل کلراید (P.V.C.)

(۱) لوله و فیتینگ پی وی سی باید از نوع سخت و مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ANSI / ASTM | D2665 |
| ISO | 3633 |
| EN | 1329 PART 1 |
| EN | 1329 PART 2 |
| EN | 1329 PART 3 |

(۲) در استاندارد EN 1329 فقط لوله‌هائی که با علامت D و یا BD باشد برای دفن در خاک (زیر پائین‌ترین طبقه یا در محوطه ) مناسب می‌باشند.
(۳) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هم آهنگ باشد.
(۴) سطح داخلی لوله فیتینگ نباید برآمدگی، لبه یا تغییر سطح مقطع (جز در تبدیل) داشته باشد.
(۵) استفاده از لوله و فیتینگ PVC از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأئید باشد.

ث) لوله و فیتینگ پلی اتیلن PE

(۱) لوله و فیتینگ پلی اتیلن با چگالی بالا باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| EN | 1519 PART 1 |
| EN | 1519 PART 2 |

(۲) در استاندارد EN فقط لوله‌هائی که دارای علامت BD باشند برای دفن در خاک (زیر پائین‌ترین طبقه یا محوطه) مناسب می‌باشند.
(۳) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هم آهنگ باشد.

(۴) سطح داخلی فیتینگ نباید برآمدگی، لبه و یا تغییر سطح مقطع (جز در تبدیل) داشته باشد.
(۵) استفاده از لوله و فیتنگ پلی‌اتیلن از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه با استانداردهای مقرر شده و مورد تأئید باشد.

ج) لوله و فیتینگ پلی‌پروپیلن (PP)

(۱) لوله و فیتینگ پلی پروپیلن که اتصال لوله به لوله یا لوله به فیتینگ در آن از نوع نر و ماده و به کمک حلقه لاستیکی است، باید طبق استانداردهای زیر باشد:

EN 1451 PART 1
EN 1451 PART 2

(۲) در استاندارد EN 1451 فقط لوله‌هایی در خاک دفن می‌شوند (زیر کف پائین‌ترین طبقه یا در محوطه) که با علامت D یا BD مشخص شده باشند.
(۳) حداکثر فشار کار مجاز این نوع لوله و فیتینگ معادل ۶ متر ستون آب است. بنابراین در ساختمان‌های بلندتر کاربرد این لوله‌ها برای انتقال آب باران مجاز نیست.
(۴) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هماهنگ باشد.
(۵) سطح داخلی لوله و فیتینگ نباید برآمدگی، لبه، یا تغییر سطح مقطع (جز تبدیل) داشته باشد.
(۶) استفاده از لوله و فیتینگ پروپیلن از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأئید باشد.

چ ) لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه:

(۱) لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

ISIRI 423
ISO 65
EN 10255

(۲) کاربرد لوله‌های فولادی گالوانیزه در خاک (زیر کف پائین‌ترین طبقه یا در محوطه) مجاز نیست.
(۳) فیتینگ باید از استانداردی انتخاب شود که با استاندارد لوله هم آهنگ باشد.

(۴) سطح داخلی لوله و فیتینگ نباید برآمدگی، لبه یا تغییر سطح مقطع (جز در تبدیل) داشته باشد.

(۵) استفاده از لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس، ضخامت جدار، اندازه‌ها و نوع اتصال، مشابه استانداردهای مقرر شده و مورد تأئید باشد.

**۱۶-۸-۳-۴ اتصـــال**

(۱) اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ و فیتینگ به فیتینگ در لوله‌کشی آب باران ساختمان باید طبق الزامات این قسمت از مقررات انجام شود.

(۲) انواع اتصال‌ها باید در فشار آزمایش پس از نصب به ترتیبی که در "(۱۶-۸-۵) آزمایش و نگهداری" مقرر شده است، آب بند باشند.

(۳) پیش از اتصال، دهانه‌های لوله و فیتینگ باید از مواد اضافی پاک شود و سطوح داخلی لوله و فیتینگ از هرگونه مواد اضافی که ممکن است در برابر جریان آب باران ایجاد مانع کند، کاملاً تمیز شود. دهانه انتهای لوله و فیتینگ کاملاً باز باشد و سطح داخلی فیتینگ برابر سطح مقطع داخلی لوله باشد. اگر دهانه انتهائی لوله در کارگاه بریده می‌شود خط برش باید صاف بدون شکستگی و در سطح عمود بر محور لوله باشد.

(۴) هنگام اتصال نباید مواد درزبندی از درز محل اتصال وارد لوله شود.

ب) اتصال لوله و فیتینگ چدنی سرکاسه دار

(۱) اتصال باید از نوع کنف و سرب باشد.

(۲) فاصله بین سر کاسه و انتهای بدون سرکاسه لوله یا فیتینگ که در داخل آن قرار می گیرد، باید کاملاً خشک و تمیز باشد و ابتدا در آن کنف قرارداده و کوبیده شود. کنف درزگیر به صورت طناب و شامل ۷ تا ۱۰ رشته منظم و تاب داده شده باشد.

(۳) سرب درزگیر باید دارای کیفیت یکنواخت، تمیز و عاری از مواد خارجی باشد، سرب مذاب روی کنف کوبیده شده ریخته شود. سرب ریزی باید بطور پیوسته و بدون انقطاع صورت گیرد. عمق سرب ریزی نباید کمتر از ۲۵ میلیمتر باشد، فاصله رویه بالای سرب از لبه سر کاسه نباید از ۳ میلی متر بیشتر باشد.

(۴) پس از پایان سرب ریزی باید رویه بالای آن کوبیده شود تا سرب داغ همه حفره‌ها و گوشه‌ها را پر کند.

(۵) تا پایان آزمایش لوله‌کشی آب باران هیچ گونه مواد رنگی و یا مصالح ساختمانی نباید سطح درزبندی را بپوشاند.

پ) اتصال لوله و فیتینگ چدنی بدون سر کاسه

(۱) سطح خارجی دو سر لوله یا فیتینگی که به هم متصل می‌شوند باید کاملاً صاف باشد. لبه انتهای دو سر باید از نظر قطر خارجی کاملاً مساوی باشند و مقابل یکدیگر قرار گیرند.

(۲) یک لاستیک آب‌بندی مخصوص به شکل سر لوله و مقاوم در برابر اثر آب طبق دستور کارخانه سازنده، باید روی دو سر اتصال بطور مساوی قرار گیرد.

(۳) آب‌بندی و درزبندی لاستیک روی دو قسمت اتصال با استفاده از بست حلقوی که از جنس فولاد زنگ ناپذیر است و توسط پیچ و مهره جمع شده و به لاستیک فشار می‌آورد انجام شود. مشخصات و اندازه‌های بست فولاد رنگ‌ناپذیر باید طبق دستور و نظر کارخانه سازنده لوله باشد. برای آب‌بندی مطمئن، فشار بست روی سطح محیطی منطقه اتصال باید کافی و یکنواخت باشد.

ت) اتصال لوله و فیتینگ پی وی سی (P.V.C)

(۱) اتصال باید با چسب مخصوص و در حالت سرد صورت گیرد.

(۲) نوع چسب و روش اتصال باید طبق دستور کارخانه سازنده لوله باشد.

ث) اتصال لوله و فیتینگ پلی اتیلن

(۱) اتصال باید با ذوب کردن لبه‌های دو قسمت اتصال (لوله و فیتینگ) با جای دادن در قالب مخصوص و گرم کردن قالب تا دمای لازم برای ذوب انجام می‌شود. بر اثر گرم شدن سطوح مقابل هم ذوب و قابل در هم تنیدن و یک پارچه شدن می‌شوند.

(۲) دمای ذوب باید طبق دستور کارخانه سازنده لوله باشد :

ج) اتصال لوله و فیتینگ فولادی گالوانیزه

(۱) اتصال لوله و فیتینگ باید از نوع دنده‌ای باشد.

(۲) نوع دنده لوله و یا فیتینگ باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

| | |
|---|---|
| ISIRI | 1798 |
| ISO | 7.1 |
| DIN | 2999 |
| BS | 21 |

(۳) اتصال دنده‌ای که دنده‌های آن طبق استانداردهای دیگر باشد به شرطی مجاز است که از نظر اندازه‌های دنده مشابه یکی از استانداردهای مقرر شده و مورد تأئید باشد.

چ) در لوله‌کشی آب باران ساختمان استفاده از اتصال‌های زیر مجاز نیست:

(۱) اتصال با سیمان و یا بتن .

(۲) اتصال با خمیرهای قیردار.
(۳) اتصال با رینگ‌های لاستیکی برای لوله‌های با قطرهای متفاوت.
(۴) استفاده از چسب برای اتصال لوله‌ها و فیتینگ‌های پلاستیکی ناهمجنس.

## ۱۶-۸-۴ اجرای لوله کشی

**۱۶-۸-۴-۱** کلیـــات:

الف ) اجرای لوله‌کشی آب باران ساختمان باید کاملاً طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات انجام شود.
ب) اجرای لوله‌کشی باید توسط کارگران آموزش دیده و ماهر و تحت نظارت مسئولانه مؤسسات مجاز و کارشناس امور نظارتی و با آشنائی کامل به مقررات مندرج در این قسمت انجام گیرد.
پ) لوله‌کشی باید با توجه به صرفه‌جوئی در مصالح و دستمزد و حفاظت در برابر خرابی، آسیب‌دیدگی، خوردگی، یخبندان، گرفتگی و جلوگیری از تولید صداهای مزاحم ناشی از جریان آب و با دقت کامل و دور از هر نوع اشتباه و دوباره کاری انجام شود.

**۱۶-۸-۴-۲** نکات اجرائی

الف ) لوله‌کشی باید به ترتیبی انجام شود که جریان آب باران بطور ثقلی از کفشوهای آب باران بام و دیگر سطوح باران‌گیر بگونه‌ای مطمئن جمع آوری و از طریق لوله‌های قائم و افقی به پائین‌ترین طبقه هدایت و توسط لوله خروجی به خارج از ساختمان هدایت شود.
(۱) شیب لوله‌های افقی تا حد امکان یکنواخت باشد و اگر تغییر شیب لازم شود در محل تغییر شیب دریچه بازدید نصب شود.
(۲) مسیر لوله‌های آب باران تا ممکن است مستقیم باشد و اگر تغییر جهت لازم شود از زانوهای پیش ساخته و استاندارد استفاده شود. خم کردن لوله مجاز نیست.
(۳) در اطراف دریچه‌های بازدید باید فضای لازم برای دسترسی آسان جهت فنر زدن و تمیز کردن گرفتگی احتمالی مسیر پیش بینی شود.
(۴) در صورت استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن که دارای ضریب انبساط حرارتی بالائی هستند، در نقاط مناسب قطعات انبساط پیش بینی و نصب شود.
ب) مسیر لوله‌ها
(۱) لوله‌ها باید به‌موازات سطوح دیوارها، کف و سقف ساختمان نصب شود.

(۲) لوله‌های آب باران نباید در داخل قسمت‌های بتنی ساختمان دفن شوند و چنان‌چه ناگزیر طول کوتاهی از لوله از قسمت‌های بتنی می‌گذرد از نظر امکان دسترسی‌های لازم برای انجام تعمیرات احتمالی پیش‌بینی‌های لازم انجام شود.

(۳) لوله‌های روکار باید بموازات سطوح دیوارها و کف و سقف نصب شوند و با بست در محل نصب محکم و ثابت باقی بمانند. فاصله لوله روکار با سطوح دیوار و سقف پشت آن باید به اندازه‌ای باشد که رنگ کاری سطوح خارجی لوله را امکان‌پذیر نماید.

(۴) در عبور لوله از دیوار، کف و سقف باید فضای اطراف لوله با مصالحی مناسب پرشود و با مسدودکردن هر دو طرف با مواد مناسب جائی برای پناه گرفتن حشرات و حیوانات و ورود آن‌ها به داخل ساختمان باقی نماند. چنانچه لوله از فضای تر عبور می‌کند باید با مواد آب‌بند فضای دور لوله غیرقابل نفوذ آب شود.

(۵) لوله‌کشی باید طوری اجرا شود که بار اسکلت و سازه ساختمان یا انبساط ساختمان روی آن اثر نگذارد. اگر عبور لوله از درز انبساط ساختمان ناگزیر باشد باید روی لوله در محل درز انبساط ساختمان قطعه انبساط با جدار صاف داخلی نصب شود .نصب قطعه انبساط روی لوله در عبور از درزهای انبساط در طبقات زیرزمین الزامی نیست.

(۶) در عبور لوله از دیوار، کف و سقف باید مقررات آتش‌سوزی مربوط به این اجزای ساختمان در مورد فضای اطراف لوله نیز رعایت شود و دور لوله با مواد مقاوم در مقابل آتش پر شود.

(۷) لوله قائم آب باران که در خارج از ساختمان نصب می‌شود باید با بست‌هائی به سطوح خارجی ساختمان ثابت و محکم شود. بین این لوله و سطوح خارجی ساختمان باید دست کم ۲۵ میلی متر فاصله باقی بماند.

(۸) اگر لوله خارجی آب باران، آب باران را از بام بالاتر به بام پائین‌تر هدایت می‌کند باید دهانه خروجی آب از لوله قائم با کمک یک زانوی ۹۰ درجه (یا دو زانوی ۴۵ درجه) جریان آب را از حالت قائم به حالت افقی درآورد. در نقطه خروج آب از دهانه لوله باید سطح بام پائین‌تر با سنگ یا بتن در برابر خورندگی آب خروجی مقاوم شود.

## ۱۶-۸-۵ آزمایش و نگهداری

### ۱۶-۸-۵-۱ آزمایش

الف) کلیات

(۱) لوله‌کشی آب باران ساختمان باید طبق الزامات مندرج در این قسمت از مقررات آزمایش شود.

(۲) پیش از آزمایش و تأئید لوله‌کشی هیچ یک از اجزای لوله‌کشی نباید با رنگ یا اجزای ساختمانی پوشانده شود. به هنگام آزمایش همه اجزای لوله‌کشی باید آشکار و قابل بازرسی باشند.

ب) آزمایش نشت با آب

(۱) آزمایش با آب باید برای حداکثر فشار استاتیک مربوط به ارتفاع بلندترین لوله‌های قائم آب باران صورت گیرد.

(۲) لوله‌های قائم آب باران باید بطور کامل از طریق کفشوهای آب باران بام با آب پر شوند.

(۳) لوله‌های افقی آب باران در پائین‌ترین طبقه باید هم زمان با لوله‌های قائم به طور کامل با آب پر شوند.

(۴) مدت آزمایش دست کم ۱۵ دقیقه است. پس از پر کردن کامل لوله‌ها با آب در صورت پائین رفتن سطح آب در لوله‌ها باید همه قطعات و اتصالات از نظر نشت آب مورد بازرسی قرار گیرند.

(۵) در صورت مشاهده نشت آب باید قطعه و یا اتصال معیوب تعویض و یا ترمیم شود و آزمایش با آب تکرار شود

**۱۶-۸-۵-۲** نگهداری

الف) مالک ساختمان (یا نمایندهٔ قانونی او) مسئول است که در مدت بهره‌برداری از ساختمان الزامات این فصل از مقررات را رعایت کند.

ب) کفشوهای آب باران و شبکه‌های صافی هر یک، باید به طور ادواری بازدید و از مواد اضافی تمیز گردد.

پ) دریچه‌های بازدید باید به طور ادواری بازدید شود.

(۱) پس از هر بار باز کردن دریچهٔ بازدید و رفع گرفتگی، باید دریچهٔ بازدید دوباره با دقت آب‌بند شود و در صورت لزوم واشر لاستیکی آن عوض شود.

# ۱۶-۹ بست و تکیه‌گاه

## ۱۶-۹-۱ حدود دامنهٔ کاربرد

**۱۶-۹-۱-۱** طراحی، انتخاب مصالح، ساخت و نصب بست و تکیه‌گاه برای لوله‌کشی‌های زیر باید طبق الزامات این فصل از مقررات انجام گیرد.
الف) لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان
ب) لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان
پ) لوله‌کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان
ت) لوله‌کشی آب باران ساختمان

**۱۶-۹-۱-۲** این فصل الزامات بست و تکیه‌گاه لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی را مقرر می‌کند.
الف) الزامات طراحی، انتخاب مصالح، ساخت و نصب تکیه‌گاه برای لوازم بهداشتی، مخازن و دستگاه‌های دیگری که در تأسیسات بهداشتی ساختمان بکار می‌رود، خارج از حدود این فصل از مقررات است.

**۱۶-۹-۱-۳** طراحی، انتخاب مصالح، ساخت و نصب بست (جزئی که لوله را می‌گیرد)، تکیه‌گاه (جزئی که به اجزای ساختمان متصل می‌شود) و قطعه و یا قطعات واسط که بست و تکیه‌گاه را به هم متصل می‌کند، باید طبق الزامات این فصل از مقررات انجام گیرد.

**۱۶-۹-۱-۴** این فصل از مقررات الزامات انواع بست و تکیه‌گاه، شامل آویز، گیره، کورپی، دیوارکوب، پایه، هادی، مهار را که برای نگهداشتن لوله در موقعیت معین به کار می‌روند، مقرر می‌دارد.
الف) در صورتی که انواع دیگری از بست و تکیه‌گاه، برای لوله‌کشی‌های مشخص شده در (۱۶-۹-۱-۱) مورد نیاز باشد، باید طبق الزامات این فصل از مقررات طراحی، ساخته و نصب شود.

## ۱۶-۹-۲ نکات عمومی

**۱۶-۹-۲-۱** بست و تکیه‌گاه باید برای نگهداری لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی مناسب باشد و مورد تأیید قرار گیرد.

الف) هر قسمت از لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید به کمک بست و تکیه‌گاه در وضعیت معینی نگاه داشته شود.

ب) بست و تکیه‌گاه باید در برابر وزن لوله و سیال داخل آن (آب مصرفی، فاضلاب، آب باران) مقاوم باشد.

پ) بست و تکیه‌گاه، علاوه بر وزن لوله و سیال داخل آن، باید در برابر دیگر بارهای وارده (عایق، انقباض،انبساط، باد و غیره )تا حد کافی مقاوم باشد.

ت) در نقاط زلزله خیز، بست و تکیه‌گاه باید به ترتیبی که در مبحث ششم از مقررات ملّی ساختمان مقرر شده، در برابر نیروهای حاصل از زلزله مقاوم باشد.

ث) مصالح ساخت بست و تکیه‌گاه باید در برابر اثر خوردگی محیط نصب مقاوم باشد.

(۱) اتصال بست به لوله باید به ترتیبی باشد که تماس مستقیم مصالح بست و سطوح خارجی لوله موجب ایجاد اثر گالوانیک نشود.

(۲) اتصال بست به لوله باید به ترتیبی باشد که سطوح خارجی لوله آسیب نرساند.

ج) اتصال تکیه‌گاه به دیوارها و سقف‌ها و دیگر اجزای سازه‌ای ساختمان باید به ترتیبی باشد که به این اجزا آسیب نرساند.

(۱) اتصال تکیه‌گاه به دیوارها و سقف‌های ساختمان، که برای مقاومت در مدت معینی در برابر آتش طراحی شده‌اند، باید با استفاده از مصالحی صورت گیرد که به همین اندازه در مقابل آتش مقاوم باشند.

چ) لوله‌های فاضلاب و آب باران باید برای جلوگیری از حرکت طولی مهار شوند.

(۱) در نصب این لوله‌ها در صورتی‌که قطر لوله بیش از ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) باشد در هر تغییر قطر بیش از دو اندازه، باید مهار شوند.

**۱۶-۹-۲-۲** طراحی، ساخت و نصب بست و تکیه‌گاه باید با رعایت حرکات طولی لوله ناشی از انقباض و انبساط صورت گیرد و حرکت لوله‌ها، بدون ایجاد و تنش اضافی امکان پذیر باشد.

الف) در مواردی که لوله در معرض انبساط باشد برای سهولت در حرکت طولی لوله‌های افقی بست و تکیه‌گاه باید از نوع هادی باشد.

ب) در مواردی که لوله افقی در معرض حرکات طولی ناشی از انقباض و انبساط باشد بست و تکیه‌گاه لوله باید از نوع آویز و امکان حرکت آونگی را داشته باشد.

پ) در نقاط ثابت، بست و تکیه‌گاه لوله‌های افقی یا قائم باید از نوع مهار باشد.

## ۱۶-۹-۳ بست و تکیه‌گاه لوله‌های قائم

### ۱۶-۹-۳-۱ لوله‌های چدنی قائم

الف) بست لوله‌های چدنی قائم (سرکاسه‌دار و بدون سه کاسه) باید از نوع گیره باشد تکیه‌گاه لوله‌های چدنی قائم باید از نوع پایه باشد که در زیر پائین‌ترین زانوی لوله قائم قرار می‌گیرد و وزن لوله را به اجزای ساختمان منتقل می‌کند.

ب) بست گیره‌ای لوله‌های چدنی قائم باید از پروفیل‌های فولادی یا چدنی باشد و لوله‌ها را محکم نگاه دارد.

(۱) بست گیره‌ای لوله‌های چدنی قائم باید تا ممکن است در لوله‌های سرکاسه‌دار نزدیک سرکاسه و در لوله‌های بدون سرکاسه نزدیک اتصال قرار گیرد.

(۲) تکیه‌گاه لوله‌های چدنی قائم باید با قطعات چدنی و یا فولادی ساخته شود که بست لوله را به اجزای ساختمان متصل می‌کند. اتصال تکیه‌گاه ممکن است در اجزای ساختمان کار گذاشته شود و یا پیچ و مهره به اسکلت ساختمان محکم شود.

پ) پایه لوله‌های چدنی قائم باید روی بتن، آجر و سیمان یا اسکلت فولادی که به سازه ساختمان متصل می‌شود، قرار گیرد.

### ۱۶-۹-۳-۲ لوله‌های فولادی گالوانیزه قائم

الف) بست و تکیه‌گاه لوله‌های فولادی قائم باید از نوع گیره‌ای، کورپی، آویز و یا اسکلت فلزی باشد.

(۱) اگر لوله در معرض حرکات ناشی از انقباض و انبساط باشد بست باید لوله را نگاه دارد ولی آویز امکان حرکت طولی را بدهد.

ب) بست گیره‌ای یا کورپی لوله فولادی گالوانیزهٔ قائم باید از جنس پروفیل‌های فولادی، چدن چکش‌خوار یا برنجی باشد.

پ) تکیه‌گاه لوله‌های فولادی گالوانیزه قائم باید با قطعات چدنی یا فولادی ساخته شود که بست لوله را به اجزای ساختمان متصل کند. اتصال تکیه‌گاه ممکن است در اجزای ساختمان کار گذاشته شود و یا با پیچ و مهره به اسکلت فلزی ساختمان محکم شود.

ت) اگر لوله عایق‌دار باشد بست‌گیره‌ای یا کورپی لوله را محکم نگاه می‌دارد و عایق روی بست را می‌پوشاند.

(۱) ممکن است بست روی عایق لوله بسته شود در این صورت لازم است بین عایق و بست یک لائی فولادی به ضخامت حداقل ۱/۵ میلی‌متر در طول ۳۰ سانتی‌متر لوله را در برگیرد.

**۱۶-۹-۳-۳** لوله‌های مسی قائم

الف) بست لوله‌های مسی قائم باید از نوع گیره‌ای، کورپی یا آویز باشد. اگر لوله در معرض حرکات ناشی از انقباض و انبساط باشد، بست باید لوله را نگاه دارد. ولی آویز امکان حرکت طولی را بدهد.

ب) بست گیره‌ای یا کورپی لوله‌های مسی باید از جنس برنجی، مسی و پلاستیکی باشد.

(۱) اگر جنس بست از پروفیل‌های فولادی باشد باید بین سطح داخلی گیره یا کورپی و سطح خارجی لوله مسی یک لائی از ورق برنجی قرار گیرد.

پ) تکیه‌گاه لوله‌های مسی باید با قطعات مسی، برنجی یا پلاستیکی ساخته شود که بست لوله را به اجزای ساختمان متصل کند. اتصال تکیه‌گاه ممکن است در اجزای ساختمان کار گذاشته شود.

ت) اگر لوله عایق‌دار باشد بست گیره‌ای یا کورپی باید لوله را محکم نگاه دارد و عایق روی بست را بپوشاند.

**۱۶-۹-۳-۴** لوله‌های پلاستیکی تک لایه و چند لایه قائم

الف) بست لوله‌های پلاستیکی تک لایه و چند لایه قائم باید از نوع گیره‌ای یا کورپی باشد.

ب) بست گیره‌ای یا کورپی باید از جنس فولاد یا پلاستیک ساخته شود.

پ) تکیه‌گاه لوله‌های پلاستیکی تک لایه و چند لایه قائم باید از جنس فولاد و یا پلاستیک ساخته شود که بست لوله را به اجزای ساختمان متصل کند. اتصال تکیه‌گاه ممکن است در اجزای ساختمان کار گذاشته شود و یا پیچ و مهره به اسکلت ساختمان محکم شود.

ت) بست و تکیه‌گاه لوله‌های پلاستیکی تک لایه و چند لایه قائم باید امکان حرکت طولی ناشی از انقباض و انبساط لوله را بدهد.

ث) در مورد نوع بست و تکیه‌گاه لوله‌های پلاستیکی تک لایه و چند لایه رعایت دستورالعمل‌های سازنده لوله الزامی است.

## ۱۶-۹-۴ بست و تکیه‌گاه لوله‌های افقی

**۱۶-۹-۴-۱** لوله‌های چدنی افقی

الف) بست و تکیه گاه لوله‌های چدنی افقی (سر کاسه‌دار و بدون سرکاسه) باید از نوع آویز، دیوار کوب یا کورپی باشد.

(۱) بست باید از نوع گیره باشد که لوله را مهار کند و در وضعیت معین نگاه دارد.
(۲) تکیه‌گاه باید به کمک قطعات چدنی یا فولادی به اجزای ساختمان محکم شود، یا با پیچ و مهره به اسکلت فلزی ساختمان متصل شود.

ب) بست گیره‌ای لوله‌های چدنی افقی باید تا حد امکان در لوله‌های سرکاسه‌دار نزدیک سرکاسه و در لوله‌های بدون سرکاسه نزدیک اتصال قرار گیرد.

پ) در صورت دفن لوله‌های افقی در خاک لوله باید روی بستر ماسه‌ای قرار گیرد.

**۱۶-۹-۴-۲** لوله‌های فولادی گالوانیزه افقی

الف) بست و تکیه‌گاه لوله‌های فولادی گالوانیزه افقی باید از نوع آویز، دیوارکوب، گیره، کورپی، یا مجموعه‌ای از قطعات فلزی باشد.

(۱) اگر لوله در معرض حرکات ناشی از انقباض و انبساط باشد در حالت آویز بست باید لوله را نگاه دارد و آویز باید بطور آونگی امکان حرکت طولی و عرضی لوله را بدهد.

ب) انواع بست

(۱) در ترکیب بست و تکیه‌گاه آویز بست باید از نوع گیره‌ای باشد.
(۲) در ترکیب بست و تکیه‌گاه دیوارکوب و اسکلت فلزی بست باید از نوع گیره‌ای یا کورپی باشد.

پ) انواع تکیه‌گاه

(۱) تکیه‌گاه آویز ممکن است در اجزای ساختمان کار گذاشته شود.
(۲) تکیه‌گاه دیوار کوب در اتصال با اسکلت فلزی ممکن است با اتصال پیچ و مهره باشد.
(۳) در تکیه‌گاه دیوارکوب و اسکلت فلزی اتصال بست به لوله باید در نقاط ثابت از نوع مهار و در نقاط دیگر از نوع هادی باشد.

ت) اگر لوله عایق‌دار باشد بست گیره‌ای یا کورپی لوله را نگاه می‌دارد و عایق روی بست را می‌پوشاند.

(۱) ممکن است روی عایق لوله بسته شود در این صورت لازم است بین عایق و بست یک لائی فولادی قرار گیرد.
(۲) لایی فولادی باید دست کم به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر و طول ۳۰ سانتی‌متر باشد.

ث) بست لوله‌های فولادی گالوانیزه افقی باید از پروفیل‌های فولادی، چکش‌خوار یا برنجی باشد.

**۱۶-۹-۴-۳** لوله‌های مسی افقی

الف) بست و تکیه‌گاه لوله‌های مسی افقی باید از نوع آویز، دیوار کوب، گیره، کورپی با اسکلت فلزی باشد.

(۱) اگر در معرض حرکات ناشی از انقباض و انبساط باشد، در حالت آویز، بست باید لوله را نگاه دارد و آویز امکان حرکات طولی و عرضی لوله را بدهد.

(۲) به این منظور آویز امکان حرکت آونگی داشته باشد.

ب) انواع بست

(۱) در ترکیب بست و تکیه‌گاه آویز بست باید از نوع گیره‌ای باشد.

(۲) در ترکیب بست و تکیه‌گاه دیوارکوب و اسکلت فلزی بست باید از نوع گیره‌ای یا کورپی باشد.

ب) انواع تکیه‌گاه

(۱) تکیه‌گاه آویز ممکن است در اجزای ساختمان کار گذاشته شود.

(۲) تکیه‌گاه دیوار کوب در اتصال با اسکلت فلزی ممکن است با اتصال پیچ و مهره‌ای باشد.

(۳) در تکیه‌گاه دیوارکوب با اسکلت فلزی اتصال نسبت به لوله باید در نقاط ثابت از نوع مهار و در نقاط دیگر از نوع هادی باشد.

ت) اگر لوله عایق‌دار باشد، بست گیره‌ای یا کورپی لوله را نگاه می‌دارد و عایق روی بست را می‌پوشاند.

(۱) ممکن است بست روی عایق لوله بسته شود در این صورت لازم است بین عایق و بست یک لائی از ورق برنجی قرار گیرد.

(۲) لائی برنجی دست کم به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر و بطول ۳۰ سانتی‌متر باشد.

ث) اگر بست از پروفیل‌های فولادی باشد باید بین سطح داخلی یا کورپی و سطح خارجی لوله مسی یک لایی از ورق برنجی قرار گیرد.

**۱۶-۹-۴-۴** لوله‌های پلاستیکی تک لایه و چند لایه افقی

الف) بست لوله‌های تک لایه و یا چند لایه افقی باید از نوع گیره‌ای یا کورپی باشد.

ب) بست‌های لوله‌های پلاستیکی تک لایه و یا چند لایه افقی باید با قطعات فولادی و یا پلاستیکی ساخته شود.

پ) تکیه‌گاه لوله‌های پلاستیکی تک لایه و یا چند لایه افقی باید با قطعات فولادی یا پلاستیکی ساخته شود که بست لوله را به اجزای ساختمان متصل کند. اتصال تکیه‌گاه ممکن است در اجزای ساختمان کار گذاشته شود یا با پیچ و مهره به اسکلت ساختما ن محکم شود.
ت) بست و تکیه‌گاه لوله‌های پلاستیکی تک لایه و چند لایه افقی باید امکان حرکت طولی ناشی از انقباض و انبساط طولی را بدهد.

## ۱۶-۹-۵ محل بست‌ها و تکیه‌گاه‌ها

**۱۶-۹-۵-۱** فاصله بست‌ها

الف) فاصله دو بست مجاور از هم در لوله‌های قائم و افقی برای لوله‌های از جنس‌های مختلف که در این مبحث از مقررات ملی ساختمان کاربرد دارد باید حداکثر برابر ارقام جدول شمارهٔ (۱۶-۹-۵-۱) "الف" باشد.

**۱۶-۹-۵-۲** فاصله تکیه‌گاه‌ها

الف) فاصله تکیه‌گاه‌ها بر حسب نوع بست و تکیه‌گاه متفاوت است و باید از فاصله بست‌های لوله تبعیت کند.

**۱۶-۹-۵-۳** اگر یک دسته لوله از جنس‌های مختلف و یا قطرهای مختلف تکیه‌گاه مشترک داشته باشند (مثلاً در آویز که تعدادی لوله افقی به موازات هم روی پروفیل فولادی مشترک نصب می‌شوند) فاصله دو بست مجاور معادل کوچکترین فاصله‌ای خواهد شد که از جدول شماره (۱۶-۹-۵-۱) "الف" برای یکایک لوله‌های این دسته لوله مشخص می‌شود.

**جدول شماره (۱۶-۹-۵-۱) "الف": حداکثر فاصله دو بست مجاور در انواع لوله‌کشی**

| جنس لوله | قطر نامی | | حداکثر فاصله دو بست مجاور | |
|---|---|---|---|---|
| | میلی‌متر | اینچ | لوله قائم (متر) | لوله افقی (متر) |
| لوله‌های چدنی سرکاسه دار و بدون سرکاسه | در تمامی قطرها | | ۳ | ۱/۸ |
| لوله‌های فولادی گالوانیزه | ۲۵ میلی‌متر و کوچکتر | ۱ اینچ و کوچکتر | ۳ | ۲/۱ |
| | ۳۲ | ۱۱/۴ | ۳ | ۲/۱ |
| | ۴۰ تا ۵۰ | ۱۱/۲ تا ۲ | ۳/۷ | ۲/۷ |
| | ۶۵ تا ۷۵ | ۲۱/۲ تا ۳ | ۴/۶ | ۳/۴ |
| | ۱۰۰ | ۴ | ۴/۶ | ۴/۳ |
| لوله‌های مسی | ۲۵ میلی‌متر و کوچکتر | ۱ | ۲/۴ | ۱/۸ |
| | ۳۲ تا ۴۰ | ۱۱/۴ تا ۱۱/۲ | ۳ | ۲/۴ |
| | ۵۰ | ۲ | ۳ | ۲/۷ |
| | ۶۵ تا ۱۰۰ | ۲۱/۲ تا ۴ | ۳/۷ | ۳ |
| لوله‌های پلی اتیلن معمولی و یا مشبک PEX | ۷ تا ۵۱ | ۱۱/۴ تا ۲ | ۱/۲ | ۰/۵ |
| لوله‌های چند لایه پلی اتیلن مشبک + آلومینیوم PEX.AL…PEX | ۹ تا ۶۱ | ۳/۸ تا ۲۱/۲ | ۱/۲ | ۰/۸ |
| لوله‌های ترکیبی پلی اتیلن دمای بالا + آلومینیوم | ۹ تا ۶۱ | ۳/۸ تا ۲۱/۲ | ۱/۲ | ۰/۸ |
| لوله‌های پی وی سی P.V.C | ۳۲ تا ۴۰ | ۱۱/۴ تا ۱۱/۲ | ۱/۲ | ۰/۵ |
| | ۵۰ | ۲ | ۱/۲ | ۰/۶ |
| | ۷۵ تا ۱۰۰ | ۳ تا ۴ | ۱/۸ | ۰/۹ |
| | ۱۵۰ | ۶ | ۱/۸ | ۱/۲ |

# پیوست۱: اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان

## پ ۱-۱ کلیات

**پ ۱-۱-۱** ((پیوست ۱ – اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان)) به عنوان راهنمای محاسبه و تعیین اندازهٔ لوله‌های توزیع آب مصرفی ساختمان پیشنهاد می‌شود و نباید آن را به عنوان جزئی از مقررات، که رعایت حداقل‌های مقرر شده در آن الزامی است، تلقی کرد.

**پ ۱-۱-۲** روش پیشنهاد شده در ((پیوست ۱ – اندازه گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان)) به هیچ وجه استفاده از روش‌های مهندسی دیگر را به شرط تأیید منتفی نمی‌کند.

**پ ۱-۱-۳** روش پیشنهادی برای اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان شامل اجزای زیر است :

**پ ۱-۱-۳-۱** تعیین حداکثر مصرف لحظه‌ای آب؛

**پ ۱-۱-۳-۲** رعایت همزمانی با توجه به احتمال استفاده از هر مصرف کننده و تعیین حداکثر مصرف لحظه‌ای محتمل؛

**پ ۱-۱-۳-۳** تعیین مقدار افت فشار در طول لوله؛

**پ ۱-۱-۳-۴** تعیین قطر اسمی لوله مورد نیاز؛

**پ ۱-۱-۴** در جدول‌ها و منحنی‌هایی که در ((پیوست ۱ – اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان)) مورد استفاده قرار گرفته، برابری واحدها به ترتیب زیر است:

- گالن آمریکایی در دقیقه (gpm) = ۳/۷۸۵ لیتر در دقیقه؛
- فوت (ft) = ۳۰۴/۸ میلی‌متر ؛
- پوند (lb) = ۰/۴۵۴ کیلوگرم ؛
- اینچ (in) = ۲۵/۴ میلی‌متر ؛
- پوند بر اینچ مربع (PSI) = ۰/۰۶۸۹ بار .

## پ ۱-۲ تعیین حداکثر مصرف لحظه‌ای آب

**پ ۱-۲-۱** حداکثر مصرف لحظه‌ای هر یک از لوازم بهداشتی با واحد S.F.U مشخص می‌شود.

**پ ۱-۲-۲** حداکثر مصرف لحظه‌ای هر یک از لوازم بهداشتی بر حسب واحد S.F.U در جدول پ ۱-۲-۲ داده شده است.

**جدول پ ۱-۲-۲ مقدار S.F.U برای لوازم بهداشتی مختلف**

| لوازم بهداشتی | نوع تصرف، سکونت یا اشغال | نوع کنترل | مقدار S.F.U | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | سرد | گرم | کل |
| توالت | عمومی | فلاش والو $1\frac{1}{4}''$ | ۱۰ | | ۱۰ |
| توالت | عمومی | فلاش تانک | ۵ | | ۵ |
| پیسوار | عمومی | فلاش والو "۱ (۲۵/۴ mm) | ۱۰ | | ۱۰ |
| پیسوار | عمومی | فلاش والو "۳/۴ (۱۹ mm) | ۵ | | ۵ |
| پیسوار | عمومی | فلاش تانک | ۳ | | ۳ |
| دستشویی | عمومی | شیر | ۱/۵ | ۱/۵ | ۲ |
| وان | عمومی | شیر | ۳ | ۳ | ۴ |
| دوش | عمومی | شیر مخلوط | ۳ | ۳ | ۴ |
| سینک عمومی | ادارات ، غیره | شیر | ۲/۲۵ | ۲/۲۵ | ۳ |
| سینک آشپزخانه | هتل، رستوران | شیر | ۳ | ۳ | ۴ |
| آبخوری | ادارات، غیره | شیر "۳/۸ (۹/۵۲ mm) | ۰/۲۵ | | ۰/۲۵ |
| توالت | خصوصی | فلاش والو $1\frac{1}{4}''$ | ۶ | | ۶ |
| توالت | خصوصی | فلاش تانک | ۲/۲ | | ۲/۲ |
| دستشویی | خصوصی | شیر | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۷ |
| وان | خصوصی | شیر | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱/۴ |
| دوش | خصوصی | شیر مخلوط | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱/۴ |
| سینک آشپزخانه | خصوصی | شیر | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱/۴ |
| سینک رختشویی | خصوصی | شیر | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱/۴ |
| لوازم بهداشتی یک حمام کامل | خصوصی | فلاش والو | ۶ | ۱/۵ | ۷ |
| لوازم بهداشتی یک حمام کامل | خصوصی | فلاش تانک | ۲/۷ | ۱/۵ | ۳/۶ |
| ماشین ظرفشویی | خصوصی | اتوماتیک | - | ۱/۴ | ۱/۴ |
| ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم | خصوصی | اتوماتیک | ۱ | ۱ | ۱/۴ |
| ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم | عمومی | اتوماتیک | ۲/۲۵ | ۲/۲۵ | ۳ |
| ماشین رختشویی ۷/۳ کیلوگرم | عمومی | اتوماتیک | ۳ | ۳ | ۴ |

## پ ۱-۳ تعیین حداکثر مصرف لحظه‌ای محتمل

**پ ۱-۳-۱** با استفاده از جدول پ ۱-۲-۲ مقدار S.F.U برای هر قسمت از لوله‌کشی، که به تعداد معینی از لوازم بهداشتی مختلف آب می‌رساند به دست می‌آید ولی همه لوازم بهداشتی همزمان مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و باید برای به دست آوردن مقدار جریان آب در هر قسمت از لوله‌کشی، با توجه به احتمال همزمانی استفاده از لوازم بهداشتی مختلف، حداکثر محتمل مقدار جریان آب محاسبه شود.

**پ ۱-۳-۲** جدول پ ۱-۳-۲ حداکثر محتمل مقدار جریان آب را در دو حالت، استفاده عمده از توالت‌های با شستشوی فلاش تانک یا فلاش والو، بر اساس S.F.U به دست می‌دهد.

## پ ۱-۴ افت فشار در طول لوله

**پ ۱-۴-۱** فشار شبکه آب مصرفی قبل از کنتور آب باید نیازهای زیر را تامین کند:

- افت فشار در کنتور آب؛
- اختلاف فشار ناشی از اختلاف ارتفاع تراز نصب کنتور و بالاترین نقطه شبکه لوله کشی آب ساختمان؛
- افت فشار در لوله‌ها با توجه به روش محاسبه مقدار جریان در پ (۱-۳)؛
- حداقل فشار مورد نیاز در پشت شیرهای برداشت آب؛
- افت فشار در فیتینگ‌ها و شیرها و دیگر اجزای لوله‌کشی.

**جدول پ ۱-۳-۲ تعیین مقدار جریان اب**

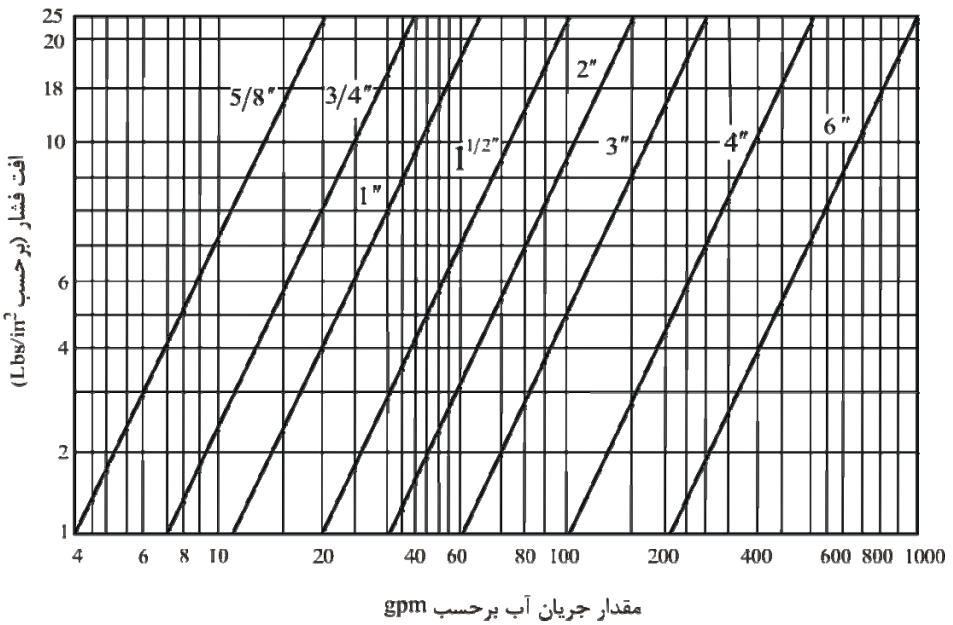
| حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس S.F.U | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| سیستمهایی که عمدتا با فلاش تانک کار می‌کنند | | | سیستمهایی که عمدتا با فلاش والو کار می‌کنند | | |
| S.F.U | مقدار جریان | | S.F.U | مقدار جریان | |
| | گالن در دقیقه | لیتر در ثانیه | | گالن در دقیقه | لیتر در ثانیه |
| ۱ | ۳ | ۰/۱۹ | – | – | – |
| ۲ | ۵ | ۰/۳۱ | – | – | – |
| ۳ | ۶/۵ | ۰/۴۰ | – | – | – |
| ۴ | ۸ | ۰/۵۰ | – | – | – |
| ۵ | ۹/۴ | ۰/۵۹ | ۵ | ۱۵ | ۰/۹۵ |
| ۶ | ۱۰/۷ | ۰/۶۷ | ۶ | ۱۷/۴ | ۱/۱۰ |
| ۷ | ۱۱/۸ | ۰/۷۴ | ۷ | ۱۹/۸ | ۱/۲۴ |
| ۸ | ۱۲/۸ | ۰/۸۰ | ۸ | ۲۲/۲ | ۱/۴۰ |
| ۹ | ۱۳/۷ | ۰/۸۶ | ۹ | ۲۴/۶ | ۱/۵۰ |
| ۱۰ | ۱۴/۶ | ۰/۹۲ | ۱۰ | ۲۷ | ۱/۷۰ |
| ۱۱ | ۱۵/۴ | ۰/۹۷ | ۱۱ | ۲۷/۸ | ۱/۷۴ |
| ۱۲ | ۱۶ | ۱/۰۰ | ۱۲ | ۲۸/۶ | ۱/۸۰ |
| ۱۳ | ۱۶/۵ | ۱/۰۳ | ۱۳ | ۲۹/۴ | ۱/۸۵ |
| ۱۴ | ۱۷ | ۱/۰۷ | ۱۴ | ۳۰/۲ | ۱/۹۰ |
| ۱۵ | ۱۷/۵ | ۱/۱۰ | ۱۵ | ۳۱ | ۱/۹۵ |
| ۱۶ | ۱۸ | ۱/۱۳ | ۱۶ | ۳۱/۸ | ۲/۰۰ |
| ۱۷ | ۱۸/۴ | ۱/۱۳ | ۱۷ | ۳۲/۶ | ۲/۰۵ |
| ۱۸ | ۱۸/۸ | ۱/۱۸ | ۱۸ | ۳۳/۴ | ۲/۱۰ |
| ۱۹ | ۱۹/۲ | ۱/۲۰ | ۱۹ | ۳۴/۲ | ۲/۱۵ |
| ۲۰ | ۱۹/۶ | ۱/۲۳ | ۲۰ | ۳۵ | ۲/۲۰ |
| ۲۵ | ۲۱/۵ | ۱/۳۵ | ۲۵ | ۳۸ | ۲/۴۰ |
| ۳۰ | ۲۳/۳ | ۱/۴۶ | ۳۰ | ۴۲ | ۲/۶۴ |
| ۳۵ | ۲۴/۹ | ۱/۵۶ | ۳۵ | ۴۴ | ۲/۷۷ |
| ۴۰ | ۲۶/۳ | ۱/۶۵ | ۴۰ | ۴۶ | ۲/۹۰ |
| ۴۵ | ۲۷/۷ | ۱/۷۴ | ۴۵ | ۴۸ | ۳/۰۰ |
| ۵۰ | ۲۹/۱ | ۱/۸۳ | ۵۰ | ۵۰ | ۳/۱۵ |

**ادامه جدول پ ۱-۳-۲ تعیین مقدار جریان اب**

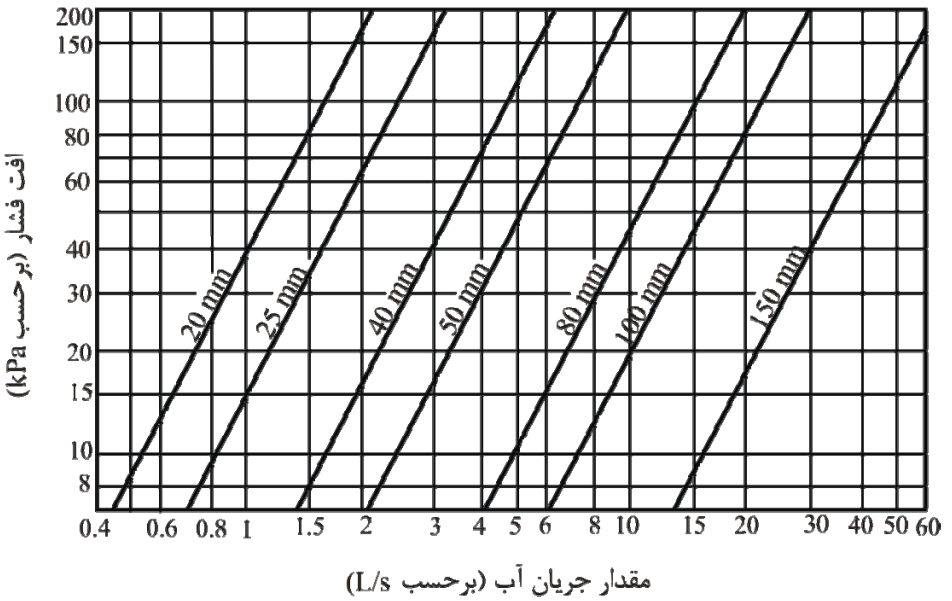
| حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس S.F.U | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| سیستمهایی که عمدتا با فلاش تانک کار می‌کنند | | | سیستمهایی که عمدتا با فلاش والو کار می‌کنند | | |
| S.F.U | مقدار جریان | | مقدار جریان | مقدار جریان | |
| | گالن در دقیقه | لیتر در ثانیه | | گالن در دقیقه | لیتر در ثانیه |
| ۶۰ | ۳۲ | ۲/۰۱ | ۶۰ | ۵۴ | ۳/۴۰ |
| ۷۰ | ۳۵ | ۲/۲۰ | ۷۰ | ۵۸ | ۳/۶۵ |
| ۸۰ | ۳۸ | ۲/۴ | ۸۰ | ۶۱/۲ | ۳/۸۵ |
| ۹۰ | ۴۱ | ۲/۵۸ | ۹۰ | ۶۴/۳ | ۴/۰۵ |
| ۱۰۰ | ۴۳/۵ | ۲/۷۴ | ۱۰۰ | ۶۷/۵ | ۴/۲۵ |
| ۱۲۰ | ۴۸ | ۳/۰۰ | ۱۲۰ | ۷۳ | ۴/۶۰ |
| ۱۴۰ | ۵۲/۵ | ۳/۳۰ | ۱۴۰ | ۷۷ | ۴/۸۵ |
| ۱۶۰ | ۵۷ | ۳/۶۰ | ۱۶۰ | ۸۱ | ۵/۱۰ |
| ۱۸۰ | ۶۱ | ۳/۸۴ | ۱۸۰ | ۸۵/۵ | ۵/۴۰ |
| ۲۰۰ | ۶۵ | ۴/۰۹ | ۲۰۰ | ۹۰ | ۵/۶۷ |
| ۲۲۵ | ۷۰ | ۴/۴۱ | ۲۲۵ | ۹۵/۵ | ۶/۰۱ |
| ۲۵۰ | ۷۵ | ۴/۷۲ | ۲۵۰ | ۱۰۱ | ۶/۳۵ |
| ۲۷۵ | ۸۰ | ۵/۰۴ | ۲۷۵ | ۱۰۴/۵ | ۶/۶۰ |
| ۳۰۰ | ۸۵ | ۵/۳۵ | ۳۰۰ | ۱۰۸ | ۶/۸۰ |
| ۴۰۰ | ۱۰۵ | ۶/۶۱ | ۴۰۰ | ۱۲۷ | ۸/۰۰ |
| ۵۰۰ | ۱۲۴ | ۶/۶۱ | ۵۰۰ | ۱۴۳ | ۹/۰۰ |
| ۷۵۰ | ۱۷۰ | ۱۰/۷ | ۷۵۰ | ۱۷۷ | ۱۱/۱۵ |
| ۱۰۰۰ | ۲۰۸ | ۱۳/۱ | ۱۰۰۰ | ۲۰۸ | ۱۳/۱ |
| ۱۲۵۰ | ۲۳۹ | ۱۵/۰۵ | ۱۲۵۰ | ۲۳۹ | ۱۵/۰۵ |
| ۱۵۰۰ | ۲۶۹ | ۱۷/۰۰ | ۱۵۰۰ | ۲۶۹ | ۱۷/۰۰ |
| ۱۷۵۰ | ۲۹۷ | ۱۸/۷ | ۱۷۵۰ | ۲۹۷ | ۱۸/۷۰ |
| ۲۰۰۰ | ۳۲۵ | ۲۰/۴۷ | ۲۰۰۰ | ۳۲۵ | ۲۰/۴۷ |
| ۲۵۰۰ | ۳۸۰ | ۲۴/۰۰ | ۲۵۰۰ | ۳۸۰ | ۲۴/۰۰ |
| ۳۰۰۰ | ۴۳۳ | ۲۷/۲۷ | ۳۰۰۰ | ۴۳۳ | ۲۷/۲۷ |
| ۴۰۰۰ | ۵۲۵ | ۳۳/۰۰ | ۴۰۰۰ | ۵۲۵ | ۳۳/۰۰ |
| ۵۰۰۰ | ۵۹۳ | ۳۷/۳۵ | ۵۰۰۰ | ۵۹۳ | ۳۷/۳۵ |

**پ ۱-۴-۲** افت فشار در کنتور آب

**پ ۱-۴-۲-۱** در شکل پ ۱-۴-۲ (IP) افت فشار کنتور آب از نوع دیسکی بر حسب پوند بر اینچ مربع برای هر مقدار جریان آب بر حسب gpm و در شکل پ ۱-۴-۲ (SI) افت فشار کنتور بر حسب کیلوپاسکال برای هر مقدار جریان آب بر حسب لیتر در ثانیه نشان داده شده است. در صورتی که کنتور از نوع دیگر باشد، باید از منحنی افت فشار مخصوص آن استفاده شود.




**شکل پ ۱-۴-۲ (IP) افت فشار در کنتور نوع دیسکی بر حسب پوند بر اینچ مربع**




**شکل پ ۱-۴-۲ (SI) افت فشار در کنتور نوع دیسکی بر حسب کیلوپاسکال**

**پ ۱-۴-۳** فشار استاتیک ناشی از ارتفاع ساختمان، از اختلاف ارتفاع تراز نصب کنتور آب و بالاترین نقطه شبکه لوله کشی آب ساختمان بدست می‌آید. این اختلاف ارتفاع را، در صورتی که بر حسب متر در دست باشد، باید به پوند بر اینچ مربع تبدیل کرد.

**پ ۱-۴-۴** حداقل فشار آب خروجی، که در دورترین و بالاترین شیر مورد نیاز است، بر حسب نوع لوازم بهداشتی متفاوت است. جدول (۱۶-۴-۳-۵) "ب" حداقل فشار آب مورد نیاز در خروج از شیر لوازم بهداشتی مختلف را نشان می دهد.

**پ ۱-۴-۵** افت فشار در فیتینگ‌ها و شیرها

**پ ۱-۴-۵-۱** برای ساده کردن محاسبات، افت فشار در فیتینگ‌ها و شیرها به طول لولهٔ هم ارز آن‌ها تبدیل می‌شود.

**پ ۱-۴-۵-۲** جدول پ ۱-۴-۵-۲ طول لوله هم ارز فیتینگ‌ها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه را بر حسب فوت نشان می‌دهد.

**جدول پ ۱-۴-۵-۲ طول لوله هم ارز فیتینگ‌ها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه بر حسب فوت**

| فیتینگ یا شیر | قطر لوله (اینچ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱/۲″ | ۳/۴″ | ۱″ | ۱ ۱/۴″ | ۱ ۱/۲″ | ۲″ | ۲ ۱/۲″ | ۳″ |
| زانوی °۴۵ | ۱/۲ | ۱/۵ | ۱/۸ | ۲/۴ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۰ |
| زانوی °۹۰ | ۲/۰ | ۲/۵ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۷/۰ | ۸/۰ | ۱۰/۰ |
| سه راهی | ۰/۶ | ۰/۸ | ۰/۹ | ۱/۲ | ۱/۵ | ۲/۰ | ۲/۵ | ۳/۰ |
| سه راهی انشعاب | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۰ | ۷/۰ | ۱۰/۰ | ۱۲/۰ | ۱۵/۰ |
| شیر کشویی | ۰/۴ | ۰/۵ | ۰/۶ | ۰/۸ | ۱/۰ | ۱/۳ | ۱/۶ | ۲/۰ |
| شیر تنظیم | ۰/۸ | ۱/۱ | ۱/۵ | ۱/۹ | ۲/۲ | ۳/۰ | ۳/۷ | ۴/۵ |
| شیر تخلیه سماوری | ۰/۸ | ۱/۱ | ۱/۵ | ۱/۹ | ۲/۲ | ۳/۰ | ۳/۷ | ۴/۵ |
| شیر یک طرفه | ۵/۶ | ۸/۴ | ۱۱/۲ | ۱۴/۰ | ۱۶/۸ | ۲۲/۴ | ۲۸/۰ | ۳۳/۶ |
| شیر کف فلزی | ۱۵/۰ | ۲۰/۰ | ۲۵/۰ | ۳۵/۰ | ۴۵/۰ | ۵۵/۰ | ۶۵/۰ | ۸۰/۰ |
| شیر گوشه ای | ۸/۰ | ۱۲/۰ | ۱۵/۰ | ۱۸/۰ | ۲۲/۰ | ۲۸/۰ | ۳۴/۰ | ۴۰/۰ |

**پ ۱-۴-۵-۳** جدول پ ۱-۴-۵-۳ طول لوله هم ارز فیتینگ‌ها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه را بر حسب متر نشان می‌دهد.

**جدول پ ۱-۴-۵-۳ طول لوله هم ارز فیتینگ‌ها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه بر حسب متر**

| فیتینگ یا شیر | قطر اسمی لوله (میلی‌متر) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۵ | ۲۰ | ۲۵ | ۳۲ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۵ | ۸۰ |
| زانوی °۴۵ | ۰/۳۶ | ۰/۴۵ | ۰/۵۴ | ۰/۷۳ | ۰/۹۱ | ۱/۲۱ | ۱/۵۲ | ۱/۸۲ |
| زانوی °۹۰ | ۰/۶۰ | ۰/۷۶ | ۰/۹۱ | ۱/۲۱ | ۱/۵۲ | ۲/۱۳ | ۲/۴۳ | ۳/۰۴ |
| سه‌راهی | ۰/۱۸ | ۰/۲۴ | ۰/۲۷ | ۰/۳۶ | ۰/۴۵ | ۰/۶۰ | ۰/۷۶ | ۰/۹۱ |
| سه‌راهی انشعاب | ۰/۹۱ | ۱/۲۱ | ۱/۵۱ | ۱/۸۲ | ۲/۱۳ | ۳/۰۴ | ۳/۶۵ | ۴/۵۷ |
| شیر کشویی | ۰/۱۲ | ۰/۱۵ | ۰/۱۸ | ۰/۲۴ | ۰/۳۰ | ۰/۳۹ | ۰/۴۸ | ۰/۶۰ |
| شیر تنظیم | ۰/۲۴ | ۰/۳۳ | ۰/۴۵ | ۰/۵۷ | ۰/۶۷ | ۰/۹۱ | ۱/۱۲ | ۱/۳۷ |
| شیرتخلیهٔ سماوری | ۰/۲۴ | ۰/۳۳ | ۰/۴۵ | ۰/۵۷ | ۰/۶۷ | ۰/۹۱ | ۱/۱۲ | ۱/۳۷ |
| شیر یک‌طرفه | ۱/۷۰ | ۲/۵۶ | ۳/۴۱ | ۴/۲۶ | ۵/۱۲ | ۶/۸۲ | ۸/۵۳ | ۱۰/۲۴ |
| شیر کف فلزی | ۴/۵۷ | ۶/۰۹ | ۷/۶۲ | ۱۰/۶۶ | ۱۳/۷۱ | ۱۶/۷۶ | ۱۹/۸۱ | ۲۴/۳۸ |
| شیر گوشه‌ای | ۲/۴۳ | ۳/۶۵ | ۴/۵۷ | ۵/۴۸ | ۶/۷۰ | ۸/۵۳ | ۱۰/۳۶ | ۱۲/۱۹ |

**پ ۱-۴-۵-۴** جدول زیر طول لوله هم‌ارز فیتینگ‌ها و شیرهای مسی را بر حسب فوت می‌دهد.

**جدول پ ۱-۴-۵-۴ طول لوله هم ارز فیتینگ ها و شیرها در لوله کشی مسی بر حسب فوت**

| فیتینگ یا شیر | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱/۲″ | ۳/۴″ | ۱″ | $1\frac{1}{4}$″ | $1\frac{1}{2}$″ | ۲″ | $2\frac{1}{2}$″ | ۳″ |
| زانوی ۴۵° (چکش خوار) | ۰/۵ | ۰/۵ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ |
| زانوی ۹۰° (چکش خوار) | ۰/۵ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۳/۰ |
| سه‌راهی (چکش خوار) | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۲/۰ | |
| سه‌راهی انشعابی (چکش خوار) | ۱/۰ | ۲/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۷/۰ | ۹/۰ | |
| زانوی ۴۵° (ریخته) | ۰/۵ | ۱/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۳/۰ | ۵/۰ | ۸/۰ | ۱۱/۰ |
| زانوی ۹۰° (ریخته) | ۱/۰ | ۲/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۸/۰ | ۱۱/۰ | ۱۴/۰ | ۱۸/۰ |
| سه‌راهی (ریخته) | ۰/۵ | ۰/۵ | ۵/۰ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ |
| سه‌راهی انشعابی (ریخته) | ۲/۰ | ۳/۰ | ۵/۰ | ۷/۰ | ۹/۰ | ۱۲/۰ | ۱۶/۰ | ۲۰/۰ |
| شیر کف فلزی | | | | ۵۳/۰ | ۶۶/۰ | ۹۰/۰ | | |
| شیر کشویی | | | ۱/۰ | ۱/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ | ۲/۰ |

**پ ۱-۴-۵-۵** جدول زیر طول هم ارز فیتینگ‌ها و شیرهای مسی را بر حسب متر نشان می‌دهد.

**جدول پ ۱-۴-۵-۵ طول لوله هم ارز فیتینگ ها و شیرها در لوله کشی مسی بر حسب متر**

| فیتینگ یا شیر | قطر اسمی لوله (میلی‌متر) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۲ | ۱۸ | ۲۲ | ۲۸ | ۳۵ | ۴۲ | ۵۴ | ۷۶ |
| زانوی ۴۵° (چکش خوار) | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۹۱ | ۱/۲۱ |
| زانوی ۹۰° (چکش خوار) | ۰/۱۵ | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۹۱ |
| سه‌راهی (چکش خوار) | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | |
| سه‌راهی انشعابی (چکش خوار) | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۹۱ | ۱/۱۲ | ۱/۵۲ | ۲/۱۳ | ۲/۷۴ | |
| زانوی ۴۵° (ریخته) | ۰/۱۵ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۹۱ | ۱/۱۲ | ۱/۵۲ | ۲/۴۳ | ۳/۳۵ |
| زانوی ۹۰° (ریخته) | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۱/۲۱ | ۱/۵۲ | ۲/۴۳ | ۳/۳۵ | ۴/۲۶ | ۵/۴۸ |
| سه‌راهی (ریخته) | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۱۵ | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ |
| سه‌راهی انشعابی (ریخته) | ۰/۶۰ | ۰/۹۱ | ۱/۵۲ | ۲/۱۳ | ۲/۷۴ | ۳/۶۵ | ۴/۸۷ | ۶/۰۹ |
| شیر کف فلزی | | | | ۱۶/۱۵ | ۲۰/۱۱ | ۲۷/۴۳ | | |
| شیر کشویی | | | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۰ |

**پ ۱-۴-۶** افت فشار در لوله‌ها

**پ ۱-۴-۶-۱** از فشار شبکهٔ آب مصرفی در نقطه قبل از کنتور باید افت فشارهای زیر را کم کرد:

- افت فشار در کنتور آب؛
- فشار استاتیک ناشی از ارتفاع ساختمان؛
- حداقل فشار در پشت دورترین شیر برداشت آب.

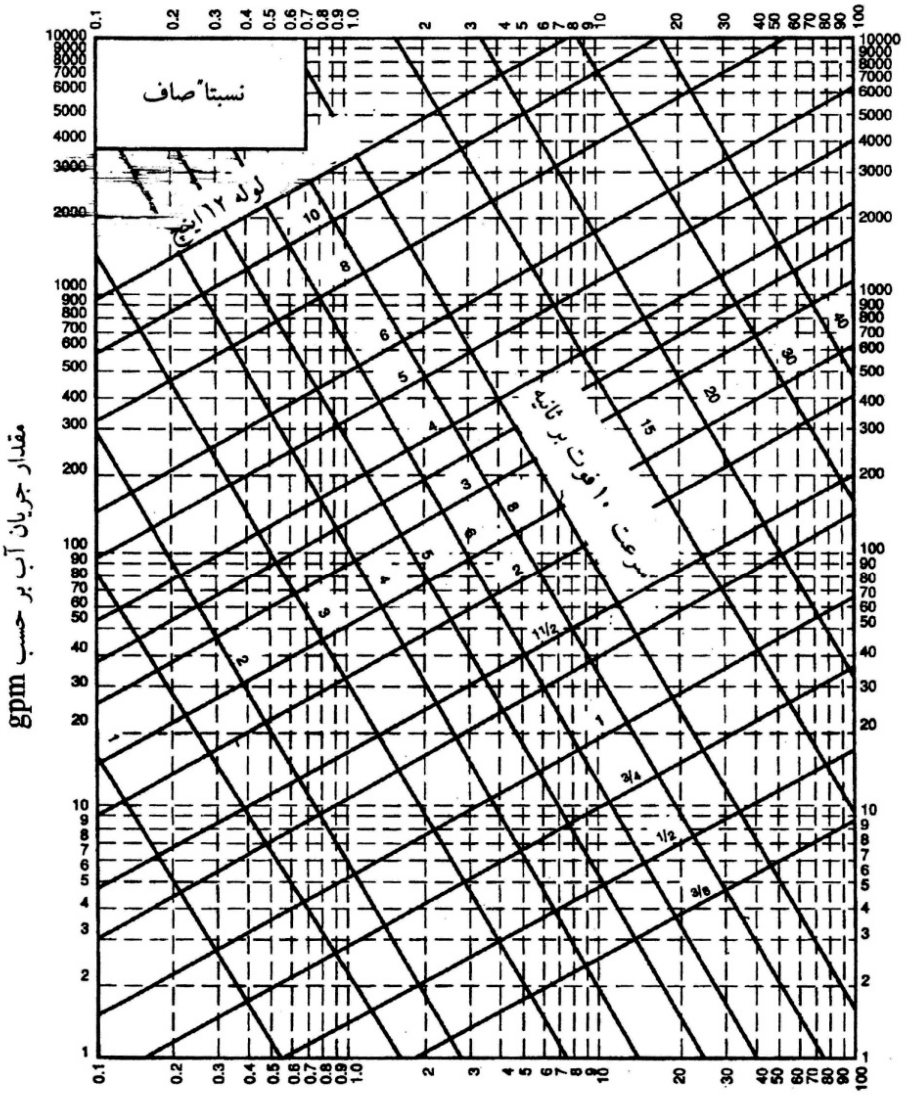
فشار باقی مانده فشاری است که در نتیجه سرعت جریان آب باید صرف افت فشار در طول لوله‌ها تا دورترین شیر خروجی شود.

**پ ۱-۴-۶-۲** برای به دست آوردن حداکثر افت فشار در لوله‌ها باید طول خط لوله را از نقطه خروجی از کنتور آب تا بالاترین و دورترین شیر خروجی آب بر حسب متر (یا فوت) اندازه گیری کرد و طول هم ارز فیتینگ‌ها و شیرها را به آن اضافه کرد تا طول نهایی دورترین مسیر لوله کشی به دست آید. با داشتن طول نهایی دورترین مسیر لوله کشی و افت فشار کل لوله‌ها می‌توان افت فشار آب در ۱۰۰ فوت طول لوله را به دست آورد.

## پ ۱-۵ اندازه گذاری لوله‌ها

**پ ۱-۵-۱** با در دست داشتن حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر حسب gpm در هر قسمت از لوله کشی و مقدار افت فشار در ۱۰۰ فوت طول لوله و با استفاده از منحنی‌هایی که قطر اسمی را برای هر مقدار جریان آب و افت فشار در طول لوله به دست می‌دهد، می‌توان لوله‌ها را اندازه گذاری کرد.

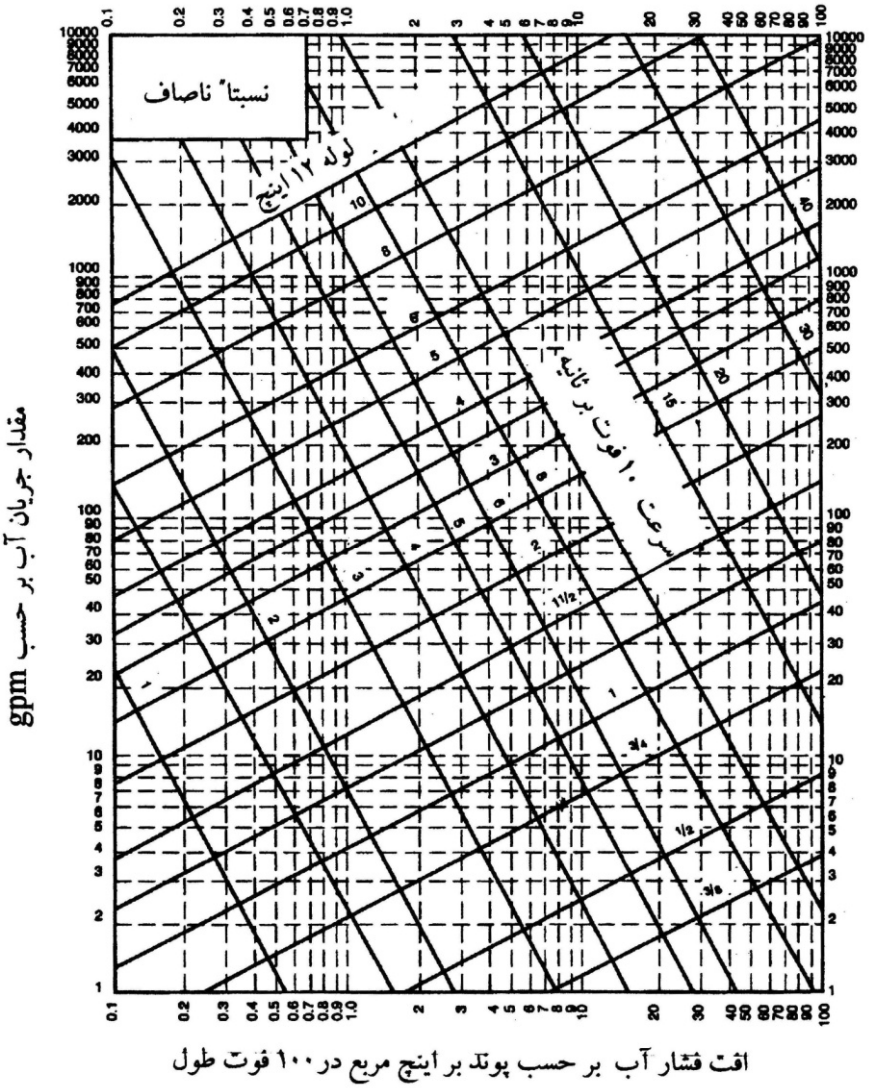
**پ ۱-۵-۲ (IP)** در شکل پ ۱-۵-۲ (IP) قطر اسمی لوله با وزن استاندارد بر حسب اینچ، مقدار جریان آب بر حسب gpm، افت فشار بر حسب پوند بر اینچ مربع در ۱۰۰ فوت طول لوله، و سرعت جریان آب در داخل لوله بر حسب فوت بر ثانیه برای لوله‌های فولادی گالوانیزه‌ای که سطح داخلی آنها نسبتاً صاف است، نشان داده شده است.




**شکل پ ۱-۵-۲ (IP) اندازه گذاری لوله‌های فولادی گالوانیزه با سطح داخلی نسبتاً صاف**

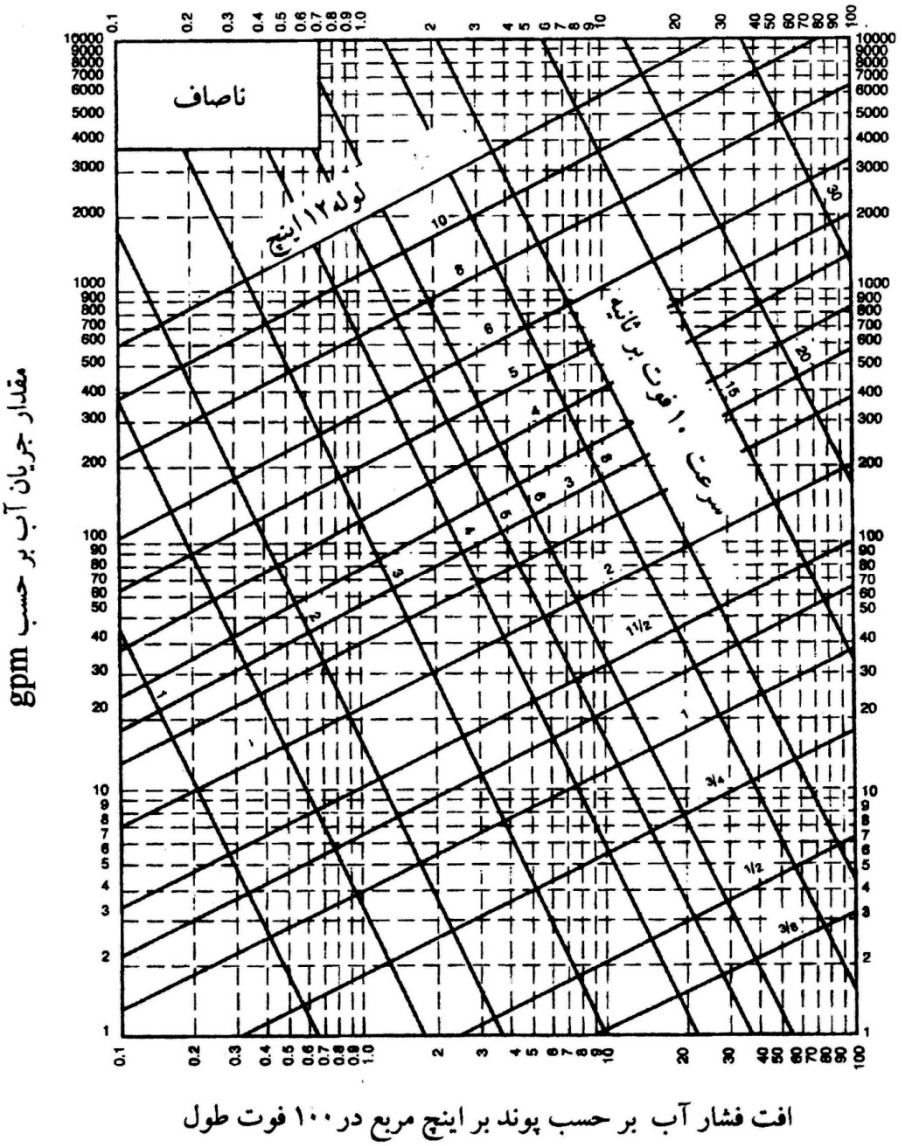
**پ ۱-۵-۳ (IP)** در شکل پ ۱-۵-۳ (IP) قطر اسمی لوله با وزن استاندارد بر حسب اینچ، مقدار جریان آب بر حسب gpm، افت فشار بر حسب پوند بر اینچ مربع در ۱۰۰ فوت طول لوله، و سرعت

جریان آب در داخل لوله بر حسب فوت بر ثانیه برای لوله‌های فولادی گالوانیزه که سطح داخلی آنها نسبتاً ناصاف است، نشان داده شده است.



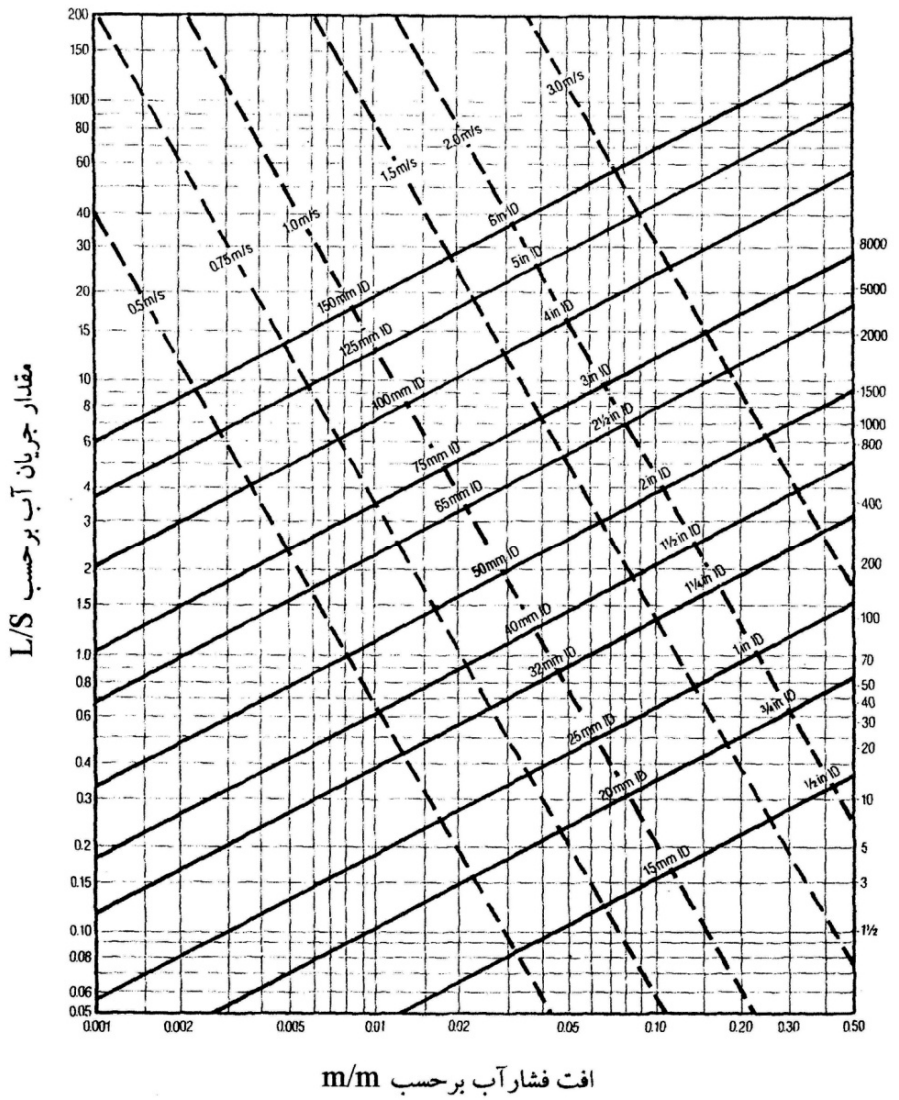

**شکل پ ۱-۵-۳ (IP) اندازه گذاری لوله‌های فولادی گالوانیزه با سطح داخلی نسبتاً ناصاف**

**پ ۱-۵-۴ (IP)** در شکل پ ۱-۵-۴ **(IP)** قطر اسمی لوله با وزن استاندارد، مقدار جریان آب، افت فشار در ۱۰۰ فوت طول لوله، و سرعت جریان آب در داخل لوله برای لوله‌های فولادی گالوانیزه که سطح داخلی آنها کاملاً ناصاف است، نشان داده شده است.



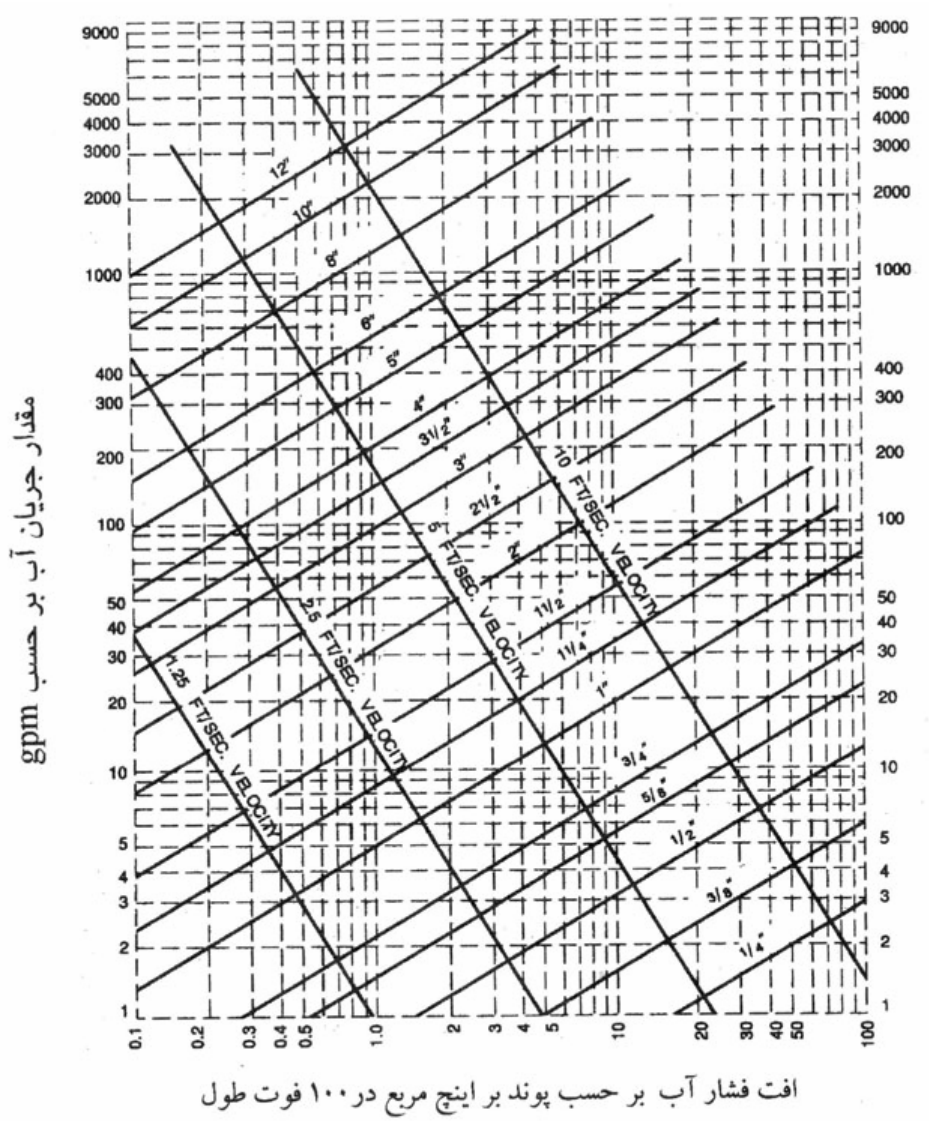

**شکل پ ۱-۵-۴ (IP) اندازه گذاری لوله‌های فولادی گالوانیزه با سطح داخلی کاملاً ناصاف**

**پ ۱-۵-۴ (SI)** در شکل پ ۱-۵-۴ (SI) قطر اسمی لوله با وزن استاندارد بر حسب میلیمتر، مقدار جریان آب بر حسب لیتر در ثانیه، افت فشار بر حسب متر در متر طول لوله و سرعت جریان آب در داخل لوله بر حسب متر بر ثانیه برای لوله های فولادی گالوانیزه نشان داده شده است.



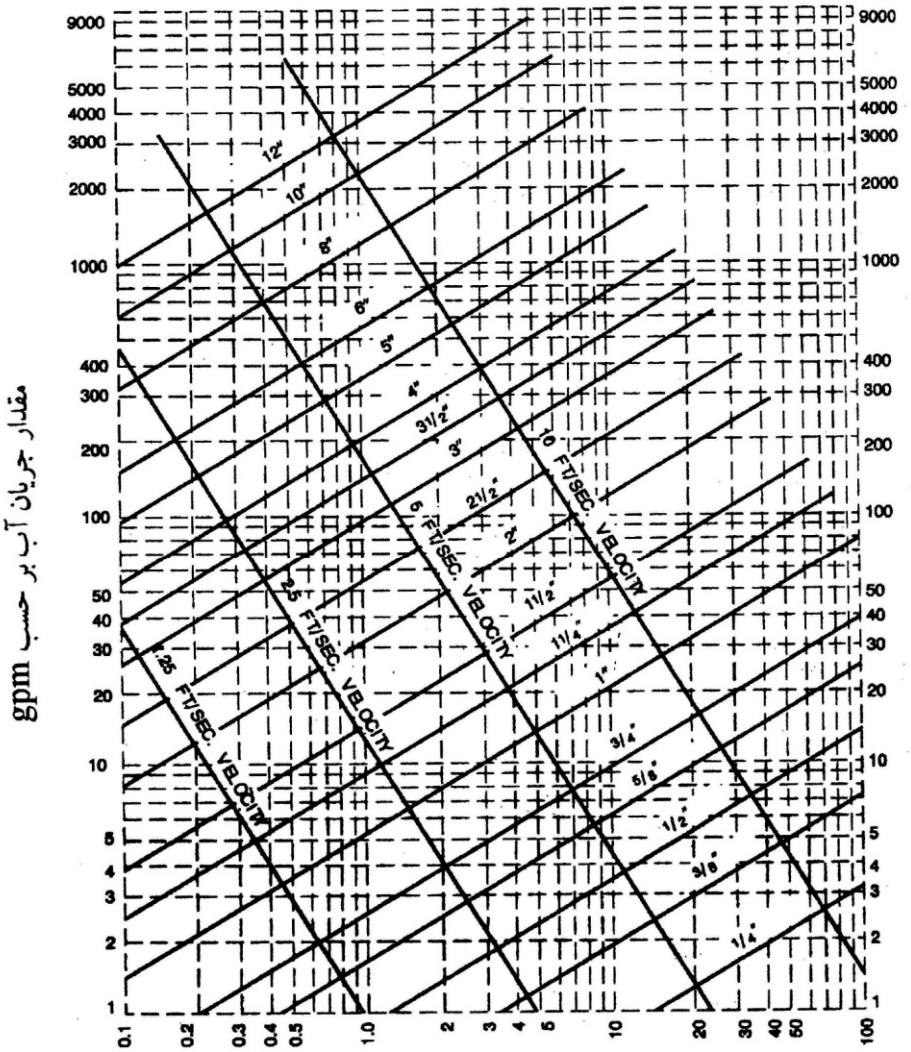

**شکل پ ۱-۵-۴ (SI) منحنی اندازه‌گذاری لوله‌های فولادی گالوانیزه**

**پ ۱-۵-۵ (IP)** در شکل پ ۱-۵-۵ (IP) قطر اسمی لوله بر حسب اینچ، مقدار جریان آب بر حسب gpm ، افت فشار بر حسب پوند بر اینچ مربع در ۱۰۰ فوت طول لوله و سرعت جریان آب در داخل لوله بر حسب فوت بر ثانیه، برای لوله‌های مسی مطابق استاندارد ANSI B 88 نوع K نشان داده شده است.



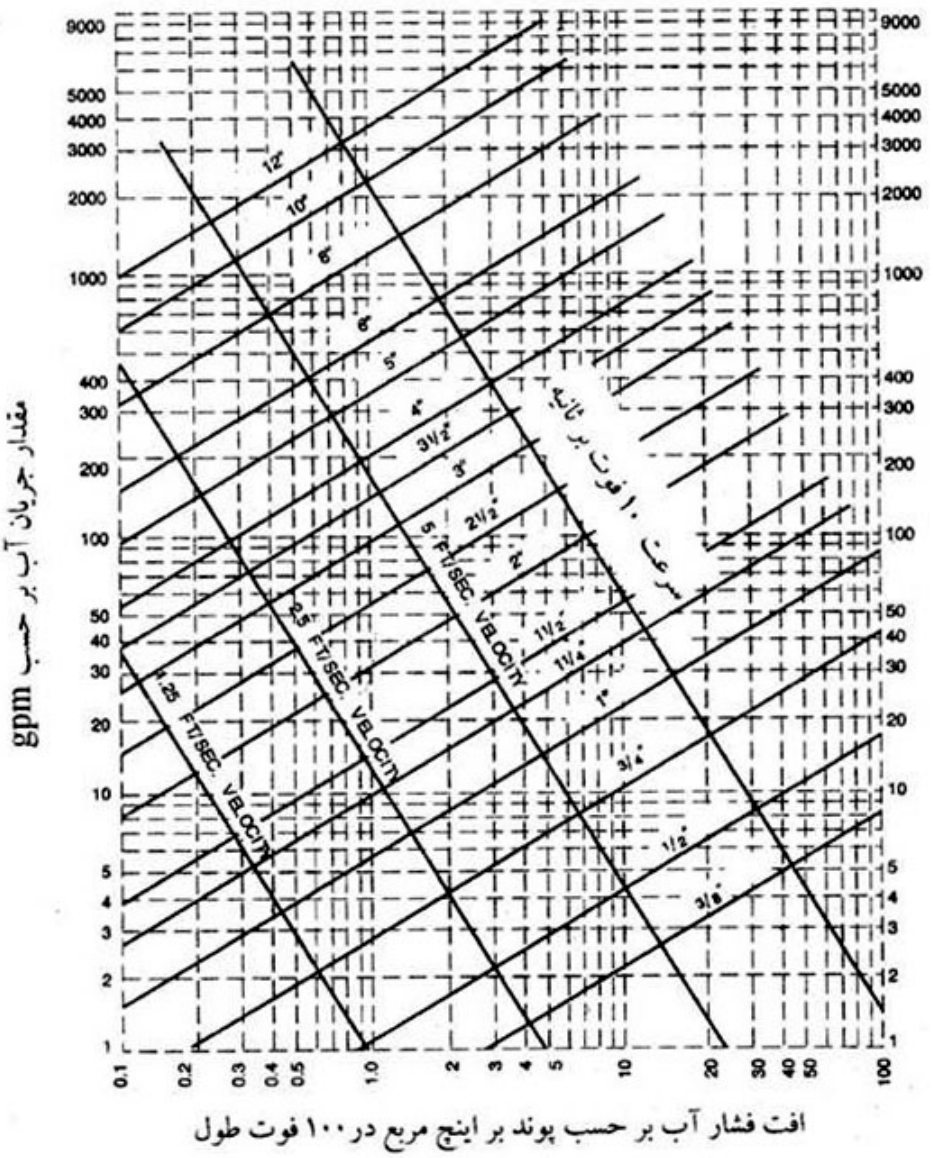

**شکل پ ۱-۵-۵ (IP) منحنی اندازه گذاری لوله‌های مسی نوع K از استاندارد ANSI B 88**

**پ ۱-۵-۶ (IP)** در شکل پ ۱-۵-۶ (IP) قطر اسمی لوله، مقدار جریان آب، افت فشار در ۱۰۰ فوت طول لوله و سرعت جریان آب داخل لوله برای لوله‌های مسی مطابق استاندارد ANSI B 88 نوع L نشان داده شده است.



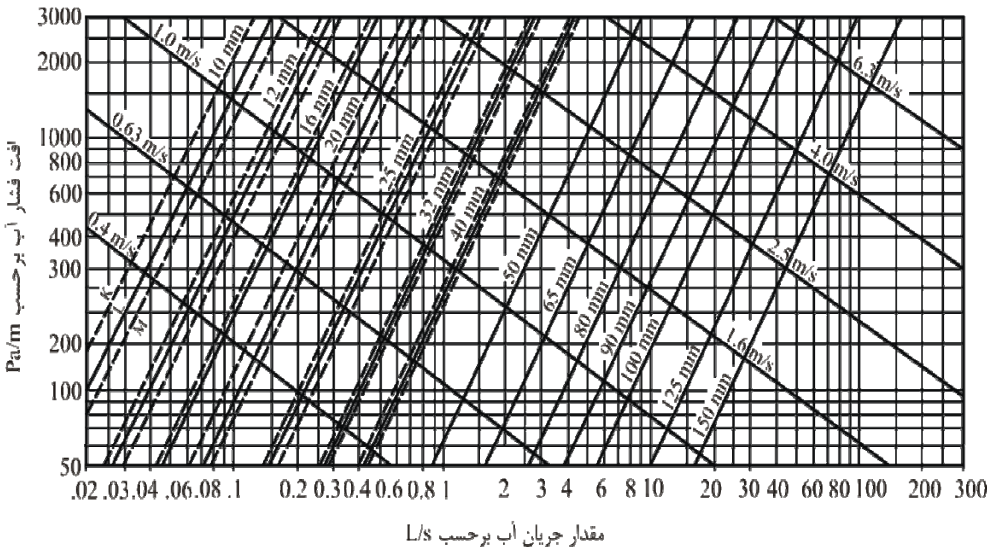

**شکل پ ۱-۵-۶ (IP) منحنی اندازه گذاری لوله‌های مسی نوع L از استاندارد ANSI B 88**

**پ ۱-۵-۷ (IP)** در شکل پ ۱-۵-۷ (IP) قطر اسمی لوله، مقدار جریان آب، افت فشار در ۱۰۰ فوت طول لوله و سرعت جریان آب داخل لوله برای لوله‌های مسی مطابق استاندارد ANSI B 88 نوع M نشان داده شده است.




**شکل پ ۱-۵-۷ (IP) منحنی اندازه گذاری لوله‌های مسی نوع M از استاندارد ANSI B 88**

**پ ۱-۵-۷ (SI)** در شکل پ ۱-۵-۷ (SI) قطر اسمی لوله بر حسب میلیمتر، مقدار جریان آب بر حسب لیتر در ثانیه، افت فشار بر حسب پاسکال در متر و سرعت جریان آب در داخل لوله بر حسب متر بر ثانیه برای لوله‌های مسی نشان داده شده است.

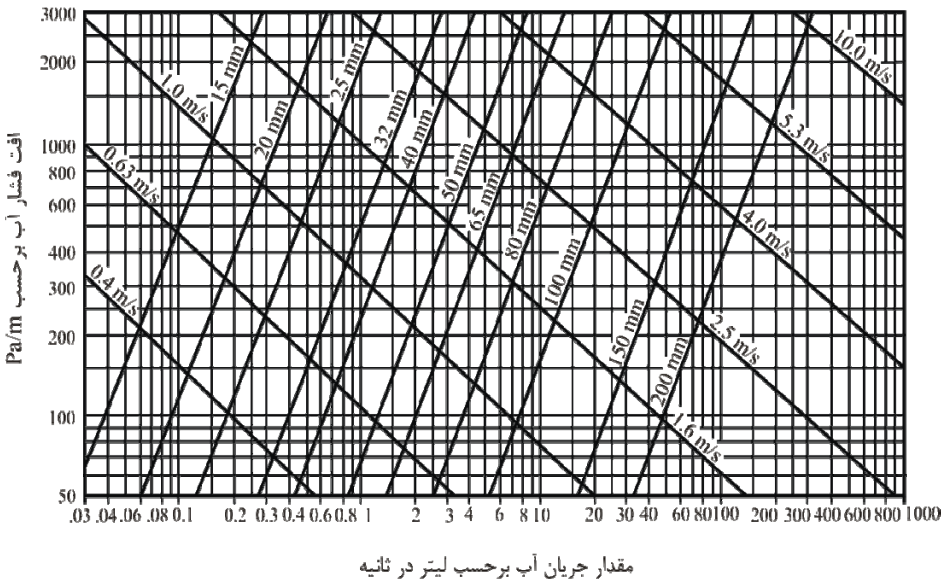



**شکل پ ۱-۵-۷ (SI) منحنی اندازه گذاری لوله‌های مسی**

**پ ۱-۵-۸ (SI)** در شکل پ ۱-۵-۸ (SI) قطرنامی لوله بر حسب میلیمتر، مقدار جریان آب بر حسب لیتر در ثانیه، افت فشار بر حسب پاسکال در متر و سرعت جریان آب در داخل لوله بر حسب متر بر ثانیه برای لوله‌های پلاستیکی نشان داده شده است.

## پ ۱-۶ نکات دیگری درباره اندازه گذاری لوله‌ها

**پ ۱-۶-۱** سرعت جریان آب در لوله‌های اصلی نباید از ۱۰ فوت بر ثانیه (۳/۰ متر بر ثانیه) بیشتر شود. توصیه می‌شود که سرعت جریان آب در لوله‌های فرعی و انشعابها از ۴ فوت بر ثانیه (۱/۲ متر بر ثانیه) بیشتر نباشد.




**شکل پ ۱-۵-۸ (SI) منحنی اندازه گذاری لوله‌های پلاستیکی**

**پ ۱-۶-۲** طبق الزامات بخش (۱۶-۴-۳-۵) "الف" حداکثر فشار آب لوله کشی توزیع آب آشامیدنی در پشت شیرهای لوازم بهداشتی و در وضعیت بدون جریان نباید از ۴ بار بیشتر باشد. اگر فشار آب شبکه شهری طوری باشد که فشار آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی از ۴ بار بیشتر باشد باید با نصب شیر فشار شکن مورد تأیید فشار آن را تا ۴ بار، یا بر حسب نیاز کمتر از آن، کاهش داد.

**پ ۱-۶-۳** طبق الزامات (۱۶-۴-۳-۵) "ب" حداقل فشار آب پشت شیرهای آب لوازم بهداشتی باید برابر جدول (۱۶-۴-۳-۵) "ب" باشد. اگر فشار آب شبکه شهری برای تأمین این فشار در پشت شیرها کافی نباشد باید با نصب سیستم‌های افزایش فشار، فشار آب را افزایش داد تا حداقل فشار لازم پشت شیرها تأمین شود.

# پیوست۲: علائم ترسیمی در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان

## پ ۲-۱

آنچه در ((پیوست ۲- علائم ترسیمی در لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان)) می‌آید، علائمی است که رعایت آنها در نقشه‌های توزیع آب مصرفی در ساختمان پیشنهاد می‌شود. مطالب و علائم ((پیوست ۲- علائم ترسیمی در لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان)) نباید به عنوان قسمتی از مقررات (۱۶-۴) توزیع آب مصرفی در ساختمان تلقی شود و رعایت این علائم مشمول الزام قانونی نمی‌شود.

**پ ۲-۱-۱** پیشنهاد علائم ترسیمی در ((پیوست ۲- علائم ترسیمی در لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان)) به هیچ وجه استفاده از علائم ترسیمی متداول دیگر یا مندرج در استانداردها را به شرط تأیید منتفی نمی‌کند.

## پ ۲-۲

علائم ترسیمی پیشنهادی در ((پیوست ۲)) فقط اختصاص به لوله، فیتینگ، فلنج، شیر و دیگر اجزای لوله کشی دارد که در ((توزیع آب مصرفی در ساختمان)) کاربرد دارند.

## پ ۲-۳

علائم ترسیمی پیشنهادی به ترتیب زیر طبقه بندی می‌شود:

- لوله‌ها؛
- فیتینگ‌ها؛
- شیرها؛
- تکیه گاه‌ها؛
- لوازم دیگر.

## پ ۲-۴ علائم ترسیمی

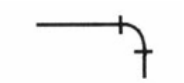
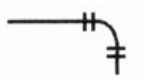
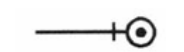
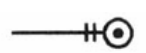
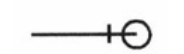
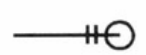
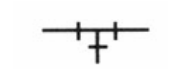
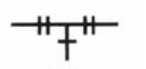
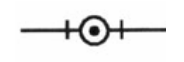
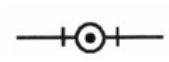
### پ ۲-۴-۱ لوله‌ها

لوله آب سرد مصرفی 

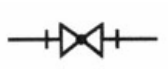
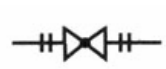
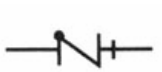
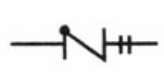
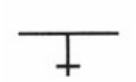
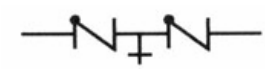
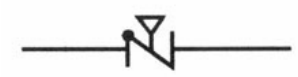
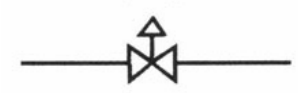
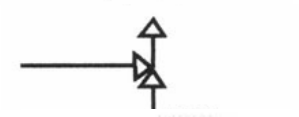
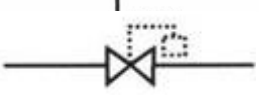
لوله آب گرم مصرفی 

لوله برگشت آب گرم مصرفی 

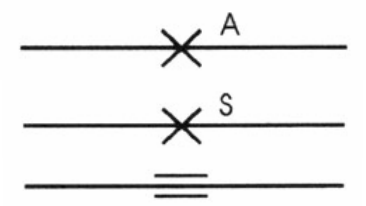
### پ ۲-۴-۲ فیتینگ‌ها

| | اتصال دنده‌ای | اتصال فلنجی |
|---|---|---|
| زانوی ۹۰ درجه افقی |  |  |
| زانوی ۹۰ درجه – چرخش به بالا |  |  |
| زانوی ۹۰ درجه – چرخش به پایین |  |  |
| سه راه ۹۰ درجه – افقی |  |  |
| سه راه ۹۰ درجه - انشعاب به بالا |  |  |
| سه راه ۹۰ درجه – انشعاب به پایین | | |

**پ ۲-۴-۳** شیرها

| | اتصال دنده‌ای | اتصال فلنجی |
|---|---|---|
| شیر کشویی | | |
| شیر کف فلزی |  |  |
| شیر یکطرفه |  |  |
| شیر برداشت آب |  | |
| شیر یکطرفه دوگانه |  | |
| شیر خلاء شکن | | |
| شیر ترکیبی یک طرفه و خلاء شکن |  | |
| شیر فشار شکن یا تنظیم فشار | | |
| شیر اطمینان- افقی |  | |
| شیر اطمینان - نما |  | |
| شیر فلوتوری (شناور) |  | |

**پ ۲-۴-۴** تکیه گاه‌ها

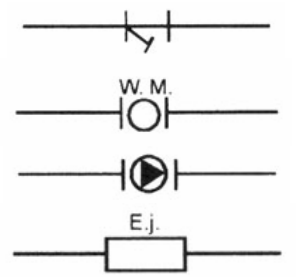



مهار

تکیه‌گاه

هادی

**پ ۲-۴-۵** لوازم دیگر




صافی

کنتور آب

پمپ آب

قطعه انبساط

# پیوست۳: اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان

## پ ۳-۱ کلیات

**پ ۳-۱-۱** ((پیوست ۳- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان)) به عنوان راهنمای محاسبه و تعیین اندازهٔ لوله‌های فاضلاب بهداشتی داخل ساختمان پیشنهاد می‌شود و نباید آن را به عنوان جزئی از مقررات، که رعایت حداقل‌های مقرر شده در آن الزامی است تلقی کرد.

**پ ۳-۱-۲** روش پیشنهاد شده در ((پیوست ۳- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان)) به هیچ وجه استفاده از روش‌های مهندسی دیگر را به شرط تأیید منتفی نمی‌کند.

**پ ۳-۱-۳** روش پیشنهادی برای اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان شامل اجزای زیر است:

**پ ۳-۱-۳-۱** تعیین حداکثر جریان لحظه‌ای فاضلاب؛

**پ ۳-۱-۳-۲** تعیین قطر اسمی لوله مورد نیاز .

**پ ۳-۱-۴** در جدول‌هایی که در ((پیوست ۳- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان)) مورد استفاده قرار گرفته، برابری واحدها به ترتیب زیر است:

۱ فوت (ft) = ۳۰۴/۸ میلی متر

۱ اینچ (in) = ۲۵/۴ میلی متر

شیب لوله فاضلاب:

$^{1}/_{16}$ in/ft = ۰/۵ درصد

$^{1}/_{8}$ in/ft = ۱ درصد

$^{1}/_{4}$ in/ft = ۲ درصد

$^{1}/_{2}$ in/ft = ۴ درصد

۱ گالن آمریکایی در دقیقه (gpm) = ۳/۷۸۵ لیتر در دقیقه

## پ ۳-۲ تعیین حداکثر جریان لحظه‌ای فاضلاب

**پ ۳-۲-۱** حداکثر جریان لحظه‌ای هر یک از لوازم بهداشتی با واحد .D.F.U مشخص می‌شود.

**پ ۳-۲-۲** حداکثر جریان لحظه‌ای فاضلاب از هر یک از لوازم بهداشتی بر حسب واحد .D.F.U در جدول پ ۳-۲-۲ داده شده است.

**جدول پ ۳-۲-۲ مقدار D.F.U. برای لوازم بهداشتی مختلف (IP)**

| لوازم بهداشتی | مقدار D.F.U. | قطر اسمی سیفون (اینچ) |
|---|---|---|
| لولهٔ علم تخلیه ماشین رختشویی- تجاری | ۳ | ۲ |
| لولهٔ علم تخلیه ماشین رختشویی- خانگی | ۲ | ۲ |
| گروه لوازم بهداشتی یک حمام کامل | ۶ | |
| وان | ۲ | ۱ ۱/۲ |
| بیده | ۱ | ۱ ۱/۴ |
| صندلی دندان پزشکی | ۱ | ۱ ۱/۴ |
| ماشین ظرفشویی- خانگی | ۲ | ۱ ۱/۲ |
| آبخوری | ۱ ۱/۲ | ۱ ۱/۴ |
| کفشوی | ۲ | ۲ |
| سینک آشپزخانه | ۲ | ۱ ۱/۲ |
| سینک رختشویی | ۲ | ۱ ۱/۲ |
| دستشویی | ۱ | ۱ ۱/۴ |
| دوش | ۲ | ۱ ۱/۲ |
| سینک | ۲ | ۱ ۱/۲ |
| پیشوار | ۴ | ۲ |
| توالت، خصوصی | ۴ | * |
| توالت، عمومی | ۶ | * |

*** قطر اسمی سیفون توالت ایرانی و توالت غربی برابر دهانهٔ خروجی توالت می‌باشد (حداقل ۴ اینچ)**

**پ ۳-۲-۳** مقدار .D.F.U برای لوازم بهداشتی که در جدول پ ۳-۲-۲ نباشد ولی قطر اسمی سیفون آنها معلوم باشد، در جدول پ ۳-۲-۳ مشخص شده است.

**جدول پ ۳-۲-۳ مقدار .D.F.U برای لوازم بهداشتی بر حسب قطر اسمی سیفون**

| قطر اسمی سیفون (اینچ) | مقدار .D.F.U |
|---|---|
| $1\frac{1}{4}$ یا کمتر | ۱ |
| $1\frac{1}{2}$ | ۲ |
| ۲ | ۳ |
| $2\frac{1}{2}$ | ۴ |
| ۳ | ۵ |
| ۴ | ۶ |

**پ ۳-۲-۴** در تخلیه فاضلاب به لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان از لوازم و سیستم‌هایی که تخلیه آب یا فاضلاب آنها به طور پیوسته یا تقریباً پیوسته صورت می‌گیرد (از قبیل پمپ‌ها، تأسیسات گرمایی با آب گرم کننده یا بخار، تأسیسات سرمایی با آب سرد کننده و غیره) باید هر گالن در دقیقه (۳/۷۸ لیتر در دقیقه) برابر D.F.U ۲ و در صورتی‌که تخلیه به طور نیمه پیوسته باشد باید هر گالن در دقیقه برابر D.F.U ۱ در اندازه گذاری لوله‌ها منظور شود.

## پ ۳-۳ تعیین قطر اسمی لولهٔ مورد نیاز

**پ ۳-۳-۱** با در دست داشتن مقدار .D.F.U، در هر قسمت از لوله قائم و شاخه‌های افقی فاضلاب که فاضلاب یک یا چند عدد از لوازم بهداشتی طبقات را به لوله اصلی افقی پایین‌ترین قسمت لوله کشی منتقل می‌کنند، و با استفاده از جدول پ ۳-۳-۱ می‌توان لوله‌های فاضلاب شاخه‌های افقی و لوله‌های قائم را تعیین کرد.

**جدول پ ۳-۳-۱ اندازه گذاری شاخه‌های افقی و لوله‌های قائم فاضلاب**

| قطر اسمی | | بیشترین مقدار .D.F.U | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | کل .D.F.U | لوله‌های قائم | | |
| میلی‌متر | اینچ | برای شاخهٔ افقی | کل .D.F.U برای انشعاب هر طبقه | کل .D.F.U برای سه طبقه انشعاب | کل .D.F.U برای بیش از سه طبقه انشعاب |
| ۵۰ | ۲ | ۶ | ۶ | ۱۰ | ۲۴ |
| ۸۰ | ۳ | ۲۰ | ۲۰ | ۴۸ | ۷۲ |
| ۱۰۰ | ۴ | ۱۶۰ | ۹۰ | ۲۴۰ | ۵۰۰ |
| ۱۲۵ | ۵ | ۳۶۰ | ۲۰۰ | ۵۴۰ | ۱۱۰۰ |
| ۱۵۰ | ۶ | ۶۲۰ | ۳۵۰ | ۹۶۰ | ۱۹۰۰ |
| ۲۰۰ | ۸ | ۱۴۰۰ | ۶۰۰ | ۲۲۰۰ | ۳۶۰۰ |
| ۲۵۰ | ۱۰ | ۲۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۳۸۰۰ | ۵۶۰۰ |
| ۳۰۰ | ۱۲ | ۳۹۰۰ | ۱۵۰۰ | ۶۰۰۰ | ۸۴۰۰ |

الف) اندازه گذاری لوله‌های افقی اصلی فاضلاب در پایین‌ترین قسمت لوله کشی نباید با استفاده از این جدول صورت گیرد.

ب) اندازه گذاری لوله‌های قائم فاضلاب بر اساس جمع مقدار .D.F.U، که از شاخه‌های افقی طبقات در آن می‌ریزد صورت می‌گیرد. قطر اسمی لوله قائم فاضلاب (در پایین‌ترین قسمت) بهتر است در ارتفاع، تا بالاترین طبقه، تغییر نکند، مگر آنکه در طبقات بالا قطر اسمی لوله از نصف قطر اسمی لوله که در پایین ترین قسمت لوله قائم قرار گرفته کمتر باشد.

**پ ۳-۳-۲** با در دست داشتن مقدار .D.F.U در هر قسمت از لوله افقی اصلی و نیز شاخه‌های افقی آن و با استفاده از جدول پ ۳-۳-۲ می‌توان لوله‌های فاضلاب اصلی افقی و نیز شاخه‌های افقی آن را اندازه گذاری کرد.

## پ ۳-۴ نکات دیگری درباره اندازه گذاری لوله‌ها

**پ ۳-۴-۱** اندازه‌هایی که در جدول‌های پ ۳-۲-۲ و پ ۳-۲-۳ داده شده، قطر اسمی سیفون لوازم بهداشتی است. این اندازه‌ها الزاماً نباید با قطر اسمی شاخه افقی فاضلاب که سیفون به آن متصل می‌شود، برابر باشد.

**پ ۳-۴-۲** در لوله کشی فاضلاب بهداشتی داخل ساختمان حداقل قطر اسمی لوله و فیتینگ باید ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ) باشد. در صورتی که اندازه قطر اسمی سیفون هر یک از لوازم بهداشتی از ۵۰ میلی متر (۲ اینچ) کمتر باشد، بلافاصله پس از سیفون باید قطر اسمی لوله فاضلاب تبدیل شود و حداقل به ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ) برسد.

**پ ۳-۴-۳** قطر اسمی شاخه افقی لوله فاضلابی که توالت شرقی به آن متصل می‌شود، حداقل باید ۱۰۰ میلی متر (۴ اینچ) باشد.

**جدول پ ۳-۳-۲ اندازه گذاری لوله اصلی افقی فاضلاب**

| **قطر لوله** (اینچ) | **حداکثر مقدار D.F.U.** شیب در هر فوت طول (درصد) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\frac{1}{16}$ in/ft (0.5%) | $\frac{1}{8}$ in/ft (1%) | $\frac{1}{4}$ in/ft (2%) | $\frac{1}{2}$ in/ft (4%) |
| ۲ | | | ۲۱ | ۲۶ |
| ۳ | | ۳۶ | ۴۲ | ۵۰ |
| ۴ | | ۱۸۰ | ۲۱۶ | ۲۵۰ |
| ۵ | | ۳۹۰ | ۴۸۰ | ۵۷۵ |
| ۶ | | ۷۰۰ | ۸۴۰ | ۱۰۰۰ |
| ۸ | ۱۴۰۰ | ۱۶۰۰ | ۱۹۲۰ | ۲۳۰۰ |
| ۱۰ | ۲۵۰۰ | ۲۹۰۰ | ۳۵۰۰ | ۴۲۰۰ |
| ۱۲ | ۲۹۰۰ | ۴۶۰۰ | ۵۶۰۰ | ۶۷۰۰ |
| ۱۵ | ۷۰۰۰ | ۸۳۰۰ | ۱۰۰۰۰ | ۱۲۰۰۰ |

# پیوست۴: علائم ترسیمی در لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان

## پ ۴-۱

آنچه در ((پیوست ۴ – علائم ترسیمی در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان)) می‌آید علائمی است که رعایت آنها در نقشه‌های لوله کشی فاضلاب بهداشتی داخل ساختمان پیشنهاد می‌شود. مطالب و علائم ((پیوست ۴ – علائم ترسیمی در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان)) نباید به عنوان قسمتی از مقررات "(۱۶-۵) لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان" تلقی شود و رعایت این علائم مشمول الزام قانونی نمی‌باشد.

**پ ۴-۱-۱** پیشنهاد علائم ترسیمی در ((پیوست ۴ – علائم ترسیمی در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان)) به هیچ وجه استفاده از علائم ترسیمی متداول دیگر یا مندرج در استانداردها را به شرط تایید، منتفی نمی‌کند.

## پ ۴-۲

علائم ترسیمی پیشنهادی در ((پیوست ۴)) فقط اختصاص به لوله، فیتینگ، دریچه بازدید و دیگر اجزای لوله کشی دارد که در ((لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان)) کاربرد دارد.

## پ ۴-۳

علائم ترسیمی پیشنهادی به ترتیب زیر طبقه بندی می‌شود:

- لوله‌ها؛
- فیتینگ‌ها؛
- دریچه‌های بازدید.

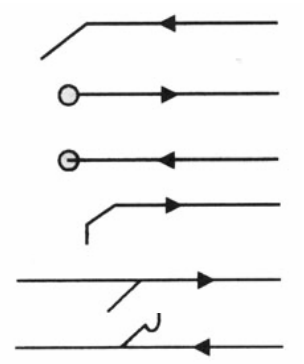
## پ ۴-۴ علائم ترسیمی

### پ ۴-۴-۱ لوله‌ها

لولهٔ افقی فاضلاب

لولهٔ قائم فاضلاب

### پ ۴-۴-۲ فیتینگ ها



زانوی ۴۵ درجه افقی

تغییر امتداد ۹۰ درجه – چرخش به بالا

تغییر امتداد ۹۰ درجه – چرخش به پایین

دوزانوی ۴۵ درجه افقی

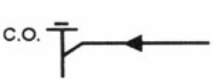
سه راه ۴۵ درجه افقی

سیفون لوازم بهداشتی

### پ ۴-۴-۳ دریچه های بازدید

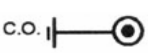
درپوش انتهای لوله (cap, plug)

دریچه بازدید در محل تغییر امتداد ۹۰ درجه لوله افقی

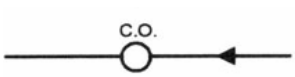



دریچه بازدید روی سه راه ۴۵ درجه لوله افقی

دریچه بازدید روی لوله قائم




دریچه بازدید روی لوله افقی



# پیوست۵: اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی هواکش فاضلاب

## پ ۵-۱ کلیات

**پ ۵-۱-۱** ((پیوست ۵- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی هواکش فاضلاب)) به عنوان راهنمای محاسبه و تعیین اندازهٔ لوله‌های هواکش فاضلاب بهداشتی داخل ساختمان پیشنهاد می‌شود و نباید آن را جزئی از مقررات، که رعایت حداقل‌های مقرر شده در آن الزامی است، تلقی کرد.

**پ ۵-۱-۲** روش پیشنهاد شده در ((پیوست ۵- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی هواکش فاضلاب)) به هیچ وجه استفاده از روش‌های مهندسی دیگر را، به شرط تأیید، منتفی نمی‌کند.

**پ ۵-۱-۳** روش پیشنهادی برای اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی هواکش فاضلاب بهداشتی ساختمان شامل اجزای زیر است:

**پ ۵-۱-۳-۱** تعیین مقدار .D.F.U برای لوازم بهداشتی مختلف؛

**پ ۵-۱-۳-۲** تعیین قطر اسمی لوله مورد نیاز .

**پ ۵-۱-۴** در جدول‌هایی که در ((پیوست ۵- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی هواکش فاضلاب)) مورد استفاده قرار گرفته، برابری واحدها به ترتیب مقرر در (پ ۳-۱-۴) است.

## پ ۵-۲ تعیین مقدار .D.F.U برای لوازم بهداشتی مختلف

**پ ۵-۲-۱** حداکثر جریان لحظه ای هر یک از لوازم بهداشتی با واحد .D.F.U مشخص می‌شود.

**پ ۵-۲-۲** مقدار .D.F.U برای هر یک از لوازم بهداشتی در جدول پ ۳-۲-۲ داده شده است. این جدول در «پیوست ۳ اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان» مندرج است.

**پ ۵-۲-۳** مقدار .D.F.U برای لوازم بهداشتی، که در جدول پ ۳-۲-۲ نباشد ولی قطر اسمی لولهٔ تخلیه یا سیفون آنها معلوم باشد، در جدول پ ۵-۲-۳ مشخص شده است.

**جدول پ ۵-۲-۳ مقدار .D.F.U برای لوازم بهداشتی برحسب قطر اسمی سیفون یا لولهٔ تخلیه**

| **قطر اسمی لولهٔ تخلیه یا سیفون** (اینچ) | **مقدار .D.F.U** |
|---|---|
| $1\frac{1}{4}$ یا کمتر | ۱ |
| $1\frac{1}{2}$ | ۲ |
| ۲ | ۳ |
| $2\frac{1}{2}$ | ۴ |
| ۳ | ۵ |
| ۴ | ۶ |

**پ ۵-۲-۴** در تخلیه فاضلاب به لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان، از لوازم و سیستم‌هایی که تخلیه آب یا فاضلاب آنها به طور پیوسته یا تقریباً پیوسته صورت می‌گیرد (از قبیل پمپ‌ها، تأسیسات گرمایی با آب گرم کننده یا بخار، تأسیسات سرمایی با آب سرد کننده و غیره) باید هر گالن در دقیقه (۳/۷۸ لیتر در دقیقه) برابر D.F.U ۲ و در صورتی که تخلیه به طور نیمه پیوسته باشد باید هر گالن در دقیقه برابر D.F.U ۱ در اندازه گذاری لوله‌های فاضلاب و هواکش فاضلاب منظور شود.

## پ ۵-۳ تعیین قطر اسمی لوله مورد نیاز

**پ ۵-۳-۱** با در دست داشتن مقدار .D.F.U و طول لوله در هر قسمت از لوله کشی هواکش فاضلاب و با استفاده از جدول پ ۵-۳-۱ می‌توان لوله‌های قائم هواکش از نوع "vent stack" یا "stack vent" را اندازه گذاری کرد.

الف) طول کل لوله هواکش قائم باید از نقطه مورد نظر تا انتهای بالایی شبکه مربوطه در هوای آزاد روی بام، اندازه گیری شود.

**پ ۵-۳-۲** اندازه گذاری هواکش جداگانه، شاخه افقی، هواکش مداری و هواکش کمکی باید دست‌کم نصف اندازه قطر اسمی لوله فاضلابی باشد که این هواکش‌ها برای آن نصب می شوند. قطر اسمی لوله هواکش نباید کمتر از $1\frac{1}{4}$ اینچ باشد. اگر طول لوله هواکش بیش از ۱۲ متر باشد، در تمام این طول قطر اسمی لوله هواکش باید یک اندازه بزرگتر شود.

**جدول پ ۵-۳-۱ اندازه گذاری لوله‌های قائم هواکش فاضلاب**

| قطر لولهٔ قائم فاضلاب (اینچ) | مقدار D.F.U. متصل به لولهٔ قائم | قطر لولهٔ هواکش (اینچ) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{1}{2}$ | ۲ | $2\frac{1}{2}$ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۸ | ۱۰ | ۱۲ |
| | | حداکثر طول لولهٔ هواکش (فوت) | | | | | | | | | | |
| $1\frac{1}{4}$ | ۲ | ۳۰ | | | | | | | | | | |
| $1\frac{1}{2}$ | ۸ | ۵۰ | ۱۵۰ | | | | | | | | | |
| $1\frac{1}{2}$ | ۱۰ | ۳۰ | ۱۰۰ | | | | | | | | | |
| ۲ | ۱۲ | ۳۰ | ۷۵ | ۲۰۰ | | | | | | | | |
| ۲ | ۲۰ | ۲۶ | ۵۰ | ۱۵۰ | | | | | | | | |
| $2\frac{1}{2}$ | ۴۲ | | ۳۰ | ۱۰۰ | ۳۰۰ | | | | | | | |
| ۳ | ۱۰ | | ۴۲ | ۱۵۰ | ۳۶۰ | ۱۰۴۰ | | | | | | |
| ۳ | ۲۱ | | ۳۲ | ۱۱۰ | ۲۷۰ | ۸۱۰ | | | | | | |
| ۳ | ۵۳ | | ۲۷ | ۹۴ | ۲۳۰ | ۶۸۰ | | | | | | |
| ۳ | ۱۰۲ | | ۲۵ | ۸۶ | ۲۱۰ | ۶۲۰ | | | | | | |
| ۴ | ۴۳ | | | ۳۵ | ۸۵ | ۲۵۰ | ۹۸۰ | | | | | |
| ۴ | ۱۴۰ | | | ۲۷ | ۶۵ | ۲۰۰ | ۷۵۰ | | | | | |

**ادامه جدول پ ۵-۳-۱ اندازه گذاری لوله‌های قائم هواکش فاضلاب**

| قطر لولهٔ قائم فاضلاب (اینچ) | مقدار D.F.U. متصل به لولهٔ قائم | قطر لولهٔ هواکش (اینچ) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{1}{2}$ | ۲ | $2\frac{1}{2}$ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۸ | ۱۰ | ۱۲ |
| | | حداکثر طول لولهٔ هواکش (فوت) | | | | | | | | | | |
| ۴ | ۳۲۰ | | | ۲۳ | ۵۵ | ۱۷۰ | ۶۴۰ | | | | | |
| ۴ | ۵۴۰ | | | ۲۱ | ۵۰ | ۱۵۰ | ۵۸۰ | | | | | |
| ۵ | ۱۹۰ | | | | ۲۸ | ۸۲ | ۳۲۰ | ۹۹۰ | | | | |
| ۵ | ۴۹۰ | | | | ۲۱ | ۶۳ | ۲۵۰ | ۷۶۰ | | | | |
| ۵ | ۹۴۰ | | | | ۱۸ | ۵۳ | ۲۱۰ | ۶۷۰ | | | | |
| ۵ | ۱۴۰۰ | | | | ۱۶ | ۴۹ | ۱۹۰ | ۵۹۰ | | | | |
| ۶ | ۵۰۰ | | | | | ۳۳ | ۱۳۰ | ۴۰۰ | ۱۰۰۰ | | | |
| ۶ | ۱۱۰۰ | | | | | ۲۶ | ۱۰۰ | ۳۱۰ | ۷۸۰ | | | |
| ۶ | ۲۰۰۰ | | | | | ۲۲ | ۸۴ | ۲۶۰ | ۶۶۰ | | | |
| ۶ | ۲۹۰۰ | | | | | ۲۰ | ۷۷ | ۲۴۰ | ۶۰۰ | | | |
| ۸ | ۱۸۰۰ | | | | | | ۳۱ | ۹۵ | ۲۴۰ | ۹۴۰ | | |
| ۸ | ۳۴۰۰ | | | | | | ۲۴ | ۷۳ | ۱۹۰ | ۷۲۰ | | |
| ۸ | ۵۶۰۰ | | | | | | ۲۰ | ۶۲ | ۱۶۰ | ۶۱۰ | | |
| ۸ | ۷۶۰۰ | | | | | | ۱۸ | ۵۶ | ۱۴۰ | ۵۶۰ | | |
| ۱۰ | ۴۰۰۰ | | | | | | | ۳۱ | ۷۸ | ۳۱۰ | ۹۶۰ | |
| ۱۰ | ۷۲۰۰ | | | | | | | ۲۴ | ۶۰ | ۲۴۰ | ۷۴۰ | |
| ۱۰ | ۱۱۰۰۰ | | | | | | | ۲۰ | ۵۱ | ۲۰۰ | ۶۳۰ | |
| ۱۰ | ۱۵۰۰۰ | | | | | | | ۱۸ | ۴۶ | ۱۸۰ | ۵۷۰ | |

## پ ۵-۴ نکات دیگری درباره اندازه گذاری لوله‌ها

**پ ۵-۴-۱** در تعیین مقدار .D.F.U برای اندازه گذاری لوله‌های قائم هواکش فاضلاب با استفاده از جدول پ ۵-۳-۱ باید جمع کل .D.F.U لوازم بهداشتی، که این لوله قائم هواکش برای آنها نصب می‌شود، در محاسبات وارد شود.

**پ ۵-۴-۲** قطر اسمی لوله هواکش فاضلاب بهداشتی داخل ساختمان در هیچ مورد نباید از ۳۲ میلی متر (۱ ۱/۴ اینچ) کمتر باشد.

# پیوست۶: علائم ترسیمی در لوله‌کشی هواکش فاضلاب

## پ ۶-۱

علائمی که در ((پیوست ۶ – علائم ترسیمی در لوله‌کشی هواکش فاضلاب)) می‌آید رعایت آنها در نقشه‌های لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی داخل ساختمان پیشنهاد می‌شود. مطالب و علائم ((پیوست ۶– علائم ترسیمی در لوله‌کشی هواکش فاضلاب)) نباید به‌عنوان قسمتی از مقررات ((۱۶-۶ لوله کشی هواکش فاضلاب))، تلقی شود و رعایت این علائم مشمول الزام قانونی نیست.

**پ ۶-۱-۱** پیشنهاد علائم ترسیمی در ((پیوست ۶ – علائم ترسیمی در لوله کشی هواکش فاضلاب)) به هیچ وجه استفاده از علائم ترسیمی متداول دیگر یا مندرج در استانداردها را به شرط تایید، منتفی نمی کند.

## پ ۶-۲

علائم ترسیمی پیشنهادی در ((پیوست ۶)) فقط اختصاص به لوله، فیتینگ و انتهای لوله قائم هواکش روی بام دارد.

## پ ۶-۳

علائم ترسیمی پیشنهادی به ترتیب زیر طبقه بندی می‌شود:

- لوله‌ها ؛
- فیتینگ‌ها ؛
- انتهای لوله قائم هواکش خارج از ساختمان.

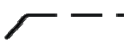
## پ ۶-۴ علائم ترسیمی

### پ ۶-۴-۱ لوله‌ها

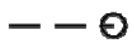
لولهٔ افقی هواکش فاضلاب 

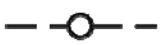
لوله قائم هواکش فاضلاب

### پ ۶-۴-۲ فیتینگ‌ها

زانوی ۴۵ درجه افقی 

زانوی ۹۰ درجه- چرخش به بالا

زانوی ۹۰ درجه- چرخش به پایین 

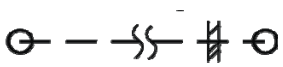
سه راه ۹۰ درجه- چرخش به بالا 

سه راه ۹۰ درجه- چرخش به پایین

سه راه ۴۵ درجه افقی

### پ ۶-۴-۳ انتهای لوله قائم هواکش خارج از ساختمان

انتهای لوله قائم هواکش روی بام

انتهای لوله قائم هواکش خارج از ساختمان 

# پیوست۷: اندازه‌گذاری لوله‌ها در لوله‌کشی آب باران ساختمان

## پ ۷-۱ کلیات

**پ ۷-۱-۱** ((پیوست ۷- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی آب باران ساختمان)) به عنوان راهنمای محاسبه و تعیین اندازهٔ لوله‌های آب باران ساختمان پیشنهاد می‌شود و نباید آن را به عنوان جزئی از مقررات، که رعایت حداقل‌های مقرر شده در آن الزامی است، تلقی کرد.

**پ ۷-۱-۲** روش پیشنهاد شده در ((پیوست ۷- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی آب باران ساختمان)) به هیچ وجه استفاده از روش‌های مهندسی دیگر را، به شرط تأیید، منتفی نمی‌کند.

**پ ۷-۱-۳** روش پیشنهادی برای اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی آب باران ساختمان شامل اجزای زیر است:

**پ ۷-۱-۳-۱** تعیین قطر اسمی لوله قائم؛

**پ ۷-۱-۳-۲** تعیین قطر اسمی لوله‌های افقی.

**پ ۷-۱-۴** در جدول‌هایی که در ((پیوست ۷- اندازه گذاری لوله‌ها در لوله کشی آب باران ساختمان)) مورد استفاده قرار گرفته، برابری واحدها به ترتیب مقرر در (پ-۳-۱-۴) است.

## پ ۷-۲ تعیین قطر اسمی لوله‌های قائم

**پ ۷-۲-۱** قطر اسمی لوله‌های قائم آب باران برای حداکثر بارندگی به مقدار یک اینچ در مدت یک ساعت مداوم برای مقادیر سطح بام از جدول پ ۷-۲-۱ به دست می‌آید.

**جدول پ ۷-۲-۱ قطر اسمی لوله‌های قائم آب باران بام**

| قطر لولهٔ آب باران (اینچ) | حداکثر تصویر سطح بام بر صفحهٔ افقی (فوت مربع) | مقدار جریان آب (گالن در دقیقه) |
|---|---|---|
| ۲ | ۲۱۷۶ | ۲۳ |
| $۲\frac{۱}{۲}$ | ۳۹۴۸ | ۴۱ |
| ۳ | ۶۴۴۰ | ۶۷ |
| ۴ | ۱۳۸۴۰ | ۱۴۴ |
| ۵ | ۲۵۱۲۰ | ۲۶۱ |
| ۶ | ۴۰۸۰۰ | ۴۲۴ |
| ۸ | ۸۸۰۰۰ | ۹۱۳ |

**پ ۷-۲-۲** اگر مقدار حداکثر بارندگی در مدت یک ساعت مداوم عدد دیگری غیر از یک اینچ باشد، باید در هر مورد سطح بام مندرج در جدول را بر آن عدد تقسیم کرد و مقدار تصحیح شده بام را به دست آورد.

**پ ۷-۲-۳** اگر مجاور بام دیواری باشد که آب باران پس از برخورد با آن به آب باران بام اضافه شود، باید نصف سطح دیوار به سطح بام اضافه شود و قطر اسمی لوله آب باران را برای حاصل جمع این دو سطح به دست آورد.

## پ ۷-۳ تعیین قطر اسمی لوله‌های افقی

**پ ۷-۳-۱** قطر اسمی لوله‌های افقی آب باران برای حداکثر بارندگی به مقدار یک اینچ در مدت یک ساعت مداوم برای مقادیر سطح بام و شیب لوله افقی از جدول پ ۷-۳-۱ به دست می‌آید.

**جدول پ ۷-۳-۱ قطر اسمی لوله‌های افقی آب باران بام**

| قطر لوله (اینچ) | شیب لوله آب باران | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٪۱ | | ٪۲ | | ٪۴ | |
| | حداکثر تصویر سطح بام بر صفحهٔ افقی (فوت مربع) و مقدار جریان آب (گالن در دقیقه) | | | | | |
| | فوت مربع | gpm | فوت مربع | gpm | فوت مربع | Gpm |
| ۳ | ۳۲۸۸ | ۳۴ | ۴۶۴۰ | ۴۸ | ۶۵۷۶ | ۶۸ |
| ۴ | ۷۵۲۰ | ۷۸ | ۱۰۶۰۰ | ۱۱۰ | ۱۵۰۴۰ | ۱۵۶ |
| ۵ | ۱۳۳۶۰ | ۱۳۹ | ۱۸۸۸۰ | ۱۹۶ | ۲۶۷۲۰ | ۲۷۸ |
| ۶ | ۲۱۴۰۰ | ۲۲۲ | ۳۰۲۰۰ | ۳۱۴ | ۴۲۸۰۰ | ۴۴۵ |
| ۸ | ۴۶۰۰۰ | ۴۷۸ | ۶۵۲۰۰ | ۶۷۷ | ۹۲۰۰۰ | ۹۵۶ |
| ۱۰ | ۸۲۸۰۰ | ۸۶۰ | ۱۱۶۸۰۰ | ۱۲۱۴ | ۱۶۵۶۰۰ | ۱۷۲۱ |
| ۱۲ | ۱۳۳۲۰۰ | ۱۳۸۴ | ۱۸۸۱۰۰۰ | ۱۹۵۳ | ۲۶۶۴۰۰ | ۲۷۶۸ |
| ۱۵ | ۲۳۸۰۰۰ | ۲۴۷۳ | ۳۳۶۰۰۰ | ۳۴۹۱ | ۴۷۶۰۰۰ | ۴۹۴۶ |

**پ ۷-۳-۲** اگر مقدار حداکثر بارندگی در مدت یک ساعت مداوم عدد دیگری غیر از یک اینچ باشد، باید در هر مورد سطح بام مندرج در جدول را به آن عدد تقسیم کرد و مقدار سطح تصحیح شدهٔ بام را به دست آورد.

**پ ۷-۳-۳** اگر مجاور بام دیواری باشد که آب باران پس از برخورد به آن به آب باران بام اضافه شود، باید نصف سطح دیوار به سطح بام اضافه شود و قطر اسمی لوله افقی آب باران را برای حاصل جمع دو سطح به دست آورد.

# پیوست۸: علائم ترسیمی در لوله‌کشی آب باران ساختمان

## پ ۸-۱

آنچه در ((پیوست ۸ – علائم ترسیمی در لوله کشی آب باران ساختمان)) می‌آید علائمی است که رعایت آنها در لوله کشی آب باران ساختمان پیشنهاد می‌شود. مطالب و علائم ((پیوست ۸ – علائم ترسیمی در لوله کشی آب باران ساختمان)) نباید به عنوان قسمتی از مقررات ((۱۶-۸) لوله کشی آب باران ساختمان)) تلقی شود و رعایت این علائم مشمول الزام قانونی نمی‌شود.

**پ ۸-۱-۱** پیشنهاد علائم ترسیمی در ((پیوست ۸ – علائم ترسیمی در لوله کشی آب باران ساختمان)) به هیچ وجه استفاده از علائم ترسیمی متداول دیگر یا مندرج در استانداردها را به شرط تأیید منتفی نمی‌کند.

## پ ۸-۲

علائم ترسیمی پیشنهادی در ((پیوست ۸ – علائم ترسیمی در لوله کشی آب باران ساختمان)) فقط اختصاص به لوله، فیتینگ، دریچه بازدید، کفشوی آب باران بام و دیگر اجزای لوله کشی دارد که در ((لوله کشی آب باران ساختمان)) کاربرد دارد.

## پ ۸-۳

علائم ترسیمی پیشنهادی به ترتیب زیر طبقه بندی می‌شود:

- لوله‌ها؛
- فیتینگ‌ها؛
- دریچه بازدید؛
- کفشوی آب باران بام.

## پ ۸-۴ علائم ترسیمی

### پ ۸-۴-۱ لوله‌ها

لوله افقی آب باران


لوله قائم آب باران

### پ ۸-۴-۲ فیتینگ‌ها

زانوی ۴۵ درجه افقی

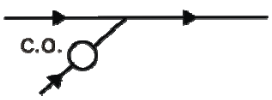
زانوی ۹۰ درجه (۲ زانوی ۴۵ درجه) – چرخش به بالا 

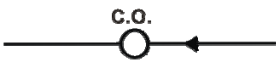
زانوی ۹۰ درجه (۲ زانوی ۴۵ درجه) – چرخش به پایین

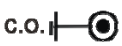
دو زانوی ۴۵ درجه افقی

سه راه ۴۵ درجه افقی

### پ ۸-۴-۳ دریچه های بازدید

دریچه بازدید روی سه راه ۴۵ درجه 


دریچه بازدید روی لوله افقی 


دریچه بازدید روی لوله قائم 


### پ ۸-۴-۴ کفشوی آب باران بام

# پیوست۹: بازگردانی فاضلاب خاکستری

## پ ۹-۱ کلیات

**پ ۹-۱-۱** فاضلاب خروجی از دستشویی، وان، زیردوشی، لگن یا ماشین رختشویی ممکن است به جای ریختن به شبکه لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان، برای استفاده دوباره، به عنوان فاضلاب خاکستری، بازگردانده شود.

**پ ۹-۱-۲** فاضلاب خاکستری، پس از بازگردانی، فقط ممکن است برای شستشوی توالت (تغذیه فلاش تانک یا فلاش والو) و پیسوار مورد استفاده قرار گیرد.

**پ ۹-۱-۳** فاضلاب خاکستری، پس از بازگردانی، در صورت تأیید مقامات بهداشتی مسئول، ممکن است برای آبیاری فضاهای سبز و به صورت لوله کشی زه‌کش زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد.

## پ ۹-۲

فاضلاب خاکستری باید در مخزن بسته جداگانه‌ای جمع آوری شود. مخزن باید از جنس بادوام، مقاوم در برابر خوردگی و نفوذ آب، و مورد تأیید باشد. مخزن باید دریچه دسترسی برای بازدید و تمیز کردن سطوح داخلی داشته باشد. مخزن باید کاملاً آب بند و گاز بند باشد.

**پ ۹-۲-۱** حداقل گنجایش مخزن باید دو برابر حجم آب مورد نیاز در هر روز برای شستشوی لوازم بهداشتی مندرج در پ (۹-۱-۲) باشد و به هر صورت از ۱۹۰ لیتر کمتر نباشد.

**پ ۹-۲-۲** حداکثر گنجایش مخزن باید برای ذخیره ۷۲ ساعت فاضلاب ورودی محدود شود.

**پ ۹-۲-۳** مخزن جمع آوری فاضلاب خاکستری باید اتصال سرریز داشته باشد. قطر اسمی اتصال سرریز، باید دست کم برابر قطر اسمی لوله ورودی فاضلاب خاکستری باشد. لوله سرریز باید دارای سیفون باشد و به صورت غیر مستقیم به شبکه لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان متصل شود.

**پ ۹-۲-۴** مخزن جمع آوری فاضلاب خاکستری باید در پایین ترین قسمت، اتصال تخلیه داشته باشد که فاضلاب خاکستری را به صورت غیر مستقیم به شبکه لوله کشی فاضلاب بهداشتی ساختمان هدایت کند. روی این خط لوله باید شیر قطع و وصل با همان قطر اسمی نصب شود.

**پ ۹-۲-۵** مخزن جمع آوری فاضلاب خاکستری باید لوله هواکش داشته باشد که فضای داخل مخزن را به هوای آزاد مربوط کند. قطر اسمی لوله هواکش باید دست کم برابر با لوله خروجی از مخزن باشد و چگونگی اجرای انتهای آن باید با توجه به الزامات فصل (۱۶-۶) هواکش باشد.

**پ ۹-۲-۶** در صورت لزوم ممکن است مخزن جمع آوری فاضلاب خاکستری، با آب ورودی از شبکه آب سرد مصرفی ساختمان نیز تغذیه شود. در این صورت این اتصال باید با رعایت الزاماتی که در (۱۶-۴) توزیع آب مصرفی ساختمان به منظور جلوگیری از برگشت جریان مقرر شده، انجام گیرد.

**پ ۹-۳** فاضلاب خاکستری، پیش از ورود به مخزن جمع آوری، باید به کمک فیلتر شنی، یا فیلترهای مشابه دیگر، تصفیه شود.

**پ ۹-۴** فاضلاب خاکستری، پیش از ورود به شبکه توزیع، باید با کلرزنی، یا روشهای مشابه دیگر، ضدعفونی شود. نوع مواد ضد عفونی باید با توجه به مصالح شبکه توزیع انتخاب شود.

**پ ۹-۵** در لوله کشی فاضلاب خاکستری، شامل سرریز، تخلیه، هواکش و غیره، الزامات مندرج در مبحث شانزدهم – تاسیسات بهداشتی باید رعایت شود.

**پ ۹-۶** فاضلاب خاکستری، به منظور جلوگیری از استفاده‌های دیگر پیش از ورود به شبکه توزیع باید با رنگ آبی یا سبز و با مواد رنگی مناسب برای مواد غذایی تغییر رنگ داده شود.

**پ ۹-۷** سطوح خارجی لوله کشی‌های فاضلاب خاکستری، باید با رنگ و حروف، علامتگذاری و مشخص شود که این لوله کشی را از لوله کشی آب آشامیدنی کاملاً جدا و متمایز کند.

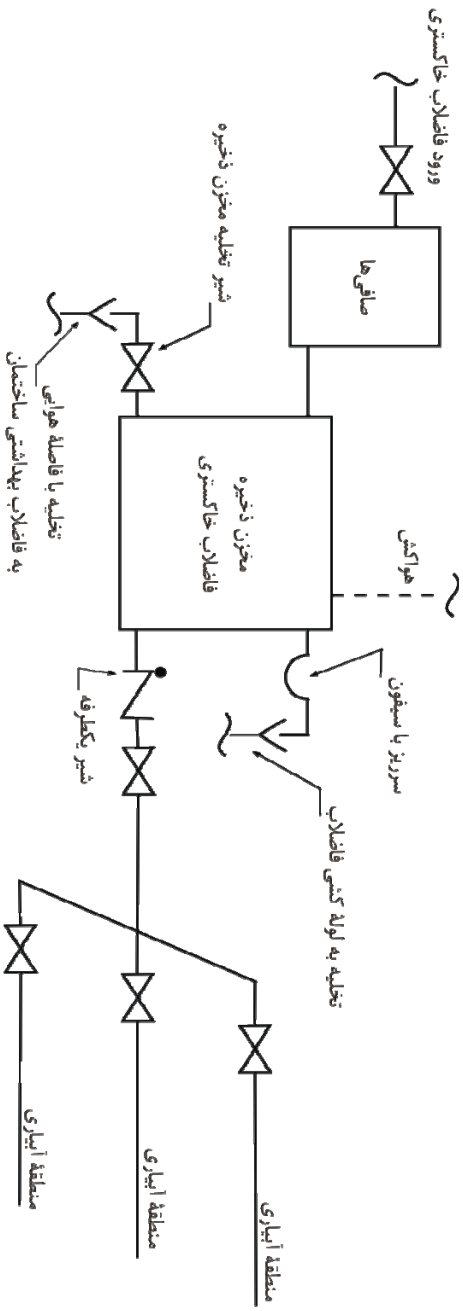
**پ ۹-۸** موقعیت اجزای تاسیسات فاضلاب خاکستری برای آبیاری زیر زمینی نسبت به ساختمانها و سایر تاسیسات باید براساس جدول شماره پ ۹-۸ باشد.

**جدول پ ۹-۸ موقعیت تاسیسات فاضلاب خاکستری**

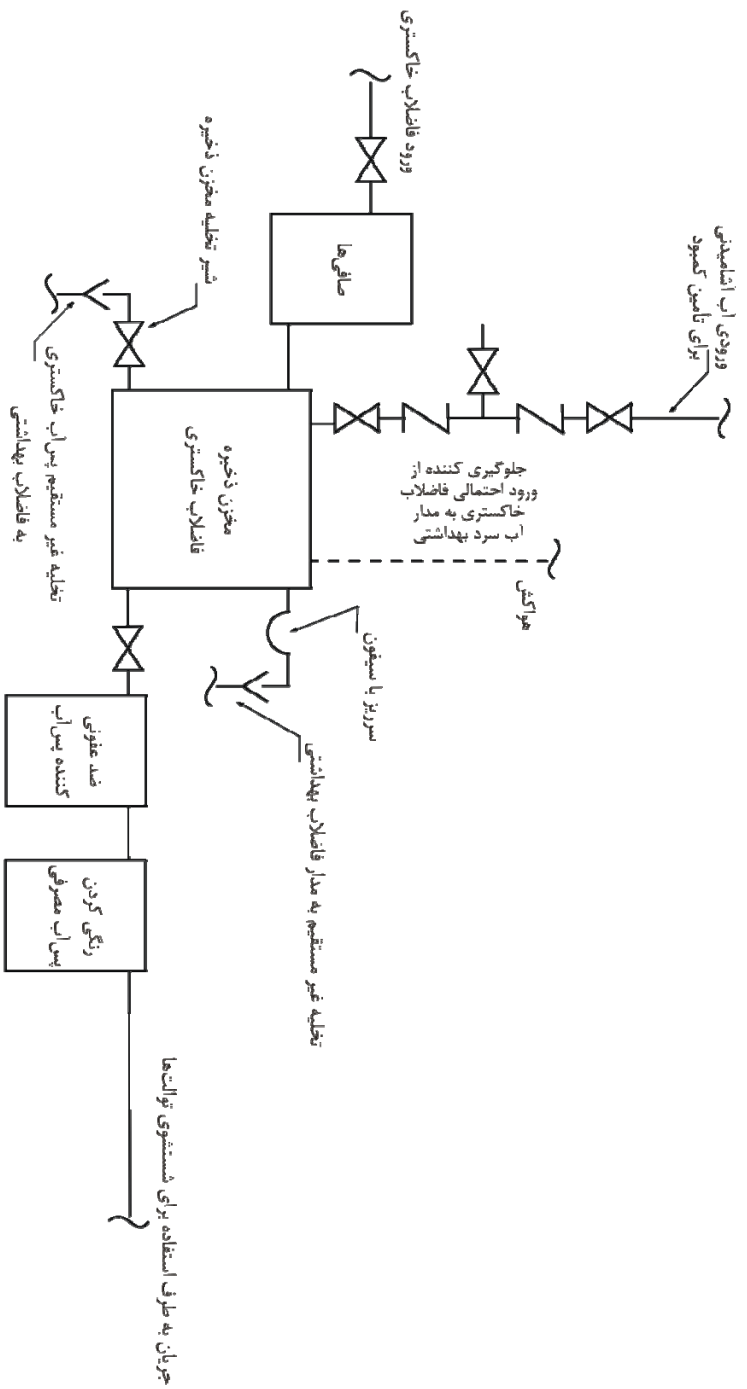
| اجزای تاسیسات و ساختمانها | حداقل فاصله افقی (متر) | |
|---|---|---|
| | تانک ذخیره | تاسیسات دفع (آبیاری) |
| ساختمانها | ۲ | ۱ |
| دیوار یا نرده جداکنندهٔ ملک | ۲ | ۲ |
| چاه آب | ۱۵ | ۳۰ |
| نهر آب یا رودخانه، دریاچه | ۱۵ | ۱۵ |
| تانک سپتیک | ۰ | ۲ |
| تاسیسات آبرسانی | ۲ | ۲ |
| لوله اصلی آب | ۳ | ۳ |

**پ ۹-۹** دیاگرام بازیافت فاضلاب خاکستری برای آبیاری زیرزمینی در شکل پ ۹-۹ آمده است.

**پ ۹-۱۰** دیاگرام بازیافت فاضلاب خاکستری برای شستشوی توالت و پیسوار در شکل پ ۹-۱۰ آمده است.




**شکل پ ۹–۹:** دیاگرام بازیافت فاضلاب خاکستری برای آبیاری زیرزمینی




**شکل پ ۹–۱۰**: دیاگرام بازیافت فاضلاب خاکستری برای شستشوی توالت و پیسوار

## واژه نامه فارسی - انگلیسی

| | |
|---|---|
| آب آشامیدنی | Potable Water |
| آب بند | Water Tight |
| آب روی روی کف | Gully |
| آب غیر آشامیدنی | Non potable water |
| آب گرم | Hot Water |
| آب گرم کن | Water Heater |
| آدم رو | Manhole |
| آلودگی ظاهری | Pollution |
| آلودگی غیر بهداشتی | Contamination |
| آویز | Hanger |
| اتصال | Joint |
| اتصال برگشت جریان | Backflow Connection |
| اتصال سرب و کنف | Caulked Joint |
| اتصال سر تنبوشه ای | Spigot and Socket |
| اتصال غیرمستقیم فاضلاب | Indirect Waste Connection |
| اتصال فشاری | Slip Joint |
| اتصال فیتینگ فشاری | Compression Fitting |
| اتصال قابل انبساط | Expansion Joint |
| اتصال قابل انعطاف | Flexible Joint |

| | |
|---|---|
| اتصال لحیمی بدون سرب | Lead-Free Solder and Flux |
| اتصال لحیمی موئینگی | Capillary Soldering |
| اتصال مستقیم | Cross Connection |
| اتصال مکانیکی | Mechanical Joint |
| استفاده دوباره | Recycling System |
| افزایش طول | Elongated |
| انتهای بدون سرکاسه لوله | Spigot |
| انتهای بسته (کور) | Dead End |
| انتهای لوله هواکش | Vent Terminal |
| اندازه های نامی | Nominal Size |
| بازگردانی فاضلاب خاکستری | Gray Water Recycling Systems |
| برگشت جریان | Backflow |
| بست | Support |
| بلوک بتنی برای حفاظت بام | Splash Block |
| پایه | Duck Foot, Support Foot |
| پایه لوله قائم فاضلاب | Duck Foot |
| پلی اتیلن دمای بالا | PE - Raised Temperature |
| پمپ حوضچه فاضلاب یا آب باران | Sump Pump |
| پیسوار | Urinal |

| | |
|---|---|
| تاج | Crown |
| تبدیل ها | Reducers |
| ترنچ | Trench |
| تکیه گاه | Support |
| تکیه گاه لغزنده | Slider Support |
| جریان ثقلی | Gravity Flow |
| جلوگیری از برگشت جریان | Back Flow Prevention |
| چدن چکش خوار | Malleable Cast Iron |
| چگالی بالا | High Density |
| حرکت آونگی | Swaying |
| حلقه انبساط | Expansion Loop |
| حوضچه | Sump |
| حوضچه و پمپ آب باران یا فاضلاب | Sump and Pump |
| خط اصلی فاضلاب مشترک | Combined Drain |
| خلاء | Vacuum |
| خلاء شکن | Vacuum Breaker |
| درپوش موقتی | Stopper |
| در دسترس | Readily Accessible |
| دریافت کننده آب محوطه | Area Drain |

| | |
|---|---|
| Receptacle, Receptor | دریافت کننده فاضلاب |
| Cleanout | دریچه بازدید |
| Individual Sewage Disposal | دفع فاضلاب به طور خصوصی |
| Male Thread | دنده های خارجی |
| Male Thread | دنده نر |
| Offset | دو خم |
| Discharge Point | دهانه تخلیه |
| Fire Wall | دیوار آتش |
| Readily Accessible | روکار و آشکار |
| O – Ring | رینگهای لاستیکی |
| Food Grade Color | رنگ مناسب مواد غذایی |
| Basket | سبد |
| Hard | سخت |
| Flood Level Rim | سرریز آب |
| Socket | سرکاسه |
| Socket | سرکاسه لوله |
| Critical Level | سطح تراز بحرانی |
| Effective Opening | سطح مؤثر دهانه |
| Top Dip | سقف لوله سیفون |

| | |
|---|---|
| Hydro – Pneumatic System | سیستم افزایش فشار آب با مخزن تحت فشار |
| Pressure Booster System | مجموعه پمپ افزایش فشار |
| Trap | سیفون |
| Bottle Trap | سیفون بطری شکل |
| Building Trap | سیفون ساختمان در اتصال به شبکه جمع آوری شهری |
| Bell Trap | سیفون کاسه ای |
| Tubular Trap | سیفون لوله ای شکل |
| Flushing Rim | سینک با شلنگ و افشانک |
| Branch | شاخه افقی |
| Branch Discharge | خروجی شاخه افقی فاضلاب |
| Branch vent | شاخه افقی هواکش |
| Storm Drainage System | شبکه لوله کشی آب باران |
| Vent System | شبکه هواکش |
| Self – Cleaning | شستشوی خودکار (لوله کشی فاضلاب) |
| Wall Hydrant | شیر آب آتش نشانی |
| Temperature Relief Valve | شیر اطمینان دما |
| Pressure Relief Valve | شیر اطمینان فشار |
| Temperature and Pressure Relief Valve | شیر اطمینان فشار – دما |
| Faucet یا Tap | شیر برداشت آب |

| | |
|---|---|
| Pressure Regulating | شیر تنظیم فشار |
| Float Operated Ball Cock | شیر شناور |
| Antisiphon Ball Cock | شیر شناور ضد سیفون |
| Quick closing | شیر قطع سریع |
| Double Check Valve Assembly | شیر یک طرفه دوتایی |
| Approved Check Valve | شیر یک طرفه مورد تأیید |
| Water Conservation | صرفه جویی در مصرف آب |
| Rigid | صلب |
| Antisiphon | ضد سیفون |
| Water Hammer Arrestor | ضد ضربه قوچ |
| Water Hammer | ضربه قوچ |
| Engagement | طول گیر از اتصال لوله |
| Stand Pipe | علم تخلیه فاضلاب |
| Siphonage | عمل سیفونی |
| Indirect Waste | غیر مستقیم |
| Air Gap | فاصله هوایی |
| Sewage | فاضلاب |
| Sanitary Sewage | فاضلاب بهداشتی |
| Sanitary Drainage | فاضلاب بهداشتی ساختمان |

| | |
|---|---|
| فاضلاب خاکستری | Gray Water |
| فشار جریان | Flow Pressure |
| فشار معکوس | Back Pressure |
| فلاش تانک | Flush Tank |
| فلاش والو | Flush Valve |
| فنرزدن (به لوله فاضلاب) | Rodding |
| فیتینگ (وصاله) | Fitting |
| قابل دسترسی | Accessible |
| قطعه واسط (برنجی و برنزی) | Adapter |
| کف شوی آب باران | Roof Drain |
| کف نقطه ریزش آب از سیفون | Crown Weir |
| گاز بند | Gas Tight |
| گیره لوله قائم | Riser Clamp |
| گیره اتصال به تیرآهن | Beam Clips |
| لایی | Liner |
| لایی فولادی بین لوله و بست | Saddle |
| لبه سرریز | Flood Level Rim |
| لحیم کاری لوله مسی | Soldering |
| لوازم بهداشتی | Plumbing Fixtures |

| | |
|---|---|
| Medical Plumbing Fixtures | لوازم بهداشتی بیمارستانی |
| Private Plumbing Fixtures | لوازم بهداشتی خصوصی |
| Public Plumbing Fixtures | لوازم بهداشتی عمومی |
| Backflow Preventer | لوازم جلوگیری از برگشت جریان |
| Leader | لوله اب باران در بیرون ساختمان |
| Conductor | لوله آب باران در داخل ساختمان |
| Individual Water Supply | لوله کشی آب خصوصی |
| Public Water Supply | لوله کشی آب شهری |
| Building Drain | لوله‌های اصلی افقی فاضلاب ساختمان |
| Branch | لوله‌های شاخه افقی |
| Stack | لوله‌های قائم فاضلاب |
| Lead – Free | لوله یا فیتینگ بدون سرب |
| Supply Pipe | لوله آب رسانی |
| Building Drain | لوله اصلی افقی فاضلاب |
| Horizontal Pipe | لوله افقی |
| Recirculation | لوله برگشت |
| Discharge Pipe | لوله خروجی فاضلاب |
| Building Sewer | لوله خروجی فاضلاب از ساختمان |
| Waste Pipe | لوله فاضلاب |

| | |
|---|---|
| لوله فاضلاب بهداشتی | Sanitary Drain |
| لوله قائم | Vertical Pipe |
| لوله قائم آب باران در داخل ساختمان | Conductor |
| لوله قائم آب باران روی دیوار خارجی | Leader |
| لوله قائم فاضلاب | Discharge Stack |
| لوله قائم هواکش | Vent Stack |
| مادگی سر تنبوشه‌ای | Spigot and Socket |
| مانع برگشت جریان | Backflow Preventer |
| مانع برگشت جریان شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک طرفه | Reduced Pressure Principle Backflow Preventer |
| محبوس شدن هوا | Air Lock |
| مخزن مرتفع ذخیره آب | Elevated Tank |
| مصالح چگال | Dense |
| مقدار جریان رگولاتور تنظیم جریان | Rate Regulator |
| مکش سیفونی | Back Siphonage |
| منطقه | Zone |
| مواد آب بند | Flashing Material |
| مورد تأیید | Approved |
| مهار | Anchor |
| نسبتاً صاف | Fairly Smoot |

| | |
|---|---|
| Fairly Rough | نسبتاً ناصاف |
| Water Tight Seal | نشیمن آب بند |
| Fix Points | نقاط ثابت |
| Drain Fixture Unit | واحد D.F.U |
| Supply Fixture Unit | واحد S.F.U |
| No Flow Pressure | وضعیت بدون جریان |
| Guide | هادی |
| Trap Seal | هوابند سیفون |
| Wet Vent | هواکش تر |
| Individual Vent | هواکش جداگانه |
| Loop Vent | هواکش حلقوی |
| Sump Vent | هواکش حوضچه فاضلاب |
| Vent Stack | هواکش قائم |
| Relief Vent | هواکش کمکی |
| Yoke Vent | هواکش کمکی اصلی |
| Stack Vent | هواکش لوله قائم فاضلاب |
| Circuit Vent | هواکش مداری |
| Common Vent | هواکش مشترک |

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

## مبحث هفدهم

## لوله‌کشی گاز طبیعی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
۱۳۸۹

| | |
|---|---|
| **عنوان و نام پدیدآور:** | لوله کشی گاز طبیعی /[تهیه کننده وزات مسکن و شهرسازی] دفتر مقررات ملّی ساختمان؛ [به سفارش] وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور مسکن و ساختمان |
| **وضعیت ویراست:** | ویراست ۲. |
| **مشخصات نشر:** | تهران، توسعه ایران، ۱۳۹۰ |
| **مشخصات ظاهری:** | مصور، جدول |
| فروست: | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۷ |
| **شابک:** | ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۷-۴ |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | تأسیسات - - ایران - - مشخصات |
| **موضوع:** | گاز - - ایران - - لوله کشی - - استانداردها |
| **موضوع:** | گاز - - ایران - - لوله کشی - - طرح و ساختمان |
| **موضوع:** | گاز - - ایران - - لوله کشی - - طرح و ساختمان - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن وشهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. معاونت امور مسکن و ساختمان |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۷ |
| **رده بندی کنگره:** | KMH۳۴۰۲ / ۹ الف م ۲ ۱۳۹۰ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملی:** | ۲۴۳۹۲۹۲ |

## عنوان کتاب: مبحث هفدهم لوله کشی گاز طبیعی

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـابک:** | ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۷-۴ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۸۹ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۴۰۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است .

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

وزارت مسکن و شهرسازی که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح

نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

وزارت مسکن و شهرسازی، از هنگامی که این مسؤولیت مهم بر عهده‌اش واگذار گردیده است مجدانه سعی نموده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**

**وزیر مسکن و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • مهندس بیژن اوچانی | عضو |
| • مهندس بهزاد بابازاده | عضو |
| • مهندس ساکو پطروسیان | عضو |
| • مهندس مسعود غازی سلحشور | رئیس |
| • مهندس هادی گلابچی | عضو |
| • مهندس سید محسن موسوی | عضو |

**با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن**

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا |
| • مهندس لاله جعفر پوریانی | کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

**مقدمه**

کاربران محترم، هنگام مطالعه این مجلد از مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان، با تغییرات بسیارمهمی که در این بازنگری انجام شده است مواجه خواهند شد و آن افزودن بخش (لوله کشی گاز متقاضیان عمده با فشار ۲ تا ۶۰ پوند بر اینچ مربع*) به بخش قبلی با عنوان ( لوله کشی گاز طبیعی با فشار۱/۴پوند بر اینچ مربع**) می‌باشد که در این کتاب ارائه شده است.

در انتشار این مجلد که از این پس دامنه فشار از ۱/۴ تا ۶۰ پوند بر اینچ مربع و دامنه مصرف تا ۵۰۰۰ متر مکعب در ساعت را پوشش می‌دهد، بخش اول شامل لوله کشی گاز طبیعی ساختمان‌ها با فشار ۱/۴ پوند بر اینچ مربع بوده که بدون هیچ گونه تغییراتی عیناً درج شده و مطالب بخش دوم شامل لوله کشی گاز طبیعی برای مصرف کنندگان عمده با فشار ۲ تا ۶۰ پوند بر اینچ مربع به آن افزوده شده است.

نظر به توضیح فوق، لازم است به نکات زیر توجه شود:

۱- بدیهی است تفاوت‌هائی بین دو بخش وجود داشته باشد که مهمترین آن‌ها یکسان نبودن واحدها است؛ در بخش اول واحدهای متداول در صنعت گاز استفاده شده و در بخش دوم در مقابل این واحدها معادل آنها در سیستم بین‌المللی SI نیز درج شده است.

۲- به دلیل نیاز وتقاضای زیاد جامعه در خصوص انتشار هر چه سریعتر بخش دوم که منجر به عدم ویرایش بخش اول در حال حاضر شده، سعی بر آن بوده است که جز در موارد اجتناب ناپذیر، از تکرار موارد مشابه در بخش دوم خودداری شود.

۳- هم زمان با انتشار این مجلد، و دریافت نظرات کاربران، ویرایش هر دو بخش انجام خواهد شد.

امید است متن این ویرایش برای مهندسان کشور مفید واقع شود و کمیته تخصصی را کماکان از راهنمایی‌ها و اظهارنظرهای خود بهره‌مند سازند.

**کمیته تخصصی مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان**

---

* معادل ۱۳۷۹۰ تا ۴۱۳۶۸۶ پاسکال

** معادل ۱۷۲۴ پاسکال

## فهرست مطالب


- تعاریف ..... ۱
- کلیات مبحث ..... ۹

**بخش اول - لوله کشی گاز طبیعی با فشاریک چهارم پوند بر اینچ مربع**

۱۷-۱ کلیات ..... ۱۳
۱۷-۱-۱ حدود و دامنه ی کاربرد ..... ۱۳
۱۷-۱-۲ مسئولیت‌ها ..... ۱۳

۱۷-۲ گروه‌بندی ساختمان‌ها ..... ۱۹
۱۷-۲-۱ کلیات ..... ۱۹
۱۷-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی ..... ۱۹
۱۷-۲-۳ ساختمان‌های عمومی ..... ۲۰
۱۷-۲-۴ ساختمان‌های خاص ..... ۲۰
۱۷-۲-۵ انواع ساختمان‌های عمومی ..... ۲۱

۱۷-۳ مقررات ویژه گازرسانی به ساختمان‌های عمومی و خاص ..... ۲۳
۱۷-۳-۱ کلیات ..... ۲۳
۱۷-۳-۲ ممنوعیت نصب وسایل گازسوز گرمایشی ..... ۲۴
۱۷-۳-۳ الزامات نصب وسایل گازسوز در شرایط خاص ..... ۲۵
۱۷-۳-۴ الزامات نصب تجهیزات ایمنی ..... ۲۵
۱۷-۳-۵ محدودیت عبور لولهٔ گاز از سقف‌های کاذب محل‌های تجمع ..... ۲۶
۱۷-۳-۶ تأمین هوای احتراق برای وسایل گازسوز ..... ۲۶
۱۷-۳-۷ انتخاب مسیر دودکش وسایل گازسوز ..... ۲۶
۱۷-۳-۸ سایر موارد ..... ۲۶

۱۷-۴ طراحی سیستم لوله‌کشی گاز و انتخاب مصالح ..... ۲۷
۱۷-۴-۱ طراحی سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها ..... ۲۷
۱۷-۴-۲ الزامات نصب اجزای سیستم لوله‌کشی گاز ..... ۲۹
۱۷-۴-۳ توسعهٔ سیستم لوله‌کشی گاز موجود خانگی ..... ۳۲
۱۷-۴-۴ مشخصات مواد و مصالح مصرفی ..... ۳۴

۱۷-۵ اجرای سیستم لوله‌کشی گاز طبیعی ..... ۴۱
۱۷-۵-۱ کلیات ..... ۴۱
۱۷-۵-۲ الزامات اجرای سیستم لوله‌کشی گاز ..... ۴۲
۱۷-۵-۳ لوله‌کشی روکار ..... ۴۵
۱۷-۵-۴ لوله‌کشی توکار ..... ۴۵
۱۷-۵-۵ عایق‌کاری لوله‌ها (پوشش لوله‌ها) ..... ۴۷
۱۷-۵-۶ جوشکاری ..... ۴۸

۱۷-۶ کنترل کیفیت، آزمایش، بازرسی، صدور تأییدیه، تحویل و تزریق گاز در سیستم لوله‌کشی گاز ..... ۵۵
۱۷-۶-۱ کنترل کیفیت ..... ۵۵
۱۷-۶-۲ آزمایش مقاومت لوله و عدم نشت گاز ..... ۵۶
۱۷-۶-۳ برقراری جریان گاز ..... ۵۷
۱۷-۶-۴ بستن مجاری خروجی گاز ..... ۵۷
۱۷-۶-۵ بررسی نشت گاز در سیستم لوله‌کشی بعد از باز کردن جریان گاز ..... ۵۷
۱۷-۶-۶ اقدامات لازم در صورت وجود نشت گاز ..... ۵۸
۱۷-۶-۷ آزمایش مجدد سیستم لوله‌کشی در صورت عدم وصل گازبه‌مدت طولانی ..... ۵۸

۱۷-۷ نصب و راه‌اندازی وسایل گازسوز ..... ۵۹
۱۷-۷-۱ کلیات نصب ..... ۵۹
۱۷-۷-۲ ضوابط نصب دستگاه‌های گازسوز ..... ۶۰
۱۷-۷-۳ محدودیت‌های نصب وسایل گازسوز ..... ۶۰
۱۷-۷-۴ قابلیت دسترسی به‌دستگاه گازسوز و فاصله‌های لازم ..... ۶۱
۱۷-۷-۵ روش‌های تأمین هوای لازم برای احتراق و تهویه ..... ۶۲

۱۷-۸ دودکش‌های دستگاه‌های گازسوز ساختمان‌ها ..... ۷۱
۱۷-۸-۱ کلیات ..... ۷۱
۱۷-۸-۲ تعیین قطر دودکش مستقل برای یک دستگاه گازسوز ..... ۷۲
۱۷-۸-۳ تعیین قطر دودکش مشترک و لوله رابط ..... ۷۳
۱۷-۸-۴ نکات ضروری برای طراحی و اجرای دودکش‌ها ..... ۷۸
۱۷-۸-۵ ضوابط مربوط به‌نصب دودکش‌ها ..... ۸۰

۱۷-۹ ضوابط بهره‌برداری و نگهداری از سیستم لوله‌کشی گاز داخل ساختمان‌ها ..... ۸۳
۱۷-۹-۱ کلیات ..... ۸۳
۱۷-۹-۲ نکات قابل توجه در دوره بهره‌برداری ..... ۸۳
۱۷-۹-۳ تغییر در سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان ..... ۸۵
۱۷-۹-۴ تعمیر سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان ..... ۸۵

**بخش دوم – لوله کشی گاز طبیعی برای مصرف کنندگان عمده با فشار ۲ الی۶۰ پوند بر اینچ مربع**

۱۷-۱۰ کلیات ..... ۸۹
۱۷-۱۰-۱ حدود و دامنه کاربرد ..... ۸۹
۱۷-۱۰-۲ مسئولیتها ..... ۹۰
۱۷-۱۰-۲-۱ طراح ..... ۹۰
۱۷-۱۰-۲-۲ مجری ..... ۹۰
۱۷-۱۰-۲-۳ دستگاه نظارت ..... ۹۱
۱۷-۱۰-۲-۴ شرکت ها، مؤسسات، مشاورین و افراد ذیصلاح ..... ۹۲

۱۷-۱۱ مشخصات مواد و مصالح مصرفی، برآورد مصـرف، طراحی و انتخاب مصالح سیستم لوله کشی گاز ..... ۹۳
۱۷-۱۱-۱ مشخصات مواد و مصالح مصرفی ..... ۹۳
۱۷-۱۱-۱-۱ لوله‌ها ..... ۹۳
۱۷-۱۱-۱-۲ اتصالات ..... ۹۴
۱۷-۱۱-۱-۳ مواد آب بندی اتصالات دنده پیچ ..... ۹۵

۱۷-۱۱-۱-۴ شیرهای فلزی ..... ۹۶
۱۷-۱۱-۱-۵ شیرهای پلی اتیلن ..... ۹۶
۱۷-۱۱-۱-۶ پوشش لوله و اتصالات فولادی ..... ۹۶
۱۷-۱۱-۱-۷ دستگاه جوش پلی اتیلن ..... ۹۶
۱۷-۱۱-۱-۸ الکترودهای جوشکاری ..... ۹۶
۱۷-۱۱-۱-۹ واشر لائی ..... ۹۷
۱۷-۱۱-۱-۱۰ مصالح مستعمل ..... ۹۷
۱۷-۱۱-۱-۱۱ سایر مصالح ..... ۹۷
۱۷-۱۱-۱-۱۲ علامتگذاری ..... ۹۸
**۱۷-۱۱-۲ برآورد مصرف و طراحی سیستم لوله کشی گاز ..... ۹۸**
۱۷-۱۱-۲-۱ برآورد مصارف گاز ..... ۹۸
۱۷-۱۱-۲-۲ طراحی سیستم لوله کشی گاز ..... ۹۸
۱۷-۱۱-۲-۳ افزودن به سیستم لوله کشی موجود ..... ۹۸
۱۷-۱۱-۲-۴ نقطه تحویل گاز به مشترک ..... ۹۹
۱۷-۱۱-۲-۵ نقاط اتصال به سیستم سوخت جایگزین ..... ۹۹
۱۷-۱۱-۲-۶ محل نصب ایستگاه های تقلیل فشار و یا رگولاتورها ..... ۹۹
۱۷-۱۱-۲-۷ ملاحظات کلی در تعیین قطر لوله ها ..... ۹۹
۱۷-۱۱-۲-۸ افت فشار مجاز ..... ۱۰۰
۱۷-۱۱-۲-۹ حداکثر سرعت گاز ..... ۱۰۰
۱۷-۱۱-۲-۱۰ حداکثر میزان مصرف ..... ۱۰۰
۱۷-۱۱-۲-۱۱ تعیین قطر لوله ها ..... ۱۰۰

**۱۷-۱۲ اجرای لوله کشی گاز ..... ۱۰۳**
۱۷-۱۲-۱ کلیات ..... ۱۰۳
۱۷-۱۲-۲ تجهیز کارگاه ..... ۱۰۳
۱۷-۱۲-۳ نقشه های اجرایی ..... ۱۰۴
۱۷-۱۲-۴ خم کاری لوله های فولادی ..... ۱۰۴
۱۷-۱۲-۵ لوله کشی دفنی ..... ۱۰۴
۱۷-۱۲-۵-۱ کلیات ..... ۱۰۴
۱۷-۱۲-۵-۲ آماده سازی مسیر ..... ۱۰۵
۱۷-۱۲-۵-۳ لوله کشی دفنی با استفاده از لوله های فولادی ..... ۱۰۶
۱۷-۱۲-۵-۴ لوله کشی دفنی با استفاده از لوله های پلی اتیلن ..... ۱۰۹
۱۷-۱۲-۶ لوله کشی روکار ..... ۱۱۲

۱۷-۱۲-۶-۱ کلیات ..... ۱۱۲
۱۷-۱۲-۶-۲ اجرای لوله کشی رو کار ..... ۱۱۲
۱۷-۱۲-۷ حریم خطوط لوله گاز در مجاورت و تقاطع تأسیسات ..... ۱۱۴

۱۷-۱۳ عایقکاری لوله ها ..... ۱۱۵
۱۷-۱۳-۱ کلیات ..... ۱۱۵
۱۷-۱۳-۲ اقدامات اولیه قبل از عایق کاری ..... ۱۱۵
۱۷-۱۳-۲-۱ بازرسی ظاهری لوله ها از نظر آلودگی به چربی ها ..... ۱۱۵
۱۷-۱۳-۲-۲ بازرسی لوله ها از نظر وجود عیوب مکانیکی ..... ۱۱۶
۱۷-۱۳-۲-۳ بازرسی لوله ها از نظر خشک بودن ..... ۱۱۶
۱۷-۱۳-۳ زنگ زدائی و تمیز کاری لوله ها ..... ۱۱۶
۱۷-۱۳-۴ عایق کاری سرد لوله ها (نوارپیچی) ..... ۱۱۶
۱۷-۱۳-۴-۱ پرایمر زنی ..... ۱۱۷
۱۷-۱۳-۴-۲ نوار پیچی لایه اول ..... ۱۱۷
۱۷-۱۳-۴-۳ نوار پیچی لایه دوم ..... ۱۱۸
۱۷-۱۳-۴-۴ نوار پیچی سرجوش ها، اتصالات و نقاط تعمیری ..... ۱۱۸
۱۷-۱۳-۴-۵ کنترل کیفیت عایقکاری سرد ..... ۱۱۹
۱۷-۱۳-۵ عایق کاری گرم لوله ها (عایق کاری با انواع قیر) ..... ۱۲۰
۱۷-۱۳-۵-۱ کلیات ..... ۱۲۰
۱۷-۱۳-۵-۲ شرایط محیط برای عایقکاری گرم ..... ۱۲۰
۱۷-۱۳-۵-۳ اقدامات اولیه قبل از عایق کاری گرم ..... ۱۲۰
۱۷-۱۳-۵-۴ عملیات عایق کاری گرم ..... ۱۲۰
۱۷-۱۳-۵- ۵ عایق کاری دوبله ..... ۱۲۲
۱۷-۱۳-۵-۶ عایق کاری سرجوش ها، اتصالات و نقاط تعمیری ..... ۱۲۲
۱۷-۱۳-۵-۷ آزمایش و کنترل کیفیت عایقکاری گرم ..... ۱۲۳

۱۷-۱۴ جوشکاری ..... ۱۲۵
۱۷-۱۴-۱ جوشکاری شبکه های گازرسانی فولادی ..... ۱۲۵
۱۷-۱۴-۱-۱ کلیات ..... ۱۲۵
۱۷-۱۴-۱-۲ ارزیابی وتعیین صلاحیت جوشکاران ..... ۱۲۵
۱۷-۱۴-۱-۳ الکترودهای جوشکاری ..... ۱۲۵
۱۷-۱۴-۱-۴ آماده سازی لوله های فولادی قبل از عملیات جوشکاری ..... ۱۲۶

۱۷-۱۴-۱-۵ کنترل های لازم قبل از عملیات جوشکاری ..... ۱۲۶
۱۷-۱۴-۱-۶ اقدامات لازم قبل از جوشکاری ..... ۱۲۷
۱۷-۱۴-۱-۷ جوشکاری شبکه‌های گاز رسانی فولادی ..... ۱۲۷
۱۷-۱۴ -۲ جوشکاری شبکه های گازرسانی پلی اتیلن ..... ۱۳۱
۱۷-۱۴-۲-۱ ارزیابی وتعیین صلاحیت جوشکاران ..... ۱۳۱
۱۷-۱۴-۲-۲ آماده سازی لوله های پلی اتیلن قبل از عملیات جوشکاری ..... ۱۳۱
۱۷-۱۴-۲-۳ عملیات جوشکاری شبکه های گاز رسانی پلی اتیلن ..... ۱۳۲
۱۷-۱۴-۲-۴ روش و مراحل انجام جوشکاری شبکه وانشعاب های پلی اتیلن به روش الکترو فیوژن ۱۳۴
۱۷-۱۴-۲-۵ بازرسی وکنترل کیفیت جوشکاری شبکه‌های گازرسانی پلی اتیلن ..... ۱۳۵
۱۷-۱۴-۲-۶ آزمایش‌های مخرب ..... ۱۳۶
۱۷-۱۴-۲-۷ آزمایش غیر مخرب جوش سه راهی انشعاب زینی ..... ۱۳۸

۱۷-۱۵ حفاظت کاتدی ..... ۱۳۹
۱۷-۱۵-۱ کلیات ..... ۱۳۹
۱۷-۱۵-۲ سیستم های حفاظت کاتدی ..... ۱۴۰
۱۷-۱۵-۳ حداقل پتانسیل حفاظتی ..... ۱۴۰
۱۷-۱۵-۴ حفاظت کاتدی به روش آندهای فدا شونده ..... ۱۴۰
۱۷-۱۵-۵ حفاظت کاتدی به روش تزریق جریان مستقیم ..... ۱۴۱
۱۷-۱۵-۵-۱ بستر آندی ..... ۱۴۱
۱۷-۱۵-۶ کنترل و ارزیابی ..... ۱۴۲
۱۷-۱۵-۷ نقاط اندازه گیری ..... ۱۴۲
۱۷-۱۵-۸ اتصالات عایقی ..... ۱۴۲
۱۷-۱۵-۹ جعبه های اتصال ..... ۱۴۲

۱۷-۱۶ کنترل کیفیت، آزمایش ها، بازرسی، صدور تائیدیه و تزریق گاز ..... ۱۴۳
۱۷-۱۶-۱ کلیات ..... ۱۴۳
۱۷-۱۶-۲ آزمایش ..... ۱۴۳
۱۷-۱۶-۳ تجهیزات و لوازم مورد نیاز برای انجام آزمایش ..... ۱۴۳
۱۷-۱۶-۴ تنظیم دستگاه های آزمایش ..... ۱۴۴
۱۷-۱۶-۵ مسئولیت های مجری در ارتباط با انجام آزمایش ..... ۱۴۴
۱۷-۱۶-۶ برنامه انجام آزمایش ها ..... ۱۴۴
۱۷-۱۶-۷ مسئولیت های دستگاه نظارت در ارتباط با انجام آزمایش ..... ۱۴۴

۱۷-۱۶-۸ اقدامات قبل از شروع آزمایش..... ۱۴۵
۱۷-۱۶-۹ مراحل انجام آزمایش‌های مقاومت و نشتی..... ۱۴۵

پیوست ۱ راهنمای ایمنی..... ۱۴۹
پیوست ۲ نمونه محاسبات بخش اول..... ۱۵۵
پیوست ۳ ایمنی و ضوابط بهره‌برداری و نگهداری..... ۱۵۹
پیوست ۴ جداول بخش دوم..... ۱۶۳
پیوست ۵ اشکال بخش دوم..... ۱۷۳

واژه‌نامه..... ۱۷۷

## فهرست اشکال


شکل ۱۷-۴-۱-۲ نمونه تعیین محل نصب کنتور گاز و لولهٔ رابط ..... ۳۰
شکل ۱۷-۵-۶-۱ طرح اتصال جوش لب به‌لب ..... ۴۹
شکل ۱۷-۵-۶-۲-الف شیار پای جوش ..... ۵۰
شکل ۱۷-۵-۶-۲-ب تخلخل در جوش ..... ۵۰
شکل ۱۷-۵-۶-۳-الف ترک در جوش ..... ۵۱
شکل ۱۷-۵-۶-۳-ب ترک‌های ستاره‌ای در سطح جوش ..... ۵۱
شکل ۱۷-۵-۶-۴ سوختگی ناشی از قوس الکتریکی ..... ۵۱
شکل ۱۷-۵-۶-۵ تورق در فلز پایه ..... ۵۲
شکل ۱۷-۵-۶-۶ نفوذ بیش از حد ..... ۵۲
شکل ۱۷-۵-۶-۷-الف عدم نفوذ در ریشهٔ جوش ..... ۵۲
شکل ۱۷-۵-۶-۷-ب عدم نفوذ در ریشهٔ جوش از یک‌طرف ..... ۵۲
شکل ۱۷-۵-۶-۸-الف ذوب ناقص در ریشه یا تاج جوش ..... ۵۳
شکل ۱۷-۵-۶-۸-ب ذوب ناقص در اثر جوش سرد ..... ۵۳
نمودار ۱۷-۷-الف (طول- سطح مقطع) کانال‌های تأمین هوای احتراق، در صورتی‌که از یک کانال تهویه استفاده گردد ..... ۶۹
نمودار ۱۷-۷-ب (طول- سطح مقطع) کانال‌های تأمین هوای احتراق، در صورتی که از دو کانال تهویه استفاده گردد ..... ۷۰
شکل ۱۷-۸-۱ دودکش فلزی یا سیمانی جهت استفاده یک دستگاه گازسوز ..... ۷۲
شکل ۱۷-۸-۲ دودکش فلزی یا سیمانی پیش‌ساخته جهت دو یا چند دستگاه گازسوز که در یک طبقه نصب شده‌اند ..... ۷۴
شکل ۱۷-۸-۳ شمای دودکش مشترک ساختمان‌های چندطبقه برای هر قسمت ..... ۷۵
شکل پ-۲-۱ نقشه پلان لوله‌کشی گاز نمونه ..... ۱۵۷

شکل پ-۲-۲ نقشه ایزومتریک لوله‌کشی گاز نمونه ..... ۱۵۸
شکل پ-۵-۱ جزئیات کانال دفن لوله ها..... ۱۷۳
شکل پ-۵-۲ انشعاب علمک پلی اتیلن..... ۱۷۴
شکل پ-۵-۳ انشعاب علمک فولادی ..... ۱۷۵
شکل پ-۵-۴ جزئیات بستر آندی ..... ۱۷۶

## فهرست جداول

جدول ۱۷-۴-۱ فاصله نصب شیر مصرف دستگاه گازسوز ..... ۳۲
جدول ۱۷-۴-۲ حداکثر ظرفیت لوله‌های فولادی به‌متر مکعب در ساعت..... ۳۳
جدول ۱۷-۴-۳ ضرایب تصحیح برای چگالی‌های مختلف گاز طبیعی ..... ۳۴
جدول ۱۷-۴-۴ مقدار تقریبی مصرف تعدادی از دستگاه‌های گازسوز..... ۳۴
جدول ۱۷-۴-۵-۱ ابعاد و وزن لوله‌ها ..... ۳۸
جدول ۱۷-۴-۵-۲ رواداری قطر خارجی لوله‌های فولادی برحسب میلی‌متر..... ۳۸
جدول ۱۷-۴-۵-۳ تطابق قطر اسمی لوله‌های فولادی برحسب میلی‌متر، اینچ و اندازهٔ رایج در بازار ایران ..... ۳۹
جدول ۱۷-۴-۵-۴ تعداد و طول دنده اتصالات فولادی دنده‌ای ..... ۳۹
جدول ۱۷-۴-۶ ابعاد و وزن لوله‌های مسی..... ۴۰
جدول ۱۷-۵-۳-۳ حداکثر فاصله اتکای لوله‌های فولادی..... ۴۵
جدول ۱۷-۷-۱ حداقل فواصل نصب وسایل گازسوز از اطراف ..... ۶۲
جدول ۱۷-۷-۲ ابعاد دریچه دایمی که مستقیماً به‌هوای آزاد راه دارد..... ۶۵
جدول ۱۷-۸-۱ ظرفیت دودکش‌های فلزی تک‌جداره یا سیمانی پیش‌ساخته جهت استفاده یک دستگاه گازسوز ..... ۷۶
جدول ۱۷-۸-۲ ظرفیت دودکش‌های فلزی تک‌جداره یا سیمانی پیش‌ساخته جهت استفاده بیش از یک دستگاه گازسوز ..... ۷۷
جدول ۱۷-۸-۳-الف حداقل ضخامت ورق لولهٔ رابط دودکش ..... ۷۹
جدول ۱۷-۸-۳-ب ضخامت ورق دودکش قائم فلزی ..... ۷۹
جدول پ-۲-۱ میزان مصرف دستگاه‌های گازسوز نمونه ..... ۱۵۶

جدول پ-۴-۱ ابعاد و وزن لوله‌ها ..... ۱۶۳
جدول پ-۴-۲ استاندارد اقلام پوشش لوله ها ..... ۱۶۴
جدول پ-۴-۳ ضرایب تصحیح برای چگالی‌های مختلف گاز طبیعی ..... ۱۶۵
جدول پ-۴-۴ ظرفیت لوله‌های فولادی به‌متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۲ پوند بر اینچ مربع و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد ..... ۱۶۵
جدول پ-۴-۵ ظرفیت لوله‌های فولادی به‌متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۵ پوند بر اینچ مربع و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد ..... ۱۶۶
جدول پ-۴-۶ ظرفیت لوله‌های فولادی به‌متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد ..... ۱۶۷
جدول پ-۴-۷ ظرفیت لوله‌های فولادی به‌متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۳۰ پوند بر اینچ مربع و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد ..... ۱۶۸
جدول پ-۴-۸ ظرفیت لوله‌های فولادی به‌متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۶۰ پوند بر اینچ مربع و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد ..... ۱۶۹
جدول پ-۴-۹ حداکثر فاصله اتکای لوله‌های فولادی ..... ۱۶۹
جدول پ-۴-۱۰ حریم خطوط لوله گاز در مجاورت و تقاطع با تاسیسات ..... ۱۷۰
جدول پ-۴-۱۱ رواداری قطر خارجی لوله‌های فولادی برحسب میلی‌متر ..... ۱۷۲
جدول پ-۴-۱۲ مشخصات آماده سازی نمونه ها ..... ۱۷۲
جدول پ-۴-۱۳ استاندارد اقلام حفاظت کاتدی ..... ۱۷۲

# تعاریف

واژه‌های فنی رایج که در این مقررات تعریف نشده‌اند، باید به همان معنای معمول و متداول به کار روند.

### ۱- احتراق گاز

سوختن یا اکسیداسیون سریع گاز که معمولاً با ایجاد گرما و شعله همراه است.

### ۲- استانداردهای IGS

مجموعه استانداردهای شرکت ملّی گاز ایران می‌باشد که آن شرکت مسئول تدوین و بازنگری آن‌ها بوده و در پروژه‌های گازرسانی کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند. به همین لحاظ در این مقررات نیز در موارد مرتبط به عنوان مرجع مورد استناد قرار گرفته‌اند. این استانداردها در پایگاه اطلاع رسانی شرکت ملّی گاز ایران در دسترس می‌باشند.

### ۳- استانداردهای IPS

مجموعه استانداردهای وزارت نفت می‌باشد که آن وزارت‌خانه مسئول تدوین و بازنگری آن‌ها بوده و در پروژه‌های صنعت نفت کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند. به همین لحاظ در این مقررات نیز در موارد مرتبط به عنوان مرجع مورد استناد قرار گرفته‌اند. این استانداردها در پایگاه اطلاع رسانی وزارت نفت در دسترس می‌باشند.

### ۴- ایستگاه تقلیل فشار اولیه

تجهیزاتی هستند که در نقطه تحویل گاز، از شبکه گاز شهری به مشترک نصب گردیده و فشار تحویلی به مشترک را تنظیم و حجم گاز را اندازه‌گیری می‌کنند. این ایستگاه‌ها تحت نظر شرکت گاز ناحیه اجرا و بهره‌برداری می‌شوند.

**۵- ایستگاه تقلیل فشار ثانویه**

تجهیزاتی هستند که فشار شبکه گاز را تقلیل داده و به فشار قابل بهره‌برداری بخش‌های مختلف سیستم لوله کشی تبدیل می‌کنند.

**۶- ایستگاه مشترکین عمده**

عبارت است از تجهیزاتی که به منظور اندازه‌گیری مقدار گاز، تنظیم و تثبیت فشار گاز در محل مورد تائید شرکت گاز استان نصب گردیده و در مالکیت شرکت گاز استان می‌باشد.

**۷- پکیج**

دستگاه گازسوز تأمین‌کننده آب گرم سرویس بهداشتی و آب گرم سیستم گرمایش داخل ساختمان‌ها که معمولاً برای هر واحد مسکونی به‌صورت مستقل نصب می‌گردد.

**۸- ترموکوپل**

این وسیله یکی از مهمترین بخش‌های دستگاه گازسوز است که در صورت روشن نشدن مشعل دستگاه یا از بین رفتن شعله اصلی مشعل، مسیر ورود سوخت به مشعل بسته یا شعلهٔ اصلی مشعل و شمعک آن هر دو قطع می‌گردد.

**۹- تنظیم‌کننده فشار گاز (رگولاتور)**

دستگاهی که فشار گاز ورودی را کاهش داده و آن را به‌میزان فشار مورد نظر برای مصرف، ثابت نگه می‌دارد.

**۱۰- جوش الکتروفیوژن**

نوعی روش جوشکاری لوله و اتصالات پلی اتیلن است که در آن از اتصالات خاصی که دارای سیم مقاومت الکتریکی برای ایجاد گرمای ذوب سطوح جوش می‌باشد، استفاده می‌شود.

**۱۱- دستگاه گازسوز**

دستگاهی که دارای یک یا چند مشعل بوده و گاز در این مشعل‌ها می‌سوزد.

**۱۲- دستگاه گازسوز پرمصرف**

دستگاهی که مقدار گاز مصرفی آن از ۱/۵ متر مکعب در ساعت بیشتر باشد.

**۱۳- دستگاه نظارت**

شخص حقیقی یا حقوقی و یا مجموعه‌ای از آن‌ها که دارای مجوز از وزارت مسکن و شهرسازی برای نظارت بر طراحی، انتخاب مصالح و اجرای سیستم‌های لوله کشی گاز متقاضیان عمده می‌باشد.

**۱۴- دودکش**

مجرایی با مقطع دایره یا چهارگوش جهت هدایت گازهای محفظه احتراق دستگاه گازسوز به‌بیرون از ساختمان، که بر سه نوع است:

**الف) دودکش ساخته‌شده در کارخانه:** دودکشی که در کارخانه و مخصوص وسیله گازسوز ساخته شده است.

**ب) دودکش فولادی:** دودکشی که از ورق فولادی گالوانیزه یا از ورق فولادی سیاه در کارگاه و یا در محل ساختمان ساخته شود.

**۱۵- دودکش پیش‌ساخته**

قطعات این نوع دودکش، از جنس فلز یا سیمان و به صورت پیش‌ساخته بوده به طوری که سوار کردن قطعات در محل به راحتی امکان‌پذیر باشد.

**۱۶- دودکش یک جداره**

لوله‌ای فلزی که از ورق فولادی گالوانیزه با حداقل ضخامت یک میلی‌متر و یا ورق فولادی سیاه با حداقل ضخامت ۱/۵ میلی‌متر ساخته شده است.

**۱۷- ساختمان‌های عمومی**

ساختمان‌هایی که مورد استفاده و مراجعه عموم مردم می‌باشد.

**۱۸- سازمان قانونی نظارت بر امر لوله کشی گاز مشترکین عمده**

منظور سازمان نظام مهندسی ساختمان استان می‌باشد که طبق قانون وظیفه نظارت بر لوله کشی گاز مشترکین عمده و صدور تأئیدیه را بر عهده دارد.

**۱۹- سیستم تهویه**

سیستمی که فضای داخل اتاق یا محل نصب دستگاه گازسوز را جهت تعویض هوا یا ایجاد جریان هوای تازه در آن محل، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به هوای آزاد راه می‌دهد.

**۲۰- سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان**

مجموعه لوله‌کشی گاز ساختمان (مشتمل بر لوله‌کشی رابط، کنتور و لوله‌کشی داخل ساختمان) که از خروجی رگولاتور آغاز و به‌شیرهای مصرف ختم می‌شود.

**۲۱- شرکت ملّی گاز**

یکی از شرکت‌های اصلی تابع وزارت نفت است که عهده‌دار پالایش، انتقال، صادرات و توزیع گاز طبیعی در کشور می‌باشد.

**۲۲- شرکت گاز ناحیه**

سازمانی که برخی از وظایف شرکت ملّی گاز ایران را در سطح کوچکتری در هر ناحیه به عهده دارد.

**۲۳- شرکت‌ها، موسسات، مشاورین و افراد ذیصلاح**

شخص حقیقی و یا حقوقی که از مراجع قانونی جهت کار تخصصی مربوطه دارای مجوز و گواهینامه صلاحیت معتبر باشند.

**۲۴- شمعک**

وسیله‌ای که با ایجاد شعلهٔ کوچکی در وسایل گازسوز، برای روشن کردن مشعل یا مشعل‌های اصلی دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اغلب وسایل گازسوز این شعله به واسطه ترموکوپل باعث باز نگه داشتن مسیر گاز نیز می‌شود و در صورت خاموش شدن آن، جریان گاز به مشعل اصلی قطع می‌گردد.

**۲۵- شیر اصلی**

شیر ربع گرد توپکی که بعد از کنتور بر روی لوله‌کشی داخلی نصب می‌شود.

**۲۶- شیر خودکار قطع جریان گاز اضافی**

وسیله‌ای ایمنی که در مسیر لوله‌کشی گاز نصب و در صورت عبور جریان گاز، بیش از حد تنظیم شده، جریان گاز را قطع می‌نماید.

**۲۷- شیر خودکار قطع گاز حساس در مقابل زلزله**

وسیله‌ای که در هنگام بروز زلزله با شدت از پیش‌تعیین شده در آن، جریان گاز را به‌طور خودکار قطع می‌نماید.

**۲۸- شیر فرعی**

شیر ربع گرد توپکی که در ابتدای لوله‌کشی ورودی به هر واحد نصب می‌شود.

**۲۹- شیر قبل از رگولاتور**

شیر سماوری گوشواره‌ای که قبل از رگولاتور نصب می‌گردد و در حالت بسته، قابل قفل کردن بوده و باید برای فشار کاری تا ۴ بار و یا ۶۰ پوند بر اینچ مربع مناسب باشد.

**۳۰- شیر مصرف**

شیر ربع گرد نوع توپکی که در انتهای انشعاب مربوط به هر دستگاه گازسوز قرار می‌گیرد.

**۳۱- طوقه تنوره**

طوقه‌ای متصل به‌دستگاه گازسوز که برای اتصال دریچه خروجی محصولات احتراق دستگاه گازسوز به لولهٔ رابط دودکش به‌کار می‌رود.

**۳۲- علمک گاز**

قسمت عمودی و انتهایی انشعاب گاز که جهت نصب رگولاتور بر روی آن توسط شرکت گاز، در مجاورت و متکی به ملک مصرف‌کننده قرار می‌گیرد.

**۳۳- کنتور گاز**

دستگاهی که برای اندازه‌گیری حجم گاز مصرفی به‌کار می‌رود.

**۳۴- گاز طبیعی**

مخلوط پالایش‌شده هیدروکربن‌های گازی (عمدتاً متان) که از پالایشگاه‌ها به نقاط مصرف منتقل می‌شود. در این مقررات هر جا که کلمه گاز آمده به معنی گاز طبیعی است.

**۳۵- گازهای دودکش**

آمیخته‌ای از محصولات احتراق و هوای اضافی که از دستگاه گازسوز دارای دودکش خارج می‌شود.

**۳۶- گازیاب (آشکارساز نشت گاز)**

**الف) آشکارساز نشت گاز قابل اشتعال**

وسیله‌ای حساس در مقابل وجود گاز قابل اشتعال در محیط که قبل از رسیدن غلظت گاز به‌حد خطرناک، وجود گاز را به طریق صوتی یا نوری یا طرق دیگر اعلام می‌نماید.

**ب) آشکارساز گاز مونوکسید کربن**

وسیله‌ای حساس در مقابل وجود گاز مونوکسید کربن در محیط که قبل از رسیدن غلظت گاز به‌حد خطرناک (معمولاً p.p.m ۵۰ ) وجود گاز را به طریق صوتی یا نوری یا طرق دیگر اعلام می‌نماید.

**۳۷- لوله رابط دودکش**

لوله‌ای که وسیلهٔ گازسوز را به دودکش مرتبط می‌کند.

**۳۸- لوله‌کشی رابط**

لوله‌کشی رابط بین رگولاتور و کنتور گاز.

**۳۹- لوله‌کشی داخلی**

لوله‌کشی داخل ساختمان که بلافاصله پس از خروجی کنتور و یا ایستگاه تقلیل فشار شروع و به شیرهای مصرف ختم می‌گردد.

**۴۰- متقاضی**

شخص حقیقی یا حقوقی که تقاضای استفاده از گاز طبیعی را داشته باشد.

**۴۱- مجری**

شخص حقوقی که دارای گواهینامه صلاحیت اجرای لوله‌کشی گاز ساختمان از وزارت مسکن و شهرسازی می‌باشد.

**۴۲- محصولات احتراق**

آنچه که در نتیجه احتراق به دست می‌آید، به انضمام گازهای بی‌اثر، به غیر از هوای اضافی.

**۴۳- محفظهٔ احتراق**

بخشی از دستگاه گازسوز که عمل احتراق در آن انجام می‌شود.

**۴۴- مشترک**

شخص حقیقی یا حقوقی که اقدامات لازم را مطابق ضوابط انجام و شماره اشتراک به وی تخصیص یافته باشد.

**۴۵- مشعل گاز**

وسیله‌ای که گاز یا مخلوط گاز و هوا را برای ایجاد شعله در محفظهٔ احتراق آزاد می‌نماید. مشعل بر دو نوع است:

**الف) مشعل اتمسفری:** مشعلی که در آن از نیروی فوران گاز برای مکیدن بخشی از هوای لازم برای احتراق (هوای اولیه) استفاده می‌گردد، این مشعل برای احتراق کامل به هوای ثانویه نیاز دارد.

**ب) مشعل نیرو:** مشعلی که مجهز به‌دمنـده است و گاز یا هوا و یا هر دو با فشار وارد آن می‌گردد.

**۴۶- مصرف کننده**

به مشترکی اطلاق می‌گردد که جریان گاز ملک مورد تقاضای وی طبق ضوابط وصل و آماده بهره‌برداری گردیده باشد.

**۴۷- مِلْک**

هر زمین یا ساختمانی که در آن شبکهٔ لوله‌کشی گاز اجرا شده و یا در آینده اجرا خواهد شد.

**۴۸- مهندس ناظر گاز**

شخص حقیقی یا حقوقی که صلاحیت وی مورد تأیید وزارت مسکن و شهرسازی می‌باشد و مسئولیت کنترل و تأیید طرح و محاسبات تأسیسات لوله‌کشی گاز طبیعی و مصالح مصرفی و کنترل ابعاد دودکش‌ها و مسیرهای تهویه مربوط به‌وسایل گازسوز ساختمان‌ها، نظارت بر اجرای عملیات لوله‌کشی و آزمایش‌های مربوطه را برعهده دارد.

**۴۹- میلی‌متر ستون آب**

واحد فشار که برابر با ۰/۱ میلی‌بار است.

**۵۰- نقطهٔ مصرف**

نقطه‌ای که در انتهای هر یک از انشعاب‌های لوله‌کشی داخلی قرار گرفته و وسائل گازسوز به‌آن متصل می‌شود.

**۵۱- هواکش**

مجرایی که به‌روش طبیعی و یا با استفاده از وسیلهٔ مکانیکی برای تهویهٔ هوای اتاق یا محل نصب دستگاه گازسوز استفاده می‌شود.

**۵۲- هواگیری**

جایگزین کردن هوای درون دستگاه یا لوله‌کشی‌ها با گاز و یا برعکس جایگزین کردن گاز درون دستگاه یا لوله‌کشی‌ها با هوا یا گازهای دیگر مانند گازهای بی‌اثر.

**۵۳- هوای احتراق**

هوایی که برای احتراق در قبل و بعد از مشعل با سوخت مخلوط می‌گردد.

**۵۴- هوای اضافی**

هوایی که علاوه بر هوای مورد نیاز سوخت، از محفظهٔ احتراق عبور می‌کند و برای سوخت کامل لازم است.

**۵۵- هوای تهویه**

هوایی که برای ایجاد جریان هوای تازه داخل اتاق محل نصب دستگاه، به آنجا وارد می‌گردد.

**۵۶- هوای رقیق‌کننده**

هوایی که برای رقیق کردن گازهای تنوره و تنظیم جریان دودکش از طریق دهانهٔ کلاهک تعدیل جریان دودکش، وارد دودکش می‌گردد.

# کلیات مبحث

- لوله‌کشی گاز مایع، گازهای سوختنی به غیر از گاز طبیعی و گازهای غیرسوختنی از شمول مقررات این مبحث خارج می‌باشند.
- این مقررات تنها مرجع طراحی، اجرا و نظارت بر لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها و محوطه‌ها در کشور است.
- نصب و بهره‌برداری لوازم گازسوز در ساختمان‌ها و محوطه ها، باید طبق ضوابط این مقررات انجام شود.
- مقررات این مبحث با هدف طراحی، اجرای لوله‌کشی، نصب و نگهداری وسایل گازسوز در ساختمان‌ها و محوطه‌ها، در جهت ایمنی اشخاص و اموال، بهداشت، رفاه ساکنین و کاربران، حفظ محیط زیست، مصرف بهینهٔ گاز و مصالح لوله‌کشی و حفظ زیبایی ساختمان و محوطه، تدوین گردیده و باید در طرح، اجرا و بهره‌برداری رعایت گردد.
- در این مبحث، ایمنی و روش جلوگیری از خطرات و شرایط اضطراری زیر هم باید مورد توجه قرار گیرد:

۱- گاززدگی

۲- آتش‌سوزی (اعم از اینکه ناشی از گاز یا غیر آن باشد)

۳- انفجار (اعم از اینکه ناشی از گاز یا غیر آن باشد)

۴- تخریب ساختمان (اعم از اینکه طبق برنامه یا اتفاقی باشد)

- استفاده از تمام یا قسمتی از لوله‌کشی گاز ساختمانها و محوطه‌ها که با ضوابط این مقررات مغایرت داشته باشد، خلاف محسوب شده و مستوجب تعقیب قانونی خواهد بود. مگر ساختمان‌ها و محوطه-هایی که پیش از انتشار رسمی این مقررات براساس ضوابط وقت مورد بهره‌برداری قرار گرفته باشند.
- **ساختمان‌ها و محوطه‌های موجود**

**الف)** ساختمان‌ها و محوطه‌هایی که قبل از انتشار این مقررات، لوله‌کشی گاز در آن انجام گرفته است،

مشمول این مقررات نمی‌باشند، هرگونه توسعه یا انجام تغییرات در این ساختمان‌ها و محوطه‌ها، باید مطابق ضوابط این مقررات صورت پذیرد.

**ب)** طراحی، انتخاب مصالح، اجرای لوله‌کشی و آزمایش‌ها و بازرسی‌ها در ساختمان‌ها و محوطه‌های موجود که لوله‌کشی گاز ندارند، باید طبق این مقررات انجام شود.

**- تخریب**

**الف)** پیش از اقدام به تخریب هر ساختمان که به شبکهٔ گاز شهری اتصال دارد و یا بخشی از محوطه که در آن لوله کشی گاز اجرا شده باشد، باید به شرکت گاز ناحیه اطلاع داده شود.

**ب)** پیش از قطع گاز توسط شرکت گاز ناحیه نباید تخریب شروع گردد.

- مصالحی که در شبکهٔ لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها و محوطه‌ها به‌کار می‌رود، باید طبق الزامات مندرج در این مقررات باشد.

**- نقشه‌ها و مشخصات فنی**

نقشه‌ها و مشخصات فنی شبکهٔ لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها و محوطه‌هایی که در حوزه شمول این مبحث می‌باشند، باید با رعایت الزامات مندرج در این مقررات، تهیه و به کار گرفته شود.

**- عدم تداخل مسئولیت‌ها**

مسئولیت‌های ذکرشده در این مبحث، برای هریک از مسئولین، ثابت و قطعی است و چنانچه برخی از مسئولیت‌ها توسط دیگران انجام پذیرد، به هیچ وجه کار انجام شده سبب سلب مسئولیت هریک از مسئولین ذکر شده نمی‌باشد.

# بخش اول

# لوله کشی گاز طبیعی با فشار یک چهارم پوند بر اینچ مربع

# ۱۷-۱ کلیات

## ۱۷-۱-۱ حدود و دامنه‌ی کاربرد

**۱۷-۱-۱-۱** بخش اول مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان، ضوابط حداقل را که رعایت آنها مشمول الزام قانونی است، در موارد زیر مقرر می‌دارد:

الف) طراحی و اجرای لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها و کنترل‌های کیفی

ب) نصب و راه‌اندازی وسایل گازسوز

پ) دودکش‌ها و هوارسانی به وسایل گازسوز

ت) ضوابط بهره‌برداری و ایمنی

ث) ضوابط ویژه گازرسانی برای ساختمان‌های عمومی و خاص

**۱۷-۱-۱-۲** بخش اول این مبحث برای کاربری گاز طبیعی تحویلی به‌ساختمان‌ها با فشار ۱۷۶ میلی‌متر ستون آب* یک چهارم پوند بر اینچ مربع و برای مصارف حداکثر تا ۱۶۰ مترمکعب در ساعت و قطر لوله حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) تدوین گردیده است.

## ۱۷-۱-۲ مسئولیت‌ها

### ۱۷-۱-۲-۱ طراح

طراح علاوه بر رعایت مفاد مندرج در فصل‌های ۱۷-۳ و ۱۷-۴ باید به نکات زیر توجه نماید:

**الف)** در طراحی سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان، برای مشخص نمودن محل نصب هر وسیلهٔ گازسوز

* کلیه ارقام مربوط به فشار، در این مقررات، فشار نسبی است.

باید تأمین هوای آن شامل تأمین هوا از داخل یا خارج ساختمان، حداقل سطح منفذ ورود هوا (در صورت لزوم تأمین هوا از خارج از ساختمان) پیش‌بینی گردد.

**ب)** حداقل قطر و ارتفاع دودکش وسیلهٔ گازسوز باید روی نقشه ذکر و در صورت وجود دودکش، انطباق آن با ذکر مشخصات، تأیید گردد.

**پ)** طراح مجاز نیست وسایل گازسوز دودکش‌دار را در محلی قرار دهد که دودکش برای آنها پیش‌بینی نشده باشد.

**ت)** در صورتی‌که دودکش در خارج ساختمان به‌صورت روی کار برای وسیلهٔ گازسوز در نظر گرفته شده باشد باید مشخصات محل خروج دودکش از داخل به بیرون ساختمان روی نقشه ذکر شود.

### ۱۷-۱-۲- ۲ مجری

**الف)**مسئولیت کلیهٔ امور طراحی، محاسبات لازم (در صورتی‌که طراحی با مجری باشد) استفاده از مصالح مناسب، اجرای لوله‌کشی گاز، تهیهٔ نقشه‌های طبق اجرا، انجام آزمایش‌ها، تزریق‌گاز و راه‌اندازی سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان به عهدهٔ مجری می‌باشد.

**ب)** مجری لوله‌کشی گاز موظف است قبل از اجرا، نقشهٔ طراحی‌شده را به تأیید مهندس ناظر برساند و محل نصب وسایل گازسوز را طبق نقشه، در اجرا رعایت نماید و در مورد هر انشعاب از امکان تأمین هوا و همچنین تخلیهٔ محصولات احتراق اطمینان حاصل نماید.

**پ)** مجری همواره در قبال کلیهٔ مسائل مربوط به لوله‌کشی از قبیل استفاده از مصالح مناسب برطبق این مقررات، اجرای لوله‌کشی براساس نقشه‌های تأیید شده، کیفیت جوشکاری‌های انجام‌شده و کلیهٔ امور مربوط به مجری طبق این مقررات مسئول خواهد بود و صدور تأییدیه‌های مهندس ناظر از مسئولیت وی نمی‌کاهد.

**ت)** در مواردی که در این مقررات تشخیص موضوع و تصمیم‌گیری به عهدهٔ مهندس ناظرگذاشته شده است و یا در مواردی که مهندس ناظر تغییراتی را در نقشه‌های اجرایی ضروری بداند، نظر وی لازم‌الاجرا بوده و مجری موظف به‌رعایت نظرات نامبرده و اصلاح نقشه‌ها می‌باشد.

**ث)** در صورت تخطی مجری از مسئولیت‌ها و تعهدات خود از این مقررات، مهندس ناظر می‌تواند از ادامهٔ کار جلوگیری نموده و در صورت لزوم، گزارش مربوطه را جهت استیفای حقوق مشترک به مراجع ذیصلاح پیش‌بینی شده در قانون، منعکس نماید.

**ج)** در صورت تخطی مهندس ناظر از الزامات این مقررات، یا عدم تأیید کار اجراشده بدون دلیل‌کافی، مجری می‌تواند موضوع را به مرجع ذیصلاح ارجاع و درخواست رسیدگی نماید.

### ۱۷-۱-۲-۳ مهندس ناظر

**الف)** نظارت بر کلیهٔ امور مربوط به‌لوله‌کشی گاز شامل تأیید نقشه‌های اجرایی و کنترل محاسبات، تأیید مصالح مصرفی، نظارت بر مراحل مختلف اجرای کار تا رفع اشکالات و انجام آزمایش‌های سیستم لوله‌کشی، تأیید ابعاد و موقعیت دودکش‌ها، تهویه وسایل گازسوز و عملیات تزریق گاز براساس این مقررات باید توسط مهندس ناظر صورت گیرد.

**ب)** قبل از اجرای لوله‌کشی، مهندس ناظر باید ضمن بازدید از محل، نقشه‌های طراحی را بررسی نموده و در صورت عدم مشاهدهٔ ایراد، نقشه‌ها را جهت اجرا تأیید نماید.

**پ)** مصالح مورد استفاده در سیستم لوله‌کشی گاز باید قبلاً توسط مهندس ناظر مورد بررسی قرار گرفته و گواهینامه‌های ساخت آنها کنترل گردد و از مناسب بودن آنها برای استفاده در سیستم لوله‌کشی گاز طبق این مقررات اطمینان حاصل شود. در صورتی‌که مهندس ناظر ضروری تشخیص دهد، برای اطمینان از مطابقت مصالح با این مقررات باید آزمایش‌های لازم بر روی مصالح انجام گیرد.

**ت)** در حین اجرای لوله‌کشی، مهندس ناظر، هرچند بار که لازم بداند، باید از کار بازدید نموده و از صحت انجام آن اطمینان حاصل نماید.

**ث)** هرگاه در ضمن اجرای لوله‌کشی، لازم باشد تغییری در نقشه‌های اجرایی صورت گیرد، باید نقشه‌های اصلاحی براساس این مقررات، تهیه و به‌تأیید مهندس ناظر برسد.

**ج)** در پایان کار، مهندس ناظر باید از کار اجراشده بازدید نموده ضمن صورت‌برداری از اشکالات، موارد را جهت برطرف نمودن آنها به مجری ابلاغ نماید.

**چ)** پس از رفع اشکالات، باید سیستم لوله‌کشی طبق مفاد بخش (۱۷-۶) این مقررات مورد آزمایش‌های لازم قرار گرفته و در صورت عدم وجود نشت، تأییدیهٔ آزمایش به وسیلهٔ مهندس ناظر صادر گردد.

**ح)** در مورد لوله‌کشی توکار مطابق (۱۷-۵-۴) باید کلیه مراحل کنترل کار به‌وسیلهٔ مهندس ناظر تا زمان صدور تأییدیه قبل از پوشاندن لوله‌کشی انجام شود.

**خ)** مهندس ناظر موظف است فقط در صورتی که مشخصات و الزامات محل نصب از نظر تهویه و دودکش وسایل گازسوز مطابق این مقررات در نقشه و در زمان لوله‌کشی رعایت شده باشد (علاوه بر مشخصات فنی و ایمنی لوله‌کشی که باید مطابق فصول مربوط به‌خود در این مقررات انجام شده باشند) نقشهٔ اجرایی و لوله‌کشی اجرا شده را تأیید نماید.

**د)** مسئولیت کنترل کیفیت و صدور تأییدیه‌های مربوطه در همهٔ مراحل طراحی، انتخاب مصالح، اجرا، آزمایش سیستم لوله‌کشی گاز و همچنین حصول اطمینان از مناسب بودن دودکش‌ها و مجاری تهویه جهت لوازم گازسوز به عهدهٔ مهندس ناظر می‌باشد.

**ذ)** در مواردی که مهندس ناظر ضروری بداند برای حصول اطمینان از کیفیت طراحی، اجرا، مصالح و آزمایش‌ها می‌تواند از خدمات بازرسین و یا مشاورین ذیصلاح استفاده نماید ولی در هر صورت

تأیید نقشه‌های اجرایی و مسئولیت‌های ناشی از آن به عهدهٔ مهندس ناظر می‌باشد.

**ر)** در صورت تخطی مجری از الزامات این مقررات، مهندس ناظر موظف است مراتب را کتباً به اطلاع مجری و مراجع ذیصلاح برساند و مجری موظف به رفع آن می‌باشد. در صورت استنکاف مجری از رفع تخلف، مهندس ناظر می‌تواند ضمن عدم تأیید کار، موضوع را به مراجع ذیصلاح جهت بررسی تخلفات صورت گرفته اطلاع دهد.

### ۱۷-۱-۲-۴ سازندگان وسایل گازسوز

**الف)** سازندگان وسایل گازسوز موظفند همراه دستگاه، دستورالعمل نصب، حاوی کلیه الزامات محل نصب دستگاه و از جمله وضعیت تهویه، حداقل حجم یا ابعاد فضای محل نصب، قطر و حداقل ارتفاع دودکش و همچنین دستورات راه‌اندازی، بهره‌برداری و نگهداری و موارد ایمنی دستگاه را به خریدار ارایه نمایند.

**ب)** سازندگان وسایل گازسوز موظفند نصاب یا نصابان مجاز برای نصب و راه‌اندازی دستگاه گازسوز را به خریدار معرفی نمایند.

### ۱۷-۱-۲-۵ نصب‌کنندگان وسایل گازسوز

**الف)**کلیه وسایل گازسوز باید توسط افرادی که آموزش رسمی دیده و دارای پروانهٔ صلاحیت بوده و نمایندگی مجاز از سازنده مربوطه را داشته باشند، نصب و راه‌اندازی شوند.

**ب)** نصاب موظف به رعایت دقیق دستورالعمل سازنده و ضوابط این مقررات می‌باشد.

**پ)** نصاب نباید وسیلهٔ گازسوز را در محلی غیر از جای تعیین‌شده در نقشهٔ گازرسانی ساختمان که به تأیید مهندس ناظر رسیده است نصب نماید.

**ت)** نصاب مجاز به‌نصب وسیلهٔ گازسوز دیگری به‌غیر از آنچه که در نقشهٔ گازرسانی ساختمان معین شده است، نمی‌باشد، از جمله نصب آبگرمکن فوری دیواری در جایی‌که آبگرمکن زمینی پیش‌بینی شده است خلاف محسوب می‌گردد.

**ث)** مسئولیت نهایی نصب وسایل گازسوز، کنترل مجدد مناسب بودن دودکش‌ها و مجاری تهویه لوازم گازسوز، راه‌اندازی و آزمایش عملکرد آنها به عهدهٔ نصاب مجاز (مورد تأیید سازنده یا مراجع ذیصلاح) می‌باشد.

### ۱۷-۱-۲-۶ استفاده‌کنندگان از وسایل گازسوز

الف) نگهداری و بهره‌برداری از سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها باید طبق این مقررات انجام شود.

**ب)** صاحب ملک یا ساختمان و یا نمایندهٔ قانونی او، مسئول نگهداری و بهره‌برداری از سیستم لوله‌کشی

گاز ساختمان می‌باشد.

**پ)** استفاده‌کننده از وسیلهٔ گازسوز موظف به‌رعایت دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری اعلام شده توسط سازنده بوده و مجاز به انجام هیچ‌گونه تغییر در وسیلهٔ گازسوز، محل آن، محدود کردن تهویهٔ آن یا دستکاری در وضعیت دودکش آن نمی‌باشد. در صورت نیاز به هرگونه تغییرات، استفاده‌کننده فقط می‌تواند از طریق نصابان یا تعمیرکاران مجاز، اقدام نماید.

# ۱۷-۲ گروه‌بندی ساختمان‌ها

## ۱۷-۲-۱ کلیات

ساختمان‌های مشمول این مقررات به‌سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

- ساختمان‌های مسکونی
- ساختمان‌های عمومی
- ساختمان‌های خاص

## ۱۷-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی

این گروه شامل ساختمان‌هایی است که به‌منظور سکونت مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً هر واحد مسکونی دارای درب ورودی مجزا (مستقل) و آشپزخانه مستقل بوده ولی سیستم گرمایش آن ممکن است مستقل و یا با واحدهای دیگر مشترک باشد.

### ۱۷-۲-۲-۱ مجتمع‌های مسکونی

مجتمع‌های مسکونی آپارتمانی که در آنها ۱۰ واحد مسکونی یا بیشتر وجود داشته باشد، از نظر رعایت مقررات لوله‌کشی گاز در گروه ساختمان‌های عمومی قرار می‌گیرند.

**۱۷-۲-۲-۲** ساختمان‌های عمومی کوچک که تعداد نفرات حاضر در آنها اعم از کارکنان یا مراجعه کنندگان به طور معمول کمتر از ۲۰ نفر باشند، از نظر گازرسانی تابع مقررات ساختمان‌های مسکونی می‌باشند.

**۱۷-۲-۲-۳** واحدهای تجاری و خدماتی کوچک از قبیل مغازه‌های معمولی، شعبه‌های کوچک بانک‌ها،

دفاتر خدماتی (پست، مخابرات، بیمه و ...) از نظر ضوابط گازرسانی در گروه ساختمان‌های مسکونی قرار می‌گیرند.

## ۱۷-۲-۳ ساختمان‌های عمومی

این گروه شامل انواع گوناگون ساختمان‌هایی است که در آنها خدمات عمومی ارایه می‌شود و به وسیلهٔ عموم مردم مورد مراجعه و استفاده قرار می‌گیرد.

خصوصیت عمده و مشترک در اغلب ساختمان‌های عمومی حضور همزمان عدهٔ زیادی به‌حالت تجمع یا پراکنده در فضاهای داخلی این ساختمان‌ها است. معمولاً ساختمان‌های عمومی راه‌های خروجی عادی یا اضطراری معدودی دارند.

حضور افراد در این ساختمان‌ها ممکن است کوتاه‌مدت بوده و یا مدت طولانی ادامه پیدا کند ولی به هر حال کاربران ساختمان‌ها معمولاً فرصت آشنایی کافی با جزییات داخلی ساختمان را پیدا نمی‌کنند.

برخی از ساختمان‌های عمومی توسط خردسالان، بیماران و سالمندان مورد استفاده قرار می‌گیرد. مجموعه خصوصیات فوق و عوامل متعدد دیگری که در مورد انواع ساختمان‌ها متفاوت هستند ایجاب می‌نماید که در ساختمان‌های عمومی ضرایب ایمنی بالاتری در مقابل خطرات ناشی از اتفاقات غیرمترقبه یا استفاده نادرست از گاز طبیعی اعمال گردد. از جمله با توجه به خطرات اصلی مترتب بر کاربرد غلط گاز طبیعی مانند آتش‌سوزی، انفجار، گاززدگی و یا انواع حوادثی که ممکن است در ساختمان‌های عمومی روی دهد و منجر به آسیب رساندن به سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان گردد و همچنین مواردی که حاضرین در ساختمان مجبور به‌فرار دسته‌جمعی و هجوم به طرف راه‌های خروج می‌گردند، مشاورین ذیربط موظف می‌باشند کلیه احتمالات فوق را مدنظر قرار داده و علاوه بر مندرجات این بخش، در صورت ضرورت سایر شرایط ویژهٔ ساختمان را نیز در ارتباط با خطرات گاز بررسی نمایند.

## ۱۷-۲-۴ ساختمان‌های خاص

ساختمان‌های مشمول ضوابط این بخش، ساختمان‌هایی هستند که :

**الف**-قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره‌برداری از آنها به طور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود، مانند: بیمارستان‌ها، مراکز آتش‌نشانی، مراکز و تأسیسات آبرسانی، تأسیسات برق‌رسانی، مراکز کمک‌رسانی و به طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در نجات و امداد مؤثر می‌باشد.

**ب**- ساختمان‌ها و تأسیساتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر درکوتاه‌مدت و درازمدت برای محیط زیست می‌شوند.

**پ**- ساختمان‌هایی که خرابی آنها سبب از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد، مانند: موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به‌طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پرارزش نگهداری می‌شود.

**ت**- ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش‌سوزی وسیع می‌شود، مانند: انبارهای سوخت و مراکز گازرسانی.

## ۱۷-۲-۵ انواع ساختمان‌های عمومی

### ۱۷-۲-۵-۱ ساختمان‌های محل تجمع

این ساختمان‌ها محل تجمع عده‌ای از مردم می‌باشند که به‌منظورهای خاص نظیر برگزاری مراسم مذهبی، تفریحی، ورزشی، سرگرمی، مطالعه و یا انتظار در طول مسافرت گردهم می‌آیند.

مساجد، سینماها، تئاترها، سالن‌های سخنرانی، مراکز همایش‌های تخصصی، تالارهای اجرای موسیقی، نمایشگاه‌های آثار هنری، رستوران‌ها، سالن‌های ورزشی، اماکن تفریحی کودکان، پایانه‌های مسافری و حمل و نقل زمینی و هوایی از جمله این ساختمان‌ها می‌باشند.

### ۱۷-۲-۵-۲ ساختمان‌های آموزشی و فرهنگی

ساختمان‌های دربرگیرندهٔ اتاق‌های متعدد یا انواع دیگر فضاهای داخلی که در هریک عده‌ای به‌منظور فراگیری علوم و فنون گردهم می‌آیند.

مدارس آمادگی، ابتدایی، راهنمایی و متوسطه، هنرستان‌های حرفه‌ای، دانشگاه‌ها و مدارس عالی، مراکز آموزشی اختصاصی وزارتخانه‌ها و مؤسسات از جمله این ساختمان‌ها می‌باشند.

### ۱۷-۲-۵-۳ ساختمان‌های محل پذیرایی و اقامت موقت

ساختمان‌هایی که به‌صورت مجموعه‌ای از اتاق‌ها یا آپارتمان‌های محل اقامت موقت افراد و فاقد امکانات آشپزی در هر واحد اقامتی می‌باشند.

هتل‌ها، مسافرخانه‌ها، زائرسراها، مهمانسراهای عمومی یا اختصاصی، خوابگاه‌های دانشجویی، متل‌های بین شهری از جمله این ساختمان‌ها می‌باشند.

***تبصره:*** مجتمع‌های اقامتی که مرکب از تعدادی واحدهای ویلایی مستقل هستند، اگر با تشخیص مشاور در این گروه قرار نگیرند در گروه ساختمان‌های مسکونی قرار می‌گیرند.

### ۱۷-۲-۵-۴ ساختمان‌های اداری

ساختمان‌هایی که از مجموعه‌ای از دفاتر کار (به‌صورت اتاق یا آپارتمان‌های مجزا یا مرتبط با یکدیگر) تشکیل شده و به‌منظور انجام خدمات اداری، تجاری، پزشکی، مشاوره‌ای و غیره مورد استفاده قرار

می‌گیرند.

وزارتـخانه‌ها، مؤسـسات اداری و تجـاری خصوصـی و دولتی، بانـک‌ها و ساختمان‌هـای پزشکان از جمله این ساختمان‌ها می‌باشند.

### ۱۷-۲-۵-۵ ساختمان‌های تجاری و مراکز تجاری و داد و ستد

ساختمان‌هایی که به‌عنوان مراکز خرید و فروش کالا و نمایش اجناس مورد استفاده قرار گرفته و از مجموعه‌ای مرکب از سالن‌های تجمع و گاهی خدمات جانبی نظیر امکانات تفریحی، رستوران، آموزش، مراقبت از اطفال و غیره تشکیل می‌گردد.

مراکز خرید بزرگ، فروشگاه‌های بزرگ و بسیار بـزرگ، پاساژها، بازارچه‌ها از جـمله ایـن ساختمان‌ها می‌باشند.

### ۱۷-۲-۵-۶ ساختمان‌های بهداشتی، درمانی و مراقبتی

ساختمان‌هایی که برای معالجه، استراحت و یا مراقبت از افراد اعم از عادی یا بیماران خاص و کسانی‌که به‌دلیل شرایط جسمی یا روانی قادر به‌مراقبت از خود نیستند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

درمانگاه‌ها، مهدکودک‌ها، شیرخوارگاه‌ها و خانه‌های سالمندان از جمله این ساختمان‌ها می‌باشند.

# ۱۷-۳ مقررات ویژه گازرسانی به‌ساختمان‌های عمومی و خاص

## ۱۷-۳-۱ کلیات

برخی از مواردی‌که در ساختمان‌های عمومی و خاص باید رعایت گردند در این بخش ذکر گردیده‌اند، طراح موظف است از حداکثر ایمنی کاربران ساختمان‌ها در مقابل خطرات ناشی از گاز طبیعی و متقابلاً از ایمنی سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان در برابر آسیب‌های احتمالی اطمینان حاصل نماید.

**۱۷-۳-۱-۱** پیشگیری از گاززدگی در اثر سوخت ناقص وسایل گازسوز و یا نفوذ گازهای سمی حاصل از احتراق از طریق محل شکستگی دودکش‌های سیمانی، درزها و منافذ دودکش‌های فلزی به‌داخل فضاهای مورد استفاده افراد به‌خصوص در حالت خواب.

**۱۷-۳-۱-۲** پیش‌بینی‌های لازم برای آگاه‌سازی به‌موقع مسئولین یا کاربران ساختمان از نشت گاز، آتش‌سوزی و سایر موارد غیرعادی مرتبط با گاز.

**۱۷-۳-۱-۳** طراحی یا نصب سیستم لوله‌کشی گاز، وسایل گازسوز و دودکش‌ها به‌گونه‌ای که در هنگام بروز وقایع غیرمترقبه و یا در زمان هجوم افراد برای فرار از محل، مصون از برخورد یا صدمه باشند.

**۱۷-۳-۱-۴** کاهش تعداد وسایل گازسوز در فضاهای داخلی به‌حداقل.

**۱۷-۳-۱-۵** پیش‌بینی تهویه کافی و انتقال کامل محصولات احتراق وسایل گازسوز به بیرون از ساختمان.

**۱۷-۳-۱-۶** تفکیک سیستم لوله‌کشی گاز به‌قسمت‌های متعدد به‌طوری‌که در شرایط غیرعادی بتوان هر قسمت را جداگانه از مدار خارج نمود.

**۱۷-۳-۱-۷** نصب علایم مشخص‌کننده محل شیرهای قطع سریع جریان گاز و دیگر نقاط ضروری در سیستم لوله‌کشی گاز.

**۱۷-۳-۱-۸** رعایت ضوابط لوله‌کشی ساختمان‌های عمومی طبق مقررات این بخش برای ساختمان‌هایی که کاربری اولیه آنها مسکونی بوده ولی در زمان اجرای لوله‌کشی گاز دارای کاربری عمومی هستند.

**۱۷-۳-۱-۹** مطابقت لوله‌کشی و نصب تجهیزات گازسوز با ضوابط ساختمان‌های عمومی برای ساختمان‌هایی که با کاربری مسکونی دارای تأییدیه لوله‌کشی گاز می‌باشند و بعداً کاربری آنها به ساختمان‌های عمومی تغییر کند، در این‌صورت تأییدیه اولیه از درجه اعتبار ساقط است.

## ۱۷-۳-۲ ممنوعیت نصب وسایل گازسوز گرمایشی

نصب وسایل گازسوز گرمایشی (انواع بخاری، آب گرمکن و پکیج) در فضاهای داخلی ساختمان‌های عمومی و خاص ممنوع است. مگر آنکه هوای مورد نیاز احتراق آنها از فضای خارج از ساختمان تأمین شود. این ممنوعیت شامل موارد زیر بوده ولی محدود به‌آنها نمی‌باشد:

**۱۷-۳-۲-۱** اتاق‌ها، سالن‌ها، دفاتر، کلاس‌ها در کلیه ساختمان‌های عمومی و خاص.

**۱۷-۳-۲-۲** کلیه فضاهای داخلی اصلی و وابسته در مهدکودک‌ها، کودکستان‌ها، خانه‌های سالمندان و محل‌های نگهداری معلولین جسمی و روانی.

**۱۷-۳-۲-۳** فضاهای وابسته و جانبی در محل‌های تجمع مانند دفاتر کار مسئولین، اتاق پروژکتور نمایش فیلم، بوفه در سینماها و محل‌های مشابه.

**۱۷-۳-۲-۴** دفاتر کار، بایگانی، بوفه‌ها و غذاخوری‌ها، آزمایشگاه‌ها، اتاق‌های نگهبانی و آسایشگاه‌های نگهبان‌ها، مهمانسراها در دانشگاه‌ها و مدارس.

**۱۷-۳-۲-۵** انبارهای محل نگهداری مواد قابل اشتعال، کارگاه‌های محل کار با مواد قابل اشتعال، کارگاه‌های رنگ، کارگاه‌های نجاری، خشک‌شویی‌ها و محل‌های مشابه.

**۱۷-۳-۲-۶** انبارهای محل نگهداری دارو و مواد شیمیایی، رختشویخانه‌ها، انبارهای البسه و

ملحفه در بیمارستان‌ها، هتل‌ها، خوابگاه‌ها و محل‌های مشابه.

## ۱۷-۳-۳ الزامات نصب وسایل گازسوز در شرایط خاص

**۱۷-۳-۳-۱** چنانچه شرایط خاصی ایجاب نماید که وسیلهٔ گازسوزی در ساختمان دارای محدودیت نصب گردد، کف، سقف و دیوارهای محل نصب وسیلهٔ گازسوز و مسیر عبور دودکش آن از مصالح مقاوم در مقابل حرارت و غیرآتش‌گیر ساخته شود. رعایت این ضابطه حداقل تا فاصله یک متر از دستگاه گازسوز و دودکش آن الزامی بوده و درجهٔ مقاومت مصالح به‌کار رفته در مقابل حرارت باید از بخش‌های ذیربط مقررات ملّی ساختمان و یا استانداردهای قابل قبول دیگر تعیین شود.

**۱۷-۳-۳-۲** هوای مورد نیاز دستگاه گازسوز باید از هوای آزاد تأمین شود.

**۱۷-۳-۳-۳** در صورت نصب دستگاه گازسوز در محل تجمع نظیر بوفه سینماها یا آبدارخانه‌های محل‌های عمومی، علاوه بر رعایت موارد فوق، محل نصب وسیلهٔ گازسوز باید با ایجاد موانع مناسب از دسترس افراد غیرمسئول دور نگه داشته شود.

**۱۷-۳-۳-۴** آشپزخانه‌های واقع در خوابگاه‌های دانشجویی، پانسیون‌ها، مهمانسراها و مشابه آنها باید علاوه بر رعایت بندهای ذیربط فوق، در محل‌های ایمن و مجزا از محل‌های خواب ساخته شوند.

**۱۷-۳-۳-۵** در صورتی‌که واحد اقامتی یا خوابگاهی به‌صورت آپارتمان مستقل باشد، نصب دستگاه گازسوز در آشپزخانه با رعایت ضوابط فوق مجاز است.

## ۱۷-۳-۴ الزامات نصب تجهیزات ایمنی

**۱۷-۳-۴-۱** نصب شیر خودکار قطع گاز حساس در مقابل زلزله و شیر قطع جریان گاز اضافی در ابتدای لوله‌کشی گاز ساختمان‌های خاص الزامی است.

**۱۷-۳-۴-۲** نصب دستگاه اعلام خطر نشت گاز در موتورخانه‌های ساختمان‌های عمومی و خاص الزامی است.

**۱۷-۳-۴-۳** تجهیزات ذکرشده در بندهای ۱۷-۳-۴-۱ و ۲ باید با استاندارد ملّی یا استانداردهای معتبر بین‌المللی مطابقت داشته باشند.

### ۱۷-۳-۵ محدودیت عبور لولهٔ گاز از سقف‌های کاذب محل‌های تجمع

**۱۷-۳-۵-۱** عبور لوله‌های گاز از سقف‌های کاذب سالن‌های بزرگ که امکان مهار کردن لوله‌ها میسر نیست ممنوع است.

**۱۷-۳-۵-۲** در مـواردی که امکان عبـور لولهٔ گاز (بـا رعایت کلیه ضوابط این مقررات) از سقـف‌های مذکور وجود داشته باشد، نصب شیر و هرگونه اتصالات غیرجوشی در محدودهٔ فوق ممنوع است.

### ۱۷-۳-۶ تأمین هوای احتراق برای وسایل گازسوز

**۱۷-۳-۶-۱** در صورت ضرورت استفاده از وسایل گازسوزی نظیر خشک‌کن گازی، کوره‌های آزمایشگاهی، آب گرمکن‌های دیواری، هواسازها در داخل ساختمان‌های عمومی باید در طراحی ساختمان و یا در هنگام نصب آنها، پیش‌بینی‌های لازم جهت تأمین هوای کافی برای سوخت و تهویه از طریق ایجاد ارتباط با هوای آزاد به‌عمل آید.

**۱۷-۳-۶-۲** در ساختمان‌های موجود که پیش‌بینی‌های فوق به‌عمل نیامده است رعایت تأمین هوای تازه الزامی است.

### ۱۷-۳-۷ انتخاب مسیر دودکش وسایل گازسوز

**۱۷-۳-۷-۱** در انتخاب مسیر عبور دودکش‌ها باید احتمال نفوذ گازهای سمی حاصل از احتراق به فضاهای مجاور دیوارهای محل عبور دودکش‌ها، مورد توجه قرار گیرد و پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از این خطر در هنگام طراحی دودکش‌ها به‌عمل آید.

**۱۷-۳-۷-۲** در صورت استفاده از دودکش مشترک، لازم است طراحی دودکش‌های مشترک، اجرا و آزمایش‌های نهایی آنها و همچنین کلیه موارد مرتبط با دودکش‌های مشترک توسط افراد ذیصلاح و براساس اصول مهندسی و این مقررات انجام و کنترل گردد.

### ۱۷-۳-۸ سایر موارد

در گرمابه‌های عمومی باید با دودبند کردن مسیر دود (از جمله گربه‌روها) و همچنین کف نمره‌ها از نفوذ احتمالی گازهای حاصل از احتراق به‌فضای داخلی گرمابه‌ها پیشگیری گردد. قبل از بهره‌برداری، دودبند بودن این مسیرها باید مورد آزمایش قرار گیرد.

# ۴-۱۷ طراحی سیستم لوله‌کشی گاز و انتخاب مصالح

## ۱-۴-۱۷ طراحی سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها

### ۱-۱-۴-۱۷ انتخاب مسیر لوله‌کشی گاز

الف) لولهٔ گاز باید از ایمن‌ترین مسیر عبور نماید.

ب) لولهٔ گاز باید از کوتاهترین مسیر ممکن عبور نماید.

پ) بخش‌های مشترک لوله‌کشی گاز واحدهای مسکونی مانند رایزرها نباید از داخل ملک خصوصی عبور نماید.

ت) مسیر لولهٔ گاز باید به‌نحوی انتخاب گردد که هیچ‌گونه صدمه‌ای به‌سازهٔ اصلی ساختمان وارد ننماید.

### ۲-۱-۴-۱۷ تهیه نقشه‌های سیستم لوله‌کشی

برای تهیه نقشه‌های سیستم لوله‌کشی گاز باید اطلاعات و مدارک زیر تهیه شود:

الف) نقشهٔ لوله‌کشی گاز در پلان محوطه و طبقاتی که در آنها لولهٔ گاز کشیده خواهد شد، (اعم از زیرزمین، همکف یا طبقات بالاتر) به‌اضافهٔ محل قرارگیری دودکش‌ها با ذکر مشخصات آن (طول، قطر، جنس و نوع).

ب) نقشهٔ ایزومتریک با ذکر طول و قطر لوله‌ها بر روی آن.

پ) زیربنا یا فضای مفید ساختمان به‌متر مربع و مقدار مصرف گاز هریک از وسایل گازسوزی که به‌این سیستم لوله‌کشی متصل می‌شود و یا در آینده متصل خواهد شد برحسب مترمکعب گاز یا کیلوکالری در ساعت.

ت) کروکی محل ملک مورد تقاضا، که باید در زیر برگ تقاضا با ذکر نشانی و تعیین موقعیت نسبت به‌معابر اصلی ترسیم شود.

ث) فهرست اجناس مصرفی با ذکر استانداردهای مربوطه و مقدار آن در جدولی که باید در سمت راست قسمت بالای نقشه آورده شود.

ج) مقیاس نقشه‌ها نباید از ۱۰۰ : ۱ کوچکتر باشد.

***تذکر:*** واحدهای اندازه‌گیری کلیه ابعاد در این مبحث در سیستم متریک می‌باشد. در مورد قطر لوله‌ها اندازه به‌اینچ و در مورد فشار مقادیر به‌پوند بر اینچ مربع در پرانتز آورده می‌شوند. نمونه نقشه لوله‌کشی گاز در پیوست ۲ ارایه شده است.

### ۱۷-۴-۱-۳ انتخاب قطر لولهٔ گاز

قطر لوله‌های گاز باید به‌اندازه‌ای باشد که بتواند گاز کافی را برای حداکثر مصرف دستگاه یا دستگاه‌های گازسوز مربوطه تأمین نماید، بدون اینکه بین رگولاتور و وسایل گازسوز افت فشاری بیش از ۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب به‌وجود آید.

### ۱۷-۴-۱-۴ اطلاعات مورد نیاز برای محاسبهٔ قطر لولهٔ گاز

**الف)** حداکثر افت فشار مجاز بین رگولاتور و دستگاه‌های گازسوز(۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب)

**ب)** حداکثر مقدار گاز مصرفی مورد نظر در طرح

**پ)** طول لوله‌کشی

**ت)** چگالی گاز

### ۱۷-۴-۱-۵ حداکثر قطر اسمی مجاز

حداکثر قطر اسمی مجاز لوله‌کشی گاز مصرفی با فشار ۱۷۶ میلی‌متر ستون آب، ۱۰۰ میلی‌متر (۴ اینچ) می‌باشد.

### ۱۷-۴-۱-۶ مقدار برآورد مصرف گاز

مقدارمصرف گاز برای هرطرح، برابر جمع مصارف ساعتی کلیه دستگاه‌های گازسوز می‌باشد.

الف) مصارف دستگاه‌های گازسوز متداول خانگی و تجاری از جدول ۱۷-۴-۴ استخراج شود.

ب) مصرف گاز دستگاه‌های گازسوز ویژه‌ای که در جدول ذکر نگردیده براساس مشخصات فنی داده شده توسط سازنده تعیین می‌شود.

### ۱۷-۴-۱-۷ تعیین طولانی‌ترین مسیر

طولانی‌ترین مسیر باید از نقطهٔ خروجی رگولاتور تا دورترین نقطهٔ مصرف گاز در ساختمان اندازه‌گیری شود.

### ۱۷-۴-۱-۸ تعیین قطر لولهٔ گاز

**الف) تعیین ردیف مربوط به‌طولانی‌ترین مسیر:** در جدول ۱۷-۴-۲ ردیف مربوط به‌طول تعیین‌شده در بند ۱۷-۴-۱-۷ را که طول دورترین نقطهٔ مصرف از محل نقطهٔ خروجی رگولاتور می‌باشد، باید انتخاب نمود (در صورتی‌که این طول دقیقاً در جدول ذکر نشده باشد، طول بزرگتر بعدی باید در نظر گرفته شود). باید توجه داشت که برای تعیین اندازهٔ قطر لولهٔ قسمت‌های مختلف این سیستم فقط باید طول فوق را مبنای محاسبه قرار داد، لذا باید همین سطر انتخاب‌شده در جدول را برای تعیین قطر قسمت‌های دیگر لوله‌کشی نیز به‌کار برد.

**ب)** برای تعیین قطر لوله تا محل اولین انشعاب، حداکثر مصرف گاز به‌دست آمده از جدول ۱۷-۴-۴ و طبق بند ۱۷-۴-۱-۷ را در سطر مربوط به طولانی‌ترین مسیر در جدول پیدا می‌کنیم (در صورتی‌که این میزان مصرف در جدول موجود نباشد نزدیکترین عدد بالاتر در همین ردیف را در نظر می‌گیریم).

**پ)** قطر نشان داده شده در بالای ستون مربوط به‌مصرف به‌دست آمده از بند (ب)، اندازهٔ این بخش از سیستم لوله‌کشی گاز می‌باشد.

**ت)** قطر بقیه بخش‌های سیستم لوله‌کشی با منظور نمودن باقیمانده مصارف در همان ردیف به‌روش فوق از جدول به‌دست می‌آید.

**ث)** قطر لولهٔ اصلی و اندازهٔ شیر اصلی، حداقل ۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ) در نظر گرفته شود. (منظور از لولهٔ اصلی از خروجی کنتور تا اولین سه‌راهی می‌باشد).

**ج)** قطر لوله رابط بین کنتور و رگولاتور از جدول طراحی محاسبه گردیده و نباید از ۱ اینچ کمتر باشد، در محل اتصال به‌رگولاتور قطر ابتدای لوله رابط متناسب با اندازهٔ خروجی رگولاتور تعیین می‌شود.

***تبصره:*** چنانچه چگالی گاز مورد استفاده از ۰/۶۵ تغییر نماید باید از ضرایب تصحیح در جدول ۱۷-۴-۳ استفاده شود.

نمونهٔ محاسبات انتخاب و تعیین اندازهٔ قطر لـولهٔ گاز در پیوست پ-۲-۱ ارایه شـده است.

## ۱۷-۴-۲ الزامات نصب اجزای سیستم لوله‌کشی گاز

### ۱۷-۴-۲-۱ لوله‌کشی رابط (لوله‌کشی بین رگولاتور و کنتور)

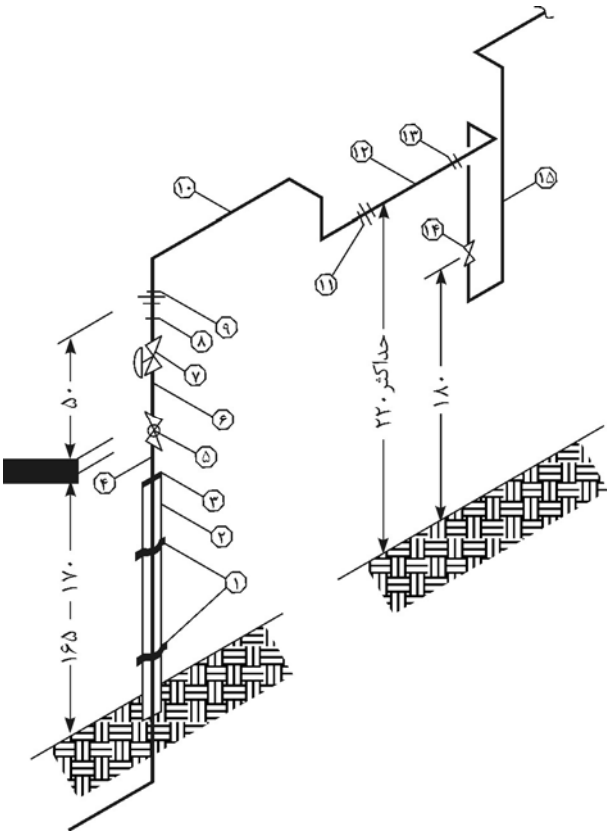
**الف)** ابتدای لوله‌کشی رابط باید در نزدیکترین نقطه به‌انتهای علمک باشد.

۱) فاصلهٔ مناسب باید از شرکت گاز ناحیه استعلام گردد.

۲) اندازه‌های لوله‌کشی رابط باید مطابق (۱۷-۴-۱-۸-ج) تعیین گردد.

**ب)** لوله‌کشی رابط باید کوتاهترین مسیر را داشته، روی کار اجرا شده و در معرض دید باشد.

**پ)** مسیر عبور لوله‌کشی رابط در خارج از ملک نباید در محل ناامن و در معرض آسیب قرار گیرد.




۱- بست علمک
۲- لوله غلاف
۳- لاستیک عایق
۴- لولهٔ گاز شبکه شهری
۵- شیر قفلی
۶- نیپل
۷- رگولاتور
۸- مغزی
۹- مهره و ماسوره
۱۰- لوله‌کشی رابط
۱۱- مهره و ماسوره
۱۲- لولهٔ جانشین کنتور
۱۳- بوشن
۱۴- شیر اصلی
۱۵- لولهٔ گاز ساختمان

**شکل ۱۷-۴-۱-۲** نمونه تعیین محل نصب کنتور گاز و لولهٔ رابط.

**ت)** در ابتدای لوله رابط انشعاب‌هایی که بیش از یک متقاضی را تغذیه می‌کند (بعد از رگولاتور)، نصب شیر قفل‌شونده برای هر مشترک الزامی است.

### ۱۷-۴-۲-۲ کلکتور

**الف)** کلکتور باید با استفاده از اتصالات استاندارد ساخته شود.

**ب)** اخذ انشعابات به‌صورت مستقیم بدون استفاده از اتصالات استاندارد از لولهٔ کلکتور ممنوع است.

**پ)** قطر کلکتور نباید از قطر لولهٔ اصلی کمتر باشد.

### ۳-۲-۴-۱۷ کنتور

**الف)**کنتور باید در داخل محدودهٔ ملک مشترک و نزدیکترین نقطه به‌درب ورودی ساختمان یا واحد مسکونی قرار گیرد.

**ب)** کنتور را باید در جایی نصب کرد که در معرض جریان هوا باشد. در صورت وجود جریان هوای دایمی، کنتورهای مستقل آپارتمان‌ها را می‌توان در پاگرد پله‌ها نصب نمود.

**پ)** روی انشعابات اخذشده از کلکتور، کنتورها باید در نزدیکترین محل ممکن به‌کلکتور و در یک محل به‌صورت مجتمع نصب گردند به‌طوری که قرائت کنتورها به راحتی امکان‌پذیر باشد.

**ت)** کنتور باید طوری نصب شود که در معرض صدمات فیزیکی قرار نداشته باشد.

**ث)** کنتور نباید در محل‌هایی که امکان بروز و تشدید آتش‌سوزی دارد، نصب گردد.

**ج)** کنتور باید در مکان و وضعیتی نصب گردد که به‌راحتی قابل خواندن و دسترسی برای تعمیر و سرویس باشد.

**چ)** فاصلهٔ کنتور از سیم‌های برق که روی کار نصب شده‌اند باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر و از کنتور برق ۵۰ سانتی‌متر باشد.

**ح)** فاصلهٔ کنتور از منابع تولید اشتعال از قبیل کوره و آبگرمکن باید حداقل یک متر باشد.

**خ)** قطر و طول لوله جانشین کنتور باید با هماهنگی شرکت گاز ناحیه که تأمین‌کنندهٔ کنتور می‌باشد تعیین گردد.

**د)** ارتفاع لوله جانشین کنتور تا کف زمین باید ۱۸۰ سانتی‌متر باشد. در صورت عدم امکان، افزایش ارتفاع تا ۲۲۰ سانتی‌متر بلامانع می‌باشد.

### ۴-۲-۴-۱۷ شیرها

**الف)**شیرهایی که در لوله‌کشی گاز به‌کار می‌روند باید از نوع ربع گرد توپکی باشد.

**ب)** قطر شیرهای فرعی باید با قطر لولهٔ گاز ورودی هر آپارتمان یکسان باشد.

**پ)** اگر ملکی دارای چند ساختمان مجزا باشد، هر ساختمان به‌غیر از شیر قطع‌کنندهٔ اصلی باید یک شیر مستقل قطع‌کننده داشته باشد.

**ت) شیر اصلی مصرف:** باید بلافاصله بعد از کنتور و در ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متری از کف زمین نصب شود.

**ث) شیرهای فرعی:**

**۱)** ***شیر واحد مسکونی:*** در ساختمان‌های دارای بیش از یک واحد مسکونی، باید بر روی لولهٔ انشعاب هر واحد که از لوله‌های اصلی منشعب می‌گردد، در محل یا ارتفاع مناسبی که در معرض صدمات

فیزیکی نباشد ولی قابل دسترسی برای ساکنین آن ساختمان باشد (در حدود ۱۸۰ سانتی‌متر)، برای قطع سریع و کامل جریان گاز نصب شود.

**۲)** ***شیر فرعی انشعابات رایزری (بالارونده):*** باید در ابتدای انشعاباتی که بیش از یک مصرف‌کننده دارند نصب شود.

**۳)** ***شیر مصرف دستگاه گازسوز:*** در انتهای انشعاب لوله‌کشی برای هر دستگاه گازسوز باید یک شیر مصرف نصب شود. قطر شیر مصرف تا ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) هم‌اندازه انشعاب و بالاتر از آن می‌تواند طبق بند ۱۷-۵-۲-۳-ب اجرا شود.

**ج) الزامات نصب شیر مصرف دستگاه‌های گازسوز**

۱) فاصلهٔ نصب شیر مصرف از زمین و از دستگاه‌های گازسوز باید مطابق با جدول (۱۷ـ۴ـ۱) باشد.

۲) محور لولهٔ شیر تمام دستگاه‌های گازسوز باید افقی، موازی دیوار و در جهت دستگاه گازسوز باشد، استثنائاً شیرهای روشنایی می‌توانند قائم نصب گردند.

۳) فاصلهٔ شیر چراغ روشنایی باید حداقل از سقف ۸۰ سانتی‌متر و از کف ۱۷۰ سانتی‌متر باشد.

### ۱۷-۴-۲-۵ نقاط انتهایی لوله‌کشی

نقاط انتهایی نباید در پشت درها و دستگاه‌های گازسوز واقع شود.

## ۱۷-۴-۳ توسعهٔ سیستم لوله‌کشی گاز موجود خانگی

اضافه نمودن هرگونه انشعاب جدید به‌سیستم لوله‌کشی گاز موجود باید با اطلاع و اجازهٔ قبلی شرکت گاز ناحیه، تحت نظارت مهندس ناظر و براساس این مقررات انجام گیرد.

**جدول ۱۷-۴-۱** فاصلهٔ نصب شیر مصرف دستگاه گازسوز

| دستگاه گازسوز | فاصلهٔ شیر از کف (سانتی‌متر) | فاصلهٔ شیر از دستگاه گازسوز (سانتی‌متر) |
|---|---|---|
| آبگرمکن دیواری | ۱۲۰ الی ۱۵۰ | — |
| آبگرمکن زمینی | ۳۰ الی ۴۰ | ۳۰ (از بدنهٔ آبگرمکن) |
| اجاق گاز | ۹۰ الی ۱۱۰ | ۱۰ الی ۳۰ (از بدنه) |
| بخاری | ۳۰ الی ۴۰ | حداقل ۲۰ (از بدنه) |
| دیگ‌های حرارتی | ۳۰ الی ۶۰ | ۵۰ الی ۷۰ (از مشعل) |
| بخاری دیواری | ۱۱۰ الی ۱۲۰ | ۲۰ (از بدنه) |
| روشنایی | ۱۷۰ الی ۱۸۰ | — |
| شومینه | ۳۰ الی ۴۰ | ۸۰ الی ۱۲۰ (از دودکش)<br>۳۰ (از دیوار شومینه) |

**جدول ۱۷-۴-۲** حداکثر ظرفیت لوله‌های فولادی به‌مترمکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۱۷۶ میلی‌متر ستون آب و افت فشار ۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب و چگالی ۰/۶۵*

| طول لوله (متر) | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱/۲ | ۳/۴ | ۱ | ۱ ۱/۴ | ۱ ۱/۲ | ۲ | ۲ ۱/۲ | ۳ | ۴ |
| ۲ | ۵/۹ | ۱۲/۳ | ۲۳/۳۰ | ۴۷/۹ | ۷۲/۰ | ۱۳۸/۳ | ۲۲۰/۰ | ۳۹۰/۷ | ۸۰۱/۹ |
| ۴ | ۴/۰ | ۸/۵ | ۱۶/۰ | ۳۲/۹ | ۴۹/۴ | ۹۵/۱ | ۱۵۱/۲ | ۲۶۸/۵ | ۵۵۱/۱ |
| ۶ | ۳/۲ | ۶/۸ | ۱۲/۹ | ۲۶/۴ | ۳۹/۷ | ۷۶/۴ | ۱۲۱/۵ | ۲۱۵/۷ | ۴۴۲/۸ |
| ۸ | ۲/۸ | ۵/۸ | ۱۱/۰ | ۲۲/۶ | ۳۴/۰ | ۶۵/۴ | ۱۰۴/۰ | ۱۸۴/۷ | ۳۷۹/۱ |
| ۱۰ | ۲/۴ | ۵/۰ | ۹/۶ | ۱۹/۷ | ۲۹/۶ | ۵۶/۹ | ۹۰/۴ | ۱۶۰/۶ | ۳۲۹/۷ |
| ۱۲ | ۲/۲ | ۴/۷ | ۸/۸ | ۱۸/۱ | ۲۷/۳ | ۵۲/۵ | ۸۳/۴ | ۱۴۸/۲ | ۳۰۴/۳ |
| ۱۴ | ۲/۰ | ۴/۳ | ۸/۱ | ۱۶/۷ | ۲۵/۰ | ۴۸/۲ | ۷۶/۶ | ۱۳۶/۱ | ۲۷۹/۴ |
| ۱۶ | ۱/۹ | ۴/۰ | ۷/۵ | ۱۵/۵ | ۲۳/۳ | ۴۴/۸ | ۷۱/۳ | ۱۲۶/۷ | ۲۶۰/۰ |
| ۱۸ | ۱/۸ | ۳/۷ | ۷/۱ | ۱۴/۶ | ۲۱/۹ | ۴۲/۲ | ۶۷/۱ | ۱۱۹/۳ | ۲۴۴/۸ |
| ۲۰ | ۱/۷ | ۳/۵ | ۶/۷ | ۱۳/۸ | ۲۰/۷ | ۳۹/۸ | ۶۳/۳ | ۱۱۲/۵ | ۲۳۱/۰ |
| ۲۲ | ۱/۶ | ۳/۳ | ۶/۳ | ۱۳/۱ | ۱۹/۶ | ۳۷/۸ | ۶۰/۱ | ۱۰۶/۸ | ۲۱۹/۲ |
| ۲۴ | ۱/۵ | ۳/۲ | ۶/۱ | ۱۲/۵ | ۱۸/۷ | ۳۶/۱ | ۵۷/۴ | ۱۰۱/۹ | ۲۰۹/۲ |
| ۲۶ | ۱/۴ | ۳/۱ | ۵/۸ | ۱۲/۰ | ۱۸/۰ | ۳۴/۶ | ۵۵/۱ | ۹۷/۹ | ۲۰۰/۹ |
| ۲۸ | ۱/۴ | ۲/۹ | ۵/۵ | ۱۱/۴ | ۱۷/۲ | ۳۳/۱ | ۵۲/۶ | ۹۳/۶ | ۱۹۱/۰ |
| ۳۰ | ۱/۳ | ۲/۸ | ۵/۳ | ۱۱/۰ | ۱۶/۶ | ۳۱/۹ | ۵۰/۸ | ۹۰/۲ | ۱۸۵/۱ |
| ۳۵ | ۱/۲ | ۲/۶ | ۴/۹ | ۱۰/۲ | ۱۵/۳ | ۲۹/۴ | ۴۶/۸ | ۸۳/۱ | ۱۷۰/۶ |
| ۴۰ | ۱/۱ | ۲/۴ | ۴/۶ | ۹/۴ | ۱۴/۱ | ۲۷/۱ | ۴۳/۳ | ۷۶/۹ | ۱۵۷/۹ |
| ۴۵ | ۱/۱ | ۲/۲ | ۴/۳ | ۸/۸ | ۱۳/۳ | ۲۵/۵ | ۴۰/۶ | ۷۲/۲ | ۱۴۸/۱ |
| ۵۰ | ۱/۰ | ۲/۱ | ۴/۱ | ۸/۴ | ۱۲/۶ | ۲۴/۳ | ۳۸/۶ | ۶۸/۷ | ۱۴۱/۰ |
| ۵۵ | ۰/۹۹ | ۲/۰ | ۳/۹ | ۸/۰ | ۱۲/۰ | ۲۳/۱ | ۳۶/۷ | ۶۵/۲ | ۱۳۳/۹ |
| ۶۰ | ۰/۹۴ | ۱/۹ | ۳/۷ | ۷/۶ | ۱۱/۵ | ۲۲/۱ | ۳۵/۱ | ۶۲/۴ | ۱۲۸/۱ |
| ۷۰ | ۰/۸۵ | ۱/۸ | ۳/۳ | ۶/۹ | ۱۰/۴ | ۲۰/۰ | ۳۱/۸ | ۵۶/۵ | ۱۱۶/۱ |
| ۸۰ | ۰/۸۰ | ۱/۶ | ۳/۱ | ۶/۵ | ۹/۷ | ۱۸/۸ | ۲۹/۸ | ۵۳/۱ | ۱۰۸/۹ |
| ۹۰ | ۰/۷۵ | ۱/۵ | ۲/۹ | ۶/۱ | ۹/۱ | ۱۷/۶ | ۲۸/۰ | ۴۹/۷ | ۱۰۲/۰ |
| ۱۰۰ | ۰/۷۱ | ۱/۴ | ۲/۸ | ۵/۷ | ۸/۶ | ۱۶/۶ | ۲۶/۴ | ۴۷/۰ | ۹۶/۵ |
| ۱۲۰ | ۰/۶۴ | ۱/۳ | ۲/۵ | ۵/۲ | ۷/۸ | ۱۵/۰ | ۲۳/۹ | ۴۲/۵ | ۸۷/۳ |
| ۱۵۰ | ۰/۵۷ | ۱/۲ | ۲/۲ | ۴/۶ | ۶/۹ | ۱۳/۳ | ۲۱/۲ | ۳۷/۷ | ۷۷/۵ |
| ۲۰۰ | ۰/۴۹ | ۱/۰ | ۱/۹ | ۳/۹ | ۵/۹ | ۱۱/۴ | ۱۸/۱ | ۳۲/۲ | ۶۶/۲ |
| ۲۵۰ | ۰/۴۳ | ۰/۹۱ | ۱/۷ | ۳/۵ | ۵/۲ | ۱۰/۱ | ۱۶/۱ | ۲۸/۶ | ۵۸/۸ |
| ۳۰۰ | ۰/۳۹ | ۰/۸۲ | ۱/۵ | ۳/۱ | ۴/۷ | ۹/۲ | ۱۴/۶ | ۲۵/۹ | ۵۳/۲ |

* برای سایر چگالی‌ها باید ظرفیت لوله‌ها را در ضرایب جدول (۱۷-۴-۳) ضرب نمود.

**جدول ۱۷-۴-۳** ضرایب تصحیح برای چگالی‌های مختلف گاز طبیعی

| چگالی | ضریب | چگالی | ضریب |
|---|---|---|---|
| ۰/۵۰ | ۱/۱۵ | ۰/۷۵ | ۰/۹۳ |
| ۰/۵۵ | ۱/۰۸ | ۰/۸۰ | ۰/۹۰ |
| ۰/۶۰ | ۱/۰۴ | ۰/۸۵ | ۰/۸۷ |
| ۰/۶۵ | ۱ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ |
| ۰/۷۰ | ۰/۹۶ | ۱ | ۰/۸۰ |

**جدول ۱۷-۴-۴** مقدار تقریبی مصرف تعدادی از دستگاه‌های گازسوز

| دستگاه گازسوز | مقدار تقریبی مصرف (مترمکعب در ساعت ) |
|---|---|
| آبگرمکن فوری | ۲/۵ |
| آبگرمکن مخزن‌دار | ۱/۵ |
| اجاق گاز خانگی (۵ شعلهٔ فردار) | ۰/۷ |
| اجاق گاز تجاری | ۲/۵-۴ |
| بخاری خانگی | ۰/۶ |
| کباب‌پز و پلوپز خانگی | ۰/۳ |
| پلوپز تجاری | ۲/۵-۴ |
| روشنایی | ۰/۱ |
| شومینه | ۰/۳ |

۱- مصرف گاز برای گرمایش استخر، سونا، جکوزی و ..... براساس دفترچه محاسبات، تعیین گردد.

۲- مصرف وسایل گازسوزی که در جدول ذکر نشده‌اند براساس محاسبات و مشخصات فنی سازنده تعیین شوند.

۳- مصرف گاز مشعل‌های حرارت مرکزی براساس متوسط هر ۱۰۰ متر مربع زیربنای مفید حرارتی، ۱/۵ مترمکعب در ساعت منظور گردد. در نقاط سردسیر یا گرمسیر این عدد باید براساس محاسبات تبادل حرارتی ساختمان محاسبه و تعیین شود.

## ۱۷-۴-۴ مشخصات مواد و مصالح مصرفی

### ۱۷-۴-۴-۱ لوله‌ها

**الف) لوله‌های فولادی**

۱) لوله‌های مورد استفاده در لوله‌کشی گاز باید از جنس فولاد سیاه باشد و می‌تواند بدون درز یا با درز باشد و کلیه مشخصات آنها از نظر ساخت، مواد، ابعاد، وزن، آزمایش‌ها و رواداری‌ها (تلرانس) با

**استاندارد ملّی شمارهٔ ۳۳۶۰** و یا API 5L و یا DIN 2440 و یا معادل آنها مطابقت داشته باشد [طبق جدول‌های (۱۷-۴-۵-۱ و۲ و ۳)] و سطح بیرونی لوله‌ها باید صاف و هموار و سطح درونی لوله‌ها باید متناسب با فرآیند ساخت باشد.

*تبصره:* منظور از **استاندارد معادل** استانداردی است که از نظر مشخصات، مقاومت‌های مکانیکی و شیمیایی و اندازه، مشابه استانداردهای مقررشده و مورد تأیید باشد.

**ب) لوله‌های مسی**

استفاده از لوله‌های مسی با طول حداکثر ۱/۵ متر برای اتصال سیستم لوله‌کشی به‌دستگاه‌های گازسوز ثابت با رعایت کلیه اصول ایمنی مجاز است.

۱) لوله‌های مسی باید در محل‌هایی نصب گردد که از صدمات احتمالی مصون بوده و با استفاده از بست‌های مناسب روی دیوار مهار گردد.

۲) لوله‌های مسی مورد مصرف باید با استانداردهای بین‌المللی (ASTM B ۸۸-۲۰۰۵) و با جدول (۱۷ـ ۴-۶) ا ز نوع A و B که ضخامت دیوارهٔ لوله‌ها و وزن اندازه‌های مختلف آن داده شده، مطابقت داشته باشد.

**پ) لوله‌های قابل انعطاف (شیلنگ) برای اتصال وسایل گازسوز**

۱) از این لوله جهت اتصال دستگاه‌های گازسوز خانگی به‌سیستم لوله‌کشی‌گاز استفاده می‌شود.

۲) جنس این لوله **(طبق استاندارد ملّی شماره ۷۷۴)** باید از نوع لاستیک مصنوعی تقویت‌شده تا قطر حداکثر ۱۶ میلی‌متر که جدار داخلی آن با لایه‌ای از مصالح مقاوم در مقابل گاز و مواد نفتی، تقویت شده باشد.

۳) حداکثر طول لولهٔ لاستیکی برای اتصال وسایل گازسوز به‌لوله‌کشی گاز (*شیر مصرف*) باید۱۲۰ سانتی‌متر باشد.

۴) در صورت نیاز به‌شیلنگ‌های با قطر بالاتر از ۱۶ میلی‌متر باید از شیلنگ‌های استاندارد فشار قوی و مخصوص گاز استفاده شود.

### ۱۷-۴-۴-۲ اتصالات فولادی

الف) اتصالات نوع جوشی

در اجرای لوله‌کشی گاز چنانچه لوله‌کشی توکار باشد باید از اتصالات جوشی فولادی بدون درز براساس **استاندارد ملّی شماره ۳۰۷۶** استفاده گردد و در صورتی که لوله‌کشی روکار باشد می‌توان از اتصالات جوشی درزدار JIS به‌شمار B۲۳۱۱ یا معادل آن استفاده کرد.

ب) اتصالات دنده‌ای

در صورت استفاده از اتصالات دنده‌ای، طبق شرایط جدول ۱۷-۴-۵-۴ ، این اتصالات باید از نوع فولادی مطابق **استاندارد ملّی شماره ۱۷۹۸** باشند.

### ۱۷-۴-۴-۳ شیرها

**الف)**شیرهایی که در سیستم لوله‌کشی گاز استفاده می‌شود، تا قطر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) باید از نوع برنجی و ربع‌گرد توپکی و دنده‌ای طبق **استاندارد ملّی شماره ۴۰۴۷** و برای قطرهای بالاتر از ۵۰ میلی‌متر باید از نوع فولادی ربع‌گرد توپکی فلنجی، جوشی و یا دنده‌ای طبق استاندارد شرکت ملّی گاز ایران به شماره (۱۹۹۴) IGS-MS-PL-010 باشد.

**ب)** دستهٔ شیر باید به‌وسیلهٔ پیچ و مهره بر روی شیر ثابت شده باشد، به‌طوری که به‌آسانی نتوان این دسته را از شیر جدا نمود.

**پ)** شیر باید در حالت بسته در مقابل فشار هوای ۰/۷ بار (۱۰ پوند بر اینچ مربع) کاملاً غیرقابل نشت باقی بماند.

### ۱۷-۴-۴-۴ علامت‌گذاری

روی هر قطعه از لوله، اتصالات، شیرها و دیگر اجزای لوله‌کشی گاز باید علامت کارخانهٔ سازنده و استاندارد ساخت و کلمهٔ گاز، به‌صورت ریختگی یا رنگ پاک‌نشدنی نقش شده باشد.

### ۱۷-۴-۴-۵ الکترودها

**الف)**الکترودهای مصرفی در جوشکاری باید برطبق استانداردهای AWS/ASME SFA5.1 یا معادل آن باشد.

برای جوشکاری لوله با قطرهای زیر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) می‌توان از الکترودهای با شمارهٔ E6010 یا E6013 استفاده نمود. ولی برای جوشکاری لوله‌های با قطر۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) و بالاتر، فقط استفاده از الکترود E6010 مجاز می‌باشد.

**ب)** روی جعبهٔ الکترود باید نام سازنده، شماره الکترود، قطر الکترود، محدودهٔ آمپر و ولتاژ مصرفی و تاریخ ساخت ذکر شده باشد.

**پ)** استفاده از الکترودهای فاسدشده یا الکترودهایی که پوشش آنها یکنواخت نبوده و در هنگام مصرف دچار ریزش شود و یا باعث بدسوزی، قطع و وصل جریان برق یا انحراف قوس الکتریکی شود مجاز نیست.

### ۱۷-۴-۴-۶ مواد عایق‌کاری (مواد پوششی)

مواد عایق‌کاری برای لوله‌کشی‌هایی که توی کار نصب‌شده و یا در زیر زمین قرار می‌گیرند شامل نوارهای کارسرد و رنگ (پرایمر) سازگار با آن می‌باشد. در انتخاب نوار و پرایمر توجه به‌نکات زیر الزامی است:

**الف)** نوار و پرایمر باید ساخت یک سازنده و از نظر همخوانی مواد شیمیایی آنها باید مورد تأیید کارخانهٔ سازنده باشد.

**ب)** نوارهای مورد استفاده باید نو باشد. استفاده از نوارهای مستعمل، معیوب، دارای خراش، سوراخ یا تاریخ گذشته مجاز نیست.

**پ)** استفاده از پرایمرهای متفرقه، فاسدشده یا تاریخ گذشته مجاز نیست.

**ت)** برای نوارپیچی لوله‌های با قطر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) باید از نوار با عرض ۵۰ میلی‌متر و برای نوارپیچی لوله‌های با قطر بالاتر از ۵۰ میلی‌متر از نوار با عرض ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شود.

**ث)** ضخامت نوار باید حداقل ۰/۵ میلی‌متر و ضخامت لایهٔ چسبی آن حداقل ۰/۲ میلی‌متر باشد.

**ج)** در صورت استفاده از نوار نرم مخصوص نوارپیچی سرجوش‌ها و اتصالات باید ضخامت نوار حداقل ۰/۸ میلی‌متر و ضخامت لایه چسبی آن ۰/۶ میلی‌متر باشد.

**چ)** میزان چسبندگی نوار به‌لوله باید حداقل برابر با ۱/۵ کیلوگرم به‌ازای هر سانتی‌متر عرض نوار باشد.

**ح)** میزان چسبندگی نوار به‌نوار باید حداقل برابر با ۰/۵ کیلوگرم به‌ازای هر سانتی‌متر عرض نوار باشد.

### ۱۷-۴-۴-۷ مواد آب‌بندی اتصالات دنده‌ای

**الف)** برای آب‌بندی اتصالات دنده‌ای لوله‌های گاز باید روی دنده‌های خارجی لوله یا وسایل اتصال را به اندازهٔ کافی نوار آب‌بندی (تفلون) پوشانید.

**ب)** به‌کار بردن نخ‌های کنفی با خمیر و سایر مواد، مجاز نیست.

### ۱۷-۴-۴-۸ مصالح مستعمل

استفادهٔ مجدد از لوله، اتصالات و شیرهایی که قبلاً در لوله‌کشی گاز از آنها استفاده شده است، بدون حصول اطمینان از سلامت و کارآیی آنها و تأیید مهندس ناظر ممنوع است.

## جدول‌های ۱۷-۴-۵ جدول‌های مشخصات لوله و اتصالات فولادی

**جدول ۱۷-۴-۵-۱** ابعاد و وزن لوله‌ها

| قطر اسمی | | قطر خارجی | ضخامت لوله | وزن (کیلوگرم |
|---|---|---|---|---|
| سیستم متریک | سیستم اینچی | (میلی‌متر) | (میلی‌متر) | بر متر طول) |
| ۱۵ | $\frac{۱}{۲}$ | ۲۱/۳ | ۲/۶۵ | ۱/۲۲ |
| ۲۰ | $\frac{۳}{۴}$ | ۲۶/۶ | ۲/۶۵ | ۱/۵۸ |
| ۲۵ | ۱ | ۳۳/۷ | ۳/۲۵ | ۲/۴۴ |
| ۳۲ | $۱\frac{۱}{۴}$ | ۴۲/۴ | ۳/۲۵ | ۳/۱۴ |
| ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ | ۴۸/۳ | ۳/۲۵ | ۳/۶۱ |
| ۵۰ | ۲ | ۶۰/۳ | ۳/۶۵ | ۵/۱۰ |
| ۶۵ | $۲\frac{۱}{۲}$ | ۷۶/۱ | ۳/۶۵ | ۶/۵۱ |
| ۸۰ | ۳ | ۸۸/۹ | ۴/۰۵ | ۸/۴۷ |
| ۱۰۰ | ۴ | ۱۱۴/۳ | ۴/۵ | ۱۲/۱ |

۱- قطر اسمی لوله فقط به‌عنوان شناسه به‌کار می‌رود.

۲- رواداری (تلرانس) وزن نسبت به‌وزن اسمی لوله ۱۰٪ ± می‌باشد.

۳- حد پایین رواداری ضخامت لوله به‌طور میانگین ۱۲/۵٪ - ضخامت می‌باشد. این حد برای اندازه‌گیری‌های جداگانه می‌تواند حداکثر ۱۵٪- ضخامت باشد مشروط بر آنکه نقاط اندازه‌گیری بر روی طول لوله به‌فواصل بیشتر از ۲ برابر قطر خارجی لوله نباشد. حد بالای رواداری براساس رواداری وزن تعیین می‌شود.

**جدول ۱۷-۴-۵-۲** رواداری قطر خارجی لوله‌های فولادی برحسب میلی‌متر

| قطر اسمی | قطر خارجی (میلی‌متر) | |
|---|---|---|
| | حداقل | حداکثر |
| ۱۵ | ۲۱/۰ | ۲۱/۸ |
| ۲۰ | ۲۶/۵ | ۲۷/۳ |
| ۲۵ | ۳۳/۳ | ۳۴/۲ |
| ۳۲ | ۴۲/۰ | ۴۲/۹ |
| ۴۰ | ۴۷/۹ | ۴۸/۸ |
| ۵۰ | ۵۹/۷ | ۶۰/۸ |
| ۶۵ | ۷۵/۳ | ۷۶/۶ |
| ۸۰ | ۸۸/۰ | ۸۹/۵ |
| ۱۰۰ | ۱۱۳/۱ | ۱۱۵/۰ |

**جدول ۱۷-۴-۵-۳** تطابق قطر اسمی لوله‌های فولادی برحسب میلی‌متر، اینچ و اندازهٔ رایج در بازار ایران

| قطر اسمی | | |
|---|---|---|
| سیستم متریک | سیستم اینچی | شناسهٔ رایج در بازار ایران |
| ۱۵ | $\frac{۱}{۲}$ | ۲ |
| ۲۰ | $\frac{۳}{۴}$ | ۲/۵ |
| ۲۵ | ۱ | ۳ |
| ۳۲ | $۱\frac{۱}{۴}$ | ۴ |
| ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ | ۵ |
| ۵۰ | ۲ | ۶ |
| ۶۵ | $۲\frac{۱}{۲}$ | ۷ |
| ۸۰ | ۳ | ۸ |
| ۱۰۰ | ۴ | ۱۰ |

**جدول ۱۷-۴-۵-۴** تعداد و طول دنده اتصالات فولادی دنده‌ای

| قطر اسمی (اینچ) | تعداد دنده | تعداد دندهٔ درگیر | طول قسمت دنده‌شده | |
|---|---|---|---|---|
| | | | میلی‌متر | اینچ |
| $\frac{۱}{۲}$ | ۱۰ | ۸ | ۱۹ | $\frac{۳}{۴}$ |
| $\frac{۳}{۴}$ | ۱۰ | ۸ | ۱۹ | $\frac{۳}{۴}$ |
| ۱ | ۱۰ | ۸ | ۱۹ | $\frac{۳}{۴}$ |
| $۱\frac{۱}{۴}$ | ۱۱ | ۹ | ۲۵ | ۱ |
| $۱\frac{۱}{۲}$ | ۱۱ | ۹ | ۲۵ | ۱ |
| ۲ | ۱۱ | ۹ | ۲۵ | ۱ |

**جدول ۱۷-۴-۶** ابعاد و وزن لوله‌های مسی

| قطر اسمی لوله | | قطر خارجی | | ضخامت دیواره | | | | وزن | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | نوع A | | نوع B | | نوع A | نوع B |
| اینچ | میلی‌متر | اینچ | میلی‌متر | اینچ | میلی‌متر | اینچ | میلی‌متر | کیلوگرم بر متر | کیلوگرم بر متر |
| $\frac{۱}{۴}$ | ۶ | ۰/۲۵ | ۶ | ۰/۰۳۰ | ۰/۸ | ۰/۰۲۷ | ۰/۷ | ۰/۱۱۷ | ۰/۱۰۴ |
| $\frac{۳}{۸}$ | ۱۰ | ۰/۳۷۵ | ۱۰ | ۰/۰۳۵ | ۰/۹ | ۰/۳۰ | ۰/۸ | ۰/۲۳۰ | ۰/۲۰۷ |
| $\frac{۱}{۲}$ | ۱۲ | ۰/۵ | ۱۲ | ۰/۰۴۷ | ۱/۲ | ۰/۰۳۵ | ۰/۹ | ۰/۳۶۴ | ۰/۲۸۰ |

# ۱۷-۵ اجرای سیستم لوله‌کشی گاز طبیعی

## ۱۷-۵-۱ کلیات

### ۱۷-۵-۱-۱ انشعاب‌های فرعی

تمام انشعاب‌های فرعی باید با استفاده از اتصالات استاندارد گرفته شود.

### ۱۷-۵-۱-۲ محفظه تجمع ذرات داخلی لوله

در مواردی که طول لولهٔ بالارونده ۱۵ متر یا بیشتر (ساختمان‌های ۵ طبقه یا بیشتر) باشد، باید در پایین‌ترین قسمت آن یک سه‌راهی نصب شود که طول قسمت پایین آن حداقل ۱۵ سانتی‌متر باشد تا ذرات داخل لوله در این محفظه جمع‌شده و باعث مسدود شدن مسیر نگردد. دهانهٔ زیر این سه‌راهی باید با درپوش از نوع جوشی مسدود شود.

### ۱۷-۵-۱-۳ پاک کردن لوله‌ها

چنانچه لوله در اثر عوامل جوی و ماندن در هوای آزاد دچار زنگ‌زدگی سطحی شده باشد، باید آنرا قبل‌از نصب با وسایل دستی یا ماشینی از جمله سنباده و برس‌سیمی کاملاً تمیز نمود.

### ۱۷-۵-۱-۴ خم کردن لوله

برای تغییر دادن مسیر مستقیم لوله‌های فولادی باید از اتصالات مناسب و استاندارد استفاده نمود، در صورتی که خم کردن لوله در محل نصب اجتناب‌ناپذیر باشد، رعایت شرایط زیر الزامی است:

**الف)** خم کردن لوله فقط باید با استفاده از دستگاه لوله خم‌کن انجام شود.

**ب)** خمیدگی لوله باید کاملاً صاف و عاری از هرگونه چین‌خوردگی، ترک‌خوردگی و یا سایر معایب مکانیکی باشد.

**پ)** خط جوش طولی در لوله‌های درزدار در محل خم باید روی یکی از سطوح جانبی خم و هرچه نزدیکتر به‌خط میانی این سطح قرار گیرد به‌طوری که کمترین تنش کششی و فشاری به‌آن وارد شود.

**ت)** قوس خمیدگی لوله نباید بیشتر از ۹۰ درجه باشد.

**ث)** شعاع انحنای قسمت داخلی خمیدگی نباید کمتر از ۶ برابر قطر خارجی لوله باشد.

**ج)** در قسمتی از لوله که خم می‌شود، نه تنها نباید هیچ‌گونه خط جوش محیطی وجود داشته باشد بلکه وسط خمیدگی لوله باید از نزدیکترین نقطهٔ اتصال آن لوله به لوله یا اتصال دیگر حداقل ۲۰ برابر قطر اسمی لوله فاصله داشته باشد.

## ۱۷-۵-۲ الزامات اجرای سیستم لوله‌کشی گاز

### ۱۷-۵-۲-۱ لولهٔ جانشین کنتور

در زمان اجرای سیستم لوله‌کشی گاز باید در محلی که برای نصب کنتور در نظر گرفته شده است، یک قطعه لوله با مهره و ماسوره یا فلنج روی سیستم لوله‌کشی نصب شود تا در زمان نصب کنتور در این محل، مشکلی از نظر لوله‌کشی پیش نیاید، (طبق شکل۱۷-۴-۱-۲) . به‌این قطعه، *لولهٔ جانشین کنتور* گفته می‌شود.

### ۱۷-۵-۲-۲ کلکتور

**الف)**کلکتور باید با استفاده از اتصالات استاندارد ساخته شود. اخذ انشعابات به‌صورت مستقیم بدون استفاده از اتصالات استاندارد از لولهٔ کلکتور ممنوع است.

**ب)** محل نصب کلکتور حتی‌الامکان در فضای باز و در هر حال باید دارای تهویهٔ طبیعی باشد.

**پ)** نصب شیر قفلی برنجی روی هر یک از انشعابات خروجی از کلکتور قبل از کنتور الزامی است.

### ۱۷-۵-۲-۳ شیرها

**الف)**کلیه شیرهای مصرف باید در موقع بازرسی سیستم لوله‌کشی نصب شده باشند.

**ب)** نصب شیر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) بر روی لولهٔ با قطر ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر (۲ تا ۴ اینچ) با استفاده از تبدیل مجاز می‌باشد.

**پ)** برای دستگاه‌های گازسوزی که مابین قفسه‌بندی قرار می‌گیرند، شیر انشعاب باید طوری نصب شود که بالاتر از ارتفاع قفسه‌ها باشد و مستقیماً در بالا یا پشت دستگاه گازسوز قرار نگیرد.

**ت)** در مورد دستگاه‌های گازسوزی که به طور مستقل نصب می‌شوند از قبیل بخاری، آبگرمکن و

همچنین در صورتی که اجاق گاز خارج از قفسه‌بندی قرار گیرد، شیر انشعاب باید در محلی غیر از پشت دستگاه گازسوز که به‌راحتی قابل دسترسی باشد، نصب شود.

**ث)** شیرهای مصرف نباید داخل کابینت و یا محفظهٔ دربسته قرار گیرد.

**ج)** در محل‌هایی که شیر گاز در مجاورت کلید و پریز برق، جعبهٔ تقسیم، جعبهٔ فیوز قرار می‌گیرد، شیر گاز باید در ارتفاع حداقل ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از کلید یا پریز و یا در فاصلهٔ افقی ۱۰ سانتی‌متری از آنها نصب شود. اگر شیر اجباراً در زیر کلید یا پریز قرار گیرد رعایت حداقل ۵۰ سانتی‌متر فاصله ضروری است.

**د)** نصب شیر گاز در تراز پایین‌تر از تراز ذکرشده و پایین‌تر از ارتفاع کلید و پریز در صورتی مجاز است که حداقل ۱۰ سانتی‌متر فاصلهٔ افقی از لبهٔ کلید و پریز داشته باشد.

### ۱۷-۵-۲-۴ لوله‌ها

**الف)** بست‌های لوله‌های بالارونده باید کاملاً لوله را در خود گرفته و وزن آنها را مهار نماید.

**ب)** ارتفاع لوله‌های روکار از سطح زمین در خارج از ساختمان باید طوری تعیین شود که از صدمات خارجی محفوظ بماند.

**پ)** در مواردی که لوله از داخل دیوار، کف، سقف، چهارچوب (در، پنجره و یا شیشه) به‌صورت تقاطع عبور می‌کند، باید از غلاف غیرفلزی استفاده شود.

**ت)** فاصلهٔ لولهٔ روکار تا لوله‌های آب باید حداقل ۵ سانتی‌متر باشد. در مواردی که حفظ فاصلهٔ فوق امکان‌پذیر نباشد، باید روی لولهٔ گاز را طبق بند (۱۷ـ۵-۵ ـ۲) نوارپیچی نمود.

**ث)** کانال‌های قائم یا افقی ساختمان که لولهٔ گاز از آنها عبور می‌کند، باید به‌هوای آزاد راه داشته باشد و یا امکان تعویض طبیعی هوا در آنها به‌ترتیبی پیش‌بینی شود که گاز در آنها جمع نشود.

**ج)** عبور لولهٔ گاز از داخل کانال‌های مربوط به‌هواکش، آسانسور، دودکش، تهویه و امثال آن مجاز نیست.

**چ)** لولهٔ گاز نباید با سیم و کابل برق داخلی و خارجی ساختمان تماس داشته باشد.

**ح)** فاصلهٔ سیم روکار، کلید و پریز برق با لوله‌های گاز باید حداقل ۵ سانتی‌متر باشد.

**خ)** در صورتی‌که لولهٔ انشعاب مشعل از کف موتورخانه عبور نماید، ارتفاع آن از کف باید حداقل ۵ سانتی‌متر باشد.

**د)** در لوله‌کشی‌های افقی و قائم روکار که در معرض تغییرات حرارت قابل توجه قرار می‌گیرند، باید پیش‌بینی‌های کافی برای مقابله با انقباض و انبساط لوله به عمل آید.

**ذ)** در صورتی‌که لوله در معرض ضربه‌های فیزیکی قرار داشته باشد، باید با استفاده از حفاظ مقاوم از وارد

آمدن ضربه به‌لوله جلوگیری نمود.

**ر)** در صورتی‌که لوله در معرض بارهای خارجی اضافی قرار گیرد، باید با استفاده از غلاف فلزی دو سایز بالاتر، از وارد آمدن بارهای اضافی به‌لوله جلوگیری نمود. فضای بین لوله و غلاف باید با مواد عایقی مانند قیر پر شود. همچنین دوسر غلاف باید با استفاده از لاستیک مسدود گردد.

**ز)** عبور لولهٔ گاز به‌صورت افقی از پشت دستگاه گازسوز باید از ارتفاعی پایین‌تر از سطح شعله باشد. در صورتی‌که لولهٔ گاز بالاتر از دستگاه گازسوز قرار گیرد، باید حداقل ۵۰ سانتی‌متر از سطح شعله فاصله داشته باشد.

**ژ)** در صورتی‌که لوله‌کشی گاز به‌منظور رسیدن به‌نقاط مصرف از روی بام عبور کند، محل عبور لوله در روی بام باید به‌نحوی باشد که در معرض برخورد با اجسام خارجی و مسیر عبور و مرور نباشد و در صورتی‌که احتمال تماس طولانی لوله با آب باران و برف وجود دارد باید پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از زنگ‌زدگی لوله به عمل آید.

**س)** چنانچه لولهٔ گاز از سقف کاذب عبور نماید، کلیه اتصالات باید از نوع جوشی بوده و رنگ‌آمیزی آن مطابق رنگ‌آمیزی لوله‌های روکار انجام گیرد. همچنین مهاربندی آن مطابق شرایط مذکور در بند ۱۷-۵-۲-۷ انجام گیرد و پیش‌بینی جریان هوای آزاد، جهت عدم امکان جمع شدن گاز در آنها صورت گیرد.

**ش)** عبور لوله گاز از سقف کاذب حمام‌ها و مناطق مرطوب مانند سونا ممنوع می‌باشد.

### ۱۷-۵-۲-۵ نقاط مصرف (نقاط انتهایی)

بر روی تمام سرهای انتهایی لوله‌ها باید یک شیر نصب گردد و دهانهٔ خروجی این شیرها با درپوش‌های دنده‌ای طوری مسدود شوند که با باز کردن شیر، گاز نتواند از آنها نشت کند و تا وقتی که دستگاه‌های گازسوز به‌آنها متصل نشده است، مسدود بمانند.

### ۱۷-۵-۲-۶ محل نقاط انتهایی لوله‌کشی

**الف)** نقاط انتهایی در لوله‌کشی روکار باید در محل خود توسط بست‌های فلزی به‌دیوار محکم گردد.

**ب)** نقاط انتهایی نباید در پشت درها واقع شود.

**پ)** نقاط انتهایی نباید در پشت دستگاه‌های گازسوز واقع شود.

### ۱۷-۵-۲-۷ پایه‌ها و نقاط اتکای لوله‌کشی

لوله‌کشی گاز در ساختمان‌ها باید به‌ترتیب مناسبی در فواصل معین محکم و استوار شده باشد. برای این کار باید از بست‌های فلزی مخصوص لوله و متناسب با قطر آن با استحکام کافی و با سطح اتصال عایق

استفاده کرد.

الف) بستـن یا جـوش دادن یک لوله به‌لولهٔ دیگر و لوله به‌اسکلت فلزی ساختمان و یـا به‌اجزای فلزی غیرثابت به‌طور مستقیم مطلقاً ممنوع است.

ب) حداکثر فاصله بین نقاط اتکای بست یـا پایه‌ها در لوله‌کشی نباید از مقادیر جـدول ۱۷-۵-۳-۳ بیشتر باشد.

## ۱۷-۵-۳ لوله‌کشی روکار

لوله‌کشی گاز وقتی روکار یا در دسترس است که دسترسی به‌آن مستقیم باشد و نیازی به‌باز کردن، برداشتن و یا جابه‌جا کردن هیچ مانعی نباشد.

**۱۷-۵-۳-۱** برای اجرای لوله‌کشی روکار باید از جوشکاری برقی با دستگاه از نوع رکتیفایر یا دینام جوش (برق مستقیم یا DC) استفاده شود.

**۱۷-۵-۳-۲** در لوله‌کشی روکار برای حفاظت لوله و اتصالات به‌روش رنگ‌آمیزی طبق (بند ۱۷-۵-۵-۱) عمل شود.

**۱۷-۵-۳-۳** استفاده از اتصالات دنده‌ای مجاز نیست. چنانچه در قسمتی از لوله‌کشی داخلی، استفاده از اتصالات دنده‌ای حداکثر تا قطر ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) به‌تشخیص مهندس ناظر اجتناب‌ناپذیر باشد، رعایت جدول ۱۷-۴-۵-۴ و **استاندارد ملّی ۱۷۹۸** الزامی است.

**جدول ۱۷-۵-۳-۳** حداکثر فاصله اتکای لوله‌های فولادی

| قطر اسمی لوله (اینچ) | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۳}{۴}$ و ۱ | $\frac{۱}{۴}$ ۱ یا بزرگتر | کلیه اندازه‌ها |
|---|---|---|---|---|
| وضعیت لوله | افقی | افقی | افقی | قائم |
| حداکثر فاصله اتکا (متر) | ۲ | ۲/۵ | ۳ | ۳ |

## ۱۷-۵-۴ لوله‌کشی توکار

لوله‌کشی توکار آن است که برای دسترسی به‌آن باز کردن دریچه و یا برداشتن مانعی لازم باشد.

**۱۷-۵-۴-۱** در اجرای لوله‌کشی توکار فقط باید از اتصالات فولادی جوشی بدون درز و با روش جوشکاری برق استفاده شود.

**۱۷-۵-۴-۲** جوشکاری باید یکنواخت و عاری از نواقص ظاهری باشد و طبق بخش ۱۷-۵-۶ انجام شود.

**۱۷-۵-۴-۳** به‌منظور جلوگیری از زنگ زدن لوله‌های توکار و محافظت آنها در برابر خوردگی، باید این لوله‌ها را مطابق بند ۱۷-۵-۵-۲ عایق نمود.

**۱۷-۵-۴-۴** در صورتی‌که لوله‌های گاز با سایر لوله‌های تأسیساتی و کابل برق در یک کانال افقی یا قائم قرار گیرند، باید لوله‌های گاز حداقل به‌فاصلهٔ ۱۰ سانتی‌متر با سایر لوله‌ها و کابل برق فاصله داشته باشد. مهار این لوله‌ها طبق بند (۱۷-۵-۲-۷) و رنگ‌آمیزی آن طبق بند (۱۷-۵-۵-۱) با رعایت ضوابط مربوط به لوله‌های روکار باشد و کانال باید به هوای آزاد راه داشته باشد، یا امکان تعویض هوا در آن پیش‌بینی شود.

**۱۷-۵-۴-۵** در صورتی‌که امکان نفوذ آب به‌داخل کانال‌ها وجود داشته باشد، باید اطراف کانال را قیرگونی و لوله را عایق‌پوش نمود. کف کانال باید شیب داده شود و برای تخلیهٔ آب در انتهای کانال پیش‌بینی لازم به‌عمل آورده شود.

**۱۷-۵-۴-۶** چنانچه لولهٔ گاز در داخل کانال افقی مستقلی قرار داشته باشد، پس از عایق‌کاری باید این کانال با ماسهٔ خشک پر شود.

**۱۷-۵-۴-۷** عبور لوله‌های توکار از داخل و یا دهانهٔ چاه آب و فاضلاب ممنوع است.

**۱۷-۵-۴-۸** محل عبور لوله زیر کف پارکینگ یا نقاطی که اتومبیل عبور می‌کند باید با حفر کانال و پر کردن آن با ماسه طبق بند (۱۷-۵-۴-۹) و یا نصب غلاف فلزی طبق بند (۱۷-۵-۲-۴-ر) محافظت شود تا از وارد آمدن فشار مستقیم و یا لرزش ناشی از عبور اتومبیل بر آن جلوگیری گردد.

**۱۷-۵-۴-۹** برای عبور لوله‌های توکار که در مسیر تردد ماشین‌های سنگین قرار گیرند، باید حداقل عمق کانال یک متر و با رعایت مفاد توضیحات اجرایی بند (۱۷ـ ۵ ـ۴ـ۱۰) باشد.

**۱۷-۵-۴-۱۰** عمق لوله‌های توکار در حیاط و امثال آن باید حداقل ۴۰ سانتی‌متر باشد که پس از ریختن خاک نرم حداقل به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر زیر لوله و ۱۵ سانتی‌متر روی لوله، یک ردیف

موزاییک قرار داده شود و سپس روی موزاییک تا سطح زمین با خاک معمولی پر و کف‌سازی شود.

**۱۷-۵-۴-۱۱** برای جلوگیری از آسیب دیدن لوله یا پوشش آن به‌وسیلهٔ ریشهٔ درخت، باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

**۱۷-۵-۴-۱۲** اگر لولهٔ گاز با سایر لوله‌ها در کانال مشترکی قرار دارد که نمی‌توان آن را با ماسه پر نمود، باید دارای تهویه بوده و به‌هوای آزاد مرتبط باشد.

**۱۷-۵-۴-۱۳** لوله‌های گاز توکاری که به‌وسیلهٔ مصالح ساختمانی پوشیده می‌شود، باید از سایر لوله‌های تأسیساتی و کابل برق حداقل ۱۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشد. در صورتی‌که در تقاطع لوله‌های گاز با سایر لوله‌های تأسیساتی یا کابل برق، حفظ فاصله فوق مقدور نباشد، باید لولهٔ گاز را از سایر لوله‌ها به‌وسیلهٔ عایق حرارتی و از کابل برق به‌وسیلهٔ غلاف پی‌وی‌سی یا انواع دیگر جدا نمود.

**۱۷-۵-۴-۱۴** در مواردی که لوله به‌طور قائم از سقف عبور می‌کند، نصب غلاف با قطر یک اندازه بیش از قطر لوله الزامی است و دو انتهای غلاف باید با لاستیک مسدود شود.

## ۱۷-۵-۵ عایق‌کاری لوله‌ها (پوشش لوله‌ها)

### ۱۷-۵-۵-۱ عایق‌کاری لوله‌های روکار

لوله‌هایی که روکار نصب می‌شوند باید ابتدا چربی‌زدایی و زنگ‌زدایی گردیده و سپس با یک لایه ضدزنگ و یک لایه رنگ روغنی، رنگ‌آمیزی شوند.

### ۱۷-۵-۵-۲ عایق‌کاری لوله‌های توکار

لوله‌هایی که توکار نصب می‌شوند ابتدا باید چربی‌زدایی و زنگ‌زدایی شده و سپس با رعایت مراحل زیر نوارپیچی شوند:

**الف)** قبل از اقدام به‌نوارپیچی باید سطح لوله پرایمر زده شود. پرایمر قبل از مصرف باید در ظرف کاملاً هم زده شود و پس از پایان پرایمرزنی نیز درب آن محکم بسته شود.

**ب)** پرایمرزنی در هوای بارانی، مه سنگین، در گرد و غبار و یا در شرایطی که دمای محیط پایین‌تر از ۵+ درجه سانتی‌گراد باشد مجاز نیست.

**پ)** پس از خشک شدن پرایمر (تا حدی که اگر به‌آهستگی به‌آن انگشت زده شود، اثر انگشت بر روی آن نماند)، باید نوارپیچی با رویهم‌پیچی ۵۰ درصد انجام شود. به‌این ترتیب که هر دور نوار ۵۰

درصد عرض دور قبلی را بپوشاند.

**ت)** نوارپیچی باید با زاویه و با کشش دست یکنواخت انجام شود به‌طوری که در هنگام نوارپیچی بیش از ۰/۵ درصد از عرض نوار کاسته نشود.

**ث)** در صورتی‌که حلقه نوار در هنگام نوارپیچی به‌پایان برسد، نوار جدید باید حداقل یک دور بر روی نوار قبلی پیچیده شود.

**ج)** در محل اتمام نوارپیچی باید نوار سه دور روی هم پیچیده شود.

**چ)** در صورتی‌که نوارپیچی لوله‌ها قبل از جوشکاری انجام شده باشد، باید نوارپیچی سرجوش‌ها و اتصالات به‌وسیلهٔ نوار نرم مخصوص سر جوش‌ها و اتصالات انجام شود.

**ح)** در صورت عبور لوله از نقاط مرطوب و یا عبور از نقاطی که در تماس با آب قرار می‌گیرد، باید نوارپیچی با یک لایه اضافه انجام شده و جمعاً دو لایه نوارپیچی با رویهم‌پیچی ۵۰ درصد صورت گیرد.

#### ۱۷-۵-۵-۳ تعمیر عایق‌کاری

در صورت وارد آمدن صدمه به‌نوارپیچی باید نوار قسمت آسیب‌دیده به‌صورت دورتادور از لوله باز گردد. سپس سطح لوله به‌اضافه حداقل ۵ سانتی‌متر از هر طرف تمیز و پرایمر زده شده و مجدداً نوارپیچی گردد.

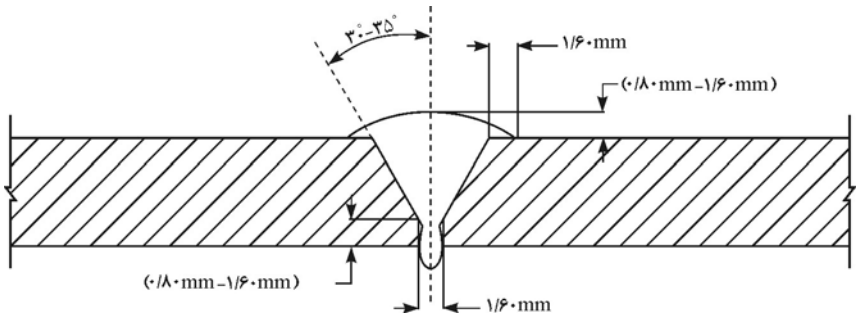
### ۱۷-۵-۶ جوشکاری

#### ۱۷-۵-۶-۱ کلیات

این بخش شامل جوشکاری برقی به‌روش دستی می‌باشد که برای جوشکاری لوله‌ها و اتصالات فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش جوشکاری باید برمبنای API ۱۱۰۴ و کنترل کیفیت و بازرسی از جوش‌ها براساس الزامات این بخش باشد.

#### ۱۷-۵-۶-۲ جوش لب به‌لب

برای جوشکاری لوله‌های فولادی با یکدیگر یا با اتصالات فولادی باید از جوش لب به‌لب استفاده شود. لوله‌هایی که به‌صورت لب به‌لب جوش داده می‌شوند باید مطابق با شکل۱۷-۵-۶-۱ آماده‌سازی شوند.




**شکل ۱۷-۵-۶-۱** طرح اتصال جوش لب به‌لب.

### ۱۷-۵-۶-۳ آماده‌سازی برای جوشکاری

**الف)** قبل از شروع جوشکاری باید لبهٔ لوله‌ها و اتصالات به‌وسیلهٔ برس دستی یا برقی تا حد براق شدن از مواد زاید مانند زنگ، چربی‌ها و کثافات تمیز گردد.

**ب)** در صورتی‌که لوله با دستگاه لوله‌بر بریده شده باشد، قبل از شروع جوشکاری طوقه ایجادشده در داخل لوله باید به‌وسیلهٔ برقو یا سوهان گرد کاملاً برداشته شود.

**پ)** در مورد جوش لب به‌لب اگر ضخامت لوله یا اتصال کمتر از ۳ میلی‌متر باشد، پخ زدن لبهٔ لوله اختیاری است و می‌توان به‌وسیلهٔ سوهان یا سنگ سمبادهٔ برقی پخ ملایمی بر روی لبه‌ها ایجاد نمود.

**ت)** پس از هم‌راستا کردن لوله‌ها باید دوسر لوله را در گیره هم‌ترازی قرار داده و پاس یک جوش را تا حد امکان با استفاده از گیره انجام داد.

**ث)** بعد از جوشکاری هر پاس و قبل از شروع پاس بعدی، باید سرباره و ناخالصی هر پاس جوشی را با سنگ زدن برطرف نمود.

**ج)** لوله‌هایی که سر آنها دو پهن شده باشد، قبل از جوشکاری باید سر آنها را کاملاً گرد نمود. برای این کار حتی‌الامکان از چکش‌کاری لوله خودداری گردد و در صورت لزوم باید قسمت آسیب‌دیدهٔ لوله بریده شود.

### ۱۷-۵-۶-۴ کنترل کیفیت جوش

**الف)** کلیه جوش‌های لوله‌ها و اتصالات را باید کاملاً از نظر ظاهری کنترل نمود. جوشی قابل قبول است که با مهارت و به‌طور یکنواخت در سرتاسر محل اتصال انجام شده و از نفوذ کافی برخوردار باشد.

**ب)** بازرسی و کنترل کیفیت جوش‌ها باید به‌وسیلهٔ مهندس ناظر انجام شود و در صورت لزوم جهت بررسی نفوذ ریشه جوش و عیوب داخلی، نمونه‌هایی از جوش‌های انجام شده بریده شود. در صورتی‌که کیفیت

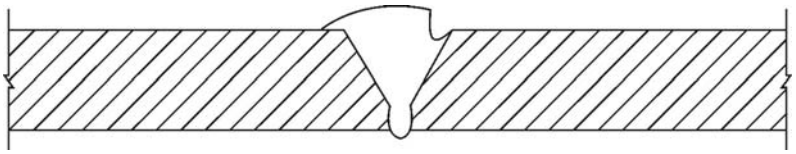
جوشکاری مورد تأیید مهندس ناظر نباشد، باید از ادامه کار جوشکار جلوگیری شود.

**پ)** جوش‌هایی که به‌وسیلهٔ مهندس ناظر معیوب تشخیص داده شوند باید بریده شده و مجدداً جوشکاری شوند.

### ۱۷-۵-۶-۵ معایب ظاهری جوش

**الف) شیار پای جوش**

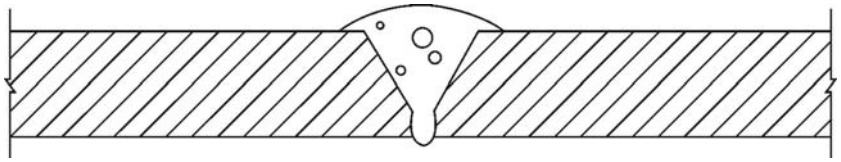
شیار ایجادشده در اثر ذوب فلز پایه و در مجاورت تاج یا ریشهٔ جوش است که به‌صورت پرنشده باقی مانده باشد (شکل ۱۷-۵-۶-۲-الف). حد قبولی این عیب در بند (ذ) این بخش ذکر گردیده است.



**شکل ۱۷-۵-۶-۲-الف** شیار پای جوش.

**ب) تخلخل**

تخلخل فضای به‌جا مانده از گازهای محبوس شده در جوش می‌باشد که در خلال مرحلهٔ انجماد به صورت حفره باقی می‌ماند. این حفره‌ها عموماً به شکل کروی و به صورت منفرد و یا مجتمع می‌باشند. در صورتی‌که قطر هر حفره از $\frac{۱}{۴}$ ضخامت لوله بیشتر باشد و یا قطر هر مجتمع آنها بیش از ۵ میلی‌متر باشد قابل قبول نمی‌باشد. (شکل ۱۷-۵-۶-۲-ب)



**شکل ۱۷-۵-۶-۲-ب** تخلخل در جوش.

**پ) ناخالصی سرباره‌ای**

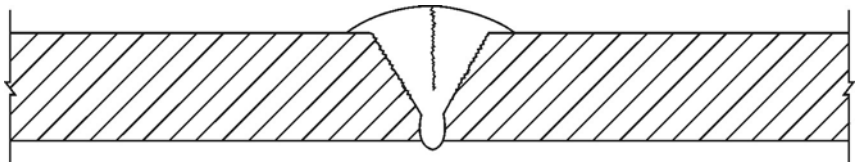
سرباره مواد غیرفلزی به‌جا مانده در جوش می‌باشد. ناخالصی سرباره‌ای یا به‌صورت جداجدا و یا به‌صورت خطوط سربارهٔ کشیده در جوش مشاهده می‌شود. حدود قبولی این عیب بر طبق استاندارد API ۱۱۰۴ می‌باشد.

**ت) ترک**

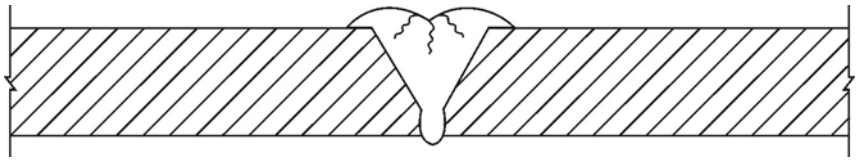
ترک عمدتاً در اثر سرد شدن سریع جوش به‌وجود می‌آید. تعمیر جوش ترک‌دار مجاز نیست و هیچ نوع ترکی در جوش قابل قبول نمی‌باشد. جوش معیوب باید بریده شده و مجدداً جوشکاری گردد. ترک‌های ستاره‌ای که در نقطهٔ پایانی جوش به‌وجود می‌آید، باید به‌وسیلهٔ سنگ زدن برطرف گردد. (شکل‌های ۱۷-۵-۶-۳-الف و ب)

**ث) سوختگی ناشی از قوس الکتریکی**

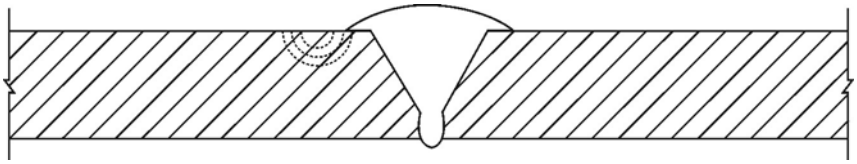
در نقاطی که الکترود یا اهرم اتصال منفی با سطح لوله تماس پیدا کند، سوختگی ناشی از قوس الکتریکی به‌وجود می‌آید و اگر منجر به‌ذوب موضعی شده باشد، قابل قبول نمی‌باشد و باید آن قسمت از لوله بریده شده و مجددن جوشکاری گردد. (شکل ۱۷-۵-۶-۴)



**شکل ۱۷-۵-۶-۳-الف** ترک در جوش.



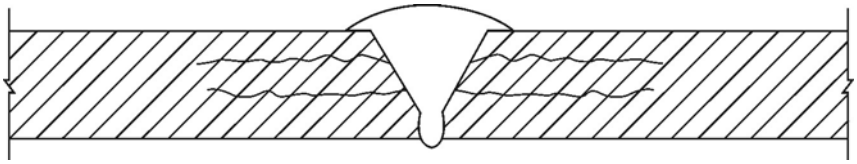
**شکل ۱۷-۵-۶-۳-ب** ترک‌های ستاره‌ای در سطح جوش.



**شکل ۱۷-۵-۶-۴** سوختگی ناشی از قوس الکتریکی.

**ج) تورق در فلز پایه**

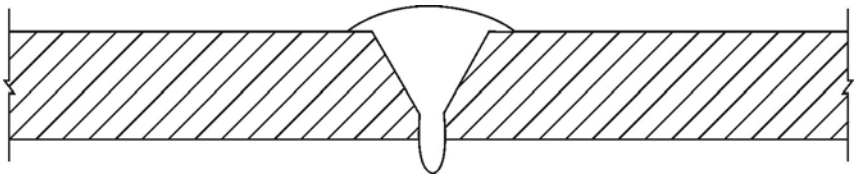
اگر در لبهٔ لوله خطوطی ناشی از جدایی سطوح و یا دوپوسته بودن فلز پایه مشاهده گردد، قابل قبول نبوده و باید سر لوله تا محل رفع عیب بریده شود. (شکل ۱۷-۵-۶-۵)



**شکل ۱۷-۵-۶-۵** تورق در فلز پایه.

**چ) نفوذ بیش از حد**

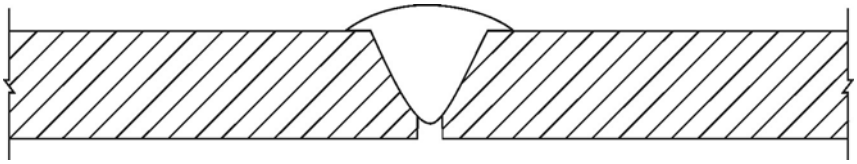
این عیب در اثر نفوذ بیش از حد ریشهٔ جوش ایجاد می‌شود. در صورتی‌که نفوذ جوش در سرتاسر جوش بیش از ۳ میلی‌متر باشد قابل قبول نبوده و باید جوش بریده شود.(شکل ۱۷-۵-۶-۶)



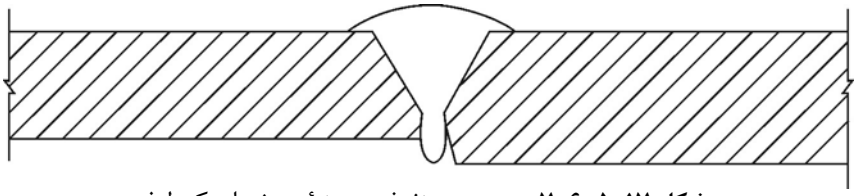
**شکل ۱۷-۵-۶-۶** نفوذ بیش از حد.

**ح) عدم نفوذ جوش**

این عیب در اثر پر شدن ناقص ریشهٔ جوش است. در صورتی‌که مجموع طول این عیب بیش از ۲/۵ سانتی‌متر یا $\frac{۱}{۸}$ طول جوش باشد (هر کدام که کمتر باشد) قابل قبول نبوده و باید بریده شود. شکل‌های ۱۷-۵-۶-۷-الف و ب)



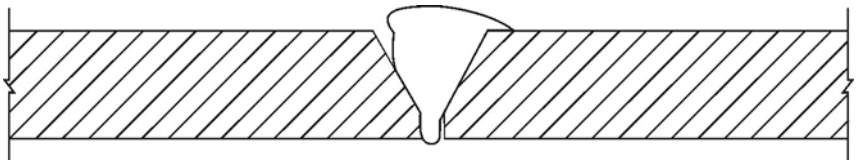
**شکل ۱۷-۵-۶-۷- الف** عدم نفوذ در ریشهٔ جوش.



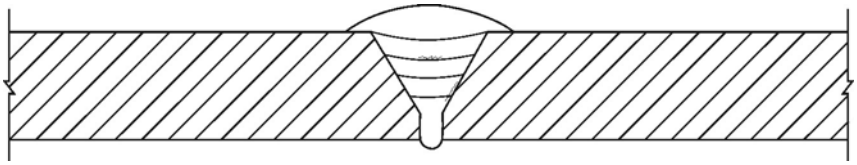
**شکل ۱۷-۵-۶-۷- ب** عدم نفوذ در ریشهٔ جوش از یک‌طرف.

**خ) ذوب ناقص در جوش**

ناپیوستگی ایجاد شده بین جوش و فلز پایه است که به‌سطح یا ریشهٔ جوش باز شده باشد. (شکل ۱۷-۵-۶-۸-الف)، و یا ناپیوستگی به‌وجود آمده بین لایه‌های جوش با یکدیگر و یا بین جوش و فلز پایه است. (شکل ۱۷-۵-۶-۸-ب).حد قبولی این عیب مانند بند قبل است.



**شکل ۱۷-۵-۶-۸-الف** ذوب ناقص در ریشه یا تاج جوش.



**شکل ۱۷-۵-۶-۸-ب** ذوب ناقص در اثر جوش سرد.

**د) عدم یکنواختی تاج جوش**

عدم یکنواختی تاج جوش از قبیل ناهمواری سطح جوش، انحراف تاج جوش و یکنواخت نبودن آن در سرتاسر جوش می‌باشد.

**ذ) حدود قبولی شیار پای جوش**

میزان کاهش ضخامت لوله که در اثر شیار پای جوش ایجاد می‌شود، محدود به‌اندازه‌های زیر است:

۱) در صورتی‌که عمق شیار از ۶ درصد ضخامت لوله تجاوز نکند، با هر طولی قابل‌قبول است.

۲) اگر عمق شیار بین ۶ تا ۱۲/۵ درصد ضخامت لوله باشد، در صورتی که طول آن از ۵ سانتی‌متر یا $\frac{۱}{۶}$ طول جوش هر کدام کمتر است، تجاوز نکند، قابل قبول است.

۳) اگر عمق شیار از ۱۲/۵ درصد ضخامت لوله تجاوز کند، طول آن هرقدر هم که باشد،قابل قبول نمی‌باشد.

**۱۷-۵-۶-۶ تعمیر معایب**

تعمیر معایب با نظر و تأیید مهندس ناظر مجاز می‌باشد.

### ۱۷-۵-۶-۷ صلاحیت جوشکار

جوشکاری باید توسط جوشکاران صلاحیت‌داری انجام شود که دارای پروانهٔ مهارت فنی معتبر در جوشکاری لولهٔ گاز باشند. مهندس ناظر مسئولیت کنترل اعتبار پروانه مهارت فنی جوشکار را به‌عهده دارد.

# ۱۷-۶ کنترل کیفیت، آزمایــش، بازرسی، صدور تأییدیه، تحویل و تزریق گاز در سیستم لوله‌کشی گاز

## ۱۷-۶-۱ کنترل کیفیت

### ۱۷-۶-۱-۱ کلیات

هدف از مقررات این بخش مشخص نمودن حدود کمی و کیفی کنترل‌ها و بازرسی‌های مربوط به‌کلیهٔ مراحل مندرج در این مقررات مشتمل بر طراحی، انتخاب مصالح، اجرا، آزمایش و صدور تأییدیه‌های مربوطه می‌باشد.

### ۱۷-۶-۱-۲ مسئولیت کنترل کیفیت

**الف)** مسئولیت کنترل کیفیت و صدور تأییدیه‌های مربوطه در همهٔ مراحل طراحی، انتخاب مصالح، اجرا، آزمایش سیستم لوله‌کشی گاز و همچنین حصول اطمینان از مناسب بودن دودکش‌ها و مجاری تهویه لوازم گازسوز به‌عهدهٔ مهندس ناظر می‌باشد.

**ب)** در مواردی‌که مهندس ناظر ضروری بداند برای حصول‌اطمینان از کیفیت طراحی، اجرا و مصالح و آزمایش‌ها می‌تواند از خدمات بازرسین و یا مشاورین ذیصلاح استفاده نماید.

**پ)** مسئولیت نهایی نصب وسایل گازسوز و کنترل مجدد مناسب بودن دودکش‌ها و مجاری تهویه لوازم گازسوز، راه‌اندازی و آزمایش عملکرد آنها به‌عهدهٔ نصاب مجاز (مورد تأیید سازنده یا مراجع ذیصلاح) می‌باشد.

**ت)** انواع آزمایش‌ها و بازرسی‌های غیرمخرب نظیر رادیوگرافی، اولتراسونیک، ذرات مغناطیسی، مایعات نافذ مورد نیاز این مقررات نیستند، مگر آنکه در موارد خاص، مهندس ناظر لزوم آنها را تشخیص دهد.

**ث)** در صورتی‌که پس از تأیید، قطعاتی از سیستم لوله‌کشی حذف و یا به‌آن اضافه شوند، محدودهٔ تحت

تأثیر قرار گرفته باید موردآزمایش فشار قرار گیرد مگرآنکه بنا به‌تشخیص مهندس ناظر و با اعمال ضوابط جایگزین، سلامت و ایمنی سیستم تضمین گردد.

**ج)** چنانچه سیستم لوله‌کشی به‌دو یا چند قسمت تقسیم و هر قسمت جداگانه تحت آزمایش فشار قرار گیرد و قسمت‌های رابط که برای اتصال قسمت‌های مجزا به‌یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند تحت آزمایش قرار نگرفته باشند، باید مجموعهٔ سیستم لوله‌کشی تحت آزمایش قرار داده‌شده و قسمت‌های رابط به‌وسیلهٔ کف مواد شوینده نشت‌یابی شوند.

**چ)** روش آزمایش و اندازهٔ قطعات مورد آزمایش باید به‌طریقی انتخاب شود که امکان تشخیص هر نوع نشت احتمالی در قطعهٔ آزمایش را فراهم آورد. مهندس ناظر می‌تواند در مواردی که ضروری بداند مدت یا فشار آزمایش را بیشتر انتخاب نماید. در این صورت سیستم نباید تحت فشار تعیین‌شده هیچ‌گونه صدمه‌ای ببیند.

**ح)** سیستم لوله‌کشی گاز ممکن است در یک مرحله و یا به‌تدریج با پیشرفت کار تحت آزمایش قرار گیرد. چنانچه قسمتی از سیستم لوله‌کشی، قبلاً گازدار شده باشد تحت هیچ شرایطی قسمت‌هایی که بعداً تحت آزمایش هوا قرار می‌گیرند، نباید به‌وسیلهٔ شیر از قسمت‌های گازدار مجزا شده باشند، بلکه باید به‌وسیلهٔ درپوش‌های جوشی و یا دنده‌ای کاملاً مسدود شوند به‌طوری که امکان نشت یا تداخل گاز و هوا وجود نداشته باشد.

**خ)** در صورتی‌که تمام یا بخشی از لوله‌کشی توکار باشد، مراحل بازدیدها، رفع اشکالات، آزمایش و صدور تأییدیه باید قبل از پوشاندن لوله‌کشی انجام شود. پوشاندن هیچ قسمت از لوله‌کشی توکار قبل از تأیید مهندس ناظر مجاز نمی‌باشد.

**د)** در صورتی‌که لازم باشد قسمتی از لوله‌کشی توکار قبل از سایر قسمت‌ها پوشانده شود، باید کلیهٔ مراحل بند فوق در مورد آن قسمت اجرا شود.

**ذ)** چنانچه قسمتی از لوله‌کشی توکار قبل از سایر قسمت‌ها پوشانده و آزمایش‌های مربوط به‌آن تکمیل شده باشد، تکرار آزمایش این قسمت به‌صورت یکپارچه با بقیه لوله‌کشی تابع تشخیص مهندس ناظر و مشابه بندهای ذیربط فوق الزامی است.

## ۱۷-۶-۲ آزمایش مقاومت لوله و عدم نشت گاز

قبل از اینکه لوله‌کشی گاز داخل ساختمان به‌تجهیزات گازسوز متصل شود و مورد استفاده قرار گیرد، باید برای اطمینان از استحکام و عدم نشت لوله‌ها آن را با دقت آزمایش نمود، در صورتی‌که قسمتی از لوله پوشانده شده و یا در داخل کانال غیرقابل دسترسی قرار گیرد آزمایش فوق باید قبل از پوشانیدن لوله انجام شود. برای انجام این آزمایش باید از هوا (یا نیتروژن) استفاده نمود.

**نحوه و مراحل آزمایش به‌شرح زیر است:**

**الف) آزمایش استحکام یا مقاومت**

در این آزمایش لوله‌کشی با فشار حدود ۲ بار (۳۰ پوند بر اینچ مربع) به‌مدت یک ساعت از نظر استحکام و نگه داشتن فشار کنترل شود و در صورت نتیجهٔ مثبت مرحلهٔ بعدی یعنی آزمایش نشت انجام گیرد.

**ب) آزمایش نشت**

مدت این آزمایش ۲۴ ساعت می‌باشد. فشار آزمایش باید ۰/۷ بار (۱۰ پوند بر اینچ مربع) باشد و برای این آزمایش باید از فشارسنجی که دامنهٔ کاری آن (۱۵-۰) پوند بر اینچ مربع و یا (۱-۰) بار مدرج شده باشد، استفاده نمود که بتواند افت فشارهای جزیی را که در اثر وجود نشت در لوله‌کشی به‌وجود می‌آید نشان دهد. در این آزمایش باید طی مدت۲۴ ساعت هیچ‌گونه افت فشاری در سیستم لوله‌کشی مشاهده نشود.

## ۱۷-۶-۳ برقراری جریان گاز

برقراری جریان گاز (تزریق گاز) باید با حضور، مجری، مهندس ناظر و نمایندهٔ شرکت گاز ناحیه انجام گیرد.

## ۱۷-۶-۴ بستن مجاری خروجی گاز

قبل از باز کردن شیر اصلی گاز باید تمام سرهای آزاد لوله‌کشی را با نصب شیر و درپوش کاملاً مسدود کرد، به‌طوری که امکان نشت گاز از آنها وجود نداشته باشد.

## ۱۷-۶-۵ بررسی نشت گاز در سیستم لوله‌کشی بعد از باز کردن جریان گاز

پس از اطمینان کامل از بسته بودن مجاری خروجی گاز بلافاصله بعد از باز کردن گاز باید سیستم لوله‌کشی را به‌یکی از روش‌های زیر بررسی نمود تا اطمینان حاصل شود که گاز به بیرون نشت نمی‌کند. این عمل توسط مجری و با حضور مهندس ناظر و نمایندهٔ شرکت گاز ناحیه انجام می‌شود.

### ۱۷-۶-۵-۱ بررسی نشت گاز با استفاده از کنتور

برای انجام این آزمایش ابتدا تمام شیرهای انتهایی (مصرف) را در سیستم لوله‌کشی داخلی بسته و شیر اصلی ورود گاز و شیرهای فرعی واحدها، در صورت وجود، باز شود. سپس با دقت، عقربه یا شماره‌انداز کنتور را به‌مدت ۱۵ دقیقه کنترل کرد. اگر عقربه یا شماره‌انداز در این مدت حرکت کرد، دلیل وجود نشت در سیستم لوله‌کشی می‌باشد.

اگـر عقربه یا شماره‌انداز حرکتی نـکرد، برای اطمینان از صحت کار کنتور بایـد پیلـوت یکی از وسایل گازسوز را روشن کرد و مجدداً نشان‌دهنده را زیر نظر گرفت. در این حال عقربه یا شماره‌انداز باید حرکت کرده و مصرف گاز پیلوت را نشان دهد.

**۱۷-۶-۵-۲ بررسی نشت گاز بدون استفاده از کنتور**

برای این بررسی فشارسنجی که حداکثر تا ۲۵۰ میلی‌متر ستون آب مدرج شده باشد، باید به‌یکی از نقاط مصرف وصل و سپس شیر اصلی گاز را باز نمود تا بعد از اینکه فشار به‌حد ثابتی رسید آن را بست. بعد از بستن این شیر اگر فشارسنج تا مدت ۳ دقیقه هیچ افت فشاری را نشان ندهد معلوم می‌شود که سیستم لوله‌کشی نشت ندارد.

## ۱۷-۶-۶ اقدامات لازم در صورت وجود نشت گاز

اگر به‌وسیلهٔ روش‌های فوق وجود نشتی گاز مشاهده گردد، باید تمام وسایل گازسوز و مجاری خروجی مربوط به‌این سیستم را آزمایش نمود، در صورتی‌که اطمینان حاصل شود که کلیه شیرها بسته است و هیچ‌یک از این تجهیزات نشت نمی‌کند، معلوم خواهد شد که نشت گاز در سیستم لوله‌کشی می‌باشد. در این شرایط باید شیر اصلی گاز را بست و پس از پیدا کردن محل نشت گاز تعمیرات لازم را برای برطرف کردن آن انجام داد. سپس آزمایش‌های مذکور در بخش ۱۷-۶-۵ را تکرار نمود.

***توجه:*** برای پیدا کردن محل نشتی گاز، هرگز از شعله استفاده نشود، برای این کار باید از مایع کف‌کننده مانند صابون و یا مایع ظرفشویی استفاده کرد.

## ۱۷-۶-۷ آزمایش مجدد سیستم لوله‌کشی در صورت عدم وصل گاز به‌مدت طولانی

**۱۷-۶-۷-۱** قبل از تزریق گاز به سیستم لوله‌کشی بایستی مطمئن شد که سیستم، فشار هوای آزمایش را نگه داشته است.

**۱۷-۶-۷-۲** چنانچه مدتی بیش از شش ماه از زمان آزمایش و صدور تأییدیه تست مقاومت و نشتی گذشته باشد یا سیستم فشار آزمایش را نگه نداشته باشد تست مجدد الزامی است. آزمایش مجدد زیر نظر و با تأیید مهندس ناظر باید انجام گیرد.

**۱۷-۶-۷-۳** قبل از نصب وسایل گازسوز باید از صحت عملکرد لوله‌کشی اطمینان حاصل گردد.

# ۱۷-۷ نصب و راه‌اندازی وسایل گازسوز

## ۱۷-۷-۱ کلیات نصب

نصب وسایل گازسوز فقط در محل پیش‌بینی شده در نقشهٔ گازرسانی ساختمان که محل استقرار، نحوهٔ هوارسانی و مشخصات دودکش آن به‌تأیید مهندس ناظر رسیده باشد، مجاز است.

### ۱۷-۷-۱-۱ مورد تأیید بودن دستگاه‌های گازسوز

دستگاه‌های گازسوز و متعلقات آنها باید دارای تأییدیه مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد.

### ۱۷-۷-۱-۲ تنظیم دستگاه گازسوز

قبل از اتصال هر دستگاه به‌لوله‌کشی گاز، باید اطمینان حاصل شود که دستگاه برای استفاده از گاز طبیعی تنظیم شده است. کنترل این امر به‌عهدهٔ نصاب مجاز می‌باشد.

### ۱۷-۷-۱-۳ ممنوعیت نصب دستگاه‌های گازسوز در فضاهای حضور گازهای قابل اشتعال

دستگاه‌های گازسوز را نباید در مکان‌هایی که معمولاً گازهای قابل اشتعال دیگری در فضای آنها پخش می‌شود کار گذاشت، مگر آنکه این دستگاه‌ها در فضای مستقل دیگر نصب شود.

### ۱۷-۷-۱-۴ امکان تخلیهٔ گازهای حاصل از احتراق

محل نصب دستگاه‌های گازسوز دودکش‌دار باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که قابلیت نصب دودکش طبق این مقررات وجود داشته و امکان تخلیهٔ گازهای حاصل از احتراق به فضای خارج ممکن باشد. دستگاه‌های گازسوز که نیاز به‌دودکش ندارند باید در محلی نصب شوند که امکان تهویه و تخلیه گازهای حاصل از احتراق به‌صورت طبیعی و یا مکانیکی وجود داشته باشد.

**۱۷-۷-۱-۵ کافی بودن ظرفیت لوله‌کشی**

هنگام اتصال یک دستگاه گازسوز جدید به‌یک سیستم لوله‌کشی موجود، نصاب مجاز باید از کافی بودن ظرفیت لوله‌کشی موجود برای اتصال دستگاه جدید اطمینان حاصل نماید. در غیر این صورت، ظرفیت سیستم باید با رعایت بخش ۱۷-۹-۳ به‌حد لازم اضافه گردد.

## ۱۷-۷-۲ ضوابط نصب دستگاه‌های گازسوز

**۱۷-۷-۲-۱** کارگذارندهٔ دستگاه گازسوز باید آن را مطابق با مشخصاتی که سازندهٔ آن توصیه کرده است نصب کند. به‌طوری که دستگاه به‌نحو رضایت‌بخشی کار کرده و فضای دسترسی در اطراف دستگاه به‌منظور تنظیم، تعمیر و تعویض وجود داشته باشد. همچنین باید کلیه ضوابط نصب، بهره‌برداری و تعمیر دستگاه را که سازنده پیشنهاد کرده است در ناحیه‌ای از محل نصب دستگاه که به‌راحتی در دسترس اشخاص ذیصلاح باشد، قرار دهد.

**۱۷-۷-۲-۲** چنانچه کارگذارنده هرگونه تغییری در نحوهٔ نصب وسیلهٔ گازسوز و دودکش آن را ضروری تشخیص دهد باید قبل از هرگونه اقدام از سازندهٔ مربوطه کسب مجوز نماید.

**۱۷-۷-۲-۳** نصب هر نوع وسیله گازسوز در حمام، رختکن، سرویس‌های بهداشتی و محوطه‌های سونا، استخر و جکوزی ممنوع است.

**۱۷-۷-۲-۴** ممنوعیت نصب لوازم گازسوز در ساختمان‌های عمومی و خاص طبق فصل ۱۷-۳ می‌باشد.

## ۱۷-۷-۳ محدودیت‌های نصب وسایل گازسوز

**۱۷-۷-۳-۱ چراغ روشنایی**

**الف)** در هر واحد مسکونی نصب بیش از یک چراغ روشنایی ممنوع است.

**ب)** نصب چراغ روشنایی در محل‌های زیر مجاز نیست:

- اتاق خواب
- روبه‌روی دریچهٔ کولر
- در فاصلهٔ کمتر از یک متر از پنجره، دیوار مجاور و پرده
- در صورت وجود سقف یا دیوار چوبی در ساختمان
- در محل‌هایی که ارتفاع سقف از ۲۵۰ سانتی‌متر کمتر است.

### ۱۷-۷-۳-۲ شومینه

**الف)** نصب شومینه در اتاق خواب مجاز نیست.

**ب)** نصب شومینه به‌عنوان تنها وسیلهٔ گرمایش در هال و پذیرایی ممنوع است.

**پ)** نصب شومینه بدون سیستم محافظ شعله (ترموکوپل) ممنوع است.

### ۱۷-۷-۳-۳ بخاری دیواری

نصب بخاری دیواری در اتاق خواب مجاز نیست.

### ۱۷-۷-۳-۴ پلوپز

**الف)**نصب پلوپز در طبقات زیرزمین و مکان‌هایی که دارای تهویه کافی براساس این مقررات نیستند ممنوع است.

**ب)** پلوپز باید ترجیحاً در فضای باز مانند حیاط، حیاط خلوت و یا تراس استفاده گردد.

**پ)** استفاده از پلوپز به‌عنوان وسیلهٔ گرمایش ممنوع است.

### ۱۷-۷-۳-۵ بخاری‌های گازسوز بدون دودکش

محدودیت‌های نصب این نوع بخاری‌ها مطابق با شرایط مندرج در مبحث چهاردهم می‌باشد.

## ۱۷-۷-۴ قابلیت دسترسی به‌دستگاه گازسوز و فاصله‌های لازم

### ۱۷-۷-۴-۱ قابلیت دسترسی برای تعمیر

هر دستگاه گازسوز باید نسبت به‌اجزای ساختمان محل کارگذاری و وسایل دیگر طوری قرار گیرد تا امکان دسترسی به‌آن وجود داشته باشد. برای تمیز کردن سطوح حرارتی، تعویض صافی‌ها، دمنده‌ها، موتورها، مشعل‌ها، کنترل‌ها و لوله‌های رابط دودکش، روغنکاری اجزای متحرک که احتیاج به‌روغنکاری دارد و تنظیم و تمیز کردن مشعل‌ها و پیلوت‌ها، باید فاصله‌های کافی رعایت گردد. فواصل مورد نیاز برای تعدادی از وسایل گازسوز در جدول۱۷-۷-۱ داده شده است.

### ۱۷-۷-۴-۲ فاصلهٔ کارگذاری دستگاه‌های گازسوز از مواد، مصالح و اشیا قابل اشتعال

دستگاه‌های گازسوز و لوله دودکش آنها باید در فواصلی نسبت به‌اشیا و مواد و مصالح نصب شوند که هنگام کار کردن برای اشخاص یا اموال آنها خطرساز نباشد. حداقل فاصلهٔ دستگاه گازسوز از اشیا و مواد قابل اشتعال به‌شرح جدول ۱۷-۷-۱ است.

**جدول ۱۷-۷-۱** حداقل فواصل نصب وسایل گازسوز از اطراف

| دستگاه‌های گازسوز | فاصلهٔ مجاز |
|---|---|
| کلیه دستگاه‌های گازسوز که روی کف نصب می‌شوند: (بخاری- آبگرمکن- پکیج و ...) | ۴۵ سانتی‌متر از اطراف<br>۷۵ سانتی‌متر از بالا |
| اجاق گاز خانگی (کابینتی) | ۷۵ سانتی‌متر از بالا |
| بخاری دیواری | ۱۰۰ سانتی‌متر از اطراف<br>۱۰۰ سانتی‌متر از بالا |

### ۱۷-۷-۴-۳ فاصلهٔ دودکش و لولهٔ رابط دودکش از اشیا و مواد قابل اشتعال

حداقل فاصلهٔ مجاز دودکش و لولهٔ رابط دودکش از اشیا و مواد قابل اشتعال ۵۰ سانتی‌متر می‌باشد.

## ۱۷-۷-۵ روش‌های تأمین هوای لازم برای احتراق و تهویه

### ۱۷-۷-۵-۱ حدود و دامنهٔ کار

**الف)** منظور از «*تأمین هوای احتراق*» در این بخش، تأمین هوای لازم و کافی برای فضاهایی از ساختمان است که دستگاه‌های گازسوز در آنها نصب می‌شود.

**ب)** شرایط مذکور در این بخش به‌دستگاه‌هایی مربوط می‌شود که در داخل ساختمان کار گذارده شده یا برای احتراق، تهویه و رقیق‌سازی گازهای دودکش آنها از هوای داخل ساختمان استفاده می‌گردد.

**پ)** شرایط مذکور در این بخش در موارد زیر به‌کار نمی‌رود:

۱) دستگاه‌های گازسوزی که تمام هوای لازم برای احتراق آنها مستقیماً از فضای خارج ساختمان تأمین شود و نیز تمام گازهای دودکش آنها در فضای خارج ساختمان آزاد گردد.

۲) دستگاه‌های گازسوزی که در خارج ساختمان قرار می‌گیرند و دارای محفظه کامل سربسته‌ای به‌شکل جزیی از کوره باشد و از هوای خارج ساختمان برای احتراق و رقیق‌سازی گازهای دودکش استفاده می‌کند (مانند مشعل گازسوز سونای خشک).

**ت)** شرایط تأمین هوای لازم برای احتراق انواع دستگاه‌های گازسوز، در زمان طراحی، اجرا، بازرسی و صدور تأییدیه جهت سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان‌ها، باید طبق الزامات این بخش از مقررات انجام گیرد.

**ث)** برای هر قسمت از ساختمان که در آن دستگاه‌های گازسوز مانند دیگ آب گرم یا بخار، کوره هوای گرم، آبگرمکن، بخاری و دستگاه‌های مشابه، نصب می‌شود باید هوای لازم برای احتراق به‌مقدار لازم و کافی و مناسب برای احتراق گاز، تأمین شود.

### ۱۷-۷-۵-۲ کلیات

**الف)**نصب دستگاه‌های گازسوز در فضای کامل بسته و بدون هرگونه پیش‌بینی برای دریافت هوای احتراق مجاز نیست.

**ب)** دستگاه‌های گازسوز باید در محلی نصب گردند که تعویض هوا در آن محل به‌قدری باشد که در شرایط کار معمولی دستگاه‌ها، احتراق رضایت‌بخش گاز و تخلیه مناسب گازهای دودکش را امکان‌پذیر سازد. دستگاه‌ها باید طوری قرار گیرند که باعث از بین رفتن جریان مناسب هوا در محیط بسته‌ای که در آن قرار دارند، نگردند. به‌فضاهایی که منافذ آنها به‌خارج به‌حدی است که نفوذ معمولی هوا به‌آنها برای تأمین هوای لازم دستگاه کافی نمی‌باشد، باید با روش‌های مختلف، هوای کافی وارد شود.

### ۱۷-۷-۵-۳ انواع فضا

انواع فضا در این بخش، با توجه به‌امکان و نحوهٔ تأمین هوای لازم و کافی برای دستگاه‌های گازسوز که در آنها نصب می‌گردند، تعیین می‌شود:

**الف) فضا با درزبندی معمولی:** فضایی که جداره‌های خارجی آن، از قبیل درز درها و پنجره‌ها (بدون نوار درزبندی)، ساخته شده باشد.

**ب) فضا با درزهای هوابند:** فضایی که جداره‌های خارجی آن، از قبیل درز درها و پنجره‌ها، محل عبور لوله‌ها و کابل‌ها و غیره با نوارهای درزبندی یا وسایل دیگر، حفاظت شده باشد.

### ۱۷-۷-۵-۴ منابع غیرمجاز تأمین هوای احتراق

**الف)** تأمین هوای احتراق از منابع زیر مجاز نیست:

۱) فضایی که در آن گازهای خطرناک وجود داشته باشد.

۲) فضایی که در آن بخارهای قابل اشتعال وجود داشته باشد.

۳) فضایی که در آن گرد و غبار و ذرات مواد جامد انتشار یابد.

۴) از موتورخانه تبرید ساختمان برای فضاهای مجاور.

۵) از اتاق خواب یا حمام.

### ۱۷-۷-۵-۵ تأمین هوا از کف کاذب

**الف)** در صورتی‌که هوای احتراق فضایی که دستگاه گازسوز در آن نصب می‌شود از کف کاذب ساختمان تأمین شود، در این صورت فضای کف کاذب باید به‌هوای آزاد بیرون به‌صورت مستقیم مرتبط باشد.

۱) جریان هوای آزاد بیرون باید، بدون هیچ مانع، مسیر داخل فضای زیر کف کاذب را تا دریچهٔ ورود هوا

از کف به‌داخل فضای نصب دستگاه طی کند.

۲) دهانهٔ ورود هوا از بیرون به‌داخل فضای زیر کف کاذب و دهانهٔ ورود هوا از کف کاذب به‌داخل فضای محل نصب دستگاه باید برابر هم و دست‌کم به‌اندازهٔ مورد نیاز دستگاه (براساس محاسبات) باشد.

۳) سطح مقطع مسیر عبور هوا از فضای زیر کف کاذب باید براساس اصول محاسبات کانال‌های تأمین هوا صورت گیرد.

### ۱۷-۷-۵-۶ تأمین هوا از فضای زیر شیروانی

**الف)** در صورتی‌که هوای احتراق فضایی که دستگاه گازسوز در آن نصب می‌شود، از فضای زیرشیروانی ساختمان تأمین شود، در این صورت فضای زیر شیروانی باید مستقیماً به‌هوای آزاد بیرون مربوط باشد.

۱) جریان هوای آزاد بیرون باید بدون هیچ مانع، مسیر داخل فضای زیر شیروانی را تا دهانهٔ ورود هوا به‌داخل محل نصب دستگاه طی کند.

۲) اندازهٔ دهانهٔ ورودی هوا به‌داخل فضای زیر شیروانی و دهانهٔ کانال انتقال هوا به‌فضای محل نصب دستگاه باید برای تأمین هوای احتراق دستگاه براساس محاسبات دریچه‌های تأمین هوا تعیین گردد.

### ۱۷-۷-۵-۷ تأمین هوا از داخل

الف) فضای با درزبندی معمولی

۱) در ساختمان‌های با درزبندی معمولی که حجم فضای نصب دستگاه‌های گازسوز بیش از یک مترمکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت باشد، تعویض هوای طبیعی با نفوذ هوا به‌داخل آن فضا، برای تأمین هوای احتراق مورد نیاز دستگاه‌های آن، کافی است.

۲) اگر حجم فضای نصب دستگاه کمتر از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت باشد و هوای احتراق از فضای مجاور آن تأمین شود، در این صورت مجموع حجم فضای محل نصب دستگاه و فضای مجاور باید دست‌کم یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت باشد.

- برای جریان هوا بین محل نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور دست‌کم دو دهانهٔ باز بدون مانع باید پیش‌بینی شود که یکی به‌فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متر از کف و دیگری به فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متر از سقف، روی در یا جدار بین این دو فضا نصب شوند.
- سطح آزاد هریک از این دهانه‌ها باید دست‌کم برابر یک سانتی‌متر مربع برای هر ۳۸ کیلوکالری در ساعت باشد. سطح آزاد هریک از این دهانه‌ها، به‌هر حال، نباید از ۶۴۵ سانتی‌متر مربع کمتر باشد.

***تبصره:*** درصورت نصب بخاری دودکش‌دار در اتاق خواب باید درزبندی به‌گونه‌ای باشد که تأمین هوای مورد نیاز از فضاهای مجاور امکان‌پذیر باشد. حمام‌های مرتبط با اتاق خواب‌ها فضاهای مجاور محسوب نمی‌شوند.

**۳) محدودیت نصب وسایل گازسوز پرمصرف (بالاتر از ۱/۵ مترمکعب در ساعت) در واحدهای کوچکتر از ۶۰ مترمربع**

نصب وسایل گازسوز پرمصرف مانند آبگرمکن فوری و پکیج در واحدهای مسکونی یا غیرمسکونی که مساحت آنها کمتر از ۶۰ مترمربع می‌باشد ممنوع است مگر آنکه وای موردنیاز جهت احتراق گاز مصرفی آنها از طریق دریچهٔ دایمی که مستقیماً به‌هوای آزاد راه دارد تأمین گردد.

در این صورت برای استفاده از هوای خارج از ساختمان، مساحت دریچه از جدول۱۷-۷-۲ به دست می‌آید:

**جدول ۱۷-۷-۲** ابعاد دریچه دایمی که مستقیماً به‌هوای آزاد راه دارد

| ردیف | حداکثر ظرفیت دستگاه (کیلوکالری در ساعت) | مساحت دریچه (سانتی‌متر مربع) | ابعاد دریچه (سانتی‌متر*سانتی‌متر) |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰۰۰۰ | ۱۵۰ | ۱۰ * ۱۵ |
| | | | ۷/۵ * ۲۰ |
| | | | ۵ * ۳۰ |
| ۲ | ۵۰۰۰۰ | ۲۱۰ | ۱۴ * ۱۵ |
| | | | ۱۰/۵ * ۲۰ |
| | | | ۷ * ۳۰ |
| ۳ | ۷۰۰۰۰ | ۲۵۰ | ۱۵ * ۱۶ |
| | | | ۱۲/۵ * ۲۰ |
| | | | ۸/۵ * ۲۰ |

***نکتهٔ مهم:***

محل قرار گرفتن منفذ باید حداقل یک متر در هر یک از ترازهای افقی و عمودی از انتهای دودکش فاصله داشته باشد.

ب) فضای با درزهای هوابند

۱) درصورتی‌که ساختمان با درزهای هوابند باشد، هوای مورد نیاز فضایی که در آن دستگاه‌های گازسوز نصب می‌شود، چه حجم این فضا کافی باشد (بیش از یک‌متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت) و چه حجم آن کافی نباشد، به‌هر حال باید از خارج ساختمان تأمین شود.

### ۱۷-۷-۵-۸ تأمین هوا از خارج

**الف)** در شرایط زیر که تأمین هوای احتراق از فضای محل نصب دستگاه‌های گازسوز ممکن نباشد، تمام

یا قسمتی از هوای مورد نیاز باید از خارج ساختمان تأمین شود:

۱) در صورتی‌که حجم فضای محل نصب دستگاه‌ها کمتر از یک‌متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت باشد.

۲) در صورتی‌که مجموع حجم فضای نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور کمتر از یک‌متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت باشد.

۳) در صورتی‌که حجم فضای محل نصب دستگاه‌ها و یا مجموع آن با فضای مجاور بیش از یک‌متر برای هر ۱۷۷ کیلوکالری باشد ولی ساختمان با درزهای هوابند باشد.

**ب) نحوهٔ دریافت هوا از خارج**

برای تأمین هوای احتراق دستگاه گازسوز، نصب دهانهٔ مستقیم از فضای محل نصب دستگاه به‌خارج از ساختمان، یا از طریق کانال افقی یا قائم، با در نظر گرفتن الزامات زیر کافی است:

- یک دهانه برای ورود هوا، به‌فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متر از سقف، نصب شود.
- سطح آزاد دهانه باید دست‌کم یک‌سانتی‌متر مربع برای هر ۱۱۶ کیلوکالری در ساعت باشد.
- سطح مقطع کانال باید دست‌کم برابر سطح آزاد دهانه دریافت هوا باشد.

### ۱۷-۷-۵-۹ تأمین همزمان هوا از داخل و خارج

**الف) فضای با حجم ناکافی**

در ساختمان با درزبندی معمولی، در صورتی‌که حجم فضای محل نصب دستگاه‌های گازسوز ناکافی (کمتر از یک‌مترمکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت) باشد، باید با نصب دهانه‌های دریافت هوا از خارج، هوای مورد نیاز احتراق را به‌طور همزمان از داخل و خارج تأمین کرد.

- دریافت هوا از خارج باید با نصب دهانه‌های باز و مستقیم روی جداره‌های فضای محل نصب دستگاه‌ها، نصب کانال افقی یا قائم، به‌ترتیبی که در تأمین هوا از خارج آمده صورت گیرد.
- مقدار هوای داخل به‌اضافه جمع کل هوای دریافتی از دهانه‌های مستقیم، کانال افقی یا قائم باید برای تأمین هوای مورد نیاز احتراق دستگاه‌ها، کافی باشد.

**ب) فضای با حجم کافی**

در ساختمان با درزهای هوابند، در صورتی‌که حجم فضای محل نصب دستگاه‌های گازسوز کافی (بیش از یک مترمکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت) باشد، باید با نصب دهانه‌های دریافت هوا از خارج، هوای مورد نیاز احتراق را به طور همزمان از داخل و خارج تأمین کرد.

- دریافت هوا از خارج باید با نصب دهانه‌های باز و مستقیم روی جدارهای فضای محل نصب دستگاه‌ها، نصب کانال افقی یا قائم، به‌ترتیبی که در «*تأمین هوا از خارج*» آمده، صورت گیرد.
- علاوه بر آن لازم است یک دهانه هوای اضافی برای دریافت مستقیم هوا از خارج، با سطح آزاد

یک‌سانتی‌متر مربع برای هر ۱۹۴ کیلوکالری در ساعت نیز پیش‌بینی شود.

### ۱۷-۷-۵-۱۰ تأمین مکانیکی هوا

**الف)**تأمین هوای احتراق برای فضایی که در آن دستگاه‌های گازسوز نصب شده باشد، ممکن است جزیی از سیستم تعویض هوای مکانیکی ساختمان، یا قسمت‌هایی از فضاهای ساختمان باشد. در این حالت الزامات زیر باید رعایت شود:

۱) سیستم تعویض هوای مکانیکی نباید در فضایی که در آن دستگاه‌های گازسوز نصب می‌شود فشار منفی ایجاد کند، تا در کار مشعل اختلال ایجاد نشود.

۲) سیستم تعویض هوای مکانیکی و مشعل هریک از دستگاه‌ها باید به‌هم وابسته و مرتبط باشد، به طوری‌که اگر سیستم تعویض هوای مکانیکی از کار بیفتد، مشعل دستگاه‌ها هم به‌طور خودکار خاموش شود.

**ب) مقدار تعویض هوا**

مقدار هوا که توسط سیستم تعویض هوای مکانیکی به‌داخل فضای محل نصب دستگاه‌های گازسوز فرستاده می‌شود، باید دست‌کم برابر یک‌متر مکعب در ساعت برای هر ۳۵۵ کیلوکالری در ساعت باشد.

### ۱۷-۷-۵-۱۱ عدم اختلال در تأمین هوای احتراق

**الف)** در هر فضایی که در آن دستگاه گازسوز نصب می‌شود باید گردش آزاد هوا وجود داشته باشد.

**ب)** در هر فضایی که در آن دستگاه گازسوز نصب می‌شود نباید دستگاه دیگری که جریان انتقال هوا را مختل می‌کند نصب شود.

### ۱۷-۷-۵-۱۲ دهانه‌ها و کانال ورود هوا

**الف) دهانه‌های ورود هوا**

دهانه‌های ورود هوا باید از نوعی باشد که در برابر ورود هوا مانع ایجاد نکند.

- اگـر روی دهانهٔ ورودی هوا توری سیمی نصب می‌شود، اندازهٔ چشمه‌های توری بایـد دست‌کم ۱۲ * ۱۲ میلی‌متر باشد.
- اگر روی دهانهٔ ورودی هوا، دریچه هوای بیرون از نوع فلزی، نصب می‌شود، سطح آزاد آن باید ۷۵ درصد محاسبه شود، مگر آنکه سازنده نسبت دیگری توصیه کرده باشد.
- اگر روی دهانه ورودی هوا دریچه هوای بیرون از نوع چوبی، نصب می‌شود سطـح آزاد آن باید ۲۵ درصد محاسبه شود.

**ب) کانال هوا**

در صورت نصب کانال، سطح مقطع آن برحسب طول کانال از نمودارهای ۱۷-۷-الف و ب به‌دست می‌آید.

۱) کانال هـوای ورود یا گـردش هوا به‌فضای محـل نصـب دستگاه‌های گازسوز بایـد از جنس فولادی گالوانیزه باشد.

۲) طراحی و ساخت کانال هوا باید بارعایت الزامات مندرج در بخش ۱۴ـ ۵ «کانال‌کشی» مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان انجام گیرد.

۳) سطح آزاد و بدون مانع هر کانال نباید از ۱۰ * ۱۰ سانتی‌متر کمتر باشد.

**۱۷-۷-۵-۱۳ ضوابط نصب دریچه و کانال‌های متصل به‌هوای آزاد**

در صورتی‌که هوای احتراق دستگاه گازسوز از طریق دریچه یا کانال مرتبط با فضای آزاد تأمین گردد، محور کانال باید غیرمستقیم نباشد و در دو انتهای آن، کرکرهٔ چوبی محافظ و توری فلزی به‌طوری تعبیه گردد که کانـال با تعبیه مسیـر غیرمستقیـم برای عبـور جریان هوا، کرکرهٔ چوبـی یا فلزی در دو انتها و توری فلزی (و یا تلفیقی از آنها):

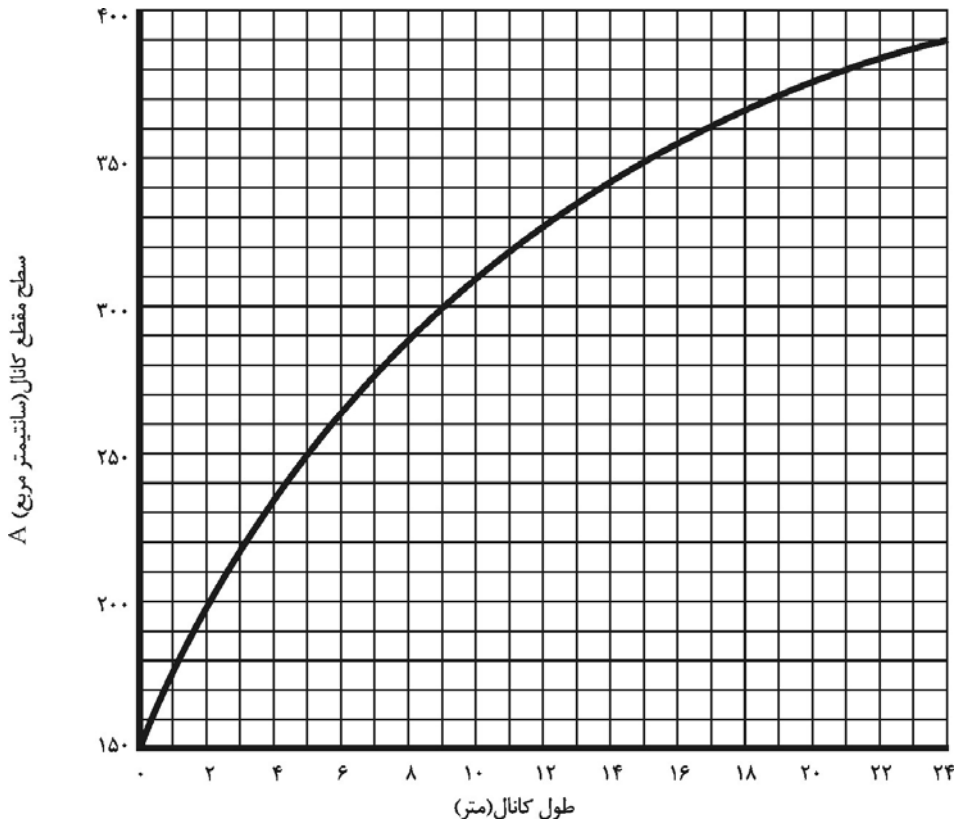
۱) از نفوذ مستقیم سرما از بیرون به‌داخل فضای مسکونی ممانعت نماید.

۲) ورود پرندگان و حشرات به‌داخل فضای مسکونی ممکن نباشد.

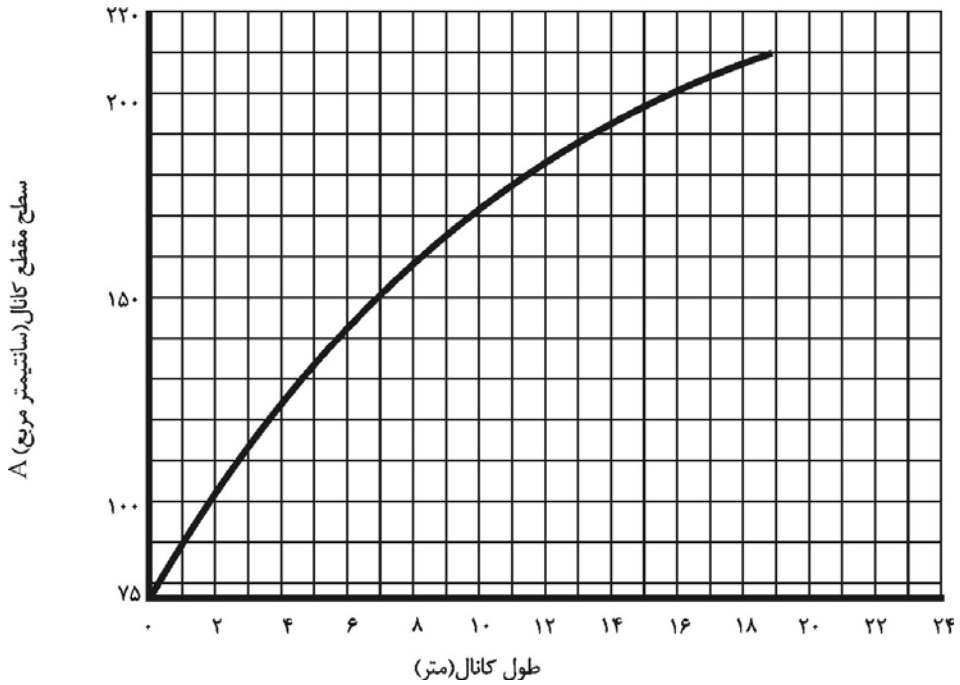
۳) انسداد آن به‌سادگی میسر نباشد.

***تذکر* (۱)** روی دریچـه یـا کانال، یا در کنار آن، عبارت «*مخصوص عبـور جریان هوای وسیلـهٔ گازسوز- به‌هیچ وجه مسدود نشود*» به‌صورت واضح و قابل رؤیت نوشت شود.

***تذکر* (۲)** استفاده‌کننده از دستگاه گازسوز مجاز به‌انسداد دریچه یا کانال ارتبـاط به‌فضای آزاد نمی‌باشد.




**نمودار ۱۷-۷-الف** (طول- سطح مقطع) کانال‌های تأمین هوای احتراق، در صورتی‌که از یک کانال تهویه استفاده گردد.




**نمودار ۱۷-۷-ب** (طول- سطح مقطع) کانال‌های تأمین هوای احتراق، در صورتی‌که از دو کانال تهویه استفاده گردد.

# ۱۷-۸ دودکش‌های دستگاه‌های گازسوز ساختمان‌ها

## ۱۷-۸-۱ کلیات

**۱۷-۸-۱-۱** به‌منظور تخلیه کامل محصولات احتراق دستگاه‌های گازسوز و به‌عنوان بنیان تأمین ایمنی و حفظ جان ساکنین ساختمان‌ها، طراحی، اجرا و کنترل دودکش‌های دستگاه‌های گازسوز براساس اصول مهندسی الزامی است.

**۱۷-۸-۱-۲** مهندس ناظر موظف است در زمان تأیید لوله‌کشی گاز ساختمان، از مناسب بودن نحوهٔ خروج محصولات احتراق (دودکش) برای هر شیر مصرف و همچنین تأمین هوای لازم برای وسیلهٔ گازسوز اطمینان حاصل نماید.

**۱۷-۸-۱-۳** طراحی و اجرای دودکش مشترک برای چند دستگاه گازسوز که در طبقات متوالی قرار دارند (حداکثر ۵ طبقه) به‌شرطی مجاز است که هوای مورد نیاز احتراق مستقیماً از فضای آزاد تأمین گردد. در صورتی‌که تأمین هوای احتراق از فضای مسکونی باشد اجرای دودکش مشترک مجـاز نیست.

**۱۷-۸-۱-۴** گازهای حاصل از احتراق دستگاه‌های گازسوز باید مطابق این مقررات و با رعایت دستورالعمل سازندهٔ دستگاه، مستقیماً و بدون برخورد با مانع، به‌هوای آزاد هدایت شود.

**۱۷-۸-۱-۵** محل اتصال دودکش به‌کوره‌هایی که با گاز طبیعی در شرایط اتسمفریک کار می‌کنند، باید در بالاترین قسمت کوره قرار گرفته باشد.

**۱۷-۸-۱-۶** در کوره‌هایی که دهانهٔ خروجی دود از کوره (محل اتصال کوره به‌دودکش) در قسمت

پایین کوره قرار دارد، باید از بالاترین نقطهٔ محفظهٔ کوره به‌وسیلهٔ لوله‌ای با قطر حداقل یک اینچ به‌قسمت عمودی لولهٔ دودکش متصل نمود تا گاز از این معبر خارج‌شده و دربالای کوره جمع‌نشود و هنگام روشن کردن مشعل، انفجار ایجاد نگردد.

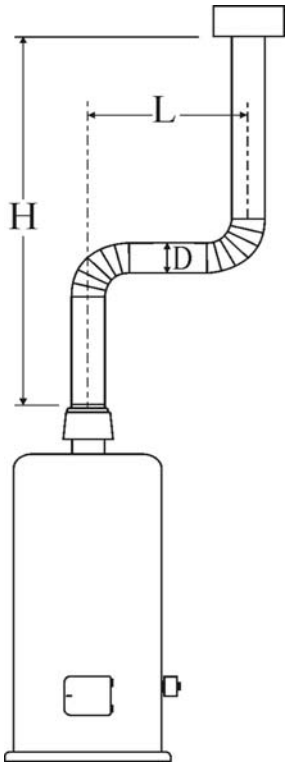
## ۱۷-۸-۲ تعیین قطر دودکش مستقل برای یک دستگاه گازسوز

**۱۷-۸-۲-۱** برای تعیین قطر دودکش‌های فلزی یا سیمانی برای یک دستگاه گازسوز از جدول ۱۷-۸-۱ استفاده گردد.

***تذکر:*** تعیین قطر دودکش برای مقادیر خارج از جدول باید براساس محاسبات مهندسی انجام پذیرد.

**۱۷-۸-۲-۲** اگر قطر دودکش به‌دست آمده از جدول کمتر از اندازهٔ قطر محل خروج محصولات احتراق دستگاه گازسوز باشد، استفاده از دودکش با قطر کوچکتر مجاز است مشروط بر اینکه:

الف) ارتفاع کل دودکش (H) حداقل ۳ متر باشد.




**شکل ۱۷-۸-۱** دودکش فلزی یا سیمانی جهت استفادهٔ یک دستگاه گازسوز.

ب) قطـر دودکش برای محل خروج محصولات احتراق دستگاه گازسوز به‌قطر ۱۲ اینـچ و کمتر از آن، بیـش از یک اندازهٔ جدول کوچک نشده باشد.

ج) قطـر دودکش بـرای محل خروج محصولات احتراق دستگاه گازسوز به‌قطر بیشتـر از ۱۲ اینچ، بیش از دو اندازهٔ جدول کوچک نشده باشد.

**۱۷-۸-۲-۳** طول افقی لوله رابط برابر ($L=۰$) به‌معنی دودکشی است که مستقیماً و به‌طور قائم بر روی محل خروج محصولات احتراق دستگاه گازسوز نصب شده باشد.

**۱۷-۸-۲-۴** برای محاسبهٔ قطر دودکش دستگاه‌های گازسوزی که در مناطق مرتفع نصب می‌شوند، مصرف گاز دستگاه در سطح دریا ملاک خواهد بود.

## ۱۷-۸-۳ تعیین قطر دودکش مشترک و لوله رابط

**۱۷-۸-۳-۱** استفاده از دودکش مشترک برای وسایل گازسوزی که هوای مورد نیاز آنها از بیرون تأمین نمی‌گردد، ممنوع است. استفاده از دودکش مشترک فقط برای وسایل گازسوزی که هوای مورد نیاز آنها از هوای آزاد تأمین می‌گردد مجاز است.

**۱۷-۸-۳-۲** برای تعیین قطر دودکش‌های مشترک فلزی تک‌جداره یا سیمانی پیش‌ساخته جهت استفادهٔ بیش از یک دستگاه گازسوز، که در یک طبقه نصب شده‌اند، به‌جدول ۱۷-۸-۲ و شکل ۱۷-۸-۲ مراجعه شود.

**۱۷-۸-۳-۳** اتصال دودکش (مستقل یا مشترک) وسایل گازسوز بدون فن به‌دودکش وسایل گازسوز فن‌دار و بالعکس مجاز نیست.

**۱۷-۸-۳-۴** وسایل گازسوز دارای مشعل تحت فشار (فن‌دار) که در طبقات مختلف نصب می‌شوند باید دارای دودکش مستقل باشند و استفاده از دودکش مشترک در این شرایط مجاز نمی‌باشد.

### ۱۷-۸-۳-۵ روش طراحی دودکش مشترک وسایل گازسوز ساختمان‌های چند طبقه جهت هر قسمت

روش تعیین قطر لوله‌های رابط و دودکش‌ها با ملاحظه شکل ۱۷-۸-۳ و بند۱۷-۸-۳-۱ به‌شرح زیر است:

**الف) اندازهٔ لوله رابط دودکش بستگی دارد به:**

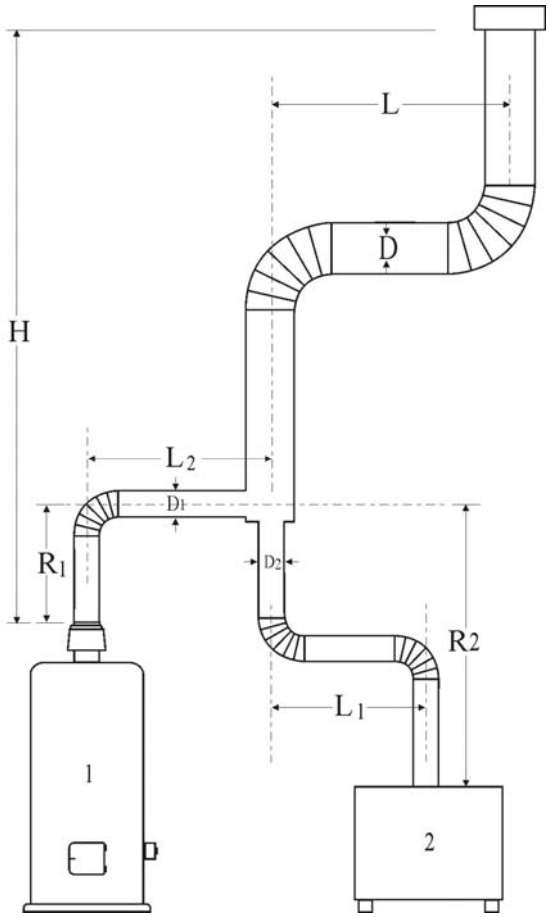
۱) ظرفیت حرارتی دستگاه گازسوز

۲) ارتفاع لوله رابط (R)

۳) فاصلهٔ مرکز دو سه‌راهی مجاور (h)

۴) ارتفاع کل (H) برای هر دستگاه گازسوز H=R+h

۵) جدول ۱۷-۸-۲-الف (رابط‌ها)




**شکل ۱۷-۸-۲** دودکش فلزی یا سیمانی پیش‌ساخته جهت دو یا چند دستگاه گازسوز که در یک طبقه نصب شده‌اند. (شکل شماتیک است)

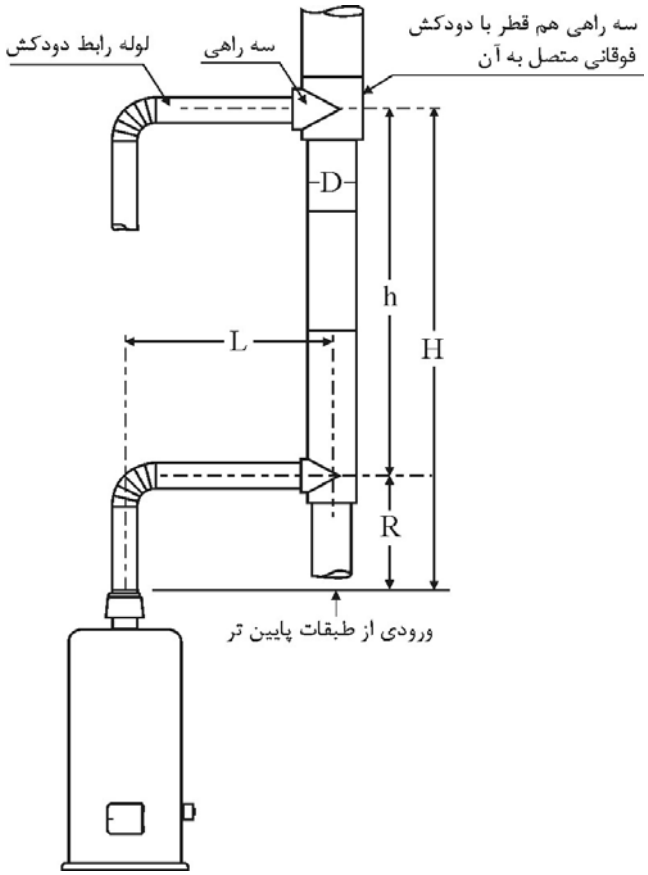
**ب) اندازهٔ دودکش مشترک بستگی دارد به:**

۱) کل ظرفیت‌های حرارتی

۲) ارتفاع کل (H)

۳) جدول ۱۷-۸-۲-ب

۴) قسمت قائم دودکش مشترک بدون خم




**شکل ۱۷-۸-۳** شمای دودکش مشترک ساختمان‌های چندطبقه برای هر قسمت.

**۱۷-۸-۳-۶** در ساختمان‌های چند طبقه، اندازهٔ قطر پایین‌ترین لولهٔ رابط و قسمت قائمی که گاز را به‌پایین‌ترین سه‌راهی دودکش اصلی یا دودکش مشترک هدایت می‌کند باید از جدول ۱۷-۸-۱ محاسبه شود. در این رابطه ارتفاع (H) از محل خروج محصولات احتراق دستگاه گازسوز تا سه‌راهی پایین‌ترین طبقه منظور گردد.

**جدول ۱۷-۸-۱** ظرفیت دودکش‌های فلزی تک‌جداره یا سیمانی پیش‌ساخته جهت استفاده یک دستگاه گازسوز

| ارتفاع (متر) H | طول افقی لوله رابط (متر) L | قطر دودکش (میلی‌متر) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | ۲۵۰ | ۳۰۰ |
| | | حداکثر ظرفیت حرارتی دستگاه‌های گازسوز (۱۰۰۰ کیلوکالری) | | | | |
| ۳ | ۰ | ۲۱/۲۰ | ۵۱/۰۰ | ۹۳/۹۰ | ۱۵۳/۰۰ | ۲۳۰/۳۰ |
| | ۰/۶ | ۱۶/۹۰ | ۴۲/۴۰ | ۷۸/۵۰ | ۱۲۷/۵۰ | ۱۹۱/۹۰ |
| | ۱/۵ | ۱۵/۴۰ | ۳۸/۶۰ | ۷۲/۹۵ | ۱۲۱/۲۰ | ۱۸۲/۸۰ |
| | ۳ | ۱۳/۶۰ | ۳۶/۱۰ | ۶۹/۲۰ | ۱۱۴/۹۰ | ۱۷۶/۸۰ |
| | ۴/۵ | ۱۱/۶۰ | ۳۲/۸۰ | ۶۵/۱۵ | ۱۰۹/۱۰ | ۱۶۸/۲۰ |
| ۴/۵ | ۰ | ۲۳/۰۰ | ۵۶/۳۰ | ۱۰۶/۱۰ | ۱۷۲/۷۰ | ۲۶۲/۶۰ |
| | ۰/۶ | ۱۸/۲۰ | ۴۷/۰۰ | ۸۸/۴۰ | ۱۴۳/۹۰ | ۲۱۸/۴۰ |
| | ۱/۵ | ۱۶/۹۱ | ۴۲/۹۰ | ۷۲/۱۰ | ۱۳۶/۴۰ | ۲۰۸/۳۰ |
| | ۳ | ۱۴/۶۰ | ۳۹/۹۰ | ۷۷/۸۰ | ۱۲۹/۸۰ | ۲۰۰/۷۵ |
| | ۴/۵ | ۱۲/۶۲ | ۳۶/۴۰ | ۷۳/۵۰ | ۱۲۳/۲۰ | ۱۹۱/۹۰ |
| | ۶ | مجاز نیست | ۳۳/۳۰ | ۶۸/۹۰ | ۱۱۷/۷۰ | ۱۸۳/۳۰ |
| ۶ | ۰ | ۲۵/۵۰ | ۶۳/۶۰ | ۱۱۸/۷۰ | ۱۹۴/۴۰ | ۳۰۰/۵۰ |
| | ۰/۶ | ۲۰/۲۰ | ۵۳/۰۰ | ۱۰۰/۰۰ | ۱۶۱/۹۰ | ۲۵۰/۰۰ |
| | ۱/۵ | ۱۸/۷۰ | ۴۸/۵۰ | ۹۱/۹۰ | ۱۵۴/۰۰ | ۲۳۸/۶۰ |
| | ۳ | ۱۶/۴۰ | ۴۴/۹۰ | ۸۷/۱۰ | ۱۴۴/۲۰ | ۲۲۹/۸۰ |
| | ۴/۵ | ۱۳/۹۰ | ۴۱/۲۰ | ۸۲/۳۰ | ۱۳۸/۹۰ | ۲۱۹/۷۰ |
| | ۶ | مجاز نیست | ۳۷/۶۰ | ۷۷/۳۰ | ۱۳۲/۶۰ | ۲۱۰/۱۰ |
| ۹ | ۰ | ۲۷/۳۰ | ۶۹/۷۰ | ۱۳۳/۶۰ | ۲۲۱/۷۰ | ۳۴۰/۶۰ |
| | ۰/۶ | ۲۱/۲۰ | ۵۸/۱۰ | ۱۱۱/۴۰ | ۱۸۴/۳۰ | ۲۸۷/۹۰ |
| | ۱/۵ | ۱۹/۷۰ | ۵۳/۰۰ | ۱۰۳/۵۰ | ۱۷۵/۲۵ | ۲۷۲/۷۰ |
| | ۳ | ۱۷/۱۷ | ۴۹/۵۰ | ۹۸/۰۰ | ۱۶۵/۶۵ | ۲۶۵/۱۵ |
| | ۴/۵ | مجاز نیست | ۴۴/۷۰ | ۹۲/۴۰ | ۱۵۷/۸۰ | ۲۵۲/۵۰ |
| | ۶ | مجاز نیست | ۴۱/۲۰ | ۸۶/۹۰ | ۱۵۰/۵۰ | ۲۴۲/۴۰ |
| | ۹ | مجاز نیست | مجاز نیست | ۷۴/۵۰ | ۱۳۶/۴۰ | ۲۲۴/۷۰ |
| ۱۵ | ۰ | ۳۰/۳۰ | ۷۸/۳۰ | ۱۴۹/۰۰ | ۲۴۷/۵۰ | ۳۹۱/۴۰ |
| | ۰/۶ | ۲۴/۰۰ | ۶۵/۶۵ | ۱۲۴/۲۰ | ۲۰۷/۱۰ | ۳۲۵/۷۵ |
| | ۱/۵ | مجاز نیست | ۵۹/۱۰ | ۱۱۹/۷۰ | ۱۹۷/۰۰ | ۳۱۰/۶۰ |
| | ۳ | مجاز نیست | ۵۵/۸۰ | ۱۱۵/۱۵ | ۱۸۴/۳۰ | ۳۰۰/۵۰ |
| | ۴/۵ | مجاز نیست | ۵۰/۵۰ | ۱۰۲/۸۰ | ۱۷۸/۰۰ | ۲۸۵/۳۵ |
| | ۶ | مجاز نیست | ۴۷/۰۰ | ۹۷/۰۰ | ۱۶۹/۲۰ | ۲۷۲/۷۰ |
| | ۹ | مجاز نیست | مجاز نیست | ۸۳/۳۰ | ۱۵۲/۸۰ | ۲۵۵/۱۰ |

**جدول ۱۷-۸-۲** ظرفیت دودکش‌های فلزی تک‌جداره یا سیمانی پیش‌ساخته جهت استفاده بیش از یک دستگاه گازسوز

**(الف) ظرفیت لوله رابط دودکش**

| ارتفاع H(متر) | ارتفاع رابط (متر) R | قطر لوله رابط (میلی‌متر) D | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ |
| | | حداکثر ظرفیت حرارتی دستگاه‌های گازسوز (۱۰۰۰ کیلوکالری) | | |
| ۴/۵ | ۰/۳ | ۱۱/۱۰ | ۲۹/۵۰ | ۶۰/۶۰ |
| | ۰/۶ | ۱۴/۱۰ | ۳۳/۸۰ | ۶۶/۹۰ |
| | ۰/۹ | ۱۶/۲۰ | ۳۹/۱۰ | ۷۵/۲۰ |
| ۹ و بیشتر | ۰/۳ | ۱۲/۴۰ | ۳۲/۶۰ | ۶۸/۲۰ |
| | ۰/۶ | ۱۴/۶۰ | ۳۶/۶۰ | ۷۴/۵۰ |
| | ۰/۹ | ۱۷/۲۰ | ۴۱/۴۰ | ۸۱/۱۰ |

**(ب) ظرفیت دودکش مشترک قائم بدون لولهٔ رابط**

| ارتفاع H(متر) | قطر دودکش مشترک | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۰۰ | ۱۵۰ | ۲۰۰ | ۲۵۰ | ۳۰۰ |
| | حداکثر ظرفیت حرارتی دستگاه‌های گازسوز (۱۰۰۰ کیلوکالری) | | | | |
| ۳ | ۱۴/۹۰ | ۳۴/۳۰ | ۶۳/۱۰ | ۹۹/۷۰ | ۱۴۱/۴۰ |
| ۴/۵ | ۱۷/۹۰ | ۴۲/۴۰ | ۷۷/۰۰ | ۱۲۱/۲۰ | ۱۷۴/۲۰ |
| ۶ | ۲۰/۲ | ۴۷/۰۰ | ۸۵/۹۰ | ۱۳۸/۹۰ | ۱۹۹/۵۰ |
| ۹ | مجاز نیست | ۵۴/۳۰ | ۱۰۱/۰۰ | ۱۶۴/۱۰ | ۲۳۷/۴۰ |
| ۱۵ | مجاز نیست | مجاز نیست | ۱۲۳/۷۰ | ۲۰۴/۵۰ | ۳۰۰/۵۰ |

**۱۷-۸-۳-۷** قطر لوله رابط دودکش‌های مشترک طبق جدول‌های ۱۷-۸-۲-الف و ۱۷-۸-۲-ب می‌باشد.

**۱۷-۸-۳-۸** هر خم ۹۰ درجه اضافه بر دو خم اول، ظرفیت لوله رابط دودکش مشترک را ۱۰٪ کاهش می‌دهد.

**۱۷-۸-۳-۹** بدون در نظر گرفتن جدول ظرفیت، در صورت تساوی قطر لولهٔ رابط و قطر دودکش مشترک، باید قطر دودکش مشترک حداقل یک اندازه بزرگتر باشد.

**۱۷-۸-۳-۱۰** کلیهٔ اتصالات مورد مصرف جهت اتصال لوله رابط‌ها به‌دودکش مشترک باید هم‌اندازهٔ

دودکش مشترک در محل تقاطع لوله رابط با دودکش باشد.

**۱۷-۸-۳-۱۱** در مورد ساختمان‌های چندطبقه، ارتفاع (H) در هر قسمت از دودکش، فاصلهٔ عمودی بین محل خروج محصولات احتراق دستگاه گازسوز تا مرکز سه‌راهی بعدی طبقهٔ فوقانی است.

## ۱۷-۸-۴ نکات ضروری برای طراحی و اجرای دودکش‌ها

**۱۷-۸-۴-۱** هر مصرف‌کننده درون‌سوز مانند بخاری، آبگرمکن و غیره باید دارای دودکش مناسب و لولهٔ رابط مستقل باشد.

**۱۷-۸-۴-۲** لوله رابط و اتصالات آن در دودکش‌های مشترک باید از نوع فلزی باشد.

**۱۷-۸-۴-۳** اتصال لوله‌های رابط دودکش مشترک فقط باید با استفاده از سه‌راهی اتصال پیش‌ساخته انجام شود. اتخاذ روش‌های دیگر برای گرفتن انشعاب مجاز نیست.

**۱۷-۸-۴-۴** برای تعیین قطر دودکش و لولهٔ رابط فلزی پیش‌ساخته برای بیش از یک دستگاه گازسوز در یک طبقه از جدول ۱۷-۸-۲-الف و ب استفاده شود.

**۱۷-۸-۴-۵** به‌منظور تعیین قطر دودکش‌های تک‌جداره فلزی یا پیش‌ساختهٔ سیمانی برای بیش از یک دستگاه گازسوز در یک طبقه از جدول ۱۷-۸-۱ استفاده شود.

**۱۷-۸-۴-۶** شیر مصرف‌کننده باید در محلی که دودکش وجود دارد یا نصب آن امکان‌پذیر است، نصب گردد.

**۱۷-۸-۴-۷** حداکثر طول لولهٔ رابط باید ۰/۴۵ متر برای هر ۲/۵ سانتی‌متر قطر لولهٔ رابط باشد. در صورتی‌که طول لولهٔ رابط از ۰/۴۵ متر برای هر ۲/۵ سانتی‌متر قطر بیشتر باشد، باید از طریق افزایش قطر یا ارتفاع لولهٔ رابط و یا ارتفاع کل دودکش ظرفیت مورد نظر تأمین گردد.

**۱۷-۸-۴-۸** در صورت نصب دو دستگاه گازسوز در یک طبقه، دودکش مشترک باید نزدیکتر و یا مستقیماً روی دستگاه گازسوز کوچکتر قرار گیرد.

**۱۷-۸-۴-۹** قطر لوله‌های رابط باید مساوی یا بزرگتر از اندازهٔ محل خروج محصولات احتراق دستگاه گازسوز باشد.

**۱۷-۸-۴-۱۰** برای انتخاب قطر دودکش دستگاه‌های گازسوزی که در مناطق مرتفع نصب می‌شوند، ظرفیت حرارتی وسیلهٔ گازسوز در سطح دریا ملاک می‌باشد.

**۱۷-۸-۴-۱۱** برای چند دستگاه گازسوز که در یک طبقه قرار گرفته‌اند، ارتفاع (H) از بالاترین مجرای خروجی محصولات احتراق دستگاه گازسوز تا انتهای دودکش اصلی محاسبه شود.

**۱۷-۸-۴-۱۲** ضخامت دودکش و لولهٔ رابط فلزی باید مطابق جدول۱۷ـ ۸ ـ۳ـالف و ب در نظر گرفته شود.

**جدول ۱۷-۸-۳-الف** حداقل ضخامت ورق لولهٔ رابط دودکش

| قطر لوله رابط دودکش | | ضخامت ورق فولادی گالوانیزه | |
|---|---|---|---|
| سانتی‌متر | اینچ | میلی‌متر | اینچ |
| تا ۱۲ | تا ۵ | ۰/۶ | ۰/۰۲۲ |
| ۱۳ تا ۲۲ | ۶ تا ۹ | ۰/۷ | ۰/۰۲۸ |
| ۲۳ تا ۴۰ | ۱۰ تا ۱۶ | ۰/۹ | ۰/۰۳۴ |
| بزرگتر | بزرگتر | ۱/۵ | ۰/۰۶۴ |

**جدول ۱۷-۸-۳-ب** ضخامت ورق دودکش قائم فلزی

| سطح مقطع دودکش (سانتی‌متر مربع) | حداقل ضخامت ورق دودکش (میلی‌متر) |
|---|---|
| تا ۹۹۵ | ۱/۵ |
| ۹۹۶ تا ۱۲۹۰ | ۲ |
| ۱۲۹۱ تا ۱۶۴۰ | ۲/۵ |
| بزرگتر از ۱۶۴۰ | ۳/۵ |

**۱۷-۸-۴-۱۳** استفاده از لوله‌های قابل انعطاف (خرطومی یا آکاردئونی) به‌عنوان دودکش ممنوع است.

**۱۷-۸-۴-۱۴** مقادیر «*حداکثر ظرفیت حرارتی وسایل گازسوز*» مندرج در جدول‌های این بخش برمبنای نصب دو زانویی ۹۰ درجه در لوله‌های رابط ارایه گردیده‌اند. به‌ازای اضافه شدن هر زانویی ۹۰

درجه (و یا معادل آن) ده درصد از ظرفیت حرارتی دودکش مندرج در جدول کاسته خواهد شد.

**۱۷-۸-۴-۱۵** درون‌یابی در مقادیر جدول‌های این بخش مجاز است، ولی برون‌یابی مجاز نیست.

**۱۷-۸-۴-۱۶** حداقل فاصلهٔ کلاهک دودکش با کولرهای آبی و دریچه‌های تأمین هوای ساختمان باید ۳ متر در نظر گرفته شود.

**۱۷-۸-۴-۱۷** حداقل قطر دودکش‌های وسایل گازسوز ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد و چنانچه محاسبات کمتر از قطر مذکور باشد حداقل همان ۱۰ سانتی‌متر باید رعایت شود.

**۱۷-۸-۴-۱۸** در دودکش‌های مشترک می‌توان حداکثر قطر محاسبه شده دودکش را از ابتدا تا انتها یکسان در نظر گرفت.

## ۱۷-۸-۵ ضوابط مربوط به‌نصب دودکش‌ها

**۱۷-۸-۵-۱** انتهای کلیه دودکش‌ها باید حداقل یک متر از سطح پشت‌بام بالاتر بوده و از دیوارهای جانبی نیز حداقل سه متر فاصله داشته باشد. در صورتی‌که فاصله کمتر از ۳ متر باشد انتهای دودکش باید حداقل ۶۰ سانتی‌متر از بلندترین دیوار مجاور بالاتر قرار گیرد.

**۱۷-۸-۵-۲** قسمت قائم دودکش باید روی پایه‌های مناسب قرار گیرد تا وزن آن به‌پایه منتقل شود. ضمناً طول قائم دودکش توسط بست‌های مناسب به‌دیوار محکم گردد.

**۱۷-۸-۵-۳** عبور دودکش از فضای داخلی و سقف کاذب حمام مجاز نمی‌باشد.

**۱۷-۸-۵-۴** جهت استفاده از بخاری دیواری باید دهانه دودکش حداقل در ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر از کف محل نصب تعبیه شده باشد.

**۱۷-۸-۵-۵** دودکش مشترک با شرایط مندرج در جدول ۱۷-۸-۲-الف حداکثر برای پنج طبقه استفاده شود.

**۱۷-۸-۵-۶** در صورتی‌که ساختمان بیش از پنج طبقه باشد، باید از دو دودکش مشترک براساس

جدول‌های مربوطه استفاده شود.

**۱۷-۸-۵-۷** چنانچه دودکش در داکت نصب شود، داکت ویژه دودکش‌ها باید از بالا به‌هوای آزاد ارتباط داشته باشد. این داکت نباید به فضاهای داخلی ساختمان راه داشته باشد.

**۱۷-۸-۵-۸** کلیه محل‌های اتصال دودکش باید کاملاً دودبند شود.

**۱۷-۸-۵-۹** استفاده از قطعات لوله‌های سیمانی پیش‌ساخته سر صاف (لب به‌لب) ممنوع می‌باشد و باید از نوع نر و ماده (فنجانی) استفاده شود.

# ۱۷-۹ ضوابط بهره‌برداری و نگهداری از سیستم لوله‌کشی گاز داخـــل ساختمان‌ها

## ۱۷-۹-۱ کلیات

به‌طور معمول دستورالعمل‌های بهره‌برداری از گاز طبیعی و توصیه‌های ایمنی در زمان عقد قرارداد و یا بعد از آن توسط شرکت گاز ناحیه در اختیار مشترکین قرار داده می‌شود. با وجود این، در پیوست یک (راهنمای ایمنی) برخی نکات مهم آورده شده است.

**۱۷-۹-۱-۱** اجرای هرگونه تغییرات یا تعمیر در سیستم لوله‌کشی گاز موجود در ساختمان‌ها باید بر طبق این مقررات انجام شود.

**۱۷-۹-۱-۲** قبل از انجام هرگونه تعمیر و یا تغییر در سیستم لوله‌کشی گاز داخل ساختمان مراتب باید به‌اطلاع شرکت گاز ناحیه مربوطه رسانده شود و بر طبق ضوابط و دستورالعمل‌های مربوط، مجوز لازم اخذ گردد.

**۱۷-۹-۱-۳** هرگونه عملیات ساختمانی در ساختمان‌هایی که دارای سیستم لوله‌کشی گاز طبیعی هستند، باید به‌نحوی انجام شود که هیچ‌گونه آسیب و یا تنشی به‌سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان وارد نشود.

## ۱۷-۹-۲ نکات قابل توجه در دوره بهره‌برداری

**۱۷-۹-۲-۱** مشترک باید کلیه ضوابط و دستورالعمل‌های ایمنی استفاده از گاز طبیعی را (با توجه به مسئولیت‌های مندرج در ۱۷-۱-۶) رعایت نماید. این ضوابط در (پیوست یک-راهنمای ایمنی) آورده شده است.

**۱۷-۹-۲-۲** هرگونه تغییر در ساختمان محل نصب موتورخانه که منجر به‌کم شدن فضا و یا مسدود و یا کم شدن مسیرهای پیش‌بینی شده برای تأمین هوای مورد نیاز احتراق شود، مجاز نیست.

**۱۷-۹-۲-۳** هرگونه تغییر در وسایل و لوازم گازسوز، اعم از اجاق گاز و یا سیستم حرارت مرکزی، که موجب افزایش مصرف گاز بیشتر از پیش‌بینی اولیه شود، مجاز نیست.

**۱۷-۹-۲-۴** هر نوع کنده‌کاری در مسیرهای عبور لولهٔ گاز در داخل و یا خارج از ساختمان باید با آگاهی از مسیرهای عبور لولهٔ گاز به‌نحوی انجام شود که به‌لوله و پوشش محافظ روی لوله هیچ‌گونه آسیبی وارد نشود.

**۱۷-۹-۲-۵** در صورت صدمه دیدن لولهٔ گاز و یا پوشش روی آن در هنگام کنده‌کاری، هرگونه تعمیرات باید با اطلاع شرکت گاز ناحیه مربوطه انجام شود.

**۱۷-۹-۲-۶** کنتور و تنظیم‌کنندهٔ فشار گاز که توسط شرکت گاز ناحیه نصب شده است، به‌هیچ‌وجه نباید دستکاری شود. در صورت مشاهده هرگونه اشکال در آنها مراتب باید جهت تعمیر و یا سرویس به‌شرکت گاز ناحیه اطلاع داده شود.

**۱۷-۹-۲-۷** شیر اصلی گاز (بعد از کنتور) به هیچ وجه نباید بدون اطلاع و هماهنگی کلیه مصرف‌کنندگان گاز ساختمان بسته شود. وصل مجدد گاز باید با حضور و اطلاع کلیه مصرف‌کنندگان و پس از حصول اطمینان کامل از بسته بودن شیر گاز کلیه نقاط مصرف، انجام شود. برای جلوگیری از بسته شدن اتفاقی این شیر نصب تابلوی هشداردهنده لازم است.

**۱۷-۹-۲-۸** هرگونه دستکاری در لوازم گازسوز، به‌ویژه تغییر در تنظیم مشعل موتورخانه و یا حس‌کنندهٔ فشار گاز و هوای مشعل، باید توسط افراد و یا شرکت‌های مجاز انجام شود.

**۱۷-۹-۲-۹** قطع کردن و از مدار خارج نمودن لوازم کنترل و محافظ شعله در سیستم‌های حرارت مرکزی مجاز نیست.

**۱۷-۹-۲-۱۰** از لوله‌کشی گاز نباید به‌منظور اتصال زمین استفاده شود.

## ۱۷-۹-۳ تغییر در سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان

**۱۷-۹-۳-۱** هرگونه تغییر در سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان، باید با تأیید مهندس ناظر و توسط افراد و یا شرکت‌های مجاز انجام شود.

**۱۷-۹-۳-۲** پس از پایان تغییرات در سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان و قبل از استفادهٔ مجدد از آن مراتب باید به‌اطلاع شرکت گاز ناحیه مربوطه رسانیده شود.

**۱۷-۹-۳-۳** کلیه قسمت‌هایی که جدیداً اجرا شده و یا تحت تعمیر قرار گرفته‌اند، باید برای انجام بازرسی مهندس ناظر قابل مشاهده و دسترسی باشد و براساس این مقررات تحت آزمایش فشار هوا (و یا گاز نیتروژن) قرار گیرند.

**۱۷-۹-۳-۴** چنانچه مهندس ناظر، اجرای سیستم لوله‌کشی جدید گاز را مورد تأیید قرار دهد، باید گواهینامه مربوطه را صادر نماید. ارایه نسخه‌ای از این گواهینامه به‌شرکت گاز ناحیه، برای وصل مجدد گاز، الزامی است.

**۱۷-۹-۳-۵** شرکت گاز ناحیه در صورت اطلاع از هرگونه تغییرات غیرمجاز و یا توسعه سیستم لوله‌کشی گاز داخل ساختمان که بدون رعایت این مقررات انجام شده باشد، نسبت به‌قطع گاز مشترک اقدام می‌نماید.

**۱۷-۹-۳-۶** برای تخریب ساختمان و جمع‌آوری سیستم لوله‌کشی گاز، مراتب باید به‌اطلاع شرکت گاز ناحیه برسد.

## ۱۷-۹-۴ تعمیر سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان

**۱۷-۹-۴-۱** هرگونه تعمیر در سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان باید توسط افراد و یا شرکت‌های مجاز با رعایت این مقررات انجام گیرد.

**۱۷-۹-۴-۲** قبل از هرگونه تعمیر باید گاز موجود در لوله به‌فضای مناسب و باز تخلیه شود. تخلیهٔ گاز در محفظهٔ احتراق دیگ‌های حرارت مرکزی یا از طریق لوازم گازسوز مجاز نمی‌باشد.

**۱۷-۹-۴-۳** در صورت قطع اتصال لوازم گازسوز از سیستم لوله‌کشی گاز، شیر مربوطه باید با درپوش مناسب مسدود و سپس مورد آزمایش نشتی قرار گیرد.

**۱۷-۹-۴-۴** هرگونه کنده‌کاری و انجام تعمیرات لولهٔ گاز توکار، جهت جلوگیری از آسیب به‌پوشش خارجی لوله، باید در حداقل زمان ممکن انجام شود.

**۱۷-۹-۴-۵** در هنگام انجام تعمیرات لوله‌کشی گاز ساختمان، نباید هیچ‌گونه تنش و بار اضافه بیش از حد مجاز به‌لوله وارد شود.

**۱۷-۹-۴-۶ حفاظت لوله‌کشی گاز**

اگر محل قرارگیری لولهٔ گاز به‌نحوی باشد که باربر آن وارد شود (لوله‌هایی که از دیوار و سقف و کف ساختمان عبور می‌کنند) باید در برابر بارهای وارده محافظت شوند.

**۱۷-۹-۴-۷** اگر شبکهٔ لوله‌کشی گاز ساختمان در اثر صدمات مکانیکی یا علل دیگر دچار آسیب شود، صاحب ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او باید از طریق افراد حقیقی و یا حقوقی ذیصلاح برای رفع اشکال پیش آمده اقدام نماید.

**۱۷-۹-۴-۸** در صورتی که آسیب وارده به‌لوله‌کشی گاز وضع خطرناکی را ایجاد نماید، باید بلافاصله توسط صاحب ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او، گاز از طریق شیر اصلی ساختمان قطع و اقدامات بعدی برای رفع اشکال پیش آمده فوراً انجام شود. در موارد اضطراری بستن شیر روی علمک مجاز می‌باشد.

**۱۷-۹-۴-۹** در صورت بروز صدمه به‌نحوی که مفاد بندهای ۱۷-۹-۴-۷ و ۸ قابل انجام نباشد، صاحب ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او باید فوراً ادارهٔ گاز ناحیه را مطلع، و تا زمان قطع کامل گاز، ایمنی داخل و خارج ساختمان را کنترل نماید.

**۱۷-۹-۴-۱۰** هر قسمت ساختمان که بر اثر بریدن، شکافتن یا سوراخ کردن به‌منظور اجرای شبکهٔ لوله‌کشی گاز ساختمان، ضعیف شود و یا آسیب ببیند، باید پس از خاتمه لوله‌کشی گاز مجدداً تعمیر و تقویت‌شده و به‌حالت ایمن و بی‌خطر بازسازی گردد.

**۱۷-۹-۴-۱۱** کانال‌هایی که برای لوله‌گذاری به موازات پی ساختمان حفر می‌شوند، نباید زیر محدوده سطح باربر پی قرار گیرد.

# بخش دوم

# لوله کشی گاز طبیعی با فشار ۲ الی ۶۰ پوند بر اینچ مربع

# ۱۷-۱۰ کلیات

## ۱۷-۱۰-۱ حدود و دامنه کاربرد

**۱۷-۱۰-۱-۱** بخش دوم از مبحث هفدهم مقررات ملّی ساختمان با عنوان «مقررات لوله کشی گاز طبیعی برای مصرف کنندگان عمده» ضوابط حداقل را که رعایت آن‌ها مشمول الزام قانونی است در موارد زیر مقرر می‌دارد.

الف- مجتمع‌ها و ساختمان‌های مسکونی و عمومی (از جمله: تجاری، اداری، بهداشتی، آموزشی و ورزشی)

ب- محوطه‌ها و ساختمان های صنعتی

ج - شهرک‌های مسکونی و صنعتی

**۱۷-۱۰-۱-۲** این بخش از مبحث، حداقل ضوابط طراحی، اجراء و کنترل‌های کیفی لوله کشی گاز مصرف کنندگان فوق را در بر می‌گیرد.

**۱۷-۱۰-۱-۳** این بخش با کاربری گاز طبیعی تحویلی به مصرف کنندگان فوق برای فشارهای بین دو پوند بر اینچ مربع[1] (معادل ۱۳۷۹۰ پاسکال) تا شصت پوند بر اینچ مربع (معادل ۴۱۳۶۸۶ پاسکال) یا مصارف بالاتر از ۱۶۰ مترمکعب در ساعت تا حداکثر ۵۰۰۰ مترمکعب در ساعت تدوین گردیده است.

**۱۷-۱۰-۱-۴** مقررات این بخش شامل موارد ذیل نمی‌گردد:

۱- کلیه ارقام مربوط به فشار در این مقررات فشار نسبی است.

الف- لوله کشی گازطبیعی ساختمان‌ها با فشار یک چهارم پوند بر اینچ مربع (معادل ۱۷۲۴ پاسکال) و برای مصارف حداکثر تا ۱۶۰ متر مکعب در ساعت و قطر لوله حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر، که در مبحث ۱۷ بخش اول آمده است.

ب- مصرف کنندگان عمده با فشار گاز بیش از شصت پوند بر اینچ مربع (معادل ۴۱۳۶۸۶ پاسکال) و مصارف بالاتر از ۵۰۰۰ متر مکعب در ساعت.

برای فشارهای بیش از شصت پوند بر اینچ مربع (معادل ۴۱۳۶۸۶ پاسکال) و یا مصارف بالاتر از ۵۰۰۰ متر مکعب در ساعت، متقاضی باید به شرکت گاز ناحیه مراجعه نماید.

## ۱۷-۱۰-۲ مسئولیت‌ها

### ۱۷-۱۰-۲-۱ طراح

طراح شخص حقیقی یا حقوقی است که دارای صلاحیت طراحی لوله کشی گاز مشترکین عمده از طرف سازمان قانونی ذیربط باشد. طراح باید پس از طی مراحل اشتراک و عقد قرارداد فروش گاز طبیعی و تعیین محل ایستگاه تقلیل فشار و اندازه گیری، در سقف قرارداد فروش، اقدام به طراحی شبکه داخلی گاز طبیعی متقاضی عمده نماید. علاوه بر آن طراح باید با رعایت مفاد این مقررات به نکات زیر نیز توجه داشته باشد:

الف – در طراحی سیستم لوله کشی گاز ساختمان و محوطه ها، در هنگام مشخص نمودن محل نصب هر وسیله گازسوز باید تأمین هوای آن شامل تأمین هوا از داخل یا خارج ساختمان، حداقل سطح منافذ و یا دریچه های ورود هوا (درصورت لزوم تأمین هوا از خارج ساختمان) پیش بینی گردد.

ب - حداقل قطر، ارتفاع و نوع دودکش وسیله گازسوز باید روی نقشه ذکر و در صورت وجود دودکش، انطباق آن با ذکر مشخصات، تأیید گردد.

پ - طراح مجاز نیست وسائل گازسوز دودکش دار را در محلی قرار دهد که دودکش برای آن‌ها پیش بینی نشده باشد.

ت- درصورتی که دودکش در خارج از ساختمان به صورت روی کار برای وسیله گازسوز در نظر گرفته شده باشد علاوه بر رعایت الزامات بند ب، باید مشخصات محل خروج دودکش از داخل به بیرون ساختمان روی نقشه ذکر شود.

ث - ارائه نقشه جزئیات اجرایی و فهرست مصالح از وظایف طراح می‌باشد.

### ۱۷-۱۰-۲-۲ مجری

الف- مسئولیت کلیه امور طراحی، محاسبات (درصورتی که طراحی با مجری باشد)، استفاده از مصالح مناسب، اجرای لوله کشی گاز، تهیه نقشه‌های طبق اجرا، انجام آزمایش‌ها و در نهایت تزریق گاز و راه اندازی سیستم لوله کشی گاز به عهده مجری است.

ب- مجری لوله کشی گاز موظف است قبل از اجرا، نقشه طراحی شده را به تأیید دستگاه نظارت رسانده و محل نصب وسایل گازسوز را طبق نقشه، حین اجرا رعایت نماید و از امکان تأمین هوا و همچنین تخلیه ایمن محصولات احتراق مصرف کننده‌های هر انشعاب اطمینان حاصل نماید.

پ- مجری همواره در قبال کلیه امور مربوط به لوله کشی مطابق مقررات این مبحث از قبیل استفاده از مصالح مناسب، اجرای لوله کشی طبق نقشه‌های تأیید شده، کیفیت جوشکاری، عایق کاری و کارآیی سیستم حفاظت کاتدی مسئول خواهد بود و صدور تأییدیه های دستگاه نظارت از مسئولیت وی نمی‌کاهد.

ت- در مواردی که در این مقررات تشخیص موضوع و تصمیم گیری به عهده دستگاه نظارت گذاشته شده است و یا در مواردی که دستگاه نظارت تغییراتی را در نقشه‌های اجرایی ضروری بداند، نظر وی لازم الاجرا بوده و مجری موظف به رعایت نظرات نامبرده و اصلاح نقشه‌ها می‌باشد.

ث- در صورت تخطی مجری از مسئولیت‌ها و تعهدات خود از مقررات این مبحث، دستگاه نظارت می‌تواند از ادامه کار او جلوگیری نموده و در صورت لزوم، گزارش مربوطه را جهت استیفای حقوق مشترک به مراجع ذیصلاح پیش بینی شده در قانون، منعکس نماید.

ج- در صورت تخطی دستگاه نظارت از الزامات این مقررات، یا عدم تأیید کار اجرا شده بدون دلیل کافی، مجری می‌تواند موضوع را به مرجع ذیصلاح (مرجع معرفی کننده دستگاه نظارت) ارجاع و درخواست رسیدگی نماید.

### ۱۷-۱۰-۲-۳ دستگاه نظارت

الف- نظارت بر کلیه امور مربوط به لوله کشی گاز شامل تأیید نقشه‌های طراحی و کنترل محاسبات، بررسی و تأیید مصالح مصرفی، نظارت بر مراحل مختلف اجرای کار تا رفع اشکالات و انجام آزمایش‌های سیستم لوله کشی، تأیید ابعاد، موقعیت، بازبودن و کارآیی دودکش‌ها، تهویه وسایل گازسوز و عملیات تزریق گاز براساس مقررات این مبحث باید توسط دستگاه نظارت صورت گیرد.

ب- قبل از اجرای لوله کشی، دستگاه نظارت باید ضمن بازدید از محل، نقشه‌های طراحی را بررسی نموده و در صورت عدم مشاهده ایراد یا مغایرت، نقشه ها را جهت اجرا تأیید نماید.

پ- مصالح مورد استفاده در سیستم لوله کشی گاز باید قبل از اجرا توسط دستگاه نظارت مورد بررسی قرار گرفته و گواهینامه‌های ساخت آن‌ها کنترل و از مناسب بودن آن‌ها برای استفاده در سیستم لوله کشی گاز طبق مقررات این مبحث اطمینان حاصل شود. در صورتی که دستگاه نظارت ضروری تشخیص دهد برای اطمینان از مطابقت مصالح با مقررات این مبحث باید آزمایش‌های لازم بر روی مصالح انجام گیرد.

ت- درحین اجرای لوله کشی، دستگاه نظارت باید از محل به طور اتفاقی، در مقاطع زمانی مختلف هر چند بار که لازم بداند (حداقل سه بار) بازدید نموده و از صحت انجام آن اطمینان حاصل نماید.

ث- هرگاه در ضمن اجرای لوله کشی، لازم باشد تغییری در نقشه‌های اجرایی صورت گیرد، باید نقشه های اصلاحی براساس این مقررات، تهیه و به تأیید دستگاه نظارت برسد.

ج- در پایان کار، دستگاه نظارت باید از کار اجرا شده بازدید نموده ضمن صورت برداری از اشکالات، موارد را جهت برطرف نمودن آن‌ها به مجری ابلاغ نماید.

چ- پس از رفع اشکالات باید سیستم لوله کشی طبق مفاد بخش ۱۷-۱۶ این مبحث مورد آزمایش‌های لازم قرار گرفته و در صورت عدم وجود اشکال، تأییدیه آزمایش به وسیله دستگاه نظارت صادر گردد.

ح- در مورد لوله کشی دفنی مطابق بندهای۱۷-۱۳-۴-۵ و ۱۷-۱۳-۵-۳ و ۱۷-۱۳-۵-۷ باید کلیه مراحل کار به وسیله دستگاه نظارت تا زمان صدور تأییدیه قبل از پوشاندن لوله کشی کنترل شود.

خ- دستگاه نظارت موظف است فقط در صورتی که مشخصات و الزامات محل نصب از نظر تهویه و دودکش وسایل گازسوز مطابق مقررات این مبحث در نقشه و در زمان لوله کشی رعایت شده باشد (علاوه بر مشخصات فنی و ایمنی لوله کشی که باید مطابق بندهای مربوطه در این مقررات انجام شده باشند) نقشه طراحی و لوله کشی اجراشده را تأیید نماید.

د- مسئولیت کنترل کیفیت و صدور تأییدیه‌های مربوطه در همه مراحل طراحی، انتخاب مصالح، اجرا، آزمایش‌های سیستم لوله کشی گاز و همچنین حصول اطمینان از مناسب بودن دودکش‌ها و مجاری تهویه جهت لوازم گازسوز به عهده دستگاه نظارت می‌باشد.

ذ- در مواردی که دستگاه نظارت ضروری بداند برای حصول اطمینان از کیفیت طراحی، اجرا، مصالح و آزمایش‌ها می‌تواند از خدمات مشاورین و یا افراد ذیصلاح استفاده نماید (بند ۱۷-۱۰-۵-۴) ولی در هر صورت تأیید نقشه‌های طراحی و مسئولیت‌های ناشی از آن به عهده دستگاه نظارت می‌باشد.

ر- در صورت تخطی مجری از الزامات این مقررات، دستگاه نظارت موظف است مراتب را کتباً به اطلاع مجری و مراجع ذی صلاح برساند و مجری موظف به رفع آن بوده و در صورت استنکاف مجری از رفع تخلف، دستگاه نظارت موظف است ضمن عدم صدور تأییدیه، موضوع را به مراجع ذی صلاح (مرجع معرفی کننده دستگاه نظارت و کارفرما) جهت بررسی تخلفات صورت گرفته اطلاع دهد.

### ۱۷-۱۰-۲-۴ شرکت‌ها، موسسات، مشاورین و افراد ذیصلاح

شخص حقیقی و یا حقوقی که از مراجع قانونی جهت کار تخصصی مربوطه دارای مجوز و گواهینامه صلاحیت معتبر باشد.

# ۱۱-۱۷ مشخصات مواد و مصالح مصرفی، برآورد، طراحی و انتخاب مصالح سیستم لوله کشی گاز

## ۱-۱۱-۱۷ مشخصات مواد و مصالح مصرفی

### ۱-۱-۱۱-۱۷ لوله‌ها

**الف- لوله‌های فولادی**

لوله‌های فولادی مورد استفاده درلوله کشی گاز می‌تواند از نوع بدون درز و یا درزدار باشد. این لوله‌ها از نظر ساخت، مواد، ابعاد، وزن، آزمایش‌ها و رواداری‌ها باید با آخرین ویرایش یکی از استانداردها ISIRI 3360 , IGS-M-PL-001(2) , EN 10255 و یا API 5L Grade B مطابقت داشته باشد (طبق جدول شماره پ-۲-۱).

**ب- لوله های پلی اتیلن**

کاربرد لوله‌های پلی اتیلن فقط به صورت مدفون برای استفاده در شبکه‌های گازرسانی شهرک‌ها و محوطه مجتمع‌های مسکونی و صنعتی مجاز می‌باشد.

لوله‌های پلی‌اتیلن باید مخصوص استفاده در شبکه گازرسانی ساخته شده و با استاندارد IGS-M-PL-014-1(2) مطابقت داشته باشند. شبکه‌های پلی‌اتیلن می‌بایست براساس این مبحث و ضوابط و دستورالعمل شرکت ملّی گاز به شماره۶ IGS-C-DN-001(0) اجرا شوند.

**تبصره ۱:** استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن در سیستم گازرسانی داخل ساختمان‌ها مجاز نمی‌باشد.

**تبصره ۲:** استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن به صورت روکار مجاز نمی‌باشد.

**تبصره۳:** اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به لوله‌های فولادی فقط با استفاده از اتصال رابط۱ لوله فولادی به لوله پلی اتیلن و مطابق استاندارد IGS-M-PL-014-3(1) مجاز می‌باشد.

1- Transition Fitting

**تبصره۴:** اتصالات مورد استفاده در سیستم لوله کشی گاز پلی‌اتیلن باید از نوع الکتروفیوژن بوده و با استاندارد IGS-M-PL-014-2 مطابقت داشته باشند.

**تبصره ۵:** در نقاطی که رعایت عمق (قطر لوله +۱۰۰ سانتیمتر) برای دفن لوله‌های پلی‌اتیلن ممکن نباشد، باید مشابه بند ۱۷-۱۲-۵-۳-۱-۴ عمل شود.

**پ- لوله های مسی**

الف: استفاده از لوله های مسی که با مشخصات بند ۱۷-۴-۴-۱ ردیف «ب» مطابقت داشته باشند، فقط برای اتصال لوازم گازسوز با فشار حداکثر یک چهارم پوند بر اینچ مربع ( ۱۷۲۴ پاسکال) و حداکثر طول ۱/۵ متر مجاز می‌باشد.

ب : استفاده از لوله‌های مسی به عنوان بخشی از سیستم لوله کشی اعم از روکار و یا توکار مجاز نمی‌باشد.

**ت- لوله‌های قابل انعطاف (شیلنگ) برای اتصال دستگاه‌های گازسوز**

۱: از این لوله‌ها فقط برای اتصال دستگاه‌های گازسوز به سیستم لوله کشی گاز استفاده می‌شود و کاربرد آن برای اتصال و یا بخش‌هائی از سیستم لوله کشی غیر از مورد یاد شده ممنوع می‌باشد.

۲: مشخصات و حداکثر طول مجاز استفاده از لوله‌های قابل انعطاف مطابق با شرایط مندرج در بند «ب» ماده ۱۷-۴-۴-۱ بخش اول این مقررات می‌باشد.

### ۱۷-۱۱-۱-۲ اتصالات

**الف- اتصالات فولادی**

۱ : اتصالات جوشی

در اجرای لوله کشی گاز به صورت توکار و همچنین روکار بالاتر از دو اینچ، کلیه اتصالات باید از نوع جوشی فولادی بدون درز مطابق مشخصات ASTM A-234 Grade WPB با حداکثر ۰/۲۵ درصد کربن و یا استاندارد ملی ۳۰۷۶ و یا استاندارد IGS-M-PL-022-1 بوده و از نظر ابعاد با استاندارد ANSI B16.9 مطابقت داشته و ضخامت آن از رده ۴۰ کمتر نباشد.

۲ : اتصالات دنده‌ای

استفاده از اتصالات پیچی به استثنای اتصالات ورودی و خروجی رگولاتور، کنتور و شیر قفل شونده در علمک‌ها، ممنوع می‌باشد.

اتصالات دنده‌ای باید مطابق با استاندارد ملّی شماره ۱۷۹۸ باشد.

۳ : فلنج‌ها

فلنج‌ها باید فولادی، دارای گردن جوشی و از نوع ASTM A-105 ساخته شده به روش آهنگری (فورج)، کلاس ۱۵۰ طبق استاندارد ANSI B.16.5 بوده و سطح آن‌ها باید بر آمده و شیاردار باشد. کاربرد اتصالات فلنجی به صورت مدفون مجاز نیست.

ب- اتصالات پلی اتیلن

اجرای لوله کشی پلی‌اتیلن فقط با استفاده از اتصالات از نوع الکتروفیوژن[1] مطابق با استاندارد IGS-PL-014-2(2) مجاز می‌باشد. استفاده از سایر انواع اتصالات اعم از جوش لب به لب[2] یا مکانیکی و غیره مجاز نمی‌باشد.

پ- اتصالات دنده پیچ

اتصالات دنده پیچ باید از جنس فولادی و یا چدن چکش خوار و با شرایط زیر باشد:

۱- از نظر ظاهری عاری از عیب و خلل و فرج داخلی یا خارجی و نواقص ظاهری باشد.

۲- سرهای آن دارای بر جستگی به صورت طوقه باشد تا در مقابل فشار وارده برای محکم بستن دنده پیچ مقاومت نموده و ترک نخورد.

۳- در صورتیکه توسط گیره فشرده شود تا وقتی که قطر آن لااقل تا ۸۰٪ قطر اصلی تقلیل پیدا می‌کند نباید در آن‌ها شکستگی یا ترک به وجود آید.

۴- ضخامت جداره بدنه آن‌ها لااقل برابر ضخامت جداره لوله ای باشد که اتصال بر آن نصب می‌گردد.

۵- ضخامت جداره کلیه قسمتهای بدنه اتصال باید کاملاً یکنواخت بوده و حداقل‌های مندرج در استاندارد مربوطه را دارا باشد.

۶- فشار ترکیدن هیدرواستاتیکی آن ها لااقل برابر فشار ترکیدن لوله‌ای باشد که اتصال بر آن نصب می-گردد.

### ۱۷-۱۱-۱-۳ مواد آب‌بندی اتصالات دنده پیچ

برای آب‌بندی اتصالات دنده‌ای لوله‌های گاز باید روی دنده‌های خارجی لوله و اتصال را به اندازه کافی و مناسب با مواد یا نوار آب‌بندی (تفلون) پوشانید. بکار بردن نخ‌های کنفی یا خمیر و سایر مواد که برای آب‌بندی لوله‌های آب متداول است برای لوله‌های گاز مجاز نمی‌باشد. ترکیبات موادی که برای آب‌بندی اتصالات بکار می‌رود باید در برابر اثرات گاز طبیعی و مواد شیمیایی موجود در آن که در لوله‌ها جریان دارد مقاوم باشد. علاوه بر آن این مواد باید همیشه حالت نرمی خود را حفظ کرده و خشک نشود و نیز به نحوی باشد که در اثر فشار یا حرارت زیاد محیط سیلان پیدا نکرده و از لابلای اتصالات خارج نشود.

1- Electro Fusion
2- Butt weld

### ۱۷-۱۱-۱-۴ شیرهای فلزی

شیرهائی که در شبکه گاز با لوله های فولادی نصب می شود باید از نوع ربع گرد توپکی یا سماوری[1] طبق مشخصات زیر باشد:

الف: طراحی، ساخت، اندازه‌ها، آزمایش‌های و علامتگذاری آن‌ها طبق استاندارد IGS-M-PL-002-1(2) و IGS-M-PL-010-1(1) یا API 6 D باشد .

ب : جنس شیر باید فولادی طبق استاندارد ASTM A216 GRWCB و از نوع کلاس ۱۵۰ یا معادل آن باشد

پ: شیرهای تا اندازه ۱ ۱/۲ اینچ می‌تواند از نوع جوشی، فلنجی و یا دنده پیچ باشد و شیرهای نوع توپکی و سماوری از اندازه ۲ اینچ به بالا باید از نوع فلنجی یا جوشی باشد.

ت : شیرهای برنجی یا برنزی از نوع دنده پیچ تا اندازه ۱۱/۲ اینچ برای لوله‌کشی‌های روی کار در صورتیکه از نظر فشار و شرایط استفاده مناسب بوده و با استانداردهای موسسه استاندارد و یا شرکت ملی گاز مطابقت داشته باشد، قابل قبول است.

**تبصره:** شیرهای مدفون شبکه‌های گاز باید به صورت جوشی با ساقه بلند بوده و نصب حوضچه بازدید آن‌ها طبق نقشه‌های استاندارد شرکت ملی گاز باشد.

### ۱۷-۱۱-۱-۵ شیرهای پلی اتیلن

شیرهای پلی‌اتیلن که در شبکه‌های گاز نصب می‌شوند باید از نوع ربع گرد توپکی طبق استاندارد IGS-M-PL-015 (0) باشد.

### ۱۷-۱۱-۱-۶ پوشش لوله و اتصالات فولادی

انواع پوشش‌های مورد استفاده برای عایقکاری لوله‌های مدفون باید مطابق جدول شماره پ-۲-۲ باشد.

### ۱۷-۱۱-۱-۷ دستگاه جوش پلی اتیلن

جوشکاری لوله و اتصالات پلی‌اتیلن باید با دستگاه جوش الکتروفیوژن مطابق با استاندارد IGS-M-PL-016(2) انجام گیرد.

### ۱۷-۱۱-۱-۸ الکترودهای جوشکاری

جوشکاری کلیه پاس‌های لوله‌های API-5L Grade B باید با استفاده از الکترودهای مطابق استاندارد AWS-E-6010 و یا ISIRI – 871 باشد.

---

1- Ball or Plug Valve

**تبصره:** مشخصات و نمونه الکترودها قبل از مصرف باید به تائید دستگاه نظارت برسد.

انتخاب قطر الکترود در هر مورد بستگی به اندازه‌های پاس اول، قطر لوله و ضخامت جداره آن دارد. در این رابطه می‌توان از الکترودهای با قطر ۳/۳۲ اینچ یا ۱/۸ اینچ یا بر حسب مورد استفاده نمود. الکترودها تا زمان استفاده باید در جعبه‌های در بسته اصلی نگهداری شده و انبار کردن آن‌ها باید بر طبق توصیه-های سازنده باشد. الکترودها پس از آنکه از جعبه‌های اصلی خارج شدند باید از رطوبت و صدمه به پوشش آن‌ها محافظت شوند. الکترودهایی که صدمه دیده‌اند مردود شناخته شده و باید از کارگاه خارج شوند.

### ۱۷-۱۱-۱-۹ واشر لائی

واشرهائی که در فاصله بین فلنج‌های لوله کشی گاز بکار می‌روند باید از جنسی باشد که در برابر فشاری که سیستم لوله کشی بر مبنای آن طراحی گردیده و همچنین ترکیبات شیمیایی گازی که در سیستم لوله کشی انتقال داده می‌شود مقاوم بوده و بتواند خواص فیزیکی و شیمیایی خود را در درجه حرارت و فشار طراحی شده حفظ نماید. واشرها باید از الیاف فشرده شده نسوز ساخته شده و در صورتیکه در ساختن آن‌ها الیاف فلزی بکار رفته باشد بتوانند تا دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد مقاومت نماید. هرگاه فلنجی باز شود هنگام بستن مجدد آن باید واشر را تعویض نمود. واشرهای مصرفی باید با استاندارد شرکت ملی گاز به شماره IGS-M-PL-008 مطابقت داشته باشد.

### ۱۷-۱۱-۱-۱۰ مصالح مستعمل

مصالح لوله کشی از قبیل لوله، اتصالات و شیرهایی را که قبلاً از سیستم لوله کشی باز شده است، نباید در لوله کشی گاز مورد استفاده قرار گیرد.

### ۱۷-۱۱-۱-۱۱ سایر مصالح

اگر در سیستم لوله کشی گاز لازم باشد از مصالحی استفاده شود که مشخصات آن‌ها در این مقررات گفته نشده است، باید این مصالح به ترتیب اولویت مطابق با استانداردهای اقلام شبکه‌های گازرسانی شرکت ملی گاز(IGS)، استاندارد ملی نفت (IPS) و استاندارد ملّی ایران (ISIRI) باشد. این مصالح باید به طور کامل بررسی شده و پس از نصب به طور دقیق آزمایش شود تا اطمینان حاصل گردد که برای کار مورد نظر مناسب و از نظر ایمنی مورد اطمینان می‌باشد، علاوه بر آن از طرف سازنده آن‌ها برای مصرف در سیستم لوله کشی گاز توصیه شده باشد و در هر حال قبل از استفاده از این گونه وسایل باید به تائید دستگاه نظارت رسیده باشد.

### ۱۲-۱-۱۱-۱۷ علامتگذاری

روی هر قطعه از لوله، اتصالات، شیرها و دیگر اجزاء لوله کشی گاز باید علامت کارخانه سازنده، استاندارد ساخت و اندازه به صورت ریخته گری، پلاک فلزی، رنگ پاک نشدنی نصب و یا نقش شده باشد.

**تبصره:** در مورد شیرها و فلنچها رده فشار نیز باید درج گردد.

## ۲-۱۱-۱۷ برآورد مصرف و طراحی سیستم لوله کشی گاز

### ۱- برآورد مصرف گاز ۲-۱۱-۱۷

مقدار گاز لازم برای مصرف بر حسب متر مکعب در ساعت به استثنای شهرک‌های مسکونی و صنعتی را باید از ظرفیت حرارتی که سازندگان وسایل گازسوز برای آن‌ها مشخص کرده‌اند با در نظر گرفتن ارزش حرارتی گاز طبیعی برآورد کرده و یا از مقدار مصرف قبلی سوخت دستگاه محاسبه نمود.

برآورد مصارف شهرک های مسکونی و صنعتی باید با استفاده از نرم افزارهای مورد تائید شرکت ملی گاز ایران و با منظور کردن شرایط اقلیمی و ضرایب رشد و توسعه شبکه انجام شود.

**تبصره ۱:** در صورت موجود نبودن اطلاعات مربوط به ظرفیت حرارتی دستگاه‌ها، میزان مصرف گاز باید بر اساس دفترچه محاسباتی مربوطه، برآورد شود.

**تبصره ۲:** قرارداد مشترک با شرکت گاز استان باید بر اساس برآورد مصارف محاسبه شده، منعقد گردد.

### ۲- طراحی سیستم لوله کشی گاز ۲-۱۱-۱۷

براساس ضوابطی که سازمان قانونی نظارت بر لوله کشی گاز مشترکین عمده تعیین می‌نماید، لازم است که طرح سیستم لوله کشی گاز به صورت نقشه (کروکی، پلان، ایزومتریک .....) توسط طراح تهیه شود. این نقشه/ نقشه‌ها به گونه‌ای باید تهیه شود که در آن‌ها تمام جزئیات سیستم لوله کشی اعم از اقطار لوله‌ها، موقعیت، فواصل انشعاب، طول بخش‌های مختلف سیستم لوله کشی و میزان مصارف هر یک از نقاط پیش بینی شده و شیرهای مصرف‌کننده‌ها مشخص شده باشند.

نقشه‌ها باید دارای مقیاس و یا اندازه بوده جزئیات ساختمانی، کانال، حوضچه، تکیه گاه، غلاف، سیستم‌های تقلیل فشار ثانویه و کلیه اطلاعات مورد نیاز طرح در آن‌ها مشخص شده باشند.

در نقشه ایزومتریک باید محل ایستگاه تقلیل فشار و اندازه گیری (محل تحویل گاز از طرف شرکت گاز ناحیه)، نام دستگاه های گازسوز و حداکثر مصرف بر حسب متر مکعب در ساعت درج گردد.

### ۳-۲-۱۱-۱۷ افزودن به سیستم لوله کشی موجود

چنانچه در نظر باشد، سیستم لوله کشی موجود توسعه یابد، باید اطمینان حاصل نمود که سیستم موجود ظرفیت کافی برای افزایش مصرف را داشته باشد. در غیر این صورت باید با تعویض لوله‌ها با لوله

با قطر بیشتر و یا احداث لوله کشی مجزا برای مصارف جدید اقدام گردد. اخذ مجوز توسعه سیستم لوله کشی از شرکت گاز ناحیه الزامی است.

### ۱۷-۱۱-۲-۴ نقطه تحویل گاز به مشترک

محل اتصال بین سیستم لوله کشی گاز داخلی و ایستگاه تقلیل فشار اولیه می‌باشد. در این نقطه، لوله کشی گاز داخلی توسط یک شیر که جهت قطع و وصل جریان گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد به ایستگاه تقلیل فشار اولیه متصل می‌شود.

### ۱۷-۱۱-۲-۵ نقاط اتصال به سیستم سوخت جایگزین

واحدهایی که در آن‌ها برای مواقع قطع گاز شبکه شهری پیش بینی سوخت گاز جایگزین گردیده است، در محل اتصال که باید بعد از ایستگاه تقلیل فشار و اندازه‌گیری باشد، از شیر سه طرفه استفاده شود. در غیر این صورت لازم است شیر یک طرفه برای جلوگیری از جریان معکوس پیش‌بینی شود و شیرگذاری باید به گونه‌ای باشد که در هنگام بازبودن یک مسیر، جریان گاز، از مسیر دیگر مسدود گردد.

### ۱۷-۱۱-۲-۶ محل نصب ایستگاه های تقلیل فشار و یا رگولاتورها

رگولاتورها و یا تجهیزات تقلیل دهنده فشار باید طوری نصب شوند که در برابر صدمات خارجی محفوظ باشند. محل نصب رگولاتورها باید به صورت مستقیم با فضای آزاد در ارتباط باشد، در صورت عدم وجود ارتباط مستقیم با فضای آزاد، باید ونت رگولاتور توسط لوله‌کشی با قطر مناسب به فضایی متصل شود که تخلیه گاز ناشی از ونت در آن بدون خطر باشد و باید پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از ورود آب، حشرات و اشیاء خارجی به داخل ونت رگولاتور به عمل آید. اتصال ونت رگولاتور به مجرای دودکش دستگاه‌ها به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد. رگولاتورها باید دارای شیر قطع کن فشار بالا و فشار پایین باشند و نصب شیر قطع کن قبل و بعد از رگولاتورها الزامی است.

### ۱۷-۱۱-۲-۷ ملاحظات کلی در تعیین قطر لوله‌ها

قبل از اقدام به نصب سیستم لوله کشی گاز باید قرارداد اشتراک گاز طبیعی با شرکت گاز ناحیه/ شهر/ استان ذیربط منعقد گردد. سیستم لوله کشی باید به گونه ای طراحی و اجرا شود که حداکثر میزان گاز مصرفی دستگاه‌های گازسوز را بدون افت فشار خارج از میزان مجاز از نقطه ورود گاز به سیستم لوله کشی تا نقاط مصرف تأمین نماید. نقطه تحویل گاز به مشترک باید از طرف شرکت گاز ناحیه مشخص شده باشد.

### ۱۷-۱۱-۲-۸ افت فشار مجاز

افت فشار طراحی شده در سیستم لوله کشی در شرایط حداکثر جریان گاز در هیچ یک از نقاط مصرف نباید از ۱۰ درصد فشار اولیه تجاوز نماید.

**یادآوری:** منظور از نقطه مصرف برای لوازم گاز سوز که مجهز به رگولاتور هستند تا شیر قبل از رگولاتور و در سایر موارد تا شیر قبل از دستگاه گاز سوز می باشد.

### ۱۷-۱۱-۲-۹ حداکثر سرعت گاز

سرعت گاز در سیستم لوله کشی نباید از ۲۰ متر در ثانیه تجاوز نماید.

### ۱۷-۱۱-۲-۱۰ حداکثر میزان مصرف

میزان گاز مصرفی (برحسب متر مکعب در ساعت) مجموع حداکثر مصارف دستگاه‌های گازسوز براساس مشخصات فنی آن‌ها که توسط سازندگان تعیین شده، می‌باشد. میزان مصرف چنانچه توسط سازنده دستگاه گازسوز مشخص نشده باشد، با استفاده از جدول ۱۷-۴-۴ و توسط طراح مشخص می‌شود. مصرف کل سیستم لوله کشی باید براساس کارکرد همزمان کلیه دستگاه های گازسوز پیش‌بینی شده در حداکثر ظرفیت دستگاه‌ها محاسبه شود.

**تبصره:** در مواردی که دستگاه‌هایی با سایر سوخت‌ها مورد استفاده قرار دارند، مصارف گاز آن‌ها باید از طریق محاسبات ارزش حرارتی سوخت‌ها و معادل یابی با گاز طبیعی تعیین شود.

### ۱۷-۱۱-۲-۱۱ تعیین قطر لوله‌ها

اندازه قطر لوله‌های سیستم لوله کشی گاز باید به یکی از روش‌های زیر انجام شود:

- با استفاده از جداول تعیین قطر لوله‌ها
- با استفاده از فرمول‌های محاسباتی
- با استفاده از نرم افزارهای طراحی مورد تأیید شرکت ملّی گاز

الف- برآورد قطر با استفاده از جداول

این روش فقط به منظور برآورد اولیه قطر لوله‌ها در شبکه‌های گاز شاخه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و طراحی تفصیلی باید با استفاده از روابط طراحی و نرم افزارهای مورد تائید انجام شود. در این جداول (بخش پیوست جداول شماره پ-۲-۴ الی پ-۲-۸) ظرفیت‌های لوله‌ها برای فشار، قطر و طول‌های مختلف داده شده است. طول مورد استفاده برای محاسبات، طولانی‌ترین مسیر بوده که فاصله بین خروجی از ایستگاه تقلیل فشار تا دورترین مصرف کننده از آن می‌باشد.

ب- محاسبه اندازه قطر لوله‌ها با استفاده از فرمول‌ها

برای تعیین اندازه قطر لوله‌ها با توجه به افت فشار و حداکثر سرعت مجاز گاز، می توان از فرمول‌های جریان گاز با در نظر گرفتن کلیه شرایط مربوط استفاده نمود. به عنوان نمونه فرمول زیر ارائه می‌گردد:

فرمول وایموت:

$$Q = 0.07294 \frac{To}{Po}\left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{GTL}\right]^{\frac{1}{2}} d^{\frac{8}{3}} \qquad (۱)$$

فرمول فوق برای جریان گاز در لوله‌ها با اندازه اسمی ۱۲ اینچ و یا کمتر و همچنین فشار بیش از ۰/۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (۵ پوند بر اینچ مربع) بکار می‌رود.

در فرمول فوق پارامترهای به کار رفته به شرح زیر است:

$Q$ = مقدار جریان، مترمکعب در ساعت در شرایط استاندارد (فشار ۱/۰۳۳ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و دمای ۱۵/۶ درجه سانتیگراد)

$T_o$ = دمای پایه (۲۷۳/۲ + ۱۵/۶ ) کلوین

$P_o$ = فشار پایه ۱/۰۳۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

$P_1$ = فشار ابتدای لوله، کیلوگرم بر سانتیمتر مربع مطلق

$P_2$ = فشار انتهای لوله در نقطه مصرف، کیلوگرم بر سانتی متر مربع مطلق ($P_2$ براساس ده درصد افت فشار اولیه منظور می‌شود)

$d$ = قطر داخلی، سانتیمتر

$G$ = چگالی گاز

$T$ = دمای مطلق گاز ، t +۲۷۳/۲

$t$ = دمای قابل اندازه گیری گاز، سانتیگراد

$L$ = طول لوله ، کیلومتر

اگر در فرمول فوق $T$ = ۲۸۸/۸ K، $Po$ = ۱/۰۳۳ kg/cm$^2$ ، $G$ = ۰/۶۵ و طول بر حسب متر = $L$ باشد، فرمول به صورت زیر خواهد بود .

$$Q = 47.07\left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{L}\right]^{\frac{1}{2}} d^{\frac{8}{3}} \qquad (۲)$$

در جداول شماره پ-۲-۴ الی پ-۲-۸ ظرفیت‌های مختلف لوله برای فشار، قطر و طولهای مختلف آنها داده شده است. در صورتی که طول لوله کشی و یا قطرلوله‌ها بالاتر از ارقام مندرج در جداول مذکور باشد، می‌توان ظرفیت‌های لازم را با استفاده از فرمول‌های (۱) یا (۲) محاسبه نمود.

در صورتیکه چگالی گاز غیر از ۰/۶۵ باشد برای بدست آوردن ظرفیت لوله باید ظرفیت‌های بدست آمده از جداول فوق الذکر را در ضرائب داده شده در جدول شماره پ-۲-۳ بخش پیوست ضرب نمود.

- فرمول‌های فوق الذکر برای جداول شماره ۶ الی ۸ مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- برای محاسبه سرعت گاز در لوله و اطمینان از اینکه مقدار آن از ۲۰ متر در ثانیه تجاوز نکند، می‌توان از فرمول زیر استفاده نمود.

$$V = \frac{3.65Q}{P_1 d^2} \qquad (۳)$$

که در آن:

$V$ = سرعت جریان گاز (متر در ثانیه)

$Q$ = میزان جریان (متر مکعب استاندارد در ساعت)

$P_1$ = فشار اولیه (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع مطلق)

$d$ = قطرداخلی لوله (سانتیمتر)

پ- نرم افزارهای طراحی شبکه‌های لوله کشی گاز

استفاده از نرم افزارهای خاص طراحی شبکه‌های گازرسانی غیر آنتنی (حلقوی) باید مورد تائید شرکت ملّی گاز ایران باشد.

طراحی شبکه‌های گاز با استفاده از لوله های پلی اتیلن باید به صورت شاخه‌ای و با استفاده از فرمول IGT و یا نرم افزارهای طراحی که مورد تائید شرکت ملّی گاز ایران است انجام گیرد.

# ۱۷-۱۲ اجرای لوله کشی گاز

## ۱۷-۱۲-۱ کلیات

این بخش کلیه شرایط و عملیات مورد نیاز برای نصب و اجرای سیستم لوله کشی گاز با فشار ۲ تا ۶۰ پوند بر اینچ مربع برای محوطه‌ها و مجموعه‌های مسکونی را شامل می‌شود.

لوله کشی در محوطه‌های باز و نقاطی که امکان قرار گرفتن لوله در مسیر رفت و آمد وسایل نقلیه، یا افراد و یا برخورد اجسام خارجی وجود دارد و یا در معرض صدمات مکانیکی باشد، باید در زیر زمین و به صورت دفنی یا توکار اجرا شود.

**تبصره:** در داخل ساختمان‌ها و نقاط سرپوشیده که غیر مسکونی بوده و در معرض صدمات نباشد لوله کشی تا فشار ۳۰ پوند بر اینچ مربع می‌تواند به صورت روکار اجرا شود.

## ۱۷-۱۲-۲ تجهیز کارگاه

مجری قبل از شروع هرگونه عملیات اجرایی باید تجهیزات و ابزارهای لازم را تهیه نموده و محلی را به عنوان کارگاه و متناسب با پروژه تعیین نماید، کارگاه باید دارای شرایط زیر باشد:

۱- کارگاه باید در محلی ایمن و از نظر حوادث طبیعی مانند سیل، طوفان و رانش زمین محفوظ باشد.

۲- کارگاه باید دارای حداقل امکانات شامل آب، برق و تلفن باشد.

۳- محل کارگاه باید به گونه‌ای باشد که دسترسی به آن آسان و با محل اجرای کار دارای فاصله مناسب باشد.

۴- کارگاه باید دارای محل مناسب جهت دفتر و استقرار کارکنان و انبار مناسب برای نگهداری اجناس و تجهیزات مورد نیاز پروژه باشد.

## ۱۷-۱۲-۳ نقشه های اجرایی

قبل از شروع عملیات اجرایی، مجری باید نقشه‌های طراحی شده و وضعیت محل اجرا را بررسی کرده و نقشه‌های اجرایی را آماده نماید. چنانچه ایجاد تغییراتی در مسیر ضروری باشد، مجری باید این تغییرات را به تأیید دستگاه نظارت رسانده سپس اقدام به تهیه نقشه اجرایی نماید. پس از آماده شدن، نقشه‌های اجرایی باید به تائید دستگاه نظارت برسند.

**تبصره:** در صورت وجود مغایرت با برآورد مصرف اولیه و هرگونه تغییراتی که سبب تغییر مقدار مصرف و یا فشار شود، باید نسبت به اصلاح قرارداد و طراحی با هماهنگی سازمان‌های ذیربط اقدام شود.

پس از تائید نقشه‌های اجرایی، دستگاه نظارت باید مجوز شروع عملیات اجرایی را به صورت کتبی صادر نماید.

## ۱۷-۱۲-۴ خم کاری لوله های فولادی

برای تغییر دادن مسیر لوله‌های فولادی حتی‌الامکان باید از اتصالات مناسب و یا از لوله‌های خم شده در کارخانه لوله‌سازی استفاده شود. در صورتی که خم کردن لوله‌ها در محل نصب اجتناب ناپذیر باشد، برای خم کاری باید شرایط زیر رعایت گردد:

الف- خم کردن لوله فقط باید با استفاده از وسایل و روش‌های مخصوص خم کاری لوله‌ها انجام گیرد.

ب- خمیدگی لوله باید صاف و عاری از هرگونه چین خوردگی، ترک خوردگی و عیوب مکانیکی باشد.

پ- برای لوله‌های درزدار، خط جوش طولی باید مجاور و یا روی خط میانی لوله که دارای کمترین تنش کششی یا فشاری است قرار گیرد.

ت- قوس خمیدگی لوله نباید بیشتر از ۹۰ درجه باشد.

ث- شعاع انحنای داخلی خمیدگی نباید کمتر از ۶ برابر قطر خارجی لوله باشد.

ج- در قسمتی از لوله که خم می‌شود، نباید هیچ گونه خط جوش محیطی وجود داشته باشد.

چ- وسط خمیدگی لوله باید از نزدیک‌ترین نقطه اتصال آن لوله به لوله و یا اتصالات دیگر حداقل ۲۰ برابر قطر اسمی لوله فاصله داشته باشد. این فاصله را می‌توان برای لوله‌های ۴ اینچ و بزرگتر تا ۱٫۸ متر تقلیل داد.

## ۱۷-۱۲-۵ لوله کشی دفنی

### ۱۷-۱۲-۵-۱ کلیات

چنانچه لوله کشی در زیر سطح زمین اجرا شود و برای دسترسی به آن نیاز به حفاری زمین، تخلیه خاک و مصالح اطراف لوله‌ها باشد، لوله کشی دفنی نامیده می‌شود.

الف- لوله کشی دفنی باید داخل کانال حفاری شده مطابق شکل شماره پ-۵-۱ باشد.
ب - اجرای لوله کشی دفنی باید با استفاده از مصالح با مشخصات مندرج در بخش ۱۷-۱۱-۱ باشد.
پ- جوشکاری در لوله کشی دفنی باید با روش‌ها و با شرایط مندرج در بخش ۱۷-۱۴ انجام شود.
ت- جهت جلوگیری از خوردگی لوله‌ها و اتصالات فولادی دفنی، باید عایقکاری آن‌ها مطابق شرایط مندرج در بخش ۱۷-۱۳ انجام شود.
ث- آزمایش‌های مورد نیاز در لوله کشی دفنی باید بر اساس موارد مندرج در بخش ۱۷-۱۶ صورت گیرد.

### ۱۷-۱۲-۵-۲ آماده سازی مسیر

آماده سازی مسیر شامل خط کشی، حفاری کانال، تخلیه، تنظیم ابعاد محل حفاری شده و ساخت بستر جهت گذاشتن لوله‌ها می‌باشد و باید بر اساس شرایط ذیل انجام شود:
الف- مسیر لوله کشی مطابق با نقشه اجرایی باید در محل پیاده شده و خط کشی شود.
ب- خط کشی مسیر باید با استفاده از رنگ، گچ، مایع رنگی غیر قابل اشتعال و یا هر گونه مصالح ساختمانی که قابلیت نشان دادن مسیر را دارد، انجام شود.
پ- خط کشی باید به گونه‌ای انجام شود که مسیر لازم جهت عبور لوله‌ها و محل حفاری را به صورت کامل نشان دهد.
ت- خط کشی برای رویه برداری و حفاری کانال باید به صورت دو خط که نشان دهنده محدوده حفاری است انجام شود. فاصله دو خط باید از هر طرف از عرض کانال مورد نیاز، حداقل ۵ و حد اکثر ۱۰ سانتیمتر بزرگتر باشد.
ث- در صورت عبور لوله‌ها از مسیری که سطح آن توسط آسفالت، بتن و یا مصالح دیگری رویه سازی شده است، باید با استفاده از دستگاه برش مناسب و نیروی انسانی مجرب، اقدام به برش سطح و برداشتن رویه شود. رویه برداشته شده قبل از حفر کانال باید از محل تخلیه شود. رویه‌برداری باید به گونه‌ای باشد که حداقل تخریب را در محل‌های مجاور خط کشی انجام شده مسیر عبور لوله‌ها، ایجاد نماید.
ج- مواد و مصالح به جا مانده از رویه های تخریب شده قبل از حفاری باید از محل تخلیه شوند.
چ- حفاری کانال می‌تواند با استفاده از ماشین‌آلات برقی یا مکانیکی و یا نیروی انسانی انجام شود. الزامات ایمنی در زمان حفاری کانال باید به طور کامل رعایت شود.
ح- در زمین‌هایی که خاک آن‌ها نرم و در زمان حفر کانال امکان ریزش وجود دارد، مجری باید از زمان شروع عملیات حفاری کانال تا زمان پرکردن آن، امکانات استحفاظی از قبیل پوشش، تخته‌کشی، ایجاد دیوار حائل و نصب پایه را فراهم و اجرا نماید.

خ- در محل هایی که سطح آب بالا می باشد، باید در زمان حفاری و اجرای لوله کشی، با استفاده از دستگاه های مکنده اقدام به تخلیه آب محل حفاری، شود.

د- خاک حاصل از حفاری باید در یک سمت کانال و با فاصله مناسب از لبه کانال (حداقل ۵۰ سانتیمتر) ریخته شود.

ذ- حفاری همزمان در دو طرف معابری که قرار است دوطرف آن لوله‌گذاری شود در صورت عدم ایجاد مانع جهت عبور و مرور، مجاز می‌باشد.

ر- ابعاد کانال باید به شرح ذیل باشد:

- عرض کانال (قطر خارجی لوله + ۴۰ سانتیمتر) و حداقل عمق کانال (قطر خارجی لوله + ۱۰۰ سانتیمتر) می‌باشد.

ز- در صورت وجود موانع و یا عدم امکان حفاری با تائید دستگاه نظارت، حداقل عمق کانال هشتاد سانتیمتر می تواند باشد.

ژ- چنانچه بنا به ضرورت در یک کانال دو لوله مختلف کار گذاشته شود، مشخصات کانال باید مطابق شکل شماره پ-۵-۱ باشد.

س- در نقاطی که لازم است عملیات جوشکاری در داخل کانال انجام شود، ابعاد کانال باید طوری باشد که جوشکار بتواند با وسایل جوشکاری در داخل آن به راحتی کار کند.

ش- کف و دیواره کلیه کانال‌ها قبل از لوله‌گذاری باید تسطیح و رگلاژ شده و از خرده سنگ و مواد زائد پاک گردد. همچنین لازم است طرفین لبه کانال به عرض۳۰سانتیمتر از خرده آسفالت و غیره پاکسازی و تمیز شود.

ص- پس از تنظیم ابعاد کانال ها باید کف کانال با ۱۰ سانتیمتر ماسه یا خاک نرم پوشانده شود. برای لوله‌های پلی اتیلن باید از ماسه بادی استفاده شود.

ض- بستر آماده شده زیر لوله‌ها باید تمیز بوده و هیچ گونه سنگ‌ریزه و مواد اضافه که سبب زخمی کردن پوشش لوله‌ها می‌شوند، وجود نداشته باشد.

### ۱۷-۱۲-۵-۳ لوله کشی دفنی با استفاده از لوله‌های فولادی

در هنگام نصب لوله‌ها، اتصالات و شیرها در داخل کانال موارد ذیل باید رعایت شوند:

۱- پس از اتمام عملیات جوشکاری، باید قطعات لوله کشی در داخل کانال و روی بستر آماده شده قرار گیرند.

۲- قبل از لوله‌گذاری باید در کف کانال بالشتک‌هایی از خاک نرم (خاک سرندی با قطر دانه‌های حداکثر تا ۳ میلیمتر) به عرض ۴۰ سانتیمتر و به فاصله ۵ متر از یکدیگر ایجاد گردد. ارتفاع خاک

نرم بالشتک‌ها باید به اندازه‌ای باشد که پس از استقرار لوله بر روی آن‌ها فاصله زیر لوله تا کف کانال حدود ۱۵ سانتیمتر باشد.

۳- در زمان گذاشتن لوله‌ها در داخل کانال باید با استفاده از تجهیزات مناسب و با حداقل خرابی پوشش، لوله‌ها داخل کانال قرار گیرند. در محل‌هائی که سطح آب‌های زیرزمینی به طور طبیعی و یا به دلیل سیل تا ارتفاع زیر لوله یا بیشتر در کانال بالا آمده باشد، طبق نظر دستگاه نظارت باید از وزنه‌های مهار کننده یا میله‌های مهار کننده استفاده شود، به طوری که لوله در عمق معین در کف کانال قرار گیرد. بین مهار کننده و لوله باید از نوار پوشش استفاده کرده و باید پیش بینی لازم جهت جلوگیری از نفوذ آب به داخل لوله به عمل آید.

۴- سطح فوقانی لوله‌های مدفون باید تا سطح زمین حداقل ۹۰ سانتیمتر فاصله داشته باشد و چنانچه امکان اجرا در این عمق وجود نداشته باشد، باید روی لوله به نحو مناسبی مقاوم گردد تا لوله در معرض فشارهای وارده توسط عوامل مختلف روی زمین قرار نگیرد. اگر به هر علت این فاصله کمتر از ۵۰ سانتیمتر باشد، باید لوله در داخل کانال بتنی که مخصوص آن ساخته می‌شود قرار داده شده و پس از ریختن خاک نرم، روی آن توسط بلوک‌های بتنی پوشانده شود. در هر صورت نباید فاصله بالای لوله مدفون تا سطح زمین کمتر از ۳۵ سانتیمتر باشد.

۵- برای جلوگیری از آسیب دیدن لوله و یا پوشش آن به وسیله ریشه درخت باید لوله کشی در فاصله مناسبی از درخت‌ها اجرا شود.

۶- در مواردی که لوله مدفون در معرض تردد وسایل نقلیه سنگین باشد، در صورتی که عمق آن از مقادیر مندرج در بند ۴ کمتر باشد باید آن را از داخل غلاف فلزی یا کانال با دیواره آجری و یا بتنی و پوشش بلوک‌های سیمانی قرار داد.

۷- اطراف لوله‌های مدفون تا فاصله ۵۰ سانتیمتر از هر طرف نباید مصالح و مواد ساختمانی خورنده از قبیل شفته و آهک ریخته شود.

۸- جهت عبور لوله‌ها از روی کف بتنی باید کانال‌هایی برای این منظور در کف تعبیه شود. محل عبور لوله و کانال باید دقیقاً در لوله کشی مشخص شود و اطراف لوله داخل این کانال‌ها باید با ماسه و یا خاک نرم پر شده و روی آن طوری پوشانده شود که در صورت لزوم بدون وارد آمدن خسارت به ساختمان بتوان برای دسترسی به لوله روی آن را برداشت.

۹- لوله‌های گاز نباید با لوله‌های آب گرم و کابل برق فشار ضعیف در یک کانال قرار گیرند. در صورتی که قرار دادن آن‌ها در یک کانال اجتناب ناپذیر باشد باید لوله‌های گاز توسط عایق مناسبی در مقابل انتقال حرارت و یا اتصال الکتریکی محافظت شود و حریم آن‌ها بر اساس مقررات بخش ۱۷-۱۲-۷ باشد.

۱۰- چنانچه لوله گاز داخل کانال مستقلی قرار داشته باشد باید این کانال به وسیله ماسه خشک پر شود و اگر لوله گاز با سایر لوله‌ها و یا کابل برق در کانال اشتراکی قرار گیرد که امکان پر کردن کانال با ماسه وجود نداشته باشد، باید این کانال مجهز به هواکش‌های طبیعی مناسب در محل‌های مختلف باشد تا در صورت نشت گاز امکان جمع شدن گاز وجود نداشته باشد.

۱۱- فاصله لوله‌های مدفون تا لوله های تاسیساتی باید مطابق بخش ۱۷-۱۲-۷ باشد.

۱۲- فاصله لوله‌های مدفون گاز تا کابل‌های برق با ولتاژهای مختلف باید بر اساس بخش ۱۷-۱۲-۷ می‌باشد.

۱۳- در مواردی که عبور لوله گاز از پی دیوار اجتناب ناپذیر باشد، این کار باید با استفاده از غلاف فلزی صورت گیرد. غلاف باید از لوله فلزی که قطر نامی آن از قطر نامی لوله گاز ۲ اندازه بزرگتر است، باشد. جهت جلوگیری از تماس لوله گاز با غلاف فلزی باید از کمربند مخصوص این کار استفاده شود و فاصله بین لوله گاز و غلاف با استفاده از عایق ضد رطوبت پر شود.

۱۴- در صورت عبور لوله گاز مدفون به موازات پی دیوار باید فاصله نزدیک‌ترین لبه کانال تا دیوار مجاور حداقل برابر عمق کانال باشد.

۱۵- دفن اتصالات پیچی و یا فلنجی مجاز نمی‌باشد.

۱۶- در خاتمه هر روز کاری انتهای لوله‌هایی که در داخل کانال خوابانده شده‌اند باید به وسیله درپوش مناسب بسته شوند تا از ورود آب و گل یا اشیاء دیگر جلوگیری به عمل آید.

۱۷- خط لوله در هیچ نقطه نباید تحت تنش قرار گیرد.

۱۸- پس از انجام کلیه آزمایش‌های مندرج در بخش ۱۷-۱۶ باید روی لوله‌ها با استفاده از ماسه یا خاک نرم برای لوله‌های فولادی و ماسه بادی برای لوله‌های پلی‌اتیلن پر شود. خاک نرم می‌تواند از خاک برگشتی کانال باشد مشروط بر اینکه از سرند مناسب با چشمه های حداکثر ۸ میلیمتری سرند شده و فاقد سنگ و اشیاء نوک تیز و مصالح ساختمانی از قبیل آهک و خاک آغشته به مواد هیدروکربنی باشد و در غیر این صورت پیمانکار موظف به تامین خاک رس یا ماسه بادی طبق نظر دستگاه نظارت می‌باشد. ضخامت این لایه خاک نرم باید حداقل برابر با ۲۰ سانتیمتر باشد. در صورت کم عرض بودن معبر یا امکان برخورد با موانع باید روی این لایه یک لایه موزائیک و یا آجر فشاری چیده شود. عرض این لایه باید از قطر لوله حداقل ۵ سانتیمتر بزرگتر باشد. سپس کانال باید با خاک حفاری شده تا ارتفاع حد اقل بیست سانتیمتر و حد اکثر سی سانتیمتر بالاتر از محل قرار گرفتن موزائیک‌ها و یا آجرچینی، پر شود. روی این لایه نوار اخطار کشیده شده و سپس کانال به صورت کامل تا سطح زمین پر می‌شود.

۱۹- در زمان پر کردن کانال، باید با استفاده از دستگاه کوبانه، خاک برگشتی کوبیده شود تا خاک نشست کامل خود را انجام دهد.

۲۰- پس از پر کردن کانال باید علائم و دریچه‌ها در محل خود نصب شوند.
۲۱- پس از اتمام مراحل فوق باید مسیر به حالت اولیه درآمده و به صورت کامل بازسازی شود.
۲۲- مسیر لوله‌های دفنی در فواصل طولانی باید به وسیله علائم مشخص کننده که در نقاط و فواصل قابل رویت نصب می‌شوند، نشان داده شود.

### ۱۷-۱۲-۵-۴ لوله کشی دفنی با استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن

اجرای لوله کشی دفنی با استفاده از لوله‌ها، اتصالات و شیرهای پلی اتیلن بر اساس مقررات مندرج در این بخش فقط با فشار ۶۰ پوند بر اینچ مربع (۴۱۳۶۸۶ پاسکال) و مطابق با استاندارد IGS-C-DN-001(0) اجازه داده شده است.

در هنگام اجرای لوله کشی دفنی با استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن موارد ذیل باید رعایت شود:

۱- جهت بارگیری، حمل و نقل و تخلیه لوله و اتصالات می‌باید از وسایل مناسب که دارای سطوح صاف و فاقد اجسام تیز و برنده باشد، استفاده شود.
۲- مجری باید لوله‌ها و اتصالات را در انبار سرپوشیده نگه دارد به طوری که تحت هیچ شرایطی در معرض نور خورشید قرار نگرفته و نحوه انبار کردن طوری باشد که امکان صدمه دیدن، فشرده شدن و یا سوراخ شدن آن‌ها وجود نداشته باشد. در صورتی که لوله‌ها، اتصالات و شیرها به صورت بسته‌بندی کارخانه تحویل مجری گردد، باید این بسته‌بندی‌ها تا زمان استفاده باز نشده و از دست زدن به المنت‌های برقی اتصالات الکتروفیوژن اکیداً خودداری شود.
۳- سطح زیر لوله‌ها باید صاف و هموار باشد. ارتفاع روی‌هم قراردادن لوله‌ها با توجه به جنس لوله، اندازه، ضخامت و درجه حرارت محیط متغیر بوده و با نظر دستگاه نظارت باید انجام گردد ولی در هر صورت ارتفاع روی هم قراردادن لوله‌ها به صورت حلقه‌ای یا شاخه‌ای نباید از ۱/۵متر تجاوز نماید.
۴- درپوش لوله‌ها و شیرها باید تا زمان جوشکاری بر روی آن‌ها باقی بماند.
۵- نگهداری لوله و اتصالات پلی‌اتیلن تحت هیچ شرایطی نباید در دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد صورت پذیرد و در صورتی که بر اساس شرایط محیط و طبق نظر دستگاه نظارت امکان رعایت دمای مذکور فراهم نشود، حداکثر زمان نگهداری لوله سه ماه خواهد بود. پس از انقضای این مدت، آزمایش او آی تی[1] بر روی لوله‌های مذکور انجام و چنانچه میزان او آی تی از مقدار ابتدا، کمتر از ۲۰ درصد انحراف داشته باشد لوله قابل استفاده و در غیر اینصورت لوله قابل استفاده نخواهد بود.

تست او آی تی باید بر اساس استاندارد ISO 11357-6 انجام گیرد.

1- O.I.T : Oxygene Induction Time

۶- ریسه نمودن و ردیف کردن لوله‌ها باید طبق شرایط زیر باشد:

- مجری موظف است فقط مصارف روزانه خود را از انبار به محل کار منتقل نماید.
- لوله‌هائی که در کنار کوچه یا خیابان روی هم ریسه می‌شوند باید در دو طرف آن‌ها از درپوشهای مناسب جهت جلوگیری از نفوذ آب، خاک و غیره استفاده گردد و لازم است درپوش لوله‌ها تا زمان جوشکاری بر روی لوله‌ها باقی بماند. باید از قراردادن لوله‌ها در مسیر و مجاری آب و فاضلاب خودداری گردد.
- لوله‌ها باید در طرفی از کانال ریسه شوند که حداقل عبور و مرور را داشته باشد.
- برای ریسه کردن لوله‌ها باید از پایه‌های مناسب استفاده شده و بستر پایه‌ها به نحوی باشد که به بدنه لوله صدمه‌ای وارد نشود.

۷- آماده‌سازی لوله‌ها و اجرای عملیات اتصال و جوشکاری باید مطابق مشخصات فنی و دستورالعمل‌های مندرج در بخش ۱۷-۱۴-۲ باشد.

۸- روش‌های بازرسی فنی جوش‌ها و آزمایش‌های مخرب باید مطابق مشخصات فنی و دستورالعمل‌های مندرج در بخش ۱۷-۱۴-۲-۵ و ۱۷-۱۴-۲-۶ و ۱۷-۱۴-۲-۷ باشد.

۹- لوله‌گذاری با شرایط زیر باید انجام شود:

- جهت گذاردن لوله در کانال باید از وسایل مناسب استفاده شود، به طوری که هیچگونه آسیبی به بدنه لوله‌ها وارد نشود.
- چنانچه قرار است در یک کانال دو لوله مختلف کار گذارده شود، می‌بایست فاصله افقی و عمودی آن‌ها از یکدیگر مطابق شکل شماره پ-۵-۱ بخش پیوست باشد.
- هنگام لوله‌گذاری باید تدابیر لازم جهت مقابله با انقباض و انبساط لوله به نحوی که مورد تائید دستگاه نظارت باشد به عمل آید.
- در صورتیکه در مسیر لوله‌کشی موانع و سرویس‌های زیرزمینی وجود داشته باشد، لوله گاز باید از زیر این موانع عبور داده شود. فاصله فوقانی لوله گاز تا زیر موانعی از قبیل حوضچه‌های مخابراتی، لوله‌های آب و غیره باید ۴۰ سانتی‌متر باشد. این فاصله در صورت محدودیت مکانی، با نظردستگاه نظارت قابل تغییر تا ۳۵ سانتیمتر می‌باشد. در تقاطع شبکه‌های پلی‌اتیلن با کابلهای برق (بالاتر از۳۸۰ولت) یا لوله‌های حاوی مواد قابل اشتعال، رعایت فاصله حداقل یک متر ضروری است، اما در صورت رعایت حریم مشخص شده از طرف سازمان ذیربط و درصورت عدم امکان رعایت حریم فوق با نظر دستگاه نظارت تمهیدات خاص اتخاذ و عمل خواهد شد.
- در اجرای شبکه‌های پلی اتیلن و برخورد با موانع زیرزمینی چنانچه موانع دارای عمق زیادی بوده و امکان اجرای لوله‌های پلی‌اتیلن از روی موانع با رعایت بندهای ۱۷-۱۲-۵-۲ و ۱۷-۱۲-۷ وجود داشته باشد، اقدام و در غیر این صورت طبق نظر دستگاه نظارت عمل شود.

- قبل از خاکریزی روی لوله باید اطلاعات کاملی از کار اجراشده جهت تهیه نقشه‌های ۱/۲۰۰ یا ۱/۱۰۰۰ چون ساخت برداشته شده و همچنین علامت‌گذاری محل شیرهای نصب شده بر روی دیوار مجاور و یا در صورت عدم امکان بر روی پایه‌های مخصوص به عمل آید.
- نظر به اینکه لوله‌های پلی اتیلن دارای ضریب انبساط حرارتی بالایی می‌باشد، لذا خاکریزی بر روی لوله باید در دمای محیط بین ۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد انجام شود و چنانچه قرار باشد لوله‌گذاری در ساعات گرم روز انجام شود قبل از اتصال نهائی قسمت اجرا شده به قسمت لوله‌گذاری شده قبلی، باید به خاک ریزی ماسه بادی با نظر دستگاه نظارت اکتفا نموده و پس از متعادل شدن دمای محیط و اجرای اتصال نهائی، و عملیات پر کردن کانال انجام شود.
- بر روی لوله باید ماسه بادی به ضخامت ۳۰ سانتیمتر ریخته شده سپس کانال باید با خاک حفاری شده تا ارتفاع حد اقل بیست سانتیمتر و حداکثر سی سانتیمتر پر شود. روی این لایه نوار اخطار زرد کشیده می‌شود به نحوی که خط میانی نوار زرد با محور لوله در یک امتداد قرار گیرد.
- روی نوار اخطار با خاکهای حاصل از گودبرداری در دولایه تا سطح زمین پر شده و تسطیح و کوبیدن آن توسط دستگاه کوبانه تا حد تراکم لازم مورد تأیید دستگاه نظارت انجام می‌گیرد. حداکثر قطر دانه بندی خاک برگشتی به کانال نباید از ده سانتیمتر تجاوز نماید.

۱۰- کلیه قسمت‌های مسیر لوله‌گذاری اعم از بتن و موزائیک یا چمن، آسفالت، جوی و کانال تأسیسات زیرزمینی و غیره باید پس از پرکردن کانال به حالت اولیه بازسازی شود.

۱۱- عبور از تقاطع‌های اصلی- بزرگراه‌ها، راه‌آهن و رودخانه باید طبق شرایط زیر باشد:

- قبل از شروع عملیات، مجری باید تمام وسایل ومصالح و اقلام مورد لزوم را که به تائید دستگاه نظارت رسیده باشد در محل کار حاضر نموده و کادر فنی ورزیده‌ای را جهت این کار انتخاب نماید.
- عبور لوله با غلاف فولادی از زیر اتوبان‌ها، بزرگراه‌ها، جاده‌های اصلی و راه‌آهن باید طبق نقشه IGS=C-PL-001 انجام گیرد. برای این کار باید لوله عمود برجاده یا راه‌آهن بوده و زاویه تقاطع ۹۰ درجه باشد. در شرایطی که رعایت این زاویه بنا بر موقعیت محل و عوامل دیگر امکان‌پذیر نباشد، این زاویه نباید کمتر از ۶۰ درجه باشد.
- جهت عبور لوله از موانع مهم باید با دستگاه بورینگ (مته نقب زننده) اقدام به ایجاد سوراخ در زیر جاده‌ها یا راه‌آهن نمایند و در صورت عدم دسترسی به دستگاه بورینگ و تائید دستگاه نظارت می‌توان با حفاری دستی و ایجاد کانال سیمانی (نصب کول) طبق دستورات دستگاه نظارت و نقشه IGS=C-PL-001 برای تقاطع راه‌آهن اقدام به عبور لوله با غلاف فولادی نمود.
- در مکان‌هائی‌که جهت عبور از موانع باید از کانال‌های عمیق زیرزمینی استفاده شود ابعاد کانال باید طوری انتخاب شود که کارکنان حفاری و جوشکاری بتوانند به راحتی در داخل آن کار کنند و در

ضمن محل‌هائی که امکان ریزش سقف کانال‌ها وجود دارد باید با ایجاد سقف‌های موقت و مقاوم، از ریزش آن‌ها جلوگیری شود.

۱۲- برای مشخص شدن محل دقیق شیرها باید از تابلوهای نشانگر کوچک آلومینیومی با ابعاد معین طبق شکل شماره پ-۵-۱ که بر روی دیوار و یا پایه‌های سیمانی نصب می‌شود، استفاده نمود. محل نصب این تابلوها باید در مکان هائی باشد که در معرض دید قرار داشته باشد و از محل نصب شیر دور نبوده و نهایتاً مورد تائید دستگاه نظارت باشد.

۱۳- آزمایش مقاومت و نشتی خطوط شبکه کار گذاشته شده و همچنین انجام اتصال نهائی و گازدار نمودن شبکه و راه‌اندازی طبق مشخصات فنی مندرج در بخش۱۷-۱۶ خواهد بود.

## ۱۷-۱۲-۶ لوله کشی رو کار

### ۱۷-۱۲-۶-۱ کلیات

لوله کشی گاز وقتی روکار است که دسترسی به آن مستقیم و نیازی به حفاری و تخریب نبوده و در محلی نصب شود که قابل رؤیت باشد. لوله کشی در سوله های صنعتی، محوطه های باز و نقاطی که امکان قرار گرفتن لوله در مسیر رفت و آمد وسایل نقلیه و یا افراد و یا برخورد اجسام خارجی وجود نداشته و یا در معرض صدمات مکانیکی نباشد تا فشار ۳۰ پوند بر اینچ مربع (۲۰۶۸۴۳ پاسکال) می‌تواند به صورت روکار اجرا شود. در صورتی که فشار گاز داخل لوله‌ها از ۳۰ پوند بر اینچ مربع (۲۰۶۸۶۳ پاسکال) بیشتر باشد، باید قبل از ورود به ساختمان، فشار توسط تقلیل دهنده فشار (رگولاتور) به حداکثر ۳۰ پوند بر اینچ مربع (۲۰۶۸۴۳ پاسکال) تقلیل یابد.

لوله‌کشی روکار باید با استفاده از لوله و اتصالات فولادی بوده و استفاده از لوله و اتصالات پلی اتیلن مجاز نمی‌باشد.

**تبصره:** لوله کشی گاز روکار داخل ساختمان‌های مسکونی و غیر صنعتی که در ابتدای بند کلیات به آن‌ها اشاره نشده باید تا فشار حداکثر ۲ پوند بر اینچ مربع (۱۳۷۹۰ پاسکال) باشد.

### ۱۷-۱۲-۶ -۲ اجرای لوله کشی رو کار

اجرای لوله کشی روکار باید مطابق موارد زیر صورت گیرد:

الف- در مناطقی که لوله گاز به صورت روکار اجرا می‌شود باید لوله‌ها توسط پایه‌های مناسبی محکم شده و پیش بینی‌های لازم جهت جلوگیری از صدمات فیزیکی صورت گیرد.

ب- لوله کشی روکار باید به ترتیب مناسبی در فواصل معین محکم و استوار شده باشد، برای این کار باید از بست‌های فلزی مخصوص لوله و متناسب با قطر آن که دارای استحکام کافی می‌باشد استفاده شود.

پ- بستن و یا جوش دادن یک لوله به لوله دیگر و لوله به اسکلت فلزی یا اجزاء فلزی غیر ثابت ساختمان به طور مستقیم ممنوع است.

ت- حداکثر فواصل بین نقاط اتکاء بست و یا پایه در لوله کشی گاز روکار نباید از فواصل مندرج در جدول شماره پ-۴-۹ بیشتر باشد.

ث- بست‌های لوله‌های عمودی باید لوله‌ها را به طور کامل در خود گرفته و وزن آن ها را مهار نماید.

ج- طول پایه‌های بست‌های لوله‌های روکاری که خارج از ساختمان قرار دارند باید به گونه‌ای باشد که لوله با دیوار محل اتکا حداقل یک سانتیمتر فاصله داشته باشد تا گرد و خاک در فاصله بین لوله و دیوار جمع نشده و باعث خوردگی تدریجی لوله نشود.

چ- استقرار و کیفیت نصب لوله‌های گاز باید به نحوی باشد که از لرزش و نوسان مصون بماند و مهار آن باید طوری انجام گیرد که فشاری به تجهیزات منتقل نگردد.

ح- بست‌ها، پایه‌ها و آویزهای لوله‌ها باید طوری نصب شوند که مانع از انبساط و انقباض آزاد لوله‌ها نشود. در صورت لزوم باید از پایه‌های معلق و یا آویزهای متحرک استفاده نمود. بست‌ها و آویزها باید به گونه نصب شوند که در اثر انبساط، انقباض و یا هر نوع حرکت لوله ها از آن‌ها جدا نشوند.

خ- لوله کشی روکار نباید از زیرزمین‌های متروک و دخمه مانند ساختمان‌ها عبور نمایند، مگر آنکه این نقاط دارای جریان طبیعی هوا و یا تهویه مناسب باشند. از پوشاندن و اختفاء لوله در داخل ساختمان باید حتی الامکان خود داری به عمل آید.

د- لوله کشی روکار داخل ساختمان‌ها باید طوری انجام گیرد که به استحکام ساختمان‌ها آسیب نرسیده و از استقامت ساختمان و اجزاء آن کاسته نشود.

ذ- در مواردی که لوله از داخل درب ویا پنجره عبور می‌کند، باید پیش بینی‌های لازم جهت جلوگیری از سائیدگی و سایر صدمات فیزیکی لوله به وسیله درب یا پنجره یا شیشه به عمل آید.

ر- فاصله لوله های روکار تا لوله های آب گرم باید حداقل ۵ سانتیمتر باشد. در مواردی که حفظ فاصله فوق امکان پذیر نباشد باید لوله گاز با عایق حرارتی مناسب پوشانده شود.

ز- کانال‌های عمودی یا افقی ساختمان که لوله گاز از آن‌ها عبور می‌کند، باید از پایین و بالا به هوای آزاد راه داشته باشد تا تعویض طبیعی هوا در آن‌ها صورت گرفته و امکان تجمع گاز در آن‌ها وجود نداشته باشد. لوله گاز نباید از داخل کانال‌های مربوط به هواکش، چاه آسانسور، دودکش بخاری و کانال‌هایی که برای تجهیزات دیگر تعبیه شده، عبور کند.

ژ- لوله گاز نباید با سیم و کابل برق در تماس باشد. فاصله سیم روکار برق با لوله گاز حداقل ۱۰ سانتیمتر باید باشد. در مواردی که رعایت فاصله فوق امکانپذیر نباشد باید لوله گاز با عایق الکتریکی مناسب پوشش داده شود.

س- در لوله کشی‌های روکار که در معرض تغییرات قابل توجه حرارت قرار دارند باید تدابیر لازم برای مقابله با انبساط و انقباض لوله‌ها صورت گیرد. انشعاب‌های لوله‌های طویل باید طوری باشد که تغییرات طول لوله اصلی در اثر انقباض و انبساط باعث شکستن آن‌ها نشود.

ش- در نقاط اتصال لوله‌های روکار و دفنی، جهت جلوگیری از صدمات فیزیکی باید از غلاف فلزی مناسب استفاده شود. غلاف فلری باید از لوله با قطر نامی دو اندازه بزرگتر از قطر نامی لوله گاز باشد. در این موارد باید لوله گاز نوارپیچی شده و از کمربند و یا نوارهای لاستیکی که فاصله بین لوله گاز و غلاف فلزی را به صورت یکنواخت در طول لوله حفظ می‌کنند استفاده شود. علاوه بر آن باید فاصله بین لوله گاز و غلاف با استفاده از قیر و یا سایر مواد عایق رطوبتی پر شده و دو طرف غلاف با درپوش مناسب پوشانده شود.

## ۱۷-۱۲-۷ حریم خطوط لوله گاز در مجاورت و تقاطع با تأسیسات

در هنگام اجرا باید فواصل سایر تاسیسات از جداره خارجی لوله گاز مطابق جدول شماره پ-۴-۱۰ بخش پیوست باشد.

# ۱۷-۱۳ عایق کاری لوله‌ها

## ۱۷-۱۳-۱ کلیات

عایقکاری لوله‌های مدفون و توکار فولادی به دو روش زیر امکان پذیر است:

عایقکاری سرد (نوار پیچی) که عبارتست از عایقکاری لوله‌ها با استفاده از نوارهای چسب دار و پرایمر مخصوص لوله.

عایقکاری گرم (عایقکاری با قیر) که عبارتست از عایقکاری لوله‌ها با استفاده از قیر مذاب و الیاف پشم شیشه و پرایمر مربوطه.

**تبصره:** استفاده از سایر پوششها اعم از سرد یا گرم از جمله سایر انواع نوار، پوشش‌های اپوکسی دوجزئی، پوشش‌های پلی یورتان دوجزئی صد در صد جامد (پوشش های سرد) و قیر اصلاح شده، پلی اتیلن سه لایه و اپوکسی پودر (پوشش‌های گرم) در صورت مطابقت با استانداردهای شرکت ملّی گاز و مقررات این مبحث بلامانع خواهد بود.

## ۱۷-۱۳-۲ اقدامات اولیه قبل از عایقکاری

قبل از اقدام به عایقکاری لوله‌ها باید اقدامات اولیه زیر در مورد آن‌ها به عمل آید.

### ۱۷-۱۳-۲-۱ بازرسی ظاهری لوله‌ها از نظر آلودگی به چربی‌ها

هر نوع آلودگی لوله‌ها به مواد چرب از قبیل گریس، مواد هیدروکربنی و چربی‌ها باید با استفاده از حلال‌های مناسب از جمله بنزین بدون سرب و یا تولوئن کاملا تمیز گردد و سپس با آب بدون املاح (در حد آب آشامیدنی) شسته شود.

### ۱۷-۱۳-۲-۲ بازرسی لوله‌ها از نظر وجود عیوب مکانیکی

کلیه لوله‌ها قبل از زنگ زدایی و تمیز کاری باید مورد بازرسی قرار گیرند و در صورت مشاهده هرگونه عیب مکانیکی از قبیل شیار، فرورفتگی، خراش، دو پهنی، صدمات وارده به سر لوله و حفره‌های خوردگی کنار گذاره شوند تا به وسیله دستگاه نظارت بر طبق استانداردهای API-5L و IGS-M-PL-001(2) مورد ارزیابی قرار گرفته و تعیین تکلیف شوند.

### ۱۷-۱۳-۲-۳ بازرسی لوله‌ها از نظر خشک بودن

لوله‌ها قبل از زنگ‌زدائی و تمیز کاری باید کاملا خشک باشند. در صورت وجود شبنم صبحگاهی بر روی سطح لوله و یا در صورتیکه دمای محیط کمتر از ۵+ درجه سانتیگراد باشد، باید لوله‌ها را با استفاده از مشعل گاز تا دمای ۳۰+ درجه سانتیگراد پیش گرم نمود.

## ۱۷-۱۳-۳ زنگ زدائی و تمیز کاری لوله ها

پس از بازرسی از لوله‌ها، باید به وسیله مواد ساینده از قبیل شن و یا ذرات فولادی شات و گریت و به روش سندبلاست یا شات بلاست، لوله‌ها را زنگ‌زدائی و تمیز کاری و لایه زنگ یا اکسید تشکیل شده بر روی سطح لوله را کاملا بر طرف نمود.

در زنگ‌زدائی و تمیز کاری لوله‌ها به منظور جلوگیری از عوارض استفاده از شن در روش سندبلاست استفاده از ذرات سرباره مس یا "مسباره" ارجحیت دارد.

میزان تمیزی سطح لوله‌ها باید بر طبق استاندارد ISO 8501-1 و درجه تمیزی آن برابر با درجه SA 2.5 باشد.

میزان زبری سطح لوله‌ها باید بر طبق استاندارد ISO 8503-2 و مقدار زبری آن بین ۵۰ الی ۱۰۰ میکرون باشد.

لوله‌های زنگ زدائی و تمیز شده باید تا پایان روز کاری پرایمر زنی و یا عایقکاری شوند، در غیر اینصورت لوله‌ها باید مجدداً زنگ زدائی و تمیز کاری شوند. در مناطق ساحلی و یا نقاطی که رطوبت نسبی بالای ۸۰٪ باشد، لوله‌های زنگ‌زدایی و تمیزکاری شده باید حداکثر پس از دو ساعت پرایمر زنی و یا عایقکاری شوند.

## ۱۷-۱۳-۴ عایقکاری سرد لوله‌ها (نوارپیچی)

عایقکاری سرد باید با استفاده از نوارهای چسب دار مخصوص عایقکاری لوله انجام شود، به این ترتیب که پس از پرایمر زنی، باید لوله‌ها را در دو لایه شامل نوار زیر و نوار رو نوار پیچی نمود. در نوارپیچی سرد

لوله‌ها باید از نوار مخصوص سرجوش به عنوان نوار زیر، پرایمر مخصوص نوار سرجوش به عنوان پرایمر به علاوه نوار رو استفاده شود.

**تبصره:** استفاده از عایق‌های سرد دیگر از جمله سایر انواع نوار، اپوکسی‌های دو جزئی و پلی یورتان‌های دو جزئی صد در صد خالص در صورت مطابقت با استانداردهای شرکت ملّی گاز و مقررات این مبحث با نظر دستگاه نظارت بلامانع است.

در تهیه نوار و پرایمر باید دقت شود که نوار و پرایمر ساخت یک سازنده و قابل انطباق باشند. استفاده از نوار و پرایمرکه ساخت سازندگان متفاوت باشند مجاز نمی‌باشد.

عایقکاری سرد باید در کارگاه و در محل سرپوشیده انجام شود. در صورتیکه به هر علت عایقکاری سرد در کارگاه‌های سرپوشیده امکان پذیر نباشد، باید از انجام عایقکاری در هوای بارانی، مه سنگین، گرد و غبار و در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد خودداری شود.

### ۱۷-۱۳-۴-۱ پرایمر زنی

پرایمر زنی باید حتی‌الامکان بلافاصله پس از زنگ زدائی و تمیزکاری لوله‌ها انجام شود. در صورت لزوم باید گرد و غبار سطح لوله به وسیله هوای فشرده زدوده شود.

پرایمر تا قبل از مصرف باید در بسته‌بندی اولیه نگهداری شود. قبل از باز کردن درب قوطی پرایمر برای مصرف، باید ظرف را به قدر کافی تکان داد و در صورت بزرگ بودن ظرف باید آن را بقدر کافی غلتاند تا مواد ته‌نشین شده پرایمر کاملا مخلوط شود. پس از استفاده از پرایمر باید بلافاصله درب ظرف را محکم نمود تا مواد فرار آن تبخیر نشود.

پرایمر زنی لوله‌ها در هوای بارانی، مه سنگین، گرد و غبار و طوفان و در دمای زیر ۵+ درجه سانتیگراد مجاز نمی‌باشد. در صورت وجود شبنم صبحگاهی باید سطح لوله را کاملاً خشک نمود.

پرایمر زنی باید به وسیله قلم مو، غلطک و یا دستگاه اسپری انجام شود. پرایمر زنی باید به صورتی انجام شود که پس از خشک شدن ضخامت آن یکسان باشد و نقاط کمرنگ و یا پرایمر نخورده باقی نمانده باشد.

قبل از شروع نوار پیچی، پرایمر باید خشک شده باشد به نحوی که اثر انگشت روی آن باقی نماند. در مورد زمان خشک شدن پرایمر باید توصیه سازنده آن مورد توجه قرار گیرد.

### ۱۷-۱۳-۴-۲ نوار پیچی لایه اول

لایه اول نوار یا نوار زیرین، محافظت اصلی لوله درمقابل خوردگی را بر عهده دارد. نوار پیچی لایه زیرین باید به وسیله نوار سرجوش که مخصوص عایقکاری سرجوش‌ها و اتصالات است و ضخامت لایه پلاستیک آن حداقل ۰/۲ میلیمتر و ضخامت لایه چسب آن حداقل ۰/۶ میلیمتر است انجام شود. نوارها

باید تا قبل از مصرف در بسته‌بندی‌های اولیه و در دمای مناسب و دور از تابش آفتاب و باران بر طبق توصیه‌های سازنده آن‌ها نگهداری شوند. در استفاده از نوار و پرایمر باید توجه شود که هر دو ساخت یک سازنده و دارای تاریخ مصرف معتبر باشند. در صورتی که نوار پیچی بلافاصله پس از پرایمر زنی انجام نشود، می‌توان لوله‌های پرایمر خورده را برای مدت حداکثر چهار هفته در مکان مناسب نگهداری نمود به نحوی که خواص پرایمر از بین نرود. در صورت از بین رفتن خواص پرایمر و یا پدیدار شدن آثار زنگ‌زدگی، لوله‌ها باید مجدداً زنگ زدائی و تمیز کاری و سپس پرایمر زنی شوند. چنانچه بیش از یک روز از پرایمر زنی لوله‌ها گذشته باشد، قبل از اقدام به نوار پیچی باید سطح پرایمر خورده را با برس زبر کرده و سپس اقدام به پرایمر زنی مجدد نمود.

نوار پیچی در هوای بارانی، مه سنگین، گرد و غبار و در دمای زیر ۵+ درجه سانتیگراد مجاز نمی‌باشد. نوار پیچی باید با زاویه ثابت و با کشش یکنواخت انجام شود. میزان کشش نوار باید در حدی باشد که بیش از ۵ درصد از عرض نوار کم نشود. میزان روی هم پیچی نوار برای لایه اول باید برابر با پنجاه درصد عرض نوار باشد، به طوری که هر دور نوار، نصف عرض دور قبلی را بپوشاند.

با اتمام هر حلقه نوار باید نوار حلقه جدید حداقل ۱۵ سانتی‌متر روی انتهای نوار قبلی پیچیده شود. برای اطمینان از چسبیدن نوار باید آن را با دست روی نوار قبلی فشرد.

در عبور لوله از نقاطی که سطح آبهای زیر زمینی بالا است و یا در تقاطع با نهرآب، باید نوار پیچی نوار زیرین در دو لایه با روی هم پیچی پنجاه درصد ۵۰٪ انجام شود. در صورتیکه نوار پیچی لوله‌ها در کارگاه انجام شود باید حدود ۱۰ سانتیمتر از سرلوله‌ها نوار پیچی نشود تا پس از انجام جوشکاری، همراه با قسمت سرجوش لوله‌ها نوار پیچی شود.

### ۱۷-۱۳-۴-۳ نوار پیچی لایه دوم

نوار پیچی لایه دوم باید با استفاده از نوار رویی که ضخامت لایه پلاستیک آن ۰/۳ میلیمتر و ضخامت لایه چسب آن ۰/۲ میلیمتر است انجام شود.

نوار پیچی رویی برای محافظت از نوار زیرین انجام می‌شود. میزان روی هم پیچی نوار رویی باید حداقل ۱۰٪ عرض نوار باشد.

در نوار پیچی نوار رویی باید حدود ۱۵ سانتیمتر از سر لوله‌ها نوارپیچی نشود.

### ۱۷-۱۳-۴-۴ نوار پیچی سرجوش‌ها، اتصالات و نقاط تعمیری

در صورتی که لوله‌ها در کارگاه نوارپیچی شده و سپس به محل اجرای لوله کشی حمل شوند، پس از انجام جوشکاری باید قسمت نوار پیچی نشده سر لوله و قسمت سرجوش در محل نوارپیچی شود. برای نوار پیچی سرجوش، ابتدا باید با استفاده از برس برقی یا برس دستی محل جوش و قسمت‌های نوار

پیچی نشده سر لوله را از پرایمر وسایر مواد خارجی پاک نمود به نحوی که سطح فلز لوله کاملاً براق شود. در صورت لزوم قطرات ناشی از جوش باید با استفاده از قلم برداشته شود. پرایمر زنی سرجوش باید با استفاده از پرایمر مخصوص نوار سرجوش انجام شود. پرایمر زنی سرجوش باید علاوه بر روی قسمت‌های لخت لوله و محل جوش، بر روی حداقل ۵ سانتی‌متر از نوارپیچی نوار زیر لوله در دو طرف جوش انجام شود.

پس از خشک شدن پرایمر باید نوار پیچی سرجوش با استفاده از نوار سرجوش و با روی هم پیچی ۵۰٪ بر روی قسمتهای پرایمر خورده شامل محل جوش، قسمتهای نوارپیچی نشده و حداقل ۵ سانتیمتر بر روی نوار زیر لوله‌های طرفین سرجوش انجام شود. سپس باید نوار رو با روی هم پیچی حداقل ۱۰٪ بر روی نوارپیچی نوار سرجوش انجام شود.

در صورت زخمی شدن نوار، باید قسمت معیوب نوارپیچی برداشته شود. سپس محل عیب به اضافه حدود ۵ سانتیمتر از هر طرف روی نوار پیچی نوار زیر با استفاده از پرایمر مخصوص نوار سرجوش، پرایمر زنی شود و پس از خشک شدن پرایمر، با استفاده از نوار سرجوش نوارپیچی شود. سپس نوارپیچی نوار رویی نیز به روشی که برای سرجوش‌ها ذکر گردید، انجام شود.

### ۱۷-۱۳-۴-۵ کنترل کیفیت عایقکاری سرد

پس از اتمام نوار پیچی نوار زیر، با استفاده از دستگاه منفذیاب (هالیدی دیتکتور)* که مورد تائید دستگاه نظارت قرار گرفته باشد باید از سالم بودن نوار پیچی اطمینان حاصل نمود.

نوار پیچی انجام شده باید از نظر ظاهری یکنواخت بوده و فاقد چین و چروک باشد. برای اطمینان از کیفیت نوار و پرایمر استفاده شده و همچنین اطمینان از کیفیت نوارپیچی باید بر روی نوار زیر به طریق زیر آزمایش چسبندگی انجام داد . ابتدا با چاقو دو شیار موازی به فاصله یک سانتیمتر از یکدیگر بر روی نوار زیر در جهت عمود بر محور طولی لوله ایجاد کنیم. سپس با برش عرضی محل شروع دو شیار را بهم وصل نموده و با نوک چاقو قسمت ابتدای نوار بریده شده را از سطح لوله بلند کرده و با نیروی یکنواخت در جهت عمود بر سطح لوله نوار زیر را از لوله جدا می‌کنیم. انجام آزمایش چسبندگی باید حداقل دو ساعت بعد از نوارپیچی و در دمای بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد باشد.

چسبندگی نوار باید در حدی باشد که، نوار با نیرویی بیش از ۱/۵ کیلوگرم نیرو به ازای هر سانتیمتر عرض نوار، از سطح لوله جدا شود و لایه چسب نوار به صورت یکنواخت هم بر روی نوار و هم بر روی لوله باقی بماند.

پس از اتمام نوارپیچی سرجوش‌ها، شیرها، اتصالات و نقاط تعمیری و قبل از خوابانیدن لوله در کانال، باید کل طول لوله نوارپیچی شده مجدداً با استفاده از دستگاه منفذیاب (هالیدی دتکتور) بر طبق دستورالعمل مندرج در بخش ۱۷-۱۳-۵-۷ مورد آزمایش قرار گیرد تا از سالم بودن نوار پیچی انجام شده اطمینان حاصل شود.

## ۱۷-۱۳-۵ عایقکاری گرم لوله‌ها (عایقکاری با قیر)

### ۱۷-۱۳-۵-۱ کلیات

این بخش مربوط به عایقکاری گرم لوله‌ها شامل استفاده از قیر پایه نفتی، پرایمر مخصوص موسوم به پرایمر مصنوعی و نوارهای پشم شیشه داخلی و قیراندود خارجی می‌باشد.

عایقکاری گرم لوله‌ها با استفاده از قیر مذاب و نوارهای پشم شیشه داخلی و خارجی و پرایمر مربوطه انجام می‌شود. در تهیه مواد عایقکاری گرم باید قیر و پرایمر از یک سازنده تهیه شود. استفاده از قیر و پرایمر ساخت سازندگان متفاوت مجاز نیست.

**تبصره:** استفاده از سایر انواع عایقهای گرم از جمله، قیر ذعال سنگی، قیر اصلاح شده، پلی اتیلن سه لایه و اپوکسی پودر در صورت مطابقت با استانداردهای شرکت ملّی گاز و مقررات این مبحث با نظر دستگاه نظارت بلامانع است.

### ۱۷-۱۳-۵-۲ شرایط محیط برای عایقکاری گرم

عایقکاری گرم باید در کارگاه و در محل سرپوشیده انجام شود. در صورتیکه به هر علت عایقکاری گرم در کارگاه‌های سرپوشیده امکان پذیر نباشد، باید از انجام عایقکاری گرم در هوای بارانی، مه سنگین، گرد و غبار و در دمای زیر بوسیله ۵+ درجه سانتیگراد خودداری شود.

### ۱۷-۱۳-۵-۳ اقدامات اولیه قبل از عایقکاری گرم لوله‌ها

اقدامات اولیه قبل از عایقکاری گرم لوله‌ها باید بر طبق بند ۱۷-۱۳-۲ انجام شود.

### ۱۷-۱۳-۵-۴ عملیات عایقکاری گرم لوله‌ها

پس از اقدامات اولیه عایقکاری گرم، باید پرایمر زنی طبق بند ۱۷-۱۳-۴-۱ انجام شود.

عایقکاری با قیر باید با ماشین آلات مخصوصی که به صورت ثابت در کارگاه‌های سرپوشیده، قیر پاشی و نوار پیچی را به صورت توأم انجام می‌دهد، باشد. ماشین آلات عایقکاری گرم عبارتند از:

- دیگ ذوب قیر که باید مجهز به همزن مکانیکی، دماسنج و در دهانه خروجی مجهز به یک توری سیمی با ابعاد چشمه حداکثر ۱/۵ میلیمتر باشد.
- دستگاه نوار پیچی که برای نوارپیچی نوار پشم شیشه داخلی و نوار پشم شیشه قیراندود خارجی بکار می‌رود.
- دستگاه پرایمر زنی ثابت

انجام عایقکاری گرم باید طبق مشخصات زیر انجام شود:

- قیر را باید بر روی سکوهای بتنی خرد نمود تا از آلوده شدن آن به خاک و مواد خارجی جلوگیری شود.
- قیر باید طبق دستورالعمل سازنده آن ذوب گردد و انجام عایقکاری گرم در درجه حرارت تعیین شده به وسیله سازنده قیر صورت گیرد.
- نوارهای پشم شیشه داخلی و نوار پشم شیشه قیر اندود خارجی باید تا قبل از مصرف در بسته‌بندی-های اولیه و در دمای مناسب و دور از تابش آفتاب و باران بر طبق توصیه‌های سازنده آن‌ها نگهداری شوند.
- در صورتی که عایقکاری گرم بلافاصله بعد از پرایمر زنی انجام نشود، می‌توان لوله‌های پرایمر خورده را برای مدت حداکثر چهار هفته در مکان مناسب نگهداری نمود به نحوی که خواص پرایمر از بین نرود. در صورت از بین رفتن خواص پرایمر و یا پدیدار شدن آثار زنگ‌زدگی، لوله باید مجدداً زنگ زدائی و تمیز کاری و پرایمر زنی شود.
- در صورتی که بیش از یک روز از پرایمر زنی لوله‌ها گذشته باشد، قبل از اقدام به عایقکاری گرم باید سطح پرایمر خورده لوله را با برس زبر کرده و سپس اقدام به پرایمر زنی مجدد نمود.
- نوار پیچی نوارهای پشم شیشه داخلی و نوار پشم شیشه قیر اندود خارجی باید با زاویه ثابت و با کشش یکنواخت و مناسب توسط دستگاه قابل تنظیم انجام شود.
- میزان روی هم پیچی نوارهای پشم شیشه داخلی و نوار پشم شیشه قیر اندود خارجی باید حداقل ده درصد از عرض نوار باشد.
- حداقل ضخامت عایقکاری گرم لوله ها باید چهار میلیمتر باشد.
- در عایقکاری گرم لوله‌ها باید حدود ۱۰ سانتیمتر از سرلوله‌ها عایقکاری نشود تا پس از انجام جوشکاری، همراه با سرجوش نوار پیچی شوند.
- پس از اتمام عایقکاری به منظور جلوگیری از تاثیر اشعه ماوراء بنفش خورشید بر روی پوشش قیری لوله باید با استفاده از محلول شیر آهک که با ترکیب زیر تهیه شده باشد لوله‌ها را سفید شوئی نمود:
  - ۳۰ کیلو گرم آهک
  - ۱۰۰ لیتر آب
  - ۲ کیلوگرم روغن برزک
  - ۲ کیلو گرم نمک طعام

پس از اتمام عایقکاری لوله‌ها و قبل از خارج شدن لوله از خط تولید، باید با استفاده از دستگاه منفذیاب (هالیدی دیتکتور) بر طبق دستورالعمل مندرج در بند ۱۷-۱۳-۵-۷ از سالم بودن عایقکاری انجام شده اطمینان حاصل نمود.

### ۱۷-۱۳-۵- ۵ عایقکاری دوبله

در تقاطع لوله با کانال آب، نهرها، قنات، رودخانه‌ها و یا نقاطی که سطح آبهای زیرزمینی بالا است و یا در تقاطع با راه آهن، جاده‌ها و خیابان‌های اصلی، عایقکاری لوله‌ها باید به صورت دوبله انجام شود. در عایقکاری دوبله لوله‌ها نوار پشم شیشه زیری باید در دو لایه پیچیده شود و حداقل ضخامت کل عایق لوله باید شش میلیمتر باشد.

### ۱۷-۱۳-۵-۶ عایقکاری سرجوش‌ها، اتصالات و نقاط تعمیری

برای عایقکاری سرجوش‌ها، اتصالات و شیر آلات و نقاطی که پوشش آن‌ها آسیب دیده است، پس از انجام جوشکاری باید قسمت عایقکاری نشده سر لوله‌ها و سرجوش‌ها با استفاده از نوار سرجوش با چسب نوع پایه قیری در محل نوارپیچی شوند.

برای نوار پیچی سرجوش‌ها ابتدا باید با استفاده از برس برقی یا برس دستی محل جوش و قسمت‌های عایقکاری نشده سر لوله‌ها را از مواد خارجی پاک نمود به نحوی که سطح فلز لوله کاملاً براق شود. در صورت لزوم باید قطرات ناشی از جوش با استفاده از قلم برداشته شود. قبل از عایقکاری سرجوش باید قسمت تمیز شده سر جوش و سطح لوله در طرفین جوش به اضافه حداقل ۵ سانتیمتر از عایقکاری گرم لوله در هر طرف را به وسیله پرایمر مخصوص نوار سرجوش پایه قیری پرایمر زنی کرد.

پس از خشک شدن پرایمر باید نوار پیچی سرجوش با استفاده از نوار سرجوش و با روی هم پیچی ۵۰٪ بر روی قسمت‌های پرایمر خورده شامل محل جوش، قسمت‌های عایقکاری نشده لوله‌های طرفین جوش و حداقل ۵ سانتیمتر بر روی عایقکاری لوله‌های طرفین سرجوش، انجام گیرد. سپس لایه دوم نوار نیز به روشی که برای سرجوش‌ها ذکر گردید انجام شود.

در صورت زخمی شدن عایقکاری لوله، باید قسمت معیوب عایق لوله در محل عیب به صورت دور تادور برداشته شده و محل تمیزکاری شود. محل باز شده به اضافه حدود ۵ سانتیمتر از دو طرف عایق لوله پرایمر زنی شده و با استفاده از نوار سرجوش با چسب نوع پایه قیری نوارپیچی شود. سپس لایه دوم نوار نیز به روشی که برای سرجوش‌ها ذکر شد، انجام شود.

پس از اتمام نوارپیچی سرجوش‌ها، اتصالات و نقاط تعمیری و قبل از خوابانیدن لوله در کانال، باید با استفاده از دستگاه منفذیاب (هالیدی دتکتور) بر طبق دستورالعمل مندرج در بخش ۱۷-۱۳-۵-۷ از سالم بودن عایقکاری انجام شده اطمینان حاصل نمود.

پس از اتمام عایقکاری سرجوش‌ها، شیرها، اتصالات و نقاط تعمیری و قبل از خوابانیدن لوله در کانال، باید کل طول لوله عایقکاری شده مجدداً با استفاده از دستگاه منفذیاب بر طبق دستورالعمل مندرج در بخش ۱۷-۱۳-۵-۷ مورد آزمایش قرار گیرد تا از سالم بودن نوار پیچی انجام شده اطمینان حاصل شود.

**تبصره:** در انجام عملیات تعمیر پوشش حداکثر سطح تعمیر شده نباید از ده درصد سطح لوله بیشتر شود. در صورت تجاوز از مقدار مذکور، پوشش آن لوله قابل قبول نیست و باید مجدداً پوشش گردد.

### ۱۷-۱۳-۵-۷ آزمایش و کنترل کیفیت عایقکاری گرم

آزمایش و کنترل کیفیت عایقکاری گرم باید بر اساس مقررات این بند به شرح زیر صورت گیرد.

۱- بازرسی ظاهری - عایقکاری باید از نظر ظاهری یکنواخت بوده و فاقد چین و چروک باشد.

۲- آزمایش منفذیابی- پس از اتمام عایقکاری گرم، باید با استفاده از دستگاه منفذیاب بر طبق دستورالعمل ذیل از سالم بودن عایقکاری لوله‌های پوشش شده به صورت صد در صد اطمینان حاصل نمود.

در صورتی که عایقکاری لوله‌ها به روش نوارپیچی انجام شده باشد، کلیه قسمت‌های لوله پس از نوارپیچی لایه زیرین و قبل از نوارپیچی لایه روئی باید به وسیله دستگاه منفذیاب که مورد تایید دستگاه نظارت قرار گرفته باشد مورد آزمایش منفذیابی قرار گیرد. سرعت دستگاه بر روی لوله نباید بیش از ۰/۳ متر بر ثانیه باشد. جهت جلوگیری از آسیب دیدن پوشش لوله باید مراقبت نمود تا الکترود دستگاه بر روی هیچ یک از قسمتهای لوله توقف ننماید. تمام مراحل آزمایش با دستگاه منفذیاب پوشش باید در حضور دستگاه نظارت انجام گردد. به منظور تعیین میزان ولتاژ واقعی مورد نیاز جهت آزمایش با دستگاه منفذیاب، لازم است بر روی قسمتی از لوله که به وسیله نوار زیر و با روی هم پیچی پنجاه درصد نوارپیچی شده است، با نوک سوزن سوراخی در آن ایجاد کرد به طوری که نوک سوزن پس از عبور از لایه‌های نوار به سطح لوله برسد. پس از ایجاد سوراخ و پس از حرکت دادن روی نقطه سوراخ شده باید به تدریج ولتاژ دستگاه را افزایش داد تا حدی که جرقه بین الکترود و لوله در نقطه سوراخ شده ایجاد گردد. برای اطمینان از تنظیم دستگاه این آزمایش باید هر چهار ساعت یکبار انجام شود.

روش انجام آزمایش منفذیابی و تنظیم دستگاه منفذیاب پوشش لوله‌های عایقکاری شده با قیر دقیقاً مشابه با موارد ذکر شده برای لوله‌های نوارپیچی شده می‌باشد.

۳- آزمایش چسبندگی- برای اطمینان از کیفیت قیر و پرایمر استفاده شده و همچنین اطمینان از کیفیت عایقکاری، باید به طریق زیر آزمایش چسبندگی در دمای بین ۱۵ الی ۲۵ درجه سانتیگراد انجام گردد:

ابتدا باید با چاقو دو شیار موازی به فاصله حدود سه سانتیمتر از یکدیگر بر روی نوار عایق لوله و در جهت عمود بر محور طولی لوله ایجاد کرد. سپس با برش عرضی، محل شروع دو شیار را به هم وصل و نوک چاقو را زیر قسمت ابتدای محل بریده شده قرار داده و پوشش قیری را از سطح لوله بلند کرده و با نیروی یکنواخت در جهت عمود بر سطح لوله پوشش قیری را از لوله جدا کرد. چسبندگی پوشش در

صورتی مطلوب خواهد بود که پوشش به آسانی از سطح لوله جدا نشود و قیر به سطح لوله چسبیده و به صورت نقطه به نقطه از سطح لوله کنده شود.

# ۱۷-۱۴ جوشکاری

## ۱۷-۱۴-۱ جوشکاری شبکه‌های گازرسانی فولادی

### ۱۷-۱۴-۱-۱ کلیات

جوشکاری لوله‌های فولادی گاز و اتصالات مخصوص آن‌ها باید به روش جوشکاری برقی دستی انجام شود. روش جوشکاری دستی، بازرسی‌ها و کیفیت آن باید مطابق استاندارد API -1104 باشد.

### ۱۷-۱۴-۱-۲ ارزیابی و تعیین صلاحیت جوشکاران

جوشکارانی که برای جوشکاری لوله‌های فولادی گاز به کار گرفته می‌شوند باید قبل از اقدام به جوشکاری بر طبق روش جوشکاری تأیید شده و بر اساس استاندارد API-1104 مورد ارزیابی قرار گیرند.

در صورت قبولی باید به هر جوشکار یک شماره به عنوان کد جوشکار اختصاص داده شود.

در صورت تغییر در روش جوشکاری، ارزیابی جوشکاران باید مجدداً و بر طبق روش جدید انجام شود.

مسئولیت کنترل مدارک، صلاحیت، ارزیابی جوشکاران و بررسی و تائید روش جوش بر عهده دستگاه نظارت است. در صورت لزوم دستگاه نظارت می‌تواند برای ارزیابی جوشکاران از موسسات و شرکت‌های ذیصلاح استفاده نماید، ولی در هر صورت مسئولیت به عهده دستگاه نظارت است.

### ۱۷-۱۴-۱-۳ الکترودهای جوشکاری

برای جوشکاری لوله‌های گاز باید در پاس اول جوش از الکترودهای مطابق با استاندارد AWS-E6010 و در پاس دوم و پاس‌های بعدی جوش از الکترودهای مطابق با استاندارد AWS-E6010 و یا AWS-E7010 استفاده شود.

قبل از استفاده از الکترودهای جوشکاری، نمونه آن‌ها باید به وسیله دستگاه نظارت مورد بررسی قرار گیرد. در صورت لزوم دستگاه نظارت باید آزمایش‌های مربوطه را انجام داده و نهایتاً کاربرد آن را در جوشکاری شبکه‌های گاز تأیید نماید.

انتخاب قطر، نوع الکترود و تنظیم آمپر و ولتاژ و سایر پارامترهای جوشکاری باید بر اساس روش جوشکاری تائید شده صورت گیرد.

الکترودهای جوشکاری باید تا زمان استفاده در بسته‌بندی اولیه خود و بر طبق توصیه سازنده نگهداری شوند. الکترودهائی که جعبه آن‌ها برای مصرف باز می‌شوند باید تا زمان مصرف برای جلوگیری از جذب رطوبت و صدمه به پوشش در گرمکن های مخصوص قرار داده شوند.

الکترودهائی که به علت جذب رطوبت، وارد آمدن صدمه به پوشش آن‌ها و یا اشکالاتی از قبیل یک طرفه سوختن، انحراف قوس و ریزش پوشش در حین جوشکاری، برای جوشکاری مناسب نباشند، باید به وسیله دستگاه نظارت بررسی و از کارگاه خارج شوند .

### ۱۷-۱۴-۱-۴ آماده سازی لوله های فولادی قبل از عملیات جوشکاری

لوله‌های فولادی قبل از جوشکاری باید مورد بازرسی قرار گیرد و در صورت مشاهده عیوب مکانیکی از قبیل شیار، فرورفتگی، خراش و دوپهنی، وارد آمدن صدمه به سر لوله و حفره‌های خوردگی، باید کنار گذارده شوند. قبل از جفت کردن لوله‌ها و شروع عملیات جوشکاری باید سر لوله‌ها بصورت دور تا دور و به فاصله یک سانتیمتر با استفاده از برس برقی تمیز و براق گردد. در صورت نیاز به برش و پخ زدن سر لوله‌ها، این کار باید به نحوی انجام گیرد که مقطع بریده شده، عمود بر محور طولی لوله باشد. حداکثر میزان انحراف صفحه برش لوله از حالت عمود بر محور طولی لوله برابر با ۱/۵ میلیمتر است.

### ۱۷-۱۴-۱-۵ کنترل‌های لازم قبل از شروع جوشکاری

قبل از شروع جوشکاری موارد زیر باید به وسیله دستگاه نظارت کنترل گردد:

۱- لبه لوله‌ها، قسمت عمودی لبه لوله و حدود یک سانتیمتر از سر لوله به صورت دور تا دور از نظر زاویه، پخ و تمیز و براق بودن پخ.

۲- در صورت برش لوله با دستگاه لوله بر، باید پلیسه‌های داخلی لوله کاملاً به وسیله سوهان برداشته و لبه لوله بر طبق روش جوشکاری تأیید شده پخ زنی شود.

۳- در صورت برش و پخ زنی لوله با دستگاه‌های مخصوص این کار، باید پخ سر لوله بر طبق روش جوشکاری تأیید شده با سوهان کاری آماده سازی شود. ضمناً باید کنترل شود که صفحه برش، عمود بر محور طولی لوله و یا در حد رواداری مجاز آن باشد.

۴- با عبور دادن یک صفحه مدور متناسب با قطر داخلی لوله، از داخل لوله، ضمن کنترل سلامت قطر لوله، از عدم وجود اشیاء باقی مانده داخل لوله، باید اطمینان حاصل نمود.

### ۱۷-۱۴-۱-۶ اقدامات لازم قبل از جوشکاری لوله‌ها

الف- پیش گرمی لبه لوله‌ها - تعیین مناسب بودن شرایط جوی برای عملیات جوشکاری بر عهده دستگاه نظارت است. در ساعات اولیه صبح و یا در شرایطی که دمای محیط کمتر از ۵+ درجه سانتیگراد باشد، پیشگرمی لوله‌ها حداقل تا دمای ۵۰+ درجه سانتیگراد الزامی است.

ب- جفت کردن لوله‌ها - جفت کردن لوله‌ها باید به وسیله کلمپ‌ها یا گیره‌های هم ترازی خارجی که قادر باشند سر لوله‌ها را به صورت ثابت نگهداشته و انجام جوشکاری در زیر آن‌ها امکان پذیر باشد، صورت گیرد. کلمپ یا گیره همطرازی باید به گونه‌ای باشد باشد که حداقل امکان جوشکاری ۵۰٪ محیط لوله در ربع‌های متقابل در زیر آن امکان پذیر باشد. مناسب بودن و کارائی گیره هم ترازی باید به وسیله دستگاه نظارت مورد تأیید قرار گیرد.

برای جفت کردن و هم تراز کردن لوله‌ها استفاده از چکش فولادی مجاز نمی‌باشد. در صورت لزوم تنها استفاده از چکش‌های برنجی مجاز می‌باشد.

لوله‌های گاز باید به طریقی هم تراز شوند که جوش طولی آن‌ها حدالامکان در موقعیت ساعات ۱۰ و ۲ قرار گیرند. جوشکاری لوله‌ها در شرایطی که جوش طولی آن‌ها در یک راستا قرار گیرد مجاز نمی‌باشد.

برای تسهیل و ایمنی در جوشکاری باید لوله‌ها را در ارتفاع مناسبی از سطح زمین بر روی پایه‌هائی که به تعداد و ارتفاع لازم تهیه شده باشند انجام داد. پایه‌های مربوطه باید دارای بالشتک‌های نرم باشند تا از وارد آمدن صدمه به پوشش لوله‌ها جلوگیری نمایند.

### ۱۷-۱۴-۱-۷ جوشکاری شبکه‌های گازرسانی فولادی

هر گونه عملیات جوشکاری باید براساس روش تأیید شده صورت گیرد.

قبل از اقدام به هر گونه عملیات جوشکاری باید از طرف مجری، روش جوشکاری تهیه و جهت بررسی به دستگاه نظارت ارائه گردد. دستگاه نظارت باید پس از انجام اصلاحات روش را مورد تایید قرار دهد. دستگاه نظارت می‌تواند برای این منظور از خدمات موسسات و شرکتهای ذیصلاح استفاده نماید که در این صورت مسئولیت بر عهده آن شرکت‌ها خواهد بود.

**الف- جوشکاری پاس یک**

۱- جوشکاری در زیر گیره هم ترازی

جوشکاری در زیر گیره هم ترازی باید حداقل معادل با ۵۰٪ محیط لوله و در ربع‌های متقابل و به روش سرازیر انجام گردد. در خصوص لوله ۲ اینچ ، جوشکاری در ربع‌های متقابل کافی می‌باشد.

استفاده از خال جوش مجاز نبوده و حداقل طول قابل قبول برای جوش سه سانتیمتر می‌باشد.

در صورتی که قطر لوله ۱۰ اینچ و بالاتر باشد جوشکاری کلیه پاس‌ها باید به وسیله دو جوشکار به صورت همزمان انجام شود.

۲- تکمیل جوشکاری پاس یک

پس از باز کردن گیره هم ترازی باید قسمت‌های پایانی جوش در هر قسمت را با دستگاه سنگ سنباده برقی تمیز کرده و سپس نسبت به جوشکاری قسمت‌های باقیمانده به روش سرازیر اقدام نمود.

**ب- جوشکاری پاس دو**

پس از تکمیل پاس یک جوش باید با استفاده از دستگاه سنگ سنباده برقی اقدام به سنگ زنی پاس یک نمود تا قسمت‌های برآمده و غیر یکنواخت جوش و عیوب آن برداشته شود. سپس باید بلافاصله و تا قبل از سرد شدن جوش نسبت به جوشکاری پاس دوم جوش به روش سرازیر اقدام نمود.

**پ- جوشکاری پاس‌های پر کننده و تاج جوش**

پس از تکمیل پاس دو جوش باید با استفاده از دستگاه برس برقی اقدام به تمیز کردن پاس دو نمود. سپس جوشکاری پاس‌های پر کننده و تاج جوش به روش سرازیر انجام شود. عرض پاس نهائی باید حداقل به اندازه یک میلیمتر پهن تر از پخ لوله در طرفین جوش بوده و ارتفاع آن نباید بیش از ۱/۵ میلیمتر بالاتر از سطح لوله باشد.

پس از جوشکاری هر پاس جوش باید سرباره جوش را به طور کامل پاک نمود و در صورت لزوم برآمدگی‌های اضافی جوش را سنگ زده و یکنواخت نمود. سنگ زدن تاج جوش به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

در زمان جوشکاری پاس‌های مختلف جوش، نباید اجازه داد که الکترود جوشکاری یا اهرم اتصال زمین آن به قسمت‌های دیگر لوله به جز محل پخ آن متصل شده و جرقه بزند. جوشکار باید از برخورد نوک الکترود جوشکاری با بدنه لوله که موجب سوختگی خواهد شد، جلوگیری نماید. در پایان هر روز کاری باید کلیه جوش‌های آن روز تکمیل شده باشد.

در پایان هر روز کاری باید با استفاده از درپوش مناسبی سرهای باز لوله را به طریق مطمئنی مسدود کرد تا آب و فاضلاب، خاک، زباله، اجسام خارجی و حیوانات کوچک به داخل لوله وارد نشوند. در صورت استفاده از درپوش فلزی، جوشکاری آن به لوله مجاز نمی باشد.

فاصله دو جوش محیطی برای لوله‌های با قطر ۴ اینچ و کوچکتر باید از ۱۵ سانتیمتر کمتر نباشد و این فاضله برای لوله‌های با قطر بزرگتر از ۴ اینچ حداقل باید یک برابر قطر لوله باشد.

**ت- جوشکاری اتصالات نهائی**

جوشکاری اتصالات نهائی باید بر طبق روش پیشنهادی مجری و با تأیید دستگاه نظارت انجام شود.

اتصالات نهائی باید با دقت هم تراز شوند به طوری که تنش‌های حاصله از جوشکاری را به حداقل برساند. برای جفت کردن لوله‌ها ممکن است حفاری قسمتهائی از کانال در دو طرف و تغییر شیب کانال الزامی باشد. در جوشکاری اتصالات نهائی، اجرای خال جوش با رعایت حداقل سه سانتیمتر طول جوش مجاز می‌باشد.

**ث - جوشکاری شیرها، اتصالات و فلنج ها**

در جوشکاری شیرها، اتصالات و فلنج ها، درصورتی که قطر داخلی آن‌ها با قطر داخلی لوله اختلاف داشته و این اختلاف بیش از ۲/۵ میلیمتر باشد، باید قطر کوچکتر تا اندازه قطر بزرگتر با نسبت سه به یک سنگ زده شود.

در جوشکاری فلنج‌ها باید دقت کافی به عمل آید تا صفحه فلنج بر محور طولی لوله عمود بوده و سوراخ‌های فلنج با وسیله متصل شونده به آن در یک راستا قرار گیرد. ضمناً برای جلوگیری از بروز نشتی در آینده باید دقت شود تا به محل نشست واشر آسیبی نرسد.

جوشکاری اتصالات به یکدیگر و اتصالات به شیرها بلامانع است ولی بهتر است فاصله دو جوش متوالی حداقل به میزان یک برابر قطر لوله بزرگتر باشد.

در صورت عدم امکان استفاده از گیره هم ترازی اجرای خال جوش مشروط بر آنکه حدالامکان سه سانتیمتر طول داشته باشد مجاز است.

**ج- تعمیر جوش ها**

روش تعمیر جوش‌ها: هر گونه عملیات جوشکاری جهت تعمیر جوش‌ها باید بر اساس روش تأیید شده صورت گیرد.

جهت تعمیر جوش‌ها باید روش جداگانه‌ای از طرف مجری تهیه شده و به وسیله دستگاه نظارت مورد بررسی قرار گرفته و در صورت نیاز پس از انجام اصلاحات لازم مورد تایید قرار گیرد. دستگاه نظارت می‌تواند برای این منظور از خدمات موسسات و شرکتهای ذیصلاح استفاده نماید، ولی در هر صورت مسئولیت کلی کار بر عهده دستگاه نظارت است.

جهت تعمیرات جوش اعم از آنکه جوشکاری در داخل کانال و یا بیرون از کانال انجام شود، رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- پیشگرمی لبه‌های دو طرف جوش حداقل تا دمای ۵۰ درجه سانتیگراد الزامی است.

۲- جوشکاری پاس یک جوش به روش سربالا مجاز است.

۳- جوش‌هائی که به علت نتیجه تفسیر فیلم‌های رادیوگرافی و یا در نتیجه بازرسی عینی دستگاه نظارت معیوب تشخیص داده شوند باید زیر نظر دستگاه نظارت تعمیر شده و یا در صورت لزوم بریده شوند.

۴- جوش‌های دارای شیارهای جانبی و تاج جوش‌هائی که نیاز به تقویت دارند باید زیر نظر دستگاه نظارت تعمیر و تکمیل شوند.

۵- در صورت وجود هرگونه ترک در جوش، باید کل جوش بریده شود. ترک‌های ستاره‌ای ایجاد شده در نقاط توقف جوشکاری در صورتی که سنگ زده شده و از بین بروند بلامانع خواهند بود.

۶- قبل از شروع به تعمیر جوش، باید محل عیب از گزارش‌های رادیوگرافی استخراج و بر روی جوش مشخص گردد. سپس با استفاده از سنگ سمباده برقی قسمت معیوب بصورت کامل برداشته شود.

۷- پس از تعمیر در صورتیکه اشکالی مشاهده نگردد، باید از جوش تعمیر شده رادیوگرافی به عمل آید. در صورت مشاهده هرگونه عیب غیر قابل قبول در رادیوگرافی از جوش تعمیر شده، جوش باید بریده شود.

۸- تعمیرات جوش باید تا قبل از عایقکاری سرجوش‌ها انجام شود. جوش‌های تعمیر شده باید با نظر دستگاه نظارت عایقکاری شوند.

**چ- تهیه گزارش های روزانه جوشکاری**

در پایان هر روز کاری باید گزارش های جوشکاری در فرم مخصوص توسط مجری تهیه و جهت بررسی و تأیید به دستگاه نظارت ارائه شود.

گزارش جوشکاری باید حاوی اطلاعات جوشکاری‌های انجام شده از جمله قطر و ضخامت لوله، جنس لوله، طول لوله، شماره خطوط، شماره جوش‌ها ،کد جوشکاران و جمع طول لوله جوشکاری شده باشد.

**ح- بازرسی جوش**

کلیه جوش‌ها باید به وسیله دستگاه نظارت مورد بازرسی عینی قرار گرفته و در صورت معیوب بودن تعمیر یا بریده شود. دستگاه نظارت می‌تواند در صورت لزوم برای یافتن عیوب سطحی از بازرسی به روش مایعات نفوذ کننده یا ترک یابی مغناطیسی استفاده نماید.

**خ- پرتونگاری**

کلیه جوش‌های لوله‌های مدفون و غیر مدفون با قطر ۲ اینچ و بالاتر باید به صورت صد در صد مورد پرتونگاری قرار گیرند.

پرتونگاری از جوش‌ها باید به وسیله شرکت‌های مجاز، معتبر و با سابقه پرتونگاری انجام شود. انتخاب شرکت مجری پرتونگاری باید به وسیله مجری بررسی و با تایید دستگاه نظارت انجام شود.

پرتونگاری باید بر اساس روشی که به وسیله شرکت پرتونگاری ارائه و توسط دستگاه نظارت مورد تایید قرار می‌گیرد، انجام شود .

روش پرتونگاری باید حداقل در بر گیرنده نوع چشمه پرتونگاری و قدرت آن، نوع دستگاه پرتونگاری و میزان نشت مجاز آن، نوع فیلم و نحوه ظهور و ثبوت آن، شاخص‌های کیفیت فیلم، استاندارد قبولی فیلم‌ها، علامتگذاری فیلم‌ها، صلاحیت پرتونگارها و ملاحظات ایمنی باشد. پرتونگاری از جوش‌ها باید بر طبق روش پرتونگاری تایید شده و با رعایت ملاحظات ایمنی مربوطه انجام شود و مسئولیت رعایت ملاحظات ایمنی بر عهده شرکت پرتونگار می‌باشد.

در صورتی که در پرتونگاری از جوش‌های هر جوشکار در دو روز متوالی بیش از ۶ درصد تعمیری و یا جوش بریدنی وجود داشته باشد، دستگاه نظارت می‌تواند از ادامه کار جوشکار جلوگیری نماید.

**د- تفسیر فیلمهای رادیوگرافی**

معیار قبولی جوش‌های لوله‌های فولادی گاز باید طبق استاندارد API-1104 و بند ۱۷-۵-۶-۵ بخش جوشکاری از قسمت اول این مبحث باشد.

تفسیر فیلمهای پرتونگاری لوله‌های گاز باید به وسیله مفسرینی که دارای مدرک معتبر بین‌المللی صلاحیت ASNT Level II در زمینه پرتونگاری و تفسیر فیلم جوش باشند صورت گیرد.

## ۱۷-۱۴-۲ جوشکاری شبکه‌های گازرسانی پلی اتیلن

### ۱۷-۱۴-۲-۱ تعیین صلاحیت جوشکار

الف-کلیه جوشکاران باید در دوره‌های آموزشی مورد تأیید مراجع ذیصلاح، شرکت نموده و دوره‌های مربوطه را با موفقیت گذرانیده و گواهینامه دریافت نمایند.

ب - کلیه جوشکاران باید درآزمایش جوشکاری بر اساس استاندارد API 1104 شرکت نموده و مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرند.

**تذکر:**حداقل مدرک تحصیلی جوشکاران باید دیپلم متوسطه (یا سیکل با ۵ سال سابقه در جوشکاری) باشد.

### ۱۷-۱۴-۲-۲ آماده سازی لوله‌های پلی اتیلن قبل از عملیات جوشکاری

**الف- بازرسی لوله‌ها**

هر شاخه یا حلقه لوله قبل از آماده سازی باید بازرسی گردد. لوله‌هایی که دارای هر نوع عیب از قبیل کج بودن و دو پهن بودن دهانه، برآمدگی، شیار و فرورفتگی، خراش و حفره باشد باید کنار گذارده شوند تا توسط دستگاه نظارت و در صورت لزوم بازرس فنی ذیصلاح بررسی و دستور وازده شدن، تعمیر و یا برش آن‌ها جهت از بین بردن نقص داده شود. قبل از جوشکاری لوله‌ها به یکدیگر باید اطمینان حاصل نمود که داخل لوله‌ها عاری از هر گونه خاک و اشیاء خارجی می‌باشد.

**ب- تمیزکردن لبه لوله‌ها**

قبل از اتصال لوله‌ها باید سطوح داخلی و خارجی آن‌ها با پارچه مناسب از خاک وسایر مواد خارجی تمیز شود.

**پ- برش لوله‌ها**

برش لوله‌ها باید توسط وسایل مخصوص برش که مورد تأیید دستگاه نظارت می‌باشد انجام گیرد. مقطع بریده شده باید عمود برمحور طولی لوله باشد . برش فارسی بر[1] جهت لوله و اتصالات مجاز نمی‌باشد.

1- MITER

**ت- جهت و انحراف لوله**

۱- کمانی شدن لوله: کمانی شدن لوله برای تغییرجهت مجاز بوده و حداقل شعاع کمان لوله باید ۲۵ برابر قطر خارجی آن باشد. قرار گرفتن جوش در مسیر کمانی شدن لوله مجاز نبوده و باید کمانی شدن به صورتی انجام شود که لوله دچار چین و چروک نگردیده و دو پهن نشود. هرگاه چنین نواقصی ایجاد گردد لوله وازده خواهد شد و در صورتی که خم با شعاعهای خیلی کوچک مورد نظر باشد باید از اتصال و یا خم‌های پیش ساخته در کارخانه استفاده نمود.

**ث-لوله های وازده**

لوله‌های وازده شده باید با علامت (وازده) که بر روی آن‌ها با رنگ متمایز (نقره‌ای یا سربی) نوشته می‌شود مشخص گردند. این گونه لوله‌ها باید بلافاصله از محل کار خارج شده و در انبار مخصوص وازده نگهداری شود.

### ۱۷-۱۴-۲-۳ مشخصات فنی عملیات جوشکاری لوله و اتصالات پلی اتیلن

مطالب زیر شامل حداقل مشخصات فنی حاکم بر انواع جوشکاری لوله و اتصالات پلی اتیلن و دستگاه‌ها و وسایل مورد استفاده می‌باشد.

- دستگاه نظارت مجاز خواهد بود که در تمام اوقات از کارگاه بازدید نموده و به کلیه اطلاعات مربوط به جوشکاری، آزمایشات جوش و غیره دسترسی داشته باشند.
- انواع جوشکاری توسط دستگاه‌های مختلف و با استفاده از روش الکتروفیوژن انجام خواهد شد.
- دستگاه‌های جوشکاری، گیره‌های هم ترازی سر لوله‌ها، دستگاه‌ها و ابزار برش و تراش و دیگر تجهیزات و نیز محلول تمیز کننده باید از نوع مورد تأیید دستگاه نظارت بوده و در وضعیت خوب نگهداری شوند.
- در مورد نصب سه راهی انشعاب باید از زین مخصوص جوشکاری نوع الکتروفیوژن استفاده نمود.
- مناسب بودن اوضاع جوی برای انجام جوشکاری توسط دستگاه نظارت مشخص خواهد شد. درهر حال جوشکاری در دمای محیط کمتر از سه درجه سانتیگراد و همچنین در هوای برفی و بارانی بدون استفاده از چتر مخصوص مجاز نخواهد بود.
- در زمان جوشکاری و پس از آن تا سرد شدن کامل جوش، محل جوش و لوله‌ها و اتصالات به هم جوش شده باید در گیره باقی مانده و نباید تحت هیچگونه تنشی قرار گیرد.
- در خاتمه هر روز کاری یا هر قسمت از کار و همچنین در تقاطع‌های مختلف، دهانه‌های ابتدا و انتهایی کلیه لوله‌های جوشکاری شده باید توسط درپوش مناسبی بسته شوند تا از ورود خاک و زباله و حیوانات کوچک و آب و دیگر اجسام خارجی جلوگیری گردد. این در پوشها تا زمان شروع مجدد کار نباید برداشته شوند.

- جوشکاری اتصال نهایی[1] و اتصالات در داخل کانال باید به دقت کامل مطابق روشی که مجری برای این مورد پیشنهاد نموده و به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد، انجام گردد. در این حالات لوله‌ها باید به دقت هم تراز شوند به‌طوری که تنش‌های بجا مانده یا تنش‌های واکنشی حاصل از جوشکاری به حداقل برسد. برای جفت کردن لوله‌ها هنگام جوشکاری اتصال نهائی ممکن است تغییر در شیب کانال الزامی باشد. انشعاب‌گیری گرم[2] و تزریق گاز حداقل یک ساعت پس از پایان جوشکاری باید انجام پذیرد.
- فاصله دو جوش متوالی در روی خطوط لوله پلی‌اتیلن محدودیت ندارد و باید انجام عملیات جوشکاری با قرار گرفتن لوله در درون گیره هم ترازی انجام شود.
- جوشکاری لوله‌ها در محل خم مجاز نمی‌باشد.
- هر جوشکار باید شماره‌ای را به عنوان کد شناسایی که توسط دستگاه نظارت در زمان ارزیابی و آزمایش برای او تعیین شده با قلم مخصوص مجاور قسمتی از جوش که به وسیله خود او انجام شده در ربع بالای لوله یادداشت کند. برای علامت گذاری جوش‌ها باید قلم مخصوص توسط مجری در اختیارجوشکاران قرار داده شود. اگر جوشکار به هردلیل کار را ترک کند کد شناسایی وی نباید توسط جوشکار دیگری مورد استفاده قرار گیرد.

چنانچه جوشکار به هر دلیل بیشتر از مدت سه ماه جوشکاری ننموده و مایل به بازگشت به سر کار خود باشد، لازم است مجدداً در آزمایش شرکت نماید و در صورت قبولی کد شناسایی جدیدی به وی داده شود.

الف- روش‌های متداول جوشکاری لوله و اتصالات پلی اتیلن

روش‌های مختلفی در جوشکاری لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن جهت شبکه‌گذاری وجود دارند ولی در این مقررات فقط استفاده از روش جوشکاری الکتروفیوژن مجاز می‌باشد.

در این نوع جوشکاری از اتصالات نوع الکتریکی استفاده می‌شود، نظر به اینکه در این روش وسایل جوشکاری نقش مهمی در امر کیفیت جوش ایفا می‌نماید. لذا دستگاه جوشکاری باید مطابق استاندارد شرکت ملّی گاز ایران و مورد تایید دستگاه نظارت باشد.

برای دستیابی به یک اتصال (جوش) خوب باید:

الف- سطوح جوشکاری کاملاً تمیز باشند.

ب- وسایل و ابزار مورد استفاده برای عملیات جوشکاری باید آزمایش شده و آماده کار باشد.

1- HOT TIE-IN
2- Hot Tap

**۱۷-۱۴-۲-۴ روش و مراحل انجام جوشکاری شبکه و انشعابات پلی اتیلن به روش الکتروفیوژن**

روش و مراحل جوشکاری شبکه و انشعابات پلی اتیلن به روش الکتروفیوژن باید به ترتیب ذیل باشد:

۱. ماشین جوش، تجهیزات، ابزار، لوله و اتصالات از نظر تطابق با مشخصات فنی و آماده به کار بودن باید کنترل شوند.

۲. عمود بودن سر لوله کنترل شده و در صورت لزوم اصلاح شود.

۳. لایه اکسید از سطوح جوشکاری لوله و اتصالات فاقد سیم به وسیله تراشنده استاندارد باید به طور کامل حذف شوند. حداکثر میزان تراش سطح لوله از ۰٫۲ میلی متر نباید تجاوز نماید.

**تبصره:** تراشیدن ناقص و یا بکار بردن هر گونه تراشنده غیر استاندارد از قبیل تیغ موکت بری، شیشه، سمباده کاغذی، برس برقی، سوهان، کاردک و هر وسیله خراش دهنده ممنوع است.

۴. باید سطوح جوشکاری (سطح خارجی لوله و سطح داخلی اتصال و سطح خارجی اتصال فاقد سیم) به وسیله پارچه نخی سفید رنگ بدون پرز و آغشته به مایع تمیز کننده مجاز از هر گونه چربی و آلودگی پاک شوند.

محلولهای تمیز کننده مجاز عبارتند از: الکل اتیلیک سفید، استن، ایزوپروپانل با خلوص بالای ۹۷ درصد.

۵. میزان فرورفتن اجزاء جوش (لوله و اتصالات) با ماژیک مناسب علامت گذاری شود.

۶. اجزاء جوش در یکدیگر و در گیره قرار داده شود.

۷. باید عدم جابجایی اجزاء جوش کنترل شود. علائم میزان فرورفتگی بند (ث) فوق نباید جابجا شده باشد.

۸- جوشکاری بر اساس دستورالعمل سازنده دستگاه و اتصال الکتروفیوژن انجام شود.

۹- بالا زدن نشانگر جوش مشاهده شود.

۱۰- رعایت زمان سرد شدن اول بر اساس زمان درج شده روی اتصال که در این مدت به هیچ وجه نباید گیره‌ها باز شود.

۱۱- رعایت زمان سرد شدن دوم به میزان بیست دقیقه پس از زمان بند ۱۰ خواهد بود که پس از انقضای این مدت می‌توان لوله را جابجا و دفن نمود.

۱۲- رعایت زمان سرد شدن سوم به میزان دو ساعت در صورتی که قرار باشد محل جوش تحت آزمون مقاومت و نشتی با فشار ۱۰۰ پوند بر اینچ مربع قرار گیرد. زمان سرد شدن مذکور در شرایط تعمیرات و اتصال نهایی می‌تواند به مدت یک ساعت تقلیل یابد.

### ۱۷-۱۴-۲-۵ بازرسی و کنترل کیفیت جوشکاری شبکه‌های گازرسانی پلی اتیلن

به منظور حصول اطمینان از کیفیت مطلوب عملیات اجرایی شبکه‌های گازرسانی با لوله‌های پلی اتیلنی و جوشکاری به طریق الکتروفیوژن، بازرسی و آزمایش‌های مختلفی طبق این بخش باید به عمل آید.

الف- احراز صلاحیت جوشکاران، بازرسی دستگاه‌ها و متعلقات جوشکاری به طریق الکتروفیوژن باید انجام شود.

الف-۱- کلیه جوشکاران باید علاوه بر آموزش دارای گواهینامه معتبر بوده و اعتبار گواهینامه‌های آن‌ها مورد بررسی و تأئید دستگاه نظارت قرار گیرد.

الف-۲- دستگاه‌های جوشکاری باید مطابق مشخصات فنی IGS-PL-016 بوده و سلامت وکارآئی کالیبره بودن آن مورد بررسی و تائید دستگاه نظارت قرار گیرد.

ب- استفاده از گیره‌های هم ترازی مناسب جهت ثابت نگهداشتن اجزاء جوش الزامی است.

ب-۱ سایر متعلقات و ابزار مورد استفاده برای جوشکاری از جمله محلول‌های تمیز کننده از نقطه نظر مجاز بودن، کارآیی و خلوص باید در شروع پروژه مورد بررسی و تائید دستگاه نظارت قرار گرفته و در ادامه پروژه توسط دستگاه نظارت کنترل گردد.

پ- بازرسی ظاهری لوله و اتصالات قبل از جوشکاری: لوله و اتصالات قبل از مصرف باید از نقطه نظرهای زیر توسط مجری به طور دقیق مورد بازدید و بررسی قرار گیرد:

پ-۱- سطوح ظاهری لوله و اتصالات سالم بوده و عاری از هرگونه ترک، شیار و برآمدگی یا فرورفتگی-های غیر قابل قبول باشد. حداکثر عمق شیار یا خراش سطحی تحت هیچ شرایطی نباید بیشتر از ۱۰ درصد ضخامت لوله باشد.

پ-۲- لوله و اتصالات باید گرد و مدور بوده و فاقد دو پهنی‌های غیر قابل قبول باشد. ابعاد لوله‌های مصرفی از نظر رواداری (تلرانس) قطر خارجی و میزان مجاز دو پهنی باید به شرح جدول شماره پ-۴-۱۱ بخش پیوست باشد.

پ-۳- حداکثر اختلاف قطر (دوپهنی) داخلی اتصال (در ناحیه ذوب) نباید از ۱/۵ درصد قطر اسمی تجاوز نماید.

پ-۴- در صورت مشاهده لوله و اتصالات معیوب، این اقلام باید جداسازی و جهت بررسی و تصمیم گیری نهائی به دستگاه نظارت ارائه شود.

ت- بازرسی حین جوشکاری برای جوش الکترو فیوژن فرآیند جوشکاری مشتمل بر عملیات زیر باید به صورت کامل و با دقت توسط مجری کنترل گردد.

ت-۱- اطمینان از سلامت دستگاه جوشکاری و وسائل و ابزار مورد استفاده

ت-۲- مدور و عمود بودن سر لوله

ت-۳- تمیزکاری سطوح جوشکاری

ت-۴- تراشیدن کامل لایه اکسید از سطح جوشکاری لوله یا محل انشعاب اتصال فاقد سیم[1] با ابزار مناسب و تائید شده

ت-۵- اطمینان از مناسب بودن پارچه (تمیز، سفید و فاقد پرز) و حلال مصرفی و پاک کردن هرگونه چربی و آلودگی از سطوح جوشکاری و جلوگیری از آلودگی مجدد سطوح جوشکاری در هنگام عملیات

ت-۶- علامت گذاری میزان داخل رفتگی لوله در اتصال مورد جوشکاری با ماژیک مناسب

ت-۷- قراردادن اجزاء جوش در یکدیگر و تثبیت آن‌ها در گیره

ت-۸- اطمینان ازعدم جابجائی اجزاء جوش پس از علامت گذاری

ت-۹- اعمال پارامترهای جوشکاری براساس دستورالعمل سازنده اتصال پلی اتیلن

ت-۱۰- حصول اطمینان از اتمام جوشکاری و اعمال زمان سرد شدن و رعایت زمان بازکردن گیره‌ها و عدم جابجائی اجزاء جوش

ث- ثبت مشخصات جوش:

کلیه اطلاعات مربوط به هر سرجوش شامل شماره جوش، محل جوش، مشخصات جوشکار، تاریخ و ساعت همراه با نتایج کنترل‌های ده گانه بند (ت) فوق باید در یک برگه چک لیست که شناسنامه جوش می‌باشد به منظور ردیابی و سهولت مراجعات بعدی توسط مجری و با تائید دستگاه نظارت ثبت گردد.

ج- کنترل‌های لازم پس از جوشکاری

با پایان یافتن فرآیند جوشکاری موارد زیر باید توسط مجری به طور کامل مورد بازدید عینی قرار گیرد:

ج-۱- مشاهده بالا زدن نشانگر جوش

ج-۲- مواد مذاب به هیچ وجه نباید در طول جوشکاری از طرفین و اطراف اتصال بیرون زده باشد.

ج-۳- آثار تراشیدن و برداشتن لایه اکسید باید به طور پیوسته و کامل تمام سطوح و محدوده محل جوش را شامل گردد. تراشیدن به صورت ناقص قابل قبول نخواهدبود.

ج-۴- پس از جوشکاری نباید هیچ گونه تغییر شکل در موضع جوشکاری اتفاق افتاده باشد.

ج-۵- علاوه بر کنترل دائمی عملیات اجرایی جوشکاری مجری، دستگاه نظارت باید از حسن انجام موارد فوق اطمینان حاصل نموده و به منظور بررسی کیفیت جوش‌های پروژه نسبت به نمونه گیری لازم جهت انجام آزمایش‌های لهیدگی به شرح مندرج در بند ۱۷-۱۴-۲-۶ اقدام نماید.

### ۱۷-۱۴-۲-۶ آزمایش‌های مخرب

الف- نمونه‌گیری و انجام آزمایش‌های لهیدگی و ارزیابی آن برای جوش‌های نوع الکتروفیوژن

1- Spigot

برای حصول اطمینان از کیفیت جوش‌های شبکه پلی اتیلن، آزمایش لهیدگی به صورت میدانی (در سایت اجرای پروژه) به شرح زیر باید انجام شود:

ب- روش نمونه گیری

ب-۱- ۲۵ سرجوش اول:

در آغاز عملیات جوشکاری، باید از اولین ۲۵ سرجوش انجام شده توسط هر جوشکار، دو نمونه به صورت اتفاقی به تشخیص دستگاه نظارت بریده شده و تحت نظارت ایشان آزمایش لهیدگی در محل اجرای پروژه انجام گردد (تعداد اتصالات کمتر از ۲۵ عدد برای یک سازنده ۲۵ عدد تلقی خواهد شد). نتیجه آزمایش یکی از حالت‌های زیر را در بر خواهد داشت:

در صورتی که نتیجه آزمایش قابل قبول باشد، ۲۵ سرجوش انجام شده مورد تائید است.

درصورتی که نتیجه آزمایش قابل قبول نباشد، تعداد نمونه‌ها دو برابر شده و آزمایش تکرار میگردد. در صورتیکه نتیجه آزمایش مجدد نیز نشان دهنده وجود اشکال در یکی از جوش‌های بریده شده باشد، کلیه جوش‌های آن گروه مردود بوده و باید بریده و مجدداً با استفاده از اتصالات سایر سازندگان، یا با تعویض جوشکار و یا تعویض دستگاه جوش به تشخیص دستگاه نظارت نسبت به ادامه جوشکاری اقدام شود.

ب-۲- ادامه آزمایش‌های:

پس از تائید اولین گروه ۲۵ تائی، در ادامه برای بقیه جوش‌های پروژه، آزمایش به شیوه بند (الف) ولیکن در گروه‌های ۵۰ تایی تکرار می‌شود.

پ- آزمایش لهیدگی

منظور از آزمایش لهیدگی تعیین کیفیت جوش الکتروفیوژن از جهت چسبندگی و امتزاج کامل آن است. این آزمایش برای قطرهای ۲۵ تا ۲۲۵ میلیمتر و برای اتصالات الکتروفیوژن قابل استفاده بوده که در محل و در دمای ۱۸ الی ۳۰ درجه سانتیگراد برای ارزیابی میدانی قابل انجام می‌باشد. پیمانکار برای انجام آزمایش لهیدگی می‌تواند از خدمات شرکت‌های ذیصلاح استفاده نماید.

ت- آماده سازی نمونه‌ها

انواع اتصالات سوکتی الکتروفیوژن[1] باید بر اساس مشخصات جدول شماره پ-۴-۱۲ آماده سازی شوند.

ث- ارزیابی جوش

ث-۱- در صورتی که هیچگونه جدایشی در اثر حرکات آرام پیچ گوشتی (طبق بند فوق) مشاهده نشد، جوش قابل قبول است.

ث-۲- چنانچه حداکثر تا ۲ حلقه سیم‌های حرارتی از هر طرف و هر آزمایش جدا شود، کیفیت جوش قابل قبول است.

1- Electro Fusion Socket Type Fitting

ث-۳- در صورتی که بیش از ۲ حلقه یا به طور کامل قطاع اتصال از لوله جدا شود کیفیت جوش قابل قبول نیست.

### ۱۷-۱۴-۲-۷ آزمایش غیر مخرب جوش سه راهی انشعاب زینی

جهت حصول اطمینان از صحت و استحکام جوش سه راهی انشعاب زینی پلی اتیلن به لوله اصلی لازم است پس از جوشکاری سه راهی انشعاب و پس از سرد شدن، قبل از سوراخ نمودن لوله اصلی، آزمایش فشار طبق دستورالعمل IGS-C-DN-04(0) انجام گیرد.

# ۱۷-۱۵ حفاظت کاتدی

## ۱۷-۱۵-۱ کلیات

حفاظت کاتدی نوعی سیستم الکتریکی برای جلوگیری از خوردگی بوده و برای فلزاتی که با خاک، آب و یا سایر الکترولیت‌ها در تماس باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از بهترین انواع پوشش‌ها و کاربرد بهترین روش‌های اجرایی عایقکاری نمی‌توان سطح خارجی لوله‌ها را برای مدت طولانی و به طور صد در صد از خطر زنگ‌زدگی محفوظ نگاه داشت، به همین دلیل برای حفاظت لوله‌های مدفون از زنگ زدگی از سیستم حفاظت کاتدی استفاده می‌شود. این سیستم که برای حفاظت لوله‌های فولادی در برابر خوردگی ناشی از زنگ‌زدگی می‌باشد، سیستمی است تکمیلی و حفاظت از زنگ‌زدگی لوله‌ها را کامل کرده و نواقص عایق لوله را پوشش داده و ضریب اطمینان حفاظت از لوله را در برابر زنگ‌زدگی افزایش می‌دهد.

نصب سیستم حفاظت کاتدی برای شبکه‌های لوله کشی گاز با لوله‌های فولادی مدفون و با فشار ۲ الی ۶۰ پوند بر اینچ مربع (۱۳۷۹۰ الی ۴۱۳۶۸۶ پاسکال) و با سطح بیش از ۵ متر مربع، الزامی است، برای حفاظت شبکه‌های لوله کشی گاز با سطحی کمتر از ۵ متر مربع اجرای پوشش باید مطابق بخش ۱۷- ۱۳ باشد.

قبل از اقدام به طراحی سیستم حفاظت کاتدی، باید مقاومت مخصوص خاک در محل مورد نظر برای لوله گذاری و نصب شبکه حداقل در یک نقطه به ازاء هر ۵۰۰ متر از طول شبکه در عمق‌های دفن لوله و ا متر پایین تر اندازه گیری شود.

در صورتیکه مقاومت مخصوص خاک در محل نصب شبکه از ده هزار اهم سانتیمتر بیشتر باشد، به شرط عدم وجود باکتری‌های احیاء کننده سولفات، داشتن PH خنثی و کمتر بودن مقادیر نمکهای کلریدی، سولفاتی و بی کربناتی از حدود بحرانی، برقراری سیستم حفاظت کاتدی الزامی نخواهد بود.

### ۱۷-۱۵-۲ سیستم‌های حفاظت کاتدی

سیستم‌های حفاظت کاتدی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: حفاظت کاتدی به روش آندهای فداشونده و حفاظت کاتدی به روش تزریق جریان مستقیم. سیستم‌های حفاظت کاتدی را می‌توان با هر دو روش نامبرده اجرا نمود. در صورتی که حجم تأسیسات قابل توجه باشد بهتر است از روش تزریق جریان و در صورتیکه حجم تأسیسات کوچک باشد حتی المقدور از روش آندهای فداشونده استفاده شود و در هر حال در انتخاب هریک از دو روش، لازم است بازدهی مطلوب و جنبه‌های اقتصادی مورد توجه قرار گیرد. انتخاب هرکدام از روش‌های فوق بستگی به نوع و حجم لوله کشی، هزینه و امکانات اجرائی و سایر عوامل طراحی دارد.

### ۱۷-۱۵-۳ حداقل پتانسیل حفاظتی

به منظور حفاظت از زنگ زدگی لوله‌های فولادی مدفون در خاک، حداقل پتانسیل ناشی از جریان فعال شده در لوله باید به شرح زیر باشد:

اختلاف پتانسیل در کلیه نقاط شبکه لوله کشی مدفون نسبت به نیم پیل مس/سولفات مس برای هر نوع پوشش باید ۰٫۸۵- ولت یا منفی تر باشد.

لازم به ذکر است در زمین‌هایی که احتمال وجود باکتریهای احیاء کننده سولفات[1] وجود دارد، اختلاف پتانسیل در کلیه نقاط شبکه لوله کشی مدفون نسبت به نیم پیل مس/سولفات مس ۰٫۹۵- ولت یا منفی‌تر باید باشد.

ولتاژ لوله نسبت به خاک در حالت طبیعی بین ۰٫۴- الی ۰٫۶۵- ولت می‌باشد. اگر پس از نصب آندها، پتانسیل اندازه‌گیری شده لوله نسبت به خاک با استفاده از نیم پیل مس/ سولفات مس منفی‌تر از ۰٫۸۵- ولت باشد و یا اختلاف پتانسیل در حالت محافظت ۰٫۳- ولت از حالت بدون محافظت منفی‌تر باشد، حفاظت برقرار است.

## ۱۷-۱۵-۴ حفاظت کاتدی به روش آندهای فداشونده

آندهای فداشونده از نظر نوع جنس معمولا در سه نوع منیزیم، روی و آلومینیم می‌باشند. در زمینهایی که مقاومت مخصوص خاک حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰۰ اهم سانتیمتر باشد، باتوجه به بازدهی جریان الکتریکی بیشتر معمولاً از آندهای منیزیم استفاده می‌شود. به منظور افزایش کارآیی این نوع آندها (در زمینهایی با مقاومت مخصوص خاک بالا) معمولا از پشت بند استفاده میشود. یک نمونه از این پشت بندها شامل ۷۰ درصد سولفات کلسیم (گچ)، ۲۵ درصد بنتونایت و ۵ درصد سولفات سدیم می باشد. آندهای منیزنم

1- SRB : Sulphide Reducing Bacteria

معمولاً در کیسه‌های پارچه‌ای قرار داده شده و اطراف آن‌ها به وسیله پشت بند احاطه می‌گردد. این آندها توسط سازندگان آن در وزن‌های مختلف ساخته و بسته بندی می‌شوند.

آندها باید طوری انتخاب و طراحی شوند که حداقل برای ۲۰ سال شبکه را حفاظت نمایند و پس از گذشت ۵ سال باید آندها به صورت کامل تعویض شوند.

شمای عمومی نصب و نحوه اتصال آندهای فداشونده به لوله در شکل شماره پ-۵-۴ بخش پیوست نشان داده شده است.

## ۱۷-۱۵-۵ حفاظت کاتدی به روش تزریق جریان مستقیم

در این روش جریان برق از یک مبدل یکسو کننده گرفته شده و از طریق بستر آندی به لوله‌ها و تاسیسات مدفون اعمال می‌گردد. بستر آندی با استفاده از انواع آندهای گرافیتی یا چدن‌های سیلیس دار به فاصله مناسبی از خط لوله و تأسیسات نصب می‌شود. جهت تعیین مقاومت الکتریکی سیستم لازم است محل نصب حتی‌المقدور دارای مقاومت مخصوص کم بوده و اضافه بر آن از پشت بند خرده ذغال کک در تمام طول بستر آندی استفاده شود، چنانچه در عمق مورد نظر بستر آندی به آبهای تحت الارضی برخورد شود کاربرد پشت بند ضرورت ندارد.

### ۱۷-۱۵-۵-۱ بستر آندی

در سیستم حفاظت کاتدیک نحوه استقرار و محل دفن آندها که بستر آندی نام دارد دارای اهمیت زیادی می‌باشد. با توجه به وضعیت استقرار آندها و عمق دفن آن‌ها بسترهای آندی به انواع مختلف تقسیم بندی می‌شوند. بسترهای آندی می‌توانند بر اساس موقعیت مکانی و عوامل طراحی به صورت‌های مختلف اجرا شوند که عبارتند از: بستر آندی سطحی افقی، سطحی عمودی، چاهی ذغالی و چاهی آبی.

در محل‌هایی که به دلیل عبور جاده و یا تراکم تأسیسات و همچنین بالا بودن فوق العاده مقاومت مخصوص زمین، امکان نصب و بازدهی مطلوب از بستر سطحی وجود نداشته باشد، از بسترهای چاهی استفاده می‌شود. در حالت استفاده از بستر چاهی آبی عمق چاه باید متناسب با سطح آب در چاه باشد به طوری که فاصله اولین آند تا سطح آب حداقل ده متر باشد. در صورتیکه محل فاقد آب باشد باید از ذغال کک به عنوان پشت بند استفاده شود.

برای محاسبات مربوط به طراحی سیستم‌های حفاظت کاتدی می‌توان به منابع معتبر مراجعه نمود.

در طراحی بستر آندی عوامل اقتصادی نیز باید در نظر گرفته شوند و طرح به گونه‌ای باشد که علاوه بر تامین ایمنی لازم از نظر اقتصادی نیز به صرفه باشد.

## ۱۷-۱۵-۶ کنترل و ارزیابی

جهت اطمینان از کارایی و بازدهی سیستم‌های حفاظت کاتدی نصب شده باید به طور ادواری و حداقل هر سه ماه یکبار، اندازه گیری پتانسیل لوله نسبت به خاک اطراف آن با استفاده از یک دستگاه ولت متر که دارای مقاومت داخلی حداقل ۵۰ هزار اهم به ازای یک ولت باشد و نیم پیل مس/ سولفات مس انجام شود.

## ۱۷-۱۵-۷ نقاط اندازه گیری

اندازه گیری پتانسیل لوله نسبت به خاک از طریق نقاطی که روی خطوط لوله یا تأسیسات مدفون تعبیه یا پیش‌بینی گردیده است انجام می‌شود. در سیستم‌های حفاظت کاتدی شبکه‌های لوله کشی گاز محوطه‌ها و شهرک‌های مسکونی که به روش تزریق جریان انجام می‌شود، فواصل نقاط باید متناسب با گستردگی شبکه باشد.

حداقل فاصله بین دو نقطه ۳۰۰ متر در نظر گرفته شود. در مورد آندهای فداشونده، نقاط اندازه گیری باید در محل‌هایی که فاصله آن از دو حفره متوالی آندی به یک اندازه است، پیش بینی و نصب شوند.

به عنوان نمونه شمای عمومی نقاط اندازه گیری در شکل شماره پ-۵-۴ بخش پیوست نشان داده شده است.

## ۱۷-۱۵-۸ اتصالات عایقی

اتصالات عایقی قطعاتی هستند که ارتباط الکتریکی بین دو طرف آنها قطع گردیده است. این قطعات به منظور جداسازی الکتریکی بین دو قسمت از شبکه یا خطوط فولادی گاز به کار می‌روند. اتصالات عایقی باید از نوع لبه جوشی و یا عایق بین فلنجی بوده و بر طبق استانداردهای مندرج در جدول پ-۴-۱۳ بخش پیوست تولید و آزمایش شده باشند. نصب اتصالات عایقی در مبادی ورودی و خروجی ایستگاههای تقلیل فشار و اندازه گیری به منظور جداسازی الکتریکی ایستگاه از خط لوله فشار قوی ورودی و لوله فشار ضعیف خروجی الزامی است.

حفاظت از لوله‌ها و ملزومات ایستگاه به لحاظ رو زمینی بودن باید با رنگ آمیزی ایستگاه انجام شود.

## ۱۷-۱۵-۹ جعبه‌های اتصال

برای اتصال کابل‌های ارتباطی بین تجهیزات و بستر آندی سیستم حفاظت کاتدی و همچنین جهت کنترل و ارزیابی میزان تأثیر جریان‌های سرگردان و یا القائی باید نصب شوند.

# ۱۷-۱۶ کنترل کیفیت، آزمایش، بازرسی، صدور تائیدیه، تحویل و تزریق گاز در سیستم لوله کشی گاز

## ۱۷-۱۶-۱ کلیات

پس از آزمایش و صدور تأییدیه نهایی توسط دستگاه نظارت که مطابق بندهای زیر انجام می‌شود، تخلیهٔ هوا، تزریق گاز و راه اندازی سیستم لوله کشی باید طبق دستورالعمل شرکت ملّی گاز صورت گیرد.

## ۱۷-۱۶-۲ آزمایش

شبکه‌های گازرسانی باید پس از تکمیل و قبل از بهره‌برداری مورد آزمایش فشارپذیری قرار گیرند. آزمایش فشار پذیری شامل آزمایش مقاومت و آزمایش نشتی می‌باشد. در شبکه‌های لوله کشی گاز آزمایش مقاومت و نشتی به صورت توأم و همزمان انجام می‌شود. برای انجام آزمایش مقاومت و نشتی می‌توان از هوای فشرده یا گاز بی اثر استفاده نمود.

## ۱۷-۱۶-۳ تجهیزات و لوازم مورد نیاز برای انجام آزمایش

جهت انجام آزمایش تجهیزات و دستگاه‌های مورد نیاز به شرح زیر می‌باشد:

- کمپرسور هوا
- هدر یا منیفولد
- شیلنگها و اتصالات
- میز کار و ابزارآلات نصب
- تجهیزات ایمنی و امداد
- وسائل حمل و نقل
- ژنراتور برق

- دستگاه فشار سنج وزنه ای با دامنه کارکرد صفر تا ۲۰۰ پوند بر اینچ مربع
- دستگاه ثبات فشار با دامنه کارکرد صفر تا ۲۰۰ پوند بر اینچ مربع
- فشارسنج‌های ساعتی با دامنه کارکرد صفر تا ۲۰۰ پوند بر اینچ مربع
- دستگاه ثبات دما با دامنه کارکرد ۲۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد
- دماسنج دیجیتالی با دامنه کارکرد ۲۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد
- دماسنج جیوه‌ای یا الکلی

## ۱۷-۱۶-۴ تنظیم دستگاه‌های آزمایش

کلیه دستگاه‌ها و وسائل اندازه‌گیری باید دارای گواهینامه کالیبراسیون (تنظیم) از شرکتهای معتبر و با تجربه باشند که از زمان صدور آن‌ها بیش از سه ماه نگذشته باشد.

## ۱۷-۱۶-۵ مسئولیت‌های مجری در ارتباط با انجام آزمایش

مجری می‌تواند آزمایش را خود راساً انجام دهد و یا در این خصوص از خدمات شرکتهای معتبر و با تجربه در زمینه آزمایش‌های شبکه‌های گازرسانی استفاده نماید.

مسئولیت تامین کلیه دستگاه‌ها و وسائل اندازه گیری مناسب برای انجام آزمایش و همچنین تأمین تجهیزات و اقدامات ایمنی لازم بر عهده مجری است.

مسئولیت ایمنی عملیات آزمایش بر عهده مجری بوده و در صورت بروز هرگونه حادثه‌ای، مجری مسئول خواهد بود.

قبل از شروع آزمایش باید کلیه تجهیزات و لوازم آزمایش شامل منیفولد و شیلنگها و اتصالات به وسیله مجری و با حضور دستگاه نظارت مورد بررسی و آزمایش فشار پذیری و کنترل نشت قرار گیرند.

## ۱۷-۱۶-۶ برنامه انجام آزمایش‌ها

مجری موظف است برنامه جزء به جزء آزمایش‌ها را حداقل یک هفته قبل به صورت کتبی به دستگاه نظارت اعلام نموده و با هماهنگی دستگاه نظارت، برنامه آزمایش‌های را تنظیم نماید.

## ۱۷-۱۶-۷ مسئولیت‌های دستگاه نظارت در ارتباط با انجام آزمایش

- مسئولیت کنترل تجهیزات ایمنی
- مسئولیت بررسی و تائید مناسب بودن دستگاه‌های آزمایش و کنترل صحت کارکرد آن‌ها
- مسئولیت کنترل گواهینامه‌های تنظیم دستگاه‌های آزمایش و نیز اطمینان از تنظیم بودن دستگاه‌ها
- مسئولیت بررسی مدارک آزمایش و تأیید نتیجه نهایی پس از اتمام مراحل آزمایش
- حضور دستگاه نظارت در کلیه مراحل آزمایش و نظارت بر روند پیشرفت کار از نزدیک

## ۱۶-۱۷-۸ اقدامات قبل از شروع آزمایش

قبل از شروع آزمایش‌های مقاومت و نشتی باید کلیه قسمتهای شبکه به طور کامل دفن شده باشد. آزمایش شبکه‌هائی که قسمتی از آن مدفون و قسمتی غیر مدفون باشد، ممنوع است. در چنین حالتی باید قسمت مدفون از قسمت غیر مدفون جدا شود و هر قسمت بصورت مجزا مورد آزمایش قرار گیرد.

در صورتی که لازم باشد قسمتی از یک شبکه لوله کشی مورد آزمایش قرار گیرد، جدا کردن آن قسمت از سایر قسمت‌ها باید به وسیله اتصالات دائمی از قبیل کپ (درپوش جوشی) یا جداسازی به وسیله فلنج انجام شود. استفاده از شیر برای جداسازی یک قسمت از لوله کشی از قسمت دیگر برای آزمایش مجاز نمی‌باشد.

جهت انجام آزمایش‌های مقاومت و نشتی باید یک چادر یا کاروان جهت استقرار دستگاه‌های آزمایش تامین گردد. محل نصب چادر یا کاروان آزمایش باید در یک انتهای شبکه لوله کشی و در محل مناسب باشد.

## ۱۶-۱۷-۹ مراحل انجام آزمایش‌های مقاومت و نشتی

۱- نصب دستگاه‌های آزمایش

منیفولد و دستگاه‌های آزمایش شامل دستگاه فشارسنج وزنه‌ای، دستگاه ثبات فشار و غیره باید در داخل چادر یا کاروان آزمایش و در محل مناسب نصب گردد.

دستگاه ثبات درجه حرارت باید در فاصله حداقل ۳۰ متری از انتهای لوله کشی و بر روی لوله نصب گردد. برای نصب دستگاه ثبات درجه حرارت باید خاک روی لوله برداشته و عایق لوله از آن جدا شود. سپس حسگر دستگاه را بر روی لوله لخت قرار داده و روی لوله را با پشم شیشه پوشاند و روی لوله خاک نرم ریخته تا از تأثیرات حرارت محیط محفوظ بماند.

۲- تمیزکردن شبکه لوله کشی - قبل از شروع آزمایش باید شبکه لوله کشی با تزریق هوای فشرده از یک انتها و تخلیه هوا از انتهای دیگر شبکه، از گرد و خاک و اشیاء بجا مانده در آن تمیز گردد.

۳- آزمایش‌های مقاومت و نشتی - جهت شروع آزمایش‌های و پس از تمیز کردن شبکه، باید شبکه لوله کشی را از هوای فشرده با فشار صد پوند بر اینچ مربع پر نمود. آزمایش‌های مقاومت و نشتی شامل دو مرحله می‌باشد:

الف- دوران یکنواختی - به منظور تثبیت نوسانات درجه حرارت و فشار باید شبکه حداقل به مدت ۲۴ ساعت به حال خود قرار داده شود. در طول این مدت تغییرات دما و فشار شبکه باید به وسیله دستگاه‌های ثبات ثبت گردد.

ب- آزمایش‌های مقاومت و نشتی- پس از یکنواخت شدن، آزمایش‌های مقاومت و نشتی به مدت ۴۸ ساعت انجام می‌شود. طی این مدت علاوه بر ثبت تغییرات دما و فشار شبکه به وسیله دستگاه‌های

ثبات، باید رأس هر ساعت، فشار از طریق دستگاه فشار سنج وزنه‌ای قرائت گردیده و ثبت شود. همچنین هر دو ساعت یک بار نیز درجه حرارت زمین به وسیله ترمومتر از لوله‌های روغن کار گذاشته شده در سطح شبکه اندازه گیری و ثبت شود.

۴ - بررسی نتایج آزمایش - پس از پایان آزمایش، اطلاعات جمع آوری شده که شامل نمودارهای دما و فشار ثبت شده و ارقام اندازه گیری شده در طول آزمایش می‌باشد، باید توسط دستگاه نظارت بررسی و پس از انجام محاسبات توسط مجری با استفاده از روابط زیر، نتیجه اعلام گردد.

روابط محاسباتی و پارامترهای مربوطه به شرح ذیل است:

$$C = \frac{T_1 - T_2}{T_m + 273} \times Pm$$

$$\Delta P = \left| P_1 - P_2 - C \right| < 0.2$$

که در آن،

$T_1 =$ درجه حرارت شروع آزمایش بر حسب سانتیگراد

$T_2 =$ درجه حرارت خاتمه آزمایش بر حسب سانتیگراد

$T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}$ درجه حرارت متوسط بر حسب سانتیگراد

$P_1 =$ فشار شروع آزمایش بر حسب پوند بر اینچ مربع

$P_2 =$ فشار خاتمه آزمایش بر حسب پوند بر اینچ مربع

$P_m = \frac{P_1 + P_2}{2}$ فشار متوسط بر حسب پوند بر اینچ مربع

$C =$ تغییرات فشار به علت تغییرات درجه حرارت بر حسب پوند بر اینچ مربع

$\Delta P =$ حداکثر افت فشار مجاز بر حسب پوند بر اینچ مربع

در صورتی آزمایش مورد قبول خواهد بود که افت فشار خط یا شبکه پس از پایان آزمایش کمتر از ۰/۲ پوند بر اینچ مربع باشد. (خطای دستگاههای آزمایش ۰/۲ پوند بر اینچ مربع در نظر گرفته شده است.) در صورتی که $\Delta P = 0.2$ باشد، آزمایش باید تمدید گردد و در صورتی که $\Delta P > 0.2$ باشد، آزمایش مردود بوده و با نظر دستگاه نظارت نسبت به تمدید، تکرار و یا رد آزمایش تصمیم گیری خواهد شد.

**تبصره:** فشار آزمایش مقاومت و نشتی برای کلیه فشارهای بهره برداری برابر با ۱۰۰ پوند بر اینچ مربع است.

۵ - آزمایش قطعات غیر مدفون- در صورتی که انجام آزمایش‌های مقاومت و نشتی قبل از دفن مورد نظر باشد و یا نیاز باشد که قطعه‌ای از لوله قبل از دفن در بیرون کانال مورد آزمایش قرار گیرد، در این صورت پس از پر کردن آن با هوای فشره با فشار صد پوند بر اینچ مربع و با نصب یک دستگاه فشار سنج

ساعتی تغییرات فشار آن را به مدت ۴ ساعت یادداشت می‌نمایند که در این مدت نباید هیچ گونه افت فشاری مشاهده شود.

۶- اتصالات نهائی قطعات آزمایش به یکدیگر - در صورتی که آزمایش‌های شبکه لوله کشی در دو یا چند قطعه مجزا انجام شده باشند، جهت اتصال قطعات به یکدیگر باید از لوله‌هائی استفاده شود که قبلاً مورد آزمایش فشار پذیری قرار گرفته باشند. جوش نهائی که برای اتصال قطعات آزمایش انجام می‌شود باید مورد آزمایش پرتونگاری قرار گرفته و نتیجه آن قابل قبول باشد. تا قبل از دریافت نتیجه پرتونگاری جوش و تایید شدن نتیجه آن نباید خاکریزی و دفن آن انجام شود.

۷- گزارش نهائی آزمایش- پس از اتمام کلیه مراحل آزمایش مجری باید گزارش نهائی و کامل آزمایش‌ها را تهیه و همراه با کلیه مدارک جهت بررسی و تایید به دستگاه نظارت ارائه نماید.

# پیوست ۱ راهنمای ایمنی

نکات و مسائل ایمنی که شخص یا شرکت انجام‌دهنده لوله‌کشی گاز، باید به مصرف‌کننده‌های گاز طبیعی به صورت راهنمای ایمنی (به‌طور کتبی) اطلاع دهند به‌قرار زیر است:

## پ-۱-۱ حوادث ناشی از گاز به دو دستهٔ عمده تقسیم می‌شوند:

### پ-۱-۱-الف) آتش‌سوزی و انفجار

در این دسته از حوادث، ابتدا به‌علل مختلف گاز نشت نموده و در فضای آشپزخانه یا منزل منتشر می‌شود. سپس عاملی مانند جرقه و یا شعله، گاز را مشتعل نموده و سبب انفجار و آتش‌سوزی می‌گردد.
برخی از علل نشت گاز عبارتند از:

۱) محکم نبودن شیلنگ دستگاه گازسوز در دوسر اتصال آن توسط بست فلزی
۲) استفاده از شیلنگ‌های طولانی و در معرض برخورد بودن و یا حرارت دیدن آنها
۳) فرسوده و یا غیراستاندارد بودن شیلنگ‌ها
۴) درپوش نداشتن شیرهای مصرفی که مورد استفاده نیستند
۵) دخالت افراد ناوارد در تعمیر و دستکاری دستگاه‌های گازسوز
۶) استفاده از دستگاه‌های گازسوز غیراستاندارد و غیرمجاز.

### پ-۱-۱-ب) گاززدگی

این دسته از حوادث معمولاً در اثر نداشتن دودکش مناسب برای دستگاه‌های گازسوز، به‌خصوص بخاری و آبگرمکن، یا عدم تهویهٔ کافی فضای اتاق روی می‌دهند. سوختن ناقص گاز و تجمع گازهای مسموم‌کننده (مونوکسید کربن) و یا کمبود اکسیژن سبب مسمومیت افرادی که در چنین فضایی تنفس می‌کنند، شده و به گاززدگی آنها می‌انجامد.

### پ-۱-۲ دستکاری در کنتور و رگولاتور گاز

رگولاتور و کنتور گاز توسط شرکت گاز ناحیه با رعایت تمام نکات ایمنی و فنی در محل مناسب نصب می‌گردد. در صورت لزوم فقط شرکت‌گاز ناحیه مجاز است محل آنها را تغییر دهد.

رگولاتور مجهز به‌وسایل ایمنی خاصی است که در صورت بروز تغییرات فاحش فشار در شبکهٔ لوله‌کشی گاز شهر به‌طور خودکار جریان گاز را قطع می‌کند تا مصرف‌کننده‌ها در معرض خطر قرار نگیرند. در صورت روبرو شدن با موارد قطع گاز یا نشت گاز از تنظیم‌کننده یا کنتور، باید از هرگونه دستکاری در آنها خودداری و از شرکت گاز ناحیه درخواست کمک گردد.

### پ-۱-۳ شیر مصرف

لولهٔ گاز مربوط به هر دستگاه گازسوز به‌یک شیر مصرف مجهز است تا در مواقع ضروری بتوان با بستن این شیر از ورود گاز به دستگاه جلوگیری نمود.

۱) هر دستگاه گازسوز باید به‌یک شیر مصرف مستقل مرتبط باشد.

۲) از اتصال دو یا چند دستگاه گازسوز به‌یک شیر مصرف باید خودداری شود.

۳) انتهای شیرهای مصرفی که به‌دستگاه گازسوزی مرتبط نیست و مورد استفاده قرار نمی‌گیرد حتماً با درپوش مسدود شود.

۴) در صورتی‌که برای مدت طولانی از دستگاه گازسوزی استفاده نمی‌شود، شیر مصرف آن بسته نگه داشته شود.

۵) در صورت ترک منزل برای مدت طولانی، کلیه شیرهای مصرف دستگاه‌های گازسوز باید بسته شوند.

۶) در شیرهای استاندارد، دستهٔ شیر در حالت باز بودن در امتداد جریان گاز و در حالت بسته بودن عمود بر جریان گاز می‌باشد.

۷) در اجاق گازهایی که فاقد شمعک می‌باشند، از باز کردن شیر اجاق گاز قبل از افروختن کبریت خودداری شود.

۸) در دستگاه‌های گازسوزی که مجهز به‌پیلوت می‌باشند، اگر بعد از باز کردن شیرگاز شعله روشن نشود معلوم است که پیلوت یا تنظیم نیست و یا خاموش شده است. در هر حال باید فوراً شیر گاز را بست و به‌بررسی و رفع علت پرداخت.

۹) سعی شود از دستگاه‌های گازسوزی استفاده گردد که مشعل‌های آن دارای ترموکوپل باشد.

۱۰) به‌منظور جلوگیری از بازی کردن کودکان با دستگاه‌های گازسوز، در مواقع عدم استفاده از این وسایل، حتماً شیر اصلی مصرف آنها بسته شوند.

۱۱) از وارد آوردن ضربه بر روی اجاق گاز باید خودداری شود، زیرا این عمل باعث سست شدن اتصالات

و نشت گاز خواهد شد.

۱۲) از سر رفتن غذا، روی اجاق گاز جلوگیری شود.

۱۳) از قرار دادن دستگاه گازسوز در معرض کوران هوا و جریان باد خودداری شود.

۱۴) قرار گرفتن اشیا قابل اشتعال در مجاورت بخاری ممکن است سبب آتش‌سوزی گردد.

### پ-۱-۴ شیلنگ‌های گاز

۱) شیلنگ‌های لاستیکی معمولی در برابر مواد نفتی و گازی به‌سرعت فاسد می‌شوند. لذا برای اتصال اجاق و سایر دستگاه‌ها که استفاده از شیلنگ برای آنها مجاز شناخته شده، به سیستم لوله‌کشی باید از شیلنگ‌های لاستیکی تقویت‌شده که مخصوص گاز ساخته شده است، استفاده شود. طول شیلنگ‌های گاز نباید حداکثر از ۱۲۰ سانتی‌متر بیشتر باشد. استفاده از شیلنگ‌های طویل برای رساندن گاز به‌نقاط مختلف منزل بسیار خطرناک است و باید از این کار احتراز نمود.

۲) شیلنگ‌های گاز نباید به هیچ وجه در معرض حرارت اجاق گاز و سایر دستگاه‌های گازسوز قرار گیرند.

۳) برای محکم کردن شیلنگ‌های گاز در انتهای لوله گاز و اجاق گاز، باید از بست‌های فلزی استفاده شود. بدون این بست‌ها امکان جدا شدن شیلنگ از لوله و خروج گاز وجود دارد.

۴) پیچانیدن سیم به جای بست باعث بریده شدن و جداشدن شیلنگ و انتشار گاز خواهدشد.

۵) شیلنگ‌های لاستیکی را باید هرچند وقت یک‌بار مورد بازدید قرار داد تا اطمینان حاصل شود که سوراخ نشده یا ترک بر نداشته باشد یا از محل بست بریده و یا سست نشده باشد. توصیه می‌گردد که شیلنگ‌های لاستیکی در صورت وجود هرگونه اشکالات ظاهری از قبیل ترک‌خوردگی تعویض گردد.

۶) لوله‌های فلزی لوله‌کشی گاز در منزل نیز باید هرچند وقت یک‌بار بازدید گردد تا در صورت زخمی‌شدن یا کنده شدن رنگ آنها مجدداً رنگ‌آمیزی شوند.

### پ-۱-۵ نشت گاز و استشمام بوی گاز

در صورت نشت گاز و یا استشمام بوی آن، قبل از هر کاری باید دقت کرد که در آن محل هیچ‌گونه جرقه‌ای زده نشود، از روشن کردن کبریت، فندک و امثال آن و همچنین از روشن و یا خاموش کردن وسایل برقی، خودداری و دستورات زیر اجرا شوند:

۱) فوراً شیر اصلی گاز بسته شود.

۲) افراد خانواده از محل آلوده به‌گاز خارج شوند.

۳) در و پنجره‌ها باز شوند.

۴) با تکان دادن حوله پنبه‌ای مرطوب جریان خروج هوای آلوده به‌گاز تسریع شود.
۵) چنانچه محل آلوده به‌گاز تاریک باشد، برای روشنایی محل از چراغ قوه که در خارج از فضای آلوده به‌گاز روشن شده، استفاده شود.
۶) در صورت بروز هر نوع آتش‌سوزی در ساختمان، چون وجود گاز در لوله احتمالاً باعث تشدید آتش‌سوزی خواهد شد، فوراً شیر اصلی گاز به ساختمان که بعد از کنتور قرار دارد بسته شود تا جریان گاز به داخل ساختمان قطع گردد.
۷) در صورت بروز هرگونه حادثهٔ منجر به نشت گاز، بدون فوت وقت و با خونسردی کامل با شماره تلفن‌های پست امداد شرکت گاز ناحیه تماس گرفته شود.

ضمناً نصب و استفادهٔ به موقع از خاموش‌کننده‌های استاندارد در آشپزخانه از ضایعات ناشی از آتش‌سوزی‌ها، جلوگیری می‌کند.

### پ-۱-۶ وسایل پیشگیری از خطرات گاز

استفاده از وسایل ایمنی زیر چنانچه با استاندارد ملّی و یا استانداردهای معتبر جهانی مطابقت داشته باشند، جهت بالا بردن ضریب ایمنی مفید است:

۱) گازیاب (آشکارساز گاز طبیعی)
۲) آشکارساز گاز مونوکسید کربن
۳) شیر خودکار قطع جریان گاز اضافی (که در اثر شکستگی لوله و یا پارگی شیلنگ گاز عمل می‌نماید.)
۴) شیر خودکار قطع گاز حساس در مقابل زلزله

### پ-۱-۷ سایر موارد

۱) باید توجه داشت که برای پیدا کردن محل نشت گاز هرگز از شعلهٔ کبریت و امثال آن استفاده نشود و تنها با استفاده از محلول صابون و یا مایع ظرفشویی نسبت به‌نشت‌یابی اقدام گردد. تشکیل شدن حباب علامت نشت گاز است.
۲) از جابه‌جا کردن وسایل گازسوزی که مستقیماً به‌لولهٔ ثابت متصل است باید خودداری کرد، ولی چنانچه این امر لازم باشد برای تغییر محل لولهٔ گاز آن، به‌مؤسسهٔ مجاز مجاز مراجعه شود.
۳) گازبندی اتصالات گاز پس از هر تغییر وضعیت ضرورت دارد.
۴) وسایل گازسوزی که به طور ثابت و دایمی در یک محل نصب می‌شوند، باید به وسیلهٔ لولهٔ فلزی به سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان وصل گردند و از جابه‌جایی آن خودداری شود.
۵) در صورتی‌که قصد توسعهٔ لوله‌کشی گاز باشد، حتماً این موضوع با شرکت گاز ناحیه در میان گذاشته شود تا ضمن دریافت راهنمایی‌های لازم، چنانچه نیاز به تعویض رگولاتور و کنتور گاز باشد اقدام گردد.

۶) گاهی ایجاب می‌کند که تغییرات جزیی در لوله‌کشی گاز منزل انجام شود یا به‌علت نقصی در سیستم لوله‌کشی، پاره‌ای تعمیرات صورت پذیرد، این تغییرات و تعمیرات هرچند به‌ظاهر ساده باشد، ولی باید توسط اشخاص متخصص یا مؤسسات صلاحیت‌دار انجام شود.

۷) اضافه کردن دستگاه‌های گازسوزی که در طرح اولیه پیش‌بینی نشده باشد، بدون اطلاع شرکت گاز ناحیه ممنوع است.

۸) معایب و نواقص قسمت‌های مختلف دستگاه‌های گازسوز هرقدر هم که جزیی باشد، مهم است و برای تعمیر آنها باید فوراً با نمایندگی فروش دستگاه‌های مزبور و یا تعمیرکاران مجاز تماس گرفته شود.

۹) اجاق گاز باید همیشه تمیز گردد، برای این کار باید شیر مصرف را بست و سپس مشعل‌ها و ضمایم آن را برداشته و کاملاً تمیز کرد و پس از خشک کردن، آنها را در محل خود قرار داد.

۱۰) از نصب آبگرمکن گازی در اتاقی که به‌طور عادی در آن هوا جریان ندارد خودداری شود زیرا باعث کمبود اکسیژن شده و می‌تواند ایجاد خفگی نماید.

۱۱) نصب هرگونه وسیلهٔ گازسوز در حمام ممنوع است.

۱۲) مسدود شدن دودکش وسایل گازسوز سبب سوخت ناقص گاز و ایجاد گاز خطرناک و مسموم‌کننده مونوکسید کربن می‌شود که این امر باعث خفگی در اثر گازگرفتگی می‌گردد.

۱۳) باید همواره محل اتصال دودکش به وسایل گازسوز بازرسی و از محکم بودن آن اطمینان حاصل شود.

۱۴) در صورتی‌که بعد از فصل سرما، بخاری جمع‌آوری شود، حتماً انتهای شیر با درپوش مسدود گردد و در هنگام وصل مجدد از افراد با صلاحیت کمک خواسته شود.

۱۵) هرچند گاه یک‌بار کلاهک دودکش‌های وسایل گازسوز بازرسی گردد و چنانچه کلاهک آن افتاده باشد، در محل خود نصب شود.

۱۶) کلاهک علاوه بر اینکه از نفوذ باران و برف و افتادن سایر اشیا و ورود پرندگان به‌داخل دودکش جلوگیری می‌کند، در منظم سوختن وسیلهٔ گازسوز نیز مؤثر است.

۱۷) انتهای دودکش‌های توی کار باید حداقل یک‌متر از سطح پشت‌بام بالاتر باشد.

۱۸) لازم است که هوای کافی برای سوختن گاز، به‌بخاری گازسوز برسد. وجود روزنه‌های زیر درها برای این منظور مفید خواهد بود.

۱۹) در صورتی‌که وسیلهٔ گازسوز با شعلهٔ آبی و پایدار نسوزد و شعله آن زرد و قرمز و یا دارای پرش باشد، باید آن را جدی گرفت، زیرا ممکن است این نقص ناشی از نرسیدن هوا یا تنظیم نبودن فشار گاز باشد.

۲۰) در صورتی‌که جهت هوارسانی به‌وسیلهٔ گازسوز از کانال مرتبط با هوای آزاد استفاده شود، مسدود کردن دریچه‌های طرفین کانال ممنوع است.

۲۱) در صورتی‌که در نقشه تأییدشده لوله‌کشی گاز ساختمان نصب آبگرمکن زمینی پیش‌بینی شده است، به هیچ وجه نباید به‌جای آن از آبگرمکن دیواری استفاده شود و یا از دودکش آبگرمکن زمینی برای آبگرمکن دیواری استفاده نمود.

# پیوست ۲ نمونه محاسبات

## پ-۲-۱ تعیین اندازه قطر لولهٔ گاز

اندازهٔ قطر قسمت‌های مختلف لوله‌کشی (شکل پ-۲-۱) برای دستگاه‌های گازسوز (جدول پ-۲-۱) که در فواصل معین از کنتور قرار می‌گیرند به روش ذیل محاسبه می‌شود:

الف) طول لوله‌کشی گاز از رگولاتور تا دورترین نقطهٔ مصرف محاسبه می‌شود. دورترین مصرف‌کننده از رگولاتور شومینه (FP) می‌باشد و فاصلهٔ آن تا رگولاتور طبق نقشه گسترده در شکل (پ-۲-۲) ۳۲/۸ متر است.

ب) با توجه به اینکه لوله و اتصالات لوله‌کشی از جنس فولاد می‌باشد، از جدول ۱۷-۴-۲ مربوط به ظرفیت لوله‌های فولادی استفاده می‌کنیم. از روی ستون اول (طول لوله) نزدیکترین طول بزرگتر از ۳۲/۸ متر را انتخاب می‌کنیم. این طول در جدول ۳۵ متر است. توجه داشته باشید که برای تعیین قطر کلیه قسمت‌های لوله‌کشی از همین ردیف که مربوط به ۳۵ متر است، استفاده می‌شود.

پ) برای پیدا کردن اندازهٔ قطر لوله قطعات مختلف لوله‌کشی از نقطه (A) شروع می‌کنیم. مصرف گاز در نقطه (A) برابر است با ۰/۳ مترمکعب در ساعت است. در جدول ۱۷ـ۴ـ۲ در همان ردیف مربوط به ۳۵ متر، مقدار ۰/۳ مترمکعب در ساعت را جستجو می‌کنیم و چون این عدد در این ردیف وجود ندارد، اولین عدد بزرگتر ازآنکه ۱/۲ می‌باشد را انتخاب کرده و اندازهٔ قطر لوله را که در بالای ستون مربوط به‌رقم ۱/۲ نوشته شده است می‌خوانیم. این اندازه $\frac{1}{2}$ اینچ است. پس، اندازهٔ قطر قطعه AB برابر $\frac{1}{2}$ اینچ خواهد شد. به همین ترتیب برای سایر قطعات عمل می‌کنیم.

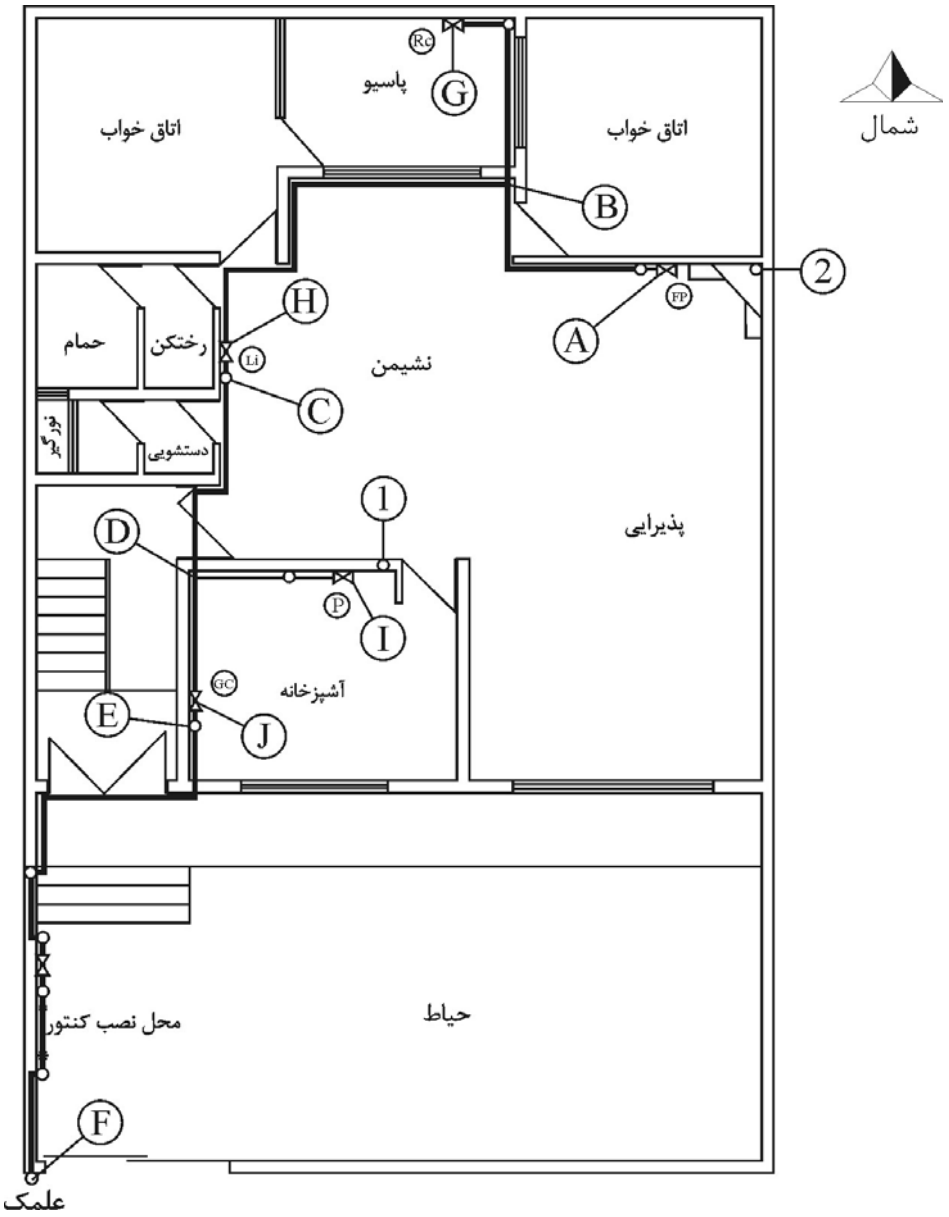
اینک برای قطعه BC مقدار جریان حجمی را که برابر با مصرف دستگاه‌های شومینه (FP) و کباب‌پز (RC) می‌باشد، به‌دست می‌آوریم. این مقدار ۰/۶ مترمکعب در ساعت است که پس از انجام عملیات ذکرشده فوق، اندازه قطر این قطعه نیز $\frac{1}{2}$ اینچ به دست می‌آید. مصرف نقطه H برابر است با ۰/۱

مترمکعب در ساعت و لذا اندازهٔ قطر قسمت CH برابر با $\frac{1}{2}$ اینچ می‌باشد. در قسمت CD مقدار ظرفیت لوله برابر است با: $(0/1+0/6=0/7)$ مترمکعب در ساعت و اندازهٔ قطر لولهٔ این قسمت از ستون مربوطه $\frac{1}{2}$ اینچ به دست می‌آید. مصرف نقطهٔ I برابر ۳/۵ مترمکعب در ساعت و طبق روش فوق اندازهٔ قطر لولهٔ قطعه DI برابر ۱ اینچ خواهد شد. در قسمت DE مقدار ظرفیت لوله برابر است با $(3/5+0/7=4/2)$ مترمکعب در ساعت و اندازهٔ قطر لولهٔ این قسمت ازستون مربوطه ۱ اینچ به‌دست می‌آید. مصرف نقطهٔ J برابر است با ۰/۷ مترمکعب در ساعت و لذا اندازهٔ قطر قسمت EJ برابر با $\frac{1}{2}$ اینچ خواهد شد.

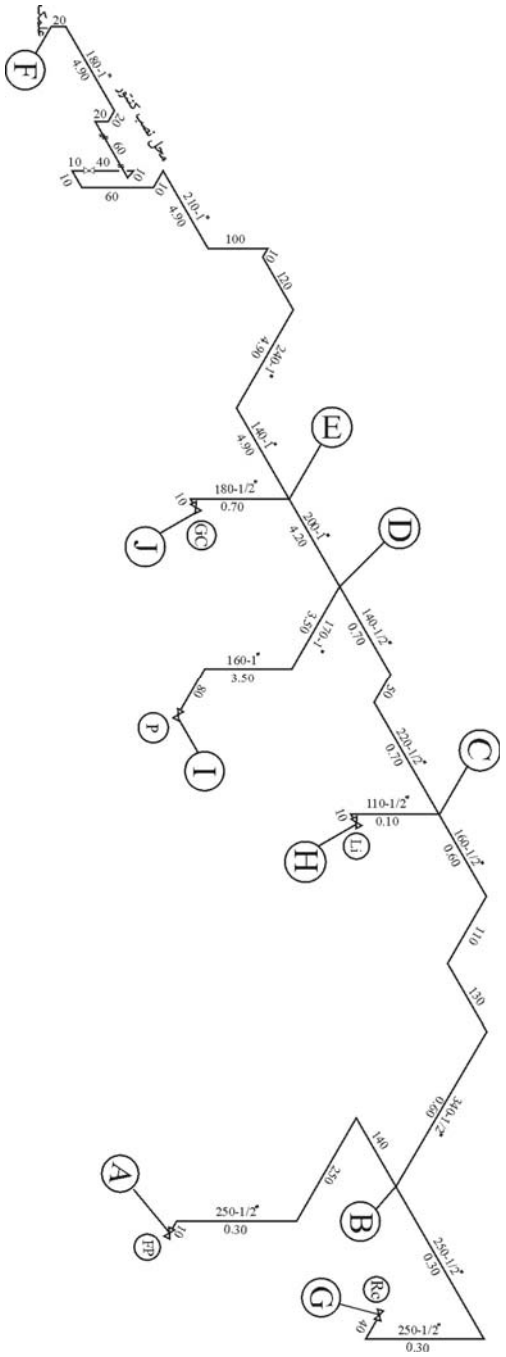
بـرای پیدا کردن اندازهٔ قطر قطعه EF باید ظرفیت کل را حساب نمـود. این مقدار برابـر است با: $(4/2+0/7=4/9)$ مترمکعب در ساعت که با به‌کار بردن روش فوق اندازهٔ قطر لوله این قطعه، ۱ اینچ خواهد شد.

**جدول پ-۲-۱** میزان مصرف دستگاه‌های گازسوز نمونه

| دستگاه گازسوز | علامت اختصاری | میزان مصرف |
|---|---|---|
| پکیج دیواری | P | ۳/۵ متر مکعب در ساعت |
| اجاق گاز خانگی فردار | GC | ۰/۷ متر مکعب در ساعت |
| روشنایی | Li | ۰/۱ متر مکعب در ساعت |
| شومینه گازی | FP | ۰/۳ متر مکعب در ساعت |
| کباب‌پز | RC | ۰/۳ متر مکعب در ساعت |




**شکل پ-۲-۱** نقشه پلان لوله‌کشی گاز نمونه.




**شکل پ-۲-۲** نقشه ایزومتریک لوله‌کشی گاز نمونه.

# پیوست ۳ ایمنی و ضوابط بهره برداری و نگهداری از سیستم لوله کشی گاز

## پ-۳-۱ کلیات

علاوه بر رعایت مفاد مندرج در فصول ۱۷-۷ ، ۱۷-۸ و ۱۷-۹ ، رعایت موارد ذیل الزامی است.

الف- تأمین هوای مورد نیاز برای احتراق و خروج محصولات احتراق کلیه وسایل گازسوزی که درحدود شمول مقررات ایمنی این مبحث قرار می‌گیرند، باید الزامات مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان و آیین نامه طراحی و اجرای دودکش از انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن را رعایت نمایند.

**تبصره:** در طراحی، نصب و راه اندازی دودکش‌های وسایل گازسوز باید به دستورالعمل کارخانه سازنده محصول گازسوز استاندارد مراجعه نمود.

ب - استفاده از وسایل ایمنی زیر چنانچه با استاندارد ملّی یا استانداردهای معتبر جهانی مطابقت داشته باشد، توصیه می‌شود.

گازیاب یا آشکار ساز گاز طبیعی

آشکارساز گاز منواکسید کربن

شیر خودکار قطع جریان گاز اضافی

شیر خودکار قطع گاز حساس در مقابل زلزله

نحوه نصب و انتخاب محل نصب وسایل ایمنی یاد شده فوق باید توسط کارشناسان متخصص مرتبط صورت پذیرد.

## پ-۳-۲ بهره برداری و نگهداری از تأسیسات و تجهیزات

در این بخش از مقررات، پیش بینی‌های ایمنی مربوط به اجرای لوله‌کشی گاز مشترکین عمده شرح داده می‌شود. بدیهی است این مقررات نمی‌تواند شامل مقررات جامع ایمنی باشد.

### پ-۳-۲-۱ بازرسی جهت پیدا کردن محل نشت گاز

برای تجسس و پیداکردن محل نشت گاز به هیچ وجه نباید از کبریت، شمع، فندک، و هرگونه شعله دیگر استفاده شود، برای انجام این منظور باید از وسائل مناسب نشان دهنده نشت گاز استفاده به عمل آید یا اینکه باید محل اتصال لوله‌ها و سایر نقاط مشکوک به نشت گاز را با آب و صابون و یا مایع مشابه آن مورد آزمایش قرار داد.

### پ-۳-۲-۲ اقدامات فوری در موارد نشت گاز

در صورتی که دراثر بازرسی معلوم شدکه گاز در داخل ساختمانی پخش شده است، حتی‌الامکان باید اقدامات زیر را فوراً و هم زمان انجام داد:

الف: اطاق، ساختمان و یا محوطه آلوده به گاز از کلیه ساکنین آن تخلیه گردد.

ب : درها و پنجره‌های محلی را که گاز در آن جمع شده است، باز کرده و با استفاده از حوله مرطوب جریان خروج گاز را تسریع نمود.

پ : از هرگونه امکانات برای از بین بردن کلیه منابع تولید احتراق باید استفاده شود. دقت گردد که ازکشیدن سیگار، روشن کردن کبریت، قطع و وصل کلیدها و وسایل برقی یا باز کردن در کوره‌ها و غیره جلوگیری به عمل آید. درصورت امکان جریان اصلی برقی از محل دورتری قطع شود تا کلیدهای خودکار برقی نیز در محوطه خطرناک نتوانند به طور خودکار عمل نمایند.

در چنین مواقع اضطراری در صورت لزوم می‌توان از چراغ قوه دستی که در خارج از محیط آلوده روشن شده باشد، استفاده نمود.

ت : جریان گاز به محوطه مربوط قطع شود.

ث : ساختمان های مجاور نیز از نظر آلوده شدن به گاز بازرسی گردد.

ج : مراتب به شرکت ملی گاز ایران اطلاع داده شود .

### پ-۳-۲-۳ استعمال دخانیات و بکاربردن شعله باز

هنگام کار بر روی لوله‌هایی که قبلاً محتوی گاز بوده و یا دارای گاز می باشند، باید از کشیدن سیگار، به کار بردن شعله گاز، فانوس و به طور کلی به کار بردن هر نوع وسیله‌ای که تولید احتراق یا حرارت کند و همچنین از انجام عملیات جوشکاری اکیداً اجتناب شود مگر اینکه قبلاً احتیاطهای ایمنی لازم برای جلوگیری از خطر آتش سوزی به عمل آمده باشد.

### پ-۳-۲-۴ وقفه در کار

در مواردی که در کار تعمیرات یا تغییرات بر روی یک سیستم لوله‌کشی موجود وقفه‌ای پیش آید، قبل از ترک محل باید شرایط سیستم را به وضع بدون خطری درآورد.

### پ-۳-۲ -۵ قطع شدن گاز

الف - قبل از قطع جریان گاز سیستم لوله‌کشی جز در مواقع اضطراری و فوری باید تمام مصرف کنندگان را که از آن شبکه استفاده می‌کنند از قطع جریان گاز مطلع نمود.

ب - شیر اصلی لوله را قبل از بستن شیرهای کلیه مشعل‌ها و پیلوت‌هائی که از آن لوله گاز می‌گیرند نباید بست مگر در موارد اضطراری و فوری، پس از بستن شیر اصلی باید از طریق آزمایش اطمینان حاصل نمود که جریان گاز کاملاً قطع شده است.

این آزمایش را می‌توان با تحت نظر گرفتن شماره انداز کنتور و یا با استفاده از یک فشارسنج یا وسیله‌ای مشابه آن انجام داد .

در صورت وجود چند کنتور باید دقت نمود که حتماً شیر گاز مربوط به کنتور موردنظر بسته باشد برای باز کردن مجدد گاز باید پیش بینیهای مذکور به عمل آید.

### پ-۳-۲ -۶ تغییرات در سیستم‌های لوله‌کشی موجود

تغییرات در سیستمهای لوله‌کشی موجود باید هنگامی انجام‌گیرد که اطمینان حاصل شود جریان گاز به آن سیستم کاملاً قطع شده است. در اجرای این تغییرات باید به شرایط انجام کار، طول لوله‌ای که باید گازآن تهویه شود، فشار سیستم مربوطه وغیره توجه کافی مبذول گردد .

گرفتن انشعاب جدید به وسیله جوشکاری از سیستم لوله‌کشی گاز در حال کار و یا اتصال وسایل مورد نیاز به شرطی که این کار طبق روش صحیح و به وسیله افرادی متخصص و کاملاً مجرب و کارآزموده و با اطلاع و مجوز اداره گاز ناحیه انجام گیرد، مجاز می باشد.

### پ-۳-۲ -۷ پیش بینی‌های ایمنی برای جلوگیری از اشتعال اتفاقی در ضمن انجام تغییرات در سیستم لوله‌کشی

در مواردی که اشتعال مخلوط گاز و هوا در محوطه ممکن است باعث آسیب رساندن به افراد یا اموال شود باید احتیاط‌های لازم برای جلوگیری از چنین اشتعال یا انفجار به عمل آید. در ادامه چند نمونه از این موارد برای مثال شرح داده می‌شود.

الف- از استعمال دخانیات و استفاده از شعله باز در آن محوطه جلوگیری به عمل آید.

ب- دو طرف محل بریده شده از لوله های گاز را به وسیله یک نوار اتصال فلزی به یکدیگر وصل نمائید.

پ- برای جلوگیری از ایجاد جرقه در اثر الکتریسیته ساکن طبق نظر متخصصین مربوطه احتیاط‌های لازم به عمل آید.

ت- آتش خاموش کن‌های دستی با ظرفیت و اندازه مناسب تهیه و در نقاطی که در دسترس همه افراد آن محوطه باشد نصب شود.

**پ-۳-۲-۸ تخلیه هوا، تزریق گاز و راه اندازی**

تخلیه هوا، تزریق گاز و راه اندازی باید مطابق با دستورالعمل شرکت ملّی گاز ایران صورت گیرد.

# پیوست ۴ جدول‌ها

**جدول شماره پ-۴-۱**

| اندازه اسمی | | قطر خارجی | | ضخامت | | وزن هر متر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| متریک | اینچ | اینچ | میلیمتر | اینچ | میلیمتر | کیلوگرم |
| ۱۵ | $\frac{۱}{۲}$ | ۰/۸۴۰ | ۲۱/۳ | ۰/۱۰۹ | ۲/۸ | ۱/۲۸ |
| ۲۰ | $\frac{۳}{۴}$ | ۱/۰۵۰ | ۲۶/۷ | ۰/۱۱۳ | ۲/۹ | ۱/۷۰ |
| ۲۵ | ۱ | ۱/۳۱۵ | ۳۳/۴ | ۰/۱۳۳ | ۳/۴ | ۲/۵۲ |
| ۳۲ | $۱\frac{۱}{۴}$ | ۱/۶۶۰ | ۴۲/۲ | ۰/۱۴۰ | ۳/۶ | ۳/۴۳ |
| ۴۰ | $۱\frac{۱}{۲}$ | ۱/۹۰ | ۴۸/۳ | ۰/۱۴۵ | ۳/۷ | ۴/۰۷ |
| ۵۰ | ۲ | ۲/۳۷۵ | ۶۰/۳ | ۰/۱۵۴ | ۳/۹ | ۵/۴۲ |
| ۶۵ | $۲\frac{۱}{۲}$ | ۲/۸۷۵ | ۷۳/۰ | ۰/۱۵۶ | ۴/۰ | ۶/۸۱ |
| ۸۰ | ۳ | ۳/۵۰ | ۸۸/۹ | ۰/۱۷۲ | ۴/۴ | ۹/۱۷ |
| ۱۰۰ | ۴ | ۴/۵۰ | ۱۱۴/۳ | ۰/۱۷۲ | ۴/۴ | ۱۱/۹۲ |
| ۱۵۰ | ۶ | ۶/۶۲۵ | ۱۶۸/۳ | ۰/۱۷۲ | ۴/۴ | ۱۷/۷۸ |
| ۲۰۰ | ۸ | ۸/۶۲۵ | ۲۱۹/۱ | ۰/۱۸۸ | ۴/۷ | ۲۴/۸۴ |
| ۲۵۰ | ۱۰ | ۱۰/۷۵۰ | ۲۷۳/۱ | ۰/۲۱۹ | ۵/۶ | ۳۶/۹۴ |
| ۳۰۰ | ۱۲ | ۱۲/۷۵۰ | ۳۲۳/۹ | ۰/۲۵۰ | ۶/۴ | ۵۰/۱۱ |

۱- قطر اسمی لوله فقط به عنوان شناسه به کار می‌رود.

۲- رواداری (تلرانس) ابعاد ٪۱۵+ و ٪۱۰- و رواداری وزن ٪۱۰+ و ٪۳/۵- می‌باشد.

۳- استفاده از لوله‌های رده ۴۰ (STANDARD WEIGHT) نیز قابل قبول می باشد.

**جدول شماره پ-۴-۲**

| نوع کالا | IGS STANDARDS | IPS STANDARDS |
|---|---|---|
| نوار زیر | --- | IPS – M – TP – 310 |
| پرایمر نوار زیر | --- | IPS – M – TP –321 |
| نوار رو | IGS- M -TP-025 | IPS – M – TP –311 |
| نوار سرجوش | IGS-TP-014(1) – p4 | IPS – M – TP –313 |
| پرایمر نوار سرجوش | IGS-TP-014(1) – p4 | IPS – M – TP –322 |
| نوار سرجوش پایه قیری | IGS-TP-014(1) – p5 | IPS – M – TP –314 |
| پرایمر سرجوش پایه قیری | IGS-TP-014(1) – p5 | IPS – M – TP –323 |
| نوار راکشیلد | --- | IPS – M – TP –316 |
| قیر پایه نفتی | IGS-TP-011-1(1) | IPS – M – TP –295 |
| پرایمر قیر پایه نفتی | IGS-TP-011-1(1) | IPS – M – TP –285 |
| قیر پایه نفتی اصلاح شده و پرایمر مربوطه | IGS- M -TP-016(1) | ----- |
| قیر ذغال سنگی | ----- | IPS – M – TP –240 |
| پرایمر قیر ذغال سنگی | ----- | IPS – M – TP –280 |
| پرایمر مصنوعی | ---- | IPS – M – TP –275 |
| نوار پشم شیشه داخلی (INNERWRAP) | ---- | IPS – M – TP –300 |
| نوار پشم شیشه قیر اندود با قیر پایه نفتی (OUTER WRAP) | ---- | IPS – M – TP – 306 |
| نوار پشم شیشه قیر اندود با قیر پایه ذغال سنگی (OUTER WRAP) | ---- | IPS – M – TP – 305 |
| اتصال عایقی | IGS- M -PL-006(1) | IPS – M – TP – 750 (8) |
| پوشش پلی اتیلن سه لایه | IGS – TP – 010 – 1&2 | ---- |
| نوار انقباضی حرارتی سرجوش | IGS- M -TP-014 - 6(1) | ---- |
| پوشش دوجزئی پلی یورتان | IGS-TP-014-1 | ---- |

**جدول شماره پ-۴-۳** ضرایب تصحیح برای گاز طبیعی با چگالی‌های مختلف

| چگالی | ۰/۷ | ۰/۶۵ | ۰/۶ | ۰/۵۵ | ۰/۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| ضریب | ۰/۹۶ | ۱ | ۱/۰۴ | ۱/۰۹ | ۱/۱۴ |

**جدول شماره پ-۴-۴** ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف بر حسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی ۰/۶۵ و فشار اولیه ۲ پوند بر اینچ مربع (۱۳۷۹۰ پاسکال) و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد

| طول لوله (متر) | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{3}{4}$ | ۱ | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{1}{2}$ | ۲ | $2\frac{1}{2}$ | ۳ | ۴ | ۶ |
| ۱۵ | ۱۶ | ۳۰ | ۶۲ | ۹۳ | ۱۸۰ | ۲۷۶ | ۴۱۸ | ۷۲۵ | ۱۶۵۷ |
| ۲۰ | ۱۱ | ۲۱ | ۴۳ | ۶۴ | ۱۲۴ | ۲۱۷ | ۳۷۵ | ۷۲۵ | ۱۶۵۷ |
| ۴۵ | ۹ | ۱۷ | ۳۴ | ۵۲ | ۹۹ | ۱۷۵ | ۳۰۱ | ۶۲۰ | ۱۶۵۷ |
| ۶۰ | ۸ | ۱۴ | ۳۰ | ۴۴ | ۸۵ | ۱۵۰ | ۲۵۸ | ۵۳۱ | ۱۵۶۹ |
| ۷۵ | ۷ | ۱۳ | ۲۶ | ۳۹ | ۷۵ | ۱۳۲ | ۲۲۹ | ۴۷۰ | ۱۳۹۰ |
| ۹۰ | ۶ | ۱۲ | ۲۴ | ۳۵ | ۶۸ | ۱۲۰ | ۲۰۷ | ۴۲۶ | ۱۲۶۰ |
| ۱۲۰ | ۵ | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۵۸ | ۱۰۳ | ۱۷۷ | ۳۶۵ | ۱۰۷۸ |
| ۱۵۰ | ۴/۶ | ۹ | ۱۸ | ۲۷ | ۵۲ | ۹۱ | ۱۵۷ | ۳۲۳ | ۹۵۶ |
| ۲۰۰ | ۴ | ۷ | ۱۵ | ۲۳ | ۴۴ | ۷۸ | ۱۳۴ | ۲۷۷ | ۸۱۸ |
| ۲۵۰ | ۳/۵ | ۶/۵ | ۱۳ | ۲۰ | ۳۹ | ۶۹ | ۱۱۹ | ۲۴۵ | ۷۲۵ |
| ۳۰۰ | ۳/۲ | ۶ | ۱۲ | ۱۸/۵ | ۳۶ | ۹۳ | ۱۰۸ | ۲۲۲ | ۹۵۷ |
| ۳۵۰ | ۲/۹ | ۵/۵ | ۱۱ | ۱۷ | ۳۳ | ۵۸ | ۹۹ | ۲۰۴ | ۶۰۶ |
| ۴۰۰ | ۲/۷ | ۵/۱ | ۱۰/۵ | ۱۵/۵ | ۳۱ | ۵۴ | ۹۲ | ۱۹۰ | ۵۶۲ |
| ۴۵۰ | ۲/۵ | ۴/۸ | ۱۰ | ۱۴/۵ | ۲۹ | ۵۰ | ۸۷ | ۱۷۹ | ۵۲۷ |
| ۵۰۰ | ۲/۴ | ۴/۵ | ۹/۵ | ۱۴ | ۲۷ | ۴۷ | ۸۲ | ۱۶۹ | ۴۹۸ |
| ۵۵۰ | ۲/۳ | ۴/۳ | ۹ | ۱۳/۵ | ۲۶ | ۴۵ | ۷۸ | ۱۶۰ | ۴۷۳ |
| ۶۰۰ | ۲/۲ | ۴/۱ | ۸ | ۱۳ | ۲۵ | ۴۳ | ۷۴ | ۱۵۳ | ۴۵۱ |

یادآوری:

۱- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز ۲۰ متر در ثانیه محاسبه شده است .

۲- برای سایر چگالی‌ها لازم است ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره ۳ داده شده است ضرب گردد.

**جدول شماره پ-۴-۵** ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف بر حسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی ۰/۶۵ و فشار اولیه ۵ پوند بر اینچ مربع (۳۴۴۷۴ پاسکال) و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد

| طول لوله (متر) | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{۳}{۴}$ | ۱ | $۱\frac{۱}{۴}$ | $۱\frac{۱}{۲}$ | ۲ | $۲\frac{۱}{۲}$ | ۳ | ۴ | ۶ |
| ۱۵ | ۲۷ | ۵۱ | ۹۳ | ۱۲۷ | ۲۱۰ | ۳۲۰ | ۴۸۶ | ۸۴۲ | ۱۹۲۵ |
| ۳۰ | ۱۹ | ۳۶ | ۷۵ | ۱۱۳ | ۲۱۰ | ۳۲۰ | ۴۸۶ | ۸۴۲ | ۱۹۲۵ |
| ۴۵ | ۱۰/۵ | ۲۹ | ۶۱ | ۹۲ | ۱۸۰ | ۳۲۰ | ۴۸۶ | ۸۴۲ | ۱۹۲۵ |
| ۶۰ | ۱۳/۵ | ۲۵ | ۵۳ | ۸۰ | ۱۵۶ | ۲۷۷ | ۴۸۴ | ۸۴۲ | ۱۹۲۵ |
| ۷۵ | ۱۲ | ۲۲ | ۴۷ | ۷۱ | ۱۴۰ | ۲۴۸ | ۴۳۳ | ۸۴۲ | ۱۹۲۵ |
| ۹۰ | ۱۱ | ۲۰ | ۴۳ | ۶۵ | ۱۲۷ | ۲۲۶ | ۳۹۵ | ۸۲۳ | ۱۹۲۵ |
| ۱۲۰ | ۹/۵ | ۱۸ | ۳۷ | ۵۶ | ۱۱۰ | ۱۹۶ | ۳۴۲ | ۷۱۳ | ۱۹۲۵ |
| ۱۵۰ | ۸/۵ | ۱۶ | ۳۳ | ۵۰ | ۹۹ | ۱۷۵ | ۳۰۶ | ۶۳۷ | ۱۹۱۸ |
| ۲۰۰ | ۷/۵ | ۱۴ | ۲۹ | ۴۴ | ۸۵ | ۱۵۲ | ۲۶۵ | ۵۵۲ | ۱۶۶۱ |
| ۲۵۰ | ۶/۵ | ۱۲ | ۲۶ | ۳۹ | ۷۶ | ۱۳۶ | ۲۳۷ | ۴۹۴ | ۱۴۸۶ |
| ۳۰۰ | ۶ | ۱۱ | ۲۴ | ۳۶ | ۷۰ | ۱۲۴ | ۲۱۶ | ۴۵۱ | ۱۳۵۹ |
| ۳۵۰ | ۵/۵ | ۱۰/۵ | ۲۲ | ۳۳ | ۶۴ | ۱۱۵ | ۲۰۰ | ۴۱۷ | ۱۲۵۹ |
| ۴۰۰ | ۵ | ۱۰ | ۲۱ | ۳۱ | ۶۰ | ۱۰۷ | ۱۸۷ | ۲۹۰ | ۱۱۷۵ |
| ۴۵۰ | ۵ | ۹/۵ | ۲۰ | ۲۹ | ۵۷ | ۱۰۱ | ۱۷۶ | ۳۶۸ | ۱۱۰۷ |
| ۵۰۰ | ۴/۵ | ۸/۵ | ۱۹ | ۲۸ | ۵۴ | ۹۶ | ۱۶۷ | ۳۴۹ | ۱۰۰۱ |
| ۵۵۰ | ۴/۵ | ۸/۵ | ۱۸ | ۲۷ | ۵۱ | ۹۱ | ۱۶۰ | ۳۳۳ | ۱۰۰۱ |
| ۶۰۰ | ۴ | ۸ | ۱۷ | ۲۶ | ۴۹ | ۸۷ | ۱۵۳ | ۳۱۸ | ۹۵۹ |

یادآوری:

۱- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز ۲۰ متر در ثانیه محاسبه شده است .

۲- برای سایر چگالی‌ها لازم است ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره ۳ داده شده است ضرب گردد.

**جدول شماره پ-۴-۶** ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف بر حسب مترمکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی ۰/۶۵ و فشار اولیه ۱۵ پوند بر اینچ مربع (۱۰۳۴۲۱ پاسکال) و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد

| طول لوله (متر) | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{۳}{۴}$ | ۱ | $۱\frac{۱}{۴}$ | $۱\frac{۱}{۲}$ | ۲ | $۲\frac{۱}{۲}$ | ۳ | ۴ | ۶ |
| ۱۵ | ۵۰ | ۸۱ | ۱۴۰ | ۱۱۹ | ۳۱۵ | ۴۸۳ | ۷۳۳ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۳۰ | ۴۰ | ۷۶ | ۱۴۰ | ۱۹۱ | ۳۱۵ | ۴۸۳ | ۷۳۳ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۴۵ | ۳۳ | ۶۲ | ۱۳۰ | ۱۹۱ | ۳۱۵ | ۴۸۳ | ۷۳۳ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۶۰ | ۲۸ | ۵۴ | ۱۱۲ | ۱۷۰ | ۳۱۵ | ۴۸۳ | ۷۳۳ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۷۵ | ۲۵ | ۴۸ | ۱۰۰ | ۱۵۲ | ۲۹۶ | ۴۸۳ | ۷۳۳ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۹۰ | ۲۳ | ۴۴ | ۹۲ | ۱۳۹ | ۲۷۰ | ۴۷۸ | ۷۳۳ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۱۲۰ | ۲۰ | ۳۸ | ۷۹ | ۱۲۰ | ۲۳۴ | ۴۱۴ | ۷۲۳ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۱۵۰ | ۱۸ | ۳۴ | ۷۱ | ۱۰۷ | ۲۱۰ | ۳۷۰ | ۶۴۷ | ۱۲۷۲ | ۲۹۰۶ |
| ۲۰۰ | ۱۶ | ۳۰ | ۶۱ | ۹۳ | ۱۸۱ | ۳۲۱ | ۵۶۰ | ۱۱۶۷ | ۲۹۰۶ |
| ۲۵۰ | ۱۴ | ۲۶ | ۵۵ | ۸۳ | ۱۶۲ | ۲۸۷ | ۵۰۱ | ۱۰۴۴ | ۲۹۰۶ |
| ۳۰۰ | ۱۳ | ۲۴ | ۵۰ | ۷۶ | ۱۴۸ | ۲۶۲ | ۴۵۷ | ۹۵۳ | ۲۸۷۰ |
| ۳۵۰ | ۱۲ | ۲۲ | ۴۶ | ۷۰ | ۱۳۷ | ۲۴۲ | ۴۲۳ | ۸۸۲ | ۲۶۵۷ |
| ۴۰۰ | ۱۱ | ۲۱ | ۴۳ | ۶۶ | ۱۲۸ | ۲۲۷ | ۳۹۶ | ۸۲۵ | ۳۴۸۵ |
| ۴۵۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۴۱ | ۶۲ | ۱۲۱ | ۲۱۴ | ۳۷۳ | ۷۷۸ | ۲۲۴۳ |
| ۵۰۰ | ۱۰ | ۱۹ | ۳۹ | ۵۹ | ۱۱۵ | ۲۰۳ | ۳۵۴ | ۷۳۸ | ۲۲۲۳ |
| ۵۵۰ | ۹ | ۱۸ | ۳۷ | ۵۶ | ۱۰۹ | ۱۹۳ | ۳۳۸ | ۷۰۴ | ۲۱۲۰ |
| ۶۰۰ | ۹ | ۱۷ | ۳۵ | ۵۴ | ۱۰۵ | ۱۸۵ | ۳۲۳ | ۶۷۴ | ۲۰۲۹ |
| ۸۰۰ | ۸ | ۱۵ | ۳۱ | ۴۷ | ۹۱ | ۱۶۰ | ۲۸۰ | ۵۸۴ | ۱۷۵۷ |
| ۱۰۰۰ | ۷ | ۱۳ | ۲۷ | ۴۲ | ۸۱ | ۱۴۳ | ۲۵۰ | ۵۲۲ | ۱۵۷۲ |

یادآوری:

۱- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز ۲۰ متر در ثانیه محاسبه شده است .

۲- برای سایر چگالی‌ها لازم است ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره ۳ داده شده است ضرب گردد.

**جدول شماره پ-۴-۷** ظرفیت لوله ها با قطر و طول مختلف بر حسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی ۰/۶۵ و فشار اولیه ۳۰ پوند بر اینچ مربع (۲۰۶۸۴۳ پاسکال) و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد

| طول لوله (متر) | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{۳}{۴}$ | ۱ | $۱\frac{۱}{۴}$ | $۱\frac{۱}{۲}$ | ۲ | $۲\frac{۱}{۲}$ | ۳ | ۴ | ۶ |
| ۱۵ | ۷۵ | ۱۲۲ | ۲۱۱ | ۲۸۸ | ۴۷۴ | ۷۲۷ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۳۰ | ۶۹ | ۱۲۲ | ۲۱۱ | ۲۸۸ | ۴۷۴ | ۷۲۷ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۴۵ | ۵۷ | ۱۰۸ | ۲۱۱ | ۲۸۸ | ۴۷۴ | ۷۲۷ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۶۰ | ۴۹ | ۹۳ | ۱۹۴ | ۲۸۸ | ۴۷۴ | ۷۲۷ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۷۵ | ۴۴ | ۸۳ | ۱۷۴ | ۲۶۳ | ۴۷۴ | ۷۲۷ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۹۰ | ۴۰ | ۷۶ | ۱۵۸ | ۲۴۰ | ۴۷۴ | ۷۲۷ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۱۲۰ | ۳۵ | ۶۶ | ۱۳۷ | ۲۰۸ | ۴۰۵ | ۷۱۶ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۱۵۰ | ۳۱ | ۵۹ | ۱۲۳ | ۱۸۶ | ۳۶۲ | ۶۴۰ | ۱۱۰۴ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۲۰۰ | ۲۷ | ۵۱ | ۱۰۶ | ۱۶۱ | ۳۱۴ | ۵۵۴ | ۹۶۸ | ۱۹۱۵ | ۴۳۷۶ |
| ۲۵۰ | ۲۴ | ۴۶ | ۹۵ | ۱۴۴ | ۲۸۰ | ۴۹۶ | ۸۶۵ | ۱۸۰۴ | ۴۳۷۶ |
| ۳۰۰ | ۲۲ | ۴۲ | ۸۷ | ۱۳۱ | ۲۵۶ | ۴۵۳ | ۷۹۰ | ۱۶۴۷ | ۴۳۷۶ |
| ۳۵۰ | ۲۰ | ۳۹ | ۸۰ | ۱۲۲ | ۲۳۷ | ۴۱۹ | ۷۳۱ | ۱۵۲۵ | ۴۳۷۶ |
| ۴۰۰ | ۱۹ | ۳۶ | ۷۵ | ۱۱۴ | ۲۲۲ | ۳۹۲ | ۶۸۴ | ۱۴۲۶ | ۴۲۹۴ |
| ۴۵۰ | ۱۸ | ۳۴ | ۷۱ | ۱۰۷ | ۲۰۹ | ۳۶۹ | ۶۴۵ | ۱۳۴۵ | ۴۰۴۸ |
| ۵۰۰ | ۱۷ | ۳۲ | ۶۷ | ۱۰۲ | ۱۹۸ | ۳۵۰ | ۶۹۱۲ | ۱۲۷۶ | ۳۸۴۱ |
| ۵۵۰ | ۱۶ | ۳۱ | ۶۴ | ۹۷ | ۱۸۹ | ۳۳۴ | ۵۸۲ | ۱۲۱۶ | ۳۶۶۲ |
| ۶۰۰ | ۱۵ | ۲۹ | ۶۱ | ۹۳ | ۱۸۱ | ۳۲۰ | ۵۵۹ | ۱۱۶۴ | ۳۵۰۶ |
| ۸۰۰ | ۱۳ | ۲۵ | ۵۳ | ۸۰ | ۱۵۷ | ۲۷۷ | ۴۸۴ | ۱۰۰۸ | ۳۰۳۶ |
| ۱۰۰۰ | ۱۲ | ۲۳ | ۴۷ | ۷۲ | ۱۴۰ | ۲۴۸ | ۴۲۳ | ۹۰۲ | ۲۷۱۶ |

یادآوری:

۱- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز ۲۰ متر در ثانیه محاسبه شده است .

۲- برای سایر چگالی‌ها لازم است ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره ۳ داده شده است ضرب گردد.

**جدول شماره پ-۴-۸** ظرفیت لوله‌ها با قطر و طول مختلف بر حسب متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با چگالی ۰/۶۵ و فشار اولیه ۶۰ پوند بر اینچ مربع (۴۱۳۶۸۶ پاسکال) و حداکثر افت فشار ۱۰ درصد

| طول لوله (متر) | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{3}{4}$ | ۱ | $۱\frac{1}{4}$ | $۱\frac{1}{2}$ | ۲ | $۲\frac{1}{2}$ | ۳ | ۴ | ۶ |
| ۱۵ | ۱۲۵ | ۲۰۳ | ۳۵۲ | ۴۸۱ | ۷۹۲ | ۱۲۱۵ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۳۰ | ۱۲۵ | ۲۰۳ | ۳۵۲ | ۴۸۱ | ۷۹۲ | ۱۲۱۵ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۴۵ | ۱۰۳ | ۱۹۶ | ۳۵۲ | ۴۸۱ | ۷۹۲ | ۱۲۱۵ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۶۰ | ۸۹ | ۱۷۰ | ۳۵۲ | ۴۸۱ | ۷۹۲ | ۱۲۱۵ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۷۵ | ۸۰ | ۱۵۲ | ۳۱۶ | ۴۷۹ | ۷۹۲ | ۱۲۱۵ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۹۰ | ۷۳ | ۱۳۹ | ۲۸۹ | ۴۳۸ | ۷۹۲ | ۱۲۱۵ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۱۲۰ | ۶۳ | ۱۲۰ | ۲۵۰ | ۳۷۹ | ۷۳۸ | ۱۲۱۵ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۱۵۰ | ۵۶ | ۱۰۷ | ۲۲۴ | ۳۳۹ | ۶۶۰ | ۱۱۶۶ | ۱۸۴۴ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۲۰۰ | ۴۹ | ۹۳ | ۱۹۴ | ۲۹۴ | ۵۷۱ | ۱۰۱۰ | ۱۷۶۳ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۲۵۰ | ۴۴ | ۸۳ | ۱۷۳ | ۲۶۳ | ۵۱۱ | ۹۰۳ | ۱۵۷۷ | ۳۲۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۳۰۰ | ۴۰ | ۷۶ | ۱۵۸ | ۲۴۰ | ۴۶۶ | ۸۲۵ | ۱۴۳۹ | ۳۰۰۰ | ۷۳۵۰ |
| ۳۵۰ | ۳۷ | ۷۰ | ۱۴۶ | ۲۳۲ | ۴۳۲ | ۷۶۳ | ۱۳۳۳ | ۲۷۷۸ | ۷۳۵۰ |
| ۴۰۰ | ۳۵ | ۶۶ | ۱۳۷ | ۲۰۸ | ۴۰۴ | ۷۱۴ | ۱۲۴۷ | ۲۵۹۸ | ۷۳۵۰ |
| ۴۵۰ | ۳۳ | ۶۲ | ۱۲۹ | ۱۹۶ | ۳۸۰ | ۶۷۳ | ۱۱۷۵ | ۲۱۴۵۰ | ۷۳۵۰ |
| ۵۰۰ | ۳۱ | ۵۹ | ۱۲۲ | ۱۸۶ | ۳۶۱ | ۶۳۹ | ۱۱۱۵ | ۲۳۲۴ | ۶۹۹۸ |
| ۵۵۰ | ۲۹ | ۵۶ | ۱۱۷ | ۱۷۷ | ۳۴۵ | ۶۰۹ | ۱۰۶۳ | ۲۲۱۶ | ۶۶۷۲ |
| ۶۰۰ | ۲۸ | ۵۴ | ۱۱۲ | ۱۶۹ | ۳۳۰ | ۵۸۳ | ۱۰۱۸ | ۲۱۲۲ | ۶۳۸۸ |
| ۸۰۰ | ۲۴ | ۴۷ | ۹۷ | ۱۴۷ | ۲۸۶ | ۵۰۵ | ۸۸۱ | ۱۸۳۷ | ۵۵۳۲ |
| ۱۰۰۰ | ۲۲ | ۴۲ | ۸۷ | ۱۳۱ | ۲۵۵ | ۴۵۲ | ۷۸۸ | ۱۶۴۳ | ۴۹۴۸ |

یادآوری:

۱- ظرفیتهای جدول فوق براساس حداکثر سرعت گاز ۲۰ متر در ثانیه محاسبه شده است .

۲- برای سایر چگالی‌ها لازم است ارقام فوق در ضرایبی که در جدول شماره ۳ داده شده است ضرب گردد.

**جدول شماره پ-۴-۹**

| قطر نامی لوله به اینچ | ۳/۴ و ۱ | ۱،۱/۴ الی ۳ | ۴ | ۶ و بالاتر |
|---|---|---|---|---|
| فواصل اتکا به متر | ۲/۵ | ۳ | ۴ | ۵ |

**جدول شماره پ-۴-۱۰** حریم خطوط لوله گاز در مجاورت و تقاطع با تأسیسات

| ردیف | | شرح | حداقل فاصله در مسیرهای موازی | حداقل فاصله در مسیرهای متقاطع | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱-۱ | از جداره کابل‌های زیرزمینی برق با ولتاژ ۲۲۰ الی ۳۸۰ ولت | * ۱ متر | † ۵۰ سانتیمتر | * در موارد خاص و با تشخیص دستگاه نظارت و با استفاده از سازه مناسب بتونی بین کابل و لوله فلزی این فاصله تا ۵۰ سانتی متر قابل کاهش خواهد بود.<br>† استفاده از سازه مناسب بتونی و رعایت موارد ایمنی ضروری است. |
| | ۲-۱ | از جداره کابل‌های زیرزمینی برق با ولتاژ ۲۰ الی ۶۳ کیلوولت | ۱ متر | * ۱ متر | * در موارد خاص و با تشخیص دستگاه نظارت و با استفاده از سازه مناسب بتونی بین کابل و لوله فلزی در محل تقاطع این فاصله تا ۵۰ سانتی متر قابل کاهش خواهد بود. |
| | ۳-۱ | از جداره کابل‌های زیرزمینی برق با ولتاژ ۱۳۲ کیلوولت | ۲ متر | * ۱٫۵ متر | * استفاده از سازه مناسب بتونی و رعایت موارد ایمنی ضروری است. |
| ۲ | ۱-۲ | از پایه دکل‌ها و تیرهای برق و خطوط هوایی انتقال نیرو با ولتاژ ۲۲۰ الی ۳۸۰ ولت | ۱ متر | ۱ متر | در تمامی موارد، تمهیدات لازم جهت حذف جریان القایی AC در زمان اجرا و بهره‌برداری، ضروری می باشد. |
| | ۲-۲ | از پایه دکل‌ها و تیرهای برق و خطوط هوایی انتقال نیرو با ولتاژ ۲۰ کیلوولت | ۲ متر | ۲ متر | |
| | ۳-۲ | از پایه دکل‌ها و تیرهای برق و خطوط هوایی انتقال نیرو با ولتاژ ۶۳ کیلوولت | ۳ متر | ۳ متر | |
| | ۴-۲ | از پست‌های برق ۲۰ کیلوولت | * ۲ متر | | * از جداره لوله |
| ۳ | | از جداره لوله‌های فلزی مدفون آب و فاضلاب و لوله‌های حامل مایعات سوختی که دارای سیستم حفاظت از زنگ می‌باشد. | ۱ متر | * ۵۰ سانتیمتر | با رعایت باندینگ در فواصل مورد نیاز برای خطوط فلزی گاز.<br>* در تقاطع خطوط پلی اتیلن با لوله‌های حامل مواد قابل اشتعال رعایت فاصله یک متر ضروری است. |

**ادامه جدول شماره پ-۴-۱۰** حریم خطوط لوله گاز در مجاورت و تقاطع با تأسیسات

| ردیف | شرح | | حداقل فاصله در مسیرهای موازی | حداقل فاصله در مسیرهای متقاطع | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴ | از جداره لوله‌های غیر فلزی مدفون آب و فاضلاب با قطر ۱۰ اینچ و بالاتر | | ۱ متر | *۴۰ سانتیمتر | * با رعایت موارد ایمنی و استفاده از سازه بتنی مناسب |
| ۵ | از جداره لوله های غیر فلزی مدفون آب و فاضلاب با قطر کمتر از ۱۰ اینچ | | ۵۰ سانتیمتر | *۴۰ سانتیمتر | * با رعایت موارد ایمنی و استفاده از سازه بتنی مناسب در موارد خاص.<br>در صورت محدودیت مکانی با نظر دستگاه نظارت تا ۳۵ سانتیمتر قابل کاهش خواهد بود. |
| ۶ | از دیواره بیرونی حوضچه‌ها و چاه‌های آب و فاضلاب | | ۴۰ سانتیمتر | --- | در موارد خاص با نظر دستگاه نظارت و رعایت تدابیر لازم از جمله تقویت طوقه چینی، حداقل فاصله تا ۲۰ سانتیمتر قابل کاهش خواهد بود. |
| ۷ | از کف جوی های آب و کانال-های جمع آوری آب‌های سطحی | | ۴۰ سانتیمتر | ۴۰ سانتیمتر | در مورد کانال اصلی و عمیق که در زمان احداث و قالب بندی امکان آسیب رسانی به لوله گاز و خاک سرندی اطراف آن را دارد، رعایت نکات اجرایی مناسب و ایمنی برای لوله گاز الزامی است. |
| ۸ | ۸-۱ | از کابل‌های زیرزمینی مخابرات-غیر از فیبرهای نوری | ۴۰ سانتیمتر | ۴۰ سانتیمتر | در موارد خاص با نظر دستگاه نظارت تا ۳۵ سانتیمتر قابل کاهش خواهد بود. |
| | ۸-۲ | از کابل های فیبرهای نوری یا جدار لول‌های غلافی که دارای چندین رشته کابل زیرزمینی می‌باشد. | ۶۰ سانتیمتر | ۴۰ سانتیمتر | |
| | ۸-۳ | جعبه‌های مخابراتی | ۲ متر | | |
| ۹ | از مستحدثات | | * ۱ متر | --- | * برای لوله گاز حداکثر تا قطر "۸ صادق است.<br>در موارد خاص و قطر بالاتر از "۸ این فاصله با نظر دستگاه نظارت تعیین می‌گردد. |
| ۱۰ | حریم علمک‌های گاز از | علمک‌های تلفن | ۳۰ سانتیمتر | --- | |
| | | علمک‌های برق | ۵۰ سانتیمتر | --- | |
| ۱۱ | درخت کاری | | ۱٫۲ متر | --- | کاشت هرگونه درخت در فاصله کمتر از ۱٫۲ متر از جداره لوله گاز ممنوع می باشد. |

تمامی فواصل فوق از جداره خارجی لوله گاز می‌باشد.

**جدول شماره پ-۴-۱۱**

| قطرخارجی‌اسمی‌لوله (میلیمتر) | حداقل و حداکثر قطر مجاز لوله (میلیمتر) | حداکثر اختلاف قطر و یا دوپهنی لوله (میلیمتر) |
|---|---|---|
| ۲۵ | ۲۵٫۰-۲۵٫۳ | ۱٫۲ |
| ۳۲ | ۳۲٫۰-۳۲٫۳ | ۱٫۳ |
| ۶۳ | ۶۳٫۰-۶۳٫۴ | ۱٫۵ |
| ۹۰ | ۹۰٫۰-۹۰٫۶ | ۱٫۸ |
| ۱۱۰ | ۱۱۰٫۰-۱۱۰٫۷ | ۲٫۲ |
| ۱۲۵ | ۱۲۵٫۰-۱۲۵٫۸ | ۲٫۵ |
| ۱۶۰ | ۱۶۰٫۰-۱۶۱٫۰ | ۳٫۲ |
| ۲۰۰ | ۲۰۱٫۰-۲۰۱٫۲ | ۴ |
| ۲۲۵ | ۲۲۵٫۰-۲۲۶٫۴ | ۴٫۵ |

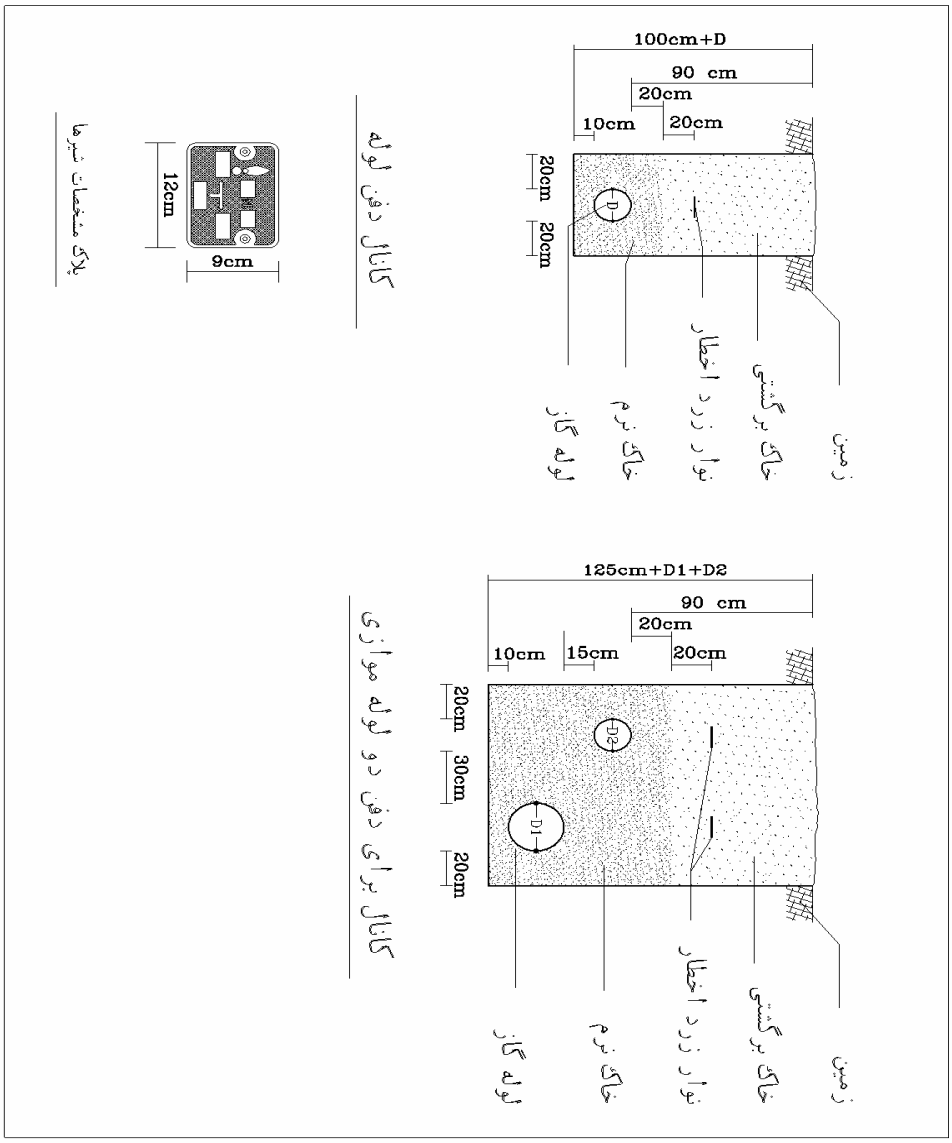
**جدول شماره پ-۴-۱۲**

| حداقل طول لوله در هر طرف اتصال | زاویه برش (درجه) | تعداد قطاع | قطر خارجی اسمی لوله dn |
|---|---|---|---|
| ۱۰۰ میلیمتر یا ۲dn | ۱۸۰ | ۲ | $۲۵ \leq dn < ۹۰$ |
| ۲dn | ۹۰ | ۴ | $۹۰ \leq dn < ۲۲۵$ |

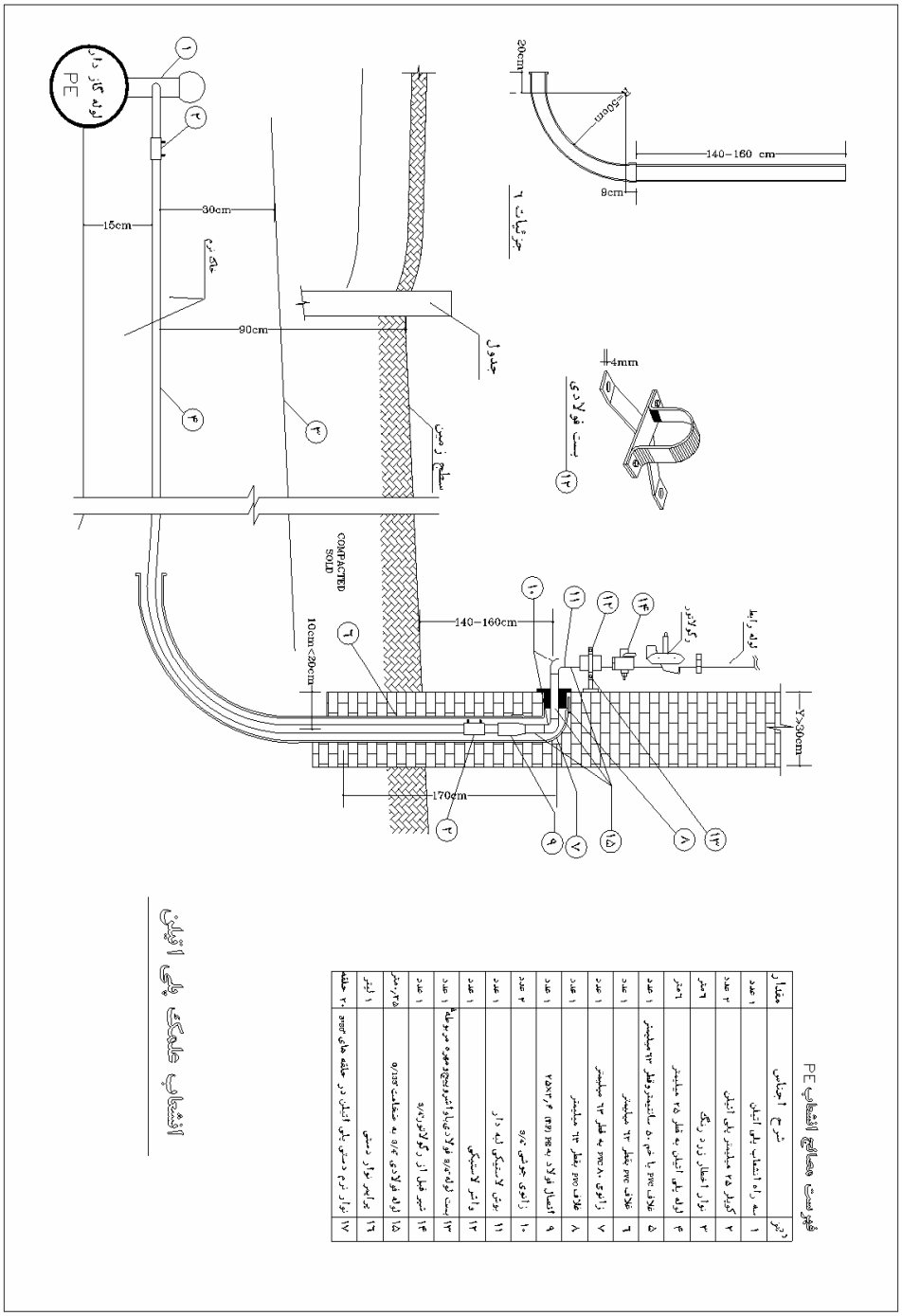
**جدول شماره پ-۴-۱۳**

| استاندارد IGS | استاندارد IPS | نام کالا |
|---|---|---|
| --- | IPS-M-TP750/1 | آندهای چدن پرسیلیس کروم دار |
| --- | IPS-M-TP750/3 | آندهای فداشونده از نوع منیزیم |
| IGS-M-PL-006(1) | IPS-M-TP750/8 | اتصالات غایقی |
| IGS-M-TP-017(0) | IPS-M-TP750/9 | کیت مخصوص فلنج های عایقی |

# پیوست ۵ شکل‌ها




**شکل شماره پ-۵-۱**

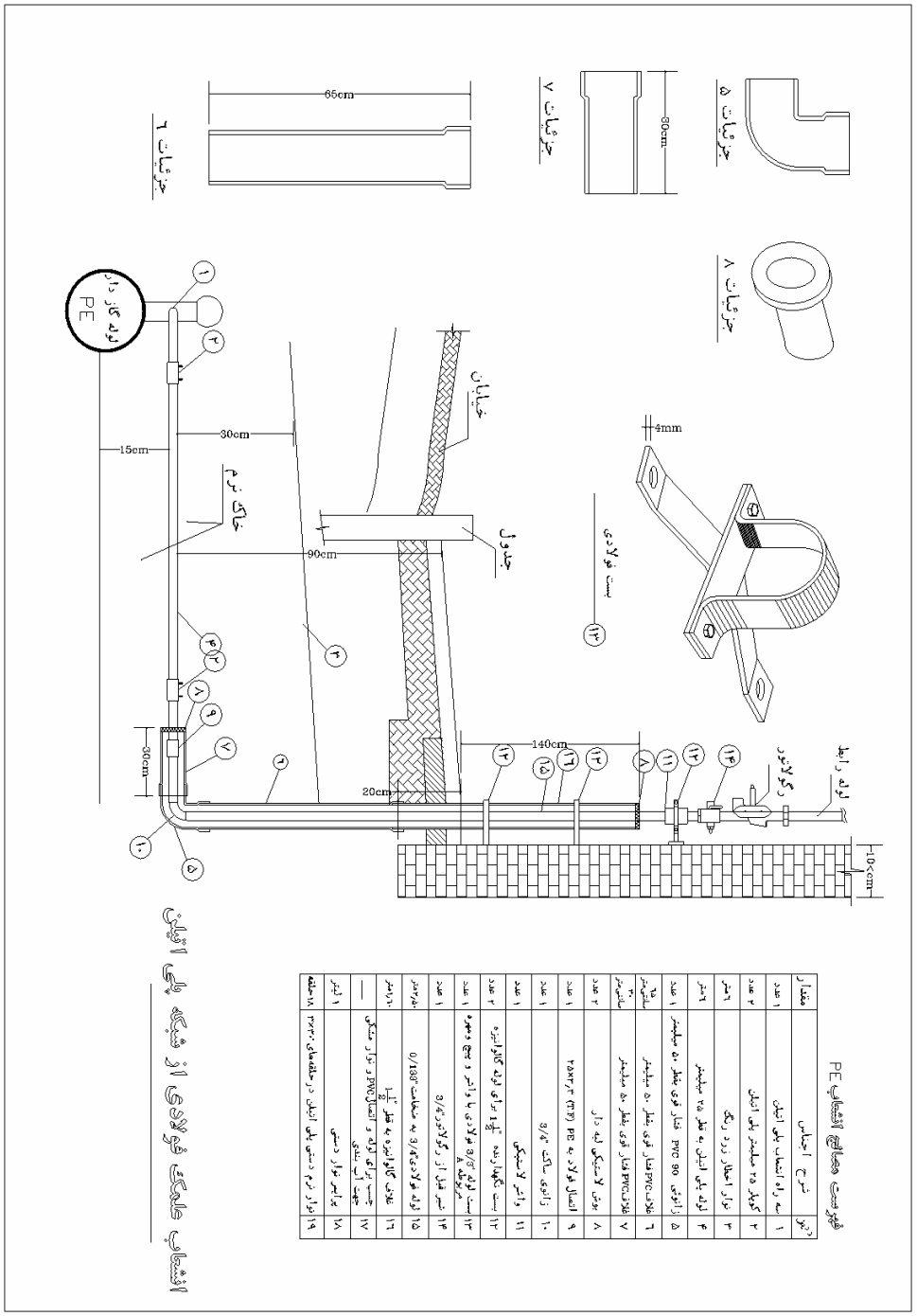



فهرست وسایل و اتصالات PE

| ردیف | شرح اجناس | مقدار |
|---|---|---|
| ۱ | سه راه انتهای پلی اتیلن | ۱ عدد |
| ۲ | کوپلر ۲۵ میلیمتر پلی اتیلن | ۲ عدد |
| ۳ | نوار اعلان زرد رنگ | ٦ متر |
| ۴ | لوله پلی اتیلن به قطر ۲۵ میلیمتر | ٦ متر |
| ۵ | عایق PVC یا خم ۹۰ ساکسیدرو قطر ۶۳ میلیمتر | ۱ عدد |
| ٦ | عایق PVC قطر ۶۳ میلیمتر | ۱ عدد |
| ۷ | زانوی ۹۰ PVC به قطر ۶۳ میلیمتر | ۱ عدد |
| ۸ | عایق PVC بقطر ۶۳ میلیمتر | ۱ عدد |
| ۹ | اتصال فولاد به PE (MP) ۲ اینچ | ۱ عدد |
| ۱۰ | زانوی جوشی ۹۰ | ۲ عدد |
| ۱۱ | بوش لاستیکی لوله دار | ۱ عدد |
| ۱۲ | واشر لاستیکی | ۱ عدد |
| ۱۳ | بست لوله ۲ فولادی با اشترویج موجه مربوطه | ۱ عدد |
| ۱۴ | شیر فعل از رگولاتور ۲ | ۱ عدد |
| ۱۵ | لوله فولادی ۲ به ضخامت ۳/۲۵ | ۳/۰ متر |
| ۱۶ | پرایمر مواد دستی | ۱ لیتر |
| ۱۷ | نوار ترم دستی پلی اتیلن در حلقه های ۲۰ | ۲۰ حلقه |

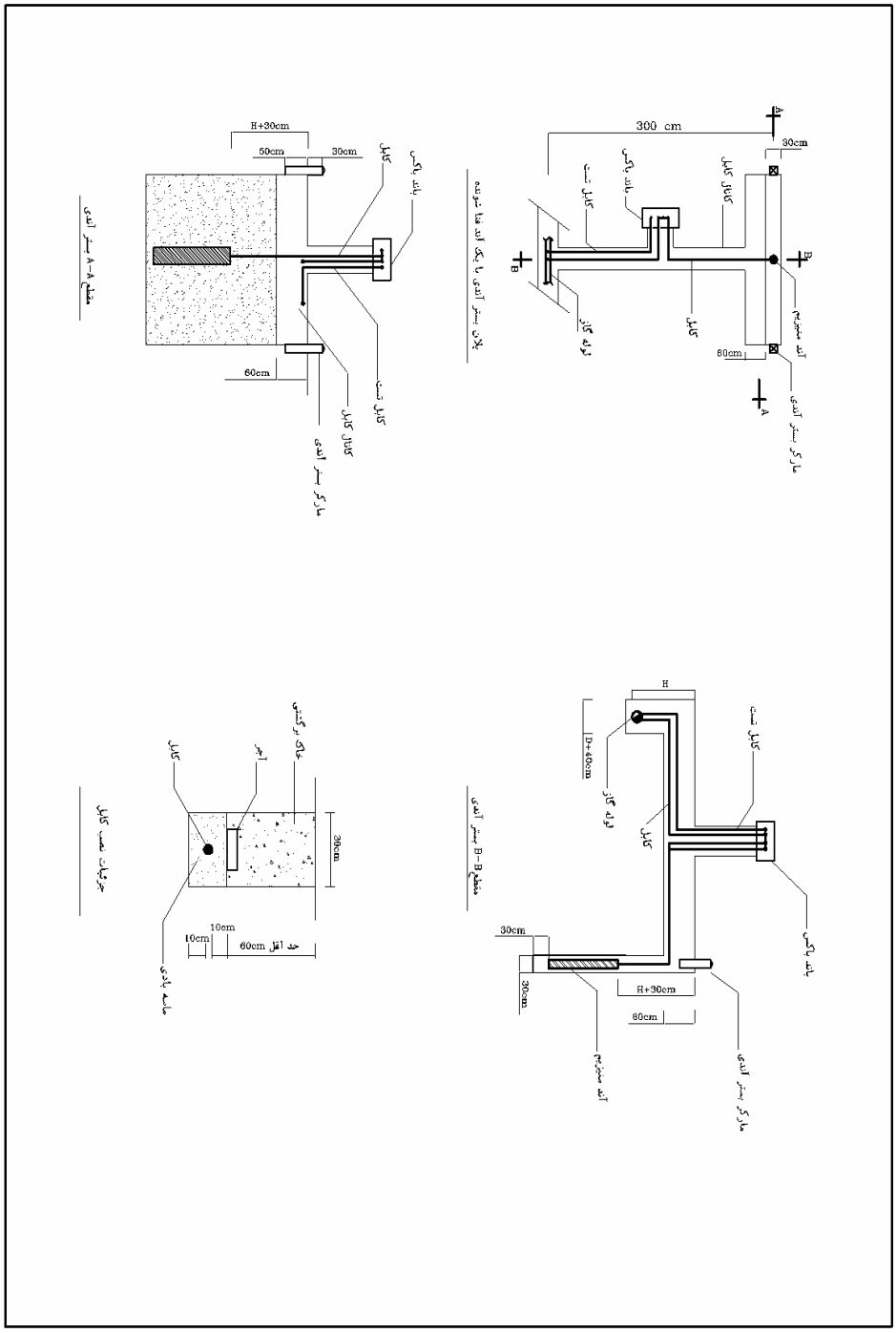
افشتاب جلوگیری پلی اتیلن

**شکل شماره پ-۵-۲**




| ردیف | شرح اجناس | مقدار |
|---|---|---|
| ۱ | سه راه انشعاب پلی اتیلن | ۱ عدد |
| ۲ | کوپلر ۲۵ میلیمتر پلی اتیلن | ۲ عدد |
| ۳ | نوار اخطار زرد رنگ | ۶ متر |
| ۴ | لوله پلی اتیلن به قطر ۲۵ میلیمتر | ۶ متر |
| ۵ | زانوئی PVC ۹۰ فشار قوی بقطر ۵۰ میلیمتر | ۱ عدد |
| ۶ | نگلن PVC فشار قوی بقطر ۵۰ میلیمتر | ۲۵ سانتی‌متر |
| ۷ | نگلن PVC فشار قوی بقطر ۵۰ میلیمتر | ۳۰ سانتی‌متر |
| ۸ | بوشن لاستیکی لبه دار | ۲ عدد |
| ۹ | اتصال فولاد به PE ۲۵×۳/۴ (SDR) | ۱ عدد |
| ۱۰ | زانوی ساکت ۳/۴" | ۱ عدد |
| ۱۱ | واشر لاستیکی | ۱ عدد |
| ۱۲ | بست نگهدارنده $1\frac{1}{4}$" دوتایی لوله گالوانیزه | ۲ عدد |
| ۱۳ | بست لوله ۳/۴" فولادی با واشر و پیچ و مهره مربوطه | ۱ عدد |
| ۱۴ | شیر فلز از رگولاتور ۳/۴ | ۱ عدد |
| ۱۵ | لوله فولادی ۳/۴" به ضخامت 0/183" | ۰/۵ متر |
| ۱۶ | نگلن گالوانیزه به قطر $1\frac{1}{4}$" | ۰/۱ متر |
| ۱۷ | جسب برای لوله و اتصال PVC و نوار متالیکی | — |
| ۱۸ | پراپس نوار دستی | ۱ لیتر |
| ۱۹ | نوار نرم دستی پلی اتیلن در حلقه‌های ۳۰×۳۰ | ۱۸ حلقه |

**شکل شماره پ-۵-۳**




**شکل شماره پ-۵-۴**

# واژه نامه

| | |
|---|---|
| Air intake | دریچه تأمین هوا |
| Atmospheric burner | مشعل اتمسفریک |
| Ball valve | شیر توپی |
| Black carbon steel | فولاد سیاه |
| Burner | مشعل |
| Butt weld | جوش لب به‌لب |
| Carbon steel | فولاد کربنی |
| Chimney-vent | دودکش |
| Coal tar enamel | عایق گرم |
| Coal tar coating | عایقکاری با قیر ذغال سنگی |
| Combustion air | هوای احتراق |
| Combustion chamber | محفظه احتراق |
| Combustion products | محصولات احتراق |
| Compression test machine | ماشین تست فشردگی |
| Consumption point | نقطهٔ مصرف |
| Controls | کنترل‌کننده‌ها |
| Cooling time | زمان سرد شدن |
| Curb stop valve | شیر پیاده‌رو |
| Dillution air | هوای رقیق لازم |
| Double wall vent | دودکش دوجداره |
| Draft hood | کلاهک تعدیل جریان دودکش |
| Electro fusion | جوشکاری الکتروفیوژن |
| Electro-saddle fusion | زین مخصوص جوشکاری نوع الکتروفیوژن |
| Excess air | هوای اضافی |
| Exposed | روکار |

| | |
|---|---|
| Extrapolation | برون‌یابی |
| Flange insulating Kit | واشر عایق بین فلنجی |
| Flue coller | طوقه دودکش |
| Flue connector | لوله رابط دودکش |
| Flue gases | گازهای دودکش |
| Gas combustion | احتراق گاز |
| Gas meter | کنتور گاز |
| Gasket | واشر لائی |
| Heating surface | سطح حرارتی |
| Hot tap | انشعاب گیری از لوله گازدار |
| Hot tie-in | جوشکاری اتصال نهایی |
| IGS | مجموعه استانداردهای شرکت ملی گاز ایران |
| Inch of water | اینچ ستون آب |
| Interpolation | درون‌یابی |
| IPS | مجموعه استانداردهای وزارت نفت |
| Liquid natural gas | گاز طبیعی مایع |
| Meter stop valve | شیر قبل از رگولاتور (سماوری قفل‌شونده) |
| Miter | برش فارسی بر |
| Natural gas | گاز طبیعی |
| Plug valve | شیر سماوری |
| Power burner | مشعل نیرو |
| Purging | جایگزینی هوا با گاز و بالعکس |
| Regulator | تنظیم‌کننده فشار گاز |
| Sand blast | تمیز کاری سطح لوله با پاشش ماسه |
| Shot Blast | تمیز کاری با پاشش ساچمه فلزِی |
| Single wall vent | دودکش یک‌جداره |
| Socket Type Fitting | اتصالات سوکتی الکتروفیوژن |
| Spigot | سیم |

| | |
|---|---|
| Standard weight pipe | لوله با ضخامت رده ۴۰ |
| Stopping Device | وسیله متوقف کننده |
| Tie-in | اتصال نهائی |
| Transition fitting | اتصال رابط لوله فولادی به لوله پلی اتیلن |
| Vent, ventilator, exhaust fan | هواکش |
| Ventilation | سیستم هواکش |
| Ventilation air | هوای تهویه |
| Wrapping | عایقکاری با نوار |

وزارت راه و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث هجدهم

# عایق‌بندی و تنظیم صدا

دفتر مقررات ملّی ساختمان
۱۳۹۰

| | |
|---|---|
| **عنوان و نام پدیدآور** | عایق بندی و تنظیم صدا / [تهیه کننده] دفتر امور مقررات ملّی ساختمان. |
| **وضعیت ویراست:** | [ویراست ۲]. |
| **مشخصات نشر:** | تهران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۰. |
| **مشخصات ظاهری:** | جدول، مصور. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ، مبحث ۱۸ |
| **شابک:** | 978-964-7588-89-8 |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **یادداشت:** | عنوان دیگر: مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا |
| **یادداشت:** | واژه نامه |
| **عنوان دیگر:** | مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | صوت شناسی ساختمانی - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان. |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۸. |
| **رده بندی کنگره:** | KMH ۳۴۰۲/الف۹م۷ ۱۸ ج . ۱۳۹۰ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۲۵۰۰۳۱۲ |

# نام کتاب: مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر مقررات ملّی ساختمان |
| **نـــاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـــابک:** | ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۹-۸ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۹۰ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۲۲۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**

**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث هجدهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • محمدجعفر هدایتی | عضو و مسؤول تدوین |
| • مینا مکانیک | عضو |
| • دکتر پروین نصیری | عضو |

**با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن**

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا |
| • مهندس لاله جعفر پوریانی | کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**مقدمه**

**۱۸-۱ کلیات ..... ۱**

**۱۸-۱-۱ هدف ..... ۱**

**۱۸-۱-۲ حدود و نحوه کاربرد ..... ۱**

**۱۸-۱-۳ تعاریف ..... ۲**

**۱۸-۱-۳-۱ صدا ..... ۲**

**۱۸-۱-۳-۲ صدای هوابرد ..... ۲**

**۱۸-۱-۳-۳ صدای پیکری ..... ۲**

**۱۸-۱-۳-۴ نوفه ..... ۲**

**۱۸-۱-۳-۵ نوفه زمینه ..... ۲**

**۱۸-۱-۳-۶ تراگسیل صدای هوابرد ..... ۲**

**۱۸-۱-۳-۷ تراگسیل صدای کوبه‌ای ..... ۳**

**۱۸-۱-۳-۸ ضریب جذب صدا ..... ۳**

**۱۸-۱-۳-۹ ضریب تراگسیل صدا ..... ۴**

**۱۸-۱-۳-۱۰ تراز شدت صدا، $L_I$ ..... ۴**

۱۸-۱-۳-۱۱ تراز فشار صدا، $L_p$ ..... ۵
۱۸-۱-۳-۱۲ شبکه وزنی $A$ ..... ۵
۱۸-۱-۳-۱۳ تراز فشار صدای وزن یافته $A$ ، $L_{PA}$ ..... ۷
۱۸-۱-۳-۱۴ تراز صدای معادل، $L_{eq}$ ..... ۸
۱۸-۱-۳-۱۵ تراز صدای معادل وزن یافته $A$ ، $L_{AeqT}$ ..... ۸
۱۸-۱-۳-۱۶ شاخص‌های اندازه گیری نوفه زمینه ..... ۸
۱۸-۱-۳-۱۷ زمان واخنش ..... ۱۰
۱۸-۱-۳-۱۸ گسترهٔ بسامدی اندازه گیری ها ..... ۱۱
۱۸-۱-۳-۱۹ شاخص کاهش صدا، $R$ ..... ۱۲
۱۸-۱-۳-۲۰ شاخص کاهش صدای وزن یافته، $R_W$ ..... ۱۲
۱۸-۱-۳-۲۱ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، $L_n$ ..... ۱۴
۱۸-۱-۳-۲۲ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته، $L_{nw}$ ..... ۱۵
۱۸-۱-۳-۲۳ لایه ..... ۱۶
۱۸-۱-۳-۲۴ جداکننده ساده ..... ۱۷
۱۸-۱-۳-۲۵ جداکننده مرکب ..... ۱۷
۱۸-۱-۳-۲۶ شرایط تحویل یک فضا ..... ۱۷

۱۸-۲ مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها ..... ۱۹
۱۸-۲-۱ مقررات عمومی ..... ۱۹
۱۸-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی ..... ۲۱
۱۸-۲-۲-۱ تراز نوفه زمینه ..... ۲۱
۱۸-۲-۲-۲ زمان واخنش ..... ۲۱
۱۸-۲-۲-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها ..... ۲۱
۱۸-۲-۲-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات. ۲۲
۱۸-۲-۳ هتل‌ها ..... ۲۳
۱۸-۲-۳-۱ تراز نوفه زمینه ..... ۲۳

۱۸-۲-۳-۲ زمان واخنش ..... ۲۳
۱۸-۲-۳-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ..... ۲۴
۱۸-۲-۳-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات .. ۲۴
۱۸-۲-۴ ساختمان‌های آموزشی ..... ۲۵
۱۸-۲-۴-۱ تراز نوفه زمینه ..... ۲۵
۱۸-۲-۴-۲ زمان واخنش ..... ۲۵
۱۸-۲-۴-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ..... ۲۶
۱۸-۲-۴-۴ تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۲۷
۱۸-۲-۵ بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی ..... ۲۷
۱۸-۲-۵-۱ تراز نوفه زمینه ..... ۲۷
۱۸-۲-۵-۲ زمان واخنش ..... ۲۸
۱۸-۲-۵-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ..... ۲۸
۱۸-۲-۵-۴ تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۲۹
۱۸-۲-۶ ساختمان‌های اداری و تجاری ..... ۲۹
۱۸-۲-۶-۱ تراز نوفه زمینه ..... ۲۹
حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۲
ارائه شده است. ..... ۳۰
۱۸-۲-۶-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورنیاز برای جداکننده‌ها ..... ۳۰
۱۸-۲-۶-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ... ۳۱
۱۸-۲-۷ مراکز فرهنگی ..... ۳۱
۱۸-۲-۷-۱ تراز نوفه زمینه ..... ۳۱
۱۸-۲-۷-۲ زمان واخنش ..... ۳۲
۱۸-۲-۷-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ..... ۳۳
۱۸-۲-۷-۴ تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۳۳
۱۸-۲-۸ مراکز ورزشی و تفریحی ..... ۳۳
۱۸-۲-۸-۱ تراز نوفه زمینه ..... ۳۴

۱۸-۲-۸-۲ زمان واخنش ۳۴
۱۸-۲-۸-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۳۴
۱۸-۲-۹ مراکز ترابری ۳۵
۱۸-۲-۹-۱ تراز نوفه زمینه ۳۵
۱۸-۲-۹-۲ زمان واخنش ۳۵
۱۸-۲-۹-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۳۵

پیوست ۱- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربریهای مختلف) ۳۹
پ-۱-۱ بررسی سایت و منطقه بندی آکوستیکی ۴۳
پ-۱-۲ بررسی و دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف ۴۶
پ-۱-۳ آرایش آکوستیکی فضاها بر روی سایت فرضی ۴۸
پ-۱-۴ تهیه طرح اولیه ساختمان ۵۱
پ-۱-۵ استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب ۵۲
پ-۱-۶ زمان واخنش بهینه ۵۳

پیوست ۲- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرتب ۵۵
پ-۱-۲ روش محاسبه ۵۵
پ-۲-۲ روش تخمینی با استفاده از نمودار ۵۷

پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها ۶۱
پ-۱-۳ دیوارها ۶۱
پ-۳-۲ شیشه‌ها ۶۸
پ-۳-۳ پنجره‌ها ۷۰
پ-۳-۴ درها ۷۰

**پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف –سقف‌ها ..... ۷۳**

**پیوست ۵- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون ..... ۷۹**

**واژه‌نامه ..... ۸۳**

## مقدمه

افزایش مشکلات آکوستیکی در ساختمان‌ها، ناشی از نوفه ترافیک، نوفه ساختمان‌های مجاور و هم‌چنین نوفه سیستم تأسیسات مکانیکی و الکتریکی، به حدی رسیده است که وجود مقرراتی کارساز به‌منظور تأمین آسایش صوتی را اجتناب ناپذیر کرده است. در چند دهه اخیر در اکثر کشورهای صنعتی و پیشرفته، مقررات و ضوابطی برای حل این معضلات تدوین شده است. بدین منظور، مبحث ۱۸ مقررات ملّی ساختمان تحت عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا"، برای نخستین بار در سال ۱۳۷۹ تدوین شد. در این مبحث، پس از بیان شاخص‌های آکوستیکی لازم برای درک مقررات، مقادیر نوفه مجاز برای فضاهای مختلف و هم‌چنین مقررات صدابندی هوابرد و کوبه‌ای جداکننده‌های مختلف در ساختمان‌ها با کاربری‌های گوناگون عنوان گردید. همچنین روش محاسبه صدابندی یک جدار مرکب و مقادیر عددی صدابندی هوابرد و کوبه‌ای تعدادی از جداکننده‌ها در جداول پیوست ارائه شدند.

با توجه به مسائلی که از طرف جامعه مهندسی به شکل‌های مختلف در رابطه با درک این مبحث مطرح گردید، در بازنگری جدید موارد زیر در نظر گرفته شده است:

- منطقه‌بندی شهری از نظر تراز نوفه محیطی برای کاربری‌های گوناگون.
- تکمیل مقررات آکوستیکی برای تعداد بیشتری از کاربری‌ها.
- بازنگری مقادیر مجاز نوفه و صدابندی با توجه به منطقه‌بندی شهری.
- تکمیل جداول صدابندی اجزای ساختمانی با توجه به سیستم‌های سنتی و نوین.
- ارائه مقادیر ضریب جذب صدای تعدادی از مواد و مصالح ساختمانی جهت بهینه‌سازی آکوستیک داخلی فضاها، در جداول پیوست.
- ارائه مثالی از مراحل طراحی آکوستیکی برای دو مجموعه ساختمانی با کاربری‌های مختلف (آموزشی و مسکونی) جهت راهنمایی.

امید است با تکمیل اطلاعات و ارائه راهنمایی‌ها و مثال‌ها در مبحث بازنگری شده جدید، زمینه اجرایی شدن این مبحث در صنعت ساختمان کشور فراهم شود.

**کمیته تخصصی مبحث هجدهم مقررات ملّی ساختمان**

# ۱۸-۱ کلیات

## ۱۸-۱-۱ هدف

هدف از تدوین این مقررات تعیین حداکثر مجاز نوفه (صدای ناخواسته) و زمان واخنش بهینه در راستای فراهم‌آوردن صدارسانی مطلوب در ساختمان‌ها است تا سلامت و آسایش و شرایط مناسب شنیداری برای ساکنان تأمین شود.

## ۱۸-۱-۲ حدود و نحوه کاربرد

رعایت این مقررات در مورد فضاهای ساختمانی عنوان شده در بند ۱۸-۲-۱-۱ که بعد از تاریخ تصویب این مقررات احداث می‌شوند، الزامی است.

**۱۸-۱-۲-۱** تراز نوفه زمینه و زمان واخنش تعیین‌شده برای فضاهای مختلف که در بند ۱۸-۲ ارائه شده‌اند، مربوط به شرایط تحویل می‌باشد.

**۱۸-۱-۲-۲** روش اندازه‌گیری مربوط به تراز نوفه زمینه، زمان واخنش و شاخص‌های صدابندی جدارها، باید براساس استانداردهای ملّی ایران و در صورت عدم وجود استاندارد ملّی، باید استانداردهای بین‌المللی تأیید شده و معتبر مانند ISO یا EN، ملاک عمل قرار گیرد.

چنانچه در مدت اعتبار این مبحث، استانداردها و معیارهای جدیدی به تصویب برسد، جانشین استانداردها و معیارهای مشابه در این مبحث خواهد شد.

## ۱۸-۱-۳ تعاریف

### ۱۸-۱-۳-۱ صدا

صدا موج مکانیکی طولی است که در گازها، مایعات و جامدات منتشر می‌شود. گسترهٔ بسامدی امواج صوتی قابل شنیدن، بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است. به تعبیر ساده‌تر، صدا را می‌توان به‌صورت حرکات موجی در یک فراگیر کشسان و یا به‌عنوان محرک حس شنوایی تعریف کرد.

### ۱۸-۱-۳-۲ صدای هوابرد

صدای هوابرد صدایی است که محیط انتشار آن هوا است.

### ۱۸-۱-۳-۳ صدای پیکری

صدای پیکری صدایی است که محیط انتشار آن جامدات مانند بتن، فولاد، چوب، شیشه یا ترکیبی از این‌گونه مواد باشد.

### ۱۸-۱-۳-۴ نوفه

نوفه به هرگونه صدای ناخواسته گفته می‌شود.

**یادآوری:** تفاوت بین واژه‌های صدا و نوفه یک تفاوت ذهنی است که صدا را خواسته و نوفه را ناخواسته ارزیابی می‌کند. این تعریف در برگیرنده نوع صدا نیست. برای مثال گفتار که در اکثر موارد صدای خواسته است، هنگامیکه از واحد مسکونی مجاور شنیده می‌شود، از نظر ذهنی نوفه ارزیابی می‌گردد.

### ۱۸-۱-۳-۵ نوفه زمینه

نوفه زمینه به صداهای ناخواسته موجود در یک فضا گفته می‌شود. نوفه زمینه می‌تواند از منابع خارجی مانند نوفه ترافیک و نوفه ناشی از ساختمان‌های مجاور و هم‌چنین منابع داخلی مانند نوفه ناشی از سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی از قبیل تهویه، آبرسانی و آسانسور سرچشمه بگیرد.

### ۱۸-۱-۳-۶ تراگسیل صدای هوابرد

هرگاه جداکننده‌ای به‌وسیله امواج صوتی هوابرد به ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضای مورد نظر را تراگسیل صدای هوابرد از طریق آن جداکننده گویند. مانند صدای آموزگار که از یک کلاس درس به کلاس مجاور انتقال می‌یابد.

### ۱۸-۱-۳-۷ تراگسیل صدای کوبه‌ای

هرگاه جداکننده‌ای در اثر کوبش به ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضای مورد نظـر را تراگسیل صدای کوبه‌ای از طریق آن جداکننده گویند. مانند صدای راه رفتن بر روی کف که بـه طبقـه پایین منتقل شود.

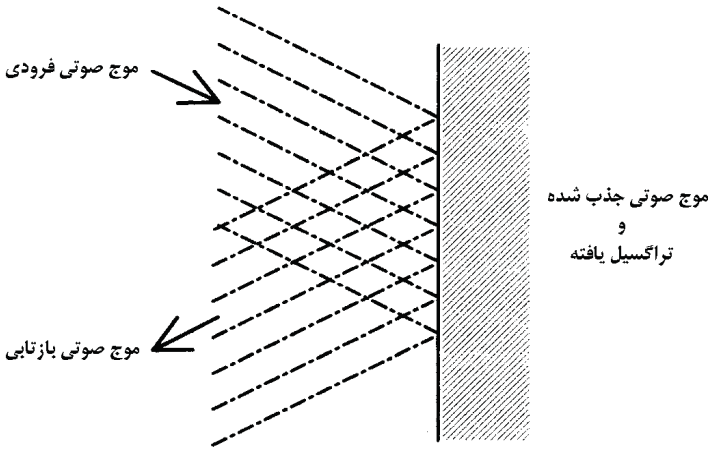
### ۱۸-۱-۳-۸ ضریب جذب صدا

هنگامی‌که موج صوتی با سطحی برخورد می‌کند، بخشی از انرژی بازتاب شده و باقی آن جذب می‌شـود (شکل ۱۸-۱-۳-۱). نسبت شدت موج جذب شده ($I_\alpha$) به شدت مـوج فـرودی ($I_i$)، ضـریب جـذب آن سطح ($\alpha$) نامیده می‌شود و از معادله (۱) به‌دست می‌آید:

$$\alpha = \frac{I_\alpha}{I_i} \qquad (۱)$$

**یادآوری:** ضریب جذب معیار انرژی صوتی است که بازتاب نشده است. در نتیجه $\alpha = ۱ - r$ که در آن $r$، ضریب بازتاب سطح است و از معادله (۲) به‌دست می‌آید:

$$r = \frac{I_r}{I_i} \qquad (۲)$$

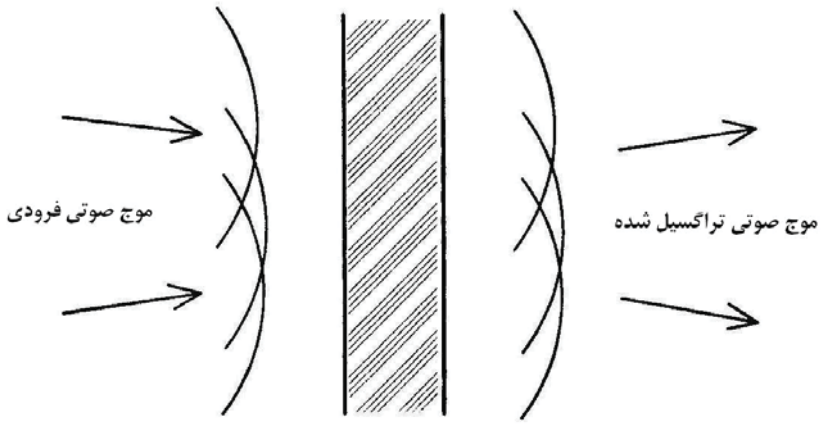



**شکل ۱۸-۱-۳-۱:** جذب صدا بر روی یک سطح

### ۱۸-۱-۳-۹ ضریب تراگسیل صدا

هنگامیکه موج صوتی با یک جداکننده برخورد می‌کند، بخشی از انرژی از طریق جداکننده تراگسیل می‌شود (شکل ۱۸-۱-۳-۲). نسبت شدت موج تراگسیل‌شده ($I_\tau$) به شدت موج فرودی ($I_i$)، ضریب تراگسیل جداکننده ($\tau$) نامیده می‌شود و از معادله (۳) به‌دست می‌آید:

$$\tau = \frac{I_\tau}{I_i} \qquad (۳)$$




**شکل ۱۸-۱-۳-۲:** تراگسیل صدا از یک جداکننده

### ۱۸-۱-۳-۱۰ تراز شدت صدا، $L_I$

تراز شدت صدا عبارت است از ده برابر لگاریتم (بر پایه ده) نسبت شدت صدا به شدت صدای مبنا برحسب دسی‌بل، که از معادله (۴) به‌دست می‌آید:

$$L_I = 10Log\frac{I}{I_0} \quad \text{dB} \qquad (۴)$$

که در آن:

$I$ : شدت مؤثر صدای مورد نظر، برحسب وات بر مترمربع؛

$I_0$ : شدت مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با $۱۰^{-۱۲}$ وات بر مترمربع.

### ۱۸-۱-۳-۱۱ تراز فشار صدا، $L_p$

تراز فشار صدا عبارت است از ده برابر لگاریتم (بر پایه ده) نسبت مربع فشار صدا به مربع فشار صدای مبنا برحسب دسی‌بل، که از معادله (۵) به‌دست می‌آید:

$$L_P = 10Log\frac{p^2}{{p_0}^2} = 20Log\frac{p}{p_0} \quad \text{dB} \qquad (۵)$$

که در آن:

$p$ : فشار صدای مؤثر مورد نظر، برحسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

$p_0$ : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با $۲\times۱۰^{-۵}$ نیوتن بر مترمربع (پاسکال).

**یادآوری۱:** فشار مؤثر صدای مبنا و شدت مؤثر صدای مبنا، نشان‌دهنده آستانه شنوایی گوش انسان است.

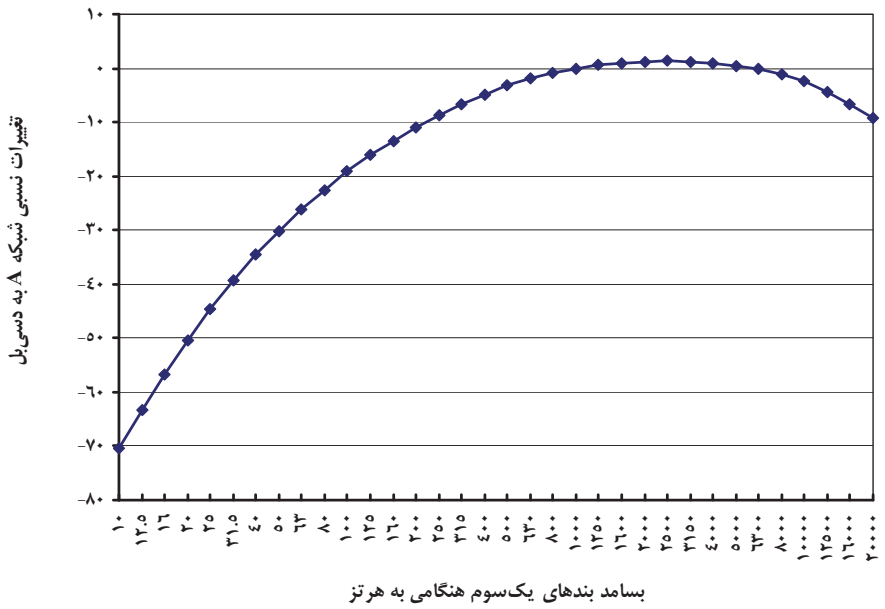
**یادآوری۲:** از آنجائی‌که مقدار عددی تراز فشار صدا و تراز شدت صدا با یکدیگر برابرند، در هر دو مورد می‌توان از واژه "تراز صدا" استفاده کرد.

### ۱۸-۱-۳-۱۲ شبکه وزنی A

شبکه وزنی A، شبکه‌ای است که به‌طور تقریبی پاسخ بسامدی گوش انسان را در بسامدهای مختلف به‌وسیله یک مدار الکترونیکی در دستگاه ترازسنج صدا تقلید کرده و بر روی صدای مورد اندازه‌گیری اعمال می‌کند (جدول ۱۸-۱-۳-۱ و شکل ۱۸-۱-۳-۳).

**جدول ۱۸-۱-۳-۱:** مقادیر شبکه وزنی A برحسب دسی‌بل

| بسامد به هرتز | تغییرات نسبی شبکه A به دسی‌بل | بسامد به هرتز | تغییرات نسبی شبکه A به دسی‌بل |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | -۷۰/۴ | ۵۰۰ | -۳/۲ |
| ۱۲/۵ | -۶۳/۴ | ۶۳۰ | -۱/۹ |
| ۱۶ | -۵۶/۷ | ۸۰۰ | -۰/۸ |
| ۲۰ | -۵۰/۵ | ۱۰۰۰ | ۰ |
| ۲۵ | -۴۴/۷ | ۱۲۵۰ | ۰/۶ |
| ۳۱/۵ | -۳۹/۴ | ۱۶۰۰ | ۱/۰ |
| ۴۰ | -۳۴/۶ | ۲۰۰۰ | ۱/۲ |
| ۵۰ | -۳۰/۲ | ۲۵۰۰ | ۱/۳ |
| ۶۳ | -۲۶/۲ | ۳۱۵۰ | ۱/۲ |
| ۸۰ | -۲۲/۵ | ۴۰۰۰ | ۱/۰ |
| ۱۰۰ | -۱۹/۱ | ۵۰۰۰ | ۰/۶ |
| ۱۲۵ | -۱۶/۱ | ۶۳۰۰ | -۰/۱ |
| ۱۶۰ | -۱۳/۴ | ۸۰۰۰ | -۱/۱ |
| ۲۰۰ | -۱۰/۹ | ۱۰۰۰۰ | -۲/۵ |
| ۲۵۰ | -۸/۶ | ۱۲۵۰۰ | -۴/۳ |
| ۳۱۵ | -۶/۶ | ۱۶۰۰۰ | -۶/۶ |
| ۴۰۰ | -۴/۸ | ۲۰۰۰۰ | -۹/۳ |




**شکل ۱۸-۱-۳-۳:** نمودار تغییرات نسبی شبکه وزنی A در بسامدهای مختلف

**یادآوری:** شبکه وزنی A در نهایت به‌منظور بیان تراز صدا به‌صورت یک عدد تنها، به‌کار می‌رود. این عمل از طریق جمع برپایه انرژی اعداد تصحیح‌یافته با این شبکه صورت می‌پذیرد.

### ۱۸-۱-۳-۱۳ تراز فشار صدای وزن‌یافته A، $L_{PA}$

تراز فشار صدای وزن‌یافته A، از معادله (۶) برحسب دسی‌بل محاسبه می‌شود:

$$L_{PA} = 20Log\frac{p_A}{p_0} \quad \text{dB} \qquad (۶)$$

که در آن:

$p_A$ : فشار صدای وزن‌یافته براساس شبکه وزنی A، برحسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

$p_0$ : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با $۲\times۱۰^{-۵}$ نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

**یادآوری:** این تراز متداول‌ترین روش درجه‌بندی تک‌عددی برای سنجش میزان شنوایی انسان است.

### ۱۸-۱-۳-۱۴ تراز صدای معادل، $L_{eq}$

تراز صدای معادل یک موج صوتی غیر یکنواخت، عبارت است از مقدار تراز فشار صدای پیوسته و پایدار که در یک مدت زمان مشخص T، دارای همان فشار صدای مؤثری باشد که صدای مورد نظر با تراز متغیر دارد. این کمیت از معادله (۷) برحسب دسی‌بل به‌دست می‌آید:

$$L_{eqT} = 10Log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^{\,2}}dt\right] \qquad \text{dB} \qquad (۷)$$

که در آن:

$p(t)$ : فشار صدای لحظه‌ای، برحسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

$p_0$ : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با $۲\times۱۰^{-۵}$ نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

T : مدت زمان اندازه‌گیری تراز صدا.

**یادآوری:** "تراز صدای معادل" عبارت اختصاری برای "تراز فشار صدای معادل پیوسته" است، که در برخی مراجع به‌عنوان "تراز صدای میانگین" قید شده است.

### ۱۸-۱-۳-۱۵ تراز صدای معادل وزن‌یافته A، $L_{AeqT}$

این کمیت تراز معادل فشار صدای پیوسته‌ای است که پیش از مربع کردن و میانگین‌گیری، با اعمال شبکه A وزن‌دهی شده است. مقدار این کمیت از معادله (۸) برحسب دسی‌بل محاسبه می‌شود:

$$L_{AeqT} = 10Log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{P_A^2(t)}{P_0^{\,2}}dt\right] \qquad \text{dB} \qquad (۸)$$

که در آن:

$P_A(t)$ : فشار صدای لحظه‌ای وزن‌یافته با شبکه وزنی A، برحسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

$P_0$ : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با $۲\times۱۰^{-۵}$ نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

T : مدت زمان اندازه‌گیری تراز صدا.

### ۱۸-۱-۳-۱۶ شاخص‌های اندازه‌گیری نوفه زمینه

مقدار صدای یک منبع صوتی یا نوفه زمینه در یک فضا معمولاً به دو روش تک‌عددی یا نموداری ارائه می‌شود که به‌طور مختصر به‌شرح زیر می‌باشد:

**۱-۱۶-۳-۱-۱۸ شاخص تک‌عددی**

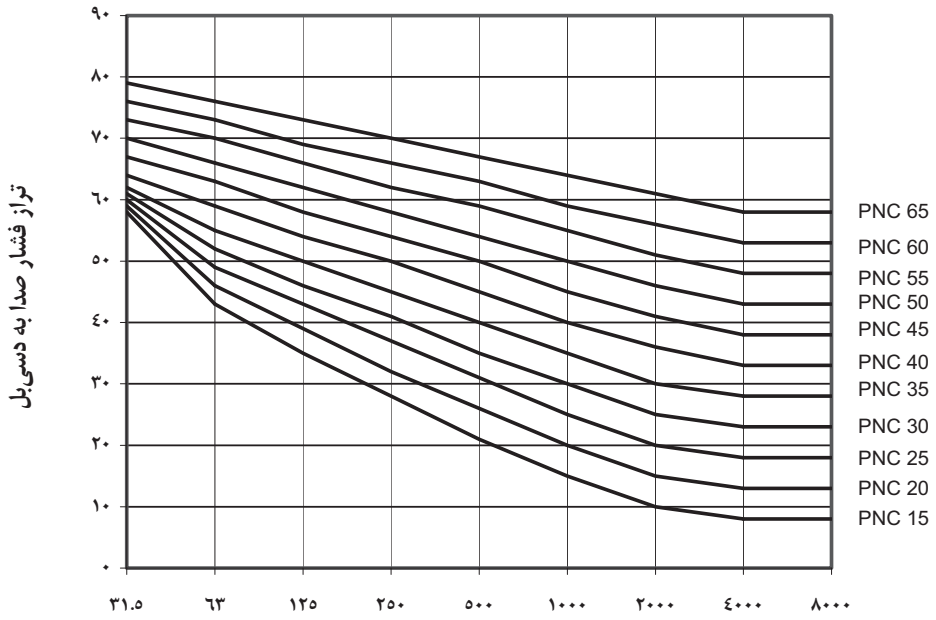
شاخص تک‌عددی شاخصی است که تراز نوفه زمینه را به‌وسیله یک عدد تنها بیان می‌کند. در این مقررات از شاخص تراز صدای معادل در شبکه وزنی A ($L_{AeqT}$) استفاده شده است. نتیجه تک‌عددی حاصل از اندازه‌گیری‌های نوفه زمینه، با مقادیر ارائه شده از طرف این مقررات قابل مقایسه است.

**۲-۱۶-۳-۱-۱۸ شاخص نموداری**

این شاخص معمولاً برای فضاهایی مانند سالن‌های سخنرانی، سینما، آمفی‌تأتر و امثال آن‌ها به‌کار برده می‌شود. در این روش تراز صدا به‌وسیله صافی‌های صوتی در یک گسترهٔ بسامدی (معمولاً ۳۱٫۵ تا ۸۰۰۰ هرتز) اندازه‌گیری و به‌صورت نمودار ارائه می‌شود. سپس با نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه (PNC) که از طرف این مقررات ارائه شده، مقایسه و درجه‌بندی می‌گردد (جدول ۱۸-۱-۳-۲ و شکل ۱۸-۱-۳-۴).

**جدول ۱۸-۱-۳-۲:** مقادیر تراز فشار صدا مربوط به نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه، PNC

| شماره نمودارهای PNC | ترازهای فشار صدا (dB) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | بسامدهای مرکزی بندهای یک هنگامی (Hz) | | | | | | | | |
| | ۳۱/۵ | ۶۳ | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ | ۸۰۰۰ |
| PNC - 15 | ۵۸ | ۴۳ | ۳۵ | ۲۸ | ۲۱ | ۱۵ | ۱۰ | ۸ | ۸ |
| PNC - 20 | ۵۹ | ۴۶ | ۳۹ | ۳۲ | ۲۶ | ۲۰ | ۱۵ | ۱۳ | ۱۳ |
| PNC - 25 | ۶۰ | ۴۹ | ۴۳ | ۳۷ | ۳۱ | ۲۵ | ۲۰ | ۱۸ | ۱۸ |
| PNC - 30 | ۶۱ | ۵۲ | ۴۶ | ۴۱ | ۳۵ | ۳۰ | ۲۵ | ۲۳ | ۲۳ |
| PNC - 35 | ۶۲ | ۵۵ | ۵۰ | ۴۵ | ۴۰ | ۳۵ | ۳۰ | ۲۸ | ۲۸ |
| PNC - 40 | ۶۴ | ۵۹ | ۵۴ | ۵۰ | ۴۵ | ۴۰ | ۳۶ | ۳۳ | ۳۳ |
| PNC - 45 | ۶۷ | ۶۳ | ۵۸ | ۵۴ | ۵۰ | ۴۵ | ۴۱ | ۳۸ | ۳۸ |
| PNC - 50 | ۷۰ | ۶۶ | ۶۲ | ۵۸ | ۵۴ | ۵۰ | ۴۶ | ۴۳ | ۴۳ |
| PNC - 55 | ۷۳ | ۷۰ | ۶۶ | ۶۲ | ۵۹ | ۵۵ | ۵۱ | ۴۸ | ۴۸ |
| PNC - 60 | ۷۶ | ۷۳ | ۶۹ | ۶۶ | ۶۳ | ۵۹ | ۵۶ | ۵۳ | ۵۳ |
| PNC - 65 | ۷۹ | ۷۶ | ۷۳ | ۷۰ | ۶۷ | ۶۴ | ۶۱ | ۵۸ | ۵۸ |




**شکل ۱۸-۱-۳-۴:** نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه PNC

### ۱۸-۱-۳-۱۷ زمان واخنش

زمان واخنش در یک فضای بسته، مدت زمانی است که پس از قطع کردن منبع صدا، تراز فشار صدا ۶۰ دسی‌بل افت کند. زمان واخنش با توجه به مشخصات فضا از یکی از دو معادله (۹) یا (۱۰) محاسبه می‌شود:

معادله سابین $T = \dfrac{0.16V}{4mV + A}$ (۹)

معادله ایرینگ $T = \dfrac{0/163V}{4mV - S\ln(1-\overline{\alpha})}$ (۱۰)

که در آن:

T : زمان واخنش اتاق، برحسب ثانیه؛

S : مجموعه سطوح اتاق، برحسب مترمربع؛

V : حجم اتاق، برحسب مترمکعب؛

A : سطح معادل جذب‌کننده‌های اتاق، برحسب مترمربع؛

m : جذب طولی هوا، برحسب متر به توان منفی یک؛

$\overline{\alpha}$ : ضریب جذب میانگین اتاق؛

ln : لگاریتم در پایه e

**یادآوری۱:** سطح معادل جذب‌کننده‌ها، A و ضریب جذب میانگین، $\overline{\alpha}$، از معادله‌های (۱۱) و (۱۲) محاسبه می‌شود:

$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i s_i \qquad (۱۱)$$

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^{n} s_i \alpha_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i} \qquad (۱۲)$$

که در آن :

$\alpha_i$ : ضریب جذب صوتی هر یک از سطوح موجود در اتاق؛

$s_i$ : مساحت هر یک از سطوح موجود در اتاق، برحسب مترمربع.

**یادآوری۲:** در صورتی‌که $\overline{\alpha} \leq 0.2$ باشد، از فرمول سابین استفاده می‌شود.

**یادآوری۳:** در برخی از مراجع رابطه زمان واخنش به $T = 0.16 \frac{V}{A}$ ساده شده است.

**یادآوری۴:** زمان واخنش یک فضای بسته تا تدوین استاندارد ملّی آن بر اساس استاندارد ISO 3382 اندازه‌گیری می‌شود.

### ۱۸-۱-۳-۱۸ گسترهٔ بسامدی اندازه‌گیری‌ها

پارامترهای آکوستیکی با استفاده از صافی‌های بند یک‌سوم هنگامی، با بسامدهای مرکزی زیر (برحسب هرتز)، اندازه‌گیری می‌شود:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۱٫۵ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۳ | ۸۰ | ۱۰۰ | ۱۲۵ | ۱۶۰ | ۲۰۰ | ۲۵۰ |
| ۳۱۵ | ۴۰۰ | ۵۰۰ | ۶۳۰ | ۸۰۰ | ۱۰۰۰ | ۱۲۵۰ | ۱۶۰۰ | ۲۰۰۰ | ۲۵۰۰ |
| ۳۱۵۰ | ۴۰۰۰ | ۵۰۰۰ | ۶۳۰۰ | ۸۰۰۰ | | | | | |

لازم به ذکر است که می‌توان از مقادیر نتایج اندازه‌گیری در بندهای یک‌سوم هنگامی، نتایج در بنـدهای یک‌هنگامی را با بسامدهای مرکزی زیر به‌دست آورد:

۳۱٫۵ ۶۳ ۱۲۵ ۲۵۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۲۰۰۰ ۴۰۰۰ ۸۰۰۰

### ۱۸-۱-۳-۱۹ شاخص کاهش صدا، R

این شاخص بیانگر میزان صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد است (اصطلاح "افت تراگسیل صدا" **(TL)** که هم‌چنان در کشورهای انگلیسی زبان مورد استفاده قرار می‌گیرد، معادل با "شـاخص کـاهش صدا" است). شاخص کاهش صدا یا افت تراگسیل صدا از معادله (۱۳) برحسب دسی‌بل تعیین می‌شوند:

$$R = 10Log\frac{W_1}{W_2} = 10Log\frac{1}{\tau} \quad \text{dB} \quad \text{یا} \quad \text{TL} \qquad (۱۳)$$

که در آن:

$W_1$: توان صدای فرودی بر روی جداکننده تحت آزمون؛

$W_2$: توان صدای تراگسیل شده از طریق آزمونه؛

$\tau$ : ضریب تراگسیل جداکننده.

**یادآوری:** در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بر اسـاس اسـتاندارد ملّـی ایـران ۳-۸۵۶۸ و در شـرایط میدانی بر اساس استاندارد ملّی ایران ۴-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری صـدابندی نمـای ساختمان بر اساس استاندارد ملّی ایران ۵-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

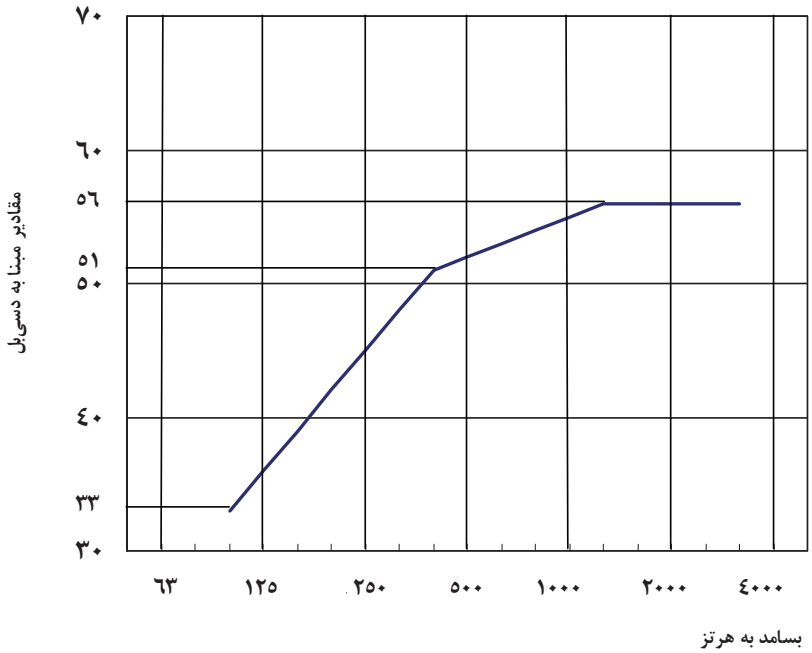
### ۱۸-۱-۳-۲۰ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، $R_w$

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، کمیتی تک‌عددی برای درجه‌بندی صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد است که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های شاخص کاهش صدا در بسامد بندهای یک‌سوم هنگـامی به‌دست می‌آید. مقدار این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملّی ایران ۱-۸۸۳۴ مشخص شده است. مقادیر مبنا بـرای صـدای هـوابرد در جدول ۱۸-۱-۳-۳ و نمودار شکل ۱۸-۱-۳-۵ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۱-۳-۳:** مقادیر مبنا برای صدای هوابرد

| بسامد به هرتز | مقادیر مبنا به دسی‌بل | |
|---|---|---|
| | بندهای یک‌سوم هنگامی | بندهای یک‌هنگامی |
| ۱۰۰ | ۳۳ | ۳۶ |
| ۱۲۵ | ۳۶ | |
| ۱۶۰ | ۳۹ | |
| ۲۰۰ | ۴۲ | ۴۵ |
| ۲۵۰ | ۴۵ | |
| ۳۱۵ | ۴۸ | |
| ۴۰۰ | ۵۱ | ۵۲ |
| ۵۰۰ | ۵۲ | |
| ۶۳۰ | ۵۳ | |
| ۸۰۰ | ۵۴ | ۵۵ |
| ۱۰۰۰ | ۵۵ | |
| ۱۲۵۰ | ۵۶ | |
| ۱۶۰۰ | ۵۶ | ۵۶ |
| ۲۰۰۰ | ۵۶ | |
| ۲۵۰۰ | ۵۶ | |
| ۳۱۵۰ | ۵۶ | |

شاخص تک‌عددی دیگری که برای بیان صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد به‌کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E413 درجه تراگسیل صدا، STC است که مقدار آن از نظر عددی تقریباً برابر با $R_w$ است.




**شکل ۱۸-۱-۳-۵:** نمودار مقادیر مبنا برای صدای هوابرد، در بندهای یک‌سوم هنگامی

### ۱۸-۱-۳-۲۱ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، $L_n$

این شاخص، بیانگر میزان تراز فشار صدای کوبه‌ای انتقال‌یافته از سقف است و از معادلـه (۱۴) برحـسب دسی‌بل به‌دست می‌آید:

$$L_n = L_i + 10Log\frac{A}{A_0} \qquad \text{dB} \qquad (۱۴)$$

که در آن:

$L_i$: تراز فشار صدای میانگین در یک بند یک‌سوم هنگامی در اتاق دریافت برحسب دسی‌بل؛

$A$: سطح جذب معادل اندازه‌گیری شده در اتاق دریافت؛

$A_0$: سطح جذب معادل مبنا، برابر با ۱۰ مترمربع.

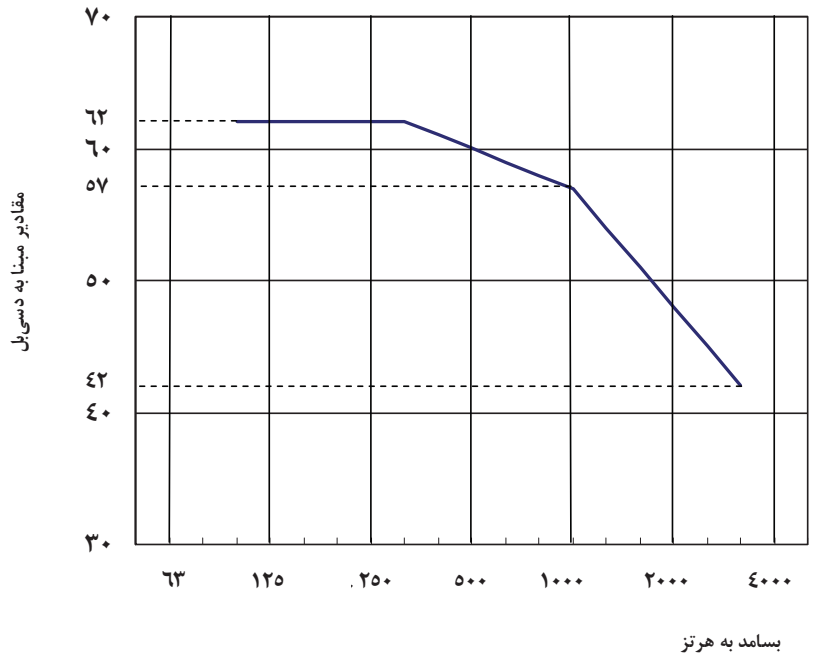
**یادآوری:** در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بـر اسـاس اسـتاندارد ملّـی ایـران ۶-۸۵۶۸ و در شـرایط میدانی بر اساس استاندارد ملّی ایران ۷-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری کاهش تراگـسیل صدای کوبه‌ای توسط کف‌پوش‌ها بر اساس استاندارد ملّی ایران ۸-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

### ۱۸-۱-۳-۲۲ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن‌یافته، $L_{nw}$

تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته کمیتی است تک‌عددی برای درجه‌بندی صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول‌شده در بسامد بندهای یک‌سوم هنگامی به‌دست می‌آید. این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا برای صدای کوبه‌ای در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملّی ایران ۲-۸۸۳۴ مشخص شده است. مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای در جدول ۱۸-۱-۳-۴ و نمودار شکل ۱۸-۱-۳-۶ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۱-۳-۴:** مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای

| بسامد به هرتز | مقادیر مبنا به دسی‌بل | |
|---|---|---|
| | بندهای یک‌سوم هنگامی | بندهای یک‌هنگامی |
| ۱۰۰ | ۶۲ | ۶۷ |
| ۱۲۵ | ۶۲ | |
| ۱۶۰ | ۶۲ | |
| ۲۰۰ | ۶۲ | ۶۷ |
| ۲۵۰ | ۶۲ | |
| ۳۱۵ | ۶۲ | |
| ۴۰۰ | ۶۱ | ۶۵ |
| ۵۰۰ | ۶۰ | |
| ۶۳۰ | ۵۹ | |
| ۸۰۰ | ۵۸ | ۶۲ |
| ۱۰۰۰ | ۵۷ | |
| ۱۲۵۰ | ۵۴ | |
| ۱۶۰۰ | ۵۱ | ۴۹ |
| ۲۰۰۰ | ۴۸ | |
| ۲۵۰۰ | ۴۵ | |
| ۳۱۵۰ | ۴۲ | |




**شکل ۱۸-۱-۳-۶:** نمودار مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای، در بندهای یک‌سوم هنگامی

با توجه به آنکه هر چقدر، میزان صدای تراگسیل‌شده کم‌تر باشد، صدابندی بهتری حاصل می‌شود، بنابراین کاهش $L_{nw}$ بیانگر افزایش صدابندی در برابر صدای کوبه‌ای است.

شاخص تک‌عددی دیگری که برای بیان صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای به‌کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E989 درجه صدابندی کوبه‌ای، IIC است که مقدار آن از معادله (۱۵) به‌دست می‌آید:

$$IIC = 110 - L_{nw} \qquad (۱۵)$$

با توجه به رابطه فوق افزایش IIC نشان‌دهنده افزایش صدابندی در برابر صدای کوبه‌ای است.

**۱۸-۱-۳-۲۳ لایه**

لایه به ساختاری گفته می‌شود که چگالی سطحی آن در نقاط مختلف روی یک سطح، یکسان باشد. مانند اندود گچ، قیرگونی، دیوار آجری.

### ۱۸-۱-۳-۲۴ جداکننده ساده

جداکننده ساده به جداکننده‌ای گفته می‌شود که در مقطع، از یک یا چند لایه تشکیل شده است و چگالی سطحی (جرم واحد سطح) آن در تمام نقاط یکسان است. مانند در، پنجره، دیوار آجری با اندود گچ و خاک یا دیوار دوجداره آجری.

### ۱۸-۱-۳-۲۵ جداکننده مرکب

جداکننده مرکب به جداکننده‌ای گفته می‌شود که سطح آن از چند جداکننده ساده تشکیل شده باشد. مانند پوسته خارجی ساختمان که ترکیبی از دیوار، در و پنجره است.

**یادآوری:** نحوهٔ محاسبه شاخص کاهش صدا برای جداکننده مرکب، در پیوست ۲ ارائه شده است.

### ۱۸-۱-۳-۲۶ شرایط تحویل یک فضا

شرایط تحویل به شرایطی گفته می‌شود که کلیه عملیات اجرایی ساختمان اعم از سفت‌کاری، نازک‌کاری، نصب در و پنجره و غیره تکمیل شده باشد و کلیه سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی فعال باشند.

# ۱۸-۲ مقررات آکوستیکی انواع ساختمان‌ها

## ۱۸-۲-۱ مقررات عمومی

**۱۸-۲-۱-۱** برای ارائه مقررات آکوستیکی برای انواع ساختمان‌های ذکر شده در بند ۱۸-۲-۱-۲، مناطق مختلف شهری از نظر تراز نوفه محیطی در جدول ۱۸-۲-۱-۱ تقسیم‌بندی می‌شود:

**جدول ۱۸-۲-۱-۱:** منطقه‌بندی شهری از نظر تراز نوفه محیطی

| نوع منطقه شهری از نظر نوفه | حداکثر تراز معادل صدا $L_{AeqT}$ به دسی‌بل | | کاربری‌های مجاز |
|---|---|---|---|
| | از ۷ صبح تا ۱۰ شب | از ۱۰ شب تا ۷ صبح | |
| با نوفه بسیار پایین (سروصدای بسیار کم) | ۵۵ | ۴۵ | مسکونی، مراکز جهانگردی و پذیرایی، مراکز بهداشتی درمانی، مراکز فرهنگی مراکز تجاری در حد محله |
| با نوفه پایین (سروصدای کم) | ۶۰ | ۵۰ | آموزشی، اداری مختلط مسکونی، تجاری، اداری |
| با نوفه معمولی (سروصدای متوسط) | ۶۵ | ۵۵ | مجتمع‌های تجاری، بازار، نمایشگاه |
| با نوفه بالا (سروصدای زیاد) | ۷۰ | ۶۰ | ترمینال‌ها، انبارها، پارکینگ‌ها، استادیوم‌های ورزشی، میادین میوه و تره‌بار |
| با نوفه بسیار بالا (سروصدای بسیاد زیاد) | ۷۵ | ۶۵ | صنعتی، نظامی، فرودگاه‌ها |

**یادآوری ۱:** مقادیر حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) تعیین‌شده برای جداکننده‌ها در جداول مربوط در بندهای۱۸ -۲-۲ تا ۱۸-۲-۶ در کاربری‌های مختلف، تنها در مناطق شهری که نوفه محیطی آن‌ها در روز برابر یا کمتر از ۶۵ دسی‌بل باشد، قابل قبول است. در صورتی‌که کاربری‌ها در مناطق شهری با نوفه محیطی بالا و بسیار بالا قرار گیرند، باید به‌ترتیب مقدار ۵ و ۱۰ دسی‌بل به مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعیین‌شده برای پوسته خارجی آن‌ها، افزوده شود.

**یادآوری ۲:** در پیوست ۱ به‌عنوان یک مثال راهنمایی‌های کلی برای طراحی آکوستیکی یک واحد آموزشی ارائه شده است.

**۱۸-۲-۱-۲** مقررات آکوستیکی در کاربری‌های مجاز ذکر شده در جدول ۱۸-۲-۱-۱ در بندهای ۱۸-۲-۲ تا ۱۸-۲- ۸ ارائه شده است.

**یادآوری:** در مورد فضاهایی که در کاربری‌های مختلف، مشترک می‌باشند (مانند سالن‌های سخنرانی یا بخش‌های اداری که در کاربری‌های گوناگون وجود دارند) به ضوابط مربوط به آن فضا در بند مربوط به آن مراجعه شود.

**۱۸-۲-۱-۳** اندازه‌گیری میزان صدابندی هوابرد (افت صوتی) جداکننده‌های ساده مانند دیوار، در و پنجره توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام می‌شود. مقادیر صدابندی تعدادی از این جداکننده‌ها برای راهنمایی در پیوست ۳ ارائه شده است. درصورتی‌که جداکننده موردنظر، مانند نمای یک ساختمان، مرکب باشد شاخص کاهش صدای وزن‌یافته این جداکننده مرکب با توجه به شاخص‌های اجزای تشکیل‌دهنده آن محاسبه می‌شود. روش محاسبه در پیوست ۲ توضیح داده شده است.

**یادآوری:** در این آیین‌نامه منظور از پوسته خارجی، نمای ساختمان است.

**۱۸-۲-۱-۴** اندازه‌گیری میزان صدابندی کوبه‌ای سقف بین طبقات توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام می‌شود. مقادیر صدابندی کوبه‌ای تعدادی از سقف‌ها برای راهنمایی در پیوست ۴ ارائه شده است.

**۱۸-۲-۱-۵** اندازه‌گیری مقدار ضریب جذب صدای مواد و مصالح توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام می‌شود. مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح گوناگون با ساختارهای متفاوت به‌منظور استفاده در آکوستیک داخلی برای راهنمایی در پیوست ۵ ارائه شده است.

## ۱۸-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در ساختمان‌های مسکونی الزامی است.

### ۱۸-۲-۲-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر ساختمان مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۲-۱:** حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر ساختمان مسکونی

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$، برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| اتاق خواب و مطالعه | ۳۵ |
| اتاق نشیمن و کار | ۴۰ |
| آشپزخانه | ۴۵ |
| سرویس بهداشتی | ۵۰ |
| فضاهای بسته عمومی[1] | |

### ۱۸-۲-۲-۲ زمان واخنش

حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز برای فضاهای بسته عمومی در ساختمان‌های مسکونی، ۱٫۵ ثانیه تعیین می‌شود.

### ۱۸-۲-۲-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها[2] در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۲ ارائه شده است.

۱- فضای بسته عمومی مانند سرسرای ورودی، راهرو، راه‌پله و رختشوی‌خانه.

۲- در صورتی‌که جداکننده مرکب باشد، برای محاسبه شاخص کاهش صدای آن به پیوست ۲ مراجعه شود.

**جدول ۱۸-۲-۲-۲:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های مسکونی

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| دیوار جداکننده بین دو واحد مجاور، سقف و کف | ۵۰ |
| دیوار جداکننده بین فضاهای تأسیساتی و واحد مسکونی | |
| پوسته خارجی[1] اتاق خواب یا نشیمن | ۴۰ |
| پوسته خارجی آشپزخانه | ۳۵ |
| جداکننده بین راهرو و واحد مسکونی | |

### ۱۸-۲-۲-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۳ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۲-۳:** حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های مسکونی

| موقعیت سقف | $L_{nw}$ (dB) |
|---|---|
| آشپزخانه، راهرو، سرویس بهداشتی بالای اتاق خواب | ۴۸ |
| اتاق نشیمن بالای اتاق خواب | ۵۳ |
| آشپزخانه، راهرو، سرویس بهداشتی بالای نشیمن | |
| اتاق خواب بالای اتاق خواب | ۵۸ |
| اتاق نشیمن بالای اتاق نشیمن | |
| آشپزخانه بالای آشپزخانه | |
| اتاق خواب بالای نشیمن | |
| سرویس‌بهداشتی بالای سرویس بهداشتی | ۶۰ |
| راهرو بالای راهرو | ۶۲ |

۱- منظور از پوسته خارجی، نمای ساختمان است.

## ۱۸-۲-۳ هتل‌ها

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در هتل‌ها الزامی است.

### ۱۸-۲-۳-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر هتل در جدول ۱۸-۲-۳-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۳-۱: حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هتل‌ها**

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| اتاق مهمان | ۳۵ |
| سالن انتظار (لابی) | ۴۰ |
| سالن‌های پذیرایی | ۴۵ |
| مکان‌های ورزشی ـ تفریحی | |
| آشپزخانه | ۵۰ |
| سرویس‌های بهداشتی | |
| فضاهای بسته عمومی[1] | |

### ۱۸-۲-۳-۲ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی هتل در جدول ۱۸-۲-۳-۲ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۳-۲:** حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی هتل‌ها

| نوع فضا | میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز |
|---|---|
| اتاق مهمان | ۰/۸ |
| سالن انتظار (لابی) | ۱/۰ |
| راهروها | ۱/۲ |
| سالن‌های پذیرایی | ۱/۵ |
| مکان‌های ورزشی تفریحی | ۲/۰ |

۱- فضای بسته عمومی مانند راهرو، راه‌پله و رختشوی‌خانه.

### ۱۸-۲-۳-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۳ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۳-۳:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در هتل‌ها

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| دیوار جداکننده و سقف اتاق مهمان از سایر فضاهای مجاور (رستوران، آشپزخانه، دفاتر اداری و ...) | ۵۵ |
| دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های مهمان | ۵۰ |
| پوسته خارجی اتاق مهمان | ۴۵ |
| پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی | ۴۰ |
| جداکننده فضاهای ورزشی تفریحی و سرویس‌های بهداشتی از راهرو | ۳۵ |
| جداکننده بین اتاق مهمان و راهرو | |

### ۱۸-۲-۳-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۴ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۳-۴:** حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در هتل‌ها

| موقعیت سقف | $L_{nw}$ (dB) |
|---|---|
| اتاق مهمان بالای اتاق مهمان | ۵۵ |
| سایر فضاها بالای اتاق مهمان | ۵۰ |
| سرویس‌بهداشتی بالای سرویس بهداشتی | ۶۰ |

## ۱۸-۲-۴ ساختمان‌های آموزشی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در ساختمان‌های آموزشی الزامی است.

### ۱۸-۲-۴-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر واحد آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۴-۱:** حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی[1]

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| کلاس درس نظری | ۳۵ |
| فضاهای سمعی بصری | |
| اتاق تمرین موسیقی | |
| آزمایشگاه‌ها | ۴۰ |
| کارگاه‌های کارهای دستی | |
| نمازخانه | |
| اتاق کامپیوتر | ۴۵ |
| راهروها | |
| غذاخوری و بوفه | |
| کارگاه‌های تخصصی | ۵۰ |
| سرویس‌های بهداشتی | |

### ۱۸-۲-۴-۲ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۲ ارائه شده است.

۱- برای سالن‌های همایش و سخنرانی، به بند ۱۸-۲-۷ و برای بخش‌های اداری به ضوابط مربوط در بند ۱۸-۲-۶ مراجعه شود.

**جدول ۱۸-۲-۴-۲:** حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی[1]

| نوع فضا | میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز |
|---|---|
| اتاق کامپیوتر | ۰/۹ |
| کلاس درس نظری (بدون حضور افراد) | ۱/۰ |
| کارگاه‌های کارهای دستی | |
| اتاق تمرین موسیقی | |
| فضاهای سمعی بصری | |
| آزمایشگاه‌ها | ۱/۲ |
| کارگاه‌های تخصصی | |
| غذاخوری و بوفه | |
| راهروها | ۱/۵ |

### ۱۸-۲-۴-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۳ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۴-۳:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های آموزشی

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| دیوار جداکننده و سقف کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق تمرین موسیقی، اتاق کامپیوتر و کارگاه‌ها از فضاهای مجاور | ۵۰ |
| پوسته خارجی کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق تمرین موسیقی، اتاق کامپیوتر و کارگاه‌ها | ۴۰ |
| جداکننده کارگاه‌های تخصصی از راهرو | ۳۵ |
| جداکننده سرویس‌های بهداشتی از فضاهای مجاور | |
| جداکننده کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق تمرین موسیقی، اتاق کامپیوتر و کارگاه‌های کارهای دستی از راهرو | ۳۰ |

۱- برای سالن‌های همایش و سخنرانی و نمازخانه‌ها، به بند ۱۸-۲-۷ و برای بخش‌های اداری به ضوابط مربوط در بند ۱۸-۲-۶ مراجعه شود.

### ۱۸-۲-۴-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۴ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۴-۴:** حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های آموزشی

| موقعیت سقف | $L_{nw}$ (dB) |
|---|---|
| کلاس درس نظری بالای کلاس درس نظری | ۶۰ |
| سایر فضاها بالای کلاس درس نظری | ۵۵ |

## ۱۸-۲-۵ بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در ساختمان‌بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی الزامی است.

### ۱۸-۲-۵-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۵-۱:** حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان | ۳۰ |
| راهروهای مجاور بخش‌های فوق | ۴۰ |
| آشپزخانه | ۵۰ |
| سرویس‌های بهداشتی | |
| فضاهای بسته عمومی[۱] | |

۱- فضاهای بسته عمومی مانند پذیرش، ورودی، راهروها، رختشوی‌خانه، خدمات.

### ۱۸-۲-۵-۲ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۲ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۵-۲:** حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

| نوع فضا | میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز |
|---|---|
| اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان | ۱/۲ |
| راهروهای مجاور بخش‌های فوق | ۱/۵ |
| فضاهای بسته عمومی | |

### ۱۸-۲-۵-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۳ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۵-۳:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان و سایر فضاها (مانند آشپزخانه، دفاتر اداری و ...) | ۵۵ |
| دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان | ۵۰ |
| پوسته خارجی اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان | ۴۵ |
| دیوار جداکننده سرویس‌های بهداشتی از فضاهای مجاور | |
| پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی | ۴۰ |
| جداکننده اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی و اتاق زایمان از راهرو | ۳۵ |
| جداکننده سرویس‌های بهداشتی از راهرو | ۳۰ |

### ۱۸-۲-۵-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۴ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۵-۴:** حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

| موقعیت سقف | $L_{nw}$ (dB) |
|---|---|
| سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان | ۶۵ |
| سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان و سایر فضاها | ۵۵ |

## ۱۸-۲-۶ ساختمان‌های اداری و تجاری

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در ساختمان‌های اداری و تجاری الزامی است.

### ۱۸-۲-۶-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۶-۱:** حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| اتاق جلسات | ۳۵ |
| اتاق‌های اداری و دفتری | ۴۰ |
| مراکز کامپیوتری | ۴۵ |
| سالن بانک‌ها | |
| رستوران‌ها، فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها | |
| فضاهای بسته عمومی[1] | ۵۰ |
| سرویس‌های بهداشتی | |

۱- فضای بسته عمومی مانند سرسرای ورودی، راهرو، راه‌پله.

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۲ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۶-۲:** حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری

| نوع فضا | میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز |
|---|---|
| اتاق جلسات | ۰/۸ |
| اتاق‌های اداری و دفتری | ۱/۲ |
| مراکز کامپیوتری | |
| سالن بانک‌ها | |
| رستوران‌ها | ۱/۵ |
| راهروها | |
| فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها | ۲/۰ |

### ۱۸-۲-۶-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۳ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۶-۳:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمانهای اداری و تجاری

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$)برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| دیوار جداکننده و سقف بین اتاق جلسات و فضاهای مجاور | **۵۰** |
| پوسته خارجی اتاق جلسات | ۴۵ |
| دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های اداری و دفتری | |
| پوسته خارجی اتاق‌های اداری و دفتری، سالن بانک‌ها و اتاق‌های کامپیوتر | ۴۰ |
| پوسته خارجی رستوران‌ها، فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها | |
| پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی | |
| جداکننده اتاق‌های اداری و دفتری از راهرو | ۳۰ |

### ۱۸-۲-۶-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۴ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۶-۴: حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های اداری و تجاری**

| موقعیت سقف | $L_{nw}$ (dB) |
|---|---|
| سقف بین دفاتر اداری | ۶۵ |

## ۱۸-۲-۷ مراکز فرهنگی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در مراکز فرهنگی الزامی است.

### ۱۸-۲-۷-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۷-۱:** حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز فرهنگی[1]

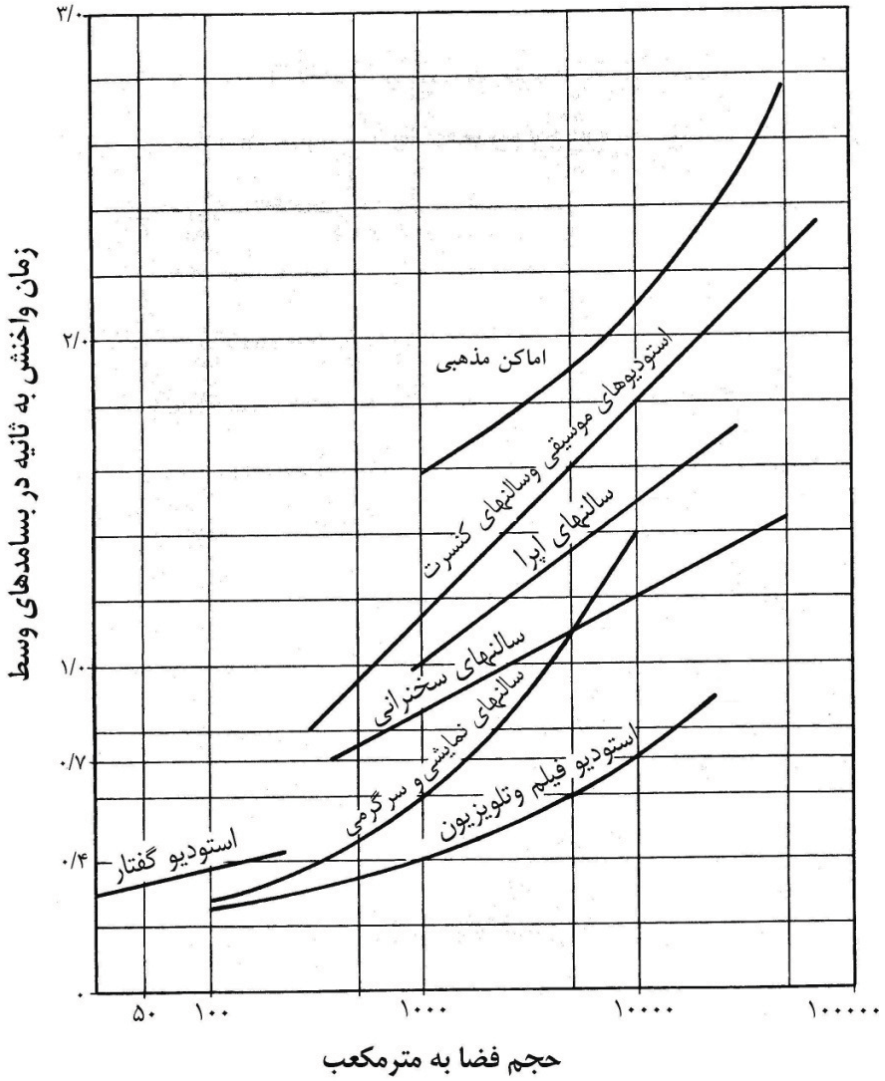
| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل | نمودار برسنج نوفه[2] |
|---|---|---|
| سالن‌های سخنرانی، سینماها، سالن‌های کنسرت، سالن‌های تأتر | ۳۵ | PNC-۳۵ |
| کتابخانه‌ها (قسمت مطالعه) | | |
| موزه‌ها | ۳۵ | - |
| اماکن مذهبی | | |
| کتابخانه‌ها (قسمت قفسه‌ها) | ۴۰ | |
| راهروها و سالن‌های انتظار | ۴۵ | |

۱- برای بخش‌های اداری به ضوابط مربوط در بند ۱۸-۲-۶ مراجعه شود.

۲- رعایت نمودار برسنج PNC در موارد ذکر شده اجباری است.

### ۱۸-۲-۷-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی مراکز فرهنگی در شکل ۱۸-۲-۷-۱ نشان داده شده است.




**شکل ۱۸-۲-۷-۱:** نمودار زمان واخنش بهینه در فضاهای مختلف

### ۱۸-۲-۷-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۲ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۷-۲:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز فرهنگی[۱]

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| پوسته خارجی سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت و سینماها | ۵۵ |
| دیوار جداکننده و سقف سالن‌های فوق از فضاهای مجاور | |
| پوسته خارجی کتابخانه‌ها، موزه‌ها و اماکن مذهبی | ۴۵ |
| جداکننده بین سالن سخنرانی و راهرو | ۳۵ |

### ۱۸-۲-۷-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۳ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۷-۳:** حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته ($L_{nw}$) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در مراکز فرهنگی

| موقعیت سقف | $L_{nw}$ (dB) |
|---|---|
| سقف بین سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت، سینماها و فضاهای فوقانی | ۵۰ |

## ۱۸-۲-۸ مراکز ورزشی و تفریحی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در مراکز ورزشی و تفریحی الزامی است.

۱- برای بخش‌های اداری به ضوابط مربوط در بند ۱۸-۲-۶ مراجعه شود.

### ۱۸-۲-۸-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ورزشی و تفریحی در جدول ۱۸-۲-۸-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۸-۱:** حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ورزشی و تفریحی

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (۳۰)}$، برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| سالن‌های بیلیارد | ۴۵ |
| سالن‌های بولینگ | ۵۰ |
| استخرهای شنا | |
| سالن‌های ورزشی سرپوشیده | |
| راهروها، سرویس‌های بهداشتی | |

### ۱۸-۲-۸-۲ زمان واخنش

حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز برای فضاهای بسته عمومی در مراکز ورزشی و تفریحی، ۲/۵ ثانیه تعیین می‌شود.

### ۱۸-۲-۸-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز ورزشی و تفریحی در جدول ۱۸-۲-۸-۲ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۸-۲:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز ورزشی و تفریحی

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_w$) برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| پوسته خارجی سالن‌های ورزشی، استخرهای شنا، سالن‌های بولینگ | ۵۰ |
| دیوار جداکننده و سقف سالن‌های ورزشی، استخرهای شنا، سالن‌های بولینگ از فضاهای مجاور | |
| پوسته خارجی سرویس‌های بهداشتی و راهروها | ۴۰ |
| جداکننده سالن‌های ورزشی، استخرهای شنا، سالن‌های بولینگ از راهرو | ۳۵ |

## ۱۸-۲-۹ مراکز ترابری

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در مراکز ترابری الزامی است.

### ۱۸-۲-۹-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ترابری در جدول ۱۸-۲-۹-۱ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۹-۱:** حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ترابری

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| ایستگاه‌های مترو و ترمینال‌ها، سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها و سالن‌های انتظار راه‌آهن | ۵۰ |

### ۱۸-۲-۹-۲ زمان واخنش

حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز برای ایستگاه‌های مترو و ترمینال‌ها، سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها و سالن‌های انتظار راه‌آهن، ۱/۵ ثانیه تعیین می‌شود.

### ۱۸-۲-۹-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_W$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان مراکز ترابری در جدول ۱۸-۲-۹-۲ ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۹-۲:** حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_W$) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز ترابری

| نوع جداکننده | حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته ($R_W$) برحسب دسی‌بل |
|---|---|
| پوسته خارجی سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها مشرف به باند پرواز | ۶۰ |
| پوسته خارجی سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو و ترمینال‌ها و سالن‌های انتظار راه‌آهن | ۴۵ |

# پیوست‌ها

## شامل:

**پیوست ۱- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی** (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربری‌های مختلف)

**پیوست ۲- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب**

**پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها**

**پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف‌سقف‌ها**

**پیوست ۵- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون**

# پیوست ۱- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی

## (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربری‌های مختلف)

به‌طور کلی محیط آکوستیکی مناسب برای هر نوع فعالیتی در ساختمان را می‌توان قبلاً تعیین کرده و پیش‌بینی‌های لازم را در طراحی اعمال کرد. از آن‌جا که لزوم طراحی آکوستیکی در بسیاری از ساختمان‌ها برای کارفرمایان و مجریان روشن نمی‌باشد، اکثر آن‌ها با مشکلات آکوستیکی فراوانی روبرو هستند. به‌عنوان مثال بر همگان روشن است که یک سالن سخنرانی و یا یک سالن موسیقی به طراحی آکوستیکی نیاز دارد ولی عده معدودی از لزوم طراحی آکوستیکی در بقیه ساختمان‌ها از جمله ساختمان‌های مسکونی آگاهی دارند. اکثر مشکلات آکوستیکی را می‌توان در مرحله طراحی با راه‌حلهای مناسب برطرف کرد. تمامی عناصر ساختاری ساختمان در بهینه‌سازی وضعیت آکوستیکی ساختمان مؤثرند و می‌بایست این عوامل به وضوح شناخته شده و ترکیب مناسب آنها در طراحی اعمال گردد.
معمولاً کنترل آکوستیکی یک فضا به کنترل صحیح سه عامل منبع صدا، مسیر انتقال صدا، و دریافت کننده صدا بستگی دارد.

از آنجا که کنترل آکوستیکی معمولاً با پائین آوردن تراز نوفه ارتباط مستقیم دارد در نتیجه باید سعی کرد در مرحله اول تراز نوفه را در محل منبع کاهش داد. از آنجا که در بعضی موارد امکان پائین آوردن تراز نوفه در محل منبع بطورکامل میسر نمی‌باشد در مرحله بعد در مسیر تراگسیل صدا باید با استفاده از تمهیدات آکوستیکی این امکان را فراهم آورد. در آخرین مرحله با اصلاح وضعیت آکوستیکی در محل دریافت نوفه می‌توان محیط مناسبی را برای دریافت کننده فراهم ساخت.

معمولاً کاهش تراز نوفه در محل منبع و در مسیر تراگسیل صدا سهل‌تر و کم هزینه‌تر از اصلاح وضعیت آکوستیکی در محل دریافت نوفه می‌باشد. بنابراین برای ارائه راه‌حل مناسب باید به این مهم توجه خاص مبذول گردد. در بعضی موارد راه‌حلهای ترکیبی می‌تواند کمک موثری در جهت حل مسئله باشد. بعنوان مثال چنانچه کارکرد سیستم تهویه باعث ایجاد نوفه در یک فضا گردد به‌ترتیبی که در بالا گفته شد، در مرحله اول سعی می‌شود که با انتخاب یک سیستم آرام تر، نصب مناسب و ساخت پوشش آکوستیکی در محل قرار گیری دستگاه تهویه، نوفه کاهش یابد. در مرحله بعد با استفاده از جداکننده‌های الاستیک و لایه‌های جاذب صدا در مسیر کانالها، تراز نوفه کاهش می‌یابد. در مرحله آخر چنانچه هنوز تراز نوفه به‌حد مناسب تقلیل نیافته باشد می‌توان با استفاده از مصالح مناسب در داخل فضا به این مهم دست یافت.

هدف بنیادی طراحی آکوستیکی در ساختمان فراهم کردن محیط رضایت بخش برای فضاهایی با کاربری مورد نظر می‌باشد. مسائل آکوستیکی نه تنها در انتخاب مصالح پوششی فضاها، بلکه به آرایش بنیادی فضاها، مانند نحوه قرار گرفتن فضاهای آرام با فاصله مناسب از فضاهای پر نوفه بستگی دارد. برنامه‌ریزی مناسب کاربری فضاها شامل جداسازی فضاهای حساس به نوفه از فضاهایی که نوفه تولید می‌کنند میتواند بسیاری از مشکلات آکوستیکی را برطرف کند.

این پیوست شامل اطلاعاتی در مورد طراحی آکوستیکی یک مجموعه ساختمانی است تا طراحان با استفاده از آن، به‌گونه‌ای عمل نمایند که پس از اتمام ساخت، به اصلاحات اساسی برای بهینه‌سازی وضعیت آکوستیکی نیازی نباشد. از آن‌جا که تمهیدات به‌کار رفته در طراحی آکوستیکی یک ساختمان، رابطه مستقیم با کاربرد آن دارد، باید مقررات تدوین شده مربوط مد نظر قرار گیرند. این پیوست به بررسی دو عملکرد ساختمانی مختلف بر روی یک سایت مشخص می‌پردازد. در مرحله اول یک مجموعه آموزشی برروی یک سایت مطالعه شده و با مراجعه به ضوابط تعیین‌شده برای فضاهای آموزشی در بند ۱۸-۲-۴ مقررات طراحی می‌گردد. در مرحله دوم یک مجموعه مسکونی- اداری بر روی همان سایت، با مراجعه به ضوابط تعیین شده برای فضاهای مسکونی در بند ۱۸-۲-۲ و اداری در بند ۱۸-۲-۶ مقررات طراحی می‌گردد.

برای رسیدن به شرایط بهینه و مطابقت با ضوابط فوق، مراحل مختلف طراحی به‌شرح زیر توصیه می‌شود:

**مراحل مختلف طراحی آکوستیکی**

برای طراحی آکوستیکی ساختمان، باید مراحل زیر به ترتیب ارائه شده، رعایت شوند:

الف- سایت یا محل درنظر گرفته شده جهت ساخت، از لحاظ منابع نوفه خارجی بررسی و تراز نوفه در تمام نقاط آن به‌منظور منطقه‌بندی آکوستیکی سایت مشخص گردد.

ب- شرایط آکوستیکی فضاهای مختلف ساختمانی در رابطه با عملکرد آن‌ها مشخص شده و فضاها در این رابطه دسته‌بندی گردند.

پ- با توجه به دو بند بالا، محل صحیح قرارگیری هر دسته از فضاها در سایت تعیین شود. فضاهایی که بنا به نیاز طرح در موقعیت مناسب در سایت قرار نمی‌گیرند، مشخص گردند تا تمهیدات خاصی در مورد آن‌ها رعایت شود.

ت- طرح اولیه ساختمان با توجه به موقعیت فضاها در سایت تهیه گردد.

ث- در داخل ساختمان وضعیت قرارگیری فضاهای مختلف بررسی گردد، چنانچه بنا به نیاز طرح یا محدودیت‌های موجود فضاهایی با شرایط مختلف در مجاورت هم یا برروی یکدیگر قرار می‌گیرند، تمهیدات آکوستیکی در مورد جداکننده‌های مربوط رعایت شوند.

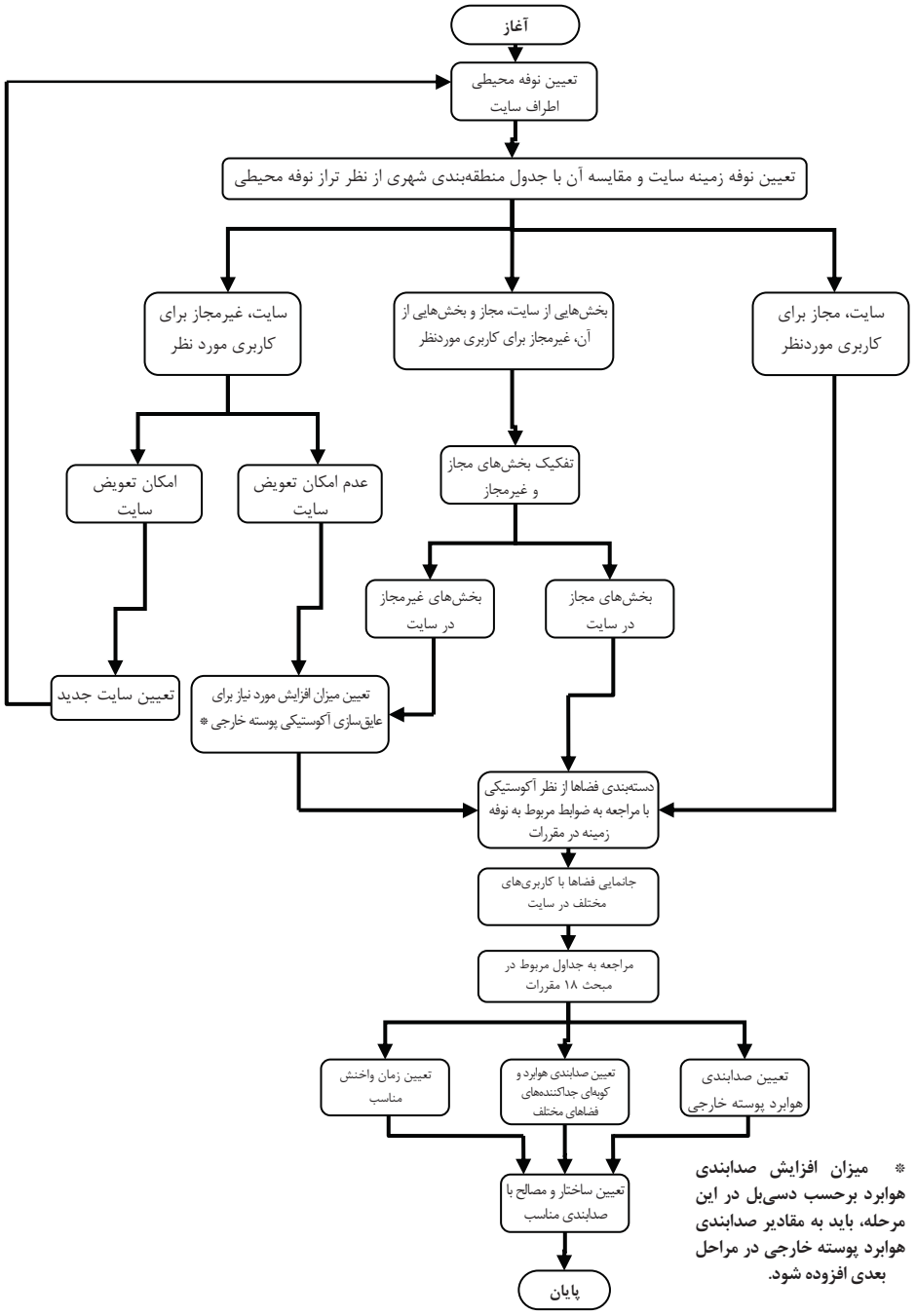
ج- مواد و مصالح مناسب جهت کنترل نوفه و تأمین واخنش بهینه در فضاهای مختلف در رابطه با عملکرد آن‌ها انتخاب گردند.

چ- سیستم‌های سازه‌ای و تأسیساتی از دیدگاه آکوستیکی بررسی و در صورت نیاز بهینه شوند.

مراحل مختلف طراحی آکوستیکی یک ساختمان در دیاگرام شکل پ-۱ نشان داده شده است. علاوه بر آن یکایک این مراحل در بندهای بعدی توضیح داده شده و تأثیر آن‌ها در نحوه طراحی هر کدام از دو مجموعه ساختمانی زیر، بر روی یک سایت فرضی ارائه گردیده است:

**۱) آموزشی**

**۲) مسکونی- اداری**




**شکل پ-۱:** دیاگرام مراحل مختلف طراحی آکوستیکی یک ساختمان

## پ-۱ -۱ بررسی سایت و منطقه‌بندی آکوستیکی

حفاظت در برابر نوفه می‌تواند به‌عنوان بخشی از حفاظت زیست محیطی باشد. ساختمان‌های آموزشی و مسکونی- اداری به‌لحاظ نیازهای آکوستیکی خاص باید در سایتی با حداکثر تراز نوفه‌ای برابر با $L_{Aeq(T)}$ = ۶۵ dB در روز، ساخته شود. اینگونه سایت‌ها معمولاً در مناطق مسکونی و اداری متمرکز می‌گردند. برای نیل به طراحی صحیح آکوستیکی، نوفه محیط بیرون باید ارزیابی شود. در صورتی که در این ارزیابی، نوفه محیط در نقاطی بیش از ۶۵ دسی‌بل باشد با ایجاد فاصله مناسب و یا سدهای صوتی، تراز نوفه را می‌توان تا حد لازم کاهش داد. منابع نوفه خارجی که باید مورد بررسی قرار گیرد بشرح زیر می‌باشد:

- نوفه ترافیک
- نوفه ناشی از محوطه های ساخته شده مجاور

به‌منظور کاهش نوفه محیطی به‌ویژه نوفه ترافیک می‌توان از موارد زیر استفاده کرد:

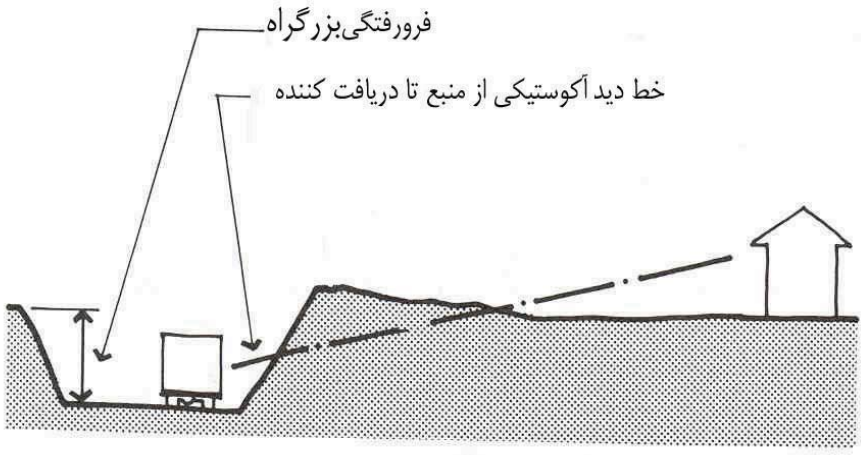
۱- ایجاد فاصله مناسب از منبع صوتی. از آنجا که این مقدار کاهش نوفه در بیشتر موارد نیازهای صوتی را تامین نمی‌کند ایجاد سد صوتی لازم خواهد بود.

۲- استفاده از موانع صوتی. موانع صوتی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

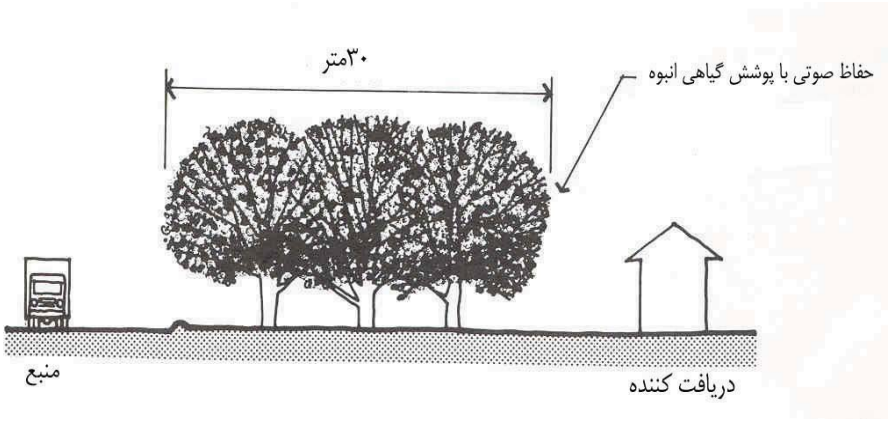
موانع صوتی طبیعی شامل تپه‌ها، خاکریزهای طبیعی، جنگلها و غیره.

موانع صوتی مصنوعی شامل دیوار صوتی، خاکریزهای مصنوعی و درختکاری.

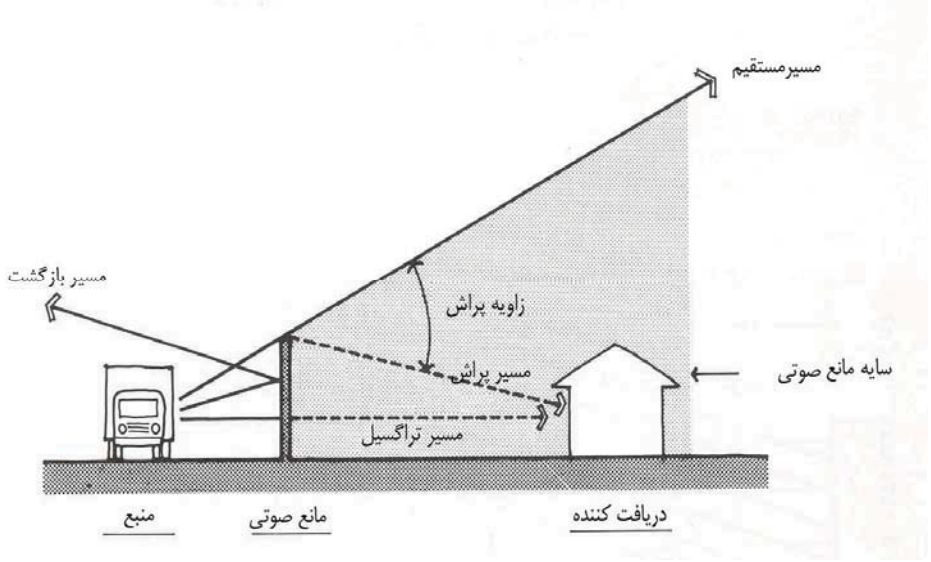
شکلهای پ-۱-۱، پ-۱-۲ و پ-۱-۳ عملکرد انواع موانع صوتی را نمایش می‌دهد.




**شکل پ-۱-۱:** نمایش کاهش نوفه ترافیک توسط خاکریز طبیعی




**شکل پ-۱-۲:** نمایش کاهش نوفه ترافیک توسط پوشش گیاهی



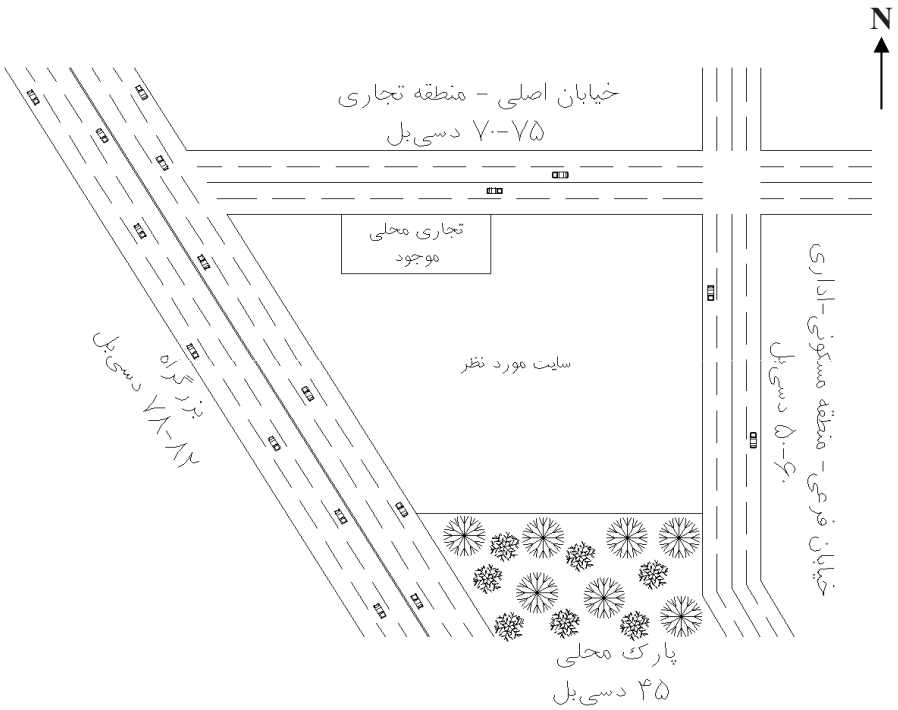

**شکل پ-۱-۳:** نمایش کاهش نوفه توسط مانع صوتی

با ایجاد درختکاری با درختان متراکم با حداقل ۳۰ متر عمق، تراز نوفه ترافیک حدود ۷ تا ۱۱ $dB_A$ کاهش می‌یابد.

در اینجا برای روشن شدن مطالب بالا یک سایت فرضی درنظر گرفته می‌شود. سایت فرضی (شکل پ-۱-۴) به شکل ذوزنقه می‌باشد که در غرب آن یک بزرگراه قرار دارد. نوفه اندازه‌گیری شده در حاشیه بزرگراه در حدود ۷۸-۸۲ $dB_A$ می‌باشد.

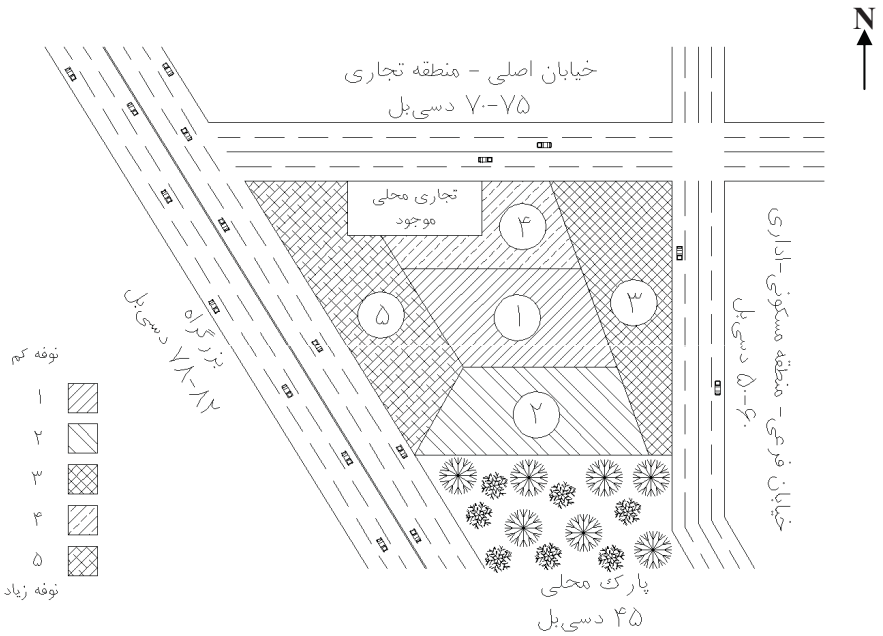
در شمال سایت، خیابان اصلی - منطقه تجاری قرار دارد و نوفه اندازه‌گیری شده در حاشیه خیابان برابر ۷۰-۷۵ $dB_A$ است، در شرق سایت، خیابان فرعی منطقه مسکونی- اداری با تراز نوفه اندازه‌گیری شده برابر ۵۰-۶۰ $dB_A$ و جنوب سایت، یک پارک محلی با نوفه اندازه‌گیری شده برابر ۴۵ $dB_A$ واقع است.

در داخل سایت از مرکز به سمت جنوب درخت‌کاری نامنظم دیده می‌شود در قسمتی از حاشیه شمالی آن یک مجموعه تجاری محلی قرار گرفته است.




**شکل پ-۱-۴:** سایت فرضی جهت ساخت

بطورکلی در هر ساختمان فضاهای مختلف با کاربری‌های مختلف، نیازهای آکوستیکی متفاوتی دارند. به‌منظور تأمین این نیازها، در مرحله اول محدوده محل ساختمان از لحاظ آکوستیکی منطقه‌بندی می‌شود و فضاهای مختلف ساختمان باتوجه به نیازهای آکوستیکی در این مناطق جانمایی می‌گردند.
در سایت فرضی موردنظر، با توجه به نوفه موجود در محیط اطراف، پنج منطقه آکوستیکی پیش‌بینی شده است. این مناطق در شکل پ-۱-۵ نشان داده شده‌اند.




**شکل پ-۱-۵:** منطقه‌بندی از نظر آکوستیکی در سایت فرضی

### پ-۱ -۲ بررسی و دسته بندی آکوستیکی فضاهای مختلف

فضاهای داخلی ساختمان را نیز می‌توان برمبنای تراز نوفه زمینه قابل قبول در رابطه با عملکرد فضا به چند دسته تقسیم کرد. هرکدام از این دسته فضاها را از لحاظ شباهت آکوستیکی که دارند می‌توان در یک بخش ساختمان متمرکز کرد که این مسئله را دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف می‌گویند.

بدین منظور، براساس جدول تراز نوفه زمینه قابل قبول برای فضاهای آموزشی در ایران (جدول شماره ۱۸-۲-۴-۱)، فضاهای مختلف یک مجموعه آموزشی در جدول پ-۱-۱ دسته‌بندی شده است.

در همین رابطه، براساس جداول تراز نوفه زمینه قابل‌قبول برای فضاهای مسکونی- اداری در ایران (جداول شماره ۱۸-۲-۲-۱ و ۱۸-۲-۶-۱) فضاهای مختلف یک مجموعه مسکونی- اداری در جدول پ-۱-۲ دسته‌بندی شده است.

**جدول پ-۱-۱:** دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای آموزشی

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه $dB_A$ | درجه‌بندی آکوستیکی |
|---|---|---|
| کلاس درس نظری | ۳۵ | ۱ |
| کتابخانه | | |
| فضای سمعی و بصری | | |
| دفاتر اداری | | |
| سالن سخنرانی تا ۲۵۰ نفر | | |
| آزمایشگاه | ۴۰ | ۲ |
| اتاق کامپیوتر | | |
| دفتر دبیران | | |
| اتاق بهداشت | | |
| اتاق تمرین موسیقی | ۴۵ | ۳ |
| کارگاه کارهای دستی و خانه داری | | |
| نمازخانه | | |
| غذاخوری و بوفه | | |
| راهرو | | |
| کارگاه تخصصی | ۵۰ | ۴ |
| سالن ورزشی | | |
| سالن تاسیسات | ۶۰ | ۵ |

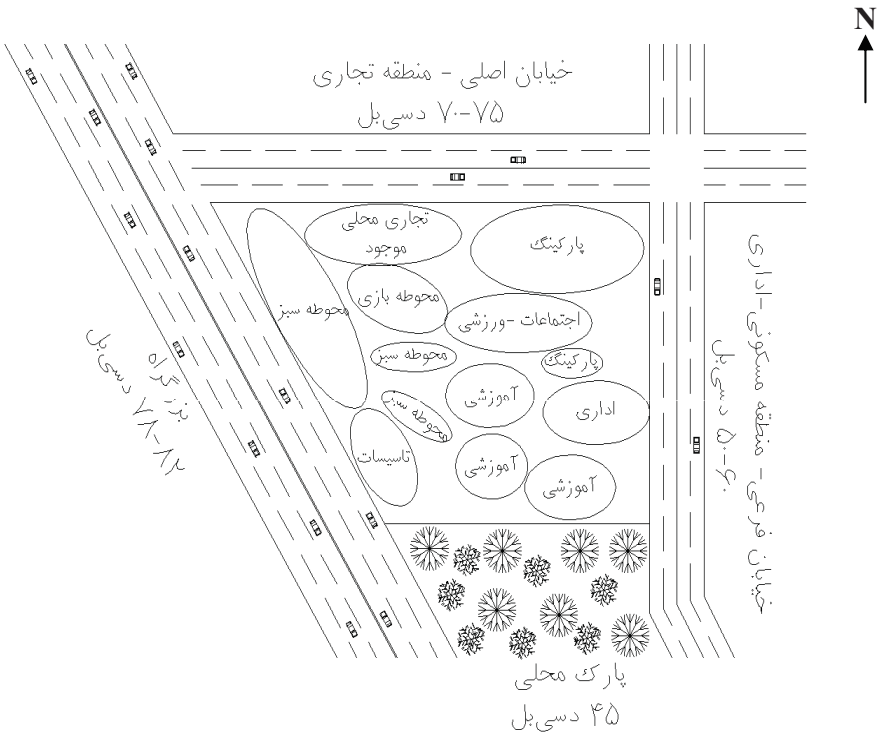
**جدول پ-۱-۲ :** دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف یک ساختمان مسکونی- اداری

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه $dB_A$ | درجه‌بندی آکوستیکی |
|---|---|---|
| اتاق خواب و مطالعه در مسکونی | ۳۵ | ۱ |
| اتاق جلسات در اداری | | |
| سالن اجتماعات در مسکونی | | |
| اتاق نشیمن و کار در مسکونی | ۴۰ | ۲ |
| اتاق‌های اداری و دفتری | | |
| آشپزخانه در مسکونی | ۴۵ | ۳ |
| مراکز کامپیوتری | | |
| سالن بانک‌ها | | |
| سرویس بهداشتی | ۵۰ | ۴ |
| فضاهای بسته عمومی | | |

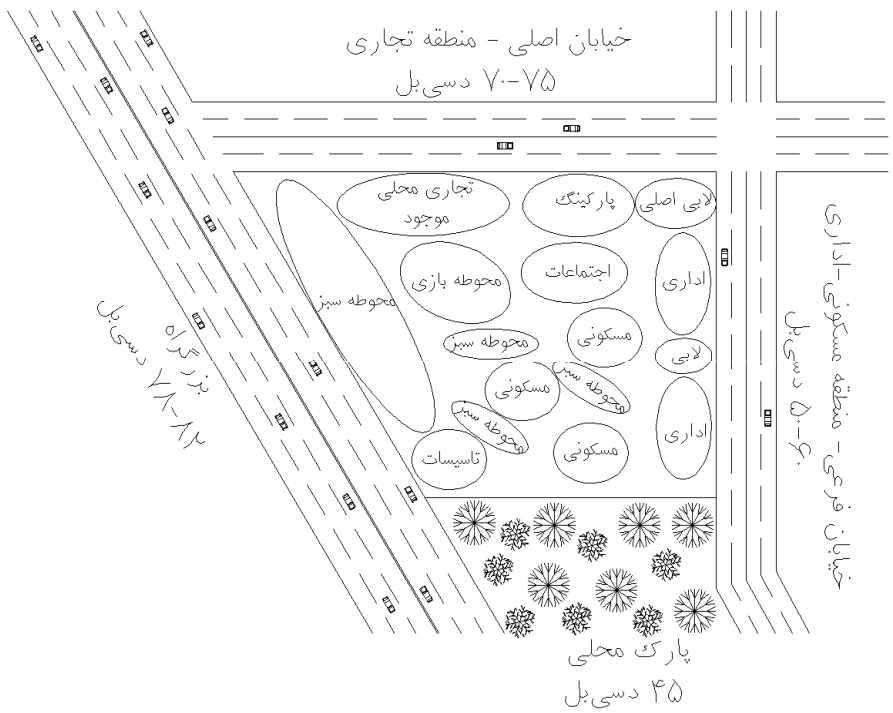
### پ-۱ -۳ آرایش آکوستیکی فضاها بر روی سایت فرضی

با توجه به‌جدول دسته‌بندی، فضاهای مختلف موقعیت هر دسته فضا بر روی سایت مشخص می‌گردد. در دسته‌بندی فضاها به‌منظور سهولت پیداکردن موقعیت مناسب برروی سایت، از منطقه‌بندی آکوستیکی شکل پ-۱-۵ استفاده شده است.

درمورد پیداکردن موقعیت فضا ممکن است موارد استثنا نیز وجود داشته باشد، مثلاً سالن اجتماعات که ازنظر سازه‌ای از سایر فضاها جدا شده و ضمناً پنجره‌ای به بیرون ندارد باید کاملاً صدابندی گردد. جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه آموزشی در شکل پ-۱-۶ و در یک مجموعه مسکونی- اداری در شکل پ-۱-۷ نشان داده شده است.




**شکل پ-۱-۶ :** جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه آموزشی

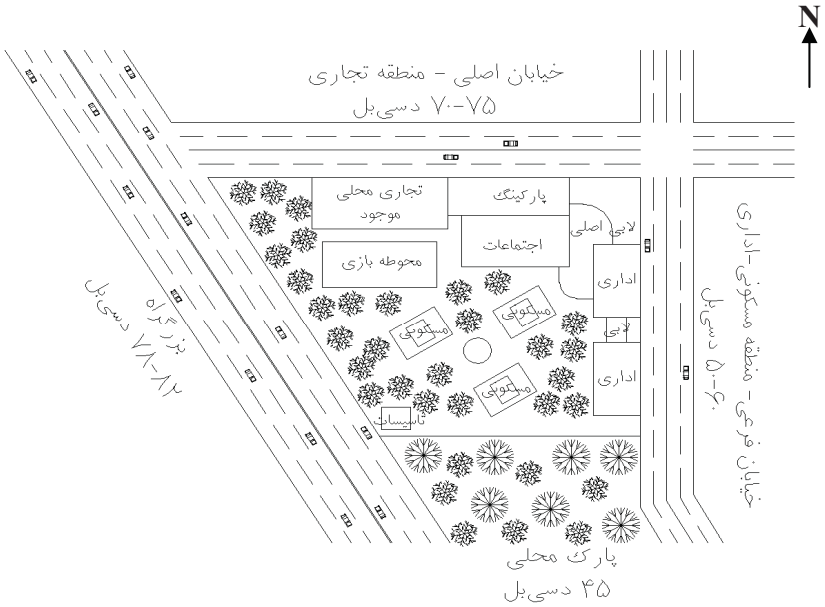



**شکل پ-۱-۷:** جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه مسکونی - اداری

### پ-۱ -۴ تهیه طرح اولیه ساختمان

با توجه به قرارگیری فضاهای مختلف بر روی سایت فرضی در رابطه با مسایل آکوستیکی می‌توان طرح اولیه ساختمان را تهیه نمود. درنظر گرفتن نکاتی همانند قرار گرفتن فضاهایی با شرایط آکوستیکی متفاوت در مجاورت یکدیگر، می‌تواند تأثیر بسزایی در شکل‌گیری مجموعه داشته باشد. (شکل‌های پ-۱-۸ و پ-۱-۹).

**شکل پ-۱-۸:** جانمایی محوطه و استقرار فضاها دریک ساختمان آموزشی تمامی فضاها در یک طبقه هم‌سطح




**شکل پ-۱-۹:** جانمایی محوطه و استقرار فضاها دریک مجموعه مسکونی - اداری
تمامی فضاها در یک طبقه هم‌سطح

### پ-۱-۵ استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب

کنترل نوفه در فضاهای مختلف ساختمان از عوامل مهم طراحی از نظر تأمین محیط آکوستیکی مطلوب می‌باشد. چنانچه بنا به نیاز طرح یا محدودیت‌های موجود، فضاهایی با شرایط آکوستیکی مختلف در مجاورت یکدیگر قرار گیرند، استفاده از جداکننده‌هایی با صدابندی مناسب توصیه می‌گردد.

همچنین محدودیت‌های زمین در بسیاری از موارد باعث افزایش تعداد طبقات و در نتیجه قرارگیری فضاهایی با شرایط آکوستیکی مختلف بر روی یکدیگر می‌گردد که دراین مورد نیز مسایل مربوط به صدابندی مناسب از اهم مطالب است.

مقدار صدابندی در ساختمان از نقطه نظر شناخت منابع صدای ورودی و تراز صدای قابل قبول برای فضای موردنظر، باید مورد توجه قرار گیرد. آگاهی بنیادی از مسائل صدابندی و اطلاعاتی از ویژگیهای فیزیکی موانع صوتی و همچنین چگونگی استفاده بهینه از آنها در عایق‌سازی یک فضا در مقابل صداهای هوابرد و کوبه‌ای ضروری است.

برای جلوگیری از نفوذ نوفه و تأمین آسایش صوتی فضای مورد نظر در ساختمان باید از جداکننده‌هایی استفاده شود که میزان صدابندی کافی داشته باشد. بدین منظور رعایت ضوابط تعیین‌شده برای حداقل صدابندی هوابرد و کوبه‌ای جداکننده‌ها در فضاهای آموزشی براساس بندهای ۱۸-۲-۴-۳ و ۱۸-۲-۴-۴ مبحث و برای فضاهای مسکونی- اداری بر اساس بندهای ۱۸-۲-۲-۲، ۱۸-۲-۲-۳، ۱۸-۲-۶-۳ و ۱۸-۲-۶-۴ مبحث، الزامی است.

برای انتخاب صحیح جداکننده‌ها ضروری است طراح علاوه بر ضوابط آکوستیکی مقادیر صدابندی جداکننده‌ها مانند دیوار، در و پنجره در برابر صدای هوابرد و صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای را نیز در اختیار داشته باشد. در پیوست‌های ۳ مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها شامل انواع گوناگونی از دیوارها، درها، پنجره‌ها و شیشه‌ها و در پیوست ۴ مقادیر صدابندی کوبه‌ای انواع مختلفی از کف-سقف‌ها ارائه شده است.

به‌عنوان مثال برای جداکننده بین کلاس‌های درس یا بین دو واحد مسکونی می‌توان از دیوار ساخته شده با بلوک‌های بتن سبک ۲۵ سانتی‌متری دوطرف اندود، دیوار آجری ۲۲ سانتی‌متری دوطرف اندود یا دیوار با ساخت و ساز خشک با وادار ۱۰ سانتی‌متری با دولایه تخته‌گچی در هر طرف استفاده نمود. در مورد نمای ساختمان دیوار آجر سفال ۱۵ سانتی‌متری دوطرف اندود، دیوار بتنی ۱۵ سانتی‌متری، سیستم‌های 3D و ICF توصیه می‌شود. پنجره‌های به‌کار رفته در نما باید با شیشه دوجداره و کاملاً درزبندی‌شده باشند. در مورد صدابندی کوبه‌ای، استفاده از کف شناور بر روی سقف بین طبقات می‌تواند الزامات مربوط را فراهم آورد.

### پ-۱-۶ زمان واخنش بهینه

شرایط آکوستیکی مناسب در یک فضا به تراز نوفه زمینه و زمان واخنش آن فضا بستگی دارد. نوفه و واخنش فضای مورد نظر باید حد و حدودی خاص داشته باشد تا عملکرد آکوستیکی مطلوب حاصل شود. مهار کردن نوفه و تأمین واخنش مناسب برای آن است که وضوح کافی گفتار فراهم گردد. ضوابط مربوط به حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۲ و در فضاهای داخلی یک مجموعه مسکونی- اداری، در بند ۱۸-۲-۲-۲ و جدول ۱۸-۲-۶-۲ ارائه شده است که به‌منظور دستیابی به این اعداد و تأمین شرایط شنیداری مناسب و مطلوب، می‌توان از مصالح

گوناگونی که ضریب جذب صدای برخی از آن‌ها در  پیوست ۵ ارائه شده است، استفاده کـرد. بـه‌عنـوان مثال برای بهینه کردن وضعیت آکوستیک داخلی استفاده از سقف کاذب با آکوستیک تایـل و یـا دیگـر جذب‌کننده‌ها توصیه می‌شود.

# پیوست ۲- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب

### پ-۲-۱ روش محاسبه

برای محاسبه شاخص کاهش صدا (R) یا افت تراگسیل (TL) یک جداکننده مرکب از مقادیر شاخص کاهش صدای جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده آن که از طرف آزمایشگاه‌های آکوستیک ارائه شده استفاده می‌گردد. ابتدا با داشتن شاخص کاهش صدای جداکننده ساده و با توجه به رابطه (پ-۲-۱) که وابستگی متقابل بین ضریب تراگسیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می‌کند، ضریب تراگسیل جداکننده ساده محاسبه می‌شود.

$$TL \quad \text{یا} \quad R = 10Log\frac{1}{\tau} \qquad \Rightarrow \qquad \tau = 10^{-(0/1)R} \qquad \text{(پ-۲-۱)}$$

که در آن:

$R$ : شاخص کاهش صدای جداکننده، برحسب دسی‌بل؛

$\tau$: ضریب تراگسیل جداکننده.

سپس با داشتن ضریب تراگسیل برای هر جداکننده ساده و با استفاده از رابطه (پ-۲-۱) ضریب تراگسیل جداکننده مرکب محاسبه می‌شود.

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 s_1 + \tau_2 s_2 + \ldots + \tau_n s_n}{s_1 + s_2 + \ldots + s_n} \qquad \text{(پ-۲-۲)}$$

که در آن:

$\bar{\tau}$: ضریب تراگسیل جداکننده مرکب؛

$\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n$، ضریب تراگسیل هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب؛

$S_1, S_2, \ldots, S_n$، سطح هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب، به مترمربع.

با قرار دادن $\bar{\tau}$ در رابطه (پ-۲-۳) شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب محاسبه می‌گردد.

$$\overline{TL} \quad \text{یا} \quad \bar{R} = 10Log\frac{1}{\bar{\tau}} \qquad \text{(پ-۲-۳)}$$

که در آن :

$\bar{\tau}$ : ضریب تراگسیل صدای جداکننده مرکب؛

$\overline{R}$ : شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب، برحسب دسی‌بل.

**به‌عنوان مثال**: جداکننده مرکبی به ابعاد ۴/۷ ×۱۰ متر، شامل دیوار بیست و دو سانتی آجری و یک در به ابعاد ۲×۱ متر و پنجره‌ای به ابعاد ۱×۵ متر است. در صورتی که شاخص کاهش صدای وزن‌یافته دیوار، در و پنجره به ترتیب ۵۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌بل باشد، شاخص کاهش صدای وزن‌یافته این جداکننده مرکب به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

حل :

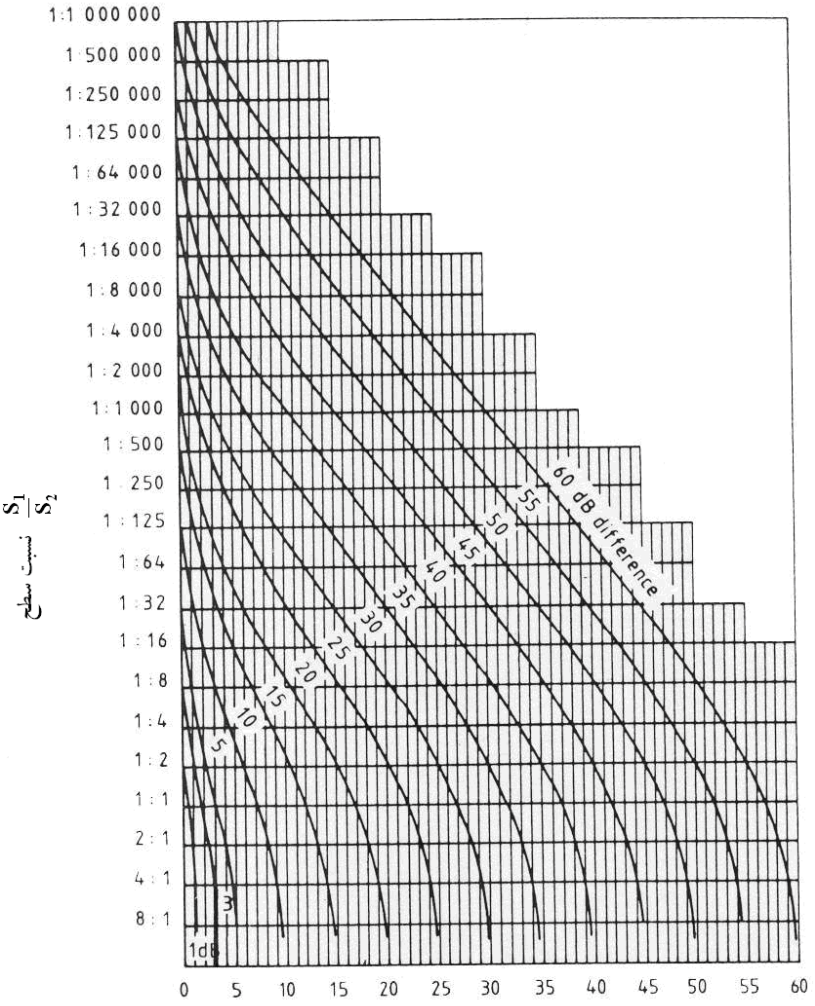
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\tau_1 = ۱۰^{-(۰/۱)\times ۲۰}$ | پنجره | متر مربع | $S_1 = ۵ \times ۱ = ۵$ | پنجره |
| $\tau_2 = ۱۰^{-(۰/۱)\times ۱۵}$ | در | متر مربع | $S_2 = ۱ \times ۲ = ۲$ | در |
| $\tau_3 = ۱۰^{-(۰/۱)\times ۵۰}$ | دیوار | متر مربع | $S_3 = ۴۷ - (۲+۵) = ۴۰$ | دیوار |
| | | متر مربع | $S = ۱۰ \times ۴/۷ = ۴۷$ | جداکننده |

$$\bar{\tau} = \frac{5\times10^{-(0.1)\times20} + 22\times10^{-(0.1)\times15} + 40\times10^{-(0.1)\times50}}{47} = 2.42\times10^{-3}$$

$$\bar{R} = 10Log\frac{1}{2.42\times10^{-3}} = 26dB$$

## پ-۲-۲ روش تخمینی با استفاده از نمودار

در مواردی که سرعت محاسبه از دقت آن اهمیت بیشتری دارد، می‌توان مقدار شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب را با استفاده از نمودارهای شکل پ-۲-۱ تخمین زد. محدودیت این روش، این است که از مجموعه ساختارهای یک جدار مرکب در هر مرحله دو ساختار در نظر گرفته شده و نتیجه به‌دست آمده با ساختار بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرد.




**شکل پ-۲-۱:** نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب

در شکل پ-۲-۱:

$R_1$: شاخص کاهش صدای ساختاری که افت صوتی بیشتری دارد؛

$R_2$: شاخص کاهش صدای ساختاری که افت صوتی کمتری دارد؛

$S_1$: سطح جداری که افت صوتی بیشتری دارد؛

$S_2$:سطح جداری که افت صوتی کمتری دارد؛

R: شاخص کاهش صدای جدار مرکب.

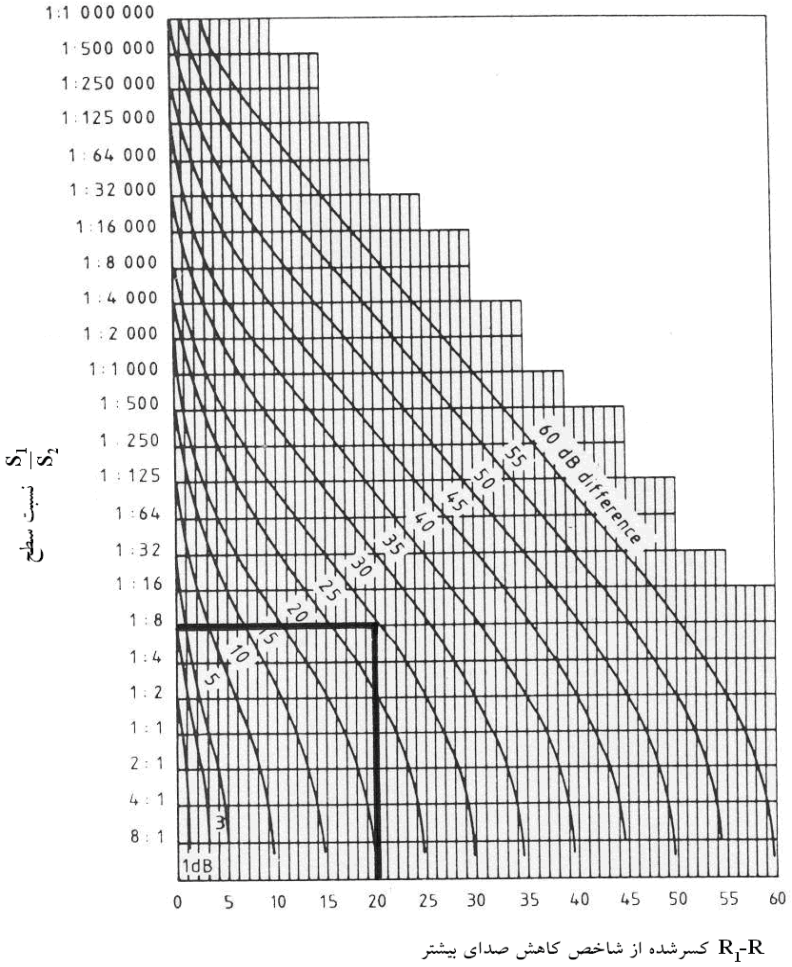
**به عنوان نمونه**، جواب مثالی را که در بند پ-۲-۱ مطرح شده است می‌توان به روش تخمینی به‌دست آورد. بدین منظور ابتدا دیوار به‌عنوان یک ساختار و پنجره به‌عنوان ساختاری دیگر در نظر گرفته شده و به‌صورت زیر عمل می‌شود:

الف: اختلاف دو کاهش صدای دیوار و پنجره را به‌دست آورده ($R_1 - R_2 = ۵۰ - ۲۰ = ۳۰$) و سپس منحنی ۳۰ از روی شکل مشخص می‌گردد.

ب: نسبت دو سطح تشکیل دهنده دیوار و پنجره را به‌دست آورده ($\frac{S_1}{S_2} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8}$) و از نقطه مربوط به این نسبت در روی محور عمودی خطی به موازات محور افقی رسم کرده تا نمودار اختلاف ۳۰ دسی بل را قطع کند. سپس از محل تلاقی به‌دست آمده خطی عمود بر محور افقی رسم کرده تا محور «کسر شده از شاخص کاهش صدا» را قطع کند. در نتیجه شاخص کاهش صدای مرکب R، به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$R_1 - R = 20 \quad \Rightarrow \quad 50 - R = 20 \quad \Rightarrow \quad R = 50 - 20 = 30$$

مراحل فوق روی شکل پ-۲-۲ نشان داده شده است.




**شکل پ-۲-۲:** نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب

**نمونه دیگر:**

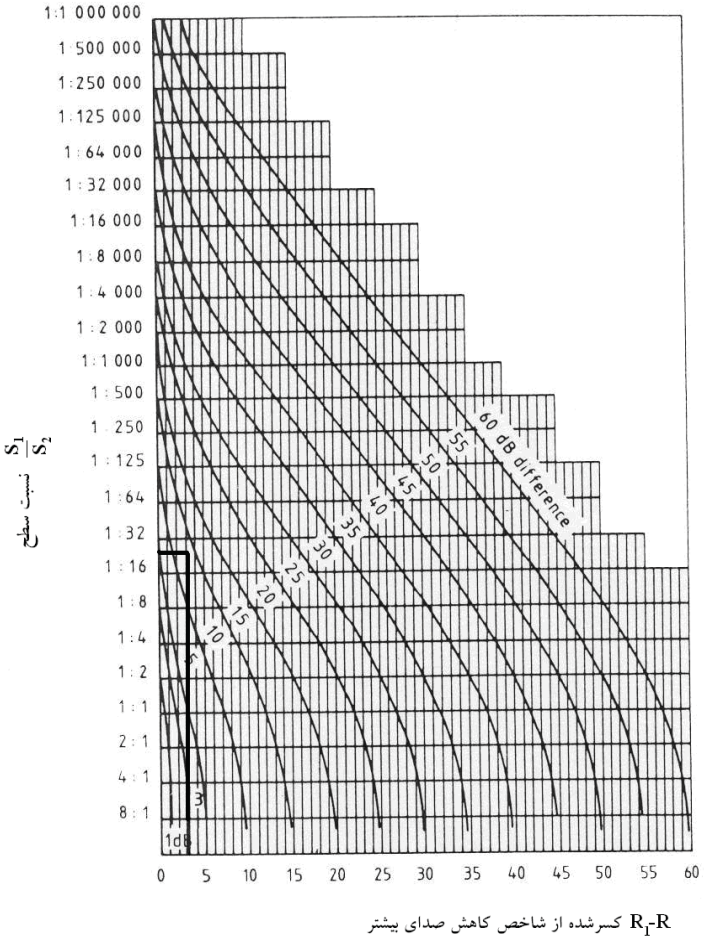
به همین روش ساختار مرکب دیوار و پنجره به‌عنوان یک ساختار با ساختار در به‌عنوان ساختاری دیگـر در نظر گرفته می‌شود:

| | | |
|---|---|---|
| جداکننده | $S = ۱۰ \times ۴/۷ = ۴۷$ | متر مربع |
| در | $S_2 = ۱ \times ۲ = ۲$ | متر مربع |
| دیوار و پنجره | $S_1 = ۴۷ - (۲) = ۴۵$ | متر مربع |

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{2}{45} = \frac{1}{22.5}$$

$$R_1 - R_2 = 30 - 15 = 15 \quad \text{و} \qquad R_1 - R = 4 \quad \Rightarrow \qquad R = 30 - 4 = 26$$

مراحل فوق روی شکل پ-۲-۳ نشان داده شده است.




**شکل پ-۲-۳:** نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب

در نتیجه مقدار جداکننده مرکب از روش تخمینی ۲۶ دسی‌بل و از روش محاسبه نیز ۲۶ دسی‌بل به‌دست آمده است.

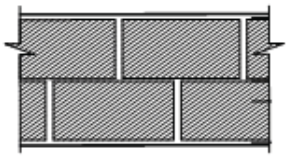
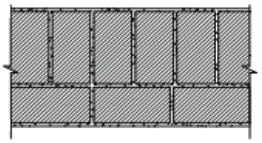
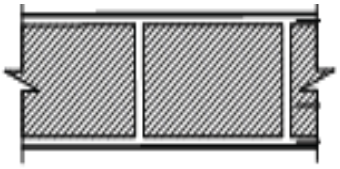
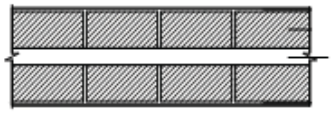
# پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها

جهت انتخاب صحیح جداکننده‌ها در یک ساختمان ضروری است که طراح، مقادیر صدابندی جداکننده‌ها مانند دیوار، در، پنجره و شیشه را در مقابل صدای هوابرد (شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، $R_w$ یا STC) در اختیار داشته باشد. جداول ارائه شده در بندهای زیر می‌توانند طراح را در این جهت راهنمایی نمایند.

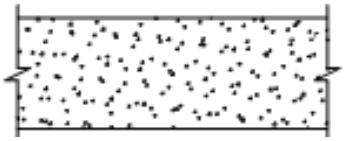
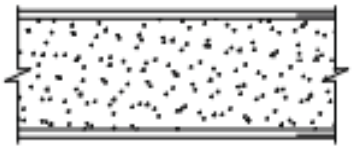
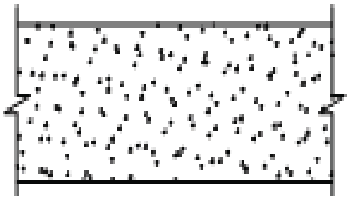
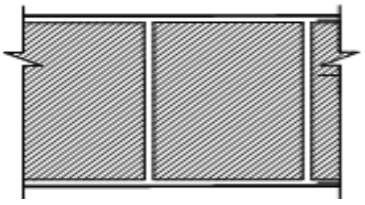
### پ-۳-۱ دیوارها

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از دیوارهای ساخته شده با آجر فشاری یا سفالی، بتنی، بلوک‌های بتن سبک و هم‌چنین دیوارهای ساخته شده با صفحات روکش‌دار گچی (drywall)، ساندویچ پانل 3D و قالب عایق ماندگار بتنی (ICF) برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، در جدول پ-۳-۱ ارائه شده است.

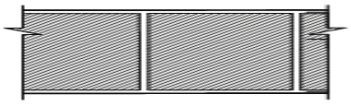
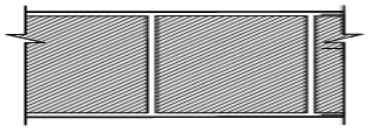
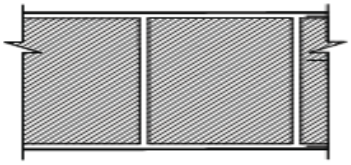
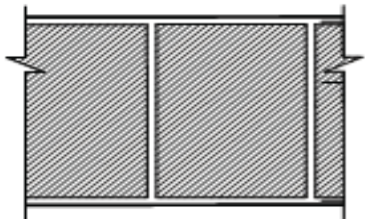
**جدول پ-۳-۱:** صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار آجر فشاری ۱۱ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۱۵ | | ۴۷ |
| دیوار آجر فشاری ۲۲ سانتیمتری، دورو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۲۶ |  | ۵۲ |
| دیوار آجر فشاری ۳۳ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر | ۳۵٫۵ |  | ۵۶ |
| دیوار آجر سفالی ۱۰ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به‌ضخامت ۱ سانتیمتر | ۱۲ | | ۴۲ |
| دیوار آجر سفالی ۱۵ سانتیمتری، دورو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به‌ضخامت ۳ سانتیمتر | ۲۱ |  | ۴۶ |
| دیوار دوجداره با آجر فشاری ۱۱ سانتیمتری یا ۵ سانتیمتر فاصله هوایی، دو رو اندود به‌ضخامت ۱/۵ سانتیمتر | ۳۰ |  | ۵۴ |

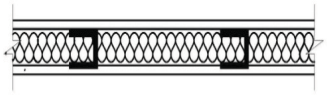
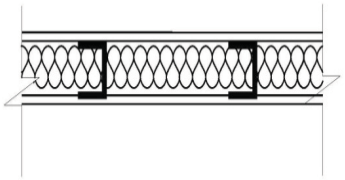
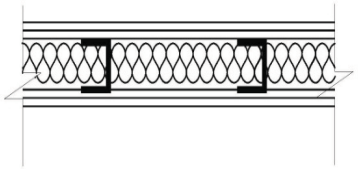
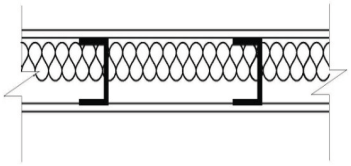
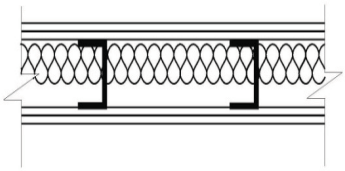
**ادامه جدول پ-۳-۱:** صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار بتنی به‌ضخامت ۷/۵ سانتیمتر | ۷/۵ |  | ۴۷ |
| دیوار بتنی به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر دو رو اندود با گچ ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر | ۱۷/۵ |  | ۵۳ |
| دیوار بتنی به‌ضخامت ۲۰ سانتیمتر | ۲۰ |  | ۵۸ |
| دیوار با بلوک‌های توپر بتنی به‌ضخامت ۴۰ سانتیمتر دو رو اندود گچ به‌ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر | ۴۲/۵ |  | ۶۳ |

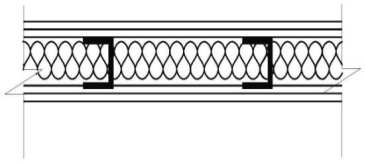
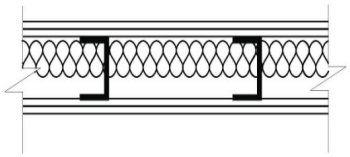
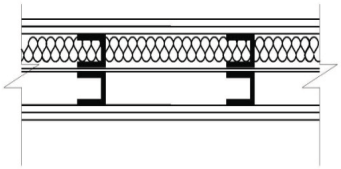
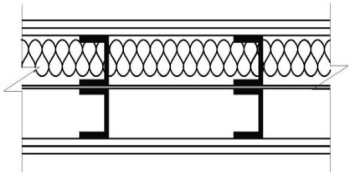
**ادامه جدول پ-۳-۱:** صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر | ۱۲ |  | ۴۵ |
| دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر | ۱۷ |  | ۴۵ |
| دیوار با بلوک تو خالی از بتن سبک به‌ضخامت ۱۹ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر | ۲۱ |  | ۴۶ |
| دیوار با بلوک تو پر از بتن سبک به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر | ۲۷ |  | ۵۱ |

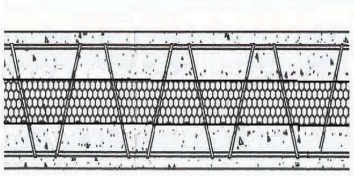
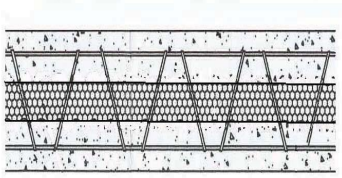
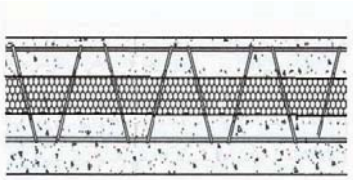
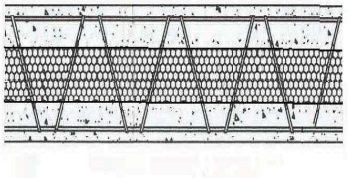
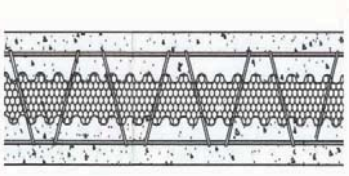
**ادامه جدول پ-۳-۱:** صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - واداری‌های ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۷٫۵ |  | ۴۵ |
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - واداری‌های ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط | ۱۰ |  | ۴۵ |
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - واداری‌های ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۱۰ |  | ۵۰ |
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - واداری‌های ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۱۲٫۵ |  | ۴۷ |
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - واداری‌های ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط | ۱۲٫۵ |  | ۵۱ |

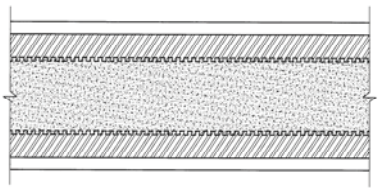
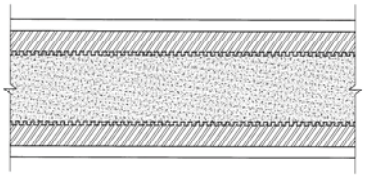
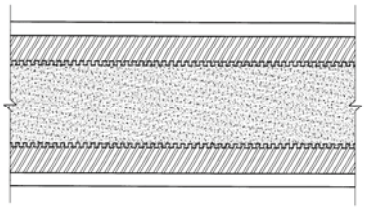
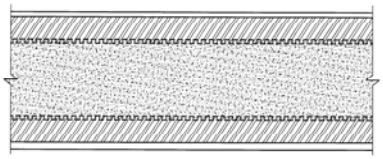
**ادامه جدول پ-۳-۱:** صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط | ۱۲٫۵ |  | ۵۲ |
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۱۵ |  | ۵۳ |
| دیوار دوبل با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۱۵٫۵ |  | ۶۱ |
| دیوار دوبل با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۲۰٫۵ |  | ۶۳ |

**ادامه جدول پ-۳-۱:** صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف | ۱۲ |  | ۴۶ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۵/۵ سانتیمتر در دو طرف | ۱۵ |  | ۴۷ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در یک طرف - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۷ سانتیمتر در طرف دیگر | ۱۵ |  | ۴۸ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف | ۱۴ |  | ۴۳ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۵ سانتیمتر در دو طرف | ۲۰ |  | ۴۵ |

**ادامه جدول پ-۳-۱:** صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

| شرح سیستم | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با ساختار قالب های بلوکی عایق ماندگار بتنی (ICF) به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر (رابط پلی‌استایرن)، پرشده با بتن مسلح (ضخامت بتن ۱۴ سانتیمتر)، هر طرف یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر | ۲۷/۵ |  | ۴۲ |
| دیوار با ساختار قالب عایق ماندگار بتنی (ICF):<br>بلوک‌های ۲۵ سانتیمتری (رابط پلی‌استایرن)، پرشده با بتن مسلح، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۲۹ |  | ۴۵ |
| دیوار با ساختار قالب پانلی تخت عایق ماندگار بتنی (ICF) (ضخامت هر پانل ۵/۲۰ سانتیمتر) که به‌وسیله بست‌های پلاستیکی به یکدیگر متصل شده‌اند و بخش میانی پر شده با بتن مسلح به‌ضخامت ۱۴/۶۰ سانتیمتر، یک طرف یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۳۰ سانتیمتر، طرف دیگر یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۰/۷۰ سانتیمتر | ۲۷ |  | ۴۷ |
| دیوار با ساختار قالب پانلی تخت عایق ماندگار بتنی (ICF): (ضخامت هر پانل ۵ سانتیمتر) که به‌وسیله بست‌های پلاستیکی به یکدیگر متصل شده‌اند پر شده با بتن مسلح به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر، یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف دیوار | ۲۷/۵ |  | ۴۸ |

### پ-۳-۲ شیشه‌ها

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از شیشه‌ها برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۳-۲ ارائه شده است. بدیهی است اطلاعات مربوط به صدابندی هوابرد

شیشه‌ها باید از طرف شرکت‌های تولیدکننده آن‌ها ارائه شود. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

**جدول پ-۳-۲:** مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای تعدادی از شیشه‌ها

| نوع شیشه | نوع لایه و ضخامت به میلیمتر | | | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|---|
| ساده | ۴ | | | ۳۱ |
| | ۶ | | | ۳۲ |
| | ۱۰ | | | ۳۴ |
| | ۱۲ | | | ۳۶ |
| لمینیت | لایه‌ها | | | |
| | شیشه | PVB | شیشه | |
| | ۳ | ۰/۳۸ | ۳ | ۳۳ |
| | ۳ | ۰/۷۶ | ۳ | ۳۵ |
| | ۴ | ۰/۳۸ | ۴ | ۳۴ |
| | ۴ | ۰/۷۶ | ۴ | ۳۵ |
| | ۴ | ۰/۳۸ | ۶ | ۳۵ |
| | ۶ | ۰/۳۸ | ۶ | ۳۶ |
| دوجداره | لایه‌ها | | | |
| | شیشه | فاصله هوایی | شیشه | |
| | ۳ | ۶ | ۳ | ۲۸ |
| | ۳ | ۹ | ۳ | ۳۱ |
| | ۴ | ۸ | ۴ | ۳۲ |
| | ۴ | ۸ | ۶ | ۳۴ |
| | ۴ | ۱۰ | ۶ | ۳۵ |
| | ۴ | ۱۲ | ۶ | ۳۶ |
| | ۶ | ۱۹ | ۶ | ۳۸ |
| | ۶ | ۱۳ | ۸ | ۳۸ |
| | ۶ | ۱۳ | ۱۰ | ۳۹ |
| | ۸ | ۱۳ | ۱۰ | ۴۱ |
| | ۶ | ۵۰ | ۳ | ۳۹ |
| | ۶ | ۱۰۰ | ۳ | ۴۳ |
| دوجداره لمینیت | *۷ | ۸ | ۶ | ۳۶ |
| | *۷ | ۱۲ | ۴ | ۳۷ |
| | *۷ | ۲۵ | ۶ | ۴۲ |
| | *۷ | ۴۰ | ۶ | ۴۴ |
| | *۷ | ۶۰ | ۶ | ۴۶ |
| | *۷ | ۱۰۰ | ۶ | ۴۸ |

*شیشه‌های لمینیت با ضخامت تقریبی ۷ میلیمتر، متشکل از دو شیشه ۳ میلیمتری با یک لایه PVB

### پ-۳-۳ پنجره‌ها

مقادیر صدابندی هوابرد تعدادی از پنجره‌ها برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمـایی در جدول پ-۳-۳ ارائه شده است. بدیهی است اطلاعات مربوط به صدابندی هوابرد هر پنجره با هرگونه ساختاری باید از طرف شرکت‌های سازنده آن ارائه شود تا طراح بتواند در محاسبات آکوستیکی از آن‌هـا استفاده نماید. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایـشگاه‌هـای آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

**جدول پ-۳-۳ :** مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای تعدادی از پنجره‌ها

| نوع پنجره | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|
| پنجره کاملاً باز | تقریباً ۵ |
| هر نوع پنجره‌ای در نما، هنگامی‌که اندکی باز باشد. | ۱۰ -۱۵ |
| پنجره تک‌جدار با شیشه ۴ میلیمتری، درزبندی شده | ۲۵ |
| پنجره تک‌جدار با شیشه ۶ میلیمتری، درزبندی شده | ۲۷ |
| پنجره تک‌جدار با شیشه ۱۰ میلیمتری، درزبندی شده | ۳۰ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۶+۱۲+۴ میلیمتر)، درزبندی شده | ۳۵ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۶ لمینیت+ ۱۹+۶ میلیمتر) درزبندی شده | ۳۸ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۹ لمینیت+ ۱۹+۶ میلیمتر) درزبندی شده | ۳۹ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۵+ ۱۳+ ۹ میلیمتر) هر دو شیشه لمینیت، درزبندی شده | ۴۰ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۶+۶۴+۵ میلیمتر) درزبندی شده | ۴۳ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۱۳+۶۴+۹ میلیمتر) درزبندی شده | ۴۶ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۶+۱۰۰+۹ میلیمتر) درزبندی شده | ۵۱ |

### پ-۳-۴ درها

مقادیر صدابندی هوابرد تعدادی از درها برگرفته از منابع گوناگون، بـرای راهنمـایی در جـدول پ-۳-۴ ارائه شده است. بدیهی است اطلاعات مربوط به صدابندی هوابرد هر در با هرگونه ساختاری باید از طرف شرکت‌های تولیدکننده آن ارائه شود تا طراح بتواند در محاسبات آکوستیکی از آن‌ها استفاده نماید. لازم

به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

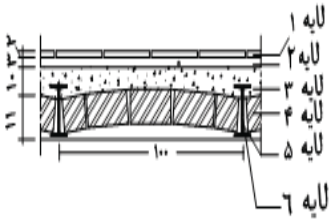
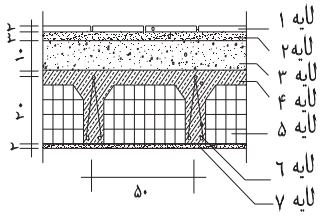
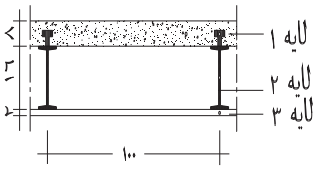
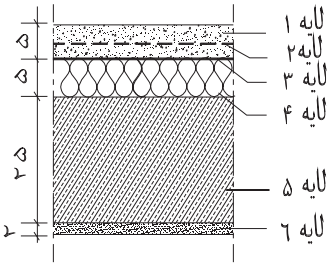
**جدول پ-۳-۴ :** مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای تعدادی از درها

| نوع در | $R_w$ یا STC (dB) |
|---|---|
| در چوبی توخالی به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر درزبندی شده | ۲۰ |
| در فلزی توخالی به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر درزبندی شده | ۲۸ |
| در چوبی توپر به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۱۹ کیلوگرم بر مترمربع، بدون درزبندی | ۲۰ |
| در چوبی توپر به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۱۹ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده | ۲۸ |
| در چوبی توپر به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۲۴٫۵ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده | ۳۱ |
| در چوبی توپر به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۲۵٫۵ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده | ۳۶ |
| در چوبی توپر به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۳۲٫۷ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده | ۳۹ |
| در چوبی توپر به‌ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۳۴٫۲ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده | ۴۵ |

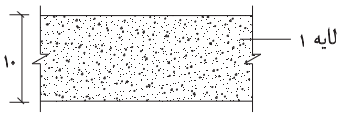
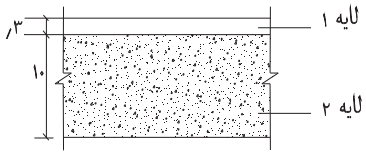
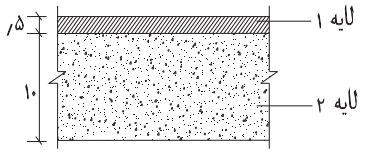
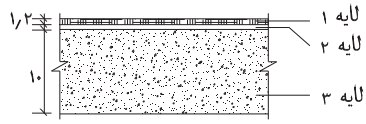
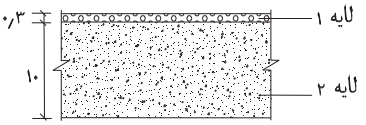
# پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف - سقف‌ها

مقادیر صدابندی کوبه‌ای تعدادی از کف - سقف‌های متداول برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۴ ارائه شده است. لازم به‌ذکر است که سقف‌های سازه‌ای با کف‌سازی سخت (سنگ، موزائیک و مشابه آن‌ها) از نظر صدابندی کوبه‌ای مناسب نیستند. به‌منظور افزایش صدابندی سقف‌ها در برابر صدای کوبه‌ای، باید از کف‌پوش‌های نرم، کف شناور، سقف کاذب و یا ترکیبی از آن‌ها استفاده نمود تا بتوان به الزامات مشخص شده در این مبحث دست یافت.

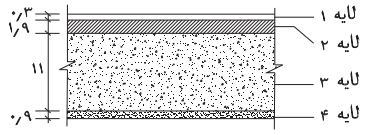
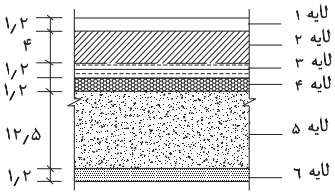
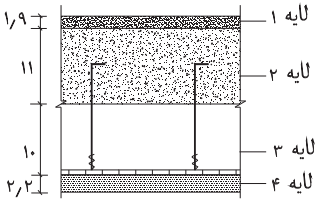
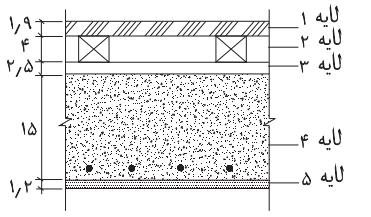
**جدول پ-۴ :** صدابندی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

| ساختار کف- سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) |
|---|---|---|---|---|
| **سقف طاق ضربی**<br>لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت ۲ سانتیمتر<br>لایه ۲- ملات ماسه و سیمان به‌ضخامت ۳ سانتیمتر<br>لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر<br>لایه ۴- آجرکاری با ملات گچ و خاک به ضخامت ۱۱ سانتیمتر<br>لایه ۵- تیرآهن ۱۴ با فاصله ۱۰۰ سانتیمتر<br>لایه ۶- اندود گچ پرداختی۱/۲ سانتیمتر | ۲۸ |  | ۶۸ | ۴۲ |
| **سقف تیرچه بلوک سفالی**<br>لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت ۲ سانتیمتر<br>لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۳ سانتیمتر<br>لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر<br>لایه ۴- بتن به‌ضخامت ۵ سانتیمتر<br>لایه ۵- تیرچه‌ها به‌ضخامت ۲۰ سانتیمتر و به فاصله ۵۰ سانتیمتر<br>لایه ۶- بلوک‌های سفالی<br>لایه ۷- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۲۷ |  | ۷۷ | ۲۷ |
| **سقف مرکب شامل تیرچه‌های فولادی و بتن (بدون کف‌پوش)**<br>لایه ۱- بتن به ضخامت ۸ سانتیمتر<br>لایه ۲- تیرچه‌های فولادی ۱۶ به فاصله ۱۰۰ سانتیمتر<br>لایه ۳- سقف کاذب گچی با رابیتس‌بندی به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۳۰ |  | ۷۶ | ۳۴ |
| **کف شناور (بدون کفپوش)**<br>لایه ۱- بتن به‌ضخامت ۵ سانتیمتر<br>لایه ۲- شبکه میلگرد ۶ میلیمتری<br>لایه ۳- لایه مشمع<br>لایه ۴- الیاف معدنی تخته‌ای به ضخامت ۵ سانتیمتر<br>لایه ۵- سقف تیرچه بلوک به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر<br>لایه ۶- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۳۷ |  | ۴۶ | ۶۴ |

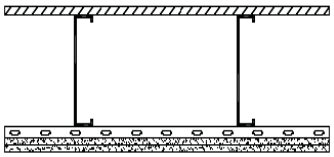
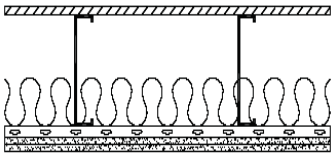
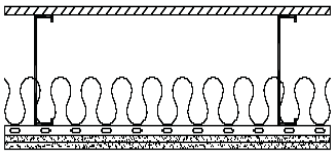
**ادامه جدول پ-۴ :** صدابندی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

| ساختار کف – سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) |
|---|---|---|---|---|
| دال بتنی مسلح (بدون کفپوش) رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان | ۱۰ |  | ۸۵ | ۲۵ |
| **دال بتنی مسلح با پوشش روی کف** لایه ۱- کف پوش از وینیل به‌ضخامت ۰/۳ سانتیمتر لایه ۲ - دال بتنی مسلح، رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان | ۱۰ |  | ۸۱ | ۲۹ |
| **دال بتنی مسلح با پوشش روی کف** لایه۱- موکت ۱/۵ سانتیمتری با فوم لاستیکی به ضخامت ۰/۶ سانتیمتر در پشت موکت لایه۲- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر | ۱۵ |  | ۳۰ | ۸۰ |
| **دال بتنی مسلح** لایه۱- پارکت به ابعاد ۲۲/۵ × ۲۲/۵ × ۱/۲ سانتیمتر لایه۲- ماستیک روی بتن لایه۳- دال بتنی مسلح به ضخامت ۱۰ سانتیمتر | ۱۰/۵ |  | ۶۹ | ۴۱ |
| **دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف** لایه ۱- چوب پنبه به‌ضخامت ۰/۳ سانتیمتر روی کف لایه ۲- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر | ۱۳ |  | ۳۰ | ۸۰ |

**ادامه جدول پ-۴ :** صدابندی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

| ساختار کف - سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) |
|---|---|---|---|---|
| **دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف**<br>لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۰/۳ سانتیمتر<br>لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۱/۹ سانتیمتر<br>لایه ۳- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر<br>لایه ۴- گچ کاری طرف سقف به‌ضخامت ۰/۹ سانتیمتر | ۱۳ |  | ۶۲ | ۴۸ |
| **دال بتنی مسلح با کف شناور متشکل از لایه‌های زیر :**<br>لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۱/۲ سانتیمتر<br>لایه ۲- ملات ماسه سیمان مسلح شده با شبکه آرماتور سبک ۴ سانتیمتر<br>لایه ۳- مقوای قیراندود به‌ضخامت ۱/۲ سانتیمتر<br>لایه ۴- الیاف معدنی به‌ضخامت ۱/۲ سانتیمتر<br>لایه ۵- سقف بتنی به‌ضخامت ۱۲/۵ سانتیمتر<br>لایه ۶- اندود گچ به‌ضخامت ۱/۲ سانتیمتر | ۲۰/۶ |  | ۵۷ | ۵۳ |
| **سقف دال بتنی مسلح با سقف کاذب**<br>لایه ۱- ملات ماسه سیمان به ضخامت ۱/۹ سانتیمتر<br>لایه ۲- سقف بتنی به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر<br>لایه ۳- رابیتس‌بندی با لایه هوا به عرض ۱۰ سانتیمتر<br>لایه ۴- اندود گچ کاری به‌ضخامت ۲/۲ سانتیمتر | ۲۵ |  | ۶۳ | ۴۷ |
| **سقف دال بتنی مسلح با لایه‌های زیر:**<br>لایه ۱- کف سازی چوبی به ضخامت ۱/۹ سانتیمتر<br>لایه ۲- تخته‌های چهار تراش ۵×۴ سانتیمتر<br>لایه ۳- الیاف معدنی به‌ضخامت ۲/۵ سانتیمتر<br>لایه ۴- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر<br>لایه ۵- گچ کاری به‌ضخامت ۱/۲ سانتیمتر | ۲۴ |  | ۵۳ | ۵۷ |

**ادامه جدول پ-۴ :** صدابندی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

| ساختار کف- سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) |
|---|---|---|---|---|
| تخته چندلایه ۱/۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر | ۲۵٫۶ |  | ۷۰ | ۴۰ |
| جزئیات فوق با فرش با موکت | | | ۵۰ | ۶۰ |
| تخته چندلایه ۱/۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر | ۲۵٫۶ |  | ۶۱ | ۴۹ |
| جزئیات فوق با فرش با موکت | | | ۴۱ | ۶۹ |
| تخته چندلایه ۱/۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۶۱۰ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به‌ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر | ۲۵٫۶ |  | ۶۸ | ۴۲ |
| جزئیات فوق با فرش با موکت | | | ۴۸ | ۶۲ |

# پیوست ۵- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون

مقادیر ضریب جذب برخی مواد برگرفته از منابع گوناگون خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۵ ارائه شده است. بدیهی است اطلاعات مربوط به ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون با هر ساختاری که در داخل فضا مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید از طرف شرکت‌های تولیدکننده آن‌ها ارائه شود تا طراح بتواند در تمهیداتی که برای آکوستیک داخلی به‌کار می‌برد، از آن‌ها بهره گیرد. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

**جدول پ-۵** مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

| نوع جذب‌کننده | ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ |
| **سطوح سخت** | | | | | | |
| بتن تراز شده، رنگ نشده | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۵ |
| بتن تراز شده، رنگ شده | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ |
| بتن زبر | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۷ |
| آجری با بندکشی هم سطح | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۵ | ۰/۰۷ |
| آجرکاری با بندکشی به عمق ۱۰ میلی‌متر | ۰/۰۸ | ۰/۰۹ | ۰/۱۲ | ۰/۱۶ | ۰/۲۲ | ۰/۲۴ |
| اندود گچی | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ |
| اندود گچی، رنگ شده | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ |
| کاشی سرامیکی | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ |
| شیشه ۴ میلیمتری | ۰/۳۰ | ۰/۲۰ | ۰/۱۰ | ۰/۰۷ | ۰/۰۵ | ۰/۰۲ |
| شیشه ۶ میلیمتری | ۰/۱۰ | ۰/۰۶ | ۰/۰۴ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ |
| شیشه دوجداره | ۰/۱۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ |
| **پانل‌ها** | | | | | | |
| در چوبی توپر | ۰/۱۴ | ۰/۱۰ | ۰/۰۶ | ۰/۰۸ | ۰/۱۰ | ۰/۱۰ |
| صفحات گچی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی نوارهای چوبی، ۱۸ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی | ۰/۳۰ | ۰/۲۰ | ۰/۱۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ |
| تخته چندلایی به‌ضخامت ۵ میلیمتر روی نوارهای چوبی، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی | ۰/۴۰ | ۰/۳۵ | ۰/۲۰ | ۰/۱۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ |
| صفحات گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۱۰۰ میلیمتر فاصله هوایی | ۰/۰۸ | ۰/۱۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ |
| صفحات گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۱۰۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی | ۰/۳۰ | ۰/۱۲ | ۰/۰۸ | ۰/۰۶ | ۰/۰۶ | ۰/۰۵ |
| دو لایه صفحه گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی | ۰/۱۵ | ۰/۱۰ | ۰/۰۶ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۵ |
| تخته‌های چوبی به‌ضخامت ۲۲ میلیمتر به پهنای ۱۰۰ میلیمتر و به فواصل ۱۰ میلیمتر از یکدیگر، ۵۰۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی | ۰/۰۵ | ۰/۲۵ | ۰/۶۰ | ۰/۱۵ | ۰/۰۵ | ۰/۱۰ |

**ادامه جدول پ-۵** مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

| نوع جذب‌کننده | ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ |
| **سقف کاذب** | | | | | | |
| تایل آکوستیکی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر، نصب مستقیماً روی سقف | ۰/۱۰ | ۰/۲۵ | ۰/۷۰ | ۰/۸۵ | ۰/۷۰ | ۰/۶۰ |
| تایل آکوستیکی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر به‌صورت سقف کاذب به فاصله ۵۰۰ میلیمتر از سقف | ۰/۷۵ | ۰/۷۰ | ۰/۶۵ | ۰/۸۵ | ۰/۸۵ | ۰/۸۰ |
| سقف کاذب گچی | ۰/۲۰ | ۰/۱۵ | ۰/۱۰ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ |
| **مواد الیافی** | | | | | | |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی $33\ kg/m^3$ | ۰/۱۵ | ۰/۶۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی $33\ kg/m^3$ | ۰/۳۰ | ۰/۸۵ | ۰/۹۵ | ۰/۸۵ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۱۰۰ میلیمتر با چگالی $33\ kg/m^3$ | ۰/۳۵ | ۰/۹۵ | ۱/۰۰ | ۰/۹۲ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی $60\ kg/m^3$ | ۰/۱۱ | ۰/۶۰ | ۰/۹۶ | ۰/۹۴ | ۰/۹۲ | ۰/۸۲ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی $60\ kg/m^3$ | ۰/۳۴ | ۰/۹۵ | ۱/۰۰ | ۰/۸۲ | ۰/۸۷ | ۰/۸۶ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر، ۲۵ میلیمتر فاصله هوایی | ۰/۱۰ | ۰/۴۰ | ۰/۷۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی | ۰/۵۰ | ۰/۷۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۸۰ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی $96\ kg/m^3$، در پشت صفحه فلزی سوراخ‌دار با ۲۵٪ سطح باز | ۰/۲۰ | ۰/۳۵ | ۰/۶۵ | ۰/۸۵ | ۰/۹۰ | ۰/۸۰ |
| اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر روی دیوار سخت | ۰/۰۳ | ۰/۱۵ | ۰/۵۰ | ۰/۸۰ | ۰/۸۵ | ۰/۸۰ |
| اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی دیوار سخت | ۰/۰۲ | ۰/۰۸ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۸۰ | ۰/۹۰ |
| اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی تخته گچی به فاصله هوایی ۷۵ میلیمتر از دیوار | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۸۰ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ |

**ادامه جدول پ-۵** مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

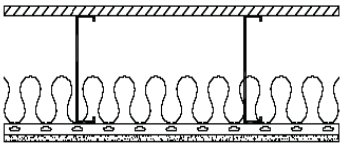
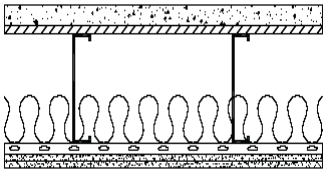
| نوع جذب‌کننده | ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ |
| **کف‌پوش‌ها** | | | | | | |
| موکت نازک ۶ میلیمتری با زیرلایه | ۰/۰۳ | ۰/۰۹ | ۰/۲۰ | ۰/۵۴ | ۰/۷۰ | ۰/۷۲ |
| موکت ضخیم ۹ میلیمتری با زیرلایه | ۰/۰۸ | ۰/۰۸ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۷۵ | ۰/۸۰ |
| کف چوبی (لمبه‌کوبی چوبی) بر روی تیرچه | ۰/۱۵ | ۰/۱۱ | ۰/۱۰ | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ | ۰/۰۷ |
| کف پارکت روی زیرسازی چوبی | ۰/۲۰ | ۰/۱۵ | ۰/۱۰ | ۰/۱۰ | ۰/۰۵ | ۰/۱۰ |
| کف پارکت بر روی بتن | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ | ۰/۰۶ | ۰/۰۷ |
| وینیل یا لینولیوم روی بتن | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۵ |
| **صندلی و شنونده** | | | | | | |
| شنونده نشسته روی صندلی چوبی | ۰/۱۶ | ۰/۲۴ | ۰/۵۶ | ۰/۶۹ | ۰/۸۱ | ۰/۷۸ |
| صندلی با پوشش پارچه‌ای | ۰/۴۹ | ۰/۶۶ | ۰/۸۰ | ۰/۸۸ | ۰/۸۲ | ۰/۷۰ |
| صندلی با پوشش چرمی | ۰/۴۰ | ۰/۵۰ | ۰/۵۸ | ۰/۶۱ | ۰/۵۸ | ۰/۵۰ |
| مبلمان اداری (میز کار) | ۰/۵۰ | ۰/۴۰ | ۰/۴۵ | ۰/۴۵ | ۰/۶۰ | ۰/۷۰ |

# واژه‌نامه

| | |
|---|---|
| ۱- صدا | 1- Sound |
| ۲- فراگیر کشسان | 2- Elastic medium |
| ۳- صدای هوابرد | 3- Airborne sound |
| ۴- صدای پیکری | 4- Structural sound |
| ۵- نوفه | 5- Noise |
| ۶- نوفه زمینه | 6- Background noise |
| ۷- تراگسیل صدای هوابرد | 7- Airborne sound transmission |
| ۸- تراگسیل صدای کوبه‌ای | 8- Impact sound transmission |
| ۹- ضریب جذب صدا | 9- Sound absorption coefficient |
| ۱۰- ضریب تراگسیل صدا | 10- Sound transmission coefficient |
| ۱۱- تراز شدت صدا | 11- Sound intensity level |
| ۱۲- تراز فشار صدا | 12- Sound pressure level |
| ۱۳- شبکه وزنی A | 13- A-weighting network |
| ۱۴- پاسخ بسامدی | 14- Frequency response |
| ۱۵- تراز فشار صدای وزن‌یافته A، $L_{PA}$ | 15- A-weighted sound pressure level |
| ۱۶- تراز صدای معادل، $L_{eq}$ | 16- Equivalent continuous sound pressure level |
| ۱۷- تراز صدای معادل وزن‌یافته A، $L_{AeqT}$ | 17- A-weighted equivalent sound pressure level |
| ۱۸- نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه (PNC) | 18- Preferred Noise Criteria |
| ۱۹- شاخص کاهش صدا، R | 19- Sound reduction index |
| ۲۰- افت تراگسیل صدا، TL | 20- Sound transmission coss |

| | |
|---|---|
| ۲۱- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، $R_w$ | 21- Weighted sound reduction index |
| ۲۲- درجه تراگسیل صدا، STC | 22- Sound Transmission Class |
| ۲۳- تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، $L_n$ | 23- Normalized impact sound pressure level |
| ۲۴- تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته، $L_{nw}$ | 24- Weighted normalized impact sound pressure level |
| ۲۵- درجه صدابندی کوبه‌ای، IIC | 25- Impact Insulation Class |

**ادامه جدول پ-۴ :** صدابندی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

| ساختار کف- سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) |
|---|---|---|---|---|
| تخته چندلایه ۱/۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر،الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، یک لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر | ۲۴/۳ |  | ۶۶ | ۴۴ |
| جزئیات فوق با فرش با موکت | | | ۴۶ | ۶۴ |
| بتن رویه با ضخامت ۳۸ میلیمتر روی تخته چندلایه ۱۶ میلیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به‌ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر | ۲۵/۶ |  | ۷۹ | ۳۱ |
| جزئیات فوق با فرش با موکت | | | ۴۰ | ۷۰ |

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

# مبحث نوزدهم

# صرفه‌جویی در مصرف انرژی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
۱۳۸۹

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | صرفه جویی در مصرف انرژی/ تهیه کننده دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۰. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۱۷۲ص.: جدول |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران مبحث نوزدهم. |
| **شابک:** | 978-964-7588-82-9 |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - مصرف انرژی |
| **رده بندی کنگره:** | ۱۹. ج ۱۳۹۰ ۲م۹الف/۳۴۰۲ KMH |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۲۳۲۷۸۱۶ |

# عنوان کتاب: مبحث ۱۹ صرفه جویی در مصرف انرژی

| | |
|---|---|
| **تهیه کننده:** | دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **نـــاشر:** | نشر توسعه ایران |
| **شمارگان:** | ۳۰۰۰ جلد |
| **شـــابک:** | ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۲-۹ |
| **نوبت چاپ:** | اول |
| **تاریخ چاپ:** | ۱۳۸۹ |
| **چاپ و صحافی:** | کانون |
| **قیمت:** | ۳۵۰۰۰ ریال |

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است .

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

وزارت مسکن و شهرسازی که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها

و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان وتصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

وزارت مسکن و شهرسازی، از هنگامی که این مسؤولیت مهم بر عهده‌اش واگذار گردیده است مجدانه سعی نموده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**
**وزیر مسکن و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدتقی احمدی | مسئول |
| • دکتر مرتضی محمد اردهالی | عضو |
| • دکتر حمیدرضا حافظی | عضو |
| • دکتر محمدتقی حریری | عضو |
| • دکتر ریما فیاض | عضو |
| • دکتر بهروز محمد کاری | عضو |

**با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن**

| | |
|---|---|
| **ج)** دکتر بهروز محمدکاری | مسئول و تنظیم کننده متن پیش‌نویس |

**د) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا |
| • مهندس لاله جعفر پوریانی | کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

## مقدمه

صرفه‌جویی در مصرف انرژی یکی از چالش‌های مهم جهان امروز است. در سال‌های اخیر، افزایش نگرانی‌ها در خصوص تبعات زیست‌محیطی مصرف انرژی و گرم شدن کره زمین، اهمیت این موضوع را دوچندان کرده است. از سوی دیگر سهم بخش ساختمان در مصرف انرژی کشورها قابل توجه است، و به همین دلیل، در چند دهه اخیر، در اکثر کشورهای صنعتی، اقدامات اساسی در زمینه اصلاح الگوی مصرف، با استفاده از ابزارهای مختلف از جمله تدوین مقررات و ضوابط، صورت گرفته است.

در کشور ما نیز، بخش ساختمان حدود ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهد. متأسفانه با این وجود، اقدامات انجام‌شده در سال‌های اخیر اثربخشی مورد انتظار را در کاهش مصرف انرژی بخش ساختمان نداشته است و رشد مصرف، همچنان روند افزایشی نگران‌کننده‌ای دارد. بدیهی است که تداوم این وضعیت، تبعات اقتصادی و زیست‌محیطی جبران‌ناپذیری برای کشور به دنبال خواهد داشت.

تجربه کشورهای صنعتی به‌روشنی لازمه تدوین ضوابط و مقررات منطبق با شرایط موجود در هر کشور را آشکار می‌سازد. در همین راستا، در سال ۱۳۷۰، اولین ویرایش مبحث ۱۹ مقررات ملّی ساختمان، تحت عنوان صرفه‌جویی در مصرف انرژی تدوین گردید که بخش اعظم آن ضوابط طراحی عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ خارجی ساختمان بود. متأسفانه، به دلیل عدم وجود آمادگی لازم در جامعه مهندسی ساختمان، ضوابط تعیین‌شده در این ویرایش، در اکثر پروژه‌های ساختمانی، اعم از دولتی و خصوصی، نادیده گرفته شد. با توجه به این موضوع، در سال ۱۳۷۸، جلد اول راهنمای این مبحث تهیه گردید و در آن اصول کلی عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطرح شد.

در ادامه، در سال ۱۳۸۱، ویرایش دوم مبحث ۱۹ مقررات ملّی ساختمان تهیه و ابلاغ گردید. در این ویرایش، علاوه بر پوستهٔ خارجی، تأسیسات مکانیکی و روشنایی ساختمان نیز، هر یک در فصلی جداگانه مطرح شدند، و توصیه‌هایی نیز برای طراحی ساختمان ارائه گردید. از طرف دیگر، در گروه‌بندی ساختمان‌ها، علاوه بر کاربری، عوامل دیگری نظیر نیاز انرژی سالانه نیز مد نظر قرار گرفت. همچنین برای یکسان‌سازی داده‌های فنی در خصوص مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورد استفاده در پوستهٔ خارجی ساختمان، ضرایب هدایت حرارت و مقاومت‌های حرارتی مورد نیاز در طراحی و محاسبات نیز به پیوست ارائه گردید.

اکنون، در ویرایش حاضر مبحث نوزدهم، مسایل زیر مورد نظر قرار گرفته است:

- ساده‌سازی متن مبحث تا حد امکان؛
- گسترش حوزه شمول و ساده‌سازی راه‌حل‌های تجویزی؛

- ارائه راهنمایی‌های لازم جهت تسهیل و یکسان‌سازی روش محاسبات طراحی عایق‌کاری حرارتی پوسته ساختمان مطابق با ضوابط مبحث ۱۹؛
- تکمیل داده‌های حرارتی مربوط به مصالح و فراورده‌های مورد استفاده در ساخت و ساز فعلی کشور، و همچنین فراورده‌های نوینی نظیر شیشه‌های دوجداره با پوشش‌های خاص، پنجره‌های یوپی‌وی‌سی و آلومینیوم گرماشکن و ... که جهت بهبود عملکرد حرارتی پوستهٔ خارجی ساختمان قابل استفاده هستند؛
- افزودن پیوست جامعی در رابطه با سایه‌بان‌های مناسب برای شهرهای مختلف کشور؛
- افزودن اطلاعات فنی و مقادیر عددی مورد نیاز برای محاسبه انواع پل حرارتی در پوسته ساختمان؛
- تکمیل و ساده‌سازی فصل مربوط به تأسیسات مکانیکی و تأکید بر مواردی نظیر کاربرد سیستم‌های کنترل و برنامه‌ریزی؛
- تکمیل و ساده‌سازی فصل مربوط به سیستم روشنایی و تأسیسات الکتریکی.

امید است، با رفع ابهامات موجود در ویرایش قبلی، و ارائه اطلاعات تکمیلی مورد نیاز، زمینه اجرایی شدن این مبحث در ساخت و ساز کشور، خصوصاً در پروژه‌های دولتی، بیش از پیش فراهم گردد.

بدیهی است ضوابط در نظر گرفته شده در این ویرایش، همچنان با مقررات وضع شده در کشورهای صنعتی فاصله دارد. امید است در آینده‌ای نه‌چندان دور، برای نیل هر چه بیشتر به استانداردهای مطرح جهانی در زمینه مصرف انرژی، گام‌های لازم برداشته شود که به نظر می‌رسد اهم اقدامات در این زمینه اشاعه فرهنگ پایداری، ساختمان‌های سبز، سیستم‌های هوشمند، کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر، سیستم‌های نوین تهویه و تعمیم برچسب انرژی به تمامی فراورده‌ها و تجهیزاتی است که در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کمیته تخصصی مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**۱۹-۱ کلیات ..... ۱**

۱۹-۱-۱ دامنه کاربرد ..... ۱

۱۹-۱-۲ تعاریف ..... ۲

**۱۹-۲ مقررات کلی طراحی و اجرا ..... ۱۳**

۱۹-۲-۱ مدارک مورد نیاز برای اخذ پروانهٔ ساختمان ..... ۱۳

۱۹-۲-۱-۱ گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح ..... ۱۳

۱۹-۲-۱-۲ چک لیست انرژی ..... ۱۳

۱۹-۲-۱-۳ نقشه‌های ساختمان ..... ۱۴

۱۹-۲-۱-۴ مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق حرارت ..... ۱۴

۱۹-۲-۱-۵ مشخصات فنی سیستم‌های مکانیکی و روشنایی ..... ۱۵

۱۹-۲-۲ عوامل ویژهٔ اصلی و گروه‌بندی ساختمان‌ها ..... ۱۵

۱۹-۲-۲-۱ گونه‌بندی کاربری ساختمان ..... ۱۵

۱۹-۲-۲-۲ گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی محل استقرار ساختمان ..... ۱۶

۱۹-۲-۲-۳ گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان ..... ۱۶

۱۹-۲-۲-۴ گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان ..... ۱۶

۱۹-۲-۲-۵ گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ..... ۱۷

۱۹-۲-۳ عوامل ویژهٔ فرعی ..... ۱۷

۱۹-۲-۳-۱ گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی ..... ۱۷

۱۹-۲-۳-۲ گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی ..... ۱۸

۱۹-۲-۴ روش‌های طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان ..... ۱۸

۱۹-۲-۵ طراحی سیستم‌های مکانیکی ..... ۱۹

۱۹-۲-۶ طراحی سیستم روشنایی ..... ۱۹

**۱۹-۳ پوستهٔ خارجی ساختمان ..... ۲۱**
۱۹-۳-۱ روش الف - روش کارکردی ..... ۲۱
۱۹-۳-۱-۱ محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ..... ۲۳
۱۹-۳-۱-۲ ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی پوستهٔ خارجی ..... ۲۶
۱۹-۳-۱-۳ محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح و کنترل مشخصات پوسته ..... ۲۸
۱۹-۳-۲ روش ب – روش تجویزی ..... ۳۳
۱۹-۳-۲-۱ الزامات در راه‌حل‌های فنی روش تجویزی ..... ۳۴
۱۹-۳-۲-۲ اثر بهره‌گیری مناسب از نور خورشید ..... ۳۵
۱۹-۳-۲-۳ اثر بهره‌گیری از سایه‌بان مناسب ..... ۳۵
۱۹-۳-۲-۴ نکاتی دربارهٔ مجموعه راه‌حل‌های فنی روش تجویزی ..... ۳۵
۱۹-۳-۲-۵ مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-۱ (با پنجرهٔ برتر) ..... ۳۷
۱۹-۳-۲-۶ مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-۲ (با پنجرهٔ ساده) ..... ۴۳
۱۹-۳-۳ اصولی کلی و توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان ..... ۴۷
۱۹-۳-۳-۱ جهت‌گیری ساختمان ..... ۴۷
۱۹-۳-۳-۲ حجم و فرم کلی ساختمان ..... ۴۷
۱۹-۳-۳-۳ جانمایی فضاهای داخلی ..... ۴۸
۱۹-۳-۳-۴ جدارهای نورگذر ..... ۴۸
۱۹-۳-۳-۵ سایبان‌ها ..... ۴۹
۱۹-۳-۳-۶ اینرسی حرارتی ..... ۴۹
۱۹-۳-۳-۷ تهویه طبیعی ..... ۵۰
**۱۹-۴ تأسیسات مکانیکی ..... ۵۱**
۱۹-۴-۱ مقررات کلی ..... ۵۱
۱۹-۴-۲ تأسیسات سرمایش و گرمایش ..... ۵۲
۱۹-۴-۲-۱ تأمین سرمایش و گرمایش ..... ۵۲
۱۹-۴-۲-۲ مدارهای توزیع ..... ۵۴
۱۹-۴-۲-۳ پایانه‌های سرمایش و گرمایش ..... ۵۵
۱۹-۴-۳ سیستم‌های تهویه ..... ۵۵
۱۹-۴-۳-۱ تأمین هوای تازه ..... ۵۵
۱۹-۴-۳-۲ کیفیت درزبندی بازشوها ..... ۵۵
۱۹-۴-۴ تأسیسات آب گرم مصرفی ..... ۵۶

۱۹-۴-۴-۱ ملاحظات کلی ..... ۵۶
۱۹-۴-۴-۲ عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن ..... ۵۷
**۱۹-۵ سیستم روشنایی و انرژی الکتریکی ..... ۵۹**
۱۹-۵-۱ سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی ..... ۵۹
۱۹-۵-۲ سیستم‌های کنترل روشنایی ..... ۵۹
۱۹-۵-۲-۱ روشنایی فضاها ..... ۵۹
۱۹-۵-۲-۲ سیستم‌های کاهش میزان و یا مدت روشنایی ..... ۶۰
۱۹-۵-۲-۳ کنترل خاموش کردن روشنایی ..... ۶۰
۱۹-۵-۳ شدت روشنایی فضاها ..... ۶۱
۱۹-۵-۴ روشنایی محوطه و بیرون ساختمان ..... ۶۱
۱۹-۵-۴-۱ لامپ‌ها ..... ۶۱
۱۹-۵-۴-۲ کنترل روشنایی محوطه و خارج ساختمان ..... ۶۱
۱۹-۵-۵ کنتور ..... ۶۱
۱۹-۵-۶ موتورها ..... ۶۲
**پیوست ۱: روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان ..... ۶۳**
پ۱-۱ تعیین جرم سطحی مؤثر جدار ..... ۶۳
پ۱-۱-۱ جدار در تماس با خارج ..... ۶۳
پ۱-۱-۲ جدار مجاور خاک ..... ۶۴
پ۱-۱-۳ جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده ..... ۶۴
پ۱-۱-۴ جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان ..... ۶۴
پ۱-۲ جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید ..... ۶۴
پ۱-۳ گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن ..... ۶۵
**پیوست ۲: روش محاسبهٔ شاخص خورشیدی ..... ۶۷**
**پیوست ۳: گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی شهرهای ایران ..... ۶۹**
**پیوست ۴: گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها ..... ۸۱**
**پیوست ۵: تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ..... ۸۳**
**پیوست ۶: مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم ..... ۸۵**
**پیوست ۷: ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول ..... ۸۷**

**پیوست ۸ : مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی ..... ۹۷**
پ ۸-۱ مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی ..... ۹۷
پ ۸-۲ مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس ..... ۹۸
پ۸-۳ مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول ..... ۹۹
پ۸-۳-۱ آجر پلاک (نما) ..... ۹۹
پ۸-۳-۲ آجر توپر (دیوار) ..... ۹۹
پ۸-۳-۳ آجر سوراخ‌دار (دیوار) ..... ۱۰۰
پ۸-۳-۴ بلوک سفالی (دیوار) ..... ۱۰۰
پ۸-۳-۵ بلوک سیمانی (دیوار) ..... ۱۰۱
پ۸-۳-۶ تیرچه و بلوک سفالی (سقف) ..... ۱۰۱
پ۸-۳-۷ تیرچه و بلوک سیمانی (سقف) ..... ۱۰۲
پ۸-۳-۸ تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف) ..... ۱۰۲
**پیوست ۹ : ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها ..... ۱۰۷**
پ۹-۱ ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها ..... ۱۰۷
پ ۹-۱-۱ شیشه‌های ساده ..... ۱۰۸
پ۹-۱-۲ شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی ..... ۱۰۹
پ ۹-۱-۳ شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) ..... ۱۱۰
پ۹-۲ ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ..... ۱۱۲
پ۹-۲-۱ جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده ..... ۱۱۲
پ۹-۲-۲ جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره ..... ۱۱۲
پ۹-۳ مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ..... ۱۲۰
پ۹-۴ ضرایب انتقال حرارت درها ..... ۱۲۲
**پیوست ۱۰ : سایه‌بان‌ها ..... ۱۲۳**
**پیوست ۱۱ : روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی ..... ۱۳۹**
پ۱۱-۱ گونه‌های مختلف پل‌های حرارتی ..... ۱۴۱
پ۱۱-۲ روند محاسبات عددی ..... ۱۴۱
پ۱۱-۳ ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول ..... ۱۴۱
پ۱۱-۳-۱ کف‌های زیرین مجاور خاک ..... ۱۴۱
پ۱۱-۳-۲ دیوارهای مجاور خاک ..... ۱۴۶

پ۱۱-۳-۳ اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده ..... ۱۴۷
پ۱۱-۳-۴ اتصالات متداول سقف‌های میانی ..... ۱۴۸
پ۱۱-۳-۵ اتصالات متداول بام‌ها و دیوار ..... ۱۴۸
پ۱۱-۳-۶ اتصال دیوارهای داخلی و خارجی ..... ۱۴۹
پ۱۱-۳-۷ اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر ..... ۱۴۹

# 1-19 کلیات

مبحث حاضر از مقررات ملّی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ خارجی، سیستم‌های تأسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویهٔ مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی، و الزامات طراحی سیستم روشنایی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند.

در بخش اول مبحث، کلیات و تعاریف و در بخش دوم مقررات کلی طرح و اجرا آمده است. بخش سوم به روش‌های طراحی عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ خارجی ساختمان و توصیه‌هایی در مورد طراحی معماری اختصاص داده شده است. در بخش چهارم، ضوابط مربوط به تأسیسات مکانیکی و در بخش پنجم، ضوابط مربوط به سیستم روشنایی و تأسیسات الکتریکی بیان شده است. در ضمن، در پیوست‌های یازده‌گانه این مبحث نیز اطلاعات تکمیلی و روش‌های محاسبه مربوط به بخش‌های مختلف مبحث ارائه شده است.

شایان ذکر است که در کنار رعایت الزامات تعیین‌شده در این مبحث، باید همواره تأمین حداقل تهویهٔ مورد نیاز برای سلامت ساکنان ساختمان‌ها منظور شود.

## 1-1-19 دامنه کاربرد

ضوابط ارائه شده در مورد پوستهٔ خارجی (بخش19-3) برای تمام ساختمان‌های جدیدالاحداث، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر. ک. به بخش19-2-2-5)، لازم‌الاجراست. این ضوابط در قالب دو روش الف (کارکردی[1]) و روش ب (تجویزی[2]) ارائه شده است. از روش کارکردی می‌توان در مورد تمام ساختمان‌ها استفاده کرد؛ اما کاربرد روش تجویزی به ساختمان‌های مسکونیِ 1 تا 9 طبقه، با زیربنای مفید زیر 2000 مترمربع، و ساختمان‌های گروه سه از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی محدود می‌شود.

1. System Performance Method
2. Prescriptive Method

همچنین، رعایت ضوابط مربوط به سیستم‌ها و تجهیزات مکانیکی (بخش19-4) و سیستم روشنایی (بخش19-5) در مورد تمامی ساختمان‌ها، با کاربری‌های مندرج در پیوست 4 این مبحث، الزامی است.

کلیه ضوابط این مبحث می‌تواند، با رعایت سایر مباحث مقررات و ضوابط فنی، برای ساختمان‌های موجود نیز استفاده شود.

## 19-1-2 تعاریف

تعاریف این بخش فقط برای این مبحث ارائه شده است.

**احداث** **Construction**

بنا کردن ساختمان بر زمین خالی.

**اینرسی حرارتی** **Thermal inertia**

قابلیت کلی پوستهٔ خارجی و جدارهای داخلی در ذخیرهٔ انرژی، باز پس دادن آن و تأثیرگذاری بر نوسان‌های دما و بار گرمایی و سرمایی فضاهای کنترل‌شده ساختمان. اینرسی حرارتی ساختمان با استفاده از جرم سطحی مفید ساختمان گروه‌بندی می‌شود (ر.ک. به پیوست 1).

**بازسازی** **Renovation**

دوباره‌سازی بخش‌های عمده‌ای از ساختمان که در اثر سانحه یا فرسودگی آسیب دیده است.

**بازشو** **Opening**

همهٔ سطوح قابل باز شدن در پوستهٔ ساختمان، که برای دسترسی، تأمین روشنایی، دید به خارج، خروج گاز حاصل از سوخت، تهویه و تعویض هوا ایجاد می‌گردند؛ مانند درها، پنجره‌ها و نورگیرها.

**بام تخت** **Flat roof**

پوشش نهایی ساختمان که شیبی کمتر از 10 درجه یا مساوی آن، نسبت به افق دارد.

**بام شیب‌دار** **Pitched roof**

پوشش نهایی ساختمان که شیبی بیشتر از 10 درجه و کمتر از 60 درجه نسبت به سطح افقی دارد. بر روی سقف شیب‌دار، فضای خارج و در زیر آن، فضای کنترل‌شده یا کنترل‌نشده قرار دارد. اگر شیب جدار بیش از 60 درجه باشد، از دید این مبحث دیوار تلقی می‌شود.

**برچسب انرژی** **Energy label**

برچسب تعیین‌شده توسط مقامات ذیصلاح، به منظور نصب بر روی تولیدات صنعتی مورد استفاده در ساختمان، برای مشخص کردن حد کیفیت محصولات از نظر مصرف انرژی.

**پایانهٔ حرارتی** **Thermal terminal**

بخشی از یک سیستم مرکزی سرمایی یا گرمایی که در آخر مدار قرار دارد و انرژی منتقل‌شده توسط مدار توزیع را به فضا یا فضاهای کنترل شده انتقال می‌دهد (مانند رادیاتور).

**پل حرارتی** **Thermal bridge**

نقاطی از ساختمان که، به علت ناپیوستگی عایق حرارتی پوستهٔ خارجی، مقاومت حرارتی در آنها کاهش می‌یابد و باعث افزایش موضعی میزان انتقال حرارت می‌گردد.

**پوستهٔ خارجی** **Building envelope**

تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوارها، سقف‌ها، کف‌ها، بازشوها، سطوح نورگذر و مانند آنها، که از یک طرف با فضای خارج یا فضای کنترل نشده، و از طرف دیگر با فضای کنترل‌شده داخل ساختمان در ارتباط هستند.

پوستهٔ خارجی در تمام موارد الزاماً با پوسته کالبدی ساختمان یکی نیست، زیرا پوستهٔ کالبدی ممکن است دربرگیرندهٔ فضاهای کنترل‌نشده نیز باشد. پوستهٔ خارجی ساختمان همچنین شامل عناصری است که، در وجه خارجی خود، مجاور خاک و زمین هستند.

**پوستهٔ کالبدی** **Physical envelope**

تمام سطوح پیرامونی ساختمان، اعم از دیوار، سقف، کف، بازشو و مانند آنها، که از یک طرف با فضای خارج و از طرف دیگر با فضای کنترل‌شده یا فضای کنترل‌نشده در ارتباط هستند.

**تعویض هوا** **Air exchange (air change)**

تأمین شرایط بهداشتی هوای داخل فضای کنترل‌شده، با عوض کـردن میـزان مشخـصی از آن هوا با هوای تازه، در یک دورهٔ زمانی.

**تغییر کاربری** **Change of occupancy**

تغییر نوع بهره‌برداری از ساختمان موجود.

**توسعه** **Development**

گسترش ساختمان موجود در سطح، یا افزودن به طبقات آن.

**تهویه** **Ventilation**

روند دمیدن یا مکیدن هوا، از طریق طبیعی یا مکانیکی، به هر فضایی یـا از هـر فـضایی، بـرای تأمین شرایط بهداشت و آسایش (از قبیل کنترل دما و میزان رطوبت هوا، جلوگیری از بروز میعـان، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها و مانند آنها). چنین هوایی ممکن است مطبوع شده باشد.

**تهویهٔ مطبوع** **Air conditioning**

نوعی از تهویه همراه با تنظیم عواملی همچون دمـا و رطوبـت، همـراه بـا حـذف آلاینـده‌هـای مختلف (مانند بو، گرد و غبار، میکروارگانیسم‌ها) برای تأمین شرایط تعیین‌شده.

**جدار نورگذر (شفاف یا نیمه شفاف)** **Translucent or Transparent layer**

جداری که ضریب عبور نور مرئی آن بزرگ‌تر از 0,05 است. جدار نورگذر بـر دو نـوع شـفاف و مات است و شامل پنجره‌ها، نماها و درهای خارجی نورگذر، نورگیرها و مشابه آنهاست.

**جرم سطحی** **Surface mass**

جرم متوسط یک متر مربع از سطح پوستهٔ داخلی یا خارجی ساختمان.

**جرم سطحی مؤثر جدار ($m_i$)** **Effective surface mass of partitions**

جرم سطحی بخش رو به داخل جدار تشکیل دهندهٔ پوستهٔ خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان، که در محاسبهٔ جرم مؤثر و اینرسی حرارتی ساختمان در نظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست 1).

**جرم مؤثر جدار** **Effective mass of partitions**

حاصل‌ضرب جرم سطحی مؤثر در سطح جدار.

**جرم مؤثر ساختمان (M)** **Building effective mass**

مجموع جرم مؤثر جدارهای تشکیل‌دهنده پوستهٔ خارجی یا جدارهای داخلی ساختمان که در محاسبهٔ اینرسی حرارتی ساختمان درنظر گرفته می‌شود (ر.ک. به پیوست 1).

**جرم مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا ($m_a$)** **Building effective surface mass**

نسبت جرم مؤثر ساختمان به سطح زیربنای مفید (ر.ک. به پیوست 1).

**دیوار** **Wall**

بخشی از پوستهٔ خارجی یا داخلی غیرنورگذر ساختمان که عمودی است، یا با زاویهٔ بیش از 60 درجه نسبت به سطح افقی قرار گرفته است.

**روز- درجهٔ سرمایش** **Cooling degree day**

واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار سرمایشی یک ساختمان در اوقات گرم سال به کار می‌رود. روز درجه سرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به 21 درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از 21 درجه سلسیوس بالاتر است.

**روز- درجهٔ گرمایش** **Heating degree day**

واحدی براساس دما و زمان، که برای برآورد مصرف انرژی و تعیین بار گرمایشی یک ساختمان در اوقات سرد سال به کار می‌رود. روز درجه گرمایش برابر است با مجموع اختلاف دمای متوسط روزانه نسبت به 18 درجهٔ سلسیوس، در اوقاتی از سال که دمای متوسط روزانه از 18 درجه سلسیوس پایین‌تر است.

**زیربنای مفید ($A_h$)** **Building usable area**

مجموع سطح زیربنای فضاهای کنترل شده در یک ساختمان.

**ساختمان مستقل کم‌ارتفاع Individual (detached or semi-detached) dwelling**

ساختمانی حداکثر دو طبقه که از چهار طرف با ساختمان‌های مجاور فاصله دارد، یا دارای فصل مشترکی با مساحت کم‌تر از 15 متر مربع با آنهاست. در این مبحث، هر جا به اختصار عبارت «ساختمان مستقل» ذکر شود، منظور «ساختمان مستقل کم‌ارتفاع» است.

**ساختمان غیرمستقل Attached Building**

در این مبحث، هر ساختمانی که در قالب تعریف «ساختمان مستقل کم‌ارتفاع» نگنجد، ساختمان غیرمستقل شناخته می‌شود.

**سیستم قطع و کنترل اتوماتیک Automatic control (& cut out) system**

سیستمی که، با روشن و خاموش کردن تأسیسات گرمایی یا سرمایی، دمای رفت سیال یا دمای فضاها را، در محدودهٔ تعیین‌شده، به صورت خودکار تنظیم می‌کند.

**شاخص خورشیدی ($I_s$) Solar index**

ضریبی که، براساس آن، مقدار بهره‌گیری ساختمان از انرژی تابشی خورشید تعیین می‌شود.

**شیشهٔ کم‌گسیل Low-E (Emissivity) glass**

شیشه‌ای که، به علت وجود پوشش‌های پایه فلزی میکروسکوپی خاص بر روی یک یا دو سطح آن، تابش فروسرخ سطح گرم شیشه به سطوح سرد پیرامون، و در نتیجه ضریب انتقال حرارت آن، نسبت به شیشه‌های شفاف، کاهش یافته است. شیشه‌های شفاف به‌طور معمول گسیلندگی (ضریب گسیل) حدود 0/85 دارند، اما گسیلندگی شیشهٔ کم‌گسیل، در سطحی که پوشش کم‌گسیل بر آن نشانده شده است، می‌تواند تا میزان 0/05 کاهش یابد.

**ضریب انتقال حرارت طرح (H) Building heat loss (transfer) coefficient**

ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان، یا بخشی از آن، برابر است با مجموع انتقال حرارت از جدارهای فضاهای کنترل‌شده، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه کلوین باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت [W/K] است. در روش کارکردی، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می‌گردد.

**ضریب انتقال حرارت خطی (Ψ) Linear thermal transmittance**

ضریب انتقال حرارت خطی بخشی یک بعدی از پوستهٔ خارجی ساختمان برابر است با توان حرارتی منتقل شده از یک متر طول آن عنصر، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه کلوین باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت خطی [W/m.K] است.

**ضریب انتقال حرارت سطحی (U) Thermal transmittance**

ضریب انتقال حرارت سطحی بخشی از پوستهٔ خارجی ساختمان برابر است با توان حرارتی منتقل شده از سطحی از آن با مساحت یک مترمربع، در صورتی که اختلاف دمای داخل و خارج برابر یک درجه کلوین باشد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت $[W/m^2.K]$ است.

**ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع ($\hat{U}$) Required thermal transmittance**

ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع، ضریب انتقال حرارت سطحی انواع مختلف جدارهای تشکیل‌دهنده پوستهٔ خارجی ساختمان (مانند دیوار، سقف، کف، جدار نورگذر، در) است، که در این مبحث برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع به کار می‌رود. واحد ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع $[W/m^2.K]$ است.

**ضریب انتقال حرارت مرجع ($\hat{H}$) Required heat loss (transfer) coefficient**

ضریب انتقال حرارت مرجع، حداکثر ضریب انتقال حرارت مجاز ساختمان یا بخشی از آن است، و با استفاده از روابط ارائه‌شده در این مبحث محاسبه می‌گردد. واحد مورد استفاده برای ضریب انتقال حرارت [W/K] است.

**ضریب تبادل حرارت در سطح جدار (h) Surface heat transfer coefficient**

نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دمای سطح جدار و هوای محیط مجاور، در حالت پایدار (ر.ک. به پیوست 8).

**ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع (γ) Required heat transfer correction factor**

ضریبی که، در صورت طراحی مناسب و بهره‌گیری بهینه از انرژی خورشیدی در مناطق سردسیر، برای تصحیح مقادیر انتقال حرارت مرجع محاسبه می‌گردد.

**ضریب کاهش انتقال حرارت (τ)** **Thermal transmittance reduction factor**

از آنجا که اختلاف دمای فضای داخل و فضایی کنترل‌نشده کمتر از اختلاف دمای میان فضاهای داخل و خارج است، در محاسبه انتقال حرارت از سطوح مجاور فضاهای کنترل‌نشده، ضریبی به عنوان ضریب کاهش انتقال حرارت در نظر گرفته می‌شود (ر. ک. به 19-3-1-3-5).

**ضریب عبور (گذر) خورشیدی سطح نورگذر (S)** **Solar transmittance**

نسبت انرژی خورشیدی عبور کرده از سطح نورگذر به انرژی خورشیدی تابیده‌شده به آن.

**ضریب هدایت حرارت (λ)** **Thermal conductivity**

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک متر مربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، می‌گذرد، در زمانی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلوین است. واحد ضریب هدایت حرارت [W/m.K] است.

**عایق (عایق حرارت)** **Thermal insulation (Insulating material)**

مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما را از محیطی به محیطی دیگر به طور مؤثر کاهش دهد. در مواردی، عایق حرارت می‌تواند، علاوه بر کاهش انتقال حرارت، کاربردهای دیگری نیز مانند باربری، صدابندی داشته باشد. در این مبحث، کلمه «عایق» معادل عایق حرارت به کار می‌رود. تحت شرایط ویژه، هوا نیز می‌تواند عایق حرارت محسوب شود.

عایق حرارت قابل استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود که دارای ضریب هدایت حرارت کمتر یا مساوی 0/065 W/m.K و مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از 0/5 $m^2$.K/W باشد.

**عایق‌کاری حرارتی (گرمابندی)** **Thermal insulation**

استفاده از عایق‌های حرارتی برای محدود کردن میزان انتقال حرارت در اجزای ساختمانی. سیستم عایق‌کاری حرارتی باید دو شرط زیر را دارا باشد:

- مقاومت حرارتی کل پوستهٔ خارجی به همراه عایق حرارتی از حد مشخص‌شده‌ای بیشتر باشد؛
- ضریب هدایت حرارتی عایق مصرفی از حد مشخص‌شده‌ای بیشتر نباشد.

در برخی موارد، با انتخاب مناسب مصالح مورد نیاز در پوستهٔ خارجی، می‌توان مقاومت حرارتی یادشده در مقررات را بدون استفاده از عایق حرارتی تأمین کرد.

در صورت عایق‌کاری حرارتی مناسب عناصر ساختمان، تأمین و حفظ آسایش حرارتی در فضاهای کنترل‌شده به آسانی و با صرفه‌جویی در مصرف انرژی امکان‌پذیر می‌گردد.

عایق‌کاری حرارتی به وسیلهٔ یک ماده یا مصالح خاص یا با سیستمی با چندین کارآیی صورت می‌گیرد. برای مثال، یک دیوار باربر می‌تواند در عین حال نقش عایق حرارتی را نیز داشته باشد. ولی در بیشتر موارد، لازم است لایه‌ای ویژه، صرفاً به‌عنوان عایق حرارت، به جدار اضافه شود.

**عایق‌کاری حرارتی از داخل** **Internal thermal insulation**

عایق‌کاری حرارتی اجزای ساختمانی، که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت داخل صورت می‌گیرد.

**عایق‌کاری حرارتی از خارج** **External thermal insulation**

عایق‌کاری حرارتی اجزای ساختمانی، که با افزودن یک لایه عایق حرارت در سمت خارج صورت می‌گیرد.

**عایق‌کاری حرارتی پیرامونی** **Peripheral thermal insulation**

عایق‌کاری حرارتی با عرضی محدود در کف روی خاک، در مجاورت و امتداد دیوارهای پوستهٔ خارجی ساختمان.

**عایق‌کاری حرارتی همگن** **Distributed thermal insulation**

نوعی عایق‌کاری حرارتی که در آن مصالح ساختمانی مصرف شده، اعم از سازه‌ای و غیر سازه‌ای، در بخش اعظم ضخامت پوستهٔ خارجی (دیوار، سقف، کف)، مقاومت حرارتی زیادی داشته باشد.

**عناصر ساختمانی** **Building elements**

بخش‌هایی از ساختمان که برای تأمین نیازهای سازه‌ای یا غیر سازه‌ای طراحی و ساخته شده است و در پیوند با یکدیگر، یکپارچگی ساختمان را تأمین می‌کند (مانند بام، سقف، دیوار و بازشو).

**عوامل ویژه** **Specific factors**

عواملی که وضعیت ساختمان را، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، تعیین می‌کنند. این عوامل شامل دو نوع اصلی و فرعی است (ر.ک. به 19-2-2 و 19-2-3).

**Living space**

**فضای زیستی**

فضای مورد استفاده روزمرهٔ افراد، اعم از فضای مسکونی، فضای کار و مانند آن‌ها.

**فضای کنترل‌شده** **Conditioned space**

بخش‌هایی از فضای داخل ساختمان، از فضای زیستی و غیر آن، که به علت عملکرد خاص، به طور مداوم تا دمایی برابر، بالاتر یا پایین‌تر از دمای زیست‌گاه گرم یا سرد می‌شوند.

**فضای کنترل‌نشده** **Unconditioned space**

بخش‌هایی از فضای ساختمان که تعریف فضای کنترل شده در بر گیرنده آنها نیست (همانند درز انقطاع هوابندشده بین دو ساختمان، راه پله‌ها، دالان‌ها و پارکینگ‌هایی که فاقد پایانه‌های گرمایشی و سرمایشی‌اند).

**کاربری ساختمان** **Building occupancy**

نوع کاربرد ساختمان طبق گروه‌بندی ارائه‌شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (ر.ک. به پیوست 4). شایان ذکر است که در برخی مباحث مقررات ملی ساختمان، به‌جای واژه «کاربری» عبارت «نحوهٔ تصرف» به کار رفته است.

**کف** **Floor**

عنصر ساختمانی افقی که در بالا با فضایی کنترل‌شده، و در پایین با خاک، فضای کنترل‌نشده یا فضای خارجی در تماس است. کف بخشی از پوستهٔ خارجی ساختمان محسوب می‌شود.

**گرمایش پایه** **Background heating**

گرمایش اصلی ساختمان که با دمای خارج تنظیم می‌گردد.

**گرمایش تکمیلی** **Complementary heating**

گرمایش فرعی ساختمان که برای جواب‌گویی به نیازهای گرمایی کوتاه مدت، در مواقعی که گرمایش پایه به‌تنهایی کافی نیست، پیش‌بینی می‌گردد.

**گرمایش مرکب** **Composite heating**

گرمایش تشکیل‌شده از دو مؤلفهٔ پایه و تکمیلی.

**لامپ کم‌مصرف (پر بازده)** **Low consumption (high efficiency) lamp**

لامپ با بازده بیش از 55 لومن بر وات.

**محدودهٔ آسایش (حرارتی)** **Thermal comfort zone**

شرایط حرارتی و رطوبتی که حدود 80% ساکنان یا استفاده‌کنندگان در آن احساس آسایش دارند.

**محدودهٔ دمای متعارف** **Normal tempereture interval**

محدودهٔ دمایی که در فضاهای دارای عملکرد خاص باید حفظ گردد.

**مراجع ذی‌صلاح** **Competent authorities**

مراجعی که صلاحیت آنها در زمینه‌های تعیین‌شده در این مبحث مورد تأیید رسمی است، مانند مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

**مقاومت حرارتی** **Thermal resistance**

نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن. مقاومت حرارتی جدار متشکل از چند لایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌هاست.

مقاومت حرارتی مشخص‌کننده قابلیت عایق بودن یک یا چند لایه از پوسته یا کل پوسته از نظر حرارتی است. مقاومت حرارتی با $R$ نمایانده می‌شود و واحد آن $[m^2K/W]$ است.

**نشت هوا** **Air leakage**

ورود یا خروج هوا در ساختمان، از منافذ و مجراهایی غیر از محل‌هایی که برای تعویض هوا پیش‌بینی شده است.

**واحد مسکونی** **Residential unit**

یک واحد خانه، متشکل از یک اتاق یا بیشتر، که امکانات کامل و مستقل (خواب، خوراک، پخت و پز و بهداشت) برای زندگی یک نفر یا بیشتر در آن فراهم باشد.

**هوابندی** **Air tightening**

جلوگیری از ورود و خروج هوا، از طریق پوسته یا درزهای عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن.

# 2-19 مقررات کلی طراحی و اجرا

## 1-2-19 مدارک مورد نیاز برای اخذ پروانهٔ ساختمان

در زمان اخذ پروانه ساختمان، لازم است مدارک زیر، برای تأیید ساختمان از نظر ضوابط صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ارائه گردد:

### 1-1-2-19 گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح

### 2-1-2-19 چک لیست انرژی

چک‌لیست انرژی باید حاوی خلاصهٔ اطلاعات زیر باشد:

1- مشخصات پروندهٔ ساختمانی و مهندس طراح؛

2- عوامل ویژهٔ اصلی:

- گونه‌بندی کاربری ساختمان (مطابق 19-2-2-1)؛
- گونه‌بندی نیاز انرژی سالانهٔ محل استقرار ساختمان (مطابق 19-2-2-2)؛
- گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان (مطابق 19-2-2-3)؛
- گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان (مطابق 19-2-2-4).

3- گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (که بر اساس عوامل ویژه اصلی یاد شده و مطابق بند 19-2-2-5 تعیین می‌شود)؛

4- گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان (منقطع یا غیرمنقطع، مطابق 19-2-3-2)؛

5- روش مورد استفاده برای طراحی عایق‌کاری حرارتی پوسته ساختمان؛

6- مشخصات حرارتی مصالح و عایق‌های حرارتی مصرفی در ساختمان؛

7- مشخصات حرارتی انواع جدارهای تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ خارجی ساختمان؛

8- ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع ساختمان (در صورت استفاده از روش کارکردی)؛

9- مجموعه راه‌حل‌های فنی مورد استفاده و الزامات تعیین‌شده در آن با توجه به موقعیت جدارها و نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی آن‌ها (در صورت استفاده از روش تجویزی)؛
10- مشخصات فنیِ مرتبط با مصرف انرژی سیستم مکانیکی گرمایی و سرمایی، تهویه و تهویهٔ مطبوع و تأمین آب گرم؛
11- شدت روشنایی فضاها و نحوهٔ کنترل آن.

### 19-2-1-3 نقشه‌های ساختمان

نقشه‌های ساختمان، شامل پلان طبقات، پلان بام، نماها، مقاطع و جزئیات اجرایی پوستهٔ خارجی ساختمان هستند. در نقشه‌های پلان طبقات، پلان بام، نماها و مقاطع، باید محل عایق‌کاری حرارتی متناسب با گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (پیوست 5) مشخص شده باشد.

جزئیات اجرایی پوستهٔ خارجی ساختمان باید با مقیاس‌هایی از قبیل 1:1، 1:2، 1:5 یا 1:10 (بر حسب نیاز) تهیه شوند؛ و در آنها نحوهٔ اجرای عایق‌کاری حرارتی و مشخصات فنی مصالح تشکیل‌دهندهٔ پوستهٔ خارجی مشخص شده باشد.

در صورت احداث ساختمان، نقشه‌های مربوط به تمامی طبقات آن باید ارائه گردد؛ و در موارد بهسازی، بازسازی، تغییر کاربری، یا توسعه ساختمان، تنها ارائهٔ اطلاعات مربوط به واحد یا واحدهای مستقل که تغییر در آنها صورت خواهد گرفت کافی است. تمامی نقشه‌های نام‌برده و مشخصات فنی مربوط باید به تأیید و امضای مهندس یا شرکت طراح برسد.

### 19-2-1-4 مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم‌های عایق حرارت

در طراحی و اجرای ساختمان اگر از مصالح و سیستم‌های عایق حرارت سنتی و متعارف استفاده شود، لازم است مشخصات فنی مورد نیاز، مانند چگالی و پوشش محافظ احتمالی، به همراه نقشه‌ها و دیگر مدارک، برای تعیین ضرایب انتقال حرارت و مقاومت‌های حرارتی این نوع مصالح و سیستم‌های مورد استفاده در پوستهٔ خارجی ساختمان، مطابق دستورالعمل‌های داده شده در مراجع معتبر و یا جداول پیوست‌های 7 و 8 این مبحث، ارائه شود.

در صورتی که مقادیر مربوط به مصالح یا اجزای ساختمانی به‌خصوصی در مراجع ذی‌صلاح یافت نشود، یا سازنده‌ای مدعی باشد که تولیداتی با مقادیر و مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر تعیین‌شده در مراجع معتبر عرضه کرده است، لازم است گواهی فنی معتبر آن محصولات ضمیمهٔ مدارک گردد. این گواهی فنی باید حاوی ضرایب هدایت حرارت، یا مقاومت‌های حرارتی محصول،

با ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، و دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبهٔ محصول و آیین‌نامهٔ اجرای آن باشد.

در این صورت، مقادیر ذکرشده در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، در طراحی و محاسبات ملاک عمل خواهد بود. به این نکته باید توجه شود که بهره‌گیری از محصولات دارای برچسب انرژی، مانند عایق‌های حرارتی یا در و پنجره‌های عایق، تا حد امکان در اولویت قرار گیرد.

### 19-2-1-5 مشخصات فنی سیستم‌های مکانیکی و روشنایی

مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی سیستم‌های مکانیکی مورد استفاده در ساختمان‌ها، اعم از سیستم‌های گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع و تامین آب گرم مصرفی، و همچنین سیستم روشنایی، باید توسط مراجع معتبر تعیین شده باشد، تا در محاسبات و طراحی مورد استفاده قرار گیرد. در صورت فقدان گواهی مشخصات فنی، ضروری است پیش از بهره‌بردای از این تجهیزات، اقدامات لازم برای تعیین مشخصات فنی مورد نیاز صورت گیرد.

## 19-2-2 عوامل ویژهٔ اصلی و گروه‌بندی ساختمان‌ها

حداقل میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی، که در این مبحث برای پوستهٔ خارجی ساختمان‌ها مشخص شده است، به چهار عامل ویژهٔ اصلی وابسته است. براساس این عوامل ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی گروه‌بندی می‌شوند. عوامل ویژهٔ اصلی تعیین‌کنندهٔ گروه ساختمان، از نظر میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی، به قرار زیر است:

- گونه‌بندی کاربری ساختمان؛
- گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی گرمایی- سرمایی محل استقرار ساختمان؛
- گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان؛
- گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان.

در این بخش، ابتدا به گونه‌بندی هر یک از عوامل فوق و سپس به گروه‌بندی ساختمان‌ها، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پرداخته می‌شود.

### 19-2-2-1 گونه‌بندی کاربری ساختمان

ساختمان‌ها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف، ب، ج، د تقسیم می‌شوند. برای تعیین گونه‌بندی ساختمان از نظر نوع کاربری به پیوست 4 رجوع شود.

در صورتی که بخش یا بخش‌هایی از ساختمان، با مساحت بیش از 150 مترمربع، و با کاربری متفاوت با کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگ‌تر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب شود، باید برای هر بخش گروه‌بندی جداگانه منظور شود و مقررات مربوط به آن گروه‌بندی رعایت شود.

### 19-2-2-2 گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی محل استقرار ساختمان

در این مبحث، مناطق مختلف کشور، از نظر سطح نیاز انرژی گرمایی- سرمایی سالانه، سه گونه‌اند:

- مناطق دارای نیاز سالانه انرژی کم؛
- مناطق دارای نیاز سالانه انرژی متوسط؛
- مناطق دارای نیاز سالانه انرژی زیاد.

در پیوست سوم، گونه‌بندی نیاز سالانه انرژی 245 شهر کشور، که دارای ایستگاه هواشناسی‌اند، درج شده است. در صورتی که شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست ذکر نشده باشد، باید داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی مندرج در این پیوست ملاک عمل قرار گیرد.

### 19-2-2-3 گونه‌بندی سطح زیربنای مفید ساختمان

در این مبحث، ساختمان‌ها، از نظر سطح زیربنای مفید، دو گونه‌اند:

- ساختمان‌های دارای زیربنای مفید کمتر یا مساوی 1000 مترمربع؛
- ساختمان‌های دارای زیربنای مفید بیش از 1000 مترمربع.

### 19-2-2-4 گونه‌بندی شهر محل استقرار ساختمان

شهرها، در این مبحث، به دو گونه‌اند:

- شهرهای بزرگ: مراکز استان‌ها و شهرهای دارای بیش از یک میلیون نفر جمعیت؛
- شهرهای کوچک: شهرهایی با جمعیت کمتر از یک میلیون نفر که مرکز استان نیستند.

### 5-2-2-19 گروه‌بندی ساختمان‌ها از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

برای طراحی ساختمان، طبق ضوابط مندرج در این مبحث، لازم است ابتدا گروه ساختمان، از نظر میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی تعیین گردد. در این مبحث گروه‌های چهارگانهٔ ساختمان‌ها به قرار زیر است:

- گروه 1: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی؛
- گروه 2: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی متوسط در مصرف انرژی؛
- گروه 3: ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی کم در مصرف انرژی؛
- گروه 4: ساختمان‌های بدون نیاز به صرفه‌جویی در مصرف انرژی.

گروه ساختمان‌ها، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پس از تعیین عوامل ویژهٔ اصلی و براساس جدول مندرج در پیوست پنجم این مبحث، تعیین می‌شود. در این مبحث، مراد از «ساختمان گروه 1، 2، 3 یا 4» گروه‌بندی فوق است.

## 3-2-19 عوامل ویژهٔ فرعی

حداقل میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی مشخص شده در این مبحث، به عوامل ویژهٔ دیگری نیز وابسته است، که عوامل ویژه فرعی نامیده می‌شوند. عوامل ویژهٔ فرعی عبارتند از:

- شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی؛
- نحوهٔ استفاده از ساختمان با کاربری غیرمسکونی.

### 1-3-2-19 گونه‌بندی از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی

ساختمان‌ها، از نظر شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، به دو گونه تقسیم می‌شوند:

- ساختمان‌های دارای امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی؛
- ساختمان‌های دارای محدودیت در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی.

ساختمانی دارای امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی شناخته می‌شود که، مطابق پیوست 3، دارای نیاز غالب سرمایی نباشد، مساحت جدارهای نورگذر آن در جهت جنوب شرقی تا جنوب غربی بیش از یک‌نهم زیربنای مفید ساختمان باشد، و همچنین موانع تابش نور خورشید به ساختمان با زاویه‌ای کمتر از 25 درجه نسبت به افق دیده شود (ر.ک. به پیوست 2).

ساختمانی که فاقد یکی از شرایط فوق باشد، ساختمان *دارای محدودیت در بهره‌گیری از انرژی خورشیدی* شناخته می‌شود.

### 19-2-3-2 گونه‌بندی نحوهٔ استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی

ساختمان‌های غیر مسکونی، از نظر نحوهٔ استفاده، به دو گونه تقسیم می‌گردد:

- استفادهٔ منقطع: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن)، به گونه‌ای که در هر شبانه‌روز، دست‌کم ده ساعت در روند استفاده وقفه بیفتد و بتوان کنترل دما در محدودهٔ متعارف زمان اشغال فضاها را متوقف کرد.
- استفادهٔ مداوم: استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) به گونه‌ای که تعریف استفاده منقطع بر آن صادق نباشد.

اگر از برخی فضاهای ساختمان به صورت مداوم و از برخی دیگر به صورت منقطع استفاده شود، نوع استفاده از بخش بزرگ‌تر ملاک تصمیم‌گیری در مورد کل ساختمان است، مگر آنکه مساحت بخش یا بخش‌های کوچک‌تر بیش از 150 مترمربع باشد. در این صورت لازم است محاسبات حرارتی هر بخش به صورت مستقل صورت پذیرد.
در حالت‌های زیر، فضاهای با استفادهٔ منقطع، با استفادهٔ مداوم تلقی می‌شوند:

- اینرسی حرارتی زیاد جدارهای فضاهای مربوط (ر.ک. به پیوست1)؛
- عدم امکان کاهش دمای هوای فضا بیش از 7 درجهٔ سلسیوس زیر محدودهٔ دمای تعیین‌شده برای زمان‌های بهره‌برداری ساختمان.

این گونه‌بندی در تعیین ضرایب انتقال حرارت مرجع (روش کارکردی، بند 19-3-1-2) تأثیرگذار است.

## 19-2-4 روش‌های طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان

ضوابط طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان‌ها، برای کاهش انتقال حرارت، در بخش 19-3 بیان شده است. طراحی و تعیین میزان عایق‌کاری حرارتی اجزای پوستهٔ ساختمان‌ها، به جز ساختمان‌های گروه چهار، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر.ک به بخش 19-2-2-5)، باید با یکی از دو روش زیر صورت گیرد:

- روش الف (کارکردی) که در مورد همهٔ ساختمان‌ها کاربرد دارد و مبنای آن میزان کل نیاز انرژی سالانه است (بخش 19-3-1).
- روش ب (تجویزی) که تنها در مورد ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از 2000 مترمربع، و ساختمان‌های گروه 3 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی به کار می‌رود. در این روش، دو مجموعه راه حل فنی ب-1 و ب-2 ارائه شده است (بخش 19-3-2).

## 19-2-5 طراحی سیستم‌های مکانیکی

ضوابط طراحی و انتخاب تجهیزات برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های مکانیکی و آب گرم مصرفی ساختمان‌ها در بخش 19-4 ارائه شده است. رعایت این ضوابط در مورد تمامی ساختمان‌های دارای کاربری‌های اعلام‌شده در پیوست 4 الزامی است.

## 19-2-6 طراحی سیستم روشنایی

در روشنایی با استفاده از انرژی الکتریکی، در ساختمان‌های دارای کاربری‌های اعلام‌شده در پیوست 4، لازم است، علاوه بر الزامات مبحث 13 مقررات ملی ساختمان، موارد مندرج در بخش 19-5 این مبحث نیز مد نظر قرار گیرد.

# 3-19 پوستهٔ خارجی ساختمان

بخش قابل توجهی از تبادل حرارت ساختمان از طریق پوستهٔ خارجی آن صورت می‌گیرد. در این قسمت، ضوابط طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان‌ها، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، توضیح داده می‌شود. این ضوابط در قالب دو روش الف (کارکردی) و روش ب (تجویزی)، در بندهای 19-3-1 و 19-3-2، ارائه می‌گردد.

در محاسبه و طراحی عایق کاری حرارتی پوستهٔ انواع ساختمان‌ها می توان از روش کارکردی بهره گرفت، اما روش تجویزی تنها برای محاسبه عایق کاری حرارتی پوستهٔ ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از 2000 متر مربع، و ساختمان‌های گروه 3، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، به کار برده می‌شود.

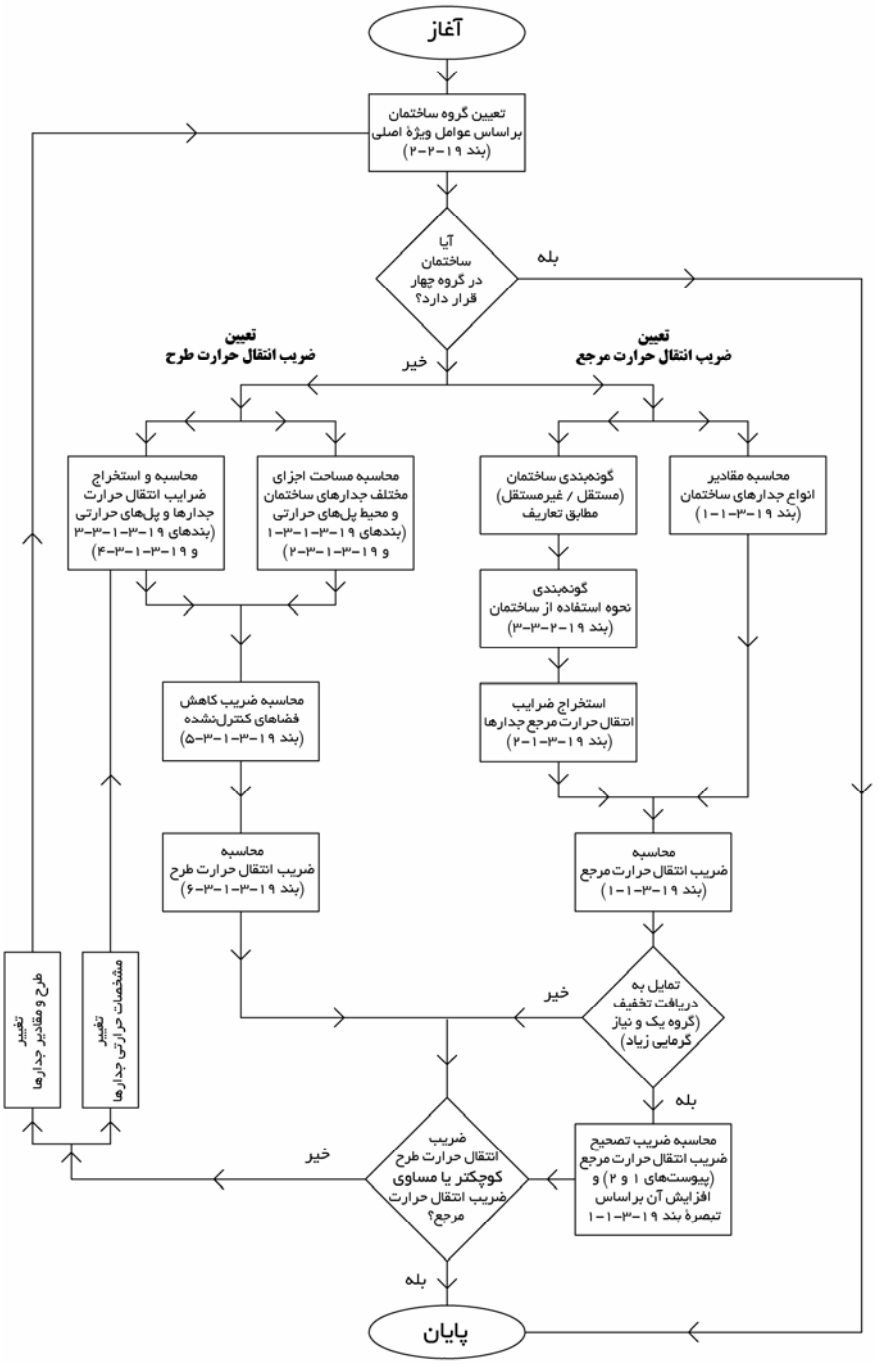
## 19-3-1 روش الف - روش کارکردی

روش کارکردی را می‌توان برای تمام ساختمان‌ها به کار برد، اما طراحی با آن نیازمند محاسبات انتقال حرارت پوستهٔ خارجی ساختمان است. در مواردی که در بند فوق مشخص شده است، می‌توان از روش تجویزی (بند 19-3-2) استفاده کرد.

برای محاسبه عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها به روش کارکردی، ابتدا باید گروه ساختمان، از لحاظ میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، تعیین گردد. گروه ساختمان با توجه به عوامل ویژه اصلی (بند 19-2-2 و براساس جدول مندرج در پیوست 5 این مبحث تعیین می‌گردد. پس از آن، باید میزان عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها، با محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، و مقایسه آن با حداکثر مقدار مجاز (ضریب انتقال حرارت مرجع) تعیین شود.

روش محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع و ضریب انتقال حرارت طرح به ترتیب در بندهای 19-3-1-1 و 19-3-1-3 توضیح داده شده است. در شکل 1 نیز نمودار گردشی مراحل محاسبات عایق‌کاری حرارتی پوستهٔ ساختمان در روش کارکردی نشان داده شده است.

شکل ۱- نمودار گردشی مراحل محاسبه عایق‌کاری حرارتی پوسته ساختمان مطابق روش کارکردی



محاسبات باید برای هر ساختمان منفرد و برای هر واحد آپارتمانی به صورت مستقل انجام گردد. در صورت یکسان بودن واحدهای ساختمان از نظر مشخصات حرارتی، کافی است محاسبات براساس بعضی واحدهای شاخص صورت گیرد. شایان ذکر است واحدهای یک ساختمان در صورتی یکسان تلقی می‌شوند که:

- مشخصات حرارتی تمامی پوستهٔ خارجی واحدهای ساختمان مشابه باشد؛
- نوع سیستم گرمایش، سرمایش و تأمین آب گرم در تمامی واحدها مشابه باشد؛
- کاربری واحدهای ساختمان یکسان باشد.

### 19-3-1-1 محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع

ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$) بر حسب [W/K] برابر است با حداکثر انتقال حرارت مجاز از پوستهٔ خارجی ساختمان، در شرایط پایدار و به ازای یک درجه سلسیوس اختلاف دما بین هوای داخل و خارج.

در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، انتقال حرارت از بام‌ها، دیوارها، کف‌های در تماس با هوا یا خاک، درها و سطوح نورگذر ساختمان در نظر گرفته می‌شود. این جدارها ممکن است در تماس با فضای خارج، فضاهای کنترل‌نشده یا خاک باشند.

برای تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است ضرایب انتقال حرارت مرجع اجزای پوستهٔ خارجی، با در نظر گرفتن گروه ساختمان (بند 19-2-2)، نحوهٔ استفاده از ساختمان (بند 19-2-3-2) و مستقل یا غیرمستقل بودن آن (مطابق تعاریف صفحه 6)، از جداول بخش 19-3-1-2 استخراج گردد.

در ضمن، لازم است مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی ساختمان (شامل مساحت خالص کل دیوارها، بام، کف مجاور هوا، در، پنجره و سطوح مجاور فضاهای کنترل‌نشده و محیط کف در تماس با خاک) با توجه به ابعاد داخلی محاسبه گردد.[1]

پس از طی مراحل بالا، ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$) از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\hat{H} = (A_W \times \hat{U}_W) + (A_R \times \hat{U}_R) + (A_F \times \hat{U}_F) + (P \times \hat{U}_P) + (A_G \times \hat{U}_G) + (A_D \times \hat{U}_D) + (A_{WB} \times \hat{U}_{WB})$$

1. در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، تنها پل حرارتی کف در تماس با خاک در نظر گرفته می‌شود.

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

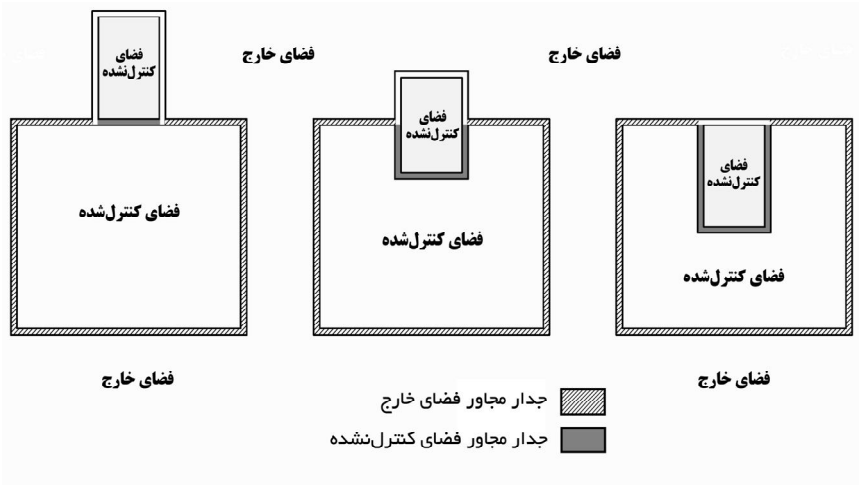
| | | |
|---|---|---|
| - $A_W$ | مساحت کل دیوارهای مجاور فضای خارج | $[m^2]$ |
| - $\hat{U}_W$ | ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع دیوارها | $[W/m^2K]$ |
| - $A_R$ | مساحت کل بام‌های تخت یا شیب‌دار مجاور فضای خارج | $[m^2]$ |
| - $\hat{U}_R$ | ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع بام تخت یا شیب‌دار | $[W/m^2K]$ |
| - $A_F$ | مساحت کل کف زیرین در تماس با هوای خارج | $[m^2]$ |
| - $\hat{U}_F$ | ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع کف زیرین در تماس با هوا | $[W/m^2K]$ |
| - P | محیط کل کف زیرین در تماس با خاک، مجاور فضای خارج | $[m]$ |
| - $\hat{U}_P$ | ضریب انتقال حرارت خطی مرجع کف زیرین در تماس با خاک | $[W/mK]$ |
| - $A_G$ | مساحت کل جدارهای نورگذر مجاور خارج (سطوح شیشه و قاب) | $[m^2]$ |
| - $\hat{U}_G$ | ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای نورگذر با قاب‌های آنها | $[W/m^2K]$ |
| - $A_D$ | مساحت کل درهای مجاور فضای خارج | $[m^2]$ |
| - $\hat{U}_D$ | ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع درها | $[W/m^2K]$ |
| - $A_{WB}$ | مساحت کل سطوح در تماس با فضای کنترل‌نشده | $[m^2]$ |
| - $\hat{U}_{WB}$ | ضریب انتقال حرارت سطحی مرجع جدارهای در تماس با فضای کنترل‌نشده | $[W/m^2K]$ |

توضیحات:

1- سطوح تمام جدارهای ساختمانی ($A_W$ ،$A_R$ ،$A_F$ ،$A_D$ ،$A_{WB}$) و محیط کف زیرین در تماس با خاک (P) از طرف داخل ساختمان محاسبه می‌شوند.

2- تمام ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی در بخش 19-3-1-2 ارائه شده است.

3- منظور از «جدار مجاور فضای خارج» جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته است. همچنین، منظور از «جدار مجاور فضای کنترل‌نشده» جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و یک فضای کنترل‌نشده قرار گرفته است (شکل 2). در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت مرجع، سطوح جدارهای بین فضای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.




شکل 2- موقعیت جدارهای مجاور خارج و مجاور فضای کنترل‌نشده در پلان شماتیک سه نمونه ساختمان

تبصره 1: در مناطق دارای نیاز گرمایی زیاد (مطابق پیوست 3)، می توان ضریب انتقال حرارت مرجع محاسبه‌شده را به میزان $\gamma.V$ (بر حسب وات بر کلوین) افزایش داد. در این رابطه، $V$ حجم فضای مفید ساختمان و $\gamma$ ضریب تصحیح انتقال حرارت مرجع است.

مقادیر ضریب $\gamma$ براساس اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی تعیین می‌گردد. برای ساختمان‌های غیرمستقل با فضاهای مورد استفادهٔ مداوم، ضریب $\gamma$ از جدول 1، و برای ساختمان‌های غیرمستقل با فضاهای مورد استفادهٔ منقطع، ضریب $\gamma$ از جدول 2 استخراج می‌شود. روش تعیین اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی به ترتیب در پیوست 1 و پیوست 2 ارائه گردیده است.

جدول 1- محاسبهٔ ضریب $\gamma$ برای ساختمان‌های غیرمستقل - فضاهای با استفادهٔ مداوم بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

| اینرسی حرارتی | شاخص خورشیدی $I_S$ | | |
|---|---|---|---|
| | $0/01 > I_S$ | $0/02 > I_S >=$ | $I_S >= 0/02$ |
| کم | 0 | 0/03 | 0/06 |
| متوسط | 0 | 0/05 | 0/10 |
| زیاد | 0 | 0/06 | 0/12 |

جدول 2- محاسبهٔ ضریب $\gamma$ ساختمان‌های غیرمستقل - فضاهای با استفادهٔ منقطع بر حسب اینرسی حرارتی ساختمان و شاخص خورشیدی

| اینرسی حرارتی | شاخص خورشیدی $I_S$ | | |
|---|---|---|---|
| | $0/01 > I_S$ | $0/02 > I_S >=$ | $I_S >= 0/02$ |
| اختیاری | 0 | 0/04 | 0/08 |

### 19-3-1-2 ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی پوستهٔ خارجی

ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر پوستهٔ خارجی، براساس گروه ساختمان، نحوه استفاده از آن، و مستقل یا غیرمستقل بودن ساختمان، در جدول 3 تا جدول 5 درج شده است.

برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان ($\hat{H}$)، لازم است ضرایب انتقال حرارت اجزای پوسته ساختمان از جداول مذکور استخراج و در رابطهٔ بخش 19-3-1-1 قرار داده شوند.

جدول 3- ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی* برای ساختمان‌های گروه یک (ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی زیاد در مصرف انرژی)

| نوع ساختمان و نحوه استفاده / عناصر ساختمانی | | ساختمان مستقل | ساختمان غیرمستقل با استفادهٔ مداوم | ساختمان غیرمستقل با استفادهٔ منقطع |
|---|---|---|---|---|
| دیوار | $\hat{U}_W$ | 0/7 | 0/8 | 1/1 |
| بام تخت یا شیب‌دار | $\hat{U}_R$ | 0/3 | 0/5 | 0/55 |
| کف در تماس با هوا | $\hat{U}_F$ | 0/45 | 0/5 | 0/55 |
| کف در تماس با خاک | $\hat{U}_P$ | 1/45 | 1/45 | 1/6 |
| جدار نورگذر | $\hat{U}_G$ | 2/7 | 2/7 | 3/4 |
| در | $\hat{U}_D$ | 3/5 | 3/5 | 3/5 |
| جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده | $\hat{U}_{WB}$ | 0/55 | 0/55 | 0/7 |

* ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ داده شده است، غیر از $\hat{U}_P$ که برحسب $W/m.K$ است.

جدول 4- ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی* برای ساختمان‌های گروه دو
(ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی متوسط در مصرف انرژی)

| نوع ساختمان و نحوه استفاده / عناصر ساختمانی | | ساختمان مستقل | ساختمان غیرمستقل با استفادهٔ مداوم | ساختمان غیرمستقل با استفادهٔ منقطع |
|---|---|---|---|---|
| دیوار | $\hat{U}_w$ | 0/88 | 1/01 | 1/39 |
| بام تخت یا شیب‌دار | $\hat{U}_R$ | 0/38 | 0/63 | 0/69 |
| کف در تماس با هوا | $\hat{U}_F$ | 0/57 | 0/63 | 0/69 |
| کف در تماس با خاک | $\hat{U}_P$ | 1/83 | 1/83 | 2/02 |
| جدار نورگذر | $\hat{U}_G$ | 3/4 | 3/4 | 4/28 |
| در | $\hat{U}_D$ | 4/41 | 4/41 | 4/41 |
| جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده | $\hat{U}_{WB}$ | 0/69 | 0/69 | 0/88 |

* ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ داده شده است، غیر از $\hat{U}_P$ که برحسب $W/m.K$ است.

جدول 5- ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی* برای ساختمان‌های گروه سه
(ساختمان‌های ملزم به صرفه‌جویی کم در مصرف انرژی)

| نوع ساختمان و نحوه استفاده / عناصر ساختمانی | | ساختمان مستقل | ساختمان غیرمستقل با استفادهٔ مداوم | ساختمان غیرمستقل با استفادهٔ منقطع |
|---|---|---|---|---|
| دیوار | $\hat{U}_w$ | 1/02 | 1/17 | 1/61 |
| بام تخت یا شیب‌دار | $\hat{U}_R$ | 0/44 | 0/73 | 0/8 |
| کف در تماس با هوا | $\hat{U}_F$ | 0/66 | 0/73 | 0/8 |
| کف در تماس با خاک | $\hat{U}_P$ | 2/12 | 2/12 | 2/34 |
| جدار نورگذر | $\hat{U}_G$ | 3/94 | 3/94 | 4/96 |
| در | $\hat{U}_D$ | 5/11 | 5/11 | 5/11 |
| جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده | $\hat{U}_{WB}$ | 0/8 | 0/8 | 1/02 |

* ضرایب بر حسب $W/m^2.K$ داده شده است، غیر از $\hat{U}_P$ که برحسب $W/m.K$ است.

تبصره 2: چنانچه ساختمانی، مطابق پیوست 3، دارای نیاز غالب *سرمایی* باشد و تمام جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی آن از سایه‌بان‌های معین‌شده در پیوست 10 برخوردار باشند، می‌توان ضرایب انتقال حرارت مرجع عناصر ساختمانی را با ضریب 1/1 افزایش داد.

### 19-3-1-3-3 محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح و کنترل مشخصات پوسته

پس از تعیین ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان، لازم است ضریب انتقال حرارت طرح محاسبه و با مقدار مرجع مقایسه گردد. ضریب انتقال حرارت طرح باید با طی مراحل مندرج در بندهای 19-3-1-3-1 تا 19-3-1-3-6 تعیین و مطابق توضیحات بند 19-3-1-3-7 با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه شود.

### 19-3-1-3-1 محاسبهٔ مساحت اجزای پوستهٔ خارجی

برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، باید مقادیر تمام اجزای پوستهٔ خارجی، که دارای مشخصات حرارتی متفاوتی هستند یا در مجاورت فضاهای متفاوتی از نظر کنترل دما قرار گرفته‌اند، به صورت جداگانه محاسبه گردد. این مقادیر شامل مساحت خالص انواع دیوارها، بام‌ها، کف‌های مجاور هوا، درها و پنجره‌هاست، که در مجاورت فضای خارج، یا فضاهای کنترل‌نشده، قرار گرفته‌اند. در محاسبه این سطوح، باید ابعاد داخلی فضاها ملاک قرار گیرد.

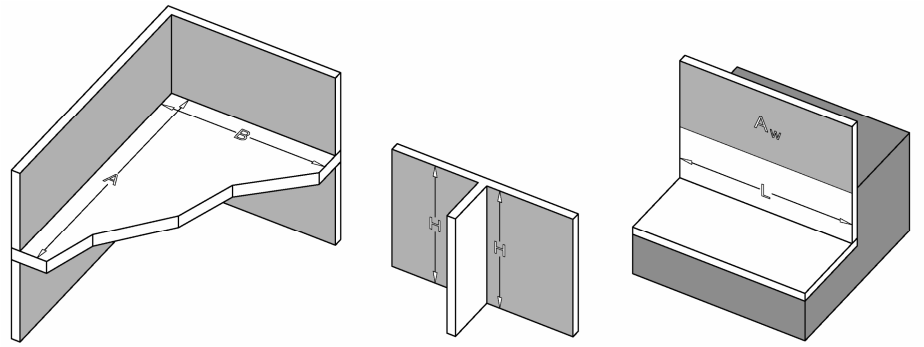
### 19-3-1-3-2 محاسبهٔ محیط پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی

همراه با محاسبهٔ مساحت اجزای مختلف پوستهٔ خارجی، لازم است طول پل‌های حرارتی پوستهٔ خارجی ساختمان محاسبه گردد. مقادیر پل‌های حرارتی شامل موارد زیر است:

- محیط کف و دیوار مجاور خاک؛
- محیط کف‌های زیرین؛
- محیط سقف‌های میانی (که باید در عدد 2 ضرب شود)؛
- محیط سقف‌های نهایی؛
- طول اتصالات دیوارهای داخلی و خارجی (که باید در عدد 2 ضرب گردد)؛
- طول اتصالات بازشوها و جدارهای غیرنورگذر.

باید متذکر شد که چنانچه، برای تسریع و ساده‌سازی عملیات، حذف محاسبات دقیق و تفکیکی پل‌های حرارتی مد نظر باشد، می‌توان از محاسبه طول پل‌های حرارتی صرف‌نظر کرد؛ اما

در این صورت، لازم است ضریب انتقال حرارت اجزای ساختمانی دارای پل حرارتی، بر اساس مقادیر داده شده در جدول 32، پیوست 11 افزایش یابد.




پل حرارتی دیوار مجاور خاک:
L

پل حرارتی تقاطع دیوارهای داخلی و خارجی:
2 × H

پل حرارتی کف بین طبقات:
2 × (A+B)

شکل 3- طرح برخی از پل‌های حرارتی در پوستهٔ خارجی ساختمان

### 3-19-1-3-3 محاسبه و استخراج ضرایب انتقال حرارت اجزای پوسته

اقدام دیگر در تعیین ضریب انتقال حرارت طرح، محاسبه یا استخراج ضرایب انتقال حرارت سطحی تمامی اجزای پوستهٔ خارجی است.

ضریب انتقال حرارت جدارهای کدر ساختمان باید با استفاده از ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول (پیوست 7) و مقاومت‌های حرارتی قطعات ساختمانی، لایه‌های هوا و سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی (پیوست 8) محاسبه گردد. لازم است ضریب انتقال حرارت بازشوها و جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز براساس جداول پیوست 9 این مبحث تعیین گردد.

در صورتی که مقادیر مربوط به مصالح، یا اجزایی به‌خصوص، در پیوست‌های مذکور نیامده باشد و یا سازنده‌ای مدعی باشد که محصولاتی با مشخصات حرارتی بهتر از مقادیر مندرج در منابع معتبر عرضه کرده است، لازم است گواهی فنی معتبر محصول مورد نظر ضمیمه مدارک گردد.

این گواهی فنی باید مشتمل بر ضرایب هدایت حرارت یا مقاومت‌های حرارتی محصول، با ضخامت‌های مورد استفاده در طراحی ساختمان، و همچنین دیگر مشخصات فنی مورد نیاز برای ارزیابی همه‌جانبه محصول و آیین اجرای آن باشد. در این حالت، مقادیر مذکور در گواهی فنی، تا زمان اعتبار آن، ملاک طراحی و محاسبات خواهد بود.

### 19-3-1-3-4 استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی

علاوه بر محاسبهٔ ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای پوسته، ضروری است ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتیِ ساختمان نیز، با استفاده از پیوست 11 این مبحث، تعیین گردد.

در صورتی که، به منظور تسریع و ساده‌سازی عملیات، تمایلی به انجام محاسبات دقیق و تفکیکی پل‌های حرارتی وجود نداشته باشد، می‌توان با صرف‌نظر از استخراج ضرایب انتقال حرارت خطی پل‌های حرارتی، ضریب انتقال حرارت سطحی اجزای ساختمانی دارای پل حرارتی را، با استفاده از مقادیر تعیین‌شده در جدول 32، پیوست 11 افزایش داد.

### 19-3-1-3-5 محاسبهٔ ضریب کاهش انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده

علاوه بر موارد یادشده در فوق، آنچه باید در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح انجام گیرد، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت تمام فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان است.

با توجه به آنکه اختلاف دمای فضای داخل با فضاهای کنترل‌نشده کمتر از اختلاف دمای فضاهای داخل و خارج است و در نتیجه مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده کمتر از مقدار انتقال حرارت از جدارهای مجاور خارج است، لازم است این موضوع، با استفاده از یک ضریب کاهش، در محاسبات لحاظ شود.

به این ترتیب، تعیین ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از فضاهای کنترل‌نشدهٔ ساختمان و منظور کردن آن در محاسبهٔ انتقال حرارت اجزای مجاور این فضاها، ضرورت می‌یابد. از رابطه زیر، ضریب کاهش یک فضای کنترل‌نشده به دست می‌آید:

$$\tau = \frac{\sum A_e U_e}{\sum A_e U_e + \sum A_i U_i}$$

| | | |
|---|---|---|
| $\tau$ | : ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده | |
| $A_e$ | : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج | $[m^2]$ |
| $U_e$ | : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و خارج | $[W/m^2K]$ |
| $A_i$ | : مساحت خالص جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده | $[m^2]$ |
| $U_i$ | : ضریب انتقال حرارت سطحی جدار بین فضای کنترل‌نشده و فضای کنترل‌شده | $[W/m^2K]$ |

چنانچه، به ملاحظهٔ ساده‌سازی عملیات، از محاسبهٔ دقیق ضریب کاهش انتقال حرارت فضایی کنترل‌نشده صرف‌نظر شود، ضریب کاهش انتقال حرارت آن فضا برابر یک فرض می‌شود.

### 6-3-1-3-19 محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح

پس از مراحل فوق، باید ضریب انتقال حرارت طرح (H) با محاسبهٔ مجموع حاصل‌ضرب‌های مساحت اجزای مختلف پوسته در ضریب انتقال حرارت و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر هر کدام از آنها، و همچنین مجموع حاصل‌ضرب‌های محیط پل‌های حرارتی در ضریب انتقال حرارت خطی و ضریب کاهش انتقال حرارت متناظر با آنها تعیین گردد، که در رابطه زیر بیان شده است:

$$H = \sum_{i=1}^{n}(A_{wi} \times U_{wi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n}(A_{Ri} \times U_{Ri} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n}(A_{Fi} \times U_{Fi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n}(A_{Gi} \times U_{Gi} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n}(A_{Di} \times U_{Di} \times \tau_i) + \sum_{i=1}^{n}(P_i \times \Psi_i \times \tau_i)$$

در این رابطه تعاریف مقادیر فیزیکی به شرح زیر است:

- $A_{wi}$ مساحت خالص هر یک از انواع دیوارهای مجاور خارج یا فضای [$m^2$]
- $U_{wi}$ ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با هر کدام از انواع دیوارها [$W/m^2K$]
- $A_{Ri}$ مساحت خالص هرکدام از انواع بام تخت یا شیب‌دار مجاور خارج یا [$m^2$]
- $U_{Ri}$ ضریب انتقال سطحی حرارت متناظر با انواع بام تخت یا شیب‌دار [$W/m^2K$]
- $A_{Fi}$ مساحت خالص هر کدام از انواع کف زیرین در تماس با هوای خارج یا [$m^2$]
- $U_{Fi}$ ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع کف زیرین در تماس با هوا [$W/m^2K$]
- $A_{Gi}$ مساحت خالص انواع جدارهای نورگذر و قاب آنها، مجاور خارج یا [$m^2$]
- $U_{Gi}$ ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع جدارهای نورگذر [$W/m^2K$]
- $A_{Di}$ مساحت خالص هر کدام از انواع درهای خارجی یا مجاور فضای [$m^2$]
- $U_{Di}$ ضریب انتقال حرارت سطحی متناظر با انواع درهای خارجی [$W/m^2K$]
- $P_i$ محیط انواع کف در تماس با خاک و پل‌های حرارتی [$m$]
- $\Psi_i$ ضریب انتقال حرارت خطی متناظر با انواع کف در تماس با خاک و [$W/mK$]
- $\tau_i$ ضریب کاهش انتقال حرارت هر جدار

**توضیحات:**

1- منظور از جدار مجاور فضای خارج جداری است که بین یک فضای کنترل‌شده و فضای خارج قرار گرفته باشد. همچنین منظور از جدار مجاور فضای کنترل‌نشده جداری است که بین فضای کنترل‌شده و فضای کنترل‌نشده قرار می‌گیرد (شکل 2). در رابطهٔ بالا، سطوح جدارها و پل‌های حرارتی بین فضاهای کنترل‌نشده و فضای خارج در نظر گرفته نمی‌شود.

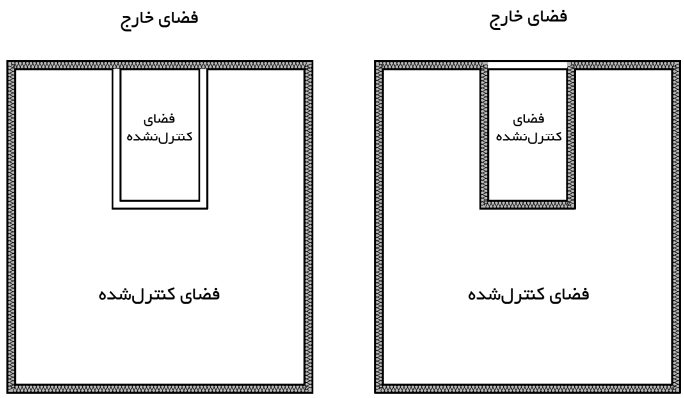
2- ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور فضای خارج برابر یک است.

3- ضریب کاهش انتقال حرارت هر یک از جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشده برابر ضریب کاهش انتقال حرارت محاسبه‌شده برای آن فضای کنترل‌نشده است (بند 19-3-1-3-5). در صورت عدم تمایل به انجام محاسبهٔ فوق، ضریب کاهش انتقال حرارت جدارهای مجاور آن فضا باید برابر یک در نظر گرفته شود.

4- اگر طراح بخواهد جدارهای میان فضایی کنترل‌نشده و فضای خارج را عایق‌کاری حرارتی نماید (شکل 4 ب)، باید در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، به جای جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضاهای کنترل‌شده، تمام جدارهای میان فضای کنترل‌نشده مذکور و فضای خارج را در رابطهٔ فوق قرار دهد. در این حالت، در مورد جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و خارج، باید به جای ضریب کاهش انتقال حرارت $\tau_i$، ضریب $1-\tau_i$ در محاسبه وارد گردد. اگر ضریب کاهش انتقال حرارت فضای کنترل‌نشده محاسبه نشده باشد، لازم است عدد یک، به عنوان ضریب کاهش انتقال حرارت این اجزا، مفروض و در رابط، بالا قرار داده شود.

### 19-3-1-3-7 مقایسهٔ ضریب انتقال حرارت طرح و مرجع

پس از محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح، این ضریب با ضریب انتقال حرارت مرجع مقایسه می‌شود. در روش کارکردی، عایق‌کاری حرارتی ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که ضریب انتقال حرارت طرح $(H)$ کوچکتر از یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع $(\hat{H})$ باشد. در صورت بیشتر بودن ضریب انتقال حرارت طرح از ضریب انتقال حرارت مرجع، باید با اصلاح مشخصات حرارتی و یا مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی، ضریب انتقال حرارت طرح را، تا مقداری کمتر از یا مساوی ضریب انتقال حرارت مرجع، کاهش داد.




ب الف

شکل 4- الف: عایق‌کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای مجاور فضاهای کنترل‌نشده
ب: عایق‌کاری حرارتی دیوارهای مجاور خارج و دیوارهای بین فضای کنترل‌نشده و خارج

### 2-3-19 روش ب – روش تجویزی

طراحی با روش تجویزی، در مقایسه با روش کارکردی، به مراتب ساده‌تر است. این روش در مورد ساختمان‌های مسکونی 1 تا 9 طبقه، به صورت منفرد یا مجتمع و با زیربنای کمتر از 2000 مترمربع، و ساختمان‌های گروه 3، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، قابل استفاده است.

در این روش، حداقل مشخصات حرارتی قابل قبول جدارهای پوستهٔ خارجی، براساس گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی (ر. ک. به بخش 19-2-2-5)، در دو مجموعه راه‌حل فنی زیر ارائه می‌شود و لازم‌الاجراست:

ب-1) مجموعه راه‌حل‌های فنی، با بهره‌گیری از *پنجره‌های برتر* (ص 37 تا 42)؛ که برای ساختمان‌های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه‌های 1، 2 یا 3 از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.

ب-2) مجموعه راه‌حل‌های فنی، با بهره‌گیری از *پنجره‌های ساده* (ص 43 تا 46)؛ که برای ساختمان‌های دارای شرایط استفاده از روش تجویزی و واقع در گروه‌های 2 یا 3 از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در نظر گرفته شده است.

مطابق مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-1، جدارهای نورگذر ساختمان باید به لحاظ مشخصات حرارتی از انواع برتر این جدارها باشند؛ در حالی که براساس مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-2،

استفاده از پنجره‌های ساده نیز مجاز است، ولی دیوارهای ساختمان باید مقاومت حرارتی بیشتری نسبت به مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-1 داشته باشند. در جدول 6، رده‌بندی کیفی پنجره‌ها در عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطابق روش تجویزی درج شده است.

جدول 6- رده‌بندی کیفی پنجره‌ها در عایق‌کاری حرارتی ساختمان مطابق روش تجویزی*

| رده | | جنس پنجره | نوع شیشه | کیفیت پنجره |
|---|---|---|---|---|
| برتر | 1 | یوپی‌وی‌سی | دوجدارهٔ ساده یا کم‌گسیل | با گواهی‌نامهٔ فنی |
| | | آلومینیومی حرارت‌شکن | دوجدارهٔ کم‌گسیل | با گواهی‌نامهٔ فنی |
| | 2 | یوپی‌وی‌سی | دوجدارهٔ ساده یا کم‌گسیل | - |
| | | آلومینیومی حرارت‌شکن | دوجدارهٔ ساده | با گواهی‌نامهٔ فنی |
| | | چوبی | دوجدارهٔ ساده یا کم‌گسیل | با گواهی‌نامهٔ فنی |
| ساده | 3 | تمام انواع | تمام انواع تک‌جداره | - |

* لازم است توضیح داده شود که دسته‌بندی فوق تنها از لحاظ انتقال حرارت است و میزان نشت هوا ملاک نبوده است.

### 19-3-2-1 الزامات در راه‌حل‌های فنی روش تجویزی

در هر یک از مجموعه راه‌حل‌های فنی، الزامات زیر در مورد مشخصات حرارتی جدارهای ساختمان تعیین شده است:

1- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها، در دو حالت مجاورت دیوار با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و براساس نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی (خارجی، داخلی، میانی، همگن)؛

2- حداقل مقاومت حرارتی بام، در دو حالت مجاورت بام با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و براساس نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی بام و دیوارهای ساختمان؛

3- رده‌بندی کیفی جدارهای نورگذر ساختمان؛

4- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا، در دو حالت مجاورت کف با فضای خارج یا فضای کنترل‌نشده، و براساس نحوهٔ عایق‌کاری حرارتی کف مجاور هوا و دیوارهای ساختمان؛

5- روش قابل قبول عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک (سراسری یا پیرامونی) و حداقل مقاومت حرارتی عایق حرارتی مورد استفاده.

### 19-3-2-2 اثر بهره‌گیری مناسب از نور خورشید

در صورتی که ساختمانِ دارای شرایط استفاده از روش تجویزی، مطابق پیوست 3 دارای نیاز غالب *گرمایی* باشد و مطابق توضیحات بند 19-2-3-1 امکان بهره‌گیری مناسب از انرژی خورشیدی وجود داشته باشد، می‌توان حداقل مقاومت‌های حرارتی ارائه شده در راه‌حل‌های فنی را با ضریب 0/95 کاهش داد.

### 19-3-2-3 اثر بهره‌گیری از سایه‌بان مناسب

در صورتی که ساختمانِ دارای شرایط استفاده از روش تجویزی، مطابق پیوست 3 دارای نیاز غالب *سرمایی* باشد و تمامی جدارهای نورگذر پوستهٔ خارجی ساختمان نیز سایه‌بان‌های معین‌شده در پیوست 10 را داشته باشند، می‌توان حداقل مقاومت‌های حرارتی ارائه شده در راه‌حل‌های فنی را با ضریب 0/9 کاهش داد.

### 19-3-2-4 نکاتی دربارهٔ مجموعه راه‌حل‌های فنی روش تجویزی

در مورد مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی، که در بخش‌های 19-3-2-5 و 19-3-2-6 آمده است، در نظر گرفتن موارد زیر لازم است:

- در عایق‌کاری حرارتی جدارهای خارجی ساختمان‌های غیرمسکونی گروه 3، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی، که به صورت منقطع استفاده می‌شوند (ر. ک. به 19-2-3-2)، تنها می‌توان از روش‌های عایق‌کاری حرارتی از داخل و مقادیر متناظر با آنها استفاده نمود.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد دیوار، بام و کف مجاور هوا مربوط به تمامی ضخامت جدارها است. بنابراین، لازم است مقاومت حرارتی عایق، با استفاده از مقادیر بیان‌شده در راه‌حل فنی و با در نظر گرفتن مقاومت حرارتی دیگر لایه‌های جدار، تعیین شود.
- مقادیر مقاومت حرارتی داده‌شده در مورد کف روی خاک تنها مربوط به لایهٔ عایق حرارتی است.

- در مورد فضاهای کنترل‌نشده، طراح می‌تواند، به جای عایق‌کاری حرارتی جدارهای مجاور فضای کنترل‌نشدهٔ ساختمان (شکل 4 الف، ص 33)، به عایق‌کاری حرارتی تمام جدارهای میان آن فضای کنترل‌نشده و فضای خارج (شکل 4 ب، ص 33)، با استفاده از مقادیر و مشخصات تعیین‌شده برای جدارهای مجاور خارج، بپردازد.
- در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که، با درز انقطاع از ساختمان قطعه مجاور جدا شده است، لازم است نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

الف) در صورت پوشیده بودن کامل فضای درز انقطاع، و نیز یقین داشتن به کنترل‌شده بودن فضاهای ساختمان مجاور، نیازی به عایق‌کاری حرارتی آن جدارها نیست، اما در صورتی که اطلاعی در مورد نحوهٔ کنترل دمایی ساختمان مجاور در دست نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل‌نشده در نظر گرفته می‌شود.

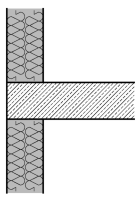
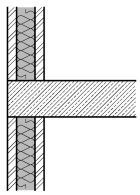
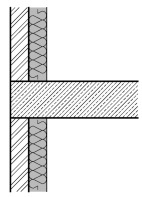
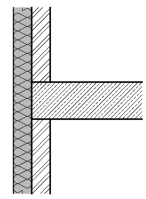
ب) در صورت پوشیده نشدن درز میان دو ساختمان، جدار مجاور آن مانند جدار مجاور فضای خارج در نظر گرفته می‌شود.

- در مورد آن بخش از جدارهای جانبی ساختمان که بدون درز انقطاع به بنای قطعه مجاور چسبیده‌اند، اگر فضاهای بنای مجاور کنترل‌شده باشند، نیاز به عایق‌کاری حرارتی این جدارها نیست. اما اگر نحوهٔ کنترل دمایی ساختمان مجاور معلوم نباشد، جدار مجاور آن ساختمان مانند جدار مجاور فضای کنترل‌نشده در نظر گرفته می‌شود.

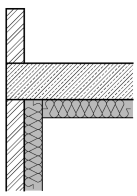
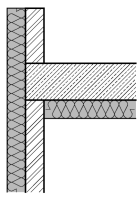
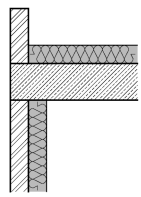
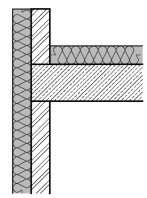
## 5-2-3-19 مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-1 (با پنجرهٔ برتر)

### 1-5-2-3-19 ساختمان‌های گروه 1 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

**الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2$.K/W]**

| دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده | دیوار مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی همگن | عایق حرارتی میانی | عایق حرارتی داخلی | عایق حرارتی خارجی |
| |  |  |  |  |
| 1/0 | 2/1 | 2/3 | 2/3 | 1/2 |

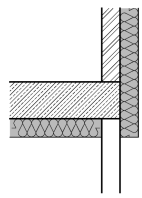
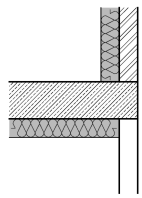
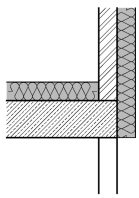
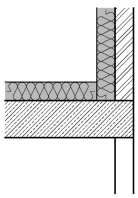
**ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2$.K/W]**

| بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده | بام یا سقف مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی داخلی بام یا سقف | | عایق حرارتی خارجی بام یا سقف | |
| | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار |
| |  |  |  |  |
| 1/0 | 2/1 | 3/0 | 3/0 | 3/0 |

**ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر**

همهٔ جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول 6، دارای ردهٔ کیفی یک باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده را می‌توان از هر کدام از رده‌های کیفی 1، 2 یا 3 انتخاب کرد.

**د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$]**

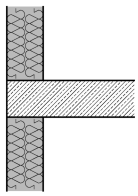
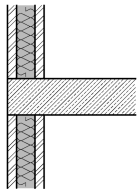
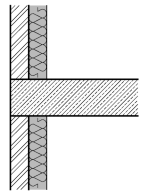
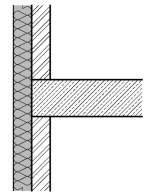
| کف مجاور فضای کنترل‌نشده | کف مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی کف | | عایق حرارتی داخلی کف | |
| | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار |
| |  |  |  |  |
| 0/9 | 3/2 | 3/2 | 3/2 | 2/1 |

**ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل‌شده [$m^2.K/W$]**

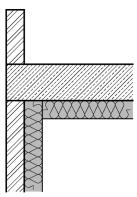
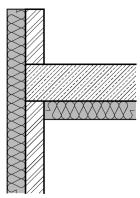
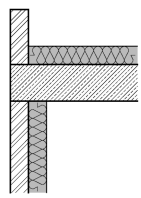
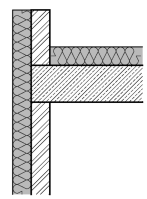
| موقعیت کف ساختمان | | |
|---|---|---|
| بیش از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه، یا هم‌تراز با محوطه، یا پایین‌تر از محوطه | |
| عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 |
| 0/9 | 0/7 | 1/1 |

## 2-5-2-3-19 ساختمان‌های گروه 2 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

**الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2$.K/W]**

| دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده | دیوار مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی همگن | عایق حرارتی میانی | عایق حرارتی داخلی | عایق حرارتی خارجی |
| |  |  |  |  |
| 0/8 | 1/4 | 1/5 | 1/5 | 0/9 |

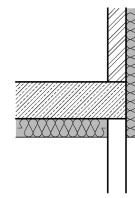
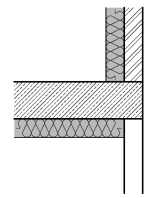
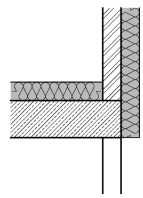
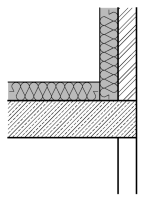
**ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2$.K/W]**

| بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده | بام یا سقف مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی داخلی بام یا سقف | | عایق حرارتی خارجی بام یا سقف | |
| | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار |
| |  |  |  |  |
| 0/8 | 1/6 | 2/1 | 2/1 | 2/1 |

**ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر**

جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول 6، دارای ردهٔ کیفی 2 یا 1 باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده را می‌توان از رده‌های کیفی 1، 2 یا 3 انتخاب کرد.

**د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$]**

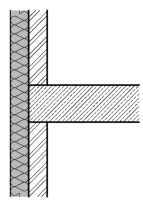
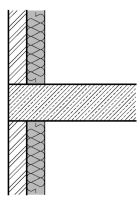
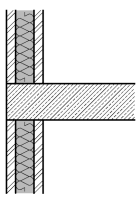
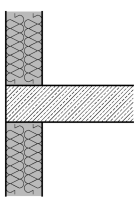
| کف مجاور فضای کنترل‌نشده | کف مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی کف | | عایق حرارتی داخلی کف | |
| | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار |
| |  |  |  |  |
| 0/7 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 1/5 |

**ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل‌شده [$m^2.K/W$]**

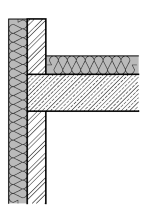
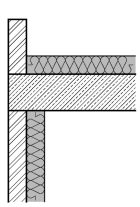
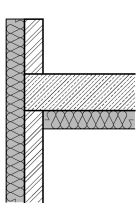
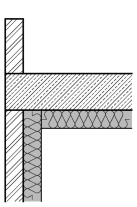
| موقعیت کف ساختمان | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | به میزان 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | |
| عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 100 سانتی‌متر | عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر | عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر |
| 0/7 | 0/9 | 0/5 | 0/7 | 0/3 | 0/5 |

## 3-19-2-3-5-3 ساختمان‌های گروه 3 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

**الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2$.K/W]**

| دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده | دیوار مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی | عایق حرارتی داخلی | عایق حرارتی میانی | عایق حرارتی همگن |
| |  |  |  |  |
| 0/7 | 0/8 | 1/2 | 1/2 | 1/1 |

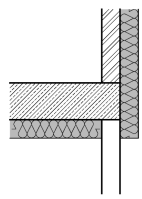
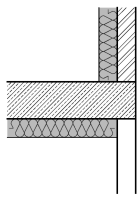
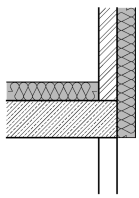
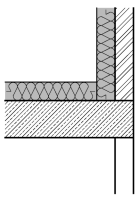
**ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2$.K/W]**

| بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده | بام یا سقف مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی بام یا سقف | | عایق حرارتی داخلی بام یا سقف | |
| | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار |
| |  |  |  |  |
| 0/7 | 1/7 | 1/7 | 1/7 | 1/4 |

**ج- حداقل مشخصات جدارهای نورگذر**

تمام جدارهای نورگذر مجاور خارج باید، مطابق جدول 6، دارای رده کیفی 2 یا 1 باشند. جدارهای نورگذر مجاور فضاهای کنترل‌نشده را می‌توان از هر کدام از رده‌های کیفی 1، 2 یا 3 انتخاب کرد.

**د- حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2$.K/W]**

| کف مجاور فضای کنترل‌نشده | کف مجاور فضای خارج | | | |
|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی کف | | عایق حرارتی داخلی کف | |
| | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار |
| |  |  |  |  |
| 0/6 | 1/7 | 1/7 | 1/7 | 1/3 |

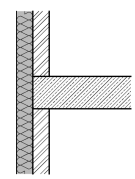
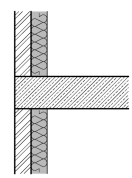
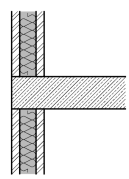
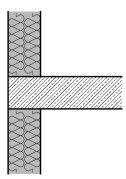
**ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل‌شده [$m^2$.K/W]**

| موقعیت کف ساختمان | | | | |
|---|---|---|---|---|
| بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | کف ساختمان به میزان 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | کف ساختمان پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با محوطه، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از محوطه |
| عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر | عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر | عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل‌شده ضرورت ندارد. |
| 0/2 | 0/5 | 0/2 | 0/3 | |

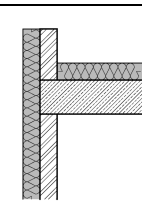
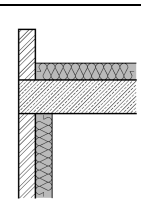
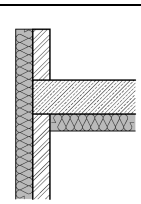
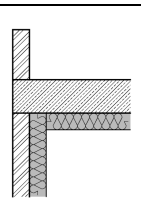
## 6-2-3-19 مجموعه راه‌حل‌های فنی تجویزی ب-2 (با پنجرهٔ ساده)

### 1-6-2-3-19 ساختمان‌های گروه 2 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

**الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2$.K/W]**

| درصد سطح جدارهای نورگذر نسبت به دیوارهای خارجی | دیوار مجاور فضای خارج | | | | دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده |
|---|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی | عایق حرارتی داخلی | عایق حرارتی میانی | عایق حرارتی همگن | |
| |  |  |  |  | |
| 16-20 | **2/5** | **غیرمجاز** | **غیرمجاز** | **غیرمجاز** | **0/8** |
| 11-15 | **1/7** | **4/9** | **4/9** | **4/1** | **0/8** |
| 10 و کمتر | **1/4** | **3/2** | **3/2** | **2/8** | **0/8** |

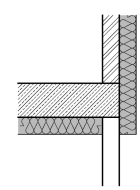
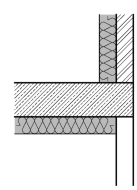
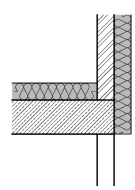
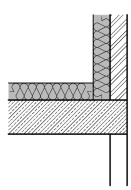
**ب- حداقل مقاومت حرارتی بام یا سقف [$m^2$.K/W]**

| توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی بام مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است. | بام یا سقف مجاور فضای خارج | | | | بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده |
|---|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی بام یا سقف | | عایق حرارتی داخلی بام یا سقف | | |
| | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | |
| |  |  |  |  | |
| | **2/1** | **2/1** | **2/1** | **1/6** | **0/8** |

**ج - حداقل مشخصات جدارهای نورگذر**

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مساوی یا کمتر از 20 درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می‌توان، با رعایت الزامات تعیین‌شده در این بخش، از پنجره‌های ردهٔ کیفی 3 (مطابق جدول 6) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-1 مربوط به این گروه (بند 19-3-2-5-2) بهره جست.

**د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$]**

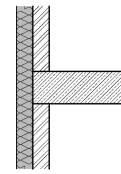
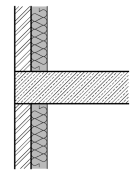
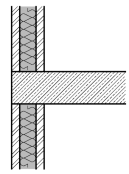
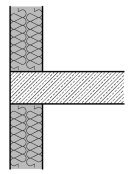
| توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی کف مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است. | کف مجاور فضای خارج | | | | کف مجاور فضای کنترل‌نشده |
|---|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی کف | | عایق حرارتی داخلی کف | | |
| | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | |
| |  |  |  |  | |
| | **2/2** | **2/2** | **2/2** | **1/5** | **0/7** |

**ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل‌شده [$m^2.K/W$]**

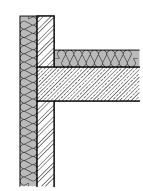
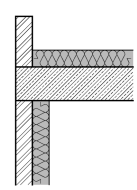
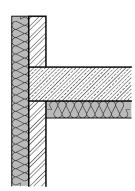
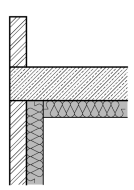
| موقعیت کف ساختمان | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | تا ارتفاع 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با آن، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از آن | |
| عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 100 سانتی‌متر | عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر | عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر |
| **0/7** | **0/9** | **0/5** | **0/7** | **0/3** | **0/5** |

## 19-3-2-6-2 ساختمان‌های گروه 3 از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

**الف- حداقل مقاومت حرارتی دیوارها [$m^2$.K/W]**

| درصد سطح جدارهای نورگذر نسبت به دیوارهای خارجی | دیوار مجاور فضای خارج | | | | دیوار مجاور فضای کنترل‌نشده |
|---|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی | عایق حرارتی داخلی | عایق حرارتی میانی | عایق حرارتی همگن | |
| |  |  |  |  | |
| 21-25 | 1/8 | 5/7 | 5/7 | 4/6 | 0/7 |
| 16-20 | 1/4 | 3/2 | 3/2 | 2/8 | 0/7 |
| 11-15 | 1/2 | 2/4 | 2/4 | 2/1 | 0/7 |
| 10 و کمتر | 1/1 | 2/0 | 2/0 | 1/9 | 0/7 |

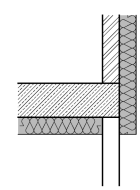
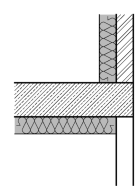
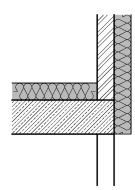
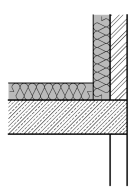
**ب- حداقل مقاومت حرارتی بام [$m^2$.K/W]**

| توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی بام مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است. | بام یا سقف مجاور فضای خارج | | | | بام یا سقف مجاور فضای کنترل‌نشده |
|---|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی | | عایق حرارتی داخلی | | |
| | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | |
| |  |  |  |  | |
| | 1/7 | 1/7 | 1/7 | 1/7 | 0/7 |

**ج - جدارهای نورگذر**

چنانچه سطح جدارهای نورگذر فضاهای کنترل‌شده مساوی یا کمتر از 25 درصد سطح کل دیوارهای خارجی ساختمان باشد، می‌توان، با رعایت الزامات تعیین‌شده در این بخش، از پنجره‌های رده کیفی 3 (مطابق جدول 6) استفاده کرد. در غیر این صورت، لازم است از مجموعه راه‌حل‌های فنی ب-1 مربوط به این گروه (بند 19-3-2-3-5-3) استفاده گردد.

**د - حداقل مقاومت حرارتی کف مجاور هوا [$m^2.K/W$]**

| توضیح: مقادیر مقاومت حرارتی کف مستقل از نسبت سطح جدارهای نورگذر به دیوارهای خارجی است. | کف مجاور فضای خارج | | | | کف مجاور فضای کنترل‌نشده |
|---|---|---|---|---|---|
| | عایق حرارتی خارجی | | عایق حرارتی داخلی | | |
| | همراه با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | همراه با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | همراه با عایق‌کاری خارجی یا میانی دیوار | همراه با عایق‌کاری داخلی یا همگن دیوار | |
| |  |  |  |  | |
| | **1/7** | **1/7** | **1/7** | **1/7** | **0/6** |

**ه - حداقل مقاومت حرارتی عایق کف مجاور خاک فضاهای کنترل‌شده [$m^2.K/W$]**

| موقعیت کف ساختمان | | | | |
|---|---|---|---|---|
| بیش از 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | تا ارتفاع 40 تا 100 سانتی‌متر بالاتر از محوطه | | پایین‌تر از محوطه، هم‌تراز با آن، یا کمتر از 40 سانتی‌متر بالاتر از آن |
| عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 70 سانتی‌متر | عایق‌کاری سراسری | عایق‌کاری پیرامونی با عرض حداقل 50 سانتی‌متر | عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک فضاهای کنترل‌شده ضرورت ندارد. |
| **0/2** | **0/5** | **0/2** | **0/3** | |

### 3-3-19 اصول کلی و توصیه‌ها در زمینه طراحی ساختمان

طراحی معماری ساختمان باید حتی‌الامکان سازگار با اقلیم باشد، تا ساختمان از شرایط و امکان‌های مطلوب طبیعی بهره‌گیری نماید و در برابر شرایط نامطلوب اقلیمی محافظت گردد. این رویکرد در طراحی معماری ساختمان موجب می‌شود تا مقدار انرژی مورد نیاز برای تأمین شرایط آسایش حرارتی به حداقل برسد و بخشی از آن، از طریق طبیعی و در اکثر موارد با استفاده از سیستم‌های غیرفعال، تأمین شود. علاوه بر عایق‌کاری حرارتی، برخی از تدابیر مؤثر در بهره‌گیری از انرژی‌های طبیعی در ساختمان عبارتند از:

- جهت‌گیری ساختمان
- حجم و فرم کلی ساختمان
- جانمایی فضاهای داخلی
- جدارهای نورگذر
- سایبان‌ها
- اینرسی حرارتی جدارها
- تهویهٔ طبیعی

#### 1-3-3-19 جهت‌گیری ساختمان

جهت‌گیری ساختمان به سمت جنوب در بهره‌گیری ساختمان از انرژی خورشیدی بسیار مؤثر است. جهت‌گیری مناسب به این معنی است که جدارهای نورگذر جنوبی، برای بهره‌برداری بیشتر از انرژی تابشی خورشید در کوتاه‌ترین روز سال، از 9 صبح تا 3 بعدازظهر، در معرض تابش خورشید قرار گیرند. به‌علاوه، ساختمان به نحوی قرار گیرد، که در طول سال از بادهای نامطلوب محفوظ باشد و ضمناً، در فصل گرم سال، بتوان از نسیم‌ها و بادهای مطلوب برای تهویهٔ طبیعی و حفظ شرایط آسایش حرارتی استفاده کرد.

#### 2-3-3-19 حجم و فرم کلی ساختمان

حجم و فرم کلی ساختمان در انتقال انرژی حرارتی بسیار مؤثر است. هر قدر نسبت سطح پوستهٔ خارجی ساختمان به زیربنای آن کمتر باشد، انتقال حرارت ساختمان نیز کمتر خواهد بود. توصیه می‌شود در مناطق با نیاز انرژی زیاد (مطابق پیوست 3)، ساختمان به صورت متراکم طراحی شود و از مقدار سطح پوستهٔ خارجی نسبت به سطح زیربنای آن کاسته گردد. در اقلیم‌های گرم و مرطوب و یا با نیاز سرمایی زیاد (مطابق پیوست 3) ساختمان باید به شکلی طراحی شود که امکان استفاده از تهویهٔ طبیعی برای تمام فضاهای داخلی فراهم گردد.

### 19-3-3-3 جانمایی فضاهای داخلی

فضاهای داخلی ساختمان به دو دستهٔ فضاهای اصلی و فضاهای حایل تقسیم می‌شوند. فضاهای اصلی فضاهایی هستند که در بیشتر اوقات شبانه‌روز مورد استفاده قرار می‌گیرند و افراد در آن سکونت دارند. فضاهای حایل ساکن ندارند و به طور مستمر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

بهتر است فضاهای اصلی و فضاهای حایل به نحوی جانمایی شوند که فضاهای حایل بین فضاهای اصلی و جبهه‌های نامطلوب ساختمان (از نظر حرارتی) قرار گیرند، تا انتقال حرارت از فضاهای اصلی به خارج در اوقات سرد سال (یا از خارج به فضاهای اصلی در اوقات گرم سال) به حداقل برسد.

فضاهای اصلی باید حتی‌الامکان رو به جبهه‌های مطلوب ساختمان قرار داشته باشند. جبهه‌های مطلوب ساختمان به ترتیب اهمیت عبارتند از: جنوبی، شرقی، شمالی. با استقرار فضاهای اصلی رو به جنوب، در اوقات سرد بخشی از گرمای مورد نیاز ساختمان از طریق تابش آفتاب به داخل تأمین می‌شود.

### 19-3-3-4 جدارهای نورگذر

جدارهای نورگذر، شامل پنجره‌ها، نورگیرها و مانند آنها، باید از قاب‌های مرغوب و بدون درز مستقیم و دارای حداقل نشت هوا باشند. از طرف دیگر، این جدارها باید جوابگوی انتظارات تعریف‌شده در دیگر مباحث مقررات ملی، نظیر مقاومت در برابر باد و ایمنی در مقابل حریق نیز باشند. استفاده از شیشه‌های معمول، یا با مشخصات حرارتی برتر (کم‌گسیل، ...)، به صورت چندجداره و یا با دو قاب موازی برای این سطوح، به‌ویژه در مورد پنجره‌ها، توصیه می‌شود.

قاب‌های این جدارها باید از جنس مناسب، مانند چوب، پلیمرهای مرغوب و یا فلز، با حداقل پل‌های حرارتی، باشد. در صورت مناسب نبودن درزبندی دور قاب‌ها، باید با استفاده از نوارهای انعطاف‌پذیر از نشت هوا جلوگیری شود. قبل از انجام عملیات درزبندی، باید اطمینان حاصل شود که دریچه‌های مخصوص ورود هوای تازه، به تعداد و اندازه مناسب، در تمامی فضاهای اصلی وجود دارد، و اقدامات درزبندی شرایط بهداشت فضاهای داخل ساختمان را تحت‌الشعاع قرار نمی‌دهد.

در مورد پنجره‌های کشویی ساده، که فاقد یراق‌آلات مخصوص درزبندی هستند، امکان بهبود درزبندی منتفی است. استفاده از این نوع بازشوها در ساختمان‌های واقع در مناطق بادخیز و همچنین در ساختمان‌های بلند به‌هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

مقدار سطوح نورگذر از نظر انتقال حرارت در ساختمان بسیار مؤثر است. به علت مقاومت حرارتی اندک سطوح نورگذر نسبت به دیگر اجزای پوستهٔ خارجی، هر قدر مقدار سطوح نورگذر نسبت به سطح پوستهٔ خارجی کمتر باشد، اتلاف حرارت از ساختمان کاهش خواهد یافت. در

نتیجه، در نظر گرفتن مقدار کافی و مناسب سطوح نورگذر، ضمن تأمین نور مناسب برای فضاهای داخل، موجب کاهش انتقال حرارت به خارج خواهد شد.

البته در بین نماهای مختلف یک ساختمان، سطوح نورگذر جنوبی عملکرد حرارتی بهتری دارند و به جذب انرژی تابشی خورشید، برای تأمین بخشی از گرمای مورد نیاز در اوقات سرد کمک می‌کنند. بهتر است در جبهه‌های نامطلوب و سرد ساختمان، مقدار سطوح نورگذر، به حداقل میزان مورد نیاز برای تأمین روشنایی طبیعی کاهش یابد. مشخصات حرارتی برخی از انواع جدارهای نورگذر در پیوست 9 آمده است.

### 19-3-3-5 سایبان‌ها

سایبان‌ها برای کنترل میزان تابش آفتاب به سطوح نورگذر ساختمان به کار می‌روند. در همه مناطق اقلیمی لزوماً به سایبان نیاز نیست. برای معلوم ساختن این نیاز، باید اقلیم منطقه به‌طور دقیق مطالعه شود. زاویهٔ سایبان افقی یا عمودی[1] باید با توجه به اوقات گرم سال و زوایای تابش خورشید در این اوقات تعیین شود. به این ترتیب، در اوقات گرم تمامی سطح پنجره در سایه قرار می‌گیرد و سایبان مانع از ورود تابش مستقیم خورشید به داخل و افزایش دما و ایجاد شرایط نامطلوب حرارتی در فضای داخل می‌شود.

ابعاد سایبان باید به اندازه‌ای باشد که، در اوقات گرم سال، از تابش خورشید به داخل جلوگیری کند و در اوقات سرد، برای استفاده از گرمای تابشی خورشید، امکان ورود تشعشع خورشید را به داخل فراهم کند.

در پیوست 10 این مبحث، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، برای 216 شهر کشور، ارائه شده است. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، زاویهٔ سایه‌بان افقی و زاویهٔ سایه‌بان عمودی، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، تعیین شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی مشخص می‌گردد.

### 19-3-3-6 اینرسی حرارتی

برخی عناصر ساختمان، مانند کف، سقف یا دیوارها، که دارای اینرسی حرارتی یا ظرفیت حرارتی زیاد (جرم زیاد) هستند، توانایی ذخیره‌سازی حرارت را دارند. گرما یا سرمای موجود در فضا بر اثر وجود ظرفیت حرارتی، به آن عناصر منتقل می‌گردد و در ساعاتی که گرما یا سرما مورد نیاز است به محیط بازگردانده می‌شود. در نتیجه، به کمک ظرفیت حرارتی عناصر ساختمان، از نوسان شدید

1. با توجه به این نکته که در اکثر متون فنی واژهٔ «عمودی» به جای واژهٔ «قائم» به کار رفته است، در این مبحث نیز از واژهٔ «عمودی» استفاده شده است.

دما در فضای داخل کاسته می‌شود. میزان نیاز به عناصر حرارتی با ظرفیت حرارت زیاد بستگی به نوع استفاده از فضا دارد. در فضاهایی که در طول شبانه‌روز به‌طور مداوم از آنها استفاده می‌شود اینرسی حرارتی زیاد مطلوب است و عایق‌کاری حرارتی در سمت خارجی پوستهٔ ساختمان توصیه می‌گردد. اما در فضاهای با استفادهٔ منقطع در طول شبانه‌روز، اینرسی حرارتی بهتر است تا حد ممکن کم باشد و عایق‌کاری حرارتی در سمت داخلی پوستهٔ ساختمان صورت گیرد. جزییات مربوط به محاسبه اینرسی حرارتی در پیوست 1 آمده است.

### 19-3-3-7 تهویه طبیعی

فراهم ساختن امکان تهویهٔ طبیعی در ساختمان‌ها موجب تأمین بهتر آسایش حرارتی و کاهش مصرف انرژی سیستم‌های مکانیکی می‌شود. این موضوع، به‌خصوص در اقلیم‌های مرطوب، اهمیت زیادی دارد.

در طراحی ساختمان در اقلیم‌های مرطوب، توصیه می‌شود که با تعبیهٔ بازشوهای روبه‌رو و مسدود نکردن مسیر جریان هوا با عناصر داخلی، امکان ایجاد کوران در فضاها فراهم شود. در اقلیم گرم و مرطوب، بهتر است با تمهیداتی، مانند ایجاد سایه، دمای هوا، پیش از ورود به فضاهای داخلی ساختمان، کاهش یابد.

در اقلیم گرم و خشک، در اوقات گرم، تهویهٔ طبیعی شبانهٔ ساختمان موجب خنک‌سازی توده مصالح می‌شود. در طول روز نیز، تهویهٔ فضاهای داخلی، با هوای خنک‌شده از طریق سیستم‌های ساده تبخیری، بخش قابل توجهی از نیازهای سرمایی ساختمان را تأمین می‌کند.

# 4-19 تأسیسات مکانیکی

علاوه بر رعایت احکام مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمان، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در تأسیسات مکانیکی، الزامات مندرج در این فصل نیز باید در همهٔ گونه‌های کاربری ساختمان‌ها (مطابق پیوست 4) رعایت شود.

## 4-19-1 مقررات کلی

در این بخش ملاحظات و تدابیر کلی، برای کاهش نیاز انرژی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها، بیان شده است.

الف) به کارگیری سیستم‌ها و تجهیزات فعال، یا غیرفعال که از منابع انرژی تجدیدپذیر، مانند خورشید و زمین‌گرمایی، بهره می‌برند، به‌خصوص در ساختمان‌های با زیربنای بیش از 2000 متر مربع، توصیه می‌شود.

ب) تجهیزات تأمین نیازهای سرمایی و گرمایی، تهویه و آب گرم مصرفی، مانند انواع بخاری‌ها، کولرها، پمپ‌های حرارتی، پمپ‌ها، آب‌گرم‌گن‌ها، دمنده‌ها (فن‌ها)، و اجزای مختلف موتورخانه‌ها، باید دارای برچسب انرژی باشند.

ج) فضاهای کنترل‌شده ساختمان نباید به طور مستقیم با فضاهای کنترل‌نشده یا فضای خارج در ارتباط باشند و باید، به شکل مناسبی، با استفاده از در، جداکننده و مانند آنها، از این فضاها جدا شوند. در فضاهای کنترل‌شده پرتردد، لازم است در به صورت خودکار بسته شود.

د) در هتل‌ها، بیمارستان‌ها، ادارات، مجتمع‌های تجاری و ساختمان‌های با کاربری مشابه، لازم است سیستمی برای توقف خودکار سرمایش و گرمایش، در صورت باز ماندن طولانی‌مدت بازشوهای خارجی، پیش‌بینی شود. در این نوع ساختمان‌ها، کاربرد سیستم‌های هوشمند توصیه می‌شود.

ه) در واحدهای مستقل ساختمانی که گرمایش، سرمایش یا آب گرم مصرفی آنها با یک سیستم مشترک تأمین می‌شود، توصیه می‌شود که برای هر یک از واحدها کنتور اندازه‌گیری مصرف انرژی نصب گردد، تا اثر تدابیر به کار برده شده برای کاهش مصرف انرژی در هر واحد، جداگانه محاسبه و عاید همان واحد گردد.

و) در ساختمان‌های گروه یک، چنانچه نیاز انرژی بخشی از ساختمان، یا بخشی از سیستم‌های آن، زیاد باشد، نصب کنتور اندازه‌گیری جداگانه برای آن الزامی است.

ز) دمای هوای داخل فضاها، در محل حضور افراد، باید در اوقات سرد سال حداکثر 20 درجهٔ سلسیوس و در اوقات گرم سال حداقل 28 درجهٔ سلسیوس تنظیم شود. در مناطق مرطوب، دمای هوای فضاها در اوقات گرم سال باید بسته به مورد تعیین شود، و در هیچ حالتی نباید کمتر از 25 درجهٔ سلسیوس باشد. برای فضاهای دارای شرایط خاص، رعایت مقادیر فوق لازم نیست و دماهای تنظیم گرمایش و سرمایش آنها را باید بسته به مورد تعیین کرد.

**تبصره**: در مورد کولرهای آبی نیاز به رعایت مقررات دمای مبنا نیست.

ح) در ساختمان‌هایی، مانند ساختمان‌های صنعتی، که کنترل دمای کل هوای داخل ضرورت ندارد، نیازهای آسایش حرارتی باید به صورت موضعی تأمین گردد.

## 19-4-2 تأسیسات سرمایش و گرمایش

### 19-4-2-1 تأمین سرمایش و گرمایش

سرمایش و گرمایش ساختمان ممکن است به دو صورت مرکزی یا مستقل تأمین شود. موتورخانه‌ها و پکیج‌ها از سیستم‌های مرکزی به شمار می‌روند. بخاری‌ها و کولرهای پنجره‌ای از نوع سیستم‌های مستقل است. در هر حال، ظرفیت و مشخصات فنی تجهیزات باید براساس محاسبات بارهای گرمایشی و سرمایشی تعیین شود و تا حد امکان از به کارگیری تجهیزاتی با ظرفیت بالاتر از نیاز خودداری گردد.

الزامات هر یک از سیستم‌های مرکزی و مستقل، به ترتیب، در بندهای 19-4-2-1-1 و 19-4-2-1-2 ارائه شده است.

#### 19-4-2-1-1 سیستم مرکزی

الف) در سیستم‌های مرکزی گرمایشی یا سرمایشی باید برای کنترل دمای هوا و یا آب خروجی از هر یک از سیستم‌ها از ترموستات استفاده شود.

ب) کنترل دما باید از طریق تنظیم زمان‌های روشن و خاموشی تجهیزات گرمایشی، سرمایشی (مشعل، کمپرسور)، یا کنترل ظرفیت آنها و یا تنظیم جریان سیال فعال (توسط پمپ و شیر برقی) انجام گیرد.

ج) لازم است پمپ مربوط به سیال فعال، براساس دمای هوا و یا آب برگشتی، کنترل و روشن یا خاموش شود.

د) درجهٔ تنظیم دما برای کنترل سیستم باید در ارتباط با دمای هوای بیرون ساختمان به صورت خودکار قابل تنظیم باشد.

ه) برای همهٔ ساختمان‌های گروه 1 و ساختمان‌های گروه 2 با زیربنای مفید بالای 1000 مترمربع (ر. ک. به پیوست 5)، در نظر گرفتن سیستم برنامه‌ریزی کارکرد تجهیزات در ساعات شبانه روز، با در نظر گرفتن ساعات بهره‌برداری، الزامی است. برای دیگر گروه‌های ساختمانی نیز این اقدام توصیه می‌شود.

و) در تمام سیستم‌های سرمایشی، ضریب انرژی مورد نیاز برای جابه‌جایی هوا، که مقدار آن با رابطه زیر محاسبه می‌شود، نباید هیچ‌گاه کمتر از 5 باشد.

$$\text{ضریب انرژی جابه‌جایی هوا} = \frac{\text{بار سرمایشی محسوس جابه‌جا شدهٔ سیستم (W)}}{\text{انرژی الکتریکی ورودی به دمنده های سیستم (W)}}$$

رابطه بالا در تمام سیستم‌های تمام هوا و آب- هوا و فن کویل صادق است. انرژی الکتریکی پمپ‌ها برای سیستم‌های آب- هوا باید در مخرج کسر به انرژی الکتریکی ورودی به دمنده‌های سیستم اضافه شود.

ز) تجهیزاتی که، برای تامین رطوبت و حفظ شرایط آسایش در داخل ساختمان، نیاز به مصرف انرژی دارند باید از طریق حسگر رطوبت کنترل شوند.

ح) در صورتی که از قسمتی از فضاهای ساختمانی غیرمسکونی با بهره‌برداری منقطع، به صورت مداوم استفاده شود، باید گرمایش و سرمایش این فضاها از سیستم مرکزی تفکیک گردیده و به صورت مستقل در نظر گرفته شود.

### 19-4-2-1-2 سیستم مستقل

الف) هر نوع سیستم گرمایشی یا سرمایشی غیرمرکزی که کاملاً مستقل عمل می‌کند باید با کنترل ترموستاتیک روشن و خاموش یا تنظیم شود.

تبصره: در مورد بخاری‌های نفتی و گازی نیاز به رعایت بند فوق نیست.

ب) نصب شومینه در مجاورت دیوارهای داخلی مجاز است؛ و شومینه باید کاملاً جدا از دیوار خارجی ساختمان باشد. نصب سیستم کنترل اتوماتیک، برای بسته نگه‌داشتن دمپر در زمان خاموش بودن شومینه، توصیه می‌شود.

### 19-4-2-2 مدارهای توزیع

مدارهای توزیع کار انتقال و توزیع سرما و گرمای تولید شده به پایانه‌ها را انجام می‌دهند. بالانس کردن مدارهای سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی الزامی است. برای بالانس کردن، باید از تجهیزات مورد نیاز، اعم از دمپرها، دما سنج‌ها، فشارسنج‌ها و شیرهای بالانس، استفاده گردد.

برای تجهیزات سرمایش و گرمایش، عایق‌کاری حرارتی سیستم‌های توزیع بخار، آب و هوا الزامی است و بر اساس مقررات این بند انجام می‌گیرد.

### 19-4-2-2-1 عایق‌کاری حرارتی لوله‌ها

تمام لوله‌های مورد استفاده در سیستم‌های سرمایش و گرمایش باید براساس بیشترین مقدار مشخص شده در مبحث 14 مقررات ملی و جدول 7 این مبحث عایق‌کاری حرارتی گردد. برای تضمین حداقل ضخامت مفید عایق حرارتی، استفاده از عایق‌های حرارتی پیش‌ساخته توصیه می‌شود. در زمان نصب، باید از فشرده کردن عایق و کاهش مقاومت حرارتی اسمی آن اجتناب شود.

جدول 7- حداقل مقاومت حرارتی عایق لوله در سیستم‌های سرمایش و گرمایش **[$m^2$.K/W]**

| نوع سیال | قطر لوله تا 38 میلی‌متر | قطر لوله بیش از 38 میلی‌متر |
|---|---|---|
| آب گرم | 0/88 | 1/32 |
| بخار | 1/00 | 2/00 |
| آب سرد، مبرد و براین | 0/88 | 1/00 |

### 19-4-2-2-2 عایق‌کاری حرارتی کانال‌ها

تمام کانال‌های مورد استفاده در سرمایش و گرمایش، در صورت قرار داشتن در فضای داخل ساختمان، علاوه بر رعایت ضوابط مندرج در مبحث 14 مقررات ملی ساختمان، باید با عایقی که از حداقل مقاومت حرارتی 0/88 [$m^2$.K/W] برخوردار است عایق‌کاری گردد. اگر کانال‌های مورد

استفاده در سرمایش و گرمایش در خارج از ساختمان است، باید با عایقی که از حداقل مقاومت حرارتی 1/44 [$m^2$.K/W] برخوردار است عایق‌کاری شوند. در مورد کانال‌های کولر آبی واقع در فضای داخلی ساختمان، نیازی به عایق‌کاری حرارتی نیست.

### 19-4-2-3 پایانه‌های سرمایش و گرمایش

الف) توصیه می‌شود که برای تمام پایانه‌های سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی مانند شوفاژ، فن کویل، و دمپر (در سیستم‌های هوا)، کنترل ترموستاتیک نصب گردد.

ب) دمنده‌های پایانه‌های حرارتی و برودتی باید قابلیت روشن و خاموش شدن توسط یک سیستم کنترل ترموستاتیک، با امکان تنظیم دماهای مختلف در شبانه‌روز، را داشته باشند.

ج) در ساختمان‌های غیرمسکونی، در نظر گرفتن سیستم کنترل مرکزی کارکرد دمنده‌ها در طی ساعات شبانه‌روز الزامی است.

## 19-4-3 سیستم‌های تهویه

### 19-4-3-1 تأمین هوای تازه

تمام سیستم‌های تأمین هوای تازه، که با استفاده از دمنده یا فن کار می‌کنند، باید به کلید روشن-خاموش تجهیز شوند، تا در شرایط غیر کاری و هنگامی که به هوای تازه نیازی نیست خاموش شوند، مگر آنکه مجهز به کنترل خودکار باشند.

در تمام نقاط ورود و خروج هوا در ساختمان، در نظر گرفتن سیستم‌های خودکار، که دمپر آنها فقط در زمان کار کردن باز می‌شود، الزامی است. در مواردی که درجهٔ آلودگی هوای داخل تغییر می‌کند، تنظیم خودکار میزان هوای تازه الزامی است.

حداکثر میزان تهویهٔ مکانیکی نباید بیش از 20 درصد از حداقل تهویهٔ تعیین‌شده از نظر سلامت و بهداشت بالاتر باشد. در صورتی که از سیستم‌های بازیافت انرژی از هوای خروجی استفاده شود، این محدودیت برطرف می‌گردد.

### 19-4-3-2 کیفیت درزبندی بازشوها

در هر واحد مستقل، چنانچه میزان تهویهٔ ناخواستهٔ هوا، که از طریق بازشوهایی مانند درها و پنجره‌ها صورت می‌گیرد، در شرایط عادی، از یک سوم حجم تعویض هوا در ساعت تجاوز نکند،

ضریب انتقال حرارت مرجع $\hat{H}$، در بند 19-3-1-1، را می‌توان تا 10% افزایش داد. میزان تهویهٔ ناخواستهٔ هوا از طریق مراجع مربوطه تعیین می‌گردد.

**توجه:** در صورتی که با استفاده از تمهیدات مختلف (مانند بهره‌گیری از پنجره‌های نوین و انواع درزبندها) میزان تهویهٔ هوای ناخواسته از بازشوها کاهش یابد، باید هوای تازهٔ مورد نیاز برای تأمین سلامتی و بهداشت، به صورت طبیعی یا مکانیکی، فراهم گردد.

## 19-4-4 تأسیسات آب گرم مصرفی

### 19-4-4-1 ملاحظات کلی

الف) در سیستم مرکزی گرمایش، طراحی و اجرای تأسیسات آب گرم مصرفی باید به‌طور مجزا انجام شود یا عملکرد مجزای آن توسط شیرهای برقی با کنترل اتوماتیک امکان‌پذیر گردد.

ب) کاربرد سیستم‌های خورشیدی برای پیش گرم کردن آب و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی توصیه می‌گردد.

ج) در ساختمان‌های عمومی با زیربنای بیش از 2000 مترمربع، در آب‌گرم‌کن‌های مخزن‌دار بدون پمپ، استفاده از محبوس‌کننده حرارت[1] الزامی است. کاربرد محبوس‌کننده در دیگر ساختمان‌ها نیز توصیه می‌شود.

د) تجهیزات سیستم آب گرم مصرفی باید مجهز به سیستم کنترل دما باشد. طراحی سیستم آب گرم مصرفی باید براساس ضوابط مبحث 14 مقررات ملی انجام شود و دمای آب گرم مصرفی نباید از 60 درجه سلسیوس بیشتر باشد. در استخرهایی که دمای آب کنترل می‌شود، دمای آب نباید بیش از 27 درجه سلسیوس باشد.

ه) آب گرم‌کن‌های خاص مصارف ویژه، مانند آب‌گرم‌کن استخرها، برای آسانی و سهولت کار، باید مجهز به کلید روشن و خاموشِ بدون وابستگی به ترموستات، جهت راه‌اندازی و خاتمه کار، باشند.

و) استفاده از کنترلر خودکار برای خاموش کردن پمپ آب گرم برگشتی، در زمانی که پیش‌بینی شده به آب گرم نیازی نیست، الزامی است.

ز) برای به کارگیری پمپ تصفیهٔ آب، استفاده از کنترلر ساعتی الزامی است. توصیه می‌شود، در ساعات حداکثر بار شبکه، از پمپ استفاده نشود.

1. Heat trap

ح) آب‌دهی دستشویی و سردوشی‌های حمام در فشار 550 kPa (حدود 5/5 بار یا آتمسفر) نباید بیش از 0/16 لیتر بر ثانیه باشد.

ط) در حد امکان از شیرهای مشترک آب گرم و سرد استفاده شود.

ی) در ساختمان‌هایی با کاربری عمومی، استفاده از شیرهای فنری یا شیرهای دارای چشم الکترونیکی الزامی است.

### 19-4-4-2 عایق‌کاری حرارتی لوله و مخزن

الف) در سیستم‌های آب گرم مصرفی، لوله‌ها باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از 0/88 $[m^2.K/W]$ باشند.

ب) مخزن‌های آب‌گرم باید دارای عایق حرارتی با مقاومت حرارتی بیش از 1/00 $[m^2.K/W]$ باشند.

ج) در استخرهای عمومی، که از آب گرم استفاده می‌کنند، استفاده از پوشش الزامی است. در مورد استخرهای شخصی ساختمان‌های مسکونی، که از آب گرم استفاده می‌کنند، بهره‌گیری از این پوشش توصیه می‌شود.

# 5-19 سیستم روشنایی و انرژی الکتریکی

در تأمین روشنایی با استفاده از انرژی الکتریکی، لازم است علاوه بر الزامات مبحث 13 مقررات ملی ساختمان، موارد مندرج در این بخش نیز منظور شود. همچنین، علاوه بر الزامات این بخش، می‌توان، برای تأمین بخشی از انرژی الکتریکی ساختمان، از سلول‌های خورشیدی، به صورت مستقل یا موازی با شبکه سراسری برق، بهره گرفت.

## 1-5-19 سیستم‌ها و تجهیزات روشنایی

در فضاهای عمومی کلیه ساختمان‌ها که از روشنایی الکتریکی به صورت ممتد استفاده می‌شود، به‌کارگیری لامپ‌های کم‌مصرف (پر بازده)، با حداقل بازده 55 لومن بر وات، الزامی است. بهره‌گیری از لامپ‌های کم‌مصرف در کلیه فضاهای داخلی ساختمان‌های مسکونی که از روشنایی الکتریکی به صورت ممتد استفاده می‌شود، به ویژه در فضاهای نشیمن و آشپرخانه، توصیه می‌شود.

تمامی سیستم‌های روشنایی نصب‌شدهٔ درون یا روی سقف باید دارای بازتابنده‌هایی باشند، تا بیشترین روشنایی به فضا برسد.

## 2-5-19 سیستم‌های کنترل روشنایی

### 1-2-5-19 روشنایی فضاها

هر فضای مستقل باید یک کلید یا سیستم کنترل جداگانه داشته باشد که:

1- در محل ورودی- خروجی فضاها قرار گیرد، رؤیت‌پذیر و در دسترس باشد.
2- با دیدن آن، خاموش یا روشن بودن چراغ‌ها معلوم شود.

این الزامات در مورد لامپ‌هایی که صرفاً برای مقاصد تزیینی استفاده می‌شود صادق نیست.

### 19-5-2-2 سیستم‌های کاهش میزان و یا مدت روشنایی

روشنایی فضاهای محصوری که مساحتی برابر 10 متر مربع یا بیشتر دارد و بار الکتریکی روشنایی آن بیش از 12 وات بر متر مربع است و با بیش از یک منبع تأمین می‌گردد، باید به نحوی کنترل شود که بار الکتریکی روشنایی چراغ‌ها تا نصف قابل کاهش باشد، ضمن اینکه همچنان سطح روشنایی با یکنواختی قابل قبول در تمام فضا تأمین گردد. کاهش روشنایی به صورت یکنواخت می‌تواند به یکی از روش‌های زیر تأمین گردد:

1- استفاده از کاهش‌دهنده‌های نور[1] برای کنترل تمام سیستم‌های روشنایی؛
2- کنترل ردیف‌های زوج و فرد با دو کلید؛
3- نصب کلید مستقل برای لامپ وسط سیستم‌های سه‌لامپی؛
4- نصب کلید مستقل برای هر لامپ یا هر مجموعهٔ لامپ؛
5- استفاده از سیستم‌های تشخیص حضور و یا حرکت؛
6- استفاده از سیستم‌های زمان‌دار قابل تنظیم و یا سیستم‌هایی که به صورت خودکار خاموش می‌شوند.

در مورد فضاهای محصور که در طول روز از نور طبیعی کافی بهره‌مند می‌شوند، علاوه بر موارد فوق، توصیه می‌گردد در صورت امکان حداقل یک سیستم کنترل نور مصنوعی داشته باشند که سیستم روشنایی را، در بخشی که از نور طبیعی بهره می‌گیرد، کنترل کند.

### 19-5-2-3 کنترل خاموش کردن روشنایی

در هر منطقه روشنایی ساختمان، سیستم‌های روشنایی باید توسط یک یا چند کلید مرکزی دستی نصب شده در محل قابل کنترل باشد. همچنین استفاده از کلید اتوماتیک (حسگر تشخیص حضور یا حرکت یا کنترل زمانی) توصیه می‌شود. در موارد زیر، رعایت این ضابطه لازم نیست:

الف) روشنایی راهروها، سرسراها (لابی‌ها) و فضاهای ورودی که فاقد روشنایی ایمنی باشند. در مورد سیستم‌های روشنایی ایمنی باید مطابق الزامات مبحث 13 مقررات ملی ساختمان عمل شود.

ب) فضاهای با کاربری خاص مانند فروشگاه‌ها و مجتمع‌های تجاری، رستوران‌ها، مساجد، تئاترها، سینماها و ساختمان‌های مشابه.

1. Dimmer

اگر یک سیستم کلیدی زمان‌دار پیش‌بینی شده باشد، باید شرایط زیر برقرار باشد:
- به راحتی قابل رؤیت و در دسترس باشد؛
- در جایی باشد که بتوان به آسانی دانست که کلید مربوط به کدام فضا است؛
- به صورت دستی نیز کار کند.

در صورتی که از سیستم برنامه‌ریزی زمانی استفاده می‌شود، سیستم باید قابلیت دریافت برنامه‌های خاص بر اساس تقویم سالانه را داشته باشد.

## 19-5-3 شدت روشنایی فضاها

شدت روشنایی فضاها و کاربری‌های مختلف در ساختمان‌ها باید براساس مبحث 13 مقررات ملی ساختمان تعیین گردد. برای تأمین این شدت روشنایی، باید توجه شود که از چراغ‌های با ضریب بهرهٔ بالا، لامپ‌های با راندمان بالا و امکانات متناسب دیگر به نحوی استفاده شود که چگالی انرژی الکتریکی (بر حسب وات بر مترمربع) برای تأمین روشنایی مورد نظر بهینه باشد.

## 19-5-4 روشنایی محوطه و بیرون ساختمان

### 19-5-4-1 لامپ‌ها

لامپ‌های مورد استفاده برای روشنایی محوطه و بیرون ساختمان باید حداقل دارای راندمان 50 لومن بر وات باشند.

### 19-5-4-2 کنترل روشنایی محوطه و خارج ساختمان

برای محوطه ساختمان‌هایی که در 24 ساعت یا تمام هفته مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، بهره‌گیری از کنترل‌کننده اتوماتیک یا سلول نوری برای روشن و خاموش کردن لامپ‌ها الزامی است.

## 19-5-5 کنتور

در مجتمع‌ها، تجهیز هر واحد مستقل به کنتور جداگانه، جهت تعیین میزان تفکیکی مصرف برق، الزامی است.

## 6-5-19 موتورها

هرگونه موتور الکتریکی باید مطابق با مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد. استفاده از موتورهای دور متغیر در تجهیزاتی مانند پمپ‌ها و دمنده‌ها و ابزار الکترونیک قدرت، و تنظیم فرکانس متناسب با بار متغیر و کاهش مصرف انرژی الکتریکی موتورها، توصیه می‌گردد.

# پیوست 1:

## روش تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان

برای تعیین گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، در وهلهٔ اول لازم است جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف آن محاسبه گردد. میزان جرم جدار، که در تعیین گروه اینرسی حرارتی در نظر گرفته می‌شود، به موقعیت جدار و لایه‌های مختلف تشکیل‌دهندهٔ آن بستگی دارد. در این پیوست، روش محاسبه جرم سطحی مؤثر جدار در حالت‌ها و موقعیت‌های مختلف ارائه می‌گردد.

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر جدارهای مختلف، جرم مؤثر کل ساختمان یا بخشی از آن (M) محاسبه می‌گردد و، در پایان، مقدار جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنا ($m_a$) تعیین می‌شود.

### پ1-1 تعیین جرم سطحی مؤثر جدار

#### پ1-1-1 جدار در تماس با خارج

چنانچه جدار مجاور خارج ساختمان، یا بخشی از آن، فاقد عایق‌حرارت باشد، یا اگر جدار عایق حرارتِ همگن باشد، در محاسبهٔ جرم مؤثر سطحی جدار، یک دوم جرم آن جدار در نظر گرفته می‌شود.

اگر جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است در محاسبهٔ جرم مؤثر جدار منظور می‌شود.

در تمام حالات، اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ یک جدار بیش از 150 کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار اکتفا می‌شود.

### پ1-1-2 جدار مجاور خاک

جرم سطحی مؤثر بخش مجاور خاک دیوار، کف روی خاک یا گربه‌رو یا فضای بستهٔ مجاور خاک، در صورتی که فاقد عایق حرارت باشد، برابر 150 کیلوگرم در متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که جدار دارای عایق حرارت باشد، تنها جرم سطحی بخشی از جدار که در طرف رو به داخل عایق‌حرارت است در محاسبهٔ جرم سطحی مؤثر جدار منظور می‌شود. اگر جرم سطحی مؤثر محاسبه شدهٔ آن جدار بیش از 150 کیلوگرم در متر مربع باشد، به همین مقدار بسنده می‌شود.

### پ1-1-3 جدار در تماس با ساختمان مجاور یا فضای کنترل‌نشده

جرم سطحی مؤثر جدارهای در تماس با ساختمان مستقل دیگر، یا فضایی کنترل‌نشده (راه‌پله، پارکینگ، انبار، ...)، اگر فاقد عایق حرارت باشد، برابر نصف جرم سطحی جدار، و در غیر این صورت، برابر با جرم سطحی بخشی از لایه‌های جدار که در طرف رو به داخل عایق حرارتی است، در نظر گرفته می‌شود.

### پ1-1-4 جدارهای داخل فضای کنترل‌شده ساختمان

در صورتی که جرم سطحی جداری که داخل فضای کنترل‌شده ساختمان (یا بخشی از آن) واقع شده‌است کمتر از 300 کیلوگرم در مترمربع باشد، جرم سطحی مؤثر مساوی با جرم سطحی جدار است؛ در غیر این صورت، جرم سطحی مؤثر مساوی با 300 کیلوگرم در مترمربع در نظر گرفته می‌شود.

### پ1-2 جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

اگر $m_i$ جرم سطحی مؤثر قسمت $i$ از پوستهٔ خارجی و عناصر داخلی ساختمان و $A_i$ مساحت مربوط به آن باشد، جرم مؤثر ساختمان برابر است با:

$$M = \Sigma (m_i \cdot A_i)$$

بدین ترتیب، جرم سطحی مؤثر ساختمان (یا بخشی از آن) $m_a$، بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید ساختمان (یا بخشی از آن) $A_h$، براساس رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد:

$$m_a = M / A_h$$

## پ1-3 گروه‌بندی اینرسی حرارتی ساختمان یا بخشی از آن

پس از تعیین جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید ($m_a$)، گروه اینرسی حرارتی ساختمان، یا بخشی از آن، مطابق جدول 8 تعیین می‌گردد:

جدول 8- گروه اینرسی حرارتی ساختمان، بر حسب جرم سطحی مؤثر ساختمان در واحد سطح زیربنای مفید

| گروه اینرسی | جرم سطحی مؤثر ساختمان، بر مبنای واحد سطح زیربنای مفید $m_a$ $(kg/m^2)$ |
|---|---|
| کم | کمتر از 150 |
| متوسط | مساوی یا بیش از 150 و کمتر از 400 |
| زیاد | مساوی یا بیش از 400 |

# پیوست 2:

## روش محاسبهٔ شاخص خورشیدی

طراح، در صورت تمایل، می‌تواند از این ضریب برای ساختمان‌های گروه 1، از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، و در مناطق با نیاز گرمایی زیاد کشور (مطابق پیوست 3) استفاده کند.

شاخص خورشیدی ساختمان، یا بخشی از آن، با علامت $I_S$ نشان داده شده است، و بـر مبنـای رابطهٔ زیر محاسبه می‌گردد:

$$I_s = \Sigma (A_i.S_i.\sigma_i) / V$$

$A_i$ : مساحت بخش نورگذر i پوستهٔ خارجی ساختمان به مترمربع

$S_i$ : ضریب عبور (گذر) خورشیدی برای بخش نورگذر i، مطابق جدول 9

$\sigma_i$ : ضریب کاهش مربوط به موقعیت سطح نورگذر، مطابق جدول 10

$V$ : حجم کل فضای کنترل‌شدهٔ ساختمان، یا بخش مورد نظر

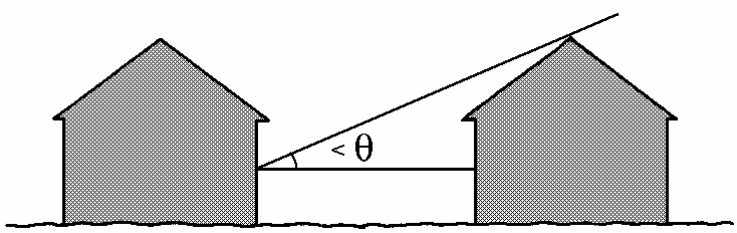
جدول 9- مقادیر ضریب انتقال خورشیدی برای انواع مختلف شیشه‌های ساختمانی متعارف

| نوع شیشه | ساده | | رنگی ساده | | | رنگی انعکاسی | | | مشجر | دوجداره |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رنگ | بی‌رنگ | | سبز | برنزی | آبی | آبی | برنز | جیوه‌ای | بی‌رنگ | بی‌رنگ |
| (ضخامت میلی‌متر) | 4 | 6 | 6 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 6-4 |
| $S_i$ | 0/86 | 0/83 | 0/62 | 0/70 | 0/62 | 0/33 | 0/24 | 0/23 | 0/33 | 0/52 |

جدول 10- مقادیر ضریب کاهش $\sigma_i$ مربوط به موقعیت سطح نورگذر

| زاویهٔ متوسط رؤیت موانع روبروی پوسته (θ) (مطابق شکل 5) | موقعیت و جهت[1] سطح نورگذر | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | جنوب | شرق | غرب | | شمال |
| | | | فضاهای با استفاده مداوم | فضاهای با استفاده منقطع | |
| کمتر از 15 درجه | 1/0 | 0/6 | 0/6 | 0/4 | 0/3 |
| بزرگ‌تر از یا مساوی 15 درجه و کمتر از 25 درجه | 0/6 | 0/4 | 0/4 | 0/3 | 0/2 |
| بزرگ‌تر از یا مساوی 25 درجه | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

مانع ساختمان




شکل 5- زاویه رؤیت موانع روبروی سطوح نورگذر

1. جهت‌ها به روش زیر تعیین می‌گردد:
جنوب : جهت‌های بین جنوب شرقی و جنوب غربی
شرق : جهت‌ها بین شمال شرقی و جنوب شرقی
غرب : جهت‌های بین شمال غربی و جنوب غربی
شمال : جهت‌های بین شمال شرقی و شمال غربی

# پیوست 3:

## گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی شهرهای ایران

در این پیوست، گونه‌بندی نیاز انرژی 245 شهر، که دارای ایستگاه هواشناسی‌انـد، درج شـده اسـت. در صورتی‌که نام شهر محل استقرار ساختمان در این پیوست نیامـده باشـد، لازم اسـت مشخـصات نزدیک‌ترین شهر به آن، با آب و هوای مشابه، ملاک عمل قرار گیرد.

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 1 | آبادان | زیاد | | ● |
| 2 | آبادچی- فریدن | زیاد | ● | |
| 3 | آباده | متوسط | ● | |
| 4 | آبعلی | زیاد | ● | |
| 5 | آجی چای | زیاد | ● | |
| 6 | آزاد شهر | کم | ● | |
| 7 | آستارا | متوسط | ● | |
| 8 | آغاجاری | زیاد | | ● |
| 9 | آمل | کم | ● | |
| 10 | آوج | زیاد | ● | |
| 11 | احمدآباد - درودزن | متوسط | ● | |
| 12 | احمدوند | متوسط | ● | |
| 13 | اختحوان گلپایگان | متوسط | ● | |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 14 | اراک | متوسط | ● | |
| 15 | اردبیل | زیاد | ● | |
| 16 | اردستان | متوسط | ● | |
| 17 | اردکان | متوسط | ● | |
| 18 | ارومیه | زیاد | ● | |
| 19 | استور | متوسط | ● | |
| 20 | اسدآباد بیرجند | متوسط | ● | |
| 21 | اسکو | زیاد | ● | |
| 22 | اسلام آباد غرب | متوسط | ● | |
| 23 | اصفهان | متوسط | ● | |
| 24 | افراچال | کم | ● | |
| 25 | الیگودرز | زیاد | ● | |
| 26 | امام قیس | زیاد | ● | |
| 27 | امیدیه | زیاد | | ● |
| 28 | امین آباد | متوسط | ● | |
| 29 | انار | کم | ● | |
| 30 | انارک | متوسط | ● | |
| 31 | اندیمشک | زیاد | | ● |
| 32 | اهر | زیاد | ● | |
| 33 | اهواز | زیاد | | ● |
| 34 | اهواز (ملاثانی) | متوسط | | ● |
| 35 | ایرانشهر | زیاد | | ● |
| 36 | ایلام | متوسط | ● | |
| 37 | ایوانکی | متوسط | ● | |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 38 | بابل | کم | ● | |
| 39 | بابلسر | کم | ● | |
| 40 | باراندوزچای | زیاد | ● | |
| 41 | بارنیشابور | متوسط | ● | |
| 42 | باغ ملک | کم | | ● |
| 43 | بافت | متوسط | ● | |
| 44 | بجستان | کم | ● | |
| 45 | بجنورد | متوسط | ● | |
| 46 | بروجرد | متوسط | ● | |
| 47 | بستان | زیاد | | ● |
| 48 | بستان آباد | زیاد | ● | |
| 49 | بم | متوسط | | ● |
| 50 | بمپور | متوسط | | ● |
| 51 | بن سیدان | متوسط | | ● |
| 52 | بندر انزلی | کم | ● | |
| 53 | بندر بوشهر | زیاد | | ● |
| 54 | بندر دیر | زیاد | | ● |
| 55 | بندر عباس | زیاد | | ● |
| 56 | بندر لنگه | زیاد | | ● |
| 57 | بندر ماهشهر | زیاد | | ● |
| 58 | بنکوه | متوسط | ● | |
| 59 | بوئین زهرا | متوسط | ● | |
| 60 | بی بالان | کم | ● | |
| 61 | بیاضه بیابانک | متوسط | ● | |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 62 | بیجار | زیاد | ● | |
| 63 | بیرجند | متوسط | ● | |
| 64 | پارس آباد مغان | متوسط | ● | |
| 65 | پل زمانخان | کم | ● | |
| 66 | پل کله | متوسط | ● | |
| 67 | پیرانشهر | زیاد | ● | |
| 68 | پیله سرا | کم | ● | |
| 69 | تازه کند | زیاد | ● | |
| 70 | تاشکویه کله گاه | متوسط | | ● |
| 71 | تاکستان | متوسط | ● | |
| 72 | تبریز | زیاد | ● | |
| 73 | تربت حیدریه | متوسط | ● | |
| 74 | تفرش | متوسط | ● | |
| 75 | تکاب | زیاد | ● | |
| 76 | تنگ پنج | زیاد | | ● |
| 77 | تهران | متوسط | ● | |
| 78 | جاسک | زیاد | | ● |
| 79 | جزیرۀ ابوموسی | زیاد | | ● |
| 80 | جزیرۀ خارک | متوسط | | ● |
| 81 | جزیرۀ سیری | زیاد | | ● |
| 82 | جزیره قشم | متوسط | | ● |
| 83 | جزیرۀ کیش | زیاد | | ● |
| 84 | جلفا | زیاد | ● | |
| 85 | جیرفت | متوسط | | ● |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 86 | چابهار | زیاد | | ● |
| 87 | چغارت | متوسط | | ● |
| 88 | چناران | متوسط | ● | |
| 89 | حاجی آباد (بندرعباس) | متوسط | | ● |
| 90 | حجت آباد (پیشکوه) | متوسط | ● | |
| 91 | حمیدیه | متوسط | | ● |
| 92 | حنا | متوسط | ● | |
| 93 | خاش | کم | | ● |
| 94 | خرم آباد | متوسط | ● | |
| 95 | خرم آباد تنکابن | کم | ● | |
| 96 | خرم دره | زیاد | ● | |
| 97 | خرمشهر | زیاد | | ● |
| 98 | خشکه داران تنکابن | کم | ● | |
| 99 | خفر | متوسط | ● | |
| 100 | خلخال | زیاد | ● | |
| 101 | خوانسار | زیاد | ● | |
| 102 | خوربیابانک | متوسط | | ● |
| 103 | خوی | زیاد | ● | |
| 104 | داراب | متوسط | | ● |
| 105 | داران | زیاد | ● | |
| 106 | داشبند بوکان | زیاد | ● | |
| 107 | دامغان | متوسط | ● | |
| 108 | دامنه فریدن | زیاد | ● | |
| 109 | درگز | متوسط | ● | |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 110 | درود | متوسط | ● | |
| 111 | دره تخت | زیاد | ● | |
| 112 | دزفول | زیاد | | ● |
| 113 | دشت ناز | کم | ● | |
| 114 | دوگنبدان | متوسط | | ● |
| 115 | ده صومعه | متوسط | ● | |
| 116 | دهلران | زیاد | | ● |
| 117 | دیهوک | کم | ● | |
| 118 | رامسر | کم | ● | |
| 119 | رامهرمز | زیاد | | ● |
| 120 | رشت | کم | ● | |
| 121 | روانسر | متوسط | ● | |
| 122 | رودبار گیلان | کم | ● | |
| 123 | زابل | متوسط | | ● |
| 124 | زاهدان | کم | ● | |
| 125 | زردگل سرخ آباد | متوسط | ● | |
| 126 | زرقان | متوسط | ● | |
| 127 | زرینه اوباتو | زیاد | ● | |
| 128 | زنجان | زیاد | ● | |
| 129 | ساوه | متوسط | ● | ● |
| 130 | سبزوار | متوسط | ● | |
| 131 | سپید دشت | متوسط | ● | ● |
| 132 | سد درودزن | متوسط | ● | |
| 133 | سر پل ذهاب | متوسط | ● | ● |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 134 | سراب | زیاد | ● | |
| 135 | سراوان | متوسط | | ● |
| 136 | سرخس | متوسط | ● | |
| 137 | سرکت تجن | کم | ● | |
| 138 | سقز | زیاد | ● | |
| 139 | سمنان | متوسط | ● | |
| 140 | سنگ ترش | متوسط | ● | |
| 141 | سنگ سوراخ | متوسط | ● | |
| 142 | سنندج | متوسط | ● | |
| 143 | سوباشی | زیاد | ● | |
| 144 | سیرجان | متوسط | ● | |
| 145 | شاهرود | متوسط | ● | |
| 146 | شبانکاره | متوسط | | ● |
| 147 | شمس آباد اراک | زیاد | ● | |
| 148 | شمعون | متوسط | | ● |
| 149 | شوش | متوسط | | ● |
| 150 | شوشتر | زیاد | | ● |
| 151 | شهربابک | متوسط | ● | |
| 152 | شهرکرد | متوسط | ● | |
| 153 | شیراز | متوسط | ● | |
| 154 | شیرگاه | کم | ● | |
| 155 | شیروان بروجرد | متوسط | ● | |
| 156 | صفی آباد دزفول | زیاد | | ● |
| 157 | طبس | متوسط | | ● |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 158 | طرق کرتیان | متوسط | ● | |
| 159 | عباس آباد قم | متوسط | ● | |
| 160 | عدل | زیاد | ● | |
| 161 | فردوس | متوسط | ● | |
| 162 | فسا | متوسط | ● | |
| 163 | فومن | کم | ● | |
| 164 | فیروزآباد خلخال | زیاد | ● | |
| 165 | قائمشهر | کم | ● | |
| 166 | قائن | متوسط | ● | |
| 167 | قرآن تالار | کم | ● | |
| 168 | قراخیل قائمشهر | کم | ● | |
| 169 | قروه | زیاد | ● | |
| 170 | قره آغاج | متوسط | ● | |
| 171 | قزوین | متوسط | ● | |
| 172 | قصر شیرین | کم | ● | ● |
| 173 | قطورچای | زیاد | ● | |
| 174 | قم | متوسط | ● | |
| 175 | قمشه (شهرضا) | متوسط | ● | |
| 176 | قوچان | متوسط | ● | |
| 177 | کازرون | متوسط | | ● |
| 178 | کاشان | متوسط | ● | ● |
| 179 | کاشمر | متوسط | ● | |
| 180 | کبوترآباد | متوسط | ● | |
| 181 | کرج | متوسط | ● | |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 182 | کرمان | کم | ● | |
| 183 | کرمانشاه | متوسط | ● | |
| 184 | کرند | متوسط | ● | |
| 185 | کره سنگ | کم | ● | |
| 186 | کشف رود | متوسط | ● | |
| 187 | کنارک چابهار | زیاد | | ● |
| 188 | کنگاور | متوسط | ● | |
| 189 | کوتیان صفی آباد | متوسط | | ● |
| 190 | کوهرنگ | زیاد | ● | |
| 191 | کهنوج | زیاد | | ● |
| 192 | گتوند | زیاد | | ● |
| 193 | گچساران | متوسط | | ● |
| 194 | گرکان آشتیان | متوسط | ● | |
| 195 | گرگان | متوسط | ● | |
| 196 | گرمسار | متوسط | ● | |
| 197 | گرمسار (داور آباد) | متوسط | ● | |
| 198 | گلمکان | متوسط | ● | |
| 199 | گناباد | متوسط | ● | |
| 200 | گنبد قابوس | کم | ● | |
| 201 | گورگین - خبر | کم | ● | |
| 202 | گوشه نهاوند | متوسط | ● | |
| 203 | لار | زیاد | | ● |
| 204 | لار - پلور | زیاد | ● | |
| 205 | لاهیجان | کم | ● | |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 206 | لتیان | متوسط | ● | |
| 207 | لردگان | متوسط | ● | |
| 208 | لیقوان | زیاد | ● | |
| 209 | ماکو | زیاد | ● | |
| 210 | مراغه | زیاد | ● | |
| 211 | مرند | زیاد | ● | |
| 212 | مرودشت | متوسط | ● | |
| 213 | مسجد سلیمان | زیاد | | ● |
| 214 | مشهد | متوسط | ● | |
| 215 | مشیران | متوسط | ● | |
| 216 | ملایر | متوسط | ● | |
| 217 | موچان | زیاد | ● | |
| 218 | مهاباد | متوسط | ● | |
| 219 | مهرگرد | زیاد | ● | |
| 220 | میاندوآب | متوسط | ● | |
| 221 | میانده جیرفت | متوسط | | ● |
| 222 | میانه | زیاد | ● | |
| 223 | میرجاوه | متوسط | | ● |
| 224 | میمه | زیاد | ● | |
| 225 | میناب | زیاد | | ● |
| 226 | نایین | متوسط | ● | |
| 227 | نجف آباد | متوسط | ● | |
| 228 | نطنز | متوسط | ● | |
| 229 | نورآباد ممسنی | متوسط | | ● |

| شماره | نام شهر | نیاز انرژی | نیاز غالب حرارتی | |
|---|---|---|---|---|
| | | | گرمایش | سرمایش |
| 230 | نوژیان | زیاد | ● | |
| 231 | نوشهر | کم | ● | |
| 232 | نهبندان | متوسط | ● | ● |
| 233 | نی ریز | کم | ● | |
| 234 | نیشابور | متوسط | ● | |
| 235 | ورامین | متوسط | ● | |
| 236 | ورزنه | متوسط | ● | |
| 237 | ولد آباد | متوسط | ● | |
| 238 | هفت تپه | متوسط | | ● |
| 239 | همدان | زیاد | ● | |
| 240 | همگین | متوسط | ● | |
| 241 | همند آبسرد | زیاد | ● | |
| 242 | هوتن (چات) | متوسط | ● | |
| 243 | هویزه | متوسط | | ● |
| 244 | یاسوج | متوسط | ● | |
| 245 | یزد | متوسط | ● | ● |

# پیوست 4:

## گونه‌بندی کاربری ساختمان‌ها

در این مبحث، ساختمان‌ها از لحاظ نوع کاربری، مطابق جدول زیر، به چهار گونه تقسیم شده‌اند. این گونه‌بندی براساس سه عامل زیر تعیین شده است:

1- تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه‌روز؛
2- شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان؛
3- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان.

| | |
|---|---|
| **نوع کاربری الف** | مسکونی، بیمارستان، هتل، مهمانسرا، آسایشگاه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه |
| **نوع کاربری ب** | ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبهٔ بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، بخش اداری ساختمان صنعتی، ساختمان آموزشی، خانهٔ بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، مجتمع فنی – حرفه‌ای، سالن غذاخوری، دانشسرا و مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، ساختمان اداری یا تجاری بزرگ، کتابخانه |
| **نوع کاربری ج** | مسجد و تکیه، اردوگاه جهانگردی، بنای یادبود، ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، استادیوم ورزشی سرپوشیده، فروشگاه، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس |
| **نوع کاربری د** | انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، کارخانهٔ صنعتی اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو و مشابه آنها، پارکینگ در طبقات، آشیانهٔ حفاظتی هواپیما، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیهٔ زمینی، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه فرعی مترو، ترمینال راه‌آهن، پناهگاه، ساختمان کشتارگاه |

# پیوست 5:

## تعیین گروه ساختمان از نظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

| گونه‌بندی کاربری ساختمان (از پیوست 4) | نیاز انرژی محل استقرار ساختمان (از پیوست 3) | شهرهای بزرگ (براساس بند 19-2-2-4) | | شهرهای کوچک (براساس بند19-2-2-4) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | زیربنای بیش از 1000 متر مربع | زیربنای کمتر از 1000 متر مربع | زیربنای بیش از 1000 متر مربع | زیربنای کمتر از 1000 متر مربع |
| نوع الف | زیاد | گروه 1 | | گروه 2 | |
| | متوسط | گروه 2 | | گروه 3 | |
| | کم | گروه 3 | | گروه 4 | |
| نوع ب | زیاد | گروه 1 | گروه 2 | گروه 2 | |
| | متوسط | گروه 2 | گروه 3 | گروه 3 | |
| | کم | گروه 3 | گروه 4 | گروه 4 | |
| نوع ج | زیاد | گروه 2 | | گروه 2 | |
| | متوسط | گروه 3 | | گروه 3 | |
| | کم | گروه 4 | | گروه 4 | |
| نوع د | زیاد | گروه 4 | | گروه 4 | |
| | متوسط | گروه 4 | | گروه 4 | |
| | کم | گروه 4 | | گروه 4 | |

# پیوست 6:

## مقادیر فیزیکی اصلی، تعاریف، علایم

| ردیف | مقادیر فیزیکی و تعاریف | معادل انگلیسی | علامت | واحد |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **حرارت، مقدار حرارت** | Heat, quantity of heat | Q | J |
| 2 | **توان حرارتی**<br>مقدار حرارتی که در واحد زمان منتقل می‌شود:<br>$\Phi = dQ/dt$ | Heat flow rate | $\Phi$ | W |
| 3 | **ضریب هدایت حرارتی**<br>توان حرارتی که از لایه‌ای به ضخامت یک متر می‌گذرد اگر اختلاف دما (در حالت پایدار) بین دو طرف لایه برابر یک درجه باشد:<br>$q = - \lambda . \text{grad } T$ | Thermal conductivity | $\lambda$ | W/(m.K) |
| 4 | **مقاومت حرارتی سطحی**<br>قابلیت عایق حرارت بودن یک یا چند لایه از جدار و یا کل جدار.<br>مقدار اختلاف دمای لازم، بین دو طرف یک متر مربع از یک لایه یا جدار (در حالت پایدار) تا توان حرارتی برابر با واحد از آن عبور کند:<br>$R = (T_i-T_e)/q$<br>در مورد لایه‌ای با ضخامت d که در آن مقدار R ثابت است و یا رابطهٔ خطی با دما دارد:<br>$R = d / \lambda$ | Thermal resistance | R | $m^2.K/W$ |

| ردیف | مقادیر فیزیکی و تعاریف | معادل انگلیسی | علامت | واحد |
|---|---|---|---|---|
| 5 | **ضریب تبادل حرارت در سطح جدار**<br>نسبت شدت جریان حرارت سطحی به اختلاف دما بین سطح جدار و هوای محیط مجاور در حالت پایدار. | Surface coefficient of heat transfer | h | $W/(m^2.K)$ |
| 6 | **ضریب انتقال حرارت سطحی**<br>نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جداری به سطح یک مترمربع، در حالت پایدار:<br>$U = \Phi / ( (T_i-T_e) . A )$ | Thermal transmittance | U | $W/(m^2.K)$ |
| 7 | **ضریب انتقال حرارت خطی**<br>نسبت توان حرارتی به اختلاف دما بین محیط‌های واقع در دو طرف جدارهایی دارای یک پل حرارتی به طول یک متر، در حالت پایدار:<br>$\Psi = \Phi / ( (T_i-T_e) . L )$ | Linear thermal transmittance | $\Psi$ | W/(m.K) |
| 8 | **ضریب انتقال حرارت ساختمان**<br>مقدار انتقال حرارت از ساختمان (یا بخشی از آن) در واحد زمان، اگر اختلاف دمای داخل و خارج آن برابر یک درجه باشد:<br>$H = \Phi / \Delta T$ | Coefficient of heat loss | H | W/K |
| 9 | **شاخص خورشیدی** | Solar Index | $I_S$ | $m^{-1}$ |

# پیوست 7:

## ضرایب هدایت حرارت مصالح متداول

مقادیر مندرج در این پیوست در محاسبات هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) به کار می‌رود، مگر آنکه مراجع ذی‌صلاح، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری برای مصالح، تعیین کرده باشد.

| مصالح | وزن مخصوص خشک [$kg/m^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| **1. اندود و ملات آهکی یا سیمانی** | بیش از 2000 | 1/80 |
| | 1800 تا 2000 | 1/30 |
| | 1600 تا 1800 | 1/00 |
| | 1450 تا 1600 | 0/80 |
| | 1250 تا 1450 | 0/70 |
| | 1000 تا 1250 | 0/55 |
| | 750 تا 1000 | 0/40 |
| | 500 تا 750 | 0/30 |
| **2. بتن و فرآورده‌های بتنی** | | |
| بتن‌های با سنگدانه متداول (سیلیسی، سیلیسی-آهکی و آهکی): | | |
| - متراکم | 2300 تا 2600 | 2/00 |
| | 2000 تا 2300 | 1/65 |
| - متخلخل | 1800 تا 2000 | 1/35 |
| | 1600 تا 1800 | 1/15 |
| - مسلح:[1] | | |
| درصد میل‌گرد: بین 1 تا 2 درصد | 2300 تا 2400 | 2/30 |
| درصد میل‌گرد: بیش از 2 درصد | بیش از2400 | 2/50 |

1. در صورتی که حداقل نیمی از میل‌گردها موازی شار حرارت باشد.

| مصالح | وزن مخصوص خشک [$kg/m^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| بتن با سنگدانه سرباره کوره آهن‌گدازی: | | |
| - متراکم: | | |
| - با ماسهٔ رودخانه‌ای یا معدنی | 2000 تا 2400 | 1/4 |
| - با سرباره داندان | 2100 تا 2300 | 0/8 |
| - متخلخل: | | |
| با کمتر از 10 درصد ماسهٔ رودخانه | 1600 تا 2000 | 0/7 |
| بتن سبک‌دانه: | | |
| - با پوکهٔ طبیعی یا سربارهٔ منبسط متخلخل (چگالی ظاهری سنگدانه حدود 750)[1]: | | |
| - با ذرات ریز یا با ماسه | 1400 تا 1600 | 0/52 |
| | 1200 تا 1400 | 0/44 |
| - بدون ذرات ریز و بدون ماسه | 1000 تا 1200 | 0/35 |
| - با خاکستر بادی سینترشده (چگالی ظاهری سنگدانه حدود 650)[1] | 1000 تا 1200 | 0/35 |
| - با سنگدانهٔ سبک پومیس (چگالی ظاهری سنگدانه حدود 600)[1] | 950 تا 1150 | 0/46 |
| - با رس منبسط یا شیست منبسط: | | |
| - چگالی ظاهری سنگدانه بیش از 350 و عیار سیمان بیش از 300[1]: | | |
| - با ماسهٔ رودخانه بدون ماسهٔ سبک | 1600 تا 1800 | 1/05 |
| - با ماسهٔ رودخانه و ماسهٔ سبک | 1400 تا 1600 | 0/85 |
| - چگالی ظاهری سنگدانه بین 350و550 و عیار سیمان بیش از 300[1]: | | |
| - با ماسهٔ سبک و حداکثر 10% ماسه رودخانه | 1200 تا 1400 | 0/70 |
| - با ماسهٔ سبک و بدون ماسه رودخانه | 1000 تا 1200 | 0/46 |
| - چگالی ظاهری سنگدانه کمتر از 350 و عیار سیمان کمتر از 250[1]: | | |
| - با ماسهٔ سبک و بدون ماسهٔ رودخانه | 800 تا 1000 | 0/33 |
| - بدون ماسه و با عیار سیمان کم | 600 تا 800 | 0/25 |
| | کمتر از 600 | 0/20 |
| بتن با سنگدانهٔ بسیار سبک: | | |
| - متشکل از پرلیت یا ورمیکولیت (از 3 تا 6 میلیمتر) اجرای درجا: | | |
| - نسبت: 1 به 3 | 600 تا 800 | 0/31 |

1. واحد اندازه‌گیری چگالی سنگدانه و عیار سیمان کیلوگرم بر مترمکعب است.

| مصالح | وزن مخصوص خشک [$kg/m^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| - نسبت: 1 به 6 | 400 تا 600 | 0/24 |
| - لایه‌های بتن متشکل از ورمیکولیت ساخته شده در کارخانه | 400 تا 450 | 0/19 |
| بتن هوادار اتوکلاو شده[1]: | | |
| - چگالی اسمی: 800 | 775 تا 825 | 0/29 |
| - چگالی اسمی: 750 | 725 تا 775 | 0/27 |
| - چگالی اسمی: 700 | 675 تا 725 | 0/25 |
| - چگالی اسمی: 650 | 625 تا 675 | 0/23 |
| - چگالی اسمی: 600 | 575 تا 625 | 0/21 |
| - چگالی اسمی: 550 | 525 تا 575 | 0/19 |
| - چگالی اسمی: 500 | 475 تا 525 | 0/18 |
| - چگالی اسمی: 450 | 425 تا 475 | 0/16 |
| - چگالی اسمی: 400 | 375 تا 425 | 0/15 |
| بتن با خرده چوب: | | |
| - ساخته شده با تراشه‌های چوب و سیمان | 450 تا 650 | 0/16 |
| موزاییک | 2000 تا 2300 | 1/65 |
| | 1800 تا 2000 | 1/35 |
| **3. بتونهٔ درزها، مواد آب‌بندی و گرماشکنی[2]** | | |
| سیلیکون خالص | 1200 | 0/35 |
| سیلیکون خمیری | 1450 | 0/50 |
| سیلیکون اسفنجی | 750 | 0/12 |
| پلی‌یورتان | 1300 | 0/21 |
| پی‌وی‌سی قابل انعطاف با 40 درصد روان‌ساز | 1200 | 0/14 |
| پلی‌یورتان اسفنجی | 70 | 0/05 |
| پلی‌اتیلن اسفنجی | 70 | 0/05 |

1. AAC
2. Thermal break

| مصالح | وزن مخصوص خشک [kg/m$^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| **4. پلیمرهای متراکم متداول در ساختمان** | | |
| کائوچو طبیعی | 910 | 0/13 |
| کائوچو اسفنجی | 70 | 0/06 |
| کائوچو سخت | 1200 | 0/17 |
| پلی‌ایزو بوتیلن | 930 | 0/20 |
| پلی‌سولفور | 1700 | 0/40 |
| بوتادی‌ان | 980 | 0/25 |
| آکریلیک | 1050 | 0/20 |
| پلی‌آمید (نایلون) | 1150 | 0/25 |
| رزین فنلی | 1300 | 0/30 |
| رزین پلی‌استر | 1400 | 0/19 |
| پلی‌اتیلن چگالی زیاد (HD) | 980 | 0/50 |
| پلی‌اتیلن چگالی کم (LD) | 920 | 0/33 |
| پلی‌پروپیلن | 910 | 0/22 |
| پلی‌پروپیلن با 20 درصد الیاف شیشه | 1200 | 0/25 |
| پلی‌استایرن | 1050 | 0/16 |
| پلی متیل متاکریلات (آلتوگلاس، پلکسی گلاس) (PMMA) | 1180 | 0/18 |
| پلی وینیل کلراید (PVC) | 1390 | 0/17 |
| پلی‌کلروپرن (نئوپرن) | 1240 | 0/23 |
| بوتیل (ایزو بوتن) سخت با اجرای گرم | 1200 | 0/24 |
| اتیلن پروپیلن دین منومر (EPDM) | 1150 | 0/25 |
| پلی‌تترا فلوئورو اتیلن (PTFE) | 2200 | 0/25 |
| رزین اپوکسی | 1200 | 0/20 |
| پلی‌یورتان | 1200 | 0/25 |
| پلی‌استات | 1410 | 0/30 |
| پلی‌کربنات | 1200 | 0/20 |

| مصالح | وزن مخصوص خشک [$kg/m^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| **5. چوب و فراورده‌های گیاهی** | | |
| چوب‌های طبیعی: | | |
| - بلوط، الش، زبان گنجشک، زیزفون، قان یاغوشه، درختان میوه‌دار: | | |
| - چگالی نرمال متوسط 650 $kg/m^3$ تا 800 و رطوبت 15 درصد | 600 تا 750 | 0/23 |
| - چگالی نرمال متوسط 500 $kg/m^3$ تا 650 و رطوبت 15 درصد | 450 تا 600 | 0/15 |
| - چوب درخت‌های صمغی بسیار سنگین (برگ ریز): | | |
| چگالی طبیعی بیش از 700 $kg/m^3$ | 600 تا 750 | 0/23 |
| - کاج نقره‌ای، کاج سواحل دریا چگالی طبیعی 500 $kg/m^3$ تا 600 | 450 تا 600 | 0/15 |
| - کاج یا صنوبر، اپیسه‌آ چگالی طبیعی 350 $kg/m^3$ تا 500 | 300 تا 450 | 0/12 |
| - تبریزی، اکومه چگالی طبیعی 350 $kg/m^3$ تا 500 | 300 تا 450 | 0/12 |
| چوب‌های طبیعی خاص: | | |
| - بالزا | 60 تا 120 | 0/054 |
| - چوب‌های سنگین | 800 تا 1000 | 0/29 |
| | 250 تا 300 | 0/067 |
| صفحات پایه چوبی: | | |
| - صفحات تخته چندلا | 750 تا 900 | 0/24 |
| | 600 تا 700 | 0/21 |
| | 500 تا 600 | 0/17 |
| | 450 تا 500 | 0/15 |
| | 350 تا 450 | 0/13 |
| | 250 تا 350 | 0/11 |
| | کمتر از 250 | 0/09 |
| - صفحات با تراشه‌های پولکی جهت‌یافته (OSB) | کمتر از 650 | 0/13 |
| - صفحات با تراشه‌های چسبیده با سیمان | کمتر از 1200 | 0/23 |
| - صفحات با ذرات چوب (نئوپان) | 640 تا 820 | 0/18 |
| | 450 تا 640 | 0/15 |
| | 270 تا 450 | 0/13 |
| | 180 تا 450 | 0/10 |

| مصالح | وزن مخصوص خشک [$kg/m^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| - پانل‌های ساخته‌شده از الیاف چوب | 450 تا 550 | 0/11 |
| | 350 تا 450 | 0/10 |
| | 250 تا 350 | 0/08 |
| چوب پنبه: | | |
| - متراکم | کمتر از 500 | 0/10 |
| - انبساط یافتهٔ خالص | 100 تا 150 | 0/049 |
| - انبساط یافتهٔ به هم چسبیده با قیر یا با صمغ‌های مصنوعی | 150 تا 250 | 0/055 |
| کاه فشرده | 300 تا 400 | 0/12 |
| **6. خاک و خشت** | | |
| شن و ماسه | 1700 تا 2200 | 2/0 |
| رس یا لای (سیلت) | 1200 تا 1800 | 1/5 |
| خشت، گل، خاک تثبیت‌شده، بلوک‌های رسی متراکم | 1770 تا 2000 | 1/1 |
| **7. سفال، کاشی** | | |
| چگالی اسمی: 2400 | 2300 تا 2400 | 1/04 |
| چگالی اسمی: 2300 | 2200 تا 2300 | 0/98 |
| چگالی اسمی: 2200 | 2100 تا 2200 | 0/92 |
| چگالی اسمی: 2100 | 2000 تا 2100 | 0/85 |
| چگالی اسمی: 2000 | 1900 تا 2000 | 0/79 |
| چگالی اسمی: 1900 | 1800 تا 1900 | 0/74 |
| چگالی اسمی: 1800 | 1700 تا 1800 | 0/69 |
| چگالی اسمی: 1700 | 1600 تا 1700 | 0/64 |
| چگالی اسمی: 1600 | 1500 تا 1600 | 0/60 |
| چگالی اسمی: 1500 | 1400 تا 1500 | 0/55 |
| چگالی اسمی: 1400 | 1300 تا 1400 | 0/50 |
| چگالی اسمی: 1300 | 1200 تا 1300 | 0/46 |
| چگالی اسمی: 1200 | 1100 تا 1200 | 0/41 |
| چگالی اسمی: 1100 | 1000 تا 1100 | 0/38 |
| چگالی اسمی: 1000 | کمتر از 1000 | 0/34 |

| مصالح | وزن مخصوص خشک [kg/m$^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| **8. سنگ‌ها** | | |
| سنگ‌های آذرین درونی و دگرگونی: | | |
| - گنایس، پرفیر | 2300 تا 2900 | 3/5 |
| - گرانیت | 2500 تا 2700 | 2/8 |
| - شیست ، اسلیت (سنگ لوح) | 2000 تا 2800 | 2/2 |
| سنگ‌های آتشفشانی: | | |
| - بازالت | 2700 تا 3000 | 1/6 |
| - تراکیت، آندزیت | 2000 تا 2700 | 1/1 |
| - سنگ‌های طبیعی متخلخل (گدازه) | کمتر از 1600 | 0/55 |
| سنگ‌های آهکی: | | |
| - مرمر | 2600 تا 2800 | 3/5 |
| - خیلی سخت | 2200 تا 2590 | 2/3 |
| - سخت | 2000 تا 2190 | 1/7 |
| - نیمه سخت | 1800 تا 1990 | 1/4 |
| - نرم با سختی 2 و 3 | 1600 تا 1790 | 1/1 |
| - خیلی نرم | کمتر از 1590 | 0/85 |
| ماسه سنگ‌ها: | | |
| - کوارتزی | 2600 تا 2800 | 2/6 |
| - سیلیسی | 2200 تا 2590 | 2/3 |
| - آهکی | 2000 تا 2700 | 1/9 |
| سنگ‌های چخماق (فلینت) و سنگ‌های ساینده و پومیس: | | |
| - فلینت | 2600 تا 2800 | 2/6 |
| - سنگ ساینده | 1900 تا 2500 | 1/8 |
| | 1300 تا 1900 | 0/9 |
| - پومیس | کمتر از 400 | 0/12 |
| سنگ مصنوعی | 1750 | 1/3 |

| مصالح | وزن مخصوص خشک [kg/m$^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| **9. شیشه و اسفنج شیشه** | | |
| شیشه | 2700 | 1/1 |
| اسفنج شیشه (شیشه متخلخل) | 120 تا 130 | 0/05 |
| | 130 تا 140 | 0/055 |
| | 140 تا 180 | 0/063 |
| **10. صفحات سیمانی** | | |
| الیافی | 1800 تا 2200 | 0/95 |
| | 1400 تا 1800 | 0/65 |
| سلولزی | 1400 تا 1800 | 0/46 |
| | 1000 تا 1400 | 0/35 |
| **11. عایق‌های حرارتی پلیمری** | | |
| پلی‌استایرن منبسط (اصطلاحاً یونولیت یا پلاستوفوم): | | |
| - پلی‌استایرن برش خورده در بلوک‌های قالبی تولیدشده به صورت منقطع، یا قالب‌گیری شدهٔ ممتد بدون پوستهٔ سطحی | 7 تا 10 | 0/056 |
| | 10 تا 13 | 0/050 |
| | 13 تا 15 | 0/047 |
| | 15 تا 19 | 0/044 |
| | 19 تا 24 | 0/042 |
| | 24 تا 29 | 0/040 |
| | 29 تا 40 | 0/039 |
| | بیش از 40 | 0/038 |
| - پلی‌استایرن اکسترود شده با حفره‌های پر از: | | |
| - هوا یا گاز کربنیک: | | |
| - ضخامت کمتر یا مساوی 60 میلی‌متر | 28 تا 40 | 0/041 |
| - ضخامت بیش از 60 میلی‌متر | 28 تا 40 | 0/046 |
| - HCFC | 25 تا 40 | 0/035 |
| - CFC: | | |
| - بدون پوسته سطحی | 25 تا 40 | 0/033 |
| - با پوسته سطحی | 25 تا 40 | 0/031 |

| مصالح | وزن مخصوص خشک [kg/m$^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| پلی‌وینیل کلراید (PVC) منبسط‌شده | | |
| | 25 تا 35 | 0/031 |
| | 35 تا 48 | 0/034 |
| اسفنج پلی‌یورتان یا پلی‌ایزوسیانورات مطابق استاندارد ملی ایران: | | |
| - صفحات ممتد منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان: | | |
| - بین پوشش انعطاف‌پذیر نفوذپذیر | 27 تا 40 | 0/035 |
| - بین پوشش انعطاف‌پذیر آلومینیومی با ضخامت بیش از 50 میکرون یا نفوذ ناپذیر در برابر گاز | 27 تا 40 | 0/030 |
| - صفحات ممتد برش‌خورده از بلوک‌های منبسط‌شده با گاز HCFC یا پنتان | 37 تا 65 | 0/041 |
| - صفحات با عایق تزریق‌شده به‌صورت ممتد بین دو ورق فلزی: | | |
| - منبسط شده با گاز HCFC و / یا پنتان | 37 تا 60 | 0/032 |
| - منبسط شده با حفره‌های پر شده از هوا یا گاز کربنیک | 37 تا 60 | 0/035 |
| **12. عایق‌های حرارتی معدنی** | | |
| پشم‌سنگ | 15 تا 25 | 0/050 |
| | 25 تا 40 | 0/044 |
| | 40 تا 100 | 0/042 |
| | 100 تا 125 | 0/044 |
| | 125 تا 150 | 0/046 |
| | 150 تا 175 | 0/047 |
| | 175 تا 200 | 0/048 |
| پشم‌شیشه | 7 تا 10 | 0/055 |
| | 10 تا 15 | 0/047 |
| | 15 تا 20 | 0/044 |
| | 20 تا 30 | 0/041 |
| | 30 تا 40 | 0/039 |
| | 40 تا 80 | 0/038 |
| | 80 تا 120 | 0/039 |
| | 120 تا 150 | 0/040 |

| مصالح | وزن مخصوص خشک [kg/m$^3$] | ضریب هدایت حرارت مؤثر [W/m.K] |
|---|---|---|
| **13. عایق‌های رطوبتی** | | |
| قیر خالص | کمتر از 2100 | 0/70 |
| آسفالت (قیر ماسه‌دار) | کمتر از 2100 | 1/15 |
| ورق پیش‌ساخته قیر اصلاح‌شده با مسلح‌کننده | 1000 تا 1100 | 0/23 |
| **14. فلزت و آلیاژها** | | |
| آهن خالص | 7870 | 72 |
| فولاد | 7780 | 52 |
| چدن | 7500 | 56 |
| آلومینیوم | 2700 | 230 |
| آلومینیوم آلیاژی سخت | 2800 | 160 |
| مس | 8930 | 380 |
| برنج | 8400 | 120 |
| سرب | 11340 | 35 |
| روی | 7200 | 110 |
| **15. گچ** | | |
| گچ سخت با حداقل میزان آب لازم | 1200 تا 1500 | 0/56 |
| | 900 تا 1200 | 0/43 |
| گچ اندود داخلی (زنده یا کشته) | 1000 تا 1300 | 0/57 |
| | کمتر از 1000 | 0/40 |
| گچ و خاک | 1300 تا 1700 | 1/10 |
| گچ قطعات پیش‌ساختهٔ گچی با روکش مقوایی | 750 تا 900 | 0/25 |
| گچ با سبک‌دانه یا با الیاف معدنی | | |
| گچ با روکش مقوایی ضدآتش و لایه‌های گچ تقویت‌شده با الیاف معدنی | 800 تا 1000 | 0/25 |
| گچ اندود با پرلیت یا ورمیکولیت (از 1 تا 2 میلی‌متر): | | |
| - یک حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ | 600 تا 900 | 0/30 |
| - دو حجم پرلیت یا ورمیکولیت برای یک حجم گچ | 500 تا 600 | 0/18 |

# پیوست 8:

## مقاومت حرارتی لایه‌های هوا و قطعات ساختمانی

مقادیر ارائه شده در این پیوست در هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) مبنای محاسبه قرار می‌گیرد، مگر آنکه مراجع ذی‌صلاح، با رعایت استانداردهای ملی، ضرایب حرارتی دیگری تعیین کرده باشند.

### پ 8-1 مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح داخلی و خارجی

در این قسمت، مقادیر مقاومت حرارتی بین سطوح داخلی و خارجی پوستهٔ خارجی و هوای محیط داخلی یا خارجی ($R_e$, $R_i$) به دست داده می‌شود. مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطوح، بسته به زاویهٔ جدار نسبت به سطح افقی، جهت جریان حرارت و نوع فضایی که جدار با آن در تماس است، در جدول جدول 11 آمده است. این مقادیر بر حسب [$m^2$.K/W] هستند.

چنانچه دیوار خارجی دارای لایه یا لایه‌های هوای تهویه شده باشد، در محاسبات ضریب انتقال حرارت، تنها لایه‌های بین فضای داخل و لایهٔ هوای تهویه شده در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، لایهٔ هوا مانند فضای خارج تلقی می‌شود، با این تفاوت که مقاومت حرارتی $R_e$ بین سطح خارجی پوستهٔ خارجی و لایهٔ هوای تهویه شده برابر با $R_i$ در نظر گرفته می‌شود.

جدول 11- مقاومت حرارتی لایهٔ هوای مجاور سطح داخلی ($R_i$) و لایهٔ هوای مجاور سطح خارجی ($R_e$) انواع جدارها

| زاویهٔ جدار نسبت به سطح افقی | جهت جریان حرارت | جدار در تماس با فضای خارج | | | جدار در تماس با فضای کنترل‌نشده | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | لایهٔ هوای داخلی | لایهٔ هوای خارجی | جمع لایه‌ها | لایهٔ هوای داخلی | لایهٔ هوای خارجی | جمع لایه‌ها |
| عمودی یا با زاویهٔ بیش از 60 درجه | افقی | 0/11 | 0/06 | 0/17 | 0/11 | 0/11 | 0/22 |
| افقی یا با زاویهٔ کمتر از 60 درجه | رو به بالا | 0/09 | 0/05 | 0/14 | 0/09 | 0/09 | 0/18 |
| | رو به پایین | 0/17 | 0/05 | 0/22 | 0/17 | 0/17 | 0/34 |

## پ8-2 مقاومت حرارتی لایه‌های هوای محبوس

در جدول 12، مقاومت‌های حرارتی لایه‌های هوای محبوس بین دو لایهٔ جامد جدار پوستهٔ خارجی، بسته به زاویه جدار و ضخامت لایهٔ هوا، آمده است.

جدول 12- مقاومت حرارتی انواع لایه‌های هوای محبوس بین دو لایه جامد جدار پوستهٔ خارجی

| زاویهٔ لایهٔ هوا نسبت به سطح افقی | جهت جریان حرارت | ضخامت لایهٔ هوا (میلی‌متر) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 تا 7 | 7,1 تا 9 | 9,1 تا 11 | 11,1 تا 13 | 14 تا 24 | 25 تا 50 | 51 تا 100 |
| عمودی یا با زاویهٔ بیش از 60 درجه | افقی | 0/11 | 0/13 | 0/14 | 0/15 | 0/16 | 0/16 | 0/16 |
| افقی یا با زاویهٔ کمتر از 60 درجه | رو به بالا | 0/11 | 0/12 | 0/13 | 0/14 | 0/14 | 0/14 | 0/14 |
| | رو به پایین | 0/12 | 0/13 | 0/14 | 0/15 | 0/16 | 0/18 | 0/20 |

## پ8-3 مقاومت حرارتی برخی لایه‌های عناصر ساختمانی متداول

در این بخش، مقادیر مقاومت‌های حرارتی برخی لایه‌های غیرهمگن عناصر ساختمانی متداول بر حسب $[m^2.K/W]$ آمده است.

### پ8-3-1 آجر پلاک (نما)

جدول 13- مقاومت حرارتی آجر پلاک در نما

| لایهٔ ساختمانی | ضخامت (سانتی‌متر) | مقاومت حرارتی |
|---|---|---|
| **آجر پلاک در نما** | 3 تا 4 | **0/03** |

### پ8-3-2 آجر توپر (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : 5/5 سانتی‌متر
عرض : 10 تا 11 سانتی‌متر
طول : 20 تا 22 سانتی‌متر

وزن مخصوص مادهٔ آجر: 1700 تا 2000 کیلوگرم بر متر مکعب

جدول 14- مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر توپر در دیوار

| شکل آجرچینی مقطع افقی | ضخامت جدار (سانتی‌متر) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5/5 | 10/5 | 22 | 35 |
| | **0/05** | **0/09** | | |
| | | | **0/20** | |
| | | | | **0/30** |

### پ-8-3-3 آجر سوراخ‌دار (دیوار)

ابعاد متداول هر آجر: ضخامت : 5/5 سانتی‌متر
عرض : 10 تا 11 سانتی‌متر
طول : 20 تا 22 سانتی‌متر

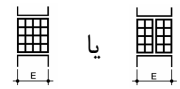
وزن مخصوص مادهٔ سفالی: 1700 تا 2000 کیلوگرم بر متر مکعب
درصد روزنه‌ها: 25 تا 40 درصد

جدول 15- مقادیر مقاومت حرارتی لایهٔ ساختمانی آجر سوراخ‌دار در دیوار

| شکل آجرچینی مقطع افقی | ضخامت جدار (سانتی‌متر) | | |
|---|---|---|---|
| | 10/5 | 22 | 35 |
| | **0/13** | | |
| | | **0/28** | |
| | | | **0/42** |

### پ-8-3-4 بلوک سفالی (دیوار)

جدول 16- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سفالی در دیوار

| شکل بلوک مقطع افقی | ضخامت جدار (سانتی‌متر) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7/5 | 10/5 | 12/5 | 15 | 20 | 40 |
| | **0/16** | **0/20** | | | | |
| | | | **0/27** | **0/30** | | |
|  یا | | | | | **0/39** | **0/78** |

## پ8-3-5 بلوک سیمانی (دیوار)

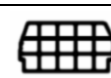
جدول 17- مقادیر مقاومت حرارتی بلوک سیمانی در دیوار

| شکل بلوک مقطع افقی | ضخامت جدار (سانتی‌متر) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 7/5 | 10/5 | 15 | 20 | 40 |
| | **0/07** | **0/09** | | | |
| | | | **0/14** | **0/19** | |
| | | | | | **0/32** |

## پ8-3-6 تیرچه و بلوک سفالی (سقف)

فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : 50 سانتیمتر
ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : 8 تا 10 میلیمتر
وزن مخصوص خشک مادهٔ سفالی بلوک : 1700 تا 2100 کیلوگرم بر مترمکعب
پوشش بتنی روی تیرچه : 5 سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

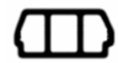
جدول 18- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچهٔ بلوک سفالی

| شکل بلوک مقطع افقی | ارتفاع بلوک (سانتی‌متر) | |
|---|---|---|
| | 20 | 25 |
| | **0/26** | |
|  | | **0/35** |

## پ8-3-7 تیرچه و بلوک سیمانی (سقف)

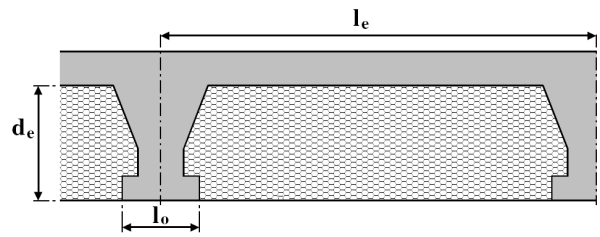
فاصلهٔ محور تا محور تیرچه‌ها : 50 سانتیمتر
ضخامت بدنهٔ سفالی بلوک : 15 تا 30 میلیمتر
وزن مخصوص خشک مادهٔ سیمانی بلوک : 1950 تا 2250 کیلوگرم بر مترمکعب
پوشش بتنی روی تیرچه : 5 سانتی‌متر بتن با سنگدانهٔ معمولی (سنگین)

جدول 19- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه بلوک سیمانی

| شکل بلوک مقطع افقی | ارتفاع بلوک (سانتی‌متر) | |
|---|---|---|
| | 20 | 25 |
|  | 0/15 | |
| | | 0/25 |

## پ8-3-8 تیرچه و بلوک پلی‌استایرن منبسط (سقف)

با توجه کم بودن ضریب هدایت حرارت پلی‌استایرن منبسط، شکل بلوک دارای اهمیت خاصی است. برای تیرچه بلوک‌های ساده، با مقطعی مشابه شکل 6، مقاومت‌های حرارتی سقف تیرچه و بلوک با استفاده از جدول 20 تعیین می‌شود.

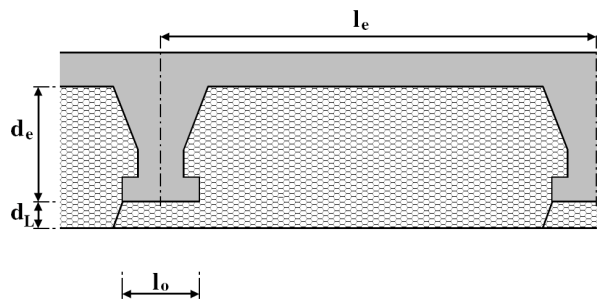



شکل6- تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

جدول 20- مقادیر مقاومت حرارتی $\mathbf{R_i}$ سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن ساده

| ارتفاع بلوک $d_e$ (cm) | عرض پاشنهٔ تیرچه $l_0$ (mm) | فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها $l_e$ (cm) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $60 > l_e > 55$ | $63 > l_e > 61$ | $l_e > 64$ |
| 20 | $124 > l_e > 95$ | **0/68** | **0/74** | **0/77** |
| | $140 > l_e > 125$ | **0/59** | **0/65** | **0/68** |
| 25 | $124 > l_e > 95$ | **0/79** | **0/86** | **0/90** |
| | $140 > l_e > 125$ | **0/69** | **0/76** | **0/79** |
| 30 | $124 > l_e > 95$ | **0/91** | **0/99** | **1/03** |
| | $140 > l_e > 125$ | **0/79** | **0/87** | **0/91** |

در صورت وجود زبانه‌ای برای پوشش زیر تیرچه، در بخش تحتانی بلـوک (شـکل 7)، مقاومـت حرارتی سقف با استفاده از جدول 21 تعیین می‌گردد.




شکل7- نمونهٔ سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

جدول 21- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

| ارتفاع پاشنه $d_L$ (mm) | ارتفاع بلوک از روی پاشنه $d_e$ (cm) | عرض پاشنهٔ تیرچه $l_0$ (mm) | فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها $l_e$ (cm) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $55 < l_e < 60$ | $63 < l_e < 61$ | $l_e < 64$ |
| 30 | 12 | $124 > l_e > 95$ | 1/82 | 1/90 | 1/94 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 1/72 | 1/80 | 1/84 |
| | 15 | $124 > l_e > 95$ | 1/94 | 2/03 | 2/08 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 1/82 | 1/89 | 1/93 |
| | 17 | $124 > l_e > 95$ | 2/00 | 2/11 | 2/16 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 1/88 | 1/98 | 2/04 |
| | 20 | $124 > l_e > 95$ | 2/08 | 2/19 | 2/26 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 1/95 | 1/06 | 2/12 |
| | 25 | $124 > l_e > 95$ | 2/25 | 2/37 | 2/45 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/11 | 1/15 | 2/30 |
| | 30 | $124 > l_e > 95$ | 2/41 | 2/54 | 2/62 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/27 | 1/23 | 2/46 |
| 40 | 12 | $124 > l_e > 95$ | 2/07 | 2/15 | 2/19 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 1/97 | 2/05 | 2/09 |
| | 15 | $124 > l_e > 95$ | 2/20 | 2/29 | 2/34 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/08 | 2/17 | 2/21 |
| | 17 | $124 > l_e > 95$ | 2/26 | 2/37 | 2/43 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/14 | 2/24 | 2/30 |
| | 20 | $124 > l_e > 95$ | 2/35 | 2/46 | 2/53 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/21 | 2/33 | 2/39 |
| | 25 | $124 > l_e > 95$ | 2/54 | 2/66 | 2/74 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/4 | 2/52 | 2/59 |
| | 30 | $124 > l_e > 95$ | 2/73 | 2/85 | 2/93 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/58 | 2/70 | 2/77 |

ادامهٔ جدول 21- مقادیر مقاومت حرارتی سقف تیرچه و بلوک پلی‌استایرن با پاشنه

| ارتفاع پاشنه $d_L$ (mm) | ارتفاع بلوک از روی پاشنه $d_e$ (cm) | عرض پاشنهٔ تیرچه $l_0$ (mm) | فاصلهٔ محور به محور تیرچه‌ها $l_e$ (cm) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $55 < l_e < 60$ | $63 < l_e < 61$ | $l_e < 64$ |
| 50 | 12 | $124 > l_e > 95$ | 2/32 | 2/40 | 2/44 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/22 | 2/30 | 2/35 |
| | 15 | $124 > l_e > 95$ | 2/45 | 2/55 | 2/60 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/33 | 2/43 | 2/49 |
| | 17 | $124 > l_e > 95$ | 2/51 | 2/62 | 2/69 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/39 | 2/50 | 2/57 |
| | 20 | $124 > l_e > 95$ | 2/60 | 2/73 | 2/80 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/47 | 2/59 | 2/66 |
| | 25 | $124 > l_e > 95$ | 2/81 | 2/96 | 3/03 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/68 | 2/80 | 2/88 |
| | 30 | $124 > l_e > 95$ | 3/02 | 3/17 | 3/25 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/88 | 3/01 | 3/09 |
| 60 | 12 | $124 > l_e > 95$ | 2/55 | 2/63 | 2/67 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/45 | 2/53 | 2/58 |
| | 15 | $124 > l_e > 95$ | 2/69 | 2/78 | 2/83 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/57 | 2/67 | 2/73 |
| | 17 | $124 > l_e > 95$ | 2/75 | 2/86 | 2/92 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/63 | 2/74 | 2/80 |
| | 20 | $124 > l_e > 95$ | 2/85 | 2/97 | 3/04 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/71 | 2/84 | 2/91 |
| | 25 | $124 > l_e > 95$ | 3/09 | 3/21 | 3/29 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 2/94 | 3/08 | 3/15 |
| | 30 | $124 > l_e > 95$ | 3/31 | 3/44 | 3/52 |
| | | $140 > l_e > 125$ | 3/16 | 3/30 | 3/38 |

# پیوست 9:

## ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها

در این پیوست، به ترتیب، ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها، جدارهای نورگذر و درها درج می‌گردد. برای تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، باید به بخش‌های پ9-1 و پ9-2، که به ترتیب مربوط به شیشه‌ها و جدارهای نورگذر هستند، رجوع شود. نحوهٔ تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، در بخش پ9-3، در قالب دو مثال، توضیح داده شده است. ضرایب انتقال حرارت درها نیز در بخش پ9-4 آمده است.

مقادیر درج‌شده در این پیوست برای هر دو روش طراحی عایق‌کاری حرارتی (الف و ب) مبنای محاسبه است، مگر آنکه ضرایب انتقال حرارت دیگری، توسط مراجع ذی‌صلاح، با رعایت استانداردهای ملی، تعیین شده باشد. همهٔ مقادیر بر حسب $W/m^2.K$ هستند.

### پ9-1 ضریب انتقال حرارت شیشه‌ها

ضرایب انتقال حرارت شیشه‌ها ($U_{gl}$)، که در جدول 22 تا جدول 27 این بخش آمده است، مربوط به شیشه‌های با ضخامت 4 میلی‌متر، در دو حالت عمودی و افقی، است. مقادیر ضرایب انتقال حرارت مربوط به گسیلندگی‌های بینابینی را می‌توان با درون‌یابی مقادیر داده‌شده در جدول محاسبه کرد.

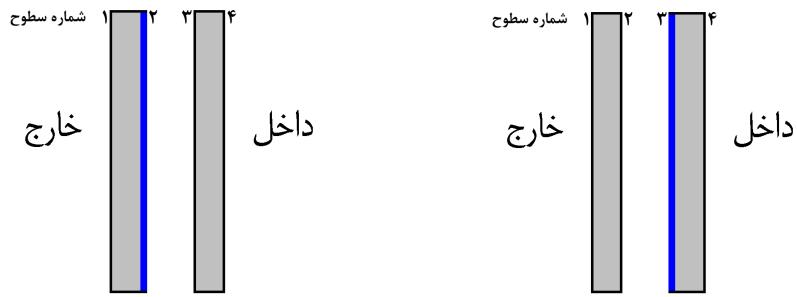
برای مجموعه شیشه‌های چندجداره، با گازی غیر از هوا در فضای بین دو شیشه، تنها غلظت 85 درصد[1] در نظر گرفته شده است. بدیهی است مقادیر مربوط تنها در صورتی ملاک عمل است که تولیدات مربوط دارای گواهی‌نامهٔ مؤید وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد. در غیر این صورت، لازم است مقادیر مربوط به هوا ملاک قرار گیرد.

همچنین ضرایب گسیلندگی عمود مفید شیشه‌ها، که توسط تولیدکننده اعلام می‌شود، باید به تأیید مرجعی معتبر رسیده باشد. در غیر این صورت، نباید گسیلندگی کم برای شیشه منظور شود.

1. 85 درصد گاز خنثی و 15 درصد هوای خشک

لازم است توضیح داده شود که پوشش کم‌گسیل را می‌توان، در مراحل تولید، مستقیماً روی شیشه، یا بر فیلمی که روی شیشه چسبانده می‌شود، نشاند.

برای آنکه مجموعه شیشه‌های کم‌گسیل اثربخشی لازم را دارا باشد، ضروری است پوشش کم‌گسیل، در مناطق با نیاز گرمایی زیاد روی سطح 3 (شکل 8، سمت راست) و در مناطق با نیاز سرمایی زیاد روی سطح 2 قرار گیرد (شکل 8، سمت چپ).




شکل 8- محل قرارگیری پوشش کم‌گسیل در مناطق سردسیر (سمت راست) و گرم‌سیر (سمت چپ)

### پ9-1-1 شیشه‌های ساده

در مورد شیشه‌های ساده (تک‌جداره)، برای هر ضخامت، ضریب انتقال حرارت برابر است با:

در حالتی که جدار عمودی است $U_{gl} = 5/8\ [W/(m^2.K)]$

در حالتی که جدار افقـــی است $U_{gl} = 6/9\ [W/(m^2.K)]$

## پ9-1-2 شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی

جدول 22- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با هوا (100 درصد)

| ضخامت لایهٔ هوا [mm] | ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m².K)] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شیشه‌های عادی | شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید $\varepsilon_n$ | | | | | | | |
| | | 0/05 | 0/10 | 0/15 | 0/20 | 0/25 | 0/30 | 0/35 | 0/40 |
| 6 | 3/3 | 2/5 | 2/6 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/8 | 2/9 | 2/9 |
| 8 | 3/1 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/5 | 2/6 | 2/7 |
| 10 | 2/9 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/3 | 2/4 | 2/5 |
| 12 | 2/8 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 |
| 14 | 2/7 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/2 |
| 16 | 2/7 | 1/4 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 |
| 18 | 2/7 | 1/4 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 |
| 20 | 2/7 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 |

جدول 23- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با آرگون (85 درصد)

| ضخامت لایهٔ هوا [mm] | ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m².K)] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شیشه‌های عادی | شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید $\varepsilon_n$ | | | | | | | |
| | | 0/05 | 0/10 | 0/15 | 0/20 | 0/25 | 0/30 | 0/35 | 0/40 |
| 6 | 3/1 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/6 |
| 8 | 2/9 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/3 | 2/4 |
| 10 | 2/8 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 |
| 12 | 2/7 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/1 |
| 14 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 |
| 16 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/0 |
| 18 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/0 |
| 20 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 |

جدول 24- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی پرشده با کریپتون (85 درصد)

| ضخامت لایهٔ هوا [mm] | ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m².K)] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شیشه‌های عادی | شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید $\varepsilon_n$ | | | | | | | |
| | | 0/05 | 0/10 | 0/15 | 0/20 | 0/25 | 0/30 | 0/35 | 0/40 |
| 6 | 2/8 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 |
| 8 | 2/7 | 1/3 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 |
| 10 | 2/6 | 1/2 | 1/3 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 |
| 12 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 |
| 14 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/0 |
| 16 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/0 |
| 18 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 |
| 20 | 2/6 | 1/2 | 1/4 | 1/5 | 1/7 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/1 |

### پ9-1-3 شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی)

جدول 25- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با هوا (100 درصد)

| ضخامت لایهٔ هوا [mm] | ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m².K)] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شیشه‌های عادی | شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید $\varepsilon_n$ | | | | | | | |
| | | 0/05 | 0/10 | 0/15 | 0/20 | 0/25 | 0/30 | 0/35 | 0/40 |
| 6 | 3/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 | 3/0 | 3/0 | 3/1 | 3/2 | 3/2 |
| 8 | 3/5 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/8 | 2/9 | 3/0 |
| 10 | 3/4 | 2/3 | 2/4 | 2/6 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 | 2/9 |
| 12 | 3/4 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/8 | 2/9 |
| 14 | 3/4 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/7 | 2/8 | 2/9 |
| 16 | 3/4 | 2/2 | 2/3 | 2/5 | 2/6 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 |
| 18 | 3/4 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 |
| 20 | 3/3 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 |

جدول 26- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با آرگون (85 درصد)

| ضخامت لایهٔ هوا [mm] | ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m².K)] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شیشه‌های عادی | شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید $\varepsilon_n$ | | | | | | | |
| | | 0/05 | 0/10 | 0/15 | 0/20 | 0/25 | 0/30 | 0/35 | 0/40 |
| 6 | 3/4 | 2/2 | 2/3 | 2/5 | 2/5 | 2/6 | 2/7 | 2/8 | 2/9 |
| 8 | 3/3 | 2/0 | 2/1 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/6 | 2/7 |
| 10 | 3/2 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 |
| 12 | 3/2 | 1/9 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/7 |
| 14 | 3/2 | 1/9 | 2/0 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/6 |
| 16 | 3/2 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/3 | 2/4 | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| 18 | 3/2 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| 20 | 3/2 | 1/8 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 |

جدول 27- مقادیر ضریب انتقال حرارت شیشه‌های دوجدارهٔ افقی (سقفی) پرشده با کریپتون (85 درصد)

| ضخامت لایهٔ هوا [mm] | ضریب انتقال حرارت $U_{gl}$ [W/(m².K)] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شیشه‌های عادی | شیشه‌های کم‌گسیل با گسیلندگی عمود مفید $\varepsilon_n$ | | | | | | | |
| | | 0/05 | 0/10 | 0/15 | 0/20 | 0/25 | 0/30 | 0/35 | 0/40 |
| 6 | 3/2 | 1/9 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 | 2/6 |
| 8 | 3/2 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/4 | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| 10 | 3/2 | 1/8 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| 12 | 3/1 | 1/8 | 1/9 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| 14 | 3/1 | 1/8 | 1/9 | 2/0 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 | 2/5 |
| 16 | 3/1 | 1/7 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 |
| 18 | 3/1 | 1/7 | 1/9 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 |
| 20 | 3/1 | 1/7 | 1/8 | 2/0 | 2/1 | 2/2 | 2/3 | 2/4 | 2/5 |

## پ9-2 ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

### پ9-2-1 جدارهای نورگذر دارای شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده

اگر جدار نورگذر با شیشهٔ تک‌جدارهٔ ساده و با قاب فولادی یا آلومینیومی معمولی ساخته شده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط بازشو برابر است با:

$U_G = 5/8$ [W/(m$^2$.K)] در حالتی که جدار عمودی است

$U_G = 6/9$ [W/(m$^2$.K)] در حالتی که جدار افقی است

در پنجره‌های چوبی، اثر قاب تنها با شیشه‌های چندجداره در نظر گرفته می‌شود؛ و در صورت کاربرد آن با شیشهٔ تک‌جداره، ضرایب همانند قاب‌های فولادی و آلومینیومی ساده به کار برده می‌شود.

### پ9-2-2 جدارهای نورگذر دارای انواع شیشهٔ دوجداره

برای محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت یک جدار نورگذر دارای شیشهٔ دوجداره ($U_G$)، لازم است، علاوه بر مقدار ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای ($U_{gl}$)، ضریب انتقال حرارت قاب بازشو ($U_{fr}$) نیز مشخص شود. در تعیین ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر، نکات زیر باید در نظر قرار گیرد:

- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو فلزی با حرارت‌شکن، سه مقدار 3/0، 4/0 و 5/0 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب فلزی با قطع حرارتی، برابر 5/0 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب انتقال حرارت متوسط قاب بازشو پی‌وی‌سی، سه مقدار 1/5، 1/8 و 2/5 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب پی‌وی‌سی، برابر 2/5 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته می‌شود.
- برای ضریب هدایت حرارت متوسط قاب بازشو چوبی، دو مقدار 0/13 و 0/18 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته شده است. در صورتی که مشخصات حرارتی قاب‌ها در گواهی‌نامه فنی ارائه نشده باشد، ضریب هدایت حرارت متوسط قاب چوبی، برابر 0/18 **[W/(m.K)]** در نظر گرفته می‌شود.

- در جدول‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر (جدول 28 تا جدول 30)، ضریب انتقال حرارت متوسط بخش شیشه‌ای (ساده یا کم‌گسیل) بین 1/2 و 2/9 **[W/(m$^2$.K)]** در نظر گرفته شده‌است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت متوسط شیشه‌ای بیش از 2/9 باشد، در جدول مربوط به قاب مورد استفاده، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با برون‌یابی اعداد ارائه‌شده تعیین می‌شود.

در جدول 28 تا جدول 30، ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر ($U_G$)، بر حسب نوع بازشو، ضریب انتقال حرارت شیشه ($U_{gl}$) و نوع و ضریب انتقال حرارت قاب ($U_{fr}$)، درج شده است.

جدول 28 (ص 114) مربوط به پنجره‌های با قاب فلزی حرارت شکن، جدول 29 (ص116) مربوط به پنجره‌های با قاب پی‌وی‌سی و جدول 30 (ص119) مربوط به پنجره‌های با قاب چوبی است.

جدول 28- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن $U_G$ بر حسب $U_{gl}$ و $U_{fr}$

| نوع جدار نورگذر | $U_{gl}$ بخش نورگذر $[W/m^2.K]$ | $U_G$ جدار نورگذر بر حسب $U_{fr}$ قاب $[W/m^2.K]$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $U_{fr}$ = 3/0 | $U_{fr}$ = 4/0 | $U_{fr}$ = 5/0 |
| پنجرهٔ لولایی | 1/2 | 2/2 | 2/5 | 2/9 |
| | 1/3 | 2/3 | 2/6 | 2/9 |
| | 1/4 | 2/3 | 2/7 | 3 |
| | 1/5 | 2/4 | 2/7 | 3/1 |
| | 1/6 | 2/5 | 2/8 | 3/1 |
| | 1/7 | 2/5 | 2/9 | 3/2 |
| | 1/8 | 2/6 | 2/9 | 3/3 |
| | 1/9 | 2/7 | 3 | 3/3 |
| | 2 | 2/7 | 3 | 3/4 |
| | 2/1 | 2/7 | 3 | 3/4 |
| | 2/2 | 2/8 | 3/1 | 3/4 |
| | 2/3 | 2/8 | 3/2 | 3/5 |
| | 2/4 | 2/9 | 3/2 | 3/6 |
| | 2/5 | 3 | 3/3 | 3/6 |
| | 2/6 | 3 | 3/4 | 3/7 |
| | 2/7 | 3/1 | 3/4 | 3/8 |
| | 2/8 | 3/1 | 3/5 | 3/8 |
| | 2/9 | 3/2 | 3/6 | 3/9 |
| در پنجره‌ای لولایی | 1/2 | 2/1 | 2/4 | 2/7 |
| | 1/3 | 2/2 | 2/5 | 2/8 |
| | 1/4 | 2/2 | 2/5 | 2/8 |
| | 1/5 | 2/3 | 2/6 | 2/9 |
| | 1/6 | 2/4 | 2/7 | 3 |
| | 1/7 | 2/5 | 2/7 | 3 |
| | 1/8 | 2/5 | 2/8 | 3/1 |
| | 1/9 | 2/6 | 2/9 | 3/2 |
| | 2 | 2/6 | 2/9 | 3/2 |
| | 2/1 | 2/6 | 2/9 | 3/2 |
| | 2/2 | 2/7 | 3 | 3/3 |
| | 2/3 | 2/8 | 3/1 | 3/4 |
| | 2/4 | 2/9 | 3/1 | 3/4 |
| | 2/5 | 2/9 | 3/2 | 3/5 |
| | 2/6 | 3 | 3/3 | 3/6 |
| | 2/7 | 3/1 | 3/4 | 3/6 |
| | 2/8 | 3/1 | 3/4 | 3/7 |
| | 2/9 | 3/2 | 3/5 | 3/8 |

ادامهٔ جدول 28- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب فلزی حرارت‌شکن $U_G$ بر حسب $U_{gl}$ و $U_{fr}$

| نوع جدار نورگذر | $U_{gl}$ بخش نورگذر $[W/m^2.K]$ | $U_G$ جدار نورگذر بر حسب $U_{fr}$ قاب $[W/m^2.K]$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $U_{fr}$ = 3/0 | $U_{fr}$ = 4/0 | $U_{fr}$ = 5/0 |
| پنجرهٔ کشویی | 1/2 | - | 2/3 | 2/6 |
| | 1/3 | - | 2/4 | 2/6 |
| | 1/4 | - | 2/5 | 2/7 |
| | 1/5 | - | 2/5 | 2/8 |
| | 1/6 | - | 2/6 | 2/9 |
| | 1/7 | - | 2/7 | 2/9 |
| | 1/8 | - | 2/8 | 3 |
| | 1/9 | - | 2/8 | 3/1 |
| | 2 | - | 2/9 | 3/1 |
| | 2/1 | - | 2/9 | 3/1 |
| | 2/2 | - | 2/9 | 3/2 |
| | 2/3 | - | 3 | 3/3 |
| | 2/4 | - | 3/1 | 3/4 |
| | 2/5 | - | 3/2 | 3/4 |
| | 2/6 | - | 3/2 | 3/5 |
| | 2/7 | - | 3/3 | 3/6 |
| | 2/8 | - | 3/4 | 3/7 |
| | 2/9 | - | 3/5 | 3/7 |
| در پنجره‌ای کشویی | 1/2 | - | 2/1 | 2/3 |
| | 1/3 | - | 2/2 | 2/4 |
| | 1/4 | - | 2/3 | 2/5 |
| | 1/5 | - | 2/4 | 2/6 |
| | 1/6 | - | 2/5 | 2/7 |
| | 1/7 | - | 2/5 | 2/7 |
| | 1/8 | - | 2/6 | 2/8 |
| | 1/9 | - | 2/7 | 2/9 |
| | 2 | - | 2/8 | 3 |
| | 2/1 | - | 2/8 | 3 |
| | 2/2 | - | 2/8 | 3 |
| | 2/3 | - | 2/9 | 3/1 |
| | 2/4 | - | 3 | 3/2 |
| | 2/5 | - | 3/1 | 3/3 |
| | 2/6 | - | 3/2 | 3/4 |
| | 2/7 | - | 3/2 | 3/4 |
| | 2/8 | - | 3/3 | 3/5 |
| | 2/9 | - | 3/4 | 3/6 |

جدول 29- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی $U_G$ بر حسب $U_{gl}$ و $U_{fr}$

| نوع جدار نورگذر | $U_{gl}$ بخش نورگذر $[W/m^2.K]$ | $U_G$ جدار نورگذر بر حسب $U_{fr}$ قاب $[W/m^2.K]$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $U_{fr}$ = 1/5 | $U_{fr}$ = 1/8 | $U_{fr}$ = 2/5 |
| پنجرهٔ لولایی | 1/2 | 1/6 | 1/7 | 2 |
| | 1/3 | 1/7 | 1/8 | 2/1 |
| | 1/4 | 1/7 | 1/9 | 2/1 |
| | 1/5 | 1/8 | 1/9 | 1/2 |
| | 1/6 | 1/9 | 2 | 2/3 |
| | 1/7 | 2 | 2 | 2/3 |
| | 1/8 | 2 | 2/1 | 2/4 |
| | 1/9 | 2/1 | 2/2 | 2/4 |
| | 2 | 2/1 | 2/2 | 2/5 |
| | 2/1 | 2/1 | 2/2 | 2/5 |
| | 2/2 | 2/2 | 2/3 | 2/5 |
| | 2/3 | 2/3 | 2/4 | 2/6 |
| | 2/4 | 2/3 | 2/4 | 2/6 |
| | 2/5 | 2/4 | 2/5 | 2/7 |
| | 2/6 | 2/5 | 2/6 | 2/8 |
| | 2/7 | 2/6 | 2/6 | 2/9 |
| | 2/8 | 2/6 | 2/7 | 2/9 |
| | 2/9 | 2/7 | 2/8 | 3 |
| در پنجره‌ای لولایی | 1/2 | 1/6 | 1/7 | 2 |
| | 1/3 | 1/7 | 1/8 | 2 |
| | 1/4 | 1/7 | 1/9 | 2/1 |
| | 1/5 | 1/8 | 1/9 | 2/2 |
| | 1/6 | 1/9 | 2 | 2/2 |
| | 1/7 | 2 | 2 | 2/3 |
| | 1/8 | 2 | 2/1 | 2/4 |
| | 1/9 | 2/1 | 2/2 | 2/4 |
| | 2 | 2/1 | 2/2 | 2/5 |
| | 2/1 | 2/1 | 2/2 | 2/5 |
| | 2/2 | 2/2 | 2/3 | 2/5 |
| | 2/3 | 2/3 | 2/4 | 2/6 |
| | 2/4 | 2/3 | 2/4 | 2/6 |
| | 2/5 | 2/4 | 2/5 | 2/7 |
| | 2/6 | 2/5 | 2/6 | 2/8 |
| | 2/7 | 2/6 | 2/6 | 2/9 |
| | 2/8 | 2/6 | 2/7 | 2/9 |
| | 2/9 | 2/7 | 2/8 | 3 |

ادامهٔ جدول 29- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی $U_G$ بر حسب $U_{gl}$ و $U_{fr}$

| نوع جدار نورگذر | $U_{gl}$ بخش نورگذر $[W/m^2.K]$ | $U_G$ جدار نورگذر بر حسب $U_{fr}$ قاب $[W/m^2.K]$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $U_{fr}$ = 1/5 | $U_{fr}$ = 1/8 | $U_{fr}$ = 2/5 |
| پنجرهٔ کشویی | 1/2 | - | - | 1/9 |
| | 1/3 | - | - | 2 |
| | 1/4 | - | - | 2/1 |
| | 1/5 | - | - | 2/1 |
| | 1/6 | - | - | 2/2 |
| | 1/7 | - | - | 2/3 |
| | 1/8 | - | - | 2/3 |
| | 1/9 | - | - | 2/4 |
| | 2 | - | - | 2/4 |
| | 2/1 | - | - | 2/4 |
| | 2/2 | - | - | 2/5 |
| | 2/3 | - | - | 2/6 |
| | 2/4 | - | - | 2/6 |
| | 2/5 | - | - | 2/7 |
| | 2/6 | - | - | 2/8 |
| | 2/7 | - | - | 2/9 |
| | 2/8 | - | - | 2/9 |
| | 2/9 | - | - | 3 |
| در پنجره‌ای کشویی بدون آستانه | 1/2 | - | - | 1/8 |
| | 1/3 | - | - | 1/9 |
| | 1/4 | - | - | 2 |
| | 1/5 | - | - | 2/1 |
| | 1/6 | - | - | 2/1 |
| | 1/7 | - | - | 2/2 |
| | 1/8 | - | - | 2/3 |
| | 1/9 | - | - | 2/4 |
| | 2 | - | - | 2/4 |
| | 2/1 | - | - | 2/4 |
| | 2/2 | - | - | 2/5 |
| | 2/3 | - | - | 2/6 |
| | 2/4 | - | - | 2/6 |
| | 2/5 | - | - | 2/7 |
| | 2/6 | - | - | 2/8 |
| | 2/7 | - | - | 2/9 |
| | 2/8 | - | - | 3 |
| | 2/9 | - | - | 3 |

ادامهٔ جدول 29- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب پی‌وی‌سی $U_W$ بر حسب $U_g$ و $U_f$

| نوع جدار نورگذر | $U_{gl}$ بخش نورگذر $[W/m^2.K]$ | $U_G$ جدار نورگذر بر حسب $U_{fr}$ قاب $[W/m^2.K]$ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $U_{fr}$ = 1/5 | $U_{fr}$ = 1/8 | $U_{fr}$ = 2/5 |
| در پنجره‌ای کشویی با آستانه | 1/2 | 1/6 | 1/8 | 2/1 |
| | 1/3 | 1/7 | 1/8 | 2/1 |
| | 1/4 | 1/8 | 1/9 | 2/2 |
| | 1/5 | 1/8 | 1/9 | 2/2 |
| | 1/6 | 1/9 | 2 | 2/3 |
| | 1/7 | 1/9 | 2/1 | 2/4 |
| | 1/8 | 2 | 2/1 | 2/4 |
| | 1/9 | 2/1 | 2/2 | 2/5 |
| | 2 | 2/1 | 2/2 | 2/5 |
| | 2/1 | 2/1 | 2/2 | 2/5 |
| | 2/2 | 2/2 | 2/3 | 2/5 |
| | 2/3 | 2/2 | 2/3 | 2/6 |
| | 2/4 | 2/3 | 2/4 | 2/7 |
| | 2/5 | 2/4 | 2/5 | 2/7 |
| | 2/6 | 2/4 | 2/5 | 2/8 |
| | 2/7 | 2/5 | 2/6 | 2/8 |
| | 2/8 | 2/6 | 2/7 | 2/9 |
| | 2/9 | 2/6 | 2/7 | 3 |

جدول 30- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی $U_G$ بر حسب $U_{gl}$ و $\lambda_{fr}$

| نوع جدار نورگذر | $U_{gl}$ بخش نورگذر $[W/m^2.K]$ | $U_G$ جدار نورگذر بر حسب $\lambda_{fr}$ قاب $[W/m^2.K]$ | |
|---|---|---|---|
| | | $\lambda_{fr}$ = 0/13 | $\lambda_{fr}$ = 0/18 |
| پنجرهٔ لولایی | 1/2 | 1/8 | 1/9 |
| | 1/3 | 1/8 | 2 |
| | 1/4 | 1/9 | 2/1 |
| | 1/5 | 2 | 2/1 |
| | 1/6 | 2 | 2/2 |
| | 1/7 | 2/1 | 2/2 |
| | 1/8 | 2/2 | 2/3 |
| | 1/9 | 2/2 | 2/4 |
| | 2 | 2/3 | 2/4 |
| | 2/1 | 2/3 | 2/4 |
| | 2/2 | 2/4 | 2/5 |
| | 2/3 | 2/4 | 2/5 |
| | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| | 2/5 | 2/6 | 2/7 |
| | 2/6 | 2/6 | 2/8 |
| | 2/7 | 2/7 | 2/8 |
| | 2/8 | 2/8 | 2/9 |
| | 2/9 | 2/9 | 3 |
| در پنجره‌ای لولایی بدون آستانه با کشویی | 1/2 | 1/7 | 1/9 |
| | 1/3 | 1/8 | 1/9 |
| | 1/4 | 1/9 | 2 |
| | 1/5 | 2 | 2/1 |
| | 1/6 | 2 | 2/1 |
| | 1/7 | 2/1 | 2/2 |
| | 1/8 | 2/2 | 2/3 |
| | 1/9 | 2/2 | 2/4 |
| | 2 | 2/3 | 2/4 |
| | 2/1 | 2/3 | 2/4 |
| | 2/2 | 2/4 | 2/5 |
| | 2/3 | 2/4 | 2/5 |
| | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| | 2/5 | 2/6 | 2/7 |
| | 2/6 | 2/7 | 2/8 |
| | 2/7 | 2/7 | 2/8 |
| | 2/8 | 2/8 | 2/9 |
| | 2/9 | 2/9 | 3 |

ادامهٔ جدول 30- ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر با قاب چوبی $U_G$ بر حسب $U_{gl}$ و $\lambda_{fr}$

| نوع جدار نورگذر | $U_{gl}$ بخش نورگذر $[W/m^2.K]$ | $U_G$ جدار نورگذر بر حسب $\lambda_{fr}$ قاب $[W/m^2.K]$ | |
|---|---|---|---|
| | | $\lambda_{fr}$ = 0/13 | $\lambda_{fr}$ = 0/18 |
| در پنجره‌ای لولایی با آستانه | 1/2 | 1/8 | 2 |
| | 1/3 | 1/9 | 2/1 |
| | 1/4 | 2 | 2/1 |
| | 1/5 | 2 | 2/2 |
| | 1/6 | 2/1 | 2/2 |
| | 1/7 | 2/1 | 2/3 |
| | 1/8 | 2/2 | 2/4 |
| | 1/9 | 2/3 | 2/4 |
| | 2 | 2/3 | 2/4 |
| | 2/1 | 2/3 | 2/4 |
| | 2/2 | 2/3 | 2/5 |
| | 2/3 | 2/4 | 2/6 |
| | 2/4 | 2/5 | 2/6 |
| | 2/5 | 2/5 | 2/7 |
| | 2/6 | 2/6 | 2/7 |
| | 2/7 | 2/7 | 2/8 |
| | 2/8 | 2/7 | 2/9 |
| | 2/9 | 2/8 | 2/9 |

## پ9-3 مثال‌های تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر

مثال 1) تعیین ضریب انتقال حرارت یک پنجره با مشخصات زیر:

- نوع قاب: پی‌وی‌سی، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامهٔ فنی: $U_{fr} = 1/8\ [W/(m^2.K)]$
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود میان دو شیشه: 85 درصد آرگون
- فاصلهٔ داخلی بین دو شیشه: 10 میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: بدون لایه‌های کم‌گسیل

ابتدا باید ضریب انتقال حرارت شیشه تعیین شود (بخش پ9-1)، به این منظـور، از بخـش پ9-1-2، بـا عنوان شیشه‌های دوجدارهٔ عمودی، جدول 23 مربوط به شیشه‌های دو جدارهٔ عمودی پرشده بـا 85

درصد آرگون استفاده می‌شود. مطابق این جدول، و با توجه به فاصله 10 میلی‌متری بین دو شیشه و عدم استفاده از پوشش کم‌گسیل، ضریب انتقال حرارت شیشه از ستون دوم جدول، 2/8 $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌گردد.

این توضیح را باید افزود که اگر پنجره مورد استفاده فاقد گواهی‌نامهٔ تأییدکنندهٔ وجود گاز و حفظ آن در طول دورهٔ بهره‌برداری باشد، باید مقادیر مربوط به هوا ملاک محاسبه قرار گیرد (جدول 22).

در مرحلهٔ بعد، باید به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر پرداخت (بخش پ9-2). در این مثال، قاب پنجره از جنس پی‌وی‌سی است، بنابراین برای آن از جدول 29 استفاده می‌شود. در بخش مربوط به پنجره‌های لولایی این جدول، ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت 2/8 $[W/(m^2.K)]$ را در نظر می‌گیریم. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت برای پنجره داده شده است، که مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب پی‌وی‌سی است. با توجه به آنکه، مطابق گواهی‌نامهٔ فنی، ضریب انتقال حرارت قاب پی‌وی‌سی 1/8 $[W/(m^2.K)]$ است، ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون چهارم جدول، برابر 2/7 $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌شود.

مثال 2) تعیین ضریب انتقال حرارت پنجره‌ای با مشخصات زیر:

- نوع قاب: آلومینیومی حرارت‌شکن، لولایی
- ضریب انتقال حرارت قاب مطابق گواهی‌نامه فنی: نامشخص
- نوع شیشه: دوجداره
- گاز موجود در فاصله میان دو شیشه: 100 درصد هوا
- فاصله داخلی بین دو شیشه: 12 میلی‌متر
- وضعیت گسیلندگی شیشه: گسیلندگی عمود مفید 0/2، مورد تأیید یک مرجع معتبر

برای تعیین ضریب انتقال حرارت شیشه، ابتدا از جدول 22 بخش پ9-1-2 ، که مربوط به شیشه‌های دوجدارهٔ پرشده با هوا است، استفاده می‌شود. سپس با توجه به ضخامت 12 میلی‌متری لایهٔ هوا و گسیلندگی عمود مفید 0/2، ضریب انتقال حرارت شیشه برابر 2/0 $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌گردد.

در مرحلهٔ بعد، به تعیین ضریب انتقال حرارت جدار نورگذر، با استفاده از جدول 28 بخش پ9-2 ، که مربوط به قاب‌های فلزی حرارت‌شکن است، پرداخته می‌شود. در بخش پنجره‌های لولایی این جدول، به ردیف مربوط به شیشهٔ دارای ضریب انتقال حرارت2/0 $[W/(m^2.K)]$ توجه

می‌شود. در این ردیف، سه ضریب انتقال حرارت متفاوت درج شده برای پنجره مربوط به سه ضریب انتقال حرارت متفاوت قاب فلزی با حرارت‌شکن است. اگر فرض کنیم قاب پنجره فاقد گـواهی‌نامـهٔ فنی است، ضریب انتقال حرارت متوسط قاب را باید برابر 5 در نظر بگیریم و به این ترتیـب، ضـریب انتقال حرارت جدار نورگذر، از ستون آخر جدول 28، برابر 3/4 $[W/(m^2.K)]$ تعیین می‌گردد.

## پ9-4 ضرایب انتقال حرارت درها

مقادیر داده شده در این بخش مربوط به درهای متداول اسـت. در صـورتی کـه بـرای درهـا از عایق‌های حرارتی خاصی استفاده شود و در گواهی‌نامهٔ فنی معتبر نیز ضرایب انتقـال حـرارت ارائـه شده باشد، آن ضرایب می‌تواند ملاک محاسبه قرار گیرد. در غیر این صورت، لازم است مقـادیر داده شده در جدول 31 مورد استفاده قرار گیرد.

جدول 31- ضرایب انتقال حرارت درها

| جنس در | نوع در | ضریب انتقال حرارت در $U_D$ $[W/m^2.K]$ |
|---|---|---|
| در چوبی معمولی | توپر | 3/5 |
| | با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه کمتر از 30 درصد | 4/0 |
| | با شیشهٔ تک‌جداره، سطح شیشه بین30 و60 درصد | 4/5 |
| | با شیشهٔ دوجداره با لایهٔ هوای 6 میلی‌متر یا بیشتر | 3/3 |
| در فلزی معمولی | تمام فلز | 5/8 |
| | با شیشهٔ تک‌جداره | 5/8 |
| | با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه کمتر از 30 درصد | 5/8 |
| | با شیشهٔ دوجداره، سطح شیشه بین 30 و 60 درصد | 4/8 |
| در تمام‌شیشه‌ای | با شیشهٔ تک‌جداره | 5/8 |

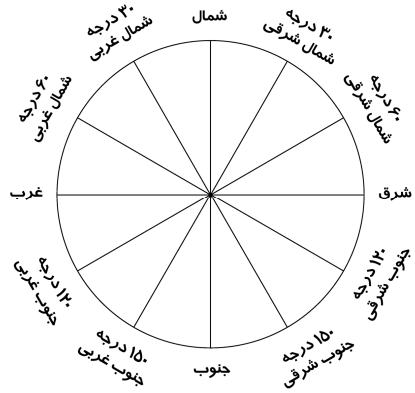
# پیوست 10:

# سایه‌بان‌ها

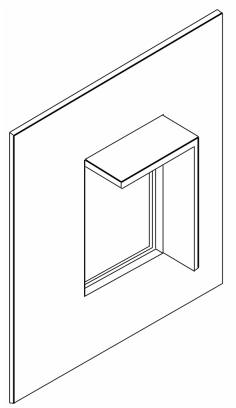
در این پیوست، زوایای مناسب برای سایه‌بان پنجره‌ها، در جهات مختلف ساختمان، در 216 شهر کشور، ارائه می‌گردد. در جدول‌های مندرج در این پیوست، برای هر شهر، *زاویهٔ سایه‌بان افقی* و *زاویهٔ سایه‌بان عمودی*، برای حالت‌های مختلف جهت‌گیری پنجره، بیان شده است. با استخراج این زوایا و آگاهی از ابعاد پنجره، عمق سایه‌بان‌های افقی و عمودی به سادگی مشخص می‌گردد. در شکل 9، جهت‌گیری پنجره، نمای سایه‌بان‌ها، زاویهٔ سایه‌بان عمودی و زاویهٔ سایه‌بان افقی نشان داده شده است.

برای استفاده از جدول‌های مندرج در این پیوست، باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

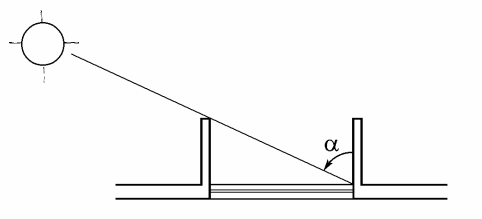
- «ش» مخفف «شرقی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شرق پنجره قرار گیرد.
- «غ» مخفف «غربی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت غرب پنجره قرار گیرد.
- «ل» مخفف «شمالی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت شمال پنجره قرار گیرد.
- «ج» مخفف «جنوبی» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید فقط در سمت جنوب پنجره قرار گیرد.
- «ط» مخفف «طرفین» است و بیانگر آن است که سایه‌بان عمودی باید در دو سمت پنجره قرار گیرد.
- «ع.م» جانشین عبارت «سایه‌بان عمودی متحرک مقابل تمام پنجره» است.
- چنانچه برای یک پنجره هر دو زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی توصیه شده باشد، باید از هر دو نوع سایه‌بان استفاده گردد.



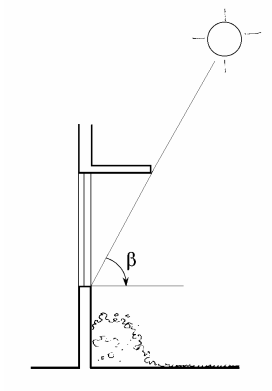

جهت‌گیری پنجره



نمای پنجره و سایه‌بان‌های افقی و عمودی




مقطع افقی - زاویهٔ سایه‌بان عمودی




مقطع عمودی - زاویهٔ سایه‌بان افقی

شکل 9- زوایای جهت پنجره و زاویهٔ سایه‌بان افقی و عمودی

- در صورتی که محل استقرار ساختمانی در این پیوست درج نشده باشد، می‌توان سایه‌بان‌های مربوط به نزدیک‌ترین شهر را ملاک گرفت.
- در صورت ذکر نشدن زاویهٔ جهت‌گیری پنجره در جدول‌ها، مقادیر زوایای سایه‌بان آن باید مطابق با مقادیر نزدیک‌ترین جهت‌گیری پنجره، یا از طریق درون‌یابی مقادیر، تعیین گردد.
- در شهرهایی که با علامت * مشخص شده‌اند، با توجه به عمق زیاد سایه‌بان‌ها، توصیه می‌شود ضمن رعایت زوایای سایه‌بان ارائه شده، روی تمام نمای ساختمان سایه ایجاد شود.

| ردیف | جهت پنجره / زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 1 | آبادان | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50غ | 30 | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 32غ |
| 2 | آبادچی فریدن | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 72 | - | 60 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 75 | - |
| 3 | آباده | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80غ | 80 | - | 55 | - | 40 | 25غ | 34 | - | 35 | - | 50 | - |
| 4 | آبعلی | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | آجی چای | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 72 | - | 62 | - | 50 | - | 35 | - | 30 | - | 33 | - | 50 | - |
| 6 | آزادشهر | - | 61غ | 80 | - | 73 | - | 56 | - | 52 | - | 55 | - | 50 | - | 35 | 20غ | 20 | 10غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 31غ |
| 7 | آستارا | - | 71غ | - | - | 80 | - | 70 | - | 65 | - | 62 | - | 55 | - | 40 | 33غ | 30 | 13غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 40غ |
| 8 | آغاجاری | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 32غ |
| 9 | آمل | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع‌م | - | 15غ | - | 46غ |
| 11 | احمدآباد-درودزن | 55 | - | - | - | - | - | 80 | - | 76 | - | 72 | - | 62 | - | 38 | - | 30 | 20غ | 20 | - | 20 | - | 26 | - |
| 12 | احمدوند | - | 78غ | - | - | - | - | 82 | - | 76 | - | 70 | - | 59 | - | 45 | 30غ | 40 | 10غ | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 13 | اختحوان گلپایگان | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 72 | - | 60 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 75 | - |
| 14 | اراک | - | 77غ | - | - | - | 80ش | 81 | - | 76 | - | 72 | - | 65 | - | 50 | 30غ | 22 | - | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 15 | اردبیل | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 16 | اردستان | - | 66غ | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 65 | - | 68 | - | 60 | - | 40 | 35غ | 30 | 12غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 35غ |
| 17 | اردکان-فارس | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80غ | 80 | - | 55 | - | 40 | 25غ | 34 | - | 35 | - | 50 | - |

| ردیف | جهت پنجره | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 18 | ارومیه | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | - | - | 32غ |
| 19 | استور | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | - | 72 | - | 60 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 75 | - |
| 20 | اسداباد-بیرجند | - | 77غ | - | - | - | 80 | 80 | - | 75 | - | 75 | - | 80 | - | 55 | - | 40 | 25غ | 34 | - | 35 | - | 50 | - |
| 21 | اسکو | - | 76غ | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 22 | اصفهان | - | 73غ | - | - | 81 | - | 73 | - | 71 | - | 70 | - | 62 | - | 50 | - | 35 | - | 30 | - | 33 | - | 50 | - |
| 23 | افراچال | - | 76غ | - | - | 86 | - | 76 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | - | 35 | 20غ | 20 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 31غ |
| 24 | امام قیس | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 55 | 80غ | 40 | 33غ | 30 | 13غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 40غ |
| 25 | امین آباد | - | 65غ | - | 80 | - | 53 | 70 | - | 67 | - | 70 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 26 | انارک | - | 66غ | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 65 | - | 68 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |
| 27 | اندیمشک* | - | 62غ | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 70 | - | 50 | 30غ | 38 | 20غ | 30 | - | - | 23غ | - | 53غ |
| 28 | اهر | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 72 | - | 62 | - | 38 | - | 30 | 20غ | 20 | - | 20 | - | 26 | - |
| 29 | اهواز | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 59 | - | 45 | 30غ | 40 | 10غ | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 30 | اهواز-ملاثانی | - | 62غ | 60 | - | 55 | - | 40 | - | 40 | - | 50 | - | 72 | - | 60 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 75 | - |
| 31 | ایرانشهر* | 65 | 70غ | - | 45 | 30 | - | 30 | - | 42 | 40 | 50 | - | 65 | - | 50 | 30غ | 22 | - | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 32 | ایلام | - | 75 | - | - | 83 | - | 76 | - | 70 | - | 70 | - | 58 | - | 52 | 30غ | 30 | 12غ | 14 | - | 14 | - | 44غ | - |
| 33 | ایوانکی | - | 65غ | - | 80 | - | 53 | 70 | - | 67 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | 20غ | 35 | 15غ | - | ع.م | - | 5غ | 52 | - |
| 34 | بابل | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |

| ردیف | جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 35 | بابلسر | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |
| 36 | باختران | - | 78غ | - | - | - | - | 82 | - | 76 | - | 70 | - | 59 | - | 45 | 30غ | 40 | 10غ | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 37 | باراندوزچای | - | 82غ | - | - | - | - | 87 | - | 80 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | 15غ | 35 | 10غ | 24 | - | 26 | - | - | 52غ |
| 38 | بار نیشابور | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 39 | باغ ملک | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 40 | بافت | - | 80غ | - | - | - | - | - | - | - | - | 83 | - | 75 | - | 56 | - | 36 | - | 31 | - | 32 | - | 51 | - |
| 41 | بجستان | - | 72غ | - | - | 82 | - | 75 | - | 72 | - | 72 | - | 65 | - | 43 | - | 17 | - | 12 | - | 12 | - | - | 42غ |
| 42 | بجنورد | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 43 | بستان آباد | - | 76غ | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | 10 | - | - | 46غ |
| 44 | بم | - | 63غ | 67 | - | 52 | - | 50 | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 45 | 15غ | 25 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 33غ |
| 45 | بندر انزلی | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | - | 47غ |
| 46 | بمپور | 65 | 70غ | - | 45ش | 30 | - | 30 | - | 42 | 40ش | 50 | - | 52 | 20غ | 40 | 15غ | 20 | 10غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 47 | بندر دیر* | - | 65غ - 80ش | 60 | - | 45 | - | 43 | - | 45 | - | 50 | - | 50 | 50غ | 35 | 20غ | 20 | 10غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 48 | بندرعباس* | - | 65ط | - | 40ش | - | ع.م | - | ع.م | 25 | 20ش | 42 | 40ش | 47 | 25غ | 37 | 18غ | 20 | 8غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 49 | بندرلنگه * | - | 65ط | - | 40ش | - | ع.م | - | ع.م | 25 | 25ش | 47 | 15ش | 50 | 45غ | 40 | 15غ | 20 | 10غ | - | ع.م | - | 5غ | - | 37غ |
| 50 | بندر ماهشهر | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 51 | بن سیدان* | - | 62غ | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |

| ردیف | جهت پنجره / زاویهٔ‌سایه‌بان / نام شهر | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 52 | بنکوه | - | 65غ | 80 | - | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 40 | 40غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 53 | بوشهر* | - | 62غ | - | 33ش | 30 | 38ش | - | ع.م | 30 | 25ش | 40 | 55ش | 50 | 52غ | 40 | 0غ | 10 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 54 | بوئین زهرا | - | 77غ | - | - | - | 80ش | 81 | - | 76 | - | 72 | - | 65 | - | 50 | 30غ | 22 | - | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 55 | بیاضه بیابانک | - | 62غ | 75 | - | 60 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 55 | - | 40 | 20غ | 25 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 56 | بی بالان | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | - | 47غ |
| 57 | بیرجند | - | 77غ | - | - | - | 80ش | 80 | - | 75 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 30 | 20غ | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 58 | بیجار | - | 78غ | - | - | - | - | 82 | - | 76 | - | 70 | - | 59 | - | 45 | 30غ | 40 | 10غ | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 59 | پارس اباد مغان | - | 65غ | - | - | 72 | - | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 52 | - | 16غ | 25 | 10غ | - | | ع.م | - | ع.م | - | 35غ |
| 60 | پل زمانخان | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 61 | پل کله | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 62 | پیلمبرا | - | 80غ | - | - | - | - | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 15غ | 20 | 30غ | 18 | - | 19 | - | - | 50غ |
| 63 | تازه کند | - | 70غ | - | - | 76 | - | 68 | - | 65 | - | 60 | - | 58 | - | 45 | 15غ | 25 | 15غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 64 | تاشکویه کله گاه* | - | 63غ | 52 | - | 36 | - | 35 | - | 36 | - | 50 | - | 42 | 30غ | 35 | 10غ | 12 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 33غ |
| 65 | تاکستان | - | 77غ | - | - | - | 85ش | 80 | - | 72 | - | 70 | - | 65 | - | 40 | - | 25 | - | 18 | - | 18 | - | - | 47غ |
| 66 | تبریز | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 72 | - | 62 | - | 50 | - | 35 | - | 30 | - | 33 | - | 50 | - |
| 67 | تجریش | - | 63غ | 85 | - | 70 | - | 63 | - | 62 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 30غ | 35 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 33غ |
| 68 | تربت حیدریه | - | 80غ | - | - | - | - | 85 | - | 85 | - | 80 | - | 70 | - | 50 | - | 30 | - | 26 | - | 27 | - | 40 | - |

| ردیف | جهت پنجره / زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 69 | تفرش | - | 77غ | - | - | - | 80ش | 81 | - | 76 | - | 72 | - | 65 | - | 50 | 30غ | 22 | - | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 70 | تنگ پنج* | - | 62غ | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 71 | تهران- پارک شهر | - | 70غ | - | 80ش | 75 | - | 70 | - | 67 | - | 68 | - | 60 | - | 50 | 20غ | 40 | 5غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 35غ |
| 72 | تهران- دوشان تپه | - | 62غ | 75 | - | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 62 | - | 60 | - | 40 | 40ط | 22 | 20غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 73 | تهران- سعدآباد | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 72 | - | - | 20غ | 45 | 20غ | 40 | - | 42 | - | 52 | - |
| 74 | تهران- مهرآباد | - | 65غ | - | 80ش | - | 53ش | 70 | - | 67 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | 20غ | 35 | 15غ | - | ع.م | - | 5غ | 52 | - |
| 75 | تهران- نارمک | - | 80غ | - | - | - | - | 83 | - | 80 | - | 80 | - | 70 | - | 50 | 40غ | 40 | 20غ | 20 | - | 22 | - | 30 | - |
| 76 | تهران- نمایشگاه | - | 82غ | - | - | - | - | - | - | 82 | - | 80 | - | 70 | - | 47 | - | 32 | - | 30 | - | 30 | - | 40 | - |
| 77 | جاسک* | - | 70ط | - | 40ش | - | ع.م | - | ع.م | 50 | 10ش | 50 | 35ش | 50 | 70غ | 40 | 45ط | - | ع.م | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 78 | جزیره خارک* | - | 62غ | - | 33ش | 30 | 38ش | - | ع.م | 30 | 25ش | 40 | 55ش | 50 | 52غ | 40 | 0غ | 10 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 79 | جزیره قشم | - | 65ط | - | 40ش | - | ع.م | - | ع.م | 25 | 20ش | 42 | 40ش | 47 | 25غ | 37 | 18غ | 20 | 8غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 80 | جلفا | - | 82غ | - | - | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | - | 35 | - | 20 | - | 20 | - | - | 52غ |
| 81 | جیرفت* | - | 63غ | 67 | - | 52 | - | 50 | - | 50 | - | 55 | - | 50 | 50غ | 30 | 25غ | 20 | 5غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 82 | چابهار* | - | 70ط | - | 40ش | - | ع.م | - | ع.م | 35 | 35ش | 40 | 70ش | 45 | 55غ | 37 | 25غ | 20 | 15غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 83 | چغارت | - | 62غ | 70 | - | 57 | - | 52 | - | 54 | - | 60 | - | 55 | - | 40 | 20غ | 20 | 17غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 84 | چناران | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 85 | حاجی‌آباد-بندرعباس* | - | 63غ | 52 | - | 36 | - | 35 | - | 36 | - | 50 | - | 42 | 30غ | 35 | 10غ | 12 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 33غ |

| ردیف | جهت پنجرهٔ / زاویه سایه‌بان / نام شهر | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 86 | حجت آباد- پیشکوه | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 87 | حمیدیه | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | 32غ |
| 88 | حنا | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | غ80 | - | - | 55 | - | 40 | 25غ | 34 | - | 35 | - | 50 | - |
| 89 | خاش | - | 73غ | - | - | 82 | - | 76 | - | 80 | - | 75 | - | 70 | - | 40 | - | 20 | - | 16 | - | 16 | - | 20 | - |
| 90 | خرم آباد | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 91 | خرم اباد تنکابن | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | 47غ | |
| 92 | خرمشهر | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 93 | خشکه داران | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | - | 47غ |
| 94 | خفر | - | 67غ | - | 65ش | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 70 | - | 60 | - | 40 | 25غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 6غ | - | 36غ |
| 95 | خوانسار | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 72 | - | 60 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 75 | - |
| 96 | خور بیابانک | - | 62غ | 75 | - | 60 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 55 | - | 40 | 20غ | 25 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 97 | خوی | - | 82غ | - | - | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | - | 35 | - | 20 | - | 20 | - | - | 52غ |
| 98 | داراب | - | 63غ | 67 | - | 52 | - | 50 | - | 52 | - | 60 | - | 50 | 48غ | 45 | 20غ | 20 | 8غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 33غ |
| 99 | داشبند بوکان | - | 76غ | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | 10 | - | - | 46غ |
| 100 | دامغان | - | 73غ | - | - | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 15غ | 30 | 10غ | 10 | - | 11 | - | - | 42غ |
| 101 | دامنه فریدن | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 102 | دره تخت | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| ردیف | جهت پنجره | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 103 | درگز | - | 71غ | - | - | - | 62ش | 67 | - | 65 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 15غ | 30 | 12غ | 10 | - | 10 | - | - | 42غ |
| 104 | درود | - | 73غ | - | - | 81 | - | 73 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | 30غ | 50 | 30غ | 30 | 21غ | 14 | - | 14 | - | - | 43غ |
| 105 | دزفول* | - | 62غ | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 106 | دشت ناز | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |
| 107 | ده صومعه | - | 77غ | - | - | - | 80ش | 81 | - | 76 | - | 72 | - | 65 | - | 50 | 30غ | 22 | - | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 108 | دیهوک | - | 71غ | 88 | - | 76 | - | 70 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 40 | 30غ | 32 | 10غ | 10 | - | 10 | - | - | 40غ |
| 109 | ذوب آهن اصفهان | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 110 | رامسر | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | - | 47غ |
| 111 | رامهرمز | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 112 | رشت | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | - | 47غ |
| 113 | رودبار | - | 80غ | - | - | - | - | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 15غ | 20 | 30غ | 18 | - | 19 | - | - | 50غ |
| 114 | زابل | - | 62غ | 60 | - | 45 | - | 42 | - | 47 | - | 60 | - | 50 | - | 40 | 15غ | 20 | 12غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 115 | زاهدان | - | 73غ | - | - | 82 | - | 76 | - | 80 | - | 75 | - | 70 | - | 40 | - | 20 | - | 16 | - | 16 | - | 20 | - |
| 116 | زردگل سرخ آباد | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 70 | - | 55 | - | 47 | - | 45 | - | 50 | - | 70 | - |
| 117 | زنجان | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | - | 70 | - | 55 | 15غ | 37 | - | 35 | - | - | 30غ | - | 60غ |
| 118 | ساوه | - | 61غ | - | 75ش | - | 43ش | 60 | - | 61 | - | 65 | - | 55 | - | 40 | 30غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 31غ |
| 119 | سبزوار | - | 65غ | - | - | 73 | - | 76 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | 15ل | - | ع.م | - | 35غ |

| ردیف | جهت پنجره | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی |
| 120 | سپیددشت | 62غ | - | 76 | - | 62 | - | 55 | - | 55 | - | 60 | - | 55 | - | 45 | 15غ | 25 | 10غ | - | - | ع.م | - | 32غ | - |
| 121 | سراب | 76غ | - | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | - | 10 | 46غ | - |
| 122 | سراوان | 70غ | - | 56 | - | 45 | - | 42 | - | 50 | - | 55 | - | 50 | - | 40 | 20غ | 22 | 15غ | - | ع.م | - | 10غ | 40غ | - |
| 123 | سرخس | 63غ | - | 80ش | - | 50ش | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 55 | - | 40 | 20غ | 25 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | 33غ | - |
| 124 | سرکت تجن | 76غ | - | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | 46غ | - |
| 125 | سقز | 76غ | - | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | 10 | - | 46غ | - |
| 126 | سمنان | 65غ | - | 80 | - | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 40 | 40غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | 32غ | - |
| 127 | سنگ تراش | 73غ | - | - | - | 81 | - | 73 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | 30غ | 50 | 30غ | 30 | 21غ | 14 | - | 14 | - | 43غ | - |
| 128 | سنگ سوراخ | 83غ | - | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | 84غ | - |
| 129 | سنندج | 78غ | - | - | - | - | - | 82 | - | 76 | - | 70 | - | 59 | - | 45 | 30غ | 40 | 10غ | 20 | - | 20 | - | - | 30 |
| 130 | سوباشی | - | 60 | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 80 | - | 70 | - | 50 | 30غ | 38 | 20غ | 30 | - | - | 23غ | 53غ | - |
| 131 | شاهرود | 73غ | - | - | - | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 15غ | 30 | 10غ | 10 | - | 11 | - | 42غ | - |
| 132 | شبانکاره | 63غ | - | 60ش | - | 50 | - | 42 | - | 50 | - | 60 | - | 50 | 70غ | 30 | 30غ | 20 | 5غ | - | ع.م | - | ع.م | 33غ | - |
| 133 | شمس آباد | 80غ | - | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | 50غ | - |
| 134 | شمعون* | 62غ | - | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | 32غ | - |
| 135 | شوش* | 62غ | - | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | 32غ | - |
| 136 | شوشتر* | 62غ | - | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | 32غ | - |

| ردیف | جهت پنجره | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 137 | شهرکرد | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 138 | شیراز | - | 72غ | - | 80ش | 50ش | - | 72 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 40 | 40غ | 30 | 16غ | 10 | - | 10 | - | - | 42غ |
| 139 | شیرگاه | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |
| 140 | شیروان- بروجرد | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 141 | طبس | - | 62غ | 70 | - | 55 | - | 50 | - | 52 | - | 60 | - | 50 | - | 30 | 30غ | 20 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 142 | طرق کرتیان | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 143 | عباس آباد- قم | - | 61غ | - | 75ش | 43ش | - | 60 | - | 61 | - | 65 | - | 55 | - | 40 | 30غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 31غ |
| 144 | عدل | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 145 | فردوس | - | 72غ | - | - | 82 | - | 75 | - | 72 | - | 72 | - | 65 | - | 43 | - | 17 | - | 12 | - | 12 | - | - | 42غ |
| 146 | فسا | - | 67غ | - | 65ش | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 70 | - | 60 | - | 40 | 25غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 6غ | - | 36غ |
| 147 | فومن | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | - | 47غ |
| 148 | فیروزآباد- خلخال | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | - | 70 | - | 55 | 15غ | 37 | - | 35 | - | - | 30غ | - | 60غ |
| 149 | قائم شهر | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |
| 150 | قائن | - | 77غ | - | - | - | 80ش | 80 | - | 75 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 30 | 20غ | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 151 | قرآن تالار | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |
| 152 | قره آغاج | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 72 | - | 62 | - | 50 | - | 35 | - | 30 | - | 33 | - | 50 | - |
| 153 | قزوین | - | 77غ | - | - | 85ش | - | 80 | - | 72 | - | 70 | - | 65 | - | 40 | - | 25 | - | 18 | - | 18 | - | - | 47غ |

| ردیف | جهت پنجره / زاویهٔ سایه‌بان / نام شهر | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 154 | قصر شیرین | - | 62غ | 80 | - | 65 | - | 60 | - | 55 | - | 57 | - | 50 | 30غ | 40 | 20غ | 20 | 8غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 155 | قطورچای | - | 82غ | - | - | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | - | 35 | - | 20 | - | 20 | - | - | 52غ |
| 156 | قم | - | 61غ | - | 75ش | - | 43ش | 60 | - | 61 | - | 65 | - | 55 | - | 40 | 30غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 31غ |
| 157 | قمشه | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 158 | قوچان | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 159 | کازرون | - | 63غ | - | 60ش | 50 | - | 42 | - | 50 | - | 60 | - | 50 | 70غ | 30 | 30غ | 20 | 5غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 33غ |
| 160 | کاشان | - | 67 | 83 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 12غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 36غ |
| 161 | کاشمر | | 72غ | - | - | 82 | - | 75 | - | 72 | - | 72 | - | 65 | - | 43 | - | 17 | - | 12 | - | 12 | - | - | 42غ |
| 162 | کرمان | - | 80غ | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 80 | - | 70 | - | 45 | - | 31 | - | 25 | - | 25 | - | 35 | - |
| 163 | کرند | - | 78غ | - | - | - | - | 82 | - | 76 | - | 70 | - | 59 | - | 45 | 30غ | 40 | 10غ | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 164 | کره سنگ | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |
| 165 | کشف رود | - | 70غ | - | - | 75 | - | 70 | - | 70 | - | 72 | - | 60 | - | 40 | - | 35 | 15غ | 10 | - | 10 | - | - | 40غ |
| 166 | کوتیان صفی‌آباد* | - | 62غ | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 167 | گتوند* | - | 62غ | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 168 | گچساران | - | 62غ | 73 | - | 69 | - | 53 | - | 55 | - | 60 | - | 50 | 30غ | 35 | 20غ | 20 | 8غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 169 | گرگان | - | 61غ | 82 | - | 70 | - | 56 | - | 55 | - | 60 | - | 55 | 15غ | 40 | 12غ | 25 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 31غ |
| 170 | گرگان- آشتیان | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 80 | - | 60 | - | 43 | - | 40 | - | 43 | - | 55 | - |

| ردیف | جهت پنجره | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 171 | گرمسار- داوراباد | - | 65غ | 80 | - | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 60 | - | 40 | 40غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 172 | گلمکان | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 173 | گناباد | - | 72غ | - | - | 82 | - | 75 | - | 72 | - | 72 | - | 65 | - | 43 | - | 17 | - | 12 | - | 12 | - | - | 42غ |
| 174 | گنبد قابوس | - | 61غ | 80 | - | 73 | - | 56 | - | 52 | - | 55 | - | 50 | - | 35 | 20غ | 20 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 31غ |
| 175 | گرگین-خبر | - | 72غ | - | - | 80 | - | 75 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 40 | 30غ | 30 | 10غ | 15 | - | 15 | - | - | 42غ |
| 176 | گوشه نهاوند | 60 | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 80 | - | 70 | - | 50 | 30غ | 38 | 20غ | 30 | - | - | 23غ | - | 53غ |
| 177 | لار- پلور | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 178 | لار-فارس | - | 65غ | - | 60ش | 55 | - | 50 | - | 55 | - | 60 | - | 50 | - | 43 | 20غ | 35 | 10غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 179 | لاهیجان | - | 77غ | - | - | 86 | - | 77 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 33 | 10غ | 17 | - | 17 | - | - | 47غ |
| 180 | لتیان | 60 | - | - | - | - | - | 82 | - | 76 | - | 75 | - | 65 | - | 40 | - | 20 | - | 20 | - | 20 | - | 25 | - |
| 181 | لردگان | 55 | - | - | - | - | - | 80 | - | 76 | - | 72 | - | 62 | - | 38 | - | 30 | 20غ | 20 | - | 20 | - | 26 | - |
| 182 | لیقوان | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 183 | ماکو | - | 82غ | - | - | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | - | 35 | - | 20 | - | 20 | - | - | 52غ |
| 184 | مراغه | - | 76غ | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | 10 | - | - | 46غ |
| 185 | مرند | - | 82غ | - | - | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 60 | - | 50 | - | 35 | - | 20 | - | 20 | - | - | 52غ |
| 186 | مرودشت | - | 72غ | - | 80ش | - | 50ش | 72 | - | 70 | - | 70 | - | 60 | - | 40 | 40غ | 30 | 16غ | 10 | - | 10 | - | - | 42غ |
| 187 | مسجدسلیمان | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |

| ردیف | جهت پنجره | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 188 | مشهد | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 189 | مشیران | - | 71غ | - | - | 80 | - | 70 | - | 65 | - | 62 | - | 55 | - | 40 | 33غ | 30 | 13غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 40غ |
| 190 | ملایر | 60 | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 80 | - | 70 | - | 50 | 30غ | 38 | 20غ | 30 | - | - | 23غ | - | 53غ |
| 191 | موچان | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 192 | مهاباد | - | 76غ | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | 10 | - | - | 46غ |
| 193 | مهرگرد | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80غ | 80 | - | 55 | - | 40 | 25غ | 34 | - | 35 | - | 50 | - |
| 194 | میاندوآب | - | 76غ | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | 10 | - | - | 46غ |
| 195 | میانه | - | 76غ | - | - | 82 | - | 71 | - | 70 | - | 65 | - | 60 | - | 45 | 20غ | 30 | 10غ | 10 | - | 10 | - | - | 46غ |
| 196 | میرجاوه | - | 73غ | - | - | 82 | - | 76 | - | 80 | - | 75 | - | 70 | - | 40 | - | 20 | - | 16 | - | 16 | - | 20 | - |
| 197 | میمه | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 198 | میناب* | - | 65ط | - | 40ش | - | ع.م | - | ع.م | 25 | 20ش | 42 | 40ش | 47 | 25غ | 37 | 18غ | 20 | 8غ | - | ع.م | - | 10غ | - | 40غ |
| 199 | نائین | - | 66غ | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 65 | - | 68 | - | 60 | - | 40 | 35غ | 30 | 12غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 35غ |
| 200 | نجف آباد | - | 80غ | - | - | - | - | 86 | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 26 | - | 26 | - | - | 50غ |
| 201 | نطنز | - | 82غ | - | - | - | - | - | - | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 35 | - | 27 | - | 30 | - | 52 | - |
| 202 | نوراباد ممسنی | - | 62غ | 70 | - | 65 | - | 51 | - | 52 | - | 55 | - | 50 | 45غ | 38 | 15غ | 18 | 10غ | - | ع.م | - | ع.م | - | 32غ |
| 203 | نوژیان | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 204 | نوشهر | - | 76غ | - | - | 85 | - | 72 | - | 65 | - | 65 | - | 60 | - | 40 | 26غ | 30 | 10غ | - | ع.م | - | 15غ | - | 46غ |

| ردیف | جهت پنجره | شمال | | 30 درجه شمالی شرقی | | 60 درجه شمال شرقی | | شرق | | 120 درجه جنوب شرقی | | 150 درجه جنوب شرقی | | جنوب | | 150 درجه جنوب غربی | | 120 درجه جنوب غربی | | غرب | | 60 درجه شمال غربی | | 30 درجه شمال غربی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زاویهٔسایه‌بان / نام شهر | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی | افقی | عمودی |
| 205 | نیریز | - | 72غ | - | 80ش | 76 | - | 72 | - | 71 | - | 70 | - | 60 | - | 45 | 25غ | 30 | 15غ | 10 | - | 10 | - | - | 40غ |
| 206 | نیشابور | - | 83غ | - | - | - | - | - | 80ج | 80 | - | 75 | - | 65 | - | 50 | - | 40 | - | 30 | - | 30 | - | - | 84غ |
| 207 | ورامین | - | 61غ | - | 75ش | - | 43ش | 60 | - | 61 | - | 65 | - | 55 | - | 40 | 30غ | 30 | 10غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 31غ |
| 208 | ورزنه | - | 66غ | 82 | - | 72 | - | 70 | - | 65 | - | 68 | - | 60 | - | 40 | 35غ | 30 | 12غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 35غ |
| 209 | ولدآباد | - | 77غ | - | - | - | 80ش | 81 | - | 76 | - | 72 | - | 65 | - | 50 | 30غ | 22 | - | 20 | - | 20 | - | 30 | - |
| 210 | هفت تپه* | - | 62غ | 60 | - | 47 | - | 45 | - | 45 | - | 50 | - | 45 | 20غ | 30 | 18غ | 15 | 10غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 32غ |
| 211 | همدان-نوژه | 60 | - | - | - | - | - | - | - | 85 | - | 80 | - | 70 | - | 50 | 30غ | 38 | 20غ | 30 | - | - | 23غ | - | 53غ |
| 212 | همگین | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80غ | 80 | - | 55 | - | 40 | 25غ | 34 | - | 35 | - | 50 | - |
| 213 | همند-ابسرد | 60 | - | - | - | - | - | 82 | - | 76 | - | 75 | - | 65 | - | 40 | - | 20 | - | 20 | - | 20 | - | 25 | - |
| 214 | هوتن | - | 61غ | 80 | - | 73 | - | 56 | - | 52 | - | 55 | - | 50 | - | 35 | 20غ | 20 | 10غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 31غ |
| 215 | هویزه | - | 62غ | 56 | - | 41 | - | 37 | - | 40 | - | 50 | - | 50 | 30غ | 35 | 15غ | 15 | 10غ | - | ع‌م | - | ع‌م | - | 32غ |
| 216 | یزد | - | 66غ | 78 | - | 65 | - | 60 | - | 60 | - | 70 | - | 60 | - | 40 | 30غ | 25 | 15غ | 10 | 8غ | - | ع‌م | - | 35غ |

# پیوست 11:

## روش‌های محاسبهٔ پل‌های حرارتی

ایجاد پل‌های حرارتی در ساختمان دلایل مختلفی دارد، که مهم‌ترین آنها عبارت است از:

- وجود قطعات یا اجزایی، با ضریب هدایت حرارت زیاد، در پوستهٔ خارجی ساختمان که به صورت موضعی یا گسترده از داخل به خارج جدار ادامه می‌یابند، مانند پروفیل‌های فولادی در دیوارها و سقف‌ها؛
- تغییر ضخامت موضعی مصالح، خصوصاً عایق‌های حرارتی، که در بخش‌هایی از پوستهٔ خارجی سبب کاهش مقاومت حرارتی می‌گردد؛
- تداوم نداشتن بعضی لایه‌ها، خصوصاً عایق‌های حرارتی، در محل‌های اتصال پوستهٔ خارجی به جدارهای داخلی (کف طبقات، تیغه‌های داخلی، ...).

پل‌های حرارتی موجب می‌گردند انتقال حرارت از پوستهٔ خارجی به میزان قابل توجهی افزایش یابد. در برخی ساختمان‌ها، این افزایش می‌تواند حدود 40 درصد از کل انتقال حرارت ساختمان را شامل شود. از دیگر تبعات پل‌های حرارتی، ایجاد یا تشدید میعان سطحی در اوقات سرد سال است. محاسبهٔ پل‌های حرارتی را می‌توان با استفاده از استاندارد EN ISO 10211-1 انجام داد.

در این پیوست، مقادیر مربوط به ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول، که در طراحی عایق‌کاری حرارتی ساختمان به روش کارکردی استفاده می‌شود، آمده است.[1] در صورت طراحی به روش تجویزی، نیاز به محاسبهٔ پل‌های حرارتی نیست، زیرا اثر پل‌ها در مقادیر مقاومت حرارتی ارائه شده منظور شده است.

1. در روش کارکردی، برای محاسبه ضریب انتقال حرارت مرجع، تنها انتقال حرارت از پل حرارتی کف روی خاک منظور می‌شود. اما در محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت طرح باید اثر پل‌های حرارتی با استفاده از مقادیر این پیوست محاسبه گردد.

در محاسبه ضریب انتقال حرارت طرح، در روش کارکردی، دو امکان برای در نظر گرفتن انتقال حرارت ناشی از پل‌های حرارتی وجود دارد:

- **عایق‌کاری حرارتی یکپارچه و بدون انقطاع در محل تقاطع جدارها**: در این حالت اگر مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی ساختمان با توجه به ابعاد خارجی محاسبه گردد، پل‌های حرارتی قابل چشم‌پوشی خواهند بود. اما اگر در محاسبهٔ مقادیر اجزای پوستهٔ خارجی ابعاد داخلی ساختمان ملاک بوده باشد، فقط لازم است ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای متقاطع ایجادکنندهٔ پل حرارتی به میزان 10 درصد افزایش یابد.
- **عایق‌کاری حرارتی غیریکپارچه در محل اتصال برخی جدارها:** در این حالت لازم است پل‌های حرارتی، بسته به مورد، با استفاده از روش‌ها و مقادیر ارائه شده در این پیوست محاسبه شوند. البته در این حالت نیز، برای تسریع و ساده‌سازی محاسبات، می‌توان به جای محاسبهٔ پل‌های حرارتی، ضرایب انتقال حرارت سطحی اجزای مورد نظر پوستهٔ خارجی را در مقادیر تعیین‌شده در یک ردیف از جدول 32 ضرب کرد.

جدول 32- ضرایب افزایشی معادل اثر پل‌های حرارتی، براساس ضریب انتقال حرارت سطحی جدارهای پوستهٔ خارجی

| ضریب انتقال حرارت $[W/m^2.K]$ | ضریب افزایش |
|---|---|
| کمتر از 0/29 | 3/50 |
| بین 0/30 و 0/39 | 2/93 |
| بین 0/40 و 0/49 | 2/45 |
| بین 0/50 و 0/69 | 2/16 |
| بین 0/70 و 0/99 | 1/83 |
| بین 1/00 و 1/49 | 1/58 |
| بین 1/50 و 1/99 | 1/39 |
| بین 2/00 و 2/49 | 1/29 |
| بیش از 2/50 | 1/23 |

## پ 11-1 گونه‌های مختلف پل‌های حرارتی

پل حرارتی، به‌طور کلی، دو گونه است:

1- پل حرارتی خطی، یا دو بعدی، که با ضریب انتقال حرارت خطی $\Psi$ به واحد [W/m.K] تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال یک دیوار خارجی با عایق از داخل به کف طبقات. در این حالت، انتقال حرارت از این پل‌ها برابر حاصل ضرب ضریب انتقال حرارت خطی و طول پل حرارتی است.

2- پل حرارتی موضعی، یا سه بعدی، که با ضریب انتقال حرارت نقطه‌ای $\chi$ به واحد [W/K] تعریف می‌شود. برای مثال، اتصال کف طبقه به دو دیوار متعامد پوستهٔ خارجی.

## پ 11-2 روند محاسبات عددی

محاسبات را می‌توان با مدل‌سازی پل‌های حرارتی به روش عناصر محدود، یا تفاضل محدود، انجام داد. لازم است انطباق نرم‌افزار مورد استفاده با انتظارات تعیین‌شده مطابق با پیوست A استاندارد EN ISO 10211-1 کنترل شود.

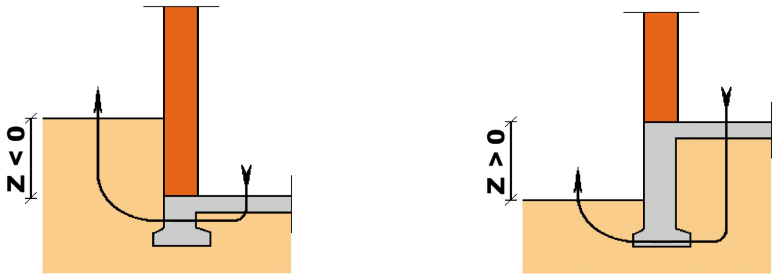
## پ11-3 ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول

در این بخش، ضرایب انتقال حرارت پل‌های حرارتی متداول آمده است. چنانچه پل‌های حرارتی مورد نظر با شرایط تعیین‌شده در این بخش انطباق کامل نداشته باشند، ضروری است محاسبات عددی طبق بند پ11-2 صورت پذیرد.

### پ11-3-1 کف‌های زیرین مجاور خاک

#### پ11-3-1-1 کف روی خاک بدون عایق حرارتی

در مواردی که دیوار و کف ساختمان فاقد هر گونه عایق حرارتی است، ضرایب انتقال حرارت خطی، در محل اتصال دیوار به کف روی خاک، برحسب اختلاف ارتفاع بین کف‌سازی داخل و محوطه‌سازی خارج از ساختمان (Z)، با استفاده از جدول 33 تعیین می‌گردد.




شکل 10- حالات مختلف اختلاف تراز کف داخلی و محوطهٔ ساختمان

جدول 33- ضرایب انتقال حرارت خطی در محل اتصال دیوار به کف روی خاک

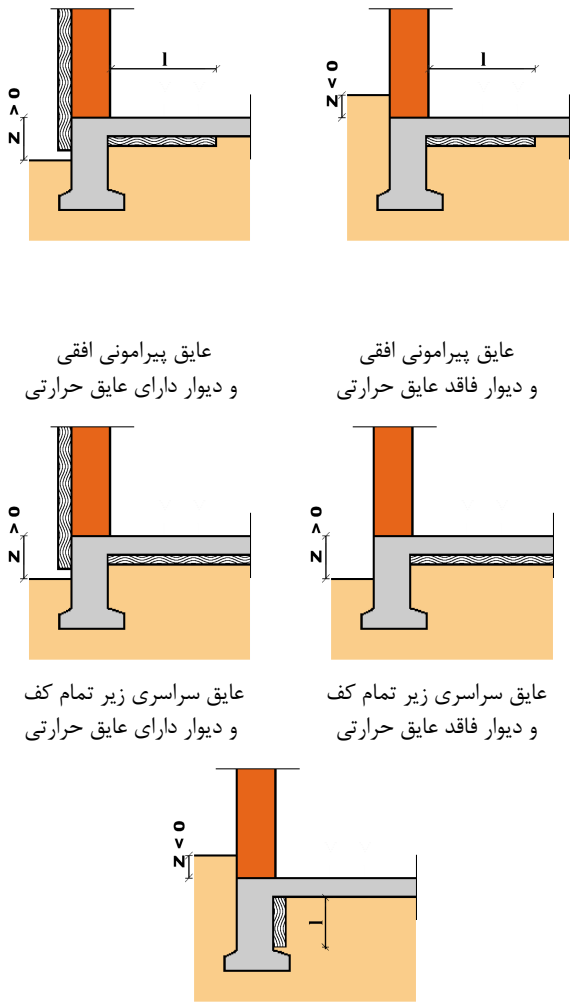
| Z به متر | Ψ به [W/m.K] |
|---|---|
| کمتر از 6/00- | 0 |
| از 6/00- تا 4/05- | 0/20 |
| از 4/00- تا 2/55- | 0/40 |
| از 2/50- تا 1/85- | 0/60 |
| از 1/80- تا 1/25- | 0/80 |
| از 1/20- تا 0/75- | 1/00 |
| از 0/70- تا 0/45- | 1/20 |
| از 0/40- تا 0/25- | 1/40 |
| از 0/20- تا 0/20+ | 1/75 |
| از 0/25+ تا 0/40+ | 2/10 |
| از 0/45+ تا 1/00+ | 2/35 |
| از 1/05+ تا 1/50+ | 2/55 |

### پ-11-3-1-2 کف روی خاک با عایق حرارتی

برای کاهش انتقال حرارت از کف روی خاک، می‌توان در زیر تمام سطح کف، یا به‌صورت پیرامونی زیر کف، یا به صورت ادامه عایق حرارتی دیوار، عایق‌کاری حرارتی را اجرا کرد. در هر کدام از این حالات، بسته به نحوهٔ عایق‌کاری در محل تلاقی کف و دیوار، سه حالت در نظر گرفته می‌شود: قطع‌شده، کاهش‌یافته و یکسره.

### عایق حرارتی قطع‌شده

در مواردی که، در محل تلاقی کف و دیوار، عایق‌کاری حرارتی به صورت منقطع اجرا می‌گردد (مانند نمونه‌های شکل 11)، جدول 34 ضریب انتقال حرارت خطی مربوط به اتصال کف را، با توجه به پارامترهایی، از جمله اختلاف ارتفاع کف‌سازی داخل و محوطه z، عرض عایق حرارتی l، و مقاومت حرارتی آن r، داده است.



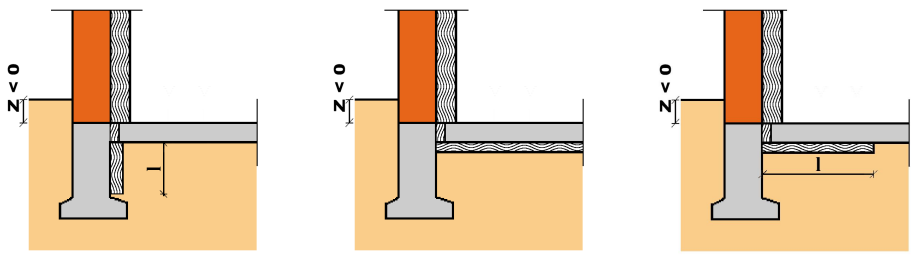

شکل 11- حالت‌های مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت قطع‌شده در محل تلاقی دیوار و کف

جدول 34- ضریب انتقال حرارت خطی $\Psi$ بر حسب **[W/m.K]** در عایق‌کاری قطع‌شده

| | Z (متر) | عرض عایق (متر) | مقاومت حرارتی عایق ($m^2.K/W$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0/20 تا 0/35 | 0/40 تا 0/55 | 0/60 تا 0/75 | 0/80 تا 1/00 | 1/05 تا 1/50 | 1/55 تا 2/00 | 2/05 تا 3/00 |
| عایق حرارتی پیرامونی (عمودی یا افقی) | از 1/20- تا 0/75- | 0/25 تا 1/00 | 0/95 | 0/95 | 0/90 | 0/90 | 0/90 | 0/90 | 0/85 |
| | از 0/70- تا 0/45- | 0/25 تا 1/00 | 1/15 | 1/10 | 1/10 | 1/10 | 1/05 | 1/05 | 1/05 |
| | از 0/40- تا 0/25- | 0/25 تا 0/40 | 1/30 | 1/25 | 1/25 | 1/25 | 1/20 | 1/20 | 1/15 |
| | | 0/45 تا 1/00 | 1/25 | 1/25 | 1/20 | 1/15 | 1/15 | 1/10 | 1/05 |
| | از 0/20- تا 0/20+ | 0/25 تا 0/40 | 1/60 | 1/55 | 1/50 | 1/50 | 1/45 | 1/45 | 1/40 |
| | | 0/45 تا 1/00 | 1/55 | 1/50 | 1/45 | 1/40 | 1/35 | 1/30 | 1/30 |
| | از 0/25+ تا 0/40+ | 0/25 تا 0/30 | 1/90 | 1/85 | 1/80 | 1/75 | 1/70 | 1/70 | 1/65 |
| | | 0/35 تا 0/45 | 1/85 | 1/80 | 1/75 | 1/70 | 1/65 | 1/60 | 1/55 |
| | | 0/50 تا 0/65 | 1/85 | 1/75 | 1/65 | 1/60 | 1/55 | 1/50 | 1/45 |
| | | 0/70 تا 1/00 | 1/80 | 1/70 | 1/60 | 1/55 | 1/45 | 1/40 | 1/35 |
| | از 0/45+ تا 1/00+ | 0/25 تا 0/30 | 2/10 | 2/05 | 2/00 | 2/00 | 1/95 | 1/90 | 1/90 |
| | | 0/35 تا 0/45 | 2/10 | 2/00 | 1/95 | 1/90 | 1/85 | 1/80 | 1/80 |
| | | 0/50 تا 0/65 | 2/05 | 1/95 | 1/85 | 1/80 | 1/75 | 1/70 | 1/65 |
| | | 0/70 تا 1/00 | 2/00 | 1/90 | 1/80 | 1/70 | 1/65 | 1/55 | 1/50 |
| | از 1/05+ تا 1/50+ | 0/25 تا 0/30 | 2/35 | 2/30 | 2/25 | 2/20 | 2/20 | 2/15 | 2/10 |
| | | 0/35 تا 0/45 | 2/30 | 2/25 | 2/15 | 2/15 | 2/10 | 2/05 | 2/00 |
| | | 0/50 تا 0/65 | 2/25 | 2/15 | 2/10 | 2/05 | 1/95 | 1/90 | 1/85 |
| | | 0/70 تا 1/00 | 2/20 | 2/10 | 2/00 | 1/95 | 1/85 | 1/80 | 1/70 |
| | | 1/05 تا 1/50 | 2/15 | 2/00 | 1/90 | 1/80 | 1/70 | 1/60 | 1/50 |
| عایق حرارتی سرتاسری زیر تمام سطح کف | کمتر از 6/00- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | از 6/00- تا 4/05- | | 0/20 | 0/15 | 0/15 | 0/15 | 0/15 | 0/15 | 0/15 |
| | از 4/00- تا 2/55- | | 0/40 | 0/35 | 0/35 | 0/35 | 0/35 | 0/30 | 0/30 |
| | از 2/50- تا 1/85- | | 0/55 | 0/55 | 0/50 | 0/50 | 0/45 | 0/45 | 0/40 |
| | از 1/80- تا 1/25- | | 0/70 | 0/70 | 0/65 | 0/60 | 0/60 | 0/55 | 0/45 |
| | از 1/20- تا 0/75- | | 0/90 | 0/85 | 0/80 | 0/75 | 0/70 | 0/65 | 0/55 |
| | از 0/70- تا 0/45- | | 1/05 | 1/00 | 0/95 | 0/90 | 0/80 | 0/75 | 0/65 |
| | از 0/40- تا 0/25- | | 1/20 | 1/10 | 1/05 | 1/00 | 0/90 | 0/80 | 0/70 |
| | از 0/20- تا 0/20+ | | 1/45 | 1/35 | 1/25 | 1/15 | 1/05 | 0/95 | 0/85 |
| | از 0/25+ تا 0/40+ | | 1/70 | 1/55 | 1/45 | 1/30 | 1/20 | 1/05 | 0/95 |
| | از 0/45+ تا 1/00+ | | 1/90 | 1/70 | 1/55 | 1/45 | 1/30 | 1/15 | 1/00 |
| | از 1/05+ تا 1/50+ | | 2/05 | 1/85 | 1/70 | 1/55 | 1/40 | 1/25 | 1/10 |

### عایق حرارتی کاهش‌یافته

در برخی موارد، عایق‌کاری دیوار در محل تلاقی با کف، با ضخامت کمتر و با حفظ ضخامت اصلی دیوار، در بخش زیر کف اجرا می‌شود. البته در هیچ نقطه‌ای مقاومت حرارتی عایق حرارتی نباید کمتر از 0/20 [$m^2$.K/W] باشد. در این شرایط، ضریب انتقال حرارت خطی با استفاده از مقادیر جدول 34 و با کسر مقادیر جدول 35 به دست می‌آید.




عایق پیرامونی عمودی　　عایق سراسری　　عایق پیرامونی افقی

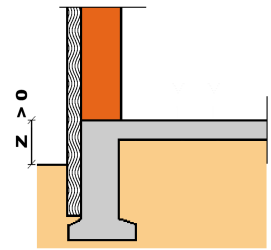
شکل 12- حالات مختلف عایق‌کاری حرارتی کف روی خاک به صورت کاهش‌یافته

جدول 35- مقادیر کاهش $\Psi$ در حالت عایق حرارتی کاهش یافته

| z (متر) | | | کاهش $\Psi$ [W/m.K] |
|---|---|---|---|
| کمتر از یا | مساوی با | -0/45 | 0/00 |
| بین -0/40 | و | -0/25 | 0/05 |
| بیشتر از یا | مساوی با | -0/20 | 0/10 |

### عایق حرارتی یکسره

در صورت ادامه یافتن عایق حرارتی از خارج، تا روی شالوده، ضریب انتقال حرارت خطی، بسته به مقاومت عایق حرارتی و اختلاف تراز داخل و خارج، با استفاده از مقادیر جدول 34 و کسر مقادیر ارائه شده در جدول 36، به دست می‌آید.

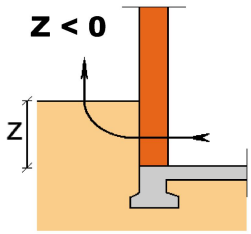



شکل 13- عایق‌کاری حرارتی دیوار از خارج تا روی پی

جدول 36- مقادیر کاهش $\Psi$ در حالت عایق حرارتی یک‌سره [W/m.K]

| R [$m^2$.K/W] / Z [m] | 0/20 تا 0/55 | 0/60 تا 1/00 | 1/05 تا 3/00 |
|---|---|---|---|
| کمتر از یا مساوی با -0/45 | 0 | 0 | 0 |
| بین -0/40 و -0/25 | 0/05 | 0/10 | 0/10 |
| بیشتر از یا مساوی با -0/20 | 0/15 | 0/20 | 0/25 |

## پ11-3-2 دیوارهای مجاور خاک



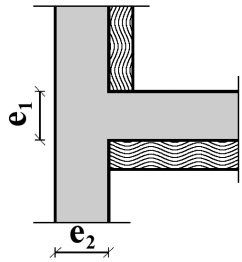

ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ دیوار مجاور خاک، بسته به عمق زیرزمین و ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار، با استفاده از جدول 37، تعیین می‌گردد.

جدول 37- ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ دیوارهای مجاور خاک [W/(m.K)]

| Z [m] | ضریب انتقال حرارت سطحی دیوار [$W/(m^2.K)$] | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0/40 تا 0/49 | 0/50 تا 0/64 | 0/65 تا 0/79 | 0/80 تا 0/99 | 1/00 تا 1/19 | 1/20 تا 1/49 | 1/50 تا 1/79 | 1/80 تا 2/19 | 2/20 تا 2/59 | 2/60 تا 3/09 | 3/10 تا 3/70 |
| کمتر از -6/00 | 1/40 | 1/65 | 1/85 | 2/05 | 2/25 | 2/45 | 2/65 | 2/80 | 3/00 | 3/20 | 3/40 |
| از -6/00 تا -5/05 | 1/30 | 1/50 | 1/70 | 1/90 | 2/05 | 2/25 | 2/45 | 2/65 | 2/85 | 3/00 | 3/20 |
| از -5/00 تا -4/05 | 1/15 | 1/35 | 1/50 | 1/65 | 1/90 | 2/05 | 2/25 | 2/45 | 2/65 | 2/80 | 3/00 |
| از -4/00 تا -3/05 | 1/00 | 1/15 | 1/30 | 1/45 | 1/65 | 1/85 | 2/00 | 2/20 | 2/35 | 2/55 | 2/70 |
| از -3/00 تا -2/55 | 1/85 | 1/00 | 1/15 | 1/30 | 1/45 | 1/65 | 1/80 | 2/00 | 2/15 | 2/30 | 2/50 |
| از -2/50 تا -2/05 | 0/70 | 0/85 | 1/00 | 1/15 | 1/30 | 1/45 | 1/65 | 1/80 | 1/95 | 2/10 | 2/30 |
| از -2/00 تا -1/5 | 0/60 | 0/70 | 0/85 | 1/00 | 1/10 | 1/25 | 1/40 | 1/55 | 1/75 | 1/90 | 2/05 |
| از -1/50 تا -1/05 | 0/45 | 0/55 | 0/65 | 0/75 | 0/90 | 1/00 | 1/15 | 1/30 | 1/45 | 1/60 | 1/75 |
| از -1/00 تا -0/75 | 0/35 | 0/40 | 0/50 | 0/60 | 0/65 | 0/80 | 0/90 | 1/05 | 1/15 | 1/30 | 1/40 |
| از -0/70 تا -0/45 | 0/20 | 0/30 | 0/35 | 0/40 | 0/50 | 0/55 | 0/65 | 0/75 | 0/85 | 0/95 | 1/10 |
| از -0/40 تا -0/25 | 0/10 | 0/15 | 0/20 | 0/25 | 0/30 | 0/35 | 0/40 | 0/45 | 0/55 | 0/60 | 0/70 |
| از -0/20 تا 0/00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## پ11-3-3 اتصالات متداول کف‌های مجاور خارج یا فضای کنترل‌نشده

### اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بتنی دارای عایق از داخل

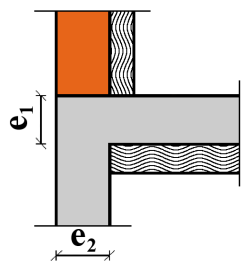



ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج بستگی به ضخامت کف $e_1$ و ضخامت دیوار $e_2$ دارد و با مقادیر جدول 38 تعیین می‌گردد.

جدول 38- ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج **[W/(m.K)]**

| 30/0 | 27/5 | 25/0 | 22/5 | 20/0 | 17/5 | 15/0 | $e_1$ (cm) / $e_2$ (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0/39 | 0/36 | 0/34 | 0/31 | 0/28 | 0/26 | 0/24 | **15 تا 19** |
| 0/36 | 0/34 | 0/31 | 0/29 | 0/27 | 0/25 | 0/22 | **20 تا 25** |

### اتصال کف با عایق از خارج با دیوار بنایی دارای عایق از داخل

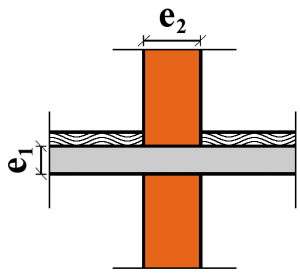



ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوار بتنی با عایق از داخل به کف با عایق از خارج به ضخامت کف $e_1$ و ضخامت دیوار $e_2$ بستگی دارد و با مقادیر جدول 39 تعیین می‌گردد.

جدول 39- ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوار بنایی با عایق از داخل به کف زیرین با عایق از خارج **[W/(m.K)]**

| 30/0 | 27/5 | 25/0 | 22/5 | 20/0 | 17/5 | 15/0 | $e_1$ (cm) / $e_2$ (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0/36 | 0/33 | 0/31 | 0/28 | 0/25 | 0/23 | 0/21 | 15 تا 19 |
| 0/33 | 0/31 | 0/28 | 0/26 | 0/24 | 0/22 | 0/19 | 20 تا 25 |

### اتصال کف با عایق از داخل با دیوار داخلی

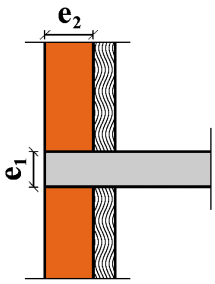



ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوار بتنی داخلی به کف با عایق از داخل به ضخامت کف $e_1$ و ضخامت دیوار $e_2$ بستگی دارد و با مقادیر جدول 40 تعیین می‌گردد.

جدول 40- ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوار داخلی به کف زیرین با عایق از داخل **[W/(m.K)]**

| 30/0 | 27/5 | 25/0 | 22/5 | 20/0 | 17/5 | 15/0 | $e_1$ (cm) / $e_2$ (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0/45 | 0/42 | 0/38 | 0/35 | 0/32 | 0/28 | 0/24 | 15 تا 19 |
| 0/33 | 0/31 | 0/28 | 0/26 | 0/30 | 0/26 | 0/22 | 20 تا 25 |

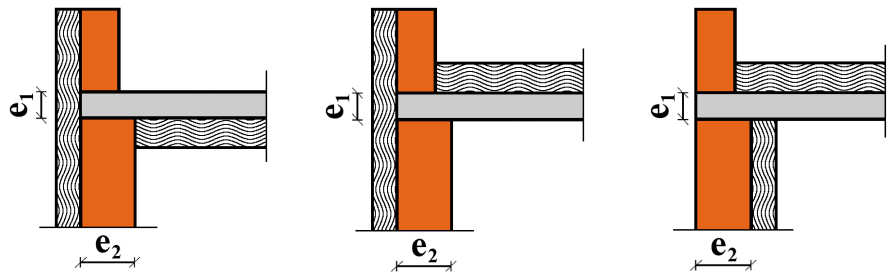
### پ11-3-4 اتصالات متداول سقف‌های میانی




ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال سقف‌های بین طبقات به دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت سقف $e_1$ و ضخامت دیوار $e_2$ بستگی دارد و با مقادیر جدول 40 تعیین می‌گردد.

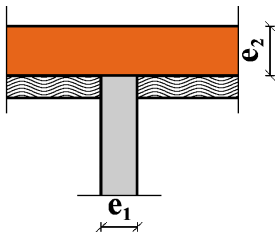
### پ11-3-5 اتصالات متداول بام‌ها و دیوار

ضرایب انتقال حرارت خطی اتصال بام‌های تخت و دیوار، چنانچه عایق حرارتی دیوار و بام به یکدیگر متصل نگردد (مانند حالات مشخص‌شده در شکل 14)، بسته به ضخامت سقف $e_1$ و ضخامت دیوار $e_2$، با مقادیر جدول 40 تعیین می‌گردد. در صورتی که دیوار و سقف از داخل و به صورت یکپارچه عایق‌کاری حرارتی گردد، در محل اتصال بام و دیوار، پل حرارتی وجود نخواهد داشت.




شکل 14- برخی حالت‌های عایق‌کاری حرارتی دیوار و بام که موجب ایجاد پل حرارتی می‌شوند

### پ11-3-6 اتصال دیوارهای داخلی و خارجی



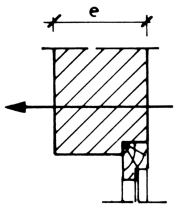

ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی با عایق از داخل به ضخامت دیوار داخلی $e_1$ و ضخامت دیوار خارجی $e_2$ بستگی دارد. این ضرایب با مقادیر جدول 41 تعیین می‌گردد.

جدول 41- ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال دیوار داخلی به دیوار خارجی با عایق از داخل **[W/(m.K)]**

| 25/0 | 22/5 | 20/0 | 17/5 | 15/0 | 12/5 | 10/0 | $e_1$ (cm) / $e_2$ (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0/42 | 0/39 | 0/36 | 0/32 | 0/28 | 0/24 | 0/20 | 15 تا 19 |
| 0/40 | 0/37 | 0/34 | 0/30 | 0/27 | 0/23 | 0/19 | 20 تا 25 |

### پ11-3-7 اتصالات بین بازشوها و جدارهای غیر نورگذر

**بازشوهای همباد داخل در دیوارهای بدون عایق حرارتی یا با عایق همگن**

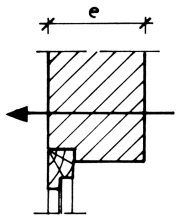



ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال بازشوهای همباد داخل به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول 42 تعیین می‌گردد.

جدول 42- ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر
**[W/(m.K)]**

| ضریب انتقال حرارت دیوار / e (cm) | 0/40 تا 0/60 | 0/65 تا 0/85 | 0/90 تا 1/10 | 1/15 تا 1/35 | 1/40 تا 1/60 | 1/65 تا 1/85 | 1/90 تا 2/10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 تا 24 | 0/07 | 0/08 | 0/10 | 0/11 | 0/12 | 0/12 | 0/13 |
| 25 تا 29 | 0/08 | 0/10 | 0/12 | 0/13 | 0/14 | 0/15 | 0/16 |
| 30 تا 34 | 0/09 | 0/12 | 0/14 | 0/16 | 0/17 | 0/18 | 0/19 |
| 35 تا 40 | 0/10 | 0/14 | 0/16 | 0/18 | 0/19 | 0/20 | 0/21 |

**بازشوهای همباد خارج در دیوارهای بدون عایق یا با عایق همگن**

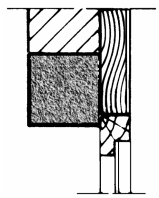



ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال بازشوهای همباد خارج به جدارهای غیرنورگذر (دیوارهای خارجی) به ضخامت جدار e بستگی دارد و با مقادیر جدول43 تعیین می‌گردد.

جدول 43- ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال بازشوها به جدارهای خارجی غیرنورگذر
**[W/(m.K)]**

| ضریب انتقال حرارت دیوار / e (cm) | 0/40 تا 0/60 | 0/65 تا 0/85 | 0/90 تا 1/10 | 1/15 تا 1/35 | 1/40 تا 1/60 | 1/65 تا 1/85 | 1/90 تا 2/10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 تا 24 | 0/10 | 0/13 | 0/15 | 0/17 | 0/18 | 0/19 | 0/20 |
| 25 تا 29 | 0/13 | 0/16 | 0/19 | 0/20 | 0/22 | 0/23 | 0/24 |
| 30 تا 34 | 0/15 | 0/19 | 0/22 | 0/24 | 0/26 | 0/28 | 0/29 |
| 35 تا 40 | 0/17 | 0/22 | 0/25 | 0/28 | 0/30 | 0/32 | 0/33 |

**بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار**



ضرایب انتقال حرارت خطی $\Psi$ اتصال بازشوهای همباد با عایق حرارتی دیوار خارجی (به ضخامت جدار e) برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

## مبحث بیستم

## علائم و تابلوها

سال ۱۳۸۴
دفتر امور مقررات ملّی ساختمان

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان قراردادی:** | ایران. قوانین و احکام |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | علایم و تابلوها/ تهیه کننده دفتر تدوین و ترویج مقررات ملّی ساختمان: [وزارت مسکن و شهرسازی معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان]. |
| **مشخصات نشر:** | تهران:نشر توسعه ایران، ۱۳۸۴. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۴۵ص: مصور، جدول. |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۲۰. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۴۷-۸ |
| **یادداشت:** | چاپ دوم ۱۳۸۵ |
| **یادداشت:** | چاپ سوم ۱۳۸۶ |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | علائم تصویری - - ایران - - استانداردها |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملی ساختمان؛ مبحث ۲۰. |
| **رده بندی کنگره:** | ۱۳۸۴ ۲۰؛ج ۷ م ۹ الف/KMH ۳۴۰۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملی:** | ۸۳-۲۱۷۹۱م |


# عنوان کتاب: مبحث بیستم– علائم و تابلوها


**تهیه کننده**: دفتر مقررات ملّی ساختمان

**نـــاشـــر**: نشر توسعه ایران

**شمارگان**: ۳۰۰۰ جلد

**شابـــک**: ۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۴۷-۸

**نوبت چاپ**: نهم

**تاریخ چاپ**: ۱۳۹۱

**چاپ و صحافی**: کانون

**قیمـــت**: ۲۲۰۰۰ ریال



**حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.**

بسمه تعالی

# پیش‌گفتار

**مقررات ملّی ساختمان ایران، به عنوان فراگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، بی‌تردید نقش مؤثری در نیل به اهداف عالی تأمین ایمنی، بهداشت، سلامت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه دارد و رعایت آن ضمن تأمین اهداف مذکور موجب ارتقای کیفیّت و افزایش عمر مفید ساختمانها می گردد. براساس این اهمیت، تدوین مقررات ملّی ساختمان که به عنوان نقطه عطفی در تاریخ مهندسی ساختمان کشور محسوب می‌شود بیش از دو دهه است که توسط وزارت مسکن و شهرسازی آغاز و با مشارکت جامعه مهندسی کشور و در قالب شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مباحث، سازماندهی و بی‌وقفه سیر تکامل خود را طی نموده است. در این مسیر ضمن تکمیل و تجدیدنظر مباحث از پیش تعریف شده و مطابقت آنها با مقتضیات شرایط کشور از حیث اقتصادی، فنی، فرهنگی و اجتماعی، تدوین مباحث جدیدی هم در دستور کار قرار گرفته است که پس از تدوین نهایی و طی مراحل تصویب در اختیار جامعه مهندسی قرار خواهد گرفت.**

**در حال حاضر مدارک فنی متعددی نظیر مقررات ملّی ساختمان، آئین‌نامه‌ها، استانداردها و مشخصات فنی در کشور منتشر می‌شود و استفاده‌کنندگان لازم است به تفاوتهای آنها از نظر هدف از تهیه هر مدرک، لازم‌الاجرا بودن، قلمرو، حدود تفصیل، محتوا و سایر ویژگیهای خاص هر مدرک توجه داشته باشند که در مورد مقررات ملّی ساختمان می‌توان ویژگیهای زیر را بر شمرد:**

- **«مقررات ملّی ساختمان» در سراسر کشور لازم‌الاجرا است.**
- **احکام «مقررات ملّی ساختمان» به طور خلاصه و اجمالی تدوین می‌شود.**
- **با توجه به الزامی بودن «مقررات ملّی ساختمان» این مقررات فاقد موارد توصیه‌ای و راهنمایی است.**
- **«مقررات ملّی ساختمان» بر هر گونه عملیات ساختمان نظیر تخریب، احداث بنا، تغییر کاربری، توسعه بنا، تعمیر اساسی و نظایر آن حاکم است.**

مقررات تدوین شده به خودی خود متضمن کیفیت ساختمانها نیستند بلکه در کنار تدوین مقررات مذکور توجه به امر ترویج و آموزش آن در میان جامعه مهندسی کشور بطور خاص و دانشجویان، دانش‌آموزان و آحاد مردم بطور عام از یک سو و ایجاد نظامی کارآمد برای اعمال و کنترل این مقررات و تنظیم روابط دخیل در امر ساخت و ساز، مسئولیت‌ها، شرح وظایف و مراحل قانونی اقدامات احداث، توسعه بنا، تغییر کاربری و سایر موارد مربوط به ساختمان از طرف دیگر، باید همواره به عنوان راهکارها و ضمانت‌های اجرایی این مقررات مدنظر سیاست‌گذاران، مجریان و دست‌اندرکاران ساخت و ساز قرار گیرد.

با تصویب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و در اجرای مفاد آن به ویژه مواد ۳۳ و۳۴ قانون مذکور، وضع مقررات ملی ساختمان و الزام به رعایت آنها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمانها به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی، این اطمینان را در میان مهندسان و صاحبان حرفه‌های ساختمانی به وجود می‌آورد که با پشت‌گرمی، به ایفای وظیفه‌ای که در توسعه و آبادانی کشور دارند مبادرت ورزند و از این رهگذر، سهم خود را در تحقق آرمانهای والای انقلاب عینیت بخشند.

فرصت را مغتنم شمرده از اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی و سایر کسانی که به نحوی در تدوین، ترویج و کنترل اعمال مقررات ملّی ساختمان در کشور کوشش می نمایند سپاسگزاری نموده و از اساتید، صاحب نظران، مهندسان و کلیه دست‌اندرکاران ساخت و ساز انتظار دارد با نظرات و پیشنهادات خود این دفتر را در غنای هر چه بیشتر مقررات مذکور یاری رسانند.

**دکتر غلامرضا هوائی**
**مدیرکل امور مقررات ملّی ساختمان**

# هیأت تهیه کننده مبحث بیستم مقررات ملی ساختمان (علائم و تابلوها)

## الف) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدتقی احمدی | عضو |
| • مهندس محسن اکبرزاده | رئیس |
| • دکتر محسن تهرانی زاده | عضو |
| • مهندس علی اصغر جلال زاده | عضو |
| • دکتر قاسم حیدری نژاد | عضو |
| • دکتر علی اکبر رمضانیانپور | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اصغر ساعد سمیعی | عضو |
| • دکتر محسن غفوری آشتیانی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر شاهرخ مالک | عضو |
| • مهندس شاپور طاحونی | عضو |
| • دکتر محمود مقدم | عضو |
| • مهندس نادر نجیمی | دبیر |

## ب) کمیته تخصصی مبحث بیستم « علائم و تابلوها »

| | |
|---|---|
| • مهندس ناصر بنیادی | رئیس |
| • محمدرضا بقاپور | عضو |
| • مهندس اسفندیار صدیقی | عضو |

# فهرست مطالب:


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| **بخش اول – کلیات** | |
| **۲۰-۱ مقدمه و اهداف** | ۱ |
| ۲۰-۱-۱ لزوم این مقررات و دامنه شمول آن | ۱ |
| ۲۰-۱-۲ اهداف | ۱ |
| **۲۰-۲ تعاریف و نحوه کاربرد** | ۲ |
| ۲۰-۲-۱ علائم ایمنی | ۲ |
| ۲۰-۲-۲ رنگهای دارای مفهوم ایمنی | ۲ |
| ۲۰-۲-۳ تابلوها و علائم تصویری | ۲ |
| ۲۰-۲-۴ انواع تابلوها و علائم تصویری (از جهت کاربرد) | ۲ |
| ۲۰-۲-۴-۱ تابلوها و علائم تصویری ایمنی در ساختمانها و کارگاهها | ۲ |
| (۱) علائم تصویری بازدارنده | ۲ |
| (۲) علائم تصویری هشداردهنده | ۴ |
| (۳) علائم تصویری الزام کننده | ۵ |
| (۴) علائم تصویری آگاه کننده نسبت به شرایط ایمن | ۶ |
| (۵) علائم خروج اضطراری و مسیرهای فرار | ۶ |
| (۶) علائم مکمل برای نشان دادن جهت خروج اضطراری | ۷ |
| (۷) علائم تصویری مربوط به کمک های اولیه | ۷ |
| (۸) علائم تصویری مربوط به تجهیزات اطفای حریق | ۸ |
| (۹) علائم مکمل جهت دار برای دسترسی به وسائل اطفای حریق | ۸ |
| ۲۰-۲-۴-۲ تابلوی معرف کاربری | ۸ |
| ۲۰-۲-۴-۳ تابلوی تبلیغاتی | ۸ |
| ۲۰-۲-۴-۴ تابلوی انتظامی (ترافیکی) | ۹ |
| ۲۰-۲-۴-۵ تابلوی نام ساختمان | ۹ |
| ۲۰-۲-۴-۶ تابلوی راهنمای شهری و راهنمای مسیر | ۹ |
| ۲۰-۲-۴-۷ تابلوی اطلاع رسانی | ۹ |
| ۲۰-۲-۵ انواع تابلو و علائم تصویری (از جهت نوع مصالح، شکل و اتصال) | ۹ |

۲۰-۲-۶ انواع تابلو و علائم تصویری (از جهت مدت زمان استفاده) ۱۰
۲۰-۲-۷ سازه علائم تصویری و تابلو ۱۰
۲۰-۲-۸ آگهی علائم تصویری و تابلو ۱۰
۲۰-۲-۹ سطح علائم تصویری و تابلو ۱۰
۲۰-۲-۱۰ علائم تصویری و تابلوی ناهماهنگ با مقررات ۱۰
۲۰-۲-۱۱ دارنده و مسئول علائم تصویری و تابلو ۱۰
۲۰-۲-۱۲ مجوز علائم تصویری و تابلو ۱۰
۲۰-۲-۱۳ مصالح علائم تصویری و تابلو ۱۰
۲۰-۲-۱۴ مناطق ویژه (اعمال کنترل های خاص) ۱۱
۲۰-۲-۱۵ علائم و تابلوهای نورانی ۱۱
۲۰-۲-۱۶ علائم نوری ۱۱
۲۰-۲-۱۷ علائم صوتی ایمنی ۱۱
۲۰-۲-۱۸ علائم ایمنی کلامی ۱۱
۲۰-۲-۱۹ علائم ایمنی با حرکات دست ۱۲
**۲۰-۳ ضوابط کلی** ۱۴
۲۰-۳-۱ محدوده نصب انواع علائم و تابلوها ۱۴
۲۰-۳-۲ محدودیت مکان نصب علائم و تابلوها ۱۴
۲۰-۳-۳ الزامات ساخت و نصب علائم و تابلوها ۱۵
۲۰-۳-۴ الزامات ایستائی و سازه علائم و تابلوها ۱۵
۲۰-۳-۵ الزامات نوع و مقاومت مصالح علائم و تابلوها ۱۶
۲۰-۳-۶ الزامات الکتریکی علائم وتابلوها ۱۶
۲۰-۳-۷ تعمیر و نگهداری علائم و تابلوها ۱۷
۲۰-۳-۸ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی تصویری و تابلوها ۱۸
۲۰-۳-۹ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی در برابر حریق ۱۸
۲۰-۳-۱۰ ضوابط کلی استفاده از علائم نوری ۱۹
۲۰-۳-۱۱ ضوابط کلی استفاده از علائم صوتی ۲۰
۲۰-۳-۱۲ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی کلامی ۲۱
۲۰-۳-۱۳ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی با حرکات دست ۲۱
۲۰-۳-۱۴ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی در اطراف محل خاکریزها و گودالهای با خطر سقوط یا تصادم ؛ ۲۲

**بخش دوم – تابلوها و علائم هشداردهنده لازم در داخل ساختمان ها**
**۲۰-۴ علائم و چراغ های خروج اضطراری** ۲۳
۲۰-۴-۱ علائم خروج اضطراری ۲۳
۲۰-۴-۲ چراغ های خروج اضطراری ۲۴

**بخش سوم – تابلوها و علائم هشداردهنده الزامی در کارگاه ها**
**۲۰-۵ ضوابط کلی علائم هشداردهنده الزامی در کارگاه ها** ۲۷
**۲۰-۶ لزوم نصب علائم ایمنی بر روی مخازن و خطوط لوله حاوی مواد خطرناک** ۲۹
۲۰-۶-۱ کاربرد علائم برای نشانه گذاری مخازن و مجراهای دارای مواد خطرناک ۲۹
۲۰-۶-۲ کاربرد علائم برای نشانه گذاری محوطه ها و مکانهای دارای مواد خطرناک ۲۹
۲۰-۶-۳ علامتگذاری در کارگاههای موقت داخل جاده ها یا هنگام خط کشی خیابانها، برای اعلام موانع و محل های خطرناک ۲۹

**بخش چهارم– تابلوها و علائم در معابر و فضاهای شهری و محیط خارج از ساختمان**
**۲۰-۷ ضوابط کلی** ۳۱
**۲۰-۸ تابلوهایی که نیاز به مجوز ندارند، تابلوهای نیازمند مجوز و تابلوهای غیرمجاز** ۳۲
۲۰-۸-۱ تابلوهایی که نیاز به مجوز از مدیریت های شهری ندارند ۳۲
۲۰-۸-۲ تابلوهای غیرمجاز ۳۲
۲۰-۸-۳ انواع پلاکها و تابلوهای مجاز ۳۳
**۲۰-۹ سطح مجاز تابلوها** ۳۴
**۲۰-۱۰ محدوده نصب انواع تابلوها** ۳۴
۲۰-۱۰-۱ محدوده کلی نصب تابلوها ۳۴
۲۰-۱۰-۲ ارتفاع حد زیرین تابلوها ۳۴
۲۰-۱۰-۳ ارتفاع مجاز حد فوقانی تابلوها ۳۵
۲۰-۱۰-۴ پیشروی مجاز تابلوها در حریم معابر عمومی ۳۵
۲۰-۱۰-۵ حریم تابلوهای مختلف ۳۵
**۲۰-۱۱ خط و مطالب تابلوها** ۳۶
۲۰-۱۱-۱ مطالب تابلو ۳۶
۲۰-۱۱-۲ خط در تابلو ۳۷
**۲۰-۱۲ رنگ و نورپردازی تابلوها** ۳۸

۲۰-۱۲-۱ رنگ ۳۸
۲۰-۱۲-۲ نورپردازی در تابلوها ۳۸
**۲۰-۱۳ تابلوهای ناهماهنگ** ۳۹
**پیوست : علائم تصویری رنگی** ۴۰

# بخش اول – کلیات

## ۲۰-۱ مقدمه و اهداف

**۲۰-۱-۱ لزوم این مقررات و دامنه شمول آن:** مسئولین مؤسسات دولتی و عمومی و بخش خصوصی، کارفرمایان و مدیران کارگاهها و ساختمانها ، به منظور حفظ سلامتی، بهداشت، ایمنی و آسایش و صرفه جوئی در منابع، ملزم به پیام رسانی در محیط کار و زندگی مردم به نحو مؤثر و مطلوب ، توسط تابلوها و علائم بوده و باید در محل هائی که احتمال خطری تهدید کننده برای سلامتی و ایمنی افراد وجود دارد، علائم هشداردهنده نصب کنند.

نصب علائم ایمنی ذکر شده در این مقررات نمی تواند جانشین اقدامات لازم دیگر جهت کنترل و پیشگیری مانند نظارت های مهندسی ، اصلاح روش کار و ایجاد شرایط کار بی خطر تلقی شود.

این قوانین شامل نظارت بر طراحی و ساخت و بهره برداری از پیام، سازه، محل نصب و دیگر الزامات برای کلیه علائم و تابلوهای مرسوم مانند پلاک ها، تابلوها و دیگر وسائل اطلاع رسانی از قبیل اشارات حرکتی دست، علائم صوتی ، نوری ، آژیرهای خطر و غیره است.

**۲۰-۱-۲ اهداف:** هدف کلی از تدوین این مقررات ساماندهی به تابلوها و علائم به منظور تأمین سلامت و بهداشت، ایمنی، آسایش و صرفه جوئی در منابع می باشد. بدین منظور علائم و تابلوها باید از نظر ارائه اطلاعات و هشدارهای ایمنی صحیح عمل نموده و از نظر ساخت و نصب بی خطر و ایمن بوده و پیام رسانی آنها خطرساز نباشد.

اهداف مورد نظر در تدوین بخش های مختلف این ضوابط به شرح زیر می باشند:

**الف) بخش اول** شامل تعاریف و ویژگی های کلی تابلوها و علائم و انواع و ضوابط کلی آنها.

**ب) بخش دوم** شامل مقررات کلی تابلوها و علائم هشدار دهنده و اطلاع رسان در داخل ساختمان به منظور تأمین علائم و تابلوها ایمنی مورد نیاز .

**ج) بخش سوم** شامل مقررات لازم جهت تابلوها و علائم هشدار دهنده در کارگاهها به منظور ارائه صحیح علائم ایمنی به کارگران و کارکنان کارگاه های ساختمانی و صنعتی و... و وحدت رویه و همسان سازی اینگونه علائم .

**د) بخش چهارم** شامل مقررات کلی تابلوها و علائم ( هشدار دهنده، اطلاع رسان، تبلیغاتی و... ) جهت نصب در محیط خارج از ساختمان، به منظور تأمین ایمنی و یا اطلاع رسانی مردم در زمان استفاده از فضاهای شهری و بویژه عبور و مرور سواره و پیاده .

## ۲۰-۲ تعاریف و نحوه کاربرد:

**۲۰-۲-۱ علائم ایمنی:** علائمی هستند که توسط تابلو، رنگ، علامت نورانی(روشنایی) یا علائم صوتی، ارتباط کلامی یا علائم ناشی از حرکت دست، توصیه‌ها و اطلاعاتی درباره ایمنی عمومی و بهداشت کار را انتقال می‌دهند و شامل تابلوها و علائم تصویری، علائم نورانی، علائم نوری، علائم صوتی، علائم کلامی و علائم ایمنی با حرکات دست می گردند.

**۲۰-۲-۲ رنگهای دارای مفهوم ایمنی:** در علائم تصویری، نورانی و نوری ایمنی رنگهای خاص دارای مفاهیم مشخصی است. جدول زیر تعیین کننده کلی این رنگ ها است[1].

| رنگ | معنا و مفهوم | دستورالعمل |
|---|---|---|
| قرمز | - علائم بازدارنده:<br>- علائم نوری خطر:<br>- وسائل اطفای حریق: | کار خطرناک<br>ایست- توقف اضطراری دستگاه- تخلیه<br>معرفی و موقعیت وسائل |
| زردِکهربائی | علائم هشداردهنده: | مواظب باشید – احتیاط کنید- بیازمائید |
| آبی | علائم الزام کننده: | کار یا اقدام خاص<br>استفاده از وسایل حفاظت فردی |
| سبز | - علائم خروج اضطراری و کمک های اولیه:<br>- شرایط ایمن: | دربها وخروجی‌ها،راههای فرار، امکانات وسایل کمک های اولیه<br>برگشت به‌حالت عادی |

**۲۰-۲-۳ تابلوها و علائم تصویری :** علائمی شامل ترکیبی از شکل، رنگ، نوشته، سمبل و نشانه تصویری که حاوی پیام مشخصی باشد. این علائم ممکن است دارای سازه یا فاقد آن بوده، به ساختمان یا دیواری الصاق یا روی زمین و نرده و امثال آن قرار گیرد.

### ۲۰-۲-۴ انواع تابلوها و علائم تصویری (از جهت کاربرد)

**۲۰-۲-۴-۱ تابلوها و علائم تصویری ایمنی در ساختمانها و کارگاه ها:** علائمی است که دارای پیام های منع کننده کاری خطرزا یا هشدار وجود خطری یا الزام به انجام کاری یا راههای گریز از خطر یا کمک های اولیه باشد. وشامل انواع زیر است:

**(۱) علائم تصویری بازدارنده:**

منع‌کننده کاری است که احتمال خطر را افزایش داده یا آن را به وجود می‌آورد.

---

۱- یادآوری : کلیه علائم تصویری بصورت رنگی در پیوست این بحث مشخص شده است.

**خصوصیات اصلی:**

**الف)** دایره ای شکل

**ب)** نشانه تصویری به رنگ سیاه روی زمینه سفید با حاشیه دایره و خط مورب (از چپ به راست) بـه رنگ قرمز (قسمت قرمز رنگ باید حداقل ۳۵٪ سطح علامت را بپوشاند).

عبورپیاده ممنوع

آتش نیافروزید

سیگار نکشید

ورود افراد متفرقه ممنوع

آب آشامیدنی نیست

با آب خاموش نکنید

دست نزنید

ورود وسائل نقلیه صنعتی ممنوع

**(۲) علائم تصویری هشدار دهنده:**

علائمی که احتمال خطری را هشدار می دهند.

**خصوصیات اصلی:**

**الف)** مثلثی شکل

**ب)** نشانه تصویری به رنگ سیاه روی زمینه زرد با حاشیه سیاه (قسمت زرد رنگ حداقل ۵۰٪ سطح علامت را بپوشاند).

خطرمواد خورنده

خطر مواد سمی

خطر مواد منفجره

خطر مواد آتش زا

خطر برق

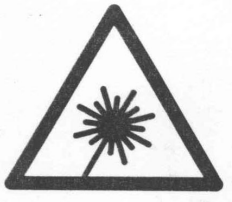
خطر وسائل نقلیه صنعتی

خطر سقوط بار

خطر مواد رادیو اکتیو

خطرپرتو رادیو اکتیو

خطرمواد اکسید کننده



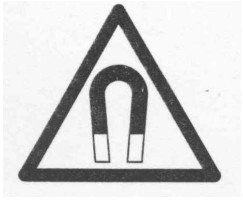
خطر اشعه لیزر

خطر

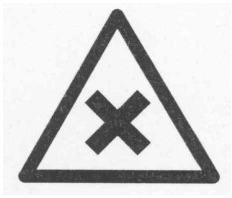
خطر میکروبی

خطر افتادن

خطر موانع



خطر میدان مغناطیسی



خطر مواد محرک و مضر  خطر یخ زدن

**(۳) علائم تصویری الزام کننده:**

علائمی که الزام و اجبار کننده کار خاصی است.

**خصوصیات اصلی:**

**الف)** دایره ای شکل

**ب)** نشانه تصویری سفید رنگ روی زمینه آبی (قسمت آبی رنگ حداقل ۵۰٪ سطح علامت را بپوشاند).

استفاده از گوشی ایمنی الزامی است

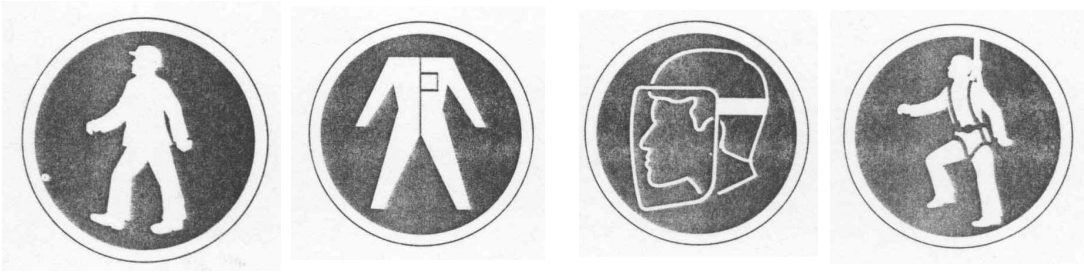
استفاده از کلاه ایمنی الزامی است

استفاده از عینک ایمنی الزامی است

استفاده از دستکش ایمنی الزامی است

استفاده ازکفش ایمنی الزامی است

استفاده ازماسک ایمنی الزامی است



| | | | |
|---|---|---|---|
| استفاده ازکمربند ایمنی الزامی است | استفاده ازمحافظ صورت الزامی است | استفاده از لباس ایمنی الزامی است | مسیر عابر پیاده |

**(۴) علائم تصویری آگاه کننده نسبت به شرایط ایمن:**

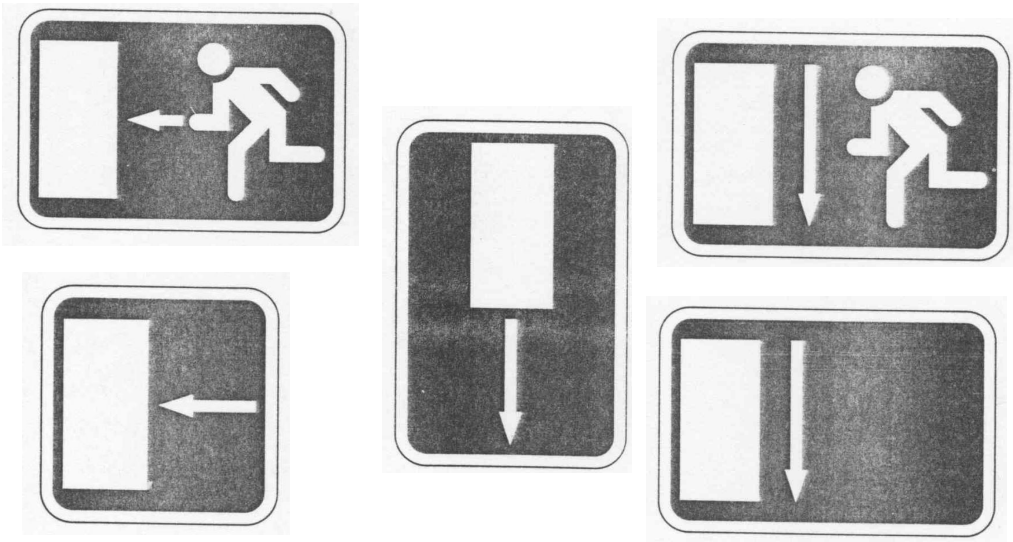
علائم تصویری مربوط به خروج اضطراری و کمک های اولیه : علائمی که اطلاعاتی را راجع به امکانات نجات و امدادی مثل خروج اضطراری و راه فرار، کمک های اولیه و ... ارائه می کنند.

**خصوصیات اصلی:**

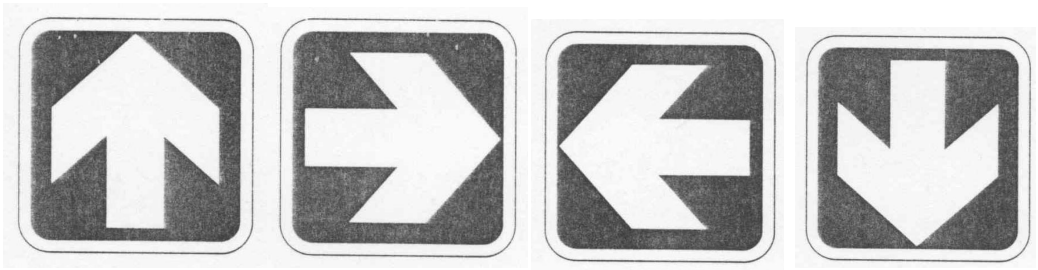
**الف)** مربع یا مستطیل شکل

**ب)** نشانه تصویری سفید رنگ روی زمینه سبز (قسمت سبز رنگ حداقل ۵۰٪ سطح علامت را بپوشاند).

**(۵) علائم خروج اضطراری و مسیر های فرار**



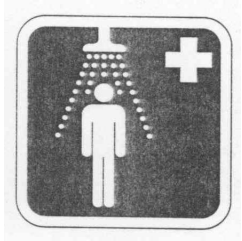
## (۶) علائم مکمل برای نشان دادن جهت خروج اضطراری



## (۷) علائم تصویری مر بوط به کمک های اولیه

علائمی که اطلاعاتی را راجع به امکانات کمک های اولیه و ... ارائه می کنند.

شستشوی چشم



دوش اضطراری

کمک های اولیه

برانکارد (تخت روان)

تلفن اضطراری

**(۸) علائم تصویری مربوط به تجهیزات اطفای حریق:**

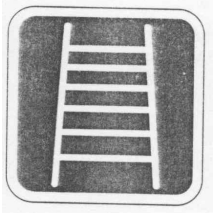
علائمی که اطلاعاتی را راجع به امکانات و تجهیزات اطفای حریق ارائه می کنند.

**خصوصیات اصلی :**

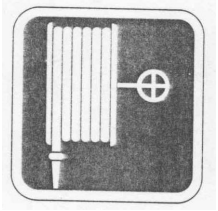
**الف)** مربع یا مستطیل شکل

**ب)** نشانه تصویری سفید رنگ روی زمینه قرمز (قسمت قرمز رنگ حداقل ۵۰٪ سطح علامت را بپوشاند).

تلفن اضطراری حریق



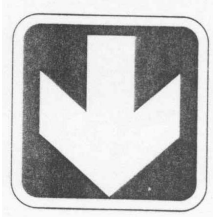
نرده بان

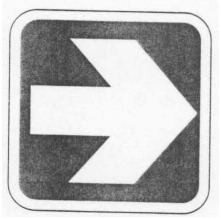


شلنگ اطفای حریق

کپسول اطفای حریق

**(۹) علائم مکمل جهت دار برای دسترسی به وسائل اطفای حریق**





**۲۰-۲-۴-۲ تابلوی معرف کاربری:** تابلویی است که دارای هرگونه نوشته شامل حروف، اعداد، اشکال، تصاویر، تزئینات، نمادها، یا نظائر آنها باشد و به منظور پیام رسانی درباره معرفی کاربری در همان ملک یا ساختمان نصب شود و از معبر عمومی قابل رویت باشد. (مانند تابلو مغازه ها و ادارات و ... )

**۲۰-۲-۴-۳ تابلوی تبلیغاتی:** تابلویی است که اشاره به کسب، خدمات یا تسهیلات و تأسیساتی می کند که معرف کاربری های موجود در محل نصب آن نباشد و یا اگر در آن محل نصب شده، از نظر مسئولین پیامی تبلیغاتی محسوب شود.

**۲۰-۲-۴-۴ تابلوی انتظامی (ترافیکی):** تابلویی است که پیامی را جهت تنظیم، هشدار یا راهنمایی عبور و مرور وسائل نقلیه یا مردم، به کمک حروف یا علائم، انتقال می دهد.

**۲۰-۲-۴-۵ تابلوی نام ساختمان:** تابلویی است که به منظور معرفی ساختمان، در محلهای مجاز نصب می گردد.

**۲۰-۲-۴-۶ تابلوی راهنمای شهری و راهنمای مسیر:** تابلویی است که در حریم خیابانها ویا سایر فضاهای شهری قرار گرفته و اشاره به محل وقوع کاربری، مقصد یا مسیر مناسب برای مراجعه مردم (سواره یا پیاده) می نماید.

**۲۰-۲-۴-۷ تابلوی اطلاع رسانی:** تابلویی است که حاوی اطلاعات شهری در محله، ناحیه و یا شهر باشد.

### ۲۰-۲-۵ انواع تابلو و علائم تصویری ( از جهت نوع مصالح ، شکل و اتصال )

**الف- تابلو و علائم تصویری کتیبه (افقی) :** مستقیما" منطبق و متصل به دیواره خارجی بنا یا عناصر سازه ای به صورت موازی با دیوار خارجی بنا نصب می گردند.

**ب- تابلو و علائم تصویری طره (عمودی):** به صورت عمود بر دیواره یا نمای ساختمان و سازه نصب می گردند.

**ج- تابلو و علائم تصویری حجم دار:** ضخامت آنها بیش از ۲۵ سانتیمتر بوده، و یا در آنها از عناصر حجم دارکه بیش از ۲۵ سانتیمتر ضخامت دارند استفاده شده باشد.

**د- تابلو و علائم تصویری روی بام:** هر نوع علامت تصویری که بربام ساختمان نصب گردد.

**ه- تابلو و علائم تصویری ایستاده( با پایه مستقل):** توسط پایه نگهدارنده روی زمین قرار می گیرند. پایه نگهدارنده می تواند سازه خاص تابلو یا نرده یا دیوار باشد.

**و- تابلو و علائم تصویری روی سایبان:** به سایبانهای بنا نصب یا ترسیم شده و یا از آنها آویخته باشند. این سایبان ها به سازه هایی که با پوشش های مناسب پوشانده شده و از جداره ساختمان بیرون زده وبخشی از فضای مجاور بنا را می پوشاند، گفته می شود.

**ز- تابلو و علائم تصویری متحرک:** تمام یا بخشی از آنها به منظور خاصی حرکت کند.

**ح- تابلو و علائم تصویری قابل حمل:** قابلیت جابجائی به مکانی دیگر دارند.

**ط- تابلو و علائم تصویری الکتریکی:** تابلویی است که سیم کشی برق داشته و کارکرد آن در همه اوقات یا گاهی با نیروی برق است. ولی علائم تصویری و تابلوهایی که با منبع روشنایی خارجی نورپردازی می شوند مشمول آن نیستند.

**ی- شیشه نویسی:** هر آگهی منصوب، منقوش و متصل به سطح شفاف ویترین و یا قرار گرفته در پشت شیشه که از بیرون قابل تشخیص باشد شیشه نویسی محسوب میشود.

**ک- پلاک:** تابلوهای کوچک با حداکثر مساحت تعیین شده در مقررات که پیام هائی چون معرفی کاربری های مستقر در بنا را دارد.
**ل- پرچم:** علائمی منصوب بر پایه از مصالح قابل انعطاف مثل پارچه و ... است.

### ۲۰-۲-۶ انواع تابلو و علائم تصویری (از جهت مدت زمان استفاده):

**الف - علائم تصویری و تابلوی موقت:** برای مدتی محدود به نمایش در می آید. درچنین تابلوهایی استفاده از مصالح مقاوم الزامی نیست، اما نکات ایمنی باید رعایت گردد.
**ب- علائم تصویری و تابلوی دائم:** تابلوهایی هستند که محدودیتی از نظر مدت زمان نصب نداشته باشند. تابلوهایی که جواز نصب آنها دارای زمان محدود است نیز درصورتی که امکان تمدید جواز داشته باشند ، تابلوی دائم محسوب می گردند.

**۲۰-۲-۷ سازه علائم تصویری وتابلو:** وسیله نگهدارنده سطح آگهی علائم تصویری وتابلوست.

**۲۰-۲-۸ آگهی علائم تصویری و تابلو:** شامل پیام تصویری ، رنگ و مطالب آنها است.

**۲۰-۲-۹ سطح علائم تصویری و تابلو:** سطح یکپارچه درون قاب و سازه علائم تصویری و تابلو یا در صورت نبود قاب ، سطح یکپارچه آگهی پیام آن است.

**۲۰-۲-۱۰ علائم تصویری و تابلوی ناهماهنگ با مقررات:** تابلویی است که مغایر با این مقررات و ضوابط مصوب دیگر باشد.

**۲۰-۲-۱۱ دارنده و مسئول علائم تصویری و تابلو:** دارنده جواز، مسئول علائم تصویری و تابلو شناخته میشود. در مواردی که نیاز به اخذ جواز نباشد، مسئولین مؤسسات و نهادهای عمومی و ... که نصب آن علائم تصویری و تابلو در حیطه وظایف آنهاست مسئول شناخته می شوند.

**۲۰-۲-۱۲ مجوز علائم تصویری و تابلو:** پروانه نصب تابلو است که پس از انطباق آن با مشخصات مجاز، توسط نهاد مسئول صادر و به متقاضی ارائه می گردد.
**۲۰-۲-۱۳ مصالح علائم تصویری و تابلو:** مصالح بکار رفته برای ساخت علائم تصویری و تابلو ، به استثنای تابلو های موقت، بسته به اندازه و نوع آن بعنوان یک سازه شهری باید هماهنگ با مصالح مجاز در مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان باشد.

**۲۰-۲-۱۴ مناطق ویژه (اعمال کنترل های خاص):** ساختمان یا مجموعه یا بخشی از شهر که به لحاظ خصوصیات تاریخی ، طبیعی و غیره یا به لحاظ مدیریت واحد و با صلاحدید مراجع ذیربط ، که در آنجا رعایت مقررات محدود کننده تری برای علائم تصویری و تابلوها، نسبت به سایر مناطق و ساختمانها اعمال گردد.

**۲۰-۲-۱۵ علائم و تابلوهای نورانی:** علائمی با نور پردازی داخلی که سطح آنها از موادی ساخته شده که نور از آن عبور کرده و سطح تابلو روشن و پیام واضح می شود. رنگ و شکل و پیام علائم نورانی ایمنی همانند علائم تصویری ایمنی (بند ۲۰-۲-۱) تابع جدول رنگ های ایمنی و خصوصیات مندرج در بند ۲۰-۲-۲ است.

**۲۰-۲-۱۶ علائم نوری:**

پیام هائی بصری است که انتشار آنها با استفاده از تابش نورهای دارای مفهوم رنگهای ایمنی (بند ۲۰-۲-۲) صورت می گیرد و می تواند بصورت ثابت یا چشمک زن با دور و فرکانس خاموش و روشنی مختلف پیام خود را ارائه نماید. چنانچه دستگاه علامت دهنده، علامت پیوسته (دائم) و متناوب نوری منتشر نماید، از علائم متناوب بایستی برای درجات بالای خطر و یا نیازهای فوری استفاده نمود. مدت زمان چشمک‌زدن علائم متناوب و یا تعداد آن در مدت معین باید طوری باشد که مفهوم پیام ابلاغی بوضوح برداشت شود و از هرگونه تداخل و ابهام با دیگر علائم جلوگیری کند.

**۲۰-۲-۱۷ علائم صوتی ایمنی:**

پیام هائی شنیداری است که انتشار آنها با فرکانس ثابت یا متغیر صدای مصنوعی ایجاد می شود (مانند آژیر خطر). برای اینکه علائم صوتی در فواصل طولانی‌تر قابل شنود باشند لازم است فرکانس علامت صوتی به طرز قابل توجهی از حدود صداهای محیط بالاتر باشد (برای مثال ۱۰db بالاتر از سطح صدای محیط در همان فرکانس)، بطوریکه اصوات به سادگی قابل تشخیص و گوش خراش نباشد.

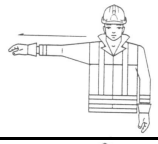
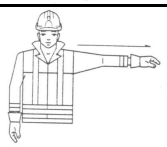
**۲۰-۲-۱۸ علائم ایمنی کلامی:** پیام های ایمنی از قبل هماهنگ و تعیین شده که توسط انسان و یا صدای مصنوعی بصورت زنده یا ضبط شده ارائه می‌شود. از علائم ایمنی کلامی می توان به منظور هدایت عملیات مخاطره آمیز استفاده نمود. مکالمات اینگونه پیام ها باید واضح و خلاصه و به راحتی قابل درک باشد.

چنانچه به جای علائم دستی از علائم کلامی استفاده شود باید از لغات جدول زیر استفاده شود و در صورت استفاده توأم هماهنگ باشند.

| کلمه | مفهوم کلمه |
|---|---|
| شروع | شروع عملیات |
| ایست | قطع موقت عملیات |
| پایان | پایان عملیات |
| بالا | بالابردن یک بار |
| پایین | پایین‌بردن یک بار |
| جلو | حرکت به جلو |
| عقب | حرکت به عقب |
| راست | حرکت به سمت راست علامت‌دهنده |
| چپ | حرکت به سمت چپ علامت‌دهنده |
| خطر | توقف اضطراری |
| سریع | برای تسریع حرکت |

**۲۰-۲-۱۹ علائم ایمنی با حرکات دست:** حرکت یا جابه‌جائی بازوها و یا دستها، دارای مفهوم خاصی در رساندن پیام به شخص در حال انجام کار خطرناک (به‌خاطر حفظ ایمنی جان خود و سایرین) است. در جاهایی که علائم ایمنی حرکات دست مورد استفاده قرار می‌گیرند باید از علائم زیر استفاده شود:

| پیام | شرح | نمایش |
|---|---|---|
| **علائم کلی** | | |
| شروع فرمان | دوبازو کاملاً باز (۱۸۰ درجه) و کف دستها رو به جلو باشد | |
| توقف ( پایان حرکت، قطع) | بازوی راست به طرف بالا طوری که کف دستها روبه جلو باشد | |
| پایان کل عملیات | دو دست در حوالی سینه چفت شوند | |

| | | |
|---|---|---|
| **حرکات عمودی** | | |
| بالا بردن | بازوی راست بطرف بالا طوری که کف دست رو به جلو دارای حرکت دایره ای آهسته باشد | |
| پائین آوردن | بازوی دست راست بطرف پائین با کف دست رو به داخل و دارای حرکت دایره ای آهسته باشد | |
| فاصله عمودی | فاصله بین دو دست بیانگر حدود فاصله باشد | |
| **حرکات افقی** | | |
| حرکت به جلو | دستها خم شده و کف دستها روبه بالا و ساعدها حرکت آهسته به سمت بدن دارند | |
| حرکت به عقب | دستها خم شده و کف دستها روبه پائین و ساعدها حرکت آهسته برخلاف سمت بدن دارند | |
| راست | دست راست بصورت کشیده باز شده، کف دست به سمت پائین و بازو حرکت محدودی به سمت راست دارد |  |
| چپ | دست چپ بصورت کشیده باز شده، کف دست به سمت پائین و بازو حرکت محدودی به سمت چپ دارد |  |
| فاصله افقی | دستها فاصله تقریبی را نشان می دهد | |
| **خطر** | | |
| توقف اضطراری<br>سریع<br>آهسته | دستها با کف دست به جلو به سمت بالا<br>همه حرکات سریعتر<br>همه حرکات آهسته تر | |

## ۲۰-۳ ضوابط کلی

### ۲۰-۳-۱ محدوده نصب انواع علائم و تابلوها :

**۲۰-۳-۱-۱ فاصله از خطوط برق فشار قوی:** محل نصب تابلوها و سازه علائم و دستگاه های انتشار دهنده آنها باید حد اقل ۱/۸۰ متر فاصله افقی و ۳/۶۰ متر فاصله عمودی از خطوط انتقال برق فشار قوی داشته باشد.

**۲۰-۳-۱-۲ فاصله از پله فرار و خروجی ها :** تابلو یا سازه علائم و دستگاههای انتشار دهنده آنها باید به گونه ای ساخته شوند که هیچ بخشی از سطح یا پایه آنها مانع استفاده از هر نوع پله فرار و خروجی ها نباشد.

**۲۰-۳-۱-۳ مسدود نکردن روزنه ها :** تابلوها و علائم تصویری نباید مانع عبور هوا و نور به داخل بنا شوند . تابلو هایی که در ۱/۵ متری دیوارخارجی بناهای دارای بازشو ساخته میشوند ، باید از جنس مواد نسوز و یا پلاستیک های تأیید شده باشد.

**۲۰-۳-۱-۴** بر بالاترین نقطه همه ساختمانها و سازه های بلند تر از ۲۰ متر باید حداقل یک علامت نوری (چراغ چشمک زن) قرمز رنگ نصب گردد.

**۲۰-۳-۱-۵** در داخل ساختمان ها تابلوهای مشخص کننده راههای خروج و محل وسایل اطفای حریق، بعلت جمع شدن دود ناشی از حریق در بالا، باید در ارتفاع پائین تر از سقف (تابلوهای روی دیوار در ارتفاع ۱/۷ تا ۲ متر و تابلوهای روی درب ها تا حداکثر ۲/۵ متر بالاتر از کف) نصب گردد. در محل های با احتمال خطر یا وجود مواد قابل اشتعال زیاد، علاوه بر علائم و تابلوهای الزامی، نصب تابلوهای کوچک دیواری در ارتفاع نزدیک کف و حتی علائم روی کف توصیه می شود.

### ۲۰-۳-۲ محدودیت مکان نصب علائم و تابلوها :

**۲۰-۳-۲-۱** نصب علائم و تابلوهابر تیرهای برق، پایه های علائم و چراغهای راهنمای رانندگی، درختان ، صخره ها و سایر عناصر طبیعی ممنوع است.

**۲۰-۳-۲-۲** نصب تابلوی تبلیغاتی بصورتی که مانع از دیده شدن تابلوی نصب شده قانونی دیگر گردد ، ممنوع است .

**۲۰-۳-۲-۳** نصب تابلوو علائم دیگری که به تشخیص مسئولین باعث پنهان شدن همه یا قسمتی از هر تابلو یا چراغ هشدار دهنده و انتظامی و راهنمای رانندگی و راهنمای شهری باشد و یا به هر صورت مزاحم کارکرد آنها گردد، ممنوع است .

**۲۰-۳-۲-۴** نصب علائم و تابلوها، بصورتیکه پنجره یا درب، راه پله و نردبام، راه گریز از حریق، راه عبور آتش نشان ها، بازشو و نورگیر و راه تهویه را در ساختمانی ببندد ممنوع است .

**۲۰-۳-۲-۵** در ساختمانهائی که در طرح آنها محل نصب تابلوها پیش بینی شده (و این محل نصب به تائید مسئولین امور تابلو رسیده و با این مقررات منافاتی نداشته باشد)، دارندگان تابلو موظفند تابلو خود را در محل تعیین شده نصب نمایند.

### ۲۰-۳-۳ الزامات ساخت و نصب علائم و تابلوها :

**۲۰-۳-۳-۱** در کلیه تابلوها و علائم در صورتی که دارای تجهیزات الکتریکی داخلی باشد، باید تمهیدات لازم به منظور جلوگیری از نفوذ آب به داخل آن ، پیش بینی گردد.

**۲۰-۳-۳-۲** ترسیم پیام علائم تصویری و تابلوها با رنگ و غیره، مستقیم روی دیوار یا روی سایر عناصر ساختمانی و طبیعی مانند درخت و صخره بصورتی که قابل برچیدن نباشد ممنوع است .

**۲۰-۳-۳-۳** تابلوها و علائم تصویری به غیر از تابلوها و علائم متحرک، شامل پایه ها و ادوات الکتریکی ونورپردازی آنها باید بصورت ثابت طراحی شوند. نصب تابلو و علائم تصویری بصورتی که پس از نصب، تمامی یا بخشی از آن دارای هرگونه حرکتی به صورت لرزش، چرخش و حرکت توسط جریان هوا باشد ممنوع است .

**۲۰-۳-۳-۴** در ساخت تابلوها و علائم حتی الامکان باید از ایجاد سکوها، سوراخ ها و درزهای غیر معمول که محل جمع شدن گرد وغبار و بوجود آمدن لانه پرندگان و انبار تجهیزات و وسائل اضافی شود، اجتناب کرد.

### ۲۰-۳-۴ الزامات ایستائی و سازه علائم و تابلوها:

**۲۰-۳-۴-۱** تابلوها و علائم و دستگاه های منتشر کننده آنها باید بگونه ای ساخته شوند که در مقابل عوامل مخربی چون باد های شدید، زمین لرزه، رطوبت، حریق و ... از مقاومت کافی برخوردار باشد.

**۲۰-۳-۴-۲** طراحی تابلوها و علائم تصویری که سطحی بزرگتر از ۸ متر مربع دارند باید به تأئید مهندس محاسب دارای پروانه اشتغال (حداقل پایه سه) برسد. این تابلوها و سازه های آنها نباید تنها بر عناصر غیر مقاومی چون دست انداز و قرنیز ساختمان متکی گردد.

**۲۰-۳-۴-۳** در الصاق تابلوها و علائم تصویری دیواری و طره بر بدنه خارجی ساختمان ها باید از بست های نگهدارنده فولادی و رول پلاک فلزی ، به نحوی که از استحکام مطلوبی برخوردار باشد استفاده شود. کیفیت و تعداد بست ها و نگهدارنده های مذکور باید به نحوی تنظیم شود که نیمی از آنها نیز برای مقاومت در برابر کلیه شرایط احتمالی کافی باشد.

**۲۰-۳-۴-۴** محاسبات پی مورد نیاز سازه تابلوها و علائم باید مطابق با مبحث ۷ (پی و پی سازی)، با بررسی ژئوتکنیکی و شناسائی خاک و همچنین مبحث ۹ (طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه) انجام گیرد.

**۲۰-۳-۴-۵** نحوه اتصالات سازه های فولادی باید مطابق با راهنمای اتصالات در ساختمان های فولادی، منتشر شده توسط دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان و همچنین راهنمای مبحث دهم مقررات ملی ساختمان، جلد دوم باشد.

**۲۰-۳-۴-۶** سازه تابلوها و علائم باید مطابق موارد ذکر شده در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه) طرح و محاسبه گردد، که عمده ترین آنها به قرار زیر است: بار مرده، سربارها و بارهای زنده از جمله بار برف، رانش خاک، فشار هیدرواستاتیک نیروی باد، نیروهای ناشی از زلزله وسایر عوامل مانند انقباض و انبساط ناشی از دما، ترکیدگی بتن، تغییرات رطوبت و نشستهای نامتجانس. این بارها باید با رعایت ضوابط و مقررات مندرج در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران ارزیابی و محاسبه گردد.

## ۲۰-۳-۵ الزامات نوع و مقاومت مصالح علائم و تابلوها:

**۲۰-۳-۵-۱** نوع مصالح تابلوها و علائم (غیر از تابلوها و علائم تصویری موقت ) و پایه های نگهدارنده آن باید بادوام و مقاوم باشند و پوسیده و خراب نشوند.

**۲۰-۳-۵-۲** استفاده از مصالح قابل احتراق چون چوب، کاغذ و پلاستیک های قابل اشتعال سریع، در تابلوها و علائم تصویری دارای ادوات الکتریکی ممنوع است.

**۲۰-۳-۵-۳** استفاده از سطوح شیشه ای در تابلوها و علائم تصویری (غیر از شیشه نویسی) ممنوع است مگر آنکه از شیشه های نشکن بوده یا دارای شبکه محافظ داخلی باشند.

**۲۰-۳-۵-۴** پایه های نگهدارنده تابلوها و علائم تصویری در صورتی که داخل زمین کار گذاشته شود باید درون شالوده بتنی قرار گیرند.

**۲۰-۳-۵-۵** در تابلوها و علائم تصویری که روی نمای ساختمان قرار می گیرند، برای سازگاری و هماهنگی با معماری ساختمان، استفاده از مصالح نما ، توصیه می شود.

## ۲۰-۳-۶ الزامات الکتریکی علائم و تابلوها:

**۲۰-۳-۶-۱** سیم ها و تجهیزات الکتریکی باید مطابق ضوابط مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان ها) اجرا شده و دارای روکش و عایق مناسب بوده و بصورت ثابت نصب گردند.

**۲۰-۳-۶-۲** در مواقع قطع برق وجود ابزار پشتیبان برای تابلوها و علائم تصویری ایمنی که از قدرت برق بهره می‌گیرند الزامی است. مگر در صورتی که قطع برق خود از بین برنده خطر باشد.

**۲۰-۳-۶-۳** تابلوها و علائم ایمنی و اضطراری باید طوری سازماندهی و نظارت شوند که در مدت فعالیت کاربری روشن باشند.

**۲۰-۳-۶-۴** دریچه های فیوز و بازدید تجهیزات الکتریکی تابلوها و علائم ایمنی باید به گونه ای طراحی شود که از دسترس کودکان دور بوده و تنها با کلید مخصوص باز و بسته شود.

**۲۰-۳-۶-۵** در تابلوها و علائم نورانی اگرسطح نمایش تابلو از جنس پلاستیک شفاف یا نیمه شفاف ویا مصالح مشابه باشد، لامپ های روشنائی وتجهیزات الکتریکی باید حداقل ۵ سانتیمتر از سطح ورقه های پلاستیک فاصله داشته باشند.

**۲۰-۳-۶-۶** در هیچ تابلو و علامت تصویری نمی توان از نور پردازی غیر الکتریکی چون شعله و آتش استفاده کرد، مگر در موارد خاص مانند پالایشگاه های مواد نفتی و با کسب اجازه از مسئولین اجرای مقررات.

## ۲۰-۳-۷ تعمیر و نگهداری علائم و تابلوها:

**۲۰-۳-۷-۱** دارنده تابلوها و علائم تصویری مسئولیت قانونی در برابر حوادث احتمالی، مانند سقوط، پرتاب قطعات، برق گرفتگی و سایر مخاطرات ناشی از نگهداری آنها در شرایط غیرایمن را دارد. در کارگاه های ساختمانی مسئول کارگاه مسئولیت نصب و آموزش علائم و تابلوها را به عهده دارد.

**۲۰-۳-۷-۲** تمام تابلوها و علائم ایمنی باید در شرایط مناسب نگهداری شوند. بطوریکه قصد و منظور اصلی را به درستی اطلاع رسانی نمایند. نگهداری در شرایط مناسب شامل تمیز نمودن عادی تا کنترل مرتب علائم چراغ‌دار و صوتی و نهایتاً اطمینان از کارکرد صحیح آنها می گردد.

**۲۰-۳-۷-۳** نظافت، تعمیر و رنگ کاری تابلو به صورتیکه مغایرتی با مشخصات مجوز نداشته باشد ضروری است و نیاز به اخذ مجدد مجوز ندارد.

**۲۰-۳-۷-۴** چنانچه برای تعمیر تابلو نیاز به جابجائی آن از محل نصب باشد، در صورت تأیید و تحت نظارت مسئولین ذیربط استفاده از تابلو موقت جایگزین حداکثر به مدت یکماه مجاز است.

**۲۰-۳-۷-۵** چنانچه نصب و جابجائی یا بر چیدن تابلوها و علائم تصویری موجب خسارت یا آسیب به محل نصب شود و یا وضعیت نابهنجار در محل نصب و ناهماهنگی در نمای شهری ایجاد کند، دارنده تابلو وعلامت و در صورت عدم دسترسی، مالک ملک موظف به تعمیر و بازسازی محل نصب است.

**۲۰-۳-۷-۶** چنانچه به نحوی مشخصات محل نصب علائم تصویری و تابلوها تغییر کند، بطوری که این تغییر موجب تغییر مشخصات آنها گردد، مالک و دارنده علائم تصویری و تابلوها موظف است وضعیت قرارگیری تابلو را طوری تصحیح کند که مجدداً مطابقت تابلو با مقررات مصوب تامین گردد.

**۲۰-۳-۷-۷ نظارت بر تابلوها و علائم** - بازدید از تابلوها توسط مسئول ذیصلاح به منظور پایدار بودن، استحکام و ایمنی تابلو و سازه آن باید حداقل در مراحل زیر انجام گیرد :

**الف )** قبل از شروع به استفاده از آن ،

**ب )** پس از هرگونه تغییرات و ایجاد وقفه در استفاده از آن ،

**ج )** پس از وقوع باد، طوفان، زلزله و عوامل مشابه که استحکام و پایداری مورد تردید قرار گیرد.

## ۲۰-۳-۸ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی تصویری و تابلوها:

**۲۰-۳-۸-۱** علائم تصویری استفاده شده، ممکن است تفاوت های ناچیزی با علائم مشخص شده در این مقررات داشته باشد، چنین علائمی بشرط آنکه دارای مفهوم بوده و در تصمیم‌گیری مانعی ایجاد نکند، مجاز است.

**۲۰-۳-۸-۲** بازتاب نوری و تیرگی رنگ تابلو باید طوری باشد که به راحتی قابل رؤیت و درک باشد.

**۲۰-۳-۸-۳** تابلوها و علائم تصویری ایمنی باید در ارتفاع مناسب و در دید چشم نصب شوند. در مکانهائی که نور طبیعی ضعیف است، باید از رنگهای بازتاب نور و خود نور و مواد شب رنگ و یا نور مصنوعی استفاده کرد.

**۲۰-۳-۸-۴** زمانی که خطر مصرح در تابلو، دیگر وجود نداشته باشد، تابلو باید سریعاً از محل برچیده شود.

## ۲۰-۳-۹ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی در برابر حریق:

**۲۰-۳-۹-۱** اگر نور طبیعی در محل نصب «علائم ایمنی در برابر حریق» کم باشد، فراهم نمودن روشنایی کافی از طریق چراغ های روشنایی اضطراری یا ساختن علائم با شب رنگ های بازتاب نور الزامی است.

**۲۰-۳-۹-۲** هنگام حریق استفاده از علائم مکمل نوری، کلامی یا صوتی به منظور هدایت به خروجی‌های اضطراری و مسیرهای فرار و مکان استقرارتجهیزات اطفاء حریق توصیه می شود.

**۲۰-۳-۹-۳ رنگهای ایمنی در برابر حریق به شرح زیر می باشند :**

| رنگ | مفهوم رنگ | راهنمائی کننده در مورد |
|---|---|---|
| قرمز | تجهیزات اطفاء حریق | شناسائی و مکان‌یابی |
| سبز | خروج اضطراری | درب ها (ورودی‌ها) ـ خروجی‌ها ـ راه‌های فرار |

**۲۰-۳-۹-۴** رنگ قرمز مشخص کننده مکان تجهیزات اطفاء حریق می‌باشد. مکان تجهیزات با به کارگیری تابلو و یا بارنگ آمیزی پس زمینه‌ای که تجهیزات روی آن قرار دارند مشخص می‌شود. در صورتیکه تجهیزات به طور عمده قرمز باشند ممکن است به تشخیص مسئولین نیاز به رنگ کردن پس زمینه وجود نداشته باشد.

**۲۰-۳-۹-۵** اگر بنا به هر دلیلی تجهیزات آتش‌نشانی در مکانی دور از دید مستقیم قرار داشته باشد، باید مکان آنها با علائم و جهت نماهای مناسب تجهیزات آتش‌نشانی طبق مشخصات «علائم تصویری ایمنی» معین شود.

**۲۰-۳-۹-۶** علامت تصویری ایمنی می‌تواند با متن نوشتاری همراه شود، اما متن نوشتاری به تنهایی به عنوان علامت تصویری ایمنی کفایت نمی کند. شماره تلفن آتش نشانی می تواند بعنوان مکمل در جوار علامت تصویری ذکرشود. نصب تابلوی حاوی پلان معماری هر طبقه با تعیین موقعیت وسائل اطفای حریق و راه های خروج در آن توصیه می شود.

**۲۰-۳-۹-۷** مجوز صادره جهت سیستم های اعلام و اطفای حریق باید بصورت ادواری کنترل شود. همچنین تعمیر، حفظ ونگهداری سیستم های اعلام و اطفای حریق الزامی است.

**۲۰-۳-۱۰ ضوابط کلی استفاده از علائم نوری:**

**۲۰-۳-۱۰-۱** علامت باید به میزان کافی روشن و قابل رویت بوده، اما باعث خیره‌شدن چشم نشود.

**۲۰-۳-۱۰-۲** رنگ علائم نوری ایمنی باید هماهنگ و مطابق جدول رنگهای ایمنی باشد.

**۲۰-۳-۱۰-۳** به منظور جلوگیری از سردر گمی، از به کار بردن چند علامت هشدار ایمنی نوری در کنار یکدیگر یا در نزدیکی یک منبع نور مشابه اجتناب شود.

**۲۰-۳-۱۰-۴** اگر یک علامت نوری بتواند به دوشکل روشن دائمی و یا چشمک‌زن و گردان عمل نماید، در موارد لازم از حالت چشمک‌زن و گردان استفاده گردد تا باعث القاء میزان خطر بالاتر و فوریت بیشتر شود.

**۲۰-۳-۱۰-۵** دور و فرکانس خاموش و روشنی یک علامت ایمنی چشمک‌زن باید به گونه‌ای انتخاب شود که پیام به‌طور کامل منتقل گردد و باعث سردرگمی و اختلاط با دیگر علامتهای نوری موجود در محل، مانند علائم همیشه روشن نشود.

**۲۰-۳-۱۰-۶** اگر یک علامت نوری در کنار یک علامت صوتی بکار رود، باید بین آنها هماهنگی ایجاد شود. به این صورت که دور و فرکانس نور چشمک‌زن و گردان باید همزمان با افت و خیز علائم صوتی باشد.

## ۲۰-۳-۱۱ ضوابط کلی استفاده از علائم صوتی:

**۲۰-۳-۱۱-۱** بکارگیری علائم صوتی در حریق برای آگاه نمودن مردم از وجود خطر در آن محل است. این سیستم هشداردهنده باید طبق برنامه‌ریزی قبلی برای تخلیه به موقع افراد از مکانهای مورد نظر عمل نماید.

**۲۰-۳-۱۱-۲** آژیر حریق علامتی صوتی است که توسط دستگاهی خاص، بدون کمک صدای انسان و با صداهای مصنوعی منتشر می‌شود. آژیر حریق باید دارای مشخصات زیر باشد:

- دارای صدایی باشد که به میزانی قابل توجه از صداهای محیط بلندتر باشد تا در تمام فضای محل کار شنیده شود.
- به سادگی از میان سایر صداها و علائم صوتی دیگر قابل تشخیص باشد.
- تا تخلیه ساکنین ادامه یابد.

**۲۰-۳-۱۱-۳** آژیر اعلام حریق می تواند به گونه های متفاوتی باشد ولی روش بکار گرفته شده باید متناسب با شرایط کاربری و ساختمان مورد نظر باشد.

**۲۰-۳-۱۱-۴** آژیر اعلام حریق می تواند با علائم نوری و چشمک‌زن همراه باشد.

**۲۰-۳-۱۱-۵** توصیه می شود که نصب سیستم هشداردهنده با هماهنگی مسئولین و کارشناسان ذیربط انجام گیرد.

**۲۰-۳-۱۱-۶** در هر زمان باید فقط یک علامت صوتی منتشر شود.

**۲۰-۳-۱۱-۷** اگر وسیله‌ای قادر به پخش صدا در فرکانس های ثابت یا متغیر است، از فرکانس های متغیر بیش از **db** ۱۰ بالاتر از صدای محیط استفاده شود، تا وضعیت اضطراری را القا کند.

**۲۰-۳-۱۱-۸** چنانچه دستگاهی بتواند علائم صوتی را در فواصل منظم و متغیر پخش نماید می توان از طول موج متغیر برای خطرات درجه بالا و یا نیاز فوری و اضطراری استفاده کرد.

### ۲۰-۳-۱۲ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی کلامی:

**۲۰-۳-۱۲-۱** ارائه کنندگان علائم ایمنی کلامی باید آگاهی کافی از زبان استفاده شده داشته و آن را به درستی تلفظ و درک کنند.

**۲۰-۳-۱۲-۲** ارتباط کلامی بین پیام‌دهنده و یک یا چند شنونده می تواند بصورت : یک متن کوتاه، جمله به جمله، گروهی از کلمات یا کلمات فرد باشد.

**۲۰-۳-۱۲-۳** پیامها باید حتی‌الامکان مختصر، ساده و واضح بوده و مهارت ارتباط کلامی پیام دهنده با قابلیت شنونده پیام طوری باشد که ارتباط به نحو مناسبی برقرار گردد.

**۲۰-۳-۱۲-۴** ارتباط کلامی مستقیم می تواند بصورت مستقیم (با صدای گوینده) و یا غیرمستقیم توسط صدای ضبط شده انسان و یا صدای مصنوعی پخش گردد.

### ۲۰-۳-۱۳ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی با حرکات دست

**۲۰-۳-۱۳-۱** علائم ایمنی حرکات دست برای هدایت‌کردن حرکات وسایل نقلیه و دستگاه هائی چون جرثقیل‌ها، که ممکن است خطرساز باشند، به‌کار می روند. علائم باید دقیق، ساده، سهل‌الاجراء و قابل درک باشند.

**۲۰-۳-۱۳-۲** مسئول کارگاه باید اطمینان حاصل نماید که علامت دهنده و علامت گیرنده آگاهی کامل به علائم حرکتی دست داشته و آموزش لازم را دیده باشند.

**۲۰-۳-۱۳-۳** در مواردی که علائم حرکت دست اعلام شده کفایت نمی کند، می توان از علائم توافق شده تکمیلی استفاده کرد.

**۲۰-۳-۱۳-۴** علائم توافق شده در کارگاه باید در همه قسمتها بصورت یکسان استفاده شود. چنانچه کارکنان با این علائم و آیین‌نامه‌ها آشنائی نداشته باشند آموزش آنان الزامی است.

**۲۰-۳-۱۳-۵** علامت‌دهنده باید در موقعیتی قرار گیرد که تسلط کافی بر عملیات داشته و توسط کلیه مخاطبین دیده شود، ولی خودش در معرض خطر ناشی از انجام آن عملیات قرار نگیرد.

**۲۰-۳-۱۳-۶** در طول عملیات وظیفه علامت‌دهنده فقط هدایت عملیات و انجام اقدامات لازم جهت ایمنی افراد حاضر در محوطه می باشد.

**۲۰-۳-۱۳-۷** در بعضی موارد به منظور حفظ ایمنی لازم است از نیروی کمکی و فرد دیگری برای هماهنگی عملیات استفاده شود. در این مورد باید اطمینان حاصل شود که شخصی که علائم را دریافت می نماید از یک علامت دهنده پیروی می نماید، مگر در حالت های خاص که از قبل هماهنگ شده باشد.

**۲۰-۳-۱۳-۸** چنانچه انجام دهنده عملیات قادر به ادامه اجرای کار به نحو مطلوب و ایمن نباشد کل عملیات باید تا زمان دریافت دستورات بعدی متوقف گردد.

**۲۰-۳-۱۳-۹** چنانچه شرایط جوی به نحوی باشد که نور کم شود ویا کاهش دید پدید آید، لازم است علامت دهنده از لباس های بازتاب نور یا خود نور استفاده کند. استفاده از وسایلی مانند راکت یا بازو بندهای شبرنگ نیز برای درک و شناسائی بهتر علائم توصیه می شود.

## ۲۰-۳-۱۴ ضوابط کلی استفاده از علائم ایمنی در اطراف محل خاکریزها و گودال های با خطر سقوط یا تصادم

**۲۰-۳-۱۴-۱** برای جلوگیری از صدمات ناشی از سقوط افراد از ارتفاع و یا اصابت اجسام در حال سقوط یا تصادم با خاکریزها، علاوه بر نصب علائم تصویری ایمنی، در اغلب موارد نصب نرده‌های محافظ نیز ضروری است. در صورتی که احتمال خطر کم بوده و یا حفاظت با دیگر ابزارها ممکن نباشد، علامت‌گذاری مکان خطرناک ضروری است. استفاده از علامت زیر شامل نوارهای ممتد زرد و مشکی (یا قرمز و سفید)، در اطراف مکان های فوق الذکر الزامی است. در این علامت نوارها تحت زاویه ۴۵ درجه قرار دارند و دارای اندازه‌های مساوی‌اند.

**۲۰-۳-۱۴-۲** در اطراف گودالهای باخطر سقوط، نصب دستگاه های علامت دهنده چشمک‌زن نیز توصیه می شود. این دستگاه ها باید در زمان خطر احتمالی مجهز به لامپ های اضافه بوده و تحت مراقبت خاص باشند.

# بخش دوم – تابلوها و علائم هشدار دهنده لازم در داخل ساختمان ها

## ۲۰-۴ علائم و چراغ های خروج اضطراری

### ۲۰-۴-۱ علائم خروج اضطراری

**۲۰-۴-۱-۱** به منظور هدایت صحیح افراد، خروجی‌های مختلف ساختمان باید توسط علائم و تابلوها کاملاً واضح و آشکار گردند تا مردم بدانند راههایی غیر از راهی که از آن وارد شده‌اند نیز برای خروج وجود دارد.

**۲۰-۴-۱-۲** باید از روشن شدن چراغها و علائم نورانی نصب شده بر فراز دربهای خروج به محض اعلام خطر اطمینان حاصل شود. اگر امکان قراردادن علامت نورانی بر فراز درب وجود ندارد، باید در محلی که به وضوح قابل رؤیت بوده و کمتر امکان کثیف و یا پنهان‌شدن در پشت موانع را دارد، نصب گردد.

**۲۰-۴-۱-۳** اگر خروجی در معرض دید نباشد و یا کسی را که در حال گریختن است دچار تردید نماید نصب علائم مکمل خروج اضطراری به همراه جهت نماها به تعداد لازم و در مکانهای مناسب در طول مسیر خروج، الزامی است.

**۲۰-۴-۱-۴** در ساختمانهایی که تنوع مشاغل وجود دارد هنگام نصب علائم ایمنی باید از علائم همسان استفاده شود تا مردم را در مورد مسیرهای خروجی دچار سردرگمی نکند.

در اینگونه موارد مالک ساختمان مسئول نصب علائم در مکانهای عمومی (مثلاً راه‌پله) بوده و در صورت عدم اطلاع باید با مسئولین ذیربط در آتش نشانی هماهنگ نماید. صاحبان مشاغل آزاد نیز مسئول نصب علائم ضروری در داخل قسمت خود از ساختمان هستند.

**۲۰-۴-۱-۵** مسئول ایمنی ساختمان باید نصب تابلوهای تکمیلی جهت باز نگهداشتن مسیرهای خروجی را ،که معمولاً کمتر استفاده می شود و امکان تبدیل آنها به انباری و محل انباشت وسایل وجود دارد، الزامی کند. این علامات باید در محل هائی که به وضوح دیده شود، با مضمون « خروجی اضطراری - راه را باز نگهدارید » در قسمت مناسبی از درب نصب شوند.

**۲۰-۴-۱-۶** علائم نورانی خروج باید دارای نورپردازی داخلی و دارای حروف سفید رنگ بر اساس ضخامت قلم حداقل ۲۰ میلیمتر در روی زمینه شفاف سبز رنگ، حاوی کلمات "خروج اضطراری" یا "راه پله اضطراری" باشند و در نزدیکی درب یا پنجره ای که به خروجی اضطراری هدایت می شود نصب گردند.

**۲۰-۴-۱-۷** در صورتیکه از همه نقاط خروجی، علامت خروج اضطراری دیده نشود، باید علائم نورانی دیگری بصورت جهت نما، با نورپردازی داخلی یا خارجی با حروف سفید بر اساس ضخامت قلم حداقل۱۰ میلیمتر، بر زمینه سبز در راهروها یا گذرگاه ها نصب شود.

**۲۰-۴-۱-۸** همه اتاقهای خواب در مکانهای اقامت موقت باید یک پلاک با علامت تصویری در زمینه سفید و حروف سبز که محل خروج اضطراری را بصورت واضح مشخص نماید، دارا باشند.

## ۲۰-۴-۲ چراغ های خروج اضطراری

**۲۰-۴-۲-۱** در راه پله ها چراغ های اضطراری باید در داخل محوطه پلکان و متصل به سیستم برق اضطراری باشند و حداقل یک چراغ سفید رنگ در هر پاگرد طبقه و یک علامت نورانی خروج اضطراری از داخل نورپردازی شده برروی درب خروج، راهنما به سمت خارج یا خیابان، نصب شود. ضمناً باید چراغ سفید رنگ دیگری نیز در پاگرد وسط طبقات (که می تواند متصل به سیستم برق اضطراری نباشد) قرار داشته باشد.

**۲۰-۴-۲-۲** روشنائی چراغ های اضطراری راه پله ها نباید از ۴۰ وات کمتر باشد. چراغ های کنار هر پله می تواند ۱۰ وات باشد. سایر چراغ های اضطراری نباید ضعیف تر از ۲۵ وات باشند.

**۲۰-۴-۲-۳** در هر تغییر مسیر راهروها و گذرگاههای خروج یا تقاطع آنها با راهروهای عمومی و پله ها، باید یک چراغ سفید متصل به سیستم برق اضطراری نصب گردد.

این چراغ باید در بالای هر علامت راهنما ، هر درگاهی و راه فرار از حریق در بیرون ساختمان نیز نصب شود، مگر در صورتی که مسئول آن، نورپردازی موجود خیابان را برای روشنائی آن کافی بداند.

**۲۰-۴-۲-۴** هر راهرو عمومی، گذرگاه خروج اضطراری و راه فرار از حریق، باید حداقل یک چراغ اضطراری سفید رنگ، برای هر ۲۴ متر طول راهرو یا بخش های وابسته آن، داشته باشد و باید روشنائی عمومی که به سیستم چراغ های اضطراری متصل نمی گردد، تکمیل کننده آن باشد. در صورتیکه تعداد چراغ ها از یک چراغ اضطراری و یک چراغ عادی کمتر نباشد، می توان از چراغ اضطراری برای تأمین نور عمومی نیز استفاده کرد.

**۲۰-۴-۲-۵** چراغ اضطراری نصب شده در تقاطع یا محل تغییر جهت راهروها یا گذرگاه های خروج، بشرط آنکه طول آنها از ۲۴ متر تجاوز نکند، می تواند بعنوان چراغ الزامی اضطراری برای آن راهروها و گذرگاههای خروج نیز استفاده شود.

**۲۰-۴-۲-۶** علامت نورانی خروج باید در محل خروجی ها، یا محل قرارگیری خروجی های حریق در راهروهای عمومی نصب گردد. مگر در مواردی که آن خروجی ها محل اتصال به اتاق یا فضاهای دیگری باشد که دارای اتصال مستقیم به راهرو هستند.

**۲۰-۴-۲-۷** علامت نورانی خروج اضطراری باید در محل همه درب ها و پنجره هائی که بعنوان خروج به راه پله، سطوح شیبدار، خروجی های افقی ، راهروها ، پلکانهای خارجی یا گذرگاه ها استفاده می شوند، تعبیه شود. در شرایط خاصی که مسئول آن بخاطر عدم استفاده از کاربری در ساعات شب اجازه می دهد ( مثل بانک ها یا کاربری های عادی دیگر)، این علائم تصویری می تواند فاقد روشنائی داخلی باشد.

# بخش سوم- تابلوها و علائم هشدار دهنده الزامی در کارگاه ها

## ۲۰-۵ ضوابط کلی علائم هشدار دهنده الزامی در کارگاه ها

**۲۰-۵-۱** نصب علائم مندرج در این مقررات در مسیرهای آمد و شد و مکانهای خطرناک ( نظیر جایی که امکان لغزیدن و افتادن از بلندی برای عابران وجود دارد یا ارتفاع سقف برای عبور کوتاه است) الزامی است.

**۲۰-۵-۲** نصب علائم هشدار دهنده مناسب مطابق تابلوهای هشدار دهنده مندرج در بند ۲۰-۲-۴-۱-(۲) در انبارها و کلیه محل های ذخیره مواد خطرناک، الزامی می باشد.

**۲۰-۵-۳** در مواردی که احتمال تهدید سلامت و ایمنی کارکنان وجود داشته و با نظارت های لازم مهندسی و سیستم های ایمنی قابل پیشگیری و کنترل نباشد، کارفرمایان ملزم هستند که از وجود تابلو ها و علائم لازم و کافی و نصب علائم در محیط یقین حاصل نمایند.

**۲۰-۵-۴** استفاده از تابلوها و علائم ایمنی مندرج در این مقررات جانشین دیگر روش های کنترل خطر نمی‌باشد. برای مثال اگر در کارگاهها خطر آتش‌سوزی مواد قابل اشتعال وجود داشته باشد، علاوه بر اقدامات احتیاطی و پیشگیریهای ضروری در مقررات، نصب تابلوی «سیگارکشیدن ممنوع» هم الزامی است.

**۲۰-۵-۵** در محیط کارگاه ها کارفرمایان مسئول حفظ جان کارکنان از خطر بوده و موظف به حصول اطمینان از نصب علائم حفاظتی ـ ایمنی در محل های لازم هستند.

**۲۰-۵-۶** پیمانکاران جزء (که خود نیز کارفرما هستند)، موظفند میزان آشنایی کارکنانشان را با علائم ایمنی کنترل نموده و از نصب علائم ایمنی مناسب و حاوی پیام درست در محل های لازم، اطمینان یابند.

**۲۰-۵-۷-** در محوطه های کارگاهی که وسائل نقلیه تردد می نمایند، استفاده از علائم راهنمای رانندگی منطبق با ضوابط راهنمای رانندگی و دستگاه های ذیربط الزامی است.

**۲۰-۵-۸** چنانچه به هر علتی (مثل پوشیدن وسایل و ابزار ایمنی) میزان شنوائی و یا بینائی کاهش یابد، اقدام برای بهتر شدن دید و یا شنیدن هشدارهای ایمنی (مثلاً با افزایش حجم صدا و یا افزایش میزان روشنایی) الزامی است.

**۲۰-۵-۹** در بعضی موارد لازم است ترکیبی بیش از یک نوع علامت ایمنی استفاده شود. برای مثال علائم نوری با یک علامت صوتی حاوی پیام خطر (مثل آژیر خطر) ترکیب گردد و یا علائم حرکات دست با ارتباط کلامی ترکیب شود تا افراد را از خطر مطلع نماید.

**۲۰-۵-۱۰** اندازه تابلوها و علائم نصب شده در محل کار باید مناسب و به سهولت قابل دید و درک باشد. در مواقعی که نور محیط ضعیف باشد بهتر است از روشنایی مصنوعی استفاده و یا علامت ایمنی را از مواد براق بازتاب تهیه نمود و یا هر دو روش را بکار برد.

**۲۰-۵-۱۱** تابلوها و علائم تصویری ایمنی باید دوام‌پذیر باشد و بدرستی نصب و به دقت نگهداری گردد و در صورت لزوم تمیز، شسته و یا دوباره رنگ شود.

**۲۰-۵-۱۲** نصب دائم تابلوها الزامی است مگر در مواردی که کارگاه و یا خطر ناشی از کار، موقت باشد. مثل استفاده از علائم هشداردهنده موقت و قابل حمل در صورت لغزنده شدن محل عبور توسط نظافت‌کنندگان، در این شرایط باید از علائم ایمنی موقت استفاده کرد.

**۲۰-۵-۱۳** نصب تعداد زیاد علامت تصویری در مجاورت یکدیگر ممنوع است. نصب تعداد زیادی تابلو در یکجا نزدیک بهم ، خطر گمراهی و یا عدم توجه به پیام های آنها را در پی دارد.

**۲۰-۵-۱۴** چنانچه شرایط تغییر یابد و احتمال خطری نباشد و دیگر نیازی به علامت خاصی نباشد، به منظور جلوگیری از اشاعه اطلاعات نادرست و گمراه نشدن افراد، مسئولین مربوطه باید علائم را از محل جمع آوری نمایند.

**۲۰-۵-۱۵** علائم تصویری ایمنی حتی الامکان باید بصورت همسان استفاده شوند و تغییرات جزئی در آنها تنها به شرطی مجاز است که باعث اشتباه در پیام رسانی نشود. اگر در میان علائم تصویری ارائه شده در این مقررات علامت مورد نیاز یافت نشد، به شرط تبعیت از اصول کلی ذکر شده می‌توان علائمی را طراحی کرد.

**۲۰-۵-۱۶** علائم تصویری ایمنی باید ساده و فقط دارای جزئیات ضروری باشند.

**۲۰-۵-۱۷** در مواردی ادغام علائم ایمنی با یک متن کوتاه بصورت زیرنویس تکمیلی برای آسان سازی فهم آن مفید است. زمینه رنگی متن تکمیلی باید همانند رنگ علائم اصلی باشد.
(خصوصیات و ویژگی های انواع علائم تصویری ایمنی در صفحات ۳ الی ۹ ارائه گردیده است).

## ۲۰-۶ لزوم نصب علائم ایمنی بر روی مخازن و خطوط لوله حاوی مواد خطرناک

### ۲۰-۶-۱ کاربرد علائم برای نشانه‌گذاری مخازن و مجراهای دارای مواد خطرناک:

مخازن و مجراهایی که برای نگهداری و یا انتقال مواد خطرناک به کار می روند و لوله‌های روکار حاوی مواد خطرناک در محل کار، باید دارای برچسب و علامت تصویری ایمنی باشند. مگر آنکه احتمال بروز خطر بقدری کم شود که قابل توجه نباشد.

**۲۰-۶-۱-۱** نصب علائم هشدار دهنده روی لوله‌های کوتاه منشعب از مخزنی که خود دارای علامت هشدار دهنده است، الزامی نیست.

**۲۰-۶-۱-۲** اطلاعات تکمیلی دیگر مانند نام ماده خطرناک و یا جزئیات و نحوه مقابله با خطر را می توان به برچسب و علامت تصویری ایمنی افزود.

**۲۰-۶-۱-۳** علائم تصویری باید در جائی که به وضوح قابل مشاهده باشند نصب گردند. این علائم باید با دوام بوده و می‌توانند به صورت برچسب و یا بصورت نقاشی شده در موقعیت مناسب قرار گیرند.

**۲۰-۶-۱-۴** در لوله های طویل انتقال مواد خطرناک علائم تصویری را می توان در نقاط میانی نصب نمود. نصب تعداد زیادی علامت تصویری روی لوله های حاوی مواد خطرناک باعث گمراهی کارکنان می شود.

### ۲۰-۶-۲ کاربرد علائم برای نشانه‌گذاری محوطه‌ها و مکان های دارای مواد خطرناک:

**۲۰-۶-۲-۱** نصب علائم تصویری ایمنی در مکانهایی که محل ذخیره سازی مقدار قابل توجهی مواد خطرناک است، الزامی است. مگر آنکه برچسب های علائم تصویری ایمنی نصب شده روی ظرفهای حاوی ماده خطرناک از بیرون و یا از محوطه اطراف به وضوح دیده شوند.

**۲۰-۶-۲-۲** انبارهای محل نگهداری مواد خطرناک مختلف، باید با علامت هشداردهنده «خطر عمومی» مشخص شوند.

محل مناسب نصب برچسبها و علائم فوق الذکر در نزدیکی مکان نگهداری مواد و روی درهای منتهی به اتاقهای نگهداری مواد می‌باشد.

### ۲۰-۶-۳ علامت گذاری در کارگاه های موقت داخل جاده ها یا هنگام خط کشی خیابانها ، برای اعلام موانع و محل های خطرناک

**۲۰-۶-۳-۱** در جاهائی که ایجاد کارگاه موقت در داخل خیابان لازم باشد، برای حفاظت جان کارگران در جاده‌هائی که حرکت وسایل نقلیه در آنها جریان دارند محدوده کار باید با نوارهای ممتد به‌صورت واضح و قابل دید ترجیحاً با رنگ سفید یا زرد و با درنظرگرفتن رنگ محیط علامت‌گذاری

شوند. ابعاد این علامت‌گذاری باید با مقیاس واقعی موانع و یا مکانهائی که دارای خطر است، متناسب باشد.

**۲۰-۶-۳-۲** نوارها باید طوری تعبیه شوندکه فاصله ایمن لازم بین وسیله نقلیه و ابزاری که درنزدیکی آن قرار می گیرد و محل عبور عابرین را از سواره رو، مشخص نماید.

**۲۰-۶-۳-۳** راههای دائمی محل های مسکونی حتی الامکان باید توسط علائم مشابه بند فوق علامت‌گذاری گردند مگر در صورتیکه حفاظ مناسب و پیاده‌رو داشته باشند.

**۲۰-۶-۳-۴** رعایت ضوابط و مقررات شهرداری ها در کارگاه های موقت داخل جاده ها یا هنگام خط کشی خیابانها الزامی است.

## بخش چهارم- تابلوها و علائم در معابر و فضاهای شهری و محیط خارج از ساختمان

### ۲۰-۷ ضوابط کلی

**۲۰-۷-۱** همه تابلوهای تبلیغاتی و معرف کاربری و شخصی، به جز موارد ذکرشده تحت عنوان تابلوهای بی نیاز از جواز، برای نصب در محل باید مجوز تابلو اخذ نمایند .

**۲۰-۷-۲** تغییرات بعد از ساخت و نصب تابلو ها باید کاملا منطبق بر مشخصات تعیین شده در مجوز تابلو باشد . هرگونه تغییر مغایر با مشخصات مندرج در مجوز باید با اطلاع و اجازه مسئولین ذیربط ، یا با تجدید مجوز صورت گیرد .

**۲۰-۷-۳** اجرای مفاد این مقررات در مورد تابلو ها نباید دارای تناقض با سایر قوانین و مقررات شهری مصوب و مقررات ملی ساختمان و یا سایر مقرراتی که در مرتبه بالاتری نسبت به تأمین سلامتی و ایمنی و رفاه مردم وضع وتصویب شده اند، باشد.

**۲۰-۷-۴** دارنده تابلو مسئول نگهداری از آن در شرایط منطبق با مجوز است. در غیاب او این مسئولیت به مالک ملک محول می گردد.

**۲۰-۷-۵** به کاربری هایی که از نظر قوانین کشور و ضوابط شهری اجازه استقرار وفعالیت در محل خود را ندارند ، مجوز نصب تابلو داده نمی شود .

**۲۰-۷-۶** این مقررات شامل کلیه تابلوهائی می گردد که در فضاهای عمومی و برای استفاده عموم به کار گرفته می شود.

**۲۰-۷-۷** در مناطق و ساختمان هایی که به در خواست هیأت مدیره مسئول و تصویب مسئولین ذیربط، محلهای خاصی برای نصب تابلوها در نظر گرفته می شود، تبعیت از مشخصات مصوب برای کلیه دارندگان تابلو الزامی است.

**۲۰-۷-۸** در مناطق و ساختمانهای با ارزش تاریخی ، تابلوها از مشخصات ویژه ای تبعیت می کنند. تعیین مشخصات تابلوها در اینگونه مناطق و ساختمانها منوط به ضوابط خاص یا طراحی مجموعه تابلوهای روی نمای ساختمان از جهت شکل، ابعاد، محل نصب، رنگ آمیزی، نورپردازی و غیره خواهد بود. در طراحی مجموعه تابلوها باید نکات زیر مورد توجه قرار بگیرد:

**الف)** خدشه دار نشدن شخصیت و هویت بافت و معماری با ارزش وتاریخی.

**ب)** تقلیل تأثیر وجودی تابلوها روی نمای ساختمان و مجموعه به حد اقل ممکن از طریق محدودیت ابعاد و هماهنگی رنگ و شکل آنها با نما و تطابق محل نصب آنها با تقسیمات نمای ساختمان.

## ۲۰-۸ تابلو هائی که نیاز به مجوز ندارند ، تابلو های نیازمند مجـوز و تابلوهـای غیرمجاز:

### ۲۰-۸-۱ تابلو های که نیاز به مجوز از مدیریت های شهری ندارند:

**۲۰-۸-۱-۱** تابلوی موقت معرفی کننده دست اندرکاران امر ساختمان در ساختمان هـای در حـال احداث حاوی نام کارفرما، مجری، طراح معماری و سازه و... پیمانکاران و تاریخ آغاز به کار ساختمان، کاربری آتی بنا ، با ابعاد حداکثر ۱ مترمربع ، در مدت ساخت بی‌نیاز از مجوز است.

**۲۰-۸-۱-۲** تابلو های موقت مربوط به اجاره و فروش ابنیه وامـلاک ، در مـساحت حـد اکثـر ۰/۵ مترمربع به تعداد یک عدد واقع در هر ملک .

**۲۰-۸-۱-۳** تابلو های هشدار دهنده موقت در مورد ساختمان در دسـت احـداث، امکـان سـقوط مصالح ساختمانی و نظایر آن ، به مساحت حداکثر ۰/۲۵ متر مربع .

**۲۰-۸-۱-۴** پلاک معرف تأسیسات و اماکن مربوط به تأسیسات زیـر بنـائی شـهری، پـست بـرق، مخابرات و تلفن و... به مساحت حد اکثر ۰/۲۵ مترمربع .

**۲۰-۸-۱-۵** شیشه نویسی روی ویترین مغازه ها در صورتیکه از ۲۵٪ سطح شفاف ویتـرین تجـاوز ننماید.

**۲۰-۸-۱-۶** تذکرات و هشدارهای ایمنی و عمومی در ابعاد حد اکثر ۰/۲۵ متر مربع .

**۲۰-۸-۱-۷** تابلوهایی که از سوی مقامات رسمی نصب می شود شامل: تابلوهای انتظامی، تابلوهای اطلاع رسانی و راهنمای مسیر و تابلوهای راهنمای شهری .

**۲۰-۸-۱-۸** پرچم کشور یا دیگر کشورها و سازمان هائی که دولت جمهوری اسلامی ایـران عـضو آنها می باشد، گروهها و پیامهای دینی ، نهادهای سیاسی مدنی .

**۲۰-۸-۱-۹** تابلوهای کوچک که نمایانگر شماره پلاک هستند، منجمله تابلوهای کوچکی که جهت معرفی نام ساکنین یک واحد مسکونی تعبیه میشوند.

**۲۰-۸-۱-۱۰** تابلوهای منع کننده از شکار، ماهیگیری، آبتنی، ورود به امـلاک خـصوصی، هـشدار دهنده نسبت به حیوانات وحشی و نظایر آن.

### ۲۰-۸-۲ تابلوهای غیر مجاز:

**۲۰-۸-۲-۱** هر نوع تابلو دارای نور پردازی که موجب تابش نور مستقیم به داخـل بناهـای اطـراف خود شود، مگر آنکه تابلو مربوط به بنای مذکور باشد.

**۲۰-۸-۲-۲** هرنوع تابلوئی که کل یا بخشی از آن به هر شکلی متحرک طراحی شده باشد و از مسیر برزگراه ها قابل رویت باشد غیر مجاز است. این ممنوعیت شامل عقربه های ساعت، بادنماها و پرچم ها یا آن دسته از تابلوهای موقتی که نصب آنها مجاز دانسته شده، نمی شود.

**۲۰-۸-۲-۳** هر نوع تابلویی که دارای چراغهای چشمک زن، چراغ های با نورهای لحظه‌ای خیره کننده یا چراغ های رنگی متحرک یا با شدت رنگ متغیر بوده و از مسیر بزرگراه ها قابل رویت باشد، غیر مجاز است. چنانچه این تابلوها مطابق قوانین برای امنیت عمومی مردم یا هشدارهای ترافیکی نصب شده و یا نشانگر زمان، دما، شرایط جوی یا محیطی باشد، مجاز است.

**۲۰-۸-۲-۴** هر نوع تابلویی که پنجره، درب، راه های خروج اضطراری، پلکانها یا نردبان های فرار یا عادی و بازشوها یا دریچه های ورود نور یا هوا یا هر نوع راه دخول و خروج بنا را سد کرده باشد.

**۲۰-۸-۲-۵** هر نوع تابلویی که در محیط های عمومی یا املاک خصوصی به درخت نصب شود.

**۲۰-۸-۲-۶** هر گونه تابلو که در محیط های عمومی یا املاک خصوصی بر روی تجهیزات شهری مانند پست های برق، کیوسک تلفن، تیرها، جدول های کنار معابر، پیاده روها، چراغ های برق، شیرهای آتش نشانی، پل ها، علائم بزرگراه ها یا تابلوهای دیگر نصب شوند.

**۲۰-۸-۲-۷** هر نوع تابلوئی که به دلیل مکان قرارگیری، موقعیت، اندازه، شکل یا رنگ موجب مسدود کردن، معیوب کردن، محو و تضعیف کردن، مانع شدن یا مغشوش کردن منظر علائم انتظامی و کنترل ترافیک یا هر علامت یا وسیله دیگری شود که توسط نهادهای دولتی وعمومی نصب شده است و همچنین باعث اغتشاش عبور یا اشتباه در هدایت وسائل نقلیه گردد.

چنانچه انواع تابلوهایی که پیشتر در بخش "تابلوهای بی نیاز ازجواز" ذکر شده اند نیز دارای خصوصیات تابلوهای غیر مجاز باشند، این ممنوعیت شامل آنها نیز خواهد شد.

## ۲۰-۸-۳ انواع پلاکها و تابلوهاي مجاز :

**الف** - تابلوهای راهنمای شهری

**ب** ـ تابلوهای راهنمای مسیر

**ج** - تابلوهای اطلاع رسانی

**د**- تابلوها و علائم انتظامی

**ه**- تابلوهای تبلیغاتی

**و**- تابلوها و پلاکهای معرف کاربری

**ز**- تابلوها وپلاکهای نام ساختمان

**ح**- تابلوها وپلاکهای داخل ساختمان

## ۲۰-۹ سطح مجاز تابلوها :

**۲۰-۹-۱** سطح مجاز تابلوهای راهنمای شهری، تابلوهای راهنمای مسیر، تابلوهای اطلاع رسانی و تابلوها و علائم انتظامی، در کنوانسیون های بین المللی و سایر مقررات داخلی تعیین گردیده است.

**۲۰-۹-۲** سطح مجاز تابلوهای تبلیغاتی، تابلو های معرف کاربری، تابلوهای نام ساختمان و تابلوهای داخل ساختمان بر اساس مقررات مورد عمل شهرداریها محاسبه و تعیین می گردد.

## ۲۰-۱۰ محدوده نصب انواع تابلوها :

### ۲۰-۱۰-۱ محدوده کلی نصب تابلوها:

**۲۰-۱۰-۱-۱** تابلوهای معرف کاربری الزاما" باید در ملک محل وقوع کاربری نصب شوند مگر در مواردی که در این مقررات آمده باشد.

**۲۰-۱۰-۱-۲** تابلوهای معرف کاربری فقط مجاز به نصب روی نمای اصلی ساختمان یا داخل ملک و رو به معبر عمومی می باشند.

**۲۰-۱۰-۱-۳** محل نصب تابلو بر ساختمان باید به صورتی انتخاب شود که هماهنگ با خطوط و سطوح اصلی معماری و نمای ساختمان بوده و به تشخیص مسئولین به معماری و نمای ساختمان لطمه ای وارد نیاورد . تابلوها نباید نمای دومی برای ساختمان پدید آورند ، بلکه باید به گونه ای طراحی و نصب شوند که جزئی از نمای ساختمان به چشم آیند.

**۲۰-۱۰-۱-۴** تابلوهای مجاز روی نمای اصلی ساختمان باید به گونه ای قرار گیرند که در دید عمومی بر نمای ساختمان ، هیچ بخشی از تابلو از لبه های محیطی نمای ساختمان خارج نگردد . محل نصب تابلوها باید همواره از لبه های عمودی نما نسبت به دیوار همسایه حد اقل ۱۵سانتیمتر و از کف پیاده رو حداقل۶۰ سانتیمتر فاصله داشته باشد.

### ۲۰-۱۰-۲ ارتفاع حد زیرین تابلوها :

**۲۰-۱۰-۲-۱** حد زیرین ارتفاع تابلوهایی که از زیر آنها عبور میشود نباید از ۲/۵ متر پایین تر باشد و یا سازه و اجزای آن بالاتر از این ارتفاع نسبت به متوسط تراز کف و زمین معبر قرار گیرند.

**۲۰-۱۰-۲-۲** حد زیرین تابلوهای دیواری وتابلو های ایستاده ای که ضخامت آنها از ۱۰ سانتیمتر تجاوز نمی کند و از زیر آن افراد عبور نمی کنند ، باید حد اقل ۶۰ ساتیمتر بالاتر از متوسط کف و زمین باشد .

### ۲۰-۱۰-۳ ارتفاع مجاز حد فوقانی تابلوها :

**۲۰-۱۰-۳-۱** در تابلوهای معرف کاربری حداکثر ارتفاع مجاز نصب لبه فوقانی تابلوهای دیواری مربوط به کاربری های واقع در طبقه همکف و نیز تابلوهای طره و ایستاده با پایه نگهداری آنها ، زیر سطح کف پنجره طبقه اول و حد اکثر ۶ متر از متوسط کف معبر است.

**۲۰-۱۰-۳-۲** حداکثر ارتفاع مجاز نصب تابلوهای دیواری نام ساختمان، حد نهایی دست انداز بام است.

### ۲۰-۱۰-۴ پیشروی مجاز تابلوها در حریم معابر عمومی :

**۲۰-۱۰-۴-۱** کلیه تابلوهای دیواری باید به صورتی روی نمای ساختمان نصب شوند که اگردر ارتفاع کمتر از ۲/۵ متر نسبت به زمین و کف قرار گیرند ،حد اکثر پیش آمدگی آنها در حریم معبر عمومی ۱۰ سانتیمتر باشد.

**۲۰-۱۰-۴-۲** به تابلوهای طره که عمود بر نمای اصلی ساختمان نصب می گردند ، به شرطی که پیش روی آنها در معبر عمومی حداکثر تا یک سوم عرض پیاده رو و حداقل ۹۰ سانتیمتر از لبه سواره رو فاصله داشته باشد، طبق مقادیر زیر اجازه پیشروی در حریم معبر عمومی داده میشود :

| حداقل ارتفاع حد زیرین تابلو نسبت به تراز کف معبر | حد اکثر پیشروی در معبر |
|---|---|
| ۲/۵ متر | ۲۵ سانتیمتر |
| ۲/۷۵ متر | ۵۰ سانتیمتر |
| ۳متر | ۷۵ سانتیمتر |
| ۳/۲۵ متر | ۱۰۰ سانتیمتر |
| ۳/۵ متر | ۱۲۵ سانتینتر |
| ۳/۷۵ متر | ۱۵۰ سانتیمتر |
| حداکثر پیش آمدگي در ارتفاع بالا تر از ۳/۵ متر از تراز کف معبر ۱/۵ متر است | |

حداقل ارتفاع لبه زیرین تابلوهای طره ویا هر نوع پیش آمدگی تابلو، در محدوده ۱۵ متری تقاطع خیابانها نباید کمتر از ۵ متر باشد.

### ۲۰-۱۰-۵ حریم تابلوهای مختلف :

**۲۰-۱۰-۵-۱** حریم تابلوهای انتظامی ، راهنمای شهری ، راهنمای مسیر به قرار زیر است:

حداقل فاصله لبه بیرونی تابلوها در معابر داخل شهر تا لبه سواره رو باید ۴۵ سانتیمتر باشد در مورد سایر معابر و بزرگراهها و معابر حومه شهر ضوابط شهرداری ها ملاک خواهد بود.

عدم تداخل انواع دیگر تابلوها در این حریم ضروری بوده و باعث افـزایش ایمنـی عبـور و مـرور و تمرکز حواس رانندگان و عابرین می شود .

**۲۰-۱۰-۵-۲ حریم تابلوهای معرف کاربری :**

یک سوم عرض پیاده روها از حد املاک مجاور خیابان به اندازه حداکثر ۱/۵ متر عرض به شرط باقی ماندن ۹۰ سانتیمتر تا لبه سواره رو حریم نصب تابلوهای معرف کاربری ها می باشد.

به لحاظ مشروط بودن اجازه پیشروی تابلوهای فوق در معبر عمومی محدوده نصب تابلوهای معـرف کاربری و تابلوهای انتظامی و راهنمای شهری باید همواره از هم مجزا باشد.

**۲۰-۱۰-۵-۳ حریم تابلوهای تبلیغاتی :**

در برخی خیابانها و میدانها و فضاهای شهری که در ضوابط شهرداری ها مجاز شناخته شوند، اجـازه نصب تابلوی تبلیغاتی داده می شود. حریم نصب تابلوهای تبلیغاتی طبق ضوابط شهرداری ها است .

**۲۰-۱۰-۵-۴ حریم تابلوهای اطلاع رسانی :**

در برخی خیابان ها و میدان ها و فضاهای شهری نصب تابلوهای اطلاع رسانی با تأیید مراجع مسئول مجاز خواهد بود .

## ۲۰-۱۱ خط و مطالب تابلوها :

### ۲۰-۱۱-۱ مطالب تابلو:

**۲۰-۱۱-۱-۱** درخصوص تابلوهای انتظامی، راهنمای شهری و راهنمای مسیر، مقـررات کنوانـسیون های بین المللی ملاک عمل خواهد بود.

**۲۰-۱۱-۱-۲** مطالب تابلوهای نام ساختمان محدود به نام و یک تصویر یا شماره ساختمان است.

**۲۰-۱۱-۱-۳** در هر تابلوی معرف کاربری حداکثر استفاده از مطالب زیر مجاز است:

نوع کاربری، شغل، نام خاص، تصویر مناسب با کاربری یا نماد کاربری (پیکتوگرام) یا علامت تجـاری که می تواند حاوی سال تأسیس باشد .

**۲۰-۱۱-۱-۴** دوباره نویسی و تکرارمطالب تابلو ممنوع است. (موارد اسـتثنا بـه تـشخیص مرجـع صدورپروانه تابلو مجاز است). این ضابطه شامل تابلوهای تبلیغاتی نمی شود.

**۲۰-۱۱-۱-۵** مطالب تابلو باید از نظر دستور زبان و املاء صحیح باشد . (موارد استثنا بـه تـشخیص مرجع صدورپروانه تابلو مجاز است) .

**۲۰-۱۱-۱-۶** تابلوهایی که مطالب آنها از نظر نهاد های قضایی کشور یا مسئولان کنترل تابلوها بـر خلاف عفت عمومی ویا مصالح اجتماعی تشخیص داده شود و یا به موجب شکایت افـراد حقیقـی و حقوقی و یا تشخیص نهادهای فوق الذکر مصالح آنان را تحدید کند و یا به آنها صدمه زنـد، ممنـوع است.

**۲۰-۱۱-۱-۷** تابلوهایی که با استفاده از شکل و رنگ وسایر مشخصات علائم هشدار دهنده ویا نوشته های "ایست"، "خطر" ودیگر مطالبی که به تشخیص مسئولین امکان ایجاد شبهه با تابلوهای انتظامی دارند، ممنوع است.

**۲۰-۱۱-۱-۸** استفاده از علامت و نمادکاربری (پیکتوگرام) برای کاربریهای اضطراری و عمومی به منظور تشخیص سریعتر اماکن مربوط به آن ها توصیه می شود.

**۲۰-۱۱-۱-۹** استفاده از الگو و طرح یکسان تابلو، برای تابلوهای معرفی کاربری های هم نوع توصیه می شود.

## ۲۰-۱۱-۲ خط در تابلو :

**۲۰-۱۱-۲-۱** خط تابلو و نحوه درج مطالب، به تشخیص مسئولین اجرای مقررات تابلوها، باید خوانا و قابل تشخیص باشد. محدودیت های زیر در مورد خط در تابلو الزامی است. موارد استثناء باید به تأیید مراجع ذیربط برسد.

**۲۰-۱۱-۲-۲** استفاده از خط و زبان فارسی در مطالب تابلوها الزامی است . ضرورت استفاده از زبان و خط بیگانه در کاربری های عمومی اضطراری مانند داروخانه، اماکن درمانی و اورژانس، پلیس و غیره بسته به تشخیص مسئولین اجرای مقررات تابلو و تبلیغات خواهد بود.

**۲۰-۱۱-۲-۳** اولویت خط فارسی بر خط بیگانه در کلیه تابلوهای معرف کاربری دوزبانه الزامی است. تنها در مواردی چون تابلوهای سفارتخانه ها، کلیسا ها، انجمن های اقلیت های قومی و سایر مواردی که کاربری به اتباع خارجی و اقلیت های قومی و زبانی اختصاص دارد، اولویت خط فارسی حذف می گردد، اما به هر حال در کنار خط بیگانه، خط فارسی نیز باید وجود داشته باشد.

**۲۰-۱۱-۲-۴** حداکثر اندازه حروف در تابلوهای تبلیغاتی و معرف کاربری که در مناطق تجاری ارائه می شوند، دو سوم ارتفاع تابلو یا ۷۵ سانتیمتر (هرکدام که کمتر باشد) خواهد بود. در مناطق مسکونی این اندازه به دو سوم ارتفاع تابلو یا ۵۰ سانتیمتر (هر کدام که کمتر باشد) محدود می گردد.

**۲۰-۱۱-۲-۵** در تابلو های معرف کاربری دو زبانه دارای اولویت خط فارسی، ارتفاع خط بیگانه به میزان حد اکثر دو سوم اندازه خط فارسی مجاز است.

**۲۰-۱۱-۲-۶** مطالب مندرج در تابلوهای تبلیغاتی فضای باز باید از جانب جاده ها، بزرگراه ها و خیابانهای شریانی درون شهر کاملا خوانا و واضح باشد چنین تابلوهایی باید بگونه ای نصب شوند که حداقل فاصله و خوانایی تعریف شده در ضابطه تابلوهای تبلیغاتی در آنها رعایت گردد.

## ۲۰-۱۲ رنگ و نورپردازی تابلوها :

### ۲۰-۱۲-۱ رنگ

**۲۰-۱۲-۱-۱** توصیه می گردد انتخاب رنگ تابلوها با توجه به ماهیت کاربری تعیین گردد.

**۲۰-۱۲-۱-۲** استفاده از رنگ های متنوع و ترکیب های گوناگون رنگی هماهنگ یا متضاد، در تابلوهای کاربری های تجاری و تبلیغاتی آزاد است.

**۲۰-۱۲-۱-۳** در تابلوهای ساختمانهای مسکونی، اداری، درمانی، مذهبی، آموزشی، بانک ها و سایر کاربری هایی که به تشخیص مسئول اجرای مقررات فاقد روحیه تجاری و تفریحی هستند، باید حداکثر از ۲ رنگ بدون احتساب رنگهای سفید وسیاه استفاده گردد.

**۲۰-۱۲-۱-۴** توصیه می شود که کلیه وزارتخانه ها و دستگاههای اجرائی هر یک برای شعب، ادارات و مؤسسات ذیربط خود تابلوهای یکسان با رنگهای مشخص تهیه نمایند تا این مؤسسات بهتر و آسان تر شناخته شوند.

**۲۰-۱۲-۱-۵** رنگ کلیه تابلوهای ایمنی، انتظامی، راهنمای شهری و راهنمای مسیر باید طبق مقررات کنوانسیون های بین المللی و سایر مقررات داخلی منجمله جدول رنگ های ایمنی مندرج در این مقررات باشد.

### ۲۰-۱۲-۲ نور پردازی در تابلوها

**۲۰-۱۲-۲-۱** نور پردازی تابلوهای معرف کاربری باید توسط منابع نوری ثابت باشد که از بیرون بر سطح تابلو بتابد و یا در داخل تابلو کار گذاشته شده باشد. این نور نباید مزاحمتی برای رانندگان و عابرین ایجاد نماید. به هر صورت نور تابلوها نباید در فاصله ۱۲۰ سانتیمتری بیش از یک شمع بر فوت مربع شدت داشته باشد.

**۲۰-۱۲-۲-۲** نور پردازی تابلوها نباید به گونه ای باشد که تابش مستقیم روی ساختمان ها و کاربری های اطراف داشته باشد. شدت نور تابلوها در هر نقطه از معابر عمومی یا فضاهای ساختمان یا ملک مجاور نباید بیش از یک شمع بر فوت مربع باشد.

**۲۰-۱۲-۲-۳** نور پردازی تابلوهای معرف کاربری و تبلیغاتی بصورت چشمک زن و رقصان در مناطق مسکونی و درحاشیه بزرگراه ها ممنوع است. این تابلوها باید فقط با نور ثابت نورپردازی شوند .

**۲۰-۱۲-۲-۴** در مناطق تجاری و در سایر مناطق، تابلوهای چشمک زن و رقصان، بنا به تأیید مسئولین اجرای مقررات تابلوها مجاز است.

**۲۰-۱۲-۲-۵** نصب تابلوی تبلیغاتی نورپردازی شده دارای چراغهای قرمز و سبز یا زرد در مجاورت تقاطع ها، بصورتیکه مانع کارکرد صحیح چراغ های راهنمای رانندگی گردد، ممنوع است .

**۲۰-۱۲-۲-۶** نورپردازی تابلوها نباید به گونه ای باشد که موجب آزردگی و ایجاد مزاحمت برای همسایگان و منازل همجوار گردد . چنانچه بعد از صدور مجوز برای تابلویی معلوم شود که تابلوی مزبور باعث ایجاد مزاحمت میشود ، بنا به دستور مسئولین اجرای مقررات تابلوها، مالک تابلو موظف است در اسرع وقت نسبت به تغییر تابلوی خود و رفع مزاحمت اقدام نماید.

**۲۰-۱۲-۲-۷** به جز تابلوهائی که مسئولین اجرای مقررات تابلوها به جهت بر آوردن آسایش، سلامت و امنیت عمومی مشخص می کنند، کلیه تابلوهای معرف کاربری الکتریکی یا نور پردازی شده باید بین نیمه شب تا طلوع آفتاب خاموش شوند .

**۲۰-۱۲-۲-۸** تابلوهای چشمک زن، روشن خاموش شونده و دارای تصاویر متحرک، که سرعتی بیش از ۳۰ مرتبه روشن و خاموش شدن در دقیقه دارند باید به نحوی نصب شوند که حداقل پایین ترین نقطه تابلو تا سطح زمین ۹ متر باشد.

**۲۰-۱۲-۲-۹** قبل از نصب هر نوع تابلو یا نور پردازی در مجاورت فرودگاه ها، اخذ تأییدیه از مقامات مسئول در بخشهای هدایت پرواز و ناوبری فرودگاه مزبور الزامی است.

**۲۰-۱۲-۲-۱۰** هیچ تابلویی نباید غیر از طریق الکتریکی روشن شود و روشهای الکتریکی و سیمکشی آن باید منطبق با مقررات ملی ساختمان باشد. نباید از جرقه و شعله در هوای آزاد به منظور تبلیغ و یا نور پردازی تابلو استفاده شود.

## ۲۰-۱۳ تابلوهای ناهماهنگ :

**۲۰-۱۳-۱** تابلوهای ناهماهنگ به تابلوهای موجودی اطلاق می شود که به تشخیص مسئولین، مغایر با مقررات مصوب باشند. با این تابلوها بسته به میزان هماهنگی و لطمه به منظر شهری برخورد می شود.

**۲۰-۱۳-۲** چنانچه تابلویی ناهماهنگ با ضوابط مصوب باشد ، بسته به میزان ناهماهنگی به دارنده تابلو مهلت داده میشود تا نسبت به جمع آوری و یا اصلاح و تطبیق آن با ضوابط موجود اقدام نماید.

**۲۰-۱۳-۳** نحوه برخورد با تابلو های نا هماهنگ و مهلت های لازم جهت جمع آوری، اصلاح و تطبیق آنها با ضوابط مصوب و میزان جرایم تابلوها را مقررات شهرداری ها تعیین می‌کند.

## پیوست: علائم تصویری رنگی

**علائم تصویری بازدارنده :**

**عبورپیاده ممنوع**

**آتش نیافروزید**

**سیگار نکشید**

**ورود افراد متفرقه ممنوع**

**آب آشامیدنی نیست**

**با آب خاموش نکنید**

**دست نزنید**

**ورود وسائل نقلیه صنعتی ممنوع**

**علائم تصویری هشدار دهنده:**

خطرمواد خورنده

خطر مواد سمی

خطر مواد منفجره

خطر مواد آتش زا

خطر برق

خطر وسائل نقلیه صنعتی

خطر سقوط بار

خطر مواد رادیو اکتیو

خطرپرتو رادیو اکتیو

خطرمواد اکسید کننده

خطر اشعه لیزر

خطر

خطر میکروبی

خطر افتادن

خطر موانع

خطر میدان مغناطیسی

خطر مواد محرک و مضر

خطر یخ زدن

**علائم تصویری الزام کننده:**

**استفاده از گوشی ایمنی الزامی است**

**استفاده از کلاه ایمنی الزامی است**

**استفاده از عینک ایمنی الزامی است**

**استفاده از دستکش ایمنی الزامی است**

**استفاده ازکفش ایمنی الزامی است**

**استفاده ازماسک ایمنی الزامی است**

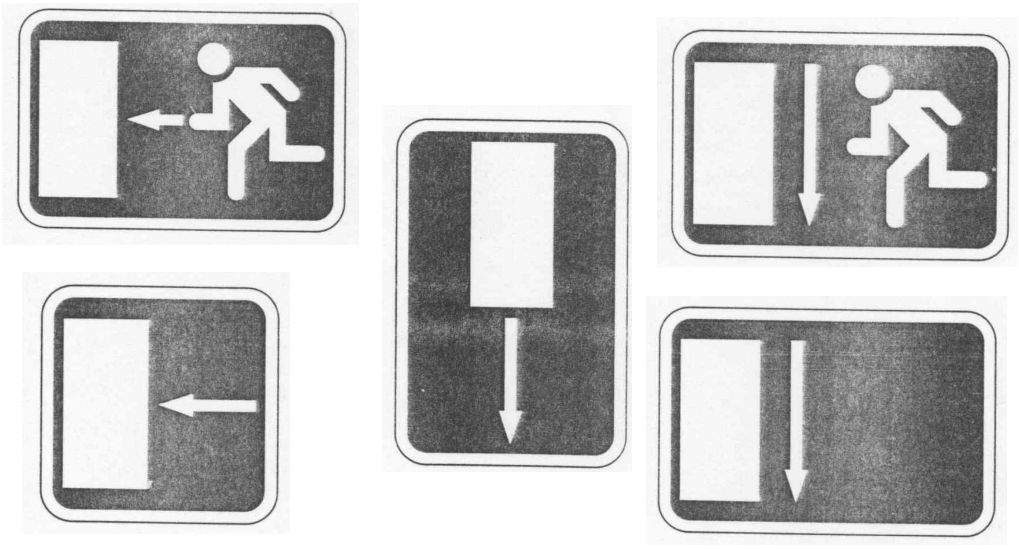
**استفاده ازکمربند ایمنی الزامی است**

**استفاده ازمحافظ صورت الزامی است**

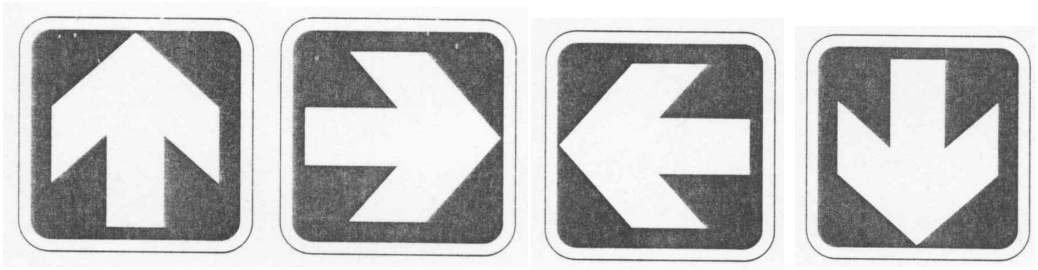
**استفاده از لباس ایمنی الزامی است**

**مسیر عابر پیاده**

**علائم خروج اضطراری و مسیر های فرار**

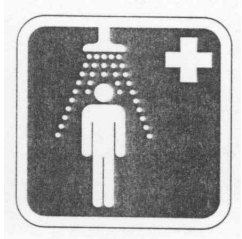


**علائم مکمل برای نشان دادن جهت خروج اضطراری**

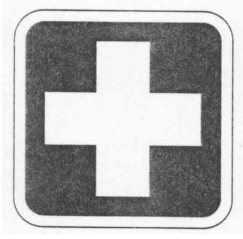


**علائم تصویری مر بوط به کمک های اولیه**

شستشوی چشم



دوش اضطراری



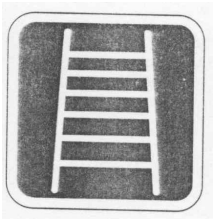
کمک های اولیه

برانکارد (تخت روان)

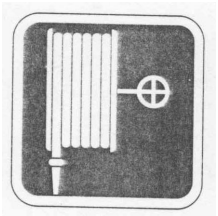
تلفن اضطراری

**علائم تصویری مربوط به تجهیزات اطفای حریق:**

تلفن اضطراری حریق



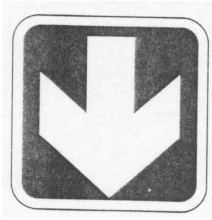
نرده بان

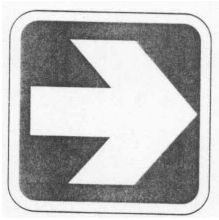


شلنگ اطفای حریق

کپسول اطفای حریق

**علائم مکمل جهت دار برای دسترسی به وسائل اطفای حریق**





وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران
# مبحث بیست و یکم
# پدافند غیرعامل

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش اول ۱۳۹۱

| | |
|---|---|
| **سرشناسه:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان |
| **عنوان و نام پدیدآور:** | پدافند غیرعامل/ تهیه کننده دفتر مقررات ملّی ساختمان: [برای] وزارت راه و شهرسازی، معاونت مسکن و ساختمان. |
| **مشخصات نشر:** | تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۱. |
| **مشخصات ظاهری:** | ۶۶ص. جدول |
| **فروست:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۲۱. |
| **شابک:** | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۰-۰ |
| **وضعیت فهرست نویسی:** | فیپا |
| **موضوع:** | ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران |
| **موضوع:** | دفاع از غیرنظامیان - - ایران - - پیش بینی های ایمنی |
| **شناسه افزوده:** | ایران. وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور مسکن و ساختمان. |
| **شناسه افزوده:** | مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۲۱. |
| **رده بندی کنگره:** | ۱۳۹۱ ج. ۲۱ ۲ م ۹ الف/KMH۳۴۰۲ |
| **رده بندی دیویی:** | ۳۴۳/۵۵ |
| **شماره کتابشناسی ملّی:** | ۲۹۱۸۵۴۳ |


# نام کتاب: مبحث بیست و یکم پدافند غیرعامل


**تهیه کننده:** دفتر مقررات ملّی ساختمان

**ناشر:** نشر توسعه ایران

**شمارگان:** ۳۰۰۰ جلد

**شابک:** ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۰- ۰

**نوبت چاپ:** پنجم

**تاریخ چاپ:** ۱۳۹۲

**چاپ و صحافی:** کانون

**قیمت:** ۳۵،۰۰۰ ریال



حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد.

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد.

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است.

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان» با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن «کمیته‌های تخصصی» را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها

و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند.

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد.

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و رئیس کمیته پدافند غیرعامل که تألیف این مجموعه نیز بر عهده ایشان و همکاران کمیته تخصصی مربوطه بوده است و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**علی نیکزاد**
**وزیر راه و شهرسازی**

# هیأت تدوین کنندگان مبحث بیست و یکم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

**الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • دکتر محمدعلی اخوان بهابادی | عضو |
| • مهندس محمدرضا اسماعیلی | عضو |
| • دکتر اباذر اصغری | عضو |
| • دکتر محمدحسن بازیار | عضو |
| • دکتر منوچهر بهرویان | عضو |
| • مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده | عضو |
| • دکتر علیرضا رهایی | عضو |
| • دکتر اسفندیار زبردست | عضو |
| • مهندس ابوالفضل صومعلو | رئیس |
| • دکتر محمدتقی کاظمی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • دکتر محمود گلابچی | عضو |
| • دکتر غلامرضا هوائی | نایب رئیس و عضو |

**ب) اعضای کمیته تخصصی**

| | |
|---|---|
| • دکتر مرتضی براری | عضو |
| • دکتر غلامرضا جلالی | عضو |
| • دکتر شهرام دلفانی | عضو |
| • مهندس محسن ساسانی | عضو |
| • دکتر ابوالقاسم کرامتی | عضو |
| • مهندس پیمان موسوی | دبیر |
| • دکتر غلامرضا هوائی | رئیس |

**ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان**

| | |
|---|---|
| • مهندس سهیلا پاکروان | معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا |
| • مهندس لاله جعفر پوریانی | کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان |
| • دکتر بهنام مهرپرور | رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان |

# فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**۲۱-۱ کلیات ..... ۱**

**۲۱-۱-۱ مفاهیم ..... ۱**

**۲۱-۱-۱-۱ تعریف پدافند غیرعامل ..... ۱**

**۲۱-۱-۱-۲ مفهوم پدافند غیرعامل ..... ۱**

**۲۱-۱-۲ تهدیدات ..... ۲**

**۲۱-۱-۳ هدف ..... ۲**

**۲۱-۱-۴ دامنه کاربرد ..... ۲**

**۲۱-۱-۵ کارکرد پدافند غیرعامل در مقررات ملّی ساختمان ..... ۳**

**۲۱-۱-۵-۱ شهرسازی ..... ۳**

**۲۱-۱-۵-۲ معماری ..... ۴**

**۲۱-۱-۵-۳ سازه ..... ۴**

**۲۱-۱-۵-۴ تاسیسات ..... ۴**

**۲۱-۱-۶ گروه‌بندی ساختمان‌ها ..... ۵**

**۲۱-۱-۷ بارهای ناشی از انفجار ..... ۶**

**۲۱-۱-۸ تعاریف ..... ۷**

۲۱-۲ ملاحظات معماری ۱۳
۲۱-۲-۱ کلیات ۱۳
۲۱-۲-۱-۱ رابطه معماری و پدافند غیرعامل ۱۳
۲۱-۲-۲ ملاحظات طراحی محوطه ۱۳
۲۱-۲-۲-۱ جانمایی ساختمان ۱۴
۲۱-۲-۲-۲ فضاهای باز ۱۴
۲۱-۲-۲-۳ ورودی‌ها ۱۴
۲۱-۲-۲-۴ مسیرهای دسترسی ۱۵
۲۱-۲-۲-۵ جان‌پناه‌ها و دیوارهای محافظ ۱۶
۲۱-۲-۲-۶ طراحی پله و شیبراه در محوطه ۱۶
۲۱-۲-۲-۷ مصالح سطوح کف معابر ۱۶
۲۱-۲-۳ طراحی معماری ۱۷
۲۱-۲-۳-۱ طراحی حجم ساختمان ۱۷
۲۱-۲-۳-۲ عناصر الحاقی ۱۷
۲۱-۲-۳-۳ جداره خارجی ساختمان ۱۷
۲۱-۲-۳-۴ رابطه فضای امن با سایر فضاها ۱۷
۲۱-۲-۳-۵ مسیرهای حرکت ۱۷
۲۱-۲-۳-۶ طراحی نمای جداره خارجی ساختمان ۱۸
۲۱-۲-۳-۷ طراحی قاب و مهاربندی پنجره ۱۸
۲۱-۲-۳-۸ سایر بازشوها ۱۸
۲۱-۲-۳-۹ تیغه‌بندی و عناصر غیرسازه‌ای ۱۹
۲۱-۲-۳-۱۰ آسانسور و پلکان ۱۹
۲۱-۲-۴ فضاهای امن ۲۰
۲۱-۲-۴-۱ تعریف فضای امن ۲۰
۲۱-۲-۴-۲ جانمایی فضای امن ۲۰
۲۱-۲-۴-۳ مصالح و اعضای داخلی ۲۰
۲۱-۲-۴-۴ الزامات طراحی فضای امن ۲۱
۲۱-۲-۵ پناهگاه ۲۱

۲۱-۲-۵-۱ درجه اهمیت پناهگاه ۲۱
۲۱-۲-۵-۲ انواع پناهگاه ۲۲
۲۱-۲-۵-۲-۱ گروه بندی پناهگاه‌ها از نظر درجه اهمیت ۲۲
۲۱-۲-۵-۲-۲ گروه بندی پناهگاه‌ها از نظر نوع عملکرد ۲۲
۲۱-۲-۵-۲-۳ گروه بندی پناهگاه‌ها از نظر مدت زمان اقامت ۲۲
۲۱-۲-۵-۳ پناهگاه‌های اختصاصی و عمومی ۲۳
۲۱-۲-۵-۴ جانمایی پناهگاه ۲۳
۲۱-۲-۵-۵ ظرفیت پناهگاه ۲۴
۲۱-۲-۵-۶ مشخصات پناهگاه ۲۵
۲۱-۲-۵-۷ فضای داخلی پناهگاه ۲۵
۲۱-۲-۵-۸ محفظه هوابند ۲۶
۲۱-۲-۵-۹ ورودی پناهگاه ۲۶
۲۱-۲-۵-۱۰ راههای فرار و خروجی‌های اضطراری ۲۷
۲۱-۲-۵-۱۱ روانبخشی پناهگاه ۲۸

۲۱-۳ مشخصه‌های مکانیکی و دینامیکی مصالح ۲۹
۲۱-۳-۱ کلیات ۲۹
۲۱-۳-۲ مصالح مناسب برای سازه‌های انفجاری ۳۰
۲۱-۳-۲-۱ بتن مسلح ۳۰
۲۱-۳-۲-۲ مصالح بنایی مسلح ۳۱
۲۱-۳-۲-۳ مصالح سنگدانه‌ای ۳۱
۲۱-۳-۲-۴ مصالح نما ۳۱
۲۱-۳-۲-۵ فولاد ساختمانی ۳۱
۲۱-۳-۳ ویژگی‌های دینامیکی مواد ۳۲
۲۱-۳-۳-۱ ضریب افزایش مقاومت (SIF) ۳۲
۲۱-۳-۳-۲ ضریب افزایش دینامیکی (DIF) ۳۳
۲۱-۳-۳-۳ تنش تسلیم طراحی در سازه‌های مقاوم در برابر انفجار ۳۴

۲۱-۴ سیستم‌های سازه‌ای مقاوم در برابر انفجار ۳۵
۲۱-۴-۱ کلیات ۳۵
۲۱-۴-۲ سیستم‌های رایج برای ساختمان ۳۵
۲۱-۴-۲-۱ دیوار بنایی مسلح ۳۵
۲۱-۴-۲-۲ دیوار بتنی پیش‌ساخته ۳۶
۲۱-۴-۲-۳ دیوار بتنی درجا ۳۶
۲۱-۴-۲-۴ قاب قوسی و شیبدار (با سقف سبک) ۳۶
۲۱-۴-۳ سیستم‌های رایج برای سازه پناهگاهی ۳۷
۲۱-۴-۳-۱ سازه پناهگاهی مدفون و نیمه مدفون درجا ۳۷
۲۱-۴-۳-۲ سازه‌های پناهگاهی مدفون و نیمه مدفون پیش ساخته ۳۷

۲۱-۵ تاسیسات برقی و مکانیکی ۳۹
۲۱-۵-۱ الزامات قانونی ۳۹
۲۱-۵-۱-۱ دامنه کاربرد ۳۹
۲۱-۵-۱-۲ ساختمان‌های موجود ۳۹
۲۱-۵-۲ مقررات کلی ۴۰
۲۱-۵-۳ تاسیسات برقی ۴۰
۲۱-۵-۳-۱ سیستم الکتریکی ۴۰
۲۱-۵-۳-۲ سیستم ارتباطی و مخابراتی ۴۲
۲۱-۵-۳-۳ سامانه برق اضطراری ۴۲
۲۱-۵-۳-۴ مبدل‌های برق ۴۳
۲۱-۵-۴ تاسیسات مکانیکی ۴۳
۲۱-۵-۴-۱ کلیات ۴۳
۲۱-۵-۴-۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ۴۴
۲۱-۵-۴-۳ تاسیسات بهداشتی ۴۶
۲۱-۵-۴-۳-۱ سیستم آبرسانی ۴۶
۲۱-۵-۴-۳-۲ تاسیسات فاضلاب ۴۶
۲۱-۵-۴-۴ لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان ۴۷

۲۱-۵-۴-۵ تاسیسات اطفاء حریق ..... ۴۷
۲۱-۵-۵ آسانسور و پله برقی ..... ۴۸
۲۱-۵-۵-۱ آسانسورهای اضطراری ..... ۴۸
۲۱-۵-۶ تاسیسات پناهگاه ..... ۴۸
۲۱-۵-۶-۱ کلیات ..... ۴۸
۲۱-۵-۶-۲ تاسیسات برقی ..... ۴۸
۲۱-۵-۶-۳ تاسیسات تهویه و تعویض هوا ..... ۴۹
۲۱-۵-۶-۴ تاسیسات بهداشتی ..... ۵۲

## مقدمه

در اجرای فرمایشات و منویات مقام معظم رهبری در تأکید بر لزوم اهتمام دولت به مسأله پدافند غیرعامل و ارائه تدابیر کارساز در این باب و عملی نمودن آنها، همچنین تأکید معظم له بر داشتن طرح پدافند غیرعامل برای کلیه پروژه‌ها و تأسیسات کشور و نیز در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، وزارت راه و شهرسازی برای اولین بار اقدام به تشکیل کمیته تخصصی مبحث بیست و یکم مقررات ملّی ساختمان به منظور تدوین مبحث ۲۱ مقررات ملّی ساختمان با عنوان «پدافند غیرعامل» نمود.

مبحث بیست و یک مقررات ملّی ساختمان شامل اصول و قواعدی است که در صورت به کارگیری آنها می‌توان به اهداف پدافند غیرعامل از قبیل افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، ارتقاء پایداری ملّی، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران نایل گردید. در این مبحث که همانند سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان در سراسر کشور لازم‌الاجرا می‌باشد ضمن ارائه تعریف و مفهوم پدافند غیرعامل به ارائه دامنه کاربرد مبحث و همچنین به کارکرد پدافند غیرعامل در معماری، سازه و تأسیسات برقی و مکانیکی نیز پرداخته شده است. در این مقررات، ساختمان‌ها بر مبنای نوع کاربری آن، تعداد ساکنین یا شاغلان درون ساختمان، ارزش ساختمان و ... به پنج گروه اهمیتی با درجه اهمیت ویژه (۱)، بسیار زیاد (۲)، زیاد (۳)، متوسط (۴)، و کم (۵) طبقه‌بندی شده‌اند که مقررات ارائه شده در اولین ویرایش مبحث در حال حاضر صرفاً در خصوص ساختمانهای گروه اهمیتی ۲، ۳ و ۴ ارائه گردیده است.

در فصول مربوط به الزامات پدافند غیرعامل در طراحی سازه به مشخصه‌های مکانیکی و دینامیکی مصالح مقاوم در برابر انفجار و سیستم‌های سازه‌ای مقاوم در برابر انفجار پرداخته شده است. در تعیین بارهای انفجاری به منظور طراحی سازه‌های مقاوم در برابر انفجار ضوابط مندرج در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان) ملاک عمل می‌باشد. همچنین در خصوص ضوابط اختصاصی طراحی سازه‌های بتن آرمه و فولادی به مباحث نهم و دهم مقررات ملّی ساختمان ارجاع گردیده است.

از آنجا که این مبحث برای اولین بار تدوین و ارائه گردیده، بی‌تردید دارای نواقص و کاستی‌هایی است که تقاضا دارد مهندسان و بهره‌برداران محترم نظرات ارزنده و سازنده خویش را جهت بررسی و لحاظ در ویرایش‌های بعدی به این کمیته ارسال نمایند.

**غلامرضا هوائی**

**رئیس کمیته پدافند غیرعامل**

# ۲۱-۱ کلیات

## ۲۱-۱-۱ مفاهیم

### ۲۱-۱-۱-۱ تعریف پدافند غیرعامل

پدافند غیرعامل عبارت است از مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای که به کارگیری آنها موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب پذیری، ارتقاء پایداری ملی، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌گردد.

### ۲۱-۱-۱-۲ مفهوم پدافند غیرعامل

منظور از پدافند غیرعامل در این مبحث حفظ جان و مال انسان در برابر حوادث، تهدیدات و استمرار فعالیت‌های اساسی و ضروری مردم، تضمین تداوم تأمین نیازهای حیاتی مردم (از قبیل آب، نان و غذا، پناهگاه، انرژی، ارتباطات، بهداشت و امنیت) و سهولت در اداره کشور در شرایط بروز تهدید و بحران ناشی از تجاوزات خارجی در مقابل حملات و اقدامات خصمانه و مخرب دشمن از طریق طرح‌ریزی و اجرای طرح‌های دفاع غیرعامل و کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی و مستحدثات و تأسیسات و تجهیزات حیاتی و حساس کشور می‌باشند.

قابلیت‌های دفاع غیرعامل عبارتند از: تأمین امنیت روانی و امنیت جانی با پیش‌بینی اقدامات ایمنی، امنیتی، احتیاطی در برابر تهدیدات و ایجاد بستر مناسب در جهت تلفیق سیاست‌های دفاعی در برنامه پیشرفت پایدار همراستا با سیاست‌های توسعه و پیشرفت همه جانبه کشور با تأکید بر توسعه پدافند (دفاع) غیرعامل که پایدارترین و ارزان‌ترین روش دفاع و مناسب‌ترین راهکار افزایش آستانه مقاومت ملی در شرایط بحران و پشتوانه اقتدار، عزت و پایداری کشور و صلح آمیزترین و فطری‌ترین روش دفاع بشر در برابر همه حوادث می‌باشد.

بنابراین به منظور کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر تهدیدات نظامی، مجموعه‌ای از اقدامات و تدابیر و ملاحظات لازم شامل ایمن سازی، مستحکم سازی، پیش‌بینی سامانه‌های جایگزین، تسهیل مدیریت بحران در زیرساخت‌ها و مکان‌یابی، در حوزه ساختمان‌سازی استفاده می‌شود.

## ۲۱-۱-۲ تهدیدات

تهدیدات از نظر ماهیت به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- تهدیدات نظامی که شامل کلیه تهدیدات هوایی، زمینی، دریایی، تروریستی و امنیتی می‌باشد.
- تهدیدات طبیعی که شامل کلیه تهدیدات از قبیل زلزله، سیل، طوفان و ... می‌باشد.
- تهدیدات صنعتی شامل کلیه تهدیدات ناشی از حوادث خسارت‌بار صنعتی از قبیل نشت شیمیایی کارخانجات، نشت هسته‌ای و ... می‌باشد.

۱- خطرات و تهدیدات مندرج در این مقررات شامل تهدیدات انسان‌ساز، و محدود به تهدیدات انفجار و پیامدهای آن مانند انفجار ناشی از اصابت غیرمستقیم هرگونه سلاح متعارف و مواد منفجره می‌باشد.
۲- ساختمان‌ها و تأسیسات در معرض انفجارهای بسیار بزرگ از جمله انفجارهای هسته‌ای مشمول ضوابط و مقررات این مبحث نمی‌باشد.

## ۲۱-۱-۳ هدف

هدف از تهیه و تدوین این مبحث تعیین حداقل ضوابط و مقررات، جهت طرح و اجرای ساختمان‌ها در برابر اثرات ناشی از تهدیدات نظامی و پیامدهای انفجاری ناشی از تهدیدات طبیعی و صنعتی است بطوریکه با رعایت آن انتظار می‌رود:
ساختمان‌ها با درجه اهمیت مختلف در برابر تهدیدات مربوطه، ایستایی خود را حفظ نموده و خسارات سازه‌ای و تلفات جانی به حداقل برسد. (سطح عملکرد ایمنی جانی)

## ۲۱-۱-۴ دامنه کاربرد

۱- ضوابط مندرج در این مبحث شامل طرح و اجرای ساختمان‌ها با انواع سیستم باربری، در برابر آثار بارهای انفجار ناشی از اصابت غیرمستقیم می‌باشد.
**تبصره:** برای ساختمان‌های موجود می‌توان از روش‌های تحلیل خطر و سپس ایمن‌سازی اقدام نمود.

۲- دامنه کاربرد مقررات این مبحث شامل ساختمان‌های متعارف از جمله: ساختمان‌های مسکونی ۴ طبقه و به بالا، اداری و تجاری ۴ طبقه و به بالا، مجموعه‌های ورزشی، تفریحی، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌ها، هتل‌ها، مدارس، دانشگاه‌ها، مساجد با ظرفیت بیش از ۱۰۰ نفر، سالن‌های سینما و تئاتر و بیمارستان‌ها می‌باشد.

**تبصره:** در مجتمع‌های مسکونی و تجاری الزاماً می‌بایست به همراه پیش‌بینی فضای امن، سامانه مدیریت بحران برای مدیریت و هدایت جمعیت در حوادث مختلف در نظر گرفته شود.

۳- ساختمان‌ها و تأسیسات زیر مشمول مقررات مندرج در این مبحث نمی‌باشند:

سیلوها، سدها، آب‌بندها، مخازن ذخیره سوخت، برج‌های صنعتی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، برج‌های مخابراتی و رادیو تلویزیونی، یادمان‌های مرتفع، دکل‌ها، دودکش‌ها، ابنیه راه‌ها، پل‌ها، پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، اسکله‌ها و بنادر، استحکامات نظامی، تونل‌ها، متروها، خطوط انتقال نفت و گاز و آب و فاضلاب و مخابرات و برق، تأسیسات تلمبه‌خانه‌های نفتی، ایستگاه‌های تقویت و تقلیل فشار گاز، پست‌های توزیع و انتقال برق، دیسپاچینگ‌ها، سوئیچینگ‌ها و هرگونه سازه‌ها و تأسیسات خاص که طراحی آنها مستلزم انجام مطالعات ویژه بوده و یا جهت تهدیدات خارج از مقررات این مبحث می‌باشند.

۴- به منظور تأمین ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری و مقابله با تهدیدات الکترومغناطیسی ***(EMP)*** و گرافیتی و سایبری، باید از مقررات و آئین‌نامه‌های معتبر مربوطه استفاده شود.

۵- تهدیدات ناشی از انفجارهای هسته‌ای، حملات شیمیایی و میکروبی، برخورد مستقیم پرتابه به سازه‌ها و تأسیسات، اغتشاشات الکترونیکی، تهدیدات بیولوژیکی، مشمول مقررات این مبحث نمی‌باشد.

## ۲۱-۱-۵ کارکرد پدافند غیرعامل در مقررات ملّی ساختمان

در اجرای این بند می‌بایستی الزامات عمومی پدافند غیرعامل در مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری مدنظر قرار گرفته و به منظور هماهنگ کردن کارکردهای تخصصی در طراحی یک مجموعه، از مهندس هماهنگ کننده (مهندس معمار) استفاده شود.

### ۲۱-۱-۵-۱ شهرسازی

در طراحی شهرها و تعیین کاربری مورد نیاز شهر و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر، باید علاوه بر ایجاد فضاهای مناسب برای حفظ جان مردم در مقابل تهدیدها، امکان تداوم بی‌وقفه فعالیتهای ضروری و کاهش آسیب‌پذیری شهر فراهم شود. تعیین الگوی مناسب شهرسازی، شبکه معابر مناسب و زیرساخت‌های

شهری، توزیع مناسب جمعیت و خدمات مناسب آنان، بکارگیری عملکردهای چندمنظوره و کاربری‌ها و چگونگی همجواری آنها برای اداره شهر در شرایط اضطراری بر عهده مهندسین شهرسازی می‌باشد.
شهرها باید بگونه‌ای طراحی شوند که اهداف زیر حاصل گردد:

۱- کاهش آسیب‌پذیری مردم در برابر تهدیدات
۲- تأمین کارکردهای چند منظوره شهری
۳- تأمین قابلیت مدیریت بحران شهرها در شرایط بحران
۴- تضمین تداوم کارکردهای ضروری مردم در شرایط بحران
۵- احتراز از وجود عملکردهای پرخطر در شهر

### ۲۱-۱-۵-۲ معماری

در طراحی و اجرای فضاهای داخلی ساختمان و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر و ارتباط ساختمان با اطراف باید امکانات ویژه‌ای برای حفظ جان افراد در مقابل مخاطرات و بهبود عملکرد سیستم در شرایط تهدید و کاهش آسیب‌پذیری آن فراهم شود. تعیین طرح هندسی بنا، موقعیت و ابعاد بازشوها، نحوه دسترسی‌ها و پیش‌بینی فضای امن به صورت چند عملکردی برای هر ساختمان به عهده مهندس معماری می‌باشد.
مهندس معماری باید با توجه به کاربری بنا و نیازهای آن، فضاها را به گونه‌ای طراحی نماید که علاوه بر کاربردهای شرایط عادی بتواند در شرایط اضطراری موجب حفظ جان مردم و کاهش آسیب‌پذیری و مدیریت بهینه در شرایط بحران گردد.

### ۲۱-۱-۵-۳ سازه

طراحی سازه‌ای ساختمان در برابر بارهای انفجاری مطابق مباحث مقررات ملّی ساختمان بر عهده مهندس محاسب می‌باشد.

### ۲۱-۱-۵-۴ تاسیسات

جایگاه تاسیسات برقی و مکانیکی در پدافند غیرعامل جلوگیری از بروز آسیب‌های ناشی از پیامدهای انفجار نظیر نشت گاز، آب گرفتگی، خطرات برق، آتش سوزی، ... و قابلیت مدیریت بحران و تداوم کارکردهای ضروری باید توسط مهندس تاسیسات مدنظر قرار گیرد.

## ۲۱-۱-۶ گروه‌بندی ساختمان‌ها

در این مبحث ساختمان‌ها بر مبنای نوع کاربری آن، تعداد ساکنین یا شاغلان درون ساختمان، ارزش سرمایه‌های داخل آن، مساحت بنا و تعداد طبقات به پنج گروه اهمیتی تقسیم بندی می‌شوند:

**گروه ۱ : ساختمان‌های با درجه اهمیت ویژه**

این ساختمان‌ها محل استقرار افراد و یا انجام فعالیت‌های کلیدی و مرتبط با امنیت ملی و ارکان حاکمیتی کشور می‌باشند؛ مانند: ساختمان‌های مربوط به مقام معظم رهبری، روسای قوای سه‌گانه، شورای نگهبان، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شورای عالی امنیت ملی، فرماندهی مدیریت بحران ملّی، فرماندهی و ستاد کل نیروهای مسلح، فرماندهی و ستاد کل (سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، ارتش جمهوری اسلامی ایران و نیروی انتظامی)، قرارگاه‌های نظامی، انتظامی و امنیت ملّی، ساختمان‌های اصلی وزارتخانه‌های اطلاعات، کشور، دفاع، امورخارجه، بانک مرکزی، ساختمان‌های مرکز و مراکز ضبط و پخش ویژه صدا و سیمای جمهوری اسلامی، برج‌های مخابراتی و ارتباطی، برج‌های مسکونی، تجاری، اداری بیش از بیست طبقه و بیمارستان‌های بیش از ۵۰۰ تختخواب.

**گروه ۲ : ساختمان‌های با درجه اهمیت بسیار زیاد**

این ساختمان‌ها محل استقرار افراد و یا انجام مأموریت‌های اصلی کشور می‌باشند مانند: ساختمان‌های اصلی وزارتخانه‌ها، برج‌های مسکونی چهارده الی بیست طبقه، مخازن آب و تأسیسات وابسته، بیمارستان‌های صد الی پانصد تختخواب، مرکز فرماندهی و مدیریت بحران کشور، ساختمان فرماندهی و ستاد (سپاه و ارتش، نیروی انتظامی در استانها) مراکز تولید محصولات کشور مانند فولاد، نفت، پتروشیمی، گاز، سیمان، ورزشگاه‌های با بیش از پنجاه هزار نفر ظرفیت، مراکز خرید و فروش تجاری یا عملکرد فراشهری مجتمع‌های مسکونی و صنعتی.

**گروه ۳ : ساختمان‌های با درجه اهمیت زیاد**

این ساختمان‌ها محل استقرار، مراجعه و انجام فعالیت‌های تولیدی، اداری، تجاری و سکونت می‌باشند مانند ساختمان‌های مسکونی ۹ الی ۱۳ طبقه، مراکز فرماندهی و مدیریت بحران استان، بیمارستان‌های ۵۰ الی ۱۰۰ تختخواب، ورزشگاه‌های پانزده الی پنجاه هزار نفر، مرکز خرید و فروش با عملکرد منطقه‌ای شهری برای ساختمان‌های اداری و دولتی و خصوصی در سطح استان، زندان‌های مرکزی.

**گروه ۴ : ساختمان‌های با درجه اهمیت متوسط**

این ساختمان‌ها محل استقرار، مراجعه و فعالیت مسکونی، اداری، تجاری و تولیدی می‌باشند؛ مانند: ساختمان‌های مسکونی ۴ الی ۸ طبقه، مراکز فرماندهی و مدیریت بحران شهرستانها، ورزشگاه‌های به ظرفیت پانزده هزار نفر، سینما، تئاتر، مراکز نگهداری اسناد، آمار و اطلاعات، دستگاه‌های دولتی، دانشگاه‌ها، مدارس، مساجد با ظرفیت بیش از یکصد نفر، بیمارستان و کلینیک‌های تا ظرفیت ۵۰ تخت، مراکز خرید و فروش با عملکرد ناحیه‌ای شهری برای ساختمان‌های اداری، دولتی، خصوصی در سطح شهرستان.

**گروه ۵ : ساختمان‌های با درجه اهمیت کم**

این ساختمان‌ها محل استقرار، مراجعه و فعالیت، مسکونی، اداری، تجاری و تولیدی می‌باشند؛ مانند: ساختمان‌های یک الی سه طبقه مسکونی، اداری، تجاری، مراکز خرید و فروش و عملکرد محله‌ای شهری، درمانگاه‌ها.

**تبصره:** ساختمان‌های گروه ۱ و ۵ مشمول مقررات این مبحث نمی‌باشند.

## ۲۱-۱-۷ بارهای ناشی از انفجار

**۲۱-۱-۷-۱** در این مبحث نوع انفجار از حیث منبع تولید، انفجار شیمیایی و از حیث موقعیت، انفجار خارجی در سطح زمین می‌باشد.

**۲۱-۱-۷-۲** نوع بارهای وارد بر سازه ناشی از انفجار که در این مبحث بررسی می‌گردد از نوع فشار امواج مستقیم و فشار امواج بازتاب می‌باشد.

**۲۱-۱-۷-۳** کلیه مراکز و تأسیسات و ساختمان‌ها و شریان‌های مهم حسب مورد مشمول گروه‌بندی مندرج در بند ۲۱-۱-۶ این مبحث می‌باشند.

**۲۱-۱-۷-۴** تعیین بارهای انفجاری و نحوه توزیع آن در ارتفاع ساختمان باید مطابق با ضوابط مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان صورت گیرد.

## ۲۱-۱-۸ تعاریف

- **انفجار**
  - واکنشی است که در آن نرخ سوختن مواد با سرعتی به مراتب بیشتر از سرعت صوت انجام می‌شود که در نتیجه آن گرادیان دما و فشار بسیار بالا ایجاد و موج شوک بلافاصله تولید و با سرعت بسیار بالا منتشر می‌شود.

- **انفجار شیمیایی**
  - انفجار ناشی از اکسیداسیون سریع عناصر سوختی موجود در ترکیب ماده منفجره که به همراه آزادسازی مقادیر قابل ملاحظه‌ای انرژی گرمایی با حجم زیادی از محصولات داغ گازی می‌باشد.

- **انفجار در هوا**
  - انفجار در هوای آزاد و در فاصله قابل توجهی از بالای سازه، که امواج حاصل از آن به صورت کروی و بدون هیچگونه برخورد و انعکاس به سازه اثر می‌کند.

- **انفجار در سطح زمین**
  - انفجار در هوا و در فاصله نزدیک به سطح زمین که امواج حاصل از آن به صورت نیم‌کره با زمین برخورد کرده و امواج حاصل از بازتاب با موج اولیه ترکیب می‌شود که معمولاً آن را موج ماخ یا جبهه ماخ می‌گویند.

- **موج انفجار**
  - انرژی زیادی که در اثر انفجار در یک محیط گازی آزاد می‌شود، باعث افزایش ناگهانی فشار در محیط می‌شود که به این فشار نامنظم موج انفجار می‌گویند. موج انفجار به صورت شعاعی و با سرعت کاهشی که همیشه از سرعت صوت در محیط بیشتر است، از محیط انفجار انتشار می‌یابد.

- **بازشوهای خارجی**
  - بخشهایی از ساختمان هستند که سازه را به فضای خارج مرتبط می‌سازند.

- **پدافند غیرعامل**
  - مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای که به کارگیری آنها موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، ارتقاء پایداری ملی، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌گردد.

- **پناهگاه**
  - مکانی است که بخاطر طراحی تخصصی و کاربری خاص در مقابل انواع تهدیدات، نسبت به ساختمان‌های متعارف از درجه حفاظت به مراتب بالاتری برخوردار باشد و امنیت جانی و روانی بیشتری را برای افراد فراهم نماید.

- **فضای امن**
  - فضای امن به فضائی اطلاق می‌گردد که در مقابل اثرات بارهای ناشی از انفجار کمتر در معرض خطر قرار گرفته و نسبت به سایر فضاهای ساختمان از ایمنی و مقاومت بیشتری برخوردار باشد. فضای امن حتی‌المقدور می‌بایستی به‌صورت دو یا چند منظوره مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

- **پراکندگی**
  - گسترش، باز و پخش نمودن و تمرکز زدایی ساختمان‌ها، تجهیزات، تاسیسات یا فعالیت‌های خودی به منظور تقلیل آسیب‌پذیری آنها در مقابل عملیات دشمن به طوری که مجموعه‌ای از آنها هدف واحدی را تشکیل ندهند.

- **هدف**[1]
  - موجودیتی مشخص، اعم از جاندار یا بی‌جان که در نظر است با توسل به عملیات نظامی، سیاسی، اقتصادی یا روانی به آن صدمه زده شود، منهدم گردد، تسخیر شود یا تحت کنترل در آید.

- **مجتمع‌های مسکونی**
  - مجموعه‌های مسکونی با تعداد بلوک‌های ساختمانی ۴ طبقه به بالا و بیش از ۲ تا ۹ بلوک مجتمع مسکونی نامیده می‌شود.

1- Target

- **فضاهای دو یا چند منظوری**
  - قابلیت بهره‌برداری عملکردهای متفاوت از یک فضای معین در شرایط عادی و بحران ناشی از تهدیدات دشمن.

- **تاسیسات ساختمان**
  - به سیستمها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که انتظارات موردنیاز از تاسیسات مکانیکی، برقی و آسانسور را برآورده سازد.

- **تاسیسات مکانیکی ساختمان**
  - به سیستمها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که انتظارات موردنیاز از تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، تاسیسات بهداشتی، لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان و تاسیسات اطفاء حریق را برآورده می‌سازد.

- **تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع**
  - به سیستمها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که در مبحث ۱۴ مقررات ملّی ساختمان به آنها پرداخته شده است.

- **تاسیسات بهداشتی**
  - به سیستمها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که در مبحث ۱۶ مقررات ملّی ساختمان به آنها پرداخته شده است و شامل تاسیسات آبرسانی سرد و گرم و سیستم دفع فاضلاب می‌شود.

- **لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان**
  - به سیستم‌ها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که در مبحث ۱۷ مقررات ملّی ساختمان به آنها پرداخته شده است و شامل لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان، نصب وسایل گازسوز و نصب دودکش‌های ساختمانی می‌شود.

- **تاسیسات اطفاء حریق**
  - به سیستم‌ها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که با عمل این تاسیسات، آتش در محل آتش‌سوزی خاموش می‌شود و در مبحث ۳ مقررات ملّی به آن پرداخته شده است.

- **تاسیسات برقی ساختمان**
  - به سیستم‌ها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که در مبحث ۱۳ مقررات ملّی ساختمان به آنها پرداخته شده است.

- **آسانسور و پله برقی**
  - به سیستم‌ها، تجهیزات و اجزایی اطلاق می‌شود که در مبحث ۱۵ مقررات ملّی ساختمان به آنها پرداخته شده است.

- **موازی‌سازی**
  - تعدد و چندگانه سازی در تجهیزات تاسیساتی.

- **مکان‌یابی**
  - نصب تجهیزات تاسیساتی در مکانهای مناسب و امن.

- **پراکندگی**
  - قراردادن تاسیسات مختلف و یا موازی سازی شده در مکان‌هایی دور از یکدیگر.

- **تاسیسات کم خطر**
  - خرابی و از کار افتادگی یک جزء تاسیساتی منجر به از بین رفتن کارایی همان عضو می‌شود ولاغیر.

- **تاسیسات خطر آفرین**
  - خرابی و از کار افتادگی یک جزء تاسیساتی که منجر به ایجاد خطرات دیگر شامل نشت گازهای سمی، انفجارهای متعدد و عوارض دیگر می‌گردد.

- **معایب موقت**
  - معایبی که اغلب به آن اختلال یا عیب فنی می‌گویند و با وقفه در عملکرد جاری وسیله همراه است.

- **معایب دایمی**
  - معایبی که با از کار افتادن وسیله مشخص می‌شوند، شدت آسیب در حدی است که توانایی وسیله در انجام عملکرد مطلوب برای همیشه از بین می‌رود.

- **حد شکنندگی**
  - معیاری برای ظرفیت تحمل یک وسیله در مقابل ضربه و ارتعاش و عبارت است از مقدار شتابی که وسیله می‌تواند تحمل کند و همچنان قابل استفاده باقی بماند.

- **دریچه پادری[1] یا بازشو با خم اضافی**
  - دریچه‌ای که برای تهویه مولد در حال کار بگونه‌ای تعبیه می‌شود که اثرات انفجار روی مولد اضطراری را کاهش دهد.

- **مرکز کنترل حریق**
  - مرکزی برای کنترل عملکرد سیستم‌های تخلیه دود، ارتباط ساکنین، هشداردهنده‌ها، کنترل آتش‌سوزی و تخلیه افراد می‌باشد.

1- Grill

# ۲۱-۲ ملاحظات معماری

## ۲۱-۲-۱ کلیات

### ۲۱-۲-۱-۱ رابطه معماری و پدافند غیرعامل

رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی معماری به عنوان یک روش و ابزار قدرت دفاعی را بالا می‌برد و بنابراین رعایت آن الزامی است. اثرات موج انفجار ناشی از بمباران هوایی نـه تنهـا بایـد در برنامه‌ریزی کلان و طراحی مجتمع‌های زیستی (ساختگاه، ساختمان‌هـا و محوطـه)، منظـور گـردد، بلکه باید در جزئی‌ترین حوزه مهندسی مانند جزئیات اجرایی و انتخـاب جـنس مـصالح سـاختمان مانند روابط اجزا و اجزای نما نیز به صورت همه‌جانبه و متعادل بررسی شده و مورد ملاحظـه قـرار گیرد تا مجموعه پایدار و مقاوم در شرایط بحران حاصل گردد. برای ارائه طرح‌مایه[1] (مفهـوم ذهنـی به صورت طرح اولیه[2]) باید ملاحظات پدافند (دفاع) غیرعامـل را در طراحـی مجتمـع‌هـای زیـستی (مسکونی و غیرمسکونی) در نظر گرفت.

## ۲۱-۲-۲ ملاحظات طراحی محوطه

طراحی محوطه بر اساس اصول پدافند غیرعامل، هدایت سریع و مطمئن افراد به پناهگاه‌های داخل و خارج ساختمان و اتخاذ تمهیداتی جهت کاهش خطرات ناشی از ریزش آوار بر سر افراد خارج از ساختمان، تسهیل اقدامات امداد و نجات برای کاهش خطرپذیری ساختمان‌ها می‌باشد. بدین منظور بر اساس ارزیابی جامع از خطرات و تهدیدات غیرطبیعی ضروری است که طراحی محوطه در جهت کاهش خطرپذیری و آسیب‌پذیری، انجام گیرد. این بخش جنبه‌های مختلف طراحی محوطه

---

1- Concept
2- Sketch

را مشخص می‌کند و برخی از ویژگیهای خاصی را که اعمال آنها جهت امنیت و حفاظت انسان در برابر تهدیدات ضروری است را ارائه می‌دهد.

### ۲۱-۲-۲-۱ جانمایی ساختمان

۲۱-۲-۲-۱-۱ در مجتمع‌های مسکونی و ساختمان‌های مسکونی گروه ۲ و ۳، ضروری است از تمرکز افراد، سرمایه‌ها و فعالیت‌ها در یک محدوده فضایی و کالبدی خودداری گردد.

۲۱-۲-۲-۱-۲ به منظور کاهش خطر ریزش آوار در مسیر امدادرسانی، پهنای مسیرهای دسترسی به ساختمان (معبر) می‌بایستی حداقل برابر $\frac{۱}{۳}$ ارتفاع ساختمان باشد.

### ۲۱-۲-۲-۲ فضاهای باز

۲۱-۲-۲-۲-۱ لبه‌های تیز و گوشه‌دار از فرم کلیه عناصر مبلمان شهری و داخل ساختمان می‌بایست حذف شده و از فرم‌های نرم و گردگوشه استفاده شود. بدین منظور زاویه لبه‌ها (توده ساختمان، جوی آب، آب‌نما، سکو، گلدان، حفاظ میله‌ای یا عناصر و تجهیزات نوک تیز) تا حدود ارتفاع سه متر از کف محل استقرار، نباید راست گوشه باشد.

۲۱-۲-۲-۲-۲ در مجتمع‌های مسکونی و ساختمان‌های مسکونی گروه ۲، محل مناسبی در محوطه برای فرود بالگرد در شرایط اضطراری به منظور امدادرسانی لحاظ گردد.

۲۱-۲-۲-۲-۳ محوطه فضای باز در مجتمع‌های مسکونی و ساختمان‌های مسکونی گروه ۲ و ۳ و ۴، می‌بایست دارای وسعت و امکانات فضایی کافی برای شرایط اضطراری مانند انجام فوریت‌های پزشکی، فضا برای جمع‌آوری فوت شدگان احتمالی و استقرار مجروحان باشد.

### ۲۱-۲-۲-۳ ورودی‌ها

۲۱-۲-۲-۳-۱ ساختمان‌های مسکونی گروه ۲ و ۳، باید حداقل دارای دو ورودی و دو خروجی باشد که در شرایط عادی یکی از آنها فعال باشد و در مواقع بحرانی جهت خروجی اضطراری استفاده گردد.

۲۱-۲-۲-۳-۲ ابعاد ورودی‌های اضطراری برای شهرک‌های مسکونی و صنعتی و ساختمان‌های مسکونی گروه ۳، باید متناسب با حجم تردد سواره و پیاده در زمان بحران پیش‌بینی شود و آن را تسهیل نماید. ابعاد مذکور تابع عرض، تعداد، جهت حرکت، نوع وسایل نقلیه امدادی عبور کننده از

این جزء فضا و نیز وسعت مجموعه، میزان خسارات و میزان خودکفایی موردنظر مجموعه از لحاظ امکانات امدادی خواهد بود.

۲۱-۲-۲-۳-۳ طرح ورودی‌ها در شهرک‌های مسکونی و صنعتی و ساختمان‌های مسکونی گروه ۳، باید به گونه‌ای باشد که در صورت تخریب کامل، موجب انسداد دسترسی سواره نشود و به سرعت قابل ترمیم باشد.

### ۲۱-۲-۲-۴ مسیرهای دسترسی

۲۱-۲-۲-۴-۱ مسیرهای دسترسی باید به نحوی طراحی شوند که علاوه بر به حداقل رساندن تداخل میان حرکت عابرین پیاده و وسایل نقلیه، کارایی را به حداکثر رسانده و حرکت را تسهیل نمایند.

۲۱-۲-۲-۴-۲ طراحی لبه‌ها و عناصر درون محوطه باید به گونه‌ای باشد که مسیریابی هنگام حرکت اضطراری افراد تسهیل شود.

۲۱-۲-۲-۴-۳ تحت هیچ شرایطی ریزش آوار نباید موجب انسداد کامل مسیرهای دسترسی شود. این محدوده تابع نسبت ارتفاع توده ساختمانی به فضای باز بین آن است.

۲۱-۲-۲-۴-۴ در امتداد مسیرهای سواره و پیاده بایستی یک ردیف فضای سبز به عنوان جان‌پناه جهت افزایش قابلیت جذب موج انفجار ایجاد شود.

۲۱-۲-۲-۴-۵ در طراحی شبکه مسیرهای سواره‌رو داخل مجموعه‌های گروه ۲ و ۳ و جمعیت بیش از یکصد نفر حداقل یک مسیر دسترسی سواره با عرض زیاد و با پوشش دسترسی سراسری ایجاد شود تا در شرایط پس از وقوع سانحه، در برابر خطر انسداد بر اثر ریزش آوارهای ساختمانی مصون بماند.

۲۱-۲-۲-۴-۶ در طراحی مسیرهای پیاده‌رو در محوطه و فضای باز باید موانع و عوامل محدود کننده فرار از خطر، حذف شده و حرکت سریع تسهیل شود.

۲۱-۲-۲-۴-۷ کف معابر نباید ناهموار و دارای موانع مزاحم باشد تا در موقع بحران، حرکت سریع (دویدن) و فرار از خطر امکان‌پذیر باشد.

### ۲۱-۲-۲-۵ جان‌پناه‌ها و دیوارهای محافظ

۲۱-۲-۲-۵-۱ در فضاهای باز بهره‌گیری از عوارضی مانند تپه‌ها و فرورفتگی‌های کوچک و نسبتاً متعدد، ضمن ارتقاء محیط برای تأمین فعالیت‌های مورد انتظار در شرایط عادی (مانند بازی و نشستن)، به ایجاد لبه‌های متعدد برای شکل‌گیری جان‌پناه‌های آنی منتهی می‌گردد.

۲۱-۲-۲-۵-۲ محل استقرار جان‌پناه‌ها باید خارج از محدوده ریزش آوارهای ساختمانی تعیین شود.

۲۱-۲-۲-۵-۳ جان‌پناه‌هایی با ظرفیت کم و پراکنده در محوطه ایجاد گردد.

۲۱-۲-۲-۵-۴ جان‌پناه‌ها در امتداد مسیر تمام دسترسی‌های داخلی مجموعه ایجاد شوند. لبه فوقانی این جان‌پناه‌ها باید دارای برآمدگی‌هایی از قبیل گلدان‌ها و باغچه‌های طولی، زمین‌های بازی و سطوح سبز و ... باشد.

### ۲۱-۲-۲-۶ طراحی پله و شیبراه در محوطه

۲۱-۲-۲-۶-۱ ابعاد پله در فضای باز برای حفظ ایمنی و راحتی باید به صورت زیر باشد:

- عرض پله حداقل ۱/۵ متر باشد.
- ارتفاع پله حداکثر ۱۷ سانتیمتر باشد.
- حداقل کف مفید پله ۳۰ سانتی متر باشد.

۲۱-۲-۲-۶-۲ شیب شیبراه نباید بیش از ۵ درصد باشد. عرض شیبراه برای خروج سریع و همزمان دو نفر کمتر از ۱/۸ متر نباشد.

### ۲۱-۲-۲-۷ مصالح سطوح کف معابر

۲۱-۲-۲-۷-۱ در مسیرهای حرکتی از ایجاد سطوحی که حرکت بر روی آنها دشوار است (مانند سطوح شن و ماسه خشک و نرم یا سطوح گلی و چسبنده) اجتناب گردد.

۲۱-۲-۲-۷-۲ جنس مصالح جداره جان‌پناه‌ها باید مقاوم در برابر انفجار باشد. لبه‌های قائم بتنی حتی با ارتفاع کم که فقط امکان درازکش را فراهم می‌کنند از این جمله‌اند.

۲۱-۲-۲-۷-۳ مصالح کف شیبراه باید از جنس زبر، سخت و آجدار باشد.

## ۲۱-۲-۳ طراحی معماری

### ۲۱-۲-۳-۱ طراحی حجم ساختمان

۲۱-۲-۳-۱-۱ در ساختمان‌های بیش از ۶ طبقه، فرم ساختمان بایستی بـه صـورتی باشـد کـه در صورت آسیب دیدن، آوار آن باعث مسدود شدن دسترسی به ساختمان نگردد.

۲۱-۲-۳-۱-۲ شکل (فرم) کلی ساختمان‌های مجاور خیابان اصلی شهر بایستی به گونه‌ای طراحـی شود که در صورت تخریب سبب مسدود شدن معبر اصلی نگردد.

### ۲۱-۲-۳-۲ عناصر الحاقی

۲۱-۲-۳-۲-۱ بکارگیری عناصر الحاقی سست در نمای ساختمان مجاز نمی‌باشد.

۲۱-۲-۳-۲-۲ استفاده از عناصر سست و شکنندهٔ مهار نشده در نمای ساختمان مجاز نیست.

۲۱-۲-۳-۲-۳ ورودی ساختمان در ساختمان‌های گروه ۲ و ۳، باید با ایجاد سقف و یا هرگونه حائل مقاوم در برابر ریزش آوار، محفوظ و ایمن‌سازی شود.

### ۲۱-۲-۳-۳ جداره خارجی ساختمان

۲۱-۲-۳-۳-۱ بکارگیری عناصر سست و شکننده وسیع و نیز پنجره‌ها در محیط بیرونی و در سطح نمای ساختمان، بام و تجهیزات نصب‌شده در ساختمان‌ها ممنوع می‌باشد.

۲۱-۲-۳-۳-۲ در کلیه ساختمان‌ها، شیشه هر بازشو باید مقاوم باشد.

۲۱-۲-۳-۳-۳ اتصال دیوارهای خارجی به سازه باید کاملاً مستحکم باشد.

### ۲۱-۲-۳-۴ رابطه فضای امن با سایر فضاها

۲۱-۲-۳-۴-۱ در طرح کلی برنامه فضایی ـ عملکردی فضاهای امن، ساختمان باید از سایر فضاها کاملاً مجزا و ایمن باشد

۲۱-۲-۳-۴-۲ فضاهای امن در هر طبقه باید در محدوده مرکزی پلان قرار گیرند.

### ۲۱-۲-۳-۵ مسیرهای حرکت

۲۱-۲-۳-۵-۱ در ساختمان‌های گروه ۲، بایستی از طراحی فضاهای طرح خطی با راهروهای

طولانی و مستقیم اجتناب شود.

۲۱-۲-۳-۵-۲ در ساختمان‌های گروه ۲، باید دیوارهای هال ورودی و نیز درب‌های متوالی داخلی و خارجی به صورت غیرمتقابل اجرا شده و روبروی هم نباشند.

۲۱-۲-۳-۵-۳ در طراحی فضاهای ورودی در ساختمان‌های گروه ۲ و ۳، با رعایت سایر الزامات معماری، جهت جلوگیری از موج انفجار، باید مانع فیزیکی ایجاد گردد.

### ۲۱-۲-۳-۶ طراحی نمای جداره خارجی ساختمان

۲۱-۲-۳-۶-۱ برای ساختمان‌های گروه ۲ و ۳، استفاده از پنجره‌های بزرگ، به شرط رعایت تمهیدات ضروری مقاومت در برابر انفجار، بلامانع می‌باشد.

۲۱-۲-۳-۶-۲ برای فضاهای امن و سقف نورگیر استفاده از صفحات نورگذر نشکن توصیه می‌شود. بعلاوه در ساختمانهای گروه ۲ و ۳، حتی‌المقدور از این نوع مصالح استفاده شود.

### ۲۱-۲-۳-۷ طراحی قاب و مهاربندی پنجره

۲۱-۲-۳-۷-۱ در ساختمان‌های گروه ۲ و ۳، به جهت مقاومت و پایداری پنجره در برابر انفجار، پنجره می‌بایستی دارای شرایط زیر باشد:

- چهارچوب‌ها به سازه ساختمان مهار گردد.
- استفاده از بلوکهای شیشه‌ای (موزاییک شیشه‌ای) مشروط به استفاده از نگهدارنده مجاز می‌باشد.

۲۱-۲-۳-۷-۲ قطعات بزرگ و یکپارچه شیشه باید توسط قاب‌های پنجره، به اجزای کوچک‌تر تقسیم شود.

### ۲۱-۲-۳-۸ سایربازشوها

۲۱-۲-۳-۸-۱ در ساختمان‌های گروه ۲ و ۳، مهاربندی درب‌ها، کرکره‌ها و دیگر بازشوهای جداره خارجی به سازه تکیه‌گاهی باید به گونه‌ای باشد که استحکام کافی در برابر انفجار تأمین گردد.

۲۱-۲-۳-۸-۲ در ساختمان‌های گروه ۲ و ۳، درب‌های نصب شده در پوسته خارجی ساختمان باید به سمت خارج باز شوند و چارچوب درب‌ها نیز باید به هنگام انفجار، فشار ناشی از آن را تحمل نمایند.

**تبصره:** در ساختمان‌هایی که به معابر عمومی باز می‌شوند بایستی تمهیدات لازم (عقب نشینی) در نظر گرفته شود.

۲۱-۲-۳-۸-۳ جهت افزایش مقاومت، برای همه گروه‌های اهمیت ساختمان، بایستی چارچوب درب‌های خارجی با کلاف متصل و همه با مصالح محکم پر شود.

### ۲۱-۲-۳-۹ تیغه‌بندی و عناصر غیرسازه‌ای

۲۱-۲-۳-۹-۱ اجزا غیر باربر جدا کننده اعم از دیوار، سقف و کف کاذب بایستی طوری طراحی شوند که در برابر موج انفجار سبب افزایش تلفات انسانی نشوند. از این رو بایستی موارد زیر در نظر گرفته شود:

- عدم استفاده از مصالح برنده مانند شیشه.
- عدم کاربرد وسایل سنگین در سقف مانند یونیت هیتر.
- عدم استفاده از شیشه در سقف کاذب.
- اتصال و مهار دیواره‌های جداشونده به سازه ساختمان.

### ۲۱-۲-۳-۱۰ آسانسور و پلکان

۲۱-۲-۳-۱۰-۱ در مورد آسانسور باید تمهیداتی در نظر گرفته شود تا از انتقال موج انفجار، دود و آتش از طریق چاه آسانسور و آسیب‌رسانی به پلکان و راهروها جلوگیری شود.

۲۱-۲-۳-۱۰-۲ چاله آسانسور باید به تشخیص طراح از پلکان فاصله داشته باشد تا در صورت نفوذ موج انفجار به آسانسور، پلکان محفوظ باشد.

۲۱-۲-۳-۱۰-۳ در ساختمانهای بلند مرتبه باید آسانسور در یک محور به چند آسانسور با محورهای متفاوت تبدیل شود تا چاه آسانسور شکسته شده و مانند دودکش عمل نکند. این بند برای ساختمان‌های با اهمیت درجه ۲ الزامی است.

۲۱-۲-۳-۱۰-۴ کلاهک بام اتاق تاسیسات آسانسور (در بالای چاه آسانسور) در ساختمان‌های گروه ۲ و ۳، باید مقاومت کافی در برابر موج انفجار را دارا باشد.

۲۱-۲-۳-۱۰-۵ در ساختمان‌های بلند مرتبه با درجه اهمیت ۲ و ۳، جهت تخلیه اضطراری باید بالابرهایی در جدارهای خارجی ساختمان پیش‌بینی شود.

## ۲۱-۲-۴ فضاهای امن

### ۲۱-۲-۴-۱ تعریف فضای امن

۲۱-۲-۴-۱-۱ فضای امن تمام یا بخشی از فضاهای یک ساختمان با عملکردهای مختلف در زمان صلح است که با تمهیداتی، ایمنی و حفاظت جانی افراد را در مقابل تهدیدات تامین می‌کند و باید دارای شرایط زیر باشد:

- ایمن در برابر فروریزش آوار.
- مقاوم در برابر موج و آسیب‌های ناشی از آن.
- مقاوم در برابر ترکش‌های ثانویه.
- دارای حداقل نفوذ دود و غبار به داخل آن.

۲۱-۲-۴-۱-۲ شرایط فوق برای فضای امن در هر ساختمان، باید حداقل یک درجه بالاتر از سطح عملکرد مورد انتظار آن ساختمان، تأمین گردد.

۲۱-۲-۴-۱-۳ در ساختمانهای بزرگ، فضای امن می‌تواند قسمتی از فضاهای عمومی مانند کتابخانه، تالار اجتماعات، فروشگاه و نمازخانه باشد و در ساختمانهای کوچک نظیر واحدهای مسکونی، بخش کوچکی از آن مثلاً یک اتاق اندرونی و یا قسمتی از نشیمن بدون مجاورت به خارج و بدون اشراف مستقیم به پنجره‌های خارجی می‌تواند به عنوان فضای امن در نظر گرفته شود.

### ۲۱-۲-۴-۲ جانمایی فضای امن

۲۱-۲-۴-۲-۱ فضای امن باید حتی‌الامکان از برخورد مستقیم با موج انفجار فاصله داشته باشد. لذا لازم است در بین سایر فضاها و در مرکز ثقل ساختمان قرار گیرد که تا جداره خارجی حداقل یک ردیف دیوار داخلی به عنوان مانع وجود داشته باشد. در هر ساختمان راهروهای داخلی اتاق‌ها و انبارها و سایر فضاهای مشابه، این عملکرد را می‌توانند داشته باشند.

۲۱-۲-۴-۲-۲ در طراحی فضای امن باید از جداره محافظ در برابر انفجار در اطراف آن استفاده گردد.

۲۱-۲-۴-۲-۳ جانمایی فضای امن باید به گونه‌ای باشد که دسترسی به راه خروج به راحتی و در امنیت حاصل شود.

### ۲۱-۲-۴-۳ مصالح و اعضای داخلی

در فضای امن باید از مصالحی با ضریب اطمینان مناسب از نظر استحکام جهت کاهش میزان ترکش‌های ثانویه استفاده شود. لازم است از مصالح و اجسام تیز، لبه‌دار، شکننده و ناپایدار استفاده نشود.

### ۲۱-۲-۴-۴ الزامات طراحی فضای امن

ظرفیت فضای امن بر اساس کاربری ساختمان مطابق جدول ۲۱-۲-۱ محاسبه می‌شود.

**جدول ۲۱-۲-۱ ظرفیت فضای امن بر اساس کاربری ساختمان**

| کاربری ساختمان | فضای امن |
|---|---|
| بیمارستان ها و مراکز درمانی | به تعداد کل تخت‌های موجود |
| مسکونی (پناهگاه خصوصی) | در هر واحد مسکونی به تعداد افراد |
| هتل‌ها و مسافرخانه‌ها | به تعداد کل تخت‌های موجود |
| مراکز اداری و تجاری | کل تعداد کارکنان |
| فروشگاههای بزرگ | $\frac{۱}{۸}$ سطح کل زیربنای فروشگاه |
| مسجد، حسینیه و مانند آن | - |
| اماکن عمومی (مانند سینما و رستوران) | - |
| انبار و نمایشگاه | $\frac{۱}{۱۰۰}$ سطح کل زیربنا |

لازم به ذکر است کلیه مسیرهای فرار ساختمان در تمام سطوح عملکردی باید با الزامات این بخش (ملاحظات فضای امن) طراحی شوند ولی این فضاها جزو مساحت فضای امن مورد نیاز برای هر ساختمان محاسبه نمی‌گردد.

## ۲۱-۲-۵ پناهگاه

پناهگاه به مکان اسکان موقتی اطلاق می‌گردد که در مقابل تهدیدات متعارف (بمباران غیرمستقیم)، نسبت به ساختمان‌های معمولی از ایمنی و پایداری به مراتب بالاتری برخوردار می‌باشد. پناهگاه موردنیاز هر ساختمان بایستی براساس جدول ۲۱-۲-۲ تأمین گردد.

### ۲۱-۲-۵-۱ درجه اهمیت پناهگاه

درجه اهمیت پناهگاه‌ها با توجه به عوامل زیر تعیین می‌گردد:

- درجه حفاظت مورد نظر
- نوع تهدیدات مبنا

- اهمیت عملکردی پناهگاه
- موقعیت مکانی پناهگاه

### ۲۱-۲-۵-۲ انواع پناهگاه

پناهگاه‌ها با توجه به درجه حفاظت، نحوه عملکرد، مکان استقرار و مدت اقامت به انواع مختلف طبقه‌بندی می‌شوند:

#### ۲۱-۲-۵-۲-۱ گروه‌بندی پناهگاه‌ها از نظر درجه اهمیت

- **پناهگاه‌های درجه یک** : در مقابل اثرات مختلف سلاح‌ها، اصابت موج و ترکش سلاح‌های متعارف، حرارت و تشعشع سلاح‌های اتمی با توجه به قدرت سلاح و فاصله نقطه انفجار مقاومت کافی داشته و هوابندی شده و در برابر نفوذ گازهای سمی و شیمیائی و صلاح‌های اتمی نیز مقاومت می‌نماید. طراحی این نوع پناهگاه خارج از ضوابط این مبحث می‌باشد.
- **پناهگاه‌های درجه دو** : در مقابل اثرات مختلف سلاح‌های متعارف مقاوم بوده ولی در مقابل اثرات سلاح‌های اتمی و شیمیائی مقاوم نمی‌باشند. برای طراحی این نوع پناهگاه علاوه بر ضوابط این مبحث برخورد مستقیم گلوله انفجاری به سازه پناهگاهی نیز باید در نظر گرفته شود.
- **پناهگاه‌های درجه سه** : فقط در مقابل موج و ترکش سلاح‌های متعارف قابلیت مقاومت دارند. برای طراحی این نوع پناهگاه بکارگیری ضوابط این مبحث به تنهایی کافیست.

#### ۲۱-۲-۵-۲-۲ گروه‌بندی پناهگاه‌ها از نظر نوع عملکرد

انواع پناهگاه‌ها با توجه به نوع عملکرد در زمان صلح می‌توانند به صورت فضاهای تک منظوره با عملکرد خاص پناهگاه، یا فضاهای چند منظوره که در زمان صلح عملکردهای دیگری دارند، باشند. توصیه می‌شود حتی‌الامکان فضاهای پناهگاهی به صورت چند منظوره در نظر گرفته شوند. با این حال در ساختمان‌های گروه ۱ جهت حفاظت بیشتر در مقابل تهدیدات مختلف، باید علاوه بر فضاهای پناهگاهی چند منظوره، فضاهای خاص پناهگاهی با درجه مقاومت بالاتر نیز احداث شوند.

#### ۲۱-۲-۵-۲-۳ گروه‌بندی پناهگاه‌ها از نظر مدت زمان اقامت

مدت زمان اقامت، طول مدتی است که افراد داخل پناهگاه با درب‌های بسته و در محیط حفاظت شده اقامت دارند که بین چند ساعت تا چند روز متفاوت است. در مورد حوادث اتفاقی صنعتی

خارج از ساختمان این مدت کمتر از ۲۴ ساعت و در زمان جنگ معمولاً بیش از ۲۴ ساعت است و بدین ترتیب می‌توان هدف از ایجاد پناهگاه را به صورت اقامت کوتاه‌مدت و بلندمدت تقسیم نمود که در پناهگاههای بلند مدت الزامات سطوح فضاها و لوازم راحتی بیشتر است. با این حال توصیه می‌شود که برنامه‌ریزی و طراحی پناهگاه‌ها به نحوی باشد که قابلیت عملکرد در زمان تهدیدهای طولانی‌تر را داشته باشند.

### ۲۱-۲-۵-۳ پناهگاه‌های اختصاصی و عمومی

۲۱-۲-۵-۳-۱ پناهگاه‌های اختصاصی به ساکنان و افراد حاضر در ساختمان مشخص و کاربری خاص آن اختصاص دارد و ظرفیت آن با توجه به جمعیت آنها و میزان حفاظت آن براساس میزان اهمیت آن کاربری در نظر گرفته می‌شود.

۲۱-۲-۵-۳-۲ پناهگاه عمومی در سطح شهر جهت حفاظت و استفاده عموم مردم در برابر تهدیدات مختلف در نظر گرفته می‌شود که عمدتاً از ظرفیت بیشتر متناسب با مکان احداث آن و درجه حفاظت بالاتر برخوردار است.

۲۱-۲-۵-۳-۳ به منظور صرفه اقتصادی، پناهگاه حتی‌المقدور می‌بایستی بصورت دو یا چند منظوره باشد.

### ۲۱-۲-۵-۴ جانمایی پناهگاه

جهت جانمایی باید موارد ایمنی و فنی زیر مورد توجه قرار گیرند:

۲۱-۲-۵-۴-۱ پناهگاه باید در نزدیکترین فاصله ممکن به بخشهای مختلف ساختمان جانمایی گردد.

۲۱-۲-۵-۴-۲ مسیر دسترسی به پناهگاه ضمن دارا بودن کوتاه‌ترین فاصله ممکن (با توجه به شرایط) باید مسیری امن بوده و همچنین نباید بین ساختمان و مسیر ورودی پناهگاه فاصله زیادی وجود داشته باشد.

۲۱-۲-۵-۴-۳ همواره در تحتانی‌ترین طبقه و مستقیماً بر روی خاک ساخته شود (طبقه یا فضای خالی در زیر آن مجاز نمی‌باشد).

۲۱-۲-۵-۴-۴ جداره‌های خارجی پناهگاه باید از مقاومت کافی در برابر اصابت ترکش موج انفجار برخوردار باشند.

۲۱-۲-۵-۴-۵ پناهگاه باید دور از بخش‌های آسیب‌پذیر ساختمان مانند فضاهای تاسیساتی قرار گیرد.

### ۲۱-۲-۵-۵ ظرفیت پناهگاه

۲۱-۲-۵-۵-۱ ظرفیت پناهگاه که به لحاظ عدم امکان احداث پناهگاه در همه اماکن و به خصوص بناهای مسکونی احداث می‌شوند، باید بر اساس بررسی محدوده و شعاع حوزه پناهگاه (فاصله دسترسی افراد به آن) و حداکثر ظرفیت مجاز پناهگاه و جمعیت محدوده موردنظر تعیین گردد.

۲۱-۲-۵-۵-۲ ظرفیت پناهگاه براساس کاربری ساختمان و تعداد افراد استفاده کننده و مراجعه کننده از آن طبق جدول ۲۱-۲-۲ تعیین می‌گردد.

۲۱-۲-۵-۵-۳ فضاهای پیش‌بینی شده برای پناهگاه می‌توانند دارای کاربری‌های دو یا چند منظوره شامل نمازخانه، کتابخانه، پارکینگ و پناهگاه نیز باشند.

**جدول ۲۱-۲-۲ ظرفیت پناهگاه اختصاصی بر اساس کاربری ساختمان**

| کاربری ساختمان | ظرفیت پناهگاه |
|---|---|
| بیمارستان ها و مراکز درمانی | $\frac{۱}{۳}$ تعداد کل کارکنان |
| مسکونی | $\frac{۱}{۳}$ تعداد افراد ساختمان |
| هتل‌ها و مسافرخانه‌ها | $\frac{۱}{۳}$ تعداد تخت‌های موجود |
| مراکز اداری و تجاری | $\frac{۱}{۳}$ تعداد کارکنان |
| فروشگاههای بزرگ | $\frac{۱}{۱۰}$ سطح کل زیربنای فروشگاه |
| مسجد، حسینیه و مانند آن | $\frac{۱}{۳}$ ظرفیت جمعیتی هر کدام |
| اماکن عمومی (مانند سینما و رستوران) | $\frac{۱}{۳}$ تعداد صندلی‌ها |
| انبار و نمایشگاه | $\frac{۱}{۱۵۰}$ سطح کل زیربنا |

### ۲۱-۲-۵-۶ مشخصات پناهگاه

۲۱-۲-۵-۶-۱ اندازه پناهگاه باید، جوابگوی نیازهای عملکردی اقامت بلندمدت در شرایط بحران و انجام فعالیت‌های روزمره و برنامه‌ریزی شده افراد در حداقل فضا و با کارایی قابل‌قبول باشد.

۲۱-۲-۵-۶-۲ حداقل ارتفاع مفید پناهگاه باید در راهروها ۲/۱۰ متر و در بخشهای اقامتی ۲/۳۰ متر باشد.

۲۱-۲-۵-۶-۳ حداقل مساحت مفید مورد نیاز برای هر نفر ۱ متر مربع در بخش‌های اقامتی در نظر گرفته شود.

۲۱-۲-۵-۶-۴ حداقل عرض مفید در بخش اقامتی ۳ متر و راهروهای ارتباطی ۲ متر است.

۲۱-۲-۵-۶-۵ انتخاب ارتفاع پناهگاه و سطح مورد نیاز برای هر نفر باید به صورتی باشد که حداقل ۲/۵ مترمکعب حجم فضا برای هر نفر تأمین شود.

۲۱-۲-۵-۶-۶ مجموع فضاهای پناهگاه شامل اتاقهای تاسیسات (برای هوادهی)، سرویس‌ها و هوابندها (برای فیلتر ورودی به پناهگاه) و... به عنوان حجم کلی تلقی می‌گردد.

۲۱-۲-۵-۶-۷ سطح لازم برای تاسیسات تهویه در پناهگاه ۲۵ نفری ۳ مترمربع و بیش از آن تا ۱۰ مترمربع نیز در نظر گرفته شود.

۲۱-۲-۵-۶-۸ بایستی دریچه مقاوم برای محافظت ورودی راه‌های فرار و خروجی‌های اضطراری در نظر گرفته شود. اندازه آن معمولاً ۸۰×۶۰ سانتیمتر می‌باشد.

۲۱-۲-۵-۶-۹ از لبه‌های تیز در جداره‌ها و کف اجتناب گردد.

۲۱-۲-۵-۶-۱۰ در بخش‌های اقامتی تا ارتفاع ۲ متر می‌بایستی دارای یک لایه (پوشش) مناسب داخلی (نازک‌کاری) پیش‌بینی شود.

۲۱-۲-۵-۶-۱۱ از مصالح شکننده و قابل اشتعال در فضای داخلی اجتناب شود.

### ۲۱-۲-۵-۷ فضای داخلی پناهگاه

۲۱-۲-۵-۷-۱ فضای هرسلول پناهگاه (بخش اقامتی) حداکثر برای ۵۰ نفر طراحی و احداث می‌شود و در صورت نیاز به ظرفیت بیشتر باید دو یا چند سلول را به صورت مجزا در پناهگاه احداث نمود. حداکثر تعداد نفرات در یک واحد (دستگاه) پناهگاهی ۱۵۰ نفر خواهد بود.

۲۱-۲-۵-۷-۲ فضای سلول‌های داخلی پناهگاه باید با استفاده از دیوارهای مقاوم در برابر انفجار به مساحت‌هایی با ظرفیت حداقل ۲۵ نفر و حداکثر ۵۰ نفر تقسیم شود.

۲۱-۲-۵-۷-۳ ارتباط فضاهای پناهگاهی (سلولهای) مجاور یکدیگر می‌تواند از طریق راهرو ارتباطی، درب یا دریچه زرهی تعبیه شده در دیوار مشترک آنها صورت گیرد.

۲۱-۲-۵-۷-۴ دیوارهای جداکننده بین سلول‌ها باید از بتن مسلح با حداقل ضخامت ۳۰ سانتیمتر اجرا شود.

۲۱-۲-۵-۷-۵ هر فضای پناهگاه تا ظرفیت ۱۵ نفر باید حداقل دارای یک توالت تر و برای هر ۲۵ نفر حداقل یک توالت خشک پیش‌بینی شود.

### ۲۱-۲-۵-۸ محفظه هوابند

۲۱-۲-۵-۸-۱ محفظه هوابند باید بیرون درب ورودی و فضای اصلی پناهگاه، در نظر گرفته شود و با نصب درب‌های ضد انفجار و ضد گاز و سوپاپ‌های لازم آن را تجهیز نمود.

۲۱-۲-۵-۸-۲ سطح لازم برای اتاقک هوابند برای پناهگاههای با ظرفیت تا ۵۰ نفر حداقل ۱/۵ مترمربع، ۵۱ الی ۱۰۰ نفر ۳/۵ متر مربع و برای پناهگاههای با ظرفیت ۱۰۱ الی ۱۵۰ نفر ۵ متر مربع است.

۲۱-۲-۵-۸-۳ محفظه هوابند دارای دو درب زرهی است که یکی به بیرون باز می شود و دیگری برای ورود به فضای اصلی رو به داخل هوابند باز می‌شود.

### ۲۱-۲-۵-۹ ورودی پناهگاه

۲۱-۲-۵-۹-۱ هر پناهگاه باید دارای حداقل یک درب ورودی و یک درب خروجی اضطراری خارج از محدوده ریزش آوار باشد.

۲۱-۲-۵-۹-۲ در نظر گرفتن محدوده آوار، به منظور عدم برخورد با ریزش آوار ناشی از فروپاشی ساختمان‌های مجاور بر روی ورودی و خروجی اضطراری، ضروری است.

۲۱-۲-۵-۹-۳ با تعبیه ورودی یا خروجی پناهگاه از داخل ساختمان، لازم است که احتمال ریزش آوار بر روی این مسیرها مدنظر قرار گرفته و سقف و دیوار و کف آنها برای بار آوار نیز محاسبه گردد. ضمناً محاسبه بار حاصل از آوار ساختمان برای سقف و دیوار پناهگاه الزامی است.

۲۱-۲-۵-۹-۴ ورودی‌ها باید سرپوشیده باشند.

۲۱-۲-۵-۹-۵ حداقل عرض ورودی‌ها ۱۲۰ سانتیمتر بوده و برای پله‌ها با تعیین حداکثر ارتفاع ۱۸ سانتیمتر و حداقل عرض کف پله ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۲۱-۲-۵-۹-۶ ورودی اصلی پناهگاه تحت هیچ شرایطی نباید به فضای اصلی و یا روبروی راهروی پناهگاه باز شود.

۲۱-۲-۵-۹-۷ ورود به پناهگاه باید از طریق یک فضای واسط (فضای هوابند) با حداقل بازشو صورت گیرد.

۲۱-۲-۵-۹-۸ در طراحی ورودی‌ها باید حداقل دو خم ۹۰ درجه تا قبل از ورود به مدخل هوابند یا فضای اصلی پناهگاه وجود داشته باشد.

۲۱-۲-۵-۹-۹ در صورت عدم امکان طراحی دو خم ۹۰ درجه در محل، می‌توان از یک خم ۹۰ درجه و تله انفجاری و یا فقط از تله‌های انفجاری جهت کاهش فشار موج انفجار استفاده شود.

۲۱-۲-۵-۹-۱۰ در انتهای تمامی مسیرهای ورودی به پناهگاه، از تله (محفظه) انفجار استفاده شود.

۲۱-۲-۵-۹-۱۱ ورودی پناهگاه حتماً باید مجهز به درب ضد انفجار باشد.

۲۱-۲-۵-۹-۱۲ ابتدای ورودی‌ها حداقل ۲۰ سانتیمتر بالاتر از سطح طبیعی زمین قرار گیرد تا از ورود آب‌های سطحی جلوگیری شود.

۲۱-۲-۵-۹-۱۳ در انتهای شیب یا پله‌های ورودی، با توجه به اقلیم منطقه و احتمال ورود آب‌های سطحی، جهت هدایت آب‌های وارده باید کف‌شوی‌هایی با ظرفیت زهکشی آب به درون چاه جذبی مناسب و پوشش شبکه‌های آهنی محکم پیش‌بینی شوند.

### ۲۱-۲-۵-۱۰ راههای فرار و خروجی‌های اضطراری

۲۱-۲-۵-۱۰-۱ به ازاء هر ۵۰ نفر باید یک خروجی اضطراری تعبیه شود.

۲۱-۲-۵-۱۰-۲ در صورت وجود خروجی‌های اضطراری متعدد، باید در جهات مختلف ساختمان و حتی‌الامکان دور از یکدیگر قرار گیرند.

۲۱-۲-۵-۱۰-۳ خروجی اضطراری می‌بایستی از طریق یک خم ۹۰ درجه و یک چالاب در پایین آن که به عنوان تله انفجاری و محل ریزش آوار احتمالی و همچنین جمع‌آوری و دفع آبهای زائد است، به پناهگاه متصل شود.

۲۱-۲-۵-۱۰-۴ خروجی‌های اضطراری به منظور تهویه نیز بکار رفته و هوای مورد نیاز برای پناهگاه را تأمین می‌نمایند.

۲۱-۲-۵-۱۰-۵ جهت جلوگیری از ورود آب‌های سطحی و تقلیل حجم آوار، خروجی‌های اضطراری باید حداقل تا ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح تمام شده زمین ادامه یابند.

۲۱-۲-۵-۱۰-۶ خروجی اضطراری دارای دو قسمت افقی و عمودی است که مقطع افقی به ابعاد ۱۰۰×۸۰ سانتیمتر و مقطع مسیر عمودی ۸۰×۶۰ سانتیمتر است.

۲۱-۲-۵-۱۰-۷ انتهای مسیر عمودی باید حدود ۶۰ سانتیمتر پائین‌تر از کف مسیر افقی باشد. مسیر عمودی باید مجهز به پله‌های فلزی جاسازی شده بر روی دیوار باشد.

۲۱-۲-۵-۱۰-۸ کف مسیر افقی باید حدود ۹۰ سانتیمتر بالاتر از کف پناهگاه قرار گیرد.

۲۱-۲-۵-۱۰-۹ اگر مسیر افقی از جنس لوله‌های بتنی غیرمسلح باشد، رعایت حداکثر قطر ۱ متر و حداکثر طول ۸ متر الزامی است.

۲۱-۲-۵-۱۰-۱۰ دهانه مسیر عمودی باید توسط دریچه فلزی، مشبک و مقاوم در شرایط عادی پوشانده شود. دریچه به طرف داخل مسیر عمودی به چپ یا راست باز می‌شود.

۲۱-۲-۵-۱۰-۱۱ در صورت استفاده از دریچه‌های غیرمشبک و بدون گذر هوا، باید در محل مناسبی از مسیر افقی، یک مجرای هوا جهت هوارسانی و تخلیه هوا تعبیه گردد.

۲۱-۲-۵-۱۰-۱۲ دریچه باید به نوارهای لاستیکی مجهز باشد تا در هنگام بسته شدن از ورود گاز و هوا و سیلابهای احتمالی به داخل کانال جلوگیری نماید.

۲۱-۲-۵-۱۰-۱۳ خروجی‌های اضطراری باید از بتن مسلح به حداقل ضخامت ۱۵ سانتیمتر و به صورت یکپارچه اجرا گردند.

۲۱-۲-۵-۱۰-۱۴ رعایت شیب ۱٪ تا ۱/۵٪ در مسیر افقی به طرف شفت قائم ضروری است.

۲۱-۲-۵-۱۰-۱۵ با احتمال ورود آب‌های سطحی و باران به مسیر عمودی، استفاده از کفشوی در شفت قائم ضروری است و دفع آب به روش زهکشی و چاه جذبی یا وصل به شبکه فاضلاب مانند نحوه دفع آبهای سطحی ورودی‌ها انجام گیرد.

### ۲۱-۲-۵-۱۱ روانبخشی پناهگاه

جهت مقابله با اثرات روانی، امکانات و خصوصیات فضای پناهگاه از لحاظ نور، تهویه، رنگ، جنس مصالح، باید به گونه‌ای باشد که آرامش لازم را در افراد ایجاد کند.

# ۲۱-۳ مشخصه‌های مکانیکی و دینامیکی مصالح

## ۲۱-۳-۱ کلیات

**۲۱-۳-۱-۱** طراحی سازه‌ها در برابر انفجار مستلزم آگاهی از ویژگی‌های دینامیکی مصالح است. مصالح پاسخ‌های متفاوتی در مقابل بارهای دینامیکی نسبت به بارهای استاتیکی از خود نشان می‌دهد. تحت بارگذاری دینامیکی مصالح به افزایش مقاومتی می‌رسند، که به طور قابل ملاحظه‌ای مقاومت سازه‌ای را ارتقا می‌دهد.

**۲۱-۳-۱-۲** سازه‌های در معرض بارهای انفجاری جهت جذب انرژی، وارد محدودهٔ تغییر شکل‌های فرا ارتجاعی می‌شوند. در نتیجه مصالح تشکیل دهنده سازه باید دارای رفتار فرا ارتجاعی و شکل‌پذیری مناسب باشند.

**۲۱-۳-۱-۳** در بارهای انفجاری، اعمال بار و افزایش تنش در اعضاء بسیار سریع اتفاق می‌افتد. این بار به صورت آنی و گذراست و زمان تناوب آن در اکثر موارد بسیار کوتاه‌تر از زمان تناوب سازه می‌باشد.

**۲۱-۳-۱-۴** در طراحی انفجاری، پذیرش تسلیم اعضا از جنبه اقتصادی ضروری است. همچنانکه عضو وارد محدوده فرا ارتجاعی می‌شود، جذب انرژی انفجار با ایجاد تعادل بین انرژی انفجار در مقابل انرژی کرنشی عضو ادامه می‌یابد.

**۲۱-۳-۱-۵** مقدار انرژی کرنشی قابل جذب توسط سازه، تابعی از ویژگیهای استاتیکی و دینامیکی

مصالح، ویژگیهای مقاطع و مقدار تغییرشکلهای خمیری مجاز می‌باشد. مقدار کل انرژی انفجار که باید جذب شود تابعی از بار حداکثر و مدت زمان تداوم انفجار می‌باشد.

**۲۱-۳-۱-۶** پاسخ مصالح تحت بارگذاری دینامیکی به طور محسوسی متفاوت از بارگذاری استاتیکی است. در بارگذاری سریع، مصالح نمی‌توانند با نرخ مشابه بار وارده، تغییر شکل دهند. این خاصیت باعث ایجاد افزایش در سطح تنش تسلیم و همچنین تنش نهایی قبل از گسیختگی می‌شود. به طور کلی، هرچه مصالح سریعتر تغییر شکل دهند (افزایش سریع نرخ کرنش)، مقاومت مصالح افزایش می‌یابد.

**۲۱-۳-۱-۷** افزایش مقاومت ایجاد شده به علت بارگذاری سریع به عضو اجازه می‌دهد تا مقاومت سازه نسبت به حالت استاتیکی افزایش یابد. این تاثیرات در طراحی انفجاری با استفاده از ضریب افزایش دینامیکی (به بخش ۲۱-۳-۴ رجوع شود) در نظر گرفته می‌شود.

## ۲۱-۳-۲ مصالح مناسب برای سازه‌های انفجاری

### ۲۱-۳-۲-۱ بتن مسلح

۲۱-۳-۲-۱-۱ به دلیل مقاومت و جرم قابل توجه بتن مسلح، این مصالح به طور ویژه‌ای در برابر بارهای انفجاری، مناسب هستند. همچنین بتن، مقاومت موثری در برابر آتش و نفوذ ترکش دارد.

۲۱-۳-۲-۱-۲ روش‌های ساده شده جهت طراحی انفجاری بتن مسلح بر اساس پاسخ خمشی بوده و مشروط به حذف مودهای شکست ترد می‌باشند.

۲۱-۳-۲-۱-۳ جلوگیری از ایجاد مودهای شکست ترد با محدود کردن تنش‌های برشی بتن و استفاده از تنگ‌های محصورکننده برشی ویژه حاصل می‌شود (بخش ۹-۲۰ مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان).

۲۱-۳-۲-۱-۴ میلگردهای S400 و کمتر دارای شکل پذیری کافی برای بارگذاری دینامیکی می‌باشند.

۲۱-۳-۲-۱-۵ سازه‌های بتن آرمه مورد استفاده در سازه‌های مقاوم در مقابل انفجار باید ضوابط شکل‌پذیری بخش ۹-۲۰ مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان را برآورده نمایند.

### ۲۱-۳-۲-۲ مصالح بنایی مسلح

۲۱-۳-۲-۲-۱ به دلیل جرم زیاد ساختمان‌های با مصالح بنایی مسلح، این ساختمان‌ها، می‌توانند برای بارهای انفجاری کم مورد استفاده قرار گیرند.

۲۱-۳-۲-۲-۲ مصالح بنایی به بارهای دینامیکی، مانند بتن مسلح شده، پاسخ می‌دهند، یعنی با افزایش نرخ کرنش مقاومت دینامیکی افزایش می‌یابد.

۲۱-۳-۲-۲-۳ در مصالح بنایی مسلح، محدودیت جایگذاری میلگردها و مقاومت برشی کم درزهای ملات، معایب مهم در مقایسه با بتن مسلح هستند. اگرچه سازه‌های بنایی غیرمسلح در بناهای قدیمی‌تر رایج هستند، اما آنها شکل‌پذیری کافی برای مقاومت در برابر بارهای انفجاری را ندارند و ممکن است به طور کلی نامناسب باشند. در این مورد رعایت مبحث ۸ مقررات ملی ساختمان لازم است.

۲۱-۳-۲-۲-۴ میلگردهای مسلح‌کننده باید از رده S400 و پایین‌تر باشند.

### ۲۱-۳-۲-۳ مصالح سنگدانه‌ای

مصالح سنگدانه‌ای ریز و خاک به علت قابلیت استهلاک انرژی مناسبی که در مقابل بارهای انفجاری دارند، در حالت کیسه‌ای می‌توانند برای ساخت پناهگاههای سطحی موقت مورد استفاده قرار گیرد.

### ۲۱-۳-۲-۴ مصالح نما

اجرای انواع اندودهای نماسازی نقش مؤثری در پایداری دیوار خارجی داشته و آسیب‌پذیری آنها را نسبت به دیوارهای خارجی بدون اندود نما به مراتب کاهش می‌دهد. آن دسته از دیوارهای خارجی ساختمان که نمای اندود سیمان دارند در برابر نیروی انفجاری مقاوم‌تر از نمای آجری می‌باشند. نماهای پیش‌ساخته بتن مسلح نیز در برابر انفجار بسیار مناسب می‌باشند.

### ۲۱-۳-۲-۵ فولاد ساختمانی

۲۱-۳-۲-۵-۱ فولادهای ساختمانی در ردهٔ St37 و St52 از شکل‌پذیری کافی جهت طراحی انفجاری برخوردار هستند.

۲۱-۳-۲-۵-۲ فولاد با مقاومت بالا می‌تواند در موقعیت‌های مشخص، نظیر درهای انفجاری، پیچ‌ها استفاده شود.

۲۱-۳-۲-۵-۳ به طور کلی سازه‌های فولادی مورد استفاده در سازه‌های مقاوم در مقابل انفجار باید بـر حسب اهمیت ساختمان، باید ضوابط لرزه‌ای مبحث دهم مقررات ملّی ساختمان را نیز برآورده نمایند.

## ۲۱-۳-۳ ویژگی‌های دینامیکی مواد

این بخش به تشریح ویژگی‌های دینامیکی مصالح مورد استفاده در طراحی سـازه‌هـای مقـاوم در برابـر انفجار می‌پردازد.

### ۲۱-۳-۳-۱ ضریب افزایش مقاومت[1] (SIF)

ضریب افزایش مقاومت (SIF) مصالح سازه‌ای با استفاده از مباحث ۹ و ۱۰ مقررات ملّی تعیین شـده است که در هر صورت نباید بزرگتر از مقادیر جدول ۲۱-۳-۱ در نظر گرفته شود.

**جدول ۲۱-۳-۱ ضریب افزایش مقاومت**

| مصالح | ضریب افزایش مقاومت |
|---|---|
| میلگردهای رده S400 وکمتر | ۱/۱۵ |
| فولاد ساختمانی نورد شده St37 و St52 | ۱/۱۵ |
| تیر ورق‌ها وسایر اعضای ساخته شده از ورق | ۱/۱۵ |
| بتن | ۱/۰ |

1- Strength Increase Factor

### ۲۱-۳-۳-۲ ضریب افزایش دینامیکی[1] (DIF)

۲۱-۳-۳-۲-۱ برای در نظر گرفتن تاثیر افزایش مقاومت مصالح با نرخ کرنش سریع، ضریب افزایش دینامیکی به مقادیر مقاومت استاتیکی اعمال می‌شود. این ضریب به ماهیت تنش (مثلاً خمشی، برش مستقیم) بستگی دارد. جدول ۲۱-۳-۲ مقادیر ضریب افزایش دینامیکی را برای بتن مسلح و مصالح بنایی و جدول ۲۱-۳-۳ مقادیر مربوطه را برای فولاد سازه‌ای بیان می‌نماید.

**جدول ۲۱-۳-۲ ضریب افزایش دینامیکی برای بتن مسلح و مصالح بنایی**

| تنش | ضریب افزایش دینامیکی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | میلگردها | | بتن | مصالح بنایی |
| | $F_{dy}/F_y$ | $F_{du}/F_u$ | $f_{dc}/f_c$ | $F_{dm}/F_m$ |
| خمشی | ۱/۲ | ۱/۰۵ | ۱/۲ | ۱/۲ |
| فشاری | ۱/۱۰ | ۱/۰۰ | ۱/۱۵ | ۱/۱۵ |
| کشش قطری | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ |
| برش مستقیم | ۱/۱۰ | ۱/۰۰ | ۱/۱۰ | ۱/۰۰ |
| پیوستگی | ۱/۲۰ | ۱/۰۵ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ |

**جدول ۲۱-۳-۳ ضرایب افزایش دینامیکی برای سازه‌های فولادی**

| مصالح | ضریب افزایش دینامیکی | | |
|---|---|---|---|
| | تنش تسلیم | | |
| | خمش - برش | فشار - کشش | تنش نهایی |
| | $F_{dy}/F_y$ | $F_{dy}/F_y$ | $F_{du}/F_u$ |
| St 37 | ۱/۳ | ۱/۲ | ۱/۱۰ |
| St 52 | ۱/۲ | ۱/۱۵ | ۱/۰۵ |

1- Dynamic Increase Factor

### ۲۱-۳-۳-۳ تنش تسلیم طراحی در سازه‌های مقاوم در برابر انفجار

مقاومت تسلیم دینامیکی طرح $F_{dy}$، و مقاومت نهایی دینامیکی طرح $F_{du}$ که در طراحی‌های انفجاری به کار می‌روند، با اعمال ضریب افزایش مقاومت و ضریب افزایش دینامیکی به مقاومت تسلیم $F_y$ و مقاومت نهایی $F_u$ بدست می‌آیند.

**الف: فولاد**

$$F_{dy}= (SIF)\times(DIF)\times F_y \qquad (۱-۳-۲۱)$$

$$F_{du}= (DIF)\times F_u \qquad (۲-۳-۲۱)$$

**ب: بتن**

$$f_{dc} = (DIF)\times f_c \qquad (۳-۳-۲۱)$$

**در رابطه فوق نیز $f_{dc}$ مقاومت فشاری مشخصه دینامیکی بتن و $f_c$ مقاومت فشاری مشخصه بتن می‌باشد.**

# ۲۱-۴ سیستم‌های سازه‌ای مقاوم در برابر انفجار

## ۲۱-۴-۱ کلیات

نیروهای ناشی از انفجار به صورت فشارهای شدید به ناحیهٔ محدودی که در مقابل انفجار قرار دارد وارد می‌شود و به اعضای دورتر فشار کمتری اعمال می‌گردد. در نتیجه روال طراحی سازه در مقابل انفجار، طراحی در مقابل شکست موضعی عناصر موجود در جبهه اول شامل عناصر نما و تیرها و ستون‌های پیرامونی ساختمان می‌باشد.

## ۲۱-۴-۲ سیستم‌های رایج برای ساختمان

ساختمان‌های معمولی ممکن است مقداری مقاومت انفجاری داشته باشند، اما مشخصه‌های خاصی از ساختمانهای معمولی، مانند پنجره‌های بزرگ، دیوارهای بنایی غیرمسلح و اتصالات ضعیف، می‌تواند این ساختمان‌ها را حتی در برابر تاثیرات انفجار ضعیف نیز آسیب‌پذیر کند. در ادامه این بخش به معرفی چند سیستم رایج ساختمانی برای ایستادگی در برابر نیروهای انفجاری پرداخته می‌شود.

### ۲۱-۴-۲-۱ دیوار بنایی مسلح

دیوارهای بنایی مسلح می‌توانند به عنوان عناصر نما و باربر جانبی مقاوم در برابر فشار انفجار مورد استفاده قرار گیرند و نیز می‌تواند بصورت دوگانه همراه با قاب فولادی یا بتنی برای تحمل بارهای قائم و جانبی استفاده شوند. دیوارهای خارجی از مصالح بنایی مسلح بصورت دو طرفه برای هر دو دهانه افقی و قائم طراحی و مسلح می‌شوند. دیوار بنایی مسلح که موازی با جهت اعمال نیروی انفجار قرار دارند، می‌توانند به عنوان دیوارهای برشی برای انتقال نیروهای جانبی به پی مورد استفاده قرار گیرند.

در دیوارهای بلوکی مسلح، بلوک‌های ۲۰ سانتیمتری که آرماتورهای در امتداد قائم در مرکز آنها و آرماتورهای افقی در هر لایه آنها کار گذاشته شده و کاملاً با ملات پر شده‌اند، باید استفاده شوند. اتصالات به سازه باید طوری طراحی شوند که ظرفیت نهایی جانبی دیوار را داشته باشند.

### ۲۱-۴-۲-۲ دیوار بتنی پیش‌ساخته

۲۱-۴-۲-۲-۱ حداقل ضخامت دیوار بتنی پیش‌ساخته ۱۲۰ میلیمتر بدون در نظر گرفتن نازک‌کاری می‌باشد.

۲۱-۴-۲-۲-۲ برای اجرای دیوار بتنی پیش‌ساخته در قاب فولادی، پس از اجرای قاب فولادی، دیوار بتنی پیش‌ساخته درون چهار چوب فولادی تعبیه می‌شود. وضعیت قرارگیری دیوار پیش‌ساخته باید به گونه‌ای باشد که از هر طرف حداقل به اندازه طول مهاری آرماتور انتظار دیوار و یا ۵۰ سانتیمتر (هرکدام که بزرگ‌تر بود) با ستون فولادی فاصله داشته باشد. میلگردهایی مشابه آرماتورهای انتظار دیوار به ستون فولادی در راستای آرماتورهای انتظار دیوار جوش شده و سپس حدفاصل بین دیوار و ستون قالب‌بندی شده و بتن‌ریزی صورت می‌گیرد. در خصوص سایر روش‌های اتصال دیوار پیش‌ساخته به اسکلت به تشخیص طراح عمل شود.

### ۲۱-۴-۲-۳ دیوار بتنی درجا

ساختمان با دیوار بتنی درجا برای فشارهای انفجاری متوسط و زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضخامت بتن دیوارها، اندازه و جایگذاری میلگردها باید طوری انتخاب شوند که قادر به تحمل بارگذاری انفجاری متوسط و زیاد باشد. حداقل ضخامت دیوارهای بتن مسلح درجا ۲۰۰ میلیمتر می‌باشد.

### ۲۱-۴-۲-۴ قاب قوسی و شیبدار (با سقف سبک)

چنین سازه‌هایی با سقف سبک و پوشش سبک برای مقاومت در مقابل انفجار مناسب نیستند. با تشخیص طراح می‌توان از پوشش و نمای بتن مسلح برای استحکام بخشیدن به این سازه‌ها بهره جست. در خصوص این نوع سازه‌ها مواردی در راهنمای مبحث توصیه شده که مطالعه آن توصیه می‌گردد.

## ۲۱-۴-۳ سیستم‌های رایج برای سازه پناهگاهی

پناهگاه‌ها، سازه‌هایی می‌باشند که از آنها انتظار می‌رود، در مقابل فشارهای زیاد ناشی از انفجار متوسط و زیاد مقاوم باشند. سازه‌های پناه‌گاهی را معمولاً می‌توان به سه روش نیمه مدفون، مدفون و تونل اجرا نمود. در روش اجرای مدفون و نیمه مدفون، ضخامت خاک روی پناهگاه باید حداقل به اندازه نصف کوچکترین بعد پناهگاه یا ۲ متر (هر کدام که بزرگترند) باشد. به هر حال مجموع ضخامت خاک و بتن باید بزرگتر از عمق نفوذ بمب‌های نفوذگر باشد. استفاده از خاک تراکم‌پذیر نسبت به خاک‌های با دانه‌بندی یکنواخت ارجحیت دارد. همچنین استفاده از ماسه بادی مجاز نیست و بهتر است از شن شکسته با دانه‌بندی درشت استفاده شود.

### ۲۱-۴-۳-۱ سازه پناهگاهی مدفون و نیمه مدفون درجا

با توجه به مقاومت موجود در زمین، می‌توان پناهگاه‌های زیرزمینی مقاومی در برابر انفجار احداث نمود. سازه‌های مدفون و نیمه مدفون باید به گونه‌ای طراحی گردند که برای انسان و تأسیسات مناسب باشند.

سازه‌های مدفون در برابر انفجارهایی غیر از انفجارهای در داخل زمین، بسیار مقاوم و قابل اطمینان می‌باشند. قسمتهای باربر سازه‌های مدفون (سقف، دیوارها و کف) باید از بتن مسلح درجا ساخته شوند. استفاده از سازه‌های پیش‌تنیده، همچنین سازه‌هایی با مصالح آجری و سایر مصالحی که قابلیت تغییرپذیری و شکل‌پذیری کمتری دارند، برای ساخت پناهگاه ممنوع است.

این نوع سازه‌ها را می‌توان به صورت نیمه مدفون نیز استفاده نمود. مثلاً بخشی از سازه بالای سطح زمین و بخشی دیگر مدفون می‌باشد و یا نیمی از عرض یا ارتفاع آن در داخل زمین قرار می‌گیرد ولی در کل با افزایش عمق دفن این سازه‌ها، مقاومت‌آنها در برابر انفجار افزایش می‌یابد.

پناهگاه‌های عمومی و اختصاصی باید به ترتیب قابلیت تحمل بارهای ناشی از انفجارهای قوی و ضعیف را داشته باشند.

### ۲۱-۴-۳-۲ سازه‌های پناهگاهی مدفون و نیمه مدفون پیش ساخته

جعبه‌های بتنی پیش‌ساخته را می‌توان به عنوان نوعی پناهگاه پیش‌ساخته مورد استفاده قرار داد. این قطعات در کارگاه ساخته شده و توسط کامیون به محل نصب حمل می‌شوند. پس از استقرار در محل آماده شده و پس از چفت و بست کردن آنها و عایق‌بندی رطوبتی، بر رویشان خاک ریخته می‌شود.

این سازه ها به طور اقتصادی قادر به تحمل فشار انفجار متوسط می‌باشند.
گنبدها و قوس‌های پیش ساخته نیز می‌توانند برای احراز شرایط سطوح بالای مقاومت در برابر انفجار به کار برده شوند. مزیت اول آنها کاهش بار است که ناشی از سطوح منحنی در معرض موج انفجار می‌باشد. مزیت دوم آنها اثر بخشی بالا در مقاومت که به خاطر شکل چنین سازه‌هایی است می‌باشد. مشکل این نوع سازه‌ها بخاطر محدود شدن فضای داخل ساختمان و افزایش قیمت ساخت وساز است.

# ۲۱-۵ تأسیسات برقی و مکانیکی

## ۲۱-۵-۱ الزامات قانونی

### ۲۱-۵-۱-۱ دامنه کاربرد

۲۱-۵-۱-۱-۱ بخش ۲۱-۸ الزامات حداقل که رعایت آنها در تاسیسات برقی و مکانیکی هر ساختمانی الزام قانونی دارد را در مراحل طراحی، اجرا، بهره برداری و نگهداری، تغییرات و بازرسی بیان می‌نماید.

۲۱-۵-۱-۱-۲ احکام این بخش از مبحث بیست و یکم مقررات ملّی ساختمان باید تاسیسات برقی و مکانیکی را با اهداف ایمنی و بهداشت و تامین انرژی کنترل نماید.

۲۱-۵-۱-۱-۳ در مدارک زیر، احکام قانونی بر الزامات مقرر شده در بخش ۲۱-۵ حاکم است:

الف) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و آیین‌نامه اجرایی آن

ب) مبحث دوم- نظامات اداری، از مجموعه مباحث مقررات ملّی ساختمان

۲۱-۵-۱-۱-۴ الزامات این بخش شامل هرگونه تغییر کاربری در ساختمان می‌گردد.

### ۲۱-۵-۱-۲ ساختمانهای موجود

۲۱-۵-۱-۲-۱ تاسیسات برقی و مکانیکی در ساختمانهای موجود که پیش از انتشار رسمی ضوابط مندرج در بخش ۲۱-۵ به طور قانونی از آنها استفاده شده است، مشمول الزام قانونی رعایت احکام این مبحث قرار نمی‌گیرد ولی از زمان انتشار رسمی احکام این مبحث، کار در ساختمانهای در دست اجرا باید با رعایت این احکام صورت گیرد.

## ۲۱-۵-۲ مقررات کلی

۲۱-۵-۲-۱ طراحی، نصب، راه‌اندازی، سرویس و نگهداری سیستم‌های تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع باید با رعایت الزامات مندرج در مبحث ۱۴ مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

۲۱-۵-۲-۲ طراحی تاسیسات آب سرد و گرم مصرفی و سیستم دفع فاضلاب باید با رعایت الزامات مندرج در مبحث ۱۶ مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

۲۱-۵-۲-۳ لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان، نصب وسایل گازسوز و نصب دودکش‌های ساختمانی باید با رعایت الزامات مندرج در مبحث ۱۷ مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

۲۱-۵-۲-۴ طراحی سیستم اطفاء حریق ساختمان باید با رعایت الزامات مندرج در مبحث ۳ مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

۲۱-۵-۲-۵ طراحی آسانسور و پله برقی باید با رعایت الزامات مندرج در مبحث ۵ مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

۲۱-۵-۲-۶ طراحی و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها باید با رعایت الزامات مندرج در مبحث ۱۳ مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد.

۲۱-۵-۲-۷ تاسیسات تامین یا انتقال برق مجموعه به هیچ وجه نباید در صورت وقوع انفجار، در معرض تماس با عناصر اشتعال‌پذیر یا هادی جریان برق قرار گیرند.

۲۱-۵-۲-۸ در صورت لزوم به مجاورت تاسیسات و عناصر آسیب‌زا در کنار یکدیگر، هریک از آنها باید به طور کاملاً مجزا و محفوظ در میان سازه‌ای که بتواند بار انفجاری مربوط را تحمل نماید نصب گردد.

۲۱-۵-۲-۹ امکانات ضروری در هر ساختمان (مانند منابع آب، برق اضطراری و تلفن) باید پیش‌بینی شوند.

۲۱-۵-۲-۱۰ فضای باز ساختمان باید به تجهیزات و سطوحی جهت فوریت‌های پزشکی، آب، تلفن و برق اضطراری مجهز باشند.

۲۱-۵-۲-۱۱ وجود شیر آتش‌نشانی در هر ساختمان ضروری است؛ تعداد و فاصله شیرهای آتش‌نشانی، تابع ضوابط سازمان آتش‌نشانی خواهد بود.

## ۲۱-۵-۳ تاسیسات برقی

### ۲۱-۵-۳-۱ سیستم الکتریکی

۲۱-۵-۳-۱-۱ از نظر سازه‌ای، دیوارها و کف‌هایی که در مجاورت تجهیزات قرار دارند باید از عناصر سازه‌ای مقاوم و مناسب ساخته شده باشد.

۲۱-۵-۳-۱-۲ حفاظت مسیر کابلهای ورودی اصلی، خطوط توزیع برق اضطراری و سیستم اعلام حریق (شامل سیم‌کشی و تجهیزات اصلی) در مقابل انفجار و بارهای انفجاری الزامی است.

۲۱-۵-۳-۱-۳ نگهداری نقشه‌های تاسیسات الکتریکی ساختمان در محلی امن و قابل دسترس، برای تعمیر و تقویت احتمالی سیستم‌ها الزامی است.

۲۱-۵-۳-۱-۴ تابلوهای برق نرمال و اضطراری، لوله‌های برق و تابلوهای توزیع و حفاظت فشار ضعیف و متوسط، حتی‌المقدور باید به صورت مجزا و در محلهای مختلف و به اندازه کافی دور از یکدیگر اجرا گردند؛ سیستمهای توزیع برق باید از محلهای مجزا قابل راه‌اندازی باشد.

۲۱-۵-۳-۱-۵ برای جلوگیری از شکست لوله‌ها، پیش‌بینی‌های لازم در محلهای درز انبساط انجام شود؛ استفاده از اتصالات انعطاف‌پذیر توصیه می‌شود.

۲۱-۵-۳-۱-۶ نصب چراغهای اضطراری در سرویس‌های بهداشتی الزامی است.

۲۱-۵-۳-۱-۷ چراغهای اضطراری باتری‌دار باید در راهرو، پلکان‌ها و در قسمت خروجی با علامت خروج[1] تعبیه شود.

۲۱-۵-۳-۱-۸ از نصب هرگونه چراغ روشنایی آویزان و معلق از سقف باید اجتناب نمود.

۲۱-۵-۳-۱-۹ برای حفاظت تجهیزات الکتریکی حساس باید از پوشش‌های مناسب (پوشش ریزبافت و از جنس نسوختنی) استفاده شود.

۲۱-۵-۳-۱-۱۰ برای حفاظت مدارهای الکتریکی با حساسیت بالا باید از کلیدهای حفاظت اتوماتیک دارای میله مغناطیسی و رله حرارتی استفاده شود.

۲۱-۵-۳-۱-۱۱ ایجاد فشار مثبت در محل نصب برخی از تجهیزات حساس الکتریکی، الکترونیکی و مخابراتی برای جلوگیری از ورود دود و گرد و غبار به درون آنها توصیه می‌شود.

۲۱-۵-۳-۱-۱۲ لوله‌ها و سینی‌های نگهدارنده باید انعطاف‌پذیری لازم را برای تحمل حرکات جانبی در نقاط مهاری داشته باشد.

۲۱-۵-۳-۱-۱۳ استفاده از لوله‌های الکتریکی به صورت مدفون (البته در مکان‌هایی که امکان آن وجود دارد) توصیه می‌شود.

۲۱-۵-۳-۱-۱۴ سینی‌ها باید به گونه‌ای تعبیه گردند که از صدمات ناشی از ترکشهای انفجار به کابل‌ها جلوگیری نمایند.

1- Exit

۲۱-۵-۳-۱-۱۵ مهار و تثبیت موتورهای الکتریکی و ژنراتورها روی سازه فونداسیون به نحوی که از حرکات جانبی بیش از حد این تجهیزات در اثر موج انفجار جلوگیری بعمل آورد، ضروری است؛ همچنین تجهیزات اضافی و کنترلی نیز باید متناسب با تجهیزات اصلی مهار شود.

۲۱-۵-۳-۱-۱۶ در طراحی تابلوهای برق ساختمانها باید از تجهیزات حفاظتی در مقابل تغییرات ولتاژ و جریان اضافی استفاده نمود.

### ۲۱-۵-۳-۲ سیستم ارتباطی و مخابراتی

۲۱-۵-۳-۲-۱ سیستم‌های اطلاع‌رسانی و هشداردهنده باید به صورت متمرکز بوده و نباید داخل یک لوله اجرا شوند.

۲۱-۵-۳-۲-۲ کابلهای کنترل با سیگنال جریان ضعیف نباید با کابلها و سیم‌های فشار قوی یا متوسط، از داخل یک لوله عبور داده شود.

۲۱-۵-۳-۲-۳ لوله‌های برق ذخیره و خروجی‌های برق قدرت برای نصب تجهیزات کنترل و ایمنی در آینده، باید فراهم شود.

۲۱-۵-۳-۲-۴ به منظور اخطار به موقع به ساکنین هنگام تهدید، ساختمان باید دارای سیستم اطلاع‌رسانی باشد.

### ۲۱-۵-۳-۳ سامانه برق اضطراری[1]

۲۱-۵-۳-۳-۱ وجود مولد برق اضطراری در مجتمع‌های اداری، تجاری، مسکونی، آموزشی و درمانی الزامی است.

۲۱-۵-۳-۳-۲ مولد برق اضطراری باید برای تامین توان الکتریکی سیستم‌های هشدار، روشنایی مسیرهای خروجی، روشنایی پناهگاه‌ها و فضای امن، علائم خروج، سیستمهای مخابراتی اضطراری، تجهیزات اعلام حریق و پمپ‌های آتش نشانی، پمپ آب مصرفی، سیستم تخلیه دود و آسانسور اضطراری در یک نقطه امن تعبیه شود.

۲۱-۵-۳-۳-۳ بکارگیری تمهیدات لازم از قبیل مولد برق اضطراری به منظور کارکرد مداوم در بعضی مکانها مانند اتاقهای عمل بیمارستان‌ها الزامی است.

۲۱-۵-۳-۳-۴ ژنراتور اضطراری و مخزن سوخت مربوطه باید در فضاهای امن و مجزا قرار گیرند.

1- Emergency power system

۲۱-۵-۳-۳-۵ مخزن سوخت باید به اندازه کافی دور از ژنراتور و حتی‌المقدور به صورت مدفون تعبیه شده باشد تا در صورت انفجار مخزن سوخت، آسیبی به ژنراتور وارد نشود.

۲۱-۵-۳-۳-۶ ابعاد مخزن باید برای ذخیره‌سازی میزان مناسبی از سوخت طراحی شده باشد و در مورد ژنراتورهای پرقدرت از مخزن سوخت روزانه استفاده شود.

۲۱-۵-۳-۳-۷ جهت امکان اتصال ژنراتور اضطراری سیار[1] به سیستم الکتریکی ساختمان، باید تابلو برق و فیدر مناسبی در ساختمان تعبیه شده باشد.

۲۱-۵-۳-۳-۸ جهت کاهش اندازه پادری می‌توان از سیستم هواکش برقی استفاده نمود.

۲۱-۵-۳-۳-۹ فیوزهای توزیع توان اضطراری باید دارای حفاظ محکم بوده و یا در بتن محصور گردند.

۲۱-۵-۳-۳-۱۰ تابلوهای توزیع برق اضطراری و سوئیچ های تغییر وضعیت اتوماتیک باید در اتاقهایی مجزا از سیستم قدرت قرار گرفته باشد.

۲۱-۵-۳-۳-۱۱ روشنایی چراغهای اضطراری و علائم خروجی در طول مسیر خروجی باید توسط باتری فراهم شده باشد تا روشنایی آنی را در زمان قطع برق تامین نماید.

### ۲۱-۵-۳-۴ مبدل‌های برق

۲۱-۵-۳-۴-۱ مبدل‌های برق اصلی قدرت باید در صورت امکان در فضاهای داخلی ساختمان و دور از دسترس عموم قرار گرفته باشد.

## ۲۱-۵-۴ تاسیسات مکانیکی

### ۲۱-۵-۴-۱ کلیات

۲۱-۵-۴-۱-۱ تاسیسات مکانیکی باید در مکانهایی تعبیه شود که یا آسیب نبیند یا در صورت آسیب‌دیدگی قابل مرمت باشد و در نهایت یا بر اثر آسیب‌دیدگی و تخریب ساختمان هیچگونه تلفات جانی بوجود نیاید.

۲۱-۵-۴-۱-۲ مکانهایی که تجهیزات اضطراری مانند مخزن سوخت، موتورهای برق اضطراری، رایزرهای آب‌پاش، سیستم اعلام حریق و همچنین دودکش‌ها در آنها قرار می‌گیرد، باید دارای فضای امن با دیوارهای محافظ باشد.

1- Portable

۲۱-۵-۴-۱-۲ به منظور امنیت هرچه بیشتر کانالهای هوارسانی، لوله‌ها و لوله‌کشی‌ها، برای عایق‌بندی حرارتی باید از موارد و مصالح نسوز و ضدآتش استفاده شود.

۲۱-۵-۴-۱-۳ در ورودی کانالهای هوارسانی از محیط خارج ساختمان اجرای حداقل ۳ خم ۹۰ درجه جهت کاهش نفوذ فشار ناشی از موج انفجار به داخل توصیه می‌گردد.

۲۱-۵-۴-۱-۵ در صورت عبور لوله روی پشت بام باید لوله‌ها و اجزاء مربوط به صورت مناسب محافظت شوند.

۲۱-۵-۴-۱-۶ لوله‌کشی به صورت آویز از سقف ممنوع است.

۲۱-۵-۴-۱-۷ در محل اتصال کانالهای هوا به دستگاه و همچنین در محلهای با احتمال برخورد موج و شوک حرکتی ناشی از انفجار از سازه به کانال هوا، باید از اتصالات قابل انعطاف استفاده شود.

۲۱-۵-۴-۱-۸ در ساختمان باید از حداقل قطر موردنیاز برای کانالهای هوا و فیلترها استفاده گردد.

۲۱-۵-۴-۱-۹ سیستم تهویه مطبوع باید در حالات اضطراری به طور اتوماتیک قطع و در صورت بروز آتش‌سوزی هواکش‌ها[1] نیز قطع شود.

۲۱-۵-۴-۱-۱۰ استفاده از فضای هوابند[2] و همچنین درزبندی موثر مناسب در ورودی ساختمان جهت جلوگیری از ورود دود، گرد و غبار توصیه می‌شود.

### ۲۱-۵-۴-۲ تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

۲۱-۵-۴-۲-۱ در ساختمانها باید حتی‌المقدور از بکارگیری سیستم‌های با احتمال نشت بالا[3] یا سیستم‌های تبریدی دارای کویل مستقیم خودداری گردد. در صورتی که سیستم‌های با احتمال نشت بالا یا سیستم‌های تبریدی دارای کویل مستقیم بکار گرفته شوند، باید زمانی‌که احتمال بروز خطر در آن زیاد است، گاز و مواد مبرد داخل سیستم‌های یاد شده از طریق شیرهای تخلیه به بیرون هدایت شود.

۲۱-۵-۴-۲-۲ در صورت استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع آبی یا آبی- هوایی، اجرای دریچه هوای تازه در دیوارهای خارجی پشت فن‌کوئل مجاز نیست.

۲۱-۵-۴-۲-۳ سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری باید در شرایط اضطراری توسط سیستم کنترل متمرکز به صورت سریع و اتوماتیک خاموش شود.

---

1- Exhaust fan
2- Air lock
۳- ر.ج. قسمت ۱۴-۲-۳-۱ مبحث ۱۴

۲۱-۵-۴-۲-۴ شبکه‌های لوله‌کشی و کانال‌کشی در سیستم‌های تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع باید دارای قطعات انبساطی و اتصالات انعطاف‌پذیر[1] در محل نصب دستگاه‌ها و همچنین فصل مشترک لوله و کانال با دیوارها باشد تا خسارات ناشی از شوک حرکتی حاصل از انفجار به حداقل برسد.

۲۱-۵-۴-۲-۵ بست‌ها و نگهدارنده‌های لوله‌ها و کانالها نباید کاملاً صلب باشد تا قابلیت تحمل و جابجایی در اثر شوک حرکتی را دارا باشد.

۲۱-۵-۴-۲-۶ توصیه می‌شود در ساختمانها با شرط رعایت الزامات مندرج در مبحث ۱۴ مقررات ملّی ساختمان از لوله‌های پلیمری استفاده شود.

۲۱-۵-۴-۲-۷ در ساختمانها به منظور استمرار فعالیت پس از آسیب ساختمان لازم است موتورخانه در مکان امن و دارای استحکام کافی قرار گیرد.

۲۱-۵-۴-۲-۸ در موتورخانه‌ها استفاده از دو یا چند دستگاه تاسیساتی مانند دیگ، چیلر، پمپ، برجهای خنک‌کننده و غیره با شرط هم‌پوشانی کافی و ظرفیت مناسب جهت استمرار فعالیت تجهیزات سالم در زمان اضطراری و افزایش قدرت تعمیر دستگاه‌ها الزامی است.

۲۱-۵-۴-۲-۹ در موتورخانه ساختمانها تجهیزات نصب شده مانند پمپ‌ها و مخازن آب، باید حتی‌المقدور به صورت افقی انتخاب و اجرا شوند تا در مقابل شوک حرکتی سازه در اثر انفجار دچار واژگونی نشوند.

۲۱-۵-۴-۲-۱۰ ورودی هوای تازه به موتورخانه باید از محلی امن و دور از آوار ناشی از انفجار پیش بینی شود.

۲۱-۵-۴-۲-۱۱ مشعلهای حرارتی موتورخانه‌ها در ساختمانها حتماً باید دوگانه‌سوز بوده و با استفاده از گاز شهری و گازوئیل (ذخیره شده در مخزن ویژه) قابلیت کار داشته باشد.

۲۱-۵-۴-۲-۱۲ محل مخازن ذخیره سوخت گازوئیل موتورخانه باید در فاصله مناسب و ایمن نسبت به موتورخانه و سایر فضاهای مهم پیش‌بینی گردد.

۲۱-۵-۴-۲-۱۳ کانالهای سیستم تهویه و تعویض هوا باید دارای انعطاف‌پذیری خصوصاً در فصل مشترک عبور از مقاطع دیوارها و محل نصب دستگاه‌ها باشد.

۲۱-۵-۴-۲-۱۴ جهت مقابله با ورود امواج الکترومغناطیسی از طریق کانالهای هوارسانی (فلزی)، لازم است تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

1- Flexible joint

### ۲۱-۵-۴-۳ تاسیسات بهداشتی

#### ۲۱-۵-۴-۳-۱ سیستم آبرسانی

۲۱-۵-۴-۳-۱-۱ به منظور ادامه فعالیت در ساختمانها، ساخت منبع ذخیره آب مصرفی براساس تعداد نفرات و شرایط خاص بهره‌برداری در شرایط پس از آسیب ساختمان و احتمال قطع شبکه آب شهری لازم است.

۲۱-۵-۴-۳-۱-۲ این منابع باید در نقاط امن و به صورت مستحکم در طبقات زیرین ساختمان یا محوطه اطراف ساختمان اجرا گردند.

۲۱-۵-۴-۳-۱-۳ اجرای منبع ذخیره آب مصرفی روی بام ساختمان مجاز نیست.

۲۱-۵-۴-۳-۱-۴ لازم است پمپ‌ها ضمن داشتن تجهیزات یدکی و یا تعداد جایگزین و آماده بکار (رزرو) جهت استفاده از برق اضطراری در مواقع لزوم تجهیز شوند.

۲۱-۵-۴-۳-۱-۵ نصب اتصالات قابل انعطاف، لرزه‌گیرها یا شیلنگ‌های خرطومی در مسیر عبور لوله‌های آبرسانی و خصوصاً در محل فصل مشترک تقاطع لوله‌ها با دیوارها لازم است.

۲۱-۵-۴-۳-۱-۶ توصیه می‌شود از لوله‌های پلیمری مورد تایید مبحث ۱۶ تاسیسات بهداشتی ساختمان برای کاهش خسارات ناشی از شوک حرکتی سازه و ارتعاشات وارده به لوله‌ها در اثر پیامدهای انفجاری استفاده شود.

۲۱-۵-۴-۳-۱-۷ نصب شیرهای قطع سریع در محل‌های قابل دسترس برای تغذیه شبکه و همچنین انسداد شبکه در مناطق آسیب‌دیده برای استفاده در شرایط اضطراری الزامی است.

#### ۲۱-۵-۴-۳-۲ تاسیسات فاضلاب

۲۱-۵-۴-۳-۲-۱ اجرای سیستم جمع‌آوری آب‌های سطحی و کفشوی‌ها با تعداد مناسب در طبقات زیرین ساختمان در شرایط اضطراری لازم است.

۲۱-۵-۴-۳-۲-۲ طراحی و اجرای لوله‌های فاضلاب خروجی باید به گونه‌ای باشد که همزمانی تخلیه اضطراری فاضلاب در شرایط اضطراری به راحتی میسر باشد.

۲۱-۵-۴-۳-۲-۳ به منظور جلوگیری از صدمات ناشی از شوک حرکتی سازه توصیه می‌شود لوله‌های فاضلاب پلیمری (مورد تایید مبحث ۱۶) به جای لوله‌های چدنی و با فولادی اجرا گردد.

### ۲۱-۵-۴-۴ لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان

۲۱-۵-۴-۴-۱ توصیه می‌شود در ساختمانها در صورت ورود لوله‌های گاز به داخل ساختمان از شیرهای سایزمیک استفاده نمود. ۲۱-۵-۴-۴-۲ توصیه می‌شود لوله‌کشی حداقل مسیر را داخل فضاها را داشته باشد.

### ۲۱-۵-۴-۵ تاسیسات اطفاء حریق

۲۱-۵-۴-۵-۱ ساختمان باید دارای نقشه و علائم راهنمای مناسب نصب شده در محلهای مناسب باشد.

۲۱-۵-۴-۵-۲ در تمامی ساختمان‌ها وجود لوله‌های انتظار و جعبه آتش‌نشانی ضروری است. جانمایی، اندازه و تعداد آنها باید براساس الزامات آتش‌نشانی و مبحث ۳ مقررات ملّی ساختمان تعیین شود.

۲۱-۵-۴-۵-۳ سیستم لوله‌های انتظار باید آماده استفاده افراد متخصص آتش‌نشان باشد.

۲۱-۵-۴-۵-۴ استفاده از سیستم اطفا حریق خودکار در ساختمانهای درمانی الزامی است.

۲۱-۵-۴-۵-۵ استفاده از سیستم اطفاء حریق خودکار (آب‌پاش) در مجتمع‌های مسکونی، اداری، تجاری و آموزشی توصیه می‌شود.

۲۱-۵-۴-۵-۶ لوله اصلی آتش‌نشانی، علاوه بر محل درزهای انبساط ساختمان، در نقاط مناسب دیگر مانند فصل مشترک فضای خارج و داخل ساختمان، باید دارای اتصالات قابل انعطاف مقاوم باشد.

۲۱-۵-۴-۵-۷ به منظور بهره‌برداری مناسب از سیستم‌های آتش‌نشانی، اعم از شبکه‌های آب آتش‌نشانی و کپسولها، استفاده از تابلوها و علائم مناسب در مجاورت همه شیرآلات روی دیوارها و فضاهای عمومی لازم است.

۲۱-۵-۴-۵-۸ استفاده از شبرنگ و برچسبهای علائم جهت راهنمایی کاربران در شرایط تاریکی محیط و قطع برق لازم است.

۲۱-۵-۴-۵-۹ مسئول واحد آتش‌نشانی و یا تاسیسات ساختمان باید همواره در جهت آموزش و تمرینهای لازم پرسنل، تست شبکه اطفاء حریق، شارژ کپسولها و سایر اقدامات ایمنی، آمادگی لازم را حفظ نماید.

۲۱-۵-۴-۵-۱۰ لازم است تمهیدات لازم جهت اتصال شبکه آتش‌نشانی ساختمان به شبکه آب شهری پیش‌بینی گردد.

۲۱-۵-۴-۵-۱۱ محل اجرای مخزن ذخیره آتش‌نشانی و پمپ‌های این سیستم به لحاظ مقابله با برخورد موج انفجار و ترکش باید مقاوم باشد و حتی‌المقدور از دیوارهای بتنی در اطراف آنها استفاده شود.

۲۱-۵-۴-۵-۱۲ برای افزایش ضریب اطمینان، پمپ‌های آتش‌نشانی اصلی و ذخیره باید هم از برق شهری و هم از برق اضطراری تغذیه شوند.

## ۲۱-۵-۵ آسانسور و پله برقی

### ۲۱-۵-۵-۱ آسانسورهای اضطراری

۲۱-۵-۵-۱-۱ آسانسور نباید به عنوان وسیله‌ای برای فرار افراد از ساختمان در هنگام حادثه مورد استفاده قرار گیرد.

۲۱-۵-۵-۱-۲ برق آسانسورهای اضطراری باید از طریق مولد برق اضطراری تامین شود.

۲۱-۵-۵-۱-۳ شفت آسانسور باید درزبندی شده و دارای فشار مثبت باشد تا از نفوذ دود به داخل شفت و انتقال آن به سایر قسمت‌ها جلوگیری نماید.

## ۲۱-۵-۶ تاسیسات پناهگاه

### ۲۱-۵-۶-۱ کلیات

۲۱-۵-۶-۱-۱ توصیه می‌شود سیستم گرمایش، سرمایش و آب گرم مصرفی پناهگاه‌ها از نوع برقی باشد.

۲۱-۵-۶-۱-۲ هر پناهگاه باید به سیستم برق اضطراری به منظور تامین روشنایی، تعویض هوا، تامین گرمایش و سرمایش و آب گرم مصرفی مجهز باشد.

۲۱-۵-۶-۱-۳ لوله‌کشی گاز در پناهگاه‌ها مجاز نیست.

### ۲۱-۵-۶-۲ تاسیسات برقی

۲۱-۵-۶-۲-۱ تجهیزات برق‌رسانی باید از ساده‌ترین نوع انتخاب شود.

۲۱-۵-۶-۲-۲ دستگاه تهویه هوا در پناهگاه باید به سیم‌کشی معمولی خانه با ولتاژ ۲۲۰ ولت وصل شود.

### ۲۱-۵-۶-۳ تاسیسات تهویه و تعویض هوا

۲۱-۵-۶-۳-۱ فشار داخل سازه (فضای امن پناهگاهی) باید نسبت به محیط خارج مثبت باشد تا نفوذ آلودگی احتمالی به درون سازه غیرممکن شود.

۲۱-۵-۶-۳-۲ تجهیزات تهویه و تعویض هوا، باید در مواقع اقامت طولانی در پناهگاه، درجه‌های حرارت و رطوبت را تا حد قابل تحمل حفظ نماید.

۲۱-۵-۶-۳-۳ تجهیزات تهویه و تعویض هوا باید در مقابل آثار سلاح‌ها از قبیل فشار، ضربه موج، لرزش، آوار و ترکش محافظت شوند.

۲۱-۵-۶-۳-۴ دود، گرد و غبار نباید به داخل پناهگاه نفوذ نمایند.

۲۱-۵-۶-۳-۵ حداقل مقدار هوای تازه‌ای که توسط تجهیزات استاندارد تعویض هوا و تهویه مطبوع در نظر گرفته شده، باید ۶ مترمکعب در ساعت برای هر نفر است.

۲۱-۵-۶-۳-۶ برای گرم نمودن سریع فضای پناهگاه می‌توان مقدار هوای تازه را ۳ مترمکعب به ازای هر نفر در نظر گرفت.

۲۱-۵-۶-۳-۷ هوای پناهگاه حتی در زمان عدم استفاده از آن باید از مقادیر حداقل تهویه و تعویض هوا برخوردار باشد.

۲۱-۵-۶-۳-۸ برای اطمینان از سلامت و کارایی دستگاه‌های تهویه مطبوع، راه‌اندازی متناوب آنها لازم است.

۲۱-۵-۶-۳-۹ برای تولید هوای تازه باید هوا از طریق فیلترهای ورودی عبور داده شود.

۲۱-۵-۶-۳-۱۰ می‌توان هنگام استفاده از فیلتر، مقدار هوای تازه را نهایتاً تا ۳ مترمکعب در ساعت برای هر نفر کاهش داد.

۲۱-۵-۶-۳-۱۱ در پناهگاه‌ها، کلیه هوای آلوده و مصرفی باید به بیرون تخلیه گردد.

۲۱-۵-۶-۳-۱۲ طراحی و انتخاب تجهیزات تهویه و تعویض هوا باید براساس استانداردها و مدارک فنی معتبر باشد.

۲۱-۵-۶-۳-۱۳ در صورت قطع برق، دستگاه‌های تهویه و تعویض هوا باید قابلیت راه‌اندازی و کار به صورت دستی را داشته باشد. در این صورت، باید میزان افزایش مصرف اکسیژن و تولید دی-اکسیدکربن، نفر یا نفرات فعال اپراتور این دستگاه‌ها در محاسبات اولیه ظرفیت و تعداد دستگاه‌های هوارسان مدنظر قرار گیرد.

۲۱-۵-۶-۳-۱۴ محل دستگاه تهویه و تعویض هوا، باید به روشنایی اضطراری برای ایجاد حداقل روشنایی مجهز باشد.

۲۱-۵-۶-۳-۱۵ حداقل فضای موردنیاز، تعداد دستگاه‌های تهویه هوا و سرویس بهداشتی، راه‌های فرار و خروجی اضطراری باید طبق جدول ۲۱-۵-۱ تعیین گردد.

**جدول ۲۱-۵-۱ حداقل فضای موردنیاز، تعداد دستگاه‌های تهویه، سرویس بهداشتی، راه‌های فرار و خروجی‌های اضطراری**

| اندازه‌های پناهگاه | حداقل فضای موردنیاز (اندازه‌های تمام شده) | | | | | | راه‌های فرار و خروجی‌های اضطراری | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ظرفیت | سطح زیربنای خالص برای استراحت | حداقل حجم (خالص) | سطح زیربنای قرارگیری دستگاه تهویه | سطح زیربنای توالت | تعداد وسایل تهویه | تعداد توالت ها | تعداد راهروهای فرار یا خروجی‌های اضطراری خارج از محدوده آوار | تعداد خروجی‌های اضطراری |
| نفر | مترمربع | مترمکعب | مترمربع | مترمربع | عدد | عدد | عدد | عدد |
| ۷-۵ | ۸ | ۱۷/۵-۱۶ | ۳ | ۴ | ۱ | ۱ | -- | ۱ |
| ۸ | ۹ | ۲۰ | ۳ | ۴ | ۱ | ۱ | -- | ۱ |
| ۱۳ | ۱۴ | ۳۲/۵ | ۳ | ۴ | ۱ | ۱ | -- | ۱ |
| ۱۴ | ۱۵ | ۳۵ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۳۰ | ۳۱ | ۷۵ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۳۱ | ۳۴ | ۷۷/۵ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۵۰ | ۵۳ | ۱۲۵ | ۴ | ۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۵۱ | ۵۵ | ۱۲۷/۵ | ۴ | ۴ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ |
| ۶۰ | ۶۴ | ۱۵۰ | ۴ | ۴ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ |
| ۶۱ | ۶۶ | ۱۵۲/۵ | ۶ | ۶ | ۲ | ۳ | ۱ | ۱ |
| ۹۰ | ۹۵ | ۲۲۵ | ۶ | ۶ | ۲ | ۳ | ۱ | ۱ |
| ۹۱ | ۹۷ | ۲۲۷/۵ | ۶ | ۸ | ۲ | ۴ | ۱ | ۱ |
| ۱۰۰ | ۱۰۵ | ۲۵۰ | ۶ | ۸ | ۲ | ۴ | ۱ | ۱ |
| ۱۰۱ | ۱۱۱ | ۲۵۲/۵ | ۹ | ۱۰ | ۳ | ۴ | ۱ یا ۲ | ۱ |
| ۱۲۰ | ۱۳۰ | ۳۰۰ | ۹ | ۱۰ | ۳ | ۴ | ۱ یا ۲ | ۱ |
| ۱۲۱ | ۱۳۳ | ۳۰۲/۵ | ۹ | ۱۵ | ۳ | ۵ | ۱ یا ۲ | ۲ |
| ۱۵۰ | ۱۶۲ | ۳۷۵ | ۹ | ۱۵ | ۳ | ۵ | ۱ یا ۲ | ۲ |

۲۱-۵-۶-۳-۱۶ توصیه می‌شود کانال ورودی هوا در بدنه بازشوی راهروی فرار و یا خروجی‌های اضطراری قرار داده شود.

۲۱-۵-۶-۳-۱۷ نصب کانالهای ورودی هوا باید به گونه‌ای باشد که هوای مصرف‌شده پناهگاه و سایر آلاینده‌ها (گازها، بوی ناشی از فاضلاب، سوخت و زباله) توسط آنها به داخل مکیده نشود.

۲۱-۵-۶-۳-۱۸ در صورتی‌که امکان تعبیه دستگاه تهویه، داخل یکی از فضاهای پناهگاه نباشد، باید آن را در نزدیک‌ترین مکان نسبت به کانال ورودی هوا نصب نمود.

۲۱-۵-۶-۳-۱۹ کانال ورودی هوا را باید در امتداد دیوار و زیر سقف اجرا نمود.

۲۱-۵-۶-۳-۲۰ هوای مصرف شده داخل پناهگاه باید از طریق سوپاپ فشار مناسب و مورد تایید از کنار در به محیط خارج هدایت شود. این سوپاپ باید درون دیواری که پشت آن راه‌پله و یا فضای باز است، تعبیه شود.

۲۱-۵-۶-۳-۲۱ به منظور تعیین جانمایی، نوع و تعداد سوپاپ‌های فشار باید به ضوابط و دستورالعملهای شرکتهای سازنده مراجعه نمود.

۲۱-۵-۶-۳-۲۲ حجم هوای تهویه سرویس‌های بهداشتی باید مستقل از حجم هوای مصرفی داخل پناهگاه در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود سیستم تخلیه هوای سرویس‌های بهداشتی نیز از تخلیه هوای مصرفی مستقل باشد.

۲۱-۵-۶-۳-۲۳ نصب و سوار نمودن سایر قطعات و دستگاه‌های لازم باید براساس ضوابط تولیدکننده و با تصویب سازمان ملی استاندارد و سازمان پدافند غیرعامل انجام شود.

۲۱-۵-۶-۳-۲۴ در زمان نصب فیلتر گازی باید لوله‌های اتصال خرطومی (متحرک) بدون خمیدگی و شکستن و فرورفتگی به فیلترهای گازی متصل شوند.

۲۱-۵-۶-۳-۲۵ فقط از آن دسته از فیلترهای گازی باید استفاده نمود که حفره‌های آنها پلمپ شده و جدید باشد.

۲۱-۵-۶-۳-۲۶ پس از کار گذاشتن کانال ورودی هوا باید در دیوار خارجی بتن‌ریزی انجام شود.

۲۱-۵-۶-۳-۲۷ جنس کانال باید به گونه‌ای باشد تا حداقل در مقابل دمای ۶۰ درجه سلسیوس مقاوم باشد.

۲۱-۵-۶-۳-۲۸ کانال‌ها را باید با بست‌های مناسب به طور محکم به دیوار یا سقف متصل نمود.

۲۱-۵-۶-۳-۲۹ دریچه کانال ورود هوای تازه و دریچه خروج و تخلیه هوای آلوده در دیوارهای خارجی باید با درپوش مشبک پوشانیده شود تا از ورود حشرات و حیوانات کوچک جلوگیری کند.

۲۱-۵-۶-۳-۳۰ برای حفاظت سوپاپ ضدانفجار و گاز در مقابل آثار مکانیکی سلاح‌ها، دریچه خروج و تخلیه هوای آلوده که در دیوار خارجی پناهگاه قرار دارد باید به صفحات ضدضربه مجهز شود.

۲۱-۵-۶-۳-۳۱ حصول اطمینان از سهولت ورود هوای تازه و تخلیه هوای آلوده به محیط بیرون ضروری است.

۲۱-۵-۶-۳-۳۲ دریچه‌های ورود هوای تازه یا تخلیه هوای آلوده باید به گونه‌ای نصب گردد که در صورت لزوم بتوان به سرعت آنها را مسدود کرد.

۲۱-۵-۶-۳-۳۳ تاسیسات و تجهیزات داخل پناهگاه که غیر قابل تفکیک و ثابت هستند، باید در جای خود محکم شوند.

### ۲۱-۵-۶-۴ تاسیسات بهداشتی

۲۱-۵-۶-۴-۱ استفاده از تاسیسات فاضلاب و شبکه آبرسانی شهری و احداث مخزن بتنی در پناهگاه مجاز نیست.

۲۱-۵-۶-۴-۲ می‌توان از تاسیسات زیربنایی ساختمانهای مسکونی و تجاری که در نزدیکی پناهگاه وجود دارد، به عنوان تاسیسات پناهگاه استفاده نمود.

۲۱-۵-۶-۴-۳ لوله‌کشی آب و فاضلاب در پناهگاه حتی‌المقدور با حداقل طول مسیری که قابل انجام است، صورت گیرد.

۲۱-۵-۶-۴-۴ لوله‌های آب سرد باید به صورت روکار به روشهای متداول لوله‌کشی محکم شود.

۲۱-۵-۶-۴-۵ نصب شیرفلکه قطع سریع در ورودی شبکه لوله‌های آبرسانی الزامی است.

۲۱-۵-۶-۴-۶ حجم مخزن ذخیره باید براساس حداقل نیاز ۱۲ ساعته نفرات پناهگاه تعیین شود.

۲۱-۵-۶-۴-۷ لازم است سیستم دفع فاضلاب براساس حداقل انباره چاه جذبی یا محفظه سپتیک در فاصله مناسبی از فونداسیون پناهگاه پیش بینی گردد.

۲۱-۵-۶-۴-۸ لوله هواکش در سیستم لوله‌کشی فاضلاب نیازی به تعبیه سوپاپ ضدانفجاری ندارد.

۲۱-۵-۶-۴-۹ در صورتی‌که هیچ راه دیگری برای اجتناب از عبور لوله‌های فاضلاب از درون پناهگاه وجود نداشته باشد، می‌توان آنها را با رعایت موارد زیر از داخل پناهگاه عبور داد.

الف) لوله‌های عمودی فاضلاب باید داخل دیوار بتنی و در صورت امکان، داخل دیوارهای جداکننده قرار داده شوند.

ب) چنانچه این لوله‌ها در دیوارهای خارجی پناهگاه قرار گیرند، باید این دیوارها را با توجه به ضخامت قطر لوله تقویت کرد.