وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مقررات ملّی ساختمان ایران

مبحث هشتم

طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش سوم ۱۳۹۸

صفحه شناسنامه

غیر قابل استناد

صفحه ابلاغیه

غیر قابل استناد

سفید

غیر قابل استناد

هیأت تدوین‌کنندگان مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان- ویرایش سوم (۱۳۹۸)

(بر اساس حروف الفبا)

الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

- دکتر محمدتقی احمدی — رئیس
- مهندس محمدرضا انصاری — عضو
- دکتر حمید بافری — عضو
- دکتر سعید بختیاری — عضو
- دکتر حمید بدیعی — عضو
- دکتر ناصر بنیادی — عضو
- مهندس محسن بهرام غفاری — عضو
- دکتر محسن تهرانی زاده — عضو
- مهندس محمدابراهیم دادسرشت — عضو
- مهندس سید محمدتقی راتقی — عضو
- دکتر علی اکبر رمضانیانپور — عضو
- دکتر محمد شکرچی‌زاده — عضو
- معاون مسکن و ساختمان — عضو
- مهندس علی‌اصغر طاهری‌بهبهانی — عضو
- مهندس شاپور طاحونی — عضو
- مهندس بهروز علمداری میلانی — عضو
- مهندس مسعود غازی سلحشور — عضو
- مهندس یونس قلی‌زاده طیار — عضو
- دکتر بهروز گتمیری — عضو
- دکتر محمودرضا ماهری — عضو
- دکتر بهروز محمدکاری — عضو
- مرحوم مهندس حشمت ا... منصف — عضو
- دکتر سیدرسول میرقادری — عضو
- مهندس نادر نجیمی — عضو
- مهندس سیدرضا هاشمی — عضو

* از تاریخ ۹۷/۶/۶ جناب آقای مهندس عبدالرضا گلپایگانی به عنوان نماینده شهرداری تهران در جلسات شورای تدوین مقررات ملی ساختمان شرکت می‌نماید.

ب) اعضای کمیته تخصصی

- مهندس محمد رضا بیات — دبیر
- دکتر عباسعلی تسنیمی — عضو
- دکتر مسعود سلطانی محمدی — عضو
- دکتر حمزه شکیب — عضو
- دکتر محمود رضا ماهری — رئیس
- دکتر محمد امیر نجفقلی پور — عضو

پ) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

- مهندس سهیلا پاکروان — معاون دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان و دبیر شورا
- دکتر بهنام مهرپرور — رئیس گروه تدوین مقررات ملی ساختمان
- مهندس منصور نجفی مطیعی — کارشناس معماری دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان

سفید

غیر قابل استناد

به نام خدا

پیشگفتار

همه ساله در کشور بخش عمده‌ای از فعالیت اقتصادی و سرمایه‌های ملی به صنعت ساختمان تخصیص می‌یابد و ساختمان‌های ساخته شده از محل درآمدهای ملی و یا سرمایه شهروندان جزء سرمایه‌های کلان و پایدار کشور به حساب می‌آیند. منافع ملی ناشی از حفظ و افزایش بهره‌وری ساختمان‌ها و نیز حفظ جان و مال بهره برداران، وجود اصول و قواعدی برای برقراری نظم در این بخش را اجتناب ناپذیر می‌کند. تدوین مقررات ملی ساختمان در کشور از سال ۱۳۶۶ با وضع مقررات و ضوابطی ناظر به کارکرد فنی و مهندسی عناصر و اجزای ساختمان و با هدف تأمین ایمنی، بهداشت، بهره دهی مناسب و آسایش بهره برداران ساختمان‌ها و نیز صرفه‌جویی در مصرف انرژی توسط وزارت مسکن و شهرسازی وقت آغاز گردیده و تا به امروز به صورت دوره‌ای مورد بازنگری قرار گرفته است. مقررات ملی ساختمان به عنوان فراگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، در کنار استانداردها و آئین نامه‌های ساختمانی نقش مؤثری در ارتقای کیفیت ساختمان‌ها داشته و مقایسه کیفی ساختمان‌های ساخته شده طی سالیان اخیر با سال‌های قبل از وجود این مقررات، نمایانگر این مهم می‌باشد. اگرچه رعایت حداقل‌ها الزاماً کیفیت بهینه را در پی‌ندارد، بی تردید مسیر ارتقای کیفیت ساختمان از تأمین همین حداقل‌ها می‌گذرد. لیکن برای تحقق اجرای موفق مقررات ملی ساختمان و دستیابی به وضعیت مطلوب در ساخت و سازها، اقدامات تکمیلی جدی دیگری شامل: تدوین نظام کنترلی جامع و کارآمد، تلاش مضاعف برای آموزش و بازآموزی عوامل دخیل در ساخت و ساز، صیانت از حقوق شهروندی و افزایش سطح آگاهی بهره برداران از حقوق خود، بیمه ساختمان و انجام تحقیقات هدف‌مند با توجه به مقتضیات کشور ضروری است.

در پایان از کلیه صاحبنظران و همکارانی که در تدوین و بازنگری مقررات ملی ساختمان با دلسوزی تلاش می‌کنند، قدردانی نموده و از پیشگاه خداوند متعال برای این خدمتگزاران به میهن اسلامی و مردم عزیز، موفقیت و سربلندی آرزو می‌نمایم.

محمد اسلامی

وزیر راه و شهرسازی

غیر قابل استناد

مقدمه ویرایش سوم

استفاده از مصالح بنایی در اجرای ساختمان‌ها از دیر باز در ایران رواج داشته است. اکثر ساختمان‌های موجود در کشور، به‌ویژه در شهرهای کوچک، بخش‌ها، روستاها و هم‌چنین در بافت‌های فرسوده و قدیمی کلان‌شهرها از نوع مصالح بنایی می‌باشند. آسیب‌پذیر بودن این ساختمان‌ها در زمین لرزه‌های گذشته، که عمدتا ناشی از عدم رعایت صحیح ضوابط فنی می‌باشد، اهمیت تدوین، به‌روزرسانی و ترویج مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان را آشکار می‌سازد.

اولین کمیته تخصصی مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان، تحت عنوان "ساختمان‌های مصالح بنایی" در سال ۱۳۷۶ شروع به فعالیت نمود. در ابتدا، با توجه به رواج اجرای سنتی این نوع ساختمان در ایران، که عمدتا مغایر با ضوابط فنی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله می‌باشد، کمیته تخصصی تصمیم گرفت این مبحث را بر اساس تجربیات بومی و امکانات موجود در کشور بومی‌سازی نماید و طی مباحث جداگانه: ساختمان‌های آجری، خشتی و سنگی غیرمسلح و کلاف‌دار، مبحث را بر مبنای نیاز آن زمان جامعه مهندسی ایران تدوین و در سال ۱۳۸۴ ارایه نمود. با پیشرفت صنعت ساخت و ساز و فراهم گردیدن امکان استفاده از مصالح جدید در اقصی نقاط کشور، در ویرایش دوم مبحث، مباحث ساختمان‌های سنتی خشتی، سنگی و آجری غیرمسلح تجمیع و محدودتر گردیده و جهت آشنایی جامعه مهندسان، مبحث بنایی مسلح به‌صورت مقدماتی و محدود وارد مبحث گردید.

با توجه به اهتمام جدی دفتر تدوین مقررات ملّی ساختمان جهت بازنگری و بروز نمودن مباحث، پس از تدوین آخرین ویرایش مبحث هشتم در سال ۱۳۹۲، کمیته جدید مبحث، بلافاصله ارزیابی و بازنگری مبحث را آغاز نمود. در مسیر به‌روز رسانی مبحث و همگام کردن آن با آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی و نیاز امروز صنعت ساختمان کشور، در ویرایش جدید، بحث ساختمان‌های بنایی مسلح به‌صورت جامع ارایه شده است. هم‌چنین، با توجه به وجود امکانات فنی و اقتصادی ساخت ساختمان‌های بنایی با کلاف در اقصی نقاط کشور و نظر به آسیب‌پذیر بودن ساختمان‌های بنایی سنتی غیرمسلح (بدون کلاف)، بحث اخیر از مبحث هشتم حذف شده است. با برگزاری جلسات

متعدد کمیته تخصصی، 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 ویرایش پیشین تغییرات زیر انجام شده است:

۱. در فصل اول ویرایش جدید، تعاریف اولیه مورد نیاز این مبحث، در مقایسه با ویرایش قبلی، به میزان قابل ملاحظه‌ای گسترده‌تر ارائه شده است. هم‌چنین، با توجه به روابط طراحی ارائه شده در فصل چهارم و فصل‌های دیگر مبحث، علائم اختصاری مورد استفاده در مبحث در ویرایش جدید این فصل تعریف شده‌اند.

۲. فصل دوم از ویرایش جدید به معرفی خصوصیات مصالح مورد استفاده می‌پردازد که نسبت به ویرایش پیشین مفصل‌تر بوده و اطلاعات بیشتری در رابطه با انواع و ویژگی‌های مصالح در اختیار مهندسان قرار می‌دهد.

۳. در ویرایش جدید این مبحث، فصل سوم تحت عنوان "ضوابط عمومی" مورد بازنگری مفصل قرار گرفته است، به‌ویژه ضوابط مربوط به اعضای غیرسازه‌ای به‌صورت مبسوط در این فصل گنجانده شده است.

۴. فصل چهارم ویرایش جدید به ارائه ضوابط "ساختمان‌های بنایی مسلح" اختصاص داده شده است. این ساختمان‌ها با توجه به عملکرد مناسب در برابر زلزله، در کشورهای پیشرفته لرزه‌خیز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. لذا کمیته بازنگری مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان وقت قابل ملاحظه‌ای را صرف تکمیل و گسترش این فصل از مبحث نموده و با افزودن مباحث مربوط به بارگذاری، تحلیل و طراحی ساختمان‌های بنایی مسلح به روش مقاومت نهایی، مجموعه‌ای کامل در اختیار جامعه مهندسان قرار داده است. امید است تکمیل این فصل از مبحث، مشوقی باشد برای استفاده گسترده از ساختمان بنایی مسلح در ایران.

۵. فصل پنجم ویرایش جدید مبحث، تحت عنوان "ساختمان‌های بنایی با کلاف"، بطور کلی دوباره‌نویسی شده است. این فصل نسبت به ویرایش قبلی گسترش قابل ملاحظه‌ای یافته و بسیاری از ابهامات و کمبودهای موجود بر طرف گردیده است. .

۶. همان‌گونه که اشاره شد، در ویرایش جدید مبحث، فصل ششم ویرایش قبلی تحت عنوان "ساختمان‌های بنایی غیر مسلح" حذف و قسمت هایی از فصل حذف شده، شامل اجرای انواع سقف ها به فصل پنجم ویرایش جدید افزوده شده است.

امید است که پس از بیش از بیست سال که از تشکیل اولین کمیته تخصصی مبحث هشتم می‌گذرد، ویرایش جدید مبحث پاسخگوی نیازهای امروز جامعه مهندسی ساختمان کشور باشد. ویرایش جدید مبحث هشتم نیز بی‌شک عاری از کمبود و ابهام 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

قابل استناد

غیر قابل استناد

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۸-۱ کلیات	**۱**
۸-۱-۱ هدف	۱
۸-۱-۲ دامنه کاربرد	۲
۸-۱-۳ تعریف‌ها	۳
۸-۱-۴ علائم اختصاری	۱۸
۸-۲ مشخصات مصالح و کنترل کیفیت	**۲۷**
۸-۲-۱ کلیات	۲۷
۸-۲-۲ مصالح ساختمانی	۲۷
۸-۲-۲-۱ سنگ‌دانه‌ها	۲۷
۸-۲-۲-۲ چسباننده‌ها	۲۸
۸-۲-۲-۳ آب	۲۹
۸-۲-۲-۴ واحد مصالح بنایی	۳۰
۸-۲-۲-۵ فولاد	۳۶
۸-۲-۲-۶ ملات	۳۷
۸-۲-۲-۷ دوغاب	۳۹
۸-۲-۲-۸ افزودنی‌های ملات و دوغاب	۴۰

غیر قابل استناد

۸-۲-۲-۹ شفته آهکی ۴۰
۸-۲-۲-۱۰ بتن ۴۱
۸-۲-۲-۱۱ چوب ۴۱
۸-۲-۳ ویژگی‌های مکانیکی مصالح ۴۲
۸-۲-۴ ارزیابی مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی ۴۲
۸-۲-۴-۱ روش آزمایش نمونه منشوری ۴۳
۸-۲-۴-۲ روش تخمین ۴۳
۸-۲-۵ مدول گسیختگی واحد بنایی ۴۵
۸-۲-۶ کارایی مصالح سیمانی ۴۵

۸-۳ ضوابط عمومی **۴۷**
۸-۳-۱ کلیات ۴۷
۸-۳-۲ ساختگاه ۴۷
۸-۳-۳ پیکره‌بندی ساختمان ۴۷
۸-۳-۳-۱ پیوستگی سازه‌ای ۴۷
۸-۳-۳-۲ درز لرزه‌ای (انقطاع) ۴۸
۸-۳-۴ اعضای سازه‌ای ۴۸
۸-۳-۴-۱ پی‌سازی ۴۸
۸-۳-۴-۲ ابعاد هندسی مؤثر در دیوار و ستون ۴۸
۸-۳-۴-۳ حداقل ضخامت دیوار سازه‌ای ۵۰
۸-۳-۴-۴ دیوار چندجداره ۵۰
۸-۳-۴-۵ کنترل نسبت لاغری ۵۰
۸-۳-۴-۶ تکیه‌گاه دیوار ۵۱
۸-۳-۴-۷ بازشو ۵۲
۸-۳-۴-۸ نعل‌درگاه ۵۲
۸-۳-۴-۹ خرپشته ۵۲
۸-۳-۴-۱۰ میلگرد بستر ۵۳
۸-۳-۴-۱۱ بست بنایی ۵۳

۸-۳-۴-۱۲ پیچ‌های مهاری مدفون ۵۳
۸-۳-۴-۱۳ حفاظت از میلگردهای بستر، بست‌ها و پیچ‌های مهاری ۵۴
۸-۳-۵ اعضای غیرسازه‌ای ۵۴
۸-۳-۵-۱ دیوار غیرسازه‌ای جداگر ۵۴
۸-۳-۵-۲ کف‌سازی ۵۵
۸-۳-۵-۳ سقف کاذب ۵۶
۸-۳-۵-۴ پلکان ۵۶
۸-۳-۵-۵ آسانسور و بالابر ۵۷
۸-۳-۵-۶ نما ۵۷
۸-۳-۵-۷ جان‌پناه ۵۸
۸-۳-۵-۸ دودکش و هواکش ۵۸
۸-۳-۵-۹ بادگیر ۵۸
۸-۳-۵-۱۰ لوله‌ها و مجاری توکار ۵۹
۸-۳-۵-۱۱ عایق رطوبتی ۵۹
۸-۳-۵-۱۲ تاسیسات ۶۱
۸-۳-۵-۱۳ دیوار محوطه ۶۱

۸-۴ ساختمان‌های بنایی مسلح ۶۳
۸-۴-۱ کلیات ۶۳
۸-۴-۱-۱ تعریف ۶۳
۸-۴-۱-۲ محدوده کاربرد ۶۳
۸-۴-۱-۳ مصالح ۶۴
۸-۴-۱-۴ طراحی ۶۴
۸-۴-۲ بارگذاری ۶۵
۸-۴-۲-۱ ضوابط بار ۶۵
۸-۴-۲-۲ مقاومت در برابر بارهای جانبی ۶۵
۸-۴-۲-۳ انتقال بار در اتصال اعضای قائم و افقی ۶۵
۸-۴-۲-۴ توزیع بارهای جانبی ۶۵

نسخه استاد

۸-۴-۲-۵ تاثیر عوامل دیگر ۶۶
۸-۴-۲-۶ ترکیب بارها ۶۶
۸-۴-۲-۷ ضریب رفتار ۶۶
۸-۴-۲-۸ تغییرمکان نسبی طبقه ۶۶
۸-۴-۲-۹ سختی جانبی ۶۷
۸-۴-۳ تحلیل ۶۷
۸-۴-۳-۱ مدل‌های سازه‌ای ساده شده ۶۷
۸-۴-۳-۲ روش تحلیل ۶۹
۸-۴-۴ الزامات میلگردگذاری ۶۹
۸-۴-۴-۱ الزامات میلگردها ۶۹
۸-۴-۴-۲ فاصله میلگردها ۷۰
۸-۴-۴-۳ مهار میلگردهای خمشی ۷۰
۸-۴-۴-۴ مهار میلگردهای برشی ۷۲
۸-۴-۴-۵ تنگ‌های ستون مسلح ۷۳
۸-۴-۴-۶ پوشش میلگرد و سیم ۷۴
۸-۴-۴-۷ قلاب ۷۴
۸-۴-۴-۸ حداقل قطر خم برای میلگرد ۷۵
۸-۴-۴-۹ وصله میلگردها ۷۶
۸-۴-۴-۱۰ دسته کردن میلگردها ۷۶
۸-۴-۵ الزامات اجرای بنایی ۷۶
۸-۴-۶ طراحی بر مبنای روش مقاومت نهایی ۷۸
۸-۴-۶-۱ فرضیات طراحی ۷۹
۸-۴-۶-۲ مقاومت اسمی ۷۹
۸-۴-۶-۳ ضرایب کاهش مقاومت ۸۲
۸-۴-۶-۴ حداکثر میلگردهای کششی خمشی ۸۲
۸-۴-۶-۵ طراحی تیر ۸۳
۸-۴-۶-۶ طراحی تیر عمیق ۸۶
۸-۴-۶-۷ طراحی ستون ۸۷

۸-۴-۶-۸ طراحی جرز ۸۸
۸-۴-۶-۹ طراحی دیوار ۹۰
۸-۴-۶-۱۰ دیوارهای متقاطع ۹۷
۸-۴-۶-۱۱ پیچ مهار ۹۸
۸-۴-۶-۱۲ طراحی و اجرای پی ۱۰۱
۸-۴-۶-۱۳ طراحی و اجرای دال و دیافراگم ۱۰۱
۸-۴-۷ اجرای اعضای بنایی مسلح ۱۰۲
۸-۴-۸ الزامات غیرسازه‌ای ۱۰۳
۸-۴-۸-۱ نماسازی ۱۰۳
۸-۴-۸-۲ دیوار جداگر ۱۰۳
۸-۴-۸-۳ پلکان ۱۰۴
۸-۴-۸-۴ آسانسور و بالابر ۱۰۴
۸-۴-۸-۵ کف‌سازی ۱۰۴
۸-۴-۸-۶ تاسیسات ۱۰۴
۸-۴-۸-۷ دیوار محوطه ۱۰۵

۸-۵ ساختمان‌های بنایی با کلاف ۱۰۷

۸-۵-۱ کلیات ۱۰۷
۸-۵-۲ محدوده کاربرد ۱۰۷
۸-۵-۳ مصالح ۱۰۷
۸-۵-۴ الزامات معماری ۱۰۷
۸-۵-۴-۱ پلان ساختمان ۱۰۷
۸-۵-۴-۲ ارتفاع و تعداد طبقات ساختمان ۱۰۸
۸-۵-۴-۳ پیشامدگی سقف ۱۰۹
۸-۵-۴-۴ اختلاف سطح سقف در طبقه ۱۰۹
۸-۵-۵ الزامات سازه‌ای ۱۰۹
۸-۵-۵-۱ الزامات عمومی ۱۰۹
۸-۵-۵-۲ شالوده وپی ۱۱۰

۸-۵-۵-۳ دیوار ۱۱۴
۸-۵-۵-۴ بازشو ۱۱۸
۸-۵-۵-۵ نعل‌درگاه ۱۱۸
۸-۵-۵-۶ کلاف‌بندی ۱۱۹
۸-۵-۵-۷ جان‌پناه ۱۲۴
۸-۵-۵-۸ سقف ۱۲۴
۸-۵-۵-۹ خرپشته ۱۳۰
۸-۵-۶ الزامات غیرسازه‌ای ۱۳۱
۸-۵-۶-۱ نماسازی ۱۳۱
۸-۵-۶-۲ دیوار جداگر ۱۳۱
۸-۵-۶-۳ پلکان ۱۳۱
۸-۵-۶-۴ آسانسور و بالابر ۱۳۱
۸-۵-۶-۵ کف‌سازی ۱۳۱
۸-۵-۶-۶ تاسیسات ۱۳۲
۸-۵-۶-۷ دیوار محوطه ۱۳۲

پیوست ۱- استانداردهای ملی ایران مرتبط با مبحث هشتم **۱۳۳**

پیوست ۲- طراحی به روش تنش مجاز **۱۳۹**
۸-پ-۲-۱ کلیات ۱۳۹
۸-پ-۲-۱-۱ محدوده کاربرد ۱۳۹
۸-پ-۲-۱-۲ مصالح ۱۳۹
۸-پ-۲-۲ بارگذاری ۱۳۹
۸-پ-۲-۲-۱ ضوابط بار ۱۳۹
۸-پ-۲-۲-۲ مقاومت در برابر بارهای جانبی ۱۴۰
۸-پ-۲-۲-۳ انتقال بار در اتصالات افقی ۱۴۰
۸-پ-۲-۲-۴ توزیع بارهای جانبی ۱۴۰
۸-پ-۲-۲-۵ تاثیر عوامل دیگر ۱۴۰

۸-پ-۲-۲-۶ ترکیب بارها ۱۴۱
۸-پ-۲-۲-۷ ضریب رفتار ۱۴۱
۸-پ-۲-۳ اصول تحلیل ۱۴۱
۸-پ-۲-۳-۱ مدل‌های سازه‌ای ساده شده ۱۴۱
۸-پ-۲-۳-۲ روش تحلیل ۱۴۱
۸-پ-۲-۴ الزامات میلگردگذاری ۱۴۲
۸-پ-۲-۵ الزامات اجرای بنایی ۱۴۲
۸-پ-۲-۶ طراحی بر مبنای روش تنش مجاز ۱۴۲
۸-پ-۲-۶-۱ فرضیات طراحی ۱۴۲
۸-پ-۲-۶-۲ مقاومت طراحی ۱۴۳
۸-پ-۲-۶-۳ تنش‌ها و نیروهای مجاز ۱۴۳
۸-پ-۲-۶-۴ طراحی برای فشار محوری و خمش ۱۴۸
۸-پ-۲-۶-۵ طراحی برای کشش محوری و کشش خمشی ۱۴۹
۸-پ-۲-۶-۶ طراحی برای برش ۱۴۹
۸-پ-۲-۷ طراحی پی ۱۵۰
۸-پ-۲-۸ طراحی دال ۱۵۰
۸-پ-۲-۹ الزامات غیرسازه‌ای ۱۵۰

پیوست ۳- واژه نامه ۱۵۱

غیر قابل استناد

۸-۱ کلیات

۸-۱-۱ هدف

هدف از این مبحث، ارائه حداقل ضوابط و مقرراتی است که با رعایت آن‌ها میزان مناسبی از مقاومت، پایداری، بهره‌برداری، پایایی و یکپارچگی در ساختمان‌های با مصالح بنایی، مطابق تعاریف زیر، جهت حصول اهداف مقرر در قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، به‌دست می‌آید.

الف- مقاومت: منظور از مقاومت آن است که، ساختمان و اعضای آن در طول عمر مفید ساختمان بارهای وارده را به خوبی تحمل کنند و آسیب قابل ملاحظه نبینند.

ب- پایداری: منظور از پایداری آن است که حالت تعادل بین بارهای وارده به ساختمان، در جزء و یا کل، تحت تاثیر تغییرشکل‌های ایجاد شده در آن دچار اختلال نشده و پیکره اصلی ساختمان و اعضای آن حفظ شده و دچار فروریزش نشوند.

پ- بهره‌برداری: منظور از بهره‌برداری آن است که ساختمان عملکرد مورد انتظار خود را در طول عمر مفید ساختمان حفظ کند و افزایش تغییرشکل‌ها یا ترک‌خوردگی‌ها و ارتعاشات زیاد، مانعی برای استفاده‌کنندگان ایجاد نکند.

ت- پایایی: منظور از پایایی آن است که مصالح تشکیل دهنده شامل واحدهای مصالح بنایی، ملات، فولاد و بتن و ترکیب آن‌ها چنان در نظر گرفته شوند که با شرایط محیط و بهره‌برداری سازگاری کافی داشته باشند و شرایط موجود محیط موجب فرسودگی و یا انهدام زود هنگام آن‌ها نشود.

ث- یک‌پارچگی: منظور از یک‌پارچگی آن است که اعضای ساختمان و اتصالات بین آنها چنان تنظیم شوند که یک یا چند مسیر مناسب برای عبور بارهای وارده به سمت شالوده فراهم شده و همبستگی کل ساختمان تامین شود.

۸-۱-۲ 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 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. کلاف در این ساختمان‌ها با نقش محصورکنندگی خود باعث افزایش یک‌پارچگی ساختمان می‌شود.

۸-۱-۳ 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.

آجر

نوعی از مصالح بنایی می‌باشد که در گونه‌های رسی، شیلی و شیستی، مارنی، ماسه آهکی، بتنی و در شکل‌های گوناگون تولید شده و در ساخت واحد بنایی از آن استفاده می‌شود.

آجر راسته

آجری است که در چینش عضو بنایی در امتداد عضو قرار می‌گیرد.

آجر کله

آجری است که در چینش عضو بنایی عمود بر امتداد عضو قرار می‌گیرد.

آجر نما

آجری است که به طور ویژه برای نمای ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ابعاد مشخصه

به ابعادی از اجزای ساختمان مانند آجر و بند گفته می‌شود که کلیه محاسبات ابعادی بر مبنای آن‌ها صورت می‌گیرد.

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).

ابعاد واقعی

ابعاد واقعی عبارت است از ابعاد اندازه‌گیری شده اجزاء بنایی مانند آجر، جرز، ستون و دیوار.

ارتفاع مؤثر

قسمتی از دیوار یا ستون است که برای محاسبه نسبت لاغری در نظر گرفته می‌شود.

المان مرزی

محدوده انتهایی دیواری می‌باشد که برای مقاومت در برابر نیروهای درون صفحه طراحی شده و توسط میلگردگذاری مسلح می‌شود. این محدوده می‌تواند ضخیم‌تر و یا هم‌ضخامت با دیوار باشد. جزئیات اجرایی آن به‌گونه‌ای است که الزامات ویژه‌ای را برآورده سازد.

بار مرده

بار ساکنی است که توسط یک عضو تحمل شده و بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان محاسبه می‌شود.

بار زنده

بار زنده بار جاری است که توسط یک عضو تحمل شده و بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان محاسبه می‌شود.

بار بهره‌برداری

باری است که بدون در نظر گرفتن ضرایب فزاینده بار، بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، قابل محاسبه است.

بار ضریب‌دار

باری است که با در نظر گرفتن ضرایب فزاینده بار، بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، محاسبه می‌شود.

بست دیوار

نوعی وسیله مکانیکی است که برای اتصال دو یا چند قطعه یا عضو بنایی به یکدیگر به‌کار گرفته می‌شود. این وسیله شامل مهارها، قلاب‌های دیوار و گیره‌ها می‌باشد.

بنایی غیرمسلح

قطعه، عضو و یا ساختمان بنایی است که در تحلیل و طراحی آن مقاومت مصالح بنایی در نظر گرفته می‌شود ولی از مقاومت میلگردها، در صورت وجود، صرف نظر می‌شود.

بنایی مسلح

قطعه، عضو و یا ساختمان بنایی است که در تحلیل و طراحی آن هم مقاومت مصالح بنایی و هم مقاومت میلگردها در نظر گرفته می‌شود. در بنایی مسلح، میلگردهای فولادی برای تحمل کشش، برش و فشار طراحی می‌شوند.

بند بستر (افقی)

لایه افقی ملات است که واحدهای مصالح بنایی بر روی آن قرار داده می‌شوند.

بند کله (قائم)

بند قائم بین واحدهای مصالح بنایی است که با ملات یا دوغاب پر می‌شود.

بند گلویی

فضایی خالی است که به صورت قائم در طول یک جداره بنایی و قسمت ساخته شده پشت آن قرار دارد و با ملات یا دوغاب پر می‌شود.

بتن تسطیح

بتنی است با مقاومت کم که جهت تسطیح زمین برای اجرای پی از آن استفاده می‌شود.

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.

پوسته

به جداره خارجی واحد مصالح بنایی توخالی گفته می‌شود.

پوشش دوغاب

ضخامت دوغابی است که وجه خارجی میلگرد، مهار و یا قلاب‌های مدفون در آن را در بر می‌گیرد.

پوشش بنایی

ضخامتی از ترکیب واحدهای مصالح بنایی، ملات و یا دوغاب است که وجه خارجی میلگرد، مهار و یا قلاب‌های مدفون در آن را در بر می‌گیرد.

پوشش ملات

ضخامت ملاتی است که وجه خارجی میلگرد، مهار و یا قلاب‌های مدفون در آن را در بر می‌گیرد.

پیچ مهار

پیچی است که برای مهار و یا اتصال قطعات بنایی به یکدیگر استفاده شده و در دو نوع سردار و خمیده تولید می‌شود.

پیوند ممتد

نوعی چیدمان واحدهای مصالح بنایی است که فاصله افقی بندهای کله (قائم) در آن، در ردیف‌های متوالی، حداقل یک‌چهارم طول واحد مصالح بنایی باشد.

پی

قسمتی از پی‌سازی است که به منظور پخش مناسب‌تر بار ساختمان بر روی سطح وسیع‌تری از زمین، بر روی شالوده و در زیر دیوار، با استفاده از بتن مسلح، اجرا می‌شود.

تغییرمکان نسبی طبقه

اختلاف تغییرمکان در بالا و پایین طبقه مورد نظر است که از حاصل‌ضرب تغییرمکان محاسبه شده از یک تحلیل ارتجاعی در ضریب افزاینده، C_d، بر اساس فصل چهارم این مبحث، به‌دست می‌آید.

تنگ

میلگردی است که برای مهار میلگردهای طولی در یک عضو سازه‌ای استفاده می‌شود.

تیر اتصال

المانی است افقی یا مایل از جنس بتن آرمه که در داخل دیوار بنایی اجرا شده، دارای میلگرد طولی بوده و کاملا دوغاب ریزی شده باشد.

تیر بنایی

یک عضو بنایی افقی است که بین دو تکیه‌گاه قرار گرفته و برای نیروهای خمشی و برشی طراحی می‌شود.

تیر تیغه

قسمتی از تیغه است که به‌صورت افقی بین دو تکیه‌گاه قرار می‌گیرد.

تیر عمیق

تیر بنایی است که نسبت دهانه به عمق موثر آن در دهانه‌های پیوسته از ۳ و در دهانه‌های ساده از ۲ کمتر باشد.

تیغه (دیوار جداگر)

عضو غیرسازه‌ای سبک و با ضخامت کم است که برای جدا کردن فضاهای داخل ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جان

دیواره‌های داخلی واحد مصالح بنایی توخالی است، به همان نحو که در واحد بنایی قرار می‌گیرد.

جداره

به قسمتی پیوسته از یک عضو بنایی اطلاق می‌شود که ضخامتی برابر یک واحد بنایی داشته باشد.

جرز

عضو قائم مجزایی است که طول (بعد افقی) آن نسبت به عرض (ضخامت) بیشتر از ۳ و کمتر و یا برابر۶ باشد و ارتفاع آن نیز از ۵ برابر طولش کمتر باشد.

چگالی حقیقی

جرم موجود در واحد حجم واقعی ماده است.

چگالی ظاهری

جرم موجود در واحد حجم ظاهری ماده است.

حفره

فضایی خالی است که مساحت بزرگترین سطح مقطع آن بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر مربع باشد.

خاموت

میلگردی است که برای مقاومت در برابر برش در اعضای خمشی استفاده می‌شود.

خرپشته

اتاق کوچک ورودی پشت بام از پلکان می‌باشد.

درز لرزه‌ای (انقطاع)

فاصله بین دو ساختمان مجاور، یا دو قسمت جدا شده یک ساختمان است که برای جلوگیری از برخورد دو ساختمان یا دو قسمت جدا شده تحت ارتعاش ناشی از زلزله ایجاد می‌شود.

دوغاب

مخلوطی از مصالح سنگی ریزدانه و سیمان است که آب کافی (در حدی که اجزای تشکیل دهنده‌ی آن از یکدیگر جدا نشوند) به آن اضافه می‌شود. به دوغاب، ملات روان نیز گفته می‌شود.

دیافراگم

یک سیستم کف یا سقف است که درون صفحه به‌صورت صلب عمل نموده و برای انتقال نیروهای جانبی به دیوارهای برشی و یا دیگر اعضای سیستم باربر جانبی طراحی می‌شود.

دیوار

عضوی قائم است که طول آن بیشتر از شش برابر عرض (ضخامت) آن باشد.

دیوار باربر

دیواری است که بار قائم، به همراه لنگر خمشی ناشی از خروج از مرکزیت آن بار را تحمل می‌کند.

دیوار برشی بنایی

دیواری است که برای مقاومت در برابر بارهای جانبی که در صفحه دیوار عمل می‌کنند طراحی شده است.

دیوار برشی بنایی غیرمسلح

دیوار برشی بنایی است که مقاومت آن در برابر بارهای جانبی درون صفحه، صرفا توسط مصالح بنایی تامین می‌شود، هر چند ممکن است دارای حداقل میلگرد و اتصالات باشد.

دیوار برشی بنایی مسلح

دیوار برشی بنایی است که مقاومت آن در برابر بارهای جانبی درون صفحه، تواما توسط مصالح بنایی و میلگرد تسلیح تامین می‌شود.

دیوار جداگر (تیغه)

دیواری است غیربابر که برای جداسازی فضاهای داخل ساختمان از آن استفاده می‌شود.

دیوار چند جداره

دیواری است که از دو و یا چند جداره بنایی مستقل که توسط هسته بتنی، ملات و یا دوغاب و بست به یکدیگر متصل شده باشند، تشکیل شده باشد.

دیوار سازه‌ای

دیواری است که برای مقاومت در برابر بارهای قائم یا جانبی و یا هر دو طراحی شده باشد و از اجزای اصلی پایداری ساختمان در طول عمر آن است.

دیوار غیرباربر

دیواری است که به طور عمده هیچ باری غیر از وزن و اینرسی خود را تحمل نمی‌کند.

دیوار محوطه

دیواری است غیر باربر که برای جداسازی یک محوطه خارج از ساختمان از آن استفاده می‌شود.

دیوار مسلح

دیواری است که در آن فولاد، بتن یا ملات و واحد بنایی با هم، بارهای قائم و افقی را تحمل می‌کنند.

دیوار میان‌تهی

دیواری است دو یا چند جداره که بین جداره‌ها فضای خالی باشد.

دیوار نسبی

نسبت مجموع سطح مقطع دیوارهای سازه‌ای در هر طبقه و در هر امتداد، که در برابر بار زلزله در آن امتداد مقاومت می‌کنند، به کل مساحت آن طبقه می‌باشد.

رگ (یا رج)

مجموعه‌ای از واحدهای مصالح بنایی است که در یک ردیف اجرا می‌شوند.

زنجاب

خیس کردن واحدهای مصالح بنایی به حالت اشباع یا سطح خشک قبل از استفاده در عضو بنایی برای جلوگیری از مکیده شدن آب ملات و در نتیجه جلوگیری از کاهش چسبندگی بین واحد بنایی و ملات می‌باشد.

ستون

عضو سازه‌ای قائمی است که بُعد بزرگ مقطع آن از سه برابر بُعد کوچک مقطع تجاوز نکند و ارتفاع آن حداقل چهار برابر بُعد کوچک مقطع باشد.

ستون مسلح

ستونی است که در آن فولاد، بتن و واحد بنایی با هم، بارهای قائم و جانبی را تحمل می‌کنند.

سوراخ

فضایی خالی است که مساحت بزرگترین سطح مقطع آن کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌متر مربع باشد.

شالوده

قسمتی از پی‌سازی است که به منظور پخش مناسب‌تر بار ساختمان بر روی سطح وسیع‌تری از زمین، زیر پی و یا کلاف زیر دیوار اجرا می‌شود.

شفته آهک

ماده‌ای تشکیل شده از دانه‌های سنگی، خاک، آهک هیدره شونده و آب می‌باشد که عمدتا در زیرسازی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ضخامت مؤثر

ضخامت یک دیوار یا ستون است که برای محاسبه نسبت لاغری آن در نظر گرفته می‌شود.

ضریب کاهش مقاومت

ضریبی است که در مقاومت اسمی ضرب شده و مقاومت طراحی بدست می‌آید.

عضو بنایی

عضو سازه‌ای یا غیرسازه‌ای ساخته شده از واحد بنایی مانند دیوار، جرز، ستون و یا سقف می‌باشد.

غوره‌گل

نوعی اندود بام است که از ترکیب خاک رس و گچ ساخته شده و در سقف‌های چوبی مسطح برای پایدار کردن عناصر پوششی سقف و شیب‌بندی استفاده می‌شود.

کاه‌گل

نوعی اندود است که از ترکیب خاک رس و کاه ساخته شده و به‌عنوان عایق رطوبتی برای سقف و دیوارهای بیرونی استفاده می‌شود.

کلاف

مجموعه‌ای پیوسته متشکل از اعضای کششی و فشاری افقی و قائم می‌باشد که اعضای بنایی اصلی ساختمان را محصور کرده و باعث یک‌پارچگی ساختمان می‌شود.

کلاف افقی

عضوی از کلاف است که در راستای افقی و معمولاً در پای دیوارها، در زیر یا در تراز سقف‌ها و در تراز بالا یا پایین بازشوها قرار می‌گیرد.

کلاف قائم

عضوی از کلاف است که در راستای قائم و معمولا در انتها یا میان دیوارها و اطراف بازشوها ساخته می‌شود.

کرسی‌چینی

قسمتی از پی‌سازی است که به منظور رسیدن به تراز مورد نظر برای اجرای پی یا کلاف زیر دیوار انجام می‌شود.

لاریز

گونه‌ای چینش دیوار است که رگ‌های متوالی به‌صورت پله‌ای اجرا شده و به این ترتیب دیوار می‌تواند در دو و یا چند نوبت چیده شود.

لایه

هر مقطع قائم پیوسته یک دیوار است که ضخامتی برابر یک واحد بنایی دارد.

مدول ارتجاعی

نسبت تنش قائم به کرنش متناظر با آن در کشش و یا فشار قبل از تنش حد تسلیم مصالح می‌باشد.

مدول برشی

نسبت تنش برشی به کرنش برشی کمتر از تنش حد تسلیم مصالح می‌باشد.

مساحت بستر

مساحت سطحی است که در صفحه‌ی بند بستر در تماس با ملات باشد.

مساحت خالص

مساحت کل، منهای مساحت هسته‌های فاقد دوغاب، شکاف‌ها، سوراخ‌ها، حفره‌ها و فرورفتگی‌ها و سطوح فاقد تماس با ملات می‌باشد.

مساحت کل

کل مساحت مقطع عرضی واحد مصالح بنایی یا عضو بنایی مورد نظر می‌باشد.

مساحت مؤثر

حداقل مساحت بستر واحدهای توخالی یا مساحت کل واحدهای توپر به اضافه مساحتی که دوغاب ریزی شده است، می‌باشد.

ملات

مخلوطی از مصالح سنگی، آب و چسباننده‌هایی مانند سیمان، آهک و یا گچ می‌باشد که برای چسباندن واحدهای مصالح بنایی به یکدیگر استفاده می‌شود.

مقاومت اسمی

مقاومت محاسباتی یک عضو می‌باشد.

مقاومت طرح (طراحی)

مقاومت اسمی یک عضو می باشد که در ضریب کاهش مقاومت مناسب ضرب شده است.

مقاومت لازم

مقاومت مورد نیاز برای مقاومت در برابر بارها می‌باشد.

مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی، f'_m

مقاومت فشاری حداقل واحد بنایی است که بر حسب نیروی فشاری بر واحد سطح خالص مقطع محاسبه شده و واحد بنایی مورد استفاده باید آن‌را به‌عنوان مبنای محاسبات و طراحی بر طبق نقشه‌های اجرایی برآورده سازد.

منشور

ترکیبی از واحدهای بنایی و درزهای ملات، با یا بدون دوغاب است که به عنوان یک نمونه آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری مشخصات مصالح بنایی به‌کار می‌روند.

مهار

میله فلزی، سیم یا تسمه‌ای است که عضو بنایی را به تکیه‌گاه سازه‌ای آن محکم می‌کند.

میلگرد بستر

خرپایی است متشکل از تعدادی مفتول یا میلگرد عرضی که به‌صورت نردبانی یا زیگزاگ به دو میلگرد طولی آج‌دار جوش داده شده و در اندازه‌های مناسب در بند بستر نصب می‌شود.

میلگرد طولی

میلگردی است که در راستای محور طولی عضو قرار می‌گیرد.

میلگرد عرضی

میلگردی است که در راستای عمود بر محور طولی عضو قرار می‌گیرد.

نمای مهار شده

نمای بنایی است که به پشت خود با استفاده از مهارهایی متصل شده است و در راستای قائم نیز به پی مناسب و یا اعضای مخصوص تکیه دارد.

نمای بنایی

یک لایه بنایی است که سطح تمام شده دیوار را تامین می‌کند و نیروهای درون صفحه و یا برون صفحه را مستقیما به پشت خود انتقال می‌دهد، اما اثر آن در افزایش مقاومت و سختی دیوار منظور نمی‌شود.

واحد بنایی

بخشی از عضو بنایی است که شامل ترکیبی از واحد مصالح بنایی و ملات است.

واحد مصالح بنایی

یکی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده واحد بنایی شامل: آجر، سنگ یا بلوک سیمانی می‌باشد.

واحد مصالح بنایی توپر

واحد مصالح بنایی کاملاً همگنی است که هیچ‌گونه حفره یا سوراخی در آن وجود نداشته باشد.

واحد مصالح بنایی توخالی

واحد مصالح بنایی دارای فضاهای خالی اعم از سوراخ، حفره و فرورفتگی است که مجموع حجم آنها برابر با ۳۵ تا ۷۰ درصد از حجم کل واحد باشد.

واحد مصالح بنایی سوراخ‌دار

واحد مصالح بنایی است که دارای یک یا چند سوراخ با مجموع حجم کمتر از ۳۵ درصد حجم کل واحد باشد.

هسته بتنی

لایه بتن مسلح محصور بین دو جداره بنایی می‌باشد.

هشت‌گیر

نوعی چینش دیوار که برای وصل کردن دو قسمت از یک دیوار و یا دو دیوار متقاطع که در نوبت‌های مختلف چیده شده باشند، انتهای رگ‌های متوالی به‌صورت دندانه‌ای اجرا شوند.

۸-۱-۴ علائم اختصاری

A_b: مساحت سطح مقطع پیچ مهاری (میلی‌متر مربع)

A_{br}: مساحت مقطع لهیدگی (میلی‌متر مربع)

A_g: مساحت کل مقطع یک عضو (میلی‌متر مربع)

A_n: مساحت خالص مقطع یک عضو (میلی‌متر مربع)

A_{nv}: مساحت خالص برشی (میلی‌متر مربع)

A_{pt}: مساحت کششی تصویر شده یک مخروط دایروی قائم بر سطح مصالح بنایی (میلی‌متر مربع)

A_{pv}: مساحت برشی تصویر شده نیمی از یک مخروط دایروی قائم بر سطح مصالح بنایی (میلی‌متر مربع)

A_s: سطح مقطع میلگردهای کششی (میلی‌متر مربع)

A_{sc}: سطح مقطع میلگردهای قرار داده شده در وصله که در انتهای میلگردهای وصله شده و به صورت عرضی نسبت به آنها قرار گرفته باشند. (میلی‌متر مربع)

A_{st}: سطح مقطع کل میلگردهای طولی که به صورت عرضی محصور شده‌اند (میلی‌متر مربع)

A_v: سطح مقطع میلگردهای برشی (میلی‌متر مربع)

A_1: سطح مقطع بارگذاری شده (میلی‌متر مربع)

A_2: سطح تکیه‌گاه لهیدگی، معادل حداکثر سطحی از تکیه‌گاه، هم‌مرکز و متشابه با سطح مقطع بارگذاری شده (میلی‌متر مربع)

a: عمق بلوک تنش فشاری معادل متناظر با مقاومت اسمی (میلی‌متر)

B_a: بار کششی مجاز بر پیچ مهار (نیوتن)

B_{ab}: بار کششی مجاز پیچ مهار زمانی که شکست مصالح بنایی کنترل کننده است (نیوتن)

B_{an}: مقاومت کششی اسمی پیچ مهار (نیوتن)

B_{anb}: مقاومت کششی اسمی پیچ مهار زمانی که شکست مصالح بنایی کنترل کننده است (نیوتن)

B_{anp} : مقاومت کششی اسمی پیچ مهار زمانی که بیرون کشیده شدن پیچ کنترل کننده است (نیوتن)

B_{ans} : مقاومت کششی اسمی پیچ مهار زمانی که تسلیم کششی پیچ کنترل کننده است (نیوتن)

B_{ap} : بار کششی مجاز پیچ مهار زمانی که بیرون کشیده شدن پیچ کنترل کننده است (نیوتن)

B_{as} : بار کششی مجاز اسمی پیچ مهار زمانی که تسلیم کششی پیچ کنترل کننده است (نیوتن)

B_v : بار برشی مجاز بر یک پیچ مهار (نیوتن)

B_{vb} : بار برشی مجاز بر یک پیچ مهار زمانی که شکست بنایی کنترل کننده است (نیوتن)

B_{vc} : بار برشی مجاز بر یک پیچ مهار زمانی که خردشدگی مصالح بنایی کنترل کننده است (نیوتن)

B_{vn} : مقاومت برشی اسمی یک پیچ مهار (نیوتن)

B_{vnb} : مقاومت برشی اسمی یک پیچ مهار زمانی که شکست بنایی کنترل کننده است (نیوتن)

B_{vnc} : مقاومت برشی اسمی یک پیچ مهار زمانی که خردشدگی مصالح بنایی کنترل کننده است (نیوتن)

B_{vnpry} : مقاومت برشی اسمی یک پیچ مهار زمانی که بیرون آمدن پیچ مهار کنترل کننده است (نیوتن)

B_{vns} : مقاومت برشی اسمی یک پیچ مهار زمانی که تسلیم پیچ مهار کنترل کننده است (نیوتن)

B_{vpry} : بار برشی مجاز بر یک پیچ مهار زمانی که بیرون آمدن پیچ مهار کنترل کننده است (نیوتن)

B_{vs} : بار برشی مجاز بر یک پیچ مهار زمانی که تسلیم پیچ مهار کنترل کننده است (نیوتن)

b : عرض مقطع (میلی‌متر)

b_a : کل بار محوری طراحی وارد بر پیچ مهار (نیوتن)

b_{af} : بار محوری ضریب دار وارد بر پیچ مهار (نیوتن)

b_v : کل بار برشی طراحی وارد بر پیچ مهار (نیوتن)

b_{vf} : بار برشی ضریب‌دار وارد بر پیچ مهار (نیوتن)

b_w : عرض تیر (میلی‌متر)

C_d : ضریب تشدید تغییرشکل

c : فاصله بین تار حداکثر کرنش فشاری و محور خنثی (میلی‌متر)

C'_d : ضریب افزایش تغییرمکان

D : بار مرده (ساکن) و یا نیروها و لنگرهای داخلی مربوط به آن

D : عرض ساختمان یا طبقه

d : عمق موثر یا فاصله بین تار حداکثر تنش فشاری تا مرکز سطح میلگردهای کششی (میلی‌متر)

d_b : قطر اسمی میلگرد و یا پیچ مهار (میلی‌متر)

d_v : عمق موثر یک عضو در راستای برش (میلی‌متر)

E : بار زلزله و یا نیروها و لنگرهای داخلی مربوط به آن

E_{bb} : مدول ارتجاعی تیرهای محیطی (مگاپاسکال)

E_{bc} : مدول ارتجاعی ستون‌های محیطی (مگاپاسکال)

E_c : مدول ارتجاعی بتن در فشار (مگاپاسکال)

E_g : مدول ارتجاعی دوغاب در فشار (مگاپاسکال)

E_m : مدول ارتجاعی واحد بنایی در فشار (مگاپاسکال)

E_s : مدول ارتجاعی فولاد (مگاپاسکال)

E_v : مدول برشی واحد بنایی (مگاپاسکال)

e : خروج از مرکزیت بار محوری (میلی‌متر)

e_b : فاصله بین ابتدای خم پیچ مهار خمیده تا انتهای قلاب پیچ (میلی‌متر)

e_u : خروج از مرکزیت نیروی P_{uf} (میلی‌متر)

F : فشار جانبی سیالات و یا نیروها و لنگرهای داخلی مربوط به آن

F_a : تنش مجاز فشاری برای تحمل بار محوری تنها (مگاپاسکال)

F_b : تنش مجاز فشاری برای تحمل خمش تنها (مگاپاسکال)

F_s : تنش مجاز کششی یا فشاری در میلگردها (مگاپاسکال)

F_v : تنش مجاز برشی (مگاپاسکال)

F_{vm} : تنش مجاز برشی قابل تحمل توسط واحد بنایی (مگاپاسکال)

F_{vs} : تنش مجاز برشی قابل تحمل توسط میلگردهای برشی (مگاپاسکال)

f_a: تنش فشاری محاسباتی در واحد بنایی ناشی از بار محوری تنها (مگاپاسکال)

f_b: تنش فشاری محاسباتی در واحد بنایی ناشی از خمش تنها (مگاپاسکال)

f_l: ضریب کاهش سربار

f_g: مقاومت فشاری مشخصه دوغاب (گروت) (مگاپاسکال)

f_m: مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی (مگاپاسکال)

f_r: مدول گسیختگی واحد بنایی (مگاپاسکال)

f_s: تنش کششی و فشاری محاسباتی در میلگردها (مگاپاسکال)

f_v: تنش برشی محاسباتی در واحد بنایی (مگاپاسکال)

f_y: مقاومت تسلیم مشخصه فولاد میلگرد و پیچ مهاری (مگاپاسکال)

G_c : مدول برشی بتن (مگاپاسکال)

G_g : مدول برشی دوغاب (مگاپاسکال)

G_m : مدول برشی بنایی (مگاپاسکال)

H : فشار جانبی خاک و یا نیروها و لنگرهای داخلی مربوط به آن

H : ارتفاع موثر ساختمان

H : ارتفاع موثر ستون، دیوار و یا جرز (میلی‌متر)

h : ارتفاع موثر عضو

h_{inf} : بعد قائم میان‌قاب (میلی‌متر)

h_s : ارتفاع طبقه

h_w : ارتفاع کل دیوار یا بخشی از دیوار که مورد نظر است (میلی‌متر)

I : ضریب اهمیت ساختمان

I_{bb} : گشتاور دوم سطح تیر محیطی برای خمش در صفحه میان‌قاب (میلی‌متر به توان چهار)

I_{bc} : گشتاور دوم سطح ستون محیطی برای خمش در صفحه میان‌قاب (میلی‌متر به توان چهار)

I_{cr} : گشتاور دوم سطح مقطع ترک خورده یک عضو (میلی‌متر به توان چهار)

I_{eff} : گشتاور دوم سطح مقطع موثر یک عضو (میلی‌متر به توان چهار)

I_g : گشتاور دوم سطح مقطع کل یک عضو (میلی‌متر به توان چهار)

I_n : گشتاور دوم سطح مقطع خالص یک عضو (میلی‌متر به توان چهار)

J : نسبت فاصله بین مرکز سطح نیروهای فشاری خمشی تا مرکز سطح نیروهای کششی خمشی به عمق d

K : بعدی که برای محاسبه طول مهاری میلگرد به کار می‌رود (میلی‌متر)

k_c : ضریب خزش واحد بنایی به ازای یک مگاپاسکال

k_e : ضریب انبساط غیر قابل بازگشت رطوبتی مصالح بنایی رسی

k_t : ضریب انبساط حرارتی بنایی بر درجه سانتی‌گراد

L : بار زنده و یا نیروها و لنگرهای داخلی مربوط به آن

L : دهانه خالص بین تکیه‌گاه‌ها (میلی‌متر)

L_r : بار زنده بام

l_b : طول مدفون موثر پیچ‌های مهاری سردار و یا خمیده (میلی‌متر)

l_{be} : فاصله لبه‌ای پیچ مهاری (حداقل طول اندازه‌گیری شده از لبه آجرکاری تا سطح پیچ مهاری) (میلی‌متر)

l_d : طول مهاری (گیرایی) یا طول هم‌پوشانی میلگردهای مستقیم (میلی‌متر)

l_e : طول مدفون معادل تامین شده توسط قلاب‌های استاندارد که از ابتدای قلاب اندازه‌گیری شده است (میلی‌متر)

l_{eff} : طول موثر دهانه برای یک تیر عمیق (میلی‌متر)

l_{inf} : طول میان‌قاب در پلان (میلی‌متر)

l_w : طول کل دیوار یا بخشی از دیوار در راستای نیروی برشی (میلی‌متر)

M : لنگر بیشینه در مقطع مورد بررسی (نیوتن- میلی‌متر)

M_a : لنگر بیشینه در عضو در اثر بار اعمال شده برای محاسبه تغییرشکل (نیوتن- میلی‌متر)

M_c : لنگر ضریب‌دار که برای در نظر گرفتن تاثیرات انحنا بزرگ‌نمایی شده است (نیوتن- میلی‌متر)

M_{cr} : لنگر مقاوم اسمی نظیر ترک‌خوردگی (نیوتن- میلی‌متر)

M_n : ظرفیت خمشی اسمی (نیوتن- میلی‌متر)

M_{ser} : لنگر خمشی بهره‌برداری در نیمه ارتفاع هر عضو با در نظر گرفتن اثرات P-Δ (نیوتن- میلی‌متر)

M_u : لنگر ضریب‌دار (نیوتن- میلی‌متر)

n : نسبت مدول ارتجاعی فولاد به واحد بنایی

N_u : نیروی فشاری ضریب‌دار که عمود بر صفحه شامل برش ضریب‌دار V_u ناشی از ترکیب بار مورد بررسی وارد می‌شود (نیوتن)

N_v : نیروی فشاری عمود بر صفحه برشی (نیوتن)

P : نیروی فشاری محوری (نیوتن)

P_a : نیروی محوری فشاری مجاز در یک عضو مسلح (نیوتن)

P_e : بار کمانش اولر (نیوتن)

P_n : مقاومت اسمی محوری (نیوتن)

P_u : بار محوری ضریب‌دار (نیوتن)

P_{uf} : بار ضریب‌دار ناشی از سطح بارگیر مربوط به کف یا سقف (نیوتن)

P_{uw} : وزن دیوار با ضریب مربوط به مقطع مورد نظر (نیوتن)

Q : گشتاور اول سطح حول محور خنثی برای سطحی بین دورترین تار و صفحه‌ای که در آن تنش برشی محاسبه می‌شود (میلی‌متر به توان سه)

Q_E : تاثیر نیروهای افقی زلزله

$q_{n\,inf}$: ظرفیت خمشی اسمی خارج از صفحه میان‌قاب بر واحد سطح (پاسکال)

R : بار باران یا نیروها و لنگرهای مرتبط با آن

R : ضریب رفتار برای طراحی به روش تنش مجاز

R_u: ضریب رفتار برای طراحی به روش مقاومت نهایی

r: شعاع ژیراسیون (میلی‌متر)

S: بار برف یا نیروها و لنگرهای مرتبط با آن

S_a: مدول مقطع برای سطح مقطع خالص برای یک عضو (میلی‌متر به توان سه)

S_n: مقاومت اسمی مقطع

S_u: نیروی عمل کننده در مقطع

s: فاصله میلگردها (میلی‌متر)

t: ضخامت اسمی عضو (میلی‌متر)

t_{inf}: ضخامت مشخصه میان‌قاب (میلی‌متر)

$t_{net\ inf}$: ضخامت خالص میان‌قاب (میلی‌متر)

t_{sp}: ضخامت مشخصه یک عضو (میلی‌متر)

v: تنش برشی (مگاپاسکال)

V: نیروی برشی (نیوتن)

V_n: مقاومت برشی اسمی (نیوتن)

$V_{n\ inf}$: مقاومت برشی اسمی افقی درون صفحه میان‌قاب (نیوتن)

V_{nm}: مقاومت برشی اسمی تامین شده توسط واحد بنایی (نیوتن)

V_{ns}: مقاومت برشی اسمی تامین شده توسط میلگردهای برشی (نیوتن)

V_u: نیروی برشی ضریب‌دار (نیوتن)

W: بار باد یا نیروها و لنگرهای مرتبط با آن

w_{inf}: عرض المان فشاری معادل (میلی‌متر)

w_{strut}: تصویر افقی عرض المان قطری (میلی‌متر)

w_u: بار ضریب‌دار یک‌نواخت خارج از صفحه (میلی‌متر)

z: بازوی لنگر داخلی بین نیروهای فشاری و کششی در یک تیر عمیق (میلی‌متر)

α_{arch}: پارامتر عملکرد قوسی افقی برای میان‌قاب (نیوتن به توان یک چهارم)

β : ۰/۲۵ برای واحد بنایی کاملا دوغاب شده و ۰/۱۵ برای واحد بنایی که کامل دوغاب نشده است

β_{arch} : پارامتر عملکرد قوسی قائم برای میان‌قاب (نیوتن به توان یک چهارم)

γ : ضریب اندازه میلگرد

Δ_a : جابجایی نسبی مجاز طبقه (میلی‌متر)

Δ_{eu} : جابجایی نسبی طبقه تحت اثر زلزله طرح (میلی‌متر)

Δ_M : جابجایی نسبی غیرخطی ویا جابجایی نسبی واقعی طبقه (میلی‌متر)

δ : ضریب بزرگ‌نمایی لنگر

δ_{ne} : جابجایی‌های محاسبه شده با استفاده از نیروهای زلزله تعریف شده توسط آیین‌نامه با فرض رفتار ارتجاعی (میلی‌متر)

δ_s : تغییرشکل افقی در وسط ارتفاع تحت ترکیبات بار تنش مجاز (میلی‌متر)

δ_u : تغییرشکل تحت بارهای ضریب‌دار (میلی‌متر)

δ_x : تغییرمکان کف یا سقف در تراز x

δ_{xe} : تغییرمکان محاسبه شده با استفاده از روابط تئوری ارتجاعی

ε_{mu} : حداکثر کرنش قابل استفاده فرض شده واحد بنایی

ξ : ضریب محصورشدگی میلگردها در وصله پوششی

θ_{strut} : زاویه قطر میان‌قاب نسبت به افق (درجه)

λ_{strut} : پارامتر مشخصه برای میان‌قاب

ρ : نسبت میلگرد

ρ_{max} : حداکثر نسبت میلگرد کششی خمشی

φ : ضریب کاهش مقاومت

غیر قابل استناد

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 ملی 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، ویژگی‌های مصالح باید مطابق با استانداردهای ملی ایران (پیوست ۸-پ-۱) بوده و کیفیت مصالح باید بر مبنای نتایج آزمایش‌های مناسب تعیین شده و به تأیید مهندس ناظر برسد.

در مورد مصالح مصرفی ساختمان‌های مشمول این مبحث رعایت موارد کلی زیر الزامی است:

۱- برای کاهش وزن ساختمان، 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.

۲- کلیه مصالح مصرفی در ساختمان‌های مشمول این مبحث باید به‌گونه‌ای 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 تورم‌پذیر یا تراکم‌پذیر (هنگام مجاورت با هوا) و مواد شیمیایی مضر برای بتن و میلگرد و لایه‌های سست، کلوخه‌های رسی و ذرات میکا عاری باشد. مشخصات سنگ‌دانه‌های مصرفی باید با

موارد عنوان شده در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان و استاندارد ملی ایران، شماره ۳۰۲، مطابقت داشته باشد.

۸-۲-۲-۲ چسباننده‌ها

۸-۲-۲-۲-۱ سیمان

با توجه به ملاحظات طراحی و شرایط محیطی، در ساخت ساختمان‌های بنایی می‌توان از سیمان بنایی، 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 و سیمان پرتلند سفید استفاده کرد. ویژگی‌های انواع مختلف سیمان مطابق با استانداردهایی است که در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان اشاره شده است. به دلیل ناسازگاری، اختلاط سیمان با گچ مجاز نمی‌باشد.

سیمان بنایی:

سیمانی است که در تهیه انواع ملات و دوغاب مورد استفاده در بنایی غیرمسلح می‌توان به‌کار برد (استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۳۵۱۶). استفاده از سیمان بنایی در بنایی مسلح و اعضای بتنی و بتن‌آرمه در ساختمان‌های بنایی غیر مسلح، مانند کلاف‌ها و پی و همچنین در جایی که میلگرد وجود دارد، مجاز نمی‌باشد. برای شناسایی سیمان بنایی و پرهیز از مصرف آن در ساخت بتن، این نوع سیمان را رنگی تولید می‌کنند.

۸-۲-۲-۲-۲ آهک

آهک مصرفی می‌تواند حسب مورد در ساخت ملات، شفته، بتن آهکی و اندودکاری مورد استفاده قرار گیرد. آهک در انواع زیر برای مصارف ساختمانی استفاده می‌شود.

۱- آهک هیدراته هیدرولیکی (استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۳۸)، عمدتا برای ساخت ملات و شفته آهکی.

۲- آهک هیدراته پرداخت (استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۳۷)، عمدتا برای اندودکاری.

۳- آهک هیدراته بنایی (استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۳۵)، برای مصارف عمومی بنایی.

۴- آهک زنده (استاندارد ملی ایران، شماره ۵۷۱۷). از آهک زنده پیش از شکفته شدن نباید برای مصارف ساختمانی استفاده شود.

آهک باید به صورت شیرآهک یا دوغاب مصرف شود. ویژگی‌های آهک باید مطابق با ضوابط مندرج در مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و استانداردهای ملی مربوطه باشد.

۸-۲-۲-۳ گچ

گچ عمدتا برای مصارف اندودکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین، از ملات گچ و خاک می‌توان برای اجرای تاق آجری در سقف‌های تاق‌ضربی استفاده کرد. استفاده از گچ در ساخت اعضای سازه‌ای، چه به‌تنهایی و یا به‌صورت مخلوط با سیمان، مجاز نمی‌باشد، ولی استفاده از ملات گچ برای چسباندن قطعات بنایی غیرسازه‌ای مجاز است. گچ مورد استفاده در کارهای بنایی باید با ضوابط مندرج در مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و استانداردهای ملی مربوطه، از جمله استاندارد ملّی ایران (شماره ۱-۱۲۰۱۵)، مطابقت داشته باشد.

۸-۲-۲-۴ خاک رس

خاک رس مصرفی باید عاری از مواد آلی، ریشه گیاهان و سایر بقایای نباتی باشد و خاصیت واگرایی نداشته باشد.

۸-۲-۳ آب

آب مصرفی باید بر اساس استاندارد ملی ایران، شماره ۱۴۷۴۸، 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. آب زلال، بی‌بو، بی‌رنگ و بدون طعم را می‌توان در ساخت بتن و ملات مورد استفاده قرار داد. مصرف آبی که دارای خزه است برای ساختن بتن و ملات مناسب نیست. همچنین آب گل‌آلود را باید قبل از مصرف از میان حوضچه‌های ته‌نشین گذراند و یا با روش‌های دیگر تصفیه کرد.

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 مصالح بنایی در جدول ۸-۲-۱ آمده است.

جدول ۸-۲-۱ ضوابط هندسی گروه‌های مختلف آجر رسی و بلوک‌های سیمانی

آجر رسی یا بلوک سیمانی						
سوراخ‌دار	توخالی					
	آجر رسی			بلوک سیمانی		
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳
حجم فضاهای خالی نسبت به حجم کل						
≤ ٪۳۵	٪۳۵ < و ≤ ٪۴۵	٪۴۵ < و ≤ ٪۵۵	٪۵۵ < و ≤ ٪۷۰	٪۳۵ < و ≤ ٪۵۰	٪۵۰ < و ≤ ٪۶۰	٪۶۰ < و ≤ ٪۷۰
حجم هر فضای خالی نسبت به حجم کل						
≤ ٪۱۰	≤ ٪۱۲/۵	≤ ٪۱۲/۵	محدود به مساحت	≤ ٪۱۲/۵	≤ ٪۱۲/۵	محدود به مساحت (رجوع به بند)
مساحت هر فضای خالی						
محدود به حجم	محدود به حجم	محدود به حجم	برای چندحفره: ۲۸۰۰ میلی‌متر مربع ≤ برای تک حفره: ۱۸۰۰۰ میلی‌متر مربع ≤	محدود به حجم	محدود به حجم	برای چندحفره: ۲۸۰۰ میلی‌متر مربع ≤ برای تک حفره: ۱۸۰۰۰ میلی‌متر مربع ≤
(رجوع به بند)				(رجوع به بند)		
مجموع ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در هر امتداد نسبت به کل طول یا عرض در همان امتداد						
≥ ٪۳۰	≥ ٪۳۰	≥ ٪۲۰	بدون محدودیت	≥ ٪۳۰	≥ ٪۳۰	بدون محدودیت

در مناطق با خطر نسبی زلزله خیلی زیاد و زیاد (به آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰ رجوع شود)، 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 غیرسازه‌ای 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 شوند. در آجرهای رسی اندازه سوراخ‌های مربعی و قطر سوراخ‌های دایره‌ای باید حداکثر به ۲۵ میلی‌متر محدود شود و ضخامت پوسته بیش از ۱۵ میلی‌متر و جداره داخلی بین دو سوراخ بیش از ۱۰ میلی‌متر باشد. در صورت تأمین نشدن شرایط فوق، بکار بردن این واحدهای مصالح بنایی فقط در دیوارهای غیرسازه‌ای مجاز است.

۳- جان آجر توخالی باید در کل عرض واحد مصالح بنایی امتداد یابد.

واحدهای مصالح بنایی بر حسب ساختار، کاربرد و نوع ماده به انواع: آجر (رسی، ماسه آهکی، بتنی و سبک)، بلوک (بتنی و سفالی) و سنگ تقسیم می‌شوند.

۸-۲-۲-۴-۱ آجر

آجر، بر اساس مواد خام استفاده شده در ساخت، به انواع زیر تقسیم می‌شود:

الف) آجر رسی، شیلی، شیستی و مارنی: آجری است که از پختن خشت خام رسی یا مخلوط مرطوب فشرده شده شیل، شیست و مارن بدست می‌آید. از این نوع آجر در ساخت اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، از جمله نما، استفاده می‌شود (استانداردهای ملی ایران، شماره ۷ و ۱۴۵۰۷).

ب) آجر ماسه آهکی: آجری است که از مخلوط ماسه سیلیسی یا سیلیکاتی و آهک ساخته می‌شود. از این نوع آجر در ساخت اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، از جمله نما، استفاده می‌شود.

پ) آجر بتنی: نوعی بلوک سیمانی توپر است که در اندازه‌های آجر ساخته شده و در ساخت اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای و هم‌چنین کف‌سازی استفاده می‌شود (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۶۲۱۱).

ت) آجر سبک: آجری است که از مواد رسی و افزودنی‌های هوازا ساخته شده و در ساخت اعضای غیرسازه‌ای و به عنوان پرکننده در اعضای سازه‌ای استفاده می‌شود.

ویژگی‌های انواع مختلف آجر باید مطابق با ضوابط و استانداردهایی باشد که در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان آورده شده است. در مواردی که به عنوان و شماره استانداردها در این فصل و یا در مبحث پنجم اشاره نشده باشد، استانداردهای ملّی ایران و در غیر این‌صورت استانداردهای معتبر خارجی ملاک عمل می‌باشند. علاوه براین، موارد زیر نیز باید رعایت شوند:

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- استفاده از تکه آجر، شامل: سه‌چارک یا سه‌قد (سه‌چهارم آجر)، نیمه (نصف آجر)، چارک (یک‌چهارم آجر) و کلوک (پاره آجر) در جایی که استفاده از آجر کامل یا آجر با اندازه بزرگتر مقدور نباشد، مجاز است.

۳- آجر از هر نوع باید در زمان اجرا کاملاً تمیز و زنجاب باشد.

۴- مقاومت فشاری آجر، که در اعضای سازه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید منطبق با مشخصات طراحی و حداقل ۵ مگاپاسکال باشد.

۵- چگالی حقیقی هر دو نوع آجر توپر و سوراخ‌دار، بجز آجر سبک، نباید از ۱۷۰۰ و چگالی ظاهری آن‌ها از ۱۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب کمتر باشد. چگالی ظاهری آجر سبک نباید از ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب بیشتر باشد.

۶- آجرنما باید عاری از معایب ظاهری مانند ترک‌خوردگی، شوره‌زدگی، آلوئک و نظایر آن باشد.

۷- درصد جذب آب برای آجرهای در مجاورت آب مانند آجرهای نما نباید بیش از ۵ درصد باشد.

۸-۲-۲-۴-۲ بلوک سفالی

بلوک‌های سفالی توخالی شامل بلوک سفالی دیواری و بلوک سفالی سقفی می‌باشند.

الف) بلوک دیواری:

بلوک‌های سفالی دیواری به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- بلوک سفالی با سوراخ‌های قائم، مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ملّی ایران، شماره ۷۱۲۱، به دو صورت باربر و غیر باربر استفاده می‌شود. برای استفاده از بلوک سفالی به‌عنوان عنصر باربر در اعضای سازه‌ای، لازم است سوراخ‌های بلوک با بتن، ملات یا دوغاب کاملا پرشوند.

۲- بلوک سفالی با سوراخ‌های افقی، مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ملّی ایران، شماره ۷۱۲۲، صرفا به صورت غیر باربر در اعضای غیر سازه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب) بلوک سقفی:

بلوک سفالی سقفی توخالی، مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ملّی ایران، شماره ۲-۲۹۰۹، به عنوان پرکننده در سقف تیرچه‌بلوک استفاده می‌شود.

۸-۲-۲-۴-۳ بلوک سیمانی

بلوک‌های سیمانی به دو صورت توخالی (سوراخ‌دار) و توپر تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند. بلوک‌های سیمانی توخالی شامل بلوک سیمانی دیواری و بلوک سیمانی سقفی می‌باشند.

الف) بلوک‌های توخالی دیواری:

بلوک‌های سیمانی توخالی که در ساختمان مصرف می‌شود باید مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ملّی ایران، شماره ۷۷۸۲ و موارد زیر باشند:

۱- بلوک‌های ساخته شده از شن و ماسه طبیعی رودخانه‌ای یا شکسته، دارای وزن ویژه معمولی و در حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب هستند. بلوک‌های با وزن ویژه کمتر از ۱۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب را سبک به‌حساب می‌آورند. در صورتی که وزن ویژه بلوک بین ۱۷۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در متر مکعب باشد آنرا نیمه سبک به‌شمار می‌آورند.

۲- برای بلوک‌های سیمانی مورد استفاده در دیوار باربر، خلاصه ضوابط ضخامت جان‌ها و پوسته‌ها در جدول ۸-۲-۲ آمده است.

۳- 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 آب برای بتن نلرزیده در هر متر مکعب تشکیل شده باشد، اختلاط می‌تواند با دست یا ماشین انجام شود.

۴- بلوک سیمانی توخالی به دو صورت باربر و غیرباربر استفاده می‌شود. برای استفاده از بلوک سیمانی به عنوان عنصر باربر در اعضای سازه‌ای، لازم است سوراخ‌های بلوک با بتن یا ملات کاملا پر شوند.

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 توخالی سقفی:

بلوک‌های سیمانی مورد استفاده در سقف تیرچه‌بلوک باید مطابق با ویژگی‌های مندرج در استاندارد ملّی ایران، شماره ۲-۲۹۰۹ ساخته شوند. ضخامت پوسته و جان بلوک سقفی باید حداقل ۱۵ میلی‌متر و عرض تکیه‌گاه بلوک سقفی بر روی تیرچه دست کم ۲۰ میلی‌متر باشد.

پ) بلوک‌های توپر سبک:

استفاده از بلوک‌های سیمانی توپر سبک، از جمله: بلوک بتن هوادار اتوکلاو شده یا بتن گازی (استاندارد ملّی ایران، شماره ۸۵۹۳) و بلوک بتنی سبک اسفنجی (استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۵۰۴)، در ساخت اعضای غیرسازه‌ای مجاز است.

۸-۲-۲-۴-۳ سنگ

الف) ویژگی‌های سنگ مصرفی

۱- 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.

۲- استفاده از قلوه سنگ مجاز نیست مگر اینکه به‌صورت شکسته و در ابعاد مورد نظر این فصل مصرف شود.

۳- ابعاد قطعه سنگ مصرفی باید حداقل ۱۵۰ میلی‌متر و حداکثر به اندازه پهنای دیوار باشد. استفاده از سنگ‌های کوچک‌تر فقط به عنوان پرکننده مجاز است.

۴- استفاده مجدد از سنگ‌های مصرف شده در صورتی که با شرایط این فصل منطبق باشند مجاز است.

۵- سنگ‌های مصرفی در اقلیم‌های سرد باید در برابر یخبندان پایدار بوده و ضوابط مندرج در استانداردهای مربوطه، از جمله استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۴۹۵۹، را تأمین نمایند.

ب) حداقل ضوابط لازم برای سنگ‌های مصرفی

مقاومت فشاری سنگ مورد استفاده در عضو بنایی باربر نباید کمتر از ۱۵ مگاپاسکال باشد. جذب آب سنگ‌های رگی حداکثر ۵٪ و ضریب افت مقاومت سنگ در آب، در مورد سنگ‌های باربر و نما دست کم ۷۰٪ است. جذب آب مجاز برای سنگ‌های آهکی متراکم ۱۵٪، سنگ‌های آهکی متخلخل ۲۵٪ و در مورد توف‌ها ۳۰٪ تعیین شده است.

تعریف: ضریب افت مقاومت سنگ در آب عبارت است از نسبت مقاومت فشاری نمونه خیس شده در آب به مدت حداقل ۲۴ ساعت به مقاومت فشاری همان سنگ در حالت خشک.

۸-۲-۲-۵ فولاد

الف) میلگرد

۱- ویژگی‌های میلگردهای گرم نورد شده فولادی باید مطابق با استاندارد ملّی ایران، شماره ۳۱۳۲ و مبحث پنجم و نهم مقررات ملّی ساختمان و میلگردهای فولادی تولید شده به روش کشش سرد باید مطابق با استاندارد ملّی ایران، شماره ۱۱۵۵۸ و مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و میلگردهای گالوانیزه باید مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی باشند.

۲- میلگردهای فولادی باید تمیز و عاری از پوسته‌های رنگ، روغن، گرد و خاک و هر نوع آلودگی دیگر باشند.

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 شوند. در این حالت، چنان‌چه سطح مقطع نیمرخ‌ها ضعیف شده باشد، سطح واقعی ضعیف شده باید در محاسبات منظور شود.

۲- خواص فولادهای ساختمانی باید مطابق مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و استانداردهای ملّی ایران، از جمله استانداردهای شماره ۳۶۹۴، ۱۳۹۶۸ و ۱۴۴۸۴ باشد.

پ) اتصال دهنده‌ها

بست‌های دیوار و مهارهایی که با سیم‌های فولادی ساخته می‌شوند و دیگر بست‌ها و مهارهای فولادی، باید مطابق با استانداردهای ملی ایران و یا در صورت عدم وجود استاندارد ملّی 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 دارای مقاومت تسلیم حداقل برابر با ۲۰۰ مگاپاسکال باشند.

ت) شبکه فولاد جوش شده

شبکه فولادی جوش شده باید مطابق با استاندارد ملّی ایران باشد.

۸-۲-۲-۶ ملات

ملات تازه، ماده ای است خمیری که از اختلاط ماده چسباننده، مانند خمیر سیمان، و ماده پرکننده، مانند سنگ‌دانه ریز، ساخته شده و در صورت نیاز به مشخصات ویژه کاربری، از مواد افزودنی در آن استفاده می‌شود. از ملات برای چسباندن واحدهای مصالح بنایی به یکدیگر، تامین بستری برای توزیع بار، اندودکاری، نماسازی و بندکشی استفاده می‌کنند. برای ساخت و استفاده از ملات باید ضوابط این بخش و ضوابط مندرج در مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان اعمال شوند.

۸-۲-۲-۶-۱ انواع ملات

ملات‌های مورد استفاده در ساختمان های بنایی موضوع این مبحث به انواع زیر تقسیم می‌شوند.

الف) ملات ماسه- سیمان: این ملات متشکل از ماسه و سیمان با عیار حداقل ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب ملات می‌باشد. رعایت موارد زیر برای ملات ماسه-سیمان ضروری است:

۱- برای زودگیر کردن ملات ماسه-سیمان نباید به آن گچ افزوده شود.

۲- برای شمشه‌گیری ملات ماسه-سیمان نباید از گچ استفاده نمود.

ب) ملات ماسه- سیمان- آهک (باتارد): این ملات متشکل از ماسه، سیمان و آهک با عیار حداقل ۱۰۰ کیلوگرم سیمان و ۱۲۵ کیلوگرم آهک در متر مکعب ملات می‌باشد.

پ) ملات گچ و خاک (گل و گچ): این ملات متشکل از خاک (رس و ماسه) و گچ با نسبت وزنی ۱ به ۱ می‌باشد.

ت) ملات بنایی: این ملات مخلوطی است از چسباننده‌های غیرآلی، سنگ‌دانه، آب و برخی افزودنی‌ها و عمدتا در نازک‌کاری ساختمان، مانند بندکشی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸-۲-۲-۶-۲ موارد کاربرد و ملاحظات ساخت ملات

۱- ملات ماسه-سیمان در ساخت دیوار (یا جرز و یا ستون) آجری، بلوک سیمانی و سنگی استفاده می‌شود.

۲- ملات ماسه-سیمان-آهک صرفا در ساخت دیوار (یا جرز و یا ستون) آجری استفاده می‌شود.

۳- برای اجرای جان‌پناه بام و بالکن و قسمت طره‌ای دودکش‌ها باید منحصرا از ملات ماسه-سیمان استفاده شود.

۴- ملات گچ و خاک، به‌علت زودگیر بودن، برای اجرای سقف‌های تاق‌ضربی استفاده می‌شود.

۵- استفاده از ملات‌های آهکی و گلی در ساخت عناصر بنایی مجاز نمی‌باشد. از این ملات‌ها می‌توان در اندودکاری، نماسازی و بندکشی استفاده نمود.

۶- برای اندازه‌گیری نسبت مواد تشکیل‌دهنده ملات باید از ابزار دقیق اندازه‌گیری وزنی و یا حجمی استفاده شود.

۷- برای اختلاط ملات‌های سیمانی (ماسه-سیمان و باتارد)، باید تا حد ممکن از دستگاه‌های مخلوط کن استفاده شود.

۸- ملات‌هایی که سفت شده‌اند را نباید با افزودن آب، دوباره در هم آمیخت و استفاده نمود.

۸-۲-۲-۶-۳ مقاومت فشاری ملات

به لحاظ مقاومتی، مطابق استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۷۰۶، ملات‌ها به چهار گروه ملات خیلی قوی (M۲۰)، ملات قوی (M۱۵)، ملات متوسط (M۱۰) و ملات ضعیف (M۱-M۵) و به شرح زیر تقسیم می‌شوند.

الف) ملات خیلی قوی: این ملات دارای مقاومت فشاری ۲۸ روزه برابر یا بیش از ۲۰ مگاپاسکال بوده و برای ساخت عناصر بنایی در زیر سطح زمین استفاده می‌شود.

ب) ملات قوی: این ملات دارای مقاومت فشاری ۲۸ روزه برابر یا بیش از ۱۵ مگاپاسکال بوده و برای دیوارهایی که به مقاومت خمشی زیاد نیاز دارند و برای جان‌پناه‌ها و دودکش‌ها استفاده می‌شود.

پ) ملات متوسط: این ملات دارای مقاومت فشاری ۲۸ روزه برابر یا بیش از ۱۰ مگاپاسکال بوده و برای ساخت عناصر بنایی معمولی استفاده می‌شود.

ت) ملات ضعیف: ملات با مقاومت کم که فقط برای نازک‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تبصره: مقاومت فشاری ملات سازه‌ای (خیلی قوی، قوی و متوسط) نباید از مقاومت فشاری واحد های مصالح بنایی مورد استفاده کمتر باشد.

۸-۲-۲-۷ دوغاب

دوغاب، ماده‌ای است روان، که از اختلاط ماده چسباننده، مانند سیمان و سنگ‌دانه ریز و آب کافی ساخته می‌شود. از دوغاب برای پر کردن بین عناصر بنایی و یا تقویت آن‌ها استفاده شده و به دو نوع دوغاب بنایی و دوغاب سیمانی تقسیم می‌شود.

الف) دوغاب بنایی

این نوع دوغاب در ساختمان‌های بنایی به عنوان پرکننده بین عناصر بنایی کاربرد دارد. انواع دوغاب، مقاومت فشاری آن، نسبت اختلاط مصالح مورد استفاده در آن و بقیه ویژگی‌ها باید مطابق استاندارد ملّی ایران، شماره۸۸۷۱، باشد.

ب) دوغاب سیمانی

دوغاب سیمانی برای تقویت عناصر بنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از ساخت هر پنج ردیف آجر (و یا معادل آن بلوک سیمانی و یا سنگ)، عمل دوغاب‌ریزی سیمانی انجام می‌شود و این عمل باید تا پایان ساخت کامل عنصر بنایی ادامه یابد. موارد زیر باید در دوغاب‌ریزی مورد توجه قرار گیرد:

۱- دوغاب سیمانی باید به نسبت حجمی یک سیمان و یک ماسه ساخته شود.

۲- دوغاب سیمانی باید در کمترین زمان ممکن بعد از اختلاط و پیش از آغاز گرفتن سیمان مصرف شود.

۳- استفاده از دوغاب سیمانی که در آن گیرش سیمان اتفاق افتاده و سخت شده، مجاز نیست. همچنین، نباید از دوغابی که از شروع اختلاط آن بیش از ۱/۵ ساعت گذشته است، استفاده شود.

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

الف) مخلوط‌های ضدیخ: مایعات ضد یخ، نمک‌ها یا سایر مواد مشابه نباید در ملات یا دوغاب بکار روند.

ب) هوادهی: استفاده از مواد هوازا برای ساخت دوغاب و ملات، در مناطق سردسیر که خطر یخ‌زدگی وجود دارد، مجاز می‌باشد.

پ) رنگ‌ها: فقط اکسید معدنی خالص، کربن سیاه یا رنگ‌های پلاستیکی را می‌توان در ساخت ملات یا دوغاب بکار برد. مقدار کربن سیاه موجود باید به حداکثر ۳ درصد وزن سیمان محدود شود.

۸-۲-۲-۹ شفته آهکی

از شفته آهکی برای تقویت لایه‌های زیر پی استفاده می‌شود. در ساخت و استفاده از شفته آهکی موارد زیر باید منظور شود:

۱- مقدار آب لازم برای شفته آهکی بستگی به کارآیی و مقاومت مورد نیاز دارد. با حفظ کارآیی مورد نیاز، هر اندازه آب کمتر مصرف شود مقاومت بیشتری حاصل می‌شود.

۲- مقدار آهکی که در ساختن شفته آهکی باید مصرف شود بستگی به مقاومت مورد نیاز و مقدار خاک رس دارد.

۳- وجود دانه‌های سنگی درشت در شفته، مشروط بر اینکه مجموعه 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 شفته آهکی، که به سبب وجود خاک رس و آب زیاد اتفاق می‌افتد، باید مورد توجه قرارگیرد.

۸-۲-۲-۱۰ بتن

بتن مخلوطی از سیمان، سنگ‌دانه، آب و افزودنی‌ها می‌باشد که در ساخت پی، کلاف بتنی و هسته‌های بتنی بنایی مسلح استفاده می‌شود. کیفیت بتن از نظر مقاومت، پایایی و سایر نیازهای ویژه محیطی باید با ضوابط مندرج در مبحث پنجم و مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان و ضوابط زیر مطابقت داشته باشد.

۱- حداقل عیار سیمان ۲۵۰ کیلوگرم در هر مترمکعب بتن می‌باشد.

۲- حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن مورد استفاده در کلاف‌ها ۲۰ مگاپاسکال می‌باشد.

۳- حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن مورد استفاده در پی ۲۰ مگاپاسکال می‌باشد.

۴- حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن مورد استفاده در بنایی مسلح ۲۰ مگاپاسکال می‌باشد.

۵- برای پی‌سازی استفاده از بتن خرده‌سنگی با مصرف حداقل ۷۰ درصد بتن با مقاومت فشاری ۲۸ روزه ۲۰ مگاپاسکال و ۳۰ درصد سنگ لاشه یا خرده‌سنگ، مجاز است.

۸-۲-۲-۱۱ چوب

در ساختمان‌های مصالح بنایی از چوب عمدتا در ساخت سقف‌های شیب‌دار و اعضای غیر سازه‌ای مانند پلکان، در و پنجره و نما یا کف پوش داخلی استفاده می‌شود. چوب مورد استفاده باید علاوه بر برآورده کردن الزامات مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان، دارای ضوابط زیر باشد:

۱- چوب مصرفی باید عاری از معایب خشک شدن، رگه‌های معدنی، شیره گیاهی و دیگر معایب، مندرج در استاندارد ملی ایران، شماره ۱۲۷۵، باشد.

۲- رطوبت الوارهای مصرفی باید با شرایط اقلیمی و مورد مصرف تناسب داشته باشد.

۳- 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.

۴- لازم است ارزیابی کارکرد تیرهای چوبی باربر که در عضو ساختمانی تحت خمش قرار می‌گیرند، تحت الزامات و روش های آزمون استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۲۲۳۸۹ انجام پذیرد.

۵- چوب مصرفی باید با استفاده از مواد مناسب در برابر تهاجم موریانه ایمن شده باشد و در برابر پوسیدگی محافظت شود.

۸-۲-۳ ویژگی‌های مکانیکی مصالح

ویژگی‌های مکانیکی مصالح را می‌توان مقادیر مندرج در جدول ۸-۲-۳ در نظر گرفت. در صورت لزوم، مقادیر واقعی را می‌توان با استفاده از آزمون بر مبنای استانداردهای ملی ایران و در صورت عدم وجود استاندارد ملی، با استفاده از استانداردهای معتبر به‌دست آورد. در صورت به‌دست آوردن ویژگی‌های مکانیکی توسط آزمون، نتایج حاصل نباید بیش از ۲۵٪ متفاوت با مقادیر مندرج در جدول ۸-۲-۳ در نظر گرفته شوند.

جدول ۸-۲-۳ ویژگی‌های مکانیکی مصالح

ویژگی	مصالح				
	بنایی آجر رسی	بنایی بلوک سیمانی	بتن و ملات	دوغاب	فولاد
مدول ارتجاعی[1] (GPa)	$E_m = ۰/۷ f'_m$ ≤ ۲۰ GPa	$E_m = ۰/۹ f'_m$ ≤ ۲۰ GPa	$E_c = ۴/۷ \sqrt{f'_c}$	$E_g = ۰/۵ f'_g$	$E_s = ۲۰۰$
مدول برشی (GPa)	$G_m = ۰/۴ E_m$	$G_m = ۰/۴ E_m$	$G_c = ۰/۴ E_c$	$G_g = ۰/۴ E_g$	-
ضریب انبساط حرارتی mm/mm/°C	$k_t = ۷/۲ \times ۱۰^{-۶}$	$k_t = ۸/۱ \times ۱۰^{-۶}$	-	-	-
ضریب ازدیاد حجم رطوبتی (mm/mm)	$k_c = ۳ \times ۱۰^{-۴}$	-	-	-	-
ضریب خزش (هر MPa)	$k_c = ۰/۸ \times ۱۰^{-۴}$	$k_c = ۰/۳۶ \times ۱۰^{-۴}$	-	-	-

(۱) در محاسبه مدول ارتجاعی، مقاومت فشاری بنایی، بتن، ملات و دوغاب به مگاپاسکال (MPa) می‌باشد.

۸-۲-۴ ارزیابی مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی

مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی (f'_m)، حداقل مقاومت فشاری در نظر گرفته شده در طراحی برای واحد بنایی (منشور واحدهای مصالح بنایی و ملات) می‌باشد. ارزیابی مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی بر مبنای یکی از دو روش: آزمایش نمونه منشوری و روش تخمین به شرح زیر است.

۸-۲-۴-۱ روش آزمایش نمونه منشوری

آزمایش نمونه منشوری مطابق با استاندارد ملی ایران یا استانداردهای معتبر دیگر انجام می‌شود. مقاومت فشاری واحد بنایی که بر مبنای نمونه‌های منشوری تعیین می‌شود، باید مساوی یا بیشتر از مقاومت مشخصه f'_m باشد. این مقاومت بر مبنای آزمایش نمونه ۲۸ روزه می‌باشد. آزمایش نمونه منشوری واحد بنایی باید با شرایط زیر انجام شود:

۱- یک مجموعه پنج تایی از نمونه‌های منشوری واحد بنایی قبل از اجرا ساخته و مطابق استاندارد ملی ایران آزمایش شوند. مصالح مورد استفاده در ساخت نمونه‌ها از همان مصالحی انتخاب شوند که در ساخت ساختمان مورد استفاده قرار خواهد گرفت. نمونه‌ها باید تحت نظر مهندس ناظر در یک موسسه مجاز ساخته و آزمایش شوند.

۲- در صورتی که کل تنش‌های مجاز در طراحی مورد استفاده قرار گیرند، در حین اجرا برای هر ۴۵۰ مترمربع از مساحت دیوار، یک سری سه‌تایی از نمونه‌های منشوری، مطابق ضوابط استاندارد ملی ایران ساخته و آزمایش شوند. حداقل یک سری سه‌تایی از نمونه‌های منشوری برای هر ساختمان لازم است.

۳- در صورتی که نصف تنش‌های مجاز در طراحی مورد استفاده قرار گیرد، ساخت و آزمایش نمونه‌های کارگاهی لازم نیست. اخذ گواهی تامین کننده مصالح مبنی بر تایید مقاومت فشاری مشخصه f'_m در حین یا قبل از تحویل مصالح به محل اجرا لازم است تا اطمینان حاصل شود که مصالح مورد استفاده در اجرا، همانند مصالحی است که برای ساخت نمونه‌های منشوری، قبل از اجرا مشخص شده است.

تبصره: هنگامی که مهندس ناظر در انطباق مقاومت فشاری واحد بنایی اجرا شده، با مقاومت فشاری مشخصه مورد نظر تردید کند، برای کنترل مقاومت لازم است نمونه‌های منشوری از واحد بنایی اجرا شده استخراج و مطابق مورد ۲ بند ۸-۲-۴-۱ آزمایش شوند.

۸-۲-۴-۲ روش تخمین

در این روش، مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی، با توجه به مقاومت فشاری مشخصه واحد مصالح بنایی و نوع ملات مصرفی (بند ۸-۲-۲-۶-۳)، بر اساس جدول ۸-۲-۴ برای آجر رسی و جدول ۸-۲-

۵ برای بلوک سیمانی تخمین زده می‌شود. مقاومت فشاری واحدهای مصالح بنایی سوراخ‌دار و توخالی، بر مبنای حداقل مساحت خالص محاسبه می‌شود. اگر واحدهای مصالح بنایی توخالی با دوغاب پر شود، دوغاب باید با ضوابط استاندارد ملی ایران (۸۸۷۱) مطابقت داشته باشد.

جدول ۸-۲-۴ مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی، f'_m، بر حسب مقاومت فشاری آجر رسی

مقاومت فشاری مشخصه آجر (MPa)	مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی، f'_m (MPa)	
	ملات ماسه-سیمان نوع خیلی قوی یا قوی	ملات ماسه-سیمان نوع متوسط
≥ ۱۰	۳/۵	۳/۰
۹	۳/۴	۲/۸
۸	۳/۰	۲/۵
۷	۲/۸	۲/۳
۶	۲/۴	۲/۰
۵	۲/۰	۱/۷
۴	۱/۸	۱/۴
۳	۱/۴	۱/۰

جدول ۸-۲-۵ مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی، f'_m، بر حسب مقاومت فشاری بلوک سیمانی

مقاومت فشاری مشخصه بلوک سیمانی (MPa)	مقاومت فشاری مشخصه واحد بنایی، f'_m (MPa)	
	ملات ماسه-سیمان نوع خیلی قوی یا قوی	ملات ماسه-سیمان نوع متوسط
≥ ۳۵	۲۰	۱۹
۲۵	۱۷	۱۶
۲۰	۱۳	۱۲
۱۳	۱۰	۹
۹	۶	۶

۸-۲-۵ مدول گسیختگی واحد بنایی

مدول گسیختگی واحد بنایی با توجه به نوع مصالح بنایی، امتداد تنش و نوع ملات مصرفی (بند ۸-۲-۲-۶-۳) بر اساس جدول ۸-۲-۶ تخمین زده می‌شود.

جدول ۸-۲-۶ مدول گسیختگی واحد بنایی f_r (MPa)

امتداد تنش کششی خمشی و نوع مصالح بنایی	نوع ملات	
	ملات ماسه-سیمان نوع خیلی قوی یا قوی	ملات ماسه-سیمان نوع متوسط
عمود بر بندهای افقی:		
واحدهای توپر	۰/۶۹	۰/۵۲
واحدهای توخالی:		
دوغاب نشده	۰/۴۳	۰/۳۳
کاملا دوغاب شده	۱/۱۲	۱/۰۹
موازی بندهای افقی:		
واحدهای توپر	۱/۳۸	۱/۰۳
واحدهای توخالی:		
دوغاب نشده یا قسمتی دوغاب شده[1]	۰/۸۶	۰/۶۵
کاملا دوغاب شده	۱/۳۸	۱/۰۳

(۱) برای بنایی که قسمتی دوغاب شده است، مقدار مدول گسیختگی باید بر اساس درون‌یابی خطی بین حالات کاملا دوغاب شده و دوغاب نشده واحدهای توخالی بر اساس میزان دوغاب شدن بدست آید.

۸-۲-۶ کارآیی مصالح سیمانی

کارآیی مصالح سیمانی، شامل: بتن، ملات ماسه-سیمان و دوغاب سیمان (گروت)، بر مبنای میزان نشست آزمایش اسلامپ، باید در محدوده‌های زیر قرار داشته باشد.

بتن: ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر

ملات: ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر

دوغاب: ۲۰۰ تا ۲۷۰ میلی‌متر.

غیر قابل استناد

۸-۳ ضوابط عمومی

۸-۳-۱ کلیات

در طراحی و اجرای ساختمان‌های موضوع این مبحث، علاوه بر الزامات عمومی مندرج در مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان، رعایت ضوابط عمومی زیر نیز الزامی است.

۸-۳-۲ ساختگاه

احداث ساختمان‌های مشمول این مبحث بر روی زمین‌های ناپایدار یا در معرض سیل، مجاز نمی‌باشد. منظور از زمین ناپایدار زمینی است که احتمال وقوع پدیده‌هایی مانند روانگرایی، نشست زیاد، نشست نسبی، سنگ ریزش و زمین لغزش در آن وجود داشته باشد یا اینکه زمین متشکل از خاک رس حساس باشد.

۸-۳-۳ پیکره‌بندی ساختمان

۸-۳-۳-۱ پیوستگی سازه‌ای

در مورد اعضای سازه‌ای ساختمان‌های مشمول این مبحث رعایت موارد کلی زیر الزامی است:

۱- تمامی اعضای ساختمان باید به‌گونه مناسبی به‌هم پیوسته باشند تا ساختمان در برابر نیروها به طور یک‌پارچه عمل کند.

۲- دیوارهای باربر باید در یک راستای قائم بدون انفصال تا پی ادامه داشته باشند.

۳- کل ساختمان باید از نظر واژگونی پایدار باشد.

۴- دیوارها باید به تمام کف‌ها، سقف‌ها و سایر عناصری که برای دیوار تکیه‌گاه جانبی تأمین می‌کنند به‌نحو مناسبی مهار شوند.

۸-۳-۳-۲ درز لرزه‌ای (انقطاع)

لازم است دو ساختمان مجاور هم را با ایجاد درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا کرد. علاوه بر این، چنان‌چه نسبت ابعاد پلان ساختمان بزرگتر از مقادیر مندرج در فصل چهارم و پنجم این مبحث باشد و نیز وجود پیشامدگی‌ها در پلان بیش از حد مجاز باشد، لازم است ساختمان را با استفاده از درزهای لرزه‌ای به قسمت‌های مجزا تقسیم کرد.

در اجرای درز لرزه‌ای، باید ملزومات زیر رعایت گردد.

۱- درز لرزه‌ای نباید از ۱۰ میلی‌متر به ازای هر یک متر ارتفاع کوتاه‌ترین ساختمان و یا قسمت جدا شده ساختمان و یا ۵۰ میلی‌متر، هر کدام بیشتر است، کمتر باشد.

۲- لازم است درز لرزه‌ای در تمام ارتفاع قسمت‌های جدا شده، از جمله در تراز کف‌ها و کلاف‌های افقی اجرا شود، ولی لازم نیست در پی مشترک دو قسمت جدا شده ادامه یابد.

۳- درز لرزه‌ای باید عاری از هرگونه مصالح ساختمانی ازجمله آخاله بوده و مناسب است با مواد پرکننده نرم پر شود.

۸-۳-۴ اعضای سازه‌ای

۸-۳-۴-۱ پی‌سازی

رعایت ملاحظات ژئوتکنیکی مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان در طراحی پی ضروری است. در طراحی و اجرای پی بتنی برای ساختمان‌های بنایی مسلح و بنایی با کلاف باید ضوابط موجود در مباحث هفتم و نهم مقررات ملّی ساختمان رعایت شوند. در پی‌سازی با شالوده و کلاف بتنی برای ساختمان‌های بنایی با کلاف باید ضوابط مندرج در بند ۸-۵-۵-۲ رعایت شوند.

۸-۳-۴-۲ ابعاد هندسی مؤثر در دیوار و ستون

۸-۳-۴-۲-۱ عرض (ضخامت) مؤثر

عرض مؤثر دیوار و ستون به شرح زیر می‌باشد.

الف) دیوار تک‌جداره

عرض مؤثر دیوار تک‌جداره واحدهای توپر یا میان‌خالی، ضخامت کل دیوار بدون در نظر گرفتن نازک‌کاری می‌باشد.

ب) دیوار چندجداره

عرض مؤثر دیوار چندجداره، چنان‌چه فضای بین جداره‌ها با ملات یا دوغاب پر شده باشد، برابر با ضخامت کل دیوار و چنان‌چه فضای بین جداره‌ها پر نشده باشد، برابر با جمع ضخامت‌های جداره‌ها، بدون در نظر گرفتن نازک‌کاری می‌باشد.

پ) ستون

عرض مؤثر ستون مستطیلی در امتداد مورد نظر، برابر با عرض ستون، بدون در نظر گرفتن نازک‌کاری است. عرض مؤثر برای ستون‌های غیر مستطیلی، بعد یک ستون مربعی با همان ممان اینرسی، حول محوری می‌باشد که در ستون واقعی مورد نظر است.

۸-۳-۴-۲-۲ ارتفاع مؤثر

ارتفاع مؤثر دیوار و ستون، 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 آن تا تکیه‌گاه پایین است.

۸-۳-۴-۲-۳ مساحت مؤثر

مساحت مؤثر ستون و دیوار ساخته شده از واحدهای توخالی برابر است با مساحت خالص بستر و برای ستون و دیوار ساخته شده از واحدهای توپر برابر است با مساحت خالص به‌اضافه مساحتی که در آن دوغاب 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 جداره‌های تحت بار به‌دست می‌آید.

۸-۳-۴-۳ حداقل ضخامت دیوار سازه‌ای

۸-۳-۴-۳-۱ دیوار بنایی غیر مسلح

ضخامت اسمی دیوار سازه‌ای غیر مسلح نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۸-۳-۴-۳-۲ دیوار بنایی مسلح

ضخامت اسمی دیوار سازه‌ای مسلح نباید از ۱۵۰ میلی‌متر کمتر باشد. در مورد دیوار باربر بنایی مسلح با واحد آجر سوراخ‌دار، ضخامت اسمی ۱۰۰ میلی‌متر مجاز است، به شرط آن‌که مقاومت واحد سطح خالص بیشتر از ۵/۵ مگاپاسکال باشد، نسبت لاغری بزرگتر از ۲۵ نباشد، واحدها در پیوند ممتد قرار گیرند، اندازه قطر میلگرد بیشتر از ۱۲ میلی‌متر نباشد و حداکثر یک میلگرد با یک وصله در هر سوراخ قرار گیرد.

۸-۳-۴-۴ دیوار چندجداره

فاصله بین کلیه جداره‌های دیوار چندجداره باید توسط دوغاب ملات یا بتن پر شود. همچنین، جداره‌ها باید با بست‌های مقاوم در برابر خوردگی یا میلگردهای بستر و یا با هم‌پوشانی واحدهای مصالح بنایی به یکدیگر متصل شوند. لازم است بست‌های فولادی یا میلگردهای بستر با سطح مقطع حداقل برابر با ۲۰ میلی‌متر مربع در فواصل افقی و قائم حداکثر برابر با ۸۰۰ میلی‌متر در دیوار کار گذاشته شوند.

۸-۳-۴-۵ کنترل نسبت لاغری

الف) کنترل نسبت لاغری دیوار

نسبت لاغری در دیوار از تقسیم ارتفاع موثر بر عرض (ضخامت) موثر و یا تقسیم طول موثر بر عرض موثر، هر کدام که بیشتر است، به دست می‌آید. در دیوارهای سازه‌ای غیرمسلح، نسبت لاغری نباید از ۱۷ بیشتر شود. در دیوارهای سازه‌ای مسلح، این نسبت به مقادیر جدول ۸-۳-۱ محدود می‌شود.

جدول ۸-۳-۱ حداکثر نسبت لاغری در دیوارهای سازه‌ای مسلح

شرایط انتهایی	حداکثر نسبت لاغری مجاز
تکیه‌گاه ساده	۳۰
تکیه‌گاه پیوسته	۴۰
دیوار طره	۱۵

ب) کنترل نسبت لاغری در ستون

نسبت لاغری در ستون از تقسیم ارتفاع مؤثر ستون بر عرض مؤثر در هر امتداد، هر کدام که بیشتر است، به‌دست می‌آید. در ستون‌های غیرمسلح، نسبت لاغری نباید از ۱۵ بیشتر 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 امتداد در نظر گرفت.

۸-۳-۴-۶ تکیه‌گاه دیوار

تکیه‌گاه جانبی را می‌توان بوسیله دیوارهای متقاطع، ستون‌ها، پشت‌بندها و یا کلاف‌های قائم که با فاصله افقی معینی از یکدیگر قرار گرفته باشند، یا بوسیله پی، کف‌ها، سقف، تیرها یا کلاف‌های افقی که بطور عمودی دارای فاصله معینی باشند، تأمین کرد. در صورتی‌که از تیر به‌عنوان تکیه‌گاه جانبی استفاده شود، فاصله آزاد بین تیرها یا کلاف‌ها نباید از ۳۲ برابر حداقل عرض مساحت ناحیه فشاری بیشتر باشد.

توضیح: منظور از ناحیه فشاری، ناحیه‌ای از مقطع عضو است که تحت خمش در فشار قرار می‌گیرد. عرض این ناحیه در بنایی غیرمسلح، نصف عرض موثر دیوار و در بنایی مسلح، چنان‌چه میلگردها در وسط مقطع قرار داشته باشند، تقریبا یک‌چهارم عرض موثر دیوار می‌باشد.

۸-۳-۴-۷ بازشو

بازشوها باید حتی‌الامکان کوچک بوده و در قسمت‌های مرکزی دیوار قرار گیرند. در دیوارهای سازه‌ای، در صورت امکان باید از تعبیه بیش از یک بازشو در یک راستای قائم پرهیز شود. در غیر این صورت، باید پیرامون بازشوها به‌نحو مناسب (مندرج در فصل چهارم و فصل پنجم) با میلگرد یا کلاف تقویت شود.

۸-۳-۴-۸ نعل‌درگاه

۱- نعل‌درگاه می‌تواند از مصالحی مانند بنایی مسلح، فولاد، بتن مسلح درجا و یا بتن مسلح پیش‌ساخته باشد. در طبقه زیرزمین، استفاده از نعل درگاه فولادی مجاز نمی‌باشد.

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 باید در طراحی نعل‌درگاه در نظر گرفته شوند.

۳- طول تکیه‌گاه تیر نعل‌درگاه در هر طرف باید حداقل ۳۵۰ میلی‌متر یا یک دهم طول دهانه، هر کدام که بیشتر است، در نظر گرفته شود.

۸-۳-۴-۹ خرپشته

چنان‌چه سطح زیر بنای خرپشته بیش از ۲۵ درصد سطح زیر بنای طبقه زیر خود باشد، خرپشته به عنوان یک طبقه محسوب شده و باید ضوابط بند ۸-۴-۱-۲ و ۸-۵-۴-۲ را برآورده نماید. در غیر این صورت، خرپشته به عنوان یک طبقه محسوب نشده ولی لازم است ضوابط زیر را رعایت کند.

۱- در ساختمان های بنایی مسلح، دیوارهای سازه‌ای و سقف خرپشته باید بر اساس بارهای ثقلی و جانبی وارد بر آنها طراحی گردند.

۲- در ساختمان های بنایی با کلاف، لازم است ضوابط مربوط به دیوار نسبی طبقه، در هر دو امتداد، مطابق بند ۸-۵-۵-۳-۲ رعایت گردند.

۳- در ساختمان های بنایی با کلاف، لازم است کلاف‌بندی ساختمان، شامل کلاف‌های قائم و افقی، در خرپشته نیز اجرا شود.

۸-۳-۴-۱۰ میلگرد بستر

میلگرد بستر پیش‌ساخته از میلگردها و یا سیم‌های طولی و عرضی باید دارای حداقل یک میلگرد و یا سیم عرضی با قطر حداقل ۳ میلی‌متر در هر ۰/۲ مترمربع از مساحت دیوار باشد. میلگردهای طولی باید کاملاً در ملات بند افقی قرار داده شوند. میلگردهای بستر باید همه جداره‌های دیوار دو یا چند جداره را در بر گیرند.

۸-۳-۴-۱۱ بست بنایی

در اعضای بنایی دو و یا چند جداره، لازم است از بست‌های فولادی برای اتصال جداره‌های دیوار به یکدیگر استفاده نمود. بست فولادی می‌تواند از انواع: مفتول پاپیونی، تسمه و یا میلگرد آج‌دار باشد. فاصله افقی و قائم این بست‌ها از یکدیگر نباید از ۵۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۸-۳-۴-۱۲ پیچ‌های مهاری مدفون

پیچ‌های مهار از میلگرد خم شده باید دارای یک قلاب با خم ۹۰ درجه و 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 مصالح بنایی تا سطح باربر صفحه یا مهره مهار در امتداد 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 امتداد عمود اندازه‌گیری می‌شود. همهٔ پیچ‌ها، باید در محل خود، با حداقل ۲۵ میلی‌متر ملات یا دوغاب بین پیچ و واحد مصالح بنایی محصور شوند، مگر پیچ‌های به قطر ۶ میلی‌متر که آنها را می‌توان در بندهای افقی با ضخامت حداقل ۱۳ میلی‌متر جای داد. حداقل فاصله مرکز تا مرکز پیچ‌ها ۴۰ برابر قطر پیچ است.

۸-۳-۴-۱۳ حفاظت از میلگردهای بستر، بست‌ها و پیچ‌های مهاری

بست‌ها، پیچ‌های مهاری یا میلگردهای بستر باید با ملاتی که حداقل ضخامتش ۱۵ میلی‌متر است در برابر هوازدگی پوشش داده شوند. در مواردی که از میلگرد بستر یا بست دیوار در بند بستر استفاده می‌شود، ضخامت ملات بین واحدهای مصالح بنایی و میلگرد بستر یا بست دیوار نباید کمتر از ۶ میلی‌متر باشد.

۸-۳-۵ اعضای غیرسازه‌ای

۸-۳-۵-۱ دیوار غیرسازه‌ای جداگر

۱- دیوار غیرسازه‌ای جداگر می‌تواند از آجر، بلوک سفالی یا بتنی و یا قطعات پیش‌ساخته گچی و نظایر آن ساخته شود. عرض دیوار جداگر آجری نباید از ۱۰۰ میلی‌متر و عرض دیوار جداگر بلوک سفالی و قطعات پیش‌ساخته گچی نباید از ۸۰ میلی‌متر کمتر باشد. دیوار جداگر آجری باید صرفا با آجر سوراخ‌دار و ملات ماسه-سیمان ساخته شود.

۲- حداکثر ارتفاع مجاز دیوار غیرسازه‌ای از تراز کف مجاور ۳/۵ متر یا سی برابر عرض دیوار می‌باشد. در صورت تجاوز از این حد، باید با استفاده از مهارهای افقی مناسب، مانند کلاف، (مطابق بند ۸-۵-۵-۶-۳)، این الزام محقق شود. مهار افقی باید در طول دیوار به‌طور پیوسته ادامه یافته و به نزدیک‌ترین عناصر قائم سازه‌ای مهار شود.

۳- طول آزاد دیوار غیرسازه‌ای بین دو پشت‌بند یا کلاف نباید از چهل برابر عرض دیوار و یا ۵ متر بیشتر باشد، در غیر این صورت، لازم است با تعبیه مهار قائم مانند کلاف (مطابق بند ۸-۵-۵-۶-۳) یا پشت‌بند در طول دیوار، این الزام محقق شود. مهار قائم باید در تمام ارتفاع دیوار به‌طور پیوسته ادامه یافته و به نزدیک‌ترین عناصر افقی سازه‌ای مهار شود.

۴- دیوارهای غیرسازه‌ای که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارند باید در تراز سقف کاملا مهار شوند.

۵- لبه قائم دیوار غیرسازه‌ای نباید آزاد باشد. این لبه باید به یک دیوار سازه‌ای و یا غیرسازه‌ای عمود بر آن و یا عنصر قائم که به همین منظور از فولاد، بتن‌آرمه و یا چوب ساخته شده است، با اتصال مناسب مهار شود.

۶- برای اتصال اعضای غیرسازه‌ای به اعضای سازه‌ای باید از طرح‌هایی استفاده شود که صدمات وارد به عضو غیرسازه‌ای در اثر تغییرشکل اعضای سازه‌ای به حداقل برسد.

۷- در صورتی‌که دیوار غیرسازه‌ای و دیوار تکیه‌گاه عمود بر آن به‌طور هم‌زمان و یا به‌صورت لاریز چیده شوند، اتصال بین دو دیوار کافی تلقی می‌شود، ولی چنان‌چه دیوار غیرسازه‌ای بعد از احداث دیوار تکیه‌گاه و بدون اتصال به آن ساخته شود باید دو دیوار در محل تقاطع به‌نحو مناسبی به یکدیگر متصل شوند. در غیر این صورت، لبه کناری دیوار غیرسازه‌ای آزاد تلقی شده و باید عناصر قائم در این لبه تعبیه شود. دو دیوار غیرسازه‌ای عمود بر هم نیز باید به‌نحو مناسب به یکدیگر متصل شوند.

۸- در دیوار غیرسازه‌ای غیرمسلح که با واحدهای مصالح بنایی (آجر و بلوک سفالی یا سیمانی) ساخته شده و طول آن از ۲/۵ متر بیشتر باشد، لازم است در سه تراز مختلف در ناحیه یک‌سوم میانی ارتفاع دیوار از میلگرد بستر استفاده شود. میلگرد بستر باید شامل حداقل دو میلگرد طولی، هر کدام به قطر حداقل ۶ میلی‌متر، که در فاصله‌ای برابر دوسوم ضخامت دیوار از یکدیگر به‌صورت قرینه در بند بستر قرار می‌گیرند، باشد. این میلگردها باید توسط میلگردهای عرضی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر و در فواصل حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر به یکدیگر متصل شوند. میلگردهای بستر باید بدون انفصال در سرتاسر دیوار تا محل کلاف‌های قائم ادامه یافته و در داخل آن‌ها مهار شوند.

۸-۳-۵-۲ کف‌سازی

در کف‌سازی طبقات و بام، باید الزامات زیر رعایت شوند.

۱- برای شیب‌بندی کف و بام استفاده از مصالح سنگین، مانند خاک و بالاسن معمولی مجاز نمی‌باشد.

۲- لوله‌های تاسیساتی باید از داخل قسمت شیب‌بندی عبور داده شوند.

۸-۳-۵-۳ سقف کاذب

در اجرای سقف کاذب، علاوه بر رعایت الزامات مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان، رعایت موارد زیر نیز الزامی است:

۱- آویزهای سقف کاذب به اعضای اصلی ساختمان (سقف، کلاف و یا دیوار سازه‌ای) با اتصال مناسب وصل شوند.

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 باشند.

۵- بار وارد از سقف کاذب به سقف اصلی در طراحی سقف اصلی منظور شود.

۶- چنان‌چه تأسیسات حرارتی در فضای بین سقف اصلی و سقف کاذب قرار می‌گیرند، ایجاد درز انبساط در اطراف سقف کاذب به منظور تأمین جا برای تغییرمکان‌های حرارتی ضروری است.

۸-۳-۵-۴ پلکان

پلکان می‌تواند از انواع بتن‌آرمه، فولادی یا چوبی ساخته شود. در اجرای پلکان الزامات مندرج در مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان و الزامات زیر باید رعایت شود:

۱- طول هر پله نباید از ۱/۱۰ متر کمتر باشد.

۲- عرض قفسه پله دارای پاگرد نباید از ۲/۴۰ متر کمتر باشد.

۳- عرض یا شعاع پاگرد نباید از طول پله کمتر باشد.

۴- ارتفاع آزاد پلکان در تمام طول مسیر نباید از ۲/۰۵ متر کمتر باشد.

۵- تعداد پله‌های بین دو پاگرد نباید از ۱۲ پله بیشتر باشد.

۶- پهنای کف هر پله نباید از ۲۸۰ میلی‌متر کمتر و ارتفاع آن باید به میزانی باشد که مجموع اندازه کف‌پله و دو برابر ارتفاع آن از ۶۴۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

۸-۳-۵-۵ آسانسور و بالابر

۱- نصب آسانسور و بالابر در ساختمان‌های بنایی مسلح و با رعایت ضوابط مندرج در مبحث پانزدهم مقررات ملی ساختمان مجاز می‌باشد.

۲- نصب آسانسور در ساختمان‌های بنایی با کلاف در صورتی مجاز است که دیوارهای چاه آسانسور در تمام ارتفاع ساختمان از بنایی مسلح و یا بتن مسلح ساخته شده و به‌نحو مناسب به یکدیگر و عناصر سازه‌ای ساختمان، مانند کف‌ها و کلاف‌های افقی، متصل شوند. همچنین، لازم است پروفیل‌های فولادی نگهدارنده بالابر و آسانسور با استفاده از پیچ مهار به‌نحو مناسب به عناصر سازه‌ای ساختمان، مانند کلاف‌ها، کف‌ها و دیوارهای بتنی یا بنایی مسلح وصل گردند.

۳- نصب بالابر در ساختمان‌های بنایی با کلاف مجاز است. لازم است که بالابر به‌نحو مناسب به عناصر سازه‌ای ساختمان، از جمله کلاف‌ها، متصل شود.

۸-۳-۵-۶ نما

نمای ساختمان بنایی می‌تواند از انواع آجری، سنگی یا سیمانی باشد. در اجرای نما لازم است الزامات زیر رعایت شود.

۱- حداکثر ضخامت نما ۵۰ میلی‌متر می‌باشد، مگر آن‌که نما هم‌زمان با عضو اجرا شده و واحدهای مصالح بنایی نما و عضو به‌نحو مناسب هم‌بوشانی شده باشند.

۲- اتصالات نما به سازه باید توانایی انتقال نیروی زلزله ایجاد شده در اثر جرم نما به سازه پشتیبان را دارا باشند. همچنین این اتصالات باید بتوانند تغییرمکان در اعضای سازه‌ای پشتیبان را به شکل مناسبی به نما منتقل کنند.

۳- نما باید قابلیت تحمل شرایط اقلیمی ویژه هر منطقه را دارا بوده و تا آنجا که ممکن است، در ساخت آن از مصالح سبک و انعطاف‌پذیر استفاده شود.

۴- نما باید با سطح پشت‌کار اتصال مناسب و کافی داشته باشد تا توانایی انتقال نیروهای متقابل بوجود آید.

۸-۳-۵-۷ جان‌پناه

۱- دیوار جان‌پناه اطراف بام و بالکن‌ها می‌تواند از نوع بنایی مسلح یا بنایی با کلاف بر اساس ضوابط مندرج در فصل‌های مربوطه باشد.

۲- ارتفاع جان‌پناه بنایی از کف تمام شده باید حداکثر ۷۰۰ میلی‌متر برای بنایی مسلح و ۵۰۰ میلی‌متر برای بنایی با کلاف، و ضخامت آن حداقل ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

۳- در ساخت جان‌پناه از ملات باتارد نمی‌توان استفاده نمود.

۸-۳-۵-۸ دودکش و هواکش

۱- دودکش و هواکش باید به‌صورت روکار اجرا شده و نباید از داخل عناصر سازه‌ای پیوسته، مانند دیوار، جرز، ستون، تیر، نعل درگاه و یا کلاف‌های افقی و قائم عبور داده شوند.

۲- دودکش و هواکش و عناصر بنایی محافظ آنها باید به‌نحو مناسب به اعضای سازه‌ای پشت‌کار مانند دیوار وصل شوند.

۳- دودکش و هواکش باید به‌صورت یک‌پارچه از طبقات پایین تا پشت بام و یا تراز مورد نظر ادامه یابند.

۴- دودکش باید در ارتفاعی برابر با ارتفاع جان‌پناه به روش مناسبی به جان‌پناه مهار شود.

۵- ساخت دودکش با واحد بنایی غیر مسلح در ارتفاع بالاتر از تراز بام مجاز نیست.

۶- چنانچه ارتفاع دودکش بیش از ۱/۵ متر از تراز بام باشد، لازم است دودکش به‌وسیله عناصر قائم فولادی یا بتن مسلح به‌گونه مناسبی تقویت و در تراز روی بام مهار شود.

۸-۳-۵-۹ بادگیر

۱- ساخت بادگیر با واحد بنایی غیرمسلح مجاز نیست، مگر آن‌که به وسیله عناصر قائم و افقی (کلاف) فولادی یا بتن مسلح به‌نحو مناسب تقویت شود.

۲- بادگیر و عناصر تقویت کننده مورد فوق باید به‌نحو مناسبی به اعضای سازه‌ای در تراز بام مهار شوند.

۸-۳-۵-۱۰ لوله‌ها و مجاری توکار

تعبیه لوله‌ها و مجاری توکار در عناصر سازه‌ای، چه به صورت افقی و یا قائم، در صورتی مجاز می‌باشد که قطر آنها از یک‌ششم ضخامت عضو سازه‌ای کمتر باشد. این لوله‌ها و مجاری نباید باعث قطع و یا خم شدن میلگردهای تسلیح شوند. همچنین، تعبیه چند لوله یا مجرا در مجاورت هم مجاز نمی‌باشد. حداقل فاصله بین دو لوله یا مجرای مجاور ۷۵۰ میلی‌متر می‌باشد. چنان‌چه، به هر دلیل، نیاز به عبور مجرای بزرگتر از یک‌ششم ضخامت عضو از درون اعضای سازه‌ای باشد، آن قسمت از عضو که مجرا از آن عبور می‌کند، به عنوان یک انفصال یا بازشو به‌حساب آمده و ضوابط مربوط به بازشو به آن اعمال می‌شود.

۸-۳-۵-۱۱ عایق رطوبتی

عایق رطوبتی باید ضوابط مندرج در مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان و الزامات زیر را برآورده نماید.

۱- اجرای عایق رطوبتی در موارد زیر لازم است:

الف- بام‌های تخت، شیب‌دار و قوسی

ب- ایوان‌ها

پ- کف‌ها (در تماس با زمین نمناک و کف سرویس‌ها و آشپزخانه)

ت- شالوده‌ها (در تماس با زمین نمناک)

ج- دیوارهای زیرزمین و دیوارهای در تماس با زمین نمناک

د) سایر قسمت‌ها از قبیل کف پنجره‌های در تماس با محیط اطراف، درپوش و دیوار جان‌پناه، دودکش‌ها و نماهایی که در معرض بوران قرار می‌گیرند.

۲- اگر عایق‌کاری با قیر و گونی و یا گونی قیر اندود انجام می‌شود، باید موارد زیر رعایت شوند:

الف- ایجاد زیرسازی مناسب برای انجام عایق‌کاری ضروری است.

ب- عایق‌کاری به هنگام بارندگی مجاز نیست.

پ- عایق‌کاری بر روی سطوح مرطوب مجاز نیست.

ت- قیرهای جامد را تا هنگامی که گرم و روانند باید مصرف کرد.

ج- عایق‌کاری در هوای سرد (زیر ۴+ درجه سلسیوس) مجاز نیست.

د- مصرف میخ برای محکم کردن لایه‌های عایق‌کاری مجاز نیست.

ر- لایه‌های عایق باید از هر طرف حداقل ۱۰۰ میلی‌متر هم‌پوشانی داشته و با قیر کاملاً به‌هم 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 شود.

س- هنگامی که عایق‌کاری در بیش از یک لایه انجام می‌شود، لایه‌های متوالی عایق باید عمود بر هم قرار گیرند.

ش- سطوح عایق‌کاری شده باید پس از تکمیل با لایه محافظی پوشانده شوند.

۳- عایق‌کاری با عایق‌های رطوبتی آماده، باید مطابق روش‌های توصیه شده توسط تولیدکنندگان و بر اساس مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان انجام شود.

۴- استفاده از کاه‌گل به عنوان عایق رطوبتی بر روی سقف های آجری قوسی و چوبی مسطح مجاز می‌باشد.

۵- 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 دیگر پوشیده شود.

۶- عایق رطوبتی زیر دیوار باید الزامات زیر را رعایت کند.

الف- لایه عایق رطوبتی باید تا کف‌های تمام شده بیرونی و درونی ساختمان ادامه یافته و حداقل به اندازه ۱۰۰ میلی‌متر در کف مهار شود.

ب- در دیوارهای بیرونی، لازم است تراز اجرای عایق رطوبتی حداقل ۲۰۰ میلی‌متر بالاتر از تراز کف تمام شده بیرون ساختمان باشد.

پ- در دیوارهای درونی، مناسب است عایق رطوبتی در تراز کف تمام شده اجرا شود. در صورت اجرای عایق رطوبتی در هر تراز دیگری پایین تر از تراز کف تمام شده، لازم است عایق رطوبتی تا تراز کف تمام شده ادامه یافته و حداقل ۱۰۰ میلی‌متر در کف مهار شود.

۸-۳-۵-۱۲ تاسیسات

تاسیسات ساختمان‌های بنایی باید بر مبنای ضوابط مندرج در مبحث‌های چهاردهم و شانزدهم مقررات ملی ساختمان طراحی و نصب شوند.

۱- کلیه تاسیسات باید در جای خود به اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای ساختمان به‌نحو مناسب مهار شوند.

۲- در نصب و اتصال تاسیسات به اعضای سازه‌ای ساختمان نباید هیچ‌گونه خسارت سازه‌ای به این اعضا وارد شود.

۳- تاسیسات نباید در داخل اعضای سازه‌ای ساختمان قرار گرفته و یا از درون آنها عبور داده شوند، مگر مواردی که در بند ۸-۳-۵-۱۰ مجاز شده باشند.

۸-۳-۶ دیوار محوطه

در ساخت دیوار محوطه بنایی، الزامات زیر باید رعایت شوند.

۱- دیوار محوطه می‌تواند از انواع بنایی مسلح، بنایی با کلاف و یا بنایی غیرمسلح باشد. ساخت دیوار محوطه بنایی غیرمسلح بدون کلاف برای ساختمان‌های با اهمیت خیلی زیاد و اهمیت زیاد (گروه‌های خطر پذیری ۱ و ۲ مندرج در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان) و در معابر پر تردد مجاز نمی‌باشد.

۲- طول پیوسته دیوار محوطه نباید از ۲۰ متر بیشتر باشد. در غیر این صورت، لازم است دیوار توسط درز انقطاع به دو و یا چند قسمت تقسیم شده، به‌گونه‌ای که طول هر قسمت از ۲۰ متر بیشتر نباشد.

۳- نسبت ارتفاع به عرض دیوار محوطه نباید از ۱۰ بیشتر باشد.

۴- ارتفاع دیوار محوطه بنایی نباید از ۲ متر، برای دیوار بنایی غیرمسلح و ۳ متر، برای دیوار بنایی با کلاف بیشتر باشد. چنان‌چه ارتفاع دیوار محوطه از ۳ متر بیشتر باشد، لازم است، علاوه بر رعایت الزامات دیگر، دیوار و عناصر مقاومتی آن (میلگرد یا کلاف)، به همراه پی دیوار برای نیروهای جانبی خارج از صفحه محاسبه و طراحی گردند.

۵- لازم است در زیر دیوار محوطه، پی بتنی و یا کلاف افقی بتنی زیر دیوار (مطابق بند ۸-۵-۵-۲-۳ و یا بند ۸-۵-۵-۲-۴) تعبیه شود. لازم است پی و یا کلاف زیر دیوار برای مقابله با واژگونی دیوار کنترل شود.

۶- در طراحی و اجرای دیوار محوطه از نوع بنایی مسلح، دیوار و پی آن باید برای نیروی افقی خارج از صفحه ناشی از بار زلزله، بار باد و بارهای دیگر محاسبه و طراحی گردد. در طراحی و ساخت دیوار محوطه بنایی مسلح باید ضوابط فصل چهارم این مبحث رعایت شود.

۷- در اجرای دیوار محوطه از نوع بنایی با کلاف، باید ضوابط بند ۸-۵-۶-۷ این مبحث نیز رعایت شود.

پژوهشگاه فناوری استناد

۸-۴ ساختمان‌های بنایی مسلح

۸-۴-۱ کلیات

این فصل شامل حداقل ضوابط برای طراحی و ساخت ساختمان‌های بنایی مسلح می‌باشد. در طراحی و اجـرای ساختمان‌های بنایی مسلح، علاوه بر رعایت الزامات عمومی ذکر شده در فصل سوم، رعایت ضوابط این فصل الزامی می‌باشد.

۸-۴-۱-۱ تعریف

ساختمان مصالح بنایی مسلح نوعی ساختمان بنایی است که اعضای سازه‌ای آن شامل دیوار، تیر، ستون و یا جرز با قرار گرفتن میلگردهای فولادی درون هسته بتنی و یا درون حفره های واحدهای بنایی سوراخ‌دار که توسط ملات یا دوغاب پر شده باشند، مسلح شوند (شکل ۸-۴-۱). سقف این ساختمان‌ها می‌تواند از نوع تیرچه بلوک، تاق‌ضربی، بتن‌آرمه، کامپوزیت و یا هر نوع سقف مناسب دیگری که در ساخت ساختمان‌های بتن‌آرمه و فولادی استفاده می‌شود، باشد.

۸-۴-۱-۲ محدوده کاربرد

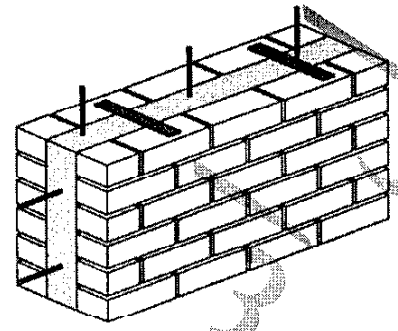
حداکثر ارتفاع ساختمان‌های بنایی مسلح ۱۵ متر از تراز پایه یا حداکثر ۵ طبقه با احتساب زیرزمین می‌باشد.

۸-۴-۱-۳ مصالح

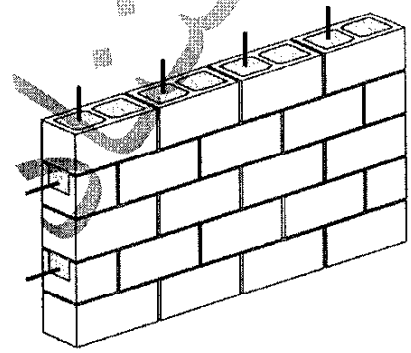
مصالح مصرفی باید با کلیه مقررات و ضوابط ارائه شده در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان و فصل دوم و چهارم این مبحث مطابقت داشته باشند.

۸-۴-۱-۴ طراحی

در این فصل، ضوابط طراحی ساختمان بنایی مسلح به روش مقاومت نهایی ارائه شده است. در طراحی به روش مقاومت نهایی، رعایت ضوابط مندرج در بند ۸-۴-۶ و دیگر ضوابط مندرج در این فصل الزامی است. طراحی ساختمان بنایی مسلح به روش تنش مجاز، بر مبنای ضوابط مندرج در پیوست ۸-پ-۲، مجاز می‌باشد.



دیوار آجر مسلح



دیوار بلوک سیمانی مسلح

شکل ۸-۴-۱ نمونه‌هایی از دیوار بنایی مسلح

۸-۴-۲ بارگذاری

۸-۴-۲-۱ ضوابط بار

۱- بارهای طراحی باید منطبق بر الزامات مندرج در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و ضوابط مندرج در این بخش محاسبه شوند. میزان کاهش سربار نیز بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان مجاز است.

۲- برای انتقال بارهای وارده به زمین، مسیرهای بار باید پیوسته و دارای مقاومت و سختی کافی باشند.

۸-۴-۲-۲ مقاومت در برابر بارهای جانبی

طراحی ساختمان بنایی مسلح باید به‌نحوی انجام شود که ساختمان علاوه بر تحمل بارهای ثقلی، در برابر بارهای جانبی، نظیر بار ناشی از باد و زلزله، مقاومت لازم را دارا باشد و قادر به تحمل تغییرشکل‌های ناشی از آنها نیز باشد.

۸-۴-۲-۳ انتقال بار در اتصال اعضای قائم و افقی

انتقال بار در اتصال بین اعضای قائم و افقی باید بر اساس الزامات زیر باشد.

۱- دیوارها، ستون‌ها و جرزها باید برای مقاومت در برابر بارها، لنگرها و برش‌ها در محل اتصال به اعضای افقی طراحی شوند.

۲- تاثیر تغییرشکل جانبی و انتقالی اعضای تامین کننده تکیه‌گاه جانبی باید لحاظ شود.

۳- ابزارهایی که برای اتصال اعضا استفاده می‌شوند باید برای نیروهای ایجاد شده در آنها طراحی شوند.

۸-۴-۲-۴ توزیع بارهای جانبی

نیروهای جانبی باید بین عناصر باربر جانبی به نسبت سختی آنها توزیع شده و الزامات این بخش را برآورده سازند.

۱- بال‌های دیوارهای متقاطع، که بر اساس بند ۸-۴-۶-۱۰ طراحی شده‌اند، باید در محاسبه سختی در نظر گرفته شوند.

۲- توزیع بار باید تاثیر پیچش افقی سازه ناشی از عدم تقارن سازه‌ای را دربرگیرد.

۸-۴-۲-۵ تاثیر عوامل دیگر

تاثیر نیروها و یا تغییرشکل‌های ناشی از ارتعاشات، ضربه، جمع‌شدگی، انبساط، تغییر درجه حرارت، نشست‌های غیریکنواخت و تغییرمکان‌های غیر هم‌سان نیز، در صورت لزوم، باید در طراحی مد نظر قرار گیرند.

۸-۴-۲-۶ ترکیب بارها

در طراحی اعضای سازه‌ای به روش مقاومت نهایی، حداکثر تلاش‌های ناشی از ترکیب‌های مختلف بار باید بر مبنای ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان مورد استفاده قرار گیرند.

۸-۴-۲-۷ ضریب رفتار

ضریب رفتار برای ساختمان بنایی مسلح جهت طراحی به روش مقاومت نهایی برابر با چهار (۴ $=R_u$) می‌باشد.

۸-۴-۲-۸ تغییرمکان نسبی طبقه

رعایت محدودیت تغییرمکان نسبی طبقات بر اساس ضوابط این بند الزامی است. تغییرمکان نسبی طبقه عبارت است از اختلاف تغییرمکان‌های افقی مرکز جرم کف و سقف در هر طبقه. در صورت وجود نامنظمی در پلان، بیشترین اختلاف تغییرمکان‌های لبه ساختمان در کف و سقف طبقه به عنوان تغییرمکان نسبی طبقه محسوب می‌شود. چنان‌چه تغییرمکان طبقه در اثر پیچش زیاد باشد، مقدار تغییرمکان نسبی باید شامل اثر پیچش نیز باشد. در محاسبه سختی اعضا برای محاسبه تغییرمکان لازم است از مقطع ترک‌خورده عضو استفاده شود.

۸-۴-۲-۸-۱ محاسبه تغییرمکان نسبی طبقه

تغییرمکان نسبی هر طبقه (Δ_M) طبق رابطه ۸-۴-۱ محاسبه می‌شود.

$$\Delta_M = C_d \Delta_{eu} \qquad (۱-۴-۸)$$

در این رابطه:

C_d = ضریب افزایش تغییرمکان که برای ساختمان بنایی مسلح برابر ۳/۰ منظور می‌شود.

Δ_{eu} = جابجایی نسبی طبقه تحت اثر زلزله طرح با استفاده از روش‌های تحلیل خطی.

۸-۴-۲-۸-۲ تغییرمکان نسبی مجاز طبقه

تغییرمکان نسبی مجاز هر طبقه ناشی از بارهای جانبی (Δ_a) برای دیوارهای طره و دوسر گیردار، به ترتیب $۰/۰۱h_s$ و $۰/۰۰۷h_s$ می‌باشد اگر دوره تناوب طبیعی ساختمان برابر یا بیشتر از ۰/۷ ثانیه باشد، تغییرمکان نسبی مجاز باید ۲۰ درصد کمتر از مقادیر داده شده در این بند در نظر گرفته شود.

۸-۴-۲-۹ سختی جانبی

در تراز هر طبقه، حداقل ۸۰ درصد سختی جانبی طبقه باید توسط دیوارهای باربر برشی تامین شود.

۸-۴-۳ تحلیل

تحلیل ساختمان بنایی مسلح باید بر اساس ضوابط این بند انجام پذیرد.

۸-۴-۳-۱ مدل‌های سازه‌ای ساده شده

برای تحلیل ساختمان بنایی مسلح می‌توان از مدل‌های سازه‌ای ساده شده استفاده نمود و تحلیل به روش دستی و یا با استفاده از نرم‌افزارهای معتبر قابل انجام می‌باشد. مدل سازه‌ای ساختمان از مجموعه‌ای از اعضا و اجزاء به شرح زیر تشکیل می‌شود.

۸-۴-۳-۱-۱ عضو میله‌ای

عضو میله‌ای به عضوی اطلاق می‌شود که در آن یکی از ابعاد (طول یا ارتفاع) به مقدار قابل ملاحظه‌ای بزرگتر از دو بعد دیگر باشد. در این عضو، فاصله بین دو مقطع با لنگرهای خمشی صفر باید حداقل دو برابر ارتفاع عضو باشد. تیرها و ستون‌ها ازجمله اعضای میله‌ای می‌باشند.

۸-۴-۳-۱-۲ عضو صفحه‌ای

عضو صفحه‌ای به عضوی اطلاق می‌شود که در آن یکی از ابعاد (ضخامت) به مقدار قابل ملاحظه‌ای کوچکتر از دو بعد دیگر باشد. دال‌ها، دیوارها، جرزها، تیرتیغه‌ها و پوسته‌ها از جمله اعضای صفحه-ای می‌باشند که به صورت زیر تعریف می‌شوند:

الف) دال:

دال عضو صفحه‌ای است که علاوه بر تحمل بارهای ثقلی می‌تواند بارهای جانبی را با عملکرد دیافراگمی انتقال دهد. عضو صفحه‌ای در صورتی دال محسوب می‌شود که تحت بار گسترده، فاصله بین مقاطع با انحنای صفر آن حداقل چهار برابر ضخامت آن باشد.

ب) دیوار:

دیوار عضو صفحه‌ای است که علاوه بر تحمل بارهای ثقلی و جانبی درون صفحه خود می‌تواند بارهای خارج از صفحه را نیز تحمل نماید.

پ) جرز و تیرتیغه:

جرز و تیرتیغه اعضای دیواری شکل هستند که نشیمن‌گاه‌های آن‌ها غیرپیوسته است. این اعضا علاوه بر نیروهای درون صفحه خود، تحت تاثیر خمش و برش خارج از صفحه نیز قرار می‌گیرند.

ت) پوسته:

پوسته عضو صفحه‌ای است که بیشتر تحت اثر بارهای عمود بر صفحه خود قرار گرفته و به علت شکل هندسی، نیروهای موثر درون صفحه آن در مقایسه با خمش و برش خارج از صفحه قابل ملاحظه است.

۸-۴-۳-۱-۳ عضو سه بعدی

عضو سه بعدی به عضوی اطلاق می‌شود که در آن هیچ‌یک از ابعاد اختلاف قابل ملاحظه‌ای با دو بعد دیگر نداشته باشند.

۸-۴-۳-۲ روش تحلیل

در این مبحث، در تحلیل ساختمان بنایی مسلح تمام تلاش‌ها در مقاطع مختلف اعضا با فرض خطی بودن رفتار مصالح و کوچک بودن تغییرشکل‌های ایجاد شده و بر اساس تئوری ارتجاعی تعیین می‌شوند. این روش تحلیل را می‌توان در انواع ساختمان‌های بنایی و در طراحی به روش مقاومت نهایی مورد استفاده قرار داد.

۸-۴-۴ الزامات میلگردگذاری

در این بخش الزامات ویژه میلگردگذاری در تیرها، ستون‌ها، جرزها و دیوارها آورده شده است.

۸-۴-۴-۱ الزامات میلگردها

۱- اندازه قطر میلگرد اصلی نباید از ۲۸ میلی‌متر بیشتر باشد.

۲- در دیوار و جرز، قطر میلگرد اصلی نباید بیشتر از یک‌هشتم ضخامت اسمی دیوار یا یک‌چهارم هر یک از موارد زیر باشد:

الف- بعد کوچک حفره

ب- ضخامت هسته مسلح

۳- درصد نسبی میلگردهای اصلی در هر حفره یا هسته مسلح دیوار 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.

تعریف: درصد نسبی میلگرد، نسبت سطح مقطع میلگرد به مساحت حفره و یا هسته مسلح معادل می‌باشد.

۸-۴-۴-۲ فاصله میلگردها

۱- فاصله آزاد بین میلگردهای موازی، بجز در ستون‌ها و جرزها، نباید کمتر از قطر اسمی میلگردها یا ۲۵ میلی‌متر، هر کدام که بیشتر است، باشد.

۲- در ستون‌ها و جرزها، فاصله آزاد بین میلگردهای اصلی نباید از هیچ‌یک از دو مقدار ۱/۵ برابر قطر اسمی میلگرد و ۴۰ 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 اصلی و هر سطح واحد بنایی نباید کمتر از ۱۵ میلی‌متر باشد. برای میلگرد بستر که در بند بستر قرار می‌گیرد، این فاصله حداقل ۶ میلی‌متر می‌باشد.

۸-۴-۴-۳ مهار میلگردهای خمشی

۱- فشار یا کشش محاسبه شده در میلگرد در هر مقطع از اعضای سازه‌ای باید در هر طرف آن مقطع به‌وسیله طول گیرایی مستقیم، قلاب یا وسایل مکانیکی، یا ترکیبی از آن‌ها تامین شود. از قلاب‌ها نباید برای مهار میلگردهای تحت فشار استفاده کرد.

۲- لازم است انتهای میلگرد کششی را یا به‌وسیله قلاب استاندارد خم شده در ارتفاع جان مهار کرد و یا با میلگرد موجود در وجه مخالف عضو به‌صورت پیوسته اجرا نمود.

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 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 دوسوم ظرفیت برشی، با در نظر گرفتن مقاومت میلگردهای برشی موجود، فراتر نرود.

ب- سطح مقطع میلگرد امتداد یافته حداقل دو برابر مقدار لازم برای خمش در نقطه قطع باشد و برش از سه‌چهارم ظرفیت برشی مقطع فراتر نرود.

۶- میلگردهای فشاری در اعضای خمشی باید توسط تنگ و در صورت نیاز بست مهار شوند. قطر تنگ یا بست نباید کمتر از ۶ میلی‌متر و فاصله بین آن‌ها نباید بیشتر از ۱۶ برابر قطر اسمی میلگرد یا ۴۸ برابر قطر تنگ یا بست باشد. این تنگ‌ها و بست‌ها باید در طولی که در آن به فولاد فشاری نیاز هست به‌کار روند.

۸-۴-۴-۳-۱ مهار میلگرد لنگر مثبت

۱- حداقل یک‌سوم میلگردهای لنگر مثبت در اعضای با تکیه‌گاه ساده و یک‌چهارم میلگردهای لنگر مثبت در اعضای پیوسته باید در امتداد همان وجه عضو به داخل تکیه‌گاه امتداد یابند. در تیرها چنین میلگردهایی باید حداقل ۱۵۰ میلی‌متر به داخل تکیه‌گاه امتداد یابند.

۲- هرگاه عضو خمشی قسمتی از یک سیستم اصلی مقاوم در برابر بار جانبی است، میلگردهای لنگر خمشی مثبت، که طبق مورد ۱ لازم است به داخل تکیه‌گاه امتداد یابند، باید به‌گونه‌ای مهار شوند که بتوانند در بر تکیه‌گاه به مقاومت تسلیم (f_y) برسند.

۸-۴-۴-۳-۲ مهار میلگرد لنگر منفی

۱- میلگرد لنگر منفی در یک عضو پیوسته (سراسری)، گیردار یا طره ای باید به‌وسیله طول مهاری، قلاب و یا مهار مکانیکی در داخل عضو تکیه‌گاهی، یا با عبور از آن، مهار شود.

۲- حداقل یک‌سوم کل میلگرد کششی تامین شده برای لنگر منفی در یک تکیه‌گاه باید در آن‌سوی نقطه عطف و حداقل به اندازه عمق موثر عضو یا یک‌شانزدهم طول آزاد دهانه، دارای طول مهاری باشد.

۸-۴-۴-۳- طول مهاری

طول مهاری مورد نیاز میلگرد در کشش و فشار باید با استفاده از رابطه ۸-۴-۲ محاسبه شود، اما نباید از ۳۰۰ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

$$l_d = \frac{1.5 d_b^2 f_y \gamma}{K\sqrt{f'_m}} \qquad (۸-۴-۲)$$

در معادله فوق، مقدار K نباید از حداقل پوشش بنایی و یا ۹ برابر قطر میلگرد، هر کدام کمتر است، بیشتر باشد. همچنین مقدار γ باید برای میلگردهای با قطر ۱۰ تا ۱۶ میلی‌متر برابر با ۱، برای میلگردهای با قطر ۱۸ تا ۲۲ میلی‌متر برابر با ۱/۳ و برای میلگردهای با قطر ۲۵ میلی‌متر و بیشتر برابر با ۱/۵ در نظر گرفته شود. طول مهاری میلگردهای با پوشش اپوکسی باید ۱/۵ برابر مقدار محاسبه شده از رابطه ۸-۴-۲ در نظر گرفته شود.

۸-۴-۴-۴ مهار میلگردهای برشی

۱- میلگرد برشی باید به اندازه عمق عضو، منهای پوشش میلگرد، ادامه یابد. میلگرد برشی باید در هر دو انتها بر اساس تنش محاسباتی مهار شود.

۲- به غیر از محل تقاطع دیوارها، انتهای یک میلگرد افقی برشی باید دور میلگرد قائم لبه دیوار با یک قلاب ۱۸۰ درجه مهار شود.

۳- در محل تقاطع دیوارها، میلگرد افقی برشی باید دور میلگرد قائم لبه دیوار با یک قلاب استاندارد ۹۰ درجه خم شده و در دیوار متقاطع به‌طور افقی حداقل به اندازه طول مهاری ادامه یابد.

۴- انتهای میلگردهای برشی (خاموت) تک‌شاخه و U شکل باید به یکی از روش‌های زیر مهار شود:

الف- توسط یک قلاب استاندارد با طول مدفون موثری معادل نصف طول مهاری ($0/5l_d$) ساق میلگرد برشی. طول مدفون موثر برابر است با فاصله بین وسط ارتفاع موثر مقطع ($d/2$) تا ابتدای خم قلاب.

ب- برای میلگرد به قطر ۱۶ میلی‌متر و کمتر، توسط خم ۱۳۵ درجه حول میلگردهای طولی با طول مدفون موثری معادل یک‌سوم طول مهاری ($0/33l_d$) ساق میلگرد برشی.

۵- هر خم یک میلگرد برشی U شکل باید یک میلگرد طولی را در برگیرد.

۶- طول وصله ساق‌های میلگردهای برشی U شکل یا تک‌شاخه که یک واحد بسته را تشکیل می‌دهند برابر $1/7l_d$ می‌باشد.

۷- میلگردهای طولی که به عنوان میلگرد برشی خم می‌شوند، اگر به داخل یک ناحیه کششی امتداد یابند باید با میلگرد طولی آن ناحیه وصله شوند و چنان‌چه به داخل ناحیه فشاری امتداد یابند باید بعد از نیمه ارتفاع موثر عضو ($d/2$) مهار شوند.

۸-۴-۴-۵ تنگ‌های ستون مسلح

تنگ‌های ستون باید با ضوابط زیر مطابقت داشته باشند:

۱- میلگردهای طولی باید توسط تنگ‌هایی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر بسته شوند.

۲- فاصله قائم تنگ‌ها نباید از کمترین مقادیر زیر، بیشتر شود:

الف- ۱۶ برابر قطر میلگردهای طولی

ب- ۴۸ برابر قطر تنگ

پ- کوچکترین بعد عضو فشاری

۳- تنگ‌ها باید به‌گونه‌ای قرار گیرند که میلگردهای طولی، حداقل یک در میان، توسط دو ساق تنگ مهار شوند. زاویه داخلی بین دو ساق نباید از ۱۳۵ درجه بیشتر باشد. در صورتی‌که فاصله آزاد بین میلگردهای طولی بیش از ۱۵۰ میلی‌متر باشد، باید به‌وسیله تنگ اضافی مهار شود.

۴- تنگ‌ها باید با فواصل تعیین شده در تمام طول عضو قرار داده شوند. فاصله اولین تنگ از سطح فوقانی شالوده یا دال طبقه تحتانی و آخرین تنگ از زیر پایین‌ترین میلگردهای دال یا کتیبه سرستون طبقه فوقانی نباید از نصف فواصل تعیین شده بیشتر باشد.

۵- در مواردی که تیرها یا دستک‌ها از چهار طرف به یک ستون متصل می‌شوند، می‌توان تنگ‌ها را در مقطعی که حداکثر ۷۵ میلی‌متر پایین‌تر از میلگرد طولی تحتانی کم عمق‌ترین عضو متصل می‌باشد، متوقف کرد.

۸-۴-۴-۶ پوشش میلگرد و سیم

۱- برای میلگرد باید حداقل پوشش بنایی زیر تأمین شود:

الف- در مواردی که نمای بنایی در معرض خاک یا هوای بیرونی قرار دارد، پوشش میلگردهای به قطر بزرگتر از ۱۶ میلی‌متر برابر با ۵۰ میلی‌متر و برای میلگردهای به قطر ۱۶ میلی‌متر یا کمتر، برابر با ۴۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

ب- در مواردی که نمای بنایی در معرض خاک یا هوای بیرونی قرار ندارد، پوشش میلگرد برابر ۴۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

۲- میلگرد طولی بستر باید کاملاً در ملات مدفون شود. حداقل پوشش بنایی برای حالتی که در معرض خاک یا هوای بیرونی باشد برابر با ۲۰ میلی‌متر و برای حالتی که در معرض خاک یا هوای بیرونی نباشد برابر با ۱۵ میلی‌متر می‌باشد.

۳- در صورتی‌که بنایی در معرض خاک یا هوای بیرونی قرار داشته باشد و یا در دیوارهای داخلی که در معرض میانگین رطوبت نسبی بیش از ۷۵ درصد باشند، باید از میلگرد یا سیم فولادی ضد زنگ و یا دارای روکش گالوانیزه یا اپوکسی استفاده شود.

۸-۴-۴-۷ قلاب

در مورد قلاب موارد زیر باید رعایت شود:

۱- کاربرد قلاب در مناطق کششی تیر مجاز نمی‌باشد، مگر در انتهای تیرهای دوسر ساده و طره‌ای یا در تکیه‌گاه انتهایی تیرهای سرتاسری و گیردار.

۲- در صورت وجود کشش، طول معادل برای قلاب استاندارد ۱۳ برابر قطر میلگرد می‌باشد.

۳- قلاب‌ها را نباید در مهار میلگردهای تحت فشار مؤثر دانست.

۴- از هر وسیله مکانیکی که قادر باشد میلگرد را بدون آسیب رساندن به واحد بنایی به‌نحو مناسب مهار کند، می‌توان به‌جای قلاب استفاده کرد. در صورت استفاده از این وسایل مکانیکی، لازم است کفایت آنها از طریق انجام آزمایش‌های معتبر به تایید برسد.

۸-۴-۴-۷-۱ قلاب‌های استاندارد

قلاب استاندارد در کشش باید برای تامین مهار در طول مدفونی معادل l_e در نظر گرفته شود:

$$l_e = 13d_b \qquad (۳-۴-۸)$$

هم‌چنین، قلاب‌های استاندارد باید موارد زیر را برآورده کنند:

۱- خم ۱۸۰ درجه و اضافه طولی معادل ۴ برابر قطر میلگرد که نباید از ۶۵ میلی‌متر کمتر باشد.

۲- خم ۹۰ درجه و اضافه طولی معادل ۱۲ برابر قطر میلگرد.

۳- برای میلگرد برشی و تنگ با قطر ۱۶ میلی‌متر یا کمتر، خم ۹۰ درجه یا خم ۱۳۵ درجه و اضافه طولی برابر ۶ برابر قطر میلگرد که نباید کمتر از ۶۵ میلی‌متر باشد.

۸-۴-۴-۸ حداقل قطر خم برای میلگرد

قطر داخلی خم میلگرد، 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 مطابق با مقادیر مندرج در جدول ۸-۴-۱ باشد.

جدول ۸-۴-۱ حداقل قطر داخلی خم

قطر میلگرد (d_b)	تنش جاری شدن (MPa)	حداقل قطر خم
۱۰ تا ۲۲ میلی‌متر	۲۴۰	$5d_b$
۱۰ تا ۲۵ میلی‌متر	۳۴۰ تا ۴۰۰	$6d_b$
بزرگتر از ۲۵ میلی‌متر	۳۴۰ تا ۴۰۰	$8d_b$

۸-۴-۴-۹ وصله میلگردها

وصله میلگردها باید مطابق یکی از موارد زیر باشد:

۱- وصله پوششی: حداقل طول وصله پوششی برای میلگردها بزرگترین مقدار ۳۰۰ میلی‌متر و مقدار محاسبه شده برای طول مهاری بر اساس رابطه (۸-۴-۲) است.

۲- وصله جوشی: یک وصله جوشی باید حداقل ۱۲۵ درصد مقاومت تسلیم (f_y) میلگرد در کشش و یا فشار را تامین کند.

۳- وصله مکانیکی: یک وصله مکانیکی باید حداقل ۱۲۵ درصد مقاومت تسلیم (f_y) میلگرد در کشش و یا فشار را تامین کند.

۸-۴-۴-۱۰ دسته کردن میلگردها

بجز در تیرهای عمیق، میلگرد تسلیح نباید در هیچ عضو بنایی به‌صورت دسته شده استفاده شود.

۸-۴-۵ الزامات اجرای بنایی

در اجرای اعضای بنایی رعایت نکات زیر الزامی است:

۱- در ساخت هر لایه یا جداره بنایی از یک نوع واحد بنایی استفاده شود.

۲- قبل از اجرا، لازم است واحدهای مصالح بنایی زنجاب شوند تا آب ملات را به خود جذب نکنند.

۳- اجرای بنایی باید با ملات ماسه-سیمان یا حداقل ملات ماسه-سیمان-آهک (باتارد) با نسبت اختلاط مندرج در بند ۸-۲-۲-۶ و با اطمینان از تأمین مقاومت فشاری تعیین شده در این بند انجام شود.

۴- در چینش عضو بنایی، هر واحد مصالح بنایی حداقل به اندازه یک‌چهارم طول خود با واحدهای رگ قبلی همپوشانی داشته باشد.

۵- امتداد رگ‌ها کاملاً افقی باشد.

۶- بندهای قائم در دو رگ متوالی، در یک امتداد نبوده و شاقولی باشند.

۷- ضخامت بندهای افقی و قائم ملات نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشتر از ۱۲ میلی‌متر باشد. چنان‌چه میلگرد بستر یا بست دیوار در بند قرار داده شوند، می‌توان ضخامت بند را، با توجه به قطر میلگرد یا بست و حداقل ۶ میلی‌متر پوشش ملات، حداکثر تا ۲۰ میلی‌متر افزایش داد.

۸- بندهای قائم باید از ملات پر شوند.

۹- هر رگ دیوارچینی باید در تمام دیوارهای ساختمان هم‌زمان اجرا شده و در یک سطح بالا آورده شود. هم‌چنین، استفاده از روش هشت‌گیر در ساخت دیوارهای ممتد و متقاطع مجاز نمی‌باشد.

۱۰- دیوارچینی باید کاملاً شاقولی باشد.

۱۱- اگر دیوارچینی به طور هم‌زمان میسر نباشد، می‌توان قسمت‌هایی از دیوار را به‌صورت لاریز ساخت.

۱۲- دیوارهای چندجداره که برای عملکرد مرکب طراحی می‌شوند و دارای هسته میانی می‌باشند باید به یکی از دو صورت زیر اجرا شوند:

الف- جداره‌های بنایی توسط آجر کله به یکدیگر وصل شوند.

ب- جداره‌های بنایی توسط بست دیوار به یکدیگر وصل شوند.

۱۳- آجرهای کله که برای اتصال جداره‌های اعضای بنایی استفاده می‌شوند باید الزامات زیر را تامین نمایند.

الف- مجموع سطح آجرهای کله باید حداقل ۴ درصد سطح عضو باشد و به‌صورت یک‌نواخت توزیع شده باشند.

ب- آجرهای کله‌ای که جداره‌های مجاور عضو بنایی را متصل می‌کنند، باید حداقل ۷۵ میلی-متر در لایه میانی عضو مدفون شوند.

۱۴- بست‌هایی که برای اتصال جداره‌های عضو بنایی بکار برده می‌شوند باید ضوابط زیر را برآورده نمایند:

الف- سیم به قطر ۴ میلی‌متر: حداقل یک بست در هر ۰/۲۵ مترمربع سطح عضو

ب- سیم به قطر ۵ میلی‌متر: حداقل یک بست در هر ۰/۵۰ مترمربع سطح عضو

حداکثر فاصله بین بست‌ها در امتداد افقی ۹۰۰ میلی‌متر و در امتداد قائم ۶۰۰ میلی‌متر می-باشد.

پ- استفاده از بست‌های دیواری مستطیلی برای اتصال جداره‌ها با هر نوع مصالح بنایی مجاز است.

ت- استفاده از بست‌های Z شکل برای اتصال جداره‌های عضو بنایی که در ساخت آن از واحدهای بنایی توخالی استفاده نشده است، مجاز می‌باشد.

ج- از بست‌های نردبانی یا خرپایی که به عنوان میلگرد بستر استفاده می‌شوند نیز می‌توان به‌جای بست دیوار استفاده کرد.

۱۵- اعضای بنایی باید پس از اجرا حداقل به مدت پنج روز به صورت ممتد مرطوب نگه داشته شوند.

۸-۴-۶ طراحی بر مبنای روش مقاومت نهایی

طراحی اعضای بنایی مسلح بر مبنای روش مقاومت نهایی بر اساس ضوابط مندرج در این بخش انجام می‌شود. کلیه اجزای سازه‌ای باید در حالت مقاومت نهایی محاسبه شوند و در هر مقطع باید رابطه عمومی زیر همواره برقرار باشد:

$$\varphi S_n \geq S_u \qquad (۸-۴-۴)$$

در این رابطه، S_u نیروی ایجاد شده در مقطع تحت بارهای ضریب‌دار، S_n مقاومت اسمی مقطع و φ ضریب کاهش مقاومت است. مقاومت اسمی مقطع باید متناسب با مشخصات هندسی و مکانیکی

مقطع عضو در برابر آن نیرو و با توجه به شرایط تعادل نیروها و سازگاری تغییرشکل‌ها محاسبه شود. نیروهای ایجاد شده در مقطع نیز شامل نیروی محوری، لنگرخمشی و نیروی برشی با توجه به تحلیل سازه تحت ترکیبات بار، موضوع بند ۸-۴-۲-۶، محاسبه می‌شوند.

۸-۴-۶-۱ فرضیات طراحی

روش طراحی مقاومت نهایی بر فرضیات زیر استوار است:

۱- میلگرد کاملاً توسط بنایی در بر گرفته شده و سازگاری کرنش بین بنایی و میلگرد وجود دارد، به طوری‌که بارهای اعمالی به‌صورت مرکب تحمل می‌شوند.

۲- مقاومت اسمی مقاطع بنایی مسلح برای ترکیب خمش و بار محوری باید 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 برابر با ۰/۰۰۳۵ برای بنایی آجر رسی و ۰/۰۰۲۵ برای بنایی بلوک سیمانی فرض می‌شود.

۵- مقدار تنش میلگرد در محدوده ارتجاعی از حاصل‌ضرب مدول ارتجاعی در کرنش میلگرد به‌دست می‌آید ولی نباید از تنش تسلیم (f_y) بیشتر در نظر گرفته شود. برای کرنش‌های بزرگتر از کرنش تسلیم، 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 صرف نظر کرد، ولی برای محاسبه خیز، مقاومت کششی بنایی باید در نظر گرفته شود.

۷- تنش بنایی در دورترین تار فشاری برابر با ۰/۸۰ مقاومت مشخصه بنایی (f'_m) است که در ناحیه فشاری و تا عمق ۰/۸ فاصله بین تار فشاری حداکثر و محور خنثی به‌صورت یک‌نواخت توزیع می‌شود.

۸-۴-۶-۲ مقاومت اسمی

۸-۴-۶-۲-۱ مقاومت خمشی اسمی

مقاومت خمشی اسمی (M_n) یک مقطع باید بر اساس فرضیات طراحی بند ۸-۴-۶-۱ و ضوابط این بخش تعیین شود. کمترین مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو نباید کمتر از یک‌چهارم حداکثر مقاومت خمشی اسمی در امتداد عضو باشد.

۸-۴-۶-۲-۲ مقاومت محوری اسمی

مقاومت محوری اسمی (P_n) یک مقطع باید بر اساس فرضیات طراحی بند ۸-۴-۶-۱ و ضوابط این بخش تعیین شود.

مقاومت محوری اسمی نباید از مقدار محاسبه شده توسط رابطه ۸-۴-۵ یا رابطه ۸-۴-۶ فراتر رود.

الف- برای اعضایی که مقدار h/r در آنها از ۱۰۰ کمتر است:

$$P_n = 0.8\left[0.8f'_m(A_n - A_{st}) + f_y A_{st}\right]\left[1 - \left(\frac{h}{140r}\right)^2\right] \qquad (۸-۴-۵)$$

ب- برای اعضایی که مقدار h/r در آنها برابر و یا بیشتر از ۱۰۰ است:

$$P_n = 0.8\left[0.8f'_m(A_n - A_{st}) + f_y A_{st}\right]\left[\left(\frac{70r}{h}\right)^2\right] \qquad (۸-۴-۶)$$

۸-۴-۶-۲-۳ مقاومت برشی اسمی

مقاومت برشی اسمی (V_n) باید با استفاده از رابطه ۸-۴-۷ و روابط ۸-۴-۸ یا ۸-۴-۹ محاسبه شود.

$$V_n = V_{nm} + V_{ns} \qquad (۸-۴-۷)$$

V_n باید محدودیت‌های بندهای (الف) تا (ت) را تامین نماید:

الف- در جایی که $M_u/V_u d_v \leq$ ۰/۲۵ است:

$$V_n \leq 0.5 A_{nv} \sqrt{f'_m} \qquad (۸-۴-۸)$$

ب- در جایی که $M_u/V_u d_v \geq$ ۱/۰ است:

$$V_n \leq 0.33 A_{nv} \sqrt{f'_m} \qquad (۸-۴-۹)$$

پ- حداکثر مقدار V_n، در شرایطی که نسبت $M_u/V_u d_v$ بین دو مقدار ۰/۲۵ و ۱/۰ باشد، را می‌توان با استفاده از درون‌یابی خطی بدست آورد.

ت- مقدار $M_u/V_u d_v$ باید به صورت یک عدد مثبت در نظر گرفته شود.

۸-۴-۶-۲-۳-۱ مقاومت برشی اسمی بنایی

مقاومت برشی تامین شده توسط بنایی (V_{nm}) باید با استفاده از رابطه ۸-۴-۱۰ محاسبه شود.

$$V_{nm} = 0.083 \left[4.0 - 1.75 \left(\frac{M_u}{V_u d_v}\right)\right] A_{nv} \sqrt{f'_m} + 0.25 P_u \qquad (۱۰-۴-۸)$$

۸-۴-۶-۲-۳-۲ مقاومت برشی اسمی میلگرد

مقاومت برشی تامین شده توسط میلگرد برشی (V_{ns}) باید با استفاده از رابطه ۸-۴-۱۱ محاسبه شود.

$$V_{ns} = 0.5 \frac{A_v}{s} f_y d_v \qquad (۱۱-۴-۸)$$

۸-۴-۶-۲-۳-۳ مقاومت اسمی لهیدگی بنایی

مقاومت اسمی لهیدگی بنایی باید از حاصل‌ضرب مساحت لهیدگی در $۰/۸ f'_m$ محاسبه شود. مساحت لهیدگی برای بارهای متمرکز نباید از مقادیر زیر بیشتر شود:

الف $A_1\sqrt{A_2/A_1}$

ب- $2A_1$

۸-۴-۶-۳ ضرایب کاهش مقاومت

ضرایب کاهش مقاومت برای استفاده در محاسبه مقاومت طراحی بر اساس مقادیر داده شده در جدول ۸-۴-۲ در نظر گرفته می‌شوند.

جدول ۸-۴-۲ ضرایب کاهش مقاومت

عضو	شرایط	ضریب کاهش مقاومت
پیچ مهاری	جاری شدن فولاد پیچ مهاری	۰/۹
	سایر شکست‌ها	۰/۵
اعضای بنایی مسلح	لهیدگی	۰/۶
اعضای بنایی مسلح	خمش، نیروی محوری یا ترکیب خمش و نیروی محوری	۰/۹
اعضای بنایی مسلح	برش	۰/۸

۸-۴-۶-۴ حداکثر میلگردهای کششی خمشی

۸-۴-۶-۴-۱ برای عضو خمشی بنایی، حداکثر سطح مقطع میلگردهای کششی خمشی با در نظر گرفتن تعادل نیروهای محوری مقطع و رعایت شرایط زیر محاسبه می‌شود:

۱- توزیع کرنش در مقطع باید به‌صورت خطی، متناظر با کرنش در دورترین میلگرد کششی، معادل ۱/۵ برابر کرنش تسلیم و کرنش فشاری حداکثر در بنایی، مطابق مورد ۴ بند ۸-۴-۶-۱، در نظر گرفته شود.

۲- فرضیات طراحی بند ۸-۴-۶-۱ باید اعمال شوند.

۳- تنش در هر میلگرد باید برابر حاصل‌ضرب مدول ارتجاعی فولاد در کرنش آن میلگرد در نظر گرفته شود و نباید بیش از f_y منظور شود.

۴- نیروهای محوری باید بر اساس ترکیب بار $D+0.75L+0.525E$ محاسبه شوند.

۵- تاثیر میلگردهای فشاری با یا بدون میلگردهای مهار جانبی را می‌توان برای محاسبه حداکثر میلگرد کششی خمشی در نظر گرفت.

۸-۴-۶-۴-۲ برای دیوار برشی بنایی مسلح تحت نیروهای درون صفحه که در آن $M_u/V_u d_v \geq ۱/۰$ است، توزیع کرنش باید متناظر با کرنش در دورترین میلگرد کششی معادل ۴ برابر کرنش تسلیم و کرنش فشاری حداکثر در بنایی، مطابق مورد ۴ بند ۸-۴-۶-۱، در نظر گرفته شود.

۸-۴-۶-۵ طراحی تیر

در طراحی تیر باید الزامات فصل سوم و الزامات این بخش در نظر گرفته شود. نیروهای طراحی تیر باید بر اساس تحلیلی که در آن تاثیر سختی نسبی اعضای سازه‌ای در نظر گرفته شده است، بدست آمده باشند. تاثیر ترک‌خوردگی بر سختی عضو باید لحاظ شود.

۸-۴-۶-۵-۱ الزامات عمومی

۱- نیروی محوری فشاری ضریب‌دار در تیر نباید از $۰/۰۵A_n f'_m$ فراتر رود.

۲- تیر باید کاملا با ملات یا دوغاب بنایی پر شود.

۸-۴-۶-۵-۲ الزامات ابعادی

۱- عرض تیر نباید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

۲- عمق تیر نباید کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر باشد.

۳- طول دهانه تیر، که به‌صورت یک‌پارچه با تکیه‌گاه‌ها اجرا نشده باشد، باید برابر دهانه خالص به‌علاوه عمق تیر در نظر گرفته شود اما لازم نیست از فاصله مرکز به مرکز تکیه‌گاه‌ها بیشتر شود.

۴- در تیرهای پیوسته، برای محاسبه لنگر خمشی، طول دهانه باید برابر فاصله مرکز به مرکز تکیه‌گاه‌ها در نظر گرفته شود.

۵- وجه فشاری تیر باید دارای تکیه‌گاه جانبی مناسب در فواصل حداکثر ۳۲ برابر عرض تیر یا $۱۲۰b^2/d$، هر کدام کمتر باشد، در نظر گرفته شود.

۶- طول نشیمن تیر در راستای دهانه نباید از ۱۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۸-۴-۶-۵-۳ کنترل خیز

تیر بنایی باید به‌گونه‌ای طراحی شود که سختی کافی برای محدود ساختن تغییرشکل‌هایی را که تاثیر نامطلوب بر مقاومت و بهره‌برداری سازه دارند داشته باشد. چگونگی محاسبه خیز و محدودیت‌های آن بر مبنای بندهای زیر می‌باشد:

۸-۴-۶-۵-۳-۱ محاسبه خیز

خیز تیر بنایی مسلح باید با استفاده از رابطه مناسب بار-تغییرشکل با در نظر گرفتن شرایط انتهایی مناسب محاسبه شود. در صورت عدم محاسبه مقدار سختی بر اساس روش‌های تحلیلی جامع‌تر، خیز آنی باید با استفاده از گشتاور دوم موثر مقطع (I_{eff}) به شرح زیر محاسبه شود:

$$I_{eff} = I_n \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 + I_{cr}\left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] \leq I_n \qquad (۱۲\text{-}۴\text{-}۸)$$

۱- در تیرهای پیوسته، گشتاور دوم موثر مقطع (I_{eff}) را می‌توان متوسط مقادیر محاسبه شده توسط رابطه (۸-۴-۱۲) برای مقاطع بحرانی لنگر خمشی مثبت و منفی در نظر گرفت.

۲- برای تیر با مقطع یک‌نواخت، گشتاور دوم موثر مقطع (I_{eff}) را می‌توان از رابطه (۸-۴-۱۲)، محاسبه شده در وسط دهانه برای دهانه دوسر ساده و در تکیه‌گاه برای دهانه طره‌ای، به‌دست آورد.

۳- لنگر نظیر ترک‌خوردگی (M_{cr}) را می‌توان با استفاده از مدول گسیختگی (f_r) در جدول ۸-۲-۶ به‌دست آورد.

۸-۴-۶-۵-۳-۲ محدودیت خیز

۱- خیز محاسبه شده برای تیر نباید از $l/۶۰۰$ (طول دهانه $= l$)، تحت بارهای بهره‌برداری مرده و زنده، فراتر رود.

۲- خیز تیر زمانی که طول دهانه آن از ۸ برابر عمق موثر آن (d) بیشتر نشود نیاز به کنترل ندارد.

۸-۴-۶-۵-۴ میلگردهای طولی

میلگردهای طولی تیر باید علاوه برالزامات مندرج دربند ۸-۴-۴، الزامات زیر را نیز برآورده نمایند:

۱- اختلاف در قطر میلگردهای طولی یک تیر نباید از یک شماره میلگرد فراتر رود. حداکثر دو شماره میلگرد باید در یک تیر به کار رود.

۲- مقاومت خمشی اسمی یک تیر نباید کمتر از ۱/۳ لنگر نظیر ترک‌خوردگی تیر (M_{cr}) باشد. مدول گسیختگی (f_r) برای این محاسبات باید از جدول ۸-۲-۶ محاسبه شود.

۳- در صورتی که فولاد کششی تامین شده در تمامی مقاطع حداقل یک‌سوم بیش از مقدار مورد نیاز از تحلیل باشد، الزامی به رعایت مورد (۲) نمی‌باشد.

۸-۴-۶-۵-۵ میلگردهای عرضی

میلگرد عرضی باید در جایی که نیروی برشی ضریب‌دار (V_u) از مقاومت برشی تامین شده توسط بنایی (φV_{nm}) بیشتر باشد، استفاده شود. نیروی برشی ضریب‌دار (V_u) باید آثار بار جانبی را نیز در برگیرد. زمانی که میلگرد عرضی لازم باشد ضوابط زیر باید رعایت شوند:

۱- میلگرد عرضی باید یک میلگرد تک‌شاخه بوده و در هر انتهای آن یک قلاب ۱۸۰ درجه ایجاد شود.

۲- میلگرد عرضی باید حول میلگردهای طولی قلاب شود.

۳- حداقل مساحت میلگرد عرضی برابر با $۰/۰۰۰۷bd_v$ است.

۴- اولین میلگرد عرضی نباید در فاصله‌ای بیش از یک‌چهارم عمق موثر تیر (d_v) نسبت به انتهای تیر اجرا شود.

۵- فاصله بین میلگردهای عرضی نباید از نصف عمق موثر تیر بیشتر شود.

۸-۴-۶-۶ طراحی تیر عمیق

در طراحی تیر عمیق باید علاوه بر موارد ۵ و ۶ بند ۸-۴-۶-۵-۲، الزامات این بخش نیز رعایت شود.

۸-۴-۶-۶-۱ طول موثر دهانه

طول موثر دهانه (l_{eff}) باید برابر فاصله مرکز به مرکز تکیه‌گاه‌ها یا ۱/۱۵ برابر دهانه آزاد، هر کدام کمتر است، در نظر گرفته شود.

۸-۴-۶-۶-۲ بازوی لنگر داخلی

در صورتی که بازوی لنگر داخلی (z) بین نیروهای فشاری و کششی با روشی جامع محاسبه نشده باشد، این مقدار می‌تواند به روش زیر محاسبه شود:

الف- برای دهانه‌های ساده:

- اگر $1 < l_{eff}/d_v \leq 2$ باشد، در این صورت $z = 0.2(l_{eff} + 2d_v)$
- اگر $l_{eff}/d_v \leq 1$ باشد، در این صورت $z = 0.6 l_{eff}$

ب- برای دهانه‌های پیوسته:

- اگر $1 < l_{eff}/d_v \leq 3$ باشد، در این صورت $z = 0.2(l_{eff} + 1.5 d_v)$
- اگر $l_{eff}/d_v \leq 1$ باشد، در این صورت $z = 0.5 l_{eff}$

۸-۴-۶-۶-۳ میلگردهای خمشی

میلگرد خمشی باید در ناحیه کششی تیر در عمقی برابر نصف کل عمق تیر (d_v) قرار گیرد. حداکثر فاصله میلگردهای خمشی افقی نباید از یک‌پنجم عمق کل تیر و یا ۳۰۰ میلی‌متر، هرکدام کمتر است، بیشتر شود. استفاده از میلگردهای دسته شده به عنوان میلگردهای خمشی افقی در تیرهای عمیق مجاز است. میلگردهای خمشی افقی باید برای تامین مقاومت تسلیم میلگرد در بر تکیه‌گاه‌ها مهار شوند.

۸-۴-۶-۶-۴ میلگردهای برشی

میلگرد برشی باید در جایی که نیروی برشی ضریب‌دار (V_u) از مقاومت برشی تامین شده توسط بنایی (φV_{nm}) بیشتر باشد، استفاده شود. نیروی برشی ضریب‌دار (V_u) باید آثار بار جانبی را نیز در برگیرد. زمانی که میلگرد عرضی لازم باشد، الزامات زیر باید رعایت شود:

۱- حداقل سطح مقطع میلگردهای برشی قائم برابر با $۰/۰۰۰۷bd_v$ باشد.

۲- میلگردهای برشی افقی باید سطح مقطعی برابر یا بیشتر از نصف مساحت میلگردهای قائم برشی داشته باشند. این میلگردها باید به‌طور مساوی در دو وجه تیر، زمانی که عرض تیر از ۲۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد، به‌طور یک‌نواخت توزیع شوند.

۳- فاصله میلگردهای برشی نباید از یک‌پنجم کل عمق تیر یا ۴۰۰ میلی‌متر فراتر رود.

۸-۴-۶-۶-۵ مجموع میلگردها

مجموع سطح مقطع میلگردهای افقی و قائم باید حداقل ۰/۰۰۱ سطح مقطع ناخالص تیر عمیق (bd_v) باشد.

۸-۴-۶-۷ طراحی ستون

در طراحی ستون باید الزامات فصل سوم و الزامات این بخش در نظر گرفته شود. نیروهای طراحی ستون باید بر اساس تحلیلی که در آن تاثیر سختی نسبی اعضای سازه‌ای در نظر گرفته شده است، به‌دست آمده باشد. در محاسبه سختی جانبی باید مشارکت تمامی تیرها، جرزها و ستون‌ها در نظر گرفته شود. تاثیر ترک‌خوردگی بر سختی عضو باید لحاظ شود.

۸-۴-۶-۷-۱ الزامات عمومی

ستون باید کاملا با ملات یا دوغاب بنایی پر شود.

۸-۴-۶-۷-۲ الزامات ابعادی

۱- بعد مقطع ستون در هر جهت نباید از ۳۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۲- بعد بزرگ مقطع ستون نباید از ۳ برابر بعد کوچک مقطع بیشتر باشد.

۳- فاصله آزاد بین تکیه‌گاه‌های جانبی ستون نباید از ۳۰ برابر بعد کوچک مقطع ستون بیشتر باشد.

۴- نسبت ارتفاع ستون به کوچک‌ترین بعد آن نباید از ۲۰ بیشتر باشد.

۸-۴-۶-۷-۳ میلگردهای طولی

۱- حداقل تعداد میلگردهای طولی ستون برابر با چهار می‌باشد. حداقل یک میلگرد باید در هر گوشه ستون قرار گیرد.

۲- مساحت میلگرد طولی نباید از $۰/۰۴A_n$ بیشتر باشد.

۳- مساحت میلگرد طولی نباید از $۰/۰۰۵A_n$ کمتر باشد.

۸-۴-۶-۷-۴ میلگردهای عرضی (تنگ)

میلگردهای عرضی به‌صورت تنگ باید بر اساس ضوابط بند ۸-۴-۴-۵ و الزامات زیر انتخاب و اجرا شوند.

۱- فاصله میلگردهای عرضی ستون نباید از ۲۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد. میلگردهای عرضی باید از نوع تنگ‌های ویژه به قطر حداقل ۱۰ میلی‌متر با ضوابط زیر باشد.

۲- تنگ ویژه ستون باید در دو انتها دارای قلاب ویژه باشد. حداقل طول این قلاب باید ۶ برابر قطر میلگرد یا ۱۰۰ میلی‌متر، هرکدام که 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 باید الزامات بند ۸-۴-۴-۷ را نیز تأمین نمایند.

۸-۴-۶-۸ طراحی جرز

در طراحی جرز باید الزامات فصل سوم و الزامات این بخش در نظر گرفته شود. نیروهای طراحی جرز باید بر اساس تحلیلی که در آن تاثیر سختی نسبی اعضای سازه‌ای در نظر گرفته شده است، به‌دست آمده باشند. نیروی فشاری ضریب‌دار روی جرز نباید از $۰/۳A_n f'_m$ فراتر رود.

۸-۴-۶-۸-۱ الزامات ابعادی

۱- طول اسمی جرز نباید کمتر از ۳ برابر و بیشتر از ۶ برابر ضخامت جرز باشد.

۲- در صورتی که نیروی محوری ضریب‌دار در موقعیت لنگر خمشی حداکثر کمتر از $۰/۰۵ f'_m A_g$ باشد، می‌توان طول اسمی جرز را برابر با ضخامت جرز در نظر گرفت.

۳- ارتفاع آزاد جرز نباید بیشتر از ۵ برابر طول اسمی جرز باشد.

۴- ضخامت اسمی جرز نباید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر و بیشتر از ۴۰۰ میلی‌متر باشد.

۵- فاصله آزاد بین تکیه‌گاه‌های جانبی یک جرز نباید از ۲۵ برابر ضخامت جرز بیشتر باشد. در صورتی‌که فاصله بین تکیه‌گاه‌های جانبی یک جرز بزرگتر از ۲۵ برابر ضخامت جرز باشد، طراحی جرز باید بر اساس ضوابط مربوط به طراحی دیوار انجام پذیرد.

۸-۴-۶-۸-۲ میلگردهای طولی

جرزی که تحت نیروهای رفت و برگشتی درون صفحه قرار دارد باید به‌طور متقارن حول محور خنثی میلگردگذاری شود. میلگردگذاری طولی جرز باید مطابق با موارد زیر باشد:

۱- در هر کدام از حفره‌های انتهایی جرز باید حداقل یک میلگرد تعبیه شود.

۲- مساحت میلگرد طولی نباید از $۰/۰۰۰۷ bd_v$ کمتر باشد.

۳- میلگرد طولی باید به‌صورت یک‌نواخت در عمق جرز توزیع شود.

۸-۴-۶-۸-۳ میلگردهای عرضی

میلگردهای عرضی باید در جایی که نیروی برشی ضریب‌دار (V_u) از مقاومت برشی تامین شده توسط بنایی (φV_{nm}) بیشتر باشد، استفاده شود. نیروی برشی ضریب‌دار (V_u) باید آثار بار جانبی را نیز در برگیرد. زمانی که میلگرد عرضی لازم باشد، رعایت ضوابط زیر الزامی است:

۱- میلگرد عرضی باید دور میلگردهای طولی انتهایی، با یک قلاب ۱۸۰ درجه مهار شود.

۲- در محل تقاطع با دیوار، می‌توان میلگرد عرضی را با یک قلاب استاندارد ۹۰ درجه دور میلگرد قائم دیوار مهار نمود.

۸-۴-۶-۹ طراحی دیوار

در طراحی دیوار بنایی مسلح باید الزامات فصل سوم و الزامات این بخش در نظر گرفته شود. نیروهای طراحی دیوار باید با در نظر گرفتن تاثیر سختی نسبی اعضای سازه‌ای تحلیل شده و به‌دست آیند. تاثیر ترک‌خوردگی بر سختی عضو باید لحاظ شود.

۸-۴-۶-۹-۱ الزامات ابعادی

۱- ضخامت اسمی دیوار سازه‌ای مسلح نباید از ۱۵۰ میلی‌متر کمتر باشد. در مورد دیوار باربر بنایی مسلح با واحد مصالح بنایی آجر سوراخ‌دار، ضخامت اسمی ۱۰۰ میلی‌متر مجاز است، به شرط آنکه الزامات زیر برآورده شوند:

الف- مقاومت واحد سطح خالص بیشتر از ۵/۵ مگاپاسکال باشد،

ب- نسبت لاغری بزرگتر از ۲۵ نباشد،

پ- واحدها در پیوند ممتد قرار داشته باشند،

ت- اندازه قطر میلگرد بیشتر از ۱۲ میلی‌متر نباشد و

ج- حداکثر یک میلگرد با یک وصله در هر سوراخ قرار گیرد.

۲- نسبت ارتفاع به عرض دیوار سازه‌ای مسلح نباید از مقادیر مندرج در جدول ۸-۳-۱ بیشتر باشد.

۸-۴-۶-۹-۲ میلگردگذاری دیوار

کلیه دیوارها باید در دو راستای افقی و قائم میلگردگذاری شوند. در میلگردگذاری دیوارها رعایت ضوابط زیر الزامی است:

۱- مساحت میلگرد افقی و قائم هر کدام نباید کمتر از ۰/۰۰۰۷ مساحت کل مقطع، به ترتیب، قائم و عرضی دیوار باشد. هم‌چنین، مجموع مساحت میلگردهای افقی و قائم باید حداقل ۰/۰۰۲ مساحت کل مقطع عرضی دیوار باشد.

۲- حداقل ۱۳۰ میلی‌متر مربع از میلگردهای قائم باید در گوشه‌ها، در محدوده ۴۰۰ میلی‌متری بازشوها، ۲۰۰ میلی‌متری درزهای انقطاع و ۲۰۰ میلی‌متری انتهای دیوار قرار داده شوند.

میلگردهای قائم کنار بازشوها لازم نیست برای بازشوهای با عرض کوچک‌تر از ۴۰۰ میلی‌متر تامین شوند، مگر اینکه میلگردهای طولی توسط این بازشو قطع شده باشند. در این صورت، لازم است به اندازه میلگردهایی که قطع می‌شوند، میلگرد مازاد در دو طرف بازشو قرار داده شود. این میلگردها باید به اندازه ۶۰۰ میلی‌متر در هر طرف از گوشه بازشو فراتر روند. چنان‌چه فضای کافی برای این امر تامین نباشد، لازم است انتهای این میلگردها با خم ۹۰ درجه قلاب شوند و یا با قلاب ۱۸۰ درجه به میلگردهای افقی مهار شوند.

۳- میلگردهای افقی که در بستر قرار می‌گیرند باید حداقل دو میلگرد طولی، هر کدام به قطر حداقل ۶ میلی‌متر باشند.

۴- لازم است در بالا و پایین بازشو میلگرد افقی تعبیه شود و حداقل به مقدار ۶۰۰ میلی‌متر یا ۴۰ برابر قطر میلگرد، هر کدام که بیشتر است، پس از بازشو ادامه داده شود. بالاترین میلگرد افقی نباید پایین‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر از زیر سقف تعبیه شود. میلگرد افقی کنار بازشو لازم نیست برای بازشوهای کوچک‌تر از ۴۰۰ میلی‌متر تامین شود، مگر اینکه میلگردهای طولی توسط این بازشو قطع شده باشند. در این صورت، لازم است به اندازه میلگردهایی که قطع می‌شوند، میلگرد مازاد در بالا و پایین بازشو قرار داده شود. این میلگردها باید به اندازه ۶۰۰ میلی‌متر در هر طرف از گوشه بازشو فراتر روند. چنان‌چه فضای کافی برای این امر تامین نباشد، لازم است انتهای این میلگردها با خم ۹۰ درجه قلاب شوند و یا با قلاب ۱۸۰ درجه به میلگردهای قائم مهار شوند.

۵- فاصله میلگردهای قائم نباید از یک‌سوم طول دیوار، یک‌سوم ارتفاع دیوار و یا ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر شود.

۶- فواصل میلگردهای افقی نباید از یک‌سوم طول دیوار، یک‌سوم ارتفاع دیوار و یا ۶۰۰ میلی‌متر فراتر رود. این میلگردها باید به‌طور یک‌نواخت در دیوار پخش شده و در دو طرف بازشوها مهار شوند.

۷- قطر میلگرد نباید از ۱۰ میلی‌متر کمتر باشد (به‌غیر از میلگرد بستر که معمولا است به عنوان تمام یا بخشی از حداقل میلگرد مورد نیاز، در نظر گرفته شود).

۸- میلگردها باید در اطراف گوشه‌های دیوار و در محل تقاطع دیوارها به‌صورت پیوسته قرار داده شوند، مگر اینکه دیوارهای متقاطع از یکدیگر جدا باشند.

۹- فقط میلگردهای افقی که در دیوار یا عضو به‌صورت پیوسته قرار دارند باید در محاسبه سطح میلگرد افقی منظور شوند.

۱۰- انتهای میلگردهای برشی افقی باید دور میلگردهای قائم با قلاب استاندارد مهار شوند.

۸-۴-۶-۹-۳ میلگردگذاری دیوار جدا از سیستم لرزه ای سازه

دیوار بنایی که جزئی از سیستم باربر جانبی نیست، باید در راستای درون صفحه خود از سیستم باربر جانبی مجزا شود، مگر در مواردی که برای باربری ثقلی به آن نیاز است. اتصالات جداکننده باید بر اساس سازگاری تغییرمکان‌های جانبی نسبی طبقات طرح شوند. دیوار جدا از سیستم لرزه-ای سازه باید دارای حداقل میلگرد افقی برابر با ۰/۰۰۰۷ مساحت مقطع عرضی دیوار باشد. این ضابطه باید با توزیع یک‌نواخت میلگرد بستر یا با میلگردهای افقی که فاصله آن‌ها از یکدیگر بیش از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد و بطور کامل در ملات یا دوغاب مدفون باشند، برآورده شود.

۸-۴-۶-۹-۴ طراحی دیوار برای بارهای خارج از صفحه

الزامات این بخش برای طراحی دیوار در برابر بارهای خارج از صفحه می‌باشد. محاسبات لنگر و تغییرشکل در این بند بر اساس شرایط تکیه‌گاه ساده در بالا و پایین دیوار می‌باشند. برای شرایط دیگر تکیه‌گاهی و گیرداری، لنگر و تغییرشکل باید با استفاده از اصول تحلیل سازه محاسبه شوند. همچنین، تنش محوری ضریب‌دار دیوار باید الزامات رابطه ۸-۴-۱۳ را برآورده سازد.

$$\frac{P_u}{A_g} \leq 0.2 f'_m \qquad (۸-۴-۱۳)$$

چنان‌چه نسبت ارتفاع موثر به ضخامت اسمی (h/t) از ۳۰ فراتر رود، تنش محوری ضریب‌دار نباید از $۰/۰۵f'_m$ بیشتر شود.

الف- لنگر و نیروی محوری ضریب‌دار:

لنگر و نیروی محوری ضریب‌دار باید در وسط ارتفاع دیوار محاسبه شده و در طراحی استفاده شود. لنگر ضریب‌دار (M_u) در وسط ارتفاع دیوار باید با استفاده از رابطه ۸-۴-۱۴ محاسبه شود.

$$M_u = \frac{w_u h^2}{8} + P_{uf}\frac{e_u}{2} + P_u\delta_u \qquad (۸-۴-۱۴)$$

که:

$$P_u = P_{uw} + P_{uf} \qquad (۸-۴-۱۵)$$

تغییر شکل ناشی از بارهای ضریب‌دار (δ_u) باید از روابط ۸-۴-۱۷ و ۸-۴-۱۸ با جایگزینی M_{ser} با M_u و δ_s با δ_u به‌دست آید.

ب- مقاومت محوری، خمشی و برشی اسمی:

مقاومت محوری، خمشی و برشی اسمی با استفاده از ضوابط بند ۸-۴-۶-۲ به‌دست می‌آیند.

پ- کنترل خیز وسط ارتفاع:

خیز افقی وسط ارتفاع (δ_s) تحت بارهای محوری و جانبی بهره‌برداری (بدون ضریب) باید به رابطه ۸-۴-۱۶ محدود شود:

$$\delta_s = 0.007h \qquad (۸-۴-۱۶)$$

اثرات P-Δ باید در محاسبه خیز لحاظ شوند. خیز وسط ارتفاع باید با استفاده از رابطه ۸-۴-۱۷ یا ۸-۴-۱۸ محاسبه شود:

الف- برای $M_{ser} \le M_{cr}$:

$$\delta_s = \frac{5M_{ser}h^2}{48E_m I_g} \qquad (۸-۴-۱۷)$$

ب- برای $M_{cr} < M_{ser} < M_n$:

$$\delta_s = \frac{5M_{cr}h^2}{48E_m I_g} + \frac{5(M_{ser}-M_{cr})h^2}{48E_m I_{cr}} \qquad (۱۸-۴-۸)$$

در روابط (۸-۴-۱۷) و (۸-۴-۱۸):

۱- لنگر نظیر ترک‌خوردگی دیوار باید با استفاده از مدول گسیختگی (f_r)، ارائه شده در جدول ۸-۲-۶، محاسبه شود.

۲- تارخنثی برای محاسبه ممان اینرسی مقطع ترک‌خورده (I_{cr}) باید بر اساس فرضیات طراحی (بند ۸-۴-۶-۱) محاسبه شود. تاثیر بارهای محوری را می‌توان در محاسبه I_{cr} لحاظ کرد.

۳- در غیاب تحلیل‌های جامع‌تر برای محاسبه سختی، ممان اینرسی مقطع ترک‌خورده برای یک دیوار باید با استفاده از روابط ۸-۴-۱۹ و ۸-۴-۲۰ محاسبه شود.

$$I_{cr} = n\left(A_s + \frac{P_u}{f_y}\frac{t_{sp}}{2d}\right)(d-c)^2 + \frac{bc^3}{3} \qquad (۱۹-۴-۸)$$

که در آن:

$$c = \frac{A_s f_y + P_u}{0.64 f'_m b} \qquad (۲۰-۴-۸)$$

۸-۴-۶-۹-۵ طراحی دیوار برای بارهای درون صفحه

طراحی دیوار برای تلاش‌های ناشی از بارهای درون صفحه مطابق با ضوابط این بخش می‌باشد.

۸-۴-۶-۹-۵-۱ طراحی برای خمش و نیروی محوری

طراحی دیوار برای لنگرخمشی و نیروی محوری درون صفحه بر اساس ضوابط زیر انجام می‌شود.

۱- لنگر خمشی حداکثر در دیواری که با یک انحنا تغییر شکل می‌دهد در پای دیوار محاسبه شده و در دیواری که با دو انحنا تغییر شکل می‌دهد می‌توان آن را از حاصل‌ضرب نیروی برشی ضریب‌دار درون صفحه دیوار در نصف ارتفاع آزاد دیوار محاسبه کرد.

۲- مقاومت خمشی و محوری اسمی باید بر اساس بندهای ۸-۴-۶-۲-۱ و ۸-۴-۶-۲-۲ محاسبه شوند.

۳- میلگردهای طولی خمشی، یا به‌صورت یک‌نواخت در طول دیوار و یا به‌صورت متقارن در دو انتهای دیوار و یا درون المان‌های مرزی دیوار، با رعایت الزامات آرایش میلگردها، مندرج در بند ۸-۴-۴، قرار داده شوند.

۴- چنان‌چه دیوار برشی بر اساس الزامات بند ۸-۴-۶-۹-۵-۳ طراحی شده باشد، الزامات مربوط به حداکثر میلگرد مندرج در بند ۸-۴-۶-۴ نباید در نظر گرفته شود.

۸-۴-۶-۹-۵-۲ طراحی برای برش

طراحی دیوار برای نیروی برش درون صفحه بر اساس ضوابط زیر انجام می‌شود:

۱- مقاومت برشی طراحی باید از برش متناظر با ۱/۲۵ برابر مقاومت خمشی اسمی، M_n، المان بیشتر باشد.

۲- مقاومت برشی اسمی باید بر اساس بند ۸-۴-۶-۲-۳ محاسبه شود.

۳- چنان‌چه نیروی برشی ضریب‌دار از مقاومت اسمی برشی بنایی کمتر باشد، باید میلگرد برشی حداقل بر اساس ضوابط بند ۸-۴-۶-۹-۲ استفاده شود.

۴- چنان‌چه نیروی برشی ضریب‌دار از مقاومت اسمی برشی بنایی بیشتر باشد، باید میلگرد برشی بر اساس بند ۸-۴-۶-۲-۳ محاسبه شود.

۵- میلگردهای برشی A_v، به صورت افقی در دیوار تعبیه می‌شوند.

۶- علاوه بر میلگردهای برشی افقی، لازم است میلگردهای قائم به میزان حداقل یک‌سوم A_v در دیوار تعبیه شوند. این میلگردها باید به‌صورت یک‌نواخت در دیوار پخش شده و نباید فاصله بین آنها از ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر شود.

۸-۴-۶-۹-۵-۳ المان‌های مرزی دیوار

کنترل نیاز به المان مرزی:

۱- اجرای المان‌های مرزی در دیوارهای تحت برش درون صفحه که یکی از شرایط زیر را دارا باشند الزامی نمی‌باشد:

الف- برای دیوارهای با مقطع متقارن: $P_u \le 0.1 A_g f'_m$

برای دیوارهای با مقطع نامتقارن: $P_u \le 0.05 A_g f'_m$

ب- $\frac{M_u}{V_u d_v} \leq 1.0$

پ- $\frac{M_u}{V_u d_v} \leq 3.0$ و $V_u \leq 0.25 A_n \sqrt{f'_m}$

P_u از ترکیب بارهای لرزه‌ای و ثقلی بدست می‌آید.

۲- چنان‌چه المان‌های مرزی بر اساس مورد ۱ نیاز باشد، الزامات زیر باید برآورده شود:

الف- المان‌های مرزی باید از دورترین تار فشاری حداقل به اندازه بزرگ‌ترین$(c- ۰/۱ \ l_w)$ و $(c/۲)$ ادامه یابند.

ب- در مقاطع بال‌دار، المان مرزی باید شامل عرض موثر بال در فشار بوده و به اندازه حداقل ۳۰۰ میلی‌متر در جان ادامه یابد.

پ- میلگردهای عرضی المان مرزی باید به اندازه حداقل طول مهاری میلگردهای المان مرزی در زیر دیوار ادامه یابند، مگر اینکه المان مرزی به پی ختم شود، که در این صورت میلگردهای عرضی باید حداقل ۳۰۰ میلی‌متر در پی ادامه یابند.

ت- میلگردهای افقی دیوار باید برای رسیدن به مقاومت تسلیم (f_y) درون هسته المان مرزی مهار شوند.

المان مرزی برای دیوار تک‌انحنا:

چنان‌چه دیواری با یک انحنا دچار خمش شود، به‌طوری که حالت حدی رفتار خمشی در آن با تسلیم میلگردهای پایین دیوار کنترل شود و بر اساس شروط فوق نیاز به المان مرزی داشته باشد، لازم است بر اساس ضوابط زیر در آن المان مرزی اجرا نمود:

۱- چنان‌چه شرط زیر حاکم باشد نیازی به اجرای المان مرزی نمی‌باشد.

$$c \geq \frac{l_w}{600\left(\frac{\delta_d}{h_w}\right)} \qquad (۲۱-۴-۸)$$

۲- میلگردهای المان مرزی باید در راستای قائم از مقطع بحرانی به اندازه حداقل l_w و $M_u/۴V_u$ ادامه یابند.

المان مرزی برای سایر دیوارها:

در سایر دیوارهایی که نیاز به المان مرزی دارند، چنان‌چه تنش فشاری در دورترین تار مقطع دیوار بیش از $0/2 f'_m$ باشد، باید المان‌های مرزی در دو انتهای دیوار و لبه بازشوها تعبیه شوند. المان مرزی در جایی که تنش فشاری از $0/15 f'_m$ کمتر باشد لازم نیست ادامه یابد. تنش‌ها باید تحت بارهای ضریب‌دار، شامل بار زلزله و با استفاده از تحلیل ارتجاعی خطی و مقاطع ناخالص محاسبه شوند. برای دیوارهای بال‌دار، عرض موثر بال مطابق بند ۸-۴-۶-۱۰-۱ تعریف می‌شود.

۸-۴-۶-۱۰ دیوارهای متقاطع

دیوارهای متقاطع باید الزامات زیر را برآورده سازند.

۸-۴-۶-۱۰-۱ الزامات عمومی

۱- واحدهای مصالح بنایی باید دارای چسبی با هم‌پوشانی مناسب باشند.

۲- مشارکت بال‌ها در مقابله با بارهای وارده باید در نظر گرفته شود.

۳- عرض موثر بال در هر سمت جان باید کم‌ترین مقادیر زیر در نظر گرفته شود:

الف- عرض واقعی بال در هرسمت،

ب- چنان‌چه بال در فشار باشد: شش برابر ضخامت اسمی بال،

پ- چنان‌چه بال در کشش خمشی باشد: سه‌چهارم ارتفاع دیوار (کف تا کف).

۴- طراحی برای برش، شامل انتقال برش در سطوح تماس باید بر اساس بند ۸-۴-۶-۹ صورت گیرد.

۸-۴-۶-۱۰-۲ الزامات اتصال دیوارهای متقاطع

اتصال دیوارهای متقاطع باید بر اساس الزامات زیر انجام شود:

۱- در دیوارهای ممتد، میلگردهای افقی دیوارها باید بدون قطع و یا وصله شدن در محل اتصال، به طول حداقل برابر ۵۰۰ میلی‌متر از بر اتصال، ادامه داشته باشند.

۲- در تقاطعی که یک و یا هر دو دیوار ادامه نمی‌یابند، میلگردهای افقی دیواری که ادامه نمی‌یابد باید با خم ۹۰ درجه، به طول حداقل برابر ۵۰۰ میلی‌متر از بر اتصال، در دیوار متقاطع مهار شوند.

علاوه بر الزامات فوق، باید حداقل یکی از الزامات زیر نیز در تقاطع اجرا شود.

۱- واحدهای بنایی در تمام ارتفاع محل تماس باید با هم‌پوشانی مناسب به یکدیگر قفل شوند.

۲- دیوارها با استفاده از اتصالات فولادی که در داخل هسته میانی و یا حفره واحد بنایی دوغاب شده قرار می‌گیرند، مطابق ضوابط زیر در ارتفاع مهار شوند:

الف- اتصال فولادی باید دارای حداقل سطح مقطع ۲۰۰ میلی‌متر مربع و طول ۷۰۰ میلی‌متر باشد.

ب- حداکثر فاصله اتصالات فولادی ۱/۲ متر می‌باشد.

۳- تیرچه اتصال مسلح در فواصل حداکثر ۱/۲ متر تامین شود. مساحت میلگرد در هر تیرچه اتصال نباید کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر مربع در هر متر ارتفاع دیوار باشد. میلگردها باید در هر سمت اتصال مهار شوند.

۸-۴-۶-۱۱ پیچ مهار

پیچ مهار باید بر اساس ضوابط این بند طراحی شود.

۸-۴-۶-۱۱-۱ مقاومت اسمی بدست آمده از آزمایش

۱- حداقل پنج نمونه پیچ مهار باید بر اساس استانداردهای معتبر تحت آزمایش قرار گیرند. شرایط بارگذاری در آزمون باید بیانگر شیوه استفاده مورد انتظار از پیچ مهار باشد.

۲- مقاومت اسمی پیچ مهار نباید از ۶۵ درصد میانگین نیروی متناظر با زوال نمونه‌ها حاصل از آزمون بیشتر در نظر گرفته شود.

۸-۴-۶-۱۱-۲ مقاومت اسمی محاسباتی

مقاومت اسمی پیچ مهار سردار و پیچ مهار خمیده مدفون در ملات یا دوغاب بر اساس ضوابط زیر به‌دست می‌آید.

۸-۴-۶-۱۱-۲-۱ مقاومت کششی اسمی پیچ مهار سردار

مقاومت کششی اسمی پیچ مهار سردار (B_{an}) با استفاده از رابطه ۸-۴-۲۲ (چنان‌چه مقاومت کششی با شکست کششی مصالح بنایی کنترل شود) و یا رابطه ۸-۴-۲۳ (چنان‌چه مقاومت کششی با تسلیم فولاد کنترل شود) به‌دست می‌آید. مقاومت کششی محوری طراحی (ΦB_{an}) نیز از حاصل‌ضرب ضریب کاهش مقاومت در کم‌ترین مقدار به‌دست آمده از روابط ۸-۴-۲۲ و ۸-۴-۲۳ به‌دست می‌آید.

$$B_{anb} = 0.33 A_{pt} \sqrt{f'_m} \qquad (۸-۴-۲۲)$$

$$B_{ans} = A_b f_y \qquad (۸-۴-۲۳)$$

۸-۴-۶-۱۱-۲-۲ مقاومت کششی اسمی پیچ مهار خمیده

مقاومت کششی اسمی پیچ مهارخمیده مدفون (B_{an}) با استفاده از رابطه ۸-۴-۲۴ (چنان‌چه مقاومت کششی با شکست کششی مصالح بنایی کنترل شود)، یا رابطه ۸-۴-۲۵ (چنان‌چه مقاومت کششی با بیرون کشیده شدن پیچ مهار کنترل شود) و یا رابطه ۸-۴-۲۶ (چنان‌چه مقاومت کششی با تسلیم فولاد کنترل شود) به‌دست می‌آید. مقاومت کششی محوری طراحی نیز (ΦB_{an}) از حاصل‌ضرب ضریب کاهش مقاومت در کم‌ترین مقدار به‌دست آمده از روابط ۸-۴-۲۴ الی ۸-۴-۲۶ به‌دست می‌آید.

$$B_{anb} = 0.33 A_{pt} \sqrt{f'_m} \qquad (۸-۴-۲۴)$$

$$B_{anb} = 1.5 f'_m e_b d_b + 2.07\pi(l_b + e_b + d_b) d_b \qquad (۸-۴-۲۵)$$

$$B_{ans} = A_b f_y \qquad (۸-۴-۲۶)$$

در رابطه (۸-۴-۲۵)، e_b فاصله بین ابتدای خم پیچ مهار تا انتهای قلاب پیچ می‌باشد.

۸-۴-۶-۱۱-۲-۳ مقاومت برشی پیچ مهار سردار و خمیده

مقاومت برشی اسمی پیچ مهار سردار و خمیده با استفاده از رابطه ۸-۴-۲۷ (چنان‌چه مقاومت برشی با شکست کششی مصالح بنایی کنترل شود) یا رابطه ۸-۴-۲۸ (چنان‌چه مقاومت برشی با خرد شدن مصالح بنایی کنترل شود) یا رابطه ۸-۴-۲۹ (چنان‌چه مقاومت برشی با بیرون کشیده شدن پیچ مهار کنترل شود) یا رابطه ۸-۴-۳۰ (چنان‌چه مقاومت برشی با تسلیم فولاد کنترل شود) به‌دست می‌آید. مقاومت برشی طراحی (ΦB_{vn}) نیز از حاصل‌ضرب کم‌ترین مقدار به‌دست آمده از روابط ۸-۴-۲۷ الی ۸-۴-۳۰ در ضریب کاهش مقاومت به‌دست می‌آید.

$$B_{vnb} = 0.33 A_{pv} \sqrt{f'_m} \qquad (۸-۴-۲۷)$$

$$B_{vnc} = 3216 \sqrt[4]{f'_m A_b} \qquad (۸-۴-۲۸)$$

$$B_{vnpry} = 2.0 B_{anb} = 0.67 A_{pt} \sqrt{f'_m} \qquad (۸-۴-۲۹)$$

$$B_{vns} = 0.6 A_b f_y \qquad (۸-۴-۳۰)$$

۸-۴-۶-۱۱-۲-۴ پیچ مهار تحت ترکیب کشش محوری و برش

پیچ مهاری که تحت ترکیب کشش محوری و برش قرار دارد باید رابطه ۸-۴-۳۱ را برآورده نماید.

$$\frac{b_{af}}{\varphi B_{an}} + \frac{b_{vf}}{\varphi B_{vn}} \leq 1.0 \qquad (۸-۴-۳۱)$$

۸-۴-۶-۱۲ طراحی و اجرای پی

پی ساختمان بنایی مسلح با در نظر گرفتن تلاش‌های محوری، خمشی، برشی و لهیدگی ناشی از اعمال بارهای ثقلی و جانبی وارد از عناصر قائم ساختمان، به‌صورت پی بتن مسلح نواری و یا مرکب و بر اساس ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان طراحی می‌شود. در اجرای پی، تعبیه میلگرد رشته برای کلیه میلگردهای عمودی عناصر قائم دیوار، جرز و ستون، با سطح مقطعی حداقل برابر سطح مقطع میلگرد قائم و با در نظر گرفتن ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، الزامی است.

۸-۴-۶-۱۳ طراحی و اجرای دال و دیافراگم

دال‌کف‌ها و سقف ساختمان بنایی مسلح می‌تواند از انواع تیرچه بلوک، بتن‌آرمه و یا هر دال مهندسی دیگری، که توان و یک‌پارچگی لازم جهت انتقال نیروهای ثقلی و جانبی به عناصر مقاوم ساختمان را داشته باشد، انتخاب شود. تحلیل و طراحی دال و دیافراگم، بسته به نوع آن، بر اساس ضوابط زیر انجام می‌پذیرد.

۸-۴-۶-۱۳-۱ دال تیرچه بلوک

دال تیرچه بلوک اساسا یک دال بنایی مسلح است. این دال در ابتدا برای پوشش سقف در ساختمان‌های بنایی مسلح (به‌ویژه بنایی مسلح با بلوک سیمانی) ابداع گردید، هر چند در حال حاضر از آن برای پوشش سقف در ساختمان‌های دیگر، از جمله ساختمان‌های بتن‌آرمه و فولادی نیز استفاده می‌شود. طراحی سقف تیرچه بلوک باید بر مبنای دستورالعمل‌ها و استانداردهای معتبر انجام پذیرد. در اجرای سقف تیرچه بلوک، رعایت ضوابط زیر الزامی است:

۱- سقف باید از طریق تیرچه‌ها و میلگرد اتصال به‌نحو مناسب به اعضای باربر بنایی مسلح متصل شود.

۲- میلگردهای حرارتی مورد استفاده در بتن پوشش سقف باید حداقل به قطر ۶ میلی‌متر بوده و در فواصل حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر، به‌صورت کاملا کشیده، در جهت عمود بر تیرچه‌ها، قرار داده

شوند. رعایت فاصله حداقل ۲۰ میلی‌متر بین شبکه میلگرد پوشش بتن و سطح بلوک‌ها و همچنین حداقل ۲۰ میلی‌متر پوشش بتن روی شبکه میلگرد حرارتی الزامی است.

۳- ضخامت پوشش بتن روی بلوک‌ها نباید از ۵۰ میلی‌متر کمتر و از ۷۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

۴- چنان‌چه دهانه تیرچه‌ها از ۴ متر بیشتر باشد، لازم است 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، هر کدام به قطر حداقل ۱۰ میلی‌متر (یکی در بالا و یکی در پائین مقطع کلاف) باشد.

۵- در صورت وجود طره در سقف، لازم است در بالای طره میلگردهایی حداقل به اندازه میلگردهای پایین طره و به طول حداقل ۱/۵ متر تعبیه شوند.

۸-۴-۶-۱۳-۲ دال بتن آرمه

در ساختمان‌های بنایی مسلح، لازم است طراحی و اجرای کف‌ها و سقف بتن‌آرمه بر اساس ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان انجام شود.

۸-۴-۶-۱۳-۳ دال تاق ضربی

در ساختمان‌های بنایی مسلح، لازم است اجرای کف‌ها و سقف تاق‌ضربی بر اساس ضوابط بند ۸-۵-۵-۸-۱ انجام شود.

۸-۴-۷ اجرای اعضای بنایی مسلح

روش‌های گوناگونی برای اجرای اعضای بنایی آجری، بلوک سیمانی و یا ترکیب این دو وجود دارد. نمونه‌هایی از روش‌های اجرایی اعضای بنایی مسلح در بند ۸-ر-۴-۷ راهنمای این مبحث آورده شده است.

۸-۴-۸ الزامات غیرسازه‌ای

۸-۴-۸-۱ نماسازی

در نماسازی ساختمان باید الزامات بند ۸-۳-۵-۶ رعایت شود.

۸-۴-۸-۲ دیوار جداگر

در ساختمان‌های بنایی مسلح، دیوار جداگر، به‌عنوان یک عضو غیرسازه‌ای می‌تواند از نوع بنایی مسلح، بنایی غیرمسلح و یا انواع دیگر باشد. در ساخت دیوارهای جداگر بنایی، الزامات زیر باید رعایت شود:

۸-۴-۸-۲-۱ دیوار جداگر بنایی مسلح

۱- دیوار غیرسازه‌ای جداگر بنایی مسلح باید برای لنگرهای خارج از صفحه ناشی از اینرسی لرزه‌ای خود محاسبه و طراحی شود.

۲- عرض دیوار جداگر آجری نباید از ۱۰۰ میلی‌متر و عرض دیوار جداگر بلوک سفالی یا بتنی نباید از ۸۰ میلی‌متر کمتر باشد. دیوار جداگر آجری باید صرفا با آجر سوراخ‌دار و ملات ماسه-سیمان ساخته شود.

۳- ارتفاع دیوار جداگر بنایی مسلح از تراز کف مجاور نباید از ۴ متر یا چهل برابر عرض دیوار بیشتر باشد. در صورت تجاوز از این حد، باید با استفاده از مهارهای افقی مناسب، مانند کلاف (مطابق بند ۸-۵-۵-۶-۳)، این الزام محقق شود. مهار افقی باید در طول دیوار به‌طور پیوسته ادامه یافته و به نزدیک‌ترین عناصر قائم سازه‌ای مهار شود. در تحلیل و طراحی دیوار جداگر، می‌توان سهم باربری مهارهای افقی را لحاظ نمود.

۴- طول آزاد دیوار جداگر بنایی مسلح، بین دو عضو سازه‌ای مسلح، نباید از ۵ متر یا پنجاه برابر عرض دیوار بیشتر باشد. در صورت تجاوز از این حد، باید با استفاده از مهارهای قائم مناسب، مانند دیوار یا جرز بنایی مسلح متعامد و یا ستون بنایی مسلح و یا کلاف (مطابق بند ۸-۵-۵-۶-۳)، این الزام محقق شود. مهار قائم باید در تمام ارتفاع دیوار به‌طور پیوسته ادامه یافته و به

نزدیک‌ترین عناصر افقی سازه‌ای مهار شود. در تحلیل و طراحی دیوار جداگر، می‌توان سهم باربری مهارهای قائم را لحاظ نمود.

۵- دیوار غیرسازه‌ای جداگر باید به‌نحو مناسب به اعضای سازه‌ای مانند دیوار، جرز، ستون، تیر، کف و پی متصل شوند. برای این منظور، لازم است میلگردهای دیوار جداگر در اعضای سازه‌ای مهار شوند.

۶- برای اتصال دیوار جداگر به اعضای سازه‌ای باید از طرح‌هایی استفاده شود که صدمات وارد به دیوار جداگر در اثر تغییرشکل اعضای سازه‌ای به حداقل برسد.

۸ ۴ ۸ ۲ ۲ دیوار جداگر بنایی غیرمسلح

دیوار غیرسازه‌ای بنایی غیرمسلح باید الزامات بند ۸-۳-۵-۱ را برآورده نماید.

۸-۴-۸-۳ پلکان

در ساخت پلکان، باید الزامات بند ۸-۳-۵-۴ رعایت شود.

۸-۴-۸-۴ آسانسور و بالابر

نصب آسانسور و بالابر در ساختمان‌های بنایی مسلح، با رعایت ضوابط مندرج در مبحث پانزدهم مقررات ملی ساختمان مجاز می‌باشد. علاوه بر ان باید الزامات فصل سوم این مبحث (بند ۸-۳-۵-۵) نیز رعایت شود.

۸-۴-۸-۵ کف‌سازی

در کف‌سازی طبقات و بام باید الزامات بند ۸-۳-۵-۲ رعایت شود.

۸-۴-۸-۶ تاسیسات

تاسیسات ساختمان‌های بنایی مسلح باید بر مبنای ضوابط مندرج در مباحث مربوطه مقررات ملی ساختمان طراحی و نصب شوند. علاوه بر آن باید الزامات بند ۸-۳-۵-۱۲ نیز رعایت شود.

۸-۴-۸-۷ دیوار محوطه

در ساختمان‌های بنایی مسلح، دیوار محوطه، به‌عنوان یک عضو غیرسازه‌ای می‌تواند از نوع بنایی مسلح، بنایی غیرمسلح و یا انواع دیگر باشد. در ساخت دیوار محوطه بنایی، باید الزامات بند ۸-۳-۶ رعایت شود.

غیر قابل استناد

غیر قابل استناد

۸-۵ ساختمان‌های بنایی با کلاف

۸-۵-۱ کلیات

ساختمان بنایی با کلاف، ساختمانی است که با آجر، بلوک سیمانی و یا سنگ ساخته شده و در آن تمام و یا قسمتی از بارهای قائم و تمام بار جانبی در هر دو امتداد اصلی ساختمان توسط دیوارهای بنایی غیرمسلح تحمل می‌شوند. در این ساختمان‌ها، جهت حفظ انسجام و پیوستگی اعضای اصلی ساختمان، شامل دیوارها، سقف و شالوده، از کلاف‌بندی استفاده می‌شود.

۸-۵-۲ محدوده کاربرد

این فصل از مبحث هشتم مقررات ملّی ساختمان شامل حداقل ضوابط برای اجرای ساختمان‌های بنایی با کلاف می‌باشد. رعایت محدودیت ارتفاع، تعداد طبقات و پلان ساختمان طبق ضوابط بند ۸-۵-۴ الزامی است.

۸-۵-۳ 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.

۸-۵-۴ الزامات معماری

۸-۵-۴-۱ پلان ساختمان

پلان ساختمان باید واجد ویژگی‌های زیر باشد:

۱- طول ساختمان از سه برابر عرض آن یا ۲۵ متر بیشتر نباشد.

۲- نسبت به هر دو محور اصلی تقریباً قرینه باشد.

۳- پیشامدگی‌های آن الزامات زیر را برآورده نماید:

الف- اندازه پیشامدگی در هر امتداد نباید از یک‌پنجم بُعد ساختمان در همان امتداد بیشتر باشد. علاوه بر آن، بعد دیگر پیشامدگی نباید از مقدار پیشامده کمتر باشد.

ب- چنان‌چه اتصال قسمت پیشامده با ساختمان، بیش از نصف بعد ساختمان در آن امتداد باشد، این قسمت پیشامدگی تلقی نمی‌شود و در این صورت محدودیتی برای بعد دیگر وجود ندارد مشروط بر آن که پلان ساختمان نامتقارن نشود.

در صورت نداشتن هر یک از الزامات فوق، باید با ایجاد درز لرزه‌ای، مطابق بند ۸-۳-۳-۲، ساختمان را به قطعات مناسب تقسیم نمود، به گونه‌ای که هر قطعه واجد شرایط یاد شده باشد. لازم نیست که درز لرزه‌ای در پی ساختمان ادامه یابد.

۸-۵-۴-۲ ارتفاع و تعداد طبقات ساختمان

در مورد ساختمان‌های مشمول این فصل رعایت نکات زیر الزامی است:

۱- حداکثر تعداد طبقات بدون احتساب زیرزمین به دو محدود می‌شود.

۲- 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، زیرزمین نیز به عنوان طبقه‌ای از ساختمان منظور می‌شود. به‌علاوه، تفاوت تراز سقف زیرزمین با تراز زمین در پایین دست ساختمان نباید از ۲ متر بیشتر باشد. در غیر این صورت، این طبقه نیز به عنوان یک طبقه منظور می‌شود.

۳- حداکثر تعداد طبقات زیرزمین یک طبقه می‌باشد.

۴- تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور نباید بیش از ۸ متر باشد.

۵- ارتفاع طبقه (از روی کلاف زیر دیوار یا پی بتنی تا زیر سقف) نباید از ۴ متر بیشتر باشد. چنان‌چه ارتفاع طبقه بیشتر از این مقدار در نظر گرفته شود، باید یک کلاف افقی اضافی در

داخل دیوارها و در تراز حداکثر ۴ متر بالاتر از روی کلاف زیر دیوار تعبیه شود. در صورت اخیر می‌توان ارتفاع طبقه را تا حداکثر ۶ متر افزایش داد.

۶- حداکثر ارتفاع زیرزمین، از روی پی بتنی یا کلاف زیر دیوار تا زیر سقف زیرزمین، ۲/۵ متر می‌باشد.

۸-۵-۴-۳ پیشامدگی سقف

در صورت وجود پیشامدگی سقف لازم است ضوابط زیر رعایت شوند:

۱- طول پیشامدِ طره در مورد بالکن‌های سه طرف باز از ۱/۲ متر و برای بالکن‌های دو طرف باز از ۱/۵ متر بیشتر نباشد.

۲- طره‌ها باید بخوبی در سقف طبقه مهار شوند.

۳- روی هیچ قسمت پیشامدگی ساختمان نباید دیواری ساخته شود ولی ساخت جان‌پناه بنایی تا ارتفاع ۵۰۰ میلی‌متر از روی کف تمام شده مجاز است.

۸-۵-۴-۴ اختلاف سطح سقف در طبقه

حتی‌المقدور از ایجاد اختلاف سطح در طبقه پرهیز شود. چنان‌چه اختلاف سطح در طبقه بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر نباشد، باید در انتهای هر قسمت از سقف یک کلاف افقی مجزا در دیوار، حد فاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند، اجرا شود و یا اینکه دو قسمت ساختمان به‌وسیله درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا شوند. چنان‌چه اختلاف سطح بیش از ۶۰۰ میلی‌متر باشد، لازم است دو قسمت ساختمان بوسیله درز لرزه‌ای از یکدیگر جدا شوند.

۸-۵-۵ الزامات سازه‌ای

۸-۵-۵-۱ الزامات عمومی

در مورد ملاحظات سازه‌ای ساختمان‌های مشمول این فصل، رعایت موارد کلی زیر الزامی است:

۱- تمامی اعضای ساختمان باید به‌گونه مناسبی به‌هم پیوسته باشند تا ساختمان در برابر نیروهای وارده به‌طور یک‌پارچه عمل‌کند. به‌ویژه سقف باید با حفظ انسجام خود به‌صورت یک‌پارچه، علاوه بر تحمل و انتقال نیروی ثقلی، نیروی ناشی از زلزله را نیز به اعضای قائم منتقل نماید.

۲- ساختمان باید دارای تقارن سازه‌ای مناسب باشد، در غیر این صورت باید از درز لرزه‌ای استفاده شود.

۳- از قرار دادن اجزای ساختمانی، تأسیسات و یا اجسام سنگین روی طره‌ها، اعضای لاغر، دهانه‌های بزرگ و بام پرهیز شود.

۸-۵-۵-۲ شالوده و پی

پی ساختمان‌های مشمول این فصل می‌تواند از نوع بتن مسلح و یا ترکیب کرسی‌چینی و کلاف بتنی زیر دیوار باشد. شالوده و پی ساختمان‌های مشمول این فصل لازم است با رعایت ضوابط زیر ساخته شوند:

۸-۵-۵-۲-۱ شالوده

شالوده قسمتی از پی‌سازی است که زیر پی بتنی و یا کلاف بتنی زیر دیوار اجرا می‌شود. در ساخت شالوده الزامات زیر باید رعایت شوند.

۱- شالوده باید در یک تراز ساخته شود و هر گاه احداث شالوده، به هر دلیل، در یک تراز ممکن نباشد، هر بخش از شالوده باید به‌صورت افقی در یک تراز قرار گیرد.

۲- ساخت شالوده شیب‌دار مجاز نیست. در زمین‌های شیب‌دار چنان‌چه ساخت شالوده ساختمان در یک تراز ممکن نباشد باید از شالوده پلکانی استفاده شود، به‌طوری که قسمت‌های مختلف شالوده در جهت افقی حداقل ۶۰۰ میلی‌متر هم‌پوشانی داشته و ارتفاع هر پله نباید بیش از ۳۰۰ میلی‌متر باشد.

۳- برای اجرای شالوده، پی‌کنی باید تا رسیدن به لایه خاک مقاوم انجام شود. همچنین، عمق پی‌کنی نباید از ۸۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۴- عمق شالوده نباید از ۵۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. همچنین، عرض شالوده نباید از ۱/۵ برابر عرض کرسی‌چینی یا عرض دیوار (در صورت عدم وجود کرسی‌چینی) کمتر باشد.

۵- در زمین‌های سنگی، که پی‌کنی بدون استفاده از دستگاه‌های ضربه‌ای دشوار می‌باشد، اجرای شالوده الزامی نیست.

۶- شالوده باید به یکی از روش‌های زیر اجرا شود:

الف- شفته آهکی، با عیار حداقل ۳۵۰ کیلوگرم آهک در مترمکعب.

ب- سنگ لاشه غوطه‌ای در بتن با عیار ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب

پ- سنگ‌کاری با ملات ماسه-سیمان یا باتارد

ت- بتن با عیار ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب

۷- اجرای شالوده به صورت خشکه‌چینی یا خشک مجاز نمی‌باشد.

۸-۵-۵-۲-۲ کرسی‌چینی

کرسی قسمتی از پی‌سازی است که به منظور رسیدن به تراز مورد نظر برای اجرای پی یا کلاف زیر دیوار انجام می‌شود. در کرسی‌چینی رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- کرسی‌چینی باید از روی سطح بتن یا شفته آهک تسطیح روی شالوده تا پی بتنی و یا کلاف زیر دیوار ادامه داشته باشد.

۲- عرض کرسی در تراز روی شالوده، نباید از بیشترین دو مقدار زیر کمتر باشد.

الف- نصف ارتفاع کرسی

ب- مقادیر مندرج در جدول ۸-۵-۱، بر حسب تعداد طبقات و نوع خاک ساختگاه.

۳- عرض کرسی در تراز زیر دیوار باید حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بیشتر از عرض دیوار باشد.

۴- لازم است کرسی‌چینی با ۲۰ میلی‌متر ملات ماسه-سیمان با نسبت سیمان به ماسه یک به دو پوشانده شود.

۵- لازم است کرسی‌چینی با استفاده از سنگ لاشه، آجر یا بلوک سیمانی توپر و ملات ماسه-سیمان، یا ماسه-سیمان-آهک، تعریف شده در فصل دوم این مبحث، اجرا شود.

۶- در صورت استفاده از بلوک سیمانی حفره‌دار، لازم است حفره‌ها از بتن یا ملات کاملا پر شوند.

۷- در زمین‌های مرطوب، در صورت استفاده از آجر در کرسی‌چینی، مصرف آجرهای ماسه آهکی یا رسی مرغوب (مهندسی) الزامی است.

۸- در صورت نیاز، می‌توان کرسی‌چینی را در مقطع به صورت پله‌ای (هرمی) و با رعایت موارد فوق در رابطه با حداقل عرض در تراز زیر و بالای کرسی، اجرا کرد.

جدول ۸-۵-۱ حداقل عرض کرسی‌چینی

نوع خاک محل ساخت	تعداد طبقات (با احتساب زیر زمین)		
	۱	۲	۳
	عرض کرسی‌چینی (میلی‌متر)		
خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بیش از ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.	۳۰۰	۴۰۰	۶۰۰
خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بین ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.	۳۵۰	۵۰۰	۷۰۰
خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بین ۱ تا ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.	۴۰۰	۷۰۰	۱۰۰۰

۸-۵-۵-۲-۳ پی بتن‌آرمه

در صورتی‌که از پی بتن‌آرمه استفاده شود، رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- مقاومت فشاری (مشخصه) بتن مورد استفاده در پی حداقل ۲۰ مگاپاسکال باشد.

۲- مقاومت کششی میلگرد مورد استفاده در پی حداقل ۲۴۰ مگاپاسکال باشد.

۳- در زیر پی، بتن تسطیح به عرض حداقل ۱۰۰ میلی‌متر بیشتر از عرض پی و ضخامت حداقل ۵۰ میلی‌متر اجرا شود.

۴- عرض پی نباید از ۱/۵ برابر عرض دیوار و یا ۶۰۰ میلی‌متر، هر کدام که بیشتر است، کمتر باشد. همچنین عمق پی نباید از ۵۰۰ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

۵- میلگرد عرضی پی بر مبنای میزان میلگرد خمشی مورد نیاز یک پی نواری بتنی جهت انتقال نیروی محوری دیوار محاسبه شده و نباید از مقادیر مندرج در جدول ۸-۵-۲ کمتر در نظر گرفته شود. همچنین، فاصله بین میلگردهای عرضی نباید از ۳۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

۶- میلگرد طولی پی بر مبنای میزان میلگرد حرارتی مورد نیاز یک پی نواری بتنی در نظر گرفته می‌شود. برای این منظور می‌توان از میلگردهای به قطر ۱۲ میلی‌متر با حداکثر فاصله ۳۰۰ میلی‌متر استفاده نمود.

۷- در مناطق سردسیر و دارای یخبندان، لازم است تراز روی پی حداقل ۴۰۰ میلی‌متر زیر سطح زمین قرار گیرد.

جدول ۸-۵-۲ حداقل اندازه میلگرد عرضی (خمشی) پی در هر ۳۰۰ میلی‌متر طول دیوار

نوع خاک محل ساخت	تعداد طبقات (با احتساب زیر زمین)		
	۱	۲	۳
	حداقل اندازه میلگرد عرضی (خمشی)		
خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بیش از ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.	Φ ۱۲	Φ ۱۲	Φ ۱۲
خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بین ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.	Φ ۱۲	Φ ۱۲	Φ ۱۴
خاک‌هایی که مقاومت آن‌ها بین ۱ تا ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.	Φ ۱۲	Φ ۱۴	Φ ۱۴

۸-۵-۵-۲-۴ شالوده کرسی‌چینی و کلاف بتنی

به جای پی بتنی می‌توان از شالوده کرسی‌چینی و کلاف بتنی استفاده کرد. چنان‌چه از شالوده کرسی‌چینی و کلاف بتنی استفاده شود، رعایت موارد زیر الزامی است.

۱- کرسی‌چینی بر مبنای ضوابط مندرج در بند ۸-۵-۵-۲-۲ اجرا شود.

۲- روی کرسی، کلاف بتنی زیر دیوار بر مبنای ضوابط مندرج در بند ۸-۵-۵-۶-۱ اجرا شود.

۳- برای جلوگیری از نفوذ رطوبت، لازم است لایه عایق رطوبتی مناسب بر روی کلاف زیر دیوار و یا در تراز مناسب در درز بستر دیوار اجرا شود.

۴- در مناطق سردسیر و دارای یخبندان، لازم است تراز روی کلاف بتنی زیر دیوار حداقل ۴۰۰ میلی‌متر زیر سطح زمین قرار گیرد.

۸-۵-۵-۳ دیوار

دیوارهای سازه‌ای و غیرسازه‌ای ساختمان‌های مشمول این فصل باید با رعایت ضوابط زیر اجرا شوند:

۸ ۵ ۵ ۳ ۱ دیوار سازه‌ای

۱- دیوار سازه‌ای به‌دیواری اطلاق می‌شود که بار ثقلی و (یا) بار جانبی (مانند زلزله) را حمل کند.

۲- دیوار سازه‌ای می‌تواند با واحدهای مصالح بنایی آجر، سنگ و یا بلوک سیمانی اجرا شود. چنان‌چه از بلوک سیمانی حفره‌دار برای ساخت دیوار استفاده شود، لازم است که حفره‌های واحد مصالح بنایی در حین اجرا با بتن و یا ملات فشرده کاملا پر شود.

۳- حداکثر طول مجاز دیوار محصور بین دو کلاف قائم ۵ متر می‌باشد.

۴- ارتفاع دیوارهای سازه‌ای باید با مفاد بند ۸-۵-۴-۲ تطبیق نماید.

۵- حداکثر نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار سازه‌ای ۱۵ می‌باشد. همچنین، عرض (ضخامت) دیوار سازه‌ای در طبقات نباید از ۲۰۰ میلی‌متر و در زیر زمین از ۳۲۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۶- دیوارهای سازه‌ای طبقات باید در امتداد قائم پیوسته بوده و تا روی پی ادامه داشته باشند.

۷- دیوارهای سازه‌ای باید به‌طور یک‌نواخت در دو امتداد عمود بر هم توزیع شوند.

۸-۵-۵-۳-۲ دیوار نسبی

دیوار نسبی، به نسبت سطح مقطع دیوارهای سازه‌ای برشی یک طبقه در هر امتداد، که در برابر بار ناشی از زلزله در آن امتداد مقاومت می‌کنند، به کل مساحت طبقه اطلاق می‌شود. موارد زیر در محاسبه دیوار نسبی به‌حساب نمی‌آیند.

۱- دیوارهای غیرسازه ای (جداگر)

۲- دیوارهایی که ضخامت آنها از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۳- دیوارهایی که طول آنها از یک‌سوم ارتفاع آنها کمتر باشد.

۴- دیوارهایی که طول آنها از ۱/۰ متر کمتر باشد.

۵- ستون‌ها و جرزهای کنار و بین بازشوها که نسبت طول به ارتفاع موثر آنها از یک‌سوم کمتر باشد.

۶- بخش‌هایی از دیوار که در بالا و پایین بازشوها قرار دارند.

۷- دیوارهایی که پس از اجرای سقف ساخته شده و به‌نحو مناسب به سقف وصل نگردیده باشند.

در ساختمان های موضوع این فصل در رابطه با دیوار نسبی الزامات زیر باید رعایت شوند:

۱- در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان، مقدار دیوار نسبی مورد نیاز در هر طبقه، متناظر با خطر نسبی زلزله مندرج در آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، نباید از مقادیر داده شده در جدول ۸-۵-۳ کمتر باشد.

جدول ۸-۵-۳ حداقل دیوار نسبی سازه‌ای در هر امتداد ساختمان بنایی با کلاف (٪)

نوع دیوار و تعداد طبقات		خطر نسبی زلزله					
		خطر نسبی بسیار زیاد و زیاد			خطر نسبی متوسط و کم		
		زیرزمین	طبقه اول	طبقه دوم	زیرزمین	طبقه اول	طبقه دوم
دیوار آجری	یک طبقه	۶	۴	–	۵	۳	–
	دو طبقه	۸	۶	۴	۶	۵	۳
دیوار بلوک سیمانی	یک طبقه	۱۰	۶	–	۸	۵	–
	دو طبقه	۱۲	۱۰	۶	۹	۸	۵
دیوار سنگی	یک طبقه	۶	۵	–	۵	۴	–
	دو طبقه	۸	۸	۵	۶	۶	۴

۲- دیوارهای سازه‌ای قابل استفاده در محاسبه دیوار نسبی در هر طبقه و در هر امتداد باید به‌طور یک‌نواخت و قرینه در سطح طبقه پخش شوند، به‌گونه‌ای که فاصله بین مرکز سطح یک طبقه و مرکز سطح دیوارهای نسبی آن طبقه (خروج از مرکزیت) در هر امتداد از ۵٪ بعد ساختمان در آن امتداد بیشتر نباشد. چنان‌چه این فاصله در هر کدام از دو امتداد از ۵٪ بیشتر شود، لازم است به ازای هر یک درصد خروج از مرکزیت مازاد، مقادیر حداقل دیوار نسبی مندرج در

جدول ۸-۵-۳ به اندازه یک درصد افزایش یابند (در ۱/۰۱ ضرب شوند). در هر صورت، در هر طبقه و در هر امتداد، خروج از مرکزیت بیش از ۲۰٪ مجاز نمی‌باشد.

۸-۵-۵-۳-۳ دیوار زیرزمین

رعایت موارد زیر برای دیوار زیرزمین الزامی است.

۱- ارتفاع دیوار زیرزمین، از روی کلاف زیر دیوار تا زیر سقف، به ۲/۵ متر محدود می‌شود.

۲- ضخامت دیوار زیرزمین نباید از ۳۲۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۳- ضخامت دیوار زیرزمین نباید از ضخامت دیوار طبقه هم‌کف کمتر باشد.

۴- کلیه نعل درگاه‌ها در طبقه زیرزمین باید از بتن درجا و یا بنایی مسلح ساخته شده و به کلاف‌های قائم مجاور متصل شوند. استفاده از نعل درگاه فولادی در زیرزمین مجاز نمی‌باشد.

۵- دیوارها باید در برابر نفوذ آب و رطوبت عایق‌کاری شوند.

۸-۵-۵-۳-۴ دیوار غیرسازه‌ای (جداگر)

دیوار غیرسازه‌ای باید، علاوه بر موارد ذکر شده در بند ۸-۳-۵-۱، الزامات زیر را نیز برآورده نماید:

۱- دیوار غیرسازه‌ای منحصراً به منظور جداسازی فضاهای ساختمان به‌کار می‌رود. وزن این دیوار یا مستقیماً به وسیله شالوده یا با واسطه کف‌ها توسط دیوارهای سازه‌ای تحمل می‌شود.

۲- لازم است کلیه لبه‌های افقی و قائم دیوار غیرسازه‌ای توسط عناصر افقی و قائم محصور و مهار شوند. این عناصر می‌توانند دیوار متعامد، پشت‌بند، دال، پی و یا کلاف باشند.

۸-۵-۵-۳-۵ اجرای دیوار

در اجرای دیوارهای بنایی غیرمسلح سازه‌ای و غیرسازه‌ای رعایت نکات زیر الزامی است:

۱- در ساخت دیوار از یک نوع واحد مصالح بنایی استفاده شود.

۲- استفاده از آجرهای توپر که به صورت سنتی تولید می‌گردند (آجر فشاری یا گری)، بجز برای کرسی‌چینی و ساخت دیوار سازه‌ای زیرزمین، در چینش دیوار سازه‌ای و یا غیرسازه‌ای مجاز نمی‌باشد.

۳- قبل از اجرا، لازم است واحدهای مصالح بنایی زنجاب شوند تا آب ملات را به خود جذب نکنند.

۴- دیوارچینی باید با ملات ماسه-سیمان یا ملات ماسه-سیمان-آهک (باتارد) با نسبت اختلاط مندرج در بند ۸-۲-۲-۶ و با اطمینان از تأمین مقاومت فشاری تعیین شده در این بند انجام شود.

۵- در چینش دیوار، هر واحد مصالح بنایی حداقل به اندازه یک‌چهارم طول خود با واحدهای رگ قبلی هم‌پوشانی داشته باشد.

۶- امتداد رگ‌ها کاملاً افقی باشد.

۷- بندهای قائم در دو رگ متوالی، در یک امتداد نبوده و شاقولی باشند.

۸- ضخامت بندهای افقی و قائم ملات نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشتر از ۱۵ میلی‌متر باشد. چنان‌چه میلگرد بستر در بند قرار داده شود، می‌توان ضخامت بند را، با توجه به قطر میلگرد و حداقل ۶ میلی‌متر پوشش ملات، حداکثر تا ۲۰ میلی‌متر افزایش داد.

۹- بندهای قائم باید از ملات پر شوند.

۱۰- در هر دیوار سازه‌ای بدون بازشو که طول آن از ۲/۵ متر بیشتر باشد، لازم است در سه تراز مختلف در ناحیه یک‌سوم میانی ارتفاع دیوار از میلگرد بستر استفاده شود. میلگرد بستر باید شامل حداقل دو میلگرد طولی، هر کدام به قطر حداقل ۸ میلی‌متر، که در فاصله‌ای برابر دوسوم ضخامت دیوار از یکدیگر به‌صورت قرینه در بند بستر قرار می‌گیرند، باشد. این میلگردها باید توسط میلگردهای عرضی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر و در فواصل حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر به یکدیگر متصل شوند. میلگردهای بستر باید بدون انفصال در سرتاسر دیوار تا محل کلاف‌های قائم ادامه یافته و در داخل آن‌ها مهار شوند.

۱۱- هر رگ دیوارچینی باید در کلیه دیوارهای ساختمان هم‌زمان اجرا شده و در یک سطح بالا آورده شود. همچنین، استفاده از روش هشت‌گیر در ساخت دیوارهای متقاطع مجاز نمی‌باشد.

۱۲- اگر دیوارچینی به طور هم‌زمان میسر نباشد، می‌توان قسمت‌هایی از دیوار را به‌صورت لاریز ساخت.

۱۳- دیوارچینی باید کاملاً شاقولی باشد.

۱۴- دیوار در محل اجرای کلاف‌های قائم بتن مسلح باید به صورت دندانه‌دار (هشت‌گیر) اجرا شود. در این حالت، حداقل فاصله بین آجرهای هشت‌گیر نباید از بعد لازم کلاف کمتر باشد. به‌جای استفاده از هشت‌گیر می‌توان در هنگام اجرای دیوار با تعبیه دو میلگرد افقی به قطر حداقل ۸ میلی‌متر در هر ۵۰۰ میلی‌متر ارتفاع دیوار، اتصال بین دیوار و کلاف را تأمین نمود. لازم است میلگردهای اتصال در هر طرف از کلاف قائم به اندازه ۳۰۰ میلی‌متر درون بند بستر ادامه یابند.

۱۵- دیوارها باید پس از اجرا حداقل به مدت سه روز به صورت ممتد مرطوب نگه داشته شوند.

۸-۵-۵-۴ بازشو

علاوه بر موارد ذکر شده در بند ۸-۳-۴-۷، رعایت ضوابط زیر در ساختمان‌های موضوع این فصل الزامی است:

۱- بازشو نباید سبب قطع کلاف شود.

۲- مجموع سطح بازشوها در هر دیوار سازه‌ای نباید از یک‌سوم سطح آن دیوار بیشتر باشد.

۳- مجموع طول بازشوها در هر دیوار سازه‌ای نباید از یک‌دوم طول دیوار بیشتر باشد.

۴- فاصله اولین بازشو از ابتدای طول دیوار نباید از دوسوم ارتفاع بازشو و یا ۷۵۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۵- فاصله دو بازشو نباید از دوسوم ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود و همچنین از یک‌ششم 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 سازه‌ای به حساب آورد.

۶- هیچ‌یک از ابعاد بازشو نباید از ۲ متر بیشتر باشد.

۷- چنان‌چه هر کدام از موارد ۲ تا ۶ برآورده نشود، لازم است اطراف بازشوهای مربوطه، بر اساس ضوابط بند ۸-۵-۵-۶-۳، کلاف بازشو تعبیه شود.

۸-۵-۵-۵ نعل درگاه

در اجرای نعل درگاه، علاوه بر موارد ذکر شده در بند ۸-۳-۴-۸، رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- در صورت استفاده از کلاف‌های قائم در اطراف بازشو، نعل درگاه باید به‌نحو مناسبی به آن‌ها متصل شود.

۲- عرض نعل درگاه باید مساوی ضخامت دیوار باشد.

۳- نعل درگاه روی بازشوهای مجاور باید به‌صورت یک‌سره اجرا شده و ضوابط طول تکیه‌گاه مندرج در مورد ۳ بند ۸-۳-۴-۸ را نیز برآورده نماید.

۸-۵-۵-۶ کلاف‌بندی

کلاف‌بندی ساختمان‌های موضوع این فصل، جهت حفظ انسجام و پیوستگی اعضای اصلی ساختمان، شامل دیوارها، کف‌ها و پی الزامی است. کلاف‌بندی باید بر اساس ضوابط زیر انجام گیرد. همچنین، لازم است کلیه کلاف‌های افقی و قائم از بتن مسلح، با مقاومت مشخصه ۲۰ مگاپاسکال ساخته شوند.

۸-۵-۵-۶-۱ کلاف‌بندی افقی

الف) مشخصات و محل قرار دادن کلاف افقی:

در کلیه دیوارهای باربر، کلاف افقی باید در تراز زیر و تراز روی دیوار با رعایت ضوابط زیر ساخته شود:

۱- در تراز زیر دیوار: عرض کلاف نباید از عرض دیوار و یا ۲۵۰ میلی‌متر و ارتفاع آن نباید از دوسوم عرض دیوار و یا ۲۵۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۲- در تراز روی دیوار: عرض کلاف نباید از عرض دیوار کمتر باشد، مگر در دیوارهای بیرونی که به منظور نماسازی می‌توان عرض کلاف را حداکثر تا ۵۰ میلی‌متر از عرض دیوار کمتر اختیار نمود، ولی در هر حالت عرض کلاف افقی نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. ارتفاع کلاف نیز نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. هنگام اجرای کلاف سقف، تدابیر لازم برای اتصال مناسب آن به تیرهای سقف اتخاذ شود. همچنین، چنان‌چه سقف از تاوه تخت بتن مسلح درجا ساخته شود، نیازی به کلاف افقی اضافی در تراز سقف نیست.

ب) مشخصات و محل قرار دادن میلگردها در کلاف افقی بتنی:

۱- میلگردهای طولی باید از نوع آجدار با حداقل قطر ۱۲ میلی‌متر باشند.

۲- میلگردهای طولی باید حداقل چهار عدد بوده و در چهار گوشه کلاف با پوشش بتنی مناسب قرار گیرند. در صورتی که عرض کلاف از ۳۵۰ میلی‌متر فراتر رود تعداد میلگردهای طولی باید به ۶ عدد و یا بیشتر افزایش داده شود به‌گونه‌ای که فاصله هر دو میلگرد مجاور از ۲۵۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

۳- میلگردهای طولی باید با تنگ‌هایی به قطر حداقل ۸ میلی‌متر به یکدیگر بسته شوند. فاصله تنگ‌ها از یکدیگر نباید از ۲۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد. فاصله تنگ‌ها در طولی برابر با ۴۵۰ میلی‌متر از بر کلاف قائم، که ناحیه بحرانی نامیده می‌شود، باید به ۱۰۰ میلی‌متر کاهش یابد. در ناحیه بحرانی و در محل اتصال کلاف‌ها به یکدیگر، نباید میلگرد وصله شود.

۴- پوشش بتن اطراف میلگردهای طولی نباید در مورد کلاف زیر دیوار از ۵۰ میلی‌متر و در مورد کلاف سقف از ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد.

پ) اتصال کلاف‌های افقی:

۱- در هر تراز، کلاف‌ها باید به یکدیگر متصل شوند تا کلاف‌بندی به‌صورت یک شبکه به‌هم پیوسته باشد.

۲- میلگردها در محل تلاقی کلاف‌ها باید حداقل به اندازه ۵۰۰ میلی‌متر هم‌پوشانی داشته باشند.

۳- کلاف افقی نباید در هیچ جا منقطع باشد. در صورت نیاز به عبور لوله، قطر آن نباید بیش از یک‌ششم عرض کلاف باشد. عبور لوله نباید باعث قطع و یا جابجایی میلگردها شود. همچنین لوله آب گرم باید با عایق حرارتی پوشانده شود.

۸-۵-۵-۶-۲ کلاف‌بندی قائم

الف) مشخصات و محل قرار دادن کلاف قائم

۱- کلاف‌های قائم بتن مسلح باید در محل تقاطع دیوارهای سازه‌ای تعبیه شوند. در صورتی که طول دیوار بین دو کلاف بیشتر از ۵ متر باشد باید کلاف‌های قائم اضافی با توزیع یک‌نواخت در فواصل حداکثر ۵ متر در داخل دیوار، تعبیه شود.

۲- عرض کلاف قائم نباید از عرض دیوار مجاور در هر جهت کمتر باشد، مگر در دیوارهای بیرونی که به منظور نماسازی می‌توان عرض کلاف را حداکثر تا ۵۰ میلی‌متر از عرض دیوار کمتر اختیار نمود، ولی در هر حالت هیچ یک از ابعاد مقطع کلاف قائم نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۳- در ساختمان‌های دو طبقه و یا ساختمان‌های دارای زیرزمین، لازم است در کلیه گوشه‌های بیرونی ساختمان از کلاف قائم گوشه (دوبل)، مطابق مورد (پ) در زیر استفاده نمود.

۴- طول کلاف قائم گوشه در امتداد گوشه، نباید از ۵۰۰ میلی‌متر و یا عرض دیوار متعامد به‌علاوه ۲۰۰ میلی‌متر، هر کدام بیشتر است، کمتر باشد.

ب) مشخصات و محل قرار دادن میلگردها در کلاف قائم بتنی تک

۱- میلگردهای طولی باید از نوع آجدار با حداقل قطر ۱۲ میلی‌متر باشد.

۲- حداقل چهار میلگرد طولی باید در چهار گوشه کلاف با پوشش بتنی مناسب قرار گیرند و به‌نحو مناسبی با میلگردهای طولی کلاف افقی مهار شوند.

۳- میلگردهای طولی باید با تنگ‌هایی به قطر حداقل ۸ میلی‌متر به یکدیگر بسته شوند. فاصله تنگ‌ها از یکدیگر نباید از ۲۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد. حداکثر فاصله تنگ‌ها در ناحیه بحرانی بالا و پایین کلاف باید به ۱۰۰ میلی‌متر کاهش یابد. طول ناحیه بحرانی در کلاف قائم از بر داخلی کلاف افقی محاسبه می‌شود و بزرگترین دو مقدار زیر می‌باشد:

الف) یک‌پنجم فاصله محور تا محور کلاف‌های افقی بالا و پایین دیوار

ب) دو برابر ضخامت کلاف قائم در راستای عمود بر دیوار

۴- در ناحیه بحرانی و در محل اتصال کلاف‌ها به یکدیگر، نباید میلگرد وصله شود.

۵- پوشش بتن اطراف میلگردهای طولی نباید از ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۶- در صورتی که حداقل عرض مقطع کلاف از ۳۵۰ میلی‌متر بیشتر باشد، تعداد میلگردهای طولی باید به ۶ عدد و یا بیشتر افزایش داده شود، به‌طوری که فاصله هر دو میلگرد مجاور از ۲۵۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

۷- میلگردهای طولی کلاف قائم طبقه زیرین باید حداقل به اندازه ۲۵۰ میلی‌متر به‌صورت قائم و با خم ۹۰ درجه، حداقل ۲۰۰ میلی‌متر در داخل پی یا کلاف زیر دیوار مهار شوند.

پ) مشخصات و محل قرار دادن میلگردها در کلاف قائم بتنی گوشه (دوبل)

۱- میلگردهای طولی باید از نوع آجدار با حداقل قطر ۱۲ میلی‌متر باشد.

۲- حداقل هشت میلگرد طولی باید با آرایشی مطابق بند ۸-ر-۵-۵-۶-۲ راهنمای این مبحث و با پوشش بتنی مناسب قرار گیرند و به‌نحو مناسبی به میلگردهای طولی کلاف افقی مهار شوند.

۳- میلگردهای طولی باید با تنگ‌هایی به قطر حداقل ۸ میلی‌متر به یکدیگر بسته شوند. فاصله تنگ‌ها از یکدیگر نباید از ۲۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد. حداکثر فاصله تنگ‌ها در ناحیه بحرانی بالا و پایین کلاف باید به ۱۰۰ میلی‌متر کاهش یابد. طول ناحیه بحرانی در کلاف قائم از بر داخلی کلاف افقی محاسبه می‌شود و بزرگترین دو مقدار زیر می‌باشد.

الف) یک‌پنجم فاصله محور تا محور کلاف‌های افقی بالا و پایین دیوار

ب) دو برابر ضخامت کلاف قائم در راستای عمود بر دیوار

۴- در ناحیه بحرانی و در محل اتصال کلاف‌ها به یکدیگر، نباید میلگرد وصله شود.

۵- پوشش بتن اطراف میلگردهای طولی نباید از ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۶- چنان‌چه عرض کلاف در هر امتداد از ۳۵۰ میلی‌متر بیشتر باشد، تعداد میلگردهای طولی در آن امتداد و در هر ردیف باید به ۳ عدد و یا بیشتر افزایش داده شود، به‌گونه‌ای که فاصله هر دو میلگرد مجاور از ۲۵۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

۷- میلگردهای طولی کلاف قائم طبقه زیرین باید حداقل به اندازه ۲۵۰ میلی‌متر به‌صورت قائم و با خم ۹۰ درجه، حداقل ۳۰۰ میلی‌متر در داخل پی یا کلاف زیر دیوار مهار شوند.

ت) اتصال کلاف‌های قائم

کلاف‌های قائم باید به‌نحو مناسب به کلاف‌های افقی متصل شوند. در نقاط تقاطعی که کلاف قائم ادامه می‌یابد، میلگردهای طولی کلاف قائم باید بدون قطع شدن از درون کلاف افقی عبور نمایند. در نقاط تقاطعی که کلاف قائم ادامه نمی‌یابد، میلگردهای طولی کلاف قائم باید تا روی میلگردهای فوقانی کلاف افقی ادامه یافته و با خم ۹۰ درجه حداقل به اندازه ۵۰۰ میلی‌متر در داخل کلاف افقی مهار شوند. همچنین، کلاف‌های قائم باید به‌نحو مناسب به یکدیگر و به پی یا کلاف زیر دیوار متصل شوند.

۸-۵-۵-۶-۳ کلاف بازشو

چنان‌چه بازشوها شرایط هندسی موارد ۲ تا ۶ بند ۸-۵-۵-۴ را نداشته باشند، لازم است اطراف آنها کلاف بازشو اجرا شود. کلاف بازشو می‌تواند از جنس بتن‌آرمه و یا فولاد باشد.

الف) کلاف بازشوی بتن‌آرمه:

کلاف بازشوی بتن‌آرمه باید ضوابط زیر را برآورده سازد.

۱- بعد کلاف بازشوی بتنی افقی و قائم، در امتداد دیوار، نباید از ۱۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. همچنین، عرض کلاف بازشو باید برابر با عرض دیوار باشد.

۲- مقاومت فشاری بتن کلاف بازشوی بتن‌آرمه نباید از ۲۰ مگاپاسکال کمتر باشد.

۳- لازم است کلاف بازشوی بتنی توسط دو میلگرد، هرکدام به قطر حداقل ۱۰ میلی‌متر که در فواصل حداکثر ۲۰۰ میلی‌متر توسط میلگردهای عرضی، به قطر حداقل ۶ میلی‌متر بسته شده باشند، مسلح شود. چنانچه عرض دیوار از ۳۵۰ میلی‌متر بیشتر باشد، لازم است از سه عدد و یا بیشتر میلگرد در عرض استفاده نمود، به‌گونه‌ای که فاصله بین میلگردها از ۲۵۰ میلی‌متر بیشتر نباشد.

۴- لازم است کلاف بازشوی قائم، به‌وسیله یکی از دو روش دندانه‌ای و یا اتصال میلگرد بستر به دیوار متصل شود.

۵- لازم است کلاف‌های افقی وقائم بتنی بازشو به‌نحو مناسب به یکدیگر و به کلاف‌های قائم و افقی دیگر (کلاف ساختمان و کلاف بازشو) متصل گردند.

ب) کلاف بازشوی فولادی:

بجای استفاده از کلاف بازشوی بتنی، می‌توان از کلاف بازشوی فولادی مناسب استفاده نمود. در اجرای کلاف بازشوی فولادی، رعایت ضوابط زیر الزامی است.

۱- سطح مقطع کلاف بازشوی فولادی نباید از ۸۰۰ میلی‌متر مربع کمتر باشد.

۲- لازم است کلاف بازشوی فولادی قائم، در فواصل حداکثر برابر با ۴۰۰ میلی‌متر، توسط دو شاخه میلگرد بستر به قطر حداقل ۱۰ میلی‌متر و به طول حداقل ۳۰۰ میلی‌متر، به دیوار مجاور مهار شود.

۳- لازم است کلاف‌های بازشوی افقی و قائم فولادی به‌نحو مناسب به یکدیگر و به کلاف‌های قائم و افقی بتنی متصل شوند.

۸-۵-۵-۷ جان‌پناه

در ساخت جان‌پناه، الزامات زیر باید رعایت شوند:

۱- ارتفاع جان‌پناه اطراف بام و بالکن‌ها از کف تمام شده نباید از ۵۰۰ میلی‌متر بیشتر و ضخامت آن نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۲- لازم است دیوار جان‌پناه در فواصل حداکثر ۵ متر توسط کلاف‌های قائم دیوار، که از طبقه زیر جان‌پناه ادامه می‌یابند، مهار شود.

۳- لازم است بر روی جان‌پناه یک کلاف افقی بتن‌آرمه، به عمق حداقل ۱۰۰ میلی‌متر و عرضی برابر با عرض جان‌پناه، که با حداقل دو میلگرد افقی به قطر ۱۰ میلی‌متر مسلح می‌شود، اجرا شود. بجای استفاده از کلاف افقی بتن‌آرمه، می‌توان از کلاف افقی فولادی مطابق بند ۸-۵-۵-۶-۳-ب استفاده نمود.

۸-۵-۵-۸ سقف

سقف ساختمان‌های مشمول این فصل می‌تواند به‌صورت تخت، شیب‌دار و قوسی با رعایت شرایط زیر ساخته شود.

۱- در زیر سقف، یک کلاف افقی مطابق بند ۸-۵-۵-۶-۱ اجرا شود. هنگام اجرای کلاف سقف، تدابیر لازم برای اتصال مناسب آن به تیرهای سقف اتخاذ شود.

۲- بخش طره‌ای سقف باید هم‌زمان با سقف اجرا شده و تیرهای آن ادامه تیرهای سقف باشد.

۳- طراحی و اجرای سقف از هر نوع باید بر اساس ضوابط صحیح بوده به‌گونه‌ای که انسجام سقف و اتصال آن به کلاف زیر سقف حفظ شود. در ادامه، ضوابط مربوط به اجرای سقف‌های موضوع این فصل آورده شده است.

۸-۵-۵-۸-۱ سقف تاق‌ضربی

در طراحی و اجرای سقف تاق‌ضربی رعایت موارد زیر الزامی است.

۱- تیرآهن‌های سقف باید بر اساس روش تنش مجاز و برای بارهای خدمت ساکن، سربار و زلزله (عمود بر صفحه سقف) طراحی شوند. به‌جای بار زلزله می‌توان بار ساکن را ۵۰٪ افزایش داد.

۲- فاصله بین تیرآهن‌های سقف نباید از ۱ متر بیشتر باشد.

۳- خیز تاق آجری نباید از ۵۰ میلی‌متر کمتر باشد.

۴- طول نشیمن تیرهای اصلی سقف بر روی کلاف افقی باید برابر عرض کلاف باشد.

۵- 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 شوند. لازم است تیرآهن‌های عرضی در محل تقاطع تیرآهن های اصلی با دیوار باربر (روی کلاف افقی) نیز اجرا شوند.

۶- لازم است تیرآهن‌های عرضی با استفاده از اتصال مناسب نبشی و تسمه به تیرآهن‌های اصلی سقف و در صورت پیوسته بودن، با استفاده از صفحه اتصال فولادی به کلاف بتنی متصل شوند.

۷- لازم است تیرآهن‌های اصلی سقف با استفاده از صفحه اتصال فولادی به سطح بالایی کلاف افقی متقاطع متصل شوند.

۸- چنان‌چه سقف تاق‌ضربی در تراز کلاف افقی اجرا شود، انتهای تیرآهن‌های اصلی سقف باید در تمام عرض کلاف بتنی، درون شبکه میلگرد کلاف قرار گرفته و به‌نحو مناسب به آن متصل شود.

۹- تکیه‌گاه مناسبی برای پاتاق آخرین دهانه تاق‌ضربی تعبیه شود. این تکیه‌گاه می‌تواند با قرار دادن یک نیمرخ فولادی و اتصال آن با کلاف زیر خود یا با جاسازی در کلاف بتنی تأمین شود.

۱۰- لازم است تیرآهن‌های اصلی سقف با استفاده از تسمه فولادی، به عرض حداقل ۵۰ میلی‌متر و ضخامت حداقل ۵ میلی‌متر، به‌صورت ضربدری مهار شوند.

۱۱- برای اجرای پاتاق آجری لازم است از آجر سوراخ‌دار و ملات گچ و خاک، مطابق بند ۸ ۲ ۲ ۶ ۱، استفاده شود.

۸-۵-۵-۸-۲ سقف تیرچه بلوک

طراحی سقف تیرچه بلوک باید بر مبنای دستورالعمل‌ها و استانداردهای معتبر انجام پذیرد. در اجرای سقف تیرچه بلوک، رعایت ضوابط بند ۸-۴-۶-۱۳-۱ الزامی است. همچنین، لازم است با استفاده از میلگردهای اتصال، تیرچه‌های سقف به‌نحو مناسب به کلاف افقی متصل شوند.

۸-۵-۵-۸-۳ سقف بتن‌آرمه

در ساختمان‌های بنایی با کلاف، لازم است طراحی و اجرای کف‌ها و سقف بتن‌آرمه بر اساس ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و با توجه به الزامات زیر انجام گیرد.

۱- با توجه به نوع سیستم باربری این گونه ساختمان‌ها در تحلیل دال بتن‌آرمه، لازم است شرایط تکیه‌گاهی دال به‌صورت صلب در نظر گرفته شود.

۲- لازم است بتن‌ریزی دال بتن‌آرمه و کلاف افقی به صورت هم‌زمان اجرا شود.

۳- در صورت اجرای دال بتن‌آرمه تخت، ضمن رعایت کلیه ضوابط طراحی و اجرای این نوع دال، می‌توان کلاف افقی سقف را اجرا نکرد، مشروط بر آن که اتصال مناسب بین کلاف‌های قائم دیوار و بازشو و دال تخت برقرار گردد.

۸-۵-۵-۸-۴ سقف شیب‌دار

سقف شیب‌دار متشکل از خرپاهای چوبی یا فلزی، تیرچه‌های فرعی و پوشش مناسب روی تیرچه‌های فرعی می‌باشد. در اجرای این نوع سقف رعایت ضوابط زیر الزامی است:

۱- حداکثر فاصله خرپاها از یکدیگر ۴/۵ متر می‌باشد.

۲- خرپاهای سقف شامل اعضای فوقانی، تحتانی و اعضای مورب و یا قائم متصل‌کننده اعضای فوقانی و تحتانی می‌باشند.

۳- در خرپاهای چوبی، اعضای فوقانی و تحتانی باید از چوب‌هایی با قطر حداقل ۸۰ میلی‌متر باشند.

۴- در سقف‌های شیب‌دار چوبی، اعضای مورب و یا قائم باید از چوب‌هایی با قطر حداقل ۵۰ میلی‌متر و طول حداکثر ۱/۲ متر باشند.

۵- فاصله مرکز به مرکز تقاطع‌های موجود روی اعضای فوقانی و تحتانی حداکثر ۱/۲ متر باشد.

۶- اعضای مورب باید به‌طور مناسبی به اعضای فوقانی و تحتانی متصل شوند. همواره باید امتداد کلیه اعضا در یک اتصال از یک نقطه به نام مفصل بگذرد.

۷- تیرچه‌ها باید به‌نحو مناسبی به اعضای فوقانی متصل شوند.

۸- فاصله محور به محور تیرچه‌ها نباید بیشتر از ۶۰۰ میلی‌متر باشد.

۹- حداقل قطر تیرچه‌های چوبی براساس جدول ۸-۵-۴ به‌دست می‌آید.

جدول ۸-۵-۴ حداقل قطر تیرچه‌های چوبی 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

تبصره: برای پوشش فلزی، اعداد این جدول در عدد ۰/۷۵ ضرب می‌شوند.

۸-۵-۵-۸-۴-۱ پوشش سقف شیب‌دار

پوشش روی تیرچه‌ها باید به روش مناسب، مانند یکی از روش‌های زیر اجرا شود:

الف) پوشش فلزی:

در این نوع پوشش، روی تیرچه‌ها با استفاده از ورق‌های فلزی موج‌دار پوشانده می‌شود. این ورق‌ها باید به‌وسیله پیچ‌های خم‌شده (پیچ سرخم) و واشرهای لاستیکی جهت آب‌بندی به تیرچه‌ها وصل شوند.

ب) پوشش سفالی:

در این نوع پوشش، روی تیرچه‌ها باید با تخته‌هایی به ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر کاملاً پوشیده شود. لازم است تخته‌ها با میخ‌های چوبی یا فلزی به تیرچه‌ها وصل شوند. زهوار نگهدارنده سفال‌ها باید توسط میخ به تخته‌ها متصل شود. سفال‌ها باید چنان قرار داده شوند که هم‌پوشانی مناسب جهت آب‌بندی سقف داشته باشند.

پ) پوشش غوره‌گل:

در این نوع پوشش، روی تیرچه‌ها باید با تخته‌هایی به ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر کاملاً پوشیده شود. تخته‌ها باید با میخ‌های چوبی یا فلزی به تیرچه‌ها وصل شوند. لازم است روی تخته‌ها با استفاده از غوره‌گل به ضخامت حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر به‌طور کامل پوشیده شده و روی غوره‌گل، اندود کاه‌گل به ضخامت حداکثر ۳۰ میلی‌متر اجرا شود.

۸-۵-۵-۸-۵ سقف قوسی

سقف قوسی از نوع آجری، چوبی و یا ترکیبی از عناصر فولادی، بتن‌آرمه و آجر می‌باشد. این سقف‌ها می‌توانند به شکل استوانه‌ای یا گنبدی ساخته شوند. سقف قوسی روی کلاف بتن‌آرمه افقی زیر سقف قرار می‌گیرد و باید به‌طور مناسب به آن وصل شود. پوشش روی این نوع سقف می‌تواند از انواع عایق‌های رطوبتی رایج و یا اندود کاه‌گل به ضخامت حداکثر ۳۰ میلی‌متر یا آجرفرش باشد. در اجرای سقف‌های قوسی رعایت ضوابط زیر الزامی است.

الف) سقف‌های استوانه‌ای

۱- حداقل خیز قوس استوانه‌ای برای دهانه‌های کناری برابر نصف دهانه و برای دهانه‌های میانی برابر یک‌سوم دهانه می‌باشد.

۲- به منظور تحمل نیروی رانش افقی باید به یکی از شیوه‌های زیر عمل شود:

الف- کلاف افقی زیر سقف باید در جهت دهانه قوس و در فواصل حداکثر ۱/۵ متر به‌وسیله یک عضو افقی (کش) در جهت عمود بر محور قوس تقویت شود. عضو افقی کششی می‌تواند از نوع تیر بتن‌آرمه یا فولادی بوده و لازم است به‌نحو مناسب در کلاف افقی مهار شود. عضو افقی بتن‌آرمه باید دارای حداقل سطح مقطع ۱۰۰ سانتی‌متر مربع بوده و حداقل با دو میلگرد آج‌دار، هر کدام به قطر ۱۰ میلی‌متر، مسلح شود. سطح مقطع عضو افقی فولادی (ترجیحا ازانواع: I، ناودانی، نبشی یا قوطی) نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر مربع باشد.

ب- دیوارهای کناری باید در فواصل حداکثر برابر ۱/۵ متر توسط پشت‌بند مناسب تقویت شوند.

ب) سقف‌های گنبدی

سقف‌های گنبدی باید دارای پلان دایره‌ای یا چند ضلعی منظم باشند. حداقل خیز قوس این نوع سقف برابر با یک‌سوم دهانه گنبد است. در این نوع سقف لازم است علاوه بر کلاف بتنی افقی روی دیوار، یک کلاف بتن‌آرمه افقی پیوسته در زیر گنبد تهیه شده و به کلاف افقی روی دیوار متصل شود به‌طوری که دو کلاف یک مجموعه به هم پیوسته را تشکیل دهند.

۸-۵-۸-۶ سقف چوبی تخت

سقف تخت از نوع چوبی متشکل از تیر، پوشش تخته یا نظیر آن، غورگل و اندود کاه‌گل یا اندودهای دیگر می‌باشد. در اجرای این نوع سقف رعایت موارد زیر الزامی است:

۱- لازم است تیرهای اصلی سقف از نوع چوب چهارتراش باشند.

۲- تیرهای اصلی سقف باید روی کلاف افقی سقف قرار گرفته و به‌نحو مناسب به آن متصل شوند.

۳- فاصله محور تا محور تیرهای اصلی سقف نباید از ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

۴- حداقل قطر یا عمق تیرها باید بر اساس جدول ۸-۵-۵ تعیین شود.

۵- تیرهای اصلی سقف باید از هر طرف ساختمان حداقل ۳۰۰ میلی‌متر و حداکثر ۶۰۰ میلی‌متر به‌صورت طره ادامه یابند.

۶- روی تیرها به‌وسیله تخته‌هایی با ضخامت حداقل ۱۰ میلی‌متر یا مصالح مناسب دیگر به‌صورت کاملاً به‌هم چسبیده پوشیده شود.

۷ روی تخته‌ها با غوره‌گل به ضخامت حداکثر ۱۰۰ میلی‌متر پوشیده شود.

۸- به‌منظور عایق‌کاری، روی غوره‌گل با کاه‌گل به ضخامت حداکثر ۳۰ میلی‌متر و یا انواع اندودهای رایج پوشیده شود.

۹- درصورت استفاده از کاه‌گل، برای عایق‌کاری مجدد لایه کاه‌گل قبلی باید برداشته شود.

جدول ۸-۵-۵ حداقل قطر تیرهای چوبی 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

۸-۵-۵-۹ خرپشته

در اجرای خرپشته باید الزامات زیر رعایت شود.

۱- چنان‌چه سطح زیربنای خرپشته بیش از ۲۵ درصد سطح زیربنای طبقه زیر خود باشد، خرپشته به‌عنوان یک طبقه محسوب شده و باید ضوابط بند ۸-۵-۴-۲ را برآورده نماید.

۲- لازم است ضوابط مربوط به دیوار نسبی طبقه، در هر دو امتداد، مطابق الزامات بند ۸-۵-۵-۳-۲، رعایت شود.

۳- لازم است سیستم کلاف‌بندی ساختمان، شامل کلاف‌های قائم و افقی، در خرپشته نیز ادامه یابد.

۸-۵-۶ الزامات غیرسازه‌ای

۸-۵-۶-۱ نماسازی

در نماسازی ساختمان بنایی با کلاف باید الزامات بند ۸-۳-۵-۶ رعایت شود.

۸-۵-۶-۲ دیوار جداگر

در ساخت دیوارهای غیرسازه‌ای جداگر، لازم است ضوابط بند ۸-۳-۵-۱ و بند ۸-۵-۵-۳-۴ رعایت شود.

۸-۵-۶-۳ پلکان

در ساخت پلکان، علاوه بر الزامات بند ۸-۳-۵-۴، موارد زیر نیز باید رعایت شوند.

۱- محاسبه بار وارد بر پلکان بر مبنای ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و طراحی پلکان بر مبنای ضوابط مبحث نهم و یا مبحث دهم مقررات ملی ساختمان می‌باشد.

۲- لازم است دال پلکان در تراز کف به پی بتن‌آرمه یا کلاف افقی، در تراز پاگرد به کلاف افقی نیم طبقه و در تراز طبقه به کلاف افقی طبقه به‌نحو مناسب (مانند جزئیات ارائه شده در بند ۸-ر-۳-۵-۴ راهنمای این مبحث) متصل شود.

۸-۵-۶-۴ آسانسور و بالابر

نصب آسانسور و بالابر در ساختمان‌های موضوع این فصل، باید بر اساس ضوابط بند ۸-۳-۵-۵ باشد.

۸-۵-۶-۵ کف‌سازی

در کف‌سازی طبقات و بام، باید الزامات بند ۸-۳-۵-۲ رعایت شود.

۸-۵-۶-۶ تاسیسات

تاسیسات ساختمان‌های بنایی با کلاف باید بر مبنای ضوابط مندرج در مباحث مربوطه مقررات ملی ساختمان و با توجه به الزامات بند ۸-۳-۵-۱۲ طراحی و نصب شوند.

۸-۵-۶-۷ دیوار محوطه

در ساخت دیوار محوطه بنایی باید الزامات بند ۸-۳-۶ رعایت شود. در ساخت دیوار محوطه بنایی با کلاف، علاوه بر الزامات بند ۸-۳-۶، لازم است موارد زیر رعایت شود.

۱- لازم است برای مهار دیوار بنایی، علاوه بر پی بتنی و یا کلاف بتنی زیر دیوار، از کلاف قائم و کلاف افقی روی دیوار استفاده شود.

۲- طول آزاد دیوار بنایی با کلاف بین دو پشت بند یا کلاف قائم، نباید از ۵ متر بیشتر باشد.

۳- ضوابط اجرای کلاف قائم دیوار، مشابه کلاف قائم ساختمان (بند ۸-۵-۶-۲-ب) می‌باشد.

۴- ضوابط اجرای کلاف افقی روی دیوار، چنان‌چه ارتفاع دیوار از ۲ متر بیشتر نباشد، مشابه کلاف افقی روی جان‌پناه (مورد ۳، بند ۸-۵-۵-۷) و چنان‌چه بیشتر از ۲ متر باشد، مشابه کلاف افقی ساختمان (بند ۸ ۵ ۶ ۵-۱) می‌باشد.

پیوست ۸-پ-۱

استانداردهای ملی ایران مرتبط با مبحث هشتم

- استاندارد ملی ایران، شماره ۳۹۳: "سیمان- تعیین مقاومت فشاری و خمشی- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۷۶۱: "آیین کاربرد حفاظت و انبار کردن سیمان در کارگاه ساختمانی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۹۳۱: "سیمان سفید ویژگی‌ها و معیارهای انطباق"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳۴۳۲: "ویژگی‌های سیمان پرتلند پوزولانی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۳۵۱۶: "سیمان بنایی- قسمت اول: ترکیبات، ویژگی‌ها و معیارهای انطباق"
- اسناندارد ملی ایران، شماره ۲-۳۵۱۶: "سیمان بنایی- قسمت دوم: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳۵۱۷: " ویژگی‌های سیمان سربارهای"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۷۰: "آهک ساختمانی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۳۵: "آهک هیدراته برای مصارف ساختمانی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۶۱: "سقف پوش گچی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۷۸۶: "گچ- بلوک‌های گچی- تعاریف، الزامات و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۱۲۰۱۵: "گچ‌های ساختمانی و اندودهای گچی آماده- قسمت اول: تعاریف و ویژگی‌ها"

- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۱۲۰۱۵: "گچ‌های ساختمانی و اندودهای گچی آماده- قسمت دوم: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۷۰۶: "ملاتهای بنایی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۷۰۶: "ملات بنایی- قسمت اول: ملات اندودکاری بیرونی و داخلی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۷۰۶: "ملات بنایی- قسمت دوم: ملات برای کارهای بنایی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۹۰۳: "تهیه و بکار بردن ملات‌های بنایی- بخش اول: ملات‌های ماسه-سیمان باتارد"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۲۹۳۰: "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب- قسمت اول: الزامات مشترک"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۲۹۳۰: "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب- قسمت دوم: افزودنی‌های بتن- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳-۲۹۳۰: "افزودنی‌های بتن، ملات و دوغاب- قسمت سوم: افزودنی‌های ملات بنایی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۸۸۷۱: "ملات دوغابی (روان ملات) برای بنایی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۸۹۴۵: "ملات- تعیین مقاومت چسبندگی ملات به قطعات بنایی- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۴۴۵: "ملات سیمان هیدرولیکی- اندازه‌گیری روانی- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۱۰۸۲: "اندازه‌گیری مقاومت فشاری ملات‌ها، دوغاب‌ها، رویه‌های یک‌پارچه و بتن‌های پلیمری مقاوم به مواد شیمیایی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۱۰۸۷: "تعیین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته ملات‌ها، دوغاب‌ها، رویه‌های یک‌پارچه و بتن‌های پلیمری مقاوم به مواد شیمیایی"

- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۴۸۷۷: "ملات- نفوذ و نشت آب از میان دیوار بنایی- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۹۱۵۰: "ملات بنایی- قسمت دوم: نمونه‌گیری توده‌ای (انبوهی) ملات و تهیه ملات‌های آزمایشی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳-۹۱۵۰: "ملات بنایی- قسمت سوم: تعیین روانی ملات تازه (به‌وسیله میز روانی)"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۹-۹۱۵۰: "ملات بنایی- روش آزمون- قسمت نهم: تعیین عمرکارایی و زمان تصحیح ملات تازه"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱-۹۱۵۰: "ملات بنایی- روش آزمون- قسمت یازدهم: تعیین مقاومت خمشی و فشاری ملات سخت‌شده"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۷۵۱۴: "سنگدانه‌های ملات بنایی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۵۶۹۸: "سنگ‌های ساختمانی-تعیین مقاومت فشاری- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳۰۲: "سنگدانه‌های بتن- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۴۹۷۷: "سنگدانه‌ها- دانه‌بندی سنگ‌دانه‌های ریز و درشت- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۷۶۵۷: "سنگ‌دانه- سنگ‌دانه برای بلوک‌های بنایی بتنی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۷۵۱۴: "سنگ‌دانه‌های ملات بنایی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۸۸۸۳: " سنگ‌دانه‌های روان ملات بنایی- ویژگی‌ها "
- استاندارد ملی ایران، شماره ۷: "آجر رسی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۷۱۲۲: "مصالح ساختمانی- آجرهای رسی سبک غیر باربر با سوراخ‌های افقی و پنل‌های آجری رسی سبک غیر باربر با سوراخ‌های افقی- ویژگی‌ها "
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۲۹۰۲: "بلوک‌های سقفی مورد مصرف در سقف‌های تیرچه بلوک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"

- استاندارد ملی ایران، شماره ۷۱۲۱: "مصالح ساختمانی- بلوک‌های سفالی دیواری باربر و غیر باربر با سوراخ‌های قائم- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۷۱۳۴: "مصالح ساختمانی- آجرهای رسی سبک غیر باربر با سوراخ‌های افقی، پنل‌های آجری رسی سبک غیر باربر با سوراخ‌های افقی و آجرهای رسی سبک با سوراخ‌های قائم- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۲۳۶۷: "آجر ماسه آهکی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۷۰: "بلوک‌های سیمانی قسمت اول: ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۷۰: "بلوک‌های سیمانی توخالی- قسمت دوم: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳-۸-۱۶: "بتن سخت شده- قسمت سوم: تعیین مقاومت فشاری - روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳-۲۹۰۹: "بلوک‌های سقفی مورد مصرف درسقف‌های تیرچه بلوک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۳-۳۲۰: "بتن تازه- قسمت دوم: تعیین روانی به روش اسلامپ- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۷۷۸۲: "مصالح ساختمانی-بلوک‌های سیمانی سبک غیر باربر- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۴۵۰۴: "بلوک بتنی سبک سلولی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۴-۱۳۴۵۵: "بنایی- قسمت ۴: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۵-۱۳۴۵۵: "بنایی- قسمت ۵: واژه نامه"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۹۳۴۴: "اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی خمشی مصالح بنایی- روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۹۱۷۴: "قطعات بنایی- تعیین مقاومت خمشی قطعات بنایی بتنی- روش آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۹-۲۱۵۷۲: "اجزای فرعی برای ساختمان بنایی- قسمت نهم: تعیین مقاومت خمشی و مقاومت برشی نعل‌های درگاهی- روش آزمون"

- استاندارد ملی ایران، شماره ۲۹۵۲: "ویژگی‌های عایق‌های رطوبتی در ساختمان (قیر و گونی)"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۳۸۸۵: "عایق‌های رطوبتی قیری پیش‌ساخته بام- پلیمری- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۶۹۰۸: "سقف- سقف‌های چوبی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۹۸۴۹: "سازه‌های چوبی- اتصالات ساخته شده با قیود مکانیکی- اصول اولیه تعیین مشخصه‌های مقاومتی و تغییر شکلی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳۱۳۲: "میلگردهای گرم نوردیده برای تسلیح بتن- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳۶۹۴: "ورق فولادی گرم نوردیده با کیفیت ساختمانی"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۸۱۰۲: "فولاد برای تسلیح و پیش‌تنیدن بتن- روش‌های آزمون- قسمت اول: میلگرد، مفتول و سیم‌های تسلیح کننده"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۸۱۰۳: "فولاد برای تسلیح و پیش‌تنیدن بتن- روش‌های آزمون- قسمت دوم: شبکه جوش شده
- استاندارد ملی ایران، شماره ۳-۸۱۰۳: "فولاد برای مسلح کردن بتن- قسمت سوم: شبکه فولادی- ویژگی‌ها"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۱۲۷۲۳: "فولادها برای آرماتوربندی بتن- کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده‌های مکانیکی میله‌ها- قسمت اول: الزامات"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۱۲۷۲۳: "فولادها برای آرماتوربندی بتن- کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده‌های مکانیکی میله‌ها- قسمت دوم: روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۱۳۹۶۸: "نبشی‌های فولادی گرم نوردیده- قسمت اول: نبشی‌های بال مساوی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون"
- استاندارد ملی ایران، شماره ۱۶۰۷۸: "اتصالات- پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها، میله‌های دوسر رزوه و مهره‌ها- نمادها و مشخصه‌ها"

غیر قابل استناد

پیوست ۸-پ-۲
طراحی به روش تنش مجاز

۸-پ-۲-۱ کلیات

این پیوست شامل حداقل ضوابط برای طراحی و اجرای ساختمان‌های بنایی مسلح بر مبنای روش تنش مجاز می‌باشد. در طراحی و اجرای ساختمان‌های بنایی مسلح به روش تنش مجاز، علاوه بر رعایت الزامات عمومی ذکر شده در فصل سوم و فصل چهارم، رعایت ضوابط این پیوست ضروری می‌باشد.

۸-پ-۲-۱-۱ محدوده کاربرد

حداکثر ارتفاع ساختمان‌های بنایی مسلح ۱۶ متر از تراز پایه یا حداکثر ۵ طبقه با احتساب زیر زمین می‌باشد.

۸-پ-۲-۱-۲ مصالح

مصالح مصرفی باید با کلیه مقررات و ضوابط ارائه شده در مبحث پنجم مقررات ملّی ساختمان و فصل دوم و چهارم این مبحث مطابقت داشته باشند.

۸-پ-۲-۲ بارگذاری

۸-پ-۲-۲-۱ ضوابط بار

۱- بارهای طراحی باید منطبق بر الزامات مندرج در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و ضوابط مندرج در این پیوست محاسبه گردند.

۲- برای انتقال بارهای وارده به زمین باید مسیرهای بار پیوسته و دارای مقاومت و سختی کافی باشند.

۸-پ-۲-۲-۲ مقاومت در برابر بارهای جانبی

طراحی ساختمان بنایی مسلح باید به‌نحوی انجام شود که ساختمان علاوه بر تحمل بارهای ثقلی، در برابر بارهای جانبی، نظیر بار ناشی از باد و زلزله، مقاومت لازم را دارا باشد و قادر به تحمل تغییرشکل‌های ناشی از آنها نیز باشد.

۸-پ-۲-۲-۳ انتقال بار در اتصالات افقی

انتقال بار در اتصالات افقی بین اعضا باید بر اساس الزامات زیر باشد.

۱- دیوارها، ستون‌ها و جرزها باید برای مقاومت در برابر بارها، لنگرها و برش‌ها در محل اتصال به اعضای افقی طراحی شوند.

۲- تاثیر تغییرشکل جانبی و انتقالی اعضای تامین کننده تکیه‌گاه جانبی باید لحاظ شود.

۳- ابزارهایی که برای اتصال اعضا استفاده می‌شوند باید برای نیروهای ایجاد شده در آنها طراحی شوند.

۸-پ-۲-۲-۴ توزیع بارهای جانبی

نیروهای جانبی باید بین عناصر باربر جانبی به نسبت سختی آنها توزیع شده و الزامات زیر را برآورده سازند.

۱- بال‌های دیوارهای متقاطع باید در محاسبه سختی در نظر گرفته شوند.

۲- توزیع بار باید تاثیر پیچش افقی سازه ناشی از خروج از مرکزیت بارهای باد یا زلزله، به دلیل توزیع غیریک‌نواخت جرم، را دربرگیرد.

۸-پ-۲-۲-۵ تاثیر عوامل دیگر

تاثیر نیروها و یا تغییرشکل‌های ناشی از پیش‌تنیدگی، ارتعاشات، ضربه، جمع‌شدگی، انبساط، تغییر درجه حرارت، خزش، نشست‌های غیریک‌نواخت و تغییرمکان‌های غیر هم‌سان نیز باید در طراحی مد نظر قرار گیرند.

۸-پ-۲-۲-۶ ترکیب بارها

در طراحی اعضای سازه‌ای به روش تنش مجاز، حداکثر تلاش‌های مقاطع ناشی از ترکیب‌های مختلف بار بایکدیگر مبنای ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان مورد استفاده قرار گیرند.

۸-پ-۲-۲-۷ ضریب رفتار

ضریب رفتار برای ساختمان بنایی مسلح جهت طراحی به روش تنش مجاز برابر با پنج و نیم (۵/۵ = R) می‌باشد.

۸-پ-۲-۳ اصول تحلیل

تحلیل ساختمان بنایی مسلح باید بر اساس اصول زیر انجام پذیرد.

۸-پ-۲-۳-۱ مدل‌های سازه‌ای ساده شده

برای تحلیل ساختمان بنایی مسلح می‌توان از مدل‌های سازه‌ای ساده شده استفاده نمود و تحلیل توسط روش‌های دستی و یا با استفاده از نرم‌افزارهای معتبر قابل انجام می‌باشد. مدل سازه‌ای ساختمان از مجموعه‌ای از اعضا به شرح بند ۸-۴-۳-۱ می‌باشد.

۸-پ-۲-۳-۲ روش تحلیل

در تحلیل ساختمان بنایی جهت طراحی به روش تنش مجاز، لازم است از روش تحلیل خطی استفاده نمود. در این روش، تمام تلاش‌ها در مقاطع مختلف اعضا با فرض خطی بودن رفتار مصالح و کوچک بودن تغییرشکل‌های ایجاد شده و بر اساس تئوری ارتجاعی تعیین می‌شوند. این روش تحلیل را می‌توان در انواع ساختمان‌های بنایی و در طراحی به هر دو روش تنش مجاز و مقاومت

نهایی مورد استفاده قرار داد. ولی در ساختمانهای متشکل از اعضای میله‌ای که در آنها تغییرمکان جانبی آزاد است، استفاده از این روش به شرطی مجاز است که ضریب لاغری ستون‌ها (kl/r)، از ۲۰ تجاوز نکند.

۸-پ-۲-۴ الزامات میلگردگذاری

در میلگردگذاری اعضای ساختمان بنایی مسلح که بر اساس روش تنش مجاز طراحی می‌شوند، باید الزامات بند ۸-۴-۴ و بند ۸-۴-۶-۲ رعایت گردند.

۸-پ-۲-۵ الزامات اجرای بنایی

در اجرای اعضای بنایی ساختمان بنایی مسلح که بر اساس روش تنش مجاز طراحی می‌شوند، باید الزامات بند ۸-۴-۵ رعایت گردند.

۸-پ-۲-۶ طراحی بر مبنای روش تنش مجاز

طراحی اعضای بنایی مسلح بر مبنای روش تنش مجاز بر اساس ضوابط مندرج در این بخش انجام می‌شود. کلیه اجزای سازه‌ای باید بر اساس تنش مجاز طراحی شوند، به‌طوری که کلیه تنش‌ها در اعضا در محدوده ارتجاعی بوده و از محدوده مجاز تنش‌ها فراتر نروند.

۸-پ-۲-۶-۱ فرضیات طراحی

فرضیات روش طراحی تنش مجاز بر اساس تنش‌های مجاز و فرضیات توزیع خطی تنش-کرنش 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- واحد بنایی هیچگونه تنش کششی را تحمل نمی‌کند.

۵- میلگرد کاملا توسط ملات یا دوغاب محصور و با واحد بنایی پیوند دارد، به‌طوری که مجموعا دارای رفتار همگن بوده و در محدوده تنش‌های مجاز، عمل می‌کنند.

۸-پ-۲-۶-۲ مقاومت طراحی

۱- نقشه‌های اجرایی باید حاوی مقاومت فشاری مشخصه بنایی (f'_m) برای هر عضو از سازه باشند.

۲- هر عضو سازه‌ای باید بر اساس مقاومت فشاری مشخصه بنایی (f'_m) مربوط به آن عضو طراحی شود.

۳- تنش‌های محاسباتی نباید از مقادیر مجاز این پیوست فراتر رود.

۸-پ-۲-۶-۳ تنش‌ها و نیروهای مجاز

۸-پ-۲-۶-۳-۱ تنش‌های مجاز میلگرد فولادی

۱- تنش کششی در میلگرد نباید از نصف تنش تسلیم مشخصه فولاد (۰/۵ f_y) بیشتر شود.

۲- چنان‌چه میلگردهای عرضی مطابق الزامات بند ۸-۴-۴-۵ تامین شده باشند، تنش فشاری در میلگرد نباید از نصف تنش تسلیم مشخصه فولاد (۰/۵ f_y) بیشتر شود. در غیر این صورت، از ظرفیت فشاری میلگرد باید صرف نظر شود.

۸-پ-۲-۶-۳-۲ بارهای مجاز پیچ مهار

۱- بار مجاز کششی پیچ مهار با مهره، مدفون در ملات یا دوغاب، چنان‌چه شکست بنایی کنترل‌کننده باشد (B_{ab})، از رابطه ۸-پ-۲-۱ و چنان‌چه تسلیم کششی پیچ کنترل‌کننده باشد (B_{as})، از رابطه ۸-پ-۲-۲ محاسبه می‌شود.

$$B_{ab} = 0.11 A_{pt} \sqrt{f'_m} \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۱)$$

$$B_{as} = 0.6 A_b f_y \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۲)$$

۲- بار مجاز کششی پیچ مهار خمیده، مدفون در ملات یا دوغاب، چنان‌چه شکست بنایی کنترل‌کننده باشد (B_{ab})، از رابطه ۸-پ-۲-۳، چنان‌چه بیرون کشیده شدن پیچ کنترل‌کننده باشد (B_{ap})، از رابطه ۸-پ-۲-۴ و چنان‌چه تسلیم کششی پیچ کنترل‌کننده باشد (B_{as})، از رابطه ۸-پ-۲-۵ محاسبه می‌شود.

$$B_{ab} = 0.11 A_{pt} \sqrt{f'_m} \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۳)$$

$$B_{ap} = 0.6 f'_m e_b d_b + 0.83\pi (l_b + e_b + d_b) d_b \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۴)$$

$$B_{as} = 0.6 A_b f_y \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۵)$$

۳- بار مجاز برشی پیچ‌های مهار با مهره و خمیده مدفون در ملات یا دوغاب، چنان‌چه شکست بنایی کنترل‌کننده باشد (B_{vb})، از رابطه ۸-پ-۲-۶، چنان‌چه خردشدگی بنایی کنترل‌کننده باشد (B_{vc})، از رابطه ۸-پ-۲-۷، چنان‌چه بیرون کشیده شدن پیچ کنترل‌کننده باشد (B_{vpry})، از رابطه ۸-پ-۲-۸ و چنان‌چه تسلیم کششی پیچ کنترل‌کننده باشد (B_{vs})، از رابطه ۸-پ-۲-۹ محاسبه می‌شود.

$$B_{vb} = 0.11 A_{pv} \sqrt{f'_m} \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۶)$$

$$B_{vc} = 1072 \sqrt[4]{f'_m A_b} \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۷)$$

$$B_{vpry} = 2.0 B_{ab} = 2.5 A_{pt} \sqrt{f'_m} \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۸)$$

$$B_{vs} = 0.36 A_b f_y \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۹)$$

۴- پیچ مهاری که تحت ترکیب کشش محوری و برش قرار دارد باید رابطه ۸-پ-۲-۱۰ را برآورده نماید.

$$\frac{b_a}{B_a} + \frac{b_v}{B_v} \leq 1.0 \qquad (۸\text{-ب-}۲\text{-}۱۰)$$

۵- بار مجاز پیچ مهار مورد استفاده در طراحی، نباید از ۲۰ درصد میانگین نیروی متناظر با زوال نمونه‌ها (حاصل از آزمون) بیشتر باشد.

۸-پ-۲-۶-۳-۳ نیروی فشاری مجاز بنایی

۱- نیروی فشاری بنایی مسلح تحت نیروی فشاری خالص نباید از مقادیر داده شده در روابط ۸-پ-۲-۱۱ و ۸-پ-۲-۱۲ فراتر رود.

الف- برای اعضایی که در آنها $h/r < ۹۹$

$$P_a = [0.25f'_m A_n + 0.65F_s A_{st}]\left[1 - \left(\frac{h}{140r}\right)^2\right] \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۱۱)$$

ب- برای اعضایی که در آنها $h/r > ۹۹$

$$P_a = [0.25f'_m A_n + 0.65F_s A_{st}]\left[\left(\frac{70r}{h}\right)^2\right] \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۱۲)$$

۲- تنش فشاری در بنایی، ناشی از خمش یا ترکیب خمش و نیروی محوری، نباید از ۰/۴۵ برابر مقاومت فشاری مشخصه بنایی بیشتر شود، همچنین تنش فشاری ناشی از نیروی محوری (f_a) نباید از تنش مجاز فشاری برای تحمل بار محوری تنها (F_a) که بر اساس روابط ۸-پ-۲-۱۳ و ۸-پ-۲-۱۴ محاسبه می‌گردد، بیشتر شود.

$$F_a = 0.25 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{140r} \right)^2 \right] \qquad (۸-پ-۲-۱۳)$$

$$F_a = 0.25 f'_m \left(\frac{70r}{h} \right)^2 \qquad (۸-پ-۲-۱۴)$$

۸-پ-۲-۶-۳-۴ تنش برشی مجاز بنایی

۱- تنش برشی مجاز در بنایی مسلح (F_v) از رابطه ۸-پ-۲-۱۵ به‌دست می‌آید.

$$F_v = F_{vm} + F_{vs} \qquad (۸-پ-۲-۱۵)$$

در رابطه فوق، F_v نباید از مقادیر زیر فراتر رود.

الف- چنان‌چه $M/Vd \leq$ ۰/۲۵ باشد:

$$F_v = 0.25\sqrt{f'_m} \qquad (۸-پ-۲-۱۶)$$

ب- چنان‌چه $M/Vd \geq$ ۱/۰ باشد:

$$F_v = 0.18\sqrt{f'_m} \qquad (۸-پ-۲-۱۷)$$

پ- حداکثر مقدار F_v برای مقادیر M/Vd بین ۰/۲۵ و ۱/۰ را می‌توان از درون‌یابی خطی به‌دست آورد.

۲- تنش برشی مجاز بنایی (F_{vm}) باید با استفاده از رابطه ۸-پ-۲-۱۸ محاسبه شود.

$$F_{vm} = 0.042\left[\left(4.0 - 1.75\left(\frac{M}{Vd}\right)\right)\sqrt{f'_m}\right] + 0.25\frac{P}{A_n} \qquad (۸-پ-۲-۱۸)$$

در رابطه فوق، M/Vd باید همیشه مثبت در نظر گرفته شده و نیازی نیست از ۱ بیشتر در نظر گرفته شود.

۳- در دیوارهای برشی بنایی مسلح، تنش برشی مجاز بنایی (F_{vm}) ، باید با استفاده از رابطه ۸-پ-۲-۱۹ محاسبه شود.

$$F_{vm} = 0.021\left[\left(4.0 - 1.75\left(\frac{M}{Vd}\right)\right)\sqrt{f'_m}\right] + 0.25\frac{P}{A_n} \qquad (۸-پ-۲-۱۹)$$

در رابطه فوق، M/Vd باید همیشه مثبت در نظر گرفته شده و نیازی نیست از ۱ بیشتر در نظر گرفته شود.

۴- تنش برشی مجاز تحمل شده توسط میلگردها (F_{vs}) باید با استفاده از رابطه ۸-پ-۲-۲۰ محاسبه شود:

$$F_{vs} = 0.5\left(\frac{A_v F_s d}{A_n s}\right) \qquad (۸-پ-۲-۲۰)$$

۸-پ-۲-۶-۳-۵ تنش مجاز لهیدگی بنایی

تنش لهیدگی در بنایی نباید از ۳۳ درصد مقاومت فشاری مشخصه بنایی بیشتر شود. تنش لهیدگی باید بر روی سطح لهیدگی (A_{br})، که نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد، محاسبه گردد.

$$(A_{br}) \leq A_1\sqrt{A_2/A_1}$$

$$(A_{br}) \leq 2A_1$$

در روابط فوق، مساحت A_2 سطح قائده تحتانی بزرگتر هرم قائم یا مخروطی است که دارای سطح باربر A_1 است. برای دیوارهایی که با پوشش مناسب چیده نشده‌اند، A_2 در محل درزهای قائم خاتمه می‌یابد.

۸-پ-۲-۶-۴ طراحی برای فشار محوری و خمش

اعضایی که تحت فشار محوری، خمش و یا ترکیبی از آنها قرار دارند باید مطابق الزامات این بند طراحی شوند.

۸-پ-۲-۶-۴-۱ ستون

۱- نیروی فشاری بنایی مسلح تحت نیروی فشاری خالص در ستون نباید از مقادیر تعریف شده در بند ۸-پ-۲-۶-۳-۳ و روابط ۸-پ-۲-۱۱ و ۸-پ-۲-۱۲ فراتر رود.

۲- نیروهای طراحی باید با فرض خروج از مرکزیت حداقل ۰/۱ هر بعد مقطع ستون، به عضو اعمال شود. هر محور باید به طور مستقل در نظر گرفته شود.

۸-پ-۲-۶-۴-۲ دیوار

۱- نیروی فشاری بنایی مسلح تحت نیروی فشاری خالص در دیوار نباید از مقادیر تعریف شده در بند ۸-پ-۲-۶-۳-۳ و روابط ۸-پ-۲-۱۱ و ۸-پ-۲-۱۲ فراتر رود.

۲- دیوارهای برشی بنایی مسلح با نسبت دهانه برشی M/Vd برابر یا بیش از ۱ و با نیروی محوری P بیش از $0.05 f_m A_n$ که تحت نیروی درون صفحه قرار دارند باید دارای حداکثر نسبت میلگرد کششی خمشی مطابق رابطه ۸-پ-۲-۲۱ باشند:

$$\rho_{max} = \frac{n f_m'}{2 f_y \left(n + \frac{f_y}{f_m'}\right)} \qquad (۸\text{-پ-}۲\text{-}۲۱)$$

حداکثر نسبت میلگرد نباید در راستای خارج از صفحه اعمال شود.

۸-پ-۲-۶-۵ طراحی برای کشش محوری و کشش خمشی

کشش محوری و کشش خمشی تماما باید توسط میلگردها تحمل شوند.

۸-پ-۲-۶-۶ طراحی برای برش

اعضایی که تحت نیروی برشی قرار دارند باید مطابق الزامات این بند طراحی شوند.

۱- تنش برشی محاسباتی با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$f_v = \frac{V}{A_{nv}} \qquad (۸-پ-۲-۲۲)$$

۲- تنش برشی محاسباتی (f_v) نباید از تنش برشی مجاز (F_v) تعریف شده در بند ۸-پ-۲-۶-۳-۴ بیشتر شود.

۳- چنان‌چه تنش برشی محاسباتی (f_v) از تنش برشی مجاز بنایی (F_{vm}) بیشتر شود، لازم است از میلگرد برشی استفاده نمود. چنانچه میلگرد برشی لازم است، الزامات زیر باید اعمال شوند.

الف- میلگردهای برشی باید موازی با راستای اعمال نیروی برشی تامین شوند. فاصله میلگردهای برشی نباید از کمترین دو مقدار $d/۲$ یا ۱۲۰۰ میلی‌متر بیشتر شود.

ب- میلگردهایی برابر حداقل یک‌سوم میلگردهای برشی باید عمود بر سیلگردهای برشی تامین شوند. این میلگردها باید به‌طور یک‌نواخت توزیع شده و نباید فاصله بین آنها از ۱۲۰۰ میلی‌متر بیشتر شود.

۴- در دیوارهای بنایی مسلح مرکب (چند لایه)، تنش های برشی در صفحات تماس بین لایه‌ها و درزهای میانی یا بین لایه‌ها و کله‌ها نباید از مقادیر زیر فراتر روند.

الف- ۴۸ کیلو پاسکال برای هسته میانی اجرا شده با ملات

ب- ۹۰ کیلو پاسکال برای هسته میانی اجرا شده با دوغاب

پ- ۰/۱ برابر ریشه دوم مقاومت فشاری مشخصه آجر کله

۵- در طراحی تیرها، لازم است از تنش برشی حداکثر در بر تکیه‌گاه استفاده شود.

۸-پ-۲-۷ طراحی پی

پی ساختمان بنایی مسلح با در نظر گرفتن تلاش‌های محوری، خمشی، برشی و لهیدگی ناشی از اعمال بارهای ثقلی و جانبی وارد از عناصر قائم ساختمان، به‌صورت پی بتن‌آرمه نواری و یا مرکب و بر اساس ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان طراحی می‌گردد. در اجرای پی، تعبیه میلگرد ریشه برای کلیه میلگردهای قائم عناصر قائم دیوار، جرز و ستون، با سطح مقطعی حداقل برابر سطح مقطع میلگرد قائم و با در نظر گرفتن ضوابط مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، الزامی است.

۸-پ-۲-۸ طراحی دال

دال‌کف ها و سقف ساختمان بنایی مسلح می‌تواند از انواع تیرچه‌بلوک، بتن‌آرمه، دال مرکب، چوبی و یا هر دال مهندسی دیگری که توان و یکپارچگی لازم جهت انتقال نیروهای ثقلی و جانبی به عناصر مقاوم ساختمان را داشته باشد انتخاب گردد. تحلیل و طراحی دال، بسته به نوع، بر اساس ضوابط مندرج در بند ۸-۴-۶-۱۳-۱ (دال تیرچه‌بلوک)، بند ۸-۵-۵-۸-۱ (سقف تاق‌ضربی)، مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (دال بتن‌آرمه) و یا مقررات و دستورالعمل های مورد تایید برای انواع سقف‌های دیگر انجام می‌پذیرد.

۸-پ-۲-۹ الزامات غیرسازه‌ای

در طراحی و اجرای اعضای غیرسازه‌ای ساختمان‌های بنایی مسلح که به روش تنش مجاز طراحی شده‌اند رعایت ضوابط مندرج در بند ۸-۳-۵ الزامی است.

پیوست ۸-پ-۳

واژه نامه

آجر	Brick
آجر بتنی	Concrete brick
آجر توکار	Interior brick
آجر رسی	Clay brick
آجر سبک	Lightweight brick
آجر سوراخ‌دار	Perforated brick
آجر ماسه‌آهکی	Sand-lime brick
آجر نما	Facing brick
آهک زنده	Quick lime
آهک ساختمانی	Construction lime
آهک هیدراته	Hydrated lime
آهک هیدرولیکی (آبی)	Hydraulic lime
ابعاد اسمی	Nominal dimensions
ابعاد مشخصه	Characteristic dimensions
ارتفاع موثر	Effective height
المان مرزی	Boundary element
اندودکاری بیرونی	Rendering
اندودکاری داخلی	Plastering
اندود گچی	Gypsum plaster

پیش‌نویس

بادگیر	Wind tower
بار باد	Wind load
بار برف	Snow load
بار بهره‌برداری	Service load
بار ثقلی	Gravity load
بار درون صفحه	In-plane load
بار جانبی	Lateral load
بار خارج از صفحه	Out-of-plane load
بار زلزله	Earthquake load
بار زنده	Live load
بار ضریب‌دار	Factored load
بار مرده	Dead load
بازشو	Opening
بارگذاری	Loading
بال	Flange
بتن	Concrete
بتن تسطیح	Levelling concrete
بتن سبک	Lightweight concrete
بست دیوار	Wall strap
بلوک باربر	Load bearing block
بلوک بتنی بنایی	Concrete masonry unit
بلوک بتنی سبک اسفنجی	Cellular concrete unit
بلوک بتنی توخالی	Hollow concrete unit
بلوک سفالی	Clay block
بلوک سقفی	Ceiling (roof) block

پیش‌نویس

Non-load bearing unit	بلوک غیرباربر
Masonry	بنایی
Unreinforced masonry	بنایی غیرمسلح
Reinforced masonry	بنایی مسلح
Buttress (Support)	پشت‌بند
Pozzolan	پوزولان
Shell	پوسته
Masonry cover	پوشش بنایی
Grout cover	پوشش دوغاب
Mortar cover	پوشش ملات
Concrete footing	پی بتنی
Anchor bolt	پیچ مهار
Headed anchor bolt	پیچ مهار سردار
Bent-bar anchor bolt	پیچ مهار خمیده
Analysis	تحلیل
Gypsum board	تخته گچی
Load combination	ترکیب بار
Allowable stress	تنش مجاز
Tie	تنگ جانبی
Steel I-beam	تیرآهن
Bond beam	تیر اتصال
Masonry beam	تیر بنایی
Reinforced masonry beam	تیر بنایی مسلح
Deep beam	تیر عمیق
Partition wall	تیغه

غیر قابل استناد

Displacement	جابجایی
Relative displacement	جابجایی نسبی
Relative storey drift	جابجایی نسبی طبقه
Web	جان
Parapet	جان‌پناه
Water absorption	جذب آب
Pier	جرز
Bulk density	چگالی ظاهری
Cavity	حفره
Stirrup	خاموت
Ridge	خرپشته
Eccentricity	خروج از مرکزیت
Deflection, Rise	خیز
Slab	دال
Reinforced concrete wall	دال بتن مسلح
Grading	دانه‌بندی
Construction joint	درز انقطاع
Seismic joint	درز لرزه‌ای
Durability	دوام
Chimney	دودکش
Grout	دوغاب
Clear span	دهانه آزاد
Diaphragm	دیافراگم
Wall	دیوار
Load bearing wall	دیوار باربر

پیش‌نویس استاندارد

Masonry shear wall	دیوار برشی بنایی
Reinforced masonry wall	دیوار بنایی مسلح
Singly-curved wall	دیوار تک انحنا
Structural wall	دیوار سازه‌ای
Non-load bearing wall	دیوار غیر باربر
Intersecting (cross) wall	دیوار متقاطع
Cavity wall	دیوار میان تهی
Stack	رگ (یا رج)
Plasticizer	روان کننده
Allowable stress method	روش تنش مجاز
Ultimate strength method	روش مقاومت نهایی
Soaking	زنجاب
Basement	زیرزمین
Lightweight aggregate	سبک‌دانه
Column	ستون
Masonry column	ستون بنایی
Lateral stiffness	سختی جانبی
Jack arch roof	سقف تاق‌ضربی
Concrete beam-block roof	سقف تیرچه‌بلوک
Wooden roof	سقف چوبی
Slanted roof	سقف شیب‌دار
Curved roof	سقف قوسی
Dropped ceiling	سقف کاذب
Dome roof	سقف گنبدی
Reinforced masonry column	ستون بنایی مسلح

Aggregate	سنگ‌دانه
Coarse aggregate	سنگ‌دانه درشت
Fine aggregate	سنگ‌دانه ریز
Dimension stone	سنگ ساختمانی
Slate dimension stone	سنگ لوح ساختمانی
Masonry cement	سیمان بنایی
Portland slag cement	سیمان پرتلند سرباره‌ای
Pozzolan cement	سیمان پوزولانی
Foundation	شالوده
welded mesh reinforcement	شبکه میلگرد جوش شده
Ductility	شکل‌پذیری
Radius of gyration	شعاع ژیراسیون
Gravel	شن
Effective thickness	ضخامت موثر
Coefficient of expansion	ضریب انبساط
Importance factor	ضریب اهمیت
Behaviour factor	ضریب رفتار
Strength reduction factor	ضریب کاهش مقاومت
Effective length	طول موثر
Development length	طول مهاری
Thermal insulation	عایق حرارتی
Waterproofing coarse	عایق رطوبتی
Masonry member	عضو بنایی
Structural member	عضو سازه‌ای
Three dimensional member	عضو سه‌بعدی

فایل آسیب‌دیده

Plane member	عضو صفحه‌ای
Non-structural member	اعضای غیرسازه‌ای
Hook	قلاب
Standard hook	قلاب استاندارد
Bitumen	قیر
Workability	کارآیی
Ring beam	کلاف
Horizontal ring beam	کلاف افقی
Opening ring beam	کلاف بازشو
Vertical ring beam	کلاف قائم
Gypsum	گچ
Sand	ماسه (بادی)
Elastic modulus	مدول ارتجاعی
Shear modulus	مدول برشی
Modulus of rupture	مدول گسیختگی
Bed joint area	مساحت بستر
Net area	مساحت خالص
Gross area	مساحت کل
Mortar	ملات
Sand-cement mortar	ملات ماسه-سیمان
Sand-cement-lime mortar	ملات ماسه-سیمان-آهک
Gypsum-clay mortar	ملات گچ و خاک
Construction material	مصالح ساختمانی
Nominal strength	مقاومت اسمی
Shear strength	مقاومت برشی

غیر قابل استفاده

مقاومت پیچشی	Torsional strength
مقاومت تسلیم	Yield strength
مقاومت خمشی	Flexural strength
مقاومت طرح	Design strength
مقاومت فشاری	Compressive strength
مقاومت کششی	Tensile strength
مقاومت لهیدگی	Crushing strength
مقاومت لازم	Required strength
مقاومت مشخصه	Minimum strength
ملات بنایی	Masonry mortar
ملات دوغابی (روان ملات)	Grout
منشور	Prizm
مهار	Anchor
میان‌قاب	In-fill
میلگرد آجدار	Ribbed bar
میلگرد برشی	Shear reinforcement
میلگرد بستر	Bed joint reinforcement
میلگرد خمشی	Flexural reinforcement
میلگرد ساده	Plain bar
میلگرد طولی	Longitudinal bar
میلگرد عرضی	Lateral bar
میلگرد فولادی	Steel bar
ناودانی	Steel channel section
نبشی	Steel angle section
نسبت لاغری	Slenderness ratio

نمونه قابل استناد

Lintel	نعل درگاه
Steel ratio	نسبت میلگرد
Masonry unit	واحد مصالح بنایی
Hollow masonry unit	واحد مصالح بنایی توخالی
Perforated masonry unit	واحد مصالح بنایی سوراخ‌دار
Steel sheet	ورق فولادی
Overlapping	وصله میلگرد
Concrete core	هسته بتنی
Bond (Overlap)	هم‌پوشانی

غیر قابل استناد