جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی
جزئیات تیپ ساختمانی

جلد دوم:
ویژگیهای ساختاری ابنیه
ویژگیهای عملکردی ابنیه

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی

جلد دوم:

ویژگیهای ساختاری ابنیه

ویژگیهای عملکردی ابنیه

نشریه شماره ۲-۱۶۷

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

چاپ دوم
۱۳۸۵

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۵/۰۰/۷۲

فهرست‌برگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۵، ۱۳۷۷.

۳ج. در ۶ مجلد.: مصور + یک دیسک فشرده.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۱۶۷) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۵/۰۰/۷۱-۸۵/۰۰/۷۳، ۸۵/۰۰/۱۱۲-۸۵/۰۰/۱۱۴)

ISBN 964-425-802-9 (set)

چاپ دوم جلد ۱ و ۲

ویرایش دوم جلد ۳

عنوان جلد ۳ ویرایش ۲ با تغییرات مختصر

چاپ اول توسط سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها تهیه شده است.

ناشر چاپ اول: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی، اجتماعی و انتشارات.

کتابنامه

مندرجات: ج.۱. اقلیم و ویژگیهای ساختمانی، روشهای ساخت و تکنولوژی ساختمان، مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن.- ج.۲. ویژگیهای ساختاری ابنیه، ویژگیهای عملکردی ابنیه.- ج.۳. نقشه‌های جزئیات تیپ راهنمای نصب و استفاده از نرم‌افزار.- ب.۱. نقشه‌های جزئیات تیپ برای ساختمان‌های مسکونی با سازه بنایی (ماسونری).- ب.۲. نقشه‌های جزئیات تیپ برای ساختمان‌های مسکونی و اداری با سازه فولادی یا بتنی.- ب.۳. نقشه‌های جزئیات تیپ برای ساختمان‌های صنعتی با سازه فولادی

۱. ساختمان‌سازی – استانداردها. ۲. ساختمان‌سازی – نقشه‌های تفصیلی. ۳. معماری – اوضاع اقلیمی. ۴. مصالح ساختمانی – مشخصات. ۵. ساختمان‌سازی – برنامه‌های کامپیوتری. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۸۵ ش. ۱۶۷ ۲ س/ ۳۶۸ TA

شابک ۰-۸۰۱- ۴۲۵-۹۶۴

ISBN 964-425-801-0 (vol. 2)

مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی، جلد دوم: ویژگیهای ساختاری ابنیه، ویژگیهای عملکردی ابنیه

تهیه‌کننده: معاونت امور فنی. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات

چاپ دوم، ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۴۵۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۵

لیتوگرافی: صبا

چاپ و صحافی: مهنا

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسمه تعالی

به: تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور	شماره : ۱۰۲/۶۸۴۰-۵۴/۶۳۲۵ تاریخ : ۷۶/۱۱/۱۵
موضوع: مقررات ومعیارهای طراحی واجرایی جزئیات تیپ ساختمانی	

به‌استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین‌نامه استانداردهای اجرائی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از نوع [دوم] مذکور درماده هفت آئین نامه در [یک] صفحه صادر میگردد.

تاریخ مندرج درماده ۸ آئین نامه درمورد این دستورالعمل [۱۳۷۷/۳/۱] میباشد.

به پیوست نشریه شماره ۱۶۷ (مجموعه ای شامل سه جلد) دفتر امورفنی وتدوین معیارهای این سازمان باعنوان "مقررات ومعیارهای طراحی واجرایی جزئیات تیپ ساختمانی " ابلاغ می گردد.

دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاور می توانند مفادنشریه مذکور ودستورالعمل های مندرج درآن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود درطرحهای عمرانی مورد استفاده قرار دهند.

محمدعلی نجفی

معاون رییس‌جمهور و رییس

سازمان برنامه و بودجه

آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی

مصوبه ۱۳۵۲/۴/۳۰ هیات وزیران

صل سوم- انواع دستورالعمل و نحوه ابلاغ

ماده ۷- دستورالعمل‌های موضوع این آیین‌نامه به سه گروه به شرح زیر تقسیم می‌شود:

بند ۱- گروه اول دستورالعمل‌هایی که رعایت کامل مفاد آن از طرف دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور و پیمانکاران و عوامل دیگر ضروری است (نظیر فرم ضمانت‌نامه‌ها، فرم پیمانها، استانداردهای فنی، تجزیه واحد بها و غیره).

بند ۲- گروه دوم دستورالعمل‌هایی که بطور کلی و برای موارد عادی تهیه می‌گردد و بر حسب مورد دستگاه‌های اجرایی و مهندسان مشاور و پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند به تشخیص خود مفاد دستورالعمل و یا ضوابط و معیارهای آنرا با توجه به کار مورد نظر و در حدود قابل قبولی که در دستورالعمل تعیین شده تغییر داده و آنرا با شرایط خاص کار مورد نظر تطبیق دهند (نظیر حق‌الزحمه مهندسان مشاور، شرایط عمومی پیمان و مشخصات عمومی و غیره).

بند ۳- گروه سوم دستورالعمل‌هایی است که به عنوان راهنمایی و ارشاد دستگاه‌های اجرایی و موسسات مشاور و پیمانکاران و سایر عوامل تهیه می‌شود و رعایت مفاد آن در صورتیکه دستگاه‌های اجرایی و موسسات مشاور روشهای بهتری داشته باشند اجباری نیست.

ماده ۸- سازمان موظف است گروه هر دستورالعمل را بطور مشخص در متن آن قید نموده و به علاوه در مورد دستورالعمل‌های گروه ۱ و گروه ۲ تا تاریخی که از آن تاریخ لازم است به مورد اجرا گذاشته شود تعیین نماید. مدت زمان بین تاریخ صدور این دستورالعمل‌ها و تاریخی که به مورد اجرا گذاشته می‌شود نباید از ۳ ماه کمتر باشد. در صورتی که دستورالعمل ناقص و یا جایگزین تمام و یا قسمتی از دستورالعمل‌های قبلی باشد لازم است مراتب صراحتاً و با ذکر مشخصات دستورالعمل‌های قبلی در متن دستورالعمل قید گردد.

فهرست کلی مطالب

جلد اول

اقلیم و ویژگیهای ساختمانی

فصل اول - تعیین معیارهای حوزه بندی اقلیمی

فصل دوم - حوزه بندی اقلیمی ایران

فصل سوم - نقش جداره های ساختمان در تأمین آسایش انسان

روش های ساخت و تکنولوژی ساختمان

فصل اول - روش های متداول دستی و سنتی ساختمان

فصل دوم - بررسی تکنولوژی صنعتی ونیمه صنعتی ساختمان در ایران

فصل سوم - جمع بندی و نتیجه گیری از انواع روشهای ساخت

مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن

فصل اول - ضوابط کاربرد مصالح ساختمانی پایه

فصل دوم - ضوابط تلفیق و همنشینی مصالح ساختمانی

فصل سوم - ضوابط آماده سازی وعمل آوردن مصالح ساختمانی درکارگاه

جلد دوم

ویژگیهای ساختاری ابنیه

ضوابط عمومی ساختمان های بتنی

فصل اول - کلیات و مصالح

فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های بتن آرمه

فصل سوم - ضوابط عمومی جزئیات طراحی و اجرای اتصالات سازه های بتنی

فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی در ساخت و اجرای بتن

فصل پنجم - اثر ایمنی سازه های بتن آرمه در برابر زلزله و حریق

فصل ششم - تقویت و ترمیم سازه های بتنی

فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی

ضوابط عمومی ساختمان های فولادی

فصل اول - مصالح و کلیات

فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های فولادی

فصل سوم - جزئیات اجرایی ساختمان های فولادی

فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی بر فولاد و روش های محافظت

فصل پنجم - ایمنی سازه های فولادی در برابر زلزله حریق

فصل ششم - ترمیم و نگهداری سازه های فولادی

فصل هفتم - بررسی فنی و اقتصادی

ضوابط عمومی سازه های با مصالح بنایی

فصل اول - خواص مصالح مورد استفاده در ساختمانهای بنایی

فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمانهای بنایی

فصل سوم - ضوابط کلی جزئیات طراحی واجرای سازه های با مصالح بنایی

فصل چهارم - ویژگی های اقلیمی برای انواع ساختمان های بنایی

فصل پنجم - ایمنی ساختمان های بامصالح بنایی دربرابر زلزله و حریق

فصل ششم - نگهداری، بهسازی و مرمت ساختمان های بنایی

فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی

ویژگیهای عملکردی ابنیه

تغییر و تحولات فنی و تکنولوژی ساختمان سازی در ایران

فصل اول - ساختمان های صنعتی

فصل دوم - ساختمان های اداری

فصل سوم - ساختمان های مسکونی

جلد سوم

۱. تشریح نیازمندیهای نصب سیستم

۲. راهنمای نصب نرم افزار

۳. راهنمای استفاده از نرم افزار

۴. راهنمای رفع مشکلات احتمالی

۵. معرفی ساختار نرم افزاری

۶. راهنمای چاپ نقشه ها

پیشگفتار

بکارگیری درست "مصالح" و "اعمال روش‌های مهندسی" در صنعت ساختمان که با روش‌های صنعتی پیشرفته، نیمه‌صنعتی یا حتی سیستم‌های دستی و سنتی اجرا می‌شود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اجرای دقیق جزئیات ساختمانی و پوشیده نماندن نکات اجرایی از دید سازندگان و بهره‌گیری کامل از مشخصات فنی و مهندسی هنگام اجرا موجب بهبود کیفیت ساخت، کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش عمر مفید بنا خواهد شد.

همانگونه که برای طراحی حجمی و خلق معمارانه آن و نحوه استقرار بنا در محیط، طراحان حساسیت ویژه‌ای نشان می‌دهند، در طراحی و اجرای جزئیات نیز باید دقت لازم بعمل آید. در واقع پیکربندی هربنا، تا ویژگیهای اجزای آن به هماهنگی نرسد و با محیط خود تناسب و همگونی نداشته باشد، پایا نخواهد بود. این مهم یکی از عواملی است که در معماری سنتی به‌گونه مطلوبی مورد نظر بوده و موفقیت آنها در توجه کامل به مسائل محیطی، چگونگی اقلیم و نوع مصالح و نحوه کاربرد آن بوده است.

در دوران حاضر که مصالح از تنوع و مشخصات گوناگونی برخوردار است و دانش ساخت به اتکای ابزارهای نوین مهندسی گستردگی بیشتری پیدا کرده است، باید هماهنگی بنا با محیط خارج و فضای داخل بیشتر از پیش مورد نظر باشد.

کوشش این پروژه تعقیب مسائل فوق در چگونگی طراحی و اجرای جزئیات ساختمانی با توجه به عوامل تعیین کننده، اقلیم، مصالح، تکنولوژی، ساختار و عملکرد بنا است.

پروژه تحقیقاتی کاربردی "**مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی**" در یک مجموعه سه جلدی با شش عنوان مستقل به شرح زیر تهیه و تدوین شده است :

جلد اول (نشریه شماره ۱-۱۶۷) شامل ،

- اقلیم و ویژگیهای ساختمانی
- روش‌های ساخت و تکنولوژی ساختمان
- مصالح ساختمان و ضوابط کاربرد آن

جلد دوم (نشریه شماره ۲-۱۶۷) شامل،

- ویژگیهای ساختاری ابنیه

- ویژگیهای عملکردی ابنیه

جلد سوم (نشریه شماره ۳-۱۶۷) شامل،

- راهنمای نصب و استفاده از نرم افزار نقشه های جزئیات تیپ به پیوست یک دیسک لیزری (CD) حاوی نقشه ها

دفتر امور فنی و تدوین معیارها لازم می داند در مورد جلد دوم، از آقایان دکتر رضا عباس نیا، دکتر محمد حریری، دکتر کامبیز بایار، مهندس محمدتقی احمدی، مهندس یوسف توفیقی و سرکار خانم مهندس ماهدخت حسینی نیا برای مطالعه پیش نویس " ویژگیهای ساختاری ابنیه " و از آقایان مهندس سام فروتنی، مهندس مسعود قاسم زاده محله، مهندس محمد زاهدی و مهندس محمدرضا گرجی برای مطالعه پیش نویس " ویژگیهای عملکردی ابنیه " و ارائه نظرات کارشناسی و سودمند این عزیزان قدردانی نماید.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها با تشکر از آقایان مهندس مسعود عسکری مسئول پروژه، مهندس مجید ابتسام و مهندس مسعود بخشی کارشناسان دفتر، ضروری می داند از مهندسان مشاور معماری و شهرسازی شباک و از کارشناسان و دست اندرکاران این مهندسان به عنوان پدید آورندگان سند حاضر به شرح زیر قدردانی نماید :

- آقای مهندس ایرج نیامیر مدیر و کارشناس ارشد پروژه
- آقای دکتر فریدون امینی، کارشناس مسئول ضوابط عمومی ساختمانهای بتنی
- آقای مهندس محمد زاهدی، کارشناس مسئول ضوابط عمومی ساختمانهای با مصالح بنایی
- آقای مهندس محسن کاکایی، کارشناس مسئول ضوابط عمومی ساختمانهای فولادی
- آقای مهندس هدایت اله جزایی، کارشناس مسئول ویژگیهای عملکردی ابنیه
- آقای مهندس احمد گلشنی، کارشناس ویژگیهای عملکردی ابنیه
- خانم مهندس مژده علمازاده، کارشناس ویژگیهای عملکردی ابنیه
- خانم زهره افتخار مسئول تحریر و ویرایش

دفتر امور فنی و تدوین معیارها امیدوار است، مجموعه حاضر مبنای مناسبی برای استمرار این گونه مطالعات بوده و در آینده موجبات ارتقای بهره وری ساختمانها را فراهم ساخته باشد. در

پایان انتظار می رود، کارشناسان و محققان محترم با ارائه نظرات و پیشنهادهای سازنده، این دفتر را در دستیابی به اهداف جامعه فنی در این زمینه یاری فرمایند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

زمستان ۱۳۷۶

ویژگیهای ساختاری ابنیه

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
ضوابط عمومی ساختمان های بتنی	
فصل اول - کلیات و مصالح	۱-۴
۱-۱ مصالح بتن	۱-۴
۱-۱-۱ سیمان	۱-۴
۱-۱-۲ سنگدانه ها	۳-۴
۱-۱-۳ آب	۴-۴
۱-۱-۴ مواد افزودنی	۵-۴
۱-۱-۵ فولاد	۶-۴
۱-۱-۶ آزمایش های بتن	۶-۴
۱-۲ کیفیت بتن	۷-۴
۱-۲-۱ مقدمه	۷-۴
۱-۲-۲ طرح اختلاط بتن	۷-۴
۱-۲-۳ مقاومت بتن	۸-۴
۱-۲-۴ نفوذ ناپذیری بتن	۸-۴
۱-۲-۵ عمل آوردن	۹-۴
۱-۲-۶ آزمایش های کنترل کیفیت بتن	۹-۴
۱-۳ قالب بندی	۱۰-۴
۱-۳-۱ مشخصات قالب ها	۱۰-۴
۱-۳-۲ انواع قالب ها	۱۰-۴
۱-۳-۳ بارهای وارد بر قالب ها	۱۲-۴
۱-۳-۴ نکات طراحی سازه ها در ارتباط با قالب بندی	۱۲-۴

فهرست مطالب

عنـــوان | شماره صفحه

فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های بتن آرمه ۴-۱۳

۲-۱ تیپ بندی انواع ساختمان های بتنی از نقطه نظر سازه ای ۴-۱۳

۲-۱-۱ مقدمه ۴-۱۳

۲-۱-۲ سازه های بتنی با قاب های خمشی ۴-۱۳

۲-۱-۳ سازه های بتنی با قاب های ساده و دیوار برشی ۴-۱۵

۲-۱-۴ سازه های با قاب خمشی و دیوار برشی ۴-۱۶

۲-۱-۵ مقایسه انواع سازه ها ۴-۱۸

۲-۲ رده بندی انواع ساخت بتن ازنظر اجرایی ۴-۱۸

۲-۲-۱ مقدمه ۴-۱۸

۲-۲-۲ رده بندی و مراحل اجرای بتن درجا ۴-۱۹

۲-۲-۳ مراحل اجرای بتن آماده ۴-۲۰

۲-۲-۴ شوت ۴-۲۱

۲-۲-۵ جام و جرثقیل ۴-۲۱

۲-۲-۶ تسمه نقاله ۴-۲۲

۲-۲-۷ پمپ بتن ۴-۲۲

۲-۲-۸ قیف و لوله ۴-۲۴

فصل سوم - ضوابط عمومی جزئیات طراحی و اجرای اتصالات سازه های بتنی

۳-۱ مقدمه ۴-۲۵

۳-۲ ضوابط سازه ای ۴-۲۶

۳-۲-۱ جزئیات آرماتورگذاری ۴-۲۶

۳-۲-۲ جزئیات درزهای ساختمانی ۴-۳۵

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۳-۳ ضوابط معماری	۳۷-۴
۳-۳-۱ جزئیات اتصال به سازه های بتنی	۳۷-۴
۳-۳-۲ نماسازی ساختمان های بتنی	۴۴-۴
فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی در ساخت و اجرای بتن	**۴۷-۴**
۴-۱ مقدمه	۴۷-۴
۴-۲ بتن ریزی درهوای گرم	۴۷-۴
۴-۲-۱ تعریف هوای گرم	۴۷-۴
۴-۲-۲ آثار نامطلوب هوای گرم بر بتن تازه و سخت شده	۴۸-۴
۴-۲-۳ تدابیر و احتیاط های لازم برای بتن ریزی در هوای گرم	۴۹-۴
۴-۳ بتن ریزی در هوای سرد	۵۰-۴
۴-۳-۱ تعریف هوای سرد	۵۱-۴
۴-۳-۲ آثار نامطلوب هوای سرد بر بتن تازه و بتن سخت شده	۵۱-۴
۴-۳-۳ تدابیر و احتیاط های لازم برای بتن ریزی در هوای سرد	۵۲-۴
فصل پنجم - اثر ایمنی سازه های بتن آرمه در برابر زلزله و حریق	**۵۵-۴**
۵-۱ ایمنی در برابر زلزله	۵۵-۴
۵-۱-۱ مقدمه	۵۵-۴
۵-۱-۲ مفاهیم بنیادی در طراحی سازه های بتنی مقاوم در برابر زلزله	۵۵-۴
۵-۱-۳ شکل پذیری	۶۲-۴
۵-۱-۴ ضوابط آئین نامه ای	۶۴-۴
۵-۲ ایمنی در برابر حریق	۶۸-۴

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۵-۲-۱ تعاریف	۴-۶۸
۵-۲-۲ مقدمه	۴-۶۹
۵-۲-۳ عوامل مؤثر در ایمنی اعضاء یا سازه‌های بتنی دربرابر حریق	۴-۶۹
فصل ششم - تقویت و ترمیم سازه های بتنی	**۴-۷۲**
۶-۱ مقدمه	۴-۷۲
۶-۲ مطالعات اولیه و ارزیابی	۴-۷۲
۶-۳ روش‌های ترمیم	۴-۷۵
فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی	**۴-۸۲**
۷-۱ مقدمه	۴-۸۲
۷-۲ قابلیت‌های بتن آرمه	۴-۸۳
۷-۲-۱ مقاومت	۴-۸۳
۷-۲-۲ نقش و حجم پذیری	۴-۸۴
۷-۲-۳ تحمل شرایط محیطی نامساعد	۴-۸۵
۷-۲-۴ تحمل در برابر آتش	۴-۸۵
۷-۲-۵ دوام (پایایی)	۴-۸۵
۷-۲-۶ امکان اجرای راحت‌تر اتصالات گیردار	۴-۸۶
۷-۲-۷ پیش تنیدگی	۴-۸۷
۷-۲-۸ امکان کاربرد بتن با مصالح دیگر	۴-۸۸
۷-۳ مقایسه فنی و اقتصادی	۴-۹۰
۷-۳-۱ مقایسه فنی	۴-۹۰

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۷-۳-۲ مقایسه اقتصادی	۴-۹۰
ضوابط عمومی ساختمان های فولادی	
فصل اول - مصالح و کلیات	۴-۹۲
۱-۱ مقدمه	۴-۹۲
۱-۲ مشخصات مکانیکی فولاد	۴-۹۲
۱-۲-۱ مدول الاستیسیته	۴-۹۲
۱-۲-۲ شکل پذیری	۴-۹۳
۱-۲-۳ خوردگی	۴-۹۳
۱-۲-۴ حرارت	۴-۹۳
۱-۳ طرز تهیه و انواع فولادهای ساختمانی	۴-۹۴
۱-۳-۱ منابع تهیه فولاد	۴-۹۴
۱-۳-۲ فرآورده های آهن	۴-۹۴
۱-۳-۳ اقسام فولادهای ساختمانی	۴-۹۴
۱-۳-۴ نوردیدن	۴-۹۵
۱-۳-۵ انواع نیمرخ های نورد شده	۴-۹۶
۱-۳-۶ جوشکاری	۴-۱۰۱
۱-۳-۷ پرچ و پیچ	۴-۱۰۳
فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های فولادی	۴-۱۰۶
۲-۱ تیپ بندی انواع ساختمان های فولادی از نظر سازه ای	۴-۱۰۶

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۲-۱-۱ عوامل مؤثر در انتخاب نوع سازه های فولادی	۴-۱۰۶
۲-۱-۲ انواع سازه های چند طبقه	۴-۱۰۶
۲-۱-۳ ساختمان های صنعتی	۴-۱۱۳
۲-۱-۴ تیپ بندی انواع اتصالات	۴-۱۱۷
۲-۲ تیپ بندی انواع ساختمان های فولادی از نظر اجرایی	۴-۱۲۴
فصل سوم - جزئیات اجرایی ساختمان های فولادی	۴-۱۲۷
۳-۱ مقدمه	۴-۱۲۷
۳-۲ سقف ها	۴-۱۲۷
۳-۲-۱ طاق ضربی	۴-۱۲۷
۳-۲-۲ دال بتنی درجا	۴-۱۲۸
۳-۲-۳ تیرچه و بلوک	۴-۱۲۸
۳-۲-۴ واحدهای پیش ساخته بتنی	۴-۱۲۹
۳-۲-۵ پوشش های مرکب	۴-۱۳۱
۳-۲-۶ مقایسه فنی سقف های تیرچه و بلوک با سقف های بتن درجا	۴-۱۳۲
۳-۳ دیوارهای خارجی	۴-۱۳۴
۳-۳-۱ دیوارهای یکپارچه	۴-۱۳۴
۳-۳-۲ پانل های پوششی	۴-۱۳۸
۳-۳-۳ ورق های نازک	۴-۱۴۵
۳-۴ مسائل ویژه در انتخاب نوع و اجرای ساختمان های بلند فولادی	۴-۱۴۷
۳-۴-۱ نسبت ارتفاع به عرض ساختمان	۴-۱۴۷
۳-۴-۲ ملاحظات دستگاه های مکانیکی	۴-۱۴۷

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۳-۴-۳ شرایط خاک	۴-۱۴۷
۴-۴-۳ وجود مقاطع لازم	۴-۱۴۸
۵-۴-۳ ملاحظات حفاظت در برابر آتش سوزی	۴-۱۴۸
فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی بر فولاد و روش های محافظت	۴-۱۴۹
۴-۱ مقدمه	۴-۱۴۹
۴-۲ طبقه بندی شرایط محیطی	۴-۱۴۹
۴-۳ خورندگی درهوا، خاک و آب	۴-۱۵۰
۴-۳-۱ خورندگی در هوا	۴-۱۵۰
۴-۳-۲ خورندگی در خاک	۴-۱۵۱
۴-۳-۳ خورندگی در آب	۴-۱۵۱
۴-۴ روش های حفاظت	۴-۱۵۲
۴-۴-۱ کلیات	۴-۱۵۲
۴-۴-۲ آماده کردن سطح	۴-۱۵۲
۴-۴-۳ محافظت بوسیله رنگ ها	۴-۱۵۴
۴-۴-۴ محافظت بوسیله پوشش های بتنی، آجری و سبک	۴-۱۵۵
۴-۵ جزئیات طراحی	۴-۱۵۶
۴-۶ انتخاب روش های محافظتی	۴-۱۵۷
فصل پنجم - ایمنی سازه های فولادی در برابر زلزله حریق	۴-۱۶۳
۵-۱ ایمنی در برابر زلزله	۴-۱۶۳
۵-۱-۱ مقدمه	۴-۱۶۳

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۵-۱-۲ انواع سازه های مقاوم فولادی در برابر زلزله	۴-۱۶۳
۵-۱-۳ دیافراگم	۴-۱۶۷
۵-۱-۴ انواع مهاربندها (بادبندها)	۴-۱۶۸
۵-۲ ایمنی در برابر حریق	۴-۱۷۰
۵-۲-۱ مقدمه	۴-۱۷۰
۵-۲-۲ اندودهای افشانه ای	۴-۱۷۱
۵-۲-۳ پوشش های ورقه ای	۴-۱۷۲
۵-۲-۴ پوشش های پیش ساخته	۴-۱۷۵
۵-۲-۵ اندودهای متورم شونده (پفی)	۴-۱۷۵
۵-۲-۶ اندود و رابیتس	۴-۱۷۶
۵-۲-۷ پوشش بتنی، آجری یا بلوکی	۴-۱۷۷
۵-۲-۸ حفاظت پروفیل های خالی در برابر حریق	۴-۱۷۸
فصل ششم - ترمیم و نگهداری سازه های فولادی	۴-۱۷۹
۶-۱ مقدمه	۴-۱۷۹
۶-۲ ترمیم قاب ها	۴-۱۷۹
۶-۲-۱ طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت خمشی تیرها یا ستون ها	۴-۱۸۰
۶-۲-۲ طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت برشی	۴-۱۸۳
۶-۲-۳ روش های کاهشی تغییر مکان سازه ها	۴-۱۸۳
فصل هفتم - بررسی فنی و اقتصادی	
۷-۱ قابلیت های فولاد	۴-۱۸۵

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۲-۷ انتخاب سیستم سازه‌ای مناسب برحسب ارتفاع ساختمان	۴-۱۸۶
۳-۷ عوامل مؤثر در کاهش وزن اجزای سازه‌ای	۴-۱۸۸
۴-۷ ارزیابی اجرایی	۴-۱۸۹
۷-۴-۱ عوامل مؤثر در هزینه سازه‌های فولادی	۴-۱۸۹
۷-۴-۲ مقایسه اقتصادی سازه‌های با مهاربند و خمشی	۴-۱۹۰
۷-۴-۳ سهم سازه‌ای از هزینه کل طرح	۴-۱۹۰
۷-۴-۴ انتخاب سیستم سازه‌ای	۴-۱۹۰
ضوابط عمومی سازه‌های با مصالح بنایی	
فصل اول - خواص مصالح مورد استفاده در ساختمانهای بنایی	۴-۱۹۲
۱-۱ مقدمه	۴-۱۹۲
۱-۲ انواع مصالح ساختمانی	۴-۱۹۳
۱-۲-۱ خاک رس	۴-۱۹۳
۱-۲-۲ ماسه	۴-۱۹۴
۱-۲-۳ آهک ساختمانی	۴-۱۹۵
۱-۳ انواع عناصر یا بلوک‌های بنایی	۴-۱۹۵
۱-۳-۱ آجر	۴-۱۹۵
۱-۳-۲ آجرهای ماسه آهکی	۴-۱۹۶
۱-۳-۳ بلوک‌های بتنی	۴-۱۹۹
۱-۴-۳ سنگ‌های ساختمانی	۴-۲۰۱
۱-۴ ملات‌ها	۴-۲۰۲

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۱-۴-۱ رده بندی ملات ها	۴-۲۰۳
۱-۴-۲ انواع مختلف ملات	۴-۲۰۳
۱-۴-۳ خواص ملات ها	۴-۲۰۶
۱-۴-۴ درجه روانی خمیر ملات	۴-۲۰۶
۱-۴-۵ خاصیت جذب آب ملات ها	۴-۲۰۶
فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمانهای بنایی	**۴-۲۰۹**
۲-۱ مقدمه	۴-۲۰۹
۲-۲ تیپ بندی ساختمان های با مصالح بنایی از نظر سازه ای	۴-۲۰۹
۲-۲-۱ ساختمان های با مصالح بنایی مسلح	۴-۲۰۹
۲-۲-۲ ساختمان های بنایی غیرمسلح	۴-۲۱۰
۲-۳ تیپ بندی ساختمان های با مصالح بنایی از نظر اجرایی و تکنولوژی	۴-۲۱۹
۲-۳-۱ بنایی سنتی	۴-۲۱۹
۲-۳-۲ بنایی با آجر	۴-۲۱۹
۲-۳-۳ بنایی ترکیبی	۴-۲۲۰
۲-۳-۴ بنایی نوین	۴-۲۲۰
فصل سوم - ضوابط کلی جزئیات طراحی واجرای سازه های با مصالح بنایی	**۴-۲۲۲**
۳-۱ مقدمه	۴-۲۲۲
۳-۲ بارهای طراحی	۴-۲۲۲
۳-۳ مبانی طراحی	۴-۲۲۲
۳-۴ کنترل کیفیت	۴-۲۲۳

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۳-۵ طراحی دیوارها	۴-۲۲۴
۳-۵-۱ بارهای وارده بر دیوارها	۴-۲۲۴
۳-۵-۲ ضوابط طراحی	۴-۲۲۵
۳-۵-۳ انواع دیوارها از نظر طراحی	۴-۲۲۵
۳-۵-۴ ضخامت مؤثر دیوارها	۴-۲۲۶
۳-۵-۵ طول مؤثر دیوارها	۴-۲۲۶
۳-۵-۶ ارتفاع مؤثر	۴-۲۲۶
۳-۵-۷ روند گام به گام طراحی دیوارهای تحت بارهای محوری	۴-۲۲۸
۳-۵-۸ ضوابط طراحی دیوارهای تحت بار دارای برون محوری	۴-۲۲۹
۳-۵-۹ طراحی دیوارهای تحت بارهای عرضی	۴-۲۳۰
۳-۵-۱۰ طراحی دیوارها تحت بارهای جانبی (دیوارهای برشی)	۴-۲۳۱
۳-۵-۱۱ پایداری سازه‌های با مصالح بنایی	۴-۲۳۱
۳-۶ طراحی دیوارهای با مصالح بنایی مسلح	۴-۲۳۲
۳-۶-۱ نکاتی در باره دیوار برشی با مصالح بنایی مسلح	۴-۲۳۳
۳-۷ درزهای حرکتی	۴-۲۳۴
۳-۷-۱ مقدمه	۴-۲۳۴
۳-۷-۲ حرکت مصالح بنایی	۴-۲۳۴
۳-۷-۳ فاصله درزهای حرکتی	۴-۲۳۷
فصل چهارم - ویژگی‌های اقلیمی برای انواع ساختمان های بنایی	۴-۲۴۰
۴-۱ مقدمه	۴-۲۴۰
۴-۲ اثر تغییرات دما بر مصالح ساختمانی	۴-۲۴۰

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۴-۲-۱ دمای صفر درجه سانتیگراد	۴-۲۴۰
۴-۲-۲ دمای بین صفر تا ۵ درجه سانتیگراد	۴-۲۴۱
۴-۲-۳ دمای بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی کمتر از ۵۰٪	۴-۲۴۱
۴-۳ تبادل حرارتی و رطوبت	۴-۲۴۲
فصل پنجم - ایمنی ساختمان‌های بامصالح بنایی دربرابر زلزله و حریق	**۴-۲۴۴**
۵-۱ ایمنی در برابر زلزله	۴-۲۴۴
۵-۱-۱ مقدمه	۴-۲۴۴
۵-۱-۲ ویژگی‌ها و رفتار مصالح و اجزاء بامصالح بنایی دربرابر زلزله	۴-۲۴۴
۵-۱-۳ علل عمده آسیب دیدگی ساختمان‌های با مصالح بنایی	۴-۲۴۵
۵-۱-۴ ضوابط آئین نامه ۲۸۰۰ (طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله)	۴-۲۴۶
۵-۱-۵ پایداری سازه‌های با مصالح بنایی	۴-۲۵۷
۵-۲ ایمنی از حریق	۴-۲۵۸
۵-۲-۱ مقدمه	۴-۲۵۸
۵-۲-۲ ضوابط کلی	۴-۲۵۹
۵-۲-۳ سرایت حریق به بناهای مجاور و محافظت در برابر حریق‌های برخوردی	۴-۲۶۱
فصل ششم - نگهداری، بهسازی و مرمت ساختمان‌های بنایی	**۴-۲۶۳**
۶-۱ مقدمه	۴-۲۶۳
۶-۲ نگهداری و بهسازی	۴-۲۶۳
۶-۳ آسیب های ناشی از زلزله	۴-۲۶۶
۶-۳-۱ ترک خوردگی‌های جزیی	۴-۲۶۷

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۶-۳-۲ ترک خوردگی های شدید	۴-۲۶۹
۶-۳-۳ ترک های مورب با پهنای بزرگ و با گستردگی نسبتا" انبوه	۴-۲۶۹
۶-۳-۴ برآمدگی های موضعی دیوارها	۴-۲۷۰
۶-۳-۵ آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار	۴-۲۷۱
فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی	**۴-۲۷۶**
۷-۱ مقدمه	۴-۲۷۶
۷-۲ مزایا و معایب سازه های با مصالح بنایی	۴-۲۷۶
۷-۲-۱ مزایا	۴-۲۷۶
۷-۲-۲ معایب	۴-۲۸۰
۷-۳ مقایسه مصالح بنایی با بتن و فولاد	۴-۲۸۲

ضوابط عمومی ساختمان‌های بتنی

مقدمه :

هدف از تدوین این بخش ارائه خطوط هادی در انتخاب، طراحی، محاسبات و اجرای قطعات و سازه های بتن آرمه، فولادی و یا مصالح بنایی است.

برای آن که ساختمان ها خوب طرح، محاسبه و اجرا گردند باید نکات زیادی رعایت شوند. گرچه موضوعات طرح، محاسبه و اجرا به ظاهر سه موضوع جدا از هم به نظر می رسند و توسط سه نفر با تخصص های مختلف اجرا می شوند ولی رابطه تنگاتنگی بین آنها وجود دارد که در صورت عدم توجه کافی به آن، علاوه بر زیان های مالی، باعث بروز مشکلات فنی متعددی در پروژه ها می شود. به عنوان مثال در صورتی که مهندس معمار به آثار سوء زلزله بر ساختمان های نامتقارن واقف نباشد، ممکن است ساختمانی را طرح کند که در اثر وقوع زلزله تنش های زیادی در آن به وجود آید که فقط با هزینه زیاد بتوان از زیان های حاصل از آن جلوگیری کرد، یا اگر مهندس محاسب تصویر روشنی از اجرای ساختمانی که سازه آن را محاسبه کرده در ذهن نداشته باشد، احتمالا" طرح های غیرقابل اجرا یا غیراقتصادی را ارائه خواهد کرد. به عنوان مثال طرح یک اتصال با آرماتورهای فراوان ممکن است در عمل قابل اجرا نباشد. از این رواست که همکاری نزدیک مهندس معمار، مهندس محاسب و مهندس مجری بسیار حیاتی است.

برای ایجاد هرچه بیشتر تفاهم و درک مشترک بین متخصصان مختلف از رفتار و عملکرد ساختمان ها، لازم است که رفتار و مشخصات متشکله آنها به خوبی شناخته شده و ارتباط بین مراحل اجرای هر پروژه از شروع طرح معماری تا انتهای اجرای آن مشخص شود.

در تهیه مطالب سعی شده است که از ارائه اعداد و محاسبات حتی المقدور خودداری شود و به طرح مسائل اکتفا شود. علاوه براین با توجه به گستردگی هر قسمت از این بخش، تنها به ذکر نکات اصلی و کلیدی اکتفا شده است، چرا که دانستن مفاهیم بنیادی تعقیب جزئیات را بسیار راحت تر می کند.

در این بخش، ساختمان های متعارف مسکونی، اداری در ابعاد مختلف بیشتر مورد نظر می باشند و از پرداختن به ساختمان های خاص پرهیز شده است، گرچه اکثر مطالب طرح شده عمومیت داشته و تنها مربوط به ساختمان های ذکر شده نمی باشد و ممکن است برای ساختمان های خاص تنها رعایت ضوابط اضافی لازم باشد. بسته به اهمیت موضوع ها و غفلتی که در حال حاضر در اجرای ساختمان ها انجام می شود، جزئیات بیشتری ارائه شده است. ضمنا"، فرض برآن بوده است که مطالب این نوشتار بیشتر مورد بهره برداری در طراحی و اجرای جزئیات تیپ ساختمانی قرار گیرد.

فصل اول - کلیات و مصالح

۱ - ۱ مصالح بتن

بتن از اختلاط سیمان، سنگدانه وآب به مقدار مناسبی به وجود می آید، در بعضی موارد برای تأمین منظوری خاص، مواد افزودنی به آن اضافه می شود.

۱ - ۱ - ۱ سیمان

سیمان از مصالح ساختمانی است که وقتی با آب ترکیب شود، حالت خمیری پیدا کرده و به مرور زمان سخت می شود. خمیر سیمان به علت داشتن خاصیت چسبندگی، سنگدانه ها را سخت در برگرفته و جسم یکپارچه و مقاومی را به وجود می آورد.

سیمان ممکن است طبیعی یا در کارخانه ساخته شده باشد. کیفیت و مشخصات فنی سیمان های طبیعی بسیار متفاوت بوده و به همین علت کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. مهمترین نوع سیمانی که در کارخانه ساخته می شود سیمان پرتلند نام دارد (پرتلند نام جزیره ای در کانال انگلیس است که سنگ آهکی شبیه بتن ساخته شده با سیمان پرتلند دارد). این نوع سیمان در زمره سیمان های هیدرولیکی به شمار می آید، یعنی در اثر ترکیب با آب می گیرد و سخت می شود.

سیمان پرتلند عمدتا" از سیلیکات ها و آلومینات های آهک تشکیل شده و به پنج نوع زیر تقسیم می شود:

الف - سیمان پرتلند تیپ (۱)

این نوع سیمان بیشترین مصرف را دارد و به «سیمان معمولی» معروف است و در ساختمان های متداول که تدابیر خاصی برای اجرای آنها لازم نیست، به کار می رود، نظیر: پیاده روها، ملات ساختمان های بنایی و ساختمان های مسکونی و اداری. به طورکلی این نوع سیمان

برای ساخت بتن هایی که در معرض خطر سولفات ها نباشند مناسب می باشد.

ب - سیمان پرتلند تیپ (۲)

این نوع سیمان را برای ساختمان های معمولی که احتمال خطر معتدل سولفات ها برای آنها می باشد، استفاده می کنند. علاوه براین، به علت آنکه سیمان تیپ (۲) هنگام گیرش، حرارت کمتری نسبت به سیمان تیپ (۱) تولید می کند، برای بتن ریزی های نسبتا" حجیم از آن استفاده می شود. به این نوع سیمان، «سیمان اصلاح شده» نیز می گویند.

پ - سیمان پرتلند تیپ (۳)

این نوع سیمان در مدت کوتاهی (مثلا"یک هفته) مقاومت زیادی کسب می کند و به همین علت به آن «سیمان زودرس» نیز گفته می شود. درمواردی که قالب ها باید زود باز شود یا سرعت کار مورد نظر باشد، از این نوع سیمان استفاده می شود.

ت - سیمان پرتلند تیپ (۴)

این نوع سیمان هنگام گیرش حرارت کمی تولید می کند و به همین علت برای بتن ریزی های زیاد، مانند سدهای حجیم بتنی، مورد استفاده قرار می گیرد. به این نوع سیمان، «سیمان با حرارت کم» نیز می گویند.

ث - سیمان پرتلند تیپ (۵)

این نوع سیمان، سیمانی ضد سولفات است که برای مواقعی که بتن در برابر حمله شدید سولفات ها قرار می گیرد وبه خصوص وقتی خاک یا آب ها دارای مقدار زیادی سولفات هستند، مورد استفاده قرار می گیرد، به این نوع سیمان، «سیمان ضد سولفات» نیز می گویند.

علاوه برپنج نوع سیمان یاد شده، سیمان های ویژه[۱] دیگری نیز ساخته می شود که هریک کاربرد خاصی دارند نظیر:

- سیمان پرتلند آهن گدازی
- سیمان پرتلند سفید
- سیمان پرتلند پوزولانی
- سیمان چاه نفت

۱- برای اطلاع بیشتر درمورد خواص انواع سیمان های ویژه به آئین نامه طرح ساختمان های مقاوم در برابر زلزله مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ۱۳۶۶ رجوع شود.

۱ - ۱ - ۲ سنگدانه ها

سنگدانه ها حدود ۶۰ الی ۸۰ درصد حجم بتن را اشغال می کنند و اثر مهمی بر مقاومت بتن دارند. در حقیقت استخوان بندی بتن را سنگدانه های آن به وجود می آورند. اندازه و شکل سنگدانه ها باید آن گونه باشد که کل بتن مشابه یک جسم یکپارچه، متراکم و سخت عمل کند. سنگدانه ها به دو دسته تقسیم می شود:

۱- سنگدانه های درشت : برحسب قرارداد به سنگدانه هایی درشت گفته می شود که روی الک شماره (۴) بماند (قطر چشمه های الک شماره (۴) برابر ۴/۷۵ میلیمتر است). نظیر: شن، سنگ شکسته و روباره آهن گذاری.

۲- سنگدانه های ریز: برحسب قرارداد به سنگدانه هایی ریز گفته می شود که از الک شماره (۴) گذشته و روی الک شماره (۱۰۰) می مانند (قطر چشمه های الک ۱۰۰ برابر ۰/۱۴۹ میلیمتر است). نظیر: ماسه.

برای ساخت بتن خوب، خواص سنگدانه ها به شرح زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

الف - دانه بندی : توزیع سنگدانه ها به اندازه های مختلف را دانه بندی گویند. دانه بندی مناسب سنگدانه ها تأثیر مهمی بر مقدار سیمان، آب، کارآیی، اقتصادی بودن، جمع شدگی، وارفتگی، پایایی و مقاومت بتن دارد. دانه بندی سنگدانه ها باید مطابق ضوابط خاصی صورت گیرد. برمبنای ضوابط آئین نامه ای توزیع اندازه های مختلف سنگدانه ها باید آنچنان باشد که:

- یکنواختی بتن حاصل گردد.
- فضای خالی بین سنگدانه ها کم باشد. فضای خالی کم، باعث کاهش وزن آب مصرفی در بتن می شود و در نتیجه مقاومت بتن افزایش می یابد.
- مقدار سنگدانه های ریز یا درشت زیاد نباشد چون معمولا" بتن حاصله با مقدار زیادی سنگدانه های ریز اقتصادی نیست و اگر سنگدانه های درشت زیاد باشد، شکل پذیری آن کم می شود.

ب - شکل و بافت سطحی سنگدانه ها : شکل و بافت سطحی سنگدانه ها تأثیر بسزایی بر مقدار آب مصرفی بتن می گذارد. مثلا" دانه های زبر، پولکی و سوزنی نسبت به دانه های گرد و صاف آب بیشتری لازم دارند. از طرف دیگر دانه های زبر وپولکی دارای چسبندگی بیشتری با بتن هستند. به طورکلی می توان گفت مقدار سنگدانه های دراز و تیغی شکل باید بسیار محدود باشد.

پ - عاری بودن از مواد مضر : نظیر لای، رس و ذرات نرم در سنگدانه ها باعث کاهش کیفیت بتن می شوند. از این رواست که ضوابطی برای میزان حداکثر ناخالصی های سنگدانه ها وجود دارد.

ت - درمواردی که بتن در رویارویی با سایش و اصطکاک قرار می گیرد (نظیر جاده ها و پیاده روها) مقاومت سایشی سنگدانه ها اهمیت زیادی پیدا می کند. علاوه براین، مقاومت سایشی کم سنگدانه ها ممکن است مقدار ریز دانه ها را در اختلاط بتن افزایش دهد. به همین منظور با آزمایش هایی میزان حداقل مقاومت سایشی سنگدانه ها را محدود می کنند.

ث - مقاومت در برابر ضربه : طاقت سنگدانه ها در برابر ضربه باید زیاد باشد. این مورد نیز برای بتن مصرفی در جاده ها، باند فرودگاه ها، کارخانه ها و نظایر آن اهمیت بیشتری دارد. مقاومت در برابر ضربه را می توان از طریق آزمایش نمونه های استوانه ای سنگی تعیین کرد. حداقل ارتفاعی که از آن باید وزنه استانداردی سقوط کند تا پس از برخورد به نمونه، باعث گسیختگی آن شود میزان مقاومت در برابر ضربه نمونه را مشخص می کند.

ج - وزن مخصوص ظاهری : وزن مخصوص ظاهری سنگدانه ها (وزن واحد حجم، با احتساب فضای خالی بین سنگدانه ها) عمدتا" نشانگر درجه تخلخل ونفوذ پذیری آنهاست.

چ - تخلخل، جذب آب و نفوذ پذیری : سنگدانه ها از نظر تخلخل، قابلیت جذب آب و میزان نفوذ پذیری باید مورد آزمایش قرار گیرند چون هرکدام از این عوامل تأثیر بسیاری درکیفیت بتن دارد. نظیر: مقاومت بتن در برابر یخ زدن و آب شدن.

ح - مقدار رطوبت : مقدار رطوبت سنگدانه ها باعث به هم خوردن نسبت اختلاط مواد تشکیل دهنده بتن می گردد. بنابراین باید با آزمایش، میزان آن مشخص گردد تا بتوان آن را در طرح اختلاط منظور کرد.

خ - پایداری شیمیایی : جنس سنگدانه ها باید طوری باشد که با سایر مواد بتن، ترکیب های شیمیایی مضر به وجود نیآورد.

۱ - ۱ - ۳ آب

آب مصرفی در بتن علاوه بر ترکیب با سیمان و تولید خمیر سیمان، باعث روانی بتن می شود. مقدار آب، علاوه براین، در مقاومت و کیفیت بتن تأثیر بسیاری دارد.

آب مناسب برای ساخت بتن باید دارای خواص زیر باشد :

- عاری از مواد مضر برای بتن باشد (یا حداقل مقدار مجاز را داشته باشد). موادی نظیر: کلرایدها، سولفات ها، قلیایی ها و ذرات جامد معلق در آب مضر بشمار می آیند.
- بی بو، تمیز و صاف باشد، (آب آشامیدنی معمولا" برای ساخت بتن مناسب است).

۱ - ۱ - ۴ مواد افزودنی

افزودنی ها موادی هستند که علاوه بر سیمان، سنگدانه و آب به بتن اضافه می شوند تا خواص آن را آنچنان اصلاح کنند که :

- کار با بتن راحت تر انجام گیرد.
- بتن اقتصادی تر اجرا شود.
- بتن در شرایط اقلیمی موردنظر، مقاومت کافی را کسب کند.

ماده افزودنی به مقدار معین هنگام اختلاط بتن به آن اضافه می شود. از مهمترین مواد افزودنی می توان به مواد زیر اشاره کرد :

الف - مواد افزودنی حباب ساز: باعث افزایش پایایی بتن در برابر رطوبت، یخ زدن و آب شدن های مکرر آن می گردد. علاوه بر آن کارآیی بتن تازه و نفوذ ناپذیری بتن سخت شده را افزایش می دهد.

ب - مواد افزودنی تسریع کننده : باعث تسریع زمان گیرش بتن می گردند.

پ - مواد افزودنی کاهنده مقدار آب : باعث تقلیل مقدار آب، بدون کاهش روانی بتن می گردند.

ت - مواد افزودنی کندگیر کننده : باعث افزایش زمان گیرش بتن می گردند.

ث - مواد افزودنی روان ساز : به منظور کارآیی بتن تازه به کار می روند.

ج - مواد افزودنی پوزولانی : نظیر خاکستر بادی، به منظور کاهش آهنگ حرارت زایی ناشی از ترکیب آب به سیمان (هیدراسیون) یا برای کم کردن و از بین بردن قابلیت انبساط ناشی از واکنش های قلیایی سنگدانه ها به کار می رود.

۱ - ۱ - ۵ فـــولاد

به علت ضعف بتن در تحمل کشش، میلگردهای فولادی که تاب کششی آنها زیاد است، در بتن به کار می روند.

میلگردها از نظر سطح رویه به دو دسته تقسیم می شوند:

الف - میلگرد ساده : با سطح رویه صاف

ب - میلگرد آجدار: با سطح رویه آجدار

میلگردهای ساده نسبت به میلگردهای آجدار دارای چسبندگی کمتری به بتن هستند و کاربرد آنها در مناطق زلزله خیز بسیار محدود است و بهتر است که از این نوع میلگردها در قطعات اصلی ساختمان استفاده نشود.

میلگردها برحسب مقاومت کششی آنها طبقه بندی و نام گذاری می شوند. در ایران سه نوع میلگردAI، AII، AIII تولید می شود که به ترتیب مقاومت کششی آنها زیاد می شود. میلگردهای طولی درتیرها (به موازات محور طولی آنها) برای تحمل تنش های ناشی از لنگر خمشی و میلگردهای عرضی (عمود بر محور طولی) برای تحمل نیروی برشی به کار می روند. در ستون ها میلگردهای طولی برای تحمل تنش های ناشی از لنگر خمشی و نیروی محوری و میلگردهای عرضی برای تحمل برش و محدود کردن میلگردهای طولی به کار می روند. به طور کلی میلگردها عمدتا" برای تحمل تنش کششی وبرشی (ناشی از هر عامل) طراحی می شوند.

تعداد میلگردها در قطعات بتن آرمه علاوه بربالا بردن ظرفیت باربری، نقش تعیین کننده ای در رفتار آنها دارد که در بخش های بعدی به آن خواهیم پرداخت.

۱ - ۱ - ٦ آزمایش های بتن

برای تعیین مشخصات مصالح، مقاومت و کیفیت بتن، آزمایش های متعددی باید انجام گیرد که فهرست کامل آنها در آئین نامه بتن ایران (بخش اول قسمت تفسیر فصل پنجم) ذکر شده است.

۱ - ۲ کیفیت بتن

۱ - ۲ - ۱ مقدمـــــه

بتنی دارای کیفیت مطلوب است که در عمر مفید خود عملکرد رضایت بخشی داشته باشد. به این منظور باید سه مشخصه زیر را دارا باشد :

الف - مقاومت کافی برای تحمل بارها را داشته باشد.

ب - وظایف محوله را به نحو احسن انجام دهد.

پ - پایا باشد.

اجرای این مشخصات بامصالح خوب و مهارت و دقت فنی امکان پذیر است.

مصالح سالم با نسبت اختلاط مناسب باید با هم ترکیب شوند و نسبت آب به سیمان(W/C) به مقدار کافی کم باشد که ضمن روانی مناسب، مقاومت لازم بتن نیز تأمین شود. لازم است که میزان مواد تشکیل دهنده بتن (طرح اختلاط) و عمل آوردن آن به دقت انجام گیرد. نکته مهم در طرح مخلوط، به حداقل رساندن فضاهای خالی بین سنگدانه های ریز و درشت است زیرا دراین صورت مقدار سیمان لازم برای پرکردن فضاهای خالی و چسباندن سنگدانه به یکدیگر کاهش می یابد و بدین ترتیب می توان مخلوطی متراکم و اقتصادی به دست آورد.

برای دستیابی به بتن با کیفیت خوب موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند.

۱ - ۲ - ۲ طرح اختلاط بتن

طرح اختلاط بتن عبارتست از تعیین مقادیر مواد متشکله آن. از مهمترین قسمت های آن، نسبت آب به سیمان می باشد. مقاومت بتن در سنین مختلف آن تابعی از نسبت آب به سیمان موجود درآن است. به عبارت دیگر در صورتی که نسبت آب به سیمان ثابت باشد، مقاومت بتن در سن مشخصی عمدتا" ثابت است به شرط آن که مخلوط بتن به اندازه کافی قابلیت روانی داشته و سنگدانه ها سالم، با دوام و عاری از مواد مضر باشند. گرچه مقاومت بتن بستگی مستقیم با نسبت آب به سیمان آن دارد ولی معمولا" بتنی اقتصادی تر ساخته می شود که ضمن داشتن روانی لازم، مقدار سنگدانه های آن بیشتر باشد. هدف مهندس طراح بتن باید طرح اختلاطی از مصالح باشد که باحداقل مقدار سیمان و روانی مناسب، حداکثر مقاومت را برای بتن به وجود آورد. پس از تصمیم گیری در مورد نسبت آب به سیمان و روانی لازم برای هر پروژه، سایر جزئیات طرح

اختلاط با استفاده از جداول و منحنی‌هایی به راحتی به دست می آید.

۱ - ۲ - ۳ مقاومت بتن

شاید بتوان گفت مهمترین مشخصه بتن، مقاومت فشاری آن است. البته در بعضی موارد خاصیت نفوذ ناپذیری یا پایایی آن به همان اندازه اهمیت پیدا می‌کند. به عنوان مثال درمنابع آب یا گاز خاصیت نفوذ ناپذیری بسیار مهم است.

مقاومت بتن تابع عوامل متعددی است که از مهمترین آنها می‌توان موارد زیر را ذکر کرد:

- مقدار نسبی سیمان به سایر مواد متشکله آن.
- نسبت آب به سیمان.
- دانه بندی، بافت سطحی، شکل و سختی ذرات سنگدانه ها.
- ریختن و عمل آوردن بتن.

۱ - ۲ - ۴ نفوذ ناپذیری بتن

نفوذ مواد مضر به داخل بتن بر پایایی بتن اثر گذاشته و در بعضی موارد ممکن است باعث زیان‌های فراوان و جبران ناپذیر شود. در سازه‌های خاص نظیر منابع آب و گاز یا در محل‌هایی که احتمال نفوذ مواد مضر به بتن یا فولاد می‌رود (نظیر سواحل خلیج فارس) بتن مصرفی باید تا حدامکان نفوذ ناپذیر باشد. نفوذ پذیری بتن عامل اصلی خوردگی آرماتورها می‌باشد. در بتنی با نفوذ پذیری کم، آب نمی‌تواند نفوذ کرده و با سایر املاح، باعث خوردگی اقلام مدفون دربتن شود.

نفوذ پذیری بتن عمدتا" تابع عوامل زیر است:

- افزایش نسبت آب به سیمان باعث افزایش نفوذ پذیری بتن می‌شود.
- نفوذ پذیری بتنی که در بخار عمل آمده باشد کمتر از نفوذ پذیری بتنی است که به صورت مرطوب عمل آید.
- عمل آوردن طولانی باعث کاهش نفوذ پذیری هوا و بخار در بتن می‌شود.

به طورکلی هرچند که هیچ نوع بتن معمولی کاملا" غیرقابل نفوذ نیست، ولی رعایت نسبت‌های اختلاط، مهارت نیروی انسانی و عمل آوردن صحیح، نفوذ پذیری بتن را بسیار کم می‌کند.

۱ - ۲ - ۵ عمل آوردن

عمل هیدراسیون در رطوبت و دمای مشخصی صورت می‌گیرد، برای این که این عمل کامل انجام گیرد لازم است که این شرایط تا مدتی حفظ شود، چون در صورتی که بتن زود خشک شود ترک برمی‌دارد و مقاومت کمتری خواهد داشت.

عمل آوردن فرآیندی است که از کاهش رطوبت بتن جلوگیری کرده و دمای آن را در حد رضایت بخشی نگه می‌دارد. عمل آوردن باید بلافاصله پس از تراکم بتن آغاز شود.

عمل آوردن برخصوصیات بتن سخت شده اثر گذاشته و باعث بهبود کیفیت آن می‌شود. نظیر: کم کردن نفوذ پذیری، بالابردن مقاومت در برابریخ زدن وآب شدن.

عمل آوردن به روش‌های زیر متداول است :

- آب پاشی سطح بتن.
- پوشاندن سطح خارجی بتن با پوشش‌های مرطوب.
- غوطه ور کردن بتن در آب.
- عمل آوردن بتن در بخار با فشار هوا.
- عمل آوردن بتن در بخار با فشار زیاد (اتوکلاو).

در دو روش اخیر، بتن در مدت کوتاهی مقاومت زیادی کسب می کند. به عنوان مثال در عمل آوردن در بخار با فشار زیاد، در ظرف تقریبا" ۲۴ ساعت می‌توان به مقاومت ۲۸ روزه بتن عمل آورده شده با روش‌های معمولی دست یافت و علاوه براین پایایی آن را افزایش داد.

۱ - ۲ - ٦ آزمایش‌های کنترل کیفیت بتن

برای تهیه بتن با کیفیت مطلوب باید آزمایش‌های متعددی انجام گیرد. از مهمترین آنها به موارد زیر می‌توان اشاره کرد :

- آزمایش اسلامپ (Slump Test)
- آزمایش شکل به شکل در آوردن (Remolding Test)
- آزمایش گلوله کلی (Kelley's ball apparatus Test)
- آزمایش هوای بتن تازه (Air content of fresh concrete Test)
- آزمایش مقاومت فشاری بتن (Compressive strength of concrete Test)

۱ - ۳ قالب بندی

۱ - ۳ - ۱ مشخصات قالب ها

از قالب ها برای نگه داری خمیره بتن در محل و شکل مورد نظر، تا زمانی که بتن به اندازه کافی سخت شود، استفاده می کنند. علاوه بر این قالب ها باید شرایط زیر را تأمین کنند :

الف - تحمل بارهای وارده را داشته و تغییر شکل ندهند.

ب - میلگردها و سایر اجزاء و قطعاتی را که داخل بتن قرار می گیرند، در محل مورد نظر نگه دارند.

پ - از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری کنند.

ت - شکل خارجی دلخواه را به بتن بدهند.

ث - عایق مناسبی در برابر سرما و گرمای محیط باشند.

ج - اقتصادی باشند.

۱ - ۳ - ۲ انواع قالب ها

بسته به حجم و مقدار کار، قیمت و شرایط محیطی از انواع قالب ها استفاده می شود.

الف - قالب آجری :

از این نوع قالب عمدتا" برای قالب بندی شالوده ها و دیوارهای حایل استفاده می کنند. قالب آجری (در ضخامت های ۱۱ یا ۲۲ سانتیمتر) غالبا" تحمل بارهای وارده را داشته و تغییر شکل نمی دهد. برای جلوگیری از خروج آب بتن، آجرها باید قبل از بتن ریزی آب پاشی شده باشند. چون قالب آجری پس از اجرای بتن ریزی، برداشته نمی شوند. عیوب احتمالی بتن قابل رویت نیست. از نظر اقتصادی این نوع قالب بندی معمولا"به صرفه است.

ب - قالب چوبی :

متداول ترین نوع قالب بندی استفاده از قالب های چوبی است که برای انواع کارهای بتنی، نظیر تیرها، ستون ها و سقف ها قابل استفاده می باشند. به علت سبکی چوب، اجرای آن ساده است و به دفعات از آن استفاده می شود. برای جلوگیری از خروج آب از بتن درزهای بین چوب ها باید

گرفته شود و برای آن که در برابر بارهای وارده مقاوم باشد، باید با طرح قطعات اضافی (نظیر پشت بندها و مهارها) آن را به اندازه کافی تقویت کرد.

پ - قالب فلزی :

در مواردی که حجم کار زیاد باشد و شکل های قالب بندی زیاد متنوع نباشند می توان از قالب های فلزی استفاده کرد. قالب فلزی گرچه از قالب چوبی گران تر است ولی چون می توان آن را به دفعات بیشتری به کار برد، ممکن است اقتصادی تر باشد. این نوع قالب برای انواع کارهای بتنی و به خصوص برای کارهای بزرگ نظیر : ساختمان های بلند، دیوارها، سدها و نظایر آن، استفاده فراوان دارند.

قالب های فلزی معمولا" برای کارهای متداول به اندازه کافی مقاوم و سخت هستند و به علت داشتن اتصالات آماده، سریع اجرا می شوند. علاوه بر این سطح بتن اجرا شده با قالب فلزی، به شرط آن که پس از باز کردن آن، پرداخت مناسبی صورت گرفته شده باشد، صاف است.

ت - قالب آلومینیومی :

آلومینیوم به علت سبکی در ساخت قالب ها به کار می رود. قالب های آلومینیومی راحت اجرا می شوند و در صورتی که به صورت آلیاژ به کار روند، سختی مناسبی دارند. از نظر اقتصادی این نوع قالب می تواند با سایر قالب های فلزی کم و بیش یکسان باشد.

ث - قالب فایبرگلاس :

هزینه اولیه تهیه قالب های فایبرگلاس در مقایسه با سایر انواع قالب ها گران تر است ولی چون به دفعات استفاده می شوند ممکن است اقتصادی باشند. به هر حال برای کارهای تیپ بسیار مفیداند.

چون فایبرگلاس را می توان به شکل های مختلف ساخت، با این نوع قالب، سطوح زیبایی از بتن را می توان ایجاد کرد. قالب فایبر گلاس را برای تحمل بارهای وارده و حرارت ناشی از عمل آوردن بتن، باید به درستی طراحی کرد.

۱ - ۳ - ۳ بارهای وارد بر قالب ها

در طراحی قالب ها، بارهای زیر را باید در نظر گرفت :

الف - بارهای قائم مشتمل بر :

- وزن قالب ها و ملحقات آن.
- وزن بتن تازه و اقلام کار گذاشته در آن.
- بارهای زنده.

ب - بارهای جانبی مشتمل بر :

- رانش بتن تازه و خاک.
- بارهای ناشی از تغییرات دما و نشست نامتقارن تکیه گاهها.

پ - بارهای دینامیکی :

- بارهای ناشی از لرزندان ومتراکم کردن بتن.
- ضربه حاصل از ماشین آلات و پمپ بتن.
- اثرات دینامیکی نظیر اثر تخلیه از جام حمل بتن.

۱ - ۳ - ۴ نکات طراحی سازه ها در ارتباط با قالب بندی

در طرح معماری و سازه‌ای ساختمان‌ها باید به دو نکته زیر توجه کرد :

- در حد امکان اجزای ساختمان دارای بعد یکسان باشند، مثلا" ابعاد ستون‌ها که دارای یک محور هستند مکررا" عوض نشوند.
- قالب بندی قطعات مختلف ساختمان با مشکلات اجرایی توأم نباشد.

با توجه به هزینه قالب بندی در ساختمان‌ها در صورتی که دو نکته فوق رعایت شوند، در پروژه‌های بزرگ هزینه اجرای قالب بندی به مقدار قابل ملاحظه‌ای کم خواهد شد.

فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان‌های بتن آرمه

۲ - ۱ تیپ بندی انواع ساختمان‌های بتنی از نظر سازه‌ای

۲ - ۱ - ۱ مقدمه

سازهٔ ساختمان‌های متداول بتنی را می‌توان به شکل‌های متفاوت طبقه بندی کرده دراین بخش، این سازه‌ها برحسب نحوه باربری و مقاومتشان در تحمل بارهای وارده به سه طبقه زیر رده بندی شده اند :

- سازه‌های بتنی با قاب های خمشی
- سازه‌های بتنی با دیوار برشی
- سازه‌های بتنی با قاب خمشی و دیوار برشی

به طور کلی سازه‌ها عمدتا" تحت اثر دو نوع بارگذاری قرار دارند :

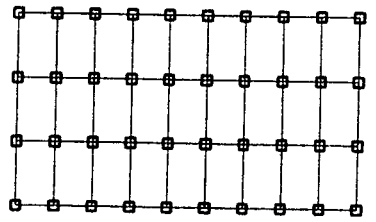
- بارهای قائم (ثقلی)
- بارهای جانبی (زلزله - باد)

یک سازه وقتی ایمن به حساب می‌آید که بتواند هر دو نوع بارهای وارد بر آن را به طور همزمان یا مستقلا" تحمل کند. محاسبات و تجربیات نشان می‌دهند که سازه‌هایی که به شکل شبکه‌ای ویک پارچه به‌هم متصل شده‌اند در برابر بارهای جانبی بهتر مقاومت می‌کنند. در طرح ساختمان‌های کوتاه اهمیت بارهای قائم بیشتر از بارهای جانبی است و بالعکس در ساختمان‌های بلند به علت آن که مقادیر بارهای جانبی با افزایش ارتفاع ساختمان زیاد می‌شوند، اهمیت بارهای جانبی بیشتر می‌باشد.

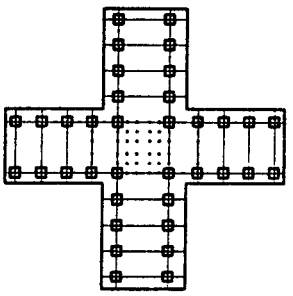
۲ - ۱ - ۲ سازه های بتنی با قاب های خمشی

این دسته از سازه‌های بتنی از تعدادی قاب با اتصالات صلب تشکیل شده است که مجموعه

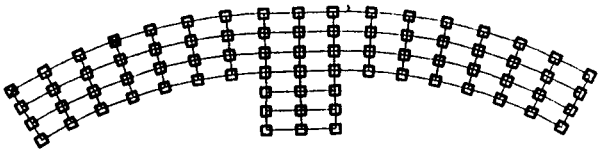
این قاب ها وظیفه تحمل بارهای قائم و بارهای جانبی (نظیر زلزله) را به عهده دارند.
پلان چند نمونه از سازه های بتنی با قاب خمشی در شکل (۲-۱) دیده می شود.



(الف) قاب خمشی در دو امتـــداد



(پ) در هر امتداد دوقاب خمشی اصلی وچندقاب خمشی بـا یک دهانـــه



(ب) قاب های مربوط به سازه منحنی شکل

شکل (۲-۱) : پلان چند نمونه قاب خمشی

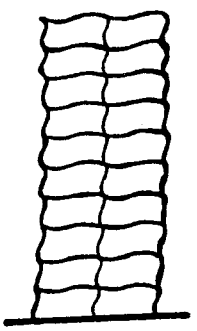
بارهای وارده بر قاب های خمشی باعث تغییر شکل تیرها و ستون های آن می شود، این تغییر شکل ها را می توان به دو دسته تقسیم کرد :

الف - تغییر شکل های ناشی از خمش در تیرها و ستون ها : در اثر بارهای قائم و جانبی در تیرها و ستون ها لنگرخمشی به وجود می آید که باعث تغییر شکل آنها می شود (شکل ۲-۲ الف) با خم شدن این اعضاء تمام قاب تغییر شکل می دهد. عمده تغییر شکل قاب های خمشی به همین علت است.

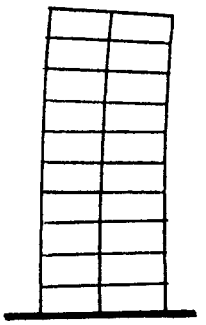
ب - تغییر شکل ناشی از عملکرد کنسولی قاب ها : در اثر بارهای جانبی، قاب ها در برابر لنگر واژگونی قرار می گیرند که ممکن است به تخریب آنها منجر شود، در اثر این لنگر قاب ها

تغییر مکان جانبی می دهند و در بعضی ستون ها کشش و در برخی فشار به وجود می آید، تغییر شکل قاب ها ناشی از این پدیده معمولا" درصد کمتری از کل تغییر شکل را تشکیل می دهد (شکل ۲-۲ ب).

بدیهی است تغییر شکل واقعی سازه از مجموع دو نوع تغییر شکل فوق حاصل می شود.



(الف) تغییر شکل‌های خمشی تیرها و ستون‌ها



(ب) تغییر شکل ناشی‌ازعملکرد کنسولی قاب‌ها

شکل (۲-۲) : تغییر شکل سازه های چند طبقه

قاب های خمشی برای ساختمان های نسبتا" کوتاه (کمتر از۲۰ طبقه) مناسب اند و برای ساختمان های بلندتر، باید از دیوار برشی استفاده کرد.

از محاسن سازه هایی که از قاب های خمشی تشکیل شده اند می توان موارد زیر را ذکر کرد :

- ایجاد فضای بیشترومحدودیت کمتر در طرح معماری (به علت عدم وجود دیوار برشی).
- اجرای سریع تر.
- تحلیل دقیق تر.

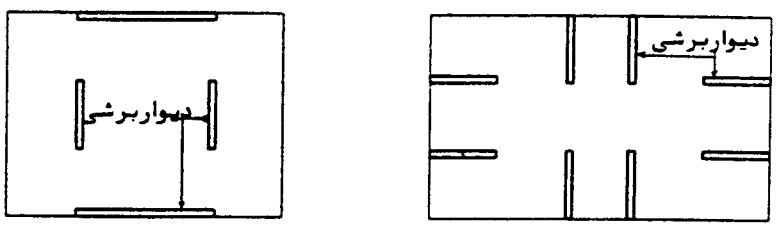
۲ - ۱ - ۳ سازه های بتنی با قاب های ساده و دیوار برشی

در ساختمان هایی که اثر نیروهای جانبی زیاد می باشد، در صورتی که تنها قاب های خمشی وظیفه تحمل کلیه بارها را داشته باشند، ممکن است ابعاد تیرها و ستون ها به قدری بزرگ شوند که علاوه بر اقتصادی نبودن از نظر معماری نیز ایجاد مشکل کنند، در این صورت معمولا" از

دیوارهای برشی استفاده می شود که وظیفه اصلی آنها تحمل بارهای جانبی است. عرض دیوارهای برشی معمولا" از ۲۰سانتیمتر بیشتر است و باید به اندازه کافی آرماتور داشته باشند.

در صورتی که دیوارهای برشی برای تحمل تمامی بارهای جانبی تحلیل و طرح شوند، باید قاب های ساختمان فقط برای بارهای قائم محاسبه شوند. در این صورت الزامی به طرح قاب های خمشی نیست و می توان از قاب های ساده (با اتصالات ساده) استفاده کرد.

محل دیوارهای برشی معمولا" با ملاحظات معماری مشخص می شود. دو نمونه از پلان دیوار برشی در شکل (۲-۳) دیده می شود.



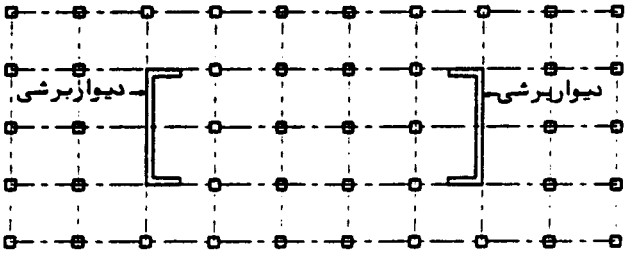
شکل (۲-۳) : پلان رو ساختمان با دیوار برشی

ازنظر سازه ای موقعیت دیوارها در پلان ساختمان باید حتی المقدور طوری باشد که تقارن داشته باشند. چرا که در غیر این صورت در اثر بارهای جانبی در سازه تنش های پیچشی زیادی به وجود می آید. در ساختمان های متعارف محل دیوارهای برشی را در اطراف آسانسورها و پله ها در نظر می گیرند. وجود پنجره ها، درها و به طورکلی هر نوع بازشویی باعث کاهش سختی دیوار می شود، به همین منظور باید سطح بازشوها را در دیوارهای برشی به حداقل رساند و در صورت موجود بودن، ضوابط خاصی را اجرا کرد.

۲ - ۱ - ۴ سازه های با قاب خمشی و دیوار برشی

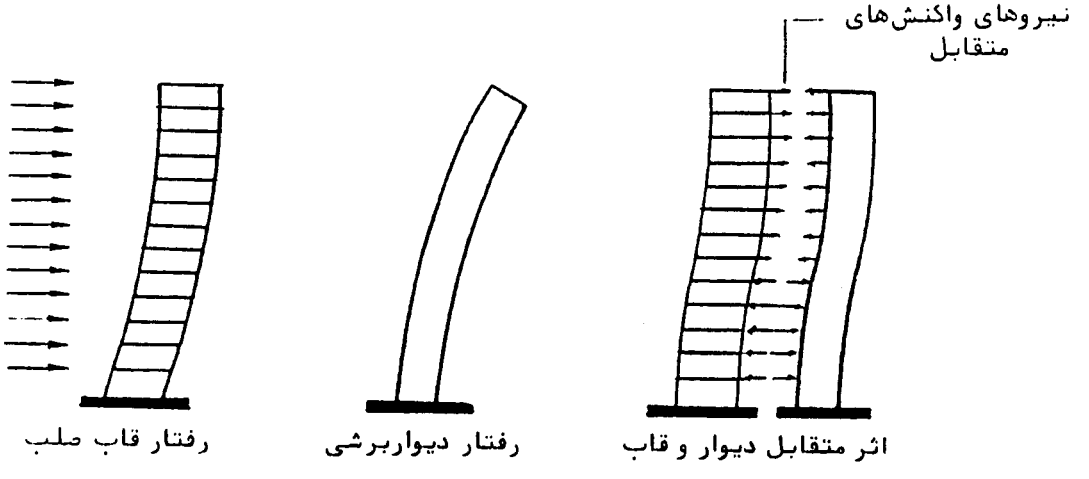
در سازه های بلند که ممکن است تحت اثر بارهای جانبی زیادی قرار گیرند (مانند مناطقی که احتمال وقوع زلزله شدید است) بهتر است از دیوار برشی و قاب خمشی تواما" استفاده شود.

چند نمونه از پلان دیوار برشی و قاب خمشی در شکل (۲-۴) دیده می‌شود.



شکل (۲-۴) : پلان دیوار برشی و قاب خمشی

چون دیوارهای برشی و قاب های خمشی باید با هم در برابر بارهای جانبی مقاومت کنند و به علت آن که سختی آنها یکسان نیست بر روی یکدیگر واکنش‌هایی ایجاد می‌کنند. همان طوری که در شکل (۲-۵) دیده می‌شود، دیوار برشی به وسیله قاب، در قسمت بالای ساختمان به عقب کشیده می‌شود و در قسمت پائین ساختمان به جلو رانده می‌شود، به این علت برش ناشی از بارهای جانبی در قسمت بالای ساختمان عمدتا" به وسیله قاب و در قسمت پائین ساختمان به وسیله دیوار برشی تحمل می‌شود.

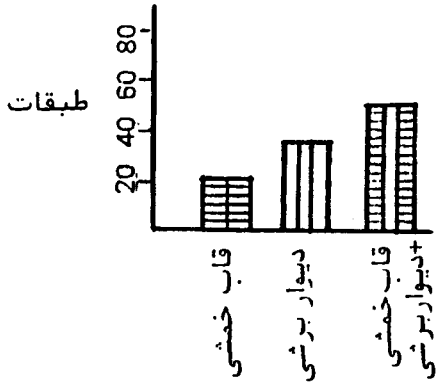


شکل (۲-۵) : اثر متقابل دیوار برشی و قاب خمشی بر روی یکدیگر

گرچه ممکن است در تحلیل این نوع سازه‌ها، در طرح دیوارهای برشی، کل بار جانبی را به آنها اثر دهیم ولی درضوابط آئین نامه‌ای پیشنهاد شده است که قاب‌های خمشی باید علاوه بر تحمل بارهای قائم قادر به تحمل درصد کمی از بارهای جانبی (مثلاً ۲۵٪) باشند.

۲ - ۱ - ۵ مقایسه انواع سازه‌ها

بسته به ارتفاع ساختمان و مقدار نیروهای جانبی، یکی از انواع سازه‌های ذکر شده ممکن است مناسب و اقتصادی‌تر باشد. در شکل (۲-۶) استفاده از نوع سازه، برحسب ارتفاع ساختمان پیشنهاد شده است. گرچه این دیاگرام نمی‌تواند یک ضابطه دقیق به حساب آید ولی به عنوان راهنما می‌تواند مفید باشد. همان طوری که در شکل دیده می‌شود برای ساختمان‌های ۱۰ الی ۱۵ طبقه (ساختمان‌های متعارف مسکونی تیپ) می‌توان قاب خمشی تنها به کار برد.



شکل (۲-۶) : انواع سیستم‌های سازه‌ای

۲ - ۲ رده بندی انواع ساخت بتن از نظر اجرایی

۲ - ۲ - ۱ مقدمه

ساختمان‌های بتنی را می‌توان از نقطه نظر اجرایی به دو دسته زیر رده بندی کرد :

الف - ساختمان‌هایی که با ریختن بتن در محل ساخته می‌شوند (بتن درجا)

ب - ساختمان‌هایی که با قطعات پیش ساخته اجرا می‌شوند (قطعات پیش ساخته دراین نوشتار بررسی نمی‌شوند).

۲ - ۲ - ۲ رده بندی و مراحل اجرای بتن درجا

بتن ساختمان‌ها ممکن است در محل کارگاه ساخته شود یا بتن آماده از کارخانه بتن سازی، تهیه شده و به محل اجراء حمل شود. در صورتی که حجم بتن ریزی زیاد و مداوم باشد، دستگاه ساخت بتن مرکزی را می‌توان در قسمتی از کارگاه برپا کرد و از آن محل به سایر نقاط مختلف کارگاه حمل کرد و در صورتی که حجم بتن ریزی کم باشد ممکن است از دستگاه مخلوط کن کوچک (بتونیر) با ظرفیت حدود ۲۰۰ لیتر استفاده کرد. دراین گونه موارد معمولا"نسبت اختلاط حجمی می‌باشد. مصالح دریک محل جمع شده و همانجا باهم در بتونیر ریخته می‌شوند.

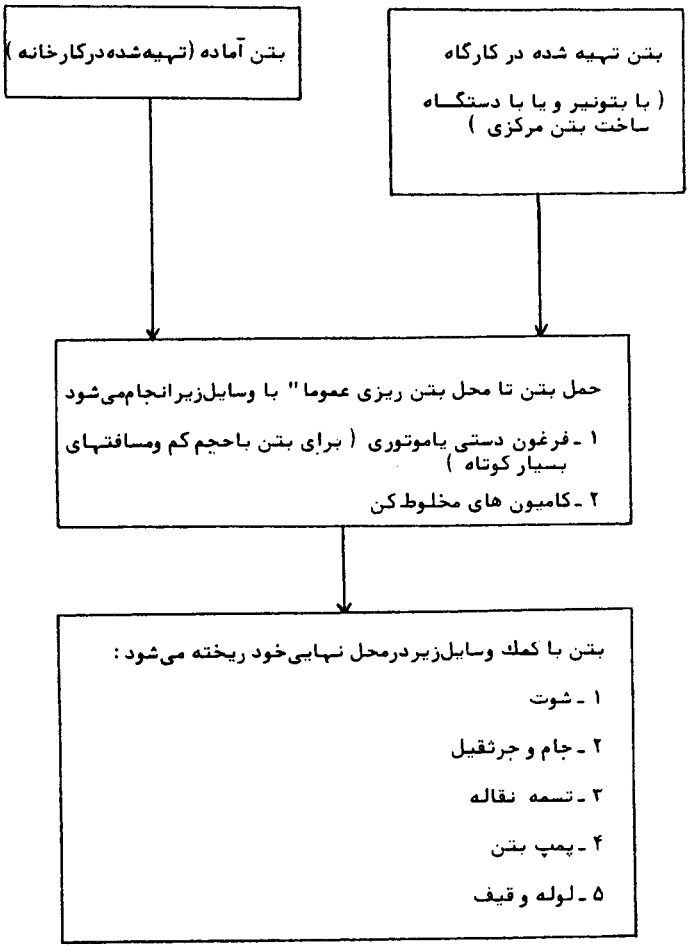
دستگاه ساخت بتن مرکزی برای پروژه های بزرگ که حجم بتن ریزی زیاد است مقرون به صرفه می‌باشد. در این نوع ساخت بتن، سنگدانه‌ها و سیمان و آب در کنار دستگاه قرار می‌گیرد و دستگاه بطور تقریبا" خودکار، مصالح را به اندازه دلخواه با هم مخلوط کرده و بتن آماده تحویل می‌دهد.

بتن ساخته شده درکارگاه یا کارخانه به طرق مختلف به نزدیکی محل ریختن بتن حمل می‌شود. معمولا" در صورتی که حجم بتن ریزی و فاصله حمل آن بسیار کوتاه باشد، از فرغون‌های دستی یا موتوری و برای بتن ریزی با حجم زیاد از کامیون‌های مخلوط کن استفاده می‌شود.

پس از حمل بتن به محل بتن‌ریزی، بسته به نوع کار از وسایل مختلفی برای ریختن بتن در قالب‌ها استفاده می شود. از مهمترین ابزار ریختن بتن موارد زیر را می‌توان نام برد :

شوت، جام و جرثقیل، تسمه نقاله، پمپ بتن و لوله و قیف.

رده بندی و مراحل اجرای ساخت بتن در شکل (۲-۸) خلاصه شده است.



شکل (۲-۸) : رده بندی و مراحل اجرای بتن

۲ - ۲ - ۳ مراحل اجرای بتن آماده

معمولا" استفاده از بتن آماده در شرایط زیر مناسب و مقرون به صرفه می‌باشد :

الف - زمانی که حجم بتن ریزی کم باشد.

ب - در صورتی که در محل کارگاه فضای کافی برای ساخت بتن نباشد.

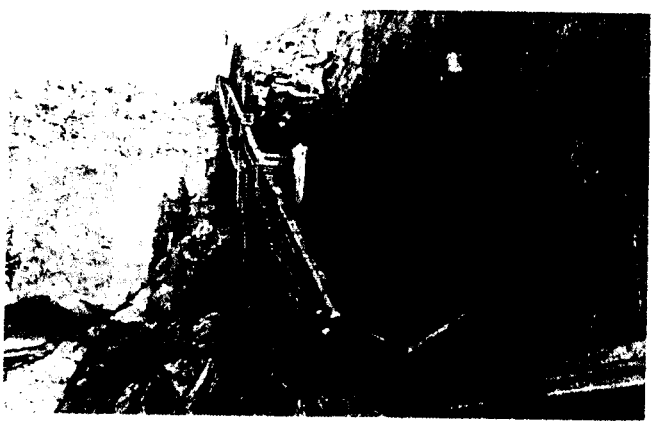
پ - زمانی که بتن ریزی زیادی در زمان کوتاهی مورد نظر باشد.

ت - در صورتی که افراد ماهر برای ساخت بتن درمحل وجود نداشته باشند.

ث - در پروژه های بزرگ ممکن است در بعضی ساعات یا روزها حجم بتن ریزی آنقدر زیاد باشد که بتن تهیه شده در کارگاه کافی نباشد، دراین صورت می‌توان از بتن آماده به عنوان بتن کمکی استفاده کرد.

۲ - ۲ - ۴ شـــوت

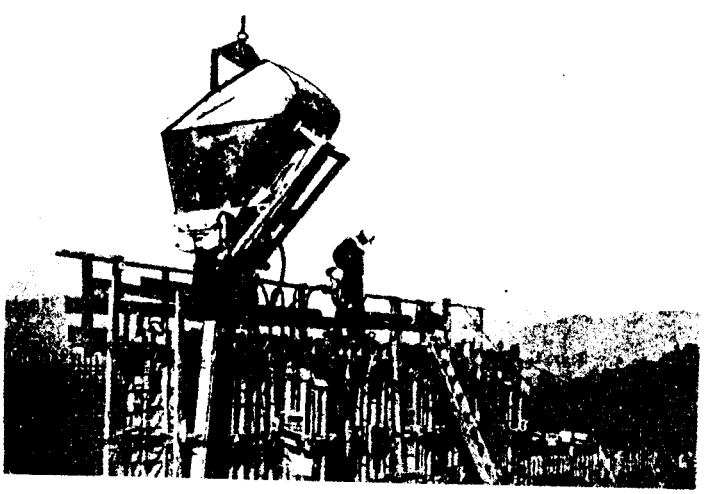
این وسیله ساده برای ریختن بتن در محلی پائین تر از محل تهیه آن به کار می رود. شوت ها ممکن است به اشکال مختلف ساخته شوند، فقط کافی است مقطعی داشته باشند که بتن هنگام عبور از آنها به خارج ریخته نشده و ابعادآن با سرعت بتن ریزی متناسب باشند. یک نمونه شوت در شکل (۲-۹) دیده می شود.



شکل (۲-۹) : شـــوت

۲ - ۲ - ۵ جام و جرثقیل

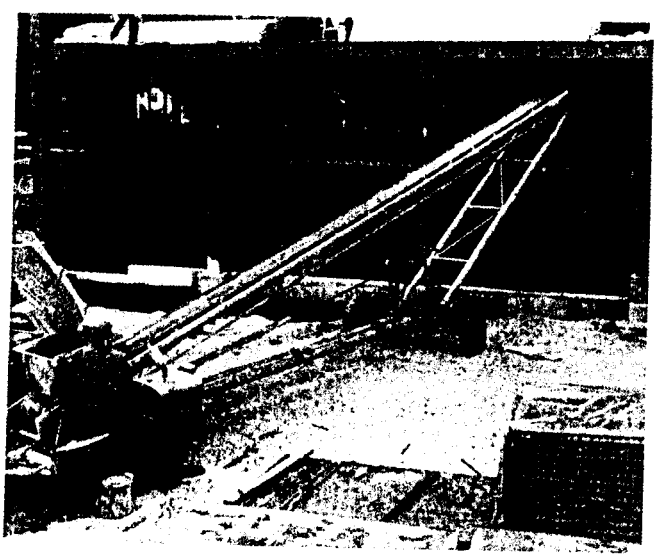
ازاین وسیله معمولا"برای بتن ریزی ساختمان های بلند یا سدها استفاده می کنند. بتن پس از حمل به داخل جام متصل به جرثقیل ریخته شده و با جرثقیل به محل بتن ریزی انتقال داده می شود (شکل ۲-۱۰).



شکل (۲-۱۰) : جام و جرثقیل

۲ - ۲ - ٦ تسمه نقاله

تسمه نقاله برای انتقال بتن از محل تهیه آن تا محل بتن ریزی، بدون استفاده از وسایل اضافی به کار می‌رود. محل بتن ریزی می‌تواند در ترازی بالاتر و پائین تر از محل تهیه بتن واقع باشد. تسمه نقاله با سرعت مناسب که توسط موتوری تأمین می‌شود به حرکت در می‌آید. گرچه تسمه نقاله‌ها گران قیمت هستند ولی ممکن است در مقایسه با سایر روش‌ها (مثلاً جام و جرثقیل) با صرفه تر باشند. تسمه نقاله ها معمولا" بر روی چرخ‌هایی قرار دارند که حرکت آنها را در جهات مختلف آسان کند (شکل ۲-۱۱).

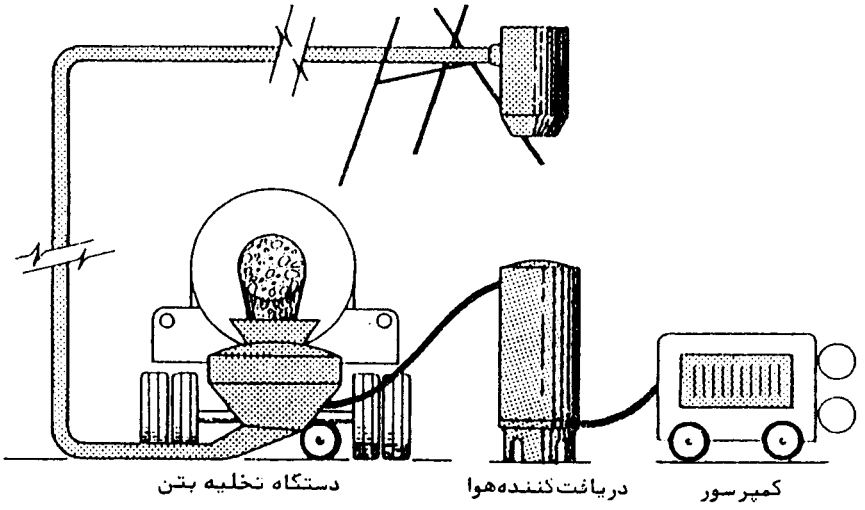


شکل (۲-۱۱) : تسمه نقاله

درصورت لزوم برای احتراز از سقوط بتن یا عدم دسترسی به تمام نقاط بتن ریزی، ممکن است همراه با تسمه نقاله از شوت‌های کمکی استفاده کرد.

۲ - ۲ - ۷ پمپ بتن

پمپ بتن برای انتقال آن از محل تهیه تا محل بتن ریزی با استفاده از فشار هوا و از طریق لوله‌های صلب یا قابل انعطاف انجام می‌گیرد. شکل (۲-۱۲) طرز کار و پمپ بتن را نشان می‌دهد.

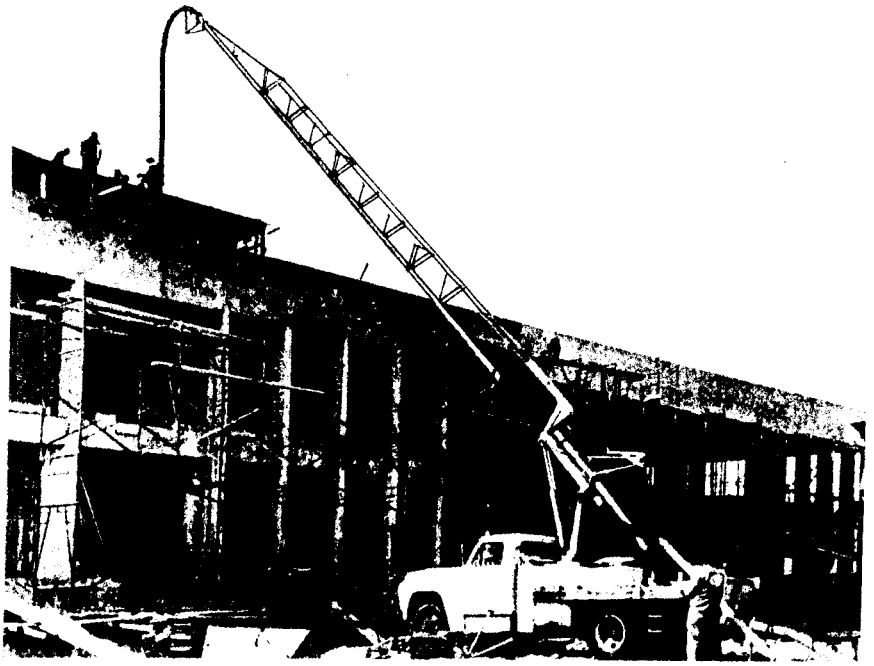


شکل (۲-۱۲) : پمپ بتن

بتن ریزی دراین روش باید یکنواخت و مداوم صورت گیرد و کنترل کیفیت بتن باید به دقت انجام شود. به علت آن که لوله ها، فضای کمی از کارگاه را اشغال می‌کنند، با این روش بتن ریزی به سهولت اجرا می‌گردد. بسته به قدرت پمپ بتن، می‌توان در هر ساعت حدود ۸ تا ۷۰ مترمکعب بتن ریزی کرد. با پمپ بتن می‌توان بتن را تا طولی به اندازه ۳۰۰ متر افقی و ارتفاعی به اندازه ۹۰ متر قائم حمل کرد.

گرچه مواد متشکله بتن در روش پمپاژ بتن و سایر روش‌ها یکسان است ولی دقت بیشتری در کنترل کیفیت بتن پمپ شده باید مبذول داشت، بتن باید حالت پلاستیک داشته وبرای ساخت آن بیشتر از سنگدانه های گرد گوشه استفاده شود. اندازه حداکثر سنگدانه‌ها و مقدار ملات سیمان و آب باید مطابق ضوابط اختیار شود.

پمپ کردن بتن وقتی اقتصادی است که بتوان آن را در زمان طولانی و مداوم به کار برد زیرا در غیر این صورت در هر بار مصرف باید لوله ها تمیز شوند (شکل ۲-۱۳).



شکل (۲-۱۳) : بتن ریزی سقف با پمپ

۲ - ۲ - ۸ قیف و لوله (Tremie)

از قیف و لوله معمولا"برای بتن‌ریزی در زیر آب استفاده می‌کنند. ریختن بتن از بالای سطح آب در داخل قیف صورت می‌گیرد و بتن تحت اثر وزن خود از داخل لوله عبور کرده و در قالب‌ها قرار می‌گیرد.

فصل سوم - ضوابط عمومی جزئیات طراحی و اجرای اتصالات سازه های بتنی

۳ - ۱ مقـــدمـــه

پس از تعیین ابعاد مقاطع و مقدار آرماتورهای لازم قطعات مختلف یک ساختمان بتنی، جزئیات سازه ای و معماری دیگری باید مشخص شوند تا طرح کامل شود.

مهمترین جزئیات سازه ای ومعماری در اتصالات ساختمان های بتنی شامل موارد زیر می باشند:

الف - جزئیات آرماتور گذاری

ب - جزئیات درزهای سازه ای

پ - جزئیات اتصال قطعات الحاقی به سازه های بتنی

ت - جزئیات نماسازی سازه های بتنی

ردیف های (الف) و (ب) را تحت عنوان « ضوابط سازه ای » و ردیف های (پ) و (ت) را تحت عنوان « ضوابط معماری » طبقه بندی می شوند.

گرچه به این جزئیات در عمل توجه کمتری می شود ولی تجربیات و آزمایش های فراوان نشان می دهد که اهمیت آنها کمتر از اهمیت طرح قطعات اصلی ساختمان نیست. در بعضی موارد جزئیات نادرست ممکن است باعث کاهش مقاومت، دوام یا بهره دهی ساختمان شود.

در تعیین جزئیات یک طرح خوب باید به موارد زیر توجه داشت :

الف - نباید مقاومت قطعات یا کل سازه توسط طرح جزئیات نامناسب کاهش یابد.

ب - از ایجاد ترک های محلی به علت اثر بارها یا عوامل تابع زمان (نظیر جمع شدگی و خزش) باید جلوگیری شود.

پ - جزئیات معماری و سازه ای یک ساختمان باید قابل اجرا ومتناسب با تخصص افراد سازنده آن باشد.

۳ - ۲ ضوابط سازه ای

۳ - ۲ - ۱ جزئیات آرماتور گذاری

در طرح جزئیات عمومی آرماتورگذاری موارد زیر را باید مد نظر داشت :

نوع آرماتور :

از نظر شکل رویه، میلگردها به دو دسته صاف و آجدار تقسیم می‌شوند. آرماتور آجدار دارای پیوستگی بیشتری با بتن است. در نواحی زلزله خیز توصیه می‌شود از این نوع آرماتور استفاده شود.

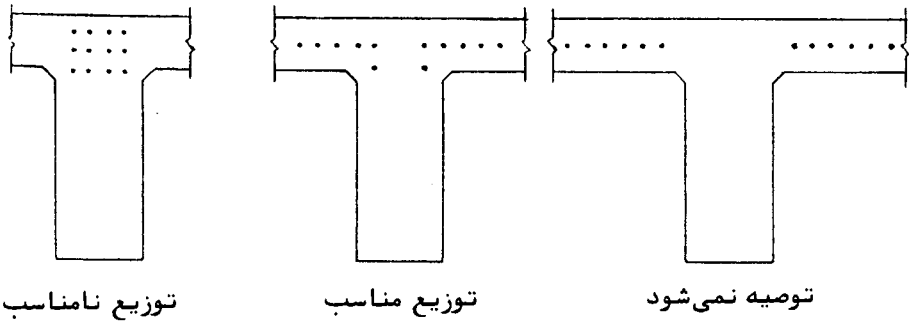
مهار و وصله آرماتورها :

آرماتورها باید به اندازه کافی از نقطه‌ای که از نظر محاسباتی تنشی را تحمل نمی‌کنند امتداد یابند تا بتوان آنها را مهار شده در بتن فرض کرد، به این طول اضافی، طول مهاری می‌گویند. علاوه براین، در صورت اتصال دو میلگرد از طریق روی‌هم قرار دادن آنها، طول کافی برای انتقال نیرو از یک میلگرد به میلگرد دیگر باید وجود داشته باشد، به این طول، طول وصله گویند. طول مهاری و طول وصله مناسب از طریق آئین نامه‌های بتن قابل محاسبه‌اند.

توزیع آرماتورها در مقطع :

در صورتی‌که آرماتورها در قسمت کششی مقطع به خوبی توزیع شده باشند میزان ترک خوردگی مقطع کم خواهد شد. به‌همین علت تعداد بیشتر میلگرد با قطر کمتر از تعداد کم با قطر بیشتر، بهتر است.

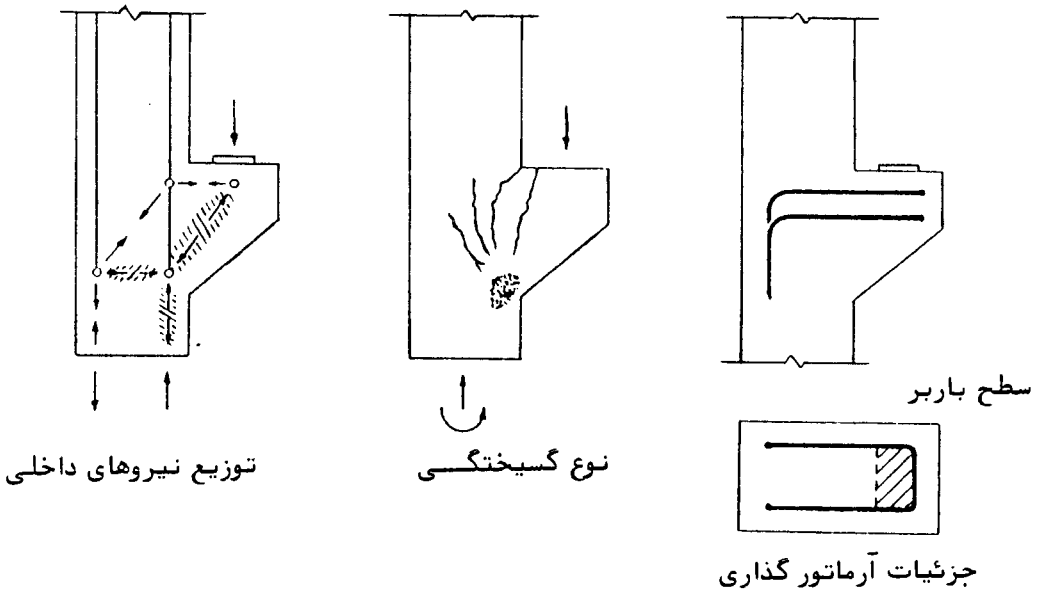
به عنوان مثال در تیرهای با مقطع T شکل، نحوه مناسب آرماتورگذاری در قسمت بال آنها در شکل (۳-۱) نشان داده شده است.



شکل (۳-۱) : نحوه توزیع آرماتورهای فوقانی در مقطع T شکل

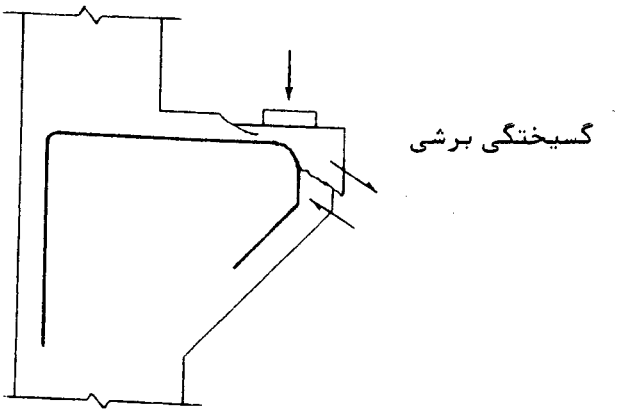
آرماتورگذاری درمحل تکیه گاه ها :

در محل اثر بارهای متمرکز و تکیه گاه ها، جزئیات آرماتورگذاری باید با دقت بیشتری انجام گیرد. به عنوان مثال در محل پیش آمدگی های ستون ها که برای انتقال نیروی متمرکز به ستون تعبیه می شوند، به علت وجود نیروهای کششی قطری، ترک هایی در زیر پیش آمدگی به وجود می آید. یک نمونه آرماتورگذاری مناسب برای پیش آمدگی ها در شکل (۳-۲) دیده می شود.



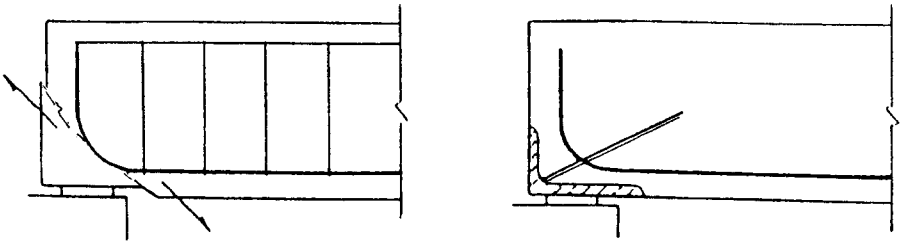
شکل (۳-۲) : جزئیات آرماتور گذاری پیش آمدگی های ستون

در صورتی که عرض پیش آمدگی زیاد باشد و آرماتورهای قائم آن به نحو مناسبی خم نشده باشند، ممکن است گسیختگی برشی باعث خرابی قطعه شود، شکل (۳-۳).



شکل (۳-۳) : جزئیات غلط آرماتور گذاری در پیش آمدگیهای ستون

در تکیه‌گاه ساده یک تیر نیز ممکن است چنین گسیختگی برشی اتفاق بیافتد، شکل (۳-۴). برای جلوگیری از آن آرماتورها را می‌توان به یک نبشی مطابق شکل (۳-۴-ب) جوش داد.



شکل (۳-۴) : جزئیات آرماتورگذاری در تکیه گاه ساده

آرماتور گذاری اتصالات :

قطعات بتن آرمه نظیر تیرها، ستون ها و دال ها ممکن است در بعضی موارد به شکل مجزا ساخته و اجراء شوند ولی غالبا" بهم متصل شده و سازه یکپارچه ای را به وجود می آورند. اتصالات برای انتقال تنش ها نقش عمده ای را بازی می کنند. در بعضی از موارد طرح و اجرای اتصالات ساده می باشد. به عنوان مثال در اتصال یک تیر و ستون معمولا" فضا و سطح کافی برای انتقال تنش ها وجود دارد و با طرح صحیح می توان مطمئن بود که آنها با یکدیگر کار می کنند. ولی در اتصال دال و ستون که سطح تماس کمی وجود دارد و معمولا" تنش های زیادی باید انتقال یابد، دقت بیشتری لازم است.

آزمایش ها نشان می دهند که طرح و اجرای اتصالات خوب که تمام وظایف محوله را انجام دهد کار دشواری است به خصوص درنواحی زلزله خیز که مقادیر انواع تنش ها در اتصالات زیاد است، مهندس طراح معمولا" با اشکالاتی (نظیر کمبود جای کافی برای قرار دادن میلگردهای لازم) مواجه است.

نکاتی که در طرح و اجرای اتصالات قطعات بتن آرمه باید در نظرگرفت به قرار زیر خلاصه می شوند :

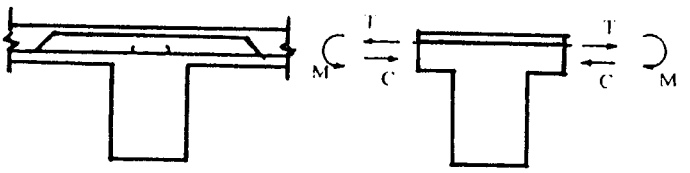
- تعیین دقیق تنش ها و درک صحیح از نحوه انتقال آنها
- آرماتورها باید به اندازه کافی مهار شوند.
- از تراکم بسیار زیاد آرماتورها در اتصالات باید پرهیز کرد. به طوری که فضای کافی برای ریختن و متراکم کردن بتن وجود داشته باشد.

از مهمترین انواع اتصالات، اتصال تیر به دال و تیر به ستون است.

اتصال تیر به دال :

معمولا"در اتصال تیرها و دال ها به علت وجود فضای کافی و برش ها و لنگرهای کم مشکلی به وجود نمی آید.

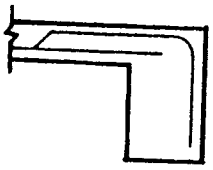
در صورتی که دال از هر دو طرف تیر امتداد داشته باشد، به علت وجود لنگر در هر دو طرف تیر، معمولا" به تیر پیچش کمی وارد می شود. علاوه بر آن نیروی برشی در طول اتصال ناچیز است، (شکل ۳-۵).



شکل (۳-۵) : اتصال تیر و دال در دو جهت

آرماتورهای فوقانی اتصال برای تحمل لنگرهای منفی می باشند.

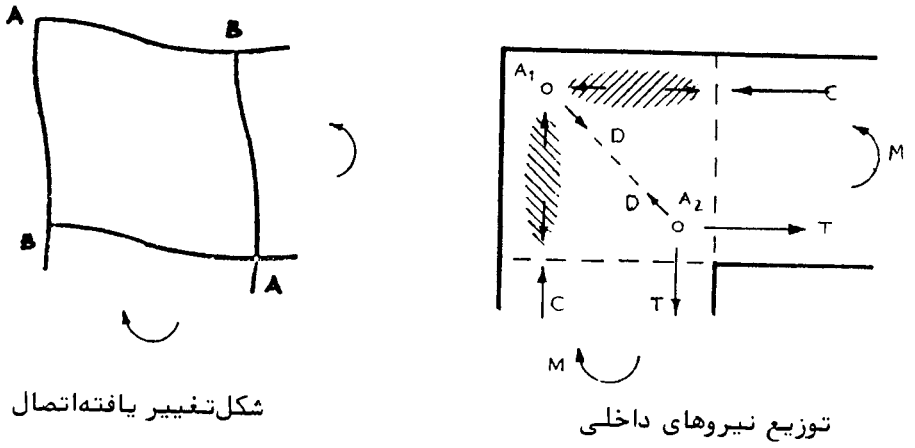
در حالت اتصال تیر به دال در یک جهت (شکل ۳-۶)، لنگر خمشی موجود در دال در محل اتصال باعث لنگر پیچشی درتیر می شود. سختی پیچشی تیرهای متعارف معمولا" برای تحمل لنگر منفی موجود در محل اتصال کافی است. آرماتورهای فوقانی برای تحمل لنگرهای منفی باید به اندازه کافی مهار شوند که این کار معمولا" با خم کردن آنها در داخل تیر میسر می شود.



شکل (۳-۶) : اتصال تیر و دال در یک جهت

اتصال تیر و ستون :

در صورتی که تیر و ستون فقط در یک جهت به هم وصل شوند، اصطلاحا" به آن اتصال زانویی می گویند (شکل ۳-۷).



شکل‌تغییر یافته‌اتصال

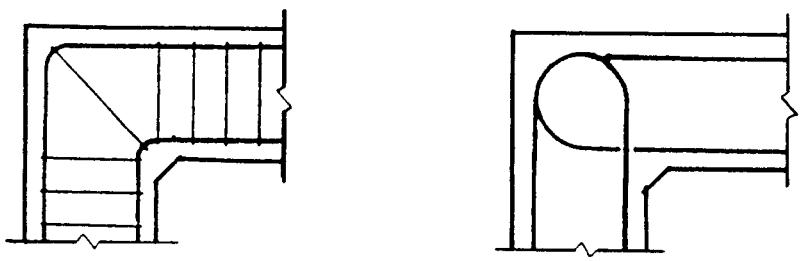
توزیع نیروهای داخلی

شکل (۳-۷) : اتصال زانویی تیر و ستون

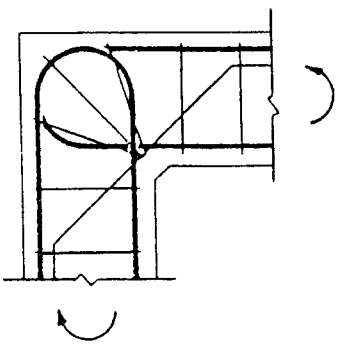
دراین نوع اتصال، به علت وجود نیروهای کششی قطری درمحل، در جزئیات آرماتورگذاری باید دقت بیشتری کرد.

در صورتی که لنگرهای انتهایی تیر و ستون تمایل به باز کردن اتصال داشته باشند، به آن «اتصال زانویی بازشو» و در صورتی که لنگرهای انتهایی تمایل به بسته کردن اتصال داشته باشند، به آن «اتصال زانویی بسته شو» می‌گویند. یک نمونه اتصال زانویی بازشو در شکل (۳-۷) دیده می‌شود.

همان طوری که در شکل نمای توزیع تنش‌ها مشاهده می‌شود نیروهای کششی قطری در امتداد A_1A_2 به وجود می‌آید که در صورت نبودن آرماتورهای لازم، ترک‌هایی درآن ناحیه به وجود می‌آید. خاموت های تیر و ستون در محل اتصال تاحدودی نیروهای کششی قطری را تحمل می‌کنند، شکل (۳-۸) ولی آزمایش‌ها نشان داده اند این نوع اتصالات به اندازه کافی مطمئن نیستند و بهتر است از اتصالاتی نظیر شکل (۳-۹) استفاده شود.

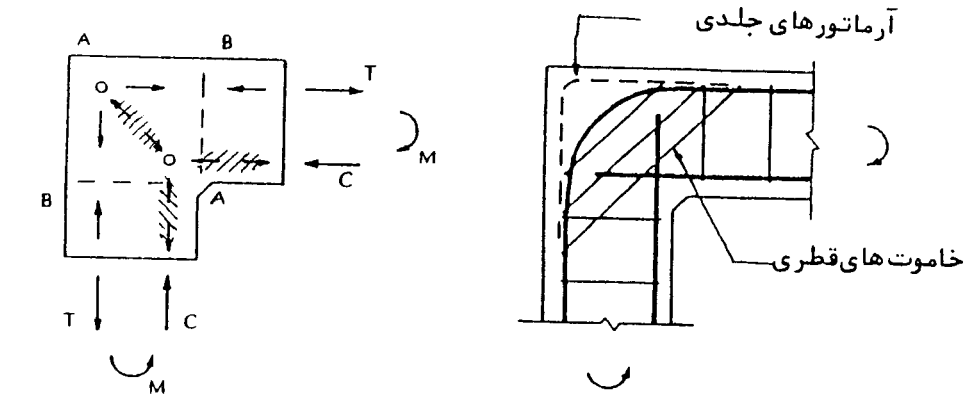


شکل (۳-۸) : جزئیات آرماتور گذاری نامناسب اتصال زانویی



شکل (۳-۹) : نمونه ای از جزئیات صحیح آرماتورگذاری اتصال زانویی

مشابه اتصال زانویی بازشو، در اتصال زانویی بسته شو، به آرماتورهای قطری در محل اتصال نیاز است، (شکل ۳-۱۰).

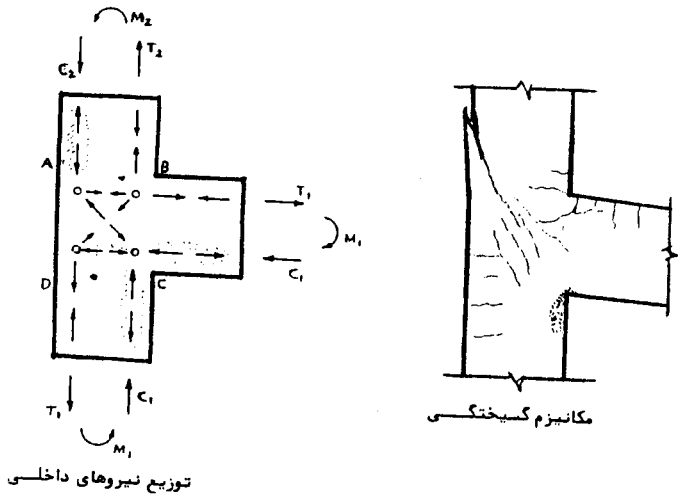


شکل (۳-۱۰) : اتصال زانویی بسته شو

در این حالت در امتداد BB کشش به وجود می آید که می توان با گذاردن آرماتورهای قطری از به وجود آمدن ترک ها در آن ناحیه جلوگیری کرد. در قسمت خارجی این نوع اتصال، به علت وجود کشش، ممکن است به آرماتورهای اضافی جلدی نیاز باشد.

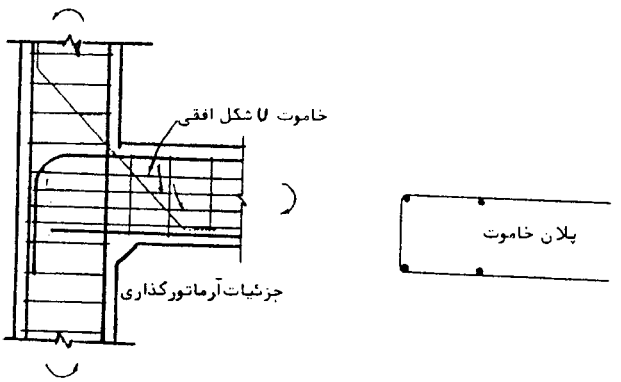
اتصال تیر به ستون های کناری :

یک نمونه از اتصال تیر به ستون های کناری در شکل (۳-۱۱) دیده می شود. قسمتی از لنگر تیر توسط ستون فوقانی و قسمت دیگری از آن توسط ستون تحتانی تحمل می شود.



شکل (۳-۱۱) : اتصال تیر به ستونهای کناری

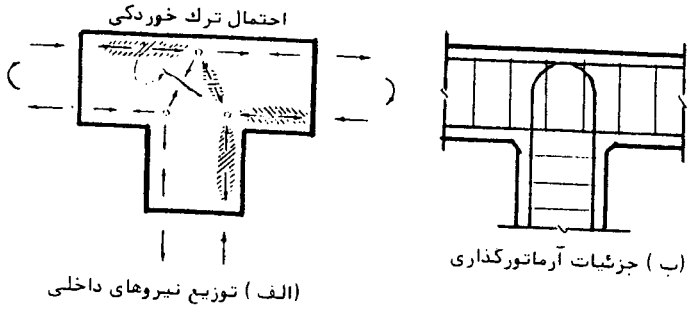
همان طوری که در شکل دیده می شود توزیع نیروها و لنگرها باعث به وجود آمدن نیروهای کششی قطری بین نقاط B و D می شود که در صورت موجود نبودن آرماتورهای کافی باعث ترک هایی در آن ناحیه می گردد. نمونه ای از اتصال مناسب تیر با ستون های کناری در شکل (۳-۱۲) دیده می شود.



شکل (۳-۱۲) : نمونه ای از اتصال تیر به ستون های کناری

اتصال T شکل تیرها و ستون :

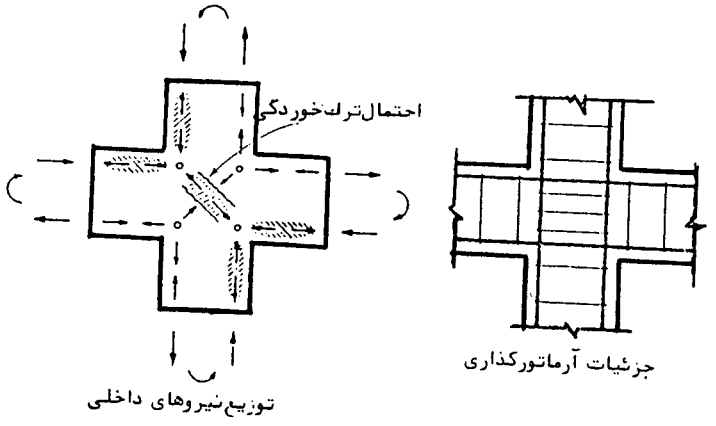
در صورتی که دو تیر به یک ستون مطابق شکل (۳-۱۳) متصل شوند، به آن اتصال T شکل گویند. همان طوری که در شکل مشخص است توزیع نیروهای داخلی در ناحیه اتصال به نحوی است که در امتداد قطری آن ایجاد نیروهای کششی می شود. یک نوع آرماتورگذاری مناسب برای این نوع اتصال در شکل (۳-۱۳-ب) نشان داده شده است.



شکل (۳-۱۳) : اتصال T شکل تیرها و ستون

اتصال تیرها و ستون های داخلی :

یک نمونه از اتصال تیرها و ستون های داخلی یک ساختمان در شکل (۳-۱۴) نشان داده شده است. در این اتصال نیز، نیروهای کششی قطری باعث ایجاد ترک هایی می شوند. امتداد یافتن خاموت های ستونها در کاهش میزان ترکها سهم بسزایی دارد.



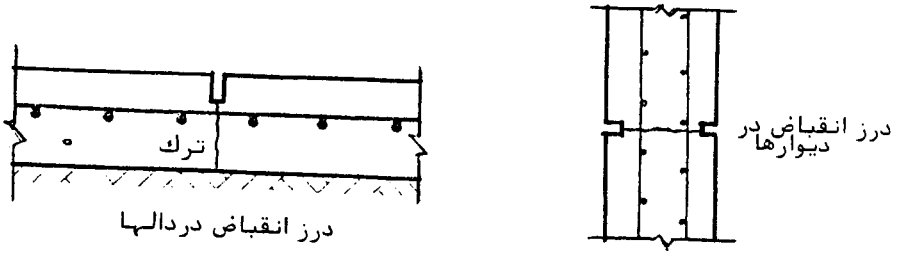
شکل (۳-۱۴) : اتصال تیرها و ستون های داخلی

۳ - ۲ - ۲ جزئیات درزهای ساختمانی

هدف از اجرای درزهای ساختمانی اجازه دادن به حرکت های نسبی بین قطعات ساختمان در دو طرف درز می باشد. انواع درزهای ساختمانی عبارتند از :

الف - درزهای انقباض (درزهای کنترل) :

این نوع درزها حرکت نسبی دال یا دیوار را در صفحه خود امکان پذیر می سازد و باعث می شود که ترک های ناشی از جمع شدگی و تغییر دما در محل های از پیش تعیین شده پدید آیند، شکل (۳-۱۵).



شکل (۳-۱۵) : درزهای انقباض

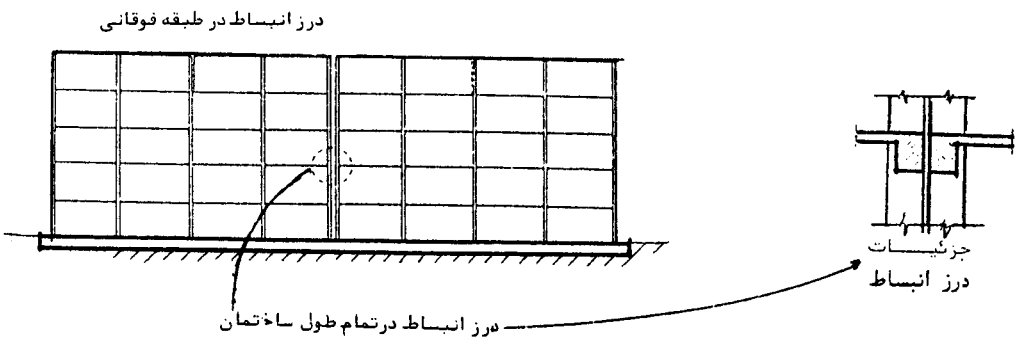
محل درز را می توان از مواد پلاستیکی پر کرد. وجود چنین درزهایی انتقال نیروی برشی را در دو طرف درز تاحدودی کم می کند.

فواصل درزهای انقباض عمدتا" بستگی به میزان محدود بودن قطعه (شرایط تکیه گاهی) دارد. علاوه بر این مقدار تغییر شکل ناشی از جمع شدگی و تغییر دما عامل مؤثر دیگری در تعیین فاصله بین درزهای انقباض است. چون این عوامل به سادگی قابل ارزیابی نیستند، فاصله درزهای انقباض براساس تجربه تعیین می شوند. توسط بعضی از محققین فاصله ۵ تا ۸ متر برای دیوارها و دال های روی زمین پیشنهاد شده است.

ب - درزهای انبساط

این نوع درزها حرکت قسمتی از یک ساختمان را بدون آن که به قسمت دیگر آن نیرو وارد کند

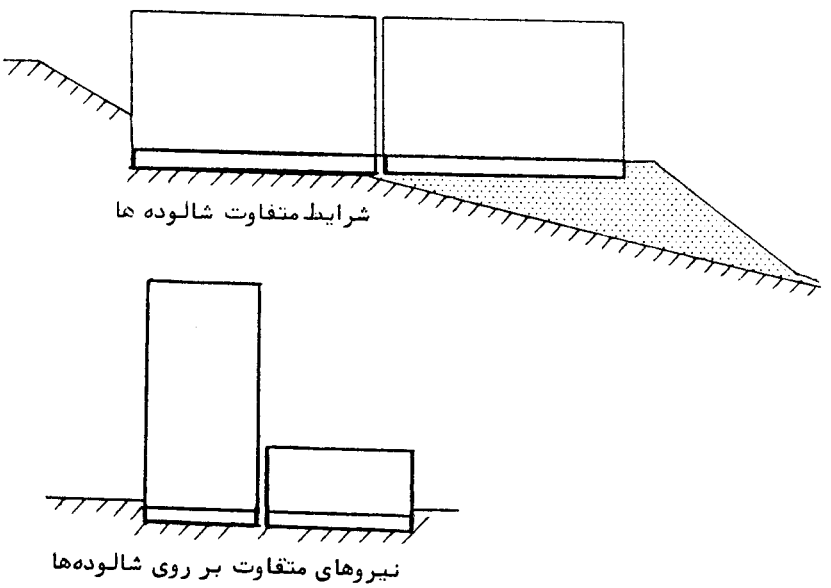
ممکن می سازد. وجود چنین درزهایی در مواردی که احتمال تغییر درجه حرارت یا جمع شدگی زیاد می رود ضروری است، شکل (۳-۱۶) .



شکل (۳-۱۶) : درزهای انبساط

پ - درزهای جدا کننده

در بعضی موارد خاص ممکن است لازم باشد دو قسمت ساختمان به طور کامل از یکدیگر جدا شوند. نظیر حالتی که احتمال نشست متفاوت برای دو قسمت آن می رود، (شکل ۳-۱۷) .



شکل (۳-۱۷) : درز جدا کننده

ت - درزهای اجرایی

در بتن ریزی های حجیم ممکن است امکان بتن ریزی در یک مرحله وجود نداشته باشد دراین صورت بین هر مرحله بتن ریزی تا مرحله قبل درزی به وجود می آید که به آن درز اجرایی می گویند. برای پیوستگی بین لایه های مختلف بتن باید به نکات اصلی زیر توجه کرد :

- سطح بتن در درزهای اجرایی باید تمیز شود.
- درزهای اجرایی باید درمقاطعی که نیروها به ویژه نیروهای برشی، حداقل می باشند پیش بینی شوند.
- برای تأمین پیوستگی بین لایه های بتن در محل درزهای اجرایی باید سطح بتن قبلی را خشن ساخت و سپس لایه بعدی را ریخت.

۳ - ۳ ضوابط معماری

۴ - ۳ - ۱ جزئیات اتصال به سازه های بتنی

اتصالاتی که دراین بخش شرح آن داده می شود، مربوط است به نصب قطعاتی نظیر انواع پوشش های نما، دیوارهای جداگر، تابلوها، قطعات تزیینی، تجهیزات و وسایل یا به طور کلی هر قطعه ای که بعدا" به سازه بتن وصل می شود.

به طورکلی هر سیستم اتصال اگر باتوجه به میزان نیروهای وارده طراحی و اجراء شده باشد دارای مشخصات زیر است :

- مقاومتش در طول عمر مفید ساختمان در برابر بارهای پیش بینی شده کاهش نیابد.
- قابل انعطاف باشد به گونه ای که باحرکت قطعه و تغییر شکل محل اتصال، گیرداری آن از بین نرود. این ویژگی باعث جلوگیری از خرابی درهنگام وقوع زلزله می شود.
- با دوام باشد، به گونه ای که در طول عمرمفید خود، وظایف محوله را به خوبی انجام دهد وعواملی نظیر هزینه کمتر، سهولت اجراء و نگهداری در طراحی اتصالات مد نظر باشد.

انواع اتصالات :

اتصال به سازه های بتنی در دو روش قابل پیش بینی است :

روش اول - اتصالات قبل از بتن ریزی، درمحاسبات سازه منظور می گردد و درگیری آن با

میلگردهای سازه‌ای نیز تأمین می‌شود. این نوع اتصال برای بارهای سنگین و قابل توجه از نظر سازه‌ای درنظر گرفته می‌شود.

روش دوم - اتصالات بعد از بتن ریزی ویژه بارهای سبک و غیرقابل توجه از نظر سازه‌ای که درگیری آنها در داخل لایه بتنی انجام می‌شود.

الف - روش اول " اتصالات قبل از بتن ریزی " :

الف - ۱: بولت ها[1]

بولت دراین سیستم همزمان با میلگردگذاری قبل از بتن ریزی در داخل شبکه میلگردها کارگذاشته می‌شود. شیوه عمل مانند اتصال ستون به شالوده است که در صورت نیاز از صفحه فلزی[2] نیز برای تأمین اتصال بهتر استفاده می‌شود. طول قطر و چگونگی اتصال براساس محاسبات تعیین می‌شود.

الف - ۲: تکیه گاه بتنی

این روش نیز باید در طرح سازه پیش‌بینی شود به گونه‌ای که با میلگردگذاری مناسب تکیه‌گاهی به صورت پیش‌آمدگی در بدنه اصلی سازه بنا ایجاد شود تا پس از بتن ریزی قطعه مورد نظر روی آن قرار بگیرد.

طرح و اجرای سازه این روش برای انتقال بارهای قائم است، درصورت نیاز، برای جذب تنش‌های حاصل توصیه می‌شود از مهار بندها به تناسب میزان نیروها براساس محاسبات سازه‌ای استفاده شود.

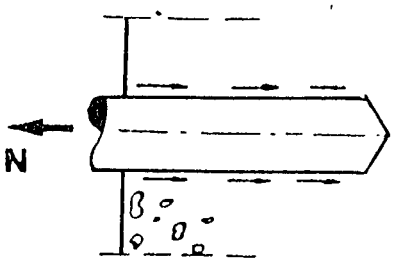
ب - روش دوم " انواع اتصالات بعد از بتن ریزی " :

ب - ۱: پیچ های مهاری[3]

دراین اتصالات از انواع پیچ‌های مهاری استفاده می‌شود. نحوه انتقال نیرو از پیچ به بتن به یکی از دو روش زیر انجام می‌گیرد :

1- Bolts
2- Base Plate
3- Roll Bolt - Expansion Bolt

- اتصال با نیروی پیوستگی

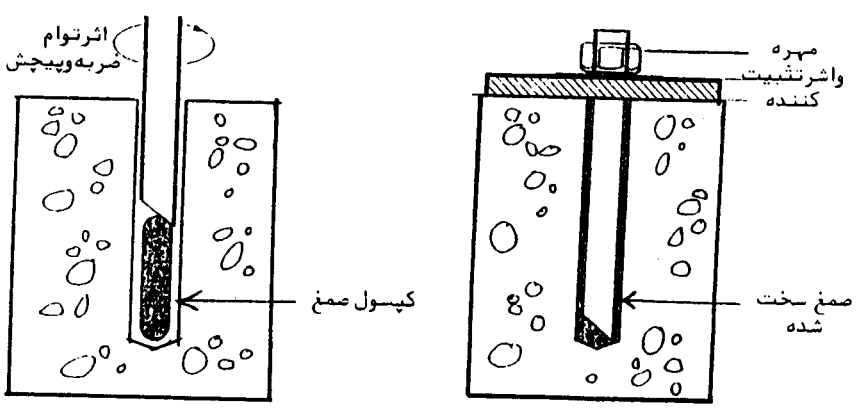


شکل (۳-۱۸) : نمونه اتصال با نیروی پیوستگی

" اتصال با نیروی پیوستگی" پس از ایجاد سوراخ به قطر و عمق لازم در بدنه بتن با کپسول صمغ و یا تزریق صمغ به شرح زیر انجام می شود.

بولت و کپسول صمغ :

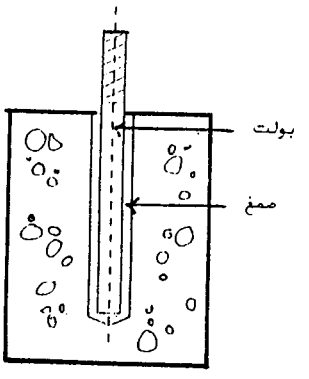
در این نوع اتصال فضای بین بولت (یا مهار) و حفره به وسیله مواد چسبنده‌ای نظیر صمغ پر می شود. نحوه کار آن است که ابتدا کپسول صمغ دردرون سوراخ از قبل تعبیه شده قرار می گیرد، سپس با وارد کردن پیچش و ضربه به بولت آن را وارد سوراخ می کنند. بولت ضمن عبور از درون کپسول موجب خارج شدن صمغ از آن می شود و اطراف بولت را می پوشاند. همزمان با سخت شدن صمغ، مهاری قادر به انتقال نیرو به بتن از طریق پیوستگی است، (شکل ۳-۱۹).



شکل (۳-۱۹) : بولت و کپسول صمغ

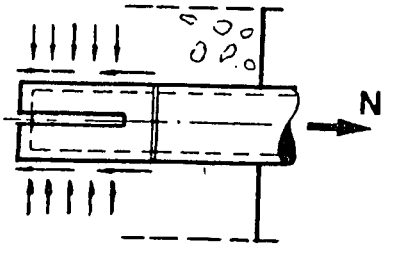
بولت با تزریق صمغ :

در این روش ابتدا محلول صمغ به همراه ملحقات آن قبل از تزریق شدن مخلوط می‌شوند و سپس به داخل حفره تزریق می‌شوند و بعد بولت درون آن قرار می‌گیرد، (شکل ۳-۲۰).



شکل (۳-۲۰) : بولت با تزریق صمغ

- اتصال با نیروی اصطکاکی



شکل (۳-۲۱) : نمونه اتصال با نیروی اصطکاکی

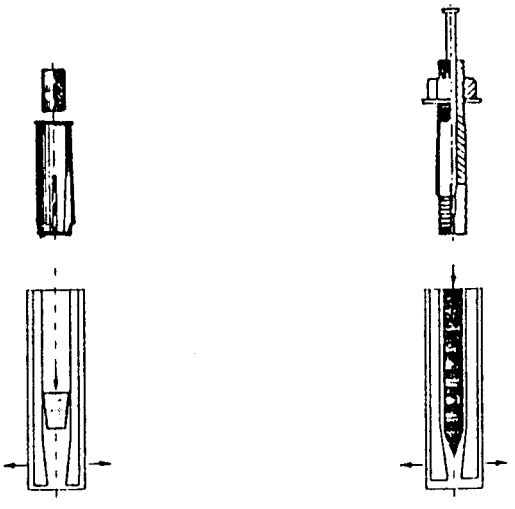
" اتصال با نیروی اصطکاکی " پس از ایجاد سوراخ به قطر و عمق لازم در بدنه پیچ های بازشونده به شرح زیر کار گذاشته می شود.

بولت های بازشونده

این نوع بولت ها بوسیله اعمال یک لنگر پیچشی به سر پیچ آن باز شده و به دیواره جدار خود نیرو وارد می کنند، شکل (۳-۲۲).

این بولت ها از طریق اصطکاک نیرو را به بتن منتقل می کنند.

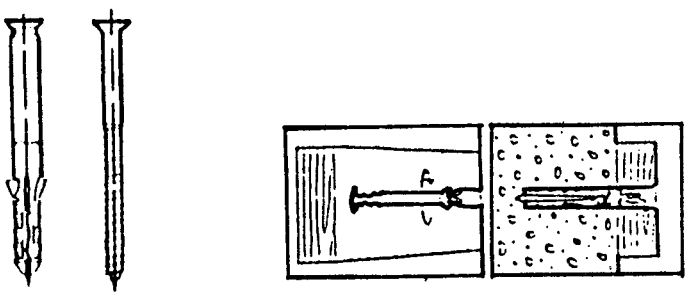
بعضی از انواع بولت های بازشونده درسوراخی که قطر آنها در عمق زیاد می شوند باز می گردند و نیرو را از طریق مکانیکی به بتن منتقل می کنند.



شکل (۳-۲۲) : بولت های بازشونده

ب - ۲ پیچ های خودرو[1] با غلاف اصطکاکی (پلاستیکی یا کنفی)

این نوع اتصال ضعیف تر از پیچ های مهاری برای تحمل و نگهداری بارهای سبک درنظر گرفته می شود. دراین نوع اتصال پیچ خودرو درون غلاف پلاستیکی یاکنفی به وسیله پیچش وارد می شود.



شکل (۳-۲۳) : پیچ های خودرو و غلاف های پلاستیکی

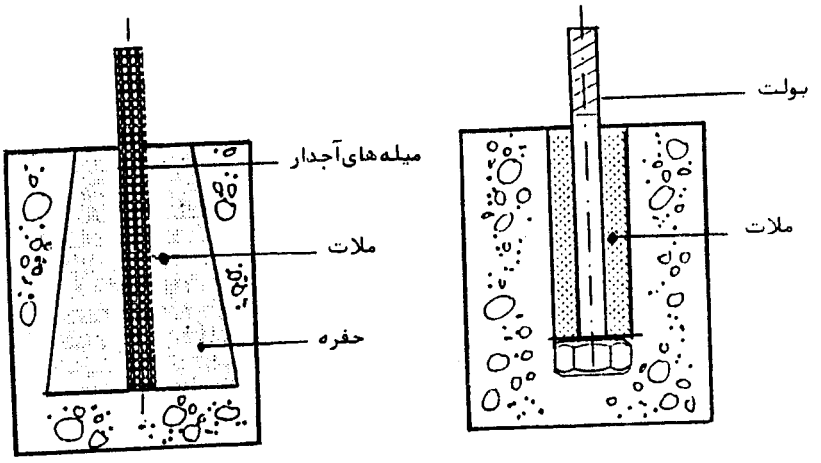
ب - ۳ پیش بینی پایه اتصال هنگام بتن ریزی

در این نوع اتصال نحوه انتقال نیرو به بدنه بتن از طریق نیروی مکانیکی است که انواع متداول آن به شرح زیر می باشد :

- پیچ با تزریق ملات ماسه سیمانی

دراین روش ابتداء حفره ایجاد شده و پس از قرار گرفتن مهاری ها که معمولا" پیچ معکوس و یا میله آجدارند، ملات ماسه سیمان به درون حفره تزریق می شود.

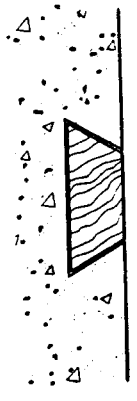
1- Roll Plug



شکل (۳-۲۴) : بولت با تزریق ملات ماسه سیمان

- پایه های چوبی

دراین روش قطعه چوب های چهارتراش ذوزنقه ای شکل درهنگام بتن ریزی در داخل بتن بصورت همسطح کارگذاشته می شود پس از گرفتن بتن از این پایه ها برای نصب قطعات مورد نظر استفاده می شود.

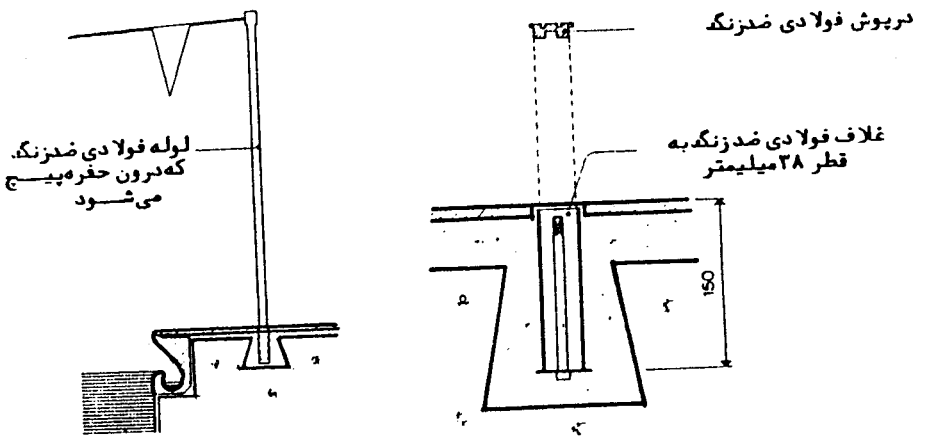


شکل (۳-۲۵) : یک نمونه از پایه های چوبی

- غلاف های فلزی

این روش برای اتصالات موقت که به تناوب مورد استفاده قرار می گیرد، در نظر گرفته

می شود. این اتصال بیشتر در کف های بتنی به کار می رود به گونه ای که هنگام بتن ریزی غلاف های فلزی[1] در داخل بتن کار گذاشته می شود و سپس در مواقع لزوم برای نصب پایه ها از این امکان استفاده می شود.



شکل (۳-۲۶) : یک نمونه از اتصالات غلافی

۳ - ۳ - ۲ نماسازی ساختمان های بتنی

نماسازی در کلیه بناها به ویژه در بناهای اسکلتی و بلند مرتبه باید دارای توجیه فنی و عملکردی مشخص باشد. موارد زیر شرح خلاصه ای از انواع عملکردهای نما است :

- نما، محافظ بدنه اصلی از فرسایش و خورندگی محیط.
- نما، تعدیل کننده جداره خارجی در برابر پدیده های جوی مانند: دما، رطوبت، باد وبارش.
- نما، عامل زیست محیطی، هماهنگی با شرایط و عملکرد محیط.
- نما، عامل اقتصادی، امکان استفاده مصالح ارزان قیمت در سفت کاری.
- نما، عامل اجرایی، تسهیل عملیات اجرایی در طی دوران ساخت و امکان تفکیک مرحله سفت کاری از کاربرد مصالح نازک کاری و گران قیمت.
- نما، عامل زیبایی و پوشش تزیینی.

---

۱ - در شرایط مرطوب از فلز ضد زنگ برای این نوع غلاف ها باید استفاده شود.

نماسازی در هریک از موارد فوق باید با نوع ساختار بناسازگار باشد، به گونه ای که فن و روش نماسازی در هریک از انواع ساختارها ویژگی فنی و مهندسی لازم را به تناسب دارا باشد.

نماسازی در پنج گروه به روش های زیر قابل پیش بینی است :

۱- بدنه نمایان یا بدون پوشش مضاعف، مگر پرداخت و نظافت بدنه اصلی و درصورت لزوم کاربرد لایه های محافظی شفاف لعابی برای تأمین مقاومت کافی درمقابل جذب رطوبت و گرد و خاک و یا آلودگی.

۲- پوشش از انواع لایه های سینتتیک و رنگ که بر روی جداره مستقیما" پاشیده می شود.

۳- انواع روکش با اندودهای سیمانی.

۴- نصب انواع صفحات پیش ساخته بوسیله شبکه زیرسازی ویاچسب های سینتتیک.

۵- [illegible] سطوح بنایی.

نماسازی روی سطوح بتنی به جز موضوع بند ۵، بقیه به ترتیب اولویت فوق با تمهیداتی قابل پیش بینی است، که برحسب شرایط محیطی، اقتصادی و عملکردی با دستورالعمل ویژه اجراء می شود.

دیوارچینی ونماسازی بین اجزاء اسکلتی ساختمان های بتنی باید تاحد امکان سبک و یکپارچه باشد، به گونه ای که اجرای آن تاحد امکان با روش نصب انجام گیرد و از اجرای درجا و دومرحله ای دیوارهای نما با مصالح بنایی (سفت کاری وبعد نازک کاری) پرهیز شود. اتصال این جداره ها به اسکلت بتنی باید فاقد نقاط ضعف مشابه موارد زیر باشد :

- اتصال منجر به ایجاد سطوح افقی ویا تله آب که سبب نفوذ رطوبت ویا آلودگی در نما شود.
- اتصال سبب ایجاد نیروهای غیرمتعارف در ساختار بنا شود.
- اتصال مانع حرکت مجاز ساختار بنا شود.
- اتصال سبب تخریب و یا تضعیف اجزاء سازه ای بنا شود.

از طرف دیگر :

- اتصال به اجزاء سازه ای باید با توجه به وزن و با محاسبه نیروهای وارده در شرایط عادی و اضطراری درنظر گرفته شود.
- اتصال دارای گیرداری کافی از نظر تأمین ایمنی ساکنان درهنگام شرایط اضطراری باشد.
- نصب درها وپنجره ها تاحد امکان به سیستم سازه ای باشد و تنها به نصب مستقل آنها

روی دیوارهای غیرسازه ای اکتفا نشود[1].

- بطور کلی توصیه می شود دیوارهای غیرسازه ای و جدا کننده ها در داخل اجزاء سازه ای بتن مهار شود[1].
- نصب تجهیزات و وسایل با توجه به وزن و عملکرد آنها با انتخاب سیستم مناسب انجام شود و درصورت نیاز به پایه های اتصال ویژه، از قبل در بدنه پیش بینی های لازم صورت گرفته باشد.

۱- درصورت لزوم درمحاسبات سازه ای منظور گردد.

فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی در ساخت و اجرای بتن

۴ - ۱ مقـــــدمـــه

از مهمترین عوامل شرایط اقلیمی در ساخت و اجرای بتن، دمای هواست، شرایط جوی در هنگام بتن ریزی عموما" با شرایط مطلوب، متفاوت است و چون مقاومت، کیفیت و پایایی بتن متأثر از شرایط اقلیمی است، بنابراین باید آثار نامطلوب ناشی از دمای کم یا زیاد هوا را در ساخت و اجرای ساختمان های بتنی شناخت و بسته به مورد راه حل های مناسب را برای کاهش این آثار به کار گرفت. در این بخش بتن ریزی در هوای گرم و سرد مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۴ - ۲ بتن ریزی در هوای گرم

۴ - ۲ - ۱ تعریف هوای گرم

هوای گرم مشکلاتی را در ساخت، ریختن و گیرش بتن به وجود می آورد که نهایتا" بر مشخصات بتن سخت شده تأثیر می گذارد. باید دانست که نمی توان بر کلیه خسارات ناشی از هوای گرم فائق آمد و مهندس طراح باید براساس قضاوت مهندسی و در نظر گرفتن سه عامل، کیفیت، اقتصاد و عملی بودن راه حل ها، تصمیم مناسب را اتخاذ کند.

می توان هوای گرم را به این گونه تعریف کرد که هر ترکیب دمای زیاد هوا، رطوبت کم و سرعت بالای باد که باعث کاهش کیفیت بتن تازه یا سخت شده و عملکرد مطلوب آن گردد، هوای گرم نامیده می شود، بدیهی است مشخص کردن یک دمای معین بدون در نظرگرفتن رطوبت وسرعت باد صحیح نمی باشد. ولی در شرایط متعارف رطوبت هوا و سرعت باد، پیشنهاد می شود که دمای بتن هنگام ریختن کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد.

۴ - ۲ - ۲ آثار نامطلوب هوای گرم بر بتن تازه و سخت شده

عوامل زیر را می‌توان از مهمترین آثار نامطلوبی که هوای گرم بر بتن تازه یا سخت شده دارد، نام برد :

(۱) افزایش نیاز به آب و کاهش اسلامپ :

آب به عنوان یکی از عوامل تشکیل دهنده بتن تأثیر مهمی بر مشخصات بتن تازه و بتن سخت شده دارد. استفاده از آب گرم باعث افزایش دمای بتن می‌شود، همچنین افزودن آب بتن بدون افزایش مقدار سیمان، نسبت آب به سیمان را بالا می‌برد که در نتیجه باعث کاهش مقاومت بتن سخت شده، می‌شود و سایر خواص آن را (نظیر پایایی و نفوذ پذیری) به نحو نامطلوبی تغییر می‌دهد. علاوه براین کمبود آب در بتن گرم باعث کاهش اسلامپ و در نتیجه کارایی آن می‌شود.

(۲) کاهش سرعت گیرش :

زمان گیرش بتن، به علت دمای زیاد هوا، کم می‌شود و این موضوع باعث ایجاد مشکلاتی در حمل و نقل و ریختن بتن می‌کند.

(۳) افزایش ترک‌های خمیری :

ترک‌های خمیری ترک‌هایی هستند که در هنگام بتن ریزی در سطح بتن ظاهر می‌شوند و مقدار آنها در بتن ریزی در هوای گرم به علت تبخیر آب افزایش می‌یابد.

(۴) نیاز به عمل آوردن سریع تر :

به علت تبخیر سریع آب، عمل آوری بتن باید با سرعت بیشتری انجام گیرد تا از خشک شدن ناگهانی آن جلوگیری شود.

(۵) عدم یکنواختی رویه ظاهری بتن :

به علت سرعت گیرش و کافی نبودن زمان عمل آوردن، ممکن است سطح بتن سخت شده صاف

و هموار نشود.

عوامل فوق الذکر باعث کاهش مقاومت و پایایی بتن سخت شده، می گردد.

۴ - ۲ - ۳ تدابیر و احتیاط های لازم برای بتن ریزی در هوای گرم

عمده تدابیری که برای بتن ریزی در هوای گرم صورت می گیرد براساس جلوگیری از تبخیر سریع آب است. به این منظور می توان تمهیدات زیر را اجراء کرد :

(۱) خنک کردن مصالح و تجهیزات کارگاهی :

برای کاهش دمای بتن، می توان مصالح را سرد کرد، از میان مصالح موجود در بتن، آب از سایر مصالح ساده تر خنک می شود و تأثیر زیادی درکاهش دمای بتن دارد. آب را می توان به وسیله یخچال، نیتروژن مایع یا یخ خرد شده، سرد کرد، ایجاد سایه بان برای منبع آب، در صورتی که تحت اثر مستقیم اشعه خورشید قرار داشته باشد، مفید است.

سردی سنگدانه ها نیز تأثیر قابل توجهی در دمای بتن دارد. به علت آن که تبخیر فرآیندی از خنک شدن است، می توان سنگدانه ها را با آب پاشی همواره مرطوب نگهداشت. استفاده از سرد کننده های بزرگ روش دیگری برای خنک کردن سنگدانه ها بشمار می رود. در صورت امکان می توان سنگدانه ها را در مخازن آب سرد غوطه ور کرد یا جریان هوای سرد از میان آنها عبور داد.

دمای سیمان اثر کمی بر روی دمای بتن تازه دارد.

علاوه بر سرد کردن مصالح بتن، پیش از بتن ریزی باید وسایل بتن ریزی را از معرض تابش مستقیم خورشید دور نگهداشت، قالب ها، میلگردها و کف زمین را نیز باید قبل از ریختن بتن با آب خنک نمناک کرد. بهتر است بتن ریزی در صبح زود یا شب انجام گیرد.

(۲) تمهیدات لازم در حمل، بتن ریزی و پرداخت آن

به علت سرعت گیرش بتن در هوای گرم، باید حمل و ریختن آن حتی الامکان سریع انجام گیرد. علاوه براین به علت آن که بتن در هوای گرم زودتر سخت می شود، باید بتن ریزی با دقت بیشتری انجام گیرد. برای جلوگیری از ایجاد درز در هر مرحله بتن ریزی، باید مقدار بتن ریخته شده کم

باشد تا زمان متراکم شدن کافی وجود داشته باشد. ضمناً باید سعی کرد وقفه‌ای بین مراحل بتن ریزی ایجاد نشود.

پرداخت رویه بتن باید بلافاصله پس از آب انداختن آن انجام گیرد.

(۳) تمهیدات لازم در عمل آوردن و محافظت بتن پس از بتن ریزی

عمل آوردن بتن در هوای گرم مستلزم دقت بیشتری است. نباید بتن را در قالب‌ها به حال خود رها کرد. بهتر است بلافاصله پس از آنکه از سخت شدن بتن اطمینان حاصل شد، قالب‌ها را شل کرده و آب از بالا روی بتن ریخته شود تا از انتهای قالب‌ها خارج شود. دمای آب نباید بیش از اندازه سردتر از بتن باشد در غیراین صورت، اختلاف دمای زیاد آب و بتن باعث ترک خوردگی آن خواهد شد. بیشترین نیاز به عمل آوردن با آب و محافظت بتن، در ساعات اولیه پس از بتن‌ریزی و پرداخت آن است. به منظور جلوگیری از خشک شدن سطوح بتن نمایان، عمل آوردن مرطوب باید بلافاصله پس از پرداخت سطوح و حداقل ۲۴ ساعت ادامه یابد. علاوه برآن می‌توان از خشک شدن سریع بتن با پوشاندن آن با ورقه‌های پلاستیکی منعکس کننده گرما، جلوگیری کرد.

(۴) استفاده از مواد افزودنی

برای اصلاح بعضی از خواص بتن در هوای گرم می‌توان از مواد افزودنی استفاده کرد. به عنوان مثال یک ماده افزودنی کندگیر کننده می‌تواند مدت زمان گیرش را زیاد کند. باید متذکر شد استفاده تنها ازماده افزودنی برای اصلاح خواص بتن در هوای گرم کافی نبوده و باید تدابیری که دراین بخش گفته شد، اندیشیده شود.

۴ - ۳ بتن ریزی در هوای سرد

برای جلوگیری از آثار نامطلوب هوای سرد بر بتن، باید بعضی تمهیدات لازم انجام کیرد. در صورت به کارگیری احتیاط‌های توصیه شده دراین بخش، می‌توان بدون آن که در خواص مورد نظر بتن تغییری حاصل شود در هوای سرد بتن ریزی کرد.

۴ - ۳ - ۱ تعریف هوای سرد

هوایی سرد محسوب می شود که متوسط دمای آن در سه روز متوالی از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد. علاوه بر این در صورتی که حداقل ۱۲ساعت در هر شبانه روز دمای هوا از ۱۰ درجه سانتیگراد بیشتر باشد، دیگر هوای سرد محسوب نمی شود. ولی چون بتن ریزی درهوای سرد تابع عوامل متعددی است، اعداد مربوط به زمان و دما کاملا" دقیق نبوده و آنها را باید به عنوان راهنما در نظر گرفت.

باید توجه داشت که دمای بتن با دمای هوای اطراف آن اشتباه نشود. به عنوان مثال دمای مناسب برای گیرش بتن ۷ الی ۲۱ درجه سانتیگراد ذکر می شود که می توان این شرایط را با تمهیداتی در هوای سرد به وجود آورد.

۴ - ۳ - ۲ آثار نامطلوب هوای سرد بر بتن تازه و بتن سخت شده

آثار سوء هوای سرد را بر بتن می توان به شرح زیر خلاصه کرد :

(۱) افزایش زمان گیرش و کسب مقاومت اولیه :

هوای سرد باعث به تعویق افتادن عمل هیدراسیون (ترکیب شیمیایی سیمان و آب)می شود و در نتیجه بتن دیرتر گرفته و مقاومت اولیه خود را درزمان طولاتی تری کسب می کند.

(۲) یخ زدن :

اگر بتنی که هنوز نگرفته یخ بزند، حجم کل آن زیاد می شود. از آنجایی که برای واکنش های شیمیایی سیمان آب وجود نخواهد داشت، گیرش و سخت شدن بتن به تأخیر خواهد افتاد. یخ زدکی دراین مرحله تأثیر مهمی بر خواص بتن نخواهد گذاشت به شرط آن که پس از آب شدن یخ ها، بتن خوب لرزانده شود. در غیراین صورت، انبساط مخلوط آن در هنگام یخ زدن سبب خواهد شد که بتن با حجم زیادی از منافذ موجود در داخل، گیرش حاصل نماید و در نتیجه مقاومتش خیلی کم خواهد شد. به هر حال باید ازیخ زدن بتن قبل از گیرش حتی الامکان جلوگیری کرد.

اگریخ زدن پس از گیرش بتن و قبل از این که مقاومت آن به مقدار قابل ملاحظه ای برسد، اتفاق بیافتد انبساط ناشی ازیخ زدن باعث از هم پاشیدن و کاهش مقاومت نهایی آن خواهد شد.

لذا باید از پیدایش یخ زدگی دراین شرایط به شدت جلوگیری کرد.

اما اگر بتن به حدکافی مقاومت کسب کرده باشد می‌تواند هوای سرد را تحمل کند و خساراتی به آن وارد نیاید.

(۳) اثر یخ زدن و آب شدن متوالی بتن سخت شده

یخ زدن و آب شدن متوالی بتن سخت شده باعث نفوذ پذیری آن خواهد شد. در اثر کاهش دمای بتن سخت و با آب اشباع شده، آب موجود در منافذ موئین خمیرسیمان، مشابه یخ زدن منافذ موئین در سنگ‌ها، یخ می‌زند و بتن منبسط می شود. اگر پس ازآب شدن بعدی یخ زدن مجددی اتفاق افتد، انبساط بیشتری رخ می‌دهد. لذا چرخه‌های تکراری یخ زدن وآب شدن اثر تجمعی دارند. وقتی مقدار فشار منبسط کننده در بتن از مقاومت کششی آن تجاوز کند، بتن خسارت خواهد دید ومیزان خسارت از پوسته شدن سطحی تا ازهم پاشیدگی کامل متغیر خواهد بود.

۴ - ۳ - ۳ تدابیر و احتیاط‌های لازم برای بتن ریزی در هوای سرد

عمده‌ترین تدابیری که برای بتن ریزی در هوای سرد اندیشیده می‌شود برای جلوگیری از یخ زدن و افزایش زمان گیرش و مقاومت اولیه آن می‌باشد که به شرح زیر خلاصه می‌شوند :

(۱) در هوای سرد لازم است که بتن در سنین اولیه مقاومت کافی را کسب کند به این منظور می‌توان از یکی ازموارد زیر یا ترکیبی از آنها استفاده کرد :

الف - سیمان با مقاومت زود رس (نوع ۳)

ب - سیمان پرتلند اضافی

پ - افزودنی‌های تسریع کننده

ذکر این نکته ضروری است که تسریع کننده‌ها نباید به عنوان جانشین عمل آوردن صحیح و محافظت در برابر یخ زدگی مصرف شوند. همچنین برای کاهش نقطه انجماد بتن، نباید از ترکیبات به اصطلاح ضدیخ یا مصالح دیگر استفاده کرد.

(۲) بتن با حباب هوا : ایجاد حباب هوا در بتن دوام آن را در برابر یخ زدن و آب شدن

مجدد در هوای سرد بهبود می‌بخشد. ایجاد حباب هوا در بتن سبب می‌شود که در خمیر سیمان منافذی جدا از یکدیگر به وجود آید و هیچگونه مجرایی برای عبور آب ایجاد نگردد و لذا نفوذ پذیری بتن افزایش نمی‌یابد.

(۳) گرم کردن مصالح : با گرم کردن آب می‌توان دمای بتن تازه را افزایش داد و از آثار مخرب یخ زدن مصون ماند، ولی نباید دمای آب از حدود ۷۰ درجه سانتیگراد تجاوز کند زیرا در غیر این صورت سبب گیرش آنی سیمان می‌شود.

چون معمولا"سنگدانه‌ها مرطوب هستند، در دماهای پائین یخ می‌زنند، لذا سنگدانه‌های یخ زده قبل از استفاده باید باز شوند. چنانچه باز شدن آنها در درون مخلوط کن انجام شود از مقدار آب مصرفی باید کاست. بهر حال بهتر است دراین موارد سنگدانه‌ها گرم شوند. به این منظور می‌توان از لوله‌هایی که بالای آنها قرار داده شده‌است هوای گرم عبور داد. حرارت دادن سنگدانه‌ها بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد توصیه نمی‌شود.

برای نگهداری گرمای سنگدانه‌ها، آنها را باید با برزنت ضد آب پوشاند.

(۴) اسلامپ کمتر از ۱۰۰ میلیمتر برای بتن ریزی در هوای سرد توصیه می‌شود.

(۵) احتیاط‌های لازم هنگام بتن ریزی ضروری است، به عنوان مثال نباید اجازه داد که بتن در جریان انتقال از دستگاه مخلوط کن به داخل قالب‌ها بی‌جهت سرد شود. لذا این کار باید با سرعت انجام گیرد.

(٦) تمیز کردن قالب‌ها ومیلگردها از برف و یخ : قسمت‌های درونی قالب، میلگردها و اقلام کار گذاشته شده در بتن هنگام بتن ریزی باید از هرگونه برف ویخ تمیز شوند.

(۷) به کار بردن بتن با نسبت آب به سیمان کم : به کار بردن مخلوط‌هایی که نسبت آب به سیمان آنها به اندازه کافی کم باشد باعث کاهش آثار سوء یخ زدن بتن می‌گردد. خمیر چنین بتن‌هایی فقط حاوی منافذ موئین کوچک بوده و دارای مقدار کمی آب قابل یخ زدن است. اما

لازم است قبل از این که بتن درمعرض یخ زدن قرار گیرد، قسمت اعظم عمل هیدراسیون صورت گرفته باشد. نفوذ پذیری چنین بتنی کم است و در هوای مرطوب، آب رابه داخل خود راه نمی دهد.

(۸) متراکم کردن بتن : برای کاهش اثر یخ زدگی بتن، باید آنرا کاملا" متراکم کرد، به همین علت است که باید از به کار بردن سنگدانه های خیلی درشت یا باریک و دراز پرهیز کرد.

(۹) تعیین آزمایش های مقاومت در برابر یخ زدگی : دو روش متداول برای تعیین میزان یخ زدگی بتن در هوای سرد در آئین نامه ASTM ذکر شده است که در مورد لزوم برای اطمینان از عملکرد صحیح بتن باید آنها را به کار برد.

(۱۰) استفاده از پوشش ها : پوشش های تحت گرما نظیر کرباس ضد آب، ورقه های پلی اتیلن، چوب و پوشش های نایلونی که نور را از خود عبور می دهند می توان برای حفاظت بتن از هوای سرد به کار برد.

(۱۱) بازنکردن قالب ها تا مدت ممکن، یک روش اجرایی خوب در هوای سرد به شمار می آید. حتی در درون محفظه های گرم شده، قالب ها برای توزیع یکنواخت تر گرما و کمک به جلوگیری از خشک شدگی و گرم شدگی بیش از اندازه به کار می آیند.

(۱۲) استفاده از بخاری برای گرم کردن هوای محیط بتن ریزی یکی دیگر از اقداماتی است که برای مقابله با هوای سرد می توان به کار برد.

فصل پنجم - ایمنی سازه‌های بتن آرمه در برابر زلزله و حریق

۵ - ۱ ایمنی در برابر زلزله

۵ - ۱ - ۱ مقـــدمـــه

طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله و حریق بدون همکاری و هماهنگی مهندس معمار و مهندس محاسب مشکل آفرین است. نادیده گرفتن بعضی ملاحظات سازه‌ای در طرح معماری باعث زیان‌های مالی و مشکلات فنی فراوان می‌شود. به عنوان مثال عدم تقارن در پلان معماری یک ساختمان باعث ایجاد تنش‌های پیچشی ناشی از زلزله می‌گردد یا ارتفاع نامساوی طبقات یک ساختمان بلند سبب تغییر سختی طبقات شده و نقاط ضعفی برای ساختمان محسوب می‌شوند. علاوه براین مطالعات زمین شناسی و انتخاب محل مناسب برای احداث ساختمان نیز از مواردی است که باید در ابتدای پروژه مورد توجه قرارگیرد. مطالعات گسترده نشان داده است که طراحی صحیح و اقتصادی یک ساختمان مقاوم در برابر زلزله بدون در نظرگرفتن تمام جوانب معماری، سازه‌ای، تاسیساتی و زمین شناسی امکان پذیر نیست.

دراین بخش نکات عمده‌ای که یک گروه مهندسی باید در مراحل مختلف طراحی مد نظر داشته باشند، بررسی می‌شوند.

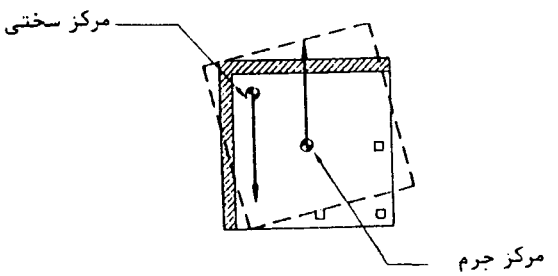
۵ - ۱ - ۲ مفاهیم بنیادی در طراحی سازه‌های بتنی مقاوم در برابر زلزله

به منظور اطمینان از ایمنی سازه‌های بتنی در برابر زلزله باید اصول زیر مورد توجه قرارگیرند:

الف - سادگی و تقارن در طرح معماری و رعایت تناسب در ابعاد

شکل ساختمان در پلان و ارتفاع برنحوه تأثیر و میزان نیروهای زلزله تأثیر فراوانی دارد. همان طوری که می‌دانیم نیروهای زلزله در محل‌هایی که جرم‌ها قرار دارند، وارد می‌گردند. این نیروها

باید توسط اجزای مقاوم (نظیر قاب ها، بادبندها و دیوارهای برشی) تحمل شوند. در صورتی که مرکز جرم طبقات ساختمان (نقطه‌ای که فرض می‌شود کل جرم طبقه در آن محل قرار دارد) برمرکز سختی آنها (نقطه ای که فرض می‌شود کل اعضای مقاوم درآن جا متمرکز است) منطبق نباشد، ساختمان به علت وقوع زلزله دچار پیچش می‌شود که تنش‌های ناشی از آن می‌تواند بسیار بزرگ بوده و باعث خرابی موضعی یا کل ساختمان شود (شکل ۵-۱).

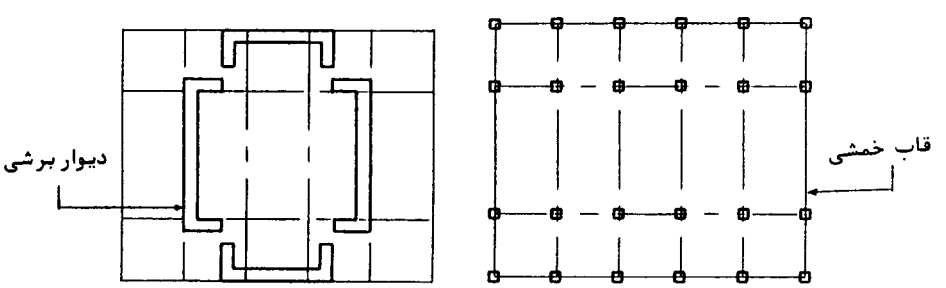


شکل (۵-۱) : عدم انطباق مرکز جرم و مرکز سختی یک طبقه از ساختمان

از این روست که در طرح معماری ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله باید نکات زیرحتی المقدور رعایت شوند :

- تقارن در پلان
- تقارن در ارتفاع
- پرهیز در عقب نشینی یا جلوآمدگی قسمت های مختلف ساختمان

نمونه‌هایی از سازه‌های متقارن در شکل (۵-۲) دیده می‌شود.



شکل (۵-۲) : نمونه‌هایی از سازهای متقارن

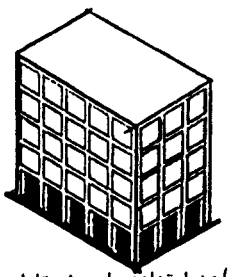
عدم تقارن در ساختمان ها را می توان به دو دسته تقسیم کرد :

- هندسی : که به علت عدم تقارن شکل هندسی ساختمان ایجاد می گردد، (شکل ۵-۳).
- سازه ای : که به علت عدم تقارن موقعیت اجزای مقاوم سازه ای در ساختمان به وجود می آید، (شکل ۵-۴).

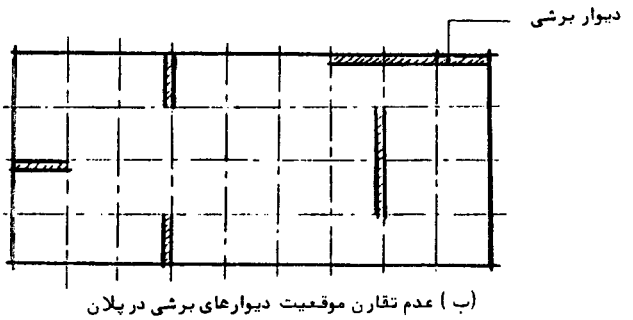
در هردو حالت ایجاد تنش های پیچشی یا تمرکز تنش در پاره ای از نقاط سازه، باعث بروز مشکلاتی می شود.

(ب)عدم تقارن در ارتفاع (الف) عدم تقارن در پلان

شکل (۵-۳) : عدم تقارن هندسی



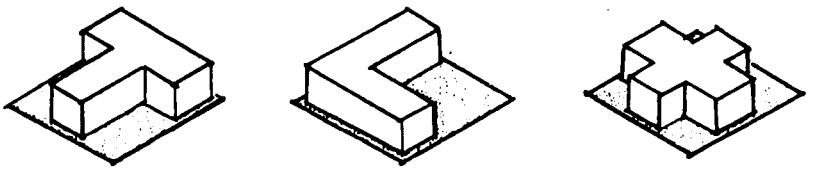
(الف) عدم امتداد دیوار برشی تا پای ساختمان



(ب) عدم تقارن موقعیت دیوارهای برشی در پلان

شکل (۵-۴) : عدم تقارن سازه ای

علاوه بر موارد یاد شده باید توجه داشت که در بعضی سازه ها، علی رغم وجود تقارن، به علت بروز تنش های زیاد در پاره ای نقاط، طرح مناسبی از نظر ایمنی در برابر زلزله نیستند. به عنوان مثال در ساختمان هایی با پلان T یا + شکل، در محل گوشه ها تنش های زیادی ایجاد می گردد، (شکل ۵-۵).



شکل (۵-۵) : تمرکز تنش در محل گوشه های ساختمان های (T)و(+) شکل

همچنین حفظ تناسب در ابعاد کلی ساختمان (عرض و طول) ضروری است. ساختمان های لاغر در برابر لنگر واژگونی مقاومت کمتری از خود نشان می دهند. در بعضی متون فنی نسبت ارتفاع به بعد کوچکتر ساختمان در پلان به عدد ۳ یا ۴ محدود می شود.

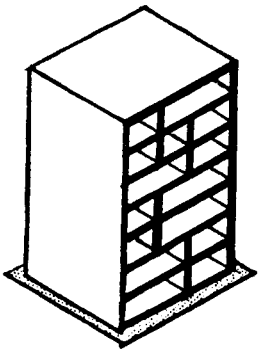
به منظور جلوگیری از آثار نامطلوب سازه های نامتقارن در پلان، در صورت امکان باید با درزهای جداکننده قسمت های مختلف ساختمان را از هم جدا کرد. در این صورت عرض درزها باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا ساختمان های مجاور در اثر تغییرمکان به یکدیگر ضربه وارد نکنند.

ب - انسجام و پیوستگی قطعات به یکدیگر

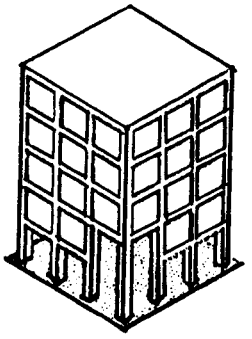
سازه هایی در برابر زلزله مقاوم تراست که :

- قطعات در محل اتصالشان به یکدیگر برون محوری نداشته باشند.
- ستون ها و دیوارها از پی تا بام ادامه داشته باشند.
- قطعات باربر به طور یکنواخت توزیع شده باشند.
- مقاومت قطعات اصلی به طور ناگهانی تغییر نکند.

- تمام قطعات اصلی سازه (تیرها، ستون ها، دیوارها و شالوده ها) با قطعات اتصال دهنده (کلاف ها)بهم متصل شوند به طوری که کل سازه در برابر زلزله یکپارچه عمل کند، (شکل ۵-۶).



(الف)ستونها امتداد ندارند



(ب) تیرها درطبقه اول امتداد ندارند

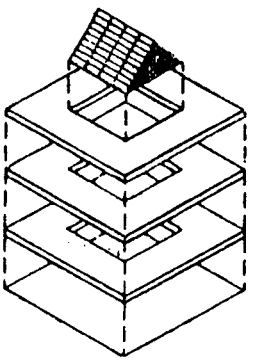
شکل (۵-۶) : نمونه هایی از عدم انسجام و پیوستگی قطعات به یکدیگر

پ - ایجاد دیافراگم های مطمئن

دیافراگم ها مجموعه ای از اعضایی هستند که وظیفه انتقال نیروی افقی زلزله را به اعضای باربر جانبی (نظیر ستون ها و دیوارها) به عهده دارند. معمولاً"سقف ساختمان ها (مجموعه ای از تیرها و پوشش دال سقف) به شرط آن که به خوبی طرح و اجراء شده باشند مانند دیافراگم عمل می کنند. در صورتی که سختی دیافراگم نسبت به سایر اعضای سازه کافی نباشد توزیع و انتقال نیروهای جانبی به ستون ها و دیوارها به خوبی انجام نمی گیرد.

وجود بازشوها (نظیر آسانسورها و پله ها) در دیافراگم ها باعث کاهش سختی آنها شده و ممکن است در چگونگی عملکرد آن تأثیر منفی بگذارد، (شکل ۵-۷). در این صورت در طراحی باید به نکات زیر توجه کرد :

- بازشوها نباید در اتصال دیافراگم به دیوارها و ستونهای مجاور تأثیر بگذارد.
- در صورت وجود بازشوهای متعدد در دیافراگم، فواصل آنها باید به اندازه کافی بزرگ باشند.



شکل (۵-۷) : بازشو در دیافراگم

ت - پرهیز از اثر ضربه ساختمان های مجاور به یکدیگر

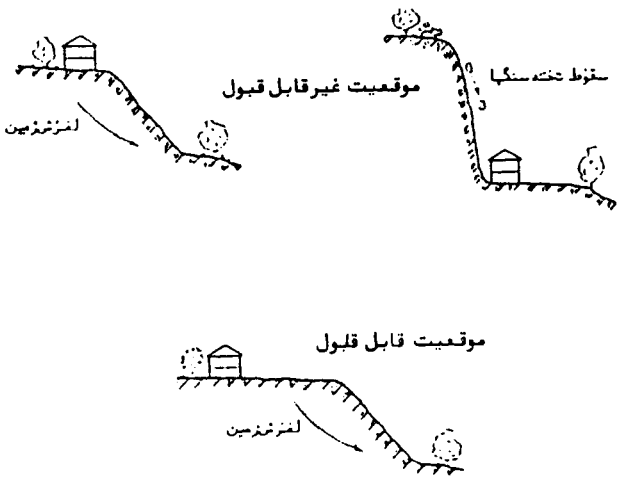
ساختمان هایی که به هم چسبیده اند، به علت رفتار متفاوت در هنگام وقوع زلزله به هم ضربه وارد می کنند که ممکن است باعث خرابی های زیاد شوند. به خصوص در ساختمان هایی با ارتفاع متفاوت این پدیده حائز اهمیت بیشتری است. در بعضی متون فنی، فاصله لازم بین دو ساختمان مجاور برابر مجموع حداکثر تغییر شکل های هر ساختمان به طور جداگانه، پیشنهاد می شود.

ث - انتخاب محل مناسب ساختمان

در انتخاب محل احداث ساختمان باید به نکات زیر توجه کرد :

- مشخصات زمین محل حداث ساختمان : ساختمان ها را نباید برروی خاک های با مشخصه های ضعیف (نظیر : لجن، خاکهایی با مواد آلی زیاد، تورب و ...)یا مستعد روانگرایی (نظیر: ماسه ریز اشباع از آب، ...) احداث کرد.
- شیب زمین : شیب زمین در محل ساختمان دارای اهمیت فراوان است. به طور کلی در طراحی و اجرای ساختمان هایی که برروی زمینی با شیب بیش از ۱۰٪ ساخته می شوند باید دقت بیشتری کرد.

نمونه هایی ازموقعیت هایی که باید از احداث ساختمان در آنها پرهیز کرد در شکل (۵-۸) نشان داده شده اند.



شکل (۵-۸) : موقعیت مناسب و نامناسب ساختمان

- عدم یکنواختی جنس زمین در محل شالوده ها : در صورتی که جنس زمین از نظرعمق باربری در محل شالوده ها متفاوت باشد، احتمال نشست نامتقارن ساختمان می باشد. در این صورت باید در قسمت های سست زمین، خاک را به طرق مختلف مقاوم ساخت.

- وجود گسل و خطر لغزش زمین : با توجه به نقشه های زمین شناسی محل و وجودگسل ها باید ساختمان را حتی المقدور به اندازه کافی دور از گسل ها ساخت.

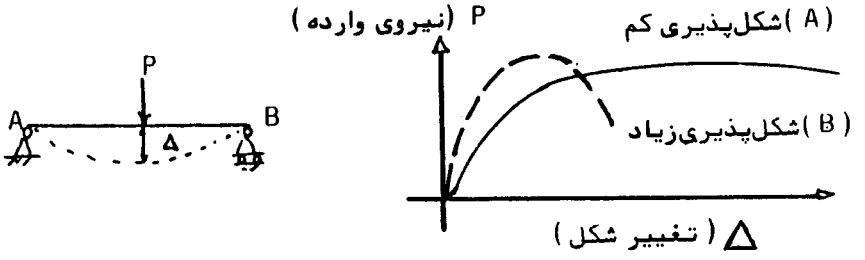
- وجود ساختمان های نامطمئن وغیرمقاوم : قبل ازاحداث ساختمان باید وضعیت ساختمان های مجاور از نظر مقاومت در برابر زلزله و همچنین دوری و نزدیکی آنها نسبت به ساختمان مورد نظر بررسی شود. به عنوان مثال احداث ساختمان در نزدیکی دیوارهای حایل ضعیف و یا ساختمان های سست جایز نیست، شکل (۵-۹).

(نامناسب) (مناسب)

شکل (۵-۹) : احداث ساختمان در مجاورت ساختمان های نامطمئن

۵ - ۱ - ۳ شکل پذیری

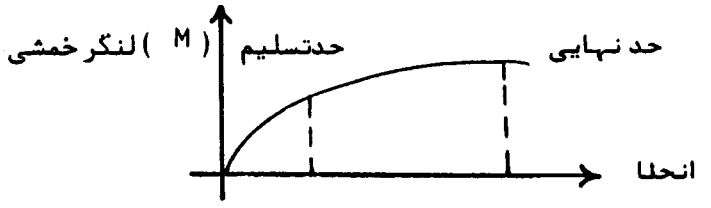
شکل پذیری عبارتست از قابلیت جذب انرژی در محدوده غیرالاستیک بدون خرابی، به عنوان مثال دو تیر بتنی با مشخصات مختلف (نوع بتن، مقدار آرماتورها و تعداد تنگ های متفاوت) و منحنی P- Δ را برای آنها رسم می کنیم، شکل (۵-۱۰) منحنی A معرف شکل پذیری کم و منحنی B شکل پذیری زیاد را نشان می دهد.



شکل (۵-۱۰) : منحنی P- Δ (شکل پذیری کم و زیاد)

خاصیت شکل پذیری مصالح و سازه باعث می گردد که نیروهای ناشی از زلزله تعدیل یابند و سازه بتواند بدون گسیختگی وارد مرحله غیرالاستیک شود و در زلزله های شدید بدون خرابی عمده، نیروهای وارده را جذب کند.

تأمین شکل پذیری برای سازه های فولادی نسبتا" آسان است، چون فولاد خود شکل پذیر است، کافی است اتصالات سازه های فولادی نیز شکل پذیر طراحی شوند. علاوه براین فولاد برخلاف بتن دارای مقاومت یکسان در کشش و فشار می باشد. اما بتن در تحمل کشش وبرش ضعیف است، ضمنا"در تحمل فشار که وظیفه اصلی آن است، مصالحی ترد و شکننده و فاقد شکل پذیری کافی است. تعیین میزان شکل پذیری یا "نسبت شکل پذیری" با رابطه $\mu = \frac{\Phi u}{\Phi y}$ تعریف می شود : (شکل ۵-۱۱).



شکل (۵-۱۱) : منحنی لنگر خمشی و انحناء

که درآن :

انحناء در حالت گسیختگی $\Phi u =$

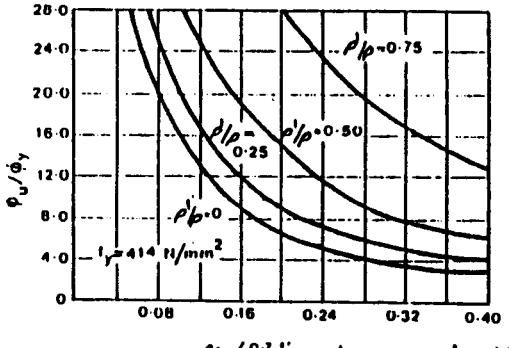
انحناء در حالت تسلیم $\Phi y =$

شکل پذیری تیرهای بتن آرمه عمدتا" تابع عوامل زیر هستند :

- با افزایش مقدار آرماتور کششی (ρ) شکل پذیری کم و با افزایش مقدار آرماتور فشاری (ρ́) شکل پذیری زیاد می شود.
- با افزایش مقاومت تسلیم فولاد (fy) شکل پذیری کم می شود.
- با افزایش مقاومت فشاری بتن (fc) شکل پذیری زیاد می شود.

به همین علت است که در طراحی تیرها مقادیر ρ و f_y را محدود می کنند، (شکل ۵-۱۲). علاوه براین در تیرها افزایش تعداد خاموت ها (تنگ ها) و انتخاب شکل مقطع به نحوی که ارتفاع بلوک فشاری کم شود، باعث افزایش شکل پذیری آنها می شود.

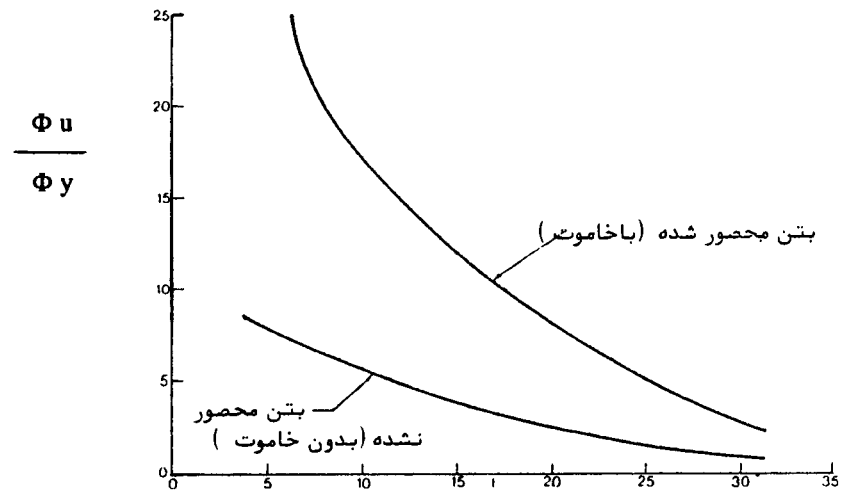
در ستون ها نیز افزایش تعداد خاموت ها و کاهش نیروی محوری باعث افزایش شکل پذیری آنها می شود، (شکل ۵-۱۳).



نسبت آرماتور کشش $\rho =$

نسبت آرماتورفشاری $\rho' =$

شکل (۵-۱۲) : شکل پذیری تیرها



شکل (۵-۱۳) شکل پذیری ستون ها

محاسبات و تجربه های فراوان نشان داده است که با طرح و اجرای صحیح قطعات بتن آرمه می توان مقاومت و شکل پذیری کافی را برای مقابله با زلزله های شدید فراهم کرد.

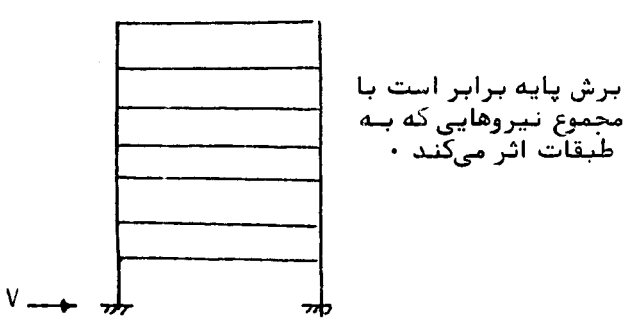
۵ - ۱ - ۴ ضوابط آئین نامه ای

تحلیل سازه ها در برابر زلزله به سه طریق زیر انجام می گیرد :

اول - روش معادل استاتیکی

در این روش نیروی زلزله که به شکل افقی به ساختمان اثر داده می شود ازرابطه زیر به دست می آید :

$$V=CW$$



شکل (۵-۱۴) : برش پایه

که در آن :

برش پایه (نیروی افقی که به ساختمان اثر داده می شود) V

وزن ساختمان (بارمرده + درصدی ازبار زنده) W

ضریب زلزله C

ضریب زلزله تابع عوامل زیر می باشد :

- شتاب زلزله، هرچه شتاب زلزله بیشتر باشد مقدار C بیشتر می شود.
- پریود نوسانات ساختمان (زمان تناوب)، با افزایش پریود، مقدار C کمتر می شود.
- نوع زمین، زمین های سست باعث افزایش مقدار C می شوند.
- اهمیت ساختمان، برای ساختمان های مهم و حساس نظیر بیمارستان و کارخانه ها بایدضریب C را افزایش داد.
- شکل پذیری، با افزایش شکل پذیری ساختمان، مقدار C کمتر می شود.

کلیه روابط بین پارامترهای فوق در آئین نامه طرح ساختمان ها در برابر زلزله (آئین نامه ۲۸۰۰) ارائه شده است.

روش معادل استاتیکی فقط برای ساختمان های متقارن کاربرد دارد. در صورت عدم تقارن یکی از دو روش طیفی یا دینامیکی را باید به کار برد.

دوم - روش طیفی

در روش تحلیل طیفی (یا شبه دینامیکی در آئین نامه ۲۸۰۰) علاوه بر اثر مود (حالت) اول ارتعاش، که معیار روش معادل استاتیکی است، آثار سایر مودهای ارتعاش منظور می شود.

سوم - روش دینامیکی

روش تحلیل دینامیکی برای تحلیل ساختمان های نامنظم دقیق ترین روش است. اساس این روش بر روابط حاکم بر رفتار دینامیکی سازه استوار است.

ذکر این نکته ضروری است که درتحلیل دینامیکی وجود یک شتاب نگاشت مبنا و اصلاح شده منطبق با شرایط محل احداث ساختمان الزامی است.

آئین نامه بتن ایران (آبا) مجموعه ای از ضوابط طرح و آنالیز سازه های بتنی را ارائه می دهد. در این آئین نامه سه نوع شکل پذیری کم، متوسط و زیاد برای سازه های بتنی مطرح شده است که بسته به نظر طراح و شرایط منطقه ای یکی از آنها باید مورد استفاده قرار گیرد.

نکات مهم در این آئین نامه به شرح زیر خلاصه می شود :

الف - ضوابط مشترک برای هر سه نوع شکل پذیری

- اجزای سازه ای واقع شده در پائین تر از تراز پایه ساختمان که برای انتقال بارهای حاصل از آثار زلزله به شالوده مورد نیاز هستند نیز باید مطابق ضوابط آئین نامه محاسبه شوند.
- مقاومت و سختی اجزای بتن تراز پایه ساختمان و شالوده نباید از قسمت های بالاتر کمتر باشد.
- مقاومت فشاری بتن نباید کمتر از ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع باشد.
- مقاومت تسلیم فولاد نباید از ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع بیشتر باشد.
- فواصل مرکز تا مرکز میلگردهای طولی ستون ها نباید از ۲۰ سانتیمتر بیشتر باشد.
- از ایجاد محدودیت در بهره برداری ساختمان ها به دلیل زیان های وارد به اجزای سازه ای و غیرسازه ای آنها باید به نحومناسبی جلوگیری شود. در ساختمان های معمولی، محدود کردن تغییر مکان های جانبی کافی تلقی می شود ولی در ساختمان های ویژه نظیر بیمارستان ها و کارخانجات صنعتی باید با ایجاد تدابیر لازم احتمال عدم بهره برداری در اثر وارد شدن زیان به تأسیسات و ماشین آلات تقریبا" از میان برداشته شود.

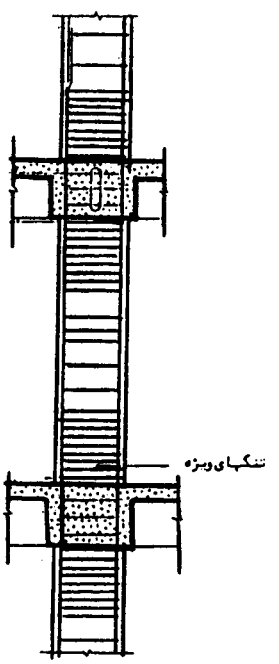
ب - ضوابط ساختمان های با شکل پذیری متوسط و زیاد

- دهانه آزاد تیرها نباید از چهار برابر ارتفاع مؤثر مقطع کمتر باشد.
- نسبت عرض به ارتفاع مقطع تیرها نباید از ۰/۲۵ برای شکل پذیری متوسط، و برای شکل پذیری زیاد از ۰/۳ کمتر باشد.
- عرض مقطع تیر نباید از ۲۵سانتیمتر کمتر باشد.
- درصد آرماتور کششی در تیرها نباید از $\frac{14}{fy}$ کمترو از ۲/۵ ٪ بیشتر باشد، همچنین درتمام

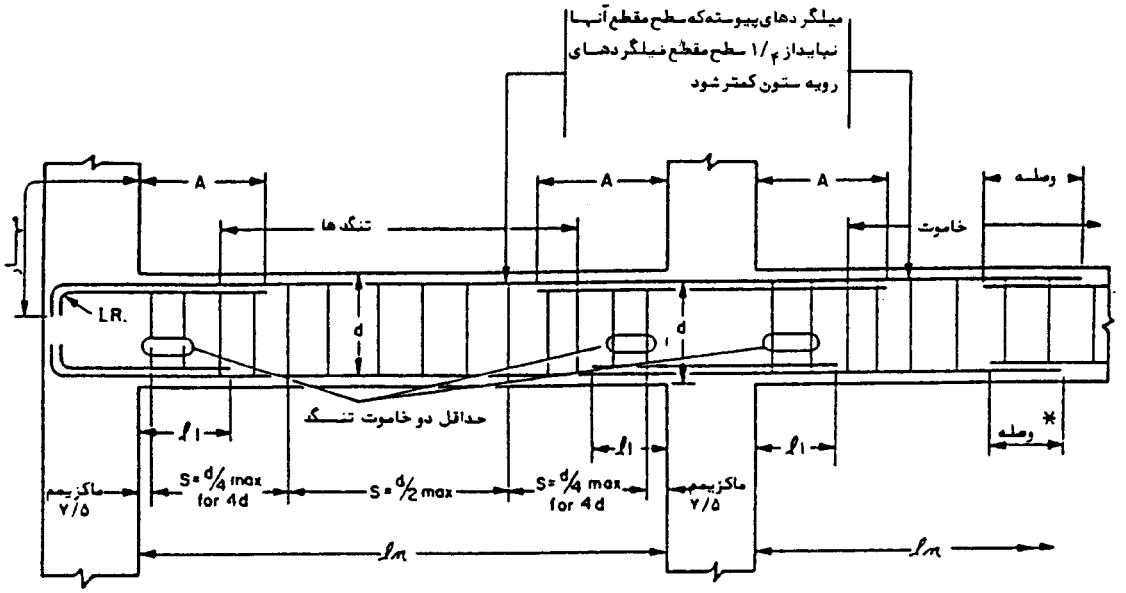
طول عضو و در قسمت بالا و پائین باید حداقل دو میلگرد به قطر ۱۲ میلیمتر وجود داشته باشد.

- تنگ های ویژه ای در تیرها و ستون ها در محل اتصالات و نقاط حساس باید طرح شوند.
- حداقل بعد ستون ها برای شکل پذیری متوسط ۲۵ سانتیمتر و برای شکل پذیری زیاد ۳۰ سانتیمتر می باشد.
- حداقل آرماتور ستون ها ۱٪ و حداکثر ۶٪ می باشد.
- درشکل پذیری زیاد نسبت کوچکترین بعد مقطع ستون ها به بعد دیگر نباید از ۰/۴ کمتر باشد.
- در شکل پذیری متوسط نسبت $\frac{l}{b}$ نباید برای ستون هایی که دارای لنگری مختلف العلامت در دو انتها هستند از ۲۵ و برای شکل پذیری زیاد از ۱۶ بیشتر باشد (l طول ستون، b بعد کوچکتر مقطع ستون).
- باید در اتصال تیرها و ستون ها، مجموع ظرفیت خمشی ستون ها نسبت به مجموع ظرفیت خمشی تیرها بیشتر باشد.

در شکل های (۵-۱۵) و(۵-۱۶) نمونه هایی از تیر و ستون های شکل پذیر دیده می شوند.



شکل (۵-۱۵) : نمونه ای از جزئیات آرماتور گذاری یک ستون شکل پذیر



شکل (۵-۱۶) : نمونه ای از جزئیات آرماتور گذاری یک تیر شکل پذیر

۵ - ۲ ایمنی در برابر حریق

۵ - ۲ - ۱ تعاریف

- بتن با سنگدانه های سبک (Light Weight Aggregate Concrete) : بتنی است که با سنگدانه های سبک نظیر رویاره آهنگدازی، شیست ها، مصالح رسی پف کرده و... ساخته می شود و وزن مخصوص آن حدود ۱۸۴۰ کیلوگرم در مترمکعب می باشد.

- بتن سبک ماسه ای (Sand - Light Weight Conc.) : بتنی است که از مصالح پف کرده، شیست ها، خاکستر بادی و ماسه ساخته می شود و وزن مخصوص آن بین ۱۶۸۰تا ۱۹۲۰ کیلوگرم درمترمکعب می باشد.

- بتن با مصالح سیلیسی (Siliceous Aggregate Concrete) : سنگدانه های این نوع بتن را مصالح سیلیسی تشکیل می دهد.

- بتن کربناته (Carbonate Aggregate Concrete) : سنگدانه های این نوع بتن از سنگ های حاوی کربنات سدیم ویا کربنات منگنز تشکیل شده است، نظیر سنگ آهک و دولومیت .

- میزان مقاومت در برابر آتش (Fire Resistance Rating) : عبارت است از ساعاتی که انواع مختلف ساختمان‌ها باید در برابر آتش مقاومت کنند. این مقدار توسط آئین‌نامه مشخص می‌شود.

۵ - ۲ - ۲ مقدمه

بتن یکی از مقاوم‌ترین مصالح در برابر حریق محسوب می‌شود. با این حال مشخصات بتن و فولاد در حرارت‌های زیاد ناشی از آتش به طور قابل توجهی تغییر می‌کند. مقاومت و مدول الاستیسیته آن کم و وارفتگی و وادادگی آن بسیار زیاد می‌شود. مقاومت فشاری بعضی از انواع بتن نظیر بتن با مصالح سیلیسی تا دمای ۴۸۰ درجه سانتیگراد تغییر محسوسی نمی‌کند ولی مقدار آن در دمای بالاتر از ۶۵۰ درجه سانتیگراد نصف می‌شود. از طرف دیگر مقاومت بتن کربناته یا بتن سبک ماسه‌ای تا حدود ۷۶۰ درجه سانتیگراد کما بیش ثابت می‌ماند ولی بعد از آن به سرعت کم می‌شود. باید توجه داشت، دماهای ذکر شده دمای بتن است و نه دمای محیط اطراف آن. علاوه بر این باید متذکر شد که کاهش مقاومت بتن در هر سازه‌ای به شکل یکنواخت نیست، این موضوع به خصوص برای بتن های حجیم صادق است.

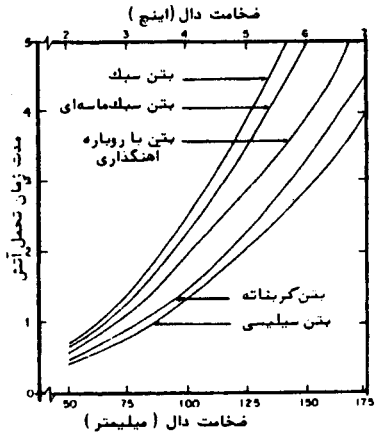
به علت پیچیده بودن اثر آتش بر سازه‌های بتنی، آئین‌نامه‌ها معمولاً" حداقل ضوابط ایمنی لازم را برای هریک از اعضای ساختمان (نظیر تیرها، ستون ها، دال‌ها و...) ارائه می‌دهند. برای تعیین مشخصات لازم اعضای بتنی (نظیر ضخامت، نوع مصالح و...) از آزمایش‌های استانداردی که آهنگ مقاومت در برابر آتش آنها معمولاً" هر نیم ساعت است استفاده می‌شود.

۵ - ۲ - ۳ عوامل مؤثر در ایمنی اعضاء یا سازه‌های بتنی در برابرحریق

از مهمترین عوامل مؤثری که باعث ایمنی سازه‌ها در برابر حریق می‌شود، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

- ضخامت دال‌ها و دیوارها

آزمایش‌ها نشان می‌دهد که ضخامت لازم دال‌ها و دیوارها برای مقاومت در برابر حریق تابعی است از نوع سنگدانه‌های بتن. شکل (۵-۱۷) این موضوع را نشان می‌دهد.

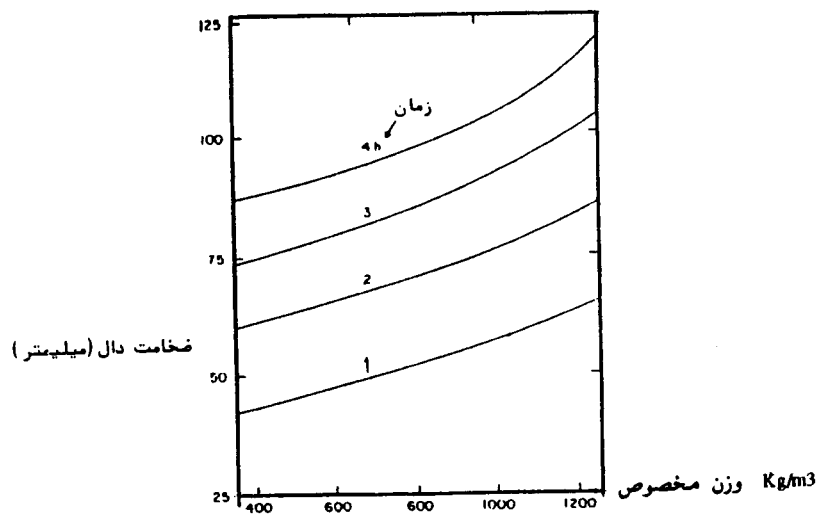


شکل (۵-۱۷) : اثر ضخامت دالها و دیوارها در تحمل در برابر آتش برای انواع بتن با سنگدانه های متفاوت

همان طور که این شکل نشان می دهد با افزایش ضخامت دال و دیوار مقاومت آنها در برابر آتش افزوده می شود .

- وزن مخصوص

باکاهش وزن مخصوص بتن ، مقاومت آن در برابر آتش افزوده می شود ، شکل (۵-۱۸).



شکل (۵-۱۸) : اثر وزن مخصوص بتن در تحمل در برابر آتش

- ضخامت پوشش

افزایش ضخامت پوشش بتن باعث افزایش مقاومت آن در برابر آتش می شود. به عنوان نمونه حداقل ضخامت پوشش دال های کف یا سقف برای انواع بتن و انواع شرایط تکیه گاهی در جدول زیر ارائه شده است.

حداقل ضخامت پوشش دال های کف یا سقف

نوع سنگدانه ها	حداقل ضخامت پوشش (میلیمتر)							
شرایط مرزی	قطعات آزاد				قطعات مقید			
ساعت	۱	۱/۵	۲	۳	۱	۱/۵	۲	۳
سیلیسی	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۵	۳۲
کربناته	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳۲
ماسه ای سبک	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳۲

علاوه بر عوامل اصلی یاد شده در فوق، عوامل زیر در مقاومت ساختمان های بتنی در برابر حریق مؤثرند :

- رطوبت بتن : کاهش رطوبت بتن باعث کاهش مقاومت آن در برابر آتش می شود.
- مقدار هوای بتن : افزایش حباب هوا در بتن باعث افزایش مقاومت آن در برابر آتش می شود.
- حداکثر اندازه سنگدانه ها : با کاهش حداکثر ضخامت سنگدانه ها، مقاومت بتن در برابر آتش بهبود می یابد.

فصل ششم - تقویت و ترمیم سازه های بتنی

٦ - ١ مقدمه

با توجه به گستردگی و پیچیدگی تقویت و ترمیم سازه های بتنی، دراین بخش سعی شده است کلیات و نمونه هایی ذکر شود که راه گشای مشکلات عمومی در این زمینه باشد. این مبحث شامل ساختمان های بتنی متعارف که به علل مختلف نظیر : تغییر کاربری، انفجار و به خصوص در اثر زلزله آسیب دیده اند، می باشد و به دو بخش تقسیم می شود. بخش اول مربوط به مقدماتی است که پیش از انتخاب روش تقویت و بازسازی قسمت های مختلف ساختمان باید انجام شود و در بخش دوم روش های معمول ترمیم و تقویت، مطرح خواهد شد .

٦ - ٢ مطالعات اولیه و ارزیابی

الف - بازرسی و جمع آوری اطلاعات

نخستین گام در مطالعات اولیه، بازدید از ساختمان آسیب دیده می باشد. دراین مرحله به موارد زیر باید توجه شود :

- ارزیابی صدمات وارده به سازه و در صورت نیاز تخلیه ساختمان.
- جمع آوری اطلاعات مربوط به شرایط اولیه سازه نظیر : زمان ساخت، محاسبات ونقشه های اجرایی ساختمان ومدارک مربوط به کیفیت مصالح به کار رفته.
- جمع آوری و درج اطلاعات در باره شرایط فعلی سازه، نظیر : تهیه عکس های واضح از کلیه قسمت های لازم.
- مشخص کردن تمام خرابی ها بر روی نقشه.

ب - کنترل :

منظور از کنترل، بازبینی کلیه مراحل محاسبات و طراحی سازه و نیز مطابقت نقشه ها با

شرایط فعلی ساختمان ساخته شده، می باشد.

پ - آزمایش های لازم برای اندازه گیری خرابی ها

در بعضی از موارد ممکن است علاوه بر محاسبات، انجام آزمایش هایی ضرورت داشته باشد نظیر :

- حفر گمانه در محل، نمونه برداری از خاک و آزمایش های ژئوتکنیکی.
- تعیین مقاومت بتن با کمک آزمایش های غیرمخرب.
- تعیین ویژگی های آرماتورها وتعداد آنها با برداشتن پوشش بتن یا با روش مغناطیسی.
- آزمایش بارگذاری اعضای سالم برای تخمین حداکثر قابلیت باربری آنها.

ت - ارزیابی مشخصات سازه پس ازخرابی

ظرفیت باربری قطعات سازه در تحمل بارهای قائم و جانبی و همچنین تعیین تلاش های ایجاد شده ناشی از بارهای خارجی از مهمترین اطلاعات مورد نیاز برای اتخاذ تدابیر اصلاحی می باشد، بدین منظور موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرند :

- سختی اعضای موجود.
- برآورد نیروهای قائم و جانبی.
- میزان شکل پذیری ساختمان.
- تحلیل و طرح سازه براساس اطلاعات موجود .

بدیهی است که همواره امکان تهیه اطلاعات و انجام محاسبات دقیق امکان پذیر نمی باشد. در چنین مواردی علاوه برانجام روش های تقریبی، قضاوت مهندسی می تواند راه گشا باشد. یک روش تقریبی برای تعیین میزان خرابی ساختمان های بتنی به قرار زیر می باشد.

دراین روش خرابی ها به پنج دسته تقسیم می شوند :

خرابی رده I :

علائم : ترک های خمشی مجزا با عرض کمتر از ۱ الی ۲ میلمتر، با اطمینان از آن که این نوع خرابی ناشی از کمبود ظرفیت باربری مقطع حاصل نشده و عوامل فرعی نظیر بدی اجرای

درزهای اجرایی یا تغییرات درجه حرارت باعث بروز آنها شده باشد.

خرابی رده II :

علائم : ترک های عریض خمشی به تعداد زیاد یا ترک های برشی قطری با عرض کمتر از ۰/۵ میلیمتر، به خصوص در ستون ها و دیوارها، بدون رویت تغییر شکل های ماندگار.

خرابی رده III :

علائم : ترکهای برشی ضربدری یا خورد شدن موضعی در بتن توأم با ترک خوردگی در اتصالات، تغییر شکل های ماندگار قابل توجه نمی باشند.

خرابی رده IV :

علائم : گسیختگی در بتن محصور شده توسط تنگ ها و گسیختگی شدید در اتصالات، کمی تغییر شکل های ماندگار در اعضای قائم و جانبی دیده می شود.

خرابی رده V :

علائم : انهدام جزئی در اعضای قائم

در صورتی که خرابی ها ناشی از نیروهای جانبی (نظیر زلزله) باشد، ملاک فوریت اجرای عملیات ترمیم با شاخص "نسبت ظرفیت (n)" تعیین می شود، n با رابطه زیر تعریف می گردد :

$$n = {}^{VR}/_{VE} \qquad \text{(نسبت ظرفیت)}$$

که در آن :

ظرفیت برشی سازه در برابر نیروهای جانبی $= V_R$

نیروی برشی ناشی از نیروهای جانبی $= V_E$

در صورتی که بتوان V_R را براساس اطلاعات موجود دقیقا" حساب کرد، میزان فوریت اجرای

عملیات ترمیم به قرار زیر می باشد :

در صورتی که n<۰/۵ باشد عملیات ترمیم را باید به سرعت شروع کرد.

در صورتی که n>۰/۵ باشد زمان مرمت را می توان تاحدود یک سال به تأخیر انداخت به شرط آن که از عدم پیشروی خرابی های موضعی اطمینان حاصل کرد.

در صورتی که n>۱ باشد زمان مرمت را می‌توان تاحدود ۱۰سال به تعویق انداخت.

در حالاتی که مقدار V_R را نتوان به درستی حساب کرد، می‌توان (n) را با توجه به تعریف رده بندی خرابی به طور تقریبی از جدول زیر به دست آورد :

جدول تعیین تقریبی (n)

جدول ٦ - ١

نوع ساختمان	رده خرابی			
	I	II	III	IV
نوساز	۰/۹۵	۰/۵۷	۰/۴۵	۰/۱۰
قدیمی	۰/٦۵	۰/۵	۰/۲۵	۰

بدیهی است اعداد فوق تقریبی بوده و ملاک فوریت ترمیم سازه تابع عوامل متعددی نظیر : موارد اجتماعی، اقتصادی، نحوه کاربری ساختمان و ... می‌باشد.

٦ - ٣ روش های ترمیم

به طور کلی ساختمان‌های بتنی به دو روش زیر مرمت یا تقویت می‌شوند :

- مقاوم سازی کل سازه و نیز اصلاح ظرفیت باربری اعضای آن.
- کاهش بارهای وارده به سازه.

در زیر شرح هر کدام ارائه می‌شود :

الف - مقاوم سازی سازه‌ها با اصلاح ظرفیت باربری آنها

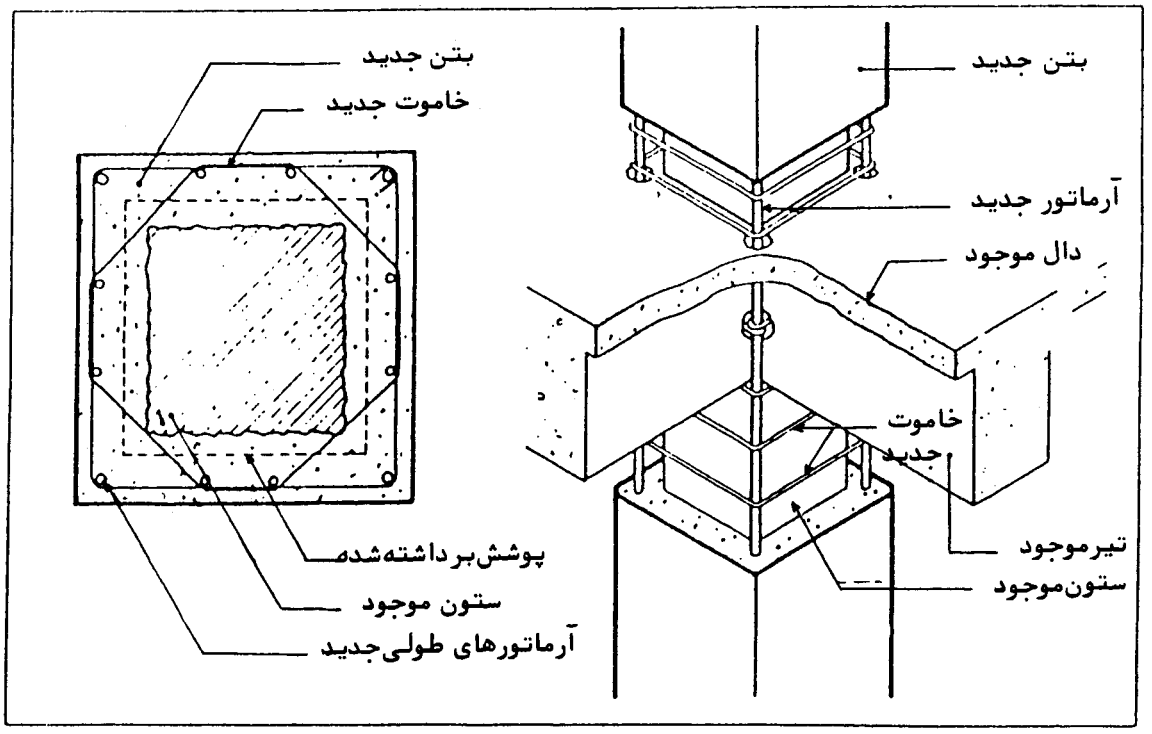
برای سیستم‌های اصلی سازه نظیر قاب های خمشی، دیوارهای برشی، دیافراگم‌ها و شالوده‌ها

روش های ترمیم و تقویت متفاوت است که در زیر مختصرا" به هرکدام اشاره می شود :

- قاب های خمشی

مهمترین ضعفی که در قالبهای خمشی ممکن است رخ دهد ناکافی شدن ظرفیت خمشی و برشی تیرها و ستون های آنهاست، که می توان به یکی از سه روش زیر آنها را تقویت کرد :

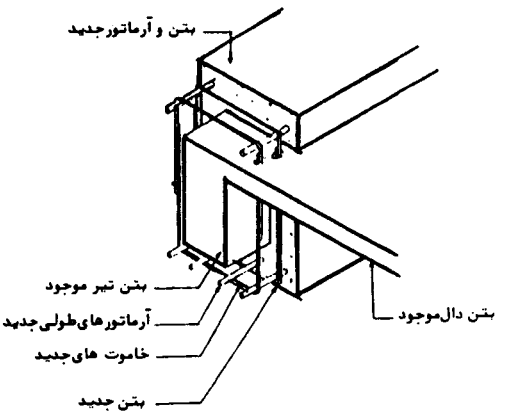
روش اول - افزایش ظرفیت باربری تیرها و ستون ها بوسیله برداشتن نازک کاری روی آنها و قرار دادن آرماتورهای جدید و بتن ریزی در قالب ها، امکان پذیر است، (شکل ٦-١) و(شکل ٦-٢).



شکل (٦-١) : تقویت ستون موجود

در اجرای این روش باید از پیوستگی و درگیر شدن بتن جدید با بتن قدیم اطمینان حاصل کرد. به عنوان مثال تعدادی از تنگ های ستون قدیم یا خاموت های تیر قدیم را می توان آزاد کرده سپس اقدام به بتن ریزی نمود به طوری که بتن ریزی جدید، تنگ ها یا خاموت های موجود را در

بربگیرد و بدینوسیله عضو جدید با عضو قدیم پیوسته گردد. همچنین مضرس نمودن سطح بتن قدیم می تواند تا حدودی پیوستگی مورد نیاز را تأمین نماید.



شکل (٦-٢) : تقویت تیر موجود

روش دوم - افزودن اجزای باربر جدید به سیستم قدیم به منظور کاهش بارهای وارده به هر کدام از اعضاء.

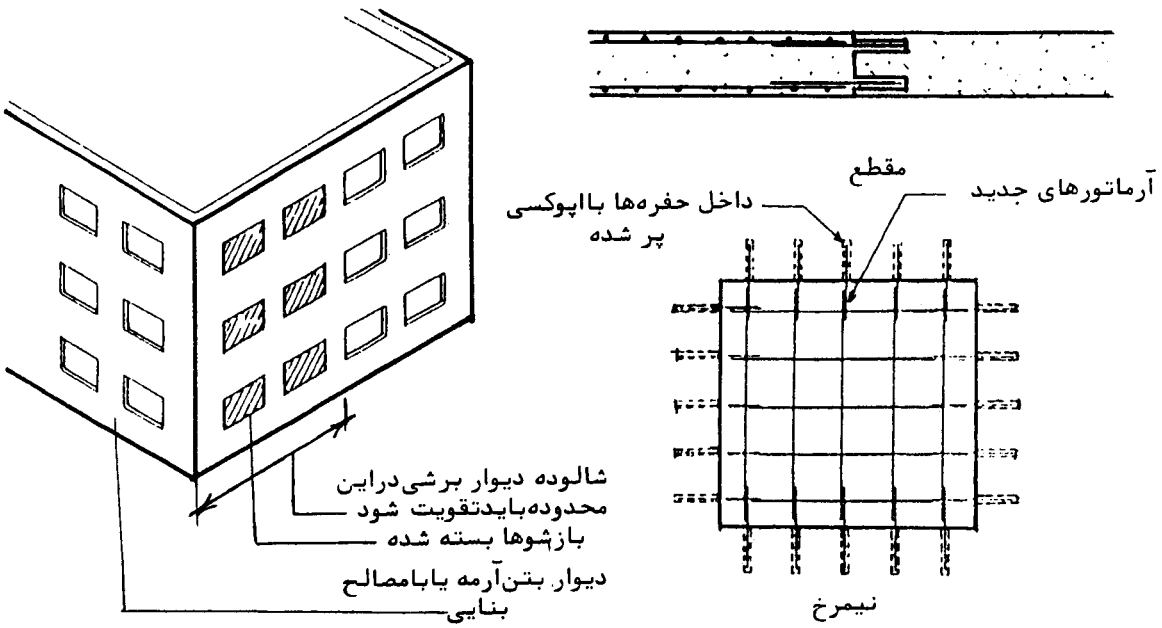
روش سوم - تغییر سیستم قاب خمشی به سیستم مختلط قاب خمشی، دیوار برشی با تعویض دیوارهای باربر و پرکننده با دیوارهای برشی.

در روش اول و دوم به علت عدم یکنواختی در اتصالات و ناهمگونی آنها با کل سیستم، ممکن است یکپارچگی لازم بین قطعات حاصل نشود. به این ترتیب شاید در اکثر حالات روش سوم مناسب تر باشد ولی به هرحال ملاحظات معماری و توجه به لزوم تقارن موقعیت و شکل های دیوارهای برشی در پلان ساختمان محدودیت هایی در کاربرد روش سوم ایجاد می کند.

- دیوارهای برشی

برای تقویت دیوارهای برشی که عمدتا" به علت کمبود ظرفیت برشی یا خمشی آنها به وجود می آید، از یکی از سه روش زیر می توان استفاده کرد :

روش اول -پرکردن فضای خالی ایجاد شده در دیوارها (مثل درها و پنجره ها)بابتن آرمه،(شکل٦-٣).



شکل (۶-۳) : پرکردن فضاهای خالی پنجره ها

روش دوم - کاهش نیروی برشی و لنگر خمشی ایجاد شده در دیوارهای برشی با افزودن اعضای قائم جدید.

روش سوم - افزایش ضخامت دیوار برشی در قسمت خارج یا داخل آن.

روش اول و سوم، اگر از نظر معماری امکان پذیر باشد، نسبت به روش دوم مناسب تر است.

- دیافراگم ها

به طورکلی سه ضعف عمده ممکن است در دیافراگم‌ها ایجاد شود : ظرفیت برشی ناکافی، ظرفیت برشی و خمشی ناکافی در اجزای لبه دیافراگم و افزایش تنش برشی در بازشوها.

به منظور افزایش ظرفیت برشی دیافراگم‌ها یا اجزای لبه آنها، می‌توان ضخامت بتن کف را افزایش داد یا با اضافه کردن اجزای مقاوم قائم جدید مقدار نیروی برشی وارد به آنها را کاهش داد.

برای مرمت و مقابله با تنش‌های برشی زیاد در بازشوها می‌توان ازیکی از روش‌های زیر استفاده کرد :

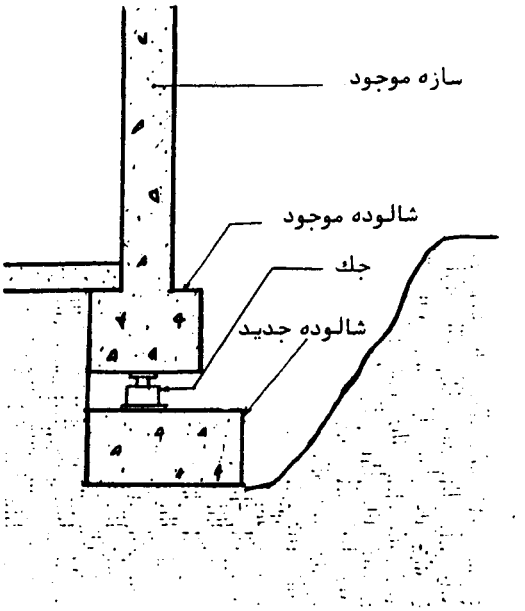
- کاهش تنش های محلی به وسیله قراردادن میلگردهای اضافی در لبه‌های بازشو.

- افزایش ظرفیت باربری دال به وسیله ایجاد یک دال جدید در روی دال قدیم در مجاورت بازشوها.
- پر کردن بازشوها به وسیله بتن آرمه.
- کاهش تنش های وارده به دیافراگم ها با افزودن اعضای قائم جدید.

- شالوده ها :

برای تقویت شالوده ها که ممکن است به علل مختلف تنش خاک زیر آنها از حد مجاز تجاوز کرده باشد یا خطر واژگونی آنها را تهدید کند، طرق زیر توصیه می شوند :

- بالابردن ظرفیت باربری شالوده ها با تقویت و افزایش مساحت کف آنها به طریقی که در شکل (۶-۴) دیده می شود امکان پذیر است.



شکل (۶-۴) : تقویت شالوده

جک پیش بارگذاری شده بین دو شالوده قرار می گیرد و وظیفه انتقال نیروها را از شالوده قدیمی به شالوده جدید (باسطح بیشتر) انجام می دهد.

- افزایش ظرفیت باربری قائم شالوده ها به وسیله ایجاد شالوده های نیمه عمیق در زیر آنها.
- متصل کردن شالوده های مجاور با کلاف های بتنی.

- کاهش نیروهای واژگونی با افزایش تعداد اعضای مقاوم قائم.

ب - کاهش بار وارده به اعضای سازه

نیروهای وارده به سازه عمدتا" به دو دسته نیروهای قائم و نیروهای جانبی (زلزله) تقسیم می شوند، همان طور که قبلا" ذکر شد نیروهای زلزله با وزن ساختمان رابطه مستقیم و با پریود و شکل پذیری آن رابطه معکوس دارد. بنابراین برای کاهش این نیروها می توان موارد زیر را انجام داد:

- کاهش وزن ساختمان

به منظور کاهش وزن ساختمان، درصورت امکان، می توان از یکی از روش های زیر استفاده کرد:

- کاهش تعداد طبقات یا تخریب طبقات فوقانی.
- تغییر کاربری ساختمان به قسمی که بار زنده کمتری به آن اثر کند.
- تغییر سقف سنگین به سقف سبک.
- حذف ملحقات اضافی که معمولا"سنگین هم هستند، نظیر: جانپناه ها، بالکن ها، منابع آب و...

- افزایش پریود نوسانات ساختمان

پریود ارتعاش ساختمان مستقیما"متناسب با جذر وزن ساختمان و به طور معکوس متناسب با جذر سختی سازه می باشد. بنابراین طبیعی به نظر می رسد که به وسیله افزایش وزن ساختمان یا کاهش سختی آن، پریود را افزایش داد. البته در هر دو حالت مشکلات جدیدی بروزخواهد کرد، چون افزایش وزن ساختمان باعث افزایش نیروی زلزله و کاهش سختی آن باعث افزایش جابه جایی ها خواهد شد.

- افزایش ضریب رفتار ساختمان

به طور کلی ضریب رفتار ساختمان، توانایی جذب انرژی آن در محدوده غیرالاستیک را نشان می دهد. تحقیقات نشان می دهد که هرچه ساختمان شکل پذیرتر باشد، ضریب رفتار آن بزرگتر است. به طورکلی دو روش برای افزایش ظرفیت جذب انرژی ساختمان به کار می رود :

- اضافه کردن سیستم‌های باربر جدید به سازه موجود، نظیر افزودن دیوارهای برشی یا بادبندها.
- افزودن ابزار جذب انرژی نظیر میراگرها در نقاط مختلف ساختمان.

فصل هفتم -ارزیابی فنی و اجرایی

۷ - ۱ مقدمه

ساختمان های بتن آرمه به علت خواص منحصر به فرد بتن دارای ویژگی هایی است که در این قسمت به آنها اشاره می شود.

با توجه به ماهیت قطعات بتن آرمه و به کارگیری دو نوع مصالح (بتن و فولاد) و همچنین به علت امکان تغییر دادن مشخصات کیفی وکمی مصالح، این امکان برای طراح وجود دارد که ویژگی های مطلوب خود را در طرح اعمال کند. معایبی نظیر ترد و سنگین بودن و حجم زیاد بتن (در مقایسه با سایر مصالح) را می توان با تمهیدات ساده ای بر طرف کرد. امروزه بسیاری از سازه های با اهمیت نظیر سیلوها، منابع آب، سدها و راکتورهای اتمی با بتن ساخته می شوند. دوام و عمر طولانی ساختمان های بتن آرمه یکی از مهمترین جاذبه های انتخاب آن به شمار می آید.

مهمترین ویژگی های خوب بتن عبارتند از :

- مقاومت زیاد
- شکل پذیری
- تحمل شرایط محیطی نامساعد
- تحمل در برابر آتش
- دوام (پایایی)
- امکان اجرای راحت تر اتصالات گیردار
- امکان انجام پیش تنیدگی
- امکان کاربرد بتن با مصالح دیگر

از نظر اقتصادی، ساختمان های بتنی در اکثر موارد قابل رقابت با دیگر انواع ساختمان ها (نظیر فولادی و یا بامصالح بنایی) می باشند. با این حال مسائل اقتصادی تابع عوامل بسیار زیادی

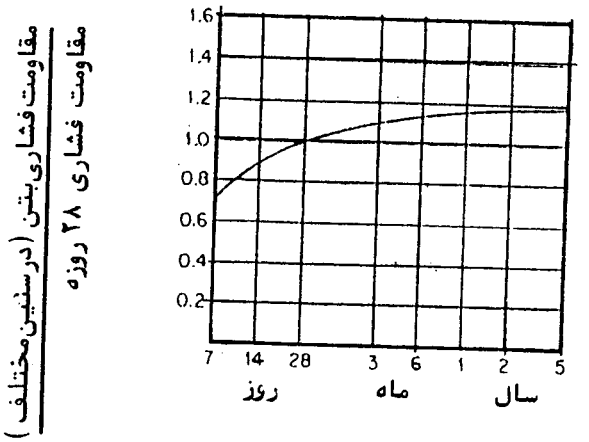
است که باید برای هر پروژه بررسی شوند. دراین فصل به بعضی نکات عمده برای برآورد اقتصادی ساختمان های بتنی و فولادی اشاره می شود و به عنوان نمونه مثال هایی ارائه خواهد شد.

۷ - ۲ قابلیت های بتن آرمه

۷ - ۲ - ۱ مقاومت

مهمترین ویژگی بتن داشتن مقاومت فشاری زیاد آنست. معمولاً در ساختمان های متعارف، بتن با مقاومت حدود ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع الی ۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع به کار می رود ولی به طرق مختلف (نظیر عمل آوردن مخصوص یا اضافه کردن بعضی مواد اضافی) می توان بتن هایی با مقاومت زیاد (حدود ۸۰۰-۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع) به دست آورد.

از طرف دیگر، مقاومت بتن با گذشت زمان بیشتر می شود که این خاصیت نیز می تواند دوام ساختمان های بتنی را زیادتر کند، (شکل ۷-۱).



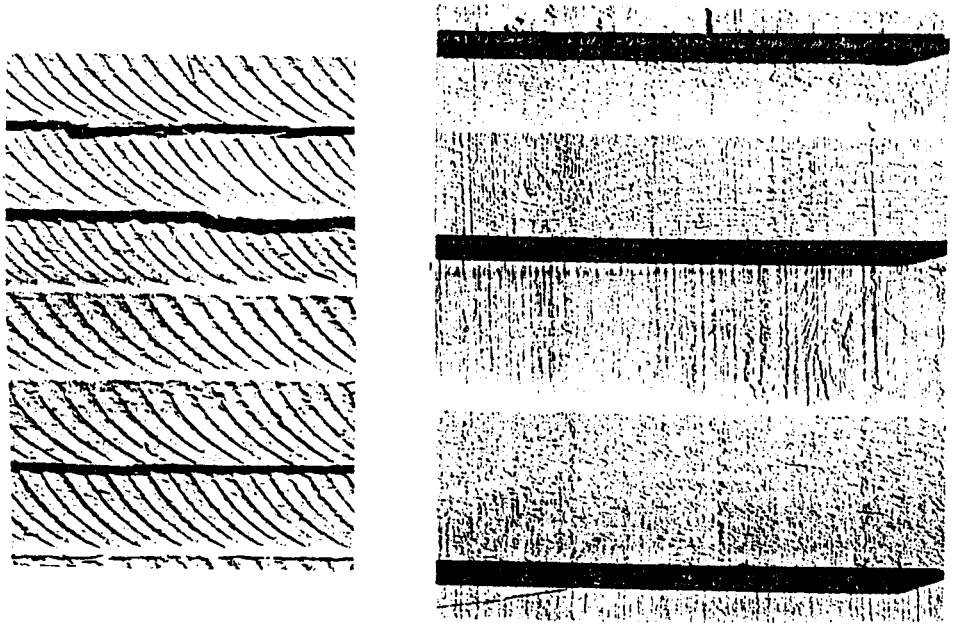
شکل (۷-۱) : اثر گذشت زمان بر مقاومت فشاری بتن

به طور کلی می توان گفت در صورت رعایت نکات فنی لازم نظیر اختلاط صحیح و به کارگیری مصالح مناسب، دقت در عمل آوردن و اجرای درست، بتن از بهترین مصالح برای تحمل تنش های فشاری است.

۷ - ۲ - ۲ نقش و حجم پذیری

یکی از ویژگی های مهم بتن، خاصیت نقش و حجم پذیری آنست. بتن را می توان به هر نقش دلخواه درنما اجرا کرد. بسیاری از سازه های پیچیده و زیبا از بتن ساخته شده اند. با تهیه قالب های مناسب، سازه هایی با سطوح منحنی یا شکسته به راحتی قابل اجراست. نمونه های فراوانی از ابنیه فنی را می توان نام برد که ساخت آنها با مصالح دیگر به علت اشکالات اجرایی زیاد اقتصادی نیست. علاوه بر این، با به کار بردن ماشین های مخصوص پرداخت و یا قالب های مناسب می توان سطوح نمایان بتن را به نقش های دلخواه درآورد. دو نمونه از نحوه پرداخت رویه بتن به شرح زیر می باشد :

الف - با استفاده از قالب هایی که سطوح داخلی آنها دارای بافت های گوناگونی است، نمای بتن تمام شده به نقش های مورد نظر ایجاد خواهد شد، (شکل ۷-۲).



شکل (۷-۲) : دو نمونه از بتن نما ساخته شده با قالب های مخصوص

ب - پس از گرفتن بتن، رویه آن را می توان با ماشین های پرداخت به نقش های متفاوت درآورد. انواع ماشین های پرداخت به این منظور به کار می رود. از بین ابزارهای ساده پرداخت بتن، می توان از چکش، سمباده و ماسه پرانی نام برد.

یکی دیگر از ویژگی های مهم بتن امکان طراحی حجمی این سیستم سازه ای است که امکان تنوع در طراحی فضایی را فراهم می کند. این ویژگی ترکیب هماهنگ هنر معماری با ملاحظات سازه ای است که در ساختارهای موفق بتنی جلوه گر می شود.

۷ - ۲ - ۳ تحمل شرایط محیطی نامساعد

با رعایت کامل اصول فنی در طرح و اجرای قطعات بتن آرمه، می توان از مقاومت آنها در برابر شرایط محیطی نامساعد اطمینان حاصل کرد. پوشش بتن روی آرماتورها محافظ خوبی در برابر آثار مخرب بر روی فولاد می باشد. علاوه براین با به کار بردن انواع سیمان ها، مواد افزودنی مناسب و نظایر آن، می توان مقاومت قطعات بتن آرمه را در شرایط نامناسب محیطی به طور قابل ملاحظه ای افزایش داد. این موضوع برای سایر مصالح به راحتی امکان پذیر نیست. موارد متعددی از ساختمان های بتنی خوب ساخته شده ای را می توان نام برد که در شرایط محیطی بد، نظیر محیط های خورنده با دمای هوای زیاد، عمرهای طولانی داشته اند و از قابلیت های بهره دهی آنها کاسته نشده است.

۷ - ۲ - ۴ تحمل در برابر آتش

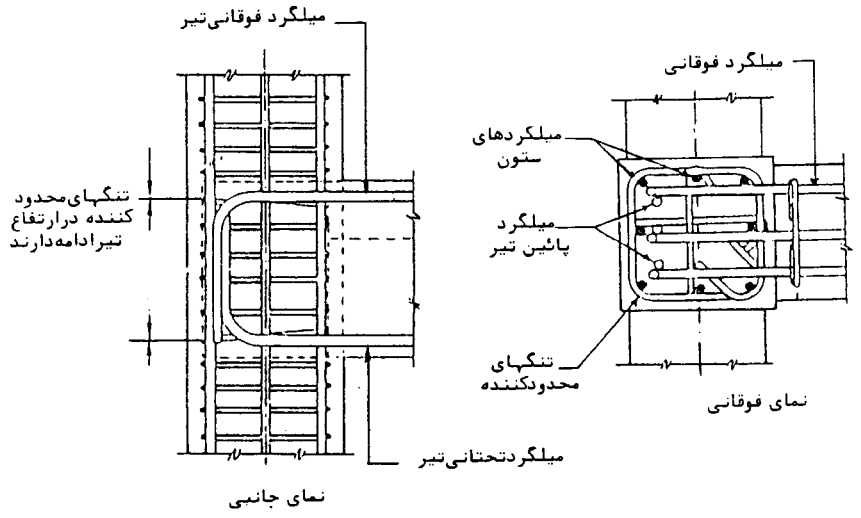
بتن یکی از مقاوم ترین مصالح در برابر آتش است. به عنوان مثال در درجه حرارتی معادل با ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد، حدود یک ساعت طول خواهد کشید تا فولادی که دارای پوششی برابر ۲/۵ سانتیمتر می باشد به حرارت ۵۰۰ درجه سانتیگراد برسد، تجربه نشان داده است که ساختمان های بتن آرمه با پوشش کافی و رعایت سایر اصول فنی، در آتش سوزی هایی که چندین ساعت ادامه داشته و دارای شدت متوسطی بوده اند، فقط زیان های کمی دیده و از بین نرفته اند.

۷ - ۲ - ۵ دوام (پایایی)

بتن یکی از با دوام ترین مصالح ساختمانی است، به شرط آن که حداقل ضوابط لازم در طرح و اجرای آن رعایت شده باشد، بسیاری از منابع آب یا گاز از بتن ساخته شده اند که این نشان امکان ساخت بتن نفوذ ناپذیر می باشد.

۷ - ۲ - ٦ امکان اجرای راحت تر اتصالات گیردار

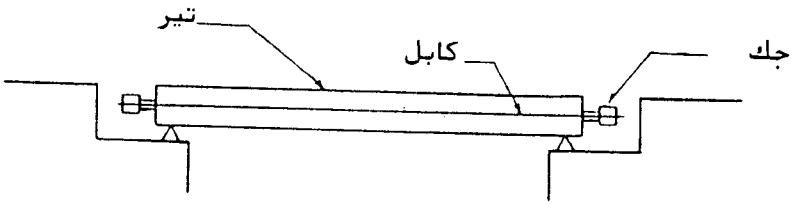
اجرای اتصالات گیردار در ساختمان ها از اهمیت خاصی برخوردار است. همان طوری که در فصل ششم ذکر شد، یکی از راه های مقابله با آثار زلزله، استفاده از قاب های خمشی است در این گونه قاب ها اتصالات باید گیردار طرح و اجرا شوند. در ساختمان های فولادی اجرای اتصالات گیردار به طور کامل با مشکلات عدیده ای همراه است، در حالی که در ساختمان های بتنی می توان با استفاده از بتن درجا و امتداد دادن آرماتورها به اندازه کافی اتصالاتی را فراهم آورد که به خوبی گیردار عمل کنند، این ویژگی باعث می شود تا مشکلات ناشی از عدم فضای لازم برای بادبندها که در قاب های فولادی مطرح است از بین برود. همان طوری که می دانیم ساختمان های مقاوم در برابر زلزله باید در دو امتداد عمود برهم قادر به تحمل تلاش های ناشی از زلزله باشند. در قاب های فولادی معمولاً این کار با به کار بردن بادبندهایی در دو امتداد عمود بر هم انجام می گیرد. ولی در اکثر موارد به علت وجود بازشوها و پارکینگ در طبقه هم کف، از نظر معماری این کار انجام شدنی نیست، لذا در این گونه موارد بهتر است از قاب های خمشی استفاده شود. اطمینان از اتصالات گیردار بتنی و ساخت قاب های خمشی از مزیت های سازه های بتن آرمه به شمار می آید، (شکل ۷-۳).



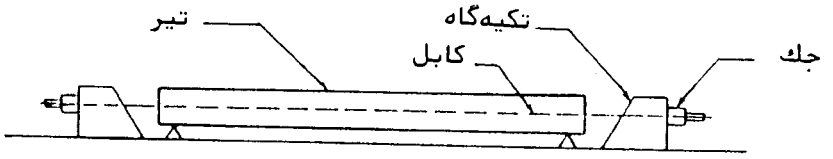
شکل (۷-۳) : نمونه ای از اتصال گیردار

۷ - ۲ - ۷ پیش تنیدگی

پیش تنیدگی عبارتست از ایجادیک تنش فشاری مشخص در بتن. این کار توسط کشیدن آرماتورها (کابل ها) قبل از بتن ریزی یا بعد از آن انجام می شود، (شکل ۷-۴).



(الف)



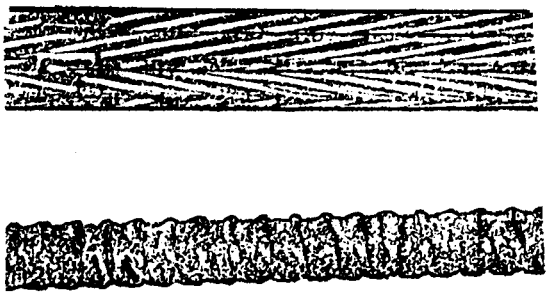
(ب)

شکل (۷-۴) : دو نمونه از پیش تنیدگی

(الف) - کابل ها در مجرایی از پیش تعبیه شده در بتن قرار گرفته و پس از سخت شدن بتن کشیده می شوند و سپس در دو وجه بتن ثابت می گردند.

(ب) - کابل ها قبل از بتن ریزی کشیده پس از سخت شدن بتن رها شده و سپس در دو وجه بتن ثابت می شوند.

پیش تنیدگی در حالت (ب) از طریق اصطکاک و چسبندگی از کابل به بتن انتقال می یابد. نمونه هایی از کابل هایی که برای پیش تنیدگی به کار می روند در شکل (۷-۵) دیده می شوند.



شکل (۷-۵) : نمونه هایی از کابلهای پیش تنیدگی

هدف از پیش تنیدگی ایجاد تنش فشاری ذخیره شده در بتن است به نحوی که جبران قسمتی از تنش های کششی ناشی از بارهای مرده و زنده یا تمامی آن را بکند.

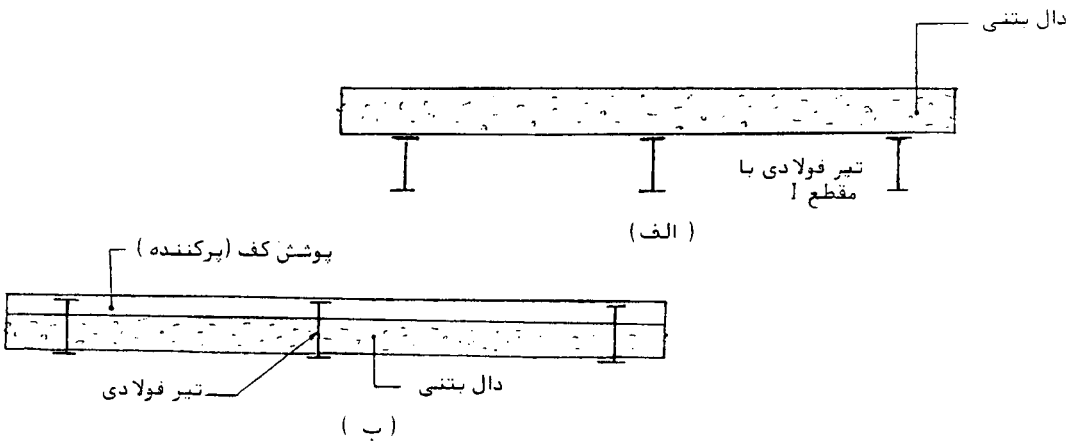
پیش تنیدگی باعث بالارفتن مقاومت قطعات بتنی در برابر بارهای وارده می شود. از مزایای بتن پیش تنیده موارد زیر را می توان نام برد :

- به علت کاهش کشش در بتن در قطعات پیش تنیده ترک های دائمی به وجود نمی آید. این خاصیت به خصوص در محیط های گازدار یا زمین های خورنده حائز اهمیت است.
- وزن قطعات پیش تنیده از بتن معمولی کمتر است.
- تغییر مکان قطعات پیش تنیده کمتر است.
- برای ساختمان های با دهانه های بزرگ و بارهای سنگین، بتن پیش تنیده اقتصادی تراز بتن معمولی است.
- در قطعات بتنی پیش تنیده، قبل از اثر بارهای وارده (بار مرده و زنده) بتن و فولاد تحت اثر تنش های زیادی قرار می گیرند که این موضوع می تواند امتحان خوبی برای سلامت آنها بشمار رود. در صورتی که بتن و فولاد تحت اثر این تنش ها سالم بمانند، می توان اطمینان حاصل کرد که بارهای معمولی بعدی، تأثیری در عملکرد آنها نخواهد داشت.

۷ - ۲ - ۸ امکان کاربرد بتن با مصالح دیگر

بتن را می توان با سایر مصالح ساختمانی نظیر انواع فرآورده های فولادی به کار برد و قطعات مرکب و مقاومی ساخت. از مزایای اجرای قطعات یا سازه های مرکب آنست که می توان از

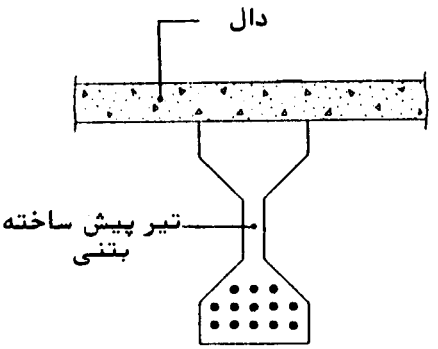
محاسن انواع مصالح تواما" استفاده کرد. به عنوان مثال برای پوشش سقف های ساختمان ها، می توان از پروفیل های فولادی و دال بتنی استفاده کرد، (شکل ۷-٦).



شکل (۷-٦) : دو نمونه از کاربرد بتن و تیرهای فولادی

از مزایای این نوع سقف ها سرعت در اجرا و اقتصادی بودن آنهاست (اجرای این نوع سقف ها در چند سال اخیر در ایران رواج یافته است).

علاوه براین می توان از خاصیت درجا ریختن بتن استفاده کرد و همراه با قطعات بتن پیش ساخته، مقطع مرکبی ساخت. به عنوان مثال می توان از کاربرد تیرهای پیش ساخته و دال بتنی درجا نام برد که برای پوشش سقف یا رویه پل ها از آن استفاده فراوان می شود. در هر حالت، از تیرهای بتنی یا فولادی می توان به عنوان تکیه گاه های قالب ها سود برد. در این موارد اگر اتصال بین تیرها و دال ها قادر به تحمل نیروهای برشی طولی باشد، مقطع مرکب را می توان به صورت یک مقطع همگن T شکل که درآن دال به عنوان بال فشاری عمل نماید، در نظر گرفت، (شکل ۷-۷).



شکل (۷-۷) : دال و تیر پیش ساخته بتنی

۷ - ۳ مقایسه فنی و اقتصادی

۷ - ۳ - ۱ مقایسه فنی

امروزه بتن آرمه با توجه به ویژگی های فنی خود (که در بخش قبلی به آن اشاره شد) مورد استفاده فراوان دارد و در ساختمان های نسبتا" بلند (حدود ۲۰ طبقه) به راحتی می توان آنرا به کار برد. از طرف دیگر برای ساخت ساختمان های بلند تر، با توجه به مسایل اجرایی و حجیم بودن بتن، ساختمان های فولادی ارجح است. ساختمان های با مصالح بنایی با توجه به حجیم بودن آن و عدم مقاومت کافی در برابر نیروهای زلزله برای ساختمان های بیش از دو طبقه توصیه نمی شود.

۷ - ۳ - ۲ مقایسه اقتصادی

مقایسه اقتصادی سازه های بتنی، فولادی و با مصالح بنایی تابع عوامل متعددی است که با توجه به ثابت نبودن قیمت مصالح و سایر پارامترها، نمی توان درباره اقتصادی بودن یکی از آنها نسبت به دو نوع دیگر به راحتی و درستی قضاوت کرد.

علاوه برمسائل اقتصادی و فنی موارد دیگری، که البته به آنها وابسته اند، در تصمیم گیری انتخاب نوع ساختمان دخالت دارند که مختصرا" به آنها در زیر اشاره می شود :

- امکان دسترسی به مصالح :

به عنوان مثال در محل هایی که دسترسی به شن و ماسه راحت و ارزان باشد، معمولا" ساختمان های بتنی مقرون به صرفه ترند.

- وجود افراد متخصص در محل احداث ساختمان :

در بعضی موارد ممکن است در کارگاه های بزرگ، به علت تجربه های گذشته، مهارت فنی افراد در دسترس در زمینه خاصی بیشتر باشد، در این گونه موارد بهتر است نوع ساختمان با مهارت های موجود درکارگاه انطباق داشته باشد.

- شرایط اقلیمی

آب و هوای محل ساختمان عامل مهمی در انتخاب نوع ساختمان است. به عنوان مثال اثر مواد مضر در محیط بر بتن و آرماتورها را باید به دقت بررسی کرد.

- سرعت ساخت

گرچه به نظر می آید ساخت سازه های فولادی با سرعت بیشتری انجام گیرد ولی در صورت برنامه ریزی صحیح و استفاده اجزای سازه ای (نظیر تیرها) به عنوان تکیه گاه قالب ها، می توان سرعت ساخت سازه های بتنی را به طور قابل ملاحظه ای افزایش داد. علاوه براین زمان لازم برای ساخت اسکلت ساختمان ها در مقایسه با ساخت کل ساختمان، درصد زیادی نیست. لذا گرچه سرعت اجراء باید مورد توجه قرارگیرد ولی معمولا" پارامتر تعیین کننده ای نیست.

با توجه به موارد فوق الذکر، مقایسه اقتصادی انواع ساختمان ها باید درهر مورد خاص، با توجه به شرایط محیطی و نیروی انسانی ماهر بررسی شده و مناسب ترین آنها انتخاب شود.

ضوابط عمومی ساختمان های فولادی

ضوابط عمومی ساختمان‌های فولادی

فصل اول - مصالح و کلیات

۱ - ۱ مقدمه

فولاد یکی از پر مصرف‌ترین مصالح ساختمانی است. از مهم‌ترین مزایای آن موارد زیر را می‌توان نام برد :

- مقاومت زیاد نسبت به وزن
- شکل پذیری
- سرعت و آزادی عمل در اجرای انواع طرح‌ها
- امکان ساخت قطعات پیش ساخته و افزایش دقت در اجرا
- دوام زیاد

موارد فوق الذکر دلایل خوبی برای اجرای انواع ساختمان‌ها نظیر: ساختمان‌های بلند، آشیانه‌های هواپیما، ساختمان‌های صنعتی و نظایر آن با فولاد می‌باشد.

۱ - ۲ مشخصات مکانیکی فولاد

۱ - ۲ - ۱ مدول الاستیسیته

مدول الاستیسیته فولاد برابر $۲/۱\times۱۰^{۶}$ کیلوگرم بر سانتیمترمربع در نظر گرفته می‌شود. این رقم بیان کننده مقاومت زیاد فولاد در برابر بارهای وارده است. به عنوان مثال در طرح یک تیر برای بار و دهانه معین، سطح مقطع لازم تیرهای فولادی کمتر از سایر مصالح ساختمانی می‌باشد.

۱ - ۲ - ۲ شکل پذیری

این خاصیت از مثبت‌ترین خواص فولاد است. مصالح شکل پذیر قادرند بدون آن که خراب شوند تغییر شکل زیاد بدهند و در نتیجه درصورت افزایش تنش در نقطه‌ای، سازه آن را تحمل کرده و به سایر نقاط انتقال دهد. قابلیت شکل پذیری باعث می‌گردد که مصالح با جذب انرژی در برابر نیروهای جانبی نظیر زلزله مقاومت بیشتری از خود نشان دهند.

به علت خاصیت شکل پذیری فولاد، خرابی قطعات فولادی ناگهانی نبوده و این ویژگی می‌تواند باعث جلوگیری از خطرات و تلفات جانی گردد.

۱ - ۲ - ۳ خوردگی

خوردگی فولاد در اثر واکنش شیمیایی میان آهن، آب و اکسیژن روی می‌دهد و ایجاد اکسید آهن هیدارته می‌کند که به نام زنگ معروف است. از آنجا که ساختار زنگ آهن حالت متخلخل دارد، خوردگی به صورت پیش رونده ادامه می‌یابد.

آلودگی‌هایی نظیر دی‌اکسید گوگرد یا نمک موجود در شرایط آب و هوای ساحلی باعث افزایش خوردگی فولاد می‌شوند. بنابراین در شرایط محیطی که خوردگی فولاد مشکل زاست، باید آن را محافظت کرد[۱].

۱ - ۲ - ۴ حرارت

نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که مقاومت نهایی، حد تسلیم و مدول الاستیسیته فولاد تابع درجه حرارت آن است و تمامی آنها با ازدیاد دما کم می‌شود. هر چند مقاومت نهایی فولاد با افزایش دما تا حدی بالا می‌رود ولی بالاخره در حرارت‌های بیش از ۲۵۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد به طور ناگهانی کم می‌شود. در مورد تغییر شکل نسبی و تقلیل مقطع در آزمایش کشش، دیده می‌شود که هر دوی آنها تا دماهای ۲۰۰ الی ۳۰۰ درجه سانتیگراد کم می‌شوند و از آن به بعد سریعاً زیاد می‌گردند.

---

۱ - برای اطلاعات بیشتر به فصل چهارم " اثر شرایط اقلیمی بر فولاد و روشهای محافظت" مراجعه شود.

۱ - ۳ طرز تهیه و انواع فولاد های ساختمانی

۱ - ۳ - ۱ منابع تهیه فولاد

آهن خالص در طبیعت یافت نمی‌شود و معمولا" به شکل اکسید یا کربنات یا سولفیت دیده می‌شود که در تمام حالات مقداری مواد دیگر نیز با آن مخلوط می‌باشد. از منابع عمده آهن می‌توان از هماتیت قرمز، ماگنتیت، لیمونیت، سنگ معدن و پیریت آهن نام برد.

۱ - ۳ - ۱ فرآورده های آهن

از آهن خالص در صنعت استفاده نمی‌شود. فرآورده های آهنی برحسب مقدار کربن به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند :

- آهن خام (مقدار کربن ۳ تا ۴/۲۵ درصد)
- چدن (مقدار کربن ۳ تا ٦ درصد)
- فولاد (مقدار کربن ۰/۰۹ تا ۱/۵ درصد)

آهن خام و چدن دارای مقدار نسبتا" زیادی کربن هستند و به همین علت سخت و شکننده می‌باشند و برای چکش کاری، نورد کاری و پرس نمودن مناسب نمی‌باشند، ولی فولاد که دارای کربن کمتری است برای کارهای صنعتی مناسب است و در واقع، فولاد فرآورده اصلی آهن است که بیش از سایر فلزات در صنعت مورد استعمال دارد.

مقدار کربن در فولاد مهم‌ترین عامل تعیین کننده خواص مکانیکی آن می‌باشد به طوری که با زیاد یا کم کردن آن، می‌توان فولادهایی با مقاومت و شکل پذیری مختلف به دست آورد. زیاد شدن کربن، مقاومت فولاد را افزایش می‌دهد در حالی که قابلیت تغییر شکل آنرا کم می‌کند.

۱ - ۳ - ۲ اقسام فولاد های ساختمانی

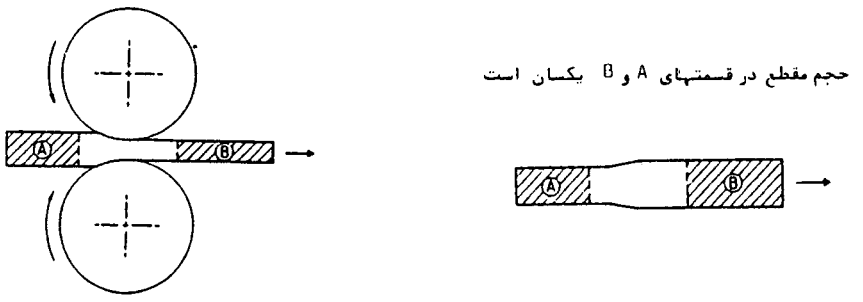
فولاد های ساختمانی معمولا" با انواع و مقاومت‌های مختلف تهیه می‌شوند :

- فولاد نرمه (مقدار کربن حدود ۰/۱۵ تا ۰/۲۹ درصد)
- فولاد با کربن متوسط (مقدار کربن حدود ۰/۳ تا ۰/۵۹)
- فولاد با کربن زیاد (مقدار کربن حدود ۰/٦ تا ۱/۵ درصد)

فولادهای نرمه و فولاد های با کربن متوسط در کارهای ساختمانی و صنعتی مصرف زیاد دارند. این فولاد ها علاوه بر آنکه دارای مقاومت قابل توجهی می باشند، به اندازه کافی شکل پذیرند. فولادهای با کربن زیاد در ساختن ابزار کار، بعضی ماشین ها، تیغه و نظایر آن به کار می روند.

۱ - ۳ - ۴ نوردیدن

به شکل دلخواه درآوردن شمش های فولادی را نوردیدن می نامند. در این عمل تکه ها و شمش های داغ و سرخ فولادی را که به دمای یکنواخت رسیده اند از میان استوانه هایی که در حال دوران اند می گذرانند (شکل ۱-۱). پس از چند مرتبه تکرار این عمل، قطعات تغییر شکل داده و بر طولشان اضافه می شود و به شکل دلخواه نظیر ورق، لوله در میآیند.



شکل (۱-۱) : نورد اولیه شمش های داغ فولادی

بنابراین عملیات اصلی در نورد کاری عبارتند از :

- آماده نمودن مصالح برای نورد
- گرم کردن مصالح قبل از نورد
- نورد کاری
- صافکاری و برش

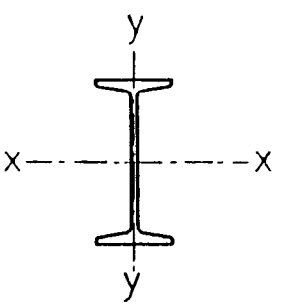
هر کدام از مراحل فوق تأثیر زیادی درکیفیت و مشخصات فولاد دارد.

۱ - ۳ - ۵ انواع نیمرخ های نورد شده

انواع نیمرخ های نورد شده به طول های معینی تهیه می شوند. تیرهای فولادی به طول های ۳ تا ۳۰ متر ساخته می شوند. طول معمول ۱۲ متر می باشد. تیرهای بلند را باید به کارخانه سفارش داد. در حمل تیرهای بلند اغلب اشکالاتی وجود دارد و معمولا" در تعرفه آنها اضافه بهایی پیش بینی می شود.

محصولات فولادی متداول در ایران را می توان به شرح زیر خلاصه کرد :

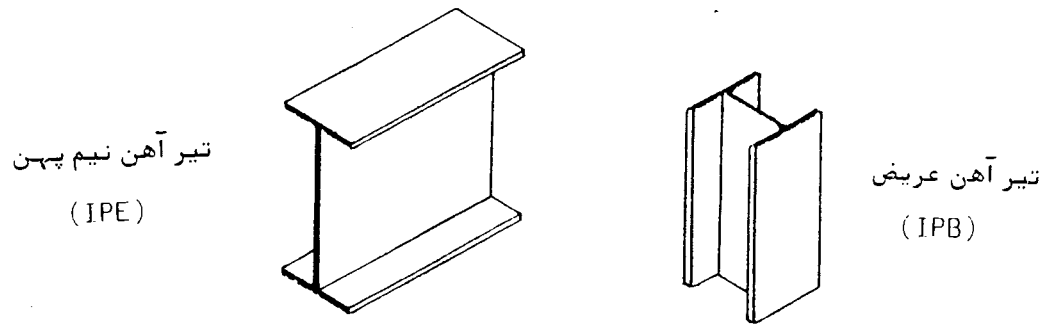
- **نیمرخ I** : این نیمرخ از متداول ترین نیمرخ های ساختمانی است که خود به دو دسته نیمرخ های معمولی (INP) و نیمرخ های بال پهن تقسیم می شوند. نیمرخ ها معمولی به علت داشتن لنگر اینرسی زیاد حول محور (X-X) تاب خمش خوبی دارند، و برعکس چون لنگر اینرسی آنها نسبت به محور (Y-Y) زیاد نیست حول این محور مقاومت خمشی کمتری دارند، و احتمال کمانش جانبی بال فشاری آنها می رود، شکل (۱-۲).



شکل (۱-۲) : نیمرخ I معمولی

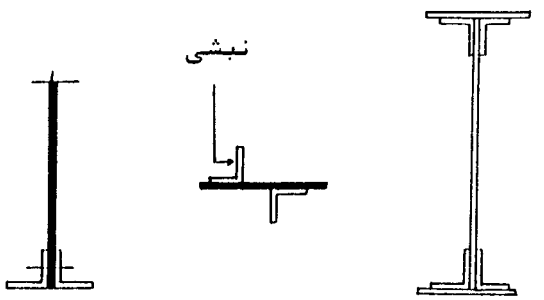
عرض کم و شیب سطح داخلی بال های این گونه نیمرخ ها، باعث می شود که برای اتصالات با پیچ و مهره یا پرچ مناسب نباشند. در مقابل نیمرخ های بال پهن در مقابل کمانش جانبی مقاومت بیشتری دارند و نسبت مقاومت به وزن آنها در مقایسه با نیمرخ های معمولی بیشتر است. از مزایای دیگر این گونه نیمرخ ها متوازی بودن دو سطح جانبی هر بال و نبودن شیب در آن است که از نظر اتصالات اهمیت دارد شکل (۱-۳) .

انواع مقاطع I شکل با ارتفاع مقطع آنها مشخص می‌شود مثلا"۲۰ I معرف آن است که ارتفاع I، ۲۰ سانتیمتر می‌باشد.



شکل (۱-۳) : انواع تیرهای بال پهن

- نیمرخ نبشی : این نیمرخ به شکل L بوده و بیشتر در اتصالات مصرف دارد، شکل (۱-۴).

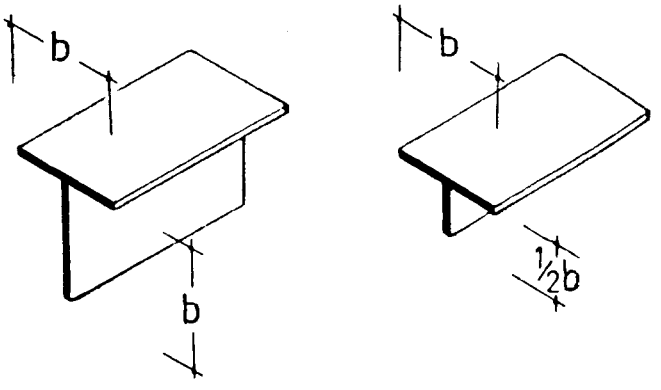


شکل (۱-۴) : کاربرد نبشی در ساختن اشکال مرکب

بال‌های نبشی ممکن است مساوی یا نامساوی باشند، شکل (۱-۵).

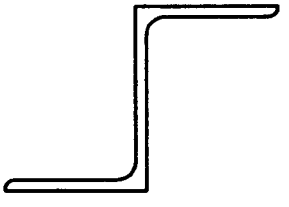
شکل (۱-۵) : انواع نبشی

- **نیمرخ سپری** : نیمرخ های سپری به دو نوع (مطابق شکل ۱-٦) ساخته می شوند و بیشتر در شیروانی سازی، در و پنجره و اسکلت سقف کاذب از آنها استفاده می شود. عیب عمده آنها، لنگر اینرسی کم و سطوح مایل بال هاست که اتصالات به آنها را مشکل می سازد.



شکل (۱-٦) : انواع سپری های ساختمانی

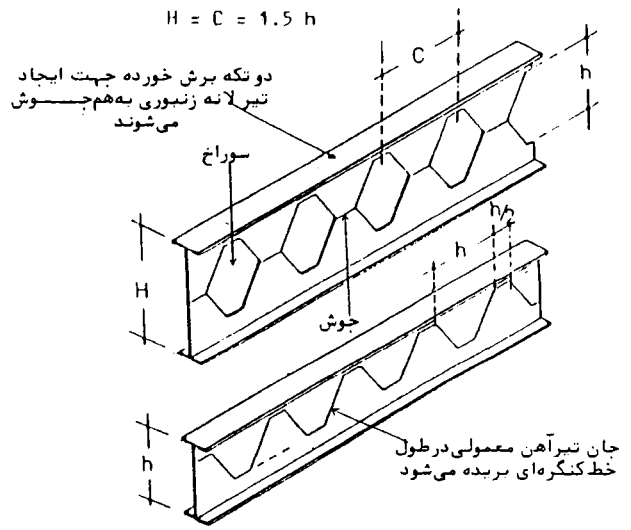
- **نیمرخ Z** : این نیمرخ چون محور تقارنی ندارد مورد استفاده کمتری دارد (شکل۱-۷). این نوع نیمرخ ها بیشتر برای زیرسازی وبستن ورق های فلزی درسطوح شیب دار مورد استفاده قرار می گیرند.



شکل (۱-۷) : نیمرخ Z

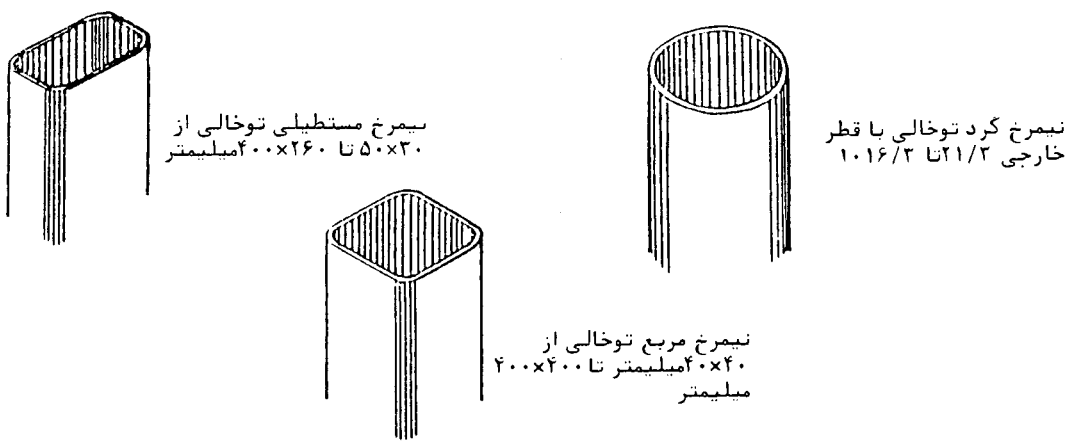
- **تیرهای لانه زنبوری** : این نوع تیرها که حالت مشبکی دارند از برش دادن جان تیرآهن معمولی در امتداد یک خط کنگره ای ساخته می شوند. سپس برای ایجاد تیر لانه زنبوری همانطور که در شکل (۱-۸) دیده می شود این دو تکه بهم جوش می شوند. تیر لانه زنبوری یک و نیم برابر تیری که از آن بریده می شود عمق دارد و بنابراین در زیر بار دچار تغییر شکل کمتری

می‌شود. به علت داشتن ممان اینرسی بالا نسبت به وزن این تیر نسبت به تیرآهن معمولی اقتصادی‌تر است و از سوراخ‌های موجود در جان تیر نیز می‌توان برای عبور دادن لوله‌های تأسیساتی استفاده کرد.



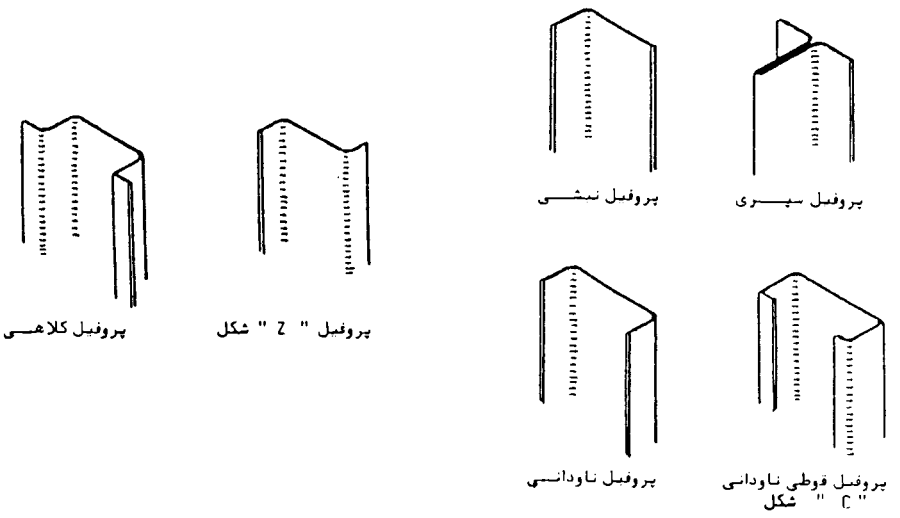
شکل (۱-۸) : تیر لانه زنبوری

- **نیمرخ‌های توخالی** : این مقاطع ممکن است به شکل دایره (لوله) یا مربع یا مستطیل (قوطی) ساخته شوند. از این نیمرخ‌ها بیشتر به عنوان ستون استفاده می‌شود، شکل (۱-۹) .



شکل (۱-۹) : نیمرخ‌های تو خالی

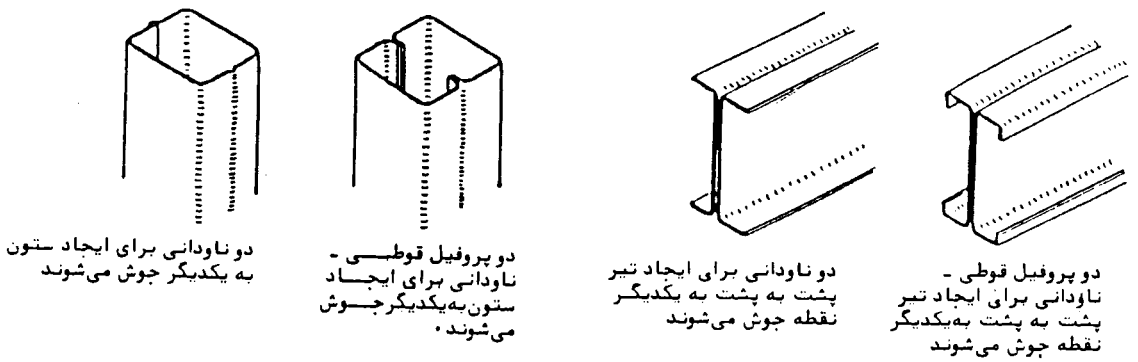
- **نیمرخ های نورد سرد** : این مقاطع از نورد کاری تسمه های نازک فولادی به صورت های مختلف نشان داده شده در شکل (۱-۱۰) ساخته می شوند.



شکل (۱-۱۰) نیمرخ های نورد سرد

از مزایای نورد کاری سرد آن است که شکل های مختلف با اندازه هایی دقیق متناسب با هر مورد استفاده ویژه می توان تولید کرد.

- **مقاطع مرکب** : از جوش دادن چند نیمرخ فولادی می توان مقطع مرکب ساخت، شکل (۱-۱۱) .



شکل (۱-۱۱) : مقاطع مرکب

۱ - ۳ - ۵ جوشکاری

یکی از متداول‌ترین شیوه‌های اتصال قطعات فولادی به یکدیگر جوشکاری است. جوشکاری عبارت است از ریختن فلز مذاب به داخل محل اتصال گرم شده به طوری که با سرد و جامد شدن فلز جوشکاری، اعضاء به یکدیگر محکم متصل شوند، با توجه به آنکه جوشکاری در کارخانه با کیفیت بهتری انجام می‌گیرد، بهتر است حتی الامکان از اتصالات پیش ساخته استفاده شده و اتصالات درمحل ساختمان یا پیچ و مهره صورت گیرد.

متداول‌ترین روش جوشکاری، جوشکاری قوسی دستی است که درآن یک جریان الکتریکی از الکترود مصرفی به فلزات قطعات اتصال شونده می‌رود و به منبع الکتریکی باز می‌گردد و گرمای کافی برای جوشکاری را به وجود می‌آورد.

از انواع دیگر جوشکاری نظیر جوشکاری با الکترود فلزی و گاز خنثی و گاز فعال و جوشکاری قوسی با الکترود شناور برای نمودار خاص استفاده می‌کنند. این نوع جوشکاری‌ها باعث بالا رفتن کیفیت کار و افزایش هزینه می‌شود.

- انواع شکل جوش‌ها

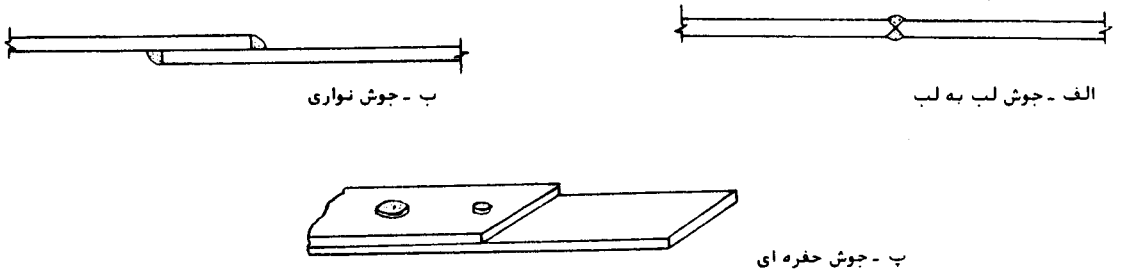
جوش‌ها را به سه شکل زیر انجام می‌دهند :

الف - جوش لب به لب یا نوک به نوک

ب - جوش نواری

پ - جوش حفره‌ای

از جوش حفره‌ای کمتر از دو نوع دیگر استفاده می‌شود. روش کار آن است که چاک‌ها یا حفره‌هایی در ورق‌های اتصال شونده به وجود آورده می‌شود و سپس آنها را کلا" یا جزئا" به وسیله جوش پر می‌کنند. این نوع جوش اغلب در موردی لازم است که طول جوش نواری برای اتصال کافی نباشد، شکل (۱-۱۲).



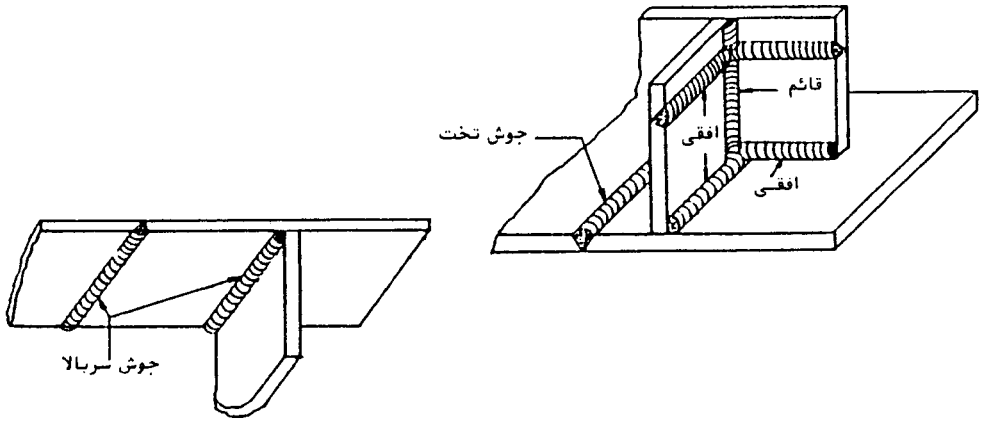
شکل (۱-۱۲) : انواع شکل جوش ها

- انواع حالت های انجام جوش کاری

جوش ها را می توان برحسب وضع قرار گرفتن نوار جوش به شرح زیر تقسیم بندی کرد :

- جوش افقی
- جوش قائم
- جوش تخت
- جوش سربالا

با توجه به مشکلات فراوان در جوش سربالا باید حتی الامکان از آن دوری جست،(شکل ۱-۱۳).



شکل (۱-۱۳) : انواع وضع انجام جوشکاری

کنترل کیفیت جوش با چشم کار دشواری است به خصوص در مواردی که نقش جوش بسیار حیاتی است نظیر درزبندی منابع آب و گاز، بهترین راه مطمئن استفاده از تجهیزات صوتی یا

اشعه ایکس است. این تجهیزات برای استفاده درمحل ساختمان بیش از اندازه حجیم‌اند و این یکی از دلایل مطلوب نبودن جوشکاری در محل ساختمان است.

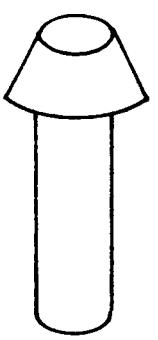
۱ - ۳ - ۷ پرچ و پیچ

- پرچ

پرچ از قدیمی‌ترین وسایلی است که از آن برای اتصال سازه‌های فلزی استفاده می‌شود. لیکن امروزه به علت پیشرفت فن جوش‌کاری و تولید پیچ‌های پر مقاومت استفاده از پرچ رفته رفته منسوج می‌شود.

یک پرچ نکوبیده از یک تنه استوانه‌ای که یک سر آن دارای کلاهک می‌باشد تشکیل می‌شود. پرچ‌ها معمولا" از فولاد نرم ساخته می‌شوند.

روش کوبیدن پرچ بدین ترتیب است که ابتدا آن را تا دمای سرخ شدن گرم می‌کنند سپس آن را توسط انبر مخصوصی درون سوراخ اتصال قرار داده و با ثابت نگهداشتن سر کلاهک‌دار آن، سر دیگر را می‌کوبند تا به فرم کلاهک درآید و پرچ محکم گردد. در طی این مراحل تنه پیچ به طور کامل سوراخی را که در آن فرو رفته پر می‌کند(شکل۱-۱۴).



شکل (۱-۱۴): شکل ظاهری پرچ

همانطور که قبلا" ذکر شد، امروزه پرچ کاری به دلایل زیر از رونق افتاده است:

۱ - پیشرفت فن جوش‌کاری

۲ - تولید پیچ‌های پر مقاومت

۳ - احتیاج به نظارت دقیق

۴ - احتیاج به نیروی انسانی زیاد و ماهر برای پرچ کاری

۵ - تولید سروصدای زیاد در هنگام کوبیدن و خطر آتش سوزی

در ایران صنعت پرچ کاری به طور جدی رونق نگرفت و طراحان به ندرت به این روش گرایشی نشان دادند.

- پیچ های معمولی

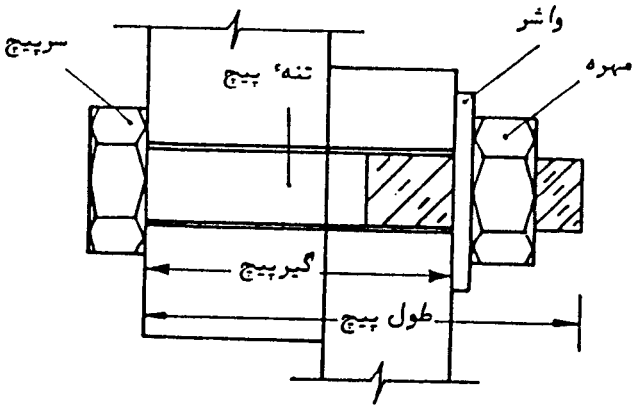
این پیچ ها از فولاد نرمه (باکربن کم) ساخته می شوند. این نوع پیچ ارزان ترین نوع پیچ است اما معلوم نیست که اتصالی که با آن ساخته می شود ارزان ترین باشد. زیرا به علت پائین بودن مقاومت تعداد آن نسبت به پیچ های پر مقاومت ممکن است بیشتر گردد. این نوع پیچ ها در ساختمان سازی سبک ، اعضای مهاربندها و اعضای درجه دوم، خرپاهای کوچک، لایه ها و کلیه اعضایی که بار وارد بر آنها سبک و استاتیکی می باشد، مورد استفاده قرار می گیرد.

- پیچ های پر مقاومت

این پیچ ها از فولاد با مشخصات بهتری ساخته می شود. دقت ابعاد آنها زیاد و لقی آنها در سوراخ کم است. این نوع پیچ ها را باید بوسیله ضربه و پیچاندن در سوراخ خود قرار داد. مشخصه مهم پیچ های پر مقاومت در این است که با سخت کردن معین مهره های آنها یک نیروی پیش تنیدگی در آنها ایجاد می شود. این نیروی پیش تنیدگی با فشار دائمی که در صفحات اتصال وارد می آورد، باعث تولید نیروی اصطکاکی بین آنها می شود که از این نیروی اصطکاکی می توان در محاسبات اتصال استفاده نمود.

- شکل ظاهری پیچ ها

شکل ظاهری پیچ ها(چه از نوع معمولی و چه از نوع پر مقاومت) مطابق (شکل۱-۱۵) است. برای جلوگیری از بازشدن مجدد مهره ها، آنها را می توان به وسیله خال جوش به پیچ و یا صفحه اتصال، محکم نمود. روش دیگر استفاده از واشرهای فنری می باشد. البته تدابیر فوق فقط برای پیچ های معمولی است. در پیچ های پیش تنیده به خاطر وجود نیروی پیش تنیدگی در پیچ، خطر باز شدن مهره وجود ندارد.



شکل (۱-۱۵) : شکل ظاهری پیچ ها

فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های فولادی

۲ - ۱ تیپ بندی انواع ساختمانهای فولادی از نظر سازه ای

۲ - ۱ - ۱ عوامل مؤثر در انتخاب نوع سازه های فولادی

علاوه بر مسایل اقتصادی عوامل زیر بر انتخاب سازه های فولادی مؤثرند :

- بهره دهی ساختمان : بسته به آن که چگونه از یک ساختمان استفاده شود سازه ساختمان باید با آن سازگار باشد. به عنوان مثال در ساختمان های اداری با فضاهای باز و دهانه های زیاد ممکن است محل بادبندها مسئله ساز باشد و یا در ساختمان های مسکونی محل بادبندها در ضلع شمالی و جنوبی ساختمان به علت نورگیری و پارکینگ مشکل آفرین است.
- طرح معماری ساختمان و امکانات اجرایی
- توزیع قائم و افقی تاسیسات، تعداد آسانسورها، راه پله ها و موقعیت آنها در پلان
- ضوابط و مقررات آئین نامه ای

۲ - ۱ - ۲ انواع سازه های چند طبقه

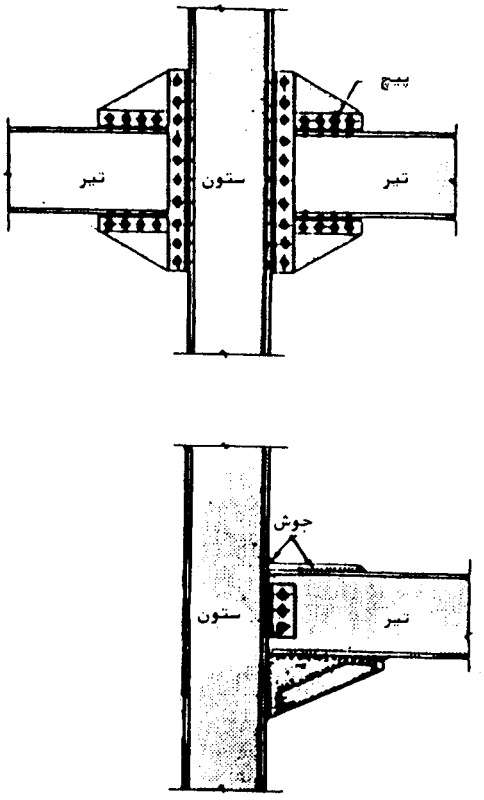
بسته به ارتفاع ساختمان و مسایل یاد شده ممکن است یکی از انواع سازه های فولادی انتخاب شود که از انواع آنها به موارد زیر اشاره می شود :

- سازه های فولای با قاب های خمشی
- سازه های مهار شده با بادبند
- سازه های مهار شده با دیوار برشی
- سیستم خرپای کمربندی
- سازه های لوله ای
- سازه های معلق

- ترکیبی از ردیف های فوق

- **سازه های فولادی با قاب های خمشی**

استحکام و مقاومت ساختمان های بلند در برابر نیروهای جانبی (باد و زلزله) بستگی به درجه گیرداری اتصالات تیرها و ستون های آن دارد. در صورتی که این اتصالات صلب طرح و اجراء شوند، سازه می تواند بدون تغییر مکان زیاد در برابر نیروهای وارده مقاومت کند. اصطلاحا" به قاب هایی با اتصالات صلب قاب خمشی یا قاب صلب گفته می شود. از مزایای این سیستم آن است که فضای بین ستون ها به علت نبود بادبند یا دیوار برشی خالی می ماند. نمونه هایی از اتصالات صلب در شکل (۲-۱) دیده می شود.

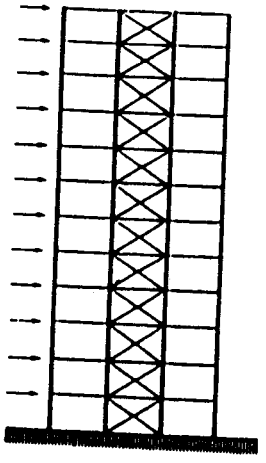


شکل (۲-۱) : نمونه هایی از اتصالات صلب

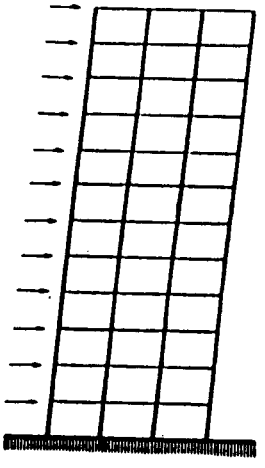
در ساختمان های بلند اتصال تیرها و ستون ها معمولا" با لچکی هایی انجام می شود که ممکن است باعث افزایش ارتفاع طبقات شود.

- **سازه های مهار شده با بادبند**

در این گونه سازه ها وظیفه تحمل نیروهای جانبی به عهده بادبندها گذاشته می شود، در این صورت می توان اتصالات را ساده اجرا کرده و قاب ها را عمدتا" برای بارهای قائم طراحی نمود. نمونه ای از سازه مهار شده با بادبند در شکل (۲-۲) دیده می شود. در صورت نبود بادبند و یا قاب های خمشی یک ساختمان بلند در اثر بادهای جانبی ممکن است مطابق شکل (۲-۳) تغییر شکل دهد.

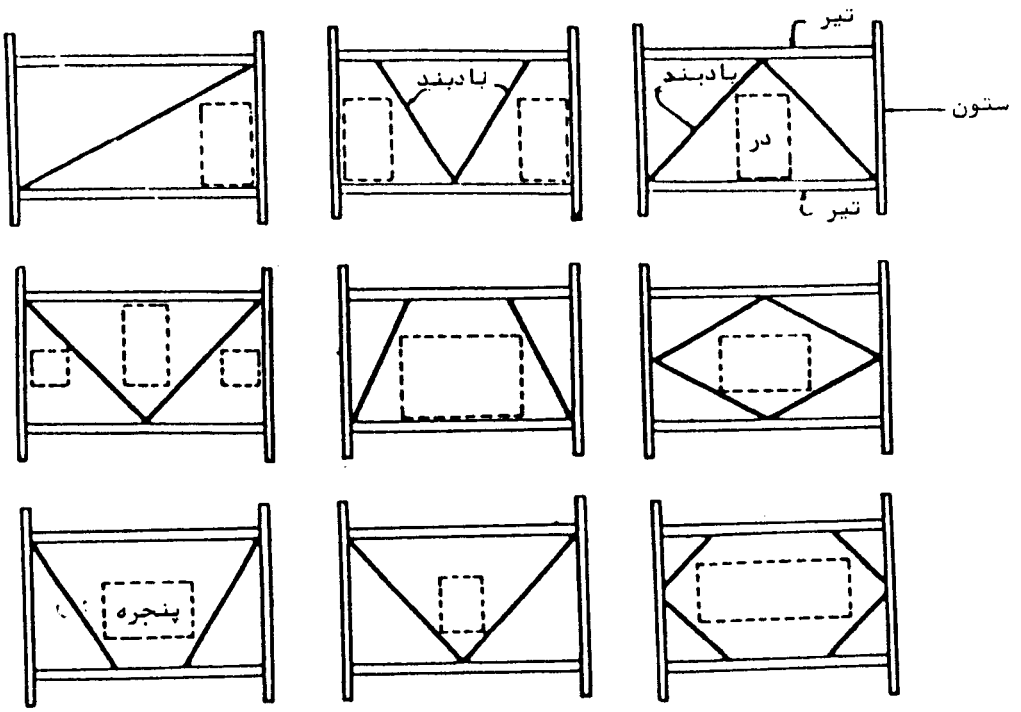


شکل (۲-۲) : نمونه ای از سازه های مهار شده با بادبند



شکل (۲-۳) : تغییر شکل یک قاب مهار شده در اثر بارهای جانبی

وجود بادبندها باعث جلوگیری از تغییر زوایای چشمه های قاب شده و تغییر شکل قاب را کنترل می کند. اجرای بادبند شکل ضربدری همواره مقدور نیست زیرا در سطوحی که بادبند قرار داده می شود ممکن است در یا پنجره قرار داشته باشد دراین موارد می توان از اشکال دیگر بادبندها استفاده کرد، شکل (۲-۴).

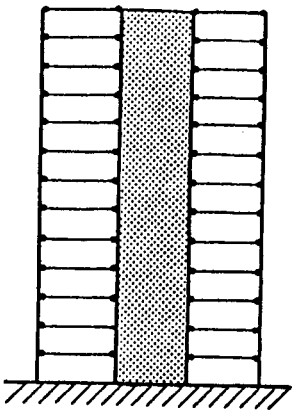


شکل (۲-۴) : اشکال مختلف بادبندی

- سازه های مهار شده با دیوار برشی

دراکثر ساختمان های فولادی بلند لوله ها و کانال های تأسیساتی، آسانسورها و راه پله ها با یکدیگر در یک یا چند گروه قرار داده می شوند. مقررات ساختمانی برای ایمنی ساختمان ها در برابر حریق معمولا" ایجاب می کند که این قسمت ها به وسیله دیوارهایی مقاوم محصور شوند. اگر این دیوارها با بتن مسلح ساخته شوند سیستم هایی صلب و قائم ایجاد می کند که دیوار برشی نامیده می شوند. دیوار برشی به خاطر صلبیب زیادشان قادرند نیروهای جانبی را که از طریق کف ها به آنها منتقل می شوند به خوبی تحمل نمایند بدون آن که تغییر شکل زیادی بدهند.

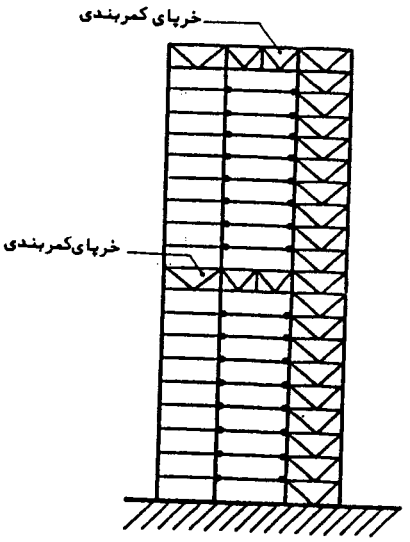
وظیفه اصلی دیوارهای برشی تحمل نیروهای جانبی وارد در صفحه آنهاست، شکل (۲-۵).



شکل (۲-۵) : دیوار برشی بتنی

- سیستم خرپای کمربندی

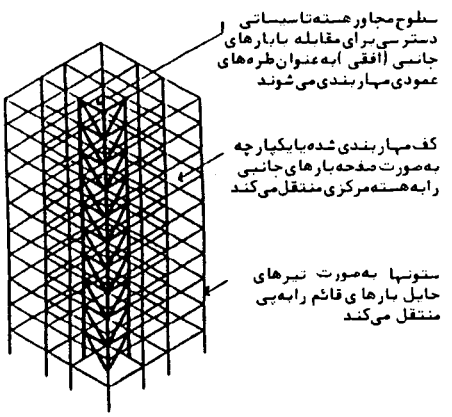
یک روش نسبتا"جدید دیگر برای محدود کردن تغییر شکل جانبی ساختمان استفاده از خرپاهای کمربندی است. دراین روش خرپاهای سراسری در چند تراز ساختمان مطابق شکل(۲-۶) قرارداده می شوند. این خرپاها به همراه بادبندها (یا دیوار برشی) صلبیت جانبی بیشتری را در ساختمان ایجاد می کند.



شکل (۲-۶) : سیستم خرپای کمربندی (صلب کننده افقی) به همراه بادبند

- سازه های لوله ای

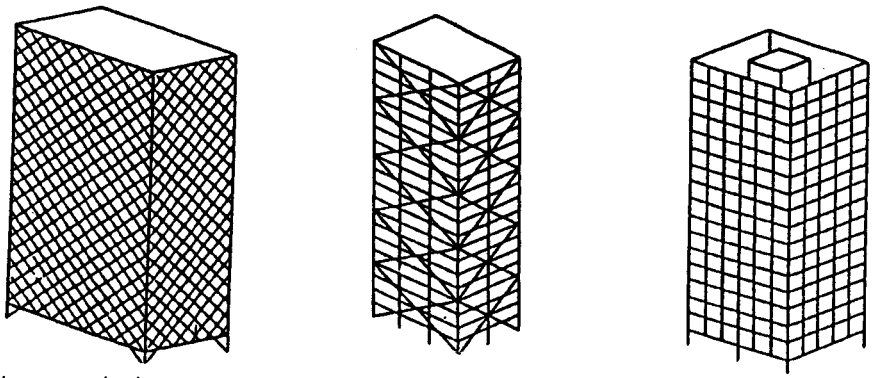
درمواردی که قاب ساختمان پلان مربع یا تقریبا" مربعی داشته باشد و هسته دسترسی یا تاسیساتی درمرکز آن قرار دارد، می توان سازه ساختمان را با اتصال مهارهای عرضی در دو سطح اطراف هسته مرکزی در برابر نیروهای جانبی مهار کرد، شکل (۲-۷).



شکل (۲-۷) : بادبندی هسته مرکزی قاب های فولادی ساختمان

بارهای جانبی از طریق کف های یکپارچه، نظیر کف های بتنی یامهارهای افقی فولادی به هسته مهار بندی شده مرکزی منتقل می شوند.

اگر قاب محیطی ساختمان به عنوان یک لوله پیوسته (سراسری) قائم در نظر گرفته شود، صلبیت و استحکام جانبی آن بیشتر از زمانی خواهد بود که از طریق یک هسته مرکزی با ابعاد کوچکتر یا تعدادی قاب مهاربندی شده داخلی ایجاد شود. با متصل کردن تیرها و ستون های محیطی به یکدیگر و به اشکال گوناگون، که معمولا" با فاصله نسبتا" کمی از هم قرار داده می شوند، به یکدیگر به اشکال گوناگون، سیستم های لوله ای ایجاد می شوند. دراین صورت می توان از فضای بین تیرها و ستون ها برای تعبیه پنجره و درها استفاده کرد. نمونه هایی از سیستم های لوله ای در شکل (۲-۸) دیده می شوند.



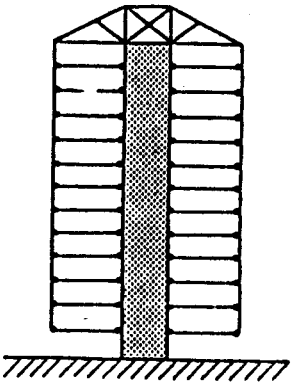
الف - سیستم لوله در لوله　　ب - مهارهای قطری محیطی　　پ - نمونه‌ای از سیستم‌های مهاری

شکل (۲-۸) : نمونه هایی از سیستم های لوله ای

در شکل (۲-۸-الف) سیستم لوله در لوله به کار رفته است. برای افزایش فاصله ستون ها می توان آنها را با اعضای قطری به هم بست شکل (۲-۸-ب). شکل دیگری از سیستم های لوله ای در شکل (۲-۸-پ) دیده می شود.

- ساختمان های معلق

ساختمان های معلق نمونه دیگری است که نیروی جانبی و نیروی قائم در آنها عمدتا" توسط هسته مرکزی تحمل می شود. همان طوری که می دانیم بتن در برابر فشار و فولاد دربرابر کشش مقاومت خوبی دارند. می توان هسته مرکزی بتنی را که برای قرار گرفتن تاسیسات ساخته می شود برای حمل یک خرپا یا یک قاب بزرگ که در بالای آن قرار می گیرد، به کار برد. این قاب یا خرپا به صورت طره ای طرح می شود. کلیه بارهای وارد به طبقات نهایتا" به هسته مرکزی انتقال می یابد. از مزایای این سیستم آن است که طبقه هم کف و زیر زمین ها می توانند بدون ستون های محیطی طرح شوند، شکل (۲-۹).

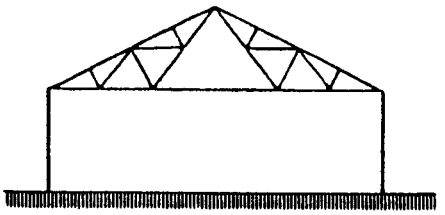


شکل (۲-۹) : سازه فولادی معلق

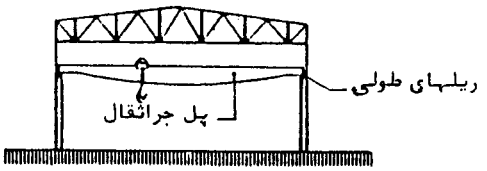
۲ - ۱ - ۳ ساختمان های صنعتی

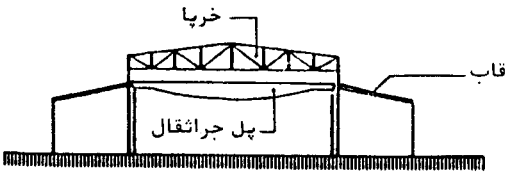
ساختمان های صنعتی چنان که از نامشان پیداست به ساختمان کارخانه ها و مراکز صنعتی و تولیدی اطلاق می شوند. ولی چون از لحاظ شکل و استخوان بندی فلزی، ساختمان انبارها، آشیانه های هواپیما، سالن های ورزشی و نظایر آن وضع مشابهی با ساختمان های صنعتی دارند می توان این ساختمان ها را نیز در گروه ساختمان های صنعتی بشمار آورد. در ساختمان های صنعتی خواص مشترکی وجود دارد که استخوان بندی آنها را تقریبا" مشابه یکدیگر می سازد. اولا" سعی می شود که تعداد ستون های داخلی تا حدامکان کم شود تا سطح بزرگی بدون ستون به وجود آید. ثانیا" این ساختمان ها برخلاف ساختمان های بلند اغلب یک طبقه اند. همچنین پوشش آنها اغلب شیب دار و از نوع سبک مثلا" از ورق های موج دار فلزی می باشد. بنابراین شکل کلی ساختمان های صنعتی معمولا" از تعدادی دهانه بزرگ در یک طبقه تشکیل شده است که اعضای باربر اصلی آنها تعدادی قاب یا خرپای عرضی موازی می باشند، روی این قاب ها یا خرپاها تیرهای طولی قرار می گیرد و روی این تیرها پوشش سقف اجرا می شود.

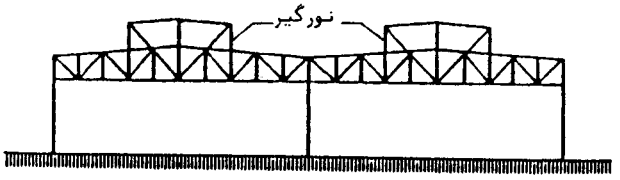
ساختمان های صنعتی بیشتر دارای یک دهانه اند ولی ساختمان های با دو یا چند دهانه نیز ساخته می شوند. در ساختمان های یک دهانه انبساط و انقباض حرارتی بیشتر در طول ساختمان قابل توجه می باشد درحالی که در ساختمان های چند دهانه چه بسا عرض ساختمان نیز به اندازه ای می رسد که باید اثر تغییرات درجه را برای آن در نظر گرفت، شکل (۲-۱۰).



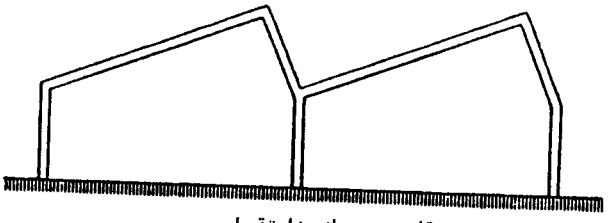
خرپای تک دهانه



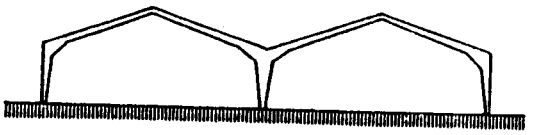




خرپای دو دهـــانه



قاب دو دهانه نامتقـارن



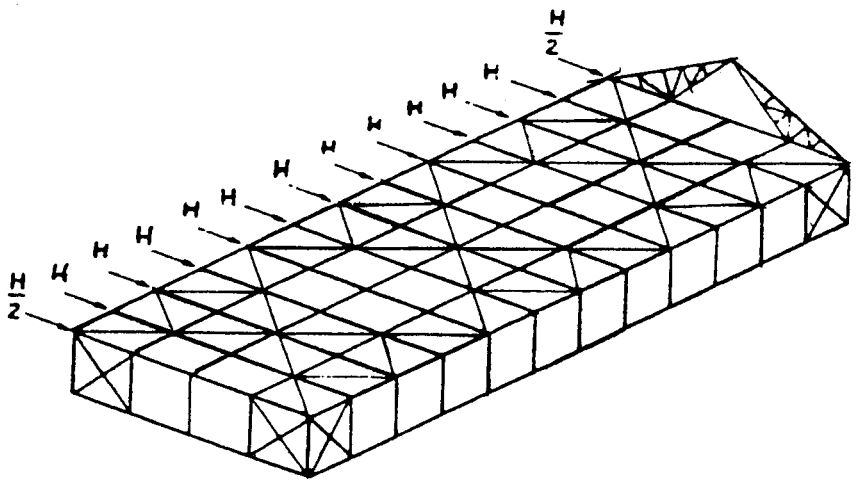
قاب دو دهانه متقارن

شکل (۲-۱۰) : نمونه هایی از ساختمان های صنعتی

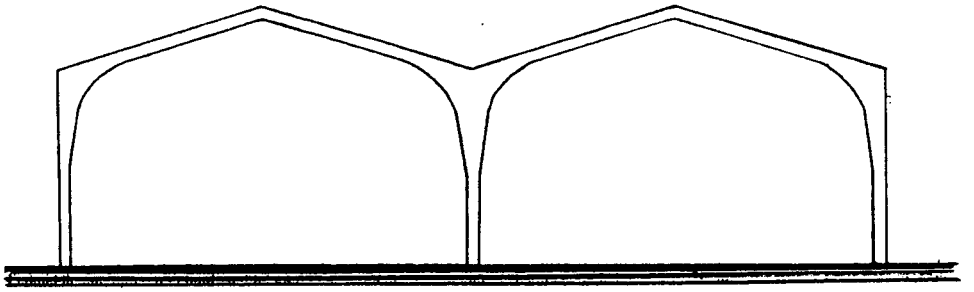
- مهاربندی ساختمان های صنعتی

مهاربندی ساختمان های صنعتی به منظور تحمل بارهای جانبی مشابه ساختمان های بلند صورت می گیرد. راه حل اول با گیردار کردن گوشه ها و پای ستون ها انجام می شود، روش دوم که متداول تر است استفاده از مهاربندهای افقی و قائم می باشد، شکل (۲-۱۱-الف)، علاوه بر این می توان از قاب های صلب فولادی استفاده کرد، شکل (۲-۱۱-ب).

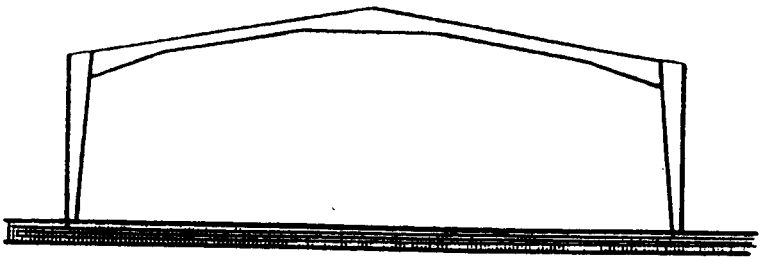
البته واضح است که قاب های نشان داده شده فقط در امتداد دهانه قاب استحکام جانبی دارند و در امتداد طولی ساختمان این قاب ها نیز باید مهاربندی شوند، شکل (۲-۱۲).



(الف) بادبندهای افقی و قائم در ساختمان های صنعتی



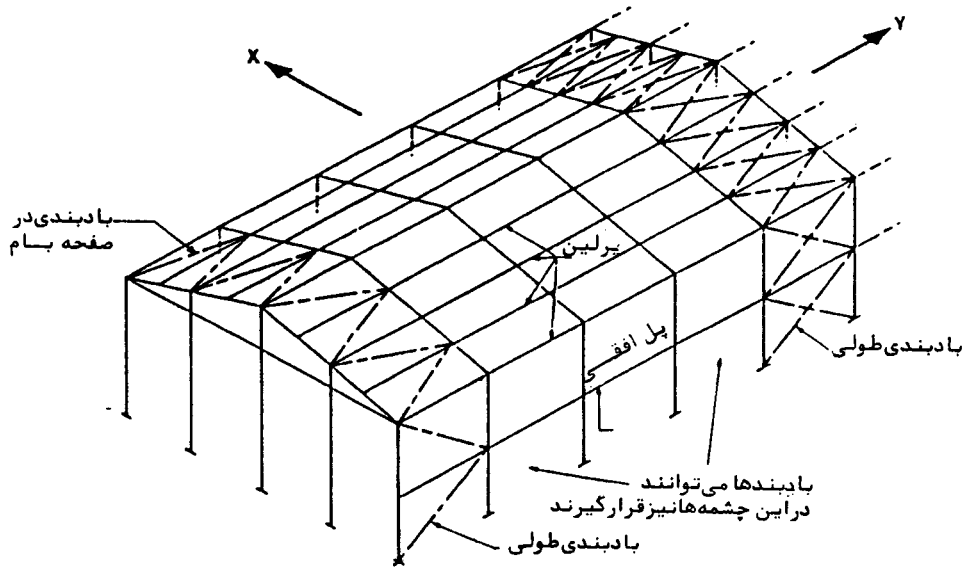
قاب دو دهانه



قاب تك دهانه

(ب) قاب های صلب

شکل (۲-۱۱) : قاب های صلب - بادبندهای افقی و قائم در ساختمان های صنعتی



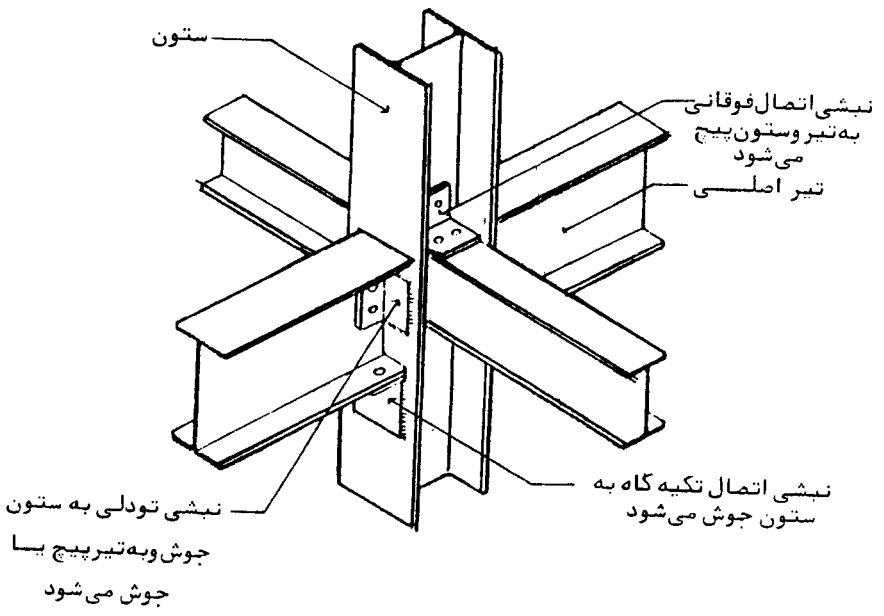
شکل (۲-۱۲) : تامین استحکام جانبی به وسیله بادبندی طولی برای ساختمان های صنعتی تک دهانه با قاب صلب در امتداد عرضی

۲ - ۱ - ۴ تیپ بندی انواع اتصالات

اتصالات قطعات فولادی عمدتا" به دو شکل ساده و صلب اجراء می شود، اتصال ساده اتصالی است که لنگر از یک قطعه به قطعه دیگر انتقال نمی یابد و اتصال صلب لنگر وارد به یک قطعه را به قطعه دیگر انتقال می دهد، البته اتصالات معمولا" کاملا" ساده یا کاملا" صلب نمی باشند و اکثر موارد نیمه صلب یا کمی صلب هستند ولی معمولا" آنها را در محاسبات ساده یا صلب فرض می کنند.

- اتصال ساده

اتصالات میان اعضای قاب فولادی به کمک نبشی های نشیمن تکیه گاه و نبشی های اتصال فوقانی برای اتصال انتهای تیرها به ستون ها و نبشی های متوالی برای اتصال تیر به تیر و اتصالات وصله ای میان قطعات ستون ها انجام می شود. اتصالات را می توان با جوش یا پیچ انجام داد. نمونه ای از اتصال ساده در شکل (۲-۱۳) دیده می شود .

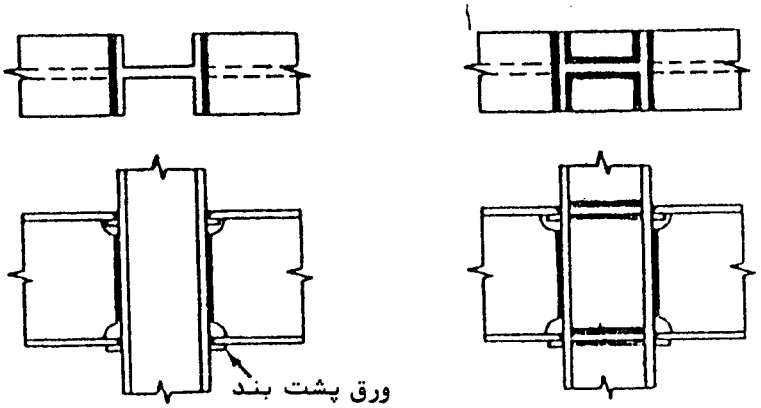


شکل (۲-۱۳) : نمونه ای از اتصال ساده تیر به ستون

- اتصال صلب

همان طور که اشاره شد مقصود یک طراح در استفاده از اتصال صلب مثلاً" یک تیر به ستون آن است که اتصال قادر به انتقال کامل لنگر باشد و هیچگونه چرخش نسبی بین اعضای اتصال به وجود نیاید. از آنجا که اکثر لنگر خمشی تیر به صورت یک زوج نیرو در بال های کششی و فشاری تیر حمل می گردد، نقش اصلی یک اتصال صلب فراهم آوردن امکاناتی برای انتقال این نیروهای محوری می باشد. هم چنین از آنجایی که اکثر نیروی برشی توسط جان تیر حمل می شود، پیوستگی کامل اتصال ایجاب می کند که نیروی برشی مستقیماً" از جان اعضاء انتقال پیدا کند.

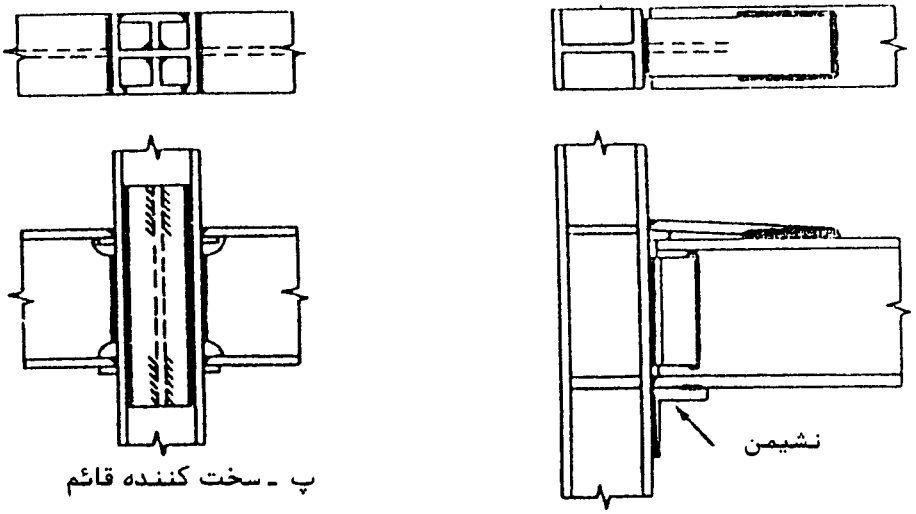
تنوع اتصالات صلب به قدری است که مشکل بتوان لیست کاملی از آنها تهیه کرد، نمونه هایی از اتصال صلب تیر به ستون در شکل (۲-۱۴) و تیر به تیر در شکل (۲-۱۵) ارائه شده است.



الف ـ بدون سخت کننده ستون

اتصال مستقیم بال به بال توسط جوش شیاری

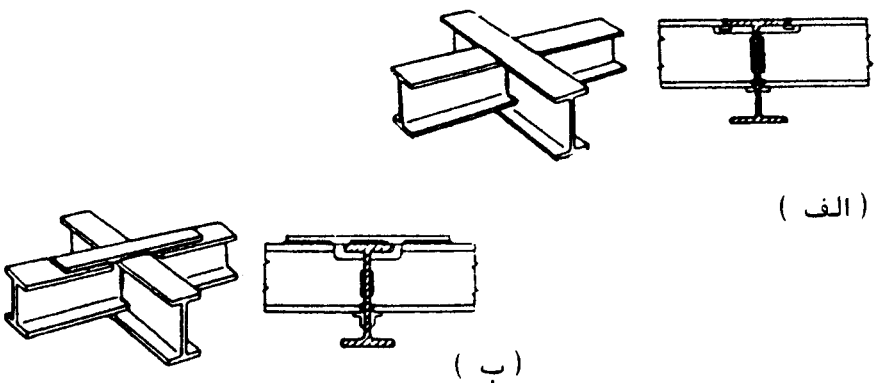
ب ـ سخت کننده‌های افقی



پ ـ سخت کننده قائم

ت ـ نشیمن و ورق فوقانی

شکل (۲-۱۴) : اتصالات صلب تیر به ستون



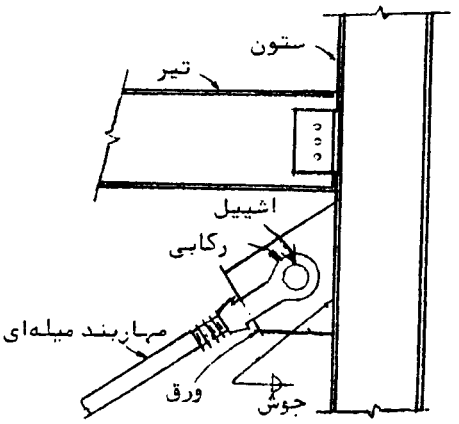
(الف)

(ب)

شکل (۲-۱۵) : نمونه‌هایی از اتصال صلب تیرهای یکسره

- اتصال بادبندها

از اغلب مقاطع فولادی می‌توان به عنوان مهار بند استفاده کرد. برای مثال میله‌های فولادی را به عنوان بادبندهای ضربدری در ساختمان‌های صنعتی کوتاه یا سازه‌های دیگری که نیروی جانبی وارد بر آنها کم است، می‌توان به کار برد، شکل (۲-۱۶).



شکل (۲-۱۶) : اتصال رکابی مهاربند میله ای قطری

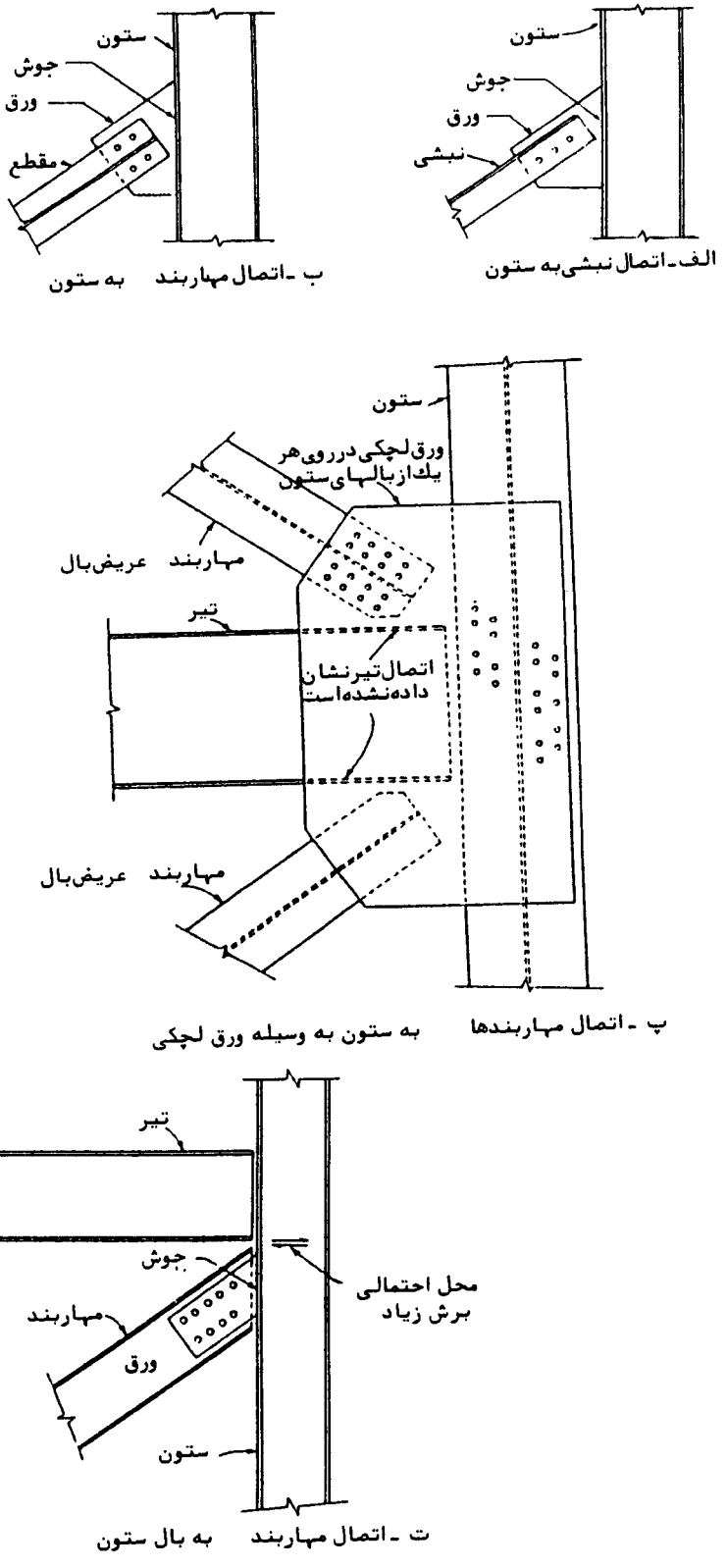
در مواردی که صلبیت بیشتری لازم است، ممکن است از مقاطع نبشی، I، T و نظایر آن استفاده کرد. نمونه‌هایی از اتصالات این نوع مهارها در شکل (۲-۱۷) نشان داده شده است، نوع اتصال می‌تواند جوشی یا پیچی باشد.

- اتصال ستون‌ها به صفحات پای ستون

در طراحی اتصال ستون به صفحات پای ستون دو مورد زیر باید در نظر گرفته شود :

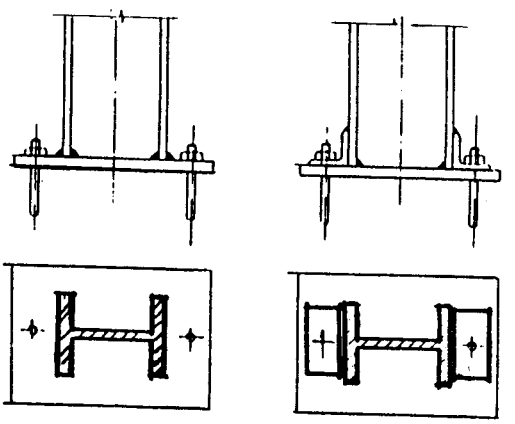
- نیروی فشاری موجود در بال‌ها و جان ستون توسط صفحه پای ستون آن چنان به شالوده انتقال پیدا کند که تنش فشاری تماسی بتن از مقادیر مجاز تجاوز نکند.
- صفحه پای ستون کاملا" به بتن شالوده مهار شود.

در صورتی که نیروی فشاری ستون کم باشد، اتصال ستون به کف ستون می‌تواند بدون واسطه صورت گیرد. درصورتی که بار ستون و یا برون محوری آن زیاد باشد، اتصال از طریق قطعات ورق

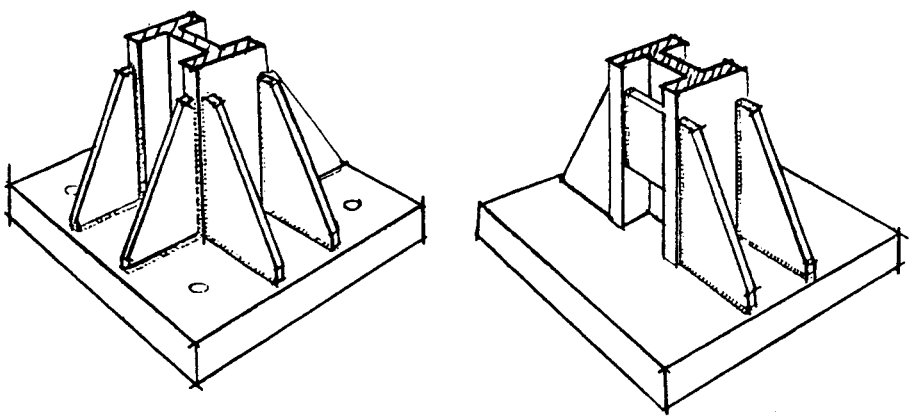


شکل (۲-۱۷) : نمونه هایی از اتصال مهاربندهای نبشی، I ،T شکل به ستون ها

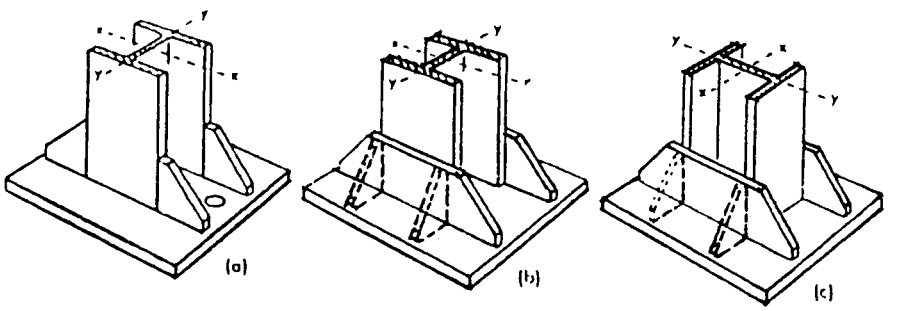
یعنی لچکی‌ها صورت می‌گیرد. بعلاوه با استفاده از لچکی‌ها در اتصال پای ستون ضخامت ورق کف ستون کاهش مییابد، (شکل ۲-۱۸).



الف ـ نمونه‌هائی از اتصال ساده ستون به ورق پای ستون



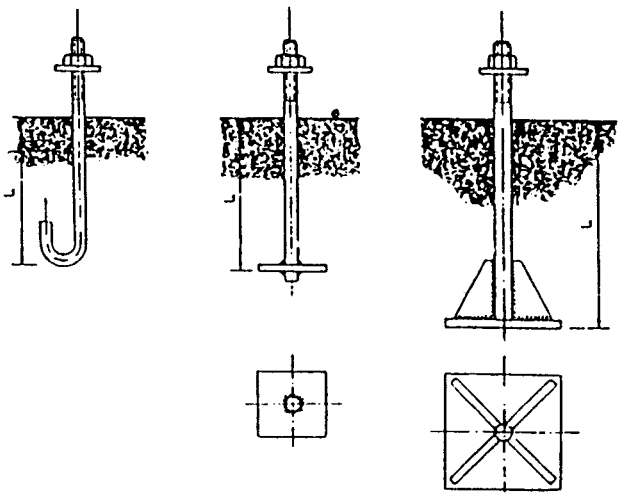
ب ـ نمونه‌ای از اتصال ستون به ورق پای ستون (لنگر کم)



پ ـ نمونه‌ای از اتصال ستون به ورق پای ستون (لنگر زیاد)

شکل (۲-۱۸) : جزئیات اتصال ستون‌ها به صفحات پای ستون‌ها

کف ستون ها بوسیله پیچ های مهاری به شالوده متصل می شوند. نقش اصلی و پیچ های مهاری جذب کشش حاصل از برون محوری بار ستون است. گاهی جذب نیروی برشی وارد به ستون نیز به پیچ های مهاری واگذار می شود. طول مهاری پیچ ها تابع شکل پیچ مهاری، ضخامت شالوده، قطر پیچ مهاری و مقدار و ماهیت نیروهایی که به پیچ وارد می شود است، (شکل ۲-۱۹).



شکل (۲-۱۹) : انواع پیچ های مهاری

در بعضی مواقع برای اتصال کف ستون به شالوده بجای پیچ های مهاری از میلگردهایی که به ورق کف ستون جوش می شوند استفاده می نمایند. طرز عمل چنین است که معمولا" درمواقع بتن ریزی مجموعه ورق کف ستون و مهارها را در شالوده کار گذاشته و پس از گرفتن و سخت شدن بتن، ستون را روی ورق کف ستون قرار داده و جوش کاری می نمایند. استفاده از این روش به دلایل زیر توصیه نمی شود:

- معمولا" در هنگام بتن ریزی، حبابهای هوا در زیر ورق کف ستون محبوس می شوند.
- حتی اگر درموقع بتن ریزی، حبابی در زیر ورق نمانده باشد، به علت افت بتن فاصله ای بین ورق کف ستون و بتن شالوده به وجود می آید. بخار آب دراین فاصله تقطیر شده و خطر زنگ زدن و ضعیف شدن کف ستون را پدید می آورد. بعلاوه فاصله ایجاد شده

تماس مستقیم کف ستون و بتن را تامین نمی کند.

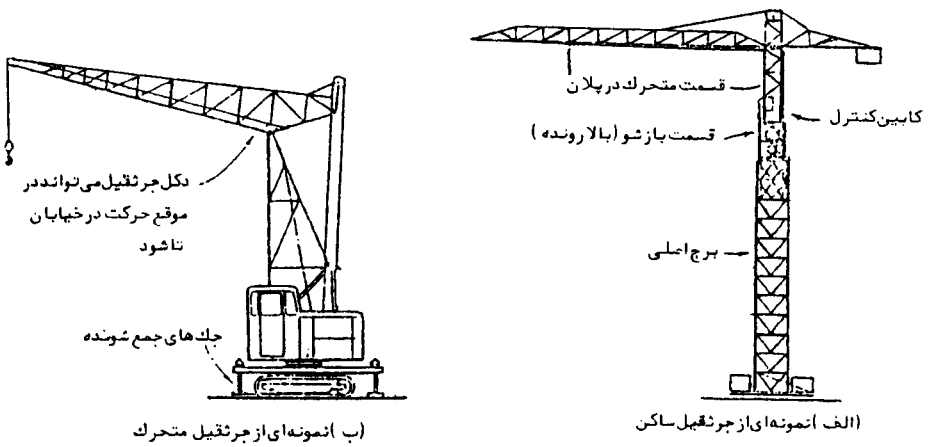
- تجربه نشان داده است که میلگرد درمحل اتصال به ورق کم و بیش ترد و شکننده می شود.
- امکان تنظیم بعدی ورق کف ستون وجود ندارد و جوش کردن ستون به آن به دقتی که در کارخانه انجام می پذیرد میسر نیست.

۲ - ۲ تیپ بندی انواع ساختمان های فولادی از نظر اجرایی

از نقطه نظر اجرایی، ساختمان های فولادی به دو گروه اصلی زیر تقسیم می شود :

- ساختمان های کوتاه یا یک طبقه و صنعتی
- ساختمان های بلند

در اجرای ساختمان های هر دو گروه فوق عوامل مختلفی در نظر گرفته می شود، نظیر روش برپایی اسکلت ساختمان، ارتفاع ساختمان، وزن اعضاء وقطعات فولادی که باید نصب شوند، مساحت ساختمان و مدت اجرای اسکلت. مقدار فضای موجود در کارگاه بر روش برپایی اسکلت تأثیر عمده ای می گذارد. مثلا" در کارگاه های متراکم شاید مناسب ترین روش استفاده از جرثقیل ساکن باشد، در حالی که در کارگاه های وسیع وباز استفاده از جرثقیل متحرک اقتصادی تر و عملی تر است، شکل (۲-۲۰).



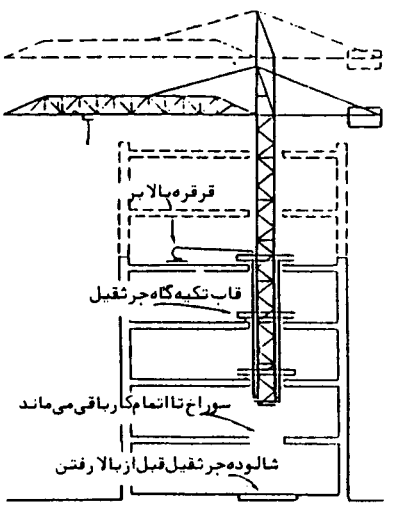
شکل (۲-۲۰) : نمونه هایی از جرثقیل های ساکن و متحرک

در ساختمان های بلند طول بازوی جرثقیل بسیار با اهمیت است. جرثقیل های متحرک از لحاظ طول بازو محدود می باشند. اگرچه جرثقیل متحرک تا طول بازوی ۶۰ متر نیز وجود دارد ولی اکثر آنها به طول بازوی حدود ۳۰ متر محدود هستند خاصه آن که اگر از حداکثر طول بازوی جرثقیل استفاده بشود ظرفیت آن برای بلند کردن اعضای فولادی سنگین کمتر خواهد شد.

با در نظر داشتن محدودیت های فوق، جرثقیل متحرک برای برپایی ساختمان های اسکلت فولادی بسیار مناسب می باشد و ساختمان های تا حدود ۷ طبقه با جرثقیل های متعارف به طور اقتصادی قابل اجرا می باشند.

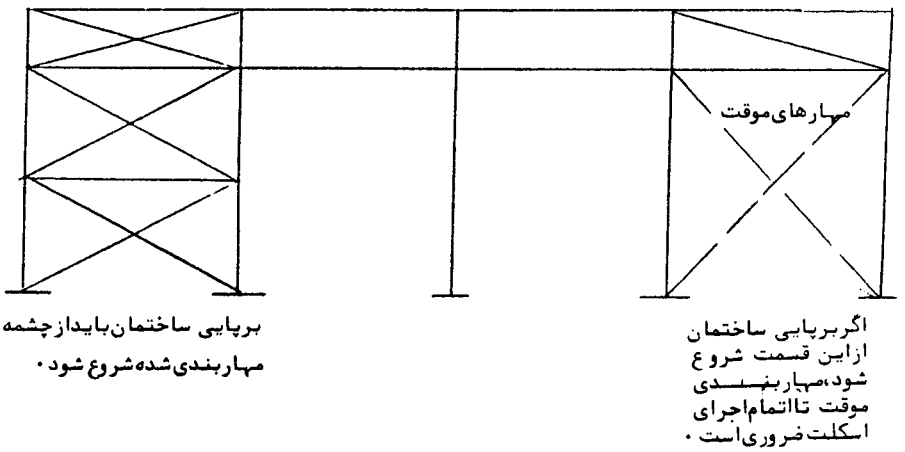
اجرای ساختمان های بلند معمولا" به وسیله جرثقیل ساکن انجام می شود خصوصا" این که در اجرای کل ساختمان، از این نوع جرثقیل می توان برای انتقال مصالح ونصب نماسازی و غیره نیز استفاده کرد.

اگر چه امروزه ارتفاع جرثقیل ساکن قابل تنظیم است به طوری که می توان برج این جرثقیل ها را به قسمت های مختلف تقسیم کرد به طوری که هر قسمت در داخل دیگری بالا و پائین رود، با این حال جرثقیل های دیگری نیز وجود دارد که ارتفاع آنها کمتر و ثابت بوده و در داخل ساختمان کار گذاشته می شوند و طبقه به طبقه بالا می روند به این جرثقیل ها، جرثقیل بالا رونده گویند. جرثقیل بالا رونده در ساختمان های بلند و در کارگاه های متراکم که فضای کافی در خارج از ساختمان برای استفاده از جرثقیل ساکن یا متحرک وجود ندارد مناسب می باشد، شکل (۲-۲۱).



شکل (۲-۲۱) : جرثقیل بالا رونده

صرف نظر از روش مورد استفاده در برپایی سازه های فولادی، مهم آن است که به استحکام جانبی آن در هنگام اجراء توجه شود. برنامه ریزی برپایی اسکلت های فولادی باید طوری تنظیم شود تا قاب های مهاربندی شده یا کل قاب هایی که استحکام جانبی ساختمان تمام شده را تامین می کنند در مرحله اول اجراء قرار گیرند تا پس از تراز و شاقول کردن و نصب بادبندها، قسمت های دیگر با تکیه بر این قاب ها بتوانند استحکام کافی در برابر بارهای وارده را داشته باشند. اگر به هر علتی برپا کردن قاب های مهاربندی شده ساختمان در مرحله اول اجرا میسر نباشد قاب های اولیه ای که برپای شوند باید به وسیله بادبندهای موقت مهار شوند. عدم وجود استحکام جانبی ساختمان هنگام اجراء نه تنها تنش های زیادی به اتصالات وارد می کند بلکه ممکن است کل اسکلت فولادی در اثر وزش باد نسبتا" تند فرو ریزد، شکل (۲-۲۲).



شکل (۲-۲۲) : استحکام جانبی اسکلت باید در تمام مدت اجراء تامین شود

فصل سوم - جزئیات اجرایی ساختمانهای فولادی

۳ - ۱ مقـــدمـه

در این فصل جزئیات ومشخصات قطعات و قسمت هایی از ساختمان های فولادی مانند سقف ها، دیوارها و پوشش های ساختمان مورد بررسی خواهند گرفت. اهمیت این اجزای ساختمان بسیار زیاد است، به طوری که اگر خوب طرح و اجراء نشوند ممکن است به اسکلت ساختمان آسیب های جبران ناپذیری وارد کنند.

در انتهای این فصل مسائل ویژه ای که در ساختمان های بلند مرتبه مطرح است ارائه خواهد شد.

۳ - ۲ سقف ها

روش های گوناگونی برای ساخت سقف های ساختمان های فولادی به کار گرفته می شود که مهم ترین آنها به شرح زیر می باشند :

- طاق ضربی
- دال بتنی درجا
- تیرچه و بلوک
- واحدهای پیش ساخته بتنی
- پوشش های مرکب

دو نقش اصلی سقف ها تحمل بارهای قائم و انتقال بارهای جانبی به ستون ها یا به دیوارهای برشی است علاوه بر آنها، ایجاد حصار درمقابل گسترش آتش و عایق صوتی بین طبقات ساختمان از دیگر وظایف سقف ها می باشند.

۳ - ۲ - ۱ طاق ضربی

طاق ضربی از متداول ترین انواع سقف سازی در ایران است. این سیستم سقف سازی به علت

نداشتن صلبیت کافی در برابر زلزله، توصیه نمی‌شود. تجربه نشان داده است که هنگام وقوع زلزله تیرآهن‌های بین طاق‌های آجری از یکدیگر دور شده و باعث فرور ریختن طاق می‌شوند. در صورت استفاده از سیستم طاق ضربی، تیرآهن‌ها باید بوسیله میلگرد و با تسمه فولادی به صورت ضربدری به یکدیگر بسته شوند. تمام درزهای بین آجرهای مصرفی نیز باید کاملا" با ملات پر شوند.

۳ - ۲ - ۲ دال بتنی درجا

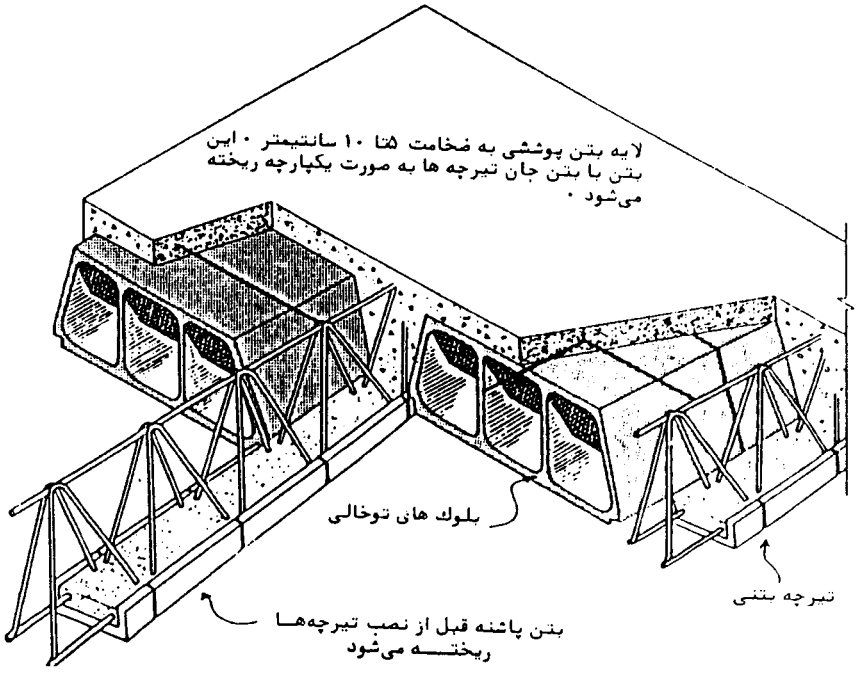
دال بتن مسلح درجا ریخته شده می‌تواند تمام بارهای وارده را به خوبی تحمل کند، یعنی ضمن تحمل بارهای قائم بارهای جانبی را نیز به سایر قطعات انتقال دهد. علاوه بر آن دراین سیستم ایجاد بازشوها و اجرای شکل‌های نامنظم به آسانی امکان پذیر است. با افزایش تعداد میلگردها درزیر بارهای متمرکز، می‌توان آنها را به خوبی توزیع کرد، تعبیه اتصالات برای بستن دیوارهای خارجی و نماسازی به پیرامون دال بتنی امکان پذیر است و در صورت لزوم تیرهای حمال می‌توانند در داخل بتن سقف قرار گیرند. شاید تنها جنبه منفی این نوع سقف، طریقه قالب بندی و شمع زنی آن است.

۳ - ۲ - ۳ تیرچه و بلوک

این سیستم از یک دال بتنی یکطرفه و تعدادی تیرچه و بلوک تشکیل شده است. تیرچه‌ها معمولا" به فواصل معینی نظیر ۵۰ سانتیمتر از یکدیگر و بر روی تیرهای اصلی حمال قرار می‌گیرند و بلوک توخالی سفالی یا بتنی برای پر کردن فضای بین تیرچه‌ها به‌کار می‌رود و روی آنها دالی به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتیمتر ریخته می‌شود، شکل (۳-۱).

امروزه اجرای سقف تیرچه و بلوک در ایران بسیار متداول است و از مزایای آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

- وزن تیرچه‌ها کم است، به طوری که به وسیله کارگر قابل نصب می‌باشد و در ساختمان‌های با طبقات کم، نیاز به جرثقیل نیست.
- به علت پیش ساخته بودن تیرچه و بلوک، نصب سقف بسیار سریع و آسان است.
- به علت توخالی بودن بلوک‌ها، سقف عایق حرارتی خوبی است.

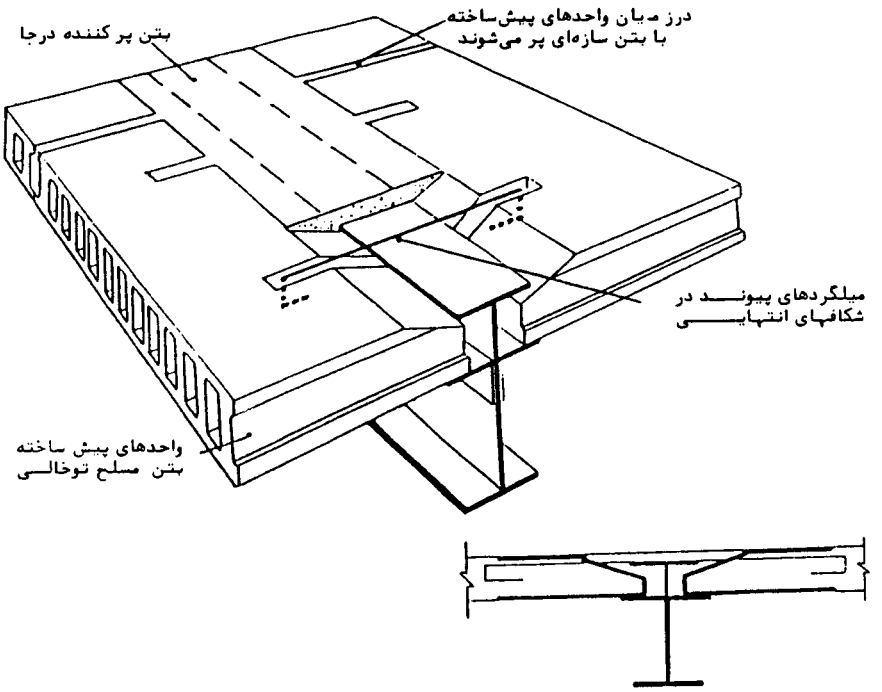


شکل (۳-۱) : سقف تیرچه و بلوک

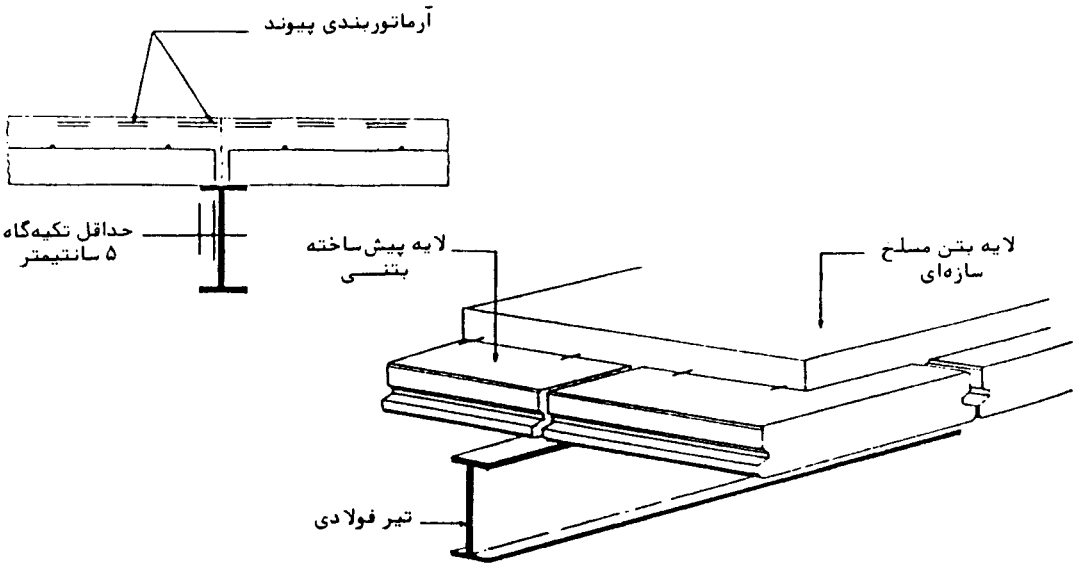
۳ - ۲ - ۴ واحدهای پیش ساخته بتنی

انواع قطعات بتنی پیش ساخته برای پوشش سقف‌ها به کار می‌رود، نمونه‌ای از آن در شکل (۳-۲) دیده می‌شود. این نوع سقف از قطعات بتن مسلح مجوف که روی تیرآهن قرار می‌گیرند، تشکیل شده است.

نمونه دیگری از واحدهای پیش ساخته بتنی، استفاده از قطعات بتنی پیش ساخته کم ضخامتی است که روی تیرآهن‌ها قرار می‌گیرد و بر روی آن لایه ای از بتن با میلگرد در جا ریخته می‌شود، شکل (۳-۳). این قطعات پیش ساخته نقش قالب بند دایم را ایفا می‌کنند.

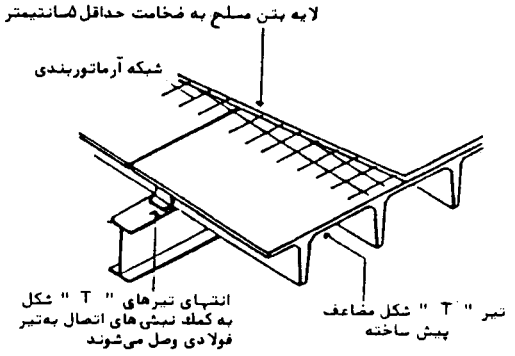


شکل (۳-۲) : نمونه ای از اجرای واحدهای پیش ساخته بتن مسلح توخالی کف



شکل (۳-۳) : واحدهای پیش ساخته بتنی پیش ساخته کم ضخامت همراه با بتن درجا

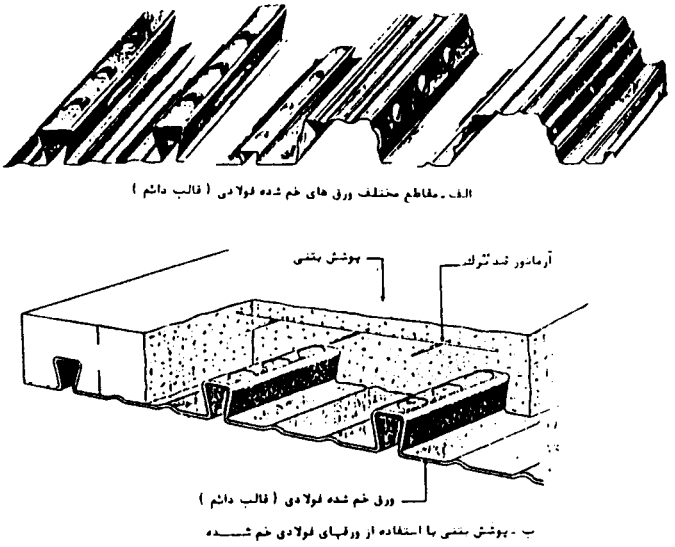
از قطعات پیش ساخته پیش تنیده بتنیT شکل نظیر آنچه که در شکل (۳-۴)دیده می شود می توان برای سقف سازی دهانه های بزرگ ساختمان هایی همچون انبارها ، سوپر مارکت ها و سالن های صنعتی استفاده کرد.



شکل (۳-۴): کفسازی باتیرهای T شکل مضاعف پیش ساخته پیش تنیده بتنی

۳ - ۲ - ۵ پوشش های مرکب

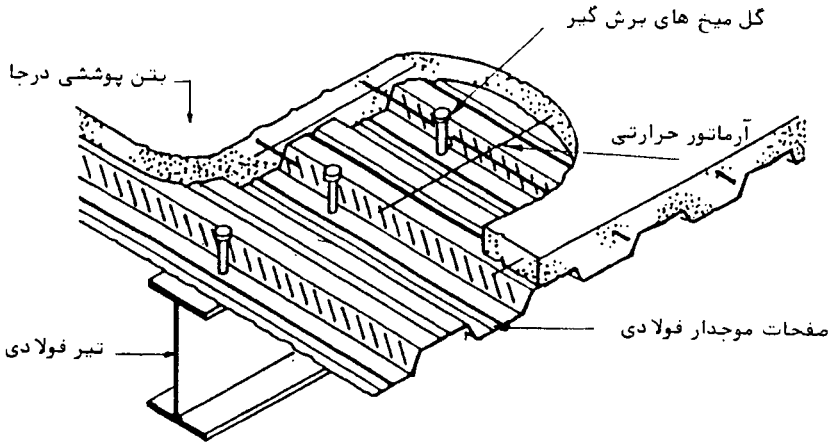
پوشش های مرکب از تیرهای فولادی وقطعات بتنی یا سایر مصالح ساختمانی ساخته می شود. نمونه ای از این نوع پوشش ها که با صفحات نازک فولادی ذوزنقه ای شکل و بتن درجا روی آن، ساخته شده اند در شکل (۳-۵) نشان داده شده است.



شکل (۳-۵) :سقف سازی با صفحات ذوزنقه ای فولادی و بتن درجا

این صفحات با بتن به طور مرکب کار می کنند به طوری که می توان آنها را به عنوان آرماتور کششی دال بتنی منظور کرد. با قرار دادن آرماتورهای جمع شدگی وحرارت در دال خصوصا" در محل تیرهای فولادی از ترک های سطحی در بتن جلوگیری می شود. علاوه بر آن این ورق ها به عنوان قالب بندی دائمی نیز عمل می کنند به طوری که بلافاصله پس از نصب می توان عملیات معمول اجرایی که پس از نصب قالب های معمولی انجام می گیرد را انجام داد. این ورق ها فوق العاده نازک و سبک بوده به طوری که کارگرها می توانند به راحتی آنها را بلند کرده و نصب کنند و در ساختمان های کوتاه احتیاجی به جرثقیل برای بلند کردن و انتقال قطعات نیست.

نمونه دیگری از پوشش مرکب در شکل (۳-۶) دیده می شود.



شکل (۳-۶) : پوشش مرکب با استفاده از صفحات موج دار فولادی

۳ - ۲ - ٦ مقایسه فنی سقف های تیرچه و بلوک با سقف های بتن درجا

در سازه های فولادی در حال حاضر دو نوع سقف بیشتر متداول است. سقف تیرچه و بلوک و دال بتن مسلح درجا. سقف تیرچه و بلوک علی رغم کاربرد زیاد و آشنایی پیمانکاران و کارگران ساختمانی با آن، در اتصال با سازه های فلزی دچار ضعف اساسی است. جوشکاری میلگردها به تیرهای فولادی راه حل کاملی نیست و اصولا" توصیه می شود از جوشکاری میلگردها به دلیل تشدید اثر خوردگی احتراز گردد. ضعف ظرفیت برشی تیرچه ها در دهانه های بزرگتر از حدود ۵ متر ضعف رایجی است که اغلب بدان توجه نمی شود. چون تیرچه و بلوک یک دال یک طرفه است

در حالی که تیغه بندی در جهت موازی تیرچه ها اجرا شود به صورت موضعی ضعیف خواهد بود. اجرای تیرچه های زوجی در زیر تیغه ها معمولا" عملی نمی شود. گذشته از این تغییر محل و جابجایی تیغه ها در هنگام اجرا ممکن است اتفاق بیافتد یا تیغه چینی بر روی بتن نازک روی سفال ها قرار گیرد. سقف تیرچه و بلوک را می توان در ساختمان های کوچک که کمیت نیروهای جانبی درآنها متناسبا" کوچک است یک دیافراگم صلب تصور کرد ولی در ساختمان های وسیع و یامرتفع که کمیت نیروهای جانبی نیز متناسبا" بزرگ است رفتار بتن نازک روی بلوک ها زیر سئوال است و در این حالت به کارگیری مهاربندهای عمودی که به صورت متمرکز نیروها را از دیافراگم دریافت می کنند خالی از اشکال نخواهد بود.

وزن سقف های تیرچه و بلوک در مقایسه با دال بتن مسلح که به کمک تیرهای فرعی ضخامت آن کاهش داده می شود سنگین تر است. بعلاوه چون ضخامت سقف های تیرچه و بلوک زیاد است توصیه می شود تیرهای فولادی در این ضخامت قرار گیرند. در دهانه های نسبتا" بزرگ تیرهای با ارتفاع زیاد و یا تیر و ورق مورد نیاز خواهد بود که ممکن است تیرها از زیر سقف بیرون بزنند. برای گم کردن تیر در ضخامت تیرچه ها معمولا" تیرها به صورت سرتاسری از طرفین ستون رد می شوند و اتصال تیر به ستون به صورت خورجینی صورت می گیرد (اتصالات خورجینی به صورت متداول آن نیز باید بررسی بیشتر شوند). حجم بتن مصرفی که بین دو تیر را پر می کند هرچند بنظر نمی رسد ولی وزن مرده قابل توجهی را تشکیل می دهد که در محاسبات منظور نمی گردد. در سقف های تیرچه و بلوک در مجاورت تیرها در جهتی که سوراخ سر بلوک ها پیداست مقدار فراوانی بتن هدر می رود و صرف پر کردن این سوراخ ها می شود. در این نقاط لرزاندن بتن نیز بخوبی انجام نمی شود. چون با انجام این کار بتن زیادتری داخل سوراخ بلوک ها می شود. البته می توان با اعمال تمهیداتی قدری از این نواقص را کاست ولی کنترل روزمره کار کسانی که به نوعی از کار عادت کرده اند کار آسانی نیست.

در مقابل آنچه بیان شد، دال بتن مسلح که بر روی تیرهای اصلی و فرعی اجرا می شود از محاسن بیشتر و معایب کمتری برخوردار است. رفتار آن برای انتقال نیروهای افقی به مهاربندهای عمودی کاملا" مطمئن است. با افزودن برشگیر بر روی تیرها می توان از خاصیت ترکیبی بتن با فولاد بهره جست و تیرها را به صورت مرکب طراحی کرد. دراین حالت وزن فولاد مصرفی کاهش می یابد.

۳ - ۳ دیوارهای خارجی

دیوارهای خارجی که عمدتا" به منظور جدا کردن محیط خارجی و داخلی به کار می روند طبیعتا" با دیوارهای سنتی باربر متفاوت اند. در سازه های فولادی که از تعدادی قاب تشکیل شده اند (سازه های قابی) ممکن است دیوارها بر رفتار سازه تأثیر بگذارند در این صورت دیوارها باید به عنوان بخشی از سازه مورد مطالعه قرار گیرند. ولی به علت حجم محاسبات فراوان معمولا" این کار انجام نمی شود.

چگونگی استفاده از مصالح مختلف در دیوارهای خارجی سازه های قابی تابع رفتار نسبی قاب و دیوار و تغییر شکل های حرارتی و رطوبتی می باشد.

از مهم ترین مشخصاتی که هر دیوار خارجی باید داشته باشد می توان به موارد زیر اشاره کرد :

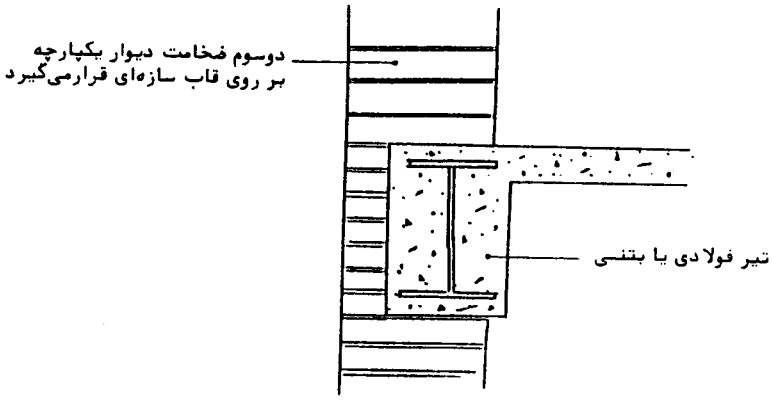
- پایداری و مقاومت در برابر بارهای وارده (عمدتا" وزن خود دیوار و فشارهای احتمالی ناشی از باد)
- استقامت در برابر شرایط جوی و حرارت
- عایق صوت

دیوارهای خارجی ساختمان های فولادی را می توان براساس روش تکیه آنها به قاب سازه ای و عملکردشان به صورت کلی زیر طبقه بندی کرد :

- دیوارهای یکپارچه
- پانل های پوششی
- ورق های نازک

۳ - ۳ - ۱ دیوارهای یکپارچه

در ایران، در حال حاضر، دیوار آجری یا بلوکی یکپارچه به طور وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد. اعضای قاب فولادی، مانند شکل (۳-۷) در داخل آجرچینی قرار می گیرد. تجربه عملی نشان می دهد که این نوع دیوارها همانند قاب فولادی در برابر تنش ها و حرکات معمول ساختمان ها از خود واکنش نشان می دهد. از مشخصات دیوارهای آجری، مقاومت و پایداری زیاد، مقاومت کافی در برابر نفوذ باران، خصوصیات حرارتی متوسط، عایق نسبتا" خوب در برابر صدا و مقاومت کافی در برابر آتش را می توان نام برد.

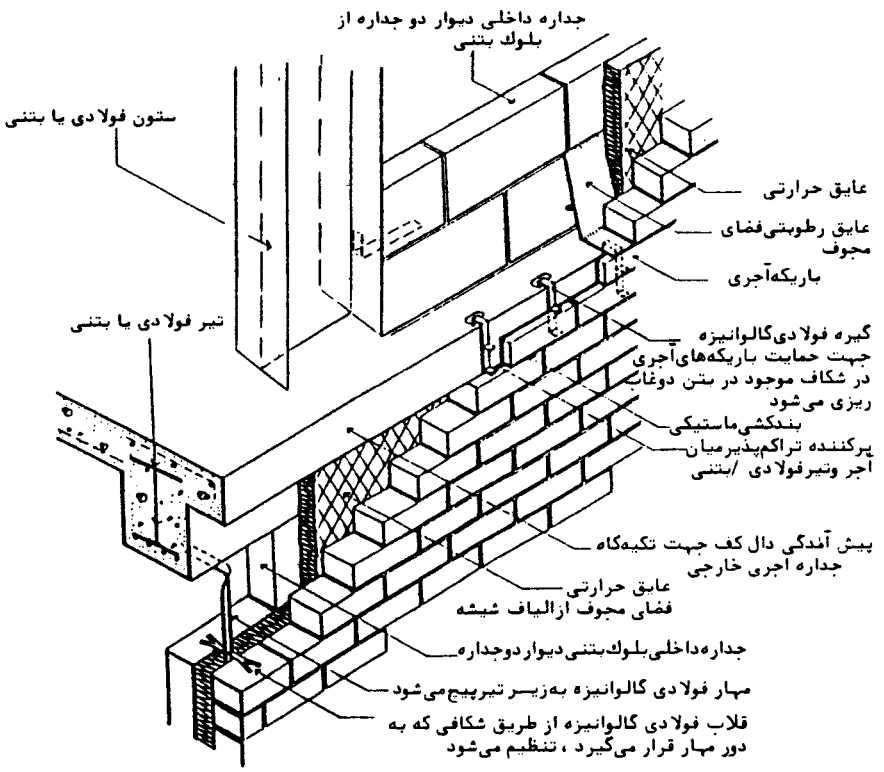


شکل (۳-۷) : دیوار یکپارچه آجری یا بلوکی

ضخامت دیوار آجری توپر بمنظور مقاومت در مقابل نفوذ باران، در مقایسه با ضخامت لازم برای مقاومت و پایداری سازه ای دیوار که درهر طبقه دارای تکیه گاه است، بیشتر است. خصوصیات حرارتی دیوار یکپارچه برای حفظ انرژی ناکافی است، افزون برآن که حجم و وزن قابل توجه دیوار مورد نیاز برای ایجاد عایق بندی حرارتی از نظر مصالح، کار و نیروی تحمیل شده بر قاب غیر اقتصادی است. به همین دلایل دیوارهای دو جداره ای سالهاست که در اکثرکشورهای اروپایی مورد استفاده قرار می گیرد.

همان طوری که در شکل (۳-۷) دیده می شود، معمولا" برای ایجاد تکیه گاه دیوار یکپارچه حداقل دو سوم ضخامت آن بر روی قاب قرار می گیرد. در مورد دیوارهای دو جداره باید دو سوم ضخامت جداره خارجی آجری در سطح هر کف بر روی قاب قرار گیرد و جداره داخلی بلوکی مستقیما"بر روی قاب ساخته شود.

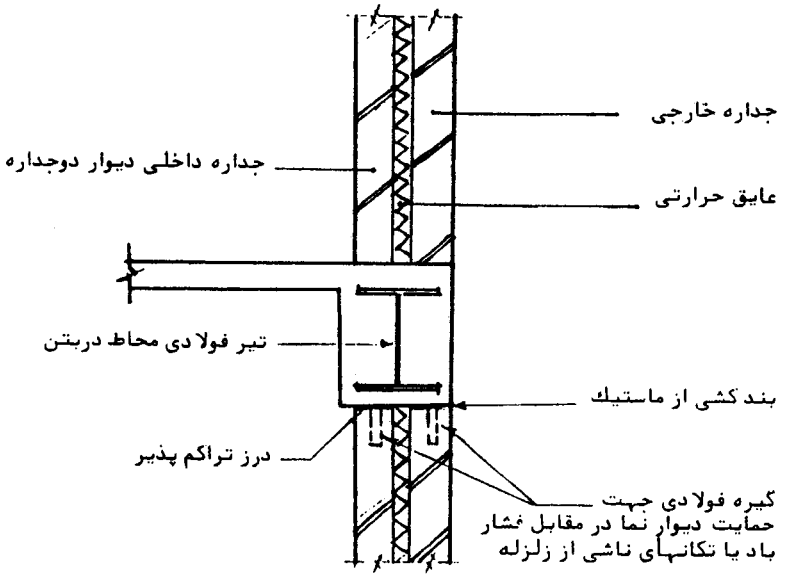
در مواردی که نمای خارجی دیوار باید ظاهر یک سازه باربر آجری را به خود گیرد، باریکه های آجری ویژه ای برای پوشاندن قاب بر روی آن باید چیده شود، شکل (۳-۸).



شکل (۳-۸) پوشش دیوار دو جداره در داخل قاب های سازه ای

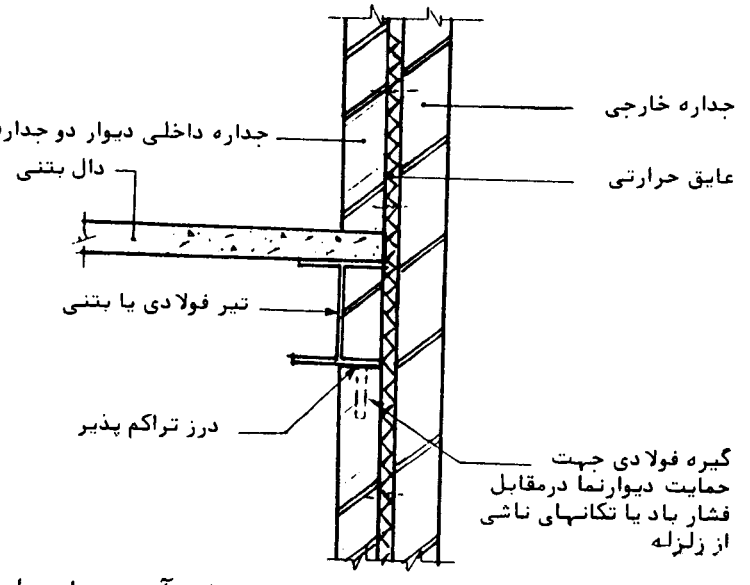
برای اجتناب از فشردگی غیر مجاز و آسیب دیدن دیوارها باید بین دال ها یا تیرها در قسمت فوقانی دیوارها در سطح زیرین هر سقف، درزها یا اتصالات تراکم پذیر ایجاد کرد. این درزها با استفاده از نوعی ماده تراکم پذیر به ضخامت ۱۲ تا ۱۵ میلیمتر ایجاد می شود و برای جلوگیری از نفوذ باران روی آن را با ماستیک بندکشی می کنند.

نماسازی با دیوار دو جداره علاوه برنمونه قبلی می توان از سیستم سازه نمایان نیز استفاده کرد، شکل (۳-۹).



شکل (۳-۹) : دیوارهای دوجداره داخل قاب با سازه نمایان

شکل کامل تری از سیستم تکیه گاهی جدارهٔ خارجی دیوارهای دو جداره، ساخت یک جداره خارجی آجری جدای از قاب سازه‌ای است. یک جداره نیم آجری از مقاومت فشاری کافی برای تحمل وزن چند طبقه برخوردار است. جداره های نیم آجری خود اتکاء به ارتفاع چهار طبقه با اتصالات مهار کننده انعطاف پذیر به منظور مهار جانبی دیوار را بدون مشکل می توان ساخت، شکل (۳-۱۰).



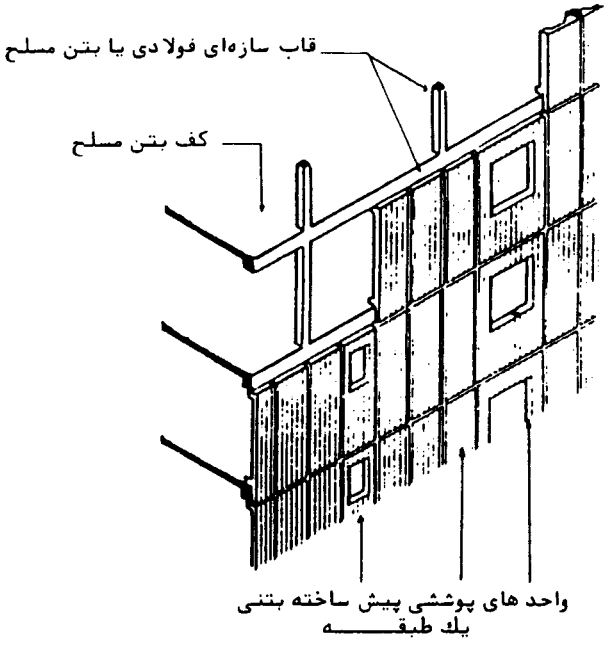
شکل (۳-۱۰) : دیوار دو جداره با جداره آجری نما جدا از سازه

۳ - ۳ - ۲ پانل های پوششی

پانل های پوششی معمولا"به صورت پیش ساخته در ابعاد مشخص ساخته شده و بر روی اسکلت ساختمان قرار می گیرند. سهولت اجرا و سرعت و سبکی از مهم ترین مزایای این نوع پوشش ها می باشند. در زیر به چند نمونه از پانل های پوششی اشاره می شود :

- پوشش پیش ساخته بتنی

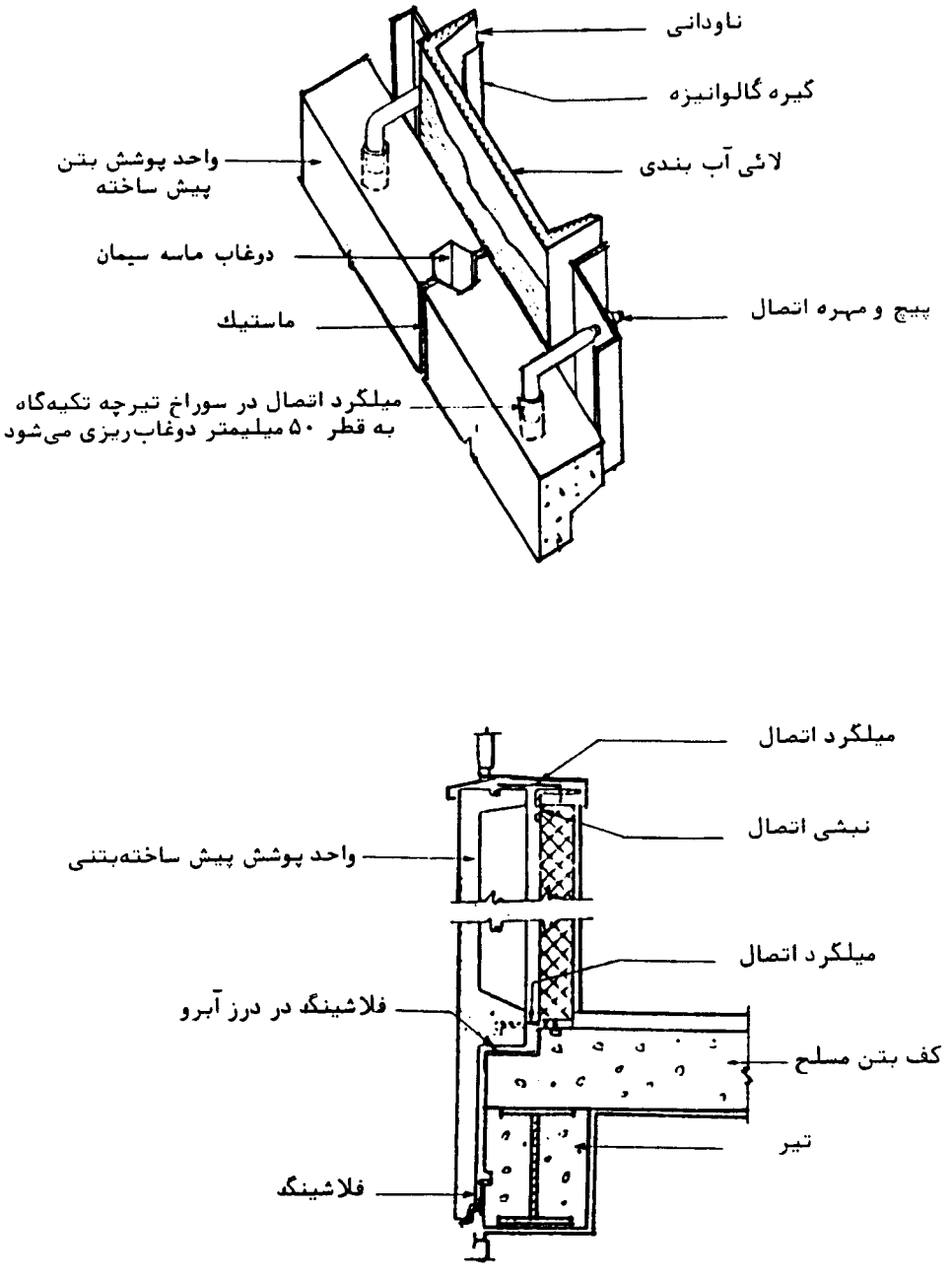
واحدهای پیش ساخته بتنی برای تکیه و اتصال به قاب ها معمولا" به اندازه ارتفاع یک طبقه ساختمان طول دارند، شکل (۳-۱۱).



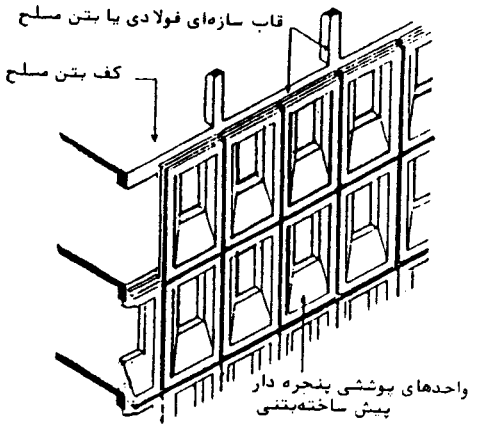
شکل (۳-۱۱) : پوشش پیش ساخته بتنی

نمونه ای از اتصال این نوع پوشش ها با تکیه گاه تحتانی در شکل (۳-۱۲) دیده می شود.

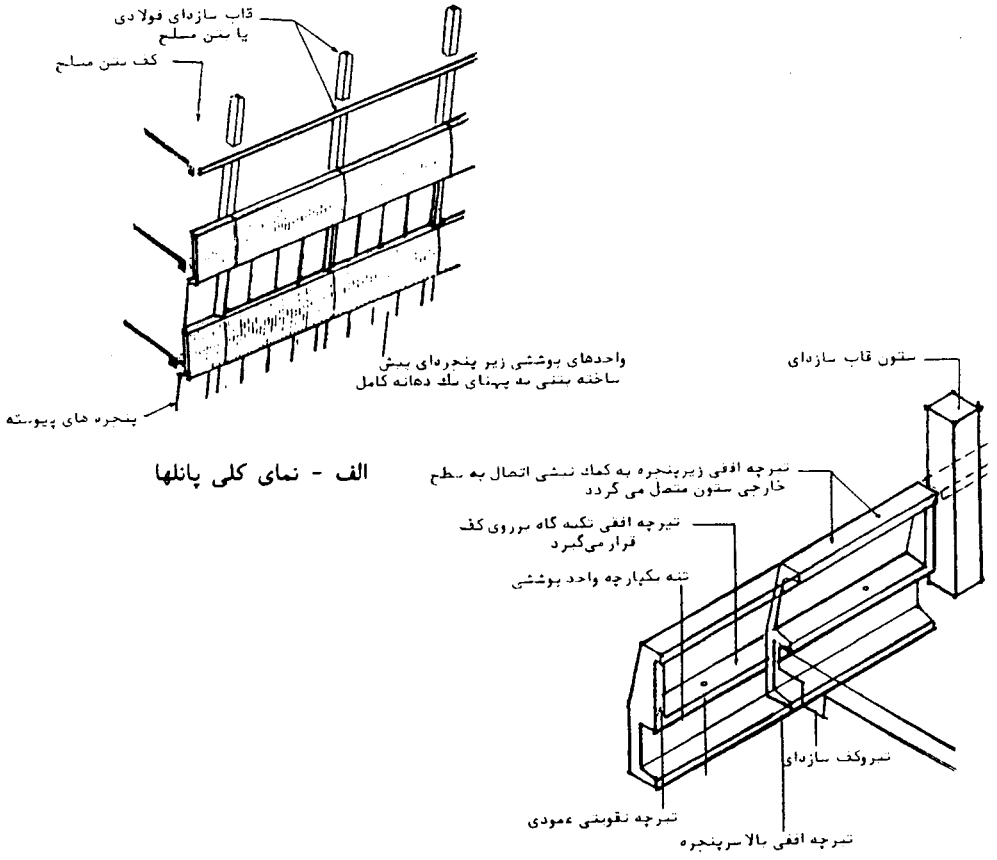
شکل، بافت و عرض واحدهای پیش ساخته بتنی برحسب نیاز طراحی و تولید می شود. در شکل (۳-۱۳) پانل های پیش ساخته بتنی پنجره دار و در شکل (۳-۱۴) پانل های پوششی زیر پنجره ای ارائه شده است.



شکل (۳-۱۲) اتصال واحدهای پوششی پیش ساخته بتنی با تکیه گاه تحتانی



شکل (۳-۱۳) : پانل‌های پوششی پنجره دار پیش ساخته بتنی

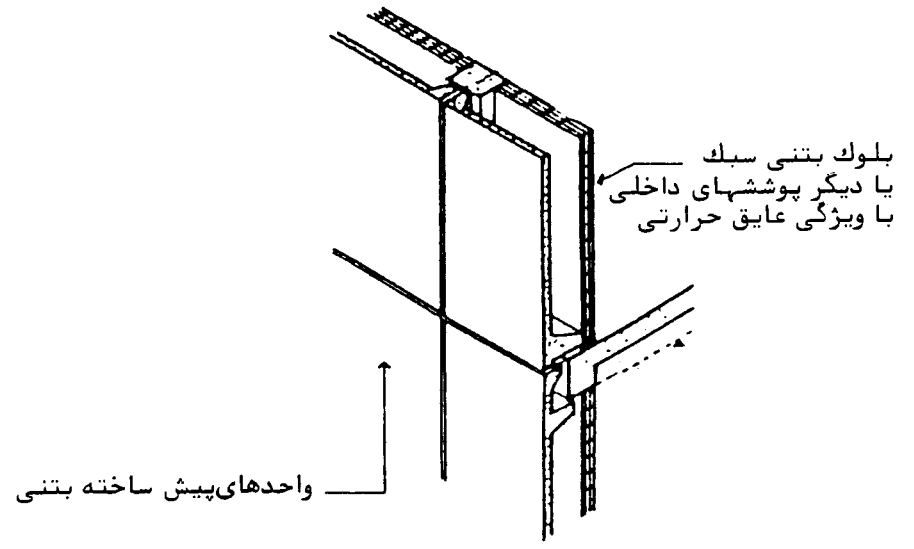


الف - نمای کلی پانلها

ب - جزئیات یک واحد پوششی پیش ساخته بتنی

شکل (۳-۱۴) : پانل‌های پوششی زیر پنجره‌ای پیش ساخته بتنی

برای بهبود خصوصیت حرارتی این نوع پانل‌ها می‌توان از پوشش‌های داخلی با مشخصات لازم حرارتی استفاده کرد، شکل (۳-۱۵).



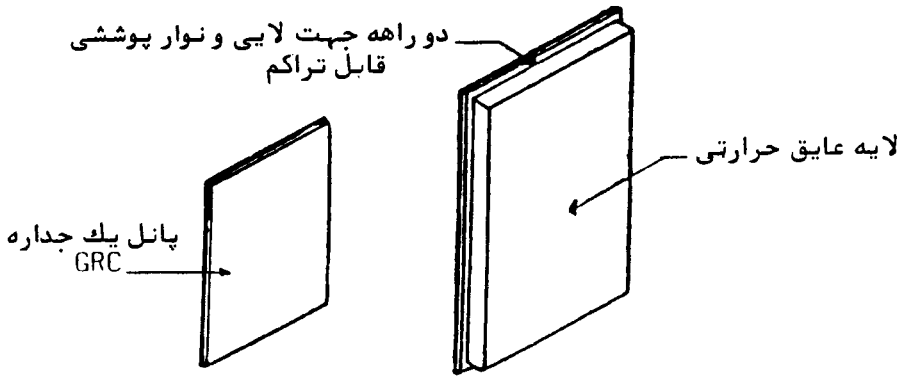
شکل (۳-۱۵) : پوشش عایق حرارتی داخلی به همراه پوشش خارجی پیش ساخته بتنی

- **پوشش ساخته شده با سیمان، ماسه و الیاف شیشه (GRC)**

این نوع پوشش از سیمان، ماسه و الیاف شیشه با نسبت‌های وزنی۴۰ تا ۶۰ درصد سیمان، ۲۰ درصد آب، حداکثر ۲۵ درصد ماسه و ۳/۵ تا ۵ درصد الیاف شیشه تشکیل شده است و در بسیاری از کشورها از آن استفاده می‌شود.

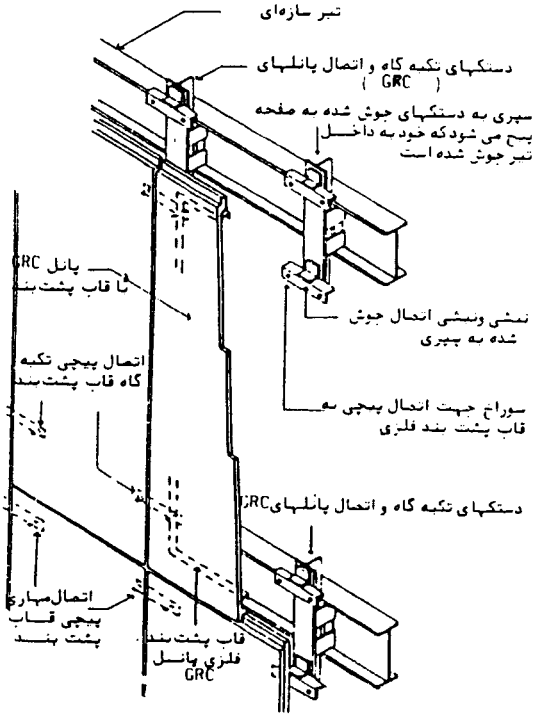
اندازه پانل‌های GRC به روش تولید، مقاومت، قابلیت حمل و نقل و مسایل اقلیمی بستگی دارد و معمولاً" دارای ضخامتی حدود ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر است.

یک پانل GRC به مساحت حدود یک مترمربع به تنهایی از مقاومت و صلبیت کافی برخوردار است ولی برای پانل‌های بزرگتر وجود یک سیستم تکیه‌گاهی فلزی با پیوند به یک لایه عایق حرارتی ضروری است، شکل (۳-۱۶).



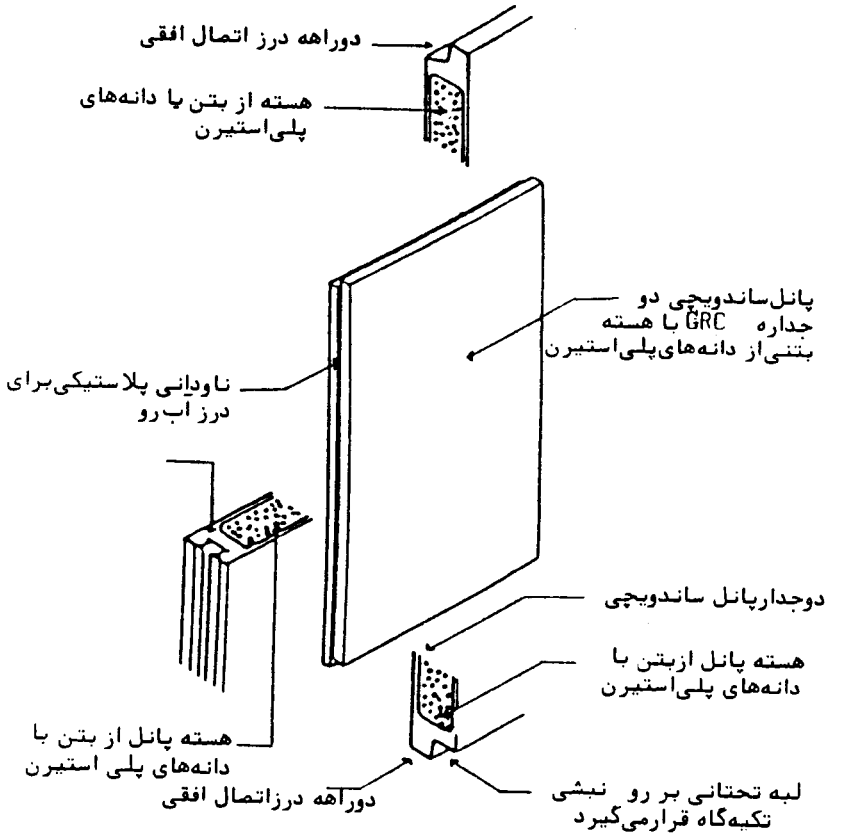
شکل (۳-۱۶) : پانل های یک جداره سیمان مسلح به الیاف شیشه (GRC)

حرکت رطوبتی قابل توجه ماده پرسیمان پانل های GRC درآب و هواهای مختلف محدودیت هایی را در اندازه های پانل و پیچیدگی هایی در اتصالات به وجود می آورد. نمونه ای از اتصال پانل های GRC به سازه با پشت بند در شکل (۳-۱۷) نشان داده شده است.



شکل (۳-۱۷) : اتصال قاب پشت بند پانل های GRC به سازه

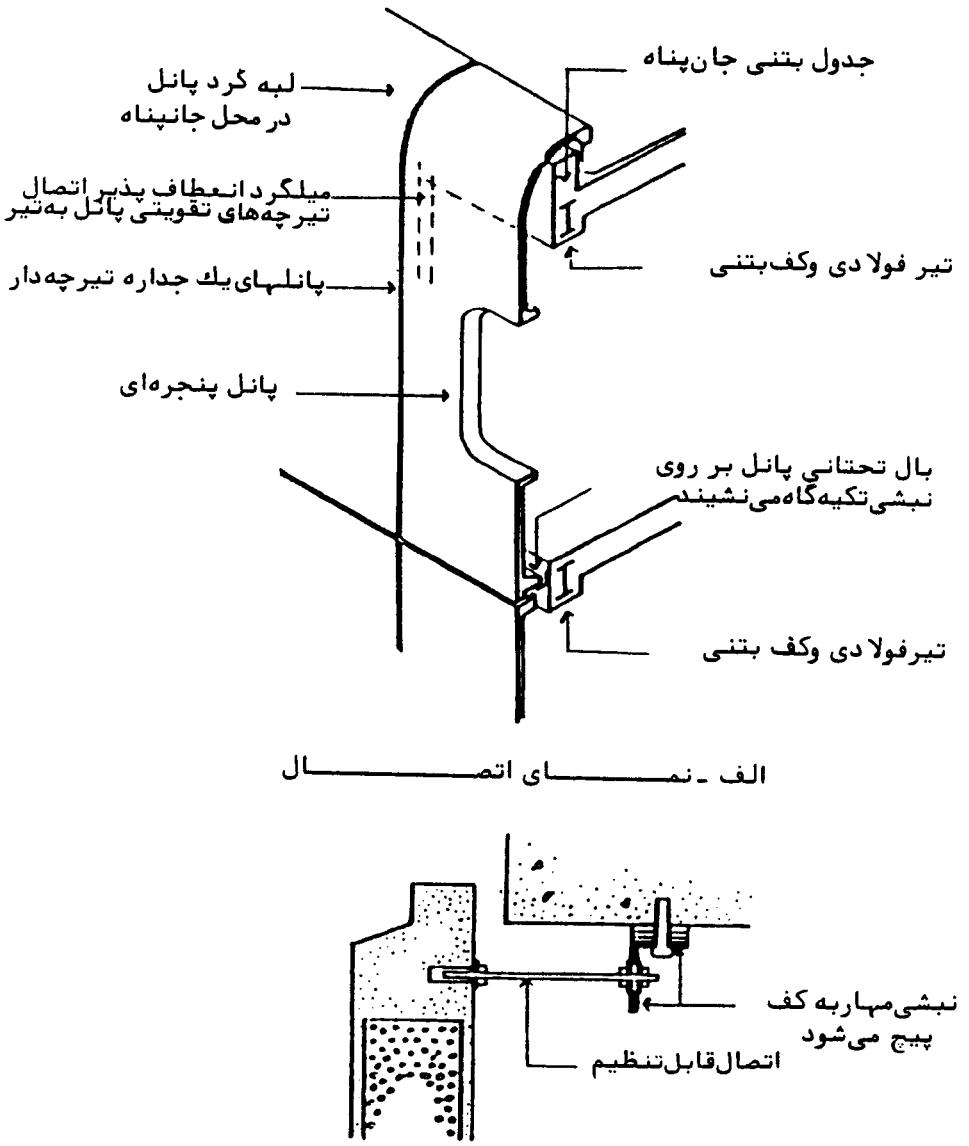
پانل های یک جداره GRC از خصوصیات حرارتی ضعیف و یکپارچگی ناچیز در برابر آسیب های ناشی از آتش سوزی برخوردار است لذا پانل های با ابعاد بزرگ باید تقویت شود. نمونه ای از آن استفاده از پانل های ساندویچی است، شکل (۳-۱۸).



شکل (۳-۱۸) : پانل ساندویچی دو جداره GRC با هسته بتنی با دانه های پلی استیرن

پانل های ساندویچی که وظایف یک دیوار را در یک واحد انجام می دهند، کاربرد وسیعی دارند. نقاط ضعف پانل های ساندویچی مقاومت حرکات حرارتی و رطوبتی در میان جداره داخلی و خارجی آنست. در مقابل مزایای آن عبارتست از سبکی، مقاومت و دوام.

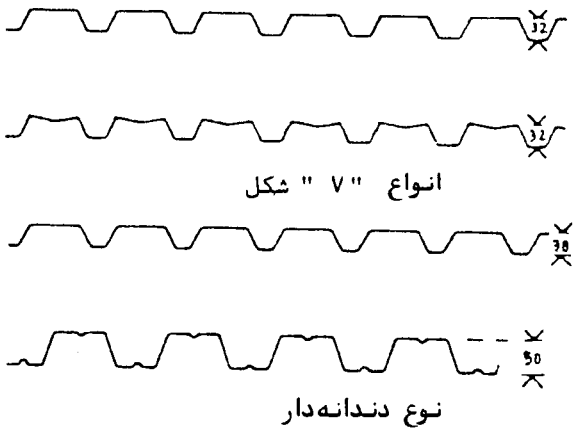
پانل های GRC باید در قسمت تحتانی یا نزدیک به آن مورد حمایت قرار گیرند تا به علت فشار میزان ترک های مریی ناشی از جمع شدگی و حرارت به حداقل ممکن کاهش یابد. نمونه هایی از اتصال پانل به تکیه گاه و لبه تحتانی آن در شکل (۳-۱۹) نشان داده شده است.



شکل (۳-۱۹) : جزئیات اتصال پانل های GRC به قاب های فولادی

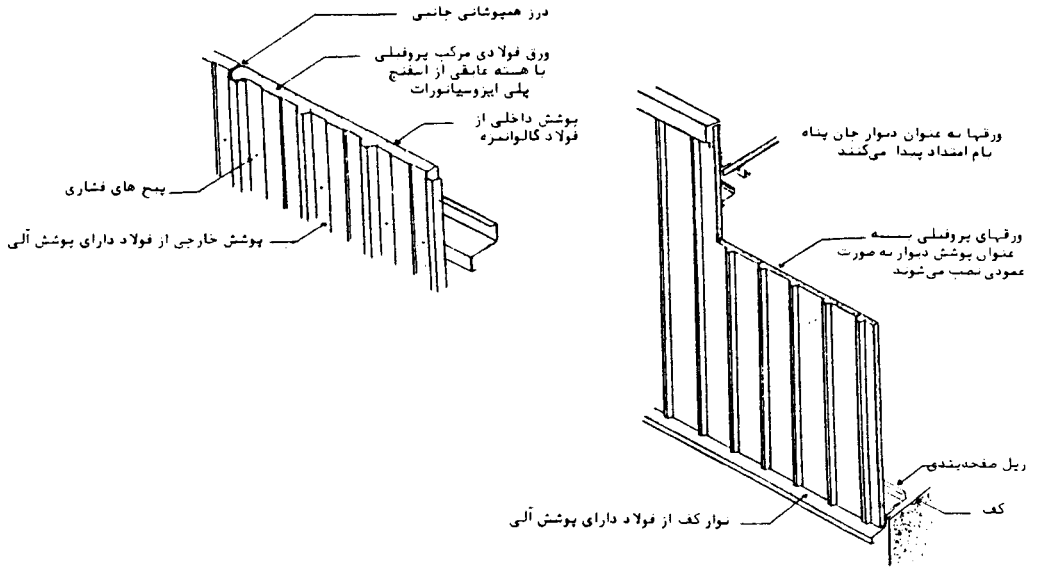
۳ - ۳ - ۳ ورق های نازک

از انواع ورق های فولادی یا آلومینیومی که به شکل های مختلف نورد شده باشند می توان برای پوشش بام و دیوارهای کارخانجات، سالن ها و سایر ساختمان های یک طبقه استفاده کرد. در شکل (۳-۲۰) بعضی از انواع این ورق ها که به ورقهای پروفیلی موسوم اند، نشان داده شده است.

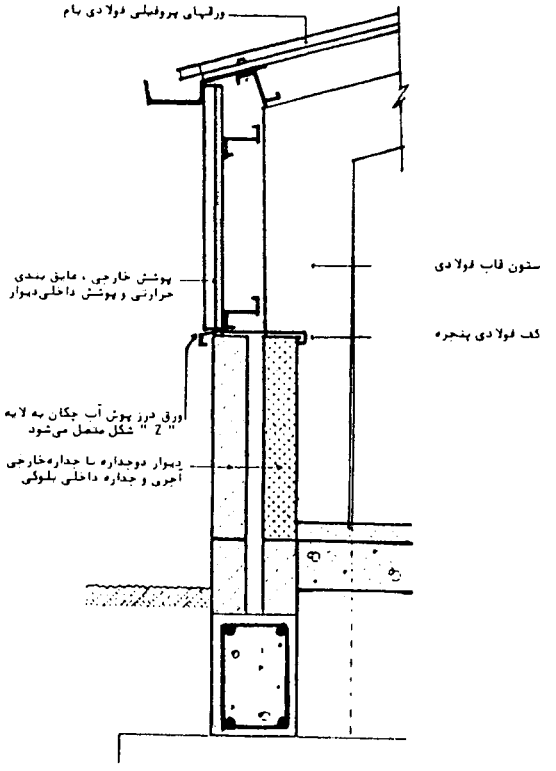


شکل (۳-۲۰) : شکل مقاطع ورق های پروفیلی

ورق های پروفیلی فولادی و آلومینیومی را می توان با یک پوشش پلاستیکی آلی به عنوان محافظ پوشاند. علاوه بر این به علت خصوصیات حرارتی بسیار ضعیف ورق های نازک فلزی در حفظ انرژی، معمولا" با دو ورق و یک لایه عایق حرارتی، مقطع ساندویچی شکلی به وجود می آورند، شکل (۳-۲۱). در بعضی موارد ورق های پروفیلی را با یک لایه عایق حرارتی در زیر آن به کار می روند، شکل (۳-۲۲).



شکل (۳-۲۱) : ورق های دو جداره



شکل (۳-۲۲) : ورق های فولادی پروفیلی ذوزنقه ای دیوار

۳ - ۴ مسایل ویژه در انتخاب نوع و اجرای ساختمان های بلند فولادی

انتخاب سازه یک ساختمان بلند فقط براساس رفتار و عملکرد آن صورت نمی گیرد، بلکه عواملی نظیر احتیاجات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی تأثیری مهم در تعیین نوع سازه دارند. بعضی از عوامل ویژه در انتخاب نوع و اجرای ساختمان های بلند فولادی در این بخش مورد بررسی قرار می گیرد:

۳ - ۴ - ۱ نسبت ارتفاع به عرض ساختمان

با افزایش نسبت ارتفاع به عرض ساختمان، سختی جانبی آن کاهش می یابد. سختی سازه بستگی به اندازه و تعداد دهانه ها، پیکربندی و صلبیت اعضاء و اتصالات آن دارد. به نظر می رسد که حدود کلی نسبت ارتفاع به عرض برای سازه های قابی بین ۵ تا ۷ متغیر است ولی اغلب در شهرها نسبت ارتفاع به عرض ساختمان بسیار متفاوت است و بستگی به محل احداث ساختمان دارد. بنابراین طراح باید سیستمی را انتخاب کند که به طور اقتصادی اندازه مطلوب دهانه را به وجود آورد و تغییر مکان جانبی آن از حد معینی تجاوز نکند.

۳ - ۴ - ۲ ملاحظات دستگاه های مکانیکی

دستگاه های مکانیکی شامل دستگاه های گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع، آسانسور، روشنایی، لوله کشی، دفع فاضلاب و زباله و نظایر آن به طور متوسط بیش از ثلث مخارج اجرای سازه های بلند را تشکیل می دهد. این عامل مهم هزینه به وضوح نشان می دهد که انتخاب سازه باید جوابگوی این خدمات ساختمان باشد.

در ساختمان های بلند موقعیت پروژه بستگی زیاد به عملکرد صحیح سرویس های تاسیساتی آن دارد. این گونه سرویس ها معمولا"محتاج تکنولوژی قوی و نگهداری منظم است، تامین دستگاه های پیچیده و همچنین نیروهای انسانی ماهر برای تعمیر و نگهداری آنها یکی از ملاحظات قابل توجه در ساختمان های بلند می باشد.

۳ - ۴ - ۳ شرایط خاک

عملکرد صحیح ساختمان به مقاومت خاکی که روی آن بنا شده است بستگی دارد. شالوده ها،

عامل ارتباط سازه با خاک هستند، شالوده ها پس از دریافت بارها از سازه، باید آنها را چنان توزیع کنند که خاک قادر به تحمل تنش های حاصله باشند. انتخاب نوع سازه به مقدار زیادی تابع شرایط خاک محل ساختمان می باشد. قبل از این که بتوان در مورد انتخاب هر نوع سازه ای تصمیم گرفت باید به جستجوی شرایط خاک در محل پرداخت تا بتوان رفتار سازه را به درستی پیش بینی کرد. برای مثال اگر ظرفیت باربری خاک در محل خاصی نسبتا" پائین باشد، برای ایجاد تکیه گاه کافی ممکن است نیاز به شمع کوبی در خاک باشد.

۳ - ۴ - ۴ وجود مقاطع لازم

با توجه به تنش های زیاد در مقاطع به خصوص در ستون های طبقات پائین در ساختمان های بلند، لازم است که طراح امکان دسترسی یا ساخت مقاطع لازم را، قبل از انتخاب نوع سازه بررسی کند.

۳ - ۴ - ۵ ملاحظات حفاظت در برابر آتش سوزی

در ساختمان های بلند به دو دلیل اساسی آتش سوزی یکی از ملاحظات مهم می باشد، اولا" چون اکثر طبقات ساختمان به وسیله ماشین های آتش نشانی قابل دسترسی نمی باشد، عملیات خاموش کردن آتش ونجات افراد فقط از داخل ساختمان امکان پذیر است، ثانیا" تخلیه اضطراری کامل در مدت زمان کوتاهی امکان پذیر نمی باشد.

فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی بر فولاد و روش‌های محافظت

۴ - ۱ مقـــدمـه

شرایط اقلیمی تأثیر بسزایی بر خورندگی سازه‌های فولادی دارد. شدت خورندگی به چند عامل بستگی دارد. در هوا، معمولا" زنگ زدگی فولاد در شرایط مرطوب محیطی صورت می‌گیرد. در خاک، مقدار اکسیژن، آب و مقاومت خاک در برابر خورندگی، عوامل کنترل کننده می‌باشند. در آب، اکسیژن و قابلیت هدایت الکتریکی تعیین کننده هستند. میزان مواد مضر در شرایط محیطی نامناسب، مانند هوای آلوده، باعث افزایش خوردگی فولاد می‌شود.

دراین فصل ابتداء پدیده خوردگی فولاد در شرایط مختلف بررسی می‌شود و سپس راه‌های محافظت فولاد در برابر آن ارائه خواهد شد.

۴ - ۲ طبقه بندی شرایط محیطی

طبقه بندی شرایط جوی برحسب اثر خورندگی نمی تواند دقیق باشد، ضمن آنکه معمولا" قسمت‌های مختلف ساختمان در شرایط متفاوت محیطی قرار می‌گیرند. لذا برای ساختمان‌ها دو نوع شرایط محیطی زیر تعریف می‌شود :

- شرایط محیطی بیرونی (در معرض هوا)
- شرایط محیطی داخلی (داخل ساختمان)

شرایط محیطی بیرونی خود به چهار دسته زیر تقسیم می‌شوند :

الف - مناطق غیر آلوده : مناطقی است که دور از فعالیت‌های صنعتی یا مراکز جمعیتی و به حد کافی دور از دریا واقع می‌باشند و ساختمان صرفا" تحت اثر عوامل طبیعی نظیر باران و تابش خورشید قرار می‌گیرند نظیر مناطق باز و روستایی.

ب - مناطق آلوده : مناطقی است که در میان یا در نزدیکی کارخانه‌های شیمیایی و کارهای سنگین مهندسی قرار دارند. دراین مناطق هوا به مقدار زیاد بوسیله اسیدها و سایر

مواد شیمیایی مانند سولفور اکسید و همچنین مواد حاصله از احتراق آلوده می باشد.

پ - **مناطق ساحلی** : مناطق حاشیه ای در کنار ساحل، در این مناطق مقدار زیادی نمک دریایی در هوا وجود دارد.

ت - **مناطق دریایی** : مناطقی است که ذرات آب دریا درهوا وجود دارد یا در نواحی که ابنیه در تماس مداوم یا ترشح با آب دریا می باشند.

بدیهی است مرزمشخصی بین طبقه بندی های فوق الذکر وجود ندارد و گاهی این حدود با هم تداخل می کنند مانند کارخانه های صنعتی که در مناطق ساحلی بنا شده اند. بهترین راهنما برای طبقه بندی مناطق، آشنایی با شرایط محلی است که براساس تجربه حاصل شده باشد.

شرایط محیطی داخلی نیز به چهار دسته زیر تقسیم می شوند :

الف - **شرایط داخلی گرم و خشک** مانند ساختمان های اداری، مغازه ها، بیمارستان ها، مدارس و هتل ها. فلزات در داخل ساختمان هایی که برای گرم کردن فضا از تهویه مطبوع استفاده می کنند، زنگ نمی زنند. در شرایطی که اعضای فولادی در شرایط خشک و پوشیده نگهداشته می شوند و نظیر سقف کاذب، پوشش های مقاوم در برابر حریق نیازی به مراقبت در برابر خوردگی نمی باشد، در صورتی که قطعات فولادی در معرض دید قرار داشته باشند رنگ کاری تزئینی آنها برای حفاظت کافیست.

ب - **شرایط نیمه رطوبت** : نظیر ساختمان هایی که به دستگاه تهویه مطبوع مجهز نیستند.

پ - **شرایط رطوبت دایم** : نظیر رختشویخانه ها و آشپزخانه ها.

ت - **شرایط نامساعد** : مانند ساختمانهایی که در معرض رطوبت و بخار آب مکرر و جوهای خورنده قرار دارند، مانند استخرهای شنا، کارگاه های ریخته گری، تصفیه خانه ها، کارگاه های تولید در کارخانه، کارگاه های رنگرزی و شیمیایی.

۴ - ۳ خورندگی در هوا، خاک و آب

۴ - ۳ - ۱ خورندگی در هوا

در غیاب باران و ذرات آب شونده (موادی نظیر کلرور کلسیم که مرطوب شده و در مجاورت هوا تبدیل به مایع می شود)، و در رطوبتی کمتر از ۷۰ درصد زنگ زدگی شدیدی رخ نمی دهد. در رطوبت های بیشتر میزان خورندگی تحت تأثیر عواملی نظیر گازها و مواد

جامدی است که باعث آلودگی هوا می شوند.

ذرات آب شونده بسیار خطرناک هستند زیرا اگر بر روی فولاد قرار گیرند زنگ زدگی در رطوبتی کمتر از ۷۰ درصد نیز ممکن است اتفاق بیافتد. درجه حرارت محیط نیز بسیار مؤثر است ولی تغییرات دما از مقدار متوسط درجه حرارت قابل توجه تر است. با وجود آن که کلیه شرایط فیزیکی در مجاورت سطح فولاد مانند درجه حرارت و رطوبت اهمیت فراوانی دارد ولی شرایط جوی درحوالی ساختمان نیز مؤثر است. موادی نظیر سولفورها یا نمک های خورنده باعث تشدید خوردگی فولاد می شوند. منشاء اصلی این نوع آلودگی های هوا احتراق ذغال سنگ، سایر مواد سوختی و ترشح آب دریا است که تحت تأثیر باد ممکن است تا چندین کیلومتر در ساحل نفوذ کند.

۴ - ۳ - ۲ خورندگی در خاک

عوامل مؤثر در خوردگی فولاد در خاک عبارتند از : نوع خاک، هوا پذیری، دست خوردگی و مواد مضر در خاک می باشد.

در خاک های هوا پذیر مانند خاک های شنی و گچی، هوا به آسانی می تواند به ابنیه فنی که در زیر خاک قرار دارند برسد. این خاک ها آب را نیز به آسانی به خود جذب می کند و در نتیجه لایه ای از زنگ بر روی فلز مرطوب شده ایجاد می شود که باعث جلوگیری از خوردگی بیشتر می شود. در خاک های غیر هواپذیر مانند خاک های رسی با وجود آن که هوای آزاد ندارند ولی غالبا" بسیار خطرناک می باشند زیرا حاوی نوعی باکتری می باشند که باعث خورندگی می شوند.

در خاک های دستی، خورندگی شدید ممکن است در مجاورت آنها که حاوی خاکستر یا مواد رسی باشند به وجود آید.

اسیدی یا قلیایی بودن خاک نیز بر خورندگی تأثیر می گذارد. معمولا" خاک های اسیدی خورنده بوده و خاک های با درجه قلیایی زیاد خاصیت خورندگی ندارند.

۴ - ۳ - ۳ خورندگی در آب

معمولا" در آب های طبیعی مقدار اکسیژن عامل تعیین کننده خورندگی فلزات می باشد. برای بعضی آبهای اسیدی یاآهکی، ترکیبات شیمیایی و درجه حرارت آب نیز اهمیت فراوان در خورندگی دارد.

هنگامی که مقدار اکسیژن بسیار کم می شود مانند آب رودخانه های آلوده و بندرگاه ها، خورندگی ممکن است در اثر فعالیت باکتری های موجود، ایجاد شود، به طورکلی، تحت شرایط مشابه، فولاد درآب دریا سریع تر از آب معمولی خورده می شود.

اثر درجه حرارت در خورندگی برحسب شرایط کار متفاوت است. به طورکلی، فعل و انفعالات خورندگی هنگامی که درجه حرارت بالا می رود شدید می شود.

سرعت جریان آب نیز در خورندگی مؤثر است. حرکت آب معمولا" به علت آن که مقدار اکسیژنی را که به سطح فلز می رسد زیادتر می کند میزان خورندگی را نیز بالا می برد. آب های متلاطم خورندگی های بسیار شدید ایجاد می کنند.

۴ - ۴ روشهای حفاظت

۴ - ۴ - ۱ کلیـــات

به منظور حفاظت فولاد در برابر خورندگی روش های گوناگونی وجود دارد. استفاده از رنگ ها و انواع پوشش ها از متداول ترین راه های حفاظت به شمار می رود. این پوشش ها شامل فلزات مقاوم غیرآهنی (آلومینیوم و روی)، قطران ذغال سنگ، قیر طبیعی، پلاستیک ها، پوشش های سیمانی و بتنی می باشند.

آلومینیوم و روی در هوای آزاد بیشتر از آهن مقاومت می کنند ولی در هوای مرطوب و آلوده روی به همان سرعت فولاد خورده می شود علاوه بر این در برابر سائیدگی بیشتر از زنگ مقاومت می کنند. از پوشش های پلاستیکی برای محافظت صفحات موج دار بسیار استفاده می شود. قطران ذغال سنگ (به صورت داغ) و قیر طبیعی به طور وسیعی برای حفاظت ابنیه در زیر خاک یا در آب کاربرد دارند. از انواع رنگ ها به علت سهولت اجراء و هزینه کمتر بیشترین استفاده در حفاظت قطعات فولادی می شود.

در این بخش ابتدا روش آماده سازی سطح های رنگ خورده مطرح و سپس راه های محافظت توضیح داده می شود و در انتها جزئیات طراحی ارائه خواهد شد.

۴ - ۴ - ۲ آماده کردن سطح

قبل از به کارگیری یکی از انواع روش های محافظت لازم است که سطح قطعه فولادی رنگ

خورده پاک و آماده شود. روش های زیر از جمله متداول ترین روش های آماده سازی می باشند :

- پاک کردن با مواد ساینده

پاک کردن با جریان بخار یا هوا برای فولادی که در معرض شرایط زیر باشد لازم است :

- محیط های آلوده شدید
- تغییرات ناگهانی در درجه حرارت
- فشارهای متناوب
- ارتعاشات مداوم

در این روش مواد ساینده با سرعت بسیار به سطح فلز خورده می شوند. پرتاب مواد ممکن است با هوای فشرده یا توسط چرخ محرک انجام شود. روش بدون هوا بیشتر در مورد قطعات منفرد و روش هوای فشرده برای کار در محل و در سطح وسیع تر به کار می رود. مواد ساینده ای که معمولا" به کار می روند عبارتند از : چدن سرد شده، آهن نرم و فولاد به شکل ساچمه با سنگ ریزه. به علت گرانی این مواد این روش زمانی اقتصادی است که امکان بازیافت مواد ساینده باشد.

پاک کردن با مواد ساینده سطح فولاد را خشن می کند و به این دلیل باید ضخامت کافی از رنگ آستری برای پوشش پستی و بلندی های فولاد به کار رود.

- تمیز کردن با مواد شیمیایی

در این روش آلودگی ها و قشر اکسید و زنگ موجود روی فلز را با فرو کردن آن در یک اسید از بین می برند. اسیدهای متداول اسید کلریدریک یا اسید سولفوریک هستند. این روش باید در کارخانه صورت گیرد. برای رنگ های معمولی نتایج روش تمیز کردن با مواد شیمیایی در مقایسه با روش تمیز کردن با مواد ساینده یکسان است ولی روش دوم به طور کلی برای رنگ های مقاوم در برابر مواد شیمیایی ارجحیت دارد.

- پاک کردن با شعله

در این روش تمام قشر اکسید و رنگ که محکم به فلز چسبیده اند جدا نمی شوند و از لحاظ اهمیت بین پاک کردن با مواد ساینده و ابزار دستی قرار دارد. در این روش پس از انجام عملیات باید سطح را با برس سیمی تمیز کرده و گردگیری نمود تا تمام قشر اکسید و رنگ پاک شوند. گرم و خشک بودن سطح فلز در هنگام رنگرزی امتیاز محسوب شده و باعث می شود که پاک نمودن با شعله روش مناسبی در زمستان و در هوای آزاد باشد.

- پاک کردن با وسایل دستی

متداول ترین روش پاک کردن با وسایل دستی استفاده از برس سیمی و نظایر آن است و در مقایسه با سایر روش ها کمتر مؤثر است. برای آن که این روش کارساز باشد باید به طور کامل صورت گیرد و آنقدر ادامه یابد تا استاندارد مورد نظر به دست آید.

"پاک کردن محتاطانه با وسایل دستی"، برای داخل ساختمان ها که شرایط خورنده نیست و همچنین برای کارهای فولادی محصور در آجر و اندود بتن مناسب است.

۴ - ۴ - ۳ محافظت به وسیله رنگ ها

اثر محافظتی یک قشر رنگی با بالا بردن ضخامت آن افزایش می یابد و به طورکلی ضخامت رنگ ها نباید از حد معینی کمتر باشد. این حد معمولاً با نوع رنگ، صافی سطح فولاد و سختی شرایط خورندگی تغییر می کند، با وجود اینکه با یک لایه از بعضی انواع رنگ ها می توان ضخامتی حدود ۱۲۵ میکرون به دست آورد، ولی اغلب رنگ کاری شامل چندین لایه است به نام های لایه های آستر و تکمیلی که معمولاً با ترکیبات مختلف ساخته می شوند.

وجود چند لایه از رنگ به کاهش خلل و فرج قشر رنگ کمک کرده و خطر ناشی از ایجاد فاصله در بین دو نوبت رنگ کردن را نیز حذف می کند. معمولاً یک سیستم صحیح رنگی موقعی به وجود می آید که خصوصیات لایه ها و زمان کاربرد آنها طوری باشد که هر لایه رویی به طور مختصر در لایه زیرین حل شده و بدین ترتیب تمام لایه ها در یکدیگر فرو روند.

خصوصیات رنگ آستری مهم است. رنگ آستری باید سطح فلز را مرطوب کرده و اساس محکم و چسبنده ای برای لایه های بعدی ایجاد کند. علاوه براین از آنجایی که قشرهای رنگ کاملاً

نسبت به مواد خورنده غیرقابل نفوذ نیستند رنگ های آستری باید شامل ماده رنگی جلوگیری کننده باشد. معمولی ترین رنگ های جلوگیری کننده سرنج، پلمبات کلسیم و گرد روی می باشند.

رنگ های تکمیلی به منظور حفاظت آستر و همچنین برای آن که لایه آستری خاصیت جلوگیری کننده خود را در روی سطح فلز حفظ کند به کار می روند. لایه های تکمیلی باید در برابر رطوبت و گازها، کاملا" غیرقابل نفوذ بوده و مقاومت خوبی در مقابل شرایط محیطی از خود نشان دهند.

۴ - ۴ - ۴ محافظت به وسیله پوشش های بتنی، آجری و سبک

- پوشش بتنی

به وسیله لایه ای از بتن می توان فولاد را در برابر شرایط نامناسب محافظت کرد. میزان حفاظت بستگی به کیفیت، نفوذ ناپذیری و ضخامت بتن دارد. بتن هایی که با رعایت ضوابط فنی ساخته شده باشند از خوردگی فولاد جلوگیری می کنند در غیر این صورت بتن ترک خورده و نمی تواند محافظ خوبی برای فولاد بشمار رود. برای جلوگیری از خوردگی، ضخامت پوشش فولاد باید بین ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر برای ساختمان های در فضای آزاد و در داخل ساختمان ۲۵ میلیمتر باشد.

- پوشش آجری

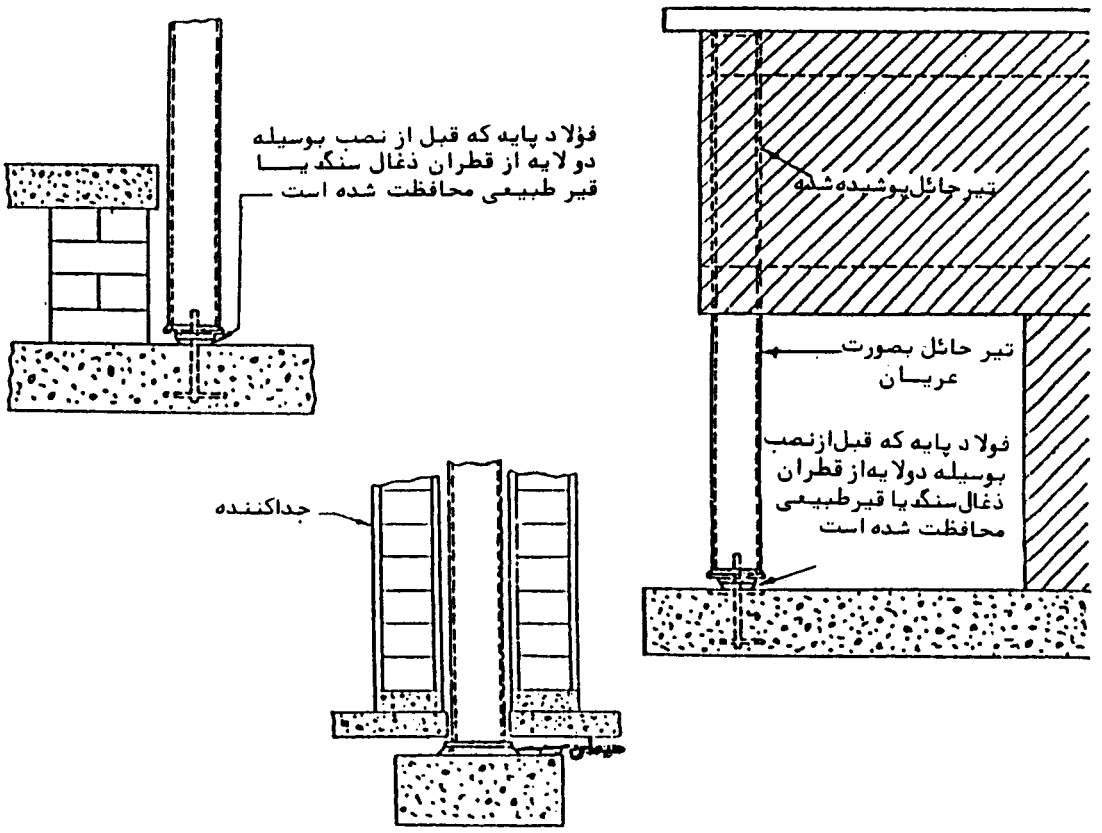
پوشش های آجری به تنهایی فولاد را در برابر خورندگی محافظت نمی کنند، بنابراین قبل از جای گذاری فولاد در پوشش آجری باید با دو لایه از رنگ قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی پوشانده شود.

- پوشش سبک ضد حریق

معمولا" وقتی که فولاد به وسیله مصالح سبک مقاوم در برابر حریق محافظت می شود خطر خوردگی وجود ندارد. آماده سازی سطح فولاد برای اجرای پوشش ضد حریق فقط به زدودن قشر سست اکسید آهن و یک لایه رنگ آستری محدود می شود.

۴ - ۵ جزئیات طراحی

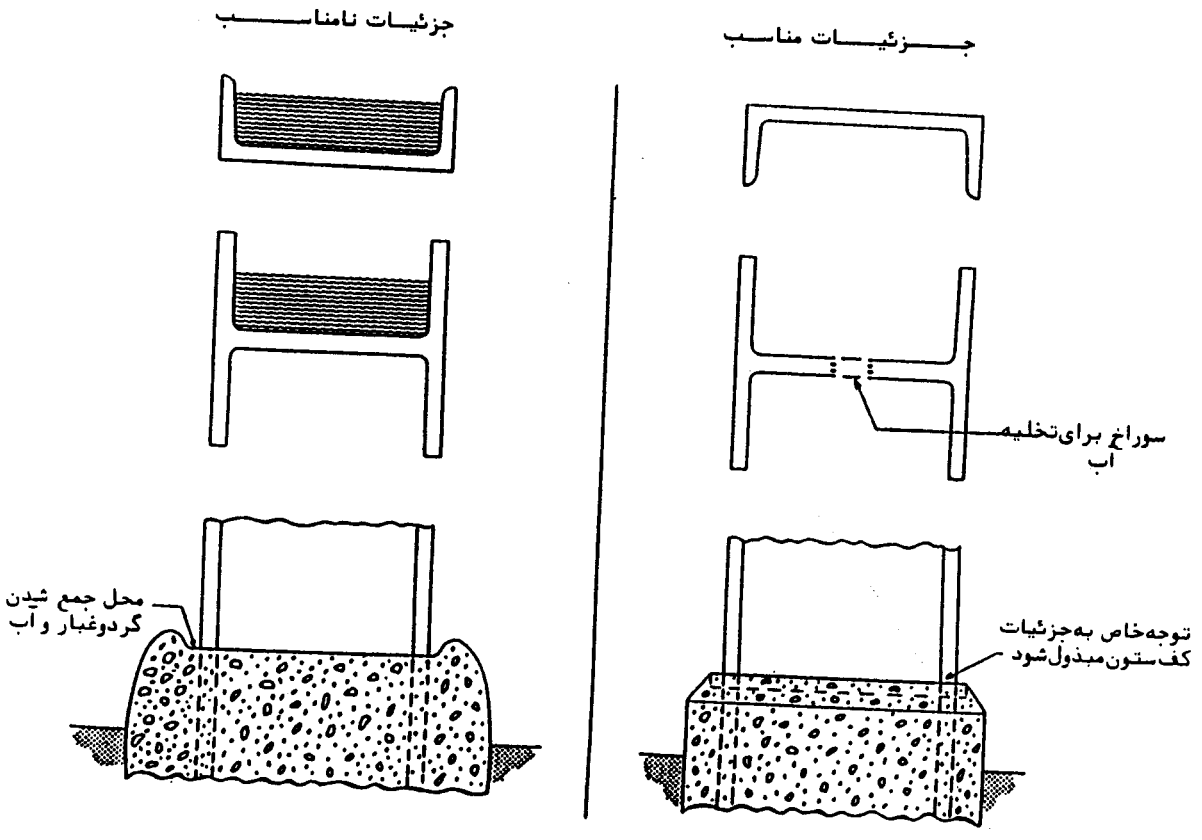
میزان خورندگی را با طراحی صحیح جزئیات ساختمان به خصوص قسمت هایی که بیشتر آمادگی خورندگی دارند می توان تقلیل داد. بنابراین طراحان باید با پیش بینی احتمال خورندگی تمام روش های ممکن برای به حداقل رساندن آنرا در نظر بگیرند. مسئله خوردگی در نواحی ساحلی و آلوده یکی از مسائل حاد به شمار می رود که تنها با رعایت اصول و ضوابط فنی قابل جلوگیری است. در شکل های (۴-۱) و(۴-۲) دو نمونه از محافظت و رعایت اجرای صحیح جزئیات ساختمان های فولادی نشان داده شده است.



شکل (۴-۱) : محافظت با دو لایه از قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی

۴ - ۶ انتخاب روش های محافظتی

روش های و مناسب برای محافظت اولیه ساختمان های فولادی در جدول (۴-۱) پیشنهاد شده اند. به جز در مواردی که فقط یک پوشش فلزی به کار می رود، هر روش محافظتی شامل آما ده کردن سطح و سپس به کار بردن یک سیستم رنگ می باشد. مراحل کار در قسمت (الف) جدول (۴-۱) نشان داده شده اند. اثر این سیستم های محافظتی از بالا به پائین کم می شوند.



شکل (۴-۲) : چند نمونه از اجرای درست و نادرست جزئیات اجرایی

قسمت (ب) جدول شماره (۴-۱) راهنمایی است برای درجه بندی محافظتی که از ترکیب اجزای مختلف قسمت (الف) می توان به دست آورد.

شش درجه از روش های محافظتی متمایز شده اند که به ترتیب مؤثر بودن از بالا به پائین تذکر شده اند. این درجات از روش پوشش فلزی همراه با رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیایی، یا رنگ قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی تا روش ساده تمیز کردن با دست همراه با سه لایه رنگ تشکیل شده اند.

درجه هفتم شامل تنها یک لایه فلزی بدون رنگ می باشد که در ذیل جدول با حروف M نشان داده شده است. درجات محافظتی لازم برای استعمال در محیط های گوناگون در بخش (پ) جدول (۴-۱) نشان داده شده است.

تصمیم درمورد انتخاب روش محافظتی برای ابنیه فنی خاص در یک محیط مشخص در صورت امکان باید برپایه معلومات علمی و تجربه باشد.

در جدول (۴-۲) مثال هایی با به کار بردن رنگ های مختلف پیشنهاد شده است.

روش های محافظتی برای ساختمان های فولادی در شرایط مه

جدول (۴-۱)

الف - مراحل کار

عملیات قبل از رنگ آمیزی		رنگ آمیزی	
آماده کردن سطح پوشش های فلزی	عمل آوردن اولیه	سیستم رنگ	
گالوانیزه به طریق گرم اسپری آلومینیوم اسپری روی	آسترپیش ساخته	رنگ های مقاوم درمقابل مواد شیمیایی	
پاک کردن توسط مواد ساینده	آستر سازگار با سیستم رنگ	قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی به طریق سرد	
پاک کردن توسط مواد شیمیایی	-	رنگ آستری	رنگ تکمیلی رزین اوره یا ماده رنگی لاملار یا
پاک کردن توسط شعله	-		رنگ تکمیلی آلکائید یا
پاک کردن باوسایل دستی	-		رنگ تکمیلی روغنی

ب- درجات روش های محافظتی

درجه	آماده کردن سطح	سیستم رنگ شامل رنگ های آستری و تکمیلی رنگ آستری	رنگ تکمیلی
۱	پوشش فلزی	رنگ های مقاوم در مقابل مواد شیمیایی یا رنگ های جوهر قطران یا قیر طبیعی که به طریقه سرد مصرف می شوند	
۲	پوشش فلزی	رنگ آمیزی با ۳ یا ۴ لایه رنگی، طبق شرایط محیط و طبیعت پوشش فلزی	
۳	پاک کردن بامواد ساینده یا مواد شیمیایی	رنگ های مقاوم درمقابل مواد شیمیایی یا جوهر قطران یا قیر طبیعی که به طریقه سرد مصرف می شوند	
۴	پاک کردن به وسیله جریان بخار یاهوا یامواد شیمیایی	۲لایه ازآسترجلوگیری کننده	۲ لایه از رنگ تکمیلی
۵	پاک کردن با وسایل دستی	۲لایه ازآسترجلوگیری کننده	۲ لایه از رنگ تکمیلی
٦	پاک کردن با وسایل دستی	۱لایه ازآسترجلوگیری کننده	۲ لایه از رنگ تکمیلی
M	پوشش فلزی	بدون سیستم رنگ	

پ- درجات محافظتی پیشنهادی

طبقه بندی ساختمان فولادی	مناطق غیرآلوده مانندمناطق خارج ازشهرومناطق غیر صنعتی	مناطق صنعتی	مناطق شیمیائی مانندمناطق بسیارآلوده صنعتی	مناطق ساحلی مانند مناطقی که نمک دریا در هوا وجود دارد	مناطق دریایی مانندمناطق در معرض ترشح آب دریا
ساختمان فولادی در هوای آزاد	M ۵ یا ۴	M ۴ یا ۲	۳ یا ۱	۴ یا ۲	۳ یا۱
اعضای فولادی داخلی	M یا ٦	M یا ۵	۳ یا ۱	M یا ۵	-

نمونه سیستمهای رنگ برای ساختمان های فولادی

جدول (۴-۲)

الف - راهنما برای عملیات

آماده کردن سطح	A	پاک کردن با مواد ساینده
	B	پاک کردن با مواد شیمیائی
	C	پاک کردن با شعله
	D	پاک کردن با وسایل دستی
پوشش فلزی	E	گالوانیزه کردن بطریقه گرم
	F	پاشیدن آلومینیوم یا روی
عمل آوردن اولیه	G	آستر قبلاً عمل آوردهه شده
رنگ آستری	H	سرنج
	I	پلمبات کلسیم
	J	رنگ روی - کرم
	K	سرب قرمز
رنگ تکمیلی	L	رنگ اکسیدآهن، سیلکاگرانیت یاآلومینیوم باماده رنگی لاملار
	S	رنگ آلکائید
	T	رنگ ضد زنگ روغنی
رنگ قطران ذغال سنگ یا قیرطبیعی	N	رنگ قطران ذغال سنگ یاقیرطبیعی که به طور سرد مصرف شود
رنگ مقاوم در مقابل مواد شیمیایی	P	رنگ رزین اپکسید
	Q	رنگ کلرینه لاستیکی
	R	رنگ قطران ذغال سنگ / اپکسید

ادامه جدول ۴-۲

ب - روش های محافظتی در شرایط محیطی مختلف

مناطق مختلف و شرایط محیطی	روش محافظتی	ضخامت (میکرون)
قطعات فولادی داخلی ساختمان - اعضای فولادی پوشیده درشرایط گرم وخشک ساختمان هایی که مجهز به تهویه مطبوع می باشند مانند ساختمان های اداری، مغازه ها، مدارس، هتل ها، بیمارستان ها وغیره	نیازبه محافظت ندارد	
- مانند شرایط فوق برای اجزای غیرپوشیده(درمعرض دید) دراین شرایط محافظت فقط به عنوان پوشش تزئینی مطرح می باشند.	D K *S S	- ۴۰ ۵۰ ۳۵
- اجزای فولادی پوشیده گاهگاهی درمعرض میعان ، ساختمان هایی که مجهزبه دستگاه گرمایش نیستند مانندگاراژها و ورزشگاه ها	D T	- ۱۰۰
- مانند شرایط فوق برای اعضای فولادی غیرپوشیده	D K S *S	- ۴۰ ۵۰ ۳۵
- اعضای فولادی پوشیده درمعرض میعان مکرر مانند آشپزخانه ها، رختشویخانه، کارخانجات، لبنیات سازی و کارخانجات کنسروسازی	A N	- ۱۵۰
- مانند شرایط فوق برای اجزای غیرپوشیده	A E	 ۸۵
- اجزای فولادی در معرض میعان مکرروشرایط خورنده مانند کارخانجات تولید کننده مواد شیمیایی، کارگاه های رنگرزی کاغذسازی، کارگاه های ریخته گری، استخرهای شناوغیره	A 2×K *Q Q	- ۲×۴۰ ۷۵ ۵۵
- اعضای فولادی که درتماس با دیوارهای خارجی با مصالح بنایی می باشند	A 2×K	 ۸۰

* لایه میانی

ادامه جدول ۴-۲ب

قطعات فولادی درهوای آزاد(فضاهای باز و خارجی) - مناطق غیر آلوده	C,B,A 2xJ 2 x S , 2 x L , 2 x T --- A یا E یا F	- ۲×۳۵ ۲×۷۵ --- ۱۴۰
- مناطق آلوده : مناطقی که درمیان یادرنزدیکی کارخانه های شیمیایی وکارهای سنگین مهندسی هستند. دراین من به مقدار زیاد به وسیله اسیدها وسایر مواد شیمیایی مانند سولفور اکسید و همچنین مواد حاصله از احتراق آلوده می باشند	A یا B 2 x(R,Q,P,N) --- A G E یا F 2x(R,Q,P,N)	۲×۷۵ --- - ۳۵ ۱۴۰ ۲×۷۵
- مناطق ساحلی - مناطق حاشیه ای درکنار ساحل - دراین مناطق مقدار زیادی نمک دریایی درهوا وجوددارد	A یا B 2xH 2xL --- A A G G F E 2xK K 2xL 2xL	- ۲×۳۵ ۲×۷۵ --- - ۳۵ ۱۴۰ ۲×۳۵ ۲×۳۵
- مناطق دریایی : مناطقی که ذرات آب دریا درهواوجود دارد یادر ماطقی که قطعات فولادی درتماس مداوم با ترشح آب دریا می باشند	A یا B 2x(R,Q,P,N) --- A یا B G E یا F 2x(R,Q,P,N)	- ۲×۷۵ --- - ۳۵ ۱۴۰ ۲×۷۵

فصل پنجم -ایمنی سازه های فولادی در برابر زلزله و حریق

۵ - ۱ ایمنی در برابر زلزله

۵ - ۱ - ۱ مقـــدمـه

نتایج تحقیقات و مشاهدات عینی نشان داده است که اثر زلزله تابع عوامل متعددی است که مهم‌ترین آنها به شرح زیر می‌باشند :

- پیکر بندی سازه
- انواع سازه های مقاوم
- شکل پذیری
- مقاومت

از موارد فوق به استثنای "انواع سازه های مقاوم فولادی" بقیه در بخش " سازه های بتنی" به تفصیل بحث شده است لذا در این فصل شرح انواع سازه های مقاوم فولادی ارائه می شود.

۵ - ۱ - ۲ انواع سازه های مقاوم فولادی در برابر زلزله

از نقطه نظر اتصالات، سازه های فولادی به سه دسته زیر تقسیم می شود :

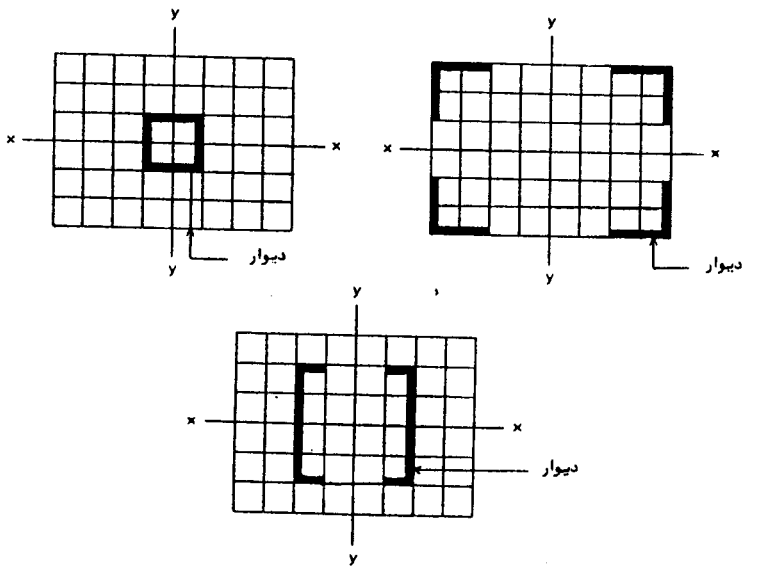
- اتصالات مفصلی
- اتصالات نیمه گیردار
- اتصالات گیردار

- سازه های فولادی با اتصالات مفصلی

در سازه های فولادی با اتصالات مفصلی، اتصالات تیرها و ستون‌ها آن چنان طرح و اجرا می شوند که بتوانند نسبت به هم دوران کنند. دراین صورت ستون و تیرهای ساختمان عمدتا" برای

بار قائم محاسبه می شوند و نیروهای افقی ناشی از زلزله به دو طریق زیر کنترل می شوند.

الف - به وسیله دیوارهای برشی بتن مسلح: نیروی افقی زلزله به وسیله سقف ها به این دیوارها انتقال پیدا می کند. وضع دیوارهای برشی نسبت به پلان باید حالت تقارن داشته باشد و هرچه بیشتر در محیط ساختمان قرار گیرند مقاومت بیشتری خواهند داشت. در شکل (۵-۱) چند نمونه مناسب از موقعیت دیوارهای برشی که نسبت به محور XX و YY متقارن هستند، نشان داده شده است.



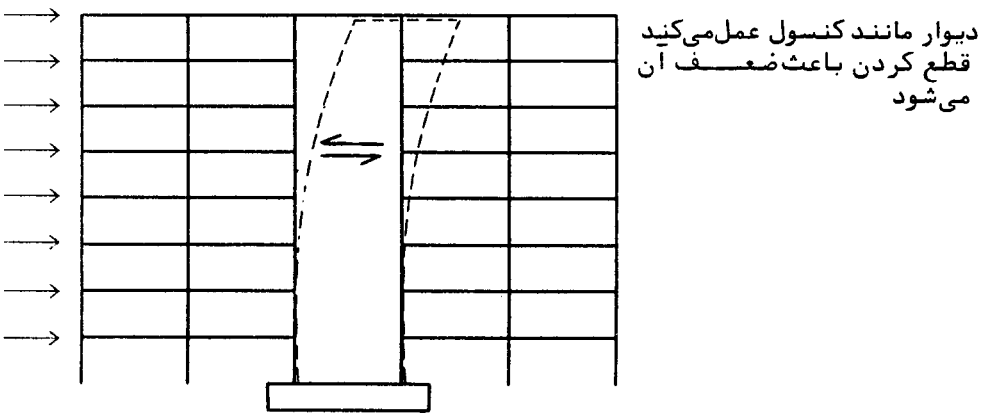
شکل (۵-۱) : موقعیت مناسب دیوارهای برشی

با توجه به اهمیت موقعیت دیوارهای برشی از نظر سازه ای و معماری بهتر است در طرح های اولیه، مهندس محاسب و آرشیتکت با هم همکاری نزدیک داشته باشند. یکی ازمحل های متعارف برای دیوارهای برشی اطراف آسانسورها و پله ها می باشد. در این حالت از دیوارهای برشی استفاده مضاعف می شود. دیوارها هم وظیفه تحمل نیروهای برشی زلزله را دارند و هم عمل مجزا کردن پله ها را از ساختمان در موقع آتش سوزی انجام می دهند. باید توجه کرد که این دیوارها باید از شالوده ساختمان شروع شده و پیوسته تا قسمت بالای ساختمان امتداد یابند. بنابراین قطع کردن دیوارها در یک طبقه مجاز نمی باشد.

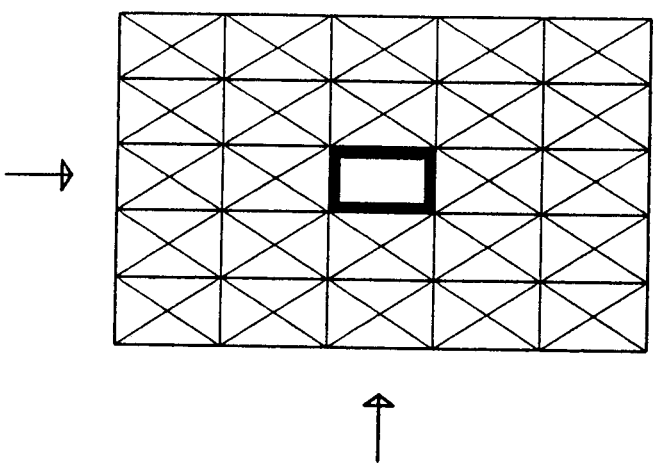
مسئله مهم دیگر احتراز از ایجاد بازشوهای بزرگ در دیوارهای برشی است. این کار باعث

کاهش مقاومت آنها می شود. علاوه براین باید سعی شود که ارتباط تیرهای افقی در سطح طبقه به دیوارهای برشی فراهم گردد. این عمل به وسیله دال های بتنی (دیافراگم افقی) و یا با گذاشتن مهاربندهای افقی (چپ و راست) انجام می گیرد. در این صورت سقف به صورت خرپا عمل کرده و نیروهای افقی وارده از گروه ها را به دیوارهای برشی انتقال می دهد.

در شکل (۵-۲) رفتار یک دیوار برشی در یک قاب فولادی نشان داده شده است و شکل (۵-۳) پلان یک طبقه با چپ و راست های افقی را نمایش می دهد.

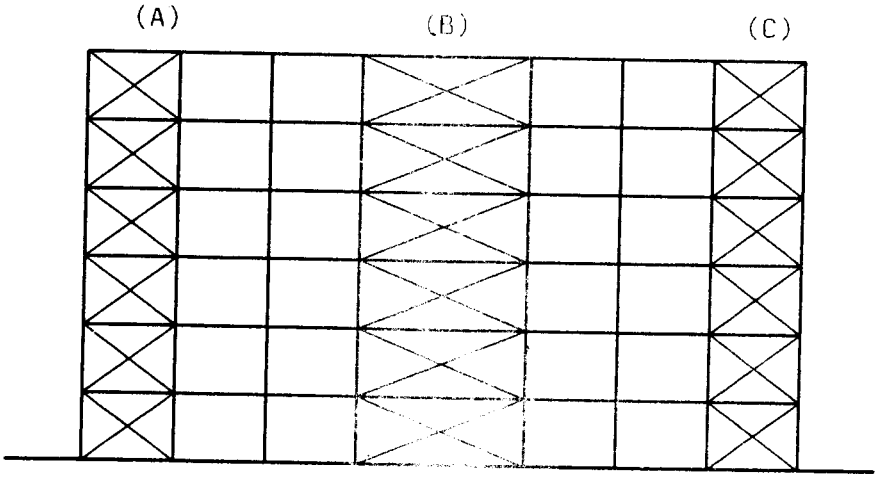


شکل (۵-۲) : رفتار دیوار برشی



شکل (۵-۳) : سقف با چپ و راست های افقی

ب - به وسیله بادبندها : در سازه های فولادی با اتصالات مفصلی می توان از بادبندهای فلزی برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی استفاده کرد. در عمل گذاشتن بادبندها در داخل ساختمان مزاحم فضای آزاد داخل آن می شود. به همین علت معمولا" آنها را در محیط ساختمان قرار می دهند. این موضوع نیز درصورتی که نمای بنا دارای پنجره های زیادی باشد ایجاد اشکال می کند، شکل(۵-۴). به همین علت از انواع مختلف بادبند که شکل های گوناگونی دارند استفاده می شود، موضوع بند(۵-۱-۴).



شکل (۵-۴) : جای بادبندهای ضروری

محاسبات نشان می دهد که معمولا" نیازی به مهاربندی تمام دهانه های یک ساختمان نیست و می توان تعداد محدودی دهانه را مهاربندی کرد و فرض نمود که نیروی سایر ستون های مهار نشده توسط قطعات افقی به بادبندها منتقل می شود. به عنوان مثال در شکل (۵-۴) فرض می شود که کل نیروهای زلزله توسط سه قاب C , B , A تحمل گردد، واضح است که دراین صورت باید ستون های سه قاب مزبور و شالوده های آنها از سایر ستون ها و شالوده ها قوی تر طرح شوند.

- سازه های فولادی با اتصالات نیم گیردار

اتصالات این نوع سازه ها تاحدودی تحمل لنگرهای وارده را می کند و به تنهایی قادر به تحمل کل نیروهای زلزله نبوده و معمولا" مانند سازه ها مفصلی به همراه بادبند یا دیوار برشی استفاده می شوند، با این تفاوت که نیروهای وارده بر دیوارهای برشی یا بادبندها کمتر بوده و خود سازه

نیز عملا" مقداری از نیروهای وارده را تحمل کرده و در واقع با همکاری سازه و دیوارهای برشی یا بادبندها، نیروهای زلزله جذب می شوند.

تحقیقات اخیر نشان می دهد که با توجه به خاصیت جذب انرژی این نوع اتصالات، سازه های فولادی رفتار خوبی در برابر زلزله از خود نشان داده اند.

- سازه های فولادی با اتصالات گیردار

فرض بر این است که اتصالات این نوع سازه ها کاملا" گیردار بوده یعنی زاویه بین اعضاء قبل از بارگذاری و بعد از آن ثابت می ماند. این گونه سازه ها معمولا" به تنهایی قادر به تحمل بارهای وارده هستند با این حال ممکن است توام با دیوار برشی یا بادبند استفاده شوند (به خصوص در مورد ساختمان های بلند) در صورتی که با دیوار برشی به کار روند فرض می شود ۲۵ درصد از کل نیروی زلزله توسط قاب ها و بقیه توسط دیوارهای برشی جذب خواهد شد.

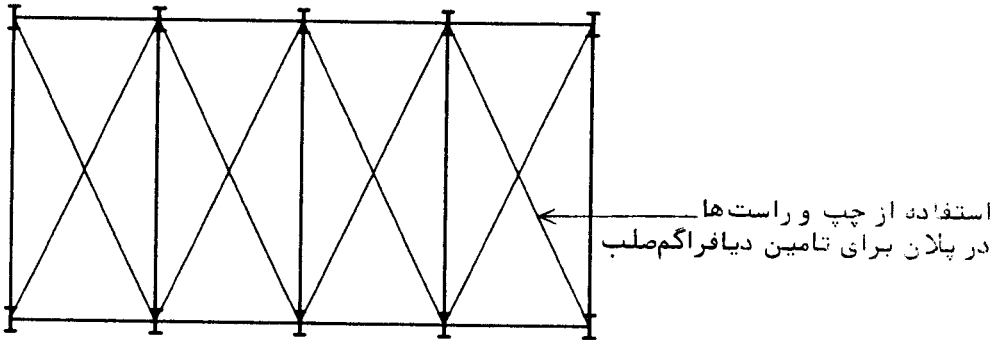
باید توجه داشت که تفاوت دیوار برشی بتنی بحث شده در حالت اتصالات مفصلی با حالت اخیر آن است که در اولی دیوارها باید حتی المقدور شکل قوطی شکل داشته و به طور مجزا همانند یک ستون کنسول از زمین عمل کنند، حال آنکه در حالت اتصالات گیردار دیوارها به همراه قاب های ساختمان و با همکاری هم تحمل نیروهای جانبی را کرده و در واقع دیوار خود به عنوان یک ستون فوق العاده قوی در مجموعه قاب ها انجام وظیفه می کند. در حالی که قاب های صلب بدون دیوار برشی به کار روند، کل نیروهای زلزله توسط قاب ها تحمل خواهد شد، به نظر می رسد که ساختمان های تاحدود ۲۰ طبقه را به این ترتیب می توان طرح و اجراء کرد.

قاب های صلب به علت یکپارچه بودن در برابر بارهای زلزله اساسا" به وسیله خمش تیرها و ستون ها واکنش نشان می دهد. این خصوصیت پیوستگی قاب صلب بستگی به مقاومت دورانی اتصالات اعضای آن دارد و ظرفیت باربری کل سازه بستگی به مقاومت یکایک تیرها و ستون های آن دارد و با زیاد شدن ارتفاع طبقه و فاصله ستون ها کاهش می یابد.

۵ - ۱ - ۳ دیافراگم

دیافراگم ها قطعاتی از سازه هستند که نیروهای افقی وارد به سازه را به ستون ها انتقال می دهند. معمولا" سقف ساختمان ها این وظیفه را انجام می دهند.

دیافراگم ها را بسته به آن که سختی آنها نسبت به سایر اعضاء چقدر باشد به سه دسته نرم، نیم سخت و سخت تقسیم می کنند که از نظر محاسبات با هم تفاوت دارند. هرچه دیافراگم سخت تر باشد بهتر می تواند نیروها را انتقال دهد. دال های بتنی یا سقف با مهارهای افقی فولادی دیافراگم سخت و سقف های سبک فلزی یا چوبی دیافراگم نرم محسوب می شوند، شکل (۵-۵).



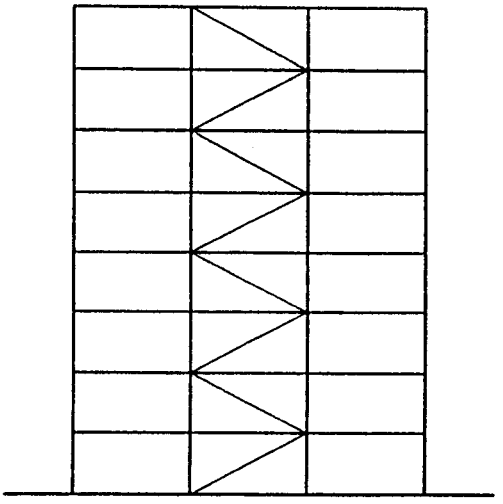
شکل (۵-۵) : دیافراگم با مهارهای افقی در سقف

۵ - ۱ - ۴ انواع مهاربند ها (بادبندها)

مهاربندهای ضربدری (چپ و راست) متداول ترین نوع شکل استفاده از مهاربندها است، ولی به علت آن که فضای بین یک دهانه از قاب را می بندد، در بعضی موارد (نظیر وجود بازشو در و پنجره ها) ممکن است ایجاد اشکال کند، دراین صورت می توان از سایر انواع مهاربندها به شرح زیر استفاده کرد :

- مهاربندی قطری

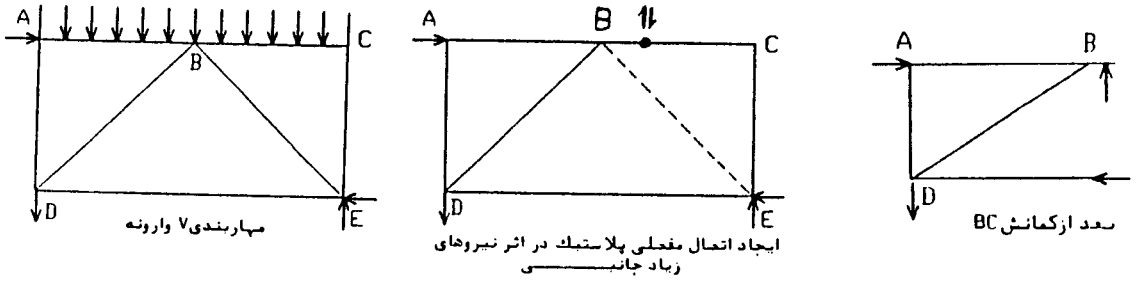
در مهاربندی قطری، امتداد قطرها در طبقات متوالی به تناوب عوض می شود، شکل (۵-۶). این نوع مهاربندی فاقد ظرفیت جذب انرژی غیر ارتجاعی مطلوب می باشد. تک قطری ها در هر طبقه باید برای فشار و همچنین کشش طرح شوند. با توجه به آن که ضریب لاغری اعضای قطری زیاد است نمی توان از آنها انتظار رفتار خمیری داشت. حتی وقتی که ضریب لاغری نسبتا" کوچک باشد، تأثیر و سودمندی مهاربندها در اثر کمانش محدود می شود.



شکل (۵-۶) : مهاربندی قطری

- مهاربندی " V " وارونه

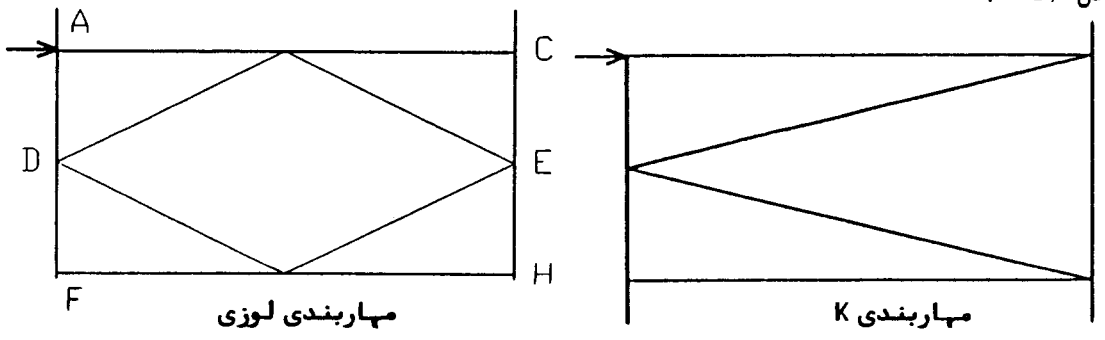
این شکل مهاربندی نسبت به مهاربندی ضربدری اغلب با شرایط معماری ساختمان سازگار تر است ولی باید با احتیاط به کار برده شود. بارها از طریق تیرها به مهاربندها منتقل می شوند. اگر مهاربندها برای تحمل این بارهابه درستی طرح نشده باشند ممکن است قبل از وقوع زلزله کمانش بکنند ونتوانند وظیفه خود را به موقع انجام دهند. دراین صورت مثلا" عضوBE در شکل (۵-۷) نمی تواند بارفشاری اضافی قابل ملاحظه ای ناشی از نیروهای زلزله را تحمل کند و می توان از آن صرفنظر کرد. بعد از اتفاق افتادن چنین حالتی یک نیروی برشی اضافی در تیر باید جبران BE رابکند که ممکن است با افزایش تنش ها منجر به تشکیل معضلی در تیر شود وسیستم ناپایدار شود.



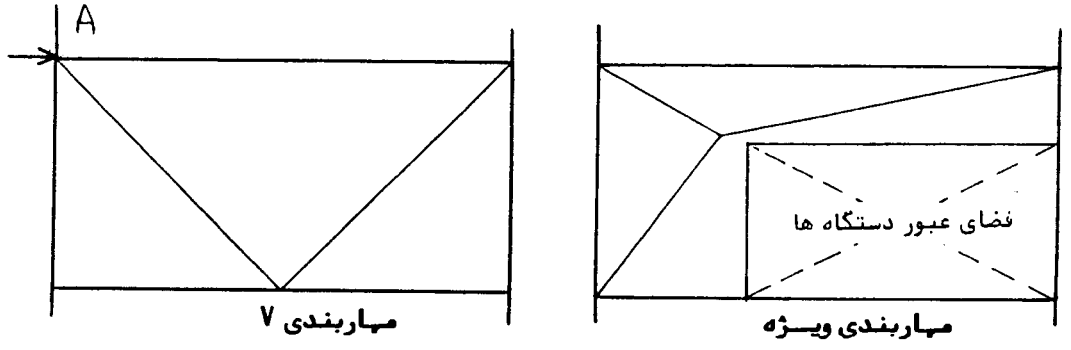
شکل (۵-۷) : مهاربندی V وارونه

- مهاربندی لوزی، " V " ، " K " و ویژه

اشکال دیگری از مهاربندی که می تواند فضایی را در اختیار مهندس معمار برای بازشو پنجره ها قرار دهد در شکل (۵-۸) دیده می شوند. اشکالات ذکر شده در باره مهاربندی قطری، V وارونه برای این گونه مهاربندی ها صادق است و باید در محاسبات آنها دقت بیشتری کرد، شکل (۵-۸) و شکل (۵-۹).



شکل (۵-۸) : مهاربندی لوزی و K



شکل (۵-۹) : مهاربندی "V " و ویژه

۵ - ۲ ایمنی در برابر حریق

۵ - ۲ - ۱ مقدمـــه

فولاد ماده ای اشتعال ناپذیر است، اما در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد آن چنان مقاومت خود را از دست می دهد که عضو باربر فولادی شروع به تغییر شکل، تابیدگی و شکم دادگی می کند و دیگر قادر به تحمل بار خود نیست. چون دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد در مراحل اولیه آتش سوزی

حاصل می شود، مقررات وجود پوشش برای اعضای سازه های فولادی را برای کاستن میزان گرم شدگی فولاد ضروری می دانند.

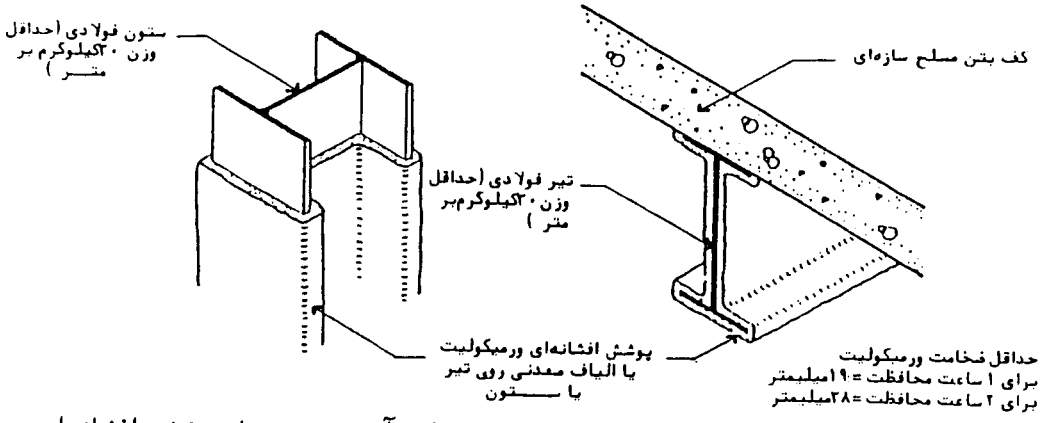
هرچه مقطع عضو فولادی بزرگتر باشد، پیش از آنکه مقاومت خود را از دست دهد کمتر تحت تأثیر گرمای ناشی از آتش سوزی قرار می گیرد. هرچه وزن پروفیل فولادی بیشتر و محیط آن کوچکتر باشد، مدت زمان بیشتری تا رسیدن به دمای انهدام آن طول می کشد. این موضوع به این علت است که پروفیل های بزرگتر پیش از رسیدن به دمای بحرانی گرمای بیشتری را نسبت به پروفیل های کوچکتر جذب می کند.

روش متداول برای حفاظت سازه های فولادی در برابر آسیب های ناشی از آتش سوزی، اجرای پوشش بتنی در اطراف تیرها و ستون ها یا آجر یا بلوک چینی اطراف ستون ها به همراه پوشش بتنی برای تیرها است.

این پوشش های سنگین، حجیم و نسبتا" گران قیمت تا حدود زیادی جای خود را به سیستم های سبک تر حفاظت در برابر آتش سوزی داده اند، مانند افشانه ها، پوشش های ورقه ای، پوشش های پیش ساخته، اندود های مترورم شونده و اندود و رابیتس.

۵ - ۲ - ۲ اندودهای افشانه ای

برای حفاظت از پروفیل های فولادی در برابر آتش سوزی، مواد زیادی وجود دارد که بر سطح کار پاشیده می شوند. موادی که بر روی سطح پروفیل های فولادی افشانه می شوند پوشش سبکی به وجود می آورند که همان شکل پروفیل پوشیده شده را ایجاد می کنند، شکل (۵-۱۰).



شکل (۵-۱۰) : حفاظت از سازه های فولادی دربرابر آتش سوزی با پوشش افشانه ای

بسته به ضخامت پوشش مدت حفاظت در برابر آتش به چهار ساعت نیز می‌رسد. سطح رویه این مواد معمولاً" بافت ریزی دارند و به خاطر ماهیت سبک وزن مواد، این پوشش‌ها به راحتی در اثر ضربه یا سایش آسیب می‌بینند. این مواد تا حدودی از خوردگی فولاد جلوگیری می‌کنند و به علت سبکی وزن به کنترل تعریق بخار آب کمک می‌کنند. سیستم‌های افشانه‌ای برای حفاظت تیرهای سقف در پشت سقف‌های کاذب و برای مواردی که ظاهراً" از اهمیت ویژه برخوردار نیستند، مناسب است. اندودهای افشانه‌ای به سبب سبکی وزن و متخلخل بودن معمولاً" برای کاربردهای خارجی مناسب نیستند.

اندود های افشانه‌ای را می‌توان به دو دسته زیر تقسیم کرد :

الف - اندودهای الیاف معدنی :

این مواد از مخلوط الیاف معدنی و چسب‌های غیر آلی ساخته می‌شوند که به صورت مرطوب بر سطح تمیز و خشک فولاد پاشیده می‌شوند. این مواد را با خنک شدن، یک عایق حرارتی همگن و دائمی به وجود می‌آورند که آنرا می‌توان با هر پروفیل فولادی به کار برد.

ب - اندودهای ورمیکولیت، گچ و سیمان :

این مواد مخلوطی از ورمیکولیت یا اکسی کلرید منیزیم هوا داده با سیمان یا ورمیکولیت با گچ می‌باشند و به صورت مخلوط آماده برای کاربرد افشانه‌ای مستقیم بر سطح تمیز و خشک فولاد که در محل به آن فقط آب افزوده می‌شود. این مخلوط به شکل عایق حرارتی سخت و همگنی خشک می‌شود و سطح آن را می‌توان با ماله‌کشی صاف کرد یا با همان بافت زبر ناشی از کاربرد افشانه‌ای باقی گذاشت.

این مواد تا حدودی از اندودهای افشانه‌ای الیاف معدنی قوی تراند اما در برابر ضربه مقاوم نیستند.

۵ - ۲ - ۳ پوشش‌های ورقه‌ای

سیستم‌های بسیار مختلفی از ورق‌های پیش ساخته وجود دارد که با بریدن و نصب آنها در اطراف پروفیل‌های فولادی نوعی عایق بندی حرارتی توخالی برای حفاظت در برابر آتش سوزی ایجاد می‌گردد.

برای مؤثر بودن این پوشش‌ها در آتش‌سوزی آنها را باید به شکل محکمی در اطراف

پروفیل های فولادی نصب کرد و درز میان آنها را با همپوشانی یا مواد پر کننده مسدود ساخت. پوشش های ورقه ای از استحکام متوسطی برخوردارند و در برابر سایش تا حدودی مقاوم اند اما در اثر ضربه های متوسط به راحتی آسیب پذیرند و در نتیجه برای استفاده های خارجی مناسب نیستند. پوشش های ورقه ای برای استفاده توأم با رویه های هم جنس یا مشابه برای سقف ها و دیوار ها مناسب اند.

پوشش های ورقه ای به شرح زیر تقسیم بندی می شوند :

الف - ورقه ها و توفال های الیاف معدنی

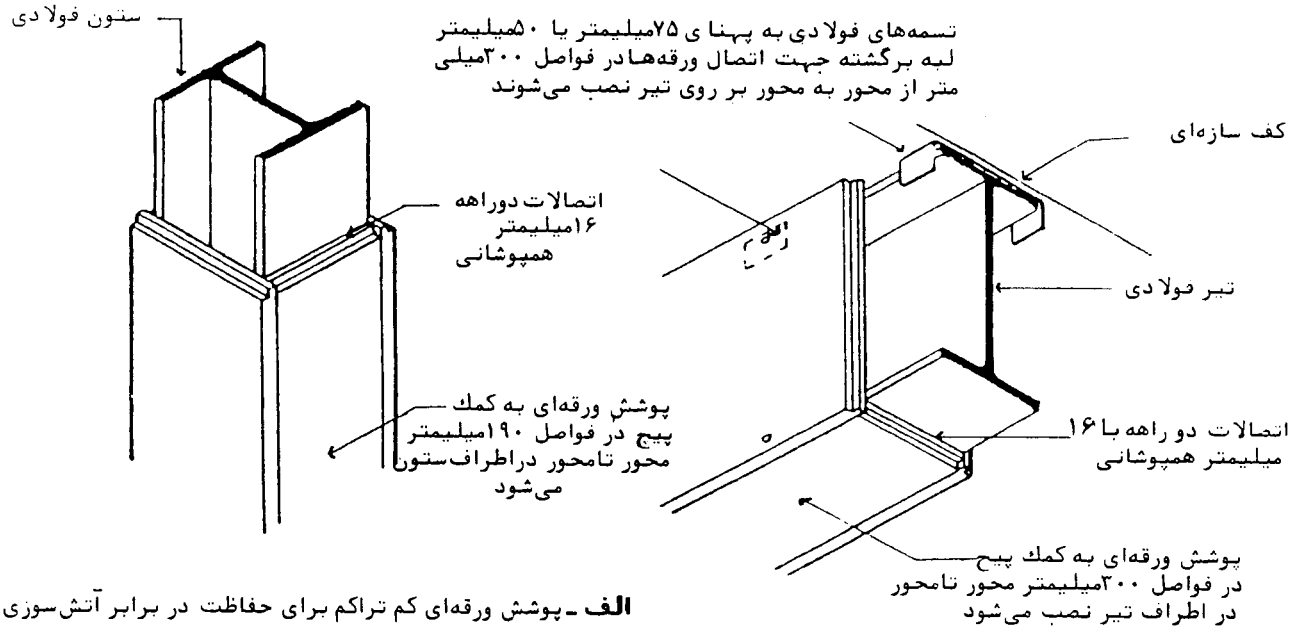
این ورقه ها از الیاف معدنی و چسب سیلیکات کلسیم یا سیمان ساخته می شوند. سطوح درشت بافت این ورقه ها و توفال ها را می توان اندودکاری کرد. این ورقه های نسبتا" ضعیف به قاب بندی فولادی سبک اطراف پروفیل های فولادی پیچ می شوند. تخته های الیاف معدنی از استحکام متوسطی برخوردارند و در مکان هایی مورد استفاده قرار می گیرند که ظاهر کار از اهمیت درجه اول برخوردار نیست.

ب - ورقه های ورمیکولیت و گچ

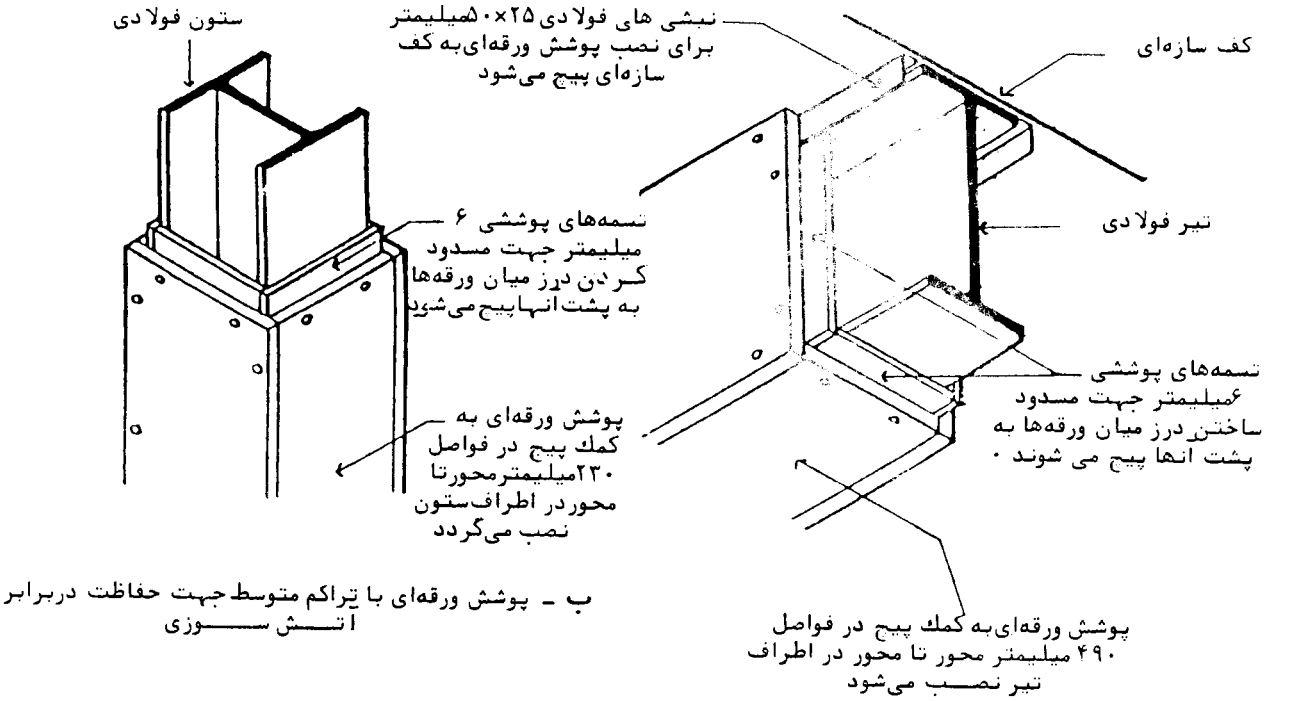
این ورقه ها از ورمیکولیت و گچ با چسب های غیر قابل اشتعال ساخته می شوند. این تخته ها پس از برش خوردن به اندازه های مورد نظر با پیچ شدن به یکدیگر در اطراف پروفیل های فولادی نصب و به تسمه ها یا نبشی های فولادی محکم می شوند، شکل(۵-۱۱). لبه ورقه ها را می توان به شکل قائم برش داد یا دو راهه کرد. سطح این تخته ها را که پوشش نسبتا" صلب و مستحکمی برای سازه های فولادی ایجاد می کنند، می توان اندود کرده و یا به همان صورت اولیه باقی گذاشت.

پ - پوشش از صفحات گچی

این پوشش را می توان از صفحات گچ با ضخامت استاندارد یا برای بهبود مقاومت در برابر حریق از صفحات گچ و ورمیکولیت ساخت. این صفحات پس از برش خوردن به اندازه مورد نظر به بست های فلزی دور پروفیل های فولادی متصل می شوند. سطح صفحات گچی را می توان اندود کرد یا به همان صورت باقی گذاشت. این نوع پوشش از استحکام متوسطی برخوردار است.



الف ـ پوشش ورقه‌ای کم تراکم برای حفاظت در برابر آتش‌سوزی

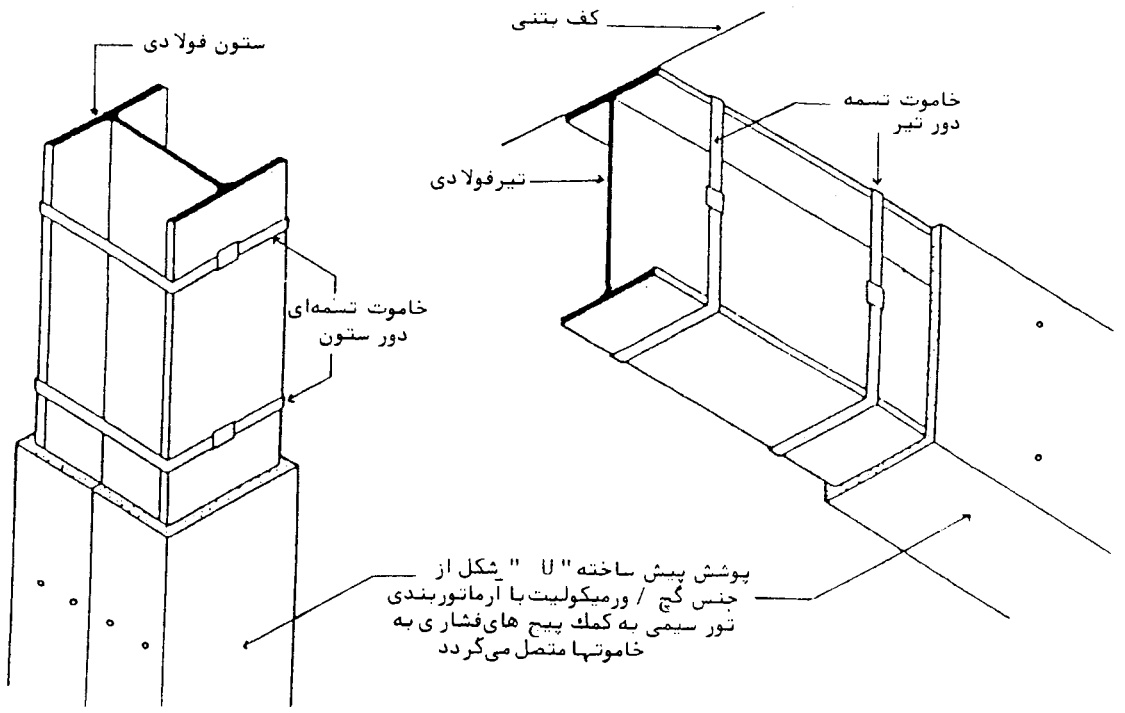


ب ـ پوشش ورقه‌ای با تراکم متوسط جهت حفاظت دربرابر آتش سوزی

شکل (۵-۱۱) : جزئیات پوشش های ورقه ای

۵ - ۲ - ۴ پوشش های پیش ساخته

پوشش های پیش ساخته به صورت قطعات " L " یا " U " شکل ساخته می شوند که به ترتیب در اطراف تیرها و ستون های فولادی نصب می شوند. این صفحات از ورمیکولیت و گچ یا با رویه ای از ورق فولادی بر روی پوشش های آتشپاد ساخته می شوند، شکل (۵-۱۲). پوشش های رویه فلزی از مقاومت خوبی در برابر ضربه و سایش برخوردارند.



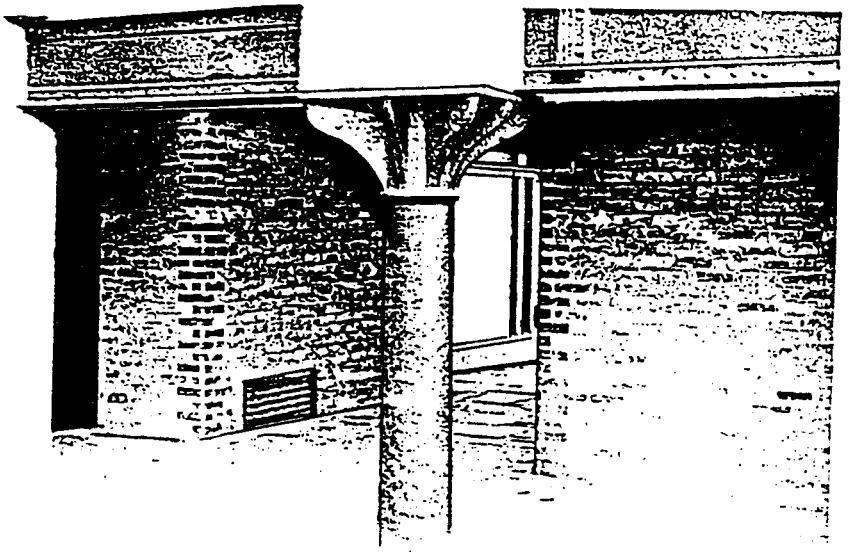
شکل (۵-۱۲) : حفاظت از سازه های فولادی در برابر آتش سوزی با استفاده از پوشش پیش ساخته "U " شکل جنس گچ و ورمیکولیت

۵ - ۲ - ۵ اندودهای متورم شونده (پفی)

این اندودها دارای ماستیک و رنگ هایی هستند که در اثر حرارت پف کرده و پوشش محافظتی در برابر گرما ایجاد می کنند. این مواد به کمک افشانه یا ماله به صورت لایه نازکی بر روی پروفیل فولادی کشیده می شوند و رویه سختی را ایجاد می کنند که می توان آنها را به همان

صورت بافت دار ناشی از افشانه کردن باقی گذاشت یا با ماله صاف کرد. اندودهای متورم شونده حفاظتی حداکثر دو ساعته در برابر آتش ایجاد می‌کنند.

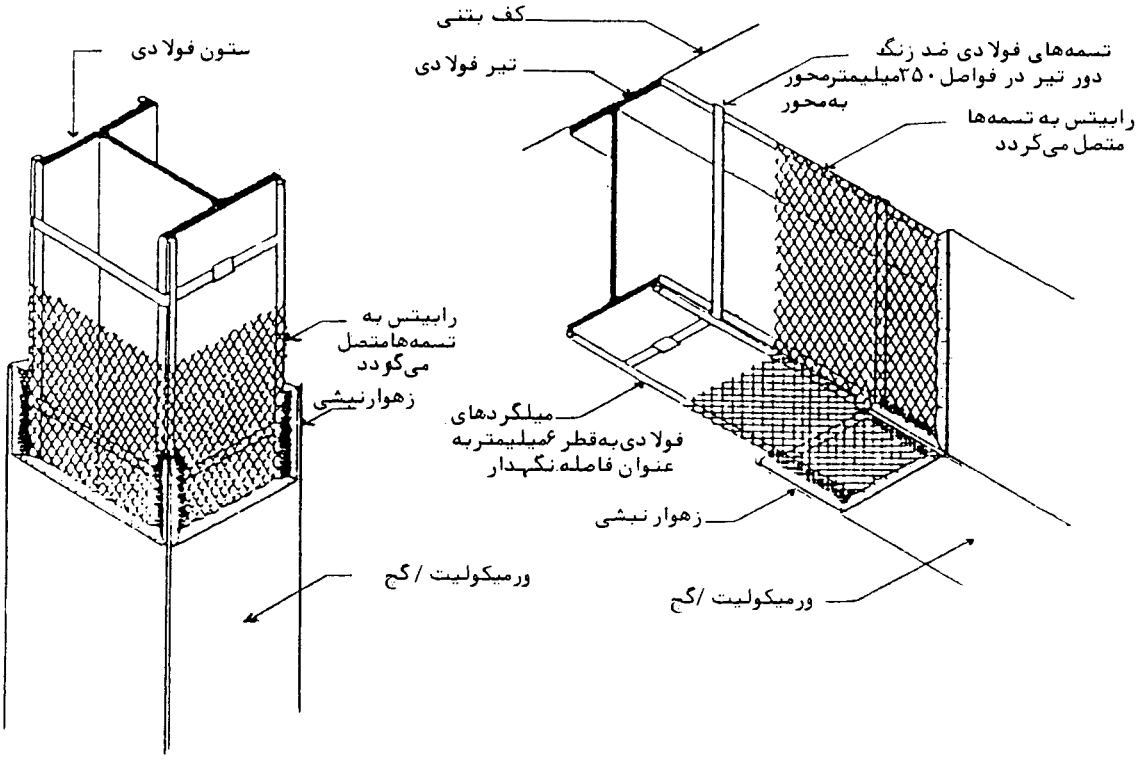
از اندودهای متورم شونده به علت گران بودن فقط در مواردی استفاده می‌کنند که مهندس معمار قصد نمایش دادن سازه فولادی را دارد، شکل (۵-۱۳).



شکل (۵-۱۳) : استفاده از اندودهای متورم شونده در ساختمانهای قدیمی

۵ - ۲ - ٦ : اندود و رابیتس

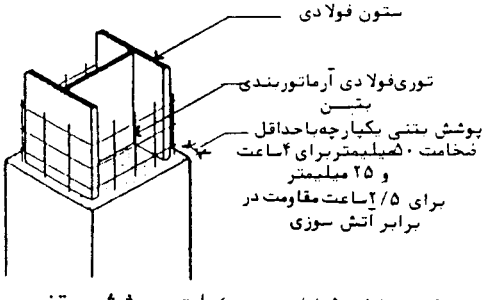
اندود کاری بر روی رابیتس یکی از روش‌های مرسوم در حفاظت از سازه‌های فولادی در برابر آتش سوزی است. رابیتس به همراه زهواره‌های نبشی بر روی تسمه‌های فولادی ضد زنگ دور پروفیل فولادی کشیده و متصل می‌گردد، شکل (۵-۱۴)، سپس سطح رابیتس با لایه‌ای از اندود گچ و ورمیکولیت پوشانده و جهت تزئین به صورت صاف ماله کشی می‌شود تا یک عایق بندی حرارتی در برابر آتش سوزی به وجود آید. این پوشش صلب و مقاوم، سایش و ضربه را تحمل می‌کند و به ویژه برای مواردی مناسب است که سقف و دیوارها رویه مشابهی دارند.



شکل (۵-۱۴) : حفاظت از سازه فولادی در برابر آتش سوزی با استفاده از رابیتس و پوشش گچی

۵ - ۲ - ۷ پوشش بتنی، آجری یا بلوکی

پوشش بتن مسلح مرسوم حفاظت از سازه‌های فولادی در برابر آتش‌سوزی و خوردگی است. این پوشش یکپارچه در برابر آسیب‌های ناشی از ضربه بسیار مقاوم است. برای جلوگیری از پکیدن بتن وجدا شدن از سازه فولادی در زمان آتش سوزی آنرا با آرماتوربندی سبک مسلح می کنند، شکل (۵-۱۵).



شکل (۵-۱۵) : جزئیات پوشش بتنی

نقاط ضعف پوشش بتنی عبارتند از : وزن زیاد ، هزینه زیاد اجرای بتن

از پوشش آجری سازه های فولادی درمواردی استفاده می شود که پوشش آجری یا دیوارهای تقسیم آجری بخشی از ساختمان را تشکیل می دهند یا درمواردی که پوشش آجری از جهت ظاهر کار و تناسب با نما یا محیط دارای اهمیت است. در غیر از این موارد پوشش آجری پر زحمت و پرهزینه است.

بجای آجر می توان از بلوک های بتنی یا سفالی نیز استفاده کرد.

۵ - ۲ - ۸ حفاظت پروفیل های توخالی در برابر حریق

با استفاده از فضای داخل پروفیل های توخالی می توان مقاومت آنها را در برابر آتش سوزی افزایش داد. برای تأمین این منظور فضای داخلی این مقاطع را می توان با آب یا با بتن پر کرد. اگر جریان آب در داخل مقاطع توخالی را بتوان حفظ کرد یک مقاومت نامحدود در برابر آتش سوزی به دست می آید. جریان آب می تواند به شرح زیر تأمین شود :

الف - با استفاده از مقاطع مختلف متصل به هم به شرطی که تمامی آنها در معرض حریق نباشند و یک منبع آب درارتفاع (مثلا" در تراز بام)

ب - اتصال مستقیم به سیستم آبرسانی و تخلیه

پ - به وسیله پمپ آب

در حال حاضر تحقیقات بر روی مقاطع توخالی که فقط یکبار با آب پر شده اند، جریان دارد. برای جلوگیری از خوردگی فولاد از داخل و همچنین برای جلوگیری از یخ زدن آب، از مواد شیمیایی ویژه ای استفاده می کنند .

در صورت استفاده از بتن برای پر کردن فضای خالی پروفیل ها ، می توان با گذاشتن میلگرد در آنها مقاومت و ظرفیت باربری قطعات را به مقدار قابل ملاحظه ای افزود. برای مثال یک ستون توخالی مربع ۳۰×۳۰ سانتیمتر با بتن پر کننده که با ظرفیت کامل بارگذاری شده است یک مقاومت ۲ ساعته در برابر حریق خواهد داشت.

فصل ششم - ترمیم و نگهداری سازه‌های فولادی

٦ - ١ مقدمه

ترمیم و نگهداری سازه‌های فولادی ممکن است به علت عوامل زیر مورد نیاز باشد:

- خرابی ناشی از عوامل طبیعی یا غیر طبیعی (نظیر زلزله یا انفجار)
- خوردگی
- اشتباه در محاسبات یا اجراء
- تغییر کاربری ساختمان

برای رفع معایب یک سازه به سبب عوامل فوق الذکر روش‌های گوناگونی وجود دارد که برای انتخاب یکی از آنها باید به عوامل نظیر: هزینه، امکان اجراء از نظر معماری و ساخت و اطمینان از عملکرد سازه پس از ترمیم توجه شود. به عنوان مثال ساختمان‌های تاریخی نیاز به روش‌های ویژه‌ای برای ترمیم و مقاوم سازی دارند که با توجه به اهمیت تاریخی این گونه بناها عامل هزینه ممکن است در اولویت دوم قرار گیرد و بالعکس در ساختمان‌های مسکونی سهولت اجراء و مسائل اقتصادی اهمیت بیشتری دارند. دراین فصل به اختصار چگونگی ترمیم و نگهداری انواع قطعات فولادی که به علتی قادر به تحمل تنش‌های وارده نیستند ارائه خواهد شد.

٦ - ٢ ترمیم قاب‌ها

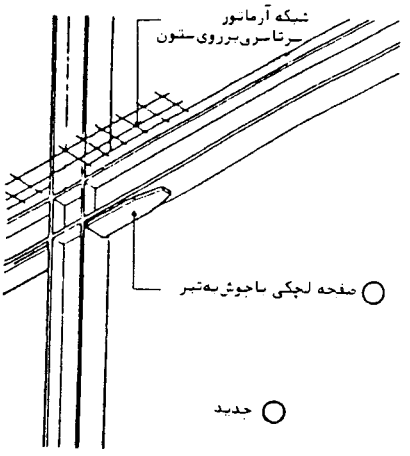
در عملکرد قطعات و سازه‌های فولادی ممکن است به سبب عوامل زیر اختلالی به وجود آید :

- کافی نبودن ظرفیت خمشی تیرها یا ستون‌ها
- عدم وجود ظرفیت کافی برشی در تیرها یا ستون‌ها
- ضعف در اتصالات
- تغییر شکل نسبی بیش از اندازه قطعات یا کل سازه
- ضعف در اعضای مقاوم در برابر بارهای جانبی نظیر بادبندها

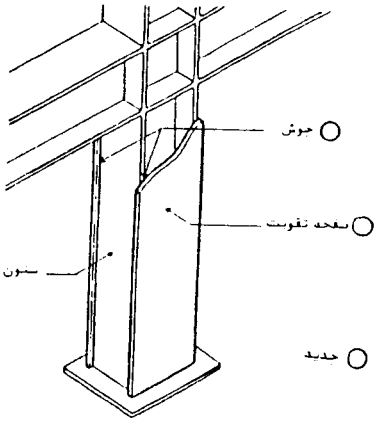
۶ - ۲ - ۱ طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت خمشی تیرها یا ستون ها

کمبود ظرفیت خمشی تیرها یا ستون ها را می توان با به کارگیری یک یا چندگزینه زیر بهبود بخشید:

الف - افزودن ورق های پوششی یا مقاطع دیگر فولادی به بال های قطعات مانند شکل (۶-۱) یا قوطی کردن آنها با صفحات فولادی، شکل (۶-۲).



شکل (۶-۱) : طرح تقویت تیر با افزودن ورق های پوششی

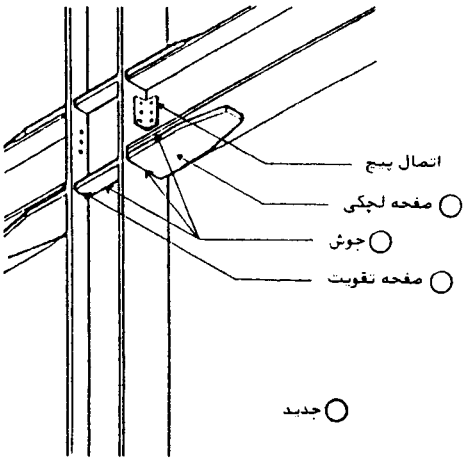


شکل (۶-۲) : طرح تقویت ستون با روش قوطی کردن

ب - به کارگیری صفحات پشت بند یا اعضای زانویی وخم شده در اتصالات قاب های خمشی.

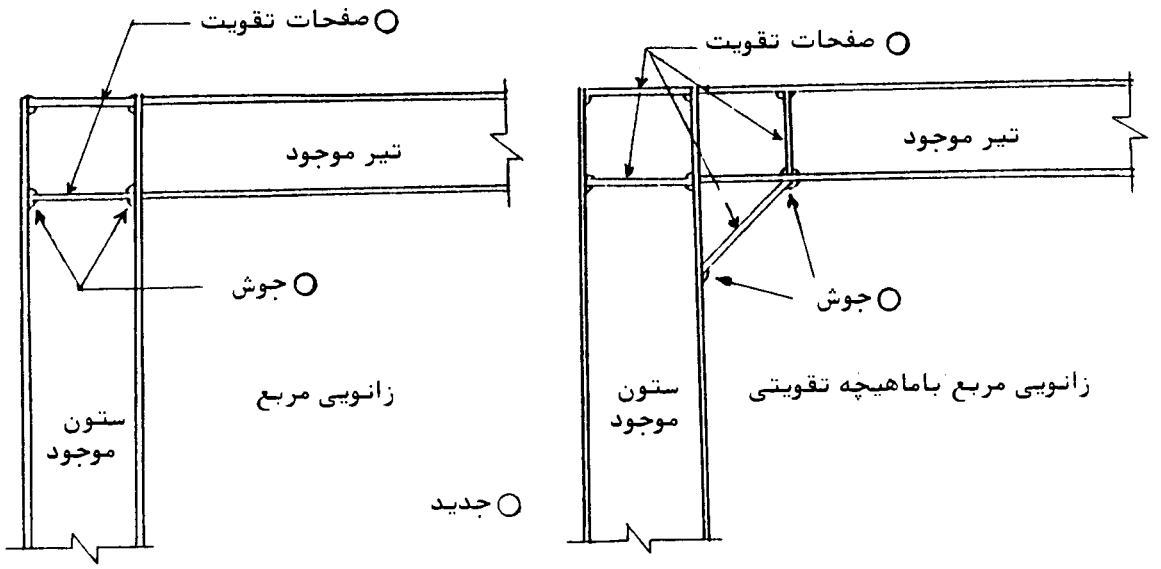
پ - اضافه کردن اعضای قائم، بادبند یا دیوارهای برشی جدید به سیستم قدیم.

اگر اعضای قاب فولادی موجود غیرقابل دسترس باشند به علت داشتن پوشش های معماری، گزینه (الف) معمولا" از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود زیرا اکثر ستون ها، تیرها و اتصالات باید نمایان شده و بعد از اتمام کار مجددا" پوشانیده شوند. در این حالت گزینه (ب)، (پ) شاید مناسب تر باشد. به عنوان مثال همان طوری که در شکل (٦-٣) نشان داده شده است می توان با گیردار کردن اتصالات مفصلی قاب های ساده را به قاب های خمشی تبدیل کرد و تنش های خمشی در تیر ها را کاست. البته در این صورت باید ظرفیت باربری ستون ها کنترل شود.



شکل (٦-٣) : تغییر قاب ساده به قاب خمشی

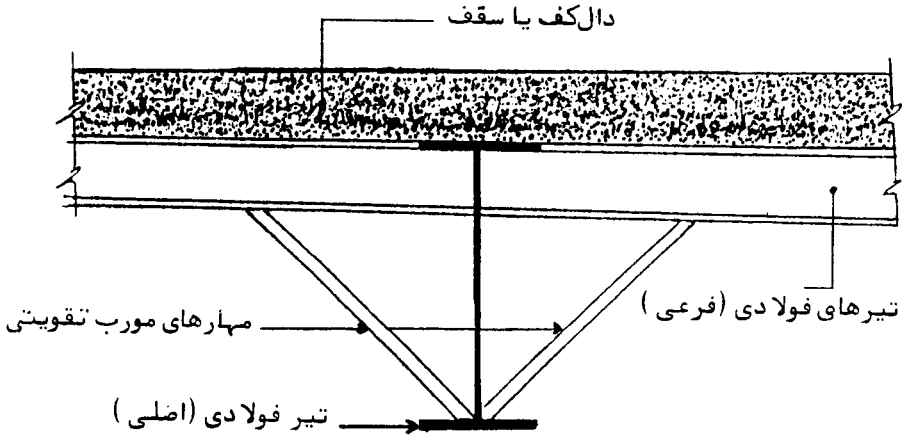
افزایش ظرفیت خمشی ستون ها و تیرها با ورق های پوششی در محل اتصال آنها معمولا" به دلیل در هم رفتگی قطعات اتصال دشوار می باشد. افزودن صفحات تقویتی (پشت بندها) به منظور ایجاد گرده در زیر یا بالای تیرها، یک روش مؤثر برای افزایش ظرفیت خمشی قاب ها می باشد، شکل (٦-۴).



شکل (۶-۴) : اتصالات تقویتی زانویی

لازم به تذکر است که انتقال نیروها توسط این مهارهای زانویی شکل ایجاب می‌کند که تحلیل مجدد برای قاب انجام گیرد و کلیه تنش‌ها در مقاطع مختلف قاب کنترل شود.

در بسیاری از موارد امکان افزایش ظرفیت خمش تیرها به وسیله افزودن ورق‌هایی در بال فوقانی، به علت وجود دال کف، وجود ندارد، در صورتی که دال بتنی موجود دارای آرماتوربندی مناسب و جزئیات لازم برای ایجاد عملکرد مرکب را داشته باشد با افزودن ورق‌های تقویت در بال پائینی و در هر انتهای تیر قابل اجرا می‌باشد که در شکل (۶-۱) نشان داده شده است. در حالاتی که عملکرد مرکب امکان پذیر نیست افزایش ضخامت بال فوقانی می‌تواند با افزودن صفحات مثلثی شکل به کناره‌های بال فوقانی و با استفاده از روش جوش لب به لب به بال‌های تیر و ستون تأمین شود. گرچه بال فوقانی ممکن است در محل لنگر مثبت (وسط دهانه) توسط کف طبقه محافظت گردد ولی باید بال پائینی برای کمانش فشاری در ناحیه لنگر منفی (دو انتهای دهانه) کنترل شود. در صورت لزوم باید تکیه‌گاه‌های جانبی که به وسیله مهارهای مورب ومتصل به سیستم کف به وجود آمده‌اند، پیش‌بینی شوند، شکل (۶-۵).



شکل (٦-٥) : مهارهای مورب تقویتی

٦ - ٢ - ٢ طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت برشی

روش های زیر را می توان برای تقویت قطعات در برابر برش به کار برد :

الف - وصله به جان قطعات

ب - تقویت اتصالات با افزودن پشت بندها و مهاری ها

پ - افزودن قطعات باربر جدید به سازه قدیم

ت - مدفون کردن ستون ها در بتن

٦ - ٢ - ٣ روش های کاهش تغییر مکان سازه ها

تغییر مکان جانبی بیش از اندازه سازه ها در اثر زلزله معمولاً منجربه خرابی های زیادی می شود. برای قاب های فولادی ممکن است که تغییر مکان بیش از اندازه قاب در کل پایداری سازه نقش اساسی داشته باشد. تغییر مکان های قاب های خمشی را می توان با به کارگیری یک یا چند گزینه زیر کاهش داد :

الف - قوطی کردن ستونها، (شکل ٦-٢).

ب - تقویت اتصالات، (شکل ٦-۴).

پ - افزودن اعضای باربر مقاوم جدید به سازه قدیمی.

ت - مدفون کردن ستون ها در بتن.

ث - استفاده از سیستم‌های میراگر (استهلاک کننده انرژی).

قابلیت انجام هر کدام از روش‌های فوق و هزینه بری آنها در هر پروژه باید بررسی شود و بهترین آنها انتخاب گردد.

فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی

۷ - ۱ قابلیت های فولاد

مهم ترین قابلیت های فولاد را می توان به شرح زیر خلاصه کرد :

- شکل پذیری، این خاصیت سبب می شود که سازه های فولادی نیروهای زلزله را بهتر جذب کنند .
- نسبت مقاومت به وزن بالا، این خاصیت باعث می شود که ساختمان های بلند از فولاد ساخته شوند علاوه بر دو خصوصیت فوق که سبب می شود فولاد پرمصرف ترین مصالح ساختمانی باشد، امکان ایجاد قطعات پیش ساخته، سرعت در اجرا و دوام سازه های فولادی نیز حائز اهمیت هستند .

نگاهی به آمار ساختمان های بلند ساخته شده در ژاپن و ایالات زلزله خیز امریکا نشان می دهد که تقریبا" تمام ساختمان های بلند ژاپن یا تماما" فولادی یا به صورت مختلط ساخته شده اند و تنها دو ساختمان تماما" بتنی در سرتاسر فهرست ساختمان های ژاپن ذکر شده است (۹ طبقه و ۲۰ طبقه). در ایالت کالیفرنیای امریکا نیز اکثر ساختمان های بلند دارای سازه های فولادی هستند .

از طرف دیگر نقاط ضعف فولاد عبارتند از :

- مقاومت فولاد با افزایش دما کم می شود و چون برای ساختمان ها خطر حریق وجود دارد، اجبارا" باید قطعات فولادی را با مصالح مقاوم در برابر حرارت پوشاند .
- خوردگی و فساد فولاد در اثر عوامل خارجی .
- تمایل قطعات فشاری به کمانش، از آنجا که مقاومت فولاد زیاد و ابعاد قطعات معمولا" کوچک است تمایل به کمانش در قطعات فشاری زیاد است .

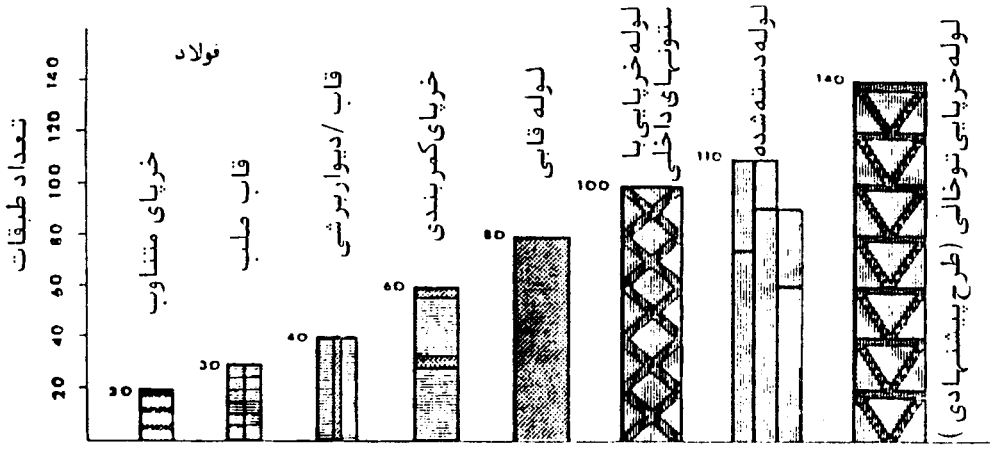
۷ - ۲ انتخاب سیستم سازه ای مناسب برحسب ارتفاع ساختمان

اهمیت اثر نیروی جانبی با بالا رفتن ارتفاع ساختمان با شدت زیادی افزایش می یابد. در ارتفاع معینی تغییر مکان جانبی ساختمان چنان زیاد می شود که منحنی کل سازه تعیین کننده نوع آن می شود. درجه سختی هر سازه بستگی به نوع آن دارد، ضمن آنکه بازده هر سیستمی مستقیما" با مقادیر مصالحی که به طور صحیح مصرف شده، رابطه دارد. بنابراین برای بهینه کردن سیستم هر سازه ای باید با حداقل وزن، حداکثر سختی حاصل شود. البته بدون آن که مسئله شکل پذیری فراموش شود. این موضوع منجر به ابداع سیستم های سازه ای مناسبی برای ارتفاعات مختلف ساختمان می گردد. بعضی از عواملی که در توسعه این سیستم های تازه نقش مهمی داشته اند عبارتند از :

- مصالح سازه ای با مقاومت زیاد
- عمل مرکب بین عناصر سازه ای ساخته شده از دو یا چند نوع مصالح
- روش های جدید اتصال قطعات
- ارزیابی رفتار پیچیده سازه ها با کامپیوتر
- استفاده از مصالح ساختمانی سبک تر
- روش های اجرایی جدید

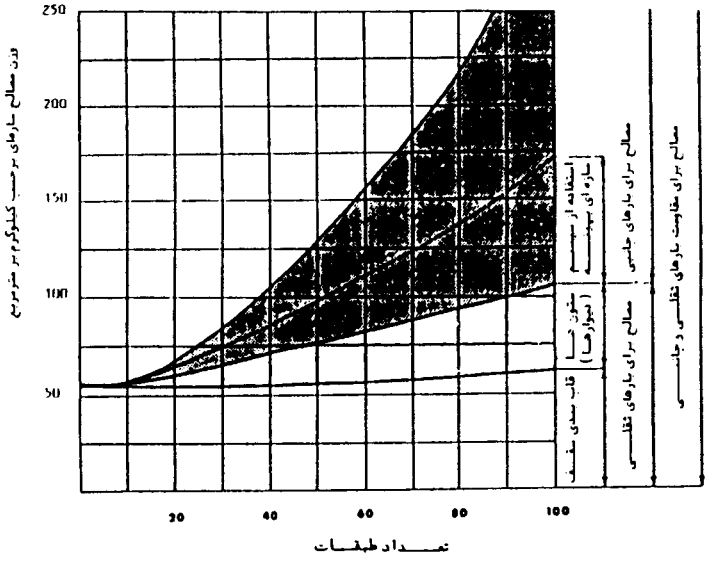
توصیه سیستم های سازه ای مختلف برای ارتفاعات گوناگون نباید به عنوان قاعده مطلق تلقی شود . در واقع در ساختمان ۱۰۲ طبقه امپایر استیت سیستم مرکب از قاب صلب و دیوار برشی به کار رفته که براساس شکل (۷-۱) برای ساختمان های کمتر از ۴۰ طبقه مناسب می باشد. در این شکل سیستم ها براساس حداکثر بازده سازه ای طوری مرتب شده که وزن کمتری داشته باشند .

ساختمان های کوتاه معمولا" برای بارهای ثقلی طرح می شوند و سپس قابلیت تحمل آنها در برابر بارهای جانبی کنترل می شود در حالی که در ساختمان های متوسط و بلند، بارهای جانبی خیلی حساس تر می باشند .



شکل (۷-۱) : انواع سازه های مناسب بر حسب تعداد طبقات ساختمان

شکل (۷-۲) میزان وزن فولاد مصرفی در ساختمان به تفکیک برای تحمل بارهای ثقلی و یا جانبی برحسب تعداد طبقات نشان داده شده است. همان طوری که دیده می‌شود رابطه بارهای ثقلی و تعداد طبقات تقریبا" خطی است ولی برای ساختمان‌های بلند وزن بیشتری از ساختمان برای تحمل نیروهای جانبی مصرف می شود.



شکل (۷-۲) : رابطه وزن ساختمان برحسب طبقات

۷ - ۳ عوامل مؤثر در کاهش وزن اجزای سازه ای

امروزه در یک ساختمان ۱۰۰ طبقه میزان فولاد مصرفی بیشتر از ۱۴۵ کیلوگرم در مترمربع نیست در حالی که در ساختمان امپایر استیت که در دهه ۱۹۳۰ ساخته شده است در هر مترمربع ۲۰۱ کیلوگرم فولاد مصرف شده است. برای کاهش وزن فولاد باید به نکات زیر توجه کرد :

الف - بکارگیری مفاهیم پیشرو در طراحی

برای ساختمان های نسبتا" کوتاه یا متوسط هر چند به کار بستن روش های کارآمد سازه ای برای تحمل نیروهای جانبی مهم است ولی تأثیر تعیین کننده ای بر وزن مصالح مصرفی ندارد. حال آن که در ساختمان های بلندتر، روش های هوشمندانه در طراحی تفاوت چشمگیری در میزان مصالح مصرفی ایجاد می کند به همین علت مهندسان سازه دائما" در جستجوی راه حل هایی هستند که منجر به کاهش در مصرف مصالح شود. تعدادی از این تدابیر به قرار زیراند :

- افزایش عرض و طول ساختمان در قسمت های پائینی سازه برای تأمین مقاومت در برابر واژگونی
- طراحی سازه ها به طوری که اجرای آن به بهترین صورت با یکدیگر کار کنند.
- استفاده حداکثر از مهاربندها
- تنظیم تیر ریزی کف ها به طوری که حتی المقدور تمام یا بخش اعظم بارهای ثقلی توسط اجزای مقاوم در برابر نیروهای جانبی تحمل شود.
- پوشاندن نقاط ضعف مصالح فولاد و بتن با ترکیب کردن آنها به نحوی که از هر دو مصالح بیشترین بازدهی حاصل شده باشد.
- به حداقل رساندن خمش ناشی از نیروی باد در اجزای سازه ای اصلی.
- استفاده از رفتار خرپایی برای کاهش خمش در ستون ها در تیرهای لبه.
- استفاده از شکل های هندسی گرد برای کاهش فشار باد.
- گذاشتن ستون ها در فواصل نزدیک به هم در پیرامون ساختمان برای تحمل تمام یا قسمت اعظم بارهای ثقلی و کل نیروهای جانبی.
- آویختن کف ها از یک هسته مرکزی آن چنان که تمام بار ثقلی به هسته منتقل شود. این عمل باعث افزایش لنگر مقاوم و خنثی شدن لنگر واژگونی می شود.
- استفاده از یک هسته داخلی مهاربندی شده که به وسیله خرپاهای رابط به رشته خرپاهای

پیرامونی که به ستون ها بسته شده اند، متصل می شوند.

در همه این روش ها سعی شده است که ساختمان مانند تیری رفتار کند که از زمین به صورت طره ای بیرون زده و اثرات ثانویه درآن به حداقل رسانیده شود. یکی از بهینه ترین راه حل ها برای مهاربندی جانبی ساختمان این است که ستون های پیرامون آن به ترتیبی به یکدیگر متصل شوند که فقط درآنها نیروهای محوری ایجاد شود.

ب - استفاده از فولادهای پر مقاومت، امروزه استفاده از فولاد بامقاومت جاری شدن ۳۴۰۰ کیلوگرم در سانتیمتر مربع رایج است.

پ - استفاده بیشتر از سازه های مرکب

ت - افزایش تنش های مجاز در مصالح براساس تحقیق و تجربیات موفق گذشته.

ث - کاهش وزن ساختمان با تقلیل وزن اعضاء غیر سازه ای نظیر پارتیشن ها.

۷ - ۴ ارزیابی اجرایی

۷ - ۴ - ۱ عوامل مؤثر در هزینه سازه های فولادی

علی رغم اقتصادی بودن ساختمان های فولادی در مقایسه با ساختمان های بتنی در اکثر موارد و به خصوص در ساختمان های متوسط و بلند، این طور به نظر می رسد که اغلب ساختمان های فولادی گران تر از آنچه باید تمام می شوند. اجرای جزئیات اغلب بدون دلیل پیچیده و گران درمی آیند. دلیل این گونه نارسایی ها می تواند در عدم شناخت عوامل مؤثر در هزینه ساختمان های فولادی نهفته باشد.

به طور سنتی هزینه سازه های فولادی براساس ریال برای واحد وزن مطرح می شود گرچه این روش دیدگاه نسبتا" خوبی از کل هزینه ها را ارائه می دهد ولیکن در عین حال گمراه کننده نیز می باشد و هزینه های واقعی در اجرای سازه های فولادی در نظر گرفته نشده است.

در حقیقت پیمانکار سازه های فولادی برآورد هزینه کل را براساس تقسیم و گروه بندی کارهای مربوطه نظیر برش دادن، جوشکاری و نظایر آن انجام می دهد تا بدین طریق بتوان نیروی انسانی لازمه را برآورد کرده و به قیمت نهایی دست یابد.

تجربه نشان داده است که ساختار هزینه ها کاملا" با وزن فولاد مصرفی بستگی ندارد، با این حال شاخص ریال برای واحد وزن ساختمان می تواند معیار مفیدی برای مقایسه سریع ریالی کارهای مختلف باشد.

۷ - ۴ - ۲ مقایسه اقتصادی سازه های با مهاربند و خمشی

در سازه های فولادی صرف نظر از جزئیات اتصالات و نوع مقاطع نیم رخ های فولادی، انتخاب سیستم باربر ثقلی و جانبی از اهمیت خاصی برخوردار است. استفاده از اتصالات گیردار تیر به ستون و یا استفاده از قاب های مهاربندی شده با اتصالات مفصلی مسیرهای جداگانه ای هستند که به نتایج کاملا" متفاوتی در طراحی سازه می رسند. در حالت قاب های مهاربندی شده رفتار اجزای سازه ای مقاوم در برابر بارهای جانبی اساسا" محوری و بازدهی مصالح در این حالت بیش از حالت خمشی است. در خمش به دلیل کوچک بودن تنش در حوالی تار خمشی اتلاف مصالح افزایش می یابد. علاوه براین ایجاد اتصالات صلب و گیردار در سازه فولادی نیازمند تمهیداتی است که به آسانی به دست نمی آید. بنابراین می توان نتیجه گرفت که سیستم سازه ای قاب های مهاربندی شده اقتصادی تر از سیستم سازه ای قاب های صلب است.

۷ - ۴ - ۳ سهم سازه ای از هزینهٔ کل طرح

سهم سازه ای از هزینه کل طرح معمولا" بین ۲۰تا۳۰ درصد است و برای ساختمان های حدود ۳۰ طبقه هزینه مربوط به تأمین مقاومت در برابر نیروهای جانبی حدود یک چهارم هزینه کل سازه را تشکیل می دهد. به این ترتیب بین ۵ تا ۷/۵ درصد هزینه کل ساختمان مربوط به طراحی سازه برای تحمل نیروهای جانبی (زلزله و باد) است و بخش مهمی از هزینه کلی را تشکیل نمی دهد. به همین دلیل بهینه سازی هزینه تمام شده کل پروژه باید هدف اصلی باشد و می توان گفت که بهینه سازی هزینه کارهای سازه ای طرح نباید فارغ از تأثیر سازه بر سایر هزینه ها صورت گیرد.

۷ - ۴ - ۴ انتخاب سیستم سازه ای

هماهنگی سیستم سازه با نوع مصالح در طراحی بنا عامل بسیار مهمی است. برای تأمین مقاومت در برابر زلزله همانطوری که قبلا" هم اشاره شد، مصالح باید دارای :

- خاصیت جذب انرژی و تغییر شکل خمیری زیاد باشد.
- نسبت مقاومت به وزن زیاد باشد.
- همگن باشد.

- حداقل در دو جهت عمود برهم دارای مقاومت یکسان باشد.
- اجرای اتصالات با مقاومت کافی و آسان باشد.

به طورکلی هرقدر ارتفاع سازه بلندتر باشد، ویژگی های فوق اهمیت بیشتری پیدا می کند. رفتار ارتجاعی مصالح مختلف باهم فرق می کند. مصالح شکل پذیر همچون فولاد می تواند قبل از شکست تغییر شکل زیادی دهد، ولی مصالح شکننده مانند آجر، تحت بارگذاری زیاد، تقریبا" هیچ رفتار ارتجاعی ندارد و به طور ناگهانی می شکند. خاصیت جذب انرژی، تغییر شکل خمیری زیاد قبل از شکست، یکی از ویژگی های مهم مصالح برای پایداری ساختمان در برابر بارهای زلزله است که جهتشان کرارا" تغییر می کند. سازه های بتنی مسلح اگر دارای طراحی و اجرای مناسب قاب ها و اتصالات باشد، می تواند قبل از شکست قدرت جذب انرژی زیاد داشته باشد. کاربرد مصالح و سیستم سازه ای در ساختمان به طورکلی در جدول (۷-۳) بطور خلاصه توصیه شده است .

انتخاب نوع سازه برحسب ارتفاع ساختمان

جدول ۷ - ۳

تربیت اولویت	ساختمان های بلند	ساختمان های باارتفاع متوسط	ساختمان های کوتاه
۱	فولاد	فولاد یا بتن مسلح درجا	چوب
۲	بتن مسلح درجا	بتن مسلح درجا یا فولاد	بتن مسلح درجا
۳	-	بتن پیش ساخته [۱]	فولاد
۴	-	بتن پیش تنیده	بتن پیش تنیده
۵	-	مصالح بنایی مسلح	مصالح بنایی مسلح
٦	-	-	بتن پیش ساخته
۷	-	- شده سنتی	مصالح بنابی تقویت

۱ - این سیستم ، شرایط لازم برای ساختمان های با ارتفاع متوسط را به سختی دارد.

ضوابط عمومی سازه‌های با مصالح بنایی

فصل اول - خواص مصالح مورد استفاده در ساختمان‌های بنایی

۱ - ۱ مقدمه

با پیدایش فولاد و بتن به عنوان مصالح جدید ساختمانی با توجه به برتری‌های مسلم آنها مانند مقاومت در برابر کشش، فشار، خمش و سرعت در اجرا، در حال حاضر از سازه‌های با مصالح بنایی کمتر استفاده می‌شود. اما با توجه به مزایای این نوع ساختمان‌ها در بسیاری از موارد (به خصوص برای ساختمان های کوتاه در مناطق روستایی)، هنوز در بسیاری از کشورهای جهان ساخت آنها رایج و مقرون به صرفه می‌باشد.

اگر چه به نظر می‌رسد همه چیز در بارهٔ این مصالح سنتی گفته شده باشد، ولی با پیشرفت دانش ساختمان و ارائه مصالح نسبتا" نوینی مانند بلوک‌های مجوف بتنی و تجربه‌های اندوخته شده در زمینه کاربری نوع مسلح آنها، توجه مهندسان بار دیگر به این نوع مصالح جلب گردیده است.

در این فصل ابتداء مهم‌ترین خواص مصالح پایه مانند، خاک رس، ماسه، آهک و سیمان که در ساختمان‌های با مصالح بنایی کاربرد فراوان دارد ارائه می‌شود، سپس عناصر تعیین کننده شیوه بنایی مانند : آجر، بلوک بتنی و سنگ و سرانجام خواص ملات‌ها به اختصار شرح داده می‌شود. تعاریف و اصطلاحات فنی به کار برده شده دراین فصل به ترتیب زیرخواهد بود.

جرم مخصوص : عبارت است ازجرم مصالح در واحد حجم مطلق (بدون احتساب حجم سوراخ ها).

جرم حجمی : عبارت است از جرم مصالح در واحد حجم کل (حجم مصالح که پس از اندازه‌گیری ابعاد بیرونی مصالح به دست می‌آید).

تراکم : عبارت است از نسبت حجم مطلق به حجم کل.

تخلخل : برابر است با نسبت حجم خلل و فرج به حجم کل مصالح.

جذب آب : عبارت است از توان مصالح برای جذب و نگهداری آب.

آزاد سازی آب : عبارت است از خاصیت برخی از مصالح که تحت شرایطی مانند کاهش رطوبت، گرمایش، حرکت هوا و غیره از خود آب آزاد می کنند.

نفوذ پذیری : عبارت است از مقدار آبی که تحت فشار طی یک ساعت از مصالح عبور می کند.

انتقال حرارت : عبارت است از توان مصالح برای عبور حرارت (به ویژه برای مصالح در تماس با محیط بیرونی).

پایداری شیمیایی : عبارت است ازمقاومت مصالح در برابر خوردگی (در برابر اسیدها، بازها و...).

مقاومت مکانیکی : عبارت است از مقاومت در برابر تنش های ایجاد شده(فشار، کشش، خمش و نظایر آن) تحت اثر بارهای اعمال شده یا دیگر عوامل.

سختی : عبارت است از مقاومت در برابر دخول یک شیئی خارجی سخت تر.

کشسانی : عبارت است از توان مصالح در بازیابی شکل اولیه پس از حذف بار.

خمیری : عبارت از توان مصالح در گرفتن شکل جدید بدون ترک خوردن و حفظ شکل جدید پس از حذف نیروی اعمال شده.

۱ - ۲ انواع مصالح ساختمانی

از مهمترین مصالح ساختمانی که در اجرای ساختمان های بامصالح بنایی استفاده می شود می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱ - ۲ - ۱ خاک رس

خاک رس یکی از مصالح ساختمانی است که از تجزیه سنگ های گوناگون (عمدتا" فلدسپات) تحت اثر آب و اسید کربنیک به دست می آید. اجزای خاک رس پولکی شکلند و ضخامت آنها می تواند تا ۲میکرون نیز برسد. از نقطه نظر مقاومت در برابر دما، خاک رس می تواند نسوز (یا مقاوم تا ۱۵۸۰درجه سانتیگراد) با نقطه ذوب پائین (که در ساخت آجرهای نیمه نسوز، آجرهای نما، کاشی ها و نظایر آن به کار می رود) و با نقطه ذوب بسیار پائین (که برای ساخت آجرهای معمولی، مجوف یا دیگر فرآورده های سرامیکی به کار می رود) باشد. این نوع اخیر خاک رس تا

۱۳۵۰ درجه سانتیگراد مقاومت می کند.

خاک رس برحسب مواد متشکله آن می تواند رنگ های مختلف (سفید، خاکستری، سیاه، زرد، کبود و قرمز) به خود بگیرد.

خاک رس آب را می مکد متورم می شود، فضاهای خالی آن پر می شود و از نشت آب جلوگیری می کند و پس از خشک شدن ترک برمی دارد.

خاصیت چسبندگی خاک رس فقط تا زمان سیرآب شدن آن ادامه دارد. پس از آن شل می شود و این خاصیت خود را از دست می دهد.

مقدار خاک رس در آمیزه ها باید به اندازه ای باشد که بتواند نقش ماده چسبنده را ایفاء نماید.

ویژگی های خاک رس برای ساخت آجر به تفصیل در استاندارد ۱۱۶۲ ایران بیان شده است.

۱ - ۲ - ۲ ماسه

ماسه به ذرات سنگی گفته می شود که بزرگی دانه های آن بین ۰/۰۶ تا ۲ میلیمتر تغییر کند. ماسه می تواند نرم، متوسط و یا درشت، طبیعی یا مصنوعی باشد. ماسه می تواند همچنین بادی (d<۰/۲ میلیمتر) ساحلی (اغلب دارای املاح)، آبرفتی (معمولا"بدون املاح)، یخچالی (معمولا"بدون خاک رس) یا مصنوعی (خرد کردن تفاله های کوره های آهن گذاری) باشد.

ماسه مورد استفاده در ساخت آجر یا ملات باید دارای درصد مشخصی از کلوخه گل یا دانه های سبک شناور بوده و از هرگونه مواد گزند بار عاری باشد.

از ماسه می توان برای ساخت آجر استفاده کرد. اگر مقدار ماسه آجر زیاد شود، آجری زبر با میزان مقاومت فشاری کم حاصل می شود (به استاندارد شماره ۲۹۹ و ۷۵۵ ایران رجوع شود).

از ماسه همچنین برای ساخت ملات ماسه سیمان آهک (ملات باتارد) استفاده می شود. در ساخت این نوع ملات، نسبت های پیشنهاد شده در استاندارد شماره ۱-۲۰ یا در نشریه شماره ۵۵ (بخش ۹) باید رعایت شود، وگرنه نوع ملات به دست آمده جمع می شود و ترک می خورد یا کارپذیری خود را از دست می دهد. با افزودن مقداری آهک به جای سیمان در ملات باتارد، نفوذ پذیری آب در ملات کم می شود، بیشتر خمیری می شود (کمتر ترک می خورد) و در مصرف سیمان صرفه جویی می شود (به بخش ملات ها رجوع شود).

۱ - ۲ - ۳ آهک ساختمانی

آهک ساختمانی یک از مواد چسباننده ساختمان است که از پختن سنگ آهک یا کربنات کلسیم در دمای ۸۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد به دست می‌آید. آهک خالص سفید رنگ است ولی وجود ناخالصی‌ها می‌تواند تا حدودی باعث تغییر رنگ آن شود. آهک زنده (CaO) میل زیادی به ترکیب با آب دارد و در تماس با آن می‌شکند و به هیدرواکسیدکلسیم یا آهک شکفته تبدیل می‌شود. از این آهک در ساختن شفته و ملات‌های ماسه آهک، گل آهک، ملات باتارد (ماسه، آهک، سیمان)، گچ و آهک، در کارهای بنایی و اندودها استفاده می‌شود.

افزودن آهک به ملات‌های سیمانی باعث افزایش خاصیت خمیری و قابلیت کاربرد، افزایش آب نگهداری، افزایش انعطاف پذیری و چسبندگی بیشتر ملات به مصالح بنایی می‌شود.

از آهک در ساخت آجرهای ماسه آهکی نیز استفاده می‌شود که در تاب فشاری و تاب خمشی و دیگر مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی آجر تأثیر می‌گذارد.

ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی یا مکانیکی آهک در استاندارد تجدید نظر شده ایران به شماره ۲۷۰ ذکر شده و ویژگی‌های شیمیایی انواع آهک زنده باید براساس جداول داده شده در استاندارد ذکر شده و نشریه ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه باشد.

۱ - ۳ انواع عناصر یا بلوک‌های بنایی

ساختمان‌های بنایی ساختمان‌هایی هستند که سازه آنها از عناصر یا بلوک‌های بنایی تشکیل شده است. بلوک بنایی می‌تواند انواع آجر، بلوک بتنی، سنگ یا ترکیبی از آنها را شامل شود.

۱ - ۳ - ۱ آجر

سنگی است مصنوعی و دگرگون که از پختن گل مخلوط ورز دیده آب و خاک (آمیزه ای از خاک رس، ماسه و سنگ آهک یا سنگ گچ و غیره) به دست می‌آید.

آجر ساختمانی معمولاً" از خاک رس یا سنگ رسی که بر آن در بعضی موارد گرد آجر، خاکستر و مواد افزودنی دیگر پاشیده یا با خمیر آن مخلوط شده باشد، ساخته می‌شود.

آجرها را معمولاً" به شکل مکعب مستطیل و با ابعاد گوناگون می‌سازند. ابعاد پیش‌بینی شده برای آجرهای ماشینی در ایران طبق استاندارد شماره ۷ برابر با ۵۵×۱۰۵×۲۲ میلیمتر است. جمع

شدگی در هوا و به هنگام پخت موجب می شود که ابعاد استاندارد شده را نتوان دقیقا" به دست آورد. به همین دلیل رواداری هایی دراین ابعاد پیش بینی می شود.

در استاندارد شماره ۷ ایران آجرها براساس میزان مقاومت به سه دسته : کم مقاومت، متوسط و با مقاومت زیاد پیش بینی شده است. در آجرهای سوراخ دار، سوراخ ها باید عمود بر سطح بزرگ آجر بوده و به طور یکنواخت در سطح آن توزیع شده باشد. جمع مساحت سوراخ ها نباید از ۲۵ تا ۴۰ درصد سطح آجر تجاوز کند. بعد سوراخ های مربع و قطر سوراخ های دایره ای باید حداکثر به ۲۶ میلیمتر محدود شود.

آجرهایی که در تماس با خاک قرار دارند، باید دارای مقاومت متوسط (حداقل ۱۲۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع) و آجرهای مورد استفاده در محیط های مرطوب (به علت یخ زدگی) باید دارای مقاومت زیاد (حداقل ۱۷۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع) باشند.

آجرهای مستعمل را به شرطی می توان در ساختمان های با مصالح بنایی به کار برد که کاملا" پاکیزه بوده و با ضوابط استاندارد شماره ۷ ایران مطابقت داشته باشد.

از انواع آجرها می توان به آجرهای ماسه آهکی، آجرهای ماسه گچی، آجرهای نسوز، اشاره کرد. آجرهای ماسه گچی آمیزه ای از گچ و ماسه به نسبت یک به یک تا یک به چهار است که برای تیغه سازی ها یا پرکننده های بین اسکلت های فلزی یا بتنی به کار می رود.

۱ - ۳ - ۲ آجرهای ماسه آهکی

آجرهایی هستند که از ماسه طبیعی یا شکسته که دارای حداقل ۷۵٪ سیلیس و آهک شکفته (هیدرواکسیدکلسیم) و آب تشکیل شده است. ترکیب آهسته هیدرواکسیدکلسیم و آب چسبمایه ای را تشکیل می دهد که دانه های ماسه را در میان گرفته و به یکدیگر می فشرد. پس از آنکه آهک به طور کامل شکفته (هیدارته) شد، مخلوط را متراکم می کنند، قالب می زنند و تحت فشار بخارآب (۱۰ آتمسفر و ۱۸۰ درجه سانتیگراد) وارد محفظه اتوکلاو می کنند و به مدت چند ساعت دراین شرایط قرار می دهند تا آجر ماسه آهکی به دست آید.

آجرهای ماسه آهکی به اندازه آجرهای رسی شناخته شده نیست ولی می تواند به خوبی با آن رقابت کند. به ویژه که در ایران خاک خوب زراعی را برای تهیه آجر رسی به کار می برند و از این لحاظ به کشاورزی ضرر عمده ای می زنند. اگر بتوان به کارگیری آجر ماسه آهکی را در سطح

کشور تعمیم داد بی شک هم از لحاظ کشاورزی و هم از لحاظ اقتصادی فواید عمده ای نصیب کشور می شود.

آجرهای نسوز آجرهایی هستند که تا دمای ۱۵۸۰ درجه سانتیگراد مقاومند و در دودکش ها ، دیگ های بخار و کوره ها و نظایر آن به کار می روند.

به جز آجرهای نام برده در بالا و بلوک های بتنی که متعاقبا" شرح داده خواهد شد، آجرهای ساده با اشکال مختلف (کمانی، گوه ای...) وآجرهای شکل دار که عموما" دارای شکل های پیچیده ای هستند نیز ساخته و به کار برده می شود.

آجر خوب ساختمانی باید ویژگی های زیر را دارا باشد :

- صدای زنگ داشته باشد.
- قابلیت هدایت گرما و صدای کمی داشته باشد.
- میزان جذب آب آن بین ۸ تا ۱۸ درصد باشد.
- رنگ آجرها در هر سفارش یکنواخت باشد.
- در برابر یخبندان و عامل های شیمیایی مقاوم باشد.
- سخت باشد و میزان سایش آن از مقادیر مجاز فراتر نرود.
- به هنگام آتش سوزی خمیری یا آب نشود.
- به ملات خوب بچسبد.
- توپر و متراکم باشد.
- مقاومت فشاری آن بین ۷۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع باشد.
- وزن مخصوص آن از ۱۸۰۰ کیلوگرم برمترمکعب بیشتر نباشد.

جدول های شماره ۱-۱ و ۱-۲ خواص انواع آجر و موارد استفاده از آن را ارائه می دهند.

خواص انواع آجر

جدول ۱ - ۱

نوع آجر	رنگ	شکل mm	طول mm	عرض mm	ضخامت Kg/m^3	وزن مخصوص Kg/Cm^2	حداقل تاب فشاری ٪	حداقل جذب آب ٪	حداکثر جذب آب ٪	مقاومت دربرابرگرما C^o	تاب خمشی Kg/Cm^2	شمارتحمل چرخه های یخبندان	جمع شدگی ٪
رسی	معمولاً خاکستری ولی می تواند به رنگهای متفاوت باشد	مکعب مستطیل	۲۲۰±۲	۱۰۵±۱	۵۵	۱۸۰۰	۸۰ (دستی) ۸۵ (ماشینی کم مقاومت) ۱۲۵ (ماشینی متوسط) ۱۷۵ (ماشینی پرمقاومت)	۸	۱۶ (ماشینی) ۲۰ (دستی)	۱۳۵۰	-	-	-
نما	متفاوت	//	//	//	۳۰±۱ ۴۰±۱ ۲۰	//	//	//	//	//	-	-	-
نسوز	//	//	//	//	متفاوت	//	۱۶۰	//	//	۱۵۸۰	-	-	-
ماسه آهکی	خاکستری	//	۲۲۰±۲/۵	۱۰۵±۱/۵	۵۵±۲	//	۷۵ (کم مقاومت) ۱۰۰ (متوسط)	۸	۲۰	-	۱۸ (کم مقاومت) ۲۲ (متوسط)	۱۵	۳/۵ (کم مقاومت) ۳/۵ (متوسط)
ماسه آهکی نازک	//	//	//	//	۳۰±۲	//	۱۵۰ (پرمقاومت) ۲۰۰ (ممتاز)	۸	۲۰	-	۲۸ (پرمقاومت) ۳۴ (ممتاز)		۳/۵ (پرمقاومت) ۲/۵ (ممتاز)

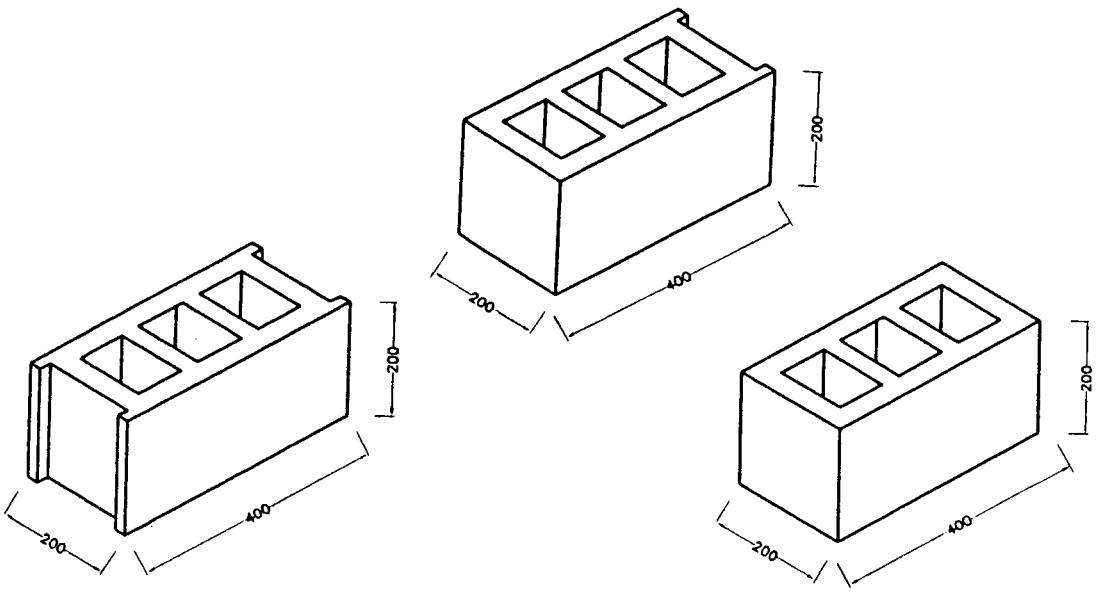
موارد استفاده از آجر

جدول ۱ - ۲

ردیف	محل مصرف	آجر مناسب
۱	زیر لایه نم بندی دیوار یا مکان های مجاور باآب الف) محل پرآب با امکان یخ زدگی ب) محل کم آب	آجر ماسه آهکی ممتاز- آجر رسی ماشینی پر مقاومت آجر ماسه آهکی پرمقاومت " " " "
۲	بالای لایه نم بندی دیوار، کارهای عمومی طاق زنی و تیغه سازی	انواع آجر ماسه آهکی ورسی مشروط بررعایت سایر شرایط و انطباق بامشخصات پروژه
۳	دست اندازها، پله ها، فرش کف نقاط واقع درفضای باز ، آبروها، طوقه چاهها و دودکش ها	آجر ماسه آهکی از نوع ممتاز وآجررسی ماشینی بر مقاومت
۴	نمای ساختمان ها	آجر رسی ماشینی وقزاقی، آجرماسه آهکی ، قطعات نازک ماسه آهکی و رسی
۵	فرش کف وپله های داخلی ساختمان ها ,	آجر ماسه آهکی پرمقاومت وممتاز وآجر رسی ماشینی و دستی نما مشروط برانطباق بامشخصات پروژه

۱ - ۳ - ۳ بلوک های بتنی

آنچه به نام بلوک سیمانی معروف است در واقع بلوک هایی هستند از جنس بتن که می توانند توخالی یا توپر باشند. مصالحی که در ساخت این نوع بلوک ها به کار می رود عبارت است از سیمان، شن، ماسه و آب که مشخصات و همچنین ابعاد و اندازه های آنها در استاندارد شماره ۷۰ ایران ذکر شده است. چند نمونه بلوک بتنی در شکل (۱-۱) با اندازه های رسمی دیده می شود.



شکل (۱-۱) : چند نمونه از بلوک های بتنی

بلوک های بتنی از نظر وزن به سه دسته زیر تقسیم می شوند :

- بلوک بتنی سنگین : یا بلوک باربر از بتن سنگین و کاملا" متراکم تشکیل شده که در زیر عایق کاری به صورت پی و کرسی چینی استفاده می شود. وزن مخصوص این نوع بلوک بیش از ۱۴۰۰ کیلوگرم درمترمکعب و مقاومت فشاری متوسط آنها بیشتر از ۱۴۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است.

- بلوک بتنی نیمه سبک : که از بتن نیمه سبک ساخته شده و به عنوان بلوک باربر و غیرباربر در نمای ساختمان به کار می رود. وزن مخصوص این نوع بلوک بین ۷۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلوگرم برمترمکعب و مقاومت فشاری متوسط آنها بیشتر از ۷۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است.

- بلوک بتنی سبک : ساخته شده از بتن سبک به عنوان بلوک غیرباربر یا پر کننده دیوارهای تقسیم یا داخل قاب های نگه دارنده به کار می رود. وزن مخصوص آنها کمتر از ۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمکعب و مقاومت فشاری متوسط آنها کمتر از ۵۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع است.

بلوک های بتنی ممکن است به شکل توپر یا توخالی ساخته شوند. بلوک های توخالی دارای حفره های سرتاسری هستند، مانند بلوک های دو سوراخه یا سه سوراخه. بلوک های توپر مانند آجر ساخته می شوند، در سطوح جانبی، زیر یا روی این نوع بلوک ها حفره هایی برای سهولت حمل و نقل آنها تعبیه می شود. اگرچه بلوک های سبک یا نیمه سبک از بتن سبک یا نیمه سبک ساخته می شوند ولی مشخصات ظاهری آنها مشابه مشخصات بلوک های سنگین است.

بلوک های نما مشابه سایر بلوک ها هستند ولی یک رویه آنها که در برابر شرایط جوی مقاوم تر بوده و با امکان طرح تزئینی به عنوان نما پیش بینی شده است.

۱ - ۴ - ۳ سنگ های ساختمانی

سنگ های ساختمانی به عنوان بلوک بنایی در دیوارهای باربر یا غیرباربر، برای نماسازی یا بدنه اصلی به کار می روند و از نظر جنس به صورت زیر تقسیم بندی می شوند :

- سنگ های آذرین به وجود آمده از بلورین شدن مواد مذابی که از درون زمین به طرف پوسته آن رانده می شود. این سنگ ها بسیار سخت و مقاوم بوده و قابلیت صیقل پذیری بالایی دارند. گرانیت ها از جمله این نوع سنگ ها هستند که از کوارتز، فلدسپات و میکا تشکیل شده اند.
- سنگ های رسوبی : عمدتا" از تخریب و فرسایش صخره های موجود و ته نشینی آنها به شکل لایه هایی در زیر آب تشکیل شده اند، مانند سنگ های آهکی.
- سنگ های دگرگونی : حاصل از تغییر شکل سنگ های آذرین یا رسوبی می باشند مانند سنگ مرمر و سنگ لوح.
- سنگ های ریختگی و سنگ های پیش ساخته (مصنوعی) : از ترکیب موادی چون سیمان و سنگدانه ها ساخته می شوند.

سنگ های مصرفی در هر پروژه باید از نظر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی، اندازه ضخامت، رنگ و دیگر مشخصه های ظاهری یا آنچه در نقشه ها، دستور کارها، مشخصات فنی خصوصی و سایر مدارک پیمان ذکر شده است منطبق باشد. ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی سنگ های بنایی یا نما باید با استانداردهای ایرانی شماره ۴۴۹، ۵۷۸، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹ و ۶۶۵ و نشریه شماره ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی یا یکی از استاندارد های BS, DIN, GOST, ISO, و ASTM منطبق باشد.

سنگ های ساختمانی را می توان برحسب کیفیت های مختلف آنها از قبیل جرم حجمی، مقاومت فشاری، مقاومت در برابر یخ زدگی نیز رده بندی کرد.

سنگ ساختمانی باید دارای شرایط زیر باشد :

- کرمو نباشد.
- خلل و فرج و پوسیدگی نداشته باشند و عاری از شیار، ترک و رگه های سست باشد.

- یکنواخت و همگن باشد.
- در آب حل نشود و یا وا نرود.
- حداکثر میزان جذب آب آنها ۸ درصد وزن سنگ باشد.
- بدون آلودگی باشد.
- دارای ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مناسب در برابر عوامل طبیعی نظیر تابش آفتاب، یخبندان، بارش، بخار آب، رطوبت و نظایر آن باشد.
- دوام زیاد داشته باشد.
- در برابر فرسایش مقاوم باشد.
- دارای مقاومت فشاری و دوام متناسب با مورد مصرف خود باشد.

به طور کلی می توان عوامل مؤثر در به کارگیری سنگ های ساختمانی را در دوام، فراوانی و قیمت خلاصه کرد. در به کارگیری آنها، همواره باید موازنه ای بین قیمت تمام شده و دوام مصرفی برقرار کرد. اطلاعات بیشتر در این زمینه در نشریه شماره ۹۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تحت عنوان «دیوارهای سنگی» یافت می شود.

۱ - ۴ ملات ها

ملات آمیزه ای است از ماده ای چسبنده (گل رس، دوغاب آهک، دوغاب گچ، دوغاب سیمان)، مصالح سنگی (ماسه) و آب در نسبت های تعیین شده که به عنوان اندود سطح دیوارها، طاق ها، کف پشت بام ها، پی ها و همچنین در بنایی با سنگ، آجر و بلوک های بتنی یا بندکشی لای درز سازه های اجرا شده با مصالح بنایی به کار می رود. این جسم خمیری بلوک های بنایی را به هم می چسباند تا سازه ای محکم، یکپارچه و پایا تشکیل دهد.

ماده چسبنده، طبق استانداردهای شماره ۷۰۶ و ۲۷۰ ایران می تواند از سیمان پرتلند نوع I,II یاIII، سیمان پرتلند تفاله کوره آهن، سیمان پرتلند پوزولان، سیمان بنایی[۱]، آهک زنده وآهک آبدیده تشکیل شده باشد.

---

۱ - رجوع شود به مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی - فصل "مصالح ساختمانی" نشریه شماره ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه

ماسه ، باید ویژگی های ذکر شده در استاندارد شماره ۲۹۹ ایران را دارا باشد.

آب ، باید صاف و تمیز و عاری از مواد گزندبار برای ساخت ملات مانند روغن ها، اسیدها، قلیایی ها، نمک ها، مواد قندی، مواد آلی وغیره باشد. معمولا" آب مورد استفاده به شرطی که میزان PH آن از ۴/۵ کمتر و از ۸/۵ بیشتر نباشد می تواند برای ساخت ملات مناسب باشد.

۱ - ۴ - ۱ رده بندی ملات ها

ملات ها را می توان به دو گروه عمده زیر تقسیم کرد :

الف - ملات های هوایی

این نوع ملات ها در هوا زود خشک می شوند و آب موجود درآنها بخار می شود(مانند ملات گل یا کاه گل) یا گیرش آنها به علت فعل و انفعالات شیمیایی درهوا صورت می گیرد(مانند ملات گچ یا ملات آهک هوایی).

ب - ملات های آبی

گیرش این نوع ملات ها در برابر هوا یا در جایی که هوا نباشد(زیرآب) به طریق شیمیایی صورت می گیرد(مانند ملات آهک آبی و ملات سیمان).

۱ - ۴ - ۲ انواع مختلف ملات

الف - ملات گل و کاه گل

از آمیختن خاک رس و آب به دست می آید. هرچه مقدار خاک رس دراین آمیزه بیشتر باشد جنس آن چسبناک تر می شود. از آنجایی که گل رس هنگام پس دادن آب خشک می شود و می ترکد، مقداری کاه به آن می افزایند و آن را می خوابانند تا خاک رس خوب آب جذب نموده و کاه خیس بخورد و نرم شود.

ب - ملات ماسه آهک

آمیزه ای است از یک قسمت آهک به صورت دوغاب و سه قسمت ماسه که Co2 هوا را جذب می کند و به کربنات کلسیم تبدیل می شود. ماسه موجود در ملات باعث می شود که هوا به

داخل ملات راه یابد، آب با سهولت بیشتری جدا شود، حجم مجموعه کاهش نیابد و مقاومت ملات بیشتر شود.

پ - ملات شفته آهکی

آمیزه‌ای است از خاک رس با دوغاب آهک شکفته به میزان ۲۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم در یک مترمکعب آب. بهترین خاک برای ساختن این نوع ملات را از زمینی شنی با دانه‌بندی پیوسته به دست می‌آورند به گونه‌ای که ریز دانه‌های آن از ۲۵ درصد و خاک رس آن از ۱۵ درصد وزن کل خاک کمتر نباشد. ملات آهک به سادگی آب را جذب می‌کند و در نتیجه چسبندگی آهک به مرور کاهش می یابد، ملات خرد می‌گردد و فرو می‌ریزد.

ت - ملات گچ و گچ و خاک

- ملات گچ از پاشیدن گرد گچ در ظرفی از آب به دست می‌آید. گچ را حین ریختن با دست به هم می‌زنند. اگر این آمیزه را به هنگام گیرش ورز دهند، ملات گچ کشته حاصل می‌شود.

- ملات گچ و خاک آمیزه‌ای است از گرد گچ و خاک رس به نسبت مساوی که در آب می‌پاشند و آن را هم می‌زنند. وجود خاک رس در آمیزه فوق باعث کند کردن گیرش می‌شودکه از سویی مصرف کمتر گچ را به همراه دارد و از سوی دیگر فرصت کافی برای استفاده از آن پیش از گیرش کامل به وجود می‌آید.

ث - ملات ماسه سیمان

آمیزه‌ای است از ماسه و سیمان و آب در مقادیر مشخص به گونه‌ای که خمیر حاصل را بتوان به سهولت به کار برد. نسبت حجمی سیمان به ماسه با توجه به موارد استفاده از ۱ به ۲/۵ تا ۱ به ۸ تغییر می‌کند. ملات ماسه و سیمان بسیار با دوام است و برای تمامی سازه‌های بنایی در معرض رطوبت به کار می‌رود.

مخلوط های ملات برای سازه های بنایی : نسبت های حجمی

جدول ۱ - ۳

نوع ملات	سیمان-آهک-ماسه	مخلوط های حباب دار		مورداستفاده
		سیمان-ماسه (ملات بنایی)	سیمان-ماسه و ماده روان ساز [۱]	
۱	۱-۰ تا ۱-۰/۵-۳	-	-	کف - آستانه - قرنیز-دیوارحایل
۲	۱-۰/۵-۴ تا ۴/۵	۱-۲/۵ تا۳/۵	۱-۳ تا ۴	دیوارهای جان پناه و دودکش ها
۳	۱-۱-۵ تا ۶	۱-۴ تا ۵	۱-۵ تا ۶	دیوارهای واقع درزیرعایق رطوبتی دیوار
۴	۱-۲-۸ تا ۹	۱-۵/۵ تا ۶/۵	۱-۷ تا ۸	" " - " بالای " " "
۵	۱-۳-۱۰ تا ۱۲	۱-۶/۵ تا ۷	۱-۸	دیوارهای داخلی وجدارداخلی، دیوارهای دوجداره

۱ - نوعی از مواد افزودنی که باید مطابق مشخصات سازنده بکار رود.

ج - ملات باتارد (حرمزاده)

آمیزه ای است از ماسه و آهک و سیمان و آب که مانند ملات ماسه آهک تهیه می شود ولی برای افزایش مقاومت و حالت خمیری و همچنین تسریع زمان گیرش، مقداری سیمان به آن اضافه می کنند. ملات باتارد برای بنایی با سنگ کاربرد زیاد دارد درصورت نبود دستورالعمل دقیق در مورد نسبت های هریک از عناصر موجود دراین نوع ملات می توان از نسبت حجمی ۱۰ واحد ماسه، ۲ واحد آهک و ۱ واحد سیمان استفاده کرد.

ملات ها را می توان برحسب نوع مصرف (بنایی یا اندود)، برحسب وزن مخصوص آنها (سنگین : بیش از ۱۵۰۰ کیلوگرم برمترمکعب یا سبک : کمتر از مقدار ذکر شده) یا برحسب ماده چسبنده به کار رفته (حباب دار برای سازه های قرار گرفته در شرایط خشک و هیدرولیکی برای سازه های قرارگرفته در شرایط مرطوب) نیز تقسیم بندی نمود.

۱ - ۴ - ۳ خواص ملات ها

ملات ها باید :

- دارای مقاومت کافی برای کاربرد مورد نظر باشند.
- به اندازه کافی خمیری باشند.
- مقدار جذب آب آنها از حد مجاز فراتر نرود.
- چسبندگی آنها به بلوک های ساختمانی کافی باشد.
- در مقابل یخ بندان مقاوم باشند.

گزینه ملات برای ساختمان های بنایی به شرایط محیطی و اقلیمی محل بستگی دارد. مثلا" ملاتی که برای سازه های در معرض رطوبت (مانند زیرسازه ها، شالوده ها، دیواره های دودکش ها...) به کار می رود باید از ملاتی که برای سازه های بنایی واقع در شرایط خشک مورد استفاده قرار می گیرد مقاوم تر باشد. در اینجا باید یادآوری نمود که مقاومت ملات اثر نسبتا" کمی در مقاومت سازه های سنگی منظم دارد. برعکس، اگر سنگ های به کار رفته دارای اشکال نامنظم باشند، مقاومت ملات اثر زیادی در مقاومت سازه دارد.

۱ - ۴ - ۴ درجه روانی خمیر ملات

جهت افزایش درجه روانی خمیر ملات می توان مقدار سیمان را افزایش داد ولی در این صورت قیمت ملات بیهوده افزایش می یابد. با افزودن مواد روان ساز می توان به همان نتیجه ولی با قیمت بسیار کمتری رسید. این مواد می تواند از جنس خاک رس یا گچ ریزدانه باشد. افزودن خمیر آهک به سیمان پرتلند دارای خواص روان سازی شدید می باشد.

اگر نسبت ماده چسبنده به ماسه به درستی انتخاب شده باشد، به عبارت دیگر اگر ماده چسبنده تمام منافذ خالی را در ماسه پر کند و به این ترتیب پوشش یکنواخت و نازک برای تمام دانه های ماسه تشکیل دهد، ملات حاصل خاصیت جذب آب شدید و روانی بسیار خوبی خواهد داشت جدول (۱-۴).

۱ - ۴ - ۵ خاصیت جذب آب ملات ها

به هنگام گستردن ملات روی واحد بنایی مانند آجر، آب ملات جذب آجر می شود و ممکن

است مقدار آن از مقدار لازم برای ایجاد عکس‌العمل با سیمان کمتر شود به گونه‌ای که گیرش سیمان متوقف گردد. از طرفی جذب بخشی از آب موجود در ملات، آن را فشرده‌تر و سپس مقاوم‌تر می‌سازد.

اگر نسبت ماده چسبنده به ماسه به درستی انتخاب شده باشد، به عبارت دیگر اگر ماده چسبنده تمام منافذ خالی در ماسه را پر کرده و پوشش یکنواخت و نازکی برای تمام دانه‌های ماسه تشکیل دهد، ملات حاصل خاصیت جذب آب شدید و روانی بسیار خوبی خواهد داشت.

افزودن مقدار مناسبی آهک به ملات باعث افزایش خاصیت جذب آب و روانی آن می‌شود.

نسبت های حجمی عناصر ملات ها، وزن مخصوص و مقاومت آنها

جدول ۱ - ۴

	نوع ملات	ماسه ردشده ازالک نمره ۴(۴/۷۶ میلیمتر)		سیمان پرتلند نوع۱	پودرآهک شکفته	آب	وزن مخصوص ملات	مقاومت نمونه ۷۰×۷۰×۷۰ میلیمتر	
		شسته	کفی(خاکدار)					۷ روزه	۲۸ روزه
ردیف	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
وزن مخصوص (kn/m^3)	-	۱۲/۴۰تا۱۶/۲۰	۱۴/۸۰	۱۱/۵۰	۵/۷۵	۱۰/۰۰	-	-	-
واحد	-	مترمکعب	مترمکعب	کیلوگرم	کیلوگرم	لیتر	کیلونیوتن برمترمکعب	مگا پاسکال	
۱	ملات ماسه سیمان ۱:۶	۱/۰۳۳	-	۱۹۸	-	۲۵۶	۲۰/۵۷	۲/۳ تا ۲/۹	۴/۳ تا ۴/۵
۲	ملات ماسه سیمان ۱:۵	۱/۰	-	۲۲۷	-	۲۵۶	۲۰/۶۴	۴/۶ تا ۴/۹	۷/۵ تا ۸/۷
۳	ملات ماسه سیمان ۱:۴	۰/۹۹	-	۲۸۵	-	۲۶۱	۲۰/۷۳	۷/۶	۱۳/۷ تا ۱۳/۹
۴	ملات ماسه سیمان ۱:۳	۰/۹۴	-	۳۶۰	-	۲۵۸	۲۰/۸۹	۱۱/۷	۲۲/۰ تا ۲۲/۵
۵	ملات باتارد۱:۲:۸	۰/۹۱	-	۱۳۱	۱۳۱	۲۸۰	۱۹/۷۲	۱/۴	۲/۰ تا ۲/۸
۶	ملات باتارد۱:۲:۱۰	۰/۹۶	-	۱۱۰	۱۱۰	۲۷۵	۱۹/۹۲	۰/۶ تا ۰/۹	۱/۲ تا ۲/۱

برای تهیه مخلوط با نسبت‌های حجمی مختلف درکارگاه، به نحوی که مبنای کار یک کیسه سیمان باشد، باید مکعب مستطیلی به ابعاد ۲۷×۴۰×۴۰ سانتیمتر تهیه کرده و مخلوط مورد نظر را به کمک آن تهیه نمود. به طور مثال برای تهیه ملات باتارد ۱:۲:۸ کافی است که به کمک مکعب مستطیل فوق، هشت حجم ماسه و دو حجم پودر آهک شکفته برداریم سپس به آن یک کیسه سیمان اضافه کنیم تا مخلوط ۱:۲:۸ به دست آید.

فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های بنایی

۲ - ۱ مقدمه

منظور از ساختمان های بنایی ساختمان هایی است که باآجر، بلوک بتنی، سنگ یا با ترکیبی از این مصالح ساخته می شوند و درآنها بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی به پی ها منتقل می شود.

از نظرسازه ای، ساختمان های بنایی را می توان به دو گروه عمده مسلح و غیرمسلح تقسیم بندی کرد، و از جهت اجرایی این ساختمان ها به دو روش سنتی و صنعتی قابل تقسیم هستند.

در این فصل علاوه بر بررسی انواع سازه های با مصالح بنایی، هریک از اعضای آنها نظیر: دیوارها، سقف ها، کلاف ها و نیز نماها شرح داده خواهند شد.

۲ - ۲ تیپ بندی ساختمان های بنایی از نظر سازه ای

از نظر سازه ای ساختمان های بنایی را می توان به دو گروه زیر تقسیم بندی کرد :

- مسلح
- غیر مسلح

۲ - ۲ - ۱ ساختمان های با مصالح بنایی مسلح

مصالح بنایی که در گروه مسلح به کار می رود بلوک بتنی مجوف است. این یک روش ساختمانی نسبتا" ساده و در عین حال اقتصادی است که از نظر مقاومت در برابر نیروهای باد و زلزله در پاره ای از ساختمان ها می تواند جانشین سازه های بتنی درجا شود. ولی در مقابل از نظر اجرایی بسیار ساده تر و عملا" کارهای دست و پاگیر اجرایی در سطح بالای فنی مربوط به بتن مسلح را ندارد. می توان در برخی از کارگاه های ساختمان های کم ارتفاع با برنامه ریزی مطالعه شده ای با این روش ساختمانی به سرعت اجرایی قابل توجهی دست یافت.

استفاده از دیوارهای آجری مسلح با دیوارهای با بلوک بتنی مسلح در ساختمان های بنایی برای عملکردهای مختلفی مانند واحدهای مسکونی، انبارها، ساختمان های صنعتی و هتل ها پیش بینی می شود. برخی از موارد، استفاده از بلوک مجوف بتنی مسلح برای اجرای دیوارهای حائل می تواند راه حل سریع و ارزانی قیمتی باشد. مصالح لازم برای اجرای این گونه ساختمان ها عبارتند از: بلوک بتنی، ملات، بتن پرکننده و سلاح فولادی (میلگرد). دراین روش، با بلوک چینی مناسب فضاهای خالی سرتاسری در حجم دیوار به وجود می آید، سپس میلگردهای فولادی را در محل های خالی قرار می دهند و بتن ریزی می کنند. بتن مصرفی معمولا" روان و ریزدانه می باشد که پس از ریختن باید تحکیم شود. این روش البته شامل دیوارهای سنگی نمی شود.

۲ - ۲ - ۲ ساختمان های بنایی غیرمسلح

ساختمانی که در آن بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی به پی ها منتقل می شود در ردیف ساختمان های بنایی محسوب می شود.

آئین نامه طرح ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد شماره ۲۸۰۰) حداکثر شمار طبقات این نوع ساختمان ها را بدون احتساب زیرزمین به ۲ و حداکثر تراز بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور را به ۸ متر محدود می کند. پلان این نوع ساختمان ها باید دارای خصوصیات زیر باشد :

- طول ساختمان از سه برابر عرض آن تجاوز نکند.
- نسبت به هر دو محور اصلی قرینه یا نزدیک به قرینه باشد.
- پیش آمدگی ها و پس رفتگی های نامناسب نداشته باشد.

در مقطع قائم، این نوع ساختمان ها نباید دارای بالکنی عریض تر از ۱٫۲متر (۳ طرف باز) یا ۱٫۵ متر (دو طرف باز) داشته باشند. اگر طبقه بالا از طبقه پائین جلوتر باشد، این نوع پیش آمدگی ها نباید از ۱ متر تجاوز کند. از اختلاف سطح در طبقات یا در شالوده ها باید دوری کرد یا ضوابط ویژه درج شده را رعایت کرد.

سطح بازشوهای موجود در هر دیوار باربر نباید از یک سوم سطح دیوار فراتر رود و مجموع طول بازشوها در هر دیوار باربر نباید از یک دوم طول دیوار بیشتر باشد و حداکثر ابعاد بازشو ۲×۵متر اختیار شده است در غیر این صورت کلاف بندی الزامی است.

مهمترین قسمت های ساختمان های بنایی غیرمسلح به قرار زیراند :

- دیوارها

دیوار عضوی است قائم و پیوسته که یک بعد افقی آن در امتداد عمود بر ضخامت اندازه گیری شده، از چهار برابر ضخامتش تجاوز کند. اگر این نسبت از چهار کوچکتر باشد، دیوار به عنوان ستون محسوب می شود.

انواع دیوارها به شرح زیر می باشند :

- دیوار باربر : دیواری است که برای تحمل بار قائمی افزون بر وزن خود طراحی شده باشد .

- دیوار غیرباربر : دیواری است که فقط بار ناشی از وزن خود را انتقال می دهد. این نوع دیوار اگر داخلی باشد و ارتفاع آن از یک طبقه تجاوز نکند، دیوار تیغه ای نامیده می شود.

- دیوار برشی : دیواری است که نیروهای افقی (ناشی از باد یا زلزله) وارد در صفحه دیوار را تحمل می کند.

- دیوار یکپارچه : دیواری است که از بلوک های بنایی یکسان که به طور پیوسته چیده شده باشند، تشکیل شده است.

- دیوار مرکب : دیواری است چند لایه که حداقل یک لایه آن از حیث نوع و مقاومت بلوک های بنایی یا ملات با دیگر لایه ها تفاوت دارد، ولی لایه های دیوار چنان به یکدیگر چسبیده اند که تحت بارهای وارده تواما" عمل می کنند.

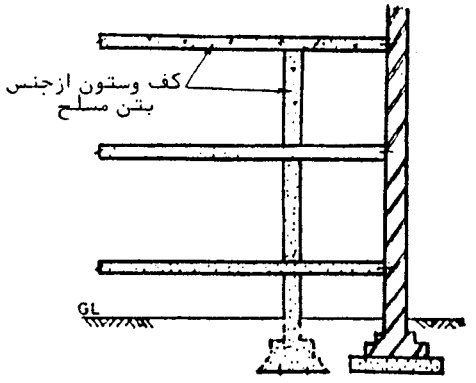
- دیوار نمادار : دیوار مختلطی است که قسمت های پشت و نما با هم در اتصالند ولی تحت بارهای وارده با هم کار نمی کنند. معمولا" بخش پشتی دیوار بارها را تحمل می کند.

- دیوار پوششی : دیواری است بدون تکیه گاه جانبی در طبقات که ممکن است به ستون ها، تیرهای کناری، کف ها و یا دیوارهای باربر مهار شده باشد، شکل (۲-۱).

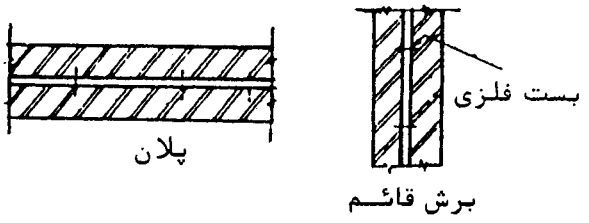
- دیوار سنگی : دیواری است که بدنه اصلی آن کلا" از سنگ تشکیل شده باشد.

- دیوار یک آجری : دیواری است که ضخامتش یک بلوک بنایی یا یک آجر است.

- دیوار دو جداره : دیواری است واحد، از ترکیب دو دیوار با فضای خالی پیوسته بین آنها که به صورت سرتاسری چیده شده باشد، شکل (۲-۲).

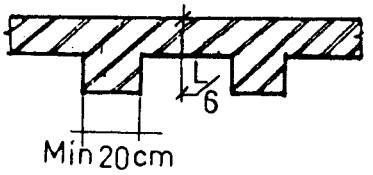


شکل (۲-۱) : دیوار پوششی



شکل (۲-۲) : دیوار دو جداره

- دیوار با پشت بند (کلاف دار) : بیرون زدگی هایی از امتداد دیوار به صورت کلاف های قائم که در فواصل معین قرار می گیرند و از جنس مصالح دیوار (یا احیانا" از جنس دیگری) ساخته می شوند پشت بند نامیده می شوند. پشت بند به عنوان تکیه گاه جانبی برای دیوار محسوب می شود و بارهای قائم را تحمل می کند. طول پشت بند شامل ضخامت دیوار نیز می شود و باید حداقل برابر یک ششم بزرگترین دهانه طرفین پشت بند باشد و ضخامت حداقل آن برابر۲۰ سانتیمتر است، شکل (۲-۳).



شکل (۲-۳) : دیوار با پشت بند

در طرح و اجرای انواع دیوارها باید به نکات زیر توجه داشت :

- حداکثر طول مجاز دیوار باربر بین دو پشت بند ۳۰ برابر ضخامت آن می باشد، مشروط بر آن که از ۸ متر تجاوز نکند.

- حداکثر طول مجاز دیوارهای غیر باربر بین دو پشت بند برابر است با ۴۰ برابر ضخامت دیوار یا ٦ متر، هر کدام که کمتر باشد. حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای غیرباربر از کف مجاز ۳/۵ متر است. درصورت تجاوز از این حد اجرای کلات های افقی و قائم الزامی اند.

- دیوارهای سنگی باید با ملات ماسه سیمان با عیار حداقل ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب ساخته شوند. در دیوارهای بلوک بتنی و آجری غیر از ملات ماسه سیمان ملات باتارد با ۱۰۰ کیلوگرم سیمان و ۱۲۵ کیلوگرم آهک در مترمکعب استفاده می شود.

از بین انواع دیوارها، در باره دیوارهای دو جداره و دیوارهای سنگی به شرح زیر ارائه می شود:

الف - دیوارهای دو جداره

فضای خالی و پیوسته موجود بین دو جداره، این نوع دیوار را برای مناطق مرطوب ارجح می سازد. نکته حائز اهمیت آن است که این فضای خالی پر نشود تا به صورت راهی برای عبور رطوبت درآید.

در بخش بالا و به ویژه پائین دیوار، از آجرهای مشبک استفاده می شود تا با عبور دادن هوا از داخل فضای داخلی، رطوبتی که از پوسته خارجی نفوذ کرده است خشک شود.

از آنجایی که در این نوع دیوارها بخش قرار گرفته بین عایق رطوبتی و شالوده به عنوان دیوار حایل عمل می کندو در اثر رانش خاک و وجود فضای خالی بین دو بخش از دیوار دوجداره تمایل به نزدیک شدن به یکدیگر دارند، بخش مذکور از دیوار را یکپارچه می سازند.

عرض فضای خالی نباید از ۵۰ میلیمتر کمتر و از ۷۵ میلیمتر بیشتر باشد. ضخامت جداره ها در هر تراز نباید از۱۰۰ میلیمتر کمتر باشد و قلاب های به کار رفته باید با رعایت فواصل مناسب، دو جداره را به شکل ایمنی به یکدیگر متصل کنند. حداکثر ارتفاع دیوارهای دو جداره ۹ متر تعیین شده است. برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به جدار داخلی دیوارهای دو جداره و همچنین تخلیه آب جمع شده در داخل فضای خالی بین دوجداره در اثر پدیده تعریق، توصیه می شود عایق رطوبتی حداقل ۱۵۰ میلیمتر بالاتر از تحتانی ترین لایه عایق رطوبتی ادامه یابد.

مزایای دیوارهای دو جداره عبارتند از :

- عدم نفوذ آب باران یا رطوبت به سطح دیوار داخلی.
- ایجاد عایق حرارتی بهتر نسبت به دیوار یک جداره هم ضخامت، بدون ذخیره سازی حرارت.
- ایجاد عایق صوتی بهتری نسبت به دیوار یک آجره.

معایب دیوارهای دو جداره عبارتند از :

- نیاز به مهارت بیشتر و نظارت دقیقتر برای ساخت.
- الزام به استفاده از لایه های قائم عایق رطوبتی در محل تمامی در و پنجره ها.
- هزینه بیشتر نسبت به دیوار یک آجری.

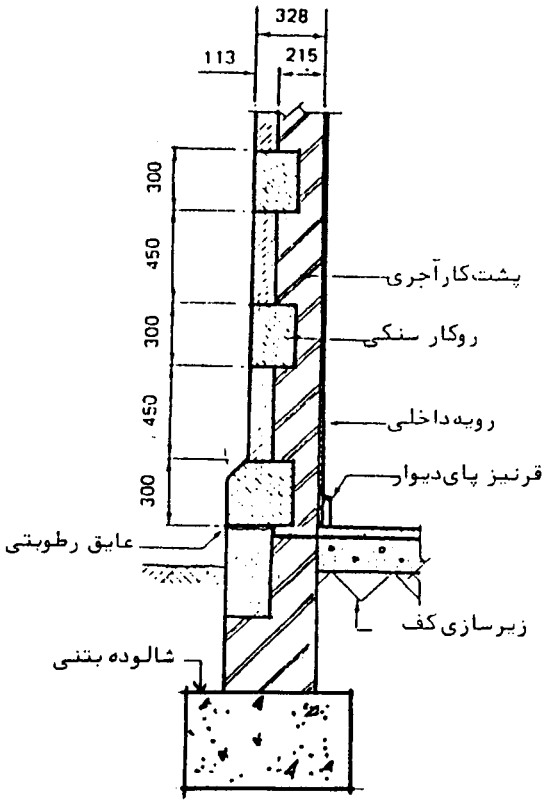
ب - دیوارهای سنگی

از انواع دیوارهای سنگی، دیوار سنگی نما و لاشه چینی را می توان نام برد.

دیوار سنگی نما با استفاده از سنگ های به دقت تراشیده شده انجام می شود. سنگ های این نوع دیوارها، در ردیف های منظم و با درزهای باریک یا عقب نشسته چیده می شود. ضخامت متداول سنگ های به کار رفته بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر است و برای نصب آنها، از ملات بنایی شامل خاکه سنگ، آهک و سیمان پرتلند با نسبت های ۲ : ۵ : ۷ و ملات باتارد با نسبت حجمی ۱۰ واحد ماسه، ۲ واحد آهک و ۱ واحد سیمان استفاده می شود، شکل (۲-۴).

به طور کلی مقاومت سختی ملات هیچگاه نباید از مقاومت سختی سنگ بیشتر شود زیرا ممکن است باعث ترک خوردگی و خرد شدن سنگ ها شود.

بهترین و مناسب ترین ملات (بین ملات سیمانی و ملات حرمزاده) با درنظر گرفتن امکانات محلی، شرایط اقلیمی، رطوبت، سرما، یخ زدگی، نوع دیوار (باربر وغیرباربر)، رنگ و جنس سنگ، کاربرد دیوار و غیره تعیین می شود.



شکل (۲-۴) : دیوار سنگی نما

مواردی که در ساختن این نوع دیوارها باید در نظر گرفته شود به قرار زیر است :

- سنگ روی نما باید با رنگ‌های قیری یا رنگ‌های ضد آب پوشانده شود.
- سنگ چینی خارجی نباید به ضخامت کل دیوار باشد زیرا در این صورت امکان عبور رطوبت به وجود می‌آید.
- لبه قرنیزها و پیش آمدگی‌ها باید با ورق سرب، مس یا آسفالت پوشانده شود تا از باران و آلودگی محیط مصون بماند.
- در طول مدت اجرای ساختمان، سطح ملات خور سنگ‌ها را باید با دوغاب سیمان پوشانید تا از آنها محافظت شود. نوع دیگری از دیوارهای سنگی لاشه چینی است که با استفاده از سنگ‌های ناهموار صورت می‌گیرد. این سنگ‌ها معمولاً" با بندهای پهن چیده می‌شوند و دارای

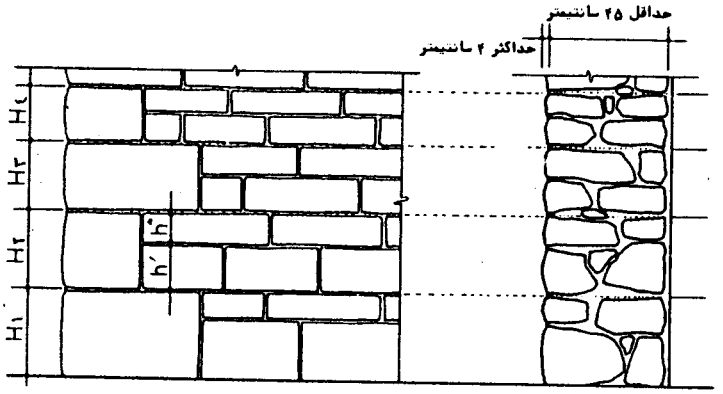
اشکال بسیار متنوعی هستند که در زیر نام برده می‌شوند:

- دیوار با سنگ کوهی قواره و ملات
- دیوار با سنگ کوهی قواره به رج برده شده و ملات
- دیوار با سنگ کوهی چند وجهی بدون رج با ملات
- دیوار با سنگ کوهی چند وجهی نامنظم سرتراش، بدون رج با ملات
- دیوار با سنگ کوهی بادبر با رج‌های نامساوی و شمای کلنگی و ملات
- دیوار با سنگ کوهی بادبر با رج‌های مساوی و شمای کلنگی با ملات
- دیوار با سنگ کوهی قواره بادبر بدون رج و مرتب با شمای تیشه‌ای و با ملات
- دیوارهای نیمه سنگی

اگر لاشه چینی برای دیوارهای محوطه باشد می‌توان آنها را به صورت خشکه چین با خاک کار گذاشت و اگر برای انبارها باشد، می‌توان از ملات آهک استفاده کرد. اگر سنگ نما نیز دراین نوع دیوارها به کار گرفته شود، سنگی چینی باید به کمک ملات باتارد (مخلوطی از آهک، سیمان وماسه با نسبت‌های ۱-۱-۵ براساس استاندارد شماره ۱-۲۰ ایران) انجام گیرد، توصیه‌های مربوط به سنگ‌های روکار در اینجا نیز صادق است.

ملات مصرفی در بنایی با سنگ باید با ملات ماسه سیمان از نوع مشخص شده باشد. در صورتی که نوع ملات مصرفی مشخص نشده باشد، باید حداقل از ملات ماسه سیمان ۱:۵ یا ملات باتارد با نسبت‌های داده شده در استاندارد شماره ۱-۲۰ ایران استفاده نمود.

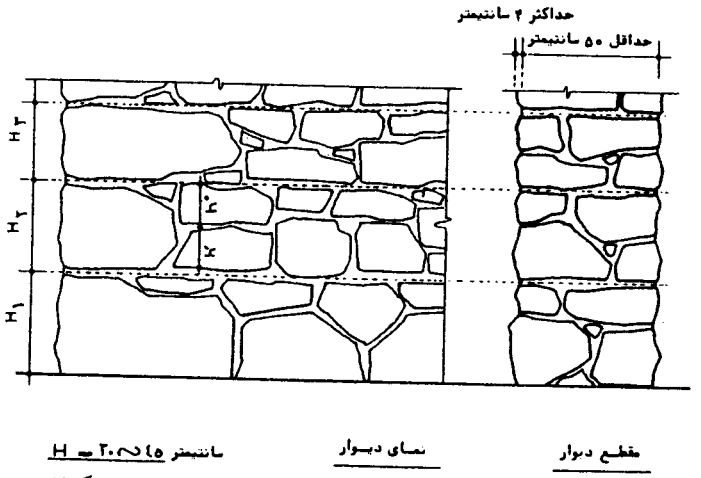
ملات را باید در فاصله زمانی مناسب پیش از کار گذاشتن سنگ‌ها پخش نمود تا سفت نشود، ملات باید تمام فضای خالی بین سنگ‌ها را پر کند. چند نمونه از دیوارهای سنگی در شکل (۲-۵) دیده می‌شود.



$H = ۲۰ \sim ۴۵$ سانتیمتر

$H \leqslant ۳h$

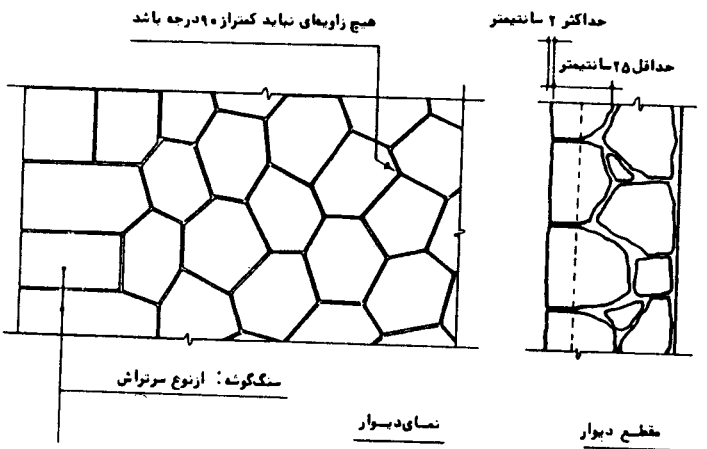
$H_1 \geqslant H_2 \geqslant H_3 \geqslant H_4 \geqslant \ldots$



$H = ۲۰ \sim ۴۵$ سانتیمتر

$H \leqslant ۳h$

$H_1 \geqslant H_2 \geqslant H_3 \geqslant H \ldots$



شکل (۲-۵) : چند نمونه دیوار سنگی

- کلاف بندی ها

کلاف بندی های افقی در تراز زیر دیوارها و تراز سقف روی دیوارهای باربر باید پیش بینی شوند. در هر تراز اضلاع مختلف کلاف باید به یکدیگر متصل شوند تا کلاف بندی یکپارچه و به هم پیوسته ای تشکیل شود.

کلاف بندهای قائم در ساختمان های با اهمیت زیاد الزامی است و مشخصات آن براساس محاسبات سازه ای تعیین می شود. این کلاف ها باید در داخل دیوارها و در گوشه های اصلی ساختمان و ترجیحا" در نقاط تقاطع دیوارها به گونه ای پیش بینی شوند که فاصله محور تا محور آنها از ۵ متر تجاوز نکند. به جای کلاف قائم بتن مسلح می توان از پروفیل های فولادی مطابق مشخصات سازه ای استفاده کرد.

- سقف ها

سقف باید به گونه ای ساخته شود که در برابر نیروهای زلزله از تکیه گاه خود جدا نشود و استحکام و انسجام خود را حفظ نماید.

در مورد سقف با تکیه گاه روی دیوار چنانچه سقف از نوع طاق ضربی باشد، تیرآهن های سقف باید در داخل کلاف بتنی مسلح مهار شوند یا به صفحات فلزی روی کلاف افقی متصل گردند.

سقف تیرچه بلوک، باید دارای پوششی بتنی به ضخامت حداقل ۵ سانتیمتر باشد، (کلیه ضوابط محاسباتی و اجرایی این نوع سقف ها در نشریه های شماره ۸۲ و ۹۴ دفتر تحقیقات ومعیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه ذکر شده است).

- نماسازی

در نماسازی با آجر توصیه می شود آجر نما همزمان با آجر پشت کار چیده شود به گونه ای که ضخامت این دو نوع آجر یکسان باشد تا هر دو در هر رج روی یک لایه ملات چیده شوند.

در صورتی که آجرنما پس از احداث دیوار پشت کار چیده شود، به کارگیری مفتول های فلزی به فاصله حداکثر ۵۰ سانتیمتر در هر یک از جهات افقی و قائم الزامی است.

نماسازی با سنگ های پلاک به طور قائم باید با پیش بینی مهار مناسب همراه باشد.

در نماسازی با سنگ های غیر پلاک که قطعات به صورت افقی روی هم چیده می شوند، باید

ضوابط مربوط به نماسازی با آجر رعایت شود.

۲ - ۳ تیپ بندی ساختمان های با مصالح بنایی از نظر اجرایی و تکنولوژی

از نظر اجرایی و تکنولوژی، ساختمان های با مصالح بنایی به چهار تیپ قابل تفکیک است :

۲ - ۳ - ۱ بنایی سنتی

این روش بیشتر شامل ساختمان هایی می شود که مصالح و ساخت هر دو به صورت درجا تهیه و اجراء می شود. بنایی سنتی یک نوع تولید غیرتیپ و تک سازی دستی است که در بیشتر مناطق ایران " گل رس" پایه این ساخت و ساز می باشد. در این شیوه تفکیک تخصصی وجود ندارد و معمار سازنده تعیین کننده همه امور است. بطور خلاصه موارد زیر از مشخصات عمومی بنایی سنتی است :

- مصالح ساختمانی کلا" به صورت درجا تهیه و آماده می شود.
- نوع ملات و اندود از انواع ترکیبات گلی است.
- ساختمان دیوارها بدون کلاف بندی اجرا می شود.
- سیستم سقف، طاقی یا تیرهای چوبی با پوشش از اندودهای گلی است.
- ساختمان بدون نقشه معماری و محاسبات سازه ای اجرا می شود.
- جزئیات ساختمانی با کمترین تنوع مصالح و بسیار ساده پیش بینی می شود.

۲ - ۳ - ۲ بنایی با آجر

تولید سیمان و آجر کارخانه ای و کاربرد آهن در بخش ساختمان شیوه ساخت و ساز را تقریبا" دگرگون کرد. در این شیوه بنایی به سبب کاربرد فرآورده های صنعتی برنامه ساخت ویژگی جدیدی بخود گرفت، به گونه ای که نیاز به نقشه های معماری و محاسبات سازه ای و برآورد مصالح و هزینه های اجراء اهمیت پیدا کرد و از همین رو سرعت عمل، دقت در اجراء و مدیریت و نظارت ضرورت بیشتری پیدا کرد. این روش با توسعه سریع خود بیشترین سهم از ساخت و ساز کشور را به خود اختصاص داده است ولی از طرف دیگر با کمبود نیروی انسانی ماهر روبرو است.

بطور خلاصه موارد زیر از مشخصات عمومی بنایی با آجر است :

- استفاده از آجر به عنوان بلوک بنایی.
- تهیه و کاربرد ترکیبات سیمانی به صورت درجا.
- استفاده از سیستم کلاف بندی.
- سقف سازی با استفاده از تیرآهن و اخیرا" تیرچه و بلوک.
- سیستم اجراء مستلزم تهیه نقشه، محاسبات سازه ای و برآورد است.
- جزئیات ساختمانی با تنوع مصالح بیشتری (افزون بر مصالح سفت کاری) پیش بینی می شود.

۲ - ۳ - ۳ بنایی ترکیبی

در این روش ستون های فلزی به عنوان باربر بخشی از وزن سقف به شیوه "بنایی با آجر" افزوده می شود که از نظر آئین نامه در ردیف ساختمان های با مصالح بنایی قرار می گیرد. در این روش آرایش ستون ها نسبت به دیوارها، کلاف بندی ها و اتصالات از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۲ - ۳ - ۴ بنایی نوین

با توسعه و تنوع در تولید بلوک های بنایی پیش ساخته به ویژه بلوک های بتنی و اجزاء پیش ساخته ساختمانی و کاربرد روش های نوین آماده سازی و عمل آوری بتن و انواع مواد سنتتیک موجب تحول مضاعفی در ساختمان سازی شد. در این روش گرایش به نصب قطعات است و از این رو برای تولید انبوه و تیپ شدن اجزاء ساختمانی امکان بهتری فراهم می شود. دراین روش امکان مسلح کردن و تامین اتصالات مقاوم و پایدار فراهم است، مضافا" به این که زمان ساخت و ساز نیز به مراتب کوتاه تر و با دقت و کیفیت بهتری اجراء می شود.

بطور خلاصه موارد زیر از مشخصات عمومی بنایی نوین است :

- استفاده از انواع بلوک های بنایی.
- تهیه ترکیبات سیمانی به صورت آماده یا نیمه آماده.
- سیستم سقف از انواع بتن های مسلح.
- امکان مسلح کردن دیوارها و اتصالات.
- سیستم اجراء مستلزم تهیه کلیه نقشه های اجرایی کامل و با دقت زیاد و بهره گیری از

- سیستم ضریب (مدول) در انتخاب ابعاد و اندازه‌ها.
- سیستم اجراء نیازمند مجریان حرفه‌ای و متخصص است.

فصل سوم - ضوابط کلی جزئیات طراحی و اجرای سازه‌های با مصالح بنایی

۳ - ۱ مقدمه

نخستین و مهمترین معیار طراحی این است که ساختمان فروریزش نکند. به عبارت دیگر، هر یک از اعضاء به طور جداگانه و سازه در مجموع باید بتواند در برابر بارهای وارده با یک حاشیه ایمنی مناسب بدون هیچگونه آثار خرابی در طول عمر پیش‌بینی شده آن مقاومت کند. اما به جز این معیار اساسی، معیارهای دیگری نیز چه از لحاظ زیبایی و چه از لحاظ مقاومت در برابر ترک خوردگی، لرزش های مختلف، آتش، انفجار، ضربه های مختلف و غیره نیز باید مد نظر باشد. دراین فصل ضوابط و معیارهای کلی طراحی و اجرای دیوارهای با مصالح بنایی، بدون ورود به جزئیات محاسباتی، ارائه خواهد شد.

۳ - ۲ بارهای طراحی

در طراحی سازه ها معمولا" بارهای وارد به ساختمان به سه دسته زیر طبقه‌بندی می شود :

- بارهای مرده، نظیر وزن مصالح
- بارهای زنده، نظیر وزن افراد
- بارهای ناشی از طبیعت پیرامون، نظیر برف و زلزله

(مقادیر انواع بارهای مرده و زنده در آئین‌نامه ۵۱۹ استاندارد ایران و بارهای زلزله در استاندارد شماره ۲۸۰۰ ذکر شده است).

۳ - ۳ مبانی طراحی

سازه ها باید آنچنان طرح شوند که بتوانند در برابر انواع بارها (به طور جداگانه یا ترکیبی)

مقاومت کنند. به این منظور روش های گوناگون طراحی موجود است که از بین آنها روش تنش مجاز برای ساختمان های با مصالح بنایی بیشتر به کار می رود. در این روش عضو را به گونه ای طراحی می کنند که تنش در مصالح تحت بارهای سرویس از حد تنش های مجاز تجاوز نکند. برای تعیین تنش های نهایی، مقاومت مصالح به کار رفته را بر ضریب معینی (ضریب اطمینان) تقسیم می کنند.

آنچه را که در طراحی سازه های با مصالح بنایی باید در نظر داشت می توان به صورت زیرخلاصه کرد :

- مصالح مورد استفاده به دقت انتخاب شوند و پاسخ گوی مقاومت های لازم باشند.
- تعیین دقیق اعضایی که بارها را تحمل می کنند، عملکرد آنها در کل ساختمان و نوع بارهای وارد بر آنها.
- اطمینان از انتخاب بحرانی ترین ترکیب بارگذاری.
- انتخاب ساده ترین روش.
- کمترین هزینه.
- جزئیات روش اجرایی و تأثیر متقابل روش اجرایی و طراحی بر یکدیگر.
- اطمینان از این که طراحی دیوار باربر بر پایه بلوک بنایی صورت گرفته و نه صرفا" به عنوان نوعی از طراحی بتن مسلح.
- درک رفتار بلوک بنایی در برابر تنش های وارده و همچنین عملکرد آن در ترکیب با ملات.
- بررسی مقطع عرضی عضو سازه ای (آیا دیوار به صورت یکپارچه عمل می کند یا نه؟).
- مقاومت لازم در برابر عوامل جوی، مانند برف، باران در برابر عوامل مصنوع مانند آتش سوزی .
- پایداری و پایایی (کل سازه و اجراء آن).

۳ - ۴ کنترل کیفیت

مصالحی که عمدتا" در سازه های ساخته شده با مصالح بنایی به کار می روند عبارتند از انواع مختلف آجر، بلوک های بتنی و سنگ از یک سو و انواع مختلف ملات از سوی دیگر.

کنترل کیفیت بلوک های بنایی را می توان با کنترل کیفیت فولاد مقایسه نمود. چون این بلوک ها معمولاً در کارخانه تولید می شوند از کیفیت قابل قبولی برخوردارند.

ولی ملات، در محل کارگاه تهیه می شود و از کنترل کیفیت کمتری برخوردار است. درنتیجه احتمال گسیختگی بیشتری برای ملات وجود دارد. بنابراین در ساخت ملات باید دقت های لازم را اعمال کرد.

۳ - ۵ طراحی دیوارها

مهمترین قسمت ساختمان های با مصالح بنایی، دیوارها هستند که بار را تحمل می کنند در این قسمت به اختصار مبانی و ضوابط کلی طراحی دیوارها ارائه می شوند.

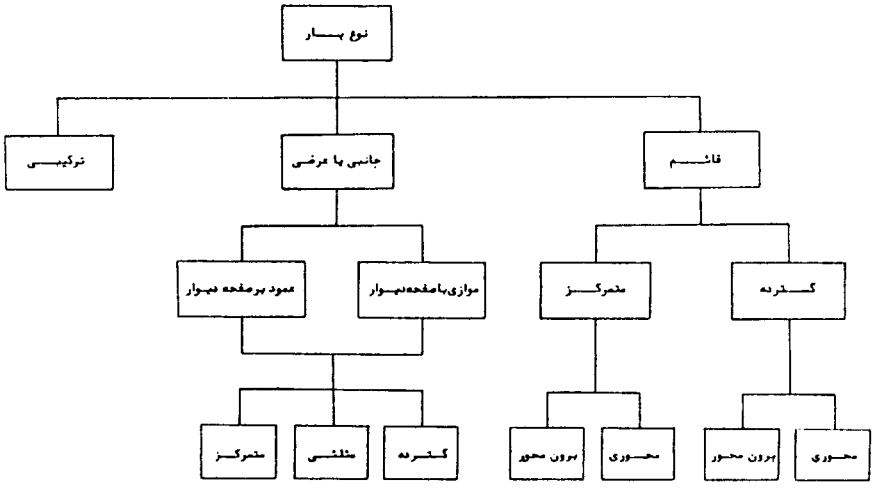
۳ - ۵ - ۱ بارهای وارد بر دیوارها

بارها را می توان برحسب چگونگی اعمال آنها به دیوار به دو گروه عمده زیر تقسیم کرد :

الف - بارهای قائم، بارهایی هستند که امتداد آنها با محور دیوار موازی است و باعث ایجاد تنش های محوری می شوند و در صورتی که خارج از محور دیوار وارد شوند افزون بر ایجاد تنش محوری خمش نیز ایجاد می کنند.

ب - بارهای جانبی (ناشی از باد یا زلزله)، بارهایی هستند که افزون بر نیروهای برشی درون صفحه ای یا عرضی، تنش های خمشی نیز ایجاد می کنند.

انواع بارهای فوق الذکر در شکل (۳-۱) نشان داده شده است.



شکل (۳-۱) : نمودار انواع بارگذاری دیوارها

۳ - ۵ - ۲ ضوابط طراحی

ضابطه اصلی طراحی دیوارها به روش تنش مجاز عبارت است از این که تنش ایجاد شده توسط بارهای وارد بر آنها در محدوده مجاز باشد، به عبارت دیگر :

$\sigma i \leqslant f\,all$

که در آن

σi = تنش ایجاد شده در عنصر سازه

$f\,all$ = تنش مجاز (= مقاومت مصالح بنایی تقسیم بر ضریب ایمنی)

تنش مجاز به عوامل متعددی بستگی دارد. به عنوان مثال تنش مجاز فشاری برای آجرهای بنایی غیر مسلح تابع عوامل زیر است :

- نوع و مقاومت آجر
- مقاومت ملات
- نسبت لاغری عضو
- مقدار نیروی محوری
- شکل و ابعاد آجرها

معمولاً" مقاومت آجر و ملات را ترکیب کرده و یک مقاومت مشخصه برای کل مصالح حساب می‌کنند و اثر سایر عوامل فوق را با ضرب مقاومت مشخصه در عددی کوچکتر یا مساوی یک بنام «ضریب تنش» ملحوظ می‌دارند.

۳ - ۵ - ۳ انواع دیوارها از نظر طراحی

از نظر طراحی می‌توان دیوارها را به شرح زیر تقسیم‌بندی کرد.

- دیوارهای تحت بار متمرکز محوری.
- دیوارهای تحت بارهای برون محوری.
- دیوارهای تحت بارهای عرضی.
- دیوارهای تحت بارهای جانبی.

شرح طراحی هر کدام از انواع دیوارهای فوق الذکر در بخش‌های بعدی ارائه خواهد شد.

۳ - ۵ - ۴ ضخامت مؤثر دیوارها

در طراحی دیوارها باید آن قسمت از ضخامت دیوار را که در محاسبات منظور می‌شود (ضخامت مؤثر) تعیین کرد. به عبارت دیگر ضخامت مؤثر دیوار ضخامتی است که بیان کننده رفتار دیوار است. برای دیوارهای توپر و خودنما، ضخامت مؤثر همان ضخامت دیوار است، در حالی که برای دیوارهای دو جداره که ضخامت هر جداره آن یکسان است، ضخامت مؤثر دو سوم مجموع ضخامت‌های جداره‌های دیوار است. اگر دیوارهای توپر و خودنما به وسیله پشت بند یا جرز استحکام یافته باشد، ضخامت مؤثر با ضرب کردن ضخامت نهایی دیوار در یک ضریب افزایش (بزرگتر از یک) حاصل می‌شود.

۳ - ۵ - ۵ طول مؤثر دیوارها

ترکیب های مختلف، از انتهای آزاد، پیوستگی دیوار، تکیه‌گاه ایجاد شده در اثر وجود یک دیوار متقاطع یا ستون و بازشوها می‌تواند طول مؤثر دیوار را کم یا زیاد کند. جدول ۳-۱ طول مؤثر دیوار را در شرایط مختلف به دست می‌دهد.

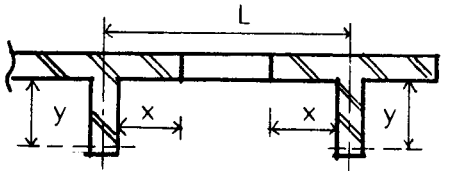
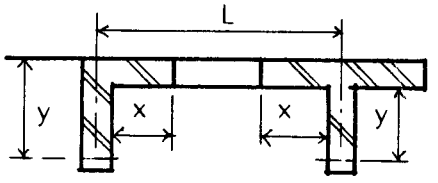
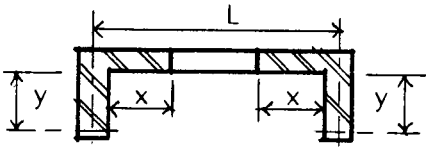
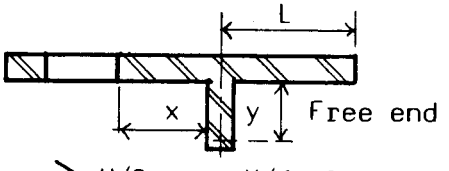
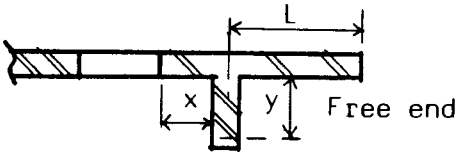
۳ - ۵ - ٦ ارتفاع مؤثر

اگر قیود جانبی و دورانی در تکیه‌گاه‌های دیوار وجود داشته باشند، دراین صورت گیرداری دیوار کامل است، و اگر فقط قید جانبی در نظر گرفته شود، گیرداری دیوار جزیی به شمار می‌آید. برحسب میزان گیرداری دو انتهای دیوار، «ارتفاع مؤثر» دیوار تعریف می‌شود و آن ارتفاعی از دیوار است که در محاسبات منظور می‌گردد.

جدول (۳-۲) ارتفاع مؤثر دیوارها را ارائه می‌دهد.

طول موثر دیوار

جدول ۳ - ۱

ردیف	شرایط تکیه گاهی انتها	شکل دیوار	طول موثر l
۱	دیوارپیوسته است وبر دیوار متقاطع ستون یا پشت بند تکیه دارد. هیچ بازشویی در فاصله H/8 از دیوار متقاطع وجودندارد.	 $x \geqslant H/8,\ y \geqslant H/6,\ l=0.8L$	۰/۸L
۲	دیوار دریک انتها بر دیوار متقاطع، جرز یا پشت بند تکیه دارد و درانتهای دیگر پیوسته با تکیه بردیوار متقاطع جرز یا پشت بند است.	 $x \geqslant H/8,\ y \geqslant H/6,\ l=0.9L$	۰/۹L
۳	درهردو انتها بردیوار متقاطع، جرز یا پشت بند تکیه دارد.	 $x \geqslant H/8,\ y \geqslant H/6,\ l=1.0L$	۱/۰L
۴	دریک انتها آزادو پیوسته ودر انتهای دیگر بر دیوار متقاطع، جرزیا پشت بند تکیه دارد.	 $x \geqslant H/8,\ y \geqslant H/6,\ l=1.5L$	۱/۵L
۵	دریک انتها آزاد و پیوسته و در انتهای دیگربردیوار متقاطع، جرز یاپشت بند تکیه دارد.	 $x < H/8,\ y \geqslant H/6,\ l=2.0L$	۲/۰L

H = ارتفاع نهایی دیوار بین مراکز تکیه گاه های جانبی

L = طول دیوار قرار گرفته بین مراکز دیوارهای متقاطع، جرز یا پشت بند

اگر ارتفاع بازشو در دیوار بیش از H ۰/۷۵ باشد، دراین صورت انتهای دیوار درآن تراز آزاد در نظر گرفته

ارتفاع مؤثر دیوارها

جدول ۳ - ۲

ردیف	شرایط تکیه گاه ها		ارتفاع مؤثر
	بالای دیوار	پائین دیوار	
۱	گیرداری کامل	گیرداری کامل	۰/۷۵H
۲(الف)	گیرداری کامل	نیمه گیردار	۰/۸۵H
۲(ب)	نیمه گیردار	گیرداری کامل	۰/۸۵H
۳	نیمه گیردار	نیمه گیردار	۱/۰H
۴	ندارد (آزاد)	گیرداری کامل	۱/۵H
۵	ندارد (آزاد)	نیمه گیردار	۲/۰H

گیرداری کامل $\theta, \Delta = 0$ — نیمه گیردار $\theta \neq 0 \quad \Delta = 0$ — آزاد $\theta, \Delta \neq 0$

۳ - ۵ - ۷ روند گام به گام طراحی دیوارهای تحت بارهای محوری

گام ۱ - تعیین بارهای طراحی

ترکیبات بارها در روش تنش مجاز به شرح جدول (۳-۳) می‌باشد.

انواع ترکیبات بارها

جدول ۳ - ۳

ردیف	نوع ترکیب	رابطه ترکیب
۱	بارمرده + بارزنده	D + L
۲	بارمرده + بار زنده + بار زلزله	D + L + E
۳	بارمرده + بار زنده + بار باد	D + L + W
۴	بارمرده + بار زلزله	D + E

بار مرده : D بار زنده : L بار باد : W بار زلزله : E

گام ۲ - گزینه ها

الف - ضخامت دیوار

ب - مقاومت مصالح مختلف بنایی

گام ۳ - تعیین طول مؤثر دیوار

گام ۴ - تعیین ضخامت مؤثر دیوار

گام ۵ - تعیین تنش فشاری مجاز پس از اعمال ضرایب تنش مناسب

گام ٦ - منظور داشتن ضوابط طراحی و کنترل تنش ها

۳ - ۵ - ۸ ضوابط طراحی دیوارها تحت بار دارای برون محوری

بارهای وارد بر دیوارهای ساختمان معمولا" دارای برون محوری هستند. هنگامی که بار وارده به صورت غیر یکنواخت توزیع می شود، یا در حالتی که دیوار با یک دال طولانی (که باعث ایجاد برون محوری در بارها می شود) متصل باشد، به سختی می توان برون محوری را با دقت تعیین نمود، زیرا برون محوری به عوامل مختلفی بستگی دارد که امکان بسیار کمی برای ایجاد رابطه دقیق بین آنها وجود دارد.

بنابراین یک برآورد از میزان بار برون محوری باید صورت گیرد که به موقعیت، تجربه و قضاوت طراح بستگی دارد.

اگر بار محوری وارد شده با W، سطحی که بار بروی آن وارد می شود با A، لنگر ایجاد شده با M و اساس مقطع با Z نشان داده شود، تنش فشاری کل وارد به دیوار از رابطه زیر به دست می آید:

$$\sigma(\text{کل}) = \frac{W}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

فرض براین است که مصالح بنایی در برابر کشش مقاومت نمی کنند بنابراین از رابطه فوق نباید تنش کششی حاصل شود.

در مورد تنش فشاری ضابطه زیر در نظر گرفته می شود :

تنش فشاری به دست آمده از رابطه فوق نباید از فشار محوری مجاز به مقدار ۲۵ درصد بیشتر باشد، به شرطی که این اضافه تنش فقط از برون محوری بار باشد. بنابراین دو شرط زیر باید برقرار باشد :

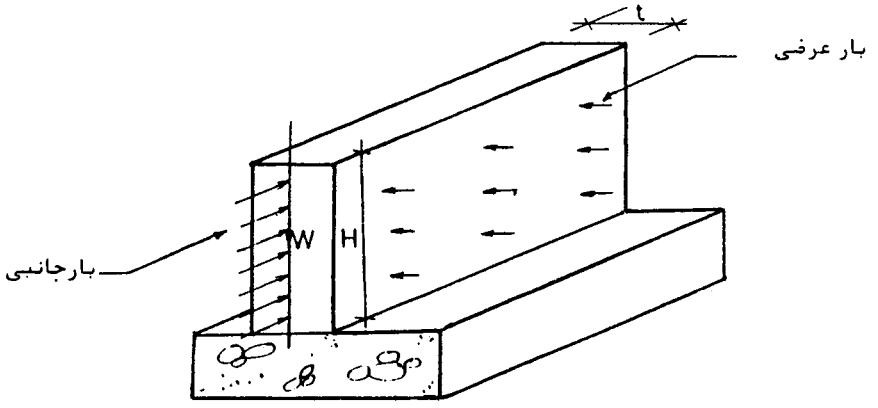
$$\frac{W}{A} \leqslant \sigma \text{ all}$$

$$\frac{W}{A} + \frac{M}{Z} \leqslant 1/25\ \sigma \text{ all}$$

که در آن σ all = تنش مجاز است.

۳ - ۵ - ۹ طراحی دیوارهای تحت بارهای عرضی

در این حالت بارهای عرضی عمود بر صفحه دیوار به آن اثر می‌کنند، شکل (۳-۲). این بارها معمولاً" از فشار باد یا زلزله به وجود می‌آیند.



شکل (۳-۲) : نمایش بارهای عرضی و جانبی به دیوار

بارهای عرضی وارد بریک دیوار ایجاد لنگر خمشی می‌کنند. این لنگر خمشی را می‌توان با بار قائم وارد بر دیوار ترکیب کرد تا معادل باری شود که در فاصله‌ای که به نام برون محوری معادل نامیده می‌شود به دیوار اثر کند. به این ترتیب، طراحی یک دیوار تحت بارهای عرضی به طراحی یک دیوار تحت بارهای قائم با برون محوری تبدیل می‌شود. در اینجا، پس از محاسبه لنگر خمشی، سایر محاسبات مانند حالت قبل صورت می‌گیرد و همان ضوابطی که برای دیوارهای تحت بارهای دارای برون محوری باید رعایت شوند در این حالت نیز معتبر خواهند بود.

درصورتی که این‌گونه دیوارها از یک طرف آزاد باشند یعنی مشابه طره عمل کنند، باید از

پایداری آنها در برابر واژگونی اطمینان حاصل کرد. لنگر واژگونی توسط عامل پایدار کننده بارهای قائم در دیوار شامل وزن خود دیوار خنثی می شود. ضریب ایمنی در برابر واژگونی با رابطه زیر تعریف می شود:

$$\text{ضریب ایمنی (FS)} = \frac{\text{لنگر پایداری}}{\text{لنگر واژگونی}}$$

آئین نامه طرح ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد شماره ۲۸۰۰) این ضریب را برابر ۱/۷۵ توصیه کرده است. در مورد دیوارهای آزاد، باید افزود که اگر بار قائم فقط شامل وزن مرده دیوار باشد در این صورت برای به دست آوردن پایداری لازم، به ضخامت زیادی نیاز خواهد بود. برای جلوگیری از این مطلب، از پشت بندها یا ستون نماها استفاده می شود.

۳ - ۵ - ۱۰ طراحی دیوارها تحت بارهای جانبی (دیوارهای برشی)

همان طوری که در شکل (۳-۲) دیده می شود در دیوارهای برشی بارها در صفحه دیوار به آن اثر می کنند. این حالت معمولا" نظیر اثر زلزله بر دیوار می باشد ولی ممکن است ناشی از اعمال بار از یک دیوار به دیوار متقاطع و عمود بر آن نیز باشد.

یک دیوار برشی باید در برابر نیروهای برشی، لنگر خمشی، بارهای قائم و لنگر واژگونی مقاومت کند.

روش محاسبات مشابه حالت های قبل است.

۳ - ۵ - ۱۱ پایداری سازه های با مصالح بنایی

پایداری یک سازه به معنای مقاومت در برابر بارهای قائم (که می تواند خارج از محور باشند)، نیروهای جانبی (باد و زلزله) و انبساط ناشی از تغییرات دما و رطوبت، می باشد.

یکی از مسائل عمده در پایداری دیوارها در ساختمان های با مصالح بنایی چگونگی پیکربندی بلوک های بنایی است. بلوک های بنایی باید به گونه ای در کنار یکدیگر قرار گیرند که بار به شکل یکنواخت در طول زیادی از دیوار پخش شود به طوری که هر بخش از دیوار مقدار کمی از بار را تحمل کند.

اصولی که باید به هنگام پیکربندی مصالح بنایی رعایت شود عبارتند از :

- بندها و درزهای قائم ردیف های متناوب باید دریک خط قائم قرار داشته باشد.
- هیچ درز ممتدی نباید وجود داشته باشد. بدین مفهوم که درزهای قائم ردیف های مجاور نباید با یکدیگر تلاقی کنند.
- بلوک های رج بند را هرگز نباید در نمای دیوار کار گذاشت.
- بلوک های مهار واقع در محل تقاطع ها یا نبش ها باید کاملا" با یکدیگر پیوند داشته باشند تا دیوارها به یکدیگر مهار شوند.
- پیوند مقطعی در عرض دیوار باید حفظ شود. بدین معنی که پیوند پشت دیوار با پیوند نمای آن در یک خط قرار گیرد.
- تمامی درزهای داخلی دیوار باید در هر ردیف با ملات پر شود.

۳ - ٦ طراحی دیوارهای با مصالح بنایی مسلح

نکات عمده ای که درطراحی دیوارهای مسلح باید در نظر گرفت به قرار زیر می باشند :

- برای کنترل فشار محوری چنین دیوارهایی سطح مقطع خالص دیوار در نظر گرفته می شود که عبارت است از سطح مقطع متوسط خالص بلوک های بتنی به اضافه سطح مقطع قسمت بتن ریزی شده.
- برای کنترل تنش حاصل از خمش در حالتی که میلگردها، کشش حاصل از لنگر خمشی تولید شده توسط بارهای عرضی (عمود بر صفحه دیوار) را تحمل می کند، عرض مؤثری که برای مقطع خمشی از دیوار در نظرگرفته می شود بین ۳ تا ٦ برابر ضخامت دیوار می باشد.
- حداقل ضخامت دیوارهای با بلوک بتنی برابر با فاصله بین تکیه گاه های جانبی آن اختیار می گردد.
- توصیه می شود فولاد مصرفی ترجیحا" آج دار باشد. در صورت استفاده از فولاد نرمه، قطر آن از ۸ میلیمتر نباید تجاوز کند. در ایران که اغلب مناطق زلزله خیز است، حداقل سطح مقطع فولاد به کار رفته در هر یک از امتدادهای قائم و افقی نباید از ۰/۰۷ درصد مقطع کل دیوار کمتر باشد و مجموع سطح مقطع های میلگردهای قائم و افقی نباید از ۰/۲ درصد کمتر باشد.

- حداکثر سطح مقطع فولاد نسبت به سطح مقطع حفره های پر شده مربوط ٦ درصد و در مقطع میلگردهای وصله شده این میزان می تواند تا ۱۲ درصد برسد.
- حداقل ضخامت پوشش بتنی در شرایط جوی متفاوت می تواند متغیر باشد ولی این میزان از ۷ میلیمتر در مورد بتن ریزدانه و۱۲ میلیمتر در مورد بتن درشت دانه نباید کمتر باشد.
- حداقل میزان سطح میلگردها در ستون های اجرا شده با بلوک های بنایی ۰/۵ درصد و حداکثر آن ۴ درصد مقطع است و حداقل باید ۴ عدد میلگرد با قطر۱۲ میلیمتر در آنها به کار رود. استفاده از خاموت الزامی است و حداقل قطر خاموت ها ٦ میلیمتر برای میلگردهای طولی تا قطر۲۰ میلیمتر و ۸ تا۱۰ میلیمتر برای میلگردهای با قطر بزرگتر است. فاصله خاموت ها از یکدیگر نباید از مقادیر زیر بیشتر در نظر گرفته شود :

  ١٦ برابر کوچک ترین قطر میلگردهای طولی

  ۴۸ برابر قطر خاموت ها و به هر صورت نباید از ۴۵ سانتیمتر بیشتر گردد.
- طول وصله میلگردها درمنطقه فشاری۳۰ برابر و در منطقه کششی۴۰ برابر قطر میلگردها در نظرگرفته می شود.
- برای تعیین تنش های مجاز و مقاومت های فشاری محاسباتی، می توان از جداول و آئین نامه های موجود استفاده کرد (مانند استاندارد شماره ۵۱۹، حداقل بارهای وارد به ساختمان ها).

۳ - ٦ - ۱ نکاتی در باره دیوار برشی با مصالح بنایی مسلح

آزمایش های انجام شده نشان می دهند که دیوارهای برشی ساخته شده بامصالح بنایی مسلح که مطابق مشخصات فنی و با میلگردهای پخش شده در دیوار اجرا شده باشند، مقاومت و شکل پذیری خوبی را نشان می دهند. به عبارت دیگر دارای قابلیت جذب انرژی زیادی هستند و عملا" شبیه دیوارهای برشی بتن مسلح عمل می کنند، ولی به علت وجود زمان تناوب نسبتا" کوچک دراین نوع سازه ها و طلب شکل پذیری بزرگتر از سازه های بتن مسلح باید مقادیری حدود ۱/۵ برابر آنچه در دیوارهای بتن مسلح نظیر به کار می رود (تا حدود۱۲ کیلوگرم بر سانتیمترمربع) برای تنش های حداکثر برشی در نظر گرفت.

از آنجا که وجود بازشوها دراین نوع دیوارها مقاومت و سختی دیوارها را کاهش می دهد، باید از پیش بینی بازشوها خودداری شود.

۳ - ۷ درزهای حرکتی[۱]

۳ - ۷ - ۱ مقدمه

کلیه مصالح ساختمانی، از جمله مصالح بنایی، تحت شرایط مختلف جوی و بهره برداری دستخوش تغییراتی می شوند که می تواند شکل حرکت را به خود بگیرند. این تغییر مکان ها می توانند باعث ترک خوردگی شوند مگر آنکه جزئیات به درستی، طراحی و اجرا شده باشند. ترک خوردگی ها نیز به نوبه خود از توان مقاومتی اعضای ساختمانی به ویژه از مشخصه های پایایی و فرسایشی آنها می کاهند.

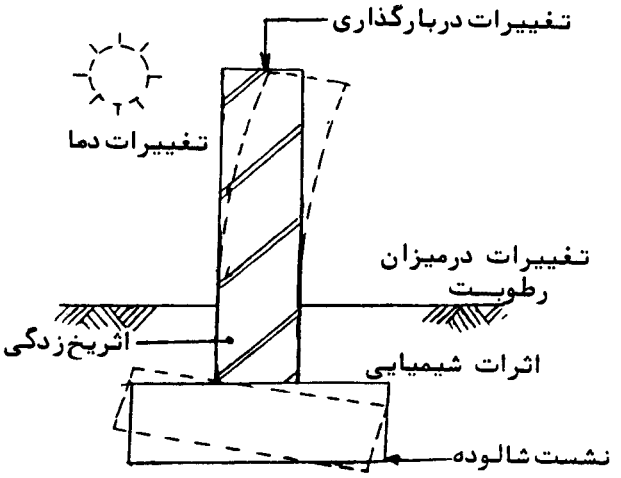
تغییر مکان اجزای ساختمان از منابع مختلفی سرچشمه می گیرد که هریک از آنها اگر به خوبی شناسایی و ارزیابی شود، راه حل صحیح در وضعیت مناسب قابل پیش بینی است. حرکت در سازه های با مصالح بنایی به شکل های مختلف مانند حرکت مصالح بنایی، حرکت نامتجانس و نظایر آن وجود دارد. هریک از این حرکت ها باید به طور مستقل و در ترکیب با یکدیگر در نظرگرفته شود تا بتوان جزئیات مناسب را ارائه داد. در این بخش فقط حرکت مصالح بنایی یا درزهای حرکتی مورد بررسی قرار می گیرد.

۳ - ۷ - ۲ حرکت مصالح بنایی

در شکل (۳-۳) علل اصلی تغییر مکان ها در مصالح بنایی که عمدتا" از منابع محیطی و جوی سرچشمه می گیرند نشان داده شده اند. این علل عبارتند از : تغییرات دما، تغییرات در میزان رطوبت، باز توزیع تنش های حرارتی (درمورد آجرهای رسی)، تغییرات بارگذاری، تغییرات شیمیایی، نشست شالوده و اثر یخ زدگی.

---

۱ - Movement Joints

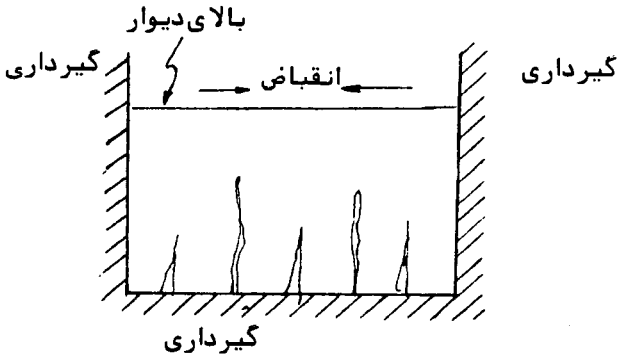


شکل (۳-۳) : عوامل مؤثر در تغییر مکان ها

اگر این تغییرات در اجزایی رخ دهد که قادر به جذب نیروهای ناشی از آنها نباشند، اعضا احتمالا" ترک می خورند. یا اگر یک قطعه ساختمانی از مصالح مختلفی که دارای مشخصه های حرکتی متفاوتی هستند، تشکیل شده باشد بار دیگر ترک خوردگی پدیدار می شود. هرجا امکان پذیر باشد باید حرکت اعضای سازه ای را با حداقل مقاومت و با درزهایی که به دقت بررسی شده اند پیش بینی نمود تا به پایداری سازه لطمه نخورد، توان مقاومتی سازه کاهش نیابد و صدمات احتمالی به ساختمان، از میزان پیش بینی شده فراتر نرود. اگر عضو ساختمانی از بلوک های بتنی و آجرهای کلسیم سیلیکاتی تشکیل شده باشد، ترک خوردگی احتمالا" ناشی از پدیده جمع شدگی[۱] (با تغییر حجم ملات در اثر کاهش رطوبت) خواهد بود، شکل (۳-۴).

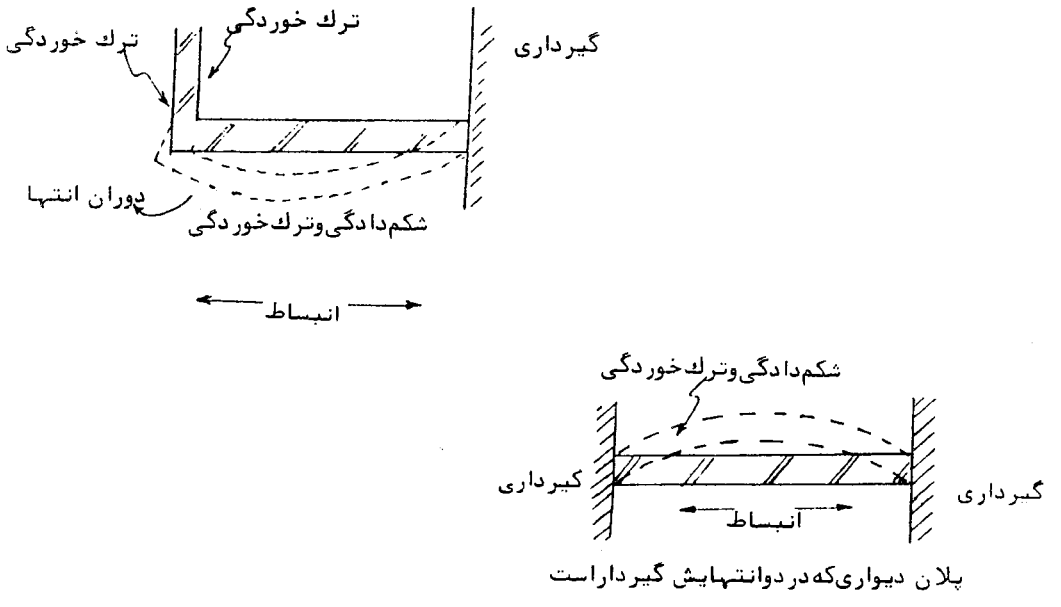
---

۱ - Shrinkage



شکل (۳-۴) : ترک خوردگی به علت جمع شدگی

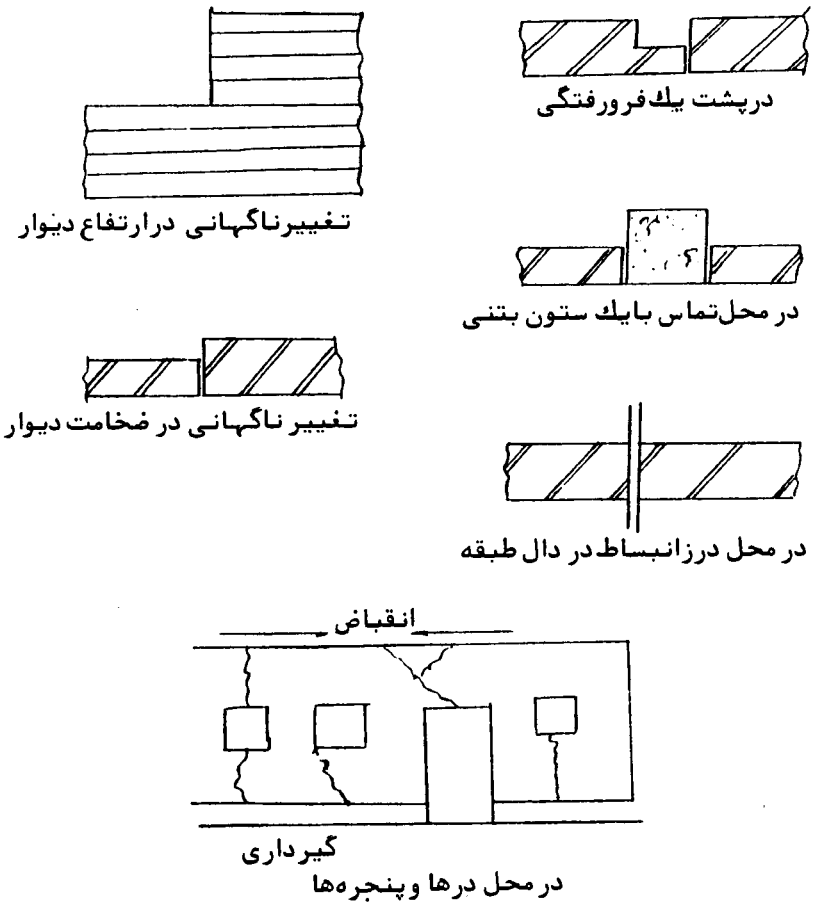
اگر جزء ساختمانی مرکب از آجرهای رسی باشد، مسأله به انبساط ناشی از مشخصه های رطوبتی مصالح و باز توزیع تنش های حرارتی برمی گردد، شکل (۳-۵).



شکل (۳-۵) : گسیختگی ناشی از انبساط

در صورتی که مقطع قائم یا افقی دیوار به طور ناگهانی تغییر یابد، ترک خوردگی پدیدار می شود. بنابراین ارجح است که درزها را در تمام ارتفاع یا بعد افقی ساختمان در جایی که

تغییرات ناگهانی در ابعاد اعضاء رخ می دهد ادامه داد، شکل (۳-۶).



شکل (۳-۶) : محل های ترجیحی برای درزهای حرکتی در اجزای ساخته شده با مصالح بنایی

۳ - ۷ - ۳ فاصله درزهای حرکتی

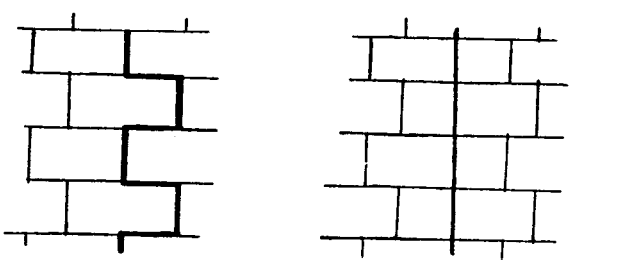
درزهای حرکتی که به دقت بررسی شده باشند و در تعیین محل آنها گیرداری اجزاء، حرکت مشخصه مصالح و هر نوع حرکت نامتساوی دیگر مد نظر باشند در کاهش اثرات مخرب حرکت اجزاء مؤثراند. در صورتی که در انتخاب محل درزها دقت لازم به عمل نیامده باشد، امکان ایجاد ترک خوردگی در مکان دیگری که می تواند حساس تر باشد وجود دارد.

در باره محل درزها هنوز اتفاق نظر وجود ندارد و آئین نامه های کشورهای مختلف نظرات

متفاوتی دراین باره بیان می‌کنند، اما به عنوان راهنمایی کلی و اولیه می‌توان مقادیر زیر را برای فواصل مرکز تا مرکز دیوارها انتخاب نمود :

- ۱۲ متر برای دیوارهای با آجر رسی
- ۵ تا ٦ متر برای دیوارهای با بلوک بتنی و آجرهای کلسیم سیلیکاتی

در هر حال فاصله درزهای قائم از یکدیگر نباید از ۲۵ متر بیشتر شود (آئین‌نامه کشور هندوستان) و عرض درزها باید به گونه‌ای باشد که در هیچ حالتی عرض آنها از ۱۰ میلیمتر کمتر نشود. برای کنترل جمع شدگی و انبساط دیوارها، درزها را می‌توان به صورت شکل (۳-۷-ب) اجرا نمود ولی درز کنترل در شکل (۳-۷-الف) ارجح است.

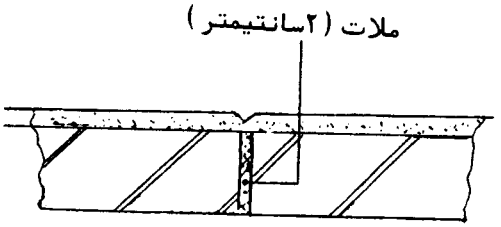


الف)درزکنترل ترجیحی

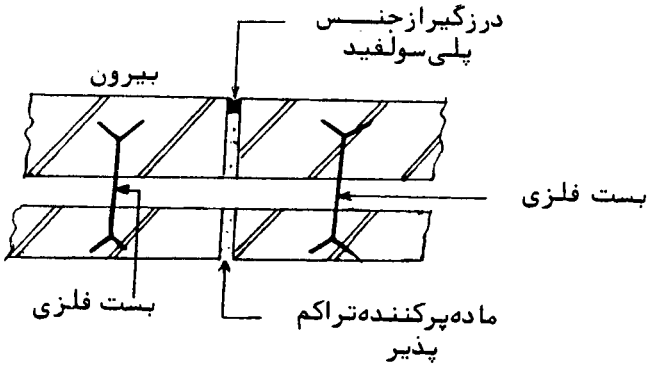
ب)درزکنترل‌که‌توصیه‌نمی‌شود ولی‌می‌تواندوجودداشته‌باشد

شکل (۳-۷) : شکل درز کنترل جمع شدگی در دیوارها

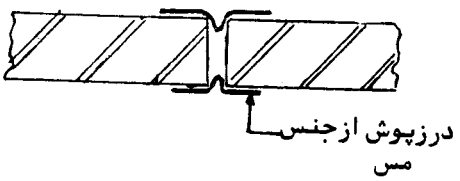
درزهای قائم باید تمام ضخامت دیوار را به شکل ممتد از بخش دیگر جدا نمایند و در صورت لزوم باید چنان طراحی شوند که در برابر زلزله مقاومت کنند. این درزها را می‌توان به وسیله درز پوشش‌هایی از جنس سرب، روی، مصالح قیری، آلومینیوم، مس و آلیاژهای آن پوشانید یا آنها را بدون پوشش خاص در نظر گرفت، شکل‌های (۳-۸)، (۳-۹)، (۳-۱۰).



شکل (۳-۸) : نمونه‌ای از درز جمع شدگی برای دیوارهای آجری یا بلوک بتنی



شکل (۳-۹) : نمونه‌ای از درز انبساط برای دیوار آجر رسی



شکل (۳-۱۰) : نمونه‌ای از یک درز حرکتی با درز پوش

فصل چهارم - ویژگی‌های اقلیمی برای انواع ساختمان‌های بنایی

۴ - ۱ مقدمه

اغلب مصالح ساختمانی از جمله مصالح بنایی، نسبت به پدیده‌های جوی و رطوبت موجود در خاک چه در زمان اجرا و چه بعد از آن حساس هستند. این حساسیت می‌تواند در برابر درجات خاصی از دما یا نوسانات آن، حد مشخصی از رطوبت یا ترکیبات خاصی از دما و رطوبت باشد. در عین حال ترکیب مصالح در یک عضو و محل استقرار آن در ساختمان نیز می‌تواند تحت تأثیر عوامل فوق قرار گیرد.

در این فصل تأثیر عوامل اقلیمی مختلف بر مصالح ساختمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد .

۴ - ۲ اثر تغییرات دما بر مصالح ساختمانی

۴ - ۲ - ۱ دمای صفر درجه سانتیگراد

در این دما یخبندان رخ می‌دهد که باعث ایجاد تغییراتی در غالب مصالح می‌گردد، واکنش‌های شیمیایی که به هنگام گیرش ملات صورت می‌گیرند دراین دما متوقف می‌شوند و از آنجایی که حجم آب موجود در ملات‌ها به هنگام یخ زدن افزایش می‌یابد، انبساط حجمی ایجاد شده تنش‌های پیش‌بینی نشده‌ای را در اجزای ساختمانی پدید می‌آورند. چنین پدیده‌ای برای ملات گچ نیز ایجاد می‌شود. اگر این ملات پیش از سخت شدن در کار یخ بزنند، فعل و انفعالات شیمیایی متداول که در سخت شدن ملات گچ سهیم‌اند دراثر یخ زدن متوقف می‌شوند و حتی پس از ذوب شدن نیز دیگر ادامه پیدا نمی‌کنند. مقدار آبی که در پای کار در ترک‌های موئین سنگ‌های ساختمانی وارد می‌شود، به هنگام یخ زدن و انبساط حجم، موجب خرد شدن آن می‌شود. بنابراین باید در نظر داشت که دمای پای کار برای ملات‌ها نباید از صفر درجه سانتیگراد کمتر باشد. ذوب و انجماد متناوب که به علت تغییرات درجه حرارت ایجاد می‌شود در مقایسه با یخ زدن

پیوسته و مداوم، موجب آسیب شدیدتری بر مصالح ساختمانی می‌گردد. به این علت برآورد شمار این تغییرات اهمیت ویژه خود را می‌یابد.

۴ - ۲ - ۲ دمای بین صفر تا ۵ درجه سانتیگراد

پاره‌ای از مصالح مانند ملات مصرفی در سازه‌های با مصالح بنایی نسبت به دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد نیز حساس هستند. در این دماها گیرش ملات دچار آسیب‌های جدی می‌شود. حتی اگر به هنگام ساخت قطعات درجه حرارت از ۵ درجه بیشتر باشد باید تا سخت شدن ملات محافظت لازم را از سازه نمود. این مطلب در مورد ملات‌های گچی نیز صادق است.

۴ - ۲ - ۳ دمای بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی کمتر از ۵۰٪

در چنین دمایی، ضروری است که ملاحظات زیر برای ملات‌ها رعایت گردد :

- کنترل مقدار آب موجود درملات پس از هر وقفه درکار. این مقدار باید حداقل برابر ۷۵٪ مقدار تعیین شده در آزمایشگاه باشد.
- اگرملات خارج از کارگاه ساخته شده و به محل کارگاه حمل می‌گردد، کنترل جداشدگی مواد ملات ضروری است و در صورت جداشدن باید مجدداً" مخلوط شوند. اگر آب ملات جدا شده باشد، این ملات دیگر قابل استفاده نیست.
- ملات هایی که برای بلوک‌های بزرگ بنایی به کار می‌روند باید دارای حد روانی قابل قبول باشند، توصیه می‌شود از مواد افزودنی مناسب (روان کننده) استفاده شود.
- در صورتی که ملات با سیمان ساخته می‌شود، توجه ویژه‌ای باید به دمای زیاد و اثر آن بر زمان گیرش مبذول داشت. دمای زیاد اثر قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت کششی و چفت و بست سازه‌های آجری یا سنگی دارد. ملات‌هایی که مقاومت فشاری آنها بیش از ۲/۵ مگاپاسکال است، مقاومت و چفت و بست آنها ناشی از نفوذ مواد سیمانی ملات در منافذ موثین مصالح بنایی است، به همین سبب، لازم است که روان گرهایی به کار برد که موجب نگهداری مقدار بیشتر آب در ملات می‌شوند واز جدا شدگی مواد تشکیل دهنده ملات جلوگیری می‌کند. چنین ملاتی باید از سیمان پرتلند و شن و ماسه طبیعی ساخته شود. در دمای زیاد، آجرهای رسی را باید به بیشترین حد رطوبت خود پیش از قرار دادن آنها در

اجزای ساختمانی رساند. بدین گونه که، آنها را پیش از استفاده باید در آب گذاشت یا به طریق دیگری خیس کرد. ردیف آخر دیوارچینی به هنگام وقفه در کار باید بدون ملات باقی بماند و به هنگام از سرگیری کار به طور مناسبی خیس شود. برای جلوگیری از تبخیر بیش از حد آب ملات، یک پوشش مناسب برای نگهداشتن آب در روی کار آجری پیش‌بینی می‌شود که هر از گاهی باید آن را مرطوب نمود.

۴ - ۳ تبادل حرارتی و رطوبت

انتقال حرارت در داخل اجسام یا اجسامی که در تماس مستقیم با یکدیگرند به صورت هدایت[۱] انجام می‌شود. این نوع انتقال حرارت در نتیجه انتشار حرکت‌های مولکولی صورت می‌گیرد و با ضریب هدایت حرارتی (λ) بیان می‌شود. ضریب هدایت حرارتی نشان دهنده سهولت عبور حرارت از مصالح است. هرچه این ضریب بیشتر باشد حرارت راحت‌تر انتقال داده می‌شود. همچنین هرچه سرعت جریان هوا در سطح مورد نظر و اختلاف دمای هوا و دمای آن سطح بیشتر باشد میزان انتقال حرارت بیشتر و ضریب λ بزرگتر است. علاوه برآن سطوح خشن و تیره رنگ قابلیت جذب و انتشار حرارت بیشتری دارند. ضریب λ به میزان قابل توجهی به رطوبت مصالح بستگی دارد.

برای دمای داخلی متداول و رطوبت داخلی نسبتا" زیاد، ضریب انتقال حرارت یک دیوار خارجی باید به اندازه کافی کوچک باشد تا پدیده تعریق روی سطح داخلی دیوار ظاهر نشود.

مقدار بخار آب در یک کیلوگرم هوای خشک (رطوبت مطلق) همواره در هوای سرد در داخل بیشتر از بیرون است. بدین جهت بخار آب از میان مصالح دیوار از داخل به سمت بیرون تغییر مکان می‌دهد. از سوی دیگر از آنجایی که دمای داخل دیوار به تدریج که به سطح خارجی دیوار نزدیک می‌شود کاهش می‌یابد، این نگرانی موجود است که بخار آب دمای خود را تا آن اندازه از دست دهد که پدیده تعریق در داخل دیوار آغاز شود. اگر دما در یک نقطه در داخل دیوار از دمای نقطه شبنم (دمایی که درآن پدیده تعریق آغاز می‌شود) کمتر باشد، پدیده تعریق درآن نقطه رخ می‌دهد بنابراین این دیوار است که رطوبت را جذب می‌کند و با این کار مقاومت حرارتی آن کاهش می‌یابد و مصالح آسیب می‌بینند.

۱- conductivity

برای محدود کردن این نوع خطرات در شرایط جوی سخت، باید تعریق را درمحدوده مشخصی نگه داشت. از آنجایی که اغلب مصالح عایق کننده دارای درجه تخلخل زیادی هستند (مقاومت کم در برابر حرکت بخار آب) باید آنها را با لایه ویژه ای به نام «ضد بخار» پوشانید. دمای سطح این لایه باید از دمای نقطه شبنم بالاتر باشد.

برای جلوگیری از تعریق در سطح داخلی دیوارهای خارجی، باید عایق بندی کافی پیش بینی کرد، به گونه ای که دمای سطحی همواره از دمای نقطه شبنم بالاتر قرار گیرد.

برای جلوگیری از تعریق در داخل دیوار می توان از روش های زیر استفاده کرد:

- ایجاد عایق حرارتی در سمت بیرونی دیوار از طریق ایجاد یک فضای خالی درون دیوار (در دیوارهای دو جداره) یا از طریق پیش بینی جذب کننده بخار آب در سطح گرم (داخلی) دیوار.
- پیش بینی یک لایه کاملا" نفوذ ناپذیر در برابر حرکت بخار آب در سمت گرم لایه عایق.

فصل پنجم - ایمنی ساختمان‌های با مصالح بنایی در برابر زلزله و حریق

۵ - ۱ ایمنی در برابر زلزله

۵ - ۱ - ۱ مقدمه

در میان تمام مصالحی که برای ساختمان‌ها به کار گرفته می‌شوند، مصالح بنایی در برابر خرابی‌های ناشی از زلزله از همه آسیب پذیرتر است. ضمن آن که اکثر ساختمان‌های کشورهای جهان سوم بامصالح بنایی غیرمسلح ساخته شده‌اند و مقاومت بسیار کمی در برابر زلزله از خود نشان می‌دهند. پژوهش در خواص دینامیکی مصالح بنایی و این که چگونه رفتارشان با افزودن میلگرد فولادی بهبود می‌یابد درمقایسه با پژوهش‌های اختصاص یافته به فولاد و بتن مسلح ناچیز است. شاید احساس این است که ساختمان‌های آجری سازه‌های «جزیی» هستند و نباید وقت و انرژی زیادی صرف آنها شود. ولی تاریخ نشان داده است که این سازه‌های «جزیی» نیز فرو می‌ریزند و به میزان زیادی انسان‌ها را می‌کشند یا مجروح می‌کنند.

در این فصل، در باره اثرات زلزله بر ساختمان‌های با مصالح بنایی، توصیه‌های آئین نامه طراحی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله (استاندارد شماره ۲۸۰۰) و توصیه‌های بین المللی برای مقاوم سازی ساختمان‌ها در برابر زلزله ارائه می‌شود.

۵ - ۱ - ۲ ویژگی‌ها و رفتار مصالح بنایی و اجزاء با مصالح بنایی در برابر زلزله

مصالح بنایی به تنهایی مواد ضعیفی برای ساختن ساختمان، در مناطق زلزله خیز هستند. آنها ترد و شکننده‌اند ومقاومت کششی کمی دارند. فقدان شکل پذیری (قابلیت تغییر شکل مصالح پیش از رسیدن به حد گسیختگی) آنها به گونه‌ای تنگاتنگ با عدم توانایی‌شان در جذب انرژی همراه است. آشکار است که استفاده مناسب از میلگرد فولادی به همراه دوغاب، رفتار سازه را در برابر زلزله بسیار بهبود می بخشد. ولی چگونگی به کار گرفتن میلگردهای فولادی به همان اندازه مهم

است که استفاده از آن حایز اهمیت می‌باشد. پژوهش‌های انجام شده درمورد جرزهای[1] ساختمان‌های چند طبقه با مصالح بنایی، که مشاهدات نشان داده‌اند از آسیب پذیرترین اجزای دیوارهای برشی هستند، ثابت کرده‌اند که افزون بر میلگرد فولادی، نوع بلوک یا عنصر بنایی، نسبت ارتفاع به عرض جرز، نوع و گستردگی دوغاب به کار رفته و مقدار بار فشاری روی جرز در رفتار آن در برابر زلزله تأثیر می‌گذارد. این پژوهش‌ها همچنین نشان داده‌اند که گسیختگی جرز به دو شکل رخ می‌دهد : خمشی و برشی. گسیختگی به شکل خمشی هنگامی رخ می‌دهد که تنش‌های خمشی نهایی از حد مجاز فراتر روند (معمولا" هنگامی که بار قائم کوچک و نسبت ارتفاع به عرض بزرگ باشد). گسیختگی برشی زمانی اتفاق می‌افتد که بارهای قائم بزرگ و جرز در مقایسه با ارتفاعش نسبتا" عریض باشد. هنگامی که یک بار برشی ناشی از زلزله با یک نیروی بزرگ فشاری ترکیب شود، حل معادلات تنشی نشان می‌دهد که تنش‌های کششی بزرگی در صفحه‌های قطری به وجود می‌آیند که باعث گسیختگی می‌شوند. گسیختگی برشی به شکل ترک‌های قطری ظاهر می‌شود، به علت خواص مصالح بنایی، این گسیختگی‌ها ناگهانی و فاجعه آمیزند. میلگرد فولادی به گونه قابل ملاحظه‌ای امکان گسیختگی در حالت برشی را کاهش می‌دهد، مقاومت آن را بیشتر می‌کند و شکل پذیری آن را بسیار افزایش می‌دهد. مهار میلگرد و خم ۹۰ درجه آن بهبود زیادی در برابر گسیختگی در اثر برش ایجاد می‌کند.

۵ - ۱ - ۳ علل عمده آسیب دیدگی ساختمان‌های با مصالح بنایی

موارد زیر ضعف های عمده‌ای هستند که در ساختمان‌های اجرا شده با مصالح بنایی غیرمسلح باعث آسیب می‌شوند :

- بارهای زیاد و ساختمان‌های بسیار سخت که نیروهای قابل توجهی ناشی از زلزله را به خود جذب می‌کنند.
- مقاومت کششی بسیار ناچیز به ویژه در ملات‌های کم مایه
- مقاومت برشی بسیار ناچیز به ویژه در ملات‌های کم مایه
- رفتار ترد و شکننده ساختمان در برابر نیروهای فشاری و کششی

---

۱ - Buttress

- اتصالات ضعیف بین دو دیوار متقاطع
- اتصالات ضعیف بین دیوار و سقف
- تمرکز تنش در گوشه های درها و پنجره ها
- عدم تقارن بیش از حد در پلان و در نمای ساختمان
- محل قرارگیری بازشوها در دیوارها و نامتقارن بودن آنها از لحاظ تناسب ابعاد
- اشکالات ناشی از غیراستاندارد بودن مصالح، درزهای کاملا" پر نشده بین آجرها، دیوارهای غیرقائم، گوشه هایی که پیوستگی آنها رعایت نشده باشد و غیره.

۵ - ۱ - ۴ ضوابط آئین نامه ۲۸۰۰ (طرح ساختمان ها در برابر زلزله)

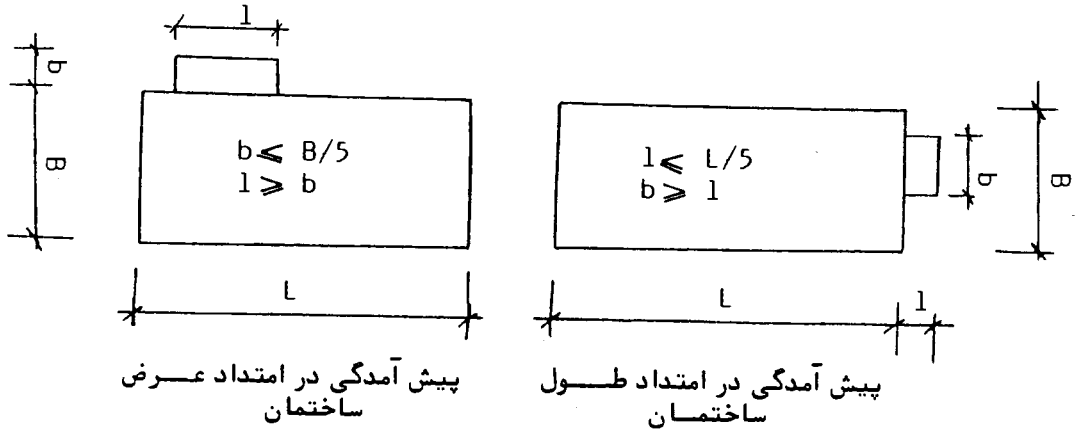
- ضوابط کلی

- کلیه عناصر باربر ساختمان باید به گونه متناسبی با هم پیوسته باشند تا در هنگام وقوع زلزله عناصر مختلف ساختمان از یکدیگر جدا نشده و به طور یکپارچه عمل کنند. این مطلب به ویژه در مورد سقف ها صدق می کند. بدین معنی که در حضور نیروهای دینامیکی، سقف باید با حفظ انسجام خود بتواند به مثابه یک دیافراگم این نیروها را به عناصر قائم منتقل نماید.
- ساختمان باید در دو امتداد عمود برهم قادر به تحمل نیروهای افقی ناشی از زلزله باشد و در هر یک از این امتدادها نیز باید انتقال نیروهای افقی به سمت شالوده به گونه مناسبی صورت گیرد.
- برای جلوگیری یا کاهش خسارت وخرابی ناشی از ضربه ساختمان های مجاور به یکدیگر، باید ساختمان هایی که دارای ارتفاع بیش از۱۲ متر یا دارای بیش از چهار طبقه هستند به وسیله «درز انقطاع» از ساختمان های مجاور جدا شوند.
- حداقل عرض درز انقطاع در تراز هر طبقه برابر یک صدم ارتفاع آن تراز از روی شالوده می باشد.
- به طور کلی باید از احداث ساختمان در مجاور گسل ها پرهیز نمود. در مواردی که احداث بنا دراین گونه زمین ها اجتناب ناپذیر است افزون بر ضوابط این آئین نامه، اثرات مخرب نزدیکی گسل نیز باید مورد بررسی قرار گیرد.
- احداث ساختمان در زمین های ناپایدار مجاز نمی باشد.

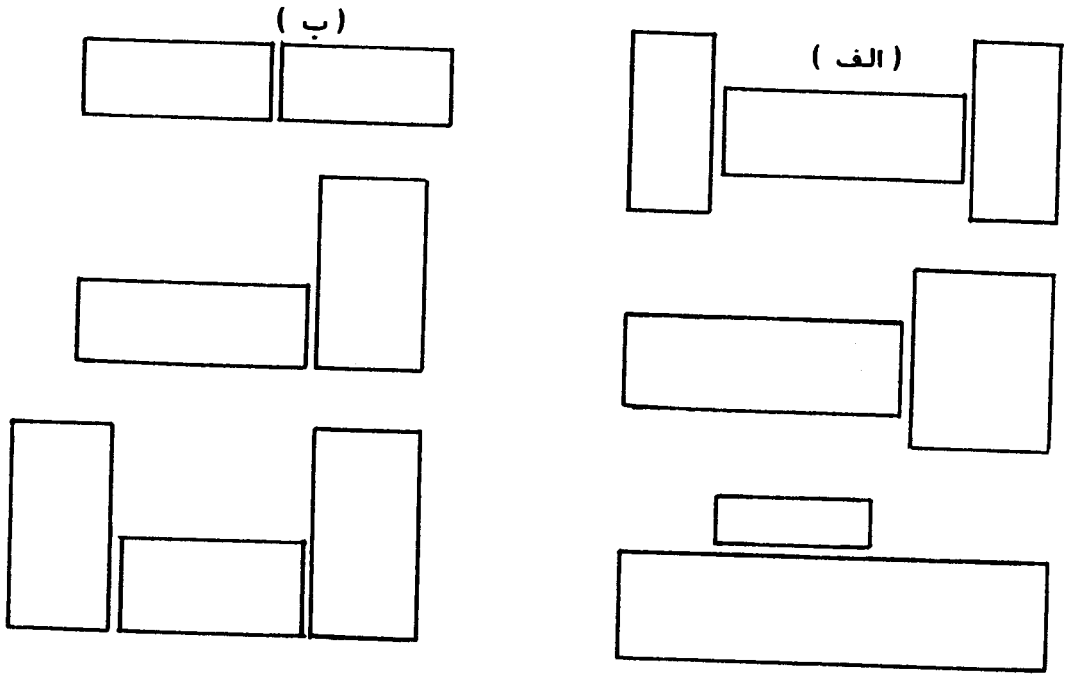
- پلان ساختمان

پلان ساختمان در مقاوم بودنش در برابر زلزله مؤثر است. دراین مورد، آئین‌نامه خصوصیات پلان ساختمان‌های با بنایی غیرمسلح را چنین ذکر می‌کند :

- طول ساختمان نباید از سه برابر عرض آن تجاوز نماید.
- ساختمان باید نسبت به هر دو محور اصلی قرینه یا نزدیک به قرینه باشد.
- پیش آمدگی‌ها یا پس رفتگی‌های نامناسب نداشته باشد.
- در صورت تجاوز نسبت طول به عرض ساختمان یا وجود پیش آمدگی‌هایی بیش از حد مجاز (شکل ۵-۱-الف) باید با ایجاد درز انقطاع (شکل ۵-۱-ب)، ساختمان را به قطعات مناسب‌تر تقسیم نمود به طوری که در هر قطعه خصوصیات ذکر شده برای پلان رعایت شود. ادامه درز انقطاع در شالوده ساختمان ضروری نیست.



شکل (۵-۱) : نسبت‌های پیش آمدگی‌ها در پلان ساختمان



شکل (۵-۲) : تقسیم ساختمان به قطعات مناسب با ایجاد درز انقطاع

- دیوارها باید حتی‌الامکان به طور منظم و متقارن در پلان ساختمان قرار داده شوند تا با تحمل یکنواخت نیروی افقی زلزله، ایجاد پیچش در ساختمان به حداقل برسد.

- مقطع قائم ساختمان

برای این که ساختمان‌های ساخته شده با مصالح بنایی بتوانند مقاومت بیشتر و بهتری در برابر زلزله از خود نشان دهند نباید در برش قائم آن پیش آمدگی وجود داشته باشد. در آئین‌نامه ضمن تاکید بر ارجح نبودن پیش‌آمدگی در برش‌های قائم ساختمان، برای مقاوم‌تر شدن آن ضوابط ایجاد پیش‌آمدگی در ساختمان‌ها به شکل زیر بیان می‌شود :

- طول جلو آمده طره در مورد بالکن های سه طرف باز از ۱/۲۰ متر و برای بالکن های دو طرف باز از ۱/۵ متر بیشتر نباشد و طره‌ها به خوبی در سقف طبقه یا در داخل دیوارها مهار شوند.
- پیش آمدگی ساختمان در مقطع قائم به طوری که طبقه بالا به صورت طره جلوتر از طبقه پائین باشد فقط با احراز شرایط زیر مجاز است :

۱) طول جلو آمدهٔ طره از یک متر بیشتر نباشد.

۲) سازه قسمت پیش آمده طوری طراحی شود که هیچ یک از دیوارهای آن بار سقف یا دیوارهای فوقانی را تحمل نکند.

۳) دیوارهای قسمت پیش آمده به وسیله کلاف‌های قائم فولادی یا بتن مسلح با اتصال مناسب و مطمئن نگه داشته شده و دو سر کلاف‌ها در عناصر سازه‌ای کف و سقف گیردار شوند. کلاف‌بندی باید به نحوی انجام گیرد که اولا" هر کلاف قائم حداکثر دو متر از دیوار را نگه دارد و ثانیا" دو طرف پنجره‌های با عرض بیشتر از دو متر نیز دارای کلاف باشد.

- از قرار دادن اجزای ساختمانی، تاسیسات یا کالاهای سنگین روی طره‌ها پرهیز گردد.
- از احداث اختلاف سطح در یک طبقه ساختمان حتی‌الامکان پرهیز شود و در صورت وجود اختلاف سطح باید دیوارهای حد فاصل دو قسمتی که اختلاف سطح دارند با کلاف‌بندی اضافی تقویت شوند یا اینکه دو قسمت ساختمان به وسیله درز انقطاع از یکدیگر جدا گردند.
- شالوده‌ها باید حتی‌المقدور در یک سطح افقی ساخته شوند و در صورتی که به علت شیب زمین یا علل دیگر احداث شالوده در یک تراز میسر نباشد باید هر قسمت آن در یک سطح افقی قرار داده شود و در هر حال از ایجاد شیب در پی خودداری گردد.

- بازشوها

برای آن که ساختمان‌های با مصالح بنایی در برابر زلزله مقاومت بیشتری داشته باشند، نباید درها، پنجره‌ها و گنجه‌های دیواری وسیع داشته باشند. وجود این عوامل، مقاومت ساختمان را در برابر زلزله کاهش می‌دهند.

در آئین‌نامه ۲۸۰۰ ضمن ارائه این ضابطه، بهترین مکان برای ایجاد بازشوها، قسمت مرکزی دیوارها ذکر شده و رعایت موارد زیر برای احداث آنها الزامی بیان شده است :

- مجموع سطح بازشوها در هر دیوار باربر از یک سوم سطح آن دیوار بیشتر نباشد.
- فاصله اولین بازشو درهر دیوار باربر از برخارجی ساختمان کمتر از دوسوم ارتفاع بازشو نباشد مگر آن که در طرفین بازشو کلاف قائم قرار داده شود.

- فاصله افقی دو بازشو از دوسوم ارتفاع کوچکترین بازشوی طرفین خود و از یک ششم مجموع طول آن دوبازشو کمتر نباشد. در غیر این صورت جرز بین دوبازشو جزئی از بازشو منظور می شود ونباید آن را به عنوان دیوار باربر به حساب آورد و نعل درگاه روی بازشوها نیز باید به صورت یکسره یا دهانه ای برابر مجموع طول بازشوها به اضافه جرز بین آنها محاسبه گردد.
- هیچ یک از ابعاد بازشو از ۲/۵ متر بیشتر نباشد. در غیر این صورت باید طرفین بازشو را با تعبیه کلاف های قائم که به کلاف های افقی بالا و پائین آن طبقه متصل می شوند و همچنین با مهار نعل درگاه بازشو در کلاف های قائم طرفین تقویت نمود.

- دیوارهای باربر

ضوابط و مقررات دیوارهای باربر در ساختمان های بنایی مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ به شرح زیراست:

- در هر یک از امتدادهای طولی و عرضی ساختمان، مقدار دیوار نسبی در هر طبقه نباید از مقادیر مندرج در جدول (۵-۱) کمتر باشد. مقدار دیوار نسبی هر طبقه در هر امتداد عبارت است از نسبت مساحت مقطع افقی دیوارهای موازی با امتداد مورد نظر به مساحت زیر بنای طبقه، برای تعیین مقدار دیوار نسبی فقط دیوارهایی که ضخامت آنها ۲۰ سانتیمتر یا بیشتر است و دارای کلاف افقی در تراز سقف هستند، به حساب می آیند. دیوارهای بالا و پائین بازشوها در محاسبه دیوارها نسبی منظور نمی شوند.

به عبارت دیگر برای تعیین مقدار دیوار نسبی، مقطع افقی شکسته ای که حداقل مساحت دیوار را به دست می دهد، در نظر گرفته می شود، جدول (۵-۱).

حداقل مقدار دیوار نسبی در هر امتداد ساختمان

جدول ۵ - ۱

نوع وتعداد طبقات ساختمان		زیرزمین	طبقه اول	طبقه دوم
ساختمان های آجری	یک طبقه	٪۶	٪۴	-
	دو طبقه	٪۸	٪۶	٪۴
ساختمان های سنگی یا بلوک بتنی	یک طبقه	٪۹	٪۶	-
	دو طبقه	٪۱۲	٪۹	٪۶

- حداکثر طول مجاز دیوار باربر بین دو پشت بند ۳۰ برابر ضخامت آن می باشد، مشروط بر آن که از ۸ متر تجاوز نکند. مقصود از پشت بند دیواری است که درامتداد دیگری با دیوار باربر تلاقی می نماید. دیواری به عنوان دیوار باربر تلقی می شود که ضخامت آن حداقل ۲۰ سانتیمتر و طول آن با احتساب ضخامت دیوار باربر، حداقل برابر بزرگترین دهانه طرفین پشت بند باشد.

ارتفاع دیوارهای باربر باید با ارتفاع طبقه تطبیق نماید.

- دیوارهای غیر باربر و تیغه ها

هرچه طول تیغه ها در ساختمان های با مصالح بنایی بیشتر باشد مقاومت ساختمان در برابر زلزله کمتر است. آئین نامه حد مجاز طول تیغه بین دو پشت بند را ۴۰ برابر ضخامت آن می داند. در صورتی که این مقدار از ٦ متر افزون تر شود، طول دیوار تیغه باید همان٦ متر در نظر گرفته شود.

آئین نامه همچنین ضخامت پشت بند را دست کم معادل ضخامت دیوار و طول آن را حداقل یک ششم دهانه طرفین پشت بند ذکر می کند و اضافه می نماید که از ستونک های قائم فولادی، بتن مسلح یا چوبی در داخل تیغه یا دیوار می توان به جای پشت بند استفاده کرد و دو سر ستونک ها را به طور مناسبی در کف و سقف مهار نمود.

این دستور العمل ها نیز در بارهٔ چگونگی اجرای تیغه در آئین نامه آمده است :

- حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای غیر باربر و تیغه ها از تراز کف ۳/۵ متر است. در صورت تجاوز از این حد باید با تعبیه کلاف های افقی و قائم به طور مناسبی به تقویت دیوار مبادرت گردد.
- تیغه هایی که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارند، باید کاملا" زیر پوشش سقف مهار شوند. یعنی رگه آخر تیغه با فشار و ملات کافی در زیر سقف جای داده شود. لبهٔ فوقانی تیغه هایی که در تمام ارتفاع سقف ادامه ندارند باید با کلاف فولادی یا بتن مسلح یا چوبی که به سازهٔ ساختمان یا کلاف های احاطه کننده تیغه متصل می باشد کلاف بندی شود.
- لبهٔ قائم تیغه ها نباید آزاد باشد. این لبه باید به یک تیغه دیگر یا یک دیوار عمود بر آن، یکی از اجزای سازه یا ستونکی که به همین منظور از فولاد، بتن مسلح یا چوب تعبیه

می‌شود، با اتصال کافی تکیه داشته باشد. ستونک می‌تواند از یک ناودانی نمره ٦ یا معادل آن از فولاد، بتن مسلح یا چوب تشکیل یابد. چنانچه طول تیغه پشت بند کمتر از ۱/۵ متر باشد، لبهٔ آن می‌تواند آزاد باشد.

- در صورتی که دیوار و تیغه متکی به آن به طور همزمان یا به صورت لاریز یا به صورت هشت گیر چیده شوند، اتصال تیغه به دیوار کافی تلقی می‌گردد ولی چنانچه تیغه بعد از احداث دیوار و بدون اتصال به آن ساخته شود باید درمحل تقاطع در داخل ملات بین رگه‌های با میلگرد به قطر ۸ میلیمتر (یا تسمه فولادی معادل آن) که حداقل در طول ۲۵ سانتیمتر در داخل دیوار و ۵۰ سانتیمتر در داخل تیغه قرار می‌گیرد به فواصل حداکثر ٦۰ سانتیمتر تیغه را به دیوار مهار نمود. در غیر این صورت لبهٔ کناری تیغه آزاد تلقی شده و باید ستونکی در این لبه تعبیه گردد. دو تیغهٔ عمود بر هم باید با یکدیگر قفل و بست شوند.

- کلاف بندی‌ها

همه ساختمان‌هایی که با مصالح بنایی ساخته می‌شوند، اعم از این که یک طبقه یا دو طبقه باشند با آجر، بلوک بتنی یا با سنگ ساخته شده باشند، باید دو رشته کلاف افقی، یکی در پائین و دیگری در بالای ساختمان داشته باشند. آئین‌نامه در مورد کلاف‌بندی افقی در تراز زیر دیوارها این ضابطه را ارائه می‌کند :

- کلاف باید با بتن مسلح ساخته شود به طوری که عرض آن از عرض دیوار یا ۲۵ سانتیمتر و ارتفاع آن از دو سوم عرض دیوار یا ۲۵ سانتیمتر کمتر نباشد. تعبیه کلاف در زیر تیغه‌ها و جداگرها الزامی نیست مگر آن که برای اتصال کلاف‌های اصلی ضروری باشد.

کلاف‌بندی افقی سقف نیز باید تحت شرایطی خاص انجام شود. این مورد که آئین‌نامه از آن به عنوان «کلاف بندی در تراز سقف روی دیوارهای باربر» یاد کرده است باید دارای خصوصیات زیر باشد :

کلاف سقف چنانچه با بتن مسلح ساخته شود باید هم عرض دیوارها باشد مگر در مورد دیوارهای خارجی که به منظور نماسازی می‌توان عرض کلاف را ۱۲ سانتیمتر از عرض دیوار کمتر اختیار نمود ولی در هیچ حال عرض کلاف سقف نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر

باشد. ارتفاع کلاف روی دیوارهای باربر و دیوارهای برشی نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر باشد ولی ارتفاع کلاف روی دیوارهای غیر باربر را می‌توان به ۱۲ سانتیمتر کاهش داد. در سقف به جای کلاف بتن مسلح می‌توان از پروفیل‌های فولادی معادل تیرآهن نمره ۱۲ استفاده نمود مشروط بر آن که کلاف فولادی با تیرهای سقف به خوبی متصل شده و همچنین این کلاف به نحو مناسبی به دیوارها مهار گردد.

حداقل قطر میلگردهای طولی در کلاف های بتن مسلح عبارت است از :

۱۲ میلیمتر برای میلگرد آج‌دار و ۱۴ میلیمتر برای میلگرد ساده. میلگردهای طولی باید حداقل ۴ عدد باشند و در گوشه‌ها قرار داده شوند. در صورتی که عرض کلاف از ۳۵ سانتیمتر تجاوز نماید تعداد میلگردهای طولی باید به ٦ عدد یا بیشتر افزایش داده شود به طوری که فاصله هر دو میلگرد مجاور از ۲۵ سانتیمتر بیشتر نباشد. میلگردهای طولی باید با تنگ‌هایی به قطر حداقل ٦میلیمتر به یکدیگر بسته شوند. حداکثر فاصله تنگ‌ها ازیکدیگر عبارت است از ارتفاع کلاف یا ۲۰ سانتیمتر هر کدام کمتر باشد.

پوشش بتن اطراف میلگردهای طولی نباید درمورد کلاف زیر دیوارها از ۵ سانتیمتر و در مورد کلاف سقف از ۲/۵ سانتیمتر کمتر باشد.

در هر تراز اضلاع مختلف کلاف باید به یکدیگر متصل شوند تا کلاف‌بندی یکپارچه و شبکه مانند به هم پیوسته‌ای تشکیل گردد. فولاد گذاری محل تلاقی اضلاع کلاف به خصوص در مورد کلاف سقف باید به نحوی انجام شود که اتصال کلاف‌ها به خوبی تأمین گردد.

کلاف سقف در هیچ جا نباید منقطع باشد. در صورتی که مجاری دودکش، تهویه، کانال کولر، نظایر آنها با کلاف سقف تقاطع نمایند باید تدابیری برای تأمین اتصال کلاف طرفین مجرا به یکدیگر پیش‌بینی گردد.

در صورتی که ساختمان بنایی دارای ستون‌های فولادی یا بتن مسلح نیز باشد این ستون‌ها باید به نحو مناسبی در بالا به عناصر سقف یا کلاف سقف و در پائین به کلاف زیر دیوار متصل شوند.

به جز کلاف‌بندی افقی، کلاف‌بندی قائم هم برای استحکام هرچه بیشتر ساختمان‌های بنایی غیرمسلح به کار می‌رود. دراین مورد ضوابط آئین‌نامه‌ای به شرح زیر است :

- در کلیه ساختمان‌های بنایی دو طبقه و همچنین در ساختمان‌های یک طبقه با اهمیت زیاد باید کلاف‌بندی قائم ایجاد شود. کلاف‌های قائم باید در داخل دیوارها و در گوشه‌های

اصلی ساختمان و ترجیحا" در نقاط تقاطع دیوارها طوری تعبیه گردند که فاصله محور تا محور آنها از ۵ متر تجاوز نکند.

هیچ یک از ابعاد مقطع کلاف قائم بتن مسلح نباید از۲۰ سانتیمتر کمتر باشد. به جای کلاف بتن مسلح می‌توان از تیرآهن نمره۱۰ یا پروفیل فولادی معادل آن استفاده نمود، مشروط برآن که اتصال کلاف فولادی با دیوار به وسیله میلگردهای افقی به خوبی تأمین شود.

- حداقل قطر میلگردهای طولی در کلاف‌های بتن مسلح عبارت است از۱۰ میلیمتر برای میلگرد آج‌دار و۱۲ میلیمتر برای میلگرد ساده. میلگردهای طولی باید حداقل ۴ عدد باشند و در گوشه‌ها قرار داده شوند.

میلگردهای طولی باید با تنگ‌هایی به قطر حداقل ٦ میلیمتر به یکدیگر بسته شوند. حداکثر فاصله تنگ‌ها از یکدیگر عبارت است از۲۰ سانتیمتر. اطراف میلگردهای طولی باید حداقل ۲/۵ سانتیمتر پوشش بتن وجود داشته باشد.

- کلاف‌های قائم باید به نحو مناسبی درکلیه نقاط تقاطع به کلاف‌های افقی متصل شوند تا متفقا" یک سیستم سه بعدی مقاوم تشکیل دهند.
- به جای کلاف‌بندی قائم می‌توان میلگردهایی را در طول دیوار توزیع نمود مطابق شکل (۵-۳)، مشروط بر این که :

الف) برای اجرای دیوار از ملات ماسه سیمان استفاده شود.

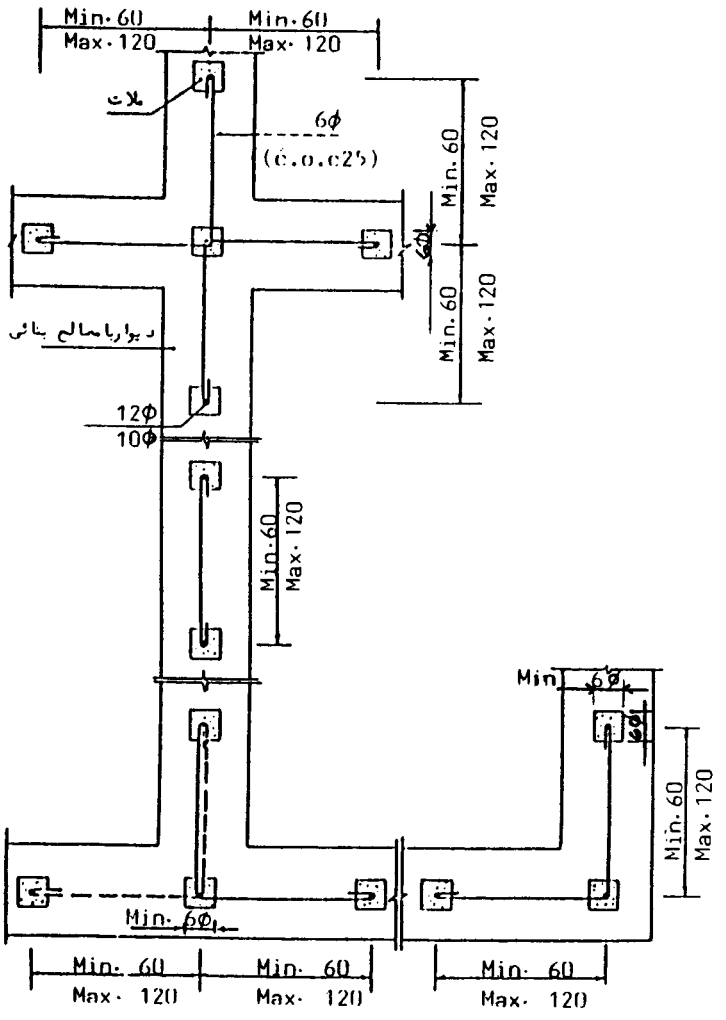
ب) اطراف میلگردها به صورت غوطه ای چیده شده و بندهای قائم کاملا" پر گردند.

پ) فاصله هر دو میلگرد از ٦۰ سانتیمتر کمتر نباشد.

ت) میلگردهای قائم در فاصله حداکثر ۲۵ سانتیمتر با میلگردهای افقی به قطر ٦ میلیمتر به یکدیگر بسته شوند.

ث) دور هر میلگرد قائم فضایی که کوچکترین بعد آن از ٦ برابر قطر میلگرد کمتر نباشدایجاد گردیده و ضمن چیدن دیوار با ملات پر گردد.

ج) میلگردهای قائم در کلاف های افقی بالا و پائین مهار شوند.



شکل (۵-۳) : جزئیات میلگردهای قائم و افقی مهاری دیوارها

در ساختمان های یک طبقه با اهمیت متوسط توصیه می گردد کلاف قائم مطابق توصیه های بالا ساخته شود. در غیر این صورت دراین ساختمان ها باید حداقل درمحل کلاف های قائم یک میلگرد آج دار به قطر ۱۰ میلیمتر یا میلگرد ساده به قطر ۱۲ میلیمتر با رعایت موارد ذکر شده در بندهای (الف) تا (ج) قرار داده شود.

- دیوار چینی

- در ساختمان های بنایی استفاده از ملات گل یا گل آهک مجاز نمی باشد. دیوارهای سنگی و دیوارهای بلوک بتنی باید با ملات های سیمانی با عیار حداقل ۲۰۰ کیلوگرم سیمان درمترمکعب ملات ساخته شوند. در دیوارهای آجری غیر از ملات ماسه سیمان با مشخصات فوق می توان از ملات ماسه آهک با عیار حداقل ۲۵۰ کیلوگرم آهک یا ملات حرامزاده (باتارد) با ۱۰۰ کیلوگرم سیمان و ۱۲۵ کیلوگرم آهک در مترمکعب ملات استفاده نمود.
- دیوارهایی که با سنگ مکعب مستطیلی شکل یا آجر یا بلوک بتنی ساخته می شوند باید طوری چیده شوند که بندهای قائم روی هم قرار نگیرند و داخل آنها کاملا" با ملات پر شوند. در دیوارهای با سنگ لاشه باید لاشه ها با قفل و بست پهلوی هم قرار داده شوند و بین سنگ ها کاملا" با ملات پر گردد.
- حتی المقدور باید تمام دیوارهای باربر که به هم پیوسته هستند به خصوص در گوشه های ساختمان به طور همزمان در یک تراز چیده شده و در یک سطح بالا آورده شوند. درمواردی که اجرای همزمان دیوار چینی میسر نباشد می توان قسمت هایی را به صورت «لاریز» چیده و قسمت های بعدی را روی لاریز ادامه داد. در مورد دیوارهای باربر دندانه دار کردن دیوار یا به اصطلاح «هشت گیر» که معمولا" برای اتصال دیوارهای متقاطع یا ساختن دیوارهای طویل به کار می رود مجاز نمی باشد. هشت گیر را می توان منحصرا" برای اتصال تیغه ها به کار گرفت مشروط بر آن که درزهای بالا و پائین آجرچینی بعدی در محل هشت گیر کاملا" با ملات پر شوند.

- سقف ها

درمورد سقف ها که از مهم ترین قسمت های ساختمان ها هستند آئین نامه ضوابط زیر را دارد:

- سقف باید با مصالح مناسب و به نحوی ساخته شود که در برابر نیروهای زلزله از تکیه گاه خود جدا نشود و انسجام و استحکام خود را حفظ نماید.
- عناصر سقف باید در تکیه گاه ها به نحو مطمئنی به عناصر زیرسری (تیرهای حمال، کلاف بندی افقی، ستون ها) متصل شوند تا بدون جابه جا شدن سقف نیروهای زلزله وارد به آن به عناصر قائم انتقال یابند.

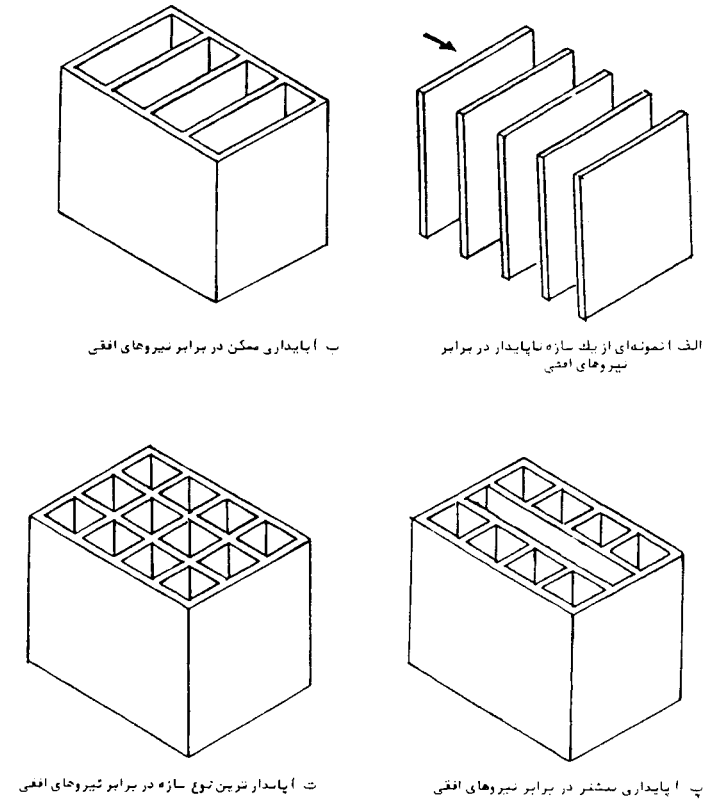
آئین نامه سپس در مورد انسجام انواع سقف ها (ضربی، تیرچه و بلوک، خرپاها) و همچنین در باره سقف های کاذب و سقف های قوسی و همچنین در باره نماسازی ضوابطی ارائه می کند که از آوردن آنها دراین بخش خودداری می شود.

۵ - ۱ - ۵ پایداری سازه های با مصالح بنایی

در مورد پایداری سازه های با مصالح بنایی در بخش طراحی به اندازه کافی شرح داده شده است دراین قسمت به چند توصیه عمومی که در تمام آئین نامه های موجود برای جلوگیری از صدمات اتفاقی آمده است بسنده می شود. مهندس طراح باید از پایداری کل سازه اطمینان حاصل کرده و برای این منظور جزئیات طرح و اتصال اجزای مختلف سازه را به یکدیگر به نحوی مناسب طرح کند.

از نظر پایداری سازه در برابر زلزله، طراح باید دیوارهایی در دو امتداد عمود برهم در نظر بگیرد به گونه ای که نیروهای افقی بتوانند توسط این دیوارها تحمل شوند. اندرکنش[۱] اجزای قائم و افقی سازه نیز باید مد نظر باشد. چند نمونه از طرح های مناسب یا نامناسب سازه از نظر پایداری در شکل (۵-۴) نشان داده شده است.

۱- Interaction



شکل (۵-۴) چند نمونه از طرح های مناسب و نامناسب

۵ - ۲ ایمنی از حریق

۵ - ۲ - ۱ مقدمه

اگر یک آتش سوزی به سرعت گسترش یابد معمولا" نتیجه‌ای است از طراحی نادرست ، رعایت نکردن ویژگی های لازم معماری، نصب نکردن وسایل تشخیص و اعلام حریق، پیش بینی ننمودن تسهیلات مبارزه با آتش سوزی و به گونه ای کلی، تشخیص ندادن ضرورت های اصلی محافظت در برابر حریق و عوامل مشابه آن، آتش سوزی های کوچک از یک اشتباه صورت می گیرد در حالی که آتش سوزی های بزرگ مواقعی روی می دهند که بسیاری از الزامات طراحی برای مقابله با آتش سوزی به درستی به کار گرفته نشده باشد.

مقاومت ساختمان در برابر آتش سوزی به جنس، چگونگی ترکیب و رفتار مصالح مصرف شده

و نیز نوع حریق بستگی دارد. هر عضو از اعضای ساختمان براین مبنا ارزیابی می‌شود که تا چد حد و تا چند ساعت می‌تواند در برابر آتش مقاومت کند.

در این فصل به برخی از مسائل آتش‌سوزی و مقاومت دیوارهای اجراء شده با مصالح بنایی اشاره خواهد شد.

۵ - ۲ - ۲ ضوابط کلی

در یک ساختمان هرچه بار حریق (مقدار مواد سوختی موجود در ساختمان نسبت به سطح زیربنا) بیشتر باشد اعضای ساختمان باید دوام و مقاومت بیشتری در برابر حریق داشته باشند. اگر در مواردی به علت نوع استفاده از ساختمان و خطرات حریق باید محدودیت‌هایی در مساحت در نظر گرفته شود، این کار به کمک دیوارهای آتش بند صورت می‌گیرد. در باره محل قرار گرفتن و مشخصات دیوارهای آتش‌بند در ساختمان‌ها، می‌توان به نشریه‌های شماره ۱۱۱ و ۱۱۲ د.ت.[۱] تحت عنوان محافظت ساختمان‌ها در برابر حریق رجوع کرد.

آتش سوزی‌هایی که در زیرزمین‌ها رخ می‌دهند بدون این که به طبقات بالای ساختمان سرایت کرده باشند، بارها باعث مرگ ساکنان یا افراد در چندین طبقه بالاتر شده‌اند. زیرا پلکان‌ها، چاه‌های آسانسور، نورگیرها و به طور کلی معابر قائم همواره از عوامل اصلی گسترش حریق به شمار می‌آیند. این نوع فضاها، دودها و گازهای گرم حاصل از آتش‌سوزی را از کانون آن به طرف بالا کشیده و با رساندن هوای تازه و پر اکسیژن به سوخت، موجب شدت یافتن حریق می‌شوند. در بیشتر آئین‌نامه‌های موجود، اگر ساختمان بیشتر از سه طبقه داشته باشد، برای دیوارهای محصور کننده پلکان باید مقاومتی معادل ۲ساعت و اگر شمار طبقات از ۳ کمتر باشد مقاومتی معادل یک ساعت در برابر حریق پیش‌بینی شود. استفاده از دیوارهای آتش بند بامصالحی نظیر آجر، بلوک بتنی، بتن مسلح و با اندودهایی نظیر گچ یا ماسه سیمان با مشخصات و ابعاد ویژه‌ای که آئین‌نامه ذکر می‌کند مانع سرایت حریق می‌شود. این دیوارها باید پایدار بمانند و تا آن حد مقاومت داشته باشند که حتی اگر ساختمان در دو طرف آن فرو ریزد به آنها صدمه‌ای وارد نیاید.

۱- دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه

- ضخامت معادل دیوارهای یکپارچه[1]

انتقال گرما از یک طرف به طرف دیگر دیوار تابعی از ضخامت آن می‌باشد.

معیاری از مقاومت دیوار در برابر آتش با رابطه زیر بیان می شود :

$$R = (CV)^n$$

که در آن :

R = مقاومت در برابر آتش که به وسیله انتقال گرما در ساعت (یا در دقیقه) تعیین می‌شود.

C = ضریب ثابت که بانوع سنگدانه، طراحی وواحدهای به کار رفته برای بیان R و V تغییر می‌کند.

V = حجم مصالح دیوار یکپارچه در امتداد جریان آتش در واحد سطح رویه دیوار.

n = عدد ثابت که معمولاً برابر ۱/۷ درنظر گرفته می شود.

در رابطه فوق، V در واقع میانگین ضخامت دیوار یکپارچه است که در عمل «ضخامت میانگین» نامیده می شود.

با استفاده از روش‌های مختلف ضخامت میانگین برای مصالح گوناگون تعیین شده است که از ۵/۳ تا ۱۷سانتیمتر تغییر می‌کند، جدول زیر چگونگی این تغییرات را برحسب نوع سنگدانه نشان می دهد.

---

۱ - Equivalent Solid Thickness

ضخامت معادل دیوارهـــا

جدول ۵ - ۱

نوع سنگدانه درشت در بلوک بنایی	ضخامت معادل حداقل به سانتیمتربرای مقاومت دربرابرآتش در مدت زمان ذکر شده			
	۱ ساعت	۲ ساعت	۳ ساعت	۴ ساعت
سرباره شکفته یا سنگ پا	۵/۳	۸/۱	۱۰/۲	۱۱/۹
رس شکفته‌شیست رسی یا سنگ لوح	۶/۶	۹/۷	۱۲/۲	۱۴/۵
سنگ آهک ، روباره یا تفاله فلزات	۶/۹	۱۰/۲	۱۲/۷	۱۵/۰
شن آهکی	۷/۱	۱۰/۷	۱۳/۵	۱۵/۸
شن سیلیسی	۷/۶	۱۱/۴	۱۴/۵	۱۷/۰

افزون بر جدول بالا، ضخامت نازک کاری در دو رویهٔ دیوارها نیز باید در نظرگرفته شود. در این مورد نیز جداول مختلف وجود دارد که با اعمال اثر آنها، می‌توان ضخامت معادل دیوار را در محاسبات آتش پادی تعیین نمود.

۵ - ۲ - ۳ سرایت حریق به بناهای مجاور ومحافظت در برابر حریق های برخوردی

در مواردی که دیوار خارجی ساختمان به دیوار ساختمان مجاور چسبیده است، برای جلوگیری از گسترش حریق و سرایت آن به ساختمان مجاور مصالح و مشخصات دیوار خارجی باید طوری انتخاب نمود که به قدر کافی در برابر حریق مقاومت کند. به این نوع سرایت آتش، «حریق برخوردی» گویند. مشاهده شده است که حریق می‌تواند به رغم فاصله های قابل ملاحظه از یک ساختمان به ساختمان دیگر بجهد و ساختمان یا محتویات آن را مشتعل سازد. در حفاظت در برابر حریق های برخوردی دو نوع شرایط را باید بررسی کرد :

۱ - حرارت و شعله‌ای که مستقیما" از بام و دیوار ساختمان به ساختمان دیگر منتقل می‌شود.

۲ - حرارتی که به طریق تشعشع و از راه دور به ساختمان های اطراف انتقال می‌یابد. از سوی دیگر، شدت حریق برخوردی به عوامل متعددی بستگی دارد که برخی از آنها به قرار زیرند:

- مشخصات ساخت دیوارهای خارجی و سقف ها

- عرض آتش برخورد کننده
- ارتفاع آتش برخورد کننده
- درصد سطح باز موجود در دیوار برخورد کننده
- مشخصات فضای در حال احتراق از لحاظ تهویه
- ابعاد، شکل هندسی و نسبت سطح به حجم فضا و راستای قرار گرفتن آن نسبت به ساختمان مجاور و جریان هوا و وزش باد
- نحوه پخش سوخت و نسبت حجم آن به سطح و غیره

به طور خلاصه می‌توان گفت که برای حفاظت در برابر حریق‌های برخوردی دیوارهای خارجی بنا باید به گونه‌ای ساخته شده باشند که بتوانند در برابر تشعشعات حرارتی و جریان‌های گرم حریق برخوردی مقاومت کنند و به این ترتیب، هرچه فاصله بین دو ساختمان بیشتر باشد درصد سطح باز در دیوارهای خارجی را می‌توان بیشتر در نظر گرفت. هرگاه فاصله بین دو ساختمان از حد مجاز کمتر باشد، برای کاستن از شدت برخورد و محافظت در برابر تشعشات حرارتی، لازم است برخی تدابیر حفاظتی در مورد سطوح باز به کار گرفته شود. بام‌ها باید از مصالحی انتخاب شوند که در باربر تشعشعات حرارتی و اخگرهای بادآورده و مقاومت کنند و خود از جنسی نباشند که اخگرهای پرشی تولید کنند و حریق را به ساختمان‌های مجاور انتقال دهند. سرانجام، عوامل عمومی و ویژگی‌های حفاظتی مربوط به محوطه بین دو ساختمان را نیز نباید از نظر دور داشت. (برای اطلاعات بیشتر به نشریه «محافظت ساختمان در برابر حریق» از انتشارات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه رجوع شود).

فصل ششم - نگهداری، بهسازی و مرمت ساختمان‌های بنایی

٦ - ١ مقدمه

گرچه با به کارگیری توصیه‌های موجود می‌توان مقدار خرابی در سازه‌های اجراء شده با مصالح بنایی را کاهش داد ولی مسائل مربوط به تعمیر و ترمیم که می‌توانند در اثر عوامل زیادی به وجود آیند نیز مطرح می‌شود.

مهمترین عوامل خرابی‌ها در ساختمان‌های با مصالح بنایی عبارتند از :

انفجار، آتش سوزی، فرسوده شدن مصالح، عوامل جوی نظیر باد، باران، تغییرات درجه حرارت، رطوبت وآلودگی ها، زلزله، تغییر شرایط بهره برداری، ترک خوردگی ناشی از نشست‌های نامتجانس و عدم رعایت ضوابط در طرح یا اجرا. به عنوان مثال رطوبت در سازه‌های آجری نفوذ کرده و درآن باقی می‌ماند. ملات بین آجرها اگر به اندازه کافی مقاوم نباشد خیس می‌خورد و به تدریج لای آجرها خالی می‌شود، آجر لق می‌شود و سرانجام می‌افتد. در اثر افتادن آجرها، از حجم دیوار و در نتیجه از مقاومت آن کاسته می‌شود، یا در صورت بروز آتش سوزی آجر پوسته پوسته می‌شود و ترک می‌خورد. ریختن آب سرد به هنگام خاموش کردن آتش خود باعث خنک شدن ناگهانی آجر کاری و صدمات بیشتر به آن می‌گردد.

٦ - ٢ نگهداری و بهسازی

در ساختمان‌های بنایی، عملیات نگهداری را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد :

- بازدید و کنترل سیستم‌های آب و فاضلاب و برق
- نظافت و تخلیه مواد زائد از کلیه سطوح و شست‌وشوی آلودگی‌ها
- بازدید و کنترل سیستم‌های عایق کاری و رطوبتی

ممانعت از ضربه زدن به سیستم سازه‌ای و تضعیف آن

- بازدید و کنترل کلیه درپوش ها و قرنیزها
- بازدید و کنترل کلیه ناودان ها و آبچکان ها
- بازدید و کنترل کلیه درزبندها
- انجام عملیات پیشگیرانه در امر حفاظت بنا (شامل نازک کاری، نماسازی)
- نگهداری پله ها ، به ویژه پله های خارجی در برابر برف و باران و یخبندان

عملیات بهسازی در مورد یک ساختمان، بهسازی یا بازسازی مدام اجزاء تخریب شده را ایجاب می کند. سازه های بنایی اگرچه معمولا" مساله عمده ای در مورد بهسازی ندارند ولی در اثر حوادث یا عدم رسیدگی منظم و همچنین در نتیجه وجود نارسایی در طرح و محاسبه ساخت، ممکن است آسیب ببینند. افزون برآن دیوارهایی که درمعرض رطوبت قرار می گیرند ولی دارای عایق بندی کافی نیستند ممکن است به مرور زمان بپوسند و از مقاومت آنها کاسته شود.

نشست نامتجانس و دیوارهای ساخته شده بدون درز که در معرض شرایط جوی قرار دارند نیز می تواند منشاء ترک خوردگی باشد. آتش سوزی باعث پوسته شدن آجر و ترک خوردگی دیوار می شود.

بنابراین، بهسازی سازه های بنایی می تواند به صورت جزیی یا کلی پدیدار شود. بهسازی جزئی شامل جایگزین کردن یک بلوک بنایی، ریختن دوباره، ملات یک بند افقی یا قائم، پر کردن ترک ایجاد شده و مانند آن باشد.

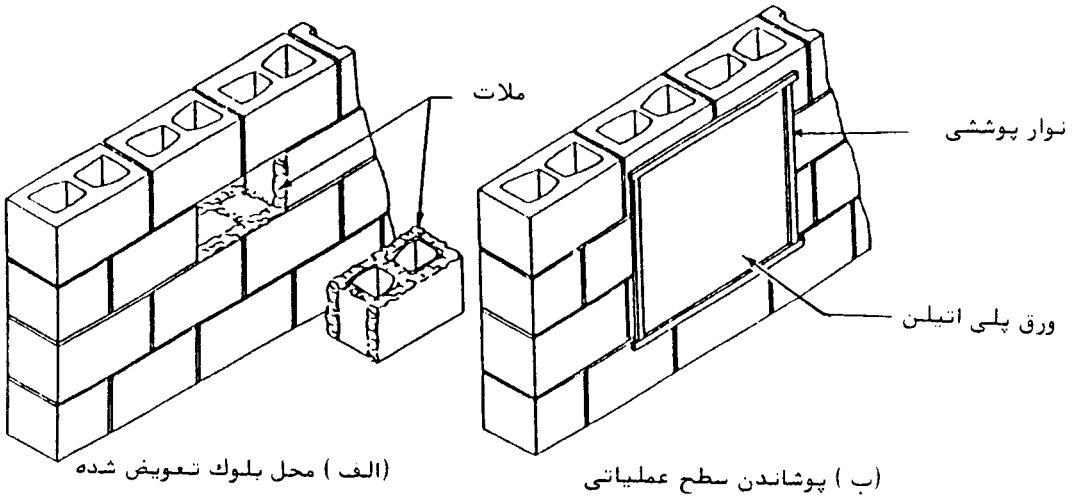
پیش از آغاز عملیات بهسازی باید مراحل زیر را مد نظر قرارداد :

- ارزیابی و تعیین شدت آسیب
- انتخاب روش بهسازی
- تعویض یا بهسازی نقاط آسیب دیده

پس از پایان مرحله ارزیابی، گزینه روش بهسازی پیش می آید که برای حالت های مختلف می تواند متفاوت باشد. تعویض یا جایگزین کردن یک بلوک بنایی، پاشیدن ملات یا بتن در بخش آسیب دیده، افزودن قطعات تقویتی یا ترکیبی از آنها از جمله این روش ها هستند. مثلا" اگر آسیب وارد به یک دیوار ناشی از فشار بیش از حد به آن باشد، احتمالا" به صورت خمیدگی به سمت داخل یا خارج یا به صورت ترک خوردگی پدیدار خواهد شد. برای بهسازی دیواری که دچار خمیدگی شده است، نخست باید بارهای وارد به آن را حذف کرد یا کاهش داد و سپس مرحله

بهسازی را آغاز کرد. در حالی که ترک خوردگی را می‌توان مثلا" با پاشیدن ملاتی که کمی خشک تر از ملات به کار رفته برای ساخت دیوار است برطرف کرد.

جایگزین کردن یک بلوک بنایی نیاز به برداشتن دقیق بلوک آسیب دیده یا قطعات شکسته شده آن و تعویض آن با یک بلوک جدید دارد. ملات موجود در محل بهسازی را باید تراشید، سطح محدوده را به کمک یک برس فلزی نخست تمیز کرده و سپس خیس نمود و سرانجام ملات آماده را در بستر مورد نظر قرار داد. سپس بلوک بنایی را با توجه به الگوی موجود در داخل محل بهسازی قرار داد. بند بلوک جدید را با دیگر بلوک ها کاملا" پر کرد و مقادیر اضافی ملات را برداشت. هنگامی که بند به اندازه کافی پر شد، با ابزار مناسب نظیر قلم بندکشی، به ملات شکل داد و محل بهسازی شده مطابق مشخصات فنی تا مدتی مرطوب نگهداری می‌شود(شکل ٦-١).



شکل ٦ - ١ : جایگزینی یک بلوک بنایی

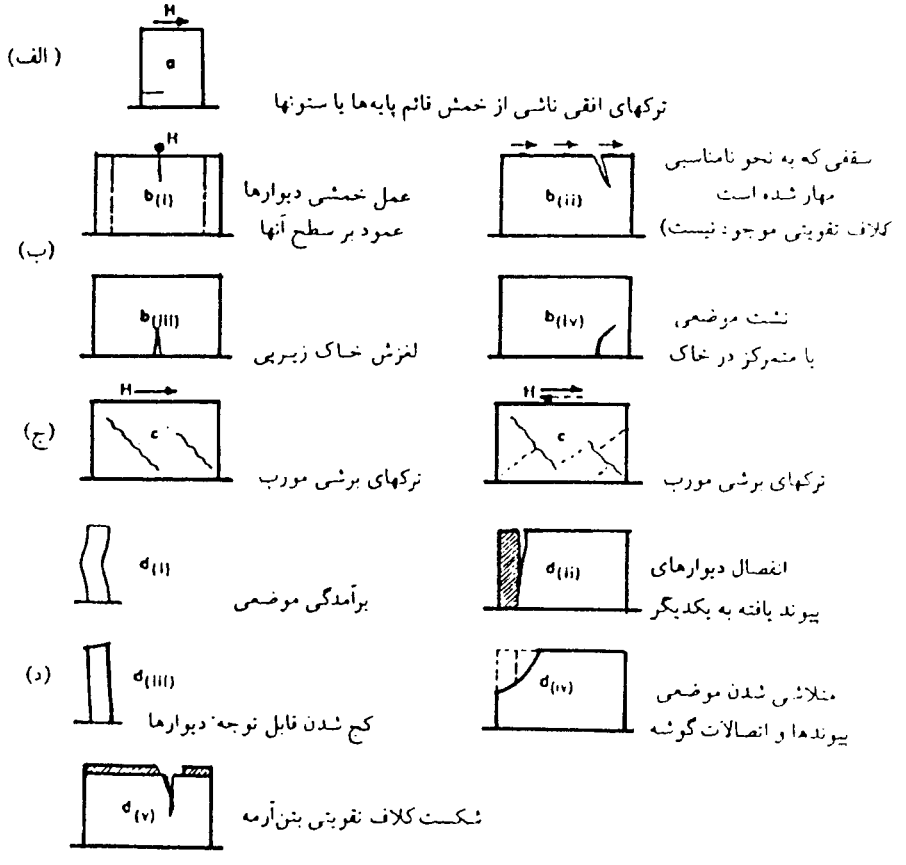
بهسازی اساسی یک ستون یا یک دیوار را باید از مرحله تخریب آغاز کرده و سپس بلوک‌ها را جایگزین نمود. روش کار در مورد دیوارهایی که از هر دو طرف یا فقط از یک طرف قابل دسترسی باشند می‌تواند متفاوت باشد. جزئیات اجرایی این بهسازی‌ها در فصل ۲۴ نشریه شماره ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه به تفصیل شرح داده شده است.

به جز موارد ذکر شده بهسازی و اصلاح نمای آجری و عایق کاری، بهسازی عایق پشت بام و سرویس ها، تخریب و اصلاح پوشش سقف های شیب دار، بهسازی فرش کف حیاط ها و حیاط خلوت ها، بهسازی فرش کف اتاق ها و سرویس ها ، اصلاح پله ها و اصلاح کاشی کاری ها از جمله عملیات بهسازی ساختمان ها هستند که برای جزئیات اجرایی آنها می توان از روش های ارائه شده در نشریه شماره ۵۵ د. ت . سازمان برنامه و بودجه (فصل ۲۴) رجوع کرد.

درقسمت های بعدی برخی از انواع خرابی ها و روش های مرمت آنها به اختصار توضیح داده خواهد شد.

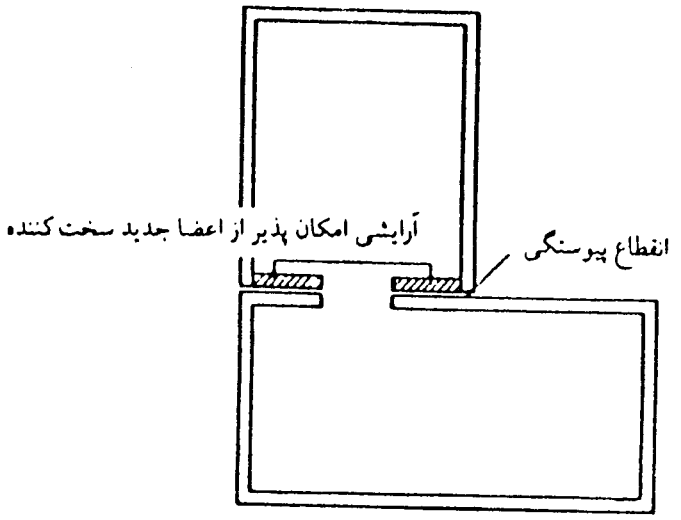
٦ - ٣ آسیب های ناشی از زلزله

خرابی های ناشی از زلزله را می توان به صورتی که درشکل(٦-٢)نشان داده شده است طبقه بندی کرد :



شکل (٦-٢) : طبقه بندی آسیب ها در سازه های بنایی در اثر زلزله

اصلی که به هنگام عملیات تعمیر باید مورد توجه قرار گیرد تقویت ساختمان‌ها به منظور مقابله با اجرای نادرست یا طراحی ناموفق محتمل در برابر زلزله است. مثلاً" نامتقارن بودن ساختمان زیاد است یا هنگامی که ساختمان کوتاه‌تری به ساختمان بلندتری متصل می‌گردد، ضروری است که پیوستگی ساختمان در نقاط ذکر شده قطع گردد و برحسب نیاز یک دیوار یا یک تیر جدید در این مقاطع قرار داده شود، شکل (٦-٣).



شکل (٦ -٣) : جداسازی ساختمان ها از یکدیگر

٦ - ٣ - ١ ترک خوردگی های جزیی

در صورتی که ترک‌های واقع بر روی دیوار به عرض چند میلیمتر و نسبتا" پراکنده باشند، برای ترمیم دیوارها برحسب مورد یکی از روش‌های زیر را می‌توان به کار برد :

الف - تعمیر دیوارهای با ضخامت کم (آجر مجوف و توخالی). در این حالت عملیات تعمیر شامل موارد زیر می باشد :

- برداشتن اندود از سطح عریضی در اطراف ترک‌ها
- عریض نمودن ترک‌ها (شکستن موضعی آجرها)
- سمباده زنی شدید ترک ها به منظور برچیدن هر نوع ملات ضعیف
- شست و شو با آب تحت فشار

- افزودن دوغاب سیمان پر مایه تا بیشترین عمق ممکن در داخل ترک به کمک ماله آهنی نازک

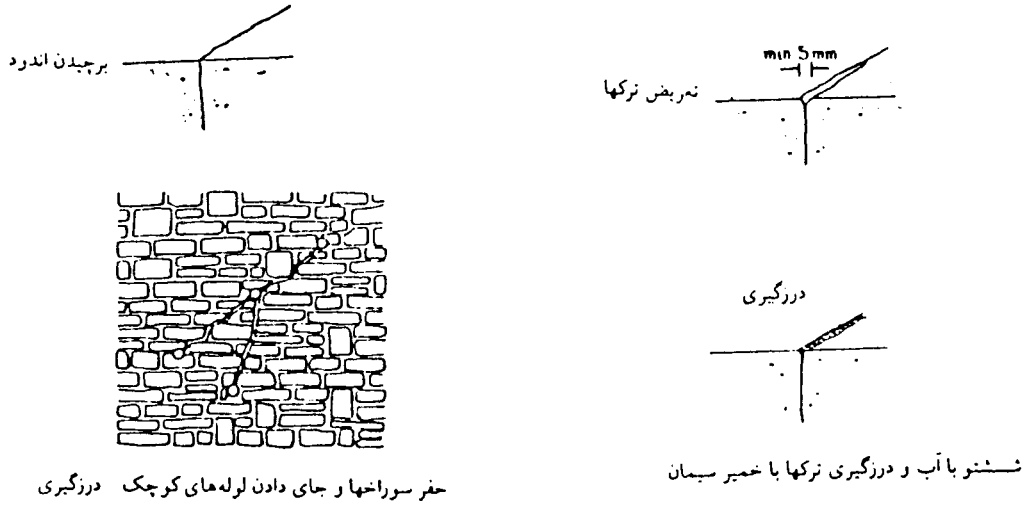
- تراز کردن سطوح بیرونی اتصالات و اندود کاری نهایی آن

به عنوان روشی دیگر، بعد از تسطیح سطوح خارجی اتصالات و قبل از ایجاد اندود نهایی، با استفاده از وصله های فولادی که در داخل اتصالات دیوار جای داده می شوند، می توان یک توری سیمی یا شبکه مشبک بر روی دیوار قرار داد.

ب - تعمیر دیوارهای با ضخامت زیاد (آجرهای تو پر و محکم). دراین حالت تزریق دوغاب سیمان یا ترکیبات رزین می تواند مورد استفاده قرار گیرد. روش تزریق دوغاب سیمان بدین ترتیب است که نخست دوغاب سیمان کم مایه تزریق می شود و بتدریج پرمایه تر می گردد. به اندازه ۵ درصد از وزن سیمان، بنتونیت به دوغاب اضافه خواهد شد .

تزریق از پائین ترین لوله شروع می شود و تا زمانی که دوغاب یک دست شروع به جریان یافتن از لوله بعدی نکرده باشد، ادامه می یابد. بدین ترتیب اولین لوله درزبندی و سپس لوله بعدی انجام می شود و به همین نحو ادامه پیدا می کند.

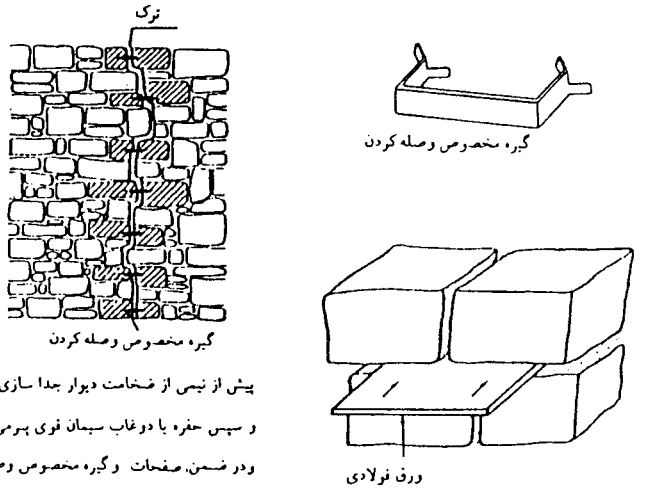
با اندود نهایی(یا نصب یک توری سیمی و ایجاد اندود نهایی برروی آن) کار تعمیر به پایان می رسد، شکل (۶-۴).



شکل (۶-۴) : درزگیری ترک ها با خمیر سیمان

٦ - ٣ - ٢ ترک خوردگی شدید

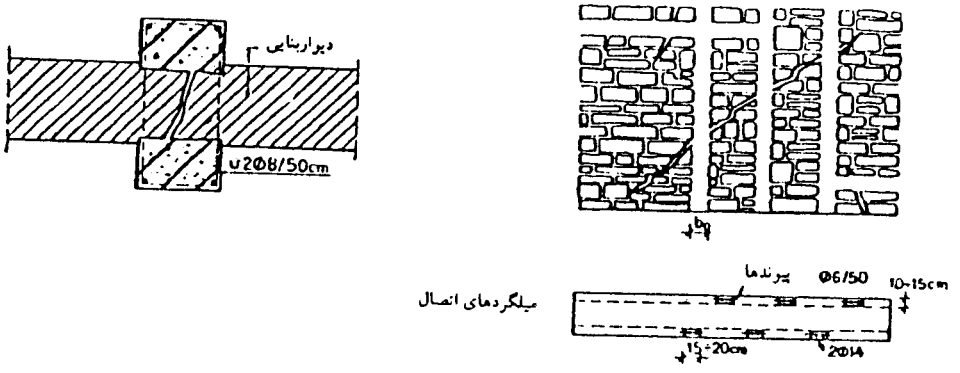
در صورت مشاهده ترک خوردگی های شدید، سنگ ها و یا آجرهای آسیب دیده برداشته شده و وصله ها یا صفحات فلزی متصل کننده نصب می گردند. آجرها یا سنگ ها در محدوده ای به میزان ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر در امتداد ترک برداشته شده و دیوار با استفاده از آجرها یا سنگ های نو یا به وسیله بتن بازسازی می شود، شکل (٦-۵).



شکل (٦-۵) : ترمیم با ورق فولادی

٦ - ٣ - ٣ ترک های مورب با پهنای بزرگ و با گستردگی نسبتا" انبوه

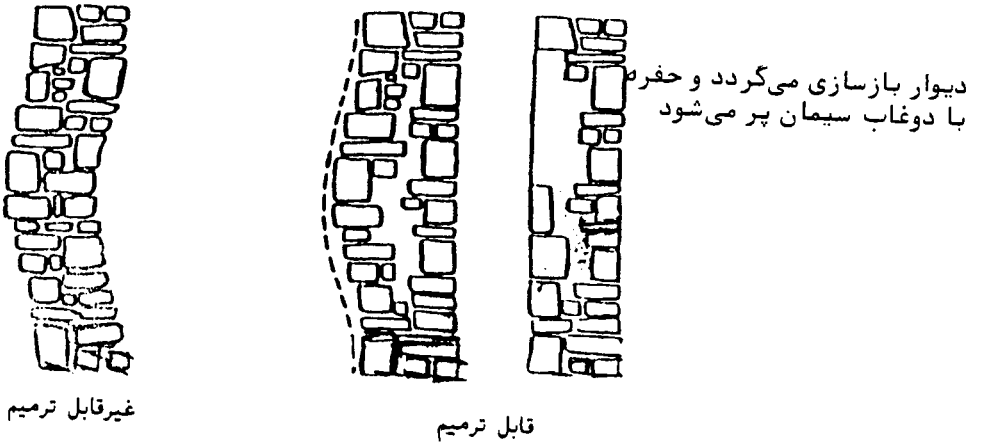
این اجزاء نخست با یکی از روش های ذکر شده برای تعمیر ترک های ضعیف و مختصر و به دنبال آن با روش کلاف های باریک موضعی بازسازی می گردند. برای بازسازی به صورت کلاف های باریک موضعی، آجرها یا سنگ ها در محدوده ای قائم به پهنای ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر و به عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر برچیده می شوند. حفره ای که به این ترتیب به وجود می آید با بتن و با استفاده از قالب بندی بیرونی و پس از قرار دادن میلگردها (۱۴ Φ ۲ و تنگ های ٦ Φ دو عدد در متر) پر می شود، شکل (٦-٦) .



شکل (٦-٦) : روش کلاف های باریک موضعی

٦ - ٣ - ۴ برآمدگی های موضعی دیوارها

اگر برآمدگی در هر دو وجه دیوار باشد، دیوار را باید تخریب کرد و در طول لازم از نو ساخت، و در صورتی که برآمدگی فقط دزیک وجه دیوار باشد (که معمولاً ناشی از نبود آجرهای کله است) به شرطی که وجه قائم دیوار دارای پایداری کافی به منظور استفاده در انجام دادن عملیات قالب بندی باشد می توان از بازسازی کامل دیوار پرهیز کرد و پس از تخریب وجه برآمده دیوار، آجرهای کله را در دیوار بازسازی شده جای داد و به میزان زیادی از دوغاب سیمان پر مایه برای پر کردن همه حفره ها استفاده نمود، شکل (٦-٧).



شکل (٦-٧) : ترمیم برآمدگی های موضعی دیوار

٦ - ٣ - ۵ آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار

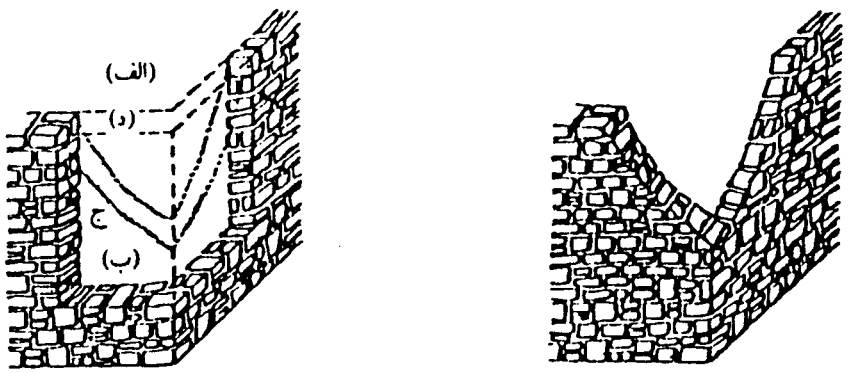
اگر گوشه دو دیوار فرو ریزد، برای ترمیم آن مراحل زیر باید انجام گیرد : شکل (٦-٨).

الف - برچیدن تمام یا قسمتی از سقف (یا تقویت مناسب)

ب - برچیدن اضافی دیوار

ج - آماده سازی سطح اتصال و بازسازی دقیق

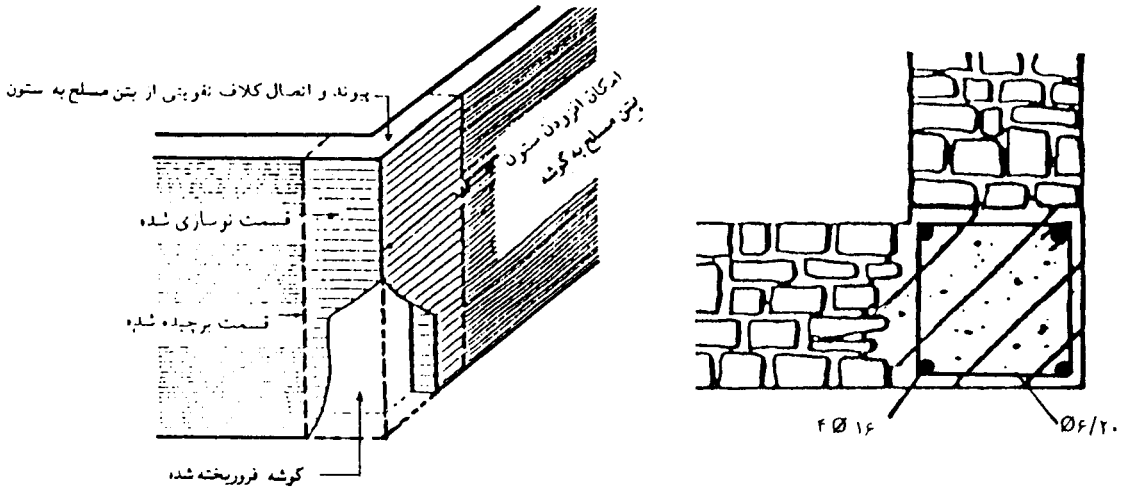
د - ساخت اضافی یک کلاف تقویت به ضخامت ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر و آرماتور۱٦ Φ ۴ و خاموت های به قطر ٦ میلیمتر و به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر



(الف)خرابی درگوشه (ب)مراحل ترمیم

شکل (٦-٨) : ترمیم آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار با کلاف افقی

می توان گوشه دو دیوار را به کمک یک کلاف قائم از جنس بتن مسلح مطابق شکل (٦-٩) به یکدیگر دوخت .

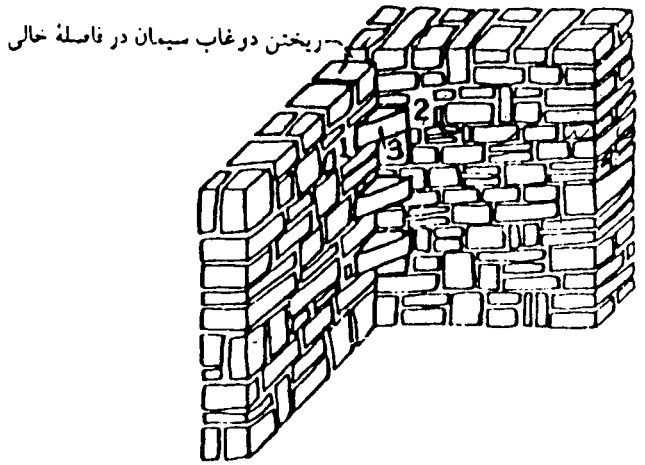


(ت) نمای کار

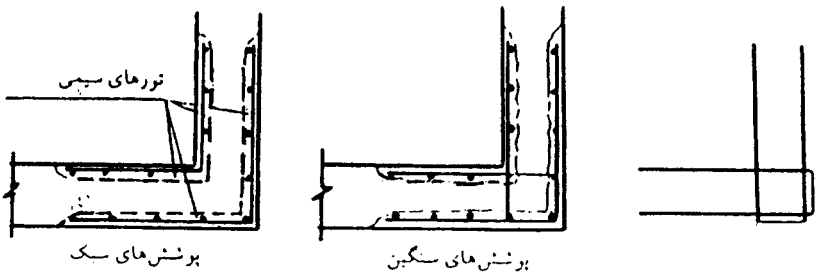
(پ) کلاف بتنی قائم

شکل (٦-٩) ترمیم آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار با کلاف قائم

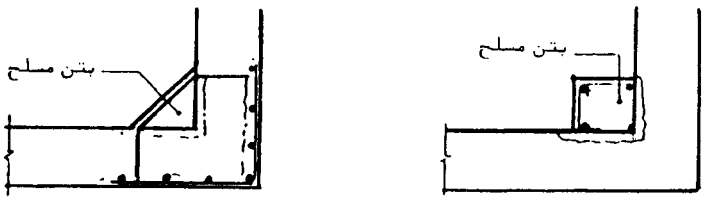
اگر دیوارهای سنگی متصل به یکدیگر در اثر آسیب وارده از یکدیگر جدا شوند، شماری از سنگ ها (مثلاً ۱ و۲ و۳)در شکل(٦-۱۰) برداشته شده وبه جای آن سنگ های جدید یا آجر قرار داده می شود. سنگ شماره۳ که در دو دیوار مشترک است، به تعداد دو عدد در متر قرار داده می شود. سپس شکاف های ایجاد شده مابین دو دیوار با دوغاب سیمان پر مایه درز بندی می شود. در صورت لزوم از کلاف قائم بتن مسلح استفاده خواهد شد. کلاف بتنی می تواند به شکل (٦-۱۱) باشد.



شکل (٦-۱۰) : ترمیم آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار سنگی

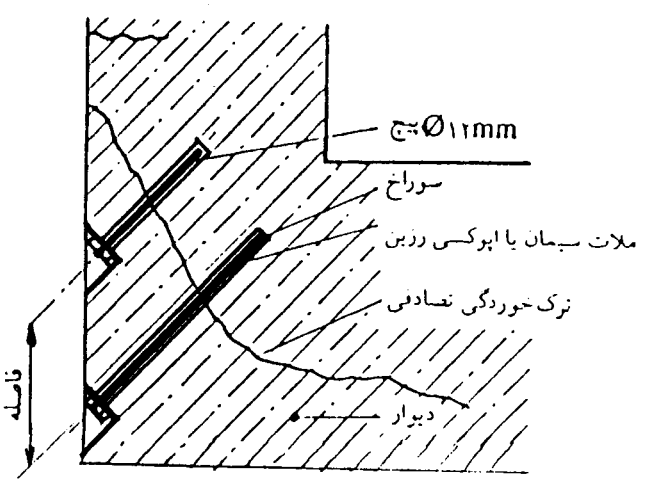


(دوغاب سیمان پرمایه یا بتن بسیارریزدانه یا بتن پاشیده شده)



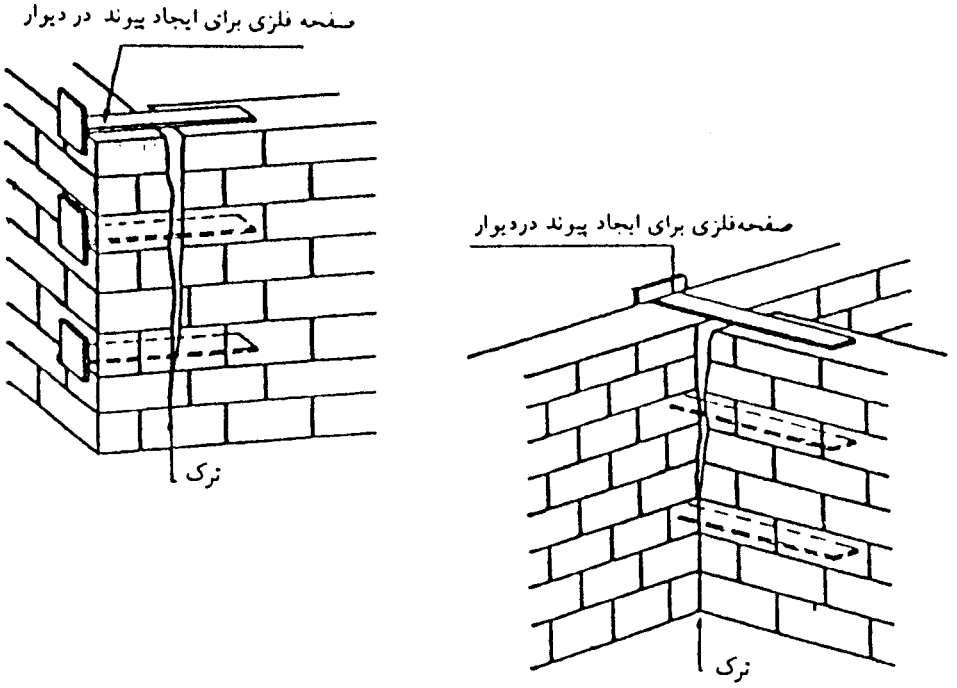
شکل (٦-١١) : انواع کلاف های بتنی

اگر ترک خوردگی تصادفی به وجود آید جزئیاتی مطابق شکل (٦-١٢) را می‌توان اجراکرد.



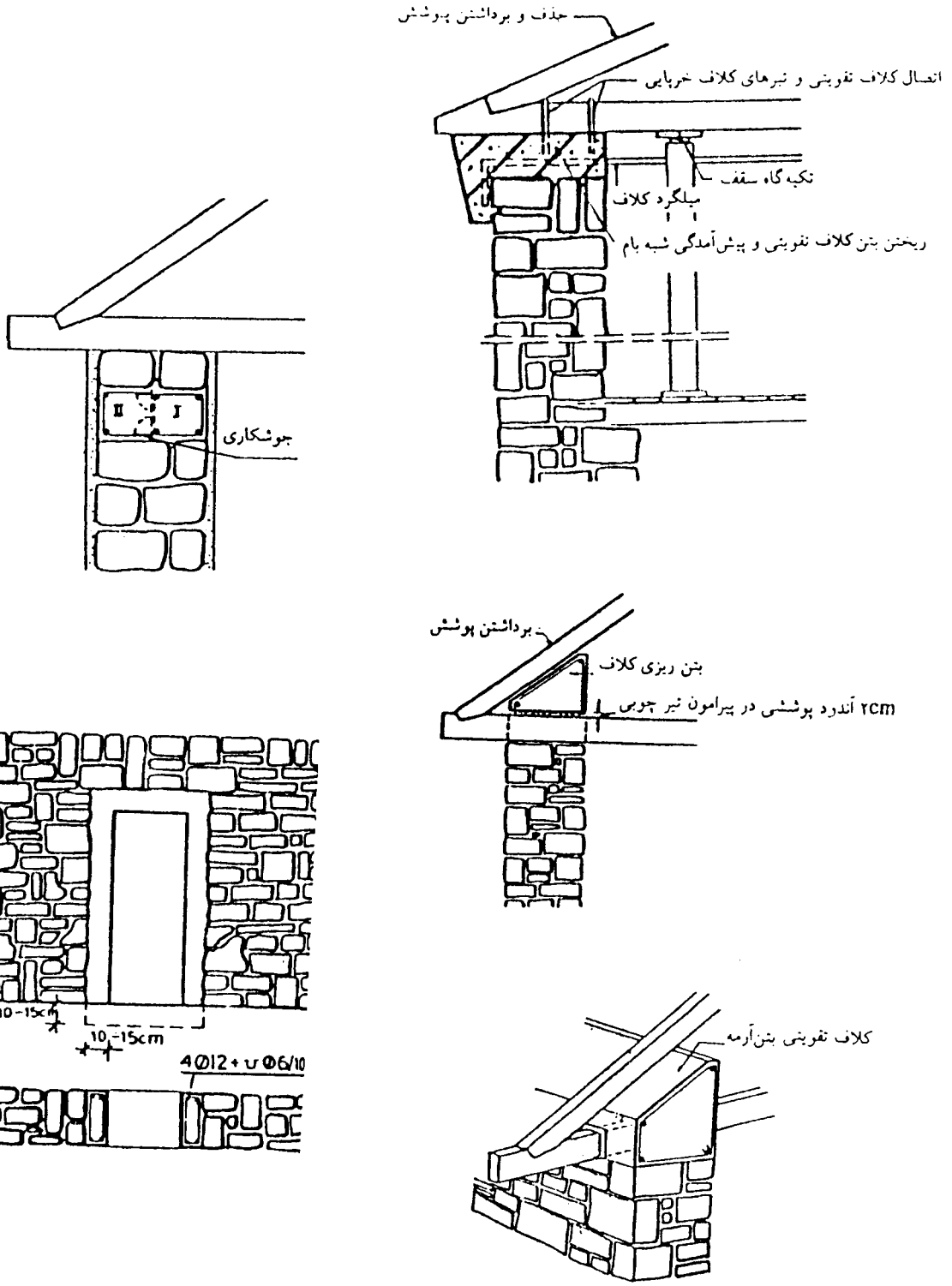
شکل (٦-١٢) : پیوند گوشه با ترک خوردگی تصادفی

همچنین می توان از صفحات فلزی برای پیوند گوشه ها استفاده نمود. درشکل(٦-١٣) نمونه هایی از این روش نشان داده شده است .



شکل (٦-١٣) : استفاده از صفحات فلزی برای پیوند گوشه های آسیب دیده

در شکل (٦-١۴) : چند نمونه از بازسازی نعل درگاهی ها وکلاف های بام دیده می شود .



شکل (٦-١۴) بازسازی نعل درگاهی ها و کلاف های بام

فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی

۷ - ۱ مقـــدمـه

لازمه استفاده صحیح از مصالح بنایی شناخت کاملی از خواص فیزیکی، مقاومت، ضعف‌ها و برتری‌های آن، روش ساختمانی و دسترسی به شکل و بافت‌های گوناگون و همچنین هزینه‌های نسبی می‌باشد.

دراین فصل مزایا و معایب سازه‌های با مصالح بنایی و مقایسه آن با سازه‌های بتنی و فولادی بررسی خواهد شد.

۷ - ۲ مزایا و معایب سازه‌های بامصالح بنایی

۷ - ۲ - ۱ مزایا

هنگامی که مصالح بنایی به درستی به کار برده شوند از مزایای آن می‌تواند حداکثر استفاده را کرد. آنچه در زیر آورده شده مزایای سازه‌های با مصالح بنایی به شرط استفاده صحیح از آنهاست.

- هزینه‌ها

ارائه هزینه‌های دقیق و قابل قبولی در مورد جزئیات ساختمان با مصالح بنایی همواره ساده نیست. آنچه اغلب ارایه می‌شود هزینه ساختمان‌ها برای اجرا است و نه هزینه آنها در طول عمر مفیدشان.

هرجا که اجرای ساختمانی با مصالح بنایی مناسب و منطبق با شرایط محیطی و امکانات فنی باشد، تجربه نشان داده است که معمولا" از ساختمان‌های مشابه بتنی یا فولادی آن ارزان تر تمام می‌شود.

در مقایسه مخارج ساختمان‌ها با مصالح بنایی با سایر ساختمان‌ها باید به موارد زیر توجه کرد :

- در قاب‌های ساخته شده با بتن مسلح یا با فولاد، مصالح بنایی یا دیگر مصالح برای پر کردن میان قاب‌ها، ساختن تیغه‌ها، دیوارهای راهروها و پلکان‌ها به کار می‌روند. اگر همین دیوارها یا تیغه‌ها به صورت باربر طراحی شود دیگر نیازی به تیر و ستون بتنی یا فولادی نخواهد بود.
- معمولا" با یک پیمانکار می‌توان به راحتی اجزای با مصالح بنایی را اجرا کرد. در حالی که اگر قرار باشد همان ساختمان را با بتن یا با فولاد اجرا نمود، به علت نیاز به تخصص‌های مختلف لازم است مقاطعه کاران مختلفی به کار گرفته شوند. تجربه نشان داده است که هرچه شمار مقاطعه کاران بیشتر شود هزینه ساختمان افزایش خواهد یافت.

- سرعت اجرا

سرعت اجرا یکی از بزرگترین مزایای ساختمان های کوتاه با مصالح بنایی است. در مقایسه با سازه‌های فولادی و بتنی، گرچه مثلا" قاب‌های فولادی در مدت کوتاهی ساخته و اجرا می‌شوند ولی ادامه کار به علت منتظر ماندن برای دیگر گروه‌های اجرایی به همان شکل باقی می‌ماند. علاوه برآن باید توجه کرد که طی زمان برپایی قاب فولادی یا بتنی، تقریبا" هیچ کار مهم دیگری را نمی‌توان انجام داد. امری که در مورد سازه‌های بامصالح بنایی که طی ساخت آن دیگر تخصص‌ها نیز می‌توانند کار خود را انجام دهند صدق نمی کند. مثلا" یک دیوار با مصالح بنایی را می‌توان در یک روز به پایان رسانید و تقریبا" بلافاصله بار سقف را روی آن قرار داد.

- زیبایی

به علت تناسبات و مقیاس خرد ساختمان‌های بنایی، سازگاری با طبیعت و محیط اطراف به راحتی قابل وصول است. از این رو زیبایی و هماهنگی در بناهای با مصالح بنایی به‌ویژه در تک‌بناها به مراتب چشمگیرتر است.

- پایایی

مصالح بنایی در برابر عامل زمان به خوبی مقاومت می کنند. بسیاری از ساختمان های باستانی و سازه های مهندسی شاهدی زنده براین مدعا می باشند.

- عایق بندی صوتی

بیشترین میزان صدا از طریق هوا وارد می شود و بهترین عایق بندی در برابر آن حجیم کردن دیوارهاست. هر چه ضخامت دیوار بیشتر باشد میزان صوتی که وارد می شود کمتر است. البته بهتر است که سازه مورد نظر دارای سختی زیادی نباشد. دراین راستا، آجرها یا بلوک های بتنی حجم لازم را بدون سختی زیاد ارائه می دهند.

- عایق بندی حرارتی

عایق بندی حرارتی دیوارهای باربر دو جداره از مدت ها پیش شناخته شده است و در سال های اخیر به علت اهمیت ویژه ای که صرفه جویی در مصرف انرژی به خود گرفته است این نوع دیوارها بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند.

با پیش بینی عایق های حرارتی در بخش میانی دیوارهای دو جداره، می توان عایق بندی حرارتی خوبی ارائه نمود. با وجود این باید دقت ویژه ای در انتخاب مصالح عایق بندی و جزئیات اجرایی آن به کار برده شود.

- مقاومت در برابر آتش

طی بمباران های جنگ دوم جهانی، ساختمان های با مصالح بنایی بهتر از سایر ساختمان ها در برابر آتش سوزی ها مقاومت کردند.

سازه های بامصالح بنایی غیرقابل احتراق اند و باعث سرایت آتش نمی شوند، این نوع ساختمان ها به ندرت در آتش سوزی به طور جدی آسیب می بینند. آنها مانند سازه های فولادی کمانش نمی کنند یا مانند سازه های بتنی از هم نمی پاشند.

- صرفه جویی درمصرف انرژی

بیش از نیمی از انرژی مصرفی در اغلب کشورهای صنعتی به‌ویژه در حال توسعه، صرف ساختمان‌های در هنگام ساخت و بهره برداری می‌شود. از این مقدار سهم عمده متعلق به زمان بهره برداری است. ساختمان‌های بنایی به سبب ویژگی ساختاری و عملکردی و نحوه کاربرد فضاها، امکان صرفه جویی را بیشتر فراهم می‌سازد از ویژگی‌های این سیستم بازگردشی مصالح است که مقیاس‌های مختلف قابل پیش‌بینی است.

- تعمیر و نگه داری

اجزاء ساختمان‌های بنایی اگر درست طراحی و با نظارت مستقیم اجراء شده باشد، در مقایسه با سایر سازه‌ها نیاز کمتری به نگهداری و تعمیر دارد، افزون به این که هزینه‌های نگهداری و تعمیر دراین سیستم به مراتب کمتر از موارد مشابه در سایر سازه‌ها است.

- سهولت ترکیب با دیگرمصالح

مشخصه عمده مصالح بنایی، مقاومت آنها در برابر فشار است. ولی این موضوع مانع از به کارگیری مصالح بنایی در بخش‌هایی از ساختمان که تحت اثر خمش یا کشش هستند نمی‌شود. در اغلب موارد به علت بارهای موجود کشش رخ نمی‌دهد و در صورت پیش‌بینی کشش در بخشی از سازه، روش پس کشیدن با به کارگیری سلاح فولادی یا ترکیبی از این دو می‌تواند مسایلی را که تنش‌های کششی زیاد ایجاد می‌کنند خنثی سازد.

- قابلیت دسترسی به مصالح و اجرا کنندگان

ابعاد کوچک آجرها و بلوک‌ها و دسترسی سریع به مواد اولیه آنها به معنی امکان تولید انبوه این گونه مصالح در بسیاری از مناطق کشور است و می‌توان آنها را به راحتی انبار کرد. با استفاده از امکانات ترابری امروزین می‌توان پاسخگوی نیازهای انبوه در اقصی نقاط کشور بود و صدمات وارده به مصالح را به حداقل رسانید.

بناهای ماهر رانیز می‌توان در اغلب نقاط کشور پیدا نمود و با تشریح نیازها در کارگاه

می‌توان تقریبا" از دستیابی به آنها اطمینان داشت. بازرسی کار نیز می‌تواند بلافاصله پس از پایان آن صورت گیرد در حالی که برای ساختمان بتنی باید تا هنگام قالب‌برداری به انتظار نشست.

۷ - ۲ - ۲ معایب

به علت گستردگی وتنوع اجرایی واحدهای مصالح بنایی و رفتار آنها و همچنین گام‌های بلندی که در استفاده از مصالح بنایی برداشته شده است نیاز به آموزش خوبی در این زمنیه وجود دارد تا بتوان از به کارگیری نادرست مصالح جلوگیری کرد و صرفه‌جویی و کارآیی را در طراحی و اجرا به حداکثر رسانید.

مواردی که در زیر به عنوان معایب سازه‌های با مصالح بنایی آورده می‌شود را می‌توان با طراحی صحیح به حداقل رسانید.

- افزایش ابعاد در مقایسه با سازه‌های فولادی یا بتنی

با وجودی که می‌توان واحدهای مصالح بنایی را با مقاومت‌های فشاری بسیار بالا به دست آورد، میزان فشار مجاز مورد استفاده در طراحی از مقدار مشابه آن برای فولاد و بتن مسلح کمتر است. بنابراین در شرایط بارگذاری معین، ابعاد به دست آمده برای سطح مقطع مصالح بنایی بزرگتر خواهد بود. این موضوع باعث می شود هنگامی که فضاهای بزرگ مورد نیاز است نتوان از مصالح بنایی استفاده کرد.

- اشکالات اجرایی

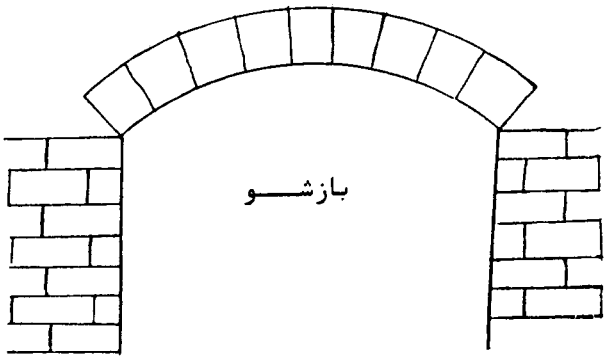
اجرای ساختمان‌های بنایی به سبب اتکاء به کار دست، دارای محدودیت در زمینه‌های جزئیات ساختمان، اتصالات و اجزاء سازه‌ای است. سنگین شدن وزن واحد حجم بنا در این سیتم در مقایسه با سازه‌های اسکلتی از نکات ضعف آن است که ضمن تضعیف اتصالات امکان تفکیک سازه‌ای بنا را مانع می‌شود.

- **غیر اقتصادی بودن اجراء**

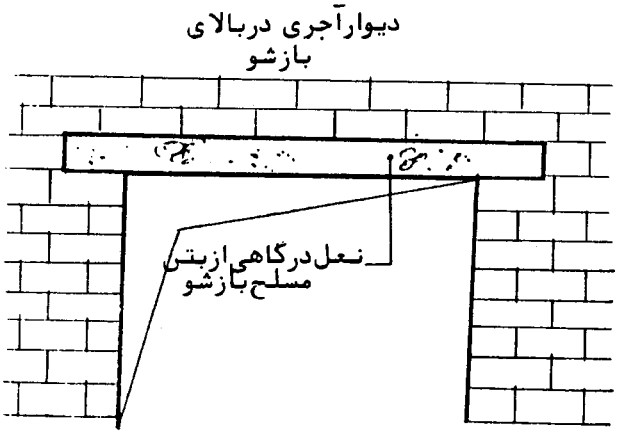
با توجه به ارزش فزاینده منابع طبیعی و منابع انسانی اجرای ساختمان‌های بنایی به ویژه در تولید انبوه از تکنولوژی مطلوبی برخوردار نیست، از این رو در ساخت و سازهای وسیع هزینه‌های غیرمستقیم مانند ارزش اراضی و نیروی کار ماهر بسیار افزایش نشان خواهد داد.

- **بازشوهای بزرگ**

هنگامی که بازشوهای بزرگ با تراز مشخصی در بالای آن مورد نظر است، تیر نعل درگاهی از جنس فولاد یا از جنس بتن مسلح بسیار با صرفه تر است، ولی می‌توان آنها را با مصالح بنایی مختلف ترکیب نمود و به جز موردی که نمای یکدست آجری مد نظر باشد، فولاد و بتن معمولاً با صرفه‌ترین راه حل هستند، شکل (۷-۱).



طاق قوس‌دار با مصالح بنایی



شکل (۷-۱) : اجرای بازشوهای بزرگ

۷ - ۳ مقایسه مصالح بنایی با بتن و فولاد

مستقل از سازه های استثنایی مانند سدها و پل های با دهانه های بزرگ که طراحی و اجرای آنها نیاز به دانش و تکنیک های ویژه دارند و امروزه نمی توان از مصالح بنایی در این نوع سازه ها استفاده نمود، در مورد ساختمان های متداول به سختی می توان مقایسه ای در مورد به کارگیری مصالح بنایی، بتن یا فولاد ارائه نمود، زیرا کمتر اتفاق می افتد که دو ساختمان از همه لحاظ به یکدیگر شباهت داشته و شرایط اقلیمی، مکانی، دسترسی به مصالح و کارگران ماهر و نیمه ماهر و دیگر عوامل مربوطه یکسان باشند. از سوی دیگر دسترسی نسبتا" آسان به مصالح بنایی و بنا در هر کجای این کشور، بهای واحد آن که کمتر دستخوش تغییرات اقتصادی قرار می گیرد، مقاومت خوب آن در برابر حرارت و برودت، صوت و آتش سوزی، پایایی، نیاز به هزینه بسیار کم نگهداری و سرانجام جنبه زیبایی آن، این روش را در بسیاری از ساختمان های متداول نسبت به سایرین ارجح می سازد.

منابع

۱- آئین نامه بتن ایران، جلد اول، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه

۲- آئین نامه بتن ایران، جلد دوم، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۴

۳- ساختمان های مسکونی مقاوم در برابر زلزله، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۰

۴- مرمت و تقویت سازه های بتن مسلح در مناطق زلزله خیز، ترجمه پرویز مباحی و بابک اسماعیل زاده ۱۳۷۱

۵- مدارک فنی بانک مسکن و دفتر فنی سازمان بازسازی مدارس کشور

٦- آئین نامه طرح ساختمان های مقاوم در برابر زلزله، مرکز تحقیقا ساختمان و مسکن، ۱۳٦٦

۷- طرح و محاسبات ایستایی (جلد اول) ،، آرک مگردیچیان

۸- ساختمان سازی، رابین بری، ترجمه اردشیر اطیابی، تهران ۱۳۷۱

۹- اتصالات در سازه های فولادی، مترجمین شاهپور طاحوتی و امیر پیمان زندی

۱۰- آئین نامه طرح ساختمان ها در برابر زلزله، شماره استاندارد ۲۸۰۰، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۸۲، بهمن ۱۳٦٦.

۱۱- مهندسی زلزله، تالیف دکتر حجت اله عادلی، ۱۳۷۲.

۱۲- طراحی سازه های فولادی تحت اثر زلزله، دوره کوتاه مدت تخصصی مهندسی زلزله موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، اسفندماه ۱۳۷۱.

۱۳- تیرچه های پیش ساخته خرپایی، مشخصات فنی، روش طرح و محاسبه، نشریه شماره ۹۴ معاونت فنی دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۰

۱۴- معاونت ابنیه فنی آهنی و فولادی در مقابل خورندگی، نشریه شماره ۷۱، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، سازمان برنامه و بودجه، مرداد ۱۳۵٦.

۱۵- آجرهای رسی، استاندارد شماره ۷ ایران (۱۳۵۷)

۱٦- تهیه و کاربرد ملات های بنایی. بخش اول : ملات های ماسه سیمان باتارد، استاندارد شماره ۱-۲۰ ایران (۱۳۵۱)

۱۷- بلوک های سیمانی، استاندارد شماره ۷۰ ایران (۱۳۴۴)

۱۸- ملات های بنایی، استاندارد شماره ۷۰٦ ایران (۱۳۵۰)

۱۹- آجر موزائیک - آجرسیمانی ساده، استاندارد شماره ۷۵۵ ایران (۱۳۵۸)
۲۰- ویژگی های خاک رس جهت ساخت آجر، استاندارد شماره ۱۱۶۲ ایران (۱۳۵۳)
۲۱- آجر، آگاهی نامه دانش ساختمان، دفتر تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۵۹)
۲۲- آئین نامه ساختمان های آجری، گروه جهاد دانشگاهی (دانشگاه صنعتی شریف) (۱۳۶۹)
۲۳- آجر چینی، دبلیو. جی. ناش، ترجمه اطیابی (۱۳۷۳)
۲۴- ساختمان سازی، رابین بری، ترجمه اردشیر اطیابی (۱۳۷۱)
۲۵- دیوارهای سنگی، نشریه شماره ۹۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه (۱۳۶۲)
۲۶- جزئیات معماری ساختمان‌های آجری نشریه شماره ۹۲ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی (۱۳۶۸)
۲۷- پیش نویس آئین کاربرد آجرکاری در ساختمان - طرح و محاسبه - اجرا، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۶۱)
۲۸- تکنولوژی ساختمان، رچادلی، ترجمه اردشیر اطیابی (۱۳۶۹)
۲۹- سیمان بنایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۶۶)
۳۰- ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن زمینی، نشریه‌های شماره ۱۲۳ و شماره ۱۲۴ سازمان برنامه و بودجه (۱۳۷۱)
۳۱- بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار، نشریه شماره ۱۰۰ د. ت. س. ب. ب (۱۳۶۸)
۳۲- بنایی مسلح با بلوک مجوف بتن، نشریه شماره سازمان برنامه و بودجه
۳۳- آئین نامه ۲۸۰۰ ایران : طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۶۶)
۳۴- اصول فنی ساختمان ، محمود ماهرالنقش (۱۳۶۳)
۳۵- مجله آگاهینامه، سال اول شماره ۱ شهریور ۱۳۷۳
۳۶- محافظت ساختمان در برابر حریق، د. ت. چاپ دوم (۱۳۶۸)
۳۷- آمادگی‌ها و پیش‌بینی‌های لازم در نقاط زلزله خیز، روزنامه کیهان (تیر۱۳۶۹)
۳۸- روزنامه اطلاعات (مرداد ۱۳۶۹)
۳۹- آموخته‌هایی از زلزله ارمنستان : گزارش انجمن ایرانی مهندسان محاسب ساختمان (۱۳۷۰)
۴۰- توصیه‌های بین المللی برای طرح و اجرای سازه‌های بنایی غیرمسلح و مسلح : مرکز تحقیقات مسکن (مرداد ۱۳۷۰)

۴۱- زلزله و ساختمان های متداول، شریف آبادی، مرکز تحقیقات مسکن (مرداد ۱۳۷۰)
۴۲- تعمیرو نگه داری ساختمان، مرکز تحقیقات مسکن (تابستان ۱۳۷۱)
۴۳- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نشریه شماره ۵۵ د. ت . (۱۳۷۳)
۴۴- بازطراحی، تعمیر و تقویت ساختمان ها در نواحی زلزله خیز، مرکز تحقیقات مسکن (شهریور ۱۳۷۳)
45 - ACI Manual of Concrete Practice part 1 , Material and General Properties of Concrete , 1990.
46 - ACI Manual of Concrete Practice part 2 , Construction Practices and Inspection Pavements , 1990.
47 - CEB Model Code for Concrete Structures , 1990
48 - A.M. Neville , Properties of Concrete , 1989.
49 - F. Wilson , Building Material Eveluation Handbook , 1990
50 - A. Teague and J. Crosswell , Contemporary Construction Technology level 1 , 1989.
51 - B.S. Taranath , Structural Analysis & Design ofTall Buildings
52 - R.A. Coleman , Structural Systems Design
53 - ACI Manual of Concrete Practice part 3 , use of Concrete in Building Design , specifications , and related topics , 1990
54 - Design and Control of Concrete Mixture , Portland Cement Association , 1987
55 - CEB , Comite Euro - International Du Beton , Fastenings toreinforced Concrete and Masonry Structures , No 206 , 1990.
56 - ACI Detailing Manual - 1988
57 - E.G. Nawy , Simplified Reinforced Concrete , Prentice - Hall inc . Englewood cliffs , New Jersex 07632 , 1986
58 - R.F. Warner , Reinforced Concrete , Pitman Australia 1982
59 - R. Chudly , Buildings , 5th imperssion 1991
60 - Handbook of Architectural Technology , Edited by . H.C. Cowan , Van Nostrand reinhold , New York , 1991
61 - Simplified Design , Reinforced Concrete Buildings of Moderate Size and Height , Portland Cement Association (pca). 1984
62 - F. Naeim , " The Seismic Design Handbook " Van nostrand Reinhold , 1989
63 - D. Dowrick , Earthquake Resistant Design , John Wily & Sons , 1977
64 - Strengyhing of Existing Structure , part I & II , PCA , 1988
65 - J. Amborse , D. Vergun , " Simplified Building Design for Wind and Earthquake Forces , Second Edition , John wiley & Sons , 1990
66 - C. Wang & C.G. Salmon , Reinforced concrete Design , Third edition , Harper & Rcw , New York , 1989.
67 - G. Winter & A. Nilson , Design of concrete Structures . Mc Graw - Hill Co. New York , 1994.
68 - Nilson , A.H. Design of Prestressed Concrete John Wiley & sons , New York , 1978.
69 - Morrell , P.J.B , Design of Reinforced Concrete , Granada Publishing Ltd , London , 1984.
70 - Clark , J , Structural Concrete Cost estimating , Mc Graw - Hill book Co. New York , 1983.
71 - ACI Manual of Concrete Practice , part 5 , 1990.
72 - CEB , Durable Concrete Structure , Bulletin D'information No 183 , 1 Thomas Telford Services Ltd , Switzerland , 1992.
73 - Structure and Fabric part 2 Jack Stroud Foster and Raymond Harington , Mitchells Buklding Construction , London 1976

74 - Building Technology , third edition , Ivor H. Seeley , Macmillan Education London 1987
75 - Steel Deck Flooring systems . Technical and design data , Richard Lees Ltd . Structural flooring Specialists . London
76 - Steel Designers Manual / fourth edition , Constrado . Collins . London , 1987 .
77 - Bungale S. Taranath , Structural Analysis and Design of Tal Buildings , 1st Edition , Mc Graw - Hill book Co. , 1988 , 739 pp.
78 - Tall Buildings : 2000 and beyond , Council on Tall Buildings and Urban Habitat , 1st Edition , 1990 , 1192 pp.
79 - Monograph of Planning and Design of Tall Buildings , American Society of Civil Engineers , 1979 .
80 - Farzad Naeim , The Seismic Design Handbook , Van Nostrand Reinhold Co. , New York , 1989 , 450 pp.
81 - Proceedings of the Third International Conference of Tall Buildings , 1984 , 966 pp.
82 - Ronald L. Maues ; Ian G.Buckle ; Lindsay R. Jones , " Seismic Isolation & Solution to the Earthquake Problems of the precast Concrete Industry " , PCI Journal , may/june 1988 .
83 - John A. Blume ; Nathan M. Newmark ; Leo H.Corning Design of Multistory Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Motions Portland Cement Association , 1961 , 318 pp.
84 - Protection of Structural Steelwork from Atmospheric Corrosion , Second Edition , Constrado London 1980 .
85 - Galvanizing for Structural Steelwork , Galvanizers Association , zinc Development Association , Third Edition 1986 .
86 - Corrosion Protection Guide for Steelwork in Exterior Environment , issue 2 , British Steel , 1990
87 - Corrosion Protection Guide for steelwork in Building interiors (issue 3) , British Steel 1990 .
88 - Structural Masonry Designer's Manual : Curtin & al Granada Publishing (1982)
89 - Concrete Masonry Handbook : Portland Cement Association (1988)
90 - Contemporary Construction Technology 1
91 - Brick & Reinforced Brick Structures , Dayaratnam (1987)
92 -Masonry : Materials Design Construction RC Smith/TL Honkala/CK Andres (1979)
93 - Guideline for Earthquake a Resistant Non Engineered Construction , The International Association for Earthquke Engineering (1986)
94 - The Seismic Design Handbook F. Naeim (1989)
95 - Simplified Building Design for Winde and Earthquake , J. Ambrose / D. Vergun (1990)
96 - Concrete Masonry Handbook , by : Portland Cement Association (1976)
97 - Norms Francaises Mars 1995 , Construction Parasismique des maisons individuelles et des batiments assimiles
98 - Materiaux de construction . Vorobiev Ed. de Moscou (1967)
99 - Materiaux et elements de construction . Komar , ed . de Moscou (1973)
100 -Le bloc de beton , J.M. Huberry (1973)

ویژگیهای عملکردی ابنیه

مقـــدمه :

در این کتاب با ارائه مقدمه‌ای بسیار کوتاه بر "سیر تغییر و تحولات فنی و تکنولوژی ساختمان سازی در ایران" و جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از آن، سه عملکرد صنعتی، اداری و مسکونی ابنیه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه عملکرد یا کارآیی بنا با توجه به تغییرات اجتماعی و اقتصادی و مبانی فضایی نوین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، به گونه‌ای که میزان استحکام و پایایی براساس عملکرد تعیین و سپس با سازه متناسب طرح واجرا شود. از این رو ایستایی و استحکام ساختمان برخلاف گذشته تنها تعیین کننده طول عمربنا نیست و شعار "هرچه عمر ساختمان بیشتر، بهتر" دیگر صادق نخواهد بود.

ساخت و ساز ابنیه به ویژه، تولید انبوه و تیپ آن افزون بر اطلاعات فنی و مهندسی نیازمند اطلاعات جامع از چگونگی بهره برداری است. کارآیی مورد انتظار از بناها به واسطه پیشرفت و تکامل ابزار زندگی به طور مستمر دستخوش تغییرات است. از این رو فضاهای موفق و کارآمد باید دارای قابلیت بیشتر و انعطاف پذیر باشد.

در بخش صنعت، روند توسعه تکنولوژی نیاز به آرایش‌های نوین خطوط تولید دارد و با تغییرات پایه‌ای در سیستم‌های خودکار و اقتصاد تولید، ساختار صنایع از پایه دگرگون می‌شود.

در بخش مسکن، به ویژه در کشورهای در حال توسعه به سبب تحرکات اجتماعی شتابان و جهش‌های اقتصادی، شیوه زندگی خانواده‌ها به سرعت در حال تغییر است. دراین دوران جابجایی خانواده‌ها در گروه‌های اجتماعی سبب کاهش دوره سکونت در یک واحد مسکونی می‌شود و در نتیجه مسکن از انحصار یک خانواده خارج می‌گردد. روند توسعه و تکامل اقتصادی و اجتماعی در داخل گروه‌های اجتماعی نیز سبب تغییرات پایه‌ای در شیوه زندگی می‌شود، به‌گونه‌ای که بالاخره مسکن کارآیی لازم را از نظر گروه‌های یاد شده از دست می‌دهد.

با توجه به تغییر و تحولات فوق و شرایط اقتصادی ویژه تولید ساختمان‌های تیپ یکی از سیستم‌های موفق این دوران است. دراین سیستم "عملکرد بنا" در تعیین معیارهای طراحی اجرا وجزئیات ساختمانی نقش بسیار موثری دارد، به گونه‌ای که استحکام، طول عمر و چگونگی اداره بنا در گرو این آگاهی است. در نتیجه تدوین ضوابط و مقررات عملکردی و رعایت آنها در طراحی و اجرای جزئیات ساختمانی، موجب پایداری و دوام متناسب با عملکرد بنا همراه با ملاحظات اقتصادی

خواهد شد.

امید است تحقیق حاضر بتواند امکان تصمیم‌گیری جامع‌تری را برای طراحان جزئیات ساختمانی در تناسب با اهداف کلی بنا فراهم آورد.

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
مقدمه	
تغییر و تحولات فنی و تکنولوژی ساختمان سازی در ایران	۵-۱
۱- ساختمان سازی تا اواخر دوره قاجاریه	۵-۱
۲- ساختمان سازی بین سالهای ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰	۵-۳
۳- ساختمان سازی پس از جنگ جهانی دوم تاسالهای ۱۳۴۷	۵-۴
۴- ساختمان سازی بین سالهای ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۷	۵-۶
۵- ساختمان سازی پس از انقلاب اسلامی	۵-۸
۶- جمع بندی	۵-۱۰
فصل اول - ساختمان‌های صنعتی	۵-۱۲
۱- معیارهای پایایی و استحکام	۵-۱۲
۲- اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات	۵-۱۴
۲-۱ نگهداری	۵-۱۴
۲-۲ تعمیرات و مرمت	۵-۱۴
۲-۲-۱ نوسازی و مرمت پوشش بام و عایق کاری های آن	۵-۱۴
۲-۲-۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه	۵-۱۵
۲-۲-۳ نوسازی، جابجایی دیوارهای داخلی و مرمت سقف	۵-۱۵
۲-۲-۴ نوسازی و مرمت درها، پنجره ها، نورگیرهای سقفی و تعویض شیشه های شکسته وکدر	۵-۱۵
۲-۲-۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب وفاضلاب	۵-۱۵
۲-۲-۶ تاسیسات مربوط به برق و سیستم های گرمایشی، سرمایشی و تهویه	۵-۱۶

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۲-۲-۷ تجهیزات و وسایل بهداشتی	۵-۱۶
۲-۲-۸ نوسازی و انجام تغییرات در کف ها	۵-۱۶
۲-۲-۹ نوسازی و انجام تغییرات کلی در واحد صنعتی	۵-۱۶
۲-۳ هزینه های نگهداری و تعمیرات	۵-۱۶
۲-۳-۱ عمر ساختمان	۵-۱۷
۲-۳-۲ عملکرد و تکنولوژی	۵-۱۷
۲-۳-۳ سیستم مدیریت و اداره ساختمان	۵-۱۷
۲-۳-۴ اندازه و کالبد ساختمان	۵-۱۸
۲-۳-۵ شرایط محیطی و اقلیم	۵-۱۸
۲-۴ زمان بندی انجام دوره های نگهداری و تعمیرات	۵-۱۸
۳- اصول و مبانی ایمنی	۵-۲۰
۳-۱ ایمنی ساختاری	۵-۲۰
۳-۲ ایمنی در برابر زلزله	۵-۲۲
۳-۳ ایمنی در برابر حریق	۵-۲۳
۴- محیط زیست و بهداشت ساختمان	۵-۲۷
۴-۱ عایق کاری رطوبتی	۵-۲۷
۴-۲ عایق کاری حرارتی	۵-۲۹
۴-۳ عایق های صوتی	۵-۳۰
۴-۴ بهداشت فضاهای عمومی	۵-۳۱
۴-۵ نازک کاری ها	۵-۳۳
۴-۶ ملاحظات همسایگی	۵-۳۳
۴-۷ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم	۵-۳۴
۵- ارزیابی اقتصادی	۵-۳۶

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۵-۱ هزینه های ثابت	۵-۳۶
۵-۲ هزینه های متغیر	۵-۳۶
۵-۳ سرمایه در گردش	۵-۳۷
۵-۴ کل هزینه طرح	۵-۳۷
فصل دوم - ساختمان های اداری	**۵-۴۰**
۱- معیارهای پایایی و استحکام	۵-۴۰
۲- اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات	۵-۴۲
۲-۱ نگهداری	۵-۴۲
۲-۲ تعمیرات و مرمت	۵-۴۲
۲-۲-۱ نوسازی و مرمت پوشش بام و عایق کاری های آن	۵-۴۲
۲-۲-۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه	۵-۴۳
۲-۲-۳ نوسازی و مرمت دیوارهای داخلی(غیرباربر) ومرمت سقف ها	۵-۴۳
۲-۲-۴ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی وتعویض شیشه های شکسته وکدر	۵-۴۳
۲-۲-۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب وفاضلاب	۵-۴۴
۲-۲-۶ تاسیسات مربوط به برق و سیستم های گرمایشی وسرمایشی و تهویه	۵-۴۴
۲-۲-۷ تجهیزات و وسایل بهداشتی	۵-۴۵
۲-۲-۸ نوسازی و انجام تغییرات کلی در کف ها	۵-۴۵
۲-۲-۹ نوسازی و انجام تغییرات کلی درساختمان های اداری	۵-۴۶
۲-۳ زمان بندی انجام دوره های نگهداری و تعمیرات	۵-۴۵
۳- اصول و مبانی ایمنی	۵-۴۷

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۳-۱ ایمنی ساختاری	۵-۴۷
۳-۲ ایمنی از حریق	۵-۴۸
۳-۳ ایمنی در برابر زلزله	۵-۴۹
۴- محیط زیست و بهداشت ساختمان	۵-۵۱
۴-۱ عایق کاری رطوبتی	۵-۵۱
۴-۲ عایق کاری حرارتی	۵-۵۲
۴-۳ عایق صوتی	۵-۵۲
۴-۴ بهداشت فضاهای عمومی	۵-۵۳
۴-۵ نازک کاری ها	۵-۵۳
۴-۶ ملاحظات همسایگی	۵-۵۵
۴-۷ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم	۵-۵۵
۵- ارزیابی اقتصادی وفرهنگی	۵-۵۶
۵-۱ ارزیابی اقتصادی ساختمان های اداری	۵-۵۶
۵-۱-۱ هزینه ساخت (سرمایه اولیه)	۵-۵۶
۵-۱-۲ هزینه های نگهداری و تعمیرات	۵-۵۸
۵-۲ ارزیابی فرهنگی و اجتماعی	۵-۵۹
۵-۲-۱ پایایی یا عمربنا	۵-۵۹
۵-۲-۲ تکنولوژی و ساختمان اداری	۵-۶۰
فصل سوم - ساختمان های مسکونی	**۵-۶۲**
۱- معیارهای پایایی و استحکام	۵-۶۲
۲- اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات مسکن	۵-۶۷
۲-۱ نگهداری	۵-۶۷

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۲-۲ تعمیرات و مرمت	۵-۶۷
۲-۲-۱ نوسازی و مرمت پوشش های بام و عایق کاری ها	۵-۶۷
۲-۲-۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه	۵-۶۸
۲-۲-۳ نوسازی ومرمت دیوارهای داخلی(غیرباربر) ومرمت سقف ها	۵-۶۸
۲-۲-۴ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی تعویض شیشه های شکسته وکدر	۵-۶۸
۲-۲-۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب وفاضلاب	۵-۶۹
۲-۲-۶ تاسیسات مربوط به برق و سیستم های گرمایشی وسرمایشی و تهویه	۵-۶۹
۲-۲-۷ تجهیزات و وسایل بهداشتی	۵-۶۹
۲-۲-۸ نوسازی و انجام تغییرات در کف ها	۵-۶۹
۲-۲-۹ نوسازی و انجام تغییرات کلی در مسکن	۵-۷۰
۲-۳ زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات	۵-۷۰
۳- اصول و مبانی ایمنی	۵-۷۱
۳-۱ ایمنی ساختاری	۵-۷۱
۳-۲ ایمنی از حریق	۵-۷۴
۳-۳ ایمنی در برابر زلزله	۵-۷۵
۴- محیط زیست و بهداشت ساختمان	۵-۷۷
۴-۱ عایق کاری رطوبتی	۵-۷۷
۴-۲ عایق کاری حرارتی	۵-۷۹
۴-۳ عایق های صوتی	۵-۸۰
۴-۴ بهداشت فضاهای ویژه	۵-۸۱
۴-۵ نازک کاری ها	۵-۸۳

فهرست مطالب

عنـــوان	شماره صفحه
۴-۶ ملاحظات همسایگی	۵-۸۳
۴-۷ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم	۵-۸۵
۵- ارزیابی اقتصادی و فرهنگی	۵-۸۶
۵-۱ ارزیابی اقتصادی	۵-۸۶
۵-۱-۱ هزینه ساخت (سرمایه اولیه)	۵-۸۶
۵-۱-۲ پایایی یا عمر واحدهای مسکونی	۵-۸۷
۵-۱-۳ هزینه های نگهداری و تعمیرات	۵-۸۸
۵-۲ ارزیابی اجتماعی و فرهنگی	۵-۹۰
۵-۲-۱ پایایی یا عمر بنا	۵-۹۰
۵-۲-۲ تغییر و تحولات اجتماعی و سیستم‌های نوین زندگی	۵-۹۰
۵-۲-۳ تکنولوژی و مسکن	۵-۹۱
منابع	

تغییر و تحولات فنی و تکنولوژی ساختمان سازی در ایران

محور تحولات فنی و رشد تکنولوژی ساختمان در ایران، از ابتدا در دست دولت بود و در هر گروه ساختمانی برحسب شرایط اقتصادی و سیاسی، رشد مورد نظر را پدید آورده است. بخش خصوصی نیز به دنبال تسهیلات ایجاد شده به صورت پراکنده اقدام به سرمایه گذاری می کرد که از این فعالیت بیشترین سهم در تولید مسکن متمرکز می شد.

تکنولوژی نوین در بخش ساختمان، از بناهای دولتی درحدود سال ۱۳۰۰ آغاز، به ساختمان های بخش صنعت و سپس به مجتمع های مسکونی، گسترش یافت. شدت فعالیت درهریک از عملکردهای فوق بسته به سیاست اقتصادی دولت وقت می توانست از اولویت ویژه برخوردار باشد، به گونه ای که منحنی رشد ساخت و ساز در بناهای صنعتی، اداری و مسکونی با شدت و ضعف های دوره ای روبرو بوده است.

تاریخچه کوتاهی از روند تغییر و تحولات فنی و تکنولوژی ساختمان سازی به صورت بسیار کلی در پنج دوره به شرح زیر ارائه می شود:

- ساختمان سازی تا اواخر دوره قاجاریه
- ساختمان سازی بین سالهای ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰
- ساختمان سازی پس از جنگ جهانی دوم تا سال ۱۳۴۷
- ساختمان سازی بین سالهای ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۷
- ساختمان سازی پس از انقلاب

۱ - ساختمان سازی تا اواخر دورهٔ قاجاریه

ساختمان های این دوره که تا حدود سال ۱۳۰۰ را شامل می شود به ترتیب زیر اجرا می شد:

- تکنولوژی و شیوه های ساخت

دراین دوره، اجرای ساختمان و تولید مصالح به روش " درجا " بود. ساختمان ها توسط معماران تجربی بدون نقشه و محاسبات سازه ای اجرا می شد. در اواخر دوره بنا به ضرورت عملکردی به ویژه در بخش صنعت، کاربرد ستون های فلزی مستقل در میان سازه بنایی، آغازی برای دگرگونی تدریجی شیوه ساخت گردید.

- سیستم سازه و ایستایی بنا

ایستایی بنا بر روی دیوارهای باربر و سقف هایی که برمبنای نیروهای فشاری عمل می کنند مانند، سقف های طاقی و گنبدی استوار بود. در اواخر دوره، به ندرت خرپاهای چوبی با پوشش شیروانی به کارگرفته شد.

- مصالـــح

مصالح ساختمانی در این دوره محدود به گل، آهک و چوب بود که در اواخر دوره، آجر پخته دستی و تیرآهن با نسبت بسیار ناچیز به این مجموعه اضافه شد.

- جزئیات ساختمانی

جزئیات ساختمانی دراین دوره با توجه به محدودیت کمی و کیفی مصالح، بسیار ابتدایی و ساده از مصالح سفت کاری انتخاب و در جا اجرا می شد. البته با توجه به تجربه و مهارت معماران سنتی، جزئیات در عین سادگی، جوابگوی شرایط اقلیمی، توان اقتصادی و در کمال هنرمندی هماهنگ با بنا و مصالح اجرا می شد. از این رو جزئیات ساختمانی در این دوره به صورت کاملا" استثنایی، غیر تیپ و جزء لاینفک بنا ارائه شده است.

۲ - ساختمان سازی بین سال های ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰

این دوره آغازی برای تحول صنعت ساختمان در کشور به حساب می آید. در بخش صنعت با احداث کارخانه های متعدد و در بخش خدمات ساخت بناهای دولتی با همکاری کارشناسان خارجی

چهره نویی به صنعت ساختمان داده بود. مشخصات ساخت دراین دوره به شرح زیر قابل جمع بندی است :

- **تکنولوژی و شیوه های ساخت**

در این دوره سیستم بنایی با تفکیک مصالح به دو بخش قطعات بنایی (پرکننده) و ماده چسبنده (ملات گل) نسبت به دوره قبل پیشرفت قابل ملاحظه ای کرده بود. سازندگان در این دوره هنوز معماران تجربی به اضافه معدودی کارشناسان خارجی و تعدادی مهندسان ایرانی فارغ التحصیل دانشگاه های اروپایی بودند. در این دوره کاربرد آهن آلات (وارداتی) روند شکل گیری تولید مصالح پیش ساخته را به صورت ابتدایی تسهیل می کرد و به همراه آن تهیه نقشه و محاسبات با روند بسیار بطئی آغاز می شد.

- **سیستم سازه ای و ایستایی بنا**

در این دوره ایستایی بناها هنوز برروی دیوارهای باربر و سقف های گنبدی و یا طاقی استوار بود. ورود آهن آلات که از اواخر دوره گذشته آغاز شده بود در این دوره به نسبت بیشتری در بناهای صنعتی و اداری مورد استفاده قرار گرفت. سیستم سازه و محاسبات نوین در این دوره براساس تیر و ستون و یا در ترکیب با سازه بنایی بود.

- **مصـــالح**

در این دوره مصالح پر کننده بنایی عملکرد سازه ای را به روال گذشته به طور فراگیر به عهده دارد، مگر بناهای نوساز صنعتی و اداری که به روش تیر و ستون اجرا شده اند. در این دوره تولید سیمان و آجر به روش صنعتی آغاز می شود و در بیشتر ساختمان های مهم همین دوره مورد استفاده قرار می گیرد. تولید کاشی و موزائیک به نوبه خود تنوع بیشتری به نازک کاری بناهای این دوره افزوده است.

- جزئیات ساختمانی

جزئیات ساختمانی دراین دوره عموما" ادامه روال گذشته است مگر کاربرد مصالح نوین در بناهای دولتی و کارخانه های مهم که جزئیات اجرایی آن به صورت آماده وارد کشور می شد. در این دوره جزئیات ساختمانی به سبب تکرار دقیق نمونه های خارجی نسبتا" به صورت مطلوبی اجرا شده است.

۳ - ساختمان سازی پس از جنگ جهانی دوم تا سالهای ۱۳۴۷

طی این سالها با اجرای برنامه های عمرانی اول و دوم بناهای بیشتر در بخش صنعت و خدمات دولتی احداث گردید. به دنبال آنها ساخت و ساز در بخش خصوصی نیز رونق گرفت و چهره معابر بزرگ شهر از وجود ساختمان های نوساز دگرگون شد. مشخصات عمومی ابنیه در این دوره به شرح زیر بود:

- تکنولوژی و شیوه های ساخت

شیوه های نوین ساخت و ساز در این دوره ناشی از ورود مهندسان مشاور خارجی و مهندسان ایرانی فارغ التحصیل خارج و مهندسان تحصیل کرده داخل کشور بود. دراین دوره ساختمان های مهم خدماتی و کارخانه ها دارای نقشه و مدارک فنی مربوط به محاسبات و برآورد بود و مناقصه و سیستم پیمانکاری نیز دراین دوره متداول شد.

شیوه ساخت اخیر که هنوز درصد کمتری نسبت به کل ساخت و ساز کشور در همان دوره را دارد، جهش بزرگی داشته است به گونه ای که جدایی مصالح سازه ای از مصالح پرکننده را سبب گردید. دراین دوره "سیستم اسکلتی" به طور مشخص شکل می گیرد و به بخش خصوصی نیز نفوذ می کند.

صنعتی شدن تولید مصالح ساختمانی و کاربرد آهن آلات و بهره برداری از سیستم های تأسیسات زیربنایی و تأسیسات مکانیکی و برقی داخل بناها مستلزم کنترل و هدایت متمرکز در طراحی و اجرا در محل کارگاه بود. در این روند سیستم نظارت کارگاهی نیز به طور مشخص تقویت می شود و زمان اجرا نسبت به گذشته بسیار کوتاه می گردد. سیستم برپایی اسکلت و عملیات ساختمانی دراین دوره هنوز به صورت درجا و در محل کارگاه انجام می شد.

- سیستم سازه ای و ایستایی بنا

مشخصه ویژه این دوره، سبک کردن وزن و به ارتفاع بردن طبقات ساختمان است، که جامعه فنی و مهندسان خارجی در این دوره پیشگامان این ساخت و ساز بودند.

ساختار اسکلت فلزی برای دهانه های بزرگ به ویژه در صنایع و انبارها همراه با ساختار بتنی و اسکلت بتنی برای بناهای بلند مرتبه تجربه مشترکی بود که در این دوره از ابتدا تا انتها ادامه پیدا کرد. سیستم طاق ضربی، پوشش متداول دوره گذشته در ساختمان های این دوره نیز به طور فراگیر مورد استفاده قرار می گرفت.

- مصـــــالح

در این دوره کاربرد تیرآهن به سبب گسترش سیستم ساختار اسکلتی، افزایش چشم گیری پیدا کرد و در اواخر دوره با شروع پوشش های تیرچه و بلوک، انواع بلوک های سفالی و بتنی در داخل کشور تولید شد. با مساعد شدن زمینه های تولید صنعتی مصالح ساختمانی در اواخر دوره انواع ورق های موج دار گالوانیزه و آلومینیومی، کاشی، موزائیک، سنگ های بلوک و پروفیل های در و پنجره به تولید انبوه رسید.

- جزئیات ساختمانی

با توجه به تکنولوژی نوپای این دوره و ورود گروه های جدید ساختمان ساز از مشاوران خارجی تا مهندسان تحصیل کرده ایرانی و روند رشد تقاضا برای ابنیه خدماتی و صنایع، کیفیت اجرای ساختمان ها را دراین سطح دستخوش تغییر و دگرگونی شدید کرد. متأسفانه نبود فعالیت تحقیقاتی درتهیه و تدوین مشخصات فنی ساختمانی و ضوابط ساخت و ساز و همچنین نبود ارگان مسئول و ناظر به کم و کیف ساخت و ساز، صدمه زیادی به روند تکاملی فن ساختمان سازی وارد آورد. از این میان گروه سازندگانی که از نمونه های خارجی نسخه برداری می کردند، بیشترین آسیب را به سیستم اصولی ساخت و ساز و جزئیات ساختمانی وارد آوردند.

جزئیات ساختمانی دراین دوره با ورود مصالح جدید و سیستم های ساختاری نو بناچار دگرگون می شد ولی عدم توجه به ضوابط کاربرد و شرایط محیطی و همچنین نبود سیستم نظارت کارگاهی توانا، بناهای این دوره را بسیار آسیب پذیر و ناپایدار کرد.

۴ - ساختمان سازی بین سالهای ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۷

با ازدیاد درآمد نفت طی برنامه چهارم و پنجم تغییراتی در صنعت کشور به وجود آمد. احداث واحدهای بزرگ با تکنولوژی پیچیده که صنایع واسطه ای و سرمایه ای را تولید می کرد در این دوره مورد توجه قرار گرفت. مشخصات عمومی ساختمان این دوره به شرح زیر بود:

- تکنولوژی و شیوه های ساخت

در این دوره ساختمان های قابل توجهی توسط پیمانکاران و مهندسان ایرانی و در پاره ای از موارد با همکاری کارشناسان خارجی ساخته می شد، نهاد مهندسان مشاور شکل مطلوب تری بخود گرفته بود و غالب کارهای ساختمانی توسط این نهاد طراحی و در اجرا نظارت می شد. اجزا پیش ساخته ساختمان نظیر سقف ها، دیوارها، اسکلت، سقف های کاذب و... تولید و در اجرای ساختمان ها بکار برده می شد.

نشانه بارز این دوره تفکیک فعالیت ساخت و ساز به دو بخش " نصب " و " اجرا " بود. در بخش ساختمان های بنایی، شکل نوینی در حال شکل گیری و رشد بود که به سمت نیمه صنعتی شدن جهت گیری شده بود. در این سیستم هدف سازندگان تسهیل عملیات کارگاهی و به حداقل رساندن زمان ساخت با پیش بینی استحکام بیشتر برای بنا بود. در بخش ساختمان های اسکلتی نیز شیوه " دستی و درجا " به سیستم نیمه صنعتی و پیش ساختگی گرایش پیدا کرده بود. به گونه ای که استفاده از مواد و قطعات پیش ساخته به همراه نیروی انسانی متخصص و محاسبات دقیق تر فنی ومهندسی سبب تشدید سرعت عملیات اجرا، مصرف کمتر مصالح و عمر بیشتر بنا شده بود.

- سیستم سازه و ایستایی بنا

سیستم سازه و ایستایی بنا، ادامه روند گذشته بود، لیکن دراین دوره سازه های فلزی پیش ساخته، سقف های بتنی پیش ساخته و نیمه پیش ساخته مانند تیرچه و بلوک مورد استفاده قرار گرفت . دراین دوره شرکت های مهندسان مشاور و پیمانکاران با تجهیز کادرهای تخصصی خود موفقیت های مطلوبی در طراحی، محاسبات و اجرا به دست آوردند.

طراحی و اجرای ساختمان های بلند مرتبه یا مجموعه های بزرگ با اسکلت فلزی و بتنی با بهره گیری مستقیم یا غیرمستقیم از دانش فنی غرب با استفاده از تکنیک های نوین مانند

سیستم های پیش تنیده توسط شرکت های ایرانی یا با ترکیب خارجی از فعالیت های چشم گیر این دوره بود. سازه های بادی و کابلی نیز تا حدودی به آزمایش درآمد و به تجربه سازندگان ایران افزوده شد.

در این دوره آئین نامه های مربوط به محاسبات سازه ای و ضوابط ایستایی تهیه و تدوین شد و در امر کنترل و نظارت در امر ساخت و ساز نهادهایی مانند: سازمان برنامه و بودجه، وزارت مسکن و شهرسازی و شهرداری ها فعال تر شدند.

ناگفته نماند که همراه سیستم های سازه ای نسبتا" پیشرفته، هنوز ساخت و ساز های سنتی به صورت دستی و درجا بدون محاسبات و بدون تهیه نقشه با درصد زیادی در حال اجرا بود.

- مصـــــالح

متأسفانه دراین دوره، دیدگاه کالایی به ساختمان و نبود محاسبات ملی در حفظ این سرمایه، باعث شتابزدگی در روند تولید و عرضه بیشتر ساختمان به بازار نیازمند کشور شد. در این دوره با وجود زمینه مساعد اقتصادی و فنی " تولید صنعتی مصالح " به طور مطلوب توسعه پیدا نکرد، به گونه ای که ویژگی غالب این دوره به دگرگونی نماها و ظواهر ساختمان ها محدود شد. این تغییر کمی وسطحی ناشی از رونق واردات مصالح نازک کاری و تزئینی نسبت به سایر مصالح بود. البته در این دوره تفکیک مصالح برحسب ویژگی کاربرد تاحدودی انجام و در طرح های بزرگ رعایت شد، به گونه ای که مصالح سازه ای، مصالح جداکننده (شامل انواع پانلها...)، مصالح پرکننده، مصالح عایق کاری، مصالح نماسازی، ... به طور مستقل به بازار عرضه شد.

در این دوره تدوین استانداردها و مشخصات فنی عمومی ابنیه تاحدودی کاربرد مصالح را در طرح های عمرانی تابع مقررات و ضوابط می کرد.

- جزئیات ساختمانی

در این دوره با توجه به روند رشد سریع کالبدی شهرها و در پی آن نیاز روز افزون به ایجاد تأسیسات و ابنیه شهری و از طرفی اشتیاق زیاد غرب به صدور تولیدات صنعتی و نفوذ به بازار ساخت و ساز کشور، باعث شتابزدگی در روند تکاملی ساخت و ساز و نظام فنی کشور شد.

در این دوره تعداد کمی جزئیات ساختمانی به سبب تنوع مصالح و الگوهای گوناگون ساخت

افزایش بسیاری پیدا کرد، به گونه‌ای که برای یک جز ساده مانند کف پنجره، دهها نمونه طراحی و اجرا شد، بدون این که به ضوابط و شرایط مؤثر در استحکام، عمر و کارایی جزء اجرا شده توجه لازم شده باشد.

دراین دوره منابع مرجع برای طراحی جزئیات ساختمانی غالبا" از مدارک فنی غرب بود که با شتاب فراوان انواع و اقسام جزئیات استخراج و به اجراء درمی‌آمد. از این رو طراحی جزئیات ساختمانی دراین دوره در حد کار نقشه‌کشی و کم اهمیت تلقی می‌شد.

۵ - ساختمان سازی پس از انقلاب اسلامی

در این دوره ساختمان سازی ابتدا دچار رکود گردید لیکن پس از استقرار نظام و فروکش کردن التهابات طرح‌های نیمه تمام و پروژه‌های بزرگ با تفکری مبتنی بر دستیابی به استقلال صنعتی و اقتصادی مورد توجه قرار گرفت. تأکید بر افزایش درصد ساخت داخل در انعقاد قراردادهای خارجی از اصول این تفکر بود که در طرح‌ها پی‌گیری می‌شد. ساختمان‌هایی که دراین دوره ساخته شد دارای مشخصات زیر است:

- تکنولوژی و شیوه‌های ساخت

تکنولوژی در بخش ساختمان ادامه روند گذشته است که با ویژگی‌های جدیدی در حال تکرار می‌باشد. در حال حاضر طراحی و اجرای پروژه‌های بزرگ را کارشناسان و پیمانکاران داخلی به عهده دارند، مگر معدود پروژه‌هایی که با همکاری متخصصان خارجی انجام می‌شود. تکنولوژی ساختمان همانطور که اشاره شد در کل تغییر عمده‌ای نکرده است ولی امکان تجربه مستقیم روش‌ها و سیستم‌ها به وجود آمده است که سبب تعمق و اعتماد به نفس بیشتر جامعه مهندسی کشور خواهد شد.

- در این دوره مسئله جنگ و محاصره اقتصادی کشور عامل مهمی در خود کفایی ملی بود به گونه‌ای که از طریق شبیه سازی، ترمیم و تعمیر ابنیه صنعتی و خدماتی و همچنین راه‌اندازی و توسعه پروژه‌های نیمه تمام گذشته، تجربیات تکنولوژیکی گرانبهایی حاصل گردید.

- در این دوره تعداد کاردان‌های فنی و کارگران نیمه متخصص افزایش چشمگیری پیدا می‌کند.

- تولید بیشتر اسناد و مدارک مانند ضوابط و مقررات فنی، دستورالعمل‌های اجرایی، تدوین

نظام فنی کشور و تشکیل نظام مهندسی ضمن القاء شیوه مناسب ساخت و ساز، ابزار کنترل کیفیت را در این دوره فراهم می کند.

- آشنایی بیشتر با مصرف انرژی وحفاظت محیط زیست، زمینه مساعد تدوین دستورالعمل های تولید، بهره برداری و نگهداری سرمایه های ملی را به وجود می آورد.

- مشکلات اقتصادی و ضرورت صرفه جویی در منابع، نیاز به محاسبات دقیق تر در انتخاب سیستم ساخت، مصرف مصالح و پایداری آنها را ایجاب می کند.

- با توجه به شرایط مساعد فوق اگر روند توسعه در این بخش سودجویانه نباشد و سیستم آموزشی در زمینه های مختلف همگام با تحولات فوق جهت گیری شود، این بخش می تواند یکی از بخش های بسیار موفق در کشور گردد، به گونه ای که شرایط مساعد بومی شدن آن نیز فراهم می باشد.

- سیستم سازه و ایستایی بنا

شیوه ایستایی ساختمان ها در این دوره ادامه روش های گذشته است. لیکن سازه های معروف به سوله در بخش صنعت گسترش بیشتری یافت. سازه های فضایی نیز که در دوره قبل در معدود طرح ها استفاده می شد و اجزاء آن از خارج کشور وارد می شد، توسط چند شرکت در داخل کشور محاسبه، تولید و در پروژه های بیشتری مورد استفاده قرار گرفت. در ساخت سازه ها میزان کار کارخانه ای افزایش و روش های پیش سازی گسترش یافته است.

دراین دوره محاسبات سازه ای از طریق سیستم های پیشرفته کامپیوتری گسترش پیدا کرده است و نرم افزارهای گوناگونی مورد استفاده قرار می گیرد. در زمینه سازه های بتنی امکانات بیشتری از نظر طراحی و اجرا فراهم شده است به گونه ای که سازه های حساس بتنی مانند انواع سیلوها و پل ها در داخل کشور طراحی و اجرا می شود. در این دوره مقاوم سازی سیستم های سازه در مقابل زلزله بیشتر مورد نظر قرار گرفت و نهادهای مسئول بطور جدی اعمال آن را پی گیری می کنند.

- مصـــــالح

پس از انقلاب علیرغم وجود تحریم ها، جنگ و مشکلات اقتصادی مصالح و تجهیزات مورد نیاز ساختمان درحد محدودی تولید می شد. این روند تا سال ۱۳۶۱ ادامه داشت لیکن پس از آن

کارخانه ها تولید مواد ساختمانی فعال شده و واحدهای تازه ای نیز احداث شد. این کارخانه ها انواع شیشه های نما، کاشی، آجر، سیمان، مصالح سینتتیک، چسب و سایر محصولات ساختمانی را تولید می کنند به طوری که امروز می توان گفت، درصد بیشتری از مصالح ساختمانی و اجزاء آن در داخل کشور تولید می شود.

- جزئیات ساختمانی

دراین دوره به دلیل شتابی که در ترمیم خرابی ها و ساخت و ساز ابنیه شهری وجود داشت، به جزئیات ساختمانی کمتر توجه می شد. با این وجود همزمان فعالیت دفاتر تحقیقاتی به ویژه دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه چشم گیر بود و در این زمینه مدارک فنی مختلفی تدوین و انتشار پیدا کرد. البته با وجود تحریم اقتصادی و کمبودهای دوره ای مصالح منابع علمی فوق نمی توانست مؤثر باشد و به تناسب نارسایی های بازار مصالح، جزئیات ساختمانی دستخوش سلیقه های شخصی و محدودیت های بازار می شد. پس از دوره جنگ و با بهبود نسبی و رفع تنگناها و شکل گیری سیستم های نظارتی و تحرک بیشتر جامعه فنی کشور مانند نظام هندسی و شهرداری ها سبب ارتقاء کیفیت ساخت شد. ولی با این وجود در بخش مسکن به ویژه ساختمان هایی که از طریق تعاونی ها اجرا شده اند به جز تعداد معدودی بقیه هنوز ازکیفیت ضعیف جزئیات ساختمانی برخوردار هستند.

٦ - جمع بنـــــدی

روند تکاملی تکنولوژی ساختمان از اجرای درجا و تولید درجا در محل ساختمان توسط معماران تجربی بدون تهیه اسناد و مدارک فنی از سال ۱۳۰۰ آغاز و با روندی نسبتا" بطئی با تغییر جهت های پایه ای به شرح زیر ادامه دارد:

- روند رو به رشد تولید مصالح و قطعات ساختمانی به صورت انبوه، به جای تولید درجا و اختصاصی.
- روند رو به رشد تولید تفکیک مصالح برحسب عملکرد و نحوه بهره برداری، به جای انحصار یک نوع مصالح.
- روند تکاملی تفکیک نظام طراحی از نظام اجرایی، به جای معماران تجربی گذشته.

- روند بطئی تدوین استاندارد، آئین کاربرد، مشخصات فنی و سایر در برابر نبود اسناد و مدارک فنی.
- روند بطئی جایگزینی سیستم نصب به جای اجرای درجا.
- روند تکاملی سیستم های سازه ای و معماری با بهره برداری از امکانات تکنولوژیکی نوین.
- روند بطئی تغییر دیدگاه های اقتصادی و اجتماعی نسبت به بخش ساختمان.

با توجه به تغییرات بنیانی فوق در روند ساخت و ساز کشور، شناخت عملکرد بنا از عوامل بسیار مؤثر در تسریع و تسهیل این روند تکاملی خواهد بود. سیستم های نوین تولید، خدمات و سکونت هریک بطور مستقل نیازمند شکل فضایی ویژه متناسب با برنامه توسعه ملی است، از این رو تفکیک عملکردها امکان نگرش اقتصادی، تکنولوژیکی و اجتماعی و فرهنگی را در هر بخش به سهولت فراهم خواهد کرد.

دراین کتاب سه عملکرد صنعتی، اداری و مسکونی به عنوان شاخص های بارز ساخت و ساز ابنیه براساس "معیارهای پایایی و استحکام"، "اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات"، "اصول و مبانی ایمنی"، "محیط زیست و بهداشت ساختمانی" و "ارزیابی اقتصادی و فرهنگی" بطور مستقل مورد مطالعه قرار گرفته است.

فصل اول - ساختمانهای صنعتی

۱ - معیارهای پایایی و استحکام

پایایی و استحکام ساختمان های صنعتی از مواردی است که در ابتدای برنامه ریزی طرح و در محاسبات اقتصادی آن تعیین می شود. طول عمر تعیین شده در اینگونه محاسبات زمان مناسب برای توجیه اقتصادی هر طرح صنعتی است. بنابراین در صورتی که عمر واقعی کارخانه حداقل معادل زمان پیش بینی شده باشد بررسی های مالی به واقعیت پیوسته و به اهداف تعیین شده خواهد رسید و در صورتی که عمر کارخانه کمتر از زمان پیش بینی شده، باشد از نظر اقتصادی طرح دارای مشکل خواهد بود. عوامل متعددی بر کاهش عمر ساختمان تأثیر می گذارد. این عوامل فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، اقتصادی و اجتماعی هستند که هریک بنوعی و به مرور زمان از عمر ساختمان می کاهد.

عوامل فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و بیولوژیکی مکانیسم های فرسایشی هستند که توسط، پدیده های زیر باعث تخریب اجزا و مصالح ساختمان می شود.

- عوامل مکانیکی: مانند جاذبه و نیروی ثقل، نیروهای داخلی نظیر انبساط حرارتی و رطوبتی، زلزله، ارتعاشات ناشی از حرکت ماشین آلات و ترافیک و اصابت ضربه ها و باد و طوفان.
- عوامل شیمیایی: مانند آب و هوا و انواع حلال های مایع، گاز و جامد شیمیایی مانند اسیدها، بازها، نمک ها.
- عوامل فیزیکی : مانند الکتریسیته، نیروهای مغناطیسی، امواج نوری وخورشیدی و شوک های حرارتی.
- عوامل بیولوژیکی نیز مانند : انواع باکتری ها، گیاهان، حشرات و جانوران.

غیر از عوامل فرسایشی که طی سالیان موجب کاهش توانایی اجزاء ساختمان و مصالح در

اجرای وظایف محوله شان می شود عوامل اقتصادی، اجتماعی و سوء مدیریت نیز در کوتاه شدن عمر ساختمان اثر می گذارد.

طی سالیان بهره برداری از کارخانه برای بالا بردن بهره وری و بهبود کمی و کیفی تولید که در اثر رقابت بین تولید کنندگان و بهره گیری از تکنولوژی روز پیش خواهد آمد، تغییر در ساختمان ها ضروری خواهد شد. این تغییرات گاه از حد جابجایی فضاها تجاوز می کند و به نوسازی بخش هایی از کارخانه منجر می شود. این امر به مفهوم کوتاه شدن عمر مفید کارخانه از حد پیش بینی آن است و گاه هزینه های آن به دو تا سه برابر هزینه اولیه ساختمان می رسد.

توسعه شهرها و احاطه کارخانه ها بوسیله کاربری های شهری و مسکونی موجب خواهد شد که ضرورت های زیست محیطی و اجتماعی نوین تغییر و جابجایی واحدهای صنعتی را زودتر از موعد مقرر ضروری نماید و احتمالا" قبل از پایان عمر پیش بینی شده تخریب شود.

در بررسی هایی که از کارخانه های مختلف در کشورهای صنعتی بعمل آمده عمر کارخانه ها حدود ۵۰ سال در نظر گرفته می شود در طول این مدت تغییرات و اصلاحاتی در ساختمان ها بوجود می آید اگر هزینه این تغییرات و هزینه های نگهداری و جنبی معادل سرمایه گذاری اولیه ساختمان در زمان کوتاه باشد به گونه ای که خط تولید تعطیل نشود، هزینه ها قابل قبول و منطقی است در غیر این صورت بازدهی آن منفی برآورد خواهد شد.

با احتساب رواداری ۱۰ ساله که در مجموع تأثیر چندانی بر روی هزینه های سالیانه نخواهد داشت، دامنه عمر ۴۰ تا ۶۰ سال برای واحدهای صنعتی قابل پیش بینی است.

۲ - اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات

نگهداری و حفاظت سیستماتیک ابنیه از عوامل بسیار مهم در کارآیی و طول عمر یک واحد صنعتی است. مرمت و تعویض به موقع اجزاء فرسوده سبب خواهد شد که سایر اجزاء از گزند آسیب در امان بمانند. نگهداری و حفاظت بنا مستلزم هزینه است که در پیش بینی های اقتصادی و فنی منظور می شود. حدود این هزینه ها باید در چهارچوب محاسبات اقتصادی کل سرمایه گذاری قابل توجیه باشد.

نگهداری و تعمیرات دو فعالیت قابل تفکیک است که در ارتباط مستقیم با هم قرار دارند، به گونه ای که نقطه قوت هر یک در دیگری قرار دارد. نگهداری یا حفاظت واحدهای مشابه در عملکرد و کالبد، فعالیتی است مستمر با دوره های مشخص ومساوی بدون توجه به عمر ساختمان، مگر تعداد دفعات که با عمر ساختمان رابطه مستقیم دارد.

۲ - ۱ نگهداری

نگهداری یا حفاظت شامل: کلیه فعالیت های مربوط به پرداخت ها، نقاشی ها، شستشو و نظافت جداره های داخلی و خارجی، بازدید و کنترل تأسیسات برق و مکانیکی، بازدید و کنترل سیستم های سازه ای، حفاظتی و ایمنی بنا مانند، کنترل جزئیات ساختمانی، سیستم های آتش نشانی و سایر سیستم های خودکار هشدار دهنده و بازدید محل نصب کلیه تجهیزات و وسایل و بالاخره رعایت مقررات و ضوابط بهره برداری.

۲ - ۲ تعمیرات ومرمت

تعمیرات ومرمت شامل: کلیه فعالیت های مربوط به انجام اصلاحات و تعویض اجزاء و نوسازی لایه های حفاظتی و قسمت های فرسوده بنا مانند:

۲ - ۲ - ۱ نوسازی و مرمت پوشش های بام و عایق کاری های آن

این گونه نوسازی که باید حداکثر یک بار در طول عمر ساختمان انجام شود شامل تعویض یا ترمیم اساسی عایق کاری های رطوبتی و حرارتی و پوشش نهایی بام و آبروها می شود.

۲ - ۲ - ۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی‌ها و محوطه

این گونه اصلاحات و تغییرات حداکثر یک بار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی می‌شود که شامل مرمت یا تغییر کامل نماها، نوسازی و یا تغییر محل ورودی‌ها و نوسازی محوطه، معابر و حصارکشی می‌شود.

۲ - ۲ - ۳ نوسازی، جابجایی دیوارهای داخلی و مرمت سقف

این گونه نوسازی و مرمت دوبار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی می‌شود که برحسب تغییرات تکنولوژیکی در خطوط تولید انجام می‌گیرد. بطور کلی دیوارهای داخلی در واحدهای صنعتی باید قابلیت تغییر و جابجایی را داشته باشند. پوشش سقف‌ها نیز در تابعیت از سیستم دیوارها و فرسودگی سریع آن نسبت به سایر جداره‌ها باید نوسازی و مرمت شود.

۲ - ۲ - ۴ نوسازی و مرمت درها، پنجره ها، نورگیرهای سقفی و تعویض شیشه های شکسته و کدر

انجام این اصلاحات هر ده سال یکبار قابل پیش‌بینی است. نوسازی موارد فوق علاوه براین که تابع تغییرات تکنولوژیک خطوط تولید می‌شود، خود اجزاء نیز بمرور زمان مستهلک و فرسوده می‌شود که باید پیش‌بینی تعمیرات و تعویض هریک را در نظر گرفت.

۲ - ۲ - ۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم‌های آب و فاضلاب

انجام این گونه تعمیرات دوبار در طول عمر ساختمان قابل پیش‌بینی است. با دقت و پیش‌بینی شرایط محیطی مساعد با سیستم‌های آبرسانی و فاضلاب باید زمان فوق را رعایت کرد. متاسفانه بعلت ضعف اجرا و صرفه‌جویی های کوتاه نظرانه، در حال حاضر وضعیت غیرعادی و غیراستاندارد است که باید با نظارت و کنترل بیشتر عمر این سیستم را به نرخ پیشنهادی نزدیک کرد.

۲ - ۲ - ٦ تأسیسات مربوط به برق و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی و تهویه

انجام اصلاحات در موارد فوق هر ده سال یک بار قابل پیش‌بینی است. در صنایع تأسیسات برق و مکانیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است مضافا" این که سرمایه نسبتا" سنگینی صرف آن شده است. نگهداری و کنترل مستمر و مرتب این سیستم‌ها امکان طولانی کردن عمر را به بیش از مقدار یاد شده فراهم خواهد کرد.

۲ - ۲ - ۷ تجهیزات و وسایل بهداشتی

انجام اصلاحات، تعویض و تعمیر تأسیسات بهداشتی و وسایل مربوط به آن در سرویس‌های بهداشتی وآشپزخانه هر ده سال یکبار پیش‌بینی می‌شود. البته نگهداری و حفاظت امکان بالا بردن عمر تأسیسات بهداشتی را فراهم می‌کند ولی به دلیل اهمیت محیط زیست وحفاظت بهداشت محیط برخلاف شرایط حاضر، تأکید بیشتری در این موارد می‌شود.

۲ - ۲ - ۸ نوسازی و انجام تغییرات در کف‌ها

نوسازی کلی و تغییر کف‌های پایه (زیرسازی کف) حداکثر دوبار در طول عمر ساختمان مجاز است مگر تغییر فرش نهایی کف که دوام فوق را ندارد و الزاما" در واحدهای صنعتی ویژه باید پیش‌بینی شود.

۲ - ۲ - ۹ نوسازی و انجام تغییرات کلی در واحد صنعتی

این گونه نوسازی دو یا چند مورد از اصلاحات بالا را در بر می‌گیرد که به علت وقفه درکار تولید توصیه می‌شود بیشتر از یک بار در طول عمر بنا پیش‌بینی نشود.

۲ - ۳ هزینه‌های نگهداری و تعمیرات

در همه موارد فوق هزینه‌های نگهداری، نوسازی و تعمیرات باید متناسب با سرمایه اولیه و قابل توجیه باشد. مقدار هزینه‌های نگهداری و تعمیرات با عوامل زیر رابطه مستقیم دارد که با برآورد

دقیق و پیش بینی های لازم نرخ بهینه هزینه قابل محاسبه است .

۲ - ۳ - ۱ عمر ساختمان

عمر ساختمان یکی از عوامل مؤثر در تعیین هزینه های نگهداری و تعمیرات است به گونه ای که عمر طولانی تر خدمات نگهداری و حفاظت بیشتری را طلب می کند، متقابلا" تعداد و دامنه عملیات نوسازی و تعمیرات نیز سبب افزایش طول عمر خواهد شد.

این نسبت مستقیم تاحد معینی که در بند ۴ شرح آن آمده است اعتبار دارد و در غیراین صورت هزینه ها غیراقتصادی خواهد بود.

۲ - ۳ - ۲ عملکرد و تکنولوژی

عملکرد ساختمان در صنایع مربوط است به کم و کیف صنعت و میزان استهلاکی که صنعت بر روی اجزاء ساختمان وارد می آورد. از این نظر باید سیستم نگهداری و تعمیرات براساس عملکرد تنظیم و با شدت استهلاکی تولید صنعتی مطابقت داشته باشد. پیشرفت روند تکنولوژیک صنایع علاوه بر این که زیر بناها را بتدریج کاهش می دهد، میزان استهلاک بنا را نیز به نسبت کمتر می کند. از این رو سیستم تکنولوژی بطور غیرمستقیم در میزان هزینه های نگهداری و تعمیرات مؤثر خواهد بود.

۲ - ۳ - ۳ سیستم مدیریت و اداره ساختمان

سیستم اداره ساختمان یکی از مؤثرترین عوامل نگهداری و حفاظت بنا است. به گونه ای که با تنظیم برنامه ویژه و تخصیص بودجه سالیانه و دراز مدت و اجرای منظم عملیات نوسازی و حفاظت، میزان هزینه ها، در طول عمر بنا بطور قابل ملاحظه ای کاهش پیدا می کند. مطابقت و سازگاری فعالیت ها با فضاهای مربوط به خود و شرایط کالبدی آنها یکی دیگر از عوامل کاهش هزینه ها است . امکان ارزیابی اقتصادی و برآورد مالی تغییرات تکنولوژیکی خطوط تولید بر روی ساختمان (قابل برآورد در طول عمربنا) و ملاحظات بودجه بندی سالیانه، شرایط مناسب تصمیم گیری را برای دست اندرکاران فراهم خواهد کرد.

۲ - ۳ - ۴ اندازه و کالبد ساختمان

ابعاد و اندازه واحد صنعتی رابطه مستقیم با هزینه های نگهداری و تعمیرات ساختمان دارد. هر قدر سالن بزرگتر و با حجم زیادتر باشد، هزینه های بیشتری را نیاز خواهد داشت، اما این افزایش هزینه، نسبت ثابتی با افزایش حجم سالن ندارد. افزایش هزینه نسبت مستقیمی است که محاسبات بهینه آن به عوامل متعدد و مؤثر دیگر مانند، سیستم مدیریت، عملکرد و تکنولوژی و نیروی کار وابسته است.

۲ - ۳ - ۵ شرایط محیطی و اقلیم

شرایط محیطی و اقلیمی یکی از مؤثرترین عوامل در تعیین نرخ هزینه های نگهداری و تعمیرات است. مناطق سخت از نظر اقلیمی و شرایط محیطی، دشواری های متعددی ببارخواهد آورد که مقابله با آنها مستلزم صرف هزینه است. از این رو شرایط اقلیمی ومحیطی یکی از عوامل تعیین کننده در انتخاب محل واحدهای صنعتی می تواند باشد.

۲ - ۴ زمان بندی انجام دوره های نگهداری و تعمیرات

دوره های نگهداری و تعمیرات گرچه بستگی به نوع صنعت و عوامل شیمیایی و فیزیکی حاکم بر محیط کار دارد ولی در یک عمر ۴۰ تا ۶۰ ساله واحدهای صنعتی به ترتیب زیر(مطابق جدول شماره ۲-۱) بعنوان یک نمونه تجربه شده قابل پیش بینی است.

زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

جدول شماره ۲-۱

دوره های پیش بینی شده	شرح عملیـــــــات
یک باردرطول عمرساختمان	ردیف های (۲-۲-۱) و (۲-۲-۲) و (۲-۲-۹)
دوبار درطول عمر ساختمان	ردیف های (۲-۲-۳) و (۲-۲-۵) و (۲-۲-۸)
هر ده سال یک بار	ردیف های (۲-۲-۴) و (۲-۲-۶) و (۲-۲-۷)
هر پنج سال یک بار	نقاشی وپرداخت های جداره های داخلی وخارجی، بازدیدمحل، نصب کلیه تجهیزات، وسایل وتزئینات واحد صنعتی
دوبار در سال	شستشو ونظافت دیوارهاوسقف ها، شیشه های نورگیرسقفی نظافت حفاظ های سیستم روشنایی،بازدید تجهیزات ووسایل
بازدیدهای مستمر ماهیانه	بازدید وکنترل تاسیسات برق و مکانیک، بازدید وکنترل، سیستم های حفاظتی وایمنی، نظافت محوطه و خاکروبی،تمیز کردن شیشه های نما

۳ - اصول و مبانی ایمنی

۳ - ۱ ایمنی ساختاری

ایمنی ساختاری در کارخانه ها از مسائل مهم و حائز اهمیت است. هرساله خسارات زیادی از این بابت متوجه کارکنان شده و موجب نقص عضو یا ضایعاتی جسمانی در آنها می شود. رعایت نکات و اصول ایمنی در بهره برداری از ماشین آلات بخش عمدهٔ ایمنی را تأمین می کند لیکن جزئیات ساختمانی نیز می تواند عوامل خطرسازی را ایجاد نماید که توجه به آنها نیز در تأمین ایمنی بیشتر تأثیر عمده خواهد داشت. این عوامل خطرساز می توانند شامل موارد زیر باشد:

- لغزندگی
- تیزی ها
- برآمدگی ها و فرورفتگی ها
- دستگیره ها و بازشو ها
- شیشه ها
- پرتگاه ها

- لغزندگی

این موضوع به خصوص در کف سازی ها باید مورد توجه قرار گیرد. جنس کف ها باید از موادی باشد که امکان سرخوردن کارگران به خصوص در بخش هایی که امکان روغن ریزی و پخش مواد لغزنده وجود دارد پیش نیاید. یکی از متداول ترین کف ها درکارخانجات کف های بتنی است که از زبری قابل قبولی برخوردار است لیکن نحوهٔ اجرای این کف ها نیز حائز اهمیت است که خیلی صیقلی نشده و از بافت زبری برخوردار باشد.

پوشش های اپوکسی با ضخامت و کیفیت های مختلف در کف واحدهایی که محیط کار نیاز به نظافت بیشتری دارد مورد استفاده قرار می گیرد این لایهٔ کف پوش علیرغم صیقلی بودن آن چندان لغزنده نیست. استفاده از کاشی کف یا سرامیک ها، به ویژه در صنایع غذایی و صنایعی که بهداشت محیط از اهمیت بیشتری برخوردار است، توصیه می شود. این کف باید ضد اسید بوده و از زبری مطلوب برخوردار باشد. در واحدهایی که امکان ضربه خوردن به کف زیاد است و قطعات سنگین جابجا می شود استفاده از ورق های آهنی آج دار یا موزائیک های چدنی که سطح آن از زبری

مطلوبی برخوردار باشد متداول است.

- تیزی ها

درساختمان واحدهای صنعتی امکان دارد که به دلیل بزرگی ابعاد ساختمان یا به دلایل ظاهرا" اقتصادی، در طراحی جزئیات یا اجرای ساختمان دقت لازم صورت نگرفته و زوائدی فلزی یا گوشه های نوک تیز یا عواملی نظیر آن در فضای داخلی یا بیرونی ساختمان ایجاد شود. این زوائد غالبا" در محل اتصال بادبندها بهم، ستون ها به کف یا درترکیب اجزا سازه فلزی ایجاد می شود. وجود این زوائد و تیزی ها می تواند عاملی برای آسیب رساندن به کارکنان شود، لذا دقت و توجه در جزئیات و اجرای آنها به طوری که هیچ نوع زائده خطرناکی در ساختمان ایجاد نشود یک ضرورت خواهد بود.

- برآمدگی و فرورفتگی ها

کلیه برآمدگی ها و فرورفتگی های بدون پیش بینی های ایمنی لازم در جداره ها به ویژه در کف ها به عنوان عوامل خطر آفرین و آسیب رسان باید تلقی شوند.

وجود بادبندها و یا شبکه تأسیسات و سایر عواملی که در ارتفاع پائین تر از حد مجاز عبور کارکنان که حدود ۲/۲۰ متر است، می تواند عامل خطرساز باشد. لازم است که در طراحی، کلیه موارد فوق مورد توجه قرار گیرد. در درون سالن های تولید به دلیل ضرورت های فنی و سازه ای برای ایجاد سکو یا نیم طبقه یا برای نقاله ها پایه های مورد نیاز ایجاد می شود که این گونه عوامل باعث شلوغ شدن فضای کار گردیده و با ایجاد اغتشاش ذهنی امکان تصادفات افزایش می یابد. برای این گونه نیازها ارجح است که پیش بینی لازم از قبل در سازه صورت گرفته و تاحد ممکن به شکل آویزها در نظر گرفته شود.

- دستگیره ها و بازشوها

جزئیات دستگیره ها و بازشوها نیز از عواملی هستند که باید مورد توجه قرار گیرد. این اجزا به دلیل طبیعت کار در کارخانه ها از اجزا آسیب پذیر بوده و تنظیم و اجرای صحیح آنها باید مورد توجه قرار گیرد. شکل قرار گرفتن این اجزا به نحوی که باز و بسته کردن آنها خطری ایجاد نکند،

باید در نظر گرفته شود.

- شیشه ها

شیشه ها در واحدهای صنعتی از اجزایی هستند که همواره می‌توانند خطر ساز باشند. شیشه‌ها غالبا" در ارتفاع بالا قرار داده می‌شود لذا نوع بازشوها و جزئیات آنها باید به نحوی باشد که طوفان و باد نتواند به شدت آنها را در هم کوبیده و باعث شکسته شدن آنها شود. استفاده از شیشه‌های مسلح، ایجاد حفاظ، استفاده از ورق‌های نیمه شفاف و شفاف می‌تواند در تأمین نور و حفظ ایمنی منابع نور طبیعی مؤثر باشد.

- پرتگاه ها

در غالب واحدهای صنعتی گذرگاه‌هایی وجود دارد که به نوعی کارگران مجبور به عبور از آن محل می‌باشند. موقعیت این گذرگاه‌ها گاهی به دلایل فنی در ارتفاع و به صورت پرتگاه خواهد بود دراین گونه فضاها پیش‌بینی جزئیاتی که حداکثر ایمنی را در موقعیت‌های خطرناک تأمین نماید یک ضرورت است.

۳ - ۲ ایمنی در برابر زلزله

دراین بخش آنچه که مربوط به سازهٔ ساختمان‌های صنعتی و پیش‌بینی ضرایب لازم برای حفاظت ساختمان درمقابل زلزله است، طبق آئین نامه‌های مورد تائید مراجع رسمی است. در ارتباط با اجزا غیرسازه‌ای ساختمان‌های صنعتی نیز، پیش‌بینی و در نظر گرفتن ملاحظات زیر در طراحی جزئیات ساختمانی باید مورد توجه باشد.

- استحکام دیوارهای جدا کننده و پیش‌بینی جزئیاتی که در عین مستقل بودن از سازهٔ اصلی مقاومت لازم را در مقابل ارتعاشات ناشی از زلزله داشته باشد. سبکی این دیوارها سبب کم خطر شدن آن و کاهش بارهای ساختمان می‌شود.

- استحکام و پیش‌بینی جزئیاتی برای شیشه‌های بدنه و سقف که در اثر ارتعاشات به صورت قطعات خطرناک سقوط نکنند.

- استحکام و مطمئن بودن از اتصالات کلیه اجزایی که در ارتفاعات مختلف سالن‌های تولید نصب

شده اند. این اجزا شامل لوله های تاسیسات، یونیت هیترها، چراغها، سینی کابل های برق، بلندگوها و سایر موارد مشابه است.

- درزهای انبساط و جزئیات مربوط به آنها به نحوی باشد که در ارتعاشات زلزله ایمنی لازم را تأمین نموده و به سهولت تخریب نشود.

۳ - ۳ ایمنی در برابر حریق

ایمنی کارخانه ها در مقابل حریق مبحثی است که از دیدگاه طراحی و ملاحظات کلی آن در گزارشها، مجلات و بولتن های معتبر بین المللی مانند NFPA[1] و نشریات دفتر تحقیقات سازمان برنامه و بودجه بدان پرداخته شده، دراین بخش منظور شناخت عوامل ایجاد حریق و توجه کردن به آنها در هنگام طراحی جزئیات ساختمانی است.

صرفنظر از مواد سوختنی کارخانه ها که از منابع و مخازن و انبار و بخشی از آن درمجاورت فرآیند تولید متمرکز می شود و با این فرض که موارد فوق طبق مقررات محافظت شده باشند کانون های خطر دیگری نیز وجود دارد که توجه به آنها و چگونگی ایجاد خطر از جانب آنها ضروری است. به طورکلی بسیاری از آتش سوزی ها مربوط به دستگاه ها و یامنوادی است که به کار برده می شود.

علل آتش سوزی های ناگهانی با اشتعال مواد در حال فرآیند به اشکال زیر است:

- تماس مستقیم شعله ها بامواد سوختنی
- گرم شدن بیش از اندازه دستگاه ها
- گرمای ناشی از اصطکاک
- جرقه های حاصل از فرآیند تولید
- قوس الکتریکی
- تولید گرما در اثر نقایص الکتریکی
- در موارد نادر احتراق خود بخودی
- در اثر تخلیه الکتریسیته ساکن

---

1 - National fire Protection Association

- در خیلی از صنایع استفاده از شعله مستقیم در کوره ها و برش فلزات و غیره متداول است مجاورت مواد سوختنی درکنار آنها امکان آتش سوزی را فراهم می نماید، لذا در نظر گرفتن فاصله کافی بین مواد و شعله یا پیش بینی سپر وحفاظ برای آنها ضروریست.

- گرم شدن بیش از حد دستگاه ها می تواند زمینه خطر آتش سوزی را فراهم کند، با کنترل صحیح فرآیند تولید می توان از تولید گرمای اضافی جلوگیری نمود.

- گرمای ناشی از اصطکاک : این مورد نیز مربوط به عملکرد ماشین آلات بوده که به علل نارسایی اجزایی نظیر یاتاقانها، شفت ها یا تسمه ها، ماشین دچار اصطکاک اجزا شده و افزایش گرمای آن در صورت مساعد بودن شرایط زمینه آتش سوزی را فراهم می سازد.

- جرقه : در عملیات برشکاری در ماشین های ابزار چنانچه مایع خنک کننده کافی نبوده و ابزار کند باشد امکان تشکیل گرمای اضافی و جرقه وجود خواهد داشت که در صورت مجاورت آلیاژ منیزیوم زمینه آتش سوزی فراهم خواهد بود.

- واکنش های شیمیایی : بسیاری از واکنش های شیمیایی گرمازا بوده یعنی همراه با آزاد شدن گرما است. اکسیژن و عوامل اکسید کننده باعث اشتعال مواد کربنی و واکنش های بین اسید و قلیائی ها و عوامل اکسید کننده و احیاء کننده غالبا" منشاء حرارت قابل ملاحظه است. در چنین فرآیندهایی توجه به جزئیات اجزاء و دقت در این که سرعت واکنش کنترل شده و درجه حرارت تاحد خطرناک بالا نرود از عواملی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند.

- احتراق خود بخود : مواد معینی مانند دانه های روغنی، گونی ها و کهنه های آغشته می توانند از طریق ترکیب با اکسیژن هوا و تأثیر موجودات میکروسکوپی و تجزیه یا واکنش با رطوبت یا برخی مواد غیر از اکسیژن بخودی خود گرما تولید نموده و محترق شوند. کهنه ها و خاک اره آغشته باید در ظرف های فلزی با درب بسته نگهداری شود و ذخیره کلیه موادی که آمادگی احتراق خود بخودی را دارا می باشد، باید تا حد ممکن کاسته شود.

- الکتریسیته ساکن : الکتریسیته ساکن در بسیاری از فرآیندها تولید می گردد. تخلیه متوالی الکتریسیته به صورت جرقه در زمین می تواند بخارات و غبارهای قابل اشتعال معلق در هوا را آتش بزند. الکتریسیته ساکن ممکن است از طریق اتصال زمینی تجهیزات یا از طریق مرطوب سازی یا یونیزه شدن هوا پراکنده شود. در کف سازی ها و مسیرهایی که امکان تشکیل الکتریسیته ساکن وجود دارد کاربرد افزودنی هایی در بتن برای جلوگیری از ایجاد جرقه باید مورد توجه قرار گیرد.

- نگهداری دستگاهها : در بسیاری موارد عدم نگهداری مطلوب سبب بروز آتش سوزی ها در دستگاهها می شود. داشتن یک برنامه منظم نگهداری و تعمیر می تواند از ضایعات بسیاری جلوگیری نماید.

- قوس الکتریکی تجهیزات : تجهیزات الکتریکی ممکن است در اثر گرم شدن زیاد یا قوس الکتریکی ایجاد جرقه نمایند. مجاورت موادی که با جرقه مشتعل می شود، امکان آتش سوزی را فراهم می نماید.

- دستگاه و تجهیزات گرمایش فضا : ایمنی نسبی سیستم های حرارت مرکزی تا اندازه ای مرهون این امر است که سوخت جامد، کوره گاز سوز یا گازوئیلی را می توان در اطاقک مقاوم به آتش و یا در ساختمانی مجزا با اسکلت غیرقابل احتراق که فقط از خارج به آن دسترسی باشد قرار داد.

- مواد قابل احتراق : در مواقعی که درجه حرارت از نقطه اشتعال مایعات قابل اشتعال تجاوز نماید بخار آزاد شده به مقادیری خواهد بود که می تواند شعله ور شود. برخی از این مایعات که نقطه اشتعال آنها پائین بوده و در صنعت به کار می روند به شرح زیر است :

استون $20\ ^{O}C$ - ($-4\ ^{O}F$)	اتر $45\ ^{O}C$ - ($-49\ ^{O}F$)
بنزن $11\ ^{O}C$ ($12\ ^{O}F$)	الکل صنعتی $15\ ^{O}C$ ($59\ ^{O}F$)
دی سولفور کربن $30\ ^{O}C$ - ($-22\ ^{O}F$)	بنزین $43\ ^{O}C$ - ($-45\ ^{O}F$)

محل کاربرد مواد فوق با پیش بینی های لازم در استقرار فضایی و مقاومت جداره ها و نصب تجهیزات هشدار دهنده وخاموش کننده خودکار ایمنی لازم را باید دارا باشد. در این گونه فضاها برای جلوگیری از تجمع گاز، تهویه مکانیکی مطابق مقررات ایمنی ضروری است. خطر این مایعات بسیار جدی است. هنگام کار کردن با این مواد به کلیه جنبه های احتمالی آن باید توجه شود.

- گاز : بسیاری از گازهای قابل اشتعال به طور روز افزون به عنوان سوخت در صنعت مورد استفاده قرار می گیرد و همواره خطر اشتعال نیز وجود دارد مگر این که هوا (اکسیژن) از فرآیند بیرون رانده شود. نظیر استفاده از هیدروژن در تهیه روغن نباتی، جوشکاری قوسی با هیدروژن یا به کار بردن اتیلن در ساخت پلی اتیلن. برای رعایت ایمنی لازم است که همواره غلظت گاز پائین تر از حد اشتعال نگهداری شود.

- غبارها : بسیاری از غبارات حاصل از فرآیندهای صنعتی تحت شرایط معینی انفجار به وجود می آورند. خطر انفجار در مرحله اول مربوط به غبارات کربنی و برخی پودرهای فلزی مانند آلومینیوم

و منیزیوم می باشد، برحسب ماهیت مواد، غلظت و میزان ظرافت ذرات متغیر است. ذغال سنگ، آرد، چوب، نشاسته و بسیاری از غبارهای پلاستیک نمونه هایی از موادی هستند که می توانند ابر انفجار تشکیل دهند.

۴ - محیط زیست و بهداشت ساختمان

۴ - ۱ عایق کاری رطوبتی

عایق رطوبتی برای جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت به داخل ساختمان از جمله کارهایی است که طراحی و اجرای دقیقی را نیاز دارد. هرگونه خطا و سهل انگاری در این امر موجب خسارت و دوباره کاری خواهد شد. عایق کاری ساختمان در محل هایی مورد نیاز است که به نحوی در معرض آب و باران یا رطوبت باشد. بام ها، دیوارها، پیش آمدگی های روی دیوارها نظیر کف پنجره ها و سایبان ها، کف های داخلی مانند کف سرویسهای بهداشتی از جمله این محل ها است.

- بام ها

بام ها مستقیما" در معرض باران و برف قرار دارد که دفع آنها از طریق پوشش های عایق دار به صورت شیب دار یا مسطح و آبروها انجام می شود. سقف های شیب دار در واحدهای صنعتی به ویژه در سالن های تولید و انبارها که دارای دهانه های بزرگ هستند متداول است. پوشش نهایی بام ها از ورق های موج دار آزبست، گالوانیزه، آلومینیوم و یا ورق های نیمه شفاف فایبرگلاس است که اجرای کم و بیش شبیه بهم دارند و به طور مستقل عایق رطوبت نیز هستند. زاویه شیب و جزئیات فنی و اجرایی سقف های شیب دار با توجه به مصالح و شرایط اقلیمی تعیین و طراحی می شود.

در پوشش سقف های مسطح کاربرد عایق های رطوبتی در هر شرایطی الزامی است و محافظت آن با توجه به مشخصات اقلیمی و چگونگی بهره برداری تعیین می شود. شیب بام، تعداد و قطر آبروها باید براساس شدت و چگونگی بارش و مساحت آبگیر محاسبه و در نظر گرفته شود. عایق کاری در مجاورت جان پناه ها، آبروها و دودکش ها و هواکش ها و کانال های تهویه و کولر دارای اهمیت ویژه است.

- دیوارها

- زیرکلیه دیوارها، بین دیوار و کرسی چینی در تراز مناسبی که سیستم عایق کاری ملزم می داند، نیاز به پوشش یکپارچه عایق کاری رطوبتی دارد. دراین تراز لبه های طولی عایق کاری برای جلوگیری از نفوذ رطوبت باید به طور مناسبی حفاظت شود. لبه داخلی عایق کاری با توجه به تراز کف داخلی باید پس از پوشش کامل سطح افقی کرسی چینی به سمت داخل خشکه چینی سنگ تا زیر لایه بتنی

کف ادامه پیدا کند.

لبه بیرونی عایق کاری در نمای دیوار باید به سمت بالا در ارتفاعی که شرایط محیطی و ارتفاع برف مشخص می کند، ادامه پیدا کند. در این حالت، روی عایق کاری در نما با مصالح مقاوم در برابر شرایط محیطی و آسیب های احتمالی باید پوشش شود و انتهای لبه عایق کاری نیز در سمت نما باید به نحو مناسبی درز گرفته و مهر شود.

- نمای خارجی دیوارها نیاز به عایق کاری رطوبتی ندارد، مگر مناطق اقلیمی که دارای کج باران باشد. در این شرایط جبهه های مقابل باد و باران باید از مصالح مقاوم آب و رطوبت پوشش شود.

- نمای داخلی دیوارها نیز نیاز به عایق کاری رطوبتی ندارد، مگر در مورد دیوارهایی که در معرض شستشو و ریزش مداوم آب باشد. در این صورت دیوارها علاوه بر عایق کاری رطوبتی باید دارای پوششی از مصالح مقاوم آب نیز باشد. ارتفاع عایق کاری باید تاحد ارتفاع ریزش مداوم آب به اضافه حداقل ۱۰ سانتیمتر ضریب اطمینان ادامه پیدا کند.

- **پیش آمدگی های روی دیوارها**

منظور از پیش آمدگی در روی دیوار، کف پنجره، سایبان، هره یا مشابه است که به دلیل داشتن سطوح افقی در معرض مستقیم بارش قرار دارند. از این روی با توجه به شرایط اقلیمی باید برای تخلیه آب باران وبرف و برای جلوگیری از نفوذ رطوبت پیش بینی های لازم صورت گیرد. توجه به نکات زیر در هر شرایطی ضروری است :

- پوشش نهایی کلیه پیش آمدگی ها باید مقاوم در برابر نفوذ آب و با شیب کافی به سمت خارج باشد.

- کلیه پیش آمدگی ها باید ضمن هدایت آب به خارج، دارای آبچکان در فاصله مناسب برای تخلیه آب به بیرون باشد، به گونه ای که ریزش آب نمای دیوار را کثیف نکند و به آن آسیب نرساند.

- **کف ها**

کف های مستقر در روی زمین طبیعی یکی از راه های نفوذ رطوبت است که شدت آن با توجه به شرایط اقلیمی تغییر می کند.

- در واحدهای صنعتی به ویژه در سالن های صنایع سنگین، کف ها نیاز به عایق رطوبت ندارد و میزان رطوبت در این عملکرد با خشکه چینی سنگ و استقرار کف در تراز بالاتر از تراز زمین

طبیعی به حداقل می رسد که قابل قبول خواهد بود.

- در سالن های تولید یا مونتاژ سبک که فرش کف باید از مصالح ظریف و حساس به رطوبت انتخاب شود، پیش بینی عایق رطوبت در زیر کف ضروری خواهد بود.

- عایق کاری رطوبتی در کلیه کف هایی که در معرض ریزش مداوم آب قرار دارد مانند سرویس های بهداشتی و فضاهای شستشو توصیه می شود. دراین گونه کف ها شیب بندی و امکان تخلیه سریع آب از روی کف و همچنین از روی لایه عایق رطوبتی در زیر کف باید درنظر گرفته شود. پوشش نهایی نیز باید از مصالح بسیار مقاوم و قابل شستشو مانند انواع سرامیک یا سنگ باشد. در این شرایط عایق کاری در طبقات بالاتر از هم کف ضروری خواهد بود.

۴ - ۲ عایق کاری حرارتی

عایق کاری حرارتی در ساختمان های صنعتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این بناها وجود پوشش های کم ضخامت با پرت حرارتی زیاد مانند ورق های فلزی و آزبست، تبادل حرارتی با سرعت زیادی انجام می شود. در صورتی که کاهش ضریب تبادل حرارتی از جداره ها عامل بسیار مهمی در کاهش مصرف انرژی و هزینه های گرمایشی و سرمایشی خواهد شد.

- بام ها

بام ها مهم ترین بخش ساختمان از جهت تبادل حرارت است. بام ها همواره در معرض تابش خورشید، ریزش برف و باران و باد است، بهمین دلیل عایق کردن آن در مقابل تبادل سریع حرارت تأثیر زیادی در حفظ حرارت داخل ساختمان دارد. در ساختمان های صنعتی غالب بخش های تولیدی که دهانهٔ بزرگی دارند با ورق های موج دار پوشش می شود. آنچه که در شرایط حاضر متداول است پوشاندن زیر ورق های موج دار با حداقل ۵ سانتیمتر عایق پشم شیشه یا مشابه آن است و سپس برای جلوگیری از افتادگی این لایه عایق با تورهای سیمی که چشمه های آن در حدود ۲/۵ تا ۳ سانتیمتر است زیر آن مهار می شود این شیوه بسیار متداول بوده و بطور نسبی پاسخ مناسبی به حل این مساله است. در دهه های اخیر استفاده از پوشش های موسوم به ساندویچ پنل نیز که از ترکیب دو ورق موج دار با لایه ای از عایق حرارتی است نیز مرسوم شده است، اگرچه هزینه آن بالا است ولی نمای داخلی دارای پوشش زیباتر و در کل عایق حرارتی بهتری است.

- دیوار ها

عایق حرارتی دیوارها در صورتی که پوشش آن با ورق های موج دار باشد شبیه جزئیات سقف است. در غالب ساختمان های صنعتی به ویژه در مواردی که نیاز به دیوارهای بلند باشد از ورق های موج دار استفاده می شود. استفاده از این ورق ها علاوه بر سبک کردن وزن ساختمان نصب و اجرای دیوارها را ساده وسریع می کند و در ضمن هزینه کمتری را نیز بوجود می آورد. دیوارهای آجری با ضخامت ۳۵ سانتیمتر که غالبا" تا ارتفاع حدود۳ متر در نظر گرفته می شود خود عایق حرارتی مناسبی است. در شرایط اقلیمی سخت استفاده از دیوارهای دوجداره یا دیوارهای دو جداره پر شده از لایه عایق حرارت توصیه می شود.

- کف ها

عایق کاری حرارتی کف ها به صورت غیرمستقیم با رعایت موارد زیر قابل پیش بینی است :

- تخلیه کامل آب و رطوبت از زیر کف به منظور جلوگیری از تبادل حرارت.
- استفاده از لایه بتن متراکم به عنوان لایه مقاوم حرارت بدون ذخیره سازی آن.
- در صورت امکان استفاده از کف پوش های عایق حرارت مانند انواع کف پوش های پلیمری، چوب و غیره.
- در شرایط اقلیمی سخت برای فضاهای ویژه استفاده از سیستم گرمایشی در زیر کف.

۴ - ۳ عایق های صوتی

به طورکلی درهر جایی که نیرو به کار برده شود سروصدا نیز وجود دارد. مقدار سروصدا به روشی که نیرو به کار می رود بستگی دارد. در ماشین ها و فعالیت هایی که مشابه یکدیگر است صداها با مقدار نیروی به کار برده شده متناسب است. هرچه ماشین ها بزرگتر و دارای سرعت بیشتری باشد مسئله سروصدا نیز به صورت جدی تری نمایان می شود که باید به منظور کنترل آن تدابیری اندیشید. برای کاهش سروصدا درکارخانه ها می توان مسئولیت ها را بدین ترتیب عنوان نمود که، مهندس مکانیک و سرپرست ماشین آلات باید در سرچشمه صدا عهده دار کاهش آن باشد، مهندس معمار و طراح ساختمان باید سیستم های صدابندی را ایجاد کند و مدیریت کارخانه نیز محافظت شخصی پرسنل را به عهده گیرد. در زمینه اخیر توزیع کوشی بین افراد و استفاده از آن

را می توان به عنوان مثال ذکر کرد.

برای عایق کردن صداها علاوه بر تدابیری که روی ماشین آلات پر سروصدا باید اعمال شود ایجاد فضاهای خاص ماشین آلات پر سروصدا و عایق کردن آنها کمک زیادی به کاهش صدا در سرچشمه های تولید آن خواهد داشت. عایق کردن موضعی صدا برحسب مورد گاه با ایجاد فضایی برای تهویه آلودگی ناشی از جریان تولید همراه می شود، نظیر فضایی که به منظور سنگ زنی قطعات ریخته گری شده ایجاد می شود یا محفظه هایی که برای جوش کاری ایجاد می شود. این محفظه ها عامل مهمی در کاهش سروصدا خواهد بود.

ایجاد جداره های جاذب در مقابل منابع انتشار صدا به میزان زیادی سروصدا را کاهش می دهد.

در طراحی کارخانه ها درصورتی که محوطه تولید به بخش های مجزا تقسیم شده باشد طبقه بندی آنها براساس سروصدا و تفکیک قسمت های پر سروصدا از قسمت های نسبتا" آرام تر ممکن خواهد بود.

خلاصه نکات قابل توجه در تعدیل سروصدا :

- طبقه بندی فضاها براساس میزان سروصدا
- جانمایی در مقیاس مجموعه و واحد
- بهره گیری از پوشش های موضعی جاذب سروصدا
- بهره گیری از کف های مستقل برای استقرار منابع انتشار صدا
- پاشیدن یا نصب مصالح صداگیر بر روی سازه
- بهره گیری از عایق های حرارتی در ترکیب با سیستم صدابندی
- بهره گیری مطلوب از سیستم های جذب و دفع سروصدا در انتخاب و تجهیز فضاها
- بهره گیری از بعد مسافت و محوطه سازی در مقیاس کلان

۴ - ۴ بهداشت فضاهای عمومی

فضاهای عمومی دراین بررسی شامل سرویس های بهداشتی و رستوران و آشپزخانه است، که به علت عملکرد ویژه و حساسیت بهداشتی باید توجه بیشتری به آنها کرد.

- سرویس های بهداشتی

در سرویس های بهداشتی دوام تجهیزات و بهداشتی بودن کامل فضاها مورد نظر است، لذا

انتخاب وسایل مناسب که در مقابل بهره برداری غیرمحتاطانه دوام کافی را داشته باشد باید مورد توجه قرار گیرد. شیرآلات، لوله ها، سیفون ها و اتصالات آنها به دیوار باید محکم و استوار بوده و در مقابل ضربه ها مقاومت کافی داشته باشد. فضای سرویس های بهداشتی و دوش ها باید ساده و بدون زوایای تند و کنج های بسته پیش بینی شود تا نظافت آنها به سهولت امکان پذیر باشد، کاشی ها باید از نوع براق لعابدار با رنگ های روشن در ارتفاع لازم با کمترین فاصله درز به صورت کاملا" مسطح چیده شود و امکان رکود آب در درزها مطلقا" نباشد. لبه ها، نبش ها و کنج ها تا حد امکان از کاشی های ویژه لبه و ازاره، پوشش شود. در کف ها پیش بینی شیب و تخلیه سریع آب به آبروها از اهمیت ویژه برخوردار است. سرامیک های انتخابی کف باید مقاوم، غیر لغزنده و قابل شستشو با مواد ضد عفونی کننده باشد. کاشی کاری کف باحداقل فاصله درز به صورت کاملا" مسطح به گونه ای که امکان تجمع آب نباشد، باید درزبندی شود. دراین فضاها علاوه بر سیستم دفع آب، عایق کاری رطوبتی، سیستم روشنایی و تهویه نیز بسیار اهمیت دارد.

- رستوران و آشپزخانه

فرش کف دراین فضاها به سبب عملکرد و تراکم بهره برداری باید قابل نظافت و شستشو و در هنگام بهره برداری کاملا" خشک و غیرلغزنده باشد. به کارگیری و مصرف مواد چرب و روغنی در این فضاها، کف را آلوده می کند که باید امکان شستن چربی به راحتی فراهم باشد. از این رو کف ها باید کاملا" مسطح، صیقل و بدون هیچگونه فرورفتگی، درزهای توخالی یا چربی گیر باشد. کف آشپزخانه به علت تراکم بهره برداری وآلودگی زیاد مستلزم پیش بینی کف شور برای تخلیه آب تا حد شستشو با شیلنگ باشد. پیش بینی طول و اندازه شیب و مشخصات کف شور باید مطابق مشخصات فنی خصوصی باشد.

نمای داخلی دیوارها در فضای آشپزخانه نیز باید مانند کف کاملا" مسطح بدون هیچگونه زائده و فرورفتگی باشد، به گونه ای که چربی حاصل از بخار پخت وپز که روی سطوح دیوار می نشیند به راحتی قابل شستشو باشد.

در آشپزخانه و رستوران ها تهویه از اهمیت ویژه برخوردار است، تاحدی که باید، شدت و جهت جریان هوا تحت کنترل کامل باشد. در صورت نیاز دریچه های خروجی هوا به فیلترهای چربی گیر مجهز باشد. دراین فضاها باید جدا" از نفوذ حشرات جلوگیری شود. طراحی و اجرای جزئیات به

صورت صلب و متراکم، دقت در اتصالات و فصل مشترک جداره ها، انجام نازک کاری یک دست و فشرده، امکان نفوذ حشرات را به حداقل خواهد رساند.

تعدیل سروصدا در فضای رستوران از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به سیستم کف و قرنیزهای بلند که باید قابل شستشو و سخت باشد، توصیه می شود از قسمت بالای دیوارها و سقف با رعایت مقررات ایمنی از حریق برای عایق بندی صوتی استفاده شود.

۴ - ۵ نازک کاری ها

در ساختمان های صنعتی متاسفانه روال براین است که تاحد ممکن هزینه های ساختمانی کم شود و به این دلیل در خیلی از موارد ساختمان های صنعتی و فضای داخلی آنها ناخوشایند و بد منظر می شود. نازک کاری ها در ایجاد محیطی مطلوب تأثیر زیادی دارند. دیوارهای داخلی به ویژه سالن های تولید در معرض آسیب دیدگی وآلودگی قرار دارند لذا انتخاب مصالحی که با توجه به عملکرد سالن امکان نگهداری مطلوب آن میسر باشد در اولویت خواهد بود. به طور کلی نازک کاری واحدهای صنعتی باید دارای ویژگی های زیر باشند:

- قابل نظافت و یا شستشو باشد.
- از دوام و استحکام کافی برخوردار باشد.
- در واحدهای پر سروصدا جاذب صدا باشد.
- دیوارهای داخلی رنگ پذیر باشد.
- سطوح زبر و خشن نداشته باشد.
- کف ها متناسب با فعالیت کارگاه انتخاب شود و پاسخگوی نیازمندی های آن باشد.
- رنگ های داخلی و اسکلت با اصول و مقرراتی که در این زمینه تدوین شده است، انتخاب شود.

۴ - ٦ ملاحظات همسایگی

واحدهای صنعتی دارای ویژگی های مربوط به عملکرد خود است که در انتخاب محل و جانمایی ساختمان ها باید ملاحظات همسایگی را درنظر داشت، به گونه ای که با سایر کاربری های مجاور سازگاری نسبی داشته باشد.

آلودگی، حمل و نقل و تردد کارکنان، سیستم های ایمنی و امنیتی از مواردی هستند که صنایع

به تناسب مقیاس و شیوه تولید با آنها روبرو است.

الف - آلودگی های صنایع معمولا" در زمینه های سروصدا، هوا و فاضلاب و ضایعات به وجود می آید. برای پیش گیری و ممانعت از گسترش آن درهر مورد باید با تشخیص وضعیت دقیق، متناسب با شدت و حجم آلودگی اقدام لازم در نظرگرفته شود.

- آلودگی صدا به طورکلی با سیستم های عایق بندی صوتی در سطوح مختلف از منبع انتشار صدا تا محوطه سازی و درخت کاری قابل کاهش و تعدیل است.
- آلودگی هوا نیاز به اصلاح سیستم تولید و استفاده از فیلترهای تصفیه دارد ولی با این وجود مساحت بیشتر محوطه تا حدودی شدت این نوع آلودگی را کاهش می دهد.
- آلودگی ناشی از فاضلاب های صنعتی و ضایعات تولید باید کاملا" تحت کنترل باشد به گونه ای که اثرات نامطلوب در همسایگی بوجود نیاورد. دراین مورد نیز مساحت بیشتر محوطه امکان بهتری برای کنترل و دفع آلودگی بوجود خواهد آورد.

ب - حمل ونقل بار و تجهیزات و رفت و آمد فشرده کارکنان از ویژگی واحدهای صنعتی که باید ملاحظات همسایگی را ازنظر کاهش مزاحمت در نظر داشت. این نوع فعالیت باید تا حد امکان در داخل محوطه کارخانه سامان بگیرد و فقط به صورت عبوری از معابر عمومی استفاده شود.

پ - سیستم های ایمنی و امنیتی، دو فعالیت جدا ازهم و همزمان یکسویه هستند. در این زمینه استفاده از سیستم های حفاظت در برابر حریق و بلایای طبیعی مانند زلزله و سیل همراه با پیش بینی حفاظتی در برابر حملات دشمن و آسیب های عمدی وحفاظت اموال و تجهیزات صنایع، فعالیتی است که نیاز به فضا وافراد متخصص دارد که باید در مجموعه های صنعتی پیش بینی های لازم صورت گیرد.

۴ - ۷ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم

ساختمان های صنعتی که غالبا" دور از شهرها یا حاشیه آن ساخته می شود در معرض نفوذ حشرات، جانوران یا رشد گیاهان مزاحم است. کانال های سرپوشیده، انبارها و فضاهایی که رفت و آمد درآنها

کم و دسترسی به آنها محدود است، برای رشد آنها مطلوب و امن می‌باشد. در نظر داشتن این موضوع و بستن راه‌های نفوذ آنها با جزئیات مناسب باید در طراحی و اجرا مورد نظر باشد. در سالن‌های بزرگ حتی نفوذ پرندگان نیز به سهولت امکان پذیر است. توجه به این امر به ویژه در صنایع غذایی دارای اهمیت زیاد است.

بستن راههای نفوذ حشرات و جانوران در کلیه جداره‌ها و امکان نظافت و سم‌پاشی آنها و بهره‌گیری از سیستم‌های پیش‌گیری در ساخت و ساز، عملاً نفوذ و ادامه حیات این موجودات را ناممکن خواهد کرد.

۵ - ارزیابی اقتصادی

بمنظور توجیه اقتصادی هر طرح صنعتی بررسی اقتصادی و فنی آن در طول عمر تولید الزامی است. در این بررسی و ارزیابی است که چگونگی وضعیت مالی طرح مشخص می شود. میزان هزینه ها و سرمایه گذاری روی ساختمان های صنعتی نیز دراین بررسی پیش بینی و مورد ارزیابی قرار می گیرد. به طور کلی دراین گونه بررسی ها هرچه سرمایه گذاری اولیه کمتر و زمان برگشت سرمایه کوتاه تر و طول عمر مفید کارخانه بیشتر باشد بازده اقتصادی طرح مطلوبتر خواهد بود.

برای بررسی و ارزیابی علاوه بر پیش بینی هزینه ها، درآمدهای کارخانه نیز ضروری است برای شناخت هزینه ها لازم است که موارد آن مشخص شود. هزینه های هر کارخانه شامل موارد زیراست :

- هزینه های ثابت
- هزینه های متغیر
- سرمایه در گردش
- کل هزینه طرح

۵ - ۱ هزینه های ثابت

این بخش از هزینه ها مربوط به مواردی است که برای یکبار انجام می شود و شامل قیمت زمین و هزینه تمام شده ساختمان های کارخانه و تاسیسات زیربنایی و کلیه هزینه های قبل از بهره برداری است.

۵ - ۲ هزینه های متغیر

این هزینه ها شامل حقوق و دستمزد تولید، آب و برق و سوخت، هزینه های فروش و هزینه تعمیر و نگهداری است. غالب هزینه های فوق را می توان با توجه به ظرفیت و سایر مشخصات کارخانه پیش بینی کرد. لیکن برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری لازم است که به عمر ساختمان، مصالح، اجزا و تحولات صنعت و سایر ضرورت ها توجه داشت.

در بررسی هایی که در کارخانه های موجود کشورهای اروپایی شده است برای کارخانه ای با مساحت حدود ۱۰هزار مترمربع در صورتی که هزینه های سالیانه متغیر را معادل هزینه های ثابت

سالیانه[1] در نظر بگیریم نسبت هزینه‌ها برای موارد مختلف تعمیرات و نگهداری به شرح جدول ۵-۱ خواهد بود.

موارد هزینه تعمیرات و نگهداری

جدول ۵-۱

نوع هزینه های تعمیر و نگهداری	درصد سالیانه
هزینه تعمیرات وتعویض دیوارها واجزاء محوطه ساختمان	۲۸
هزینه تعمیر در تقسیمات فضا و جداکننده‌ها و تزئینات	۲۶
هزینه تعمیرات و جایگزینی درها، پنجره‌ها و لوله کشی	۲۴
هزینه تعمیرات و نگهداری تاسیسات	۱۲
هزینه تعمیرات و نگهداری روشنایی(طبیعی و الکتریکی)	۱۰

۵ - ۳ سرمایه در گردش

سرمایه در گردش شامل هزینه‌های مربوط به خرید مواد اولیه و محصولات نیمه ساخته کارخانه‌ها و لوازم یدکی و محصولات به فروش نرسیده کارخانه است.

۵ - ۴ کل هزینه طرح

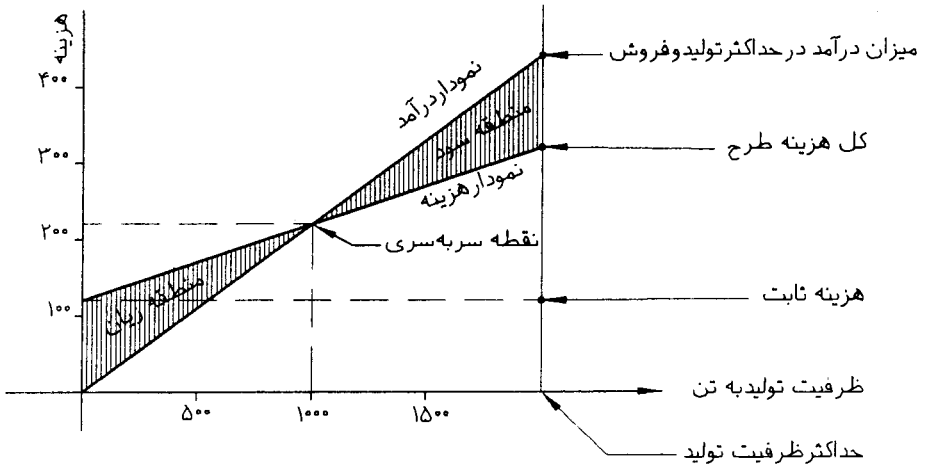
کل هزینه طرح حاصل جمع هزینه‌های ثابت و متغیر و سرمایه درگردش است. به طور معمول هزینه‌های متغیر و درگردش در یک گروه و هزینه‌های ثابت در یک گروه محاسبه می‌شود.

پس از محاسبه هزینه کل، درآمدهای طرح نیز که حاصل ضرب قیمت واحد کالای تولید شده در تعداد تولیدات است باید محاسبه شود و سپس با استفاده از رابطه زیر نقطه سربه‌سری که زمان برابر شدن درآمدهای طرح با هزینه ها است مشخص می‌شود.

زمان ۱ - هزینه های ثابت سالیانه یعنی کل هزینه ثابت تقسیم بر سالهای طول عمر ساختمان

$$X \quad \frac{\text{هزینه متغیر}}{\text{حداکثرظرفیت تولید}} + \text{هزینه ثابت} = \text{قیمت واحد } X$$

در رابطه فوق X ظرفیت محدود و یا ظرفیتی از تولید است که درآمد آن برابر هزینه های طرح بوده و نقطه سربه سری را تعیین می نماید. در نمودار ۵-۱ نحوه مشخص کردن نقطه سربه سری نمایش داده شده است.



نمودار ۵-۱

پس از محاسبه میزان تولید در نقطه سربه سری و تعیین درصد آن نسبت به ظرفیت تولید در صورتی که این رقم حدود ۵۰ درصد تولید باشد نقطه سربه سری در موقعیت مناسب و بازده اقتصادی مطلوب خواهد بود و هر چه این نسبت به ظرفیت کل تولید نزدیک شود بازده اقتصادی طرح نامطلوب تر خواهد شد.

$$\text{درصد تولید} = \frac{X}{\text{ظرفیت تولید}} \times ۱۰۰$$

آنچه که در این بخش مورد نظر می باشد چگونگی تحلیل و نتیجه گیری از نتایج بررسی و تأثیر آن بر تعدیل و تغییرهای لازم در طراحی نقشه های ساختمان و جزئیات مربوطه است به طوری که نتیجه آن کاهش هزینه های اولیه و ازدیاد عمر ساختمان ها شود. صرفه جویی در

هزینه های اولیه از طریق تغییراتی در طرح به دست خواهد آمد که غالبا" مهمتر از هزینه های جاری است لیکن از سویی باید به خاطر داشت که همیشه صرفه جویی در هزینه های جاری و صرف هزینه های اضافی در ساخت اولیه ساختمان ممکن است مقرون به صرفه نباشد.

از آنجا که جزئیات طراحی اولیه روی قیمت ساختمان و هزینه های جاری مربوطه تأثیر مستقیم می گذارد لذا هر گونه تغییری در جزئیات اولیه طرح می تواند عامل مؤثری در پائین آوردن یا بالابردن هزینه های ساختمان شود بنابراین بسیار اهمیت دارد که تمام جزئیات طرح ساختمان های صنعتی قبلا" از جهات مختلف بررسی شود و از نظر هزینه های مربوط به آن مورد توجه قرار گیرد.

نسبت هزینه های ثابت به هزینه های تعمیر و نگهداری و تعویض اجزاء ساختمان در طول عمر ساختمان نیز در تصمیم گیری طراحی و جزئیات مؤثر است. این نسبت می تواند برابر یک بوده و یا به دو یا سه برابر هزینه های اولیه افزایش یابد. پیش بینی این نسبت در ارزیابی اقتصادی و تنظیم برآورد هزینه های ساختمان از وظایف طراح بوده و باید در تهیه نقشه ها مد نظر قرار گیرد.

فصل دوم - ساختمان های اداری

۱ - معیارهای پایایی و استحکام

ساختمان های اداری از نظر عملکرد در رده ساختمان های خدماتی است. چنین ساختمان هایی از یک سو به دلیل نداشتن بازده مستقیم مالی منطقا" باید اقتصادی و با کمترین هزینه ها ساخته شود. از سویی دیگر ساختمان اداری نمایانگر اعتبار و اهمیت سازمان ها و دارای ارزش ملی است. از این رو سازندگان تمایل دارند که بناهای اداری با شکوه، زیبا و به یاد ماندنی ساخته شود. در این گونه ساختمان ها هر چه وسعت و تعداد طبقات زیادتر و سرمایه گذاری آن سنگین تر باشد، ضرورت دوام و طولانی بودن عمر آن نیز بیشتر خواهد بود. ساختمان های اداری از نظر عملکرد داخلی نیاز به امکان تغییر و جابجایی دارند. این امر با تغییر مدیریت و سیاست های داخلی سازمان در مورد محل قرار گرفتن قسمت های مختلف در ساختمان اتفاق خواهد افتاد و لذا ساختمان های اداری ضمن پر دوام بودن باید پاسخگوی جابجایی های مکرر نیز باشد. بهمین دلیل اجزا داخلی ساختمان اداری باید بامصالح و روش هایی ساخته شود که به راحتی بتوان آنها را جابجا کرد. دراین صورت عمر طولانی و استحکام ساختمان مانعی در بهره برداری دراز مدت از آن نخواهد بود. با توجه به ویژگی های فوق و تغییر و تحولات پایه ای در سیستم های اداری و ابزار کار مدیریت، عمر ساختمان های اداری تیپ بین ۵۰ تا ۷۰ سال قابل پیش بینی است. در طی مدت مذکور ساختمان باید با کیفیتی مطلوب بتواند عهده دار عملکرد مورد انتظار خود باشد.

میزان آسیب پذیری اجزا در ساختمان های اداری برخلاف مسکن در جداره های داخلی، کف ها و سیستم تأسیسات مکانیکی و برقی به سبب شدت بهره برداری بسیار بالا است. در صورتی که نماهای خارجی و بام در این عملکرد باید استحکام و دوامی درحد طول عمر بنا را داشته باشد.

برای کف ها در ساختمان های اداری پایایی و پایداری تاحد دوبار در طول عمر بنا پیش بینی

می شود در حالی که کف ها باید قابل جمع آوری و تجدید فرش با توجه به تغییراتی که در فضاها داده می شود، باشد. کف های اداری همچنین باید جاذب صدا، مقاوم حریق، غیرلغزنده، قابل نظافت و بهداشتی و دارای نمای زیبا و متناسب باشد.

برای دیوارهای داخلی در ساختمان های اداری پایایی و پایداری تاحد دوبار در طول عمر بنا پیش بینی می شود در حالی که امکان جابجایی دیوارها در زمان های کوتاه تر در موارد ویژه باید پیش بینی شود. دیوارها مانند کف های اداری باید جاذب صدا، مقاوم حریق، قابل نظافت و بهداشتی و قابلیت جابجایی و نصب را در صورت نیاز داشته باشد.

نماها و بام در ساختمان های اداری باید دارای پایایی و پایداری تاحد یک بار درطول عمر بنا باشد. جداره های پوششی بطور کلی باید مقاوم حریق، سروصدا، گرما و سرما، رطوبت و آب و فرسایش باشد.

۲ - اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات

نگهداری و تعمیرات دو فعالیت جداگانه برای حفاظت از ساختمان است که با یکدیگر نیز مرتبط هستند.

۲ - ۱ نگهداری

در ساختمان‌های اداری از شستشو و نظافت روزانه تا بازدید و کنترل دوره‌ای تأسیسات برق و مکانیک، آتش نشانی و غیره جزء نگهداری ساختمان محسوب می‌گردد، در صورتی که نگهداری بطور منظم و با رعایت موازین فنی باشد می‌توان انتظار داشت که ساختمان به خوبی قابل بهره برداری بوده و عمر اجزا آن نیز طولانی‌تر گردد. نحوه بهره برداری از ساختمان نیز در صورتی که تحت ضوابط و مقررات خاصی باشد میزان آسیب‌ها کاهش یافته و ساختمان از سلامت و پایداری بیشتری برخوردار خواهد گردید.

۲ - ۲ تعمیرات و مرمت

منظور از تعمیرات و مرمت کلیه فعالیت‌هایی است که منجر به تعویض اجزا یا نوسازی قسمت‌هایی از ساختمان گردد.

۲ - ۲ - ۱ نوسازی و مرمت پوشش‌های بام و عایق کاری‌های آن

این گونه نوسازی و تعمیرات حداکثر یک بار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی می‌شود زیرا که تعویض یا ترمیم عایق کاری به خصوص برای دیواره‌ها باعث اخلال در روند کار روزانه شده و نوع تعمیرات آن با سهولت انجام پذیر نخواهد بود. دقت در انتخاب و کاربرد مصالح و توجه به شرایط اقلیمی و طراحی جزئیات مناسب می‌تواند این هدف را عملی سازد. تعمیرات و نوسازی پوشش‌های بام شامل عایق کاری رطوبتی و پوشش نهایی بام، آبروها و ناودانها، دودکش‌ها، هواکش‌ها و دیوارهای جان پناه می‌شود.

۲ - ۲ - ۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه

این گونه نوسازی و مرمت یک بار در طول عمر ساختمان پیش بینی می شود اگرچه ممکن است که به دلیل موقعیت ساختمان اداری و حساسیتی که بعضی از سازمان ها نسبت به نمای آن دارند این نوسازی بیشتر از یک بار انجام شود. نوسازی و مرمت این بخش شامل :

- دیوارها از ازاره، بدنه اصلی یا نما، کف پنجره ها و تادرپوش انتهایی می باشد.
- ورودی ها، درگاه، در اصلی بنا و پله
- محوطه سازی، معابر و حصارکشی ها

۲ - ۲ - ۳ نوسازی و مرمت دیوارهای داخلی (غیرباربر) و مرمت سقف ها

این گونه تعمیرات نیز بیش از دوبار در طول عمر ساختمان جایز نیست مگر نوسازی براساس تغییر عملکرد فضاها و اتاق ها باشد. در ساختمان اداری این تغییرات با توجه به سیاست مدیریت ها ممکن است بارها انجام شود لذا پیش بینی دیوارهایی که جابجایی آنها حداقل ضایعات را داشته باشد مورد توجه بیشتری است و امروزه غالبا" از جدا کننده های سبک به این منظور استفاده می شود که ترجیحا" کمترین اتصال را با سقف داشته باشد. بنابراین تغییرات کمترین ضایعات را داشته و به سرعت انجام پذیر خواهد بود. تعمیرات در این بخش شامل :

- قرنیزهای داخلی
- زیرسازی (اندود) دیوارها و سقف ها
- عایق کاری رطوبتی وحرارتی
- سقف های کاذب
- جابجایی دیوارهای داخلی

۲ - ۲ - ۴ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی و تعویض شیشه شکسته وکدر

انجام این گونه تعمیرات هر ده سال یک بار قابل پیش بینی است در ساختمان های اداری درها و پنجره ها و حتی شیشه ها در معرض آسیب هستند این امر به خصوص در فضاهایی که مراجعین رفت و آمد دارند بیشتر محتمل است. در این گونه ساختمان های رفتار غیرمحتاطانه کارکنان و مراجعین در باز و بسته کردن پنجره ها و درها امکان آسیب دیدن آنها را بیشتر می کند. در این بخش

نوسازی و مرمت شامل موارد زیر است :

- درهای ورودی، درهای داخلی و درهای حفاظ
- پنجره های داخلی و خارجی، توری ها و نرده های حفاظ
- تعویض شیشه های کدر و شکسته
- سایبان ها و کرکره ها
- نورگیرهای سقفی

۲ - ۲ - ۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم آب و فاضلاب

انجام این گونه تعمیرات و نوسازی دوبار در طول عمر ساختمان پیش بینی می شود. در ساختمان های اداری به خصوص در سرویس های بهداشتی میزان آسیب دیدگی شیرها، سیفون ها و اتصالات بیشتر از سایر ساختمان های است. انتخاب شیرآلاتی که در برابر بی احتیاطی مراجعین و کارکنان دربهره برداری مقاومت کافی را داشته باشد ضروریست. سیستم آب و فاضلاب غالبا" یکی از نقاط ضعف ساختمان ها شده است درصورتی که می توان با کنترل بیشتر و انتخاب مصالح مناسب و نظارت دقیق بر اجرای کار عمر آن را به نرخ پیشنهادی همسان با معیارهای بین المللی نزدیک کرد.

۲ - ۲ - ٦ تأسیسات مربوط به برق سیستم های گرمایشی و سرمایشی و تهویه

انجام تعمیرات و نوسازی در موارد فوق هر ده سال یکبار پیش بینی می گردد. دراین نوسازی تعویض قطعات یا اجزایی که عمر مفیدشان دراین مدت به پایان رسیده کمک مؤثری به کل سیستم می نماید در مجموعه های اداری بلند مرتبه این موضوع از حساسیت بیشتری برخوردار است و تعمیر و نوسازی سیستم و نگهداری مطلوب آن به طولانی شدن عمر سیستم کمک می نماید.

تعمیرات دراین بخش شامل موارد زیر است :

- شبکه برق و تجهیزات مربوط به آن
- موتورخانه و شبکه توزیع
- سیستم های تهویه و شبکه توزیع
- تجهیزات کنترل کننده و سیستم تنظیم

۲ - ۲ - ۷ تجهیزات و وسایل بهداشتی

انجام تعمیرات، تعویض و بازسازی تجهیزات وسایل بهداشتی در دستشویی ها، دوش ها، آبدارخانه دوبار در طول عمر ساختمان پیش بینی می شود. انتخاب مناسب تجهیزات و طراحی اصولی و دقت در اجراء می تواند عمر این گونه تجهیزات را طولانی نماید. هزینه های نسبتا" سنگین این تجهیزات و نصب و راه اندازی آنها ایجاب می کند که سیستم نگهداری وحفاظت آنها از اهمیت بیشتری برخوردار شود.

۲ - ۲ - ۸ نوسازی و انجام تغییرات در کف ها

نوسازی کلی و تغییر ساختار کف ها حداکثر دوبار در طول عمر ساختمان مجاز است. تغییر فرش و پوشش های نهایی که دوام فوق را ندارد مطابق مشخصات فنی ویژه باید پیش بینی شود. در ساختمان های اداری نوع کف پوش ها در صورتی که مصالح سنگی یا مشابه نباشد و در مسیر رفت و آمد مستمر مراجعین قرار گیرد در دوره های کوتاه تری نیاز به تعویض خواهد داشت.

نوسازی و تعمیرات در این بخش شامل موارد زیر است :

- کاشی کاری ها و سرامیک کف
- پوشش های سنگین مانند سنگ، چوب و موازئیک
- ترمیم عایق کاری های کف و رفع رطوبت
- ترمیم و انجام اصلاحات در کانال های کف
- ترمیم و نوسازی سیستم های برق و مکانیک در بخش کف

۲ - ۲ - ۹ نوسازی و انجام تغییرات کلی در ساختمان های اداری

این گونه نوسازی دو یا چند مورد از اصلاحات بالا را در برمی گیرد که به علت وقفه در عملکرد بنا توصیه می شود بیشتر از یک بار در طول عمر ساختمان پیش بینی نشود.

۲ - ۳ زمان بندی انجام دوره های نگهداری و تعمیرات

دوره های نگهداری و تعمیرات به عوامل متعددی که قبلا" ذکر شد بستگی دارد، لیکن برای

عمری معادل ۵۰ تا ۷۰ سال دوره های نگهداری به شرح جدول شماره ۲-۱ قابل پیش بینی است.

زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

جدول شماره ۲-۱

دوره های پیش بینی شده	شرح عملیات موضوع بند...
یک باردرطول عمرساختمان	(۲-۲-۹)، (۲-۲-۱) و (۲-۲-۲)
دوبار درطول عمرساختمان	(۲-۲-۳)، (۲-۲-۵)، (۲-۲-۷)، (۲-۲-۸)
هر ده سال یک بار	(۲-۲-۴)، (۲-۲-۶)
هرسه تاپنج سال یک بار	نقاشی وپرداخت نماهای داخلی و خارجی - تعمیر وترمیم کف ها
دوبار درسال	نورگیرهای سقفی-سیستم روشنایی-پرداخت کف های داخلی-تنظیم درها و پنجره ها
بازدیدهای مستمر ماهیانه	بازدید وکنترل تاسیسات برق ومکانیک- بازدید وکنترل سیتم های-حفاظتی وایمنی- نظافت محوطه وخاک روبی- تمیزکردن شیشه های نما

۳ - اصول و مبانی ایمنی

۳ - ۱ ایمنی ساختاری

ساختمان های اداری به دلیل نوع کار و شرایط حاکم برآن محیطی آرام و غالبا" کم خطر است. به طور معمول در طراحی آن سعی می گردد که فضاها مطلوب و مصالح آن مرغوب باشد. با این وصف عدم دقت در رعایت نکات زیر می تواند این محیط را نیز ناامن نماید.

- لغزندگی

عامل لغزندگی در کف سازی باید مورد توجه باشد این امر به خصوص با گرایش به استفاده از سنگ های بسیار صیقلی شده در ورودی ها و بخش های عمومی ساختمان های اداری اهمیت می یابد. در پله ها نیز پیش بینی جزئیاتی که مانع لغزندگی گردد، ضروریست.

- تیزیها

منظور از تیزیها کلیه برجستگی هایی است که در گوشه و کنار ساختمان سهوا" ایجاد می شود و زمینه خطر را فراهم می سازد. امکان بروز چنین پدیده هایی در دست اندازه ها، نرده پله ها، سیمانکاری ها یا بیرون زدگی و تیزی پاره ای از جزئیات سنگی محوطه و غیره است. توجه به این امر به هنگام طراحی و اجرا ساختمان ضروریست.

- برآمدگی و فرورفتگی ها

توجه به این پدیده نیزمانند تیزیها ضروریست، این گونه معایب می تواند در کف ها با ناهمواریها و برجستگی هایی که به مرور زمان ایجاد می شود بوجود آید. بیرون زدگی پروفیل چهارچوب درها در کف ها و بیرون زدگی اجزایی نظیر جعبه آتش نشانی یا کپسول های آتش نشانی در صورتی که در مسیر رفت و آمد قرار گیرند یا جعبه های برق در صورتی که در ارتفاع مناسب نباشد و اجزا آن به دقت جاسازی نشده باشد و سایر موارد مشابه، مشکل آفرین خواهد شد. توجه و دقت در عدم ایجاد چنین پدیده هایی در ساختمان های اداری پر رفت وآمد حائز اهمیت است.

- درها و دستگیره ها

در ساختمان های اداری به خصوص در فضاهایی که مراجعین بیشتری دارد، نحوه باز و بسته شدن درها وامکان دید دو طرفه برای آنها حائز اهمیت است پیش بینی این امکان مانع برخورد مراجعین با در و با یکدیگر خواهد شد. دستگیره ها باید فاقد اجزاء تیز و برنده باشد. شکل های گرد و غیراهرمی برای ساختمان های اداری مناسب تر هستند. موقعیت نصب دستگیره ها روی در باید به نحوی باشد که احتمال گیر کردن دست به لبه آن وجود نداشته باشد.

- شیشه ها

در ساختمان های اداری به خصوص در طرح های نو استفاده از شیشه های رنگی رواج زیادی یافته و در پاره ای از ساختمان های اداری تمام نما شیشه ای پیش بینی می شود. در این گونه موارد تقسیمات شیشه حائز اهمیت است. این تقسیمات ترجیحاً باید به نحوی باشد که یک بخش آن کار جانپناه را انجام دهد. ورودی ساختمان نیز باید به شکلی پیش بینی شود که در صورت فروریختن شیشه ها به هنگام اضطرار امکان عبور بی خطر از ورودی میسر باشد.

۳ - ۲ ایمنی از حریق

ساختمان های اداری در گروه بندی ساختمان ها از لحاظ میزان خطر آتش سوزی در گروه ساختمان های کم خطر هستند. این گروه به ساختمان هایی اطلاق می شود که بار محتویات قابل احتراق درآنها از ۵۰ کیلوگرم در مترمربع کمتر است. کلیه مقرراتی که در آئین نامه های ایمنی درمقابل آتش سوزی (نشریه شماره ۱۱۲ و ۱۱۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی) برای این دسته از ساختمان ها تدوین شده در ساختمان های اداری باید رعایت شود. پاره ای از نکات عمده که در ایمن کردن ساختمان در مقابل حریق باید مورد توجه قرارگیرد شامل موارد زیر است :

- دیوارهای تفکیک مالکیت با همسایه باید۳ تا ۴ ساعت در برابر آتش مقاومت نماید و سطوح شیشه خور درآنها مجاز نیست.
- دیوارهای دوربند معابر قائم نظیر راه پله ها و آسانسورها با ۲ یا ۱ساعت مقاومت در برابر حریق و سطح شیشه خوری حداکثر معادل ۰/۰۶۵ در مترمربع طراحی شوند.
- دیوارهای تقسیم راهروها و سایر اتاقها با ۱ ساعت مقاومت درمقابل حریق و سطح شیشه خور

حداکثر ۰/۸۴ در مترمربع در نظرگرفته شود.

- در کف سازی، سقف های کاذب و دیوارها ترجیحا" نباید از مواد قابل اشتعال استفاده شود.
- خروجی ها در معرض دید بوده و به راحتی قابل دسترس باشند.
- در صورتی که آرایش داخل سالن های اداری توسط مبلمان باشد راه های دسترسی به خروجی ها به راحتی قابل دستیابی باشد.
- عرض راهروها معمولا" بین ۱/۵ تا ۱/۸۰ متر پیش بینی می شود که نسبت به درازی و کوتاهی راهرو تغییر می نماید. راهروها باید بدون مانع و اشیاء اضافه باشد تا هنگام خطر، عبور از آنها به راحتی صورت گیرد.
- در ورود به اتاق های اداری ترجیحا" باید رو به بیرون و یا راهرو باز شود ولی این امر نباید باعث شود که کسانی که از راهرو عبور می کنند با لنگه درهای باز شده مواجه شوند.
- در بایگانی و کتابخانه ها و سایر فضاهایی که تراکم مواد سوختی نظیر کاغذ زیاد است، باید درهای خروجی به راحتی در دسترس باشد و پیش بینی های لازم برای تجهیزات هشدار و اطفاء حریق شده باشد.
- دستگاه های هشدار دهنده در کلیه اطاق ها باید پیش بینی شود.
- در مورد، مقاومت دیوارهای حریق، ضوابط بازهای قائم، دوربندی پلکانها ومسیرهای خروج، موقعیت موتورخانه ها، نازک کاری های داخلی، ضوابط مربوط به تأسیسات برق ساختمان، شبکه حفاظت در برابر آذرخش، راه پله و پلکان، راههای خروج، به نشریه ۱۱۲ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه مراجعه گردد.

۳ - ۳ ایمنی در برابر زلزله

آنچه که مربوط به سازهٔ ساختمان های اداری و پیش بینی ضرایب لازم برای حفاظت ساختمان در مقابل زلزله است طبق آئین نامه های مورد تائید مراجع رسمی کشور باید محاسبه و اجراء شود. نکات دیگری که دراین ارتباط باید متذکر شد شامل موارد زیر است.

- دیوارهای داخلی و جدا کننده بایستی از استحکام کافی برخوردار بوده و در برابر لرزش های ناشی از زلزله پایداری لازم را داشته باشند. سبکی این دیوارها باعث کاهش خطرات آن نیز خواهد شد.

- قفسه های کتاب و کمدها و سایر اشیاء و تجهیزاتی که ارتفاع بیش از ۱/۵ متر دارند باید در موقعیتی باشند که سقوط آنها باعث سد معبر نشده و ایجاد مشکل ننماید و ترجیحا" به دیوارها مهار شده باشند.
- شیشه ها به خصوص در صورتی که در سطوح بزرگ طراحی شده باشند باید از قابلیت انعطاف در مقابل لرزش برخوردار بوده و جزئیات آن به نحوی باشد که در صورت شکستن خطری ایجاد ننمایند.

۴ محیط زیست و بهداشت ساختمان

۴ - ۱ عایق کاری رطوبتی

در ساختمان های اداری نیز نظیر سایر ساختمان ها موضوع عایق رطوبتی در بام ها، دیوارها، کف ها و سرویس های بهداشتی وجود دارد. در هر یک از اجزا فوق موضوع عایق کاری به شرح زیر است.

- بام ها

بام ها مستقیماً در معرض باران و برف قرار دارند که تخلیه آنها از طریق پوشش های عایق و به صورت شیب دار یا مسطح و با کمک آبروها انجام می شود. در سقف های شیب دار استفاده از ورق های موج دار فلزی، آلومینیومی متداول است. جزئیات این گونه سقف ها و شیب های لازم برای هر یک از مصالح نامبرده شناخته شده و در غالب بروشورهای مربوط به این گونه مصالح درج گردیده است. در سقف های مسطح کاربرد عایق های رطوبتی الزامی است. شیب بندی این گونه سقف ها، تعداد و قطر لوله های آبرو با توجه به مساحت آبگیر و شدت بارندگی محل تعیین می گردد. جزئیات عایق کاری در سطوح صاف به خصوص در مجاورت جانپناه ها، آبروها، دودکش ها و کانال های تهویه و کولر دارای اهمیت ویژه ای است.

- دیوارها

در ساختمان های اداری نیز مانند سایر ساختمان ها، عایق کاری دیوارهای خارجی و داخلی که شالوده آنها روی خاک طبیعی باشد، ضروریست. جزئیاتی که دراین مورد باید رعایت گردد مطابق شرحی است که در مبحث مربوط به عایق کاری دیوارها در ساختمان های صنعتی آورده شده. این نکته قابل توجه است که در ساختمان های اداری برای تقسیمات داخلی غالباً از دیوارهای تقسیم کننده سبک استفاده می شود که امکان جابجایی آنها به سهولت میسر باشد، در این موارد عایق کاری زیر دیوارها ضرورت نخواهد داشت.

- پیش آمدگی روی دیوارها و نماها

در ساختمان های اداری نماها و پیش آمدگی روی دیوارها، مشابه ساختمان های صنعتی است

لذا کلیه نکاتی که درآن یادآوری و متذکر گردیده درمورد ساختمان های اداری نیز صادق است. علاوه برمسائل فوق ذکر این نکته حائز اهمیت است که نما و پیش آمدگی ها در ساختمان های اداری به دلیل اهمیتی که ساختمان اداری از جهت نما و زیبایی آن دارد از اهمیت ویژه ای برخوردار است و طراحی جزئیاتی که هماهنگ کننده نما بوده و هم مسائل عایق کاری ها را جوابگو باشد مورد نظر خواهد بود.

- کف ها

عایق کاری کف ساختمان های اداری به جز در مناطقی که تراز آبهای زیرزمینی بالاست به کمک بلوکاژ کف با ضخامتی حداقل ۲۵ سانتیمتر قابل تأمین است و با چنین تمهیدی جلوی نفوذ نم و رطوبت گرفته خواهد شد. در طبقات نیز سرویسهای بهداشتی و آبدارخانه ها از مواردی است که در ساختمان اداری نیاز به عایق کاری رطوبتی دارد.

۴ - ۲ عایق کاری حرارتی

در ساختمان های اداری نیز نظیر سایر ساختمان های مشابه عایق بودن دیوارهای خارجی، پوشش سقف و کف ساختمان حائز اهمیت است. هرچه ضریب تبادل حرارتی اجزا نامبرده کمتر باشد، میزان مصرف انرژی کاهش یافته و از نظر اقتصادی در دراز مدت از جهت هزینه های سوخت مقرون به صرفه تر است. در گذشته تأمین این هدف با افزایش ضخامت دیوارها تأمین می شد ولی امروزه روش های نوین ساختمان سازی امکان به دست آوردن ضریب تبادل حرارتی مطلوب با استفاده از بلوک های سبک و توخالی یا با استفاده از مواد شیمیایی نظیر پلی اورتان، پلاستوفوم و نظایر آن را فراهم می کند. این امر در تمام اجزایی که به نوعی در معرض سرما، گرما و یخبندان هستند امکان پذیر است. برای شرح بیشتر جزئیات درمورد سقف ها، دیوارها و کف ها به بخش مسکن مراجعه شود.

۴ - ۳ عایق صوتی

محیط ساختمان اداری ماهیتا" آرام بوده و در طراحی آن حفظ آرامش و سکوت و راه حل هایی که به این امر کمک کند باید مورد توجه قرار گیرد. انتخاب محیط و موقعیت مکانی ساختمان اداری

گام نخست در رسیدن به این موضوع است. ساختمان اداری به خصوص در صنایع گاه برحسب ضرورت در مجاورت واحدهای تولیدی ساخته می شود. در این گونه موارد نیز باید با استفاده از درز انبساط، دیوارهای دوجداره و استفاده از عایق های صوتی در دیوارها و سقف، سکوت و آرامش مورد نظر تأمین گردد. در صورتی که چنین ضرورتی نباشد انتخاب محیط های آرام با رعایت سایر نکات ضروری باید مورد توجه باشد.

اجزایی که یک فضای اداری را می سازند اعم از کف، دیوارها، سقف و اشیاء درون فضا هر یک به سهم خود می تواند به کاهش صدا کمک نماید. بنابراین انتخاب مصالح این اجزا در ساختمان اداری باید با توجه به عایق بودن آنها به عنوان یکی از نکات مهم مورد توجه قرار گیرد.

۴ - ۴ بهداشت فضاهای عمومی

فضاهای عمومی دراین بررسی شامل سرویس های بهداشتی و آبدارخانه ساختمان های اداری است.

در سرویس های بهداشتی ساختمان های اداری، نظافت و سلامت تجهیزات بیشتر مورد نظر است. در این گونه ساختمان ها، سرویس های بهداشتی اغلب مورد استفاده مراجعین نیز قرار می گیرد به همین دلیل امکان بهره برداری غیرمحتاطانه و عدم رعایت بهداشت از جانب آنها وجود دارد، بنابراین تجهیزاتی که دوام بیشتری داشته و در مقابل استفاده های مکرر قدرت تحمل کافی دارند باید انتخاب و در این گونه فضاها مورد استفاده قرار گیرد. عایق کاری و شیب بندی کف سرویس ها و کاشی کاری دیوارها باید امکان نظافت و شستشوی این محیط را به راحتی تأمین نماید. بست ها و گیره های نگه دارنده دستشویی ها و سیفون ها باید به اندازهٔ کافی محکم و قوی انتخاب شوند. یکی از تجهیزاتی که در سرویس های بهداشتی عمومی غالبا" آسیب دیده و باعث غیربهداشتی شدن محیط می گردد سیفون ها و شبکه فاضلاب سرویس ها است. دقت در انتخاب نوع سیفون ها و اندازهٔ مناسب لوله های فاضلاب دراین گونه سرویس ها باید مورد توجه قرار گیرد. رعایت سایر نکاتی که در بخش صنعت راجع به سرویس های بهداشتی ذکر شده و کلیه مقرراتی که برای آبدارخانه یا آشپزخانه یا رستوران ارائه شده، دراین مورد نیز صادق است.

۴ - ۵ نازک کاری ها

در ساختمان های اداری نازک کاری شامل کف ها، دیوارها و سقف ها در فضاهای داخلی و نمای

ساختمان در فضای بیرونی است. نازک کاری فضای بیرونی نظیر سایر ساختمان هایی که ظاهر آنها مهم بوده و از نظر مالکین نمودار موقعیت اقتصادی و اجتماعی است باید با مصالحی که هم مقاومت کافی در مقابل عوامل جوی را داشته باشد و هم درطی زمان زیبایی وجلوه خود را از دست ندهند ساخته شود. نازک کاری داخلی نیز باید برای هر یک از اجزا دارای مشخصات زیر باشد.

- کف ها

- کف ها در ساختمان اداری چون در معرض رفت و آمد و تردد زیاد هستند باید از مقاومت کافی برخوردار باشند.
- تعویض و ترمیم آنها سریع و در زمان کوتاهی امکان پذیر باشد.
- در راهروها و در مجاورت فضاهایی که به سکوت بیشتری نیاز است خواص عایق صوتی را دارا باشد.
- نوع کف با توجه به موقعیت فضا و عملکرد آن انتخاب شود.
- کف ها ضمن زیبایی و صیقلی بودن لغزنده نباشد.
- نظافت آن به سهولت امکان پذیر باشد.

- دیوارها

- دیوار رنگ پذیر و قابل نظافت باشد.
- فاقد تیزی و گوشه های مزاحم و غیرایمن باشد.
- تا حد ممکن عایق صوتی باشد.
- درصورتی که دیوار به صورت جداکننده موقت پیش بینی شود از ایمنی و استحکام لازم برخوردار باشد.

- سقف ها

- رنگ پذیر و قابل نظافت باشد
- در صورت کاذب بودن درمقابل حریق مقاوم باشد.
- در صورت نفوذ آب و آسیب دیدگی تعمیر و تعویض آنها به راحتی میسر باشد.
- عایق صوتی و جاذب صدا باشد.
- سقف کاذب فضا ومقاومت لازم را برای نگهداری شبکه برق و مکانیک داشته باشد.

۴ - ٦ ملاحظات همسایگی

ساختمان های اداری به دلیل ماهیت عملکردی مزاحمت زیادی برای همسایه ها ایجاد نخواهد کرد لیکن رفت و آمد ارباب رجوع، پارک اتومبیل ها و سروصدای ناشی از این امر می تواند ایجاد مزاحمت نماید. توصیه می شود که تا حد امکان ساختمان های اداری از محل های مسکونی فاصله داشته باشد و در صورت مجاورت موضوع پارک اتومبیل ها و رفت وآمد مراجعین به نحوی باشد که مشکلی را برای سایرین ایجاد ننماید. به نظر می رسد در صورتی که مجوز احداث ساختمان اداری در مجاورت خانه های مسکونی داده شود تدوین ضوابط ویژه ای برای تعداد پارکنیگ ها و ورودی های آن ضروری باشد.

- سیستم های ایمنی و امنیتی

ساختمان های اداری اگرچه از نظر آتش سوزی در رده ساختمان های کم خطر هستند ولی بجاست که در فضاهای مختلف آن سیستم های هشدار دهنده نصب شود و با توجه به اهمیت و وسعت آن از سیستم های ایمنی پیشرفته نظیر سیستم های مدار بسته کنترل فضاها استفاده شود. پیش بینی فضاهایی که عملکرد پناهگاه را داشته باشد به تجربه ثابت شده که در این گونه ساختمان ها مورد نیاز بوده و در شرایط خاص قابل استفاده خواهند بود.

۴ - ۷ حشرات، جانوران و گیاهان مزاحم

در ساختمان های اداری امکان نفوذ حشرات در اتاق ها و جانورانی نظیر موش، مارمولک، ... و غیره در زیرزمین ها و فضاهای تأسیسات وجود دارد. پیش بینی موانعی برای جلوگیری از نفوذ جانوران به زیرزمین ها با اجتناب از ایجاد فضاهای کور و غیرقابل دسترس و سم پاشی به موقع امکان پذیر است. در اتاق های اداری به دلیل وجود کاغذها و پرونده ها که برای مدت های طولانی راکد می مانند و همچنین نقاط کور پشت کمدها و انبارها، امکان رشد و نمو حشرات به وجود می آید که و در صورت نفوذ آنها از طریق شبکه فاضلاب و راه های دیگر به سرعت تکثیر پیدا می کنند و در سطح ساختمان پخش می شوند. دراین مورد نیز احتراز از ایجاد چنین گوشه و زوایای غیرقابل دسترس و همچنین سم پاشی به موقع جلوی رشد و نفوذ حشرات باید سد شود.

۵ - ارزیابی اقتصادی و فرهنگی

۵ - ۱ ارزیابی اقتصادی ساختمان های اداری

۵ - ۱ - ۱ هزینه ساخت (سرمایه اولیه)

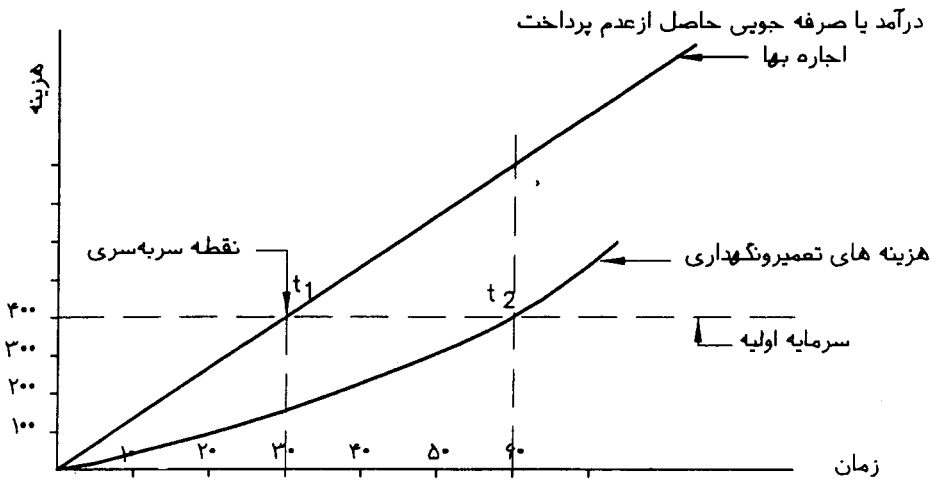
هر سازمان و موسسه ای نیازمند ساختمانی است که امور مالی، اداری، تدارکاتی، بازرگانی و غیره را در آن انجام دهد این نوع ساختمان می تواند از چند اتاق تا چندین هزارمترمربع زیربنا را شامل شود. احداث چنین ساختمانی نیازمند هزینه ای است که موسسه و سازمان مربوطه آن را به عنوان سرمایه ثابت خود تلقی می نماید. سرمایه ثابت به هزینه هایی اتلاق می شود که برای یکبار انجام می گیرد، نظیر هزینه خرید زمین، هزینه تمام شده ساختمان ها و تأسیسات زیربنایی و کلیه هزینه های قبل از بهره برداری. در تعیین میزان این هزینه عوامل زیر مؤثر است :

- ارزش مکانی
- مساحت زمین
- مساحت زیربنا
- مصالح و حمل و نقل
- تکنولوژی و نیروی کار
- طراحی و مدیریت پروژه

موقعیت ومساحت زمینی که ساختمان اداری درآن بنا خواهد شد می تواند یکی از عوامل هزینه زا باشد. زمین هایی که از موقعیت مناسبت تر شهری برخوردار است و تسهیلات بیشتری در اطراف آن ایجاد شده گران تر و در نتیجه به سرمایه گذاری بیشتری نیاز خواهد داشت. در صورتی که موسسه یا سازمانی انتخاب موقعیت بهتر را در موفقیت تجاری و اداری خود ضروری تشخیص دهد این هزینه موجه و در غیر این صورت این انتخاب نادرست و برگشت هزینه های آن ناممکن خواهد بود.

سطح زیربنای ساختمان اداری نیز به طور مستقیم در هزینه و سرمایه گذاری مربوطه مؤثر خواهد بود. مصالح و تکنولوژی انتخابی ساختمان های اداری اگرچه از عواملی هستند که در تعیین حدود هزینه ها تأثیر دارند، لیکن این عامل نباید سبب گردد از حدودی که برای عمر اقتصادی ساختمان های اداری پیش بینی می گردد، کاسته شود. تعیین حدود عمر اقتصادی ساختمان های اداری

براین پایه استوار است که پس از سپری شدن حداکثر پنجاه درصد عمر مفید ساختمان هزینه های اولیه ساختمان با هزینه اجاره بهایی که دراین مدت صرفه جویی شده برابر گردد. بدین ترتیب باقیمانده عمر ساختمان پس از کسر هزینه های نگهداری، معادل اجاره بهایی است که دراین مدت پرداخت نمی گردد، به عنوان سودآوری ساختمان تلقی می شود. عمر مفید ساختمان اداری تا زمانی است که هزینه های نگهداری آن از یک برابر هزینه ساخت آن بیشتر نشود. نمودار شماره ۵-۱ که نمایشگر روابط فوق است حدود عمر مفید ساختمان اداری را نشان می دهد.



نمودار ۵-۱

در این نمودار t_1 نقطه سربسری هزینه های اولیه با میزان ذخیره اجاره بهایی است که پرداخت نمی شود و نقطه t_2 زمانی است که هزینه های نگهداری و تعمیرات با شدت بیشتری افزایش پیدا می کند. بنابراین در نقطه t_2 عمر مفید بنا پایان می پذیرد با توجه به تغییر و تحولات اجتماعی عمر مفید ساختمان های اداری بین ۵۰ تا ۷۰ سال در نظرگرفته می شود.

تیپ کردن ساختمان های اداری در انواعی که عمومیت بیشتری دارند می تواند در کاهش هزینه ها، بالابردن کیفیت اجرایی و دستیابی به عمر مفید تعیین شده اثر مطلوبی داشته باشد. برای تیپ کردن ساختمان های اداری طراحی مهندسی و مدیریت اجراء اهمیت قابل توجهی خواهد

یافت. کنترل و ترکیب مصالح به شناخت دقیق از ویژگی ها و چگونگی عملکرد آنها طی زمان عمر ساختمان نیاز دارد. برای تیپ کردن ساختمان های اداری جزئیات باید ساده و باکمترین تنوع مصالح بوده و بیشترین ملاحظات فنی درآنها در نظر گرفته شده باشد.

۵ - ۱ - ۲ هزینه های نگهداری وتعمیرات

درهمه موارد هزینه های نگهداری، نوسازی و تعمیرات باید متناسب با سرمایه اولیه و قابل توجیه باشد. مقدار هزینه های نگهداری و تعمیرات با عوامل زیر رابطه مستقیم دارد، که با برآورد دقیق و پیش بینی های لازم نرخ بهینه هزینه در هر مورد قابل محاسبه خواهد بود.

- عمر ساختمان

عمر ساختمان یکی از عوامل مؤثر در تعیین هزینه های نگهداری و تعمیرات است به گونه ای که عمر طولانی تر خدمات نگهداری وحفاظت بیشتری را طلب می کند. البته افزایش بی رویه عملیات تعمیرات و مرمت الزاما" سبب افزایش عمر مفید ساختمان نخواهد بود، زیرا که کل هزینه تعمیرات باید با میزان سرمایه اولیه ساخت تناسب لازم را داشته باشد.

- عملکرد و مکانیزم اداری

ساختمان های اداری دارای عملکرد مشخص و معین و در اکثر موارد یکسان است، مگر موقعیت استقرار درداخل سلسله مراتب اداری و مکانیزم هایی که موجب بروز ویژگی می شود. از این رو سیستم نگهداری و تعمیرات براساس عملکرد و مکانیزم اداری تنظیم و با نرخ بهره برداری باید مطابقت داشته باشد. کاربرد تجهیزات خودکار و الکترونیکی نوین درمقابل سیستم های دستی گذشته ایجاب می کند که ضمن صرفه جویی در فضا، خدمات نگهداری و حفاظت بنا نیز از نظر کمی به حداقل برسد.

- سیستم مدیریت و اداره ساختمان

سیستم اداره ساختمان یکی از مؤثرترین عوامل نگهداری و حفاظت بنا است. به گونه ای که با تنظیم برنامه ویژه و تخصیص بودجه سالیانه و دراز مدت و اجرای منظم عملیات نوسازی و حفاظت،

میزان هزینه ها در طول عمر بنا به طور قابل ملاحظه ای کاهش پیدا می کند. مطابقت و سازگاری فعالیت ها با فضاها و شرایط کالبدی آنها، یکی دیگر از عوامل کاهش هزینه ها است. ملاحظات بودجه بندی سالیانه در قالب برنامه کلی و دراز مدت، شرایط مناسب تصمیم گیری را برای فعالیت های نگهداری و تعمیرات فراهم خواهد کرد.

- اندازه و کالبد بنا

ابعاد و اندازه ساختمان اداری رابطه مستقیم با هزینه های نگهداری و تعمیرات ساختمان دارد ساختمان اداری با زیربنای زیادتر هزینه های بیشتری را نیاز خواهد داشت، اما این افزایش نسبت ثابتی ندارد. به گونه ای که افزایش هزینه نسبت مستقیمی است که میزان بهینه آن به عوامل متعدد و مؤثر دیگری مانند، سیستم مدیریت، عملکرد و مکانیزم اداری و نیروی کار وابسته است. امکان تغییر فضاهای داخلی و قابلیت فضاها از نظر فعالیت های مختلف و سازگاری با مکانیزم های نوین اداری، علاوه براین که امکان بهره برداری و عمر مفید بنا را به طور قابل ملاحظه ای افزایش می دهد، هزینه های نوسازی و مرمت را نیزکاهش خواهد داد.

- شرایط محیطی و اقلیم

شرایط محیطی و اقلیمی یکی از عوامل مؤثر در تعیین نرخ هزینه های نگهداری و تعمیرات است. مناطق سخت از نظر اقلیمی و شرایط محیطی، دشواری های متعددی به بار خواهد آورد که مقابله با آنها مستلزم صرف هزینه است. از این رو شرایط اقلیمی و محیطی یکی از عوامل مؤثر در تعیین هزینه های نگهداری و تعمیرات است که باید در برنامه کلی منظور شود.

۵ - ۲ ارزیابی فرهنگی و اجتماعی

۵ - ۲ - ۱ پایایی یا عمر بنا

علاوه بر عواملی که مشابه سایر ساختمان ها باعث فرسودگی و کاهش عمر ساختمان اداری می گردد. عوامل دیگری نظیر سیستم های نوین اقتصادی و تحولات فرهنگی و اجتماعی و پدید آمدن ابزارهای پیشرفته ارتباطی و مدیریت، هرچند دهه یکبار بناهای اداری را دستخوش تغییرات پایه ای می کند. بنابراین طراحی بناهای اداری باید با پیش بینی های لازم از تحولات نوین جهانی و نظام مدیریت

آینده باشد و امکان تغییرات و نوسازی فضاهای کاری و ارتباطی به حداکثر ممکن وجود داشته باشد. در غیر این صورت با هزینه های مضاعف و پیش بینی نشده مواجه خواهد بود که تخریب زودرس بنا را سبب خواهد شد.

۵ - ۲ - ۲ تکنولوژی و ساختمان اداری

روند تکاملی تکنولوژی جامعه صنعتی، شیوهٔ اجرای ساختمان های اداری رانیز تغییر خواهد داد. در تکنولوژی نوین تولید مصالح ساختمان از روش درجا به تولید پیش ساخته و عملیات اجرایی از بنایی به سمت سیستم نصب گرایش یافته است. این شیوه با نیازهای ساختمان اداری به ویژه برای جابجایی تقسیمات داخلی بسیار مناسب است. اگر چه این شیوهٔ ساخت در کشور ما به کمال نرسیده لیکن روندی است رو به رشد که متناسب با نیازهای روز توسعه می یابد. دراین شیوه به موضوعاتی نظیر سرعت زمان ساخت، کیفیت برتر و مطلوب، سهولت امکان جابجایی و تغییرات داخلی پاسخ های مناسبی داده خواهد شد.

فصل سوم - ساختمانهای مسکونی

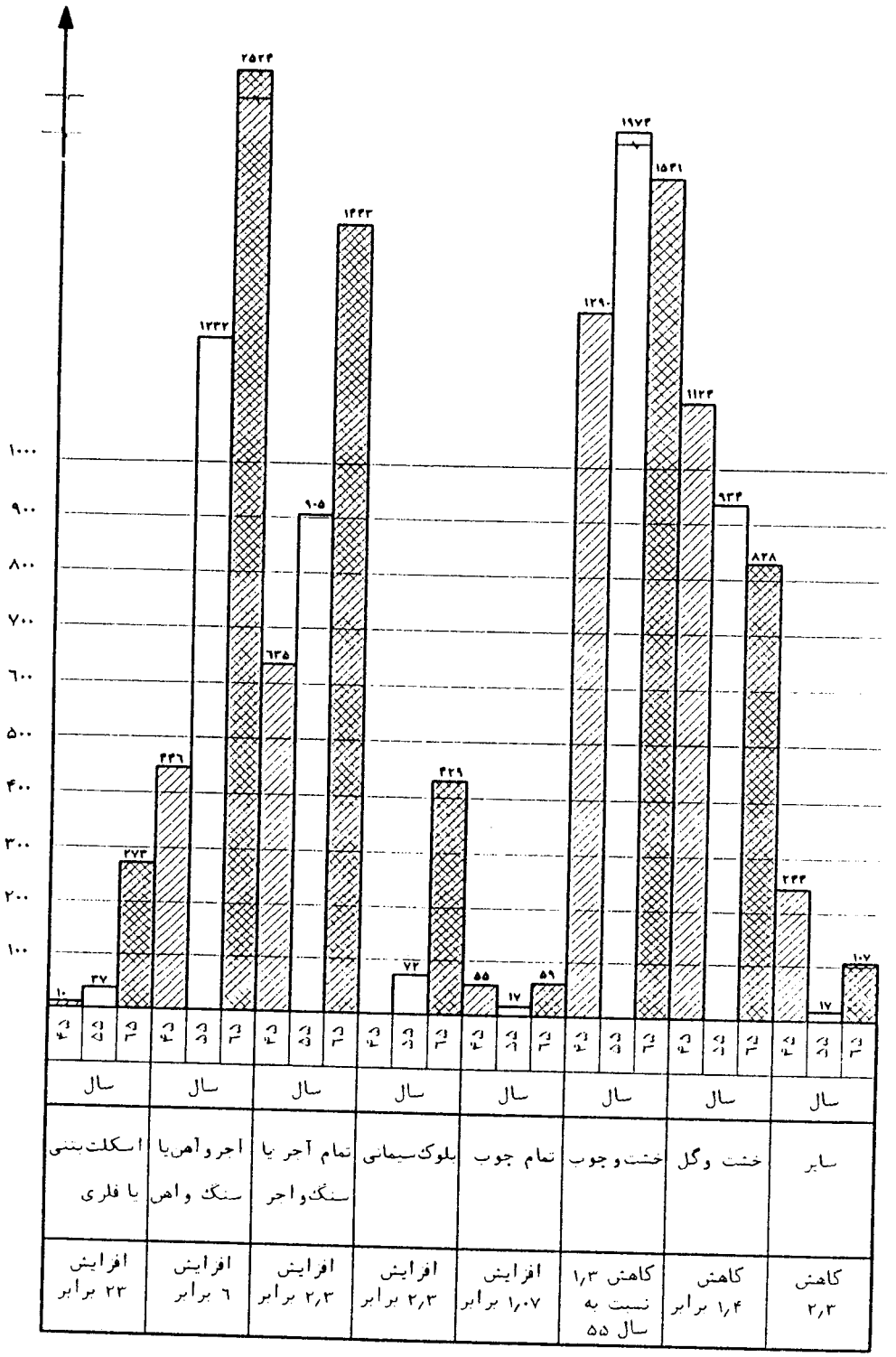
۱- معیارهای پایایی و استحکام

مسکن و ساختمان از سرمایه های ملی است و هر ساله سهم قابل توجهی از بودجه کشور به این امر اختصاص می یابد. لذا دقت در چگونگی مصرف این سرمایه گذاری سنگین در جهتی که زمان بهره برداری از آن طولانی ومخارج نگهداری آن در طی سالیان کمترین مقدار باشد می تواند از اهداف ملی در این گونه سرمایه گذاری ها باشد. با توجه به اهمیت این امر لازم است، ابتدا وضعیت موجود ساختمان های مسکونی کشور از این دیدگاه مورد بررسی قرار گیرد تا با توجه به وضعیت موجود، شرایط مطلوب پیش بینی شود.

چنانکه از سرشماری سالهای ۱۳۴۵، ۱۳۵۵ و ۱۳۶۵ استنباط می شود پاره ای از روش های ساخت بتدریج و طی سالهای فوق الذکر کاهش یافته و یا در مواردی منسوخ شده است و برخی از روش ها و مصالح به شدت مورد استقبال و توجه قرار گرفته و تعداد آنها افزایش یافته است. نمودار شماره (۱-۱) چگونگی این رشد و کاهش را نشان می دهد.

از نمودار فوق مشاهده می شود که تعداد کل خانه های مسکونی کشور در سال ۱۳۶۵ بالغ بر ۸۲۱۷۳۷۵ واحد مسکونی بوده است. با توجه به مصالحی که در ساخت این خانه ها به کار رفته، نسبت آنها به کل خانه ها به شرح زیر است :

- حدود ۴۳ درصد خانه ها از آجر و آهن یا سنگ و آهن
- حدود ۱۸/۸ درصد خانه ها از خشت و چوب
- حدود ۱۷/۶ درصد خانه ها از تمام آجر یا سنگ و آجر یا آجر و چوب یا سنگ وچوب
- حدود ۱۰/۱ درصد خانه ها از خشت و گل
- حدود ۵/۲ درصد خانه ها از بلوک سیمانی



نمودار تعداد واحدهای مسکونی بر حسب مصالح عمده بنا

- حدود ۳/۳ درصد خانه ها از اسکلت فلزی یا اسکلت بتنی
- حدود ۰/۰۷ درصد خانه ها از تمام چوب
- حدود ۱/۳ درصد خانه ها از سایر مصالح و روش ها

با توجه به درصد هر یک از روش های فوق حدود ۳۰ درصد از خانه های موجود از خشت و گل یا خشت و چوب یا سایر مصالح و به روش های ناپایدار است. استحکام و عمر این ساختمان ها کم و به شرح زیر است :

- عمر آلونک های مسکونی به طور متوسط حدود ۵ سال
- عمر ساختمان های خشتی در صورتی که به علل حوادث طبیعی از بین نرود حدود ۳۰ سال
- عمر ساختمان های با پوشش تیر چوبی، آجر و چوب ۳۵ سال

این ساختمان ها غیر از کوتاهی عمر از جهات فنی و بهداشتی نیز غالبا" نامتناسب بوده و لذا در دراز مدت نمی توان آنها را به عنوان خانه های قابل قبول به حساب آورد.

سایر خانه ها نیز اکثرا" عمری کوتاه داشته و به علت عدم دقت در ساخت وجزئیات آنها متناوبا" به تعمیر ونگهداری های پر هزینه نیاز دارد. نوع این تعمیرات را می توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- درزگیری و بتونه کاری
- نقاشی در و دیوارها و سقف
- تعمیرات سرویس ها و لوله کشی آب و فاضلاب
- تخلیه چاه های فاضلاب
- عایق کاری بام
- فرش مجدد حیاط و محوطه سازی
- تعویض درهای فرسوده
- تزئینات و وسایل داخل ساختمان نظیر گنجه ها، کتابخانه ها و امثال آن
- سیستم های حرارتی و برق

در بررسی های به عمل آمده بر روی آسیب پذیری اجزاء خانه های مسکونی مشخص شده است که احتمال خرابی در هریک از اجزاء به ترتیب اولویت تا چند درصد است. اگر چه آسیب پذیری اجزاء به موقعیت اقلیمی و نوع مصالح بستگی دارد لیکن می توان با یک نظر اجمالی درصد خرابی آنها را به شرح زیر اعلام کرد :

- آسیب دیدگی در سقف و بام ها ۱۵ درصد
- آسیب دیدگی در دیوارهای خارجی و داخلی ۱۰ درصد
- آسیب دیدگی در پنجره ها ۱۰ درصد
- آسیب دیدگی سیستم لوله کشی و گرمایش ۲۰ درصد
- آسیب دیدگی سیستم کف های داخلی(سرویسهای بهداشتی) ۱۵ درصد
- آسیب دیدگی در بالکن ها و پیش آمدگی ۱۵ درصد
- آسیب دیدگی در کف ها ۵ درصد
- آسیب دیدگی در پی ها ۵ درصد
- آسیب دیدگی در درهای داخلی و خارجی ۵ درصد

علاوه برموارد فوق که به صورت تعمیر و نگهداری هزینه می شود هر ساله به علت های زیر نیز بخش عظیمی از خانه های موجود نیازمند نوسازی و تعمیر می شود.

- فرسودگی
- غیربهداشتی بودن
- کمی فضا
- عدم تناسب در ترکیب و وسعت خانه ها
- نیاز به تقویت سازه ای و مقاومت در مقابل حوادث غیرمترقبه سازه ای

با توجه به موارد ذکر شده لزوم دقت و توجه در ساخت و ساز با کیفیتی مطلوب و جزئیاتی که میزان آسیب ها به حداقل برسد وعمر ساختمان با هزینه کمتری افزایش یابد محسوس می باشد. امروزه در کشورهای صنعتی سعی بر این است تا عمر مفید خانه ها را به نسبت نوع مصالح و سیستم سازه ای به حداکثر برسانند این درحالی است که در کشور ما عمر مفید ساختمان ها به طور متوسط به کمتر از نصف کاهش می یابد.

عمر طولانی مسکن به طور کلی از نظر اقتصادی مطلوب و منجر به کاهش هزینه ها در بخش ساختمان می شود. ولی در کشورهای در حال توسعه که تحولات اقتصادی آهنگ شتابزده و ناهمگون دارد و شهرها درگیر رشد شتابان و غیر قابل کنترل است، میانگین عمر مسکن تابع چگونگی روند توسعه به شرح زیر خواهد بود :

- روند رشد جمعیت و چگونگی افزایش تراکم نسبت به اراضی

- روند تغییرات ارزشی زمین های شهری
- روند تغییرات سیستم کاربری اراضی شهری
- روند تغییرات اجتماعی و نوخواهی شهر وندان
- روند تغییرات اقتصادی و سهم مسکن از درآمد
- روند تغییرات تکنولوژیکی و سیستم های نوین ساخت

زمان دوره سکونت در واحدهای مسکونی به سرعت در حال کاهش است به گونه ای که روند تحرکات خانوار به سبب توسعه شتابان شهری شدت گرفته است و خانواده شهری برای سکونت دائم خود مسکن انتخاب نمی کند، بلکه مشتاق فروش بهتر آن درآینده است. از این رو مسکن شهری باید در خور توان اقتصادی و اجتماعی جامعه باشد و پایایی و استحکام آنها نیز تابع ضوابط و مقررات عمومی گردد. بنابراین عمر ساختمان های مسکونی بدون در نظر گرفتن سیستم سازه ضریبی از دوره سکونت است. طول زمان دوره سکونت نیز برحسب چگونگی روند توسعه تغییر می کند. به طور میانگین عمر سکونت واحدهای مسکونی با توجه به شرایط حاضر باید نه چندان طولانی و نه کوتاه مانند بناهای مسکونی موجود باشد. پیش بینی ۳۰ تا ۵۰ سال عمر برای عملکرد سکونتی واحدهای مسکونی بطور عام بنظر غیر واقع نمی باشد.

۲ - اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات مسکن

نگهداری و تعمیرات همانگونه که در بخش صنعت اشاره شد، دو فعالیت قابل تفکیک و مستقل است که در ارتباط مستقیم با هم قرار دارد.

۲ - ۱ نگهداری

نگهداری یا حفاظت بنا شامل کلیه فعالیت‌های مربوط به پرداخت‌ها، نقاشی‌ها، شستشو و نظافت جداره‌های داخلی و خارجی، بازدید و کنترل تاسیسات برق و مکانیک، بازدید و کنترل سیستم‌های حفاظتی و ایمنی بنا مانند سیستم‌های آتش‌نشانی، کلیه سیستم‌های پیش‌گیری و هشدار دهنده و بازدید و کنترل کلیه اتصالات و محل نصب تجهیزات است. یادآور می‌شود که سلامت و پایداری بنا رابطه مستقیم با چگونگی بهره‌برداری از آن دارد و از این رو بهره‌برداری از فضا، تجهیزات و تسهیلات مستلزم رعایت ضوابط و مقررات خواهد بود، به ویژه اگر واحد مسکونی جزئی از یک مجتمع باشد.

۲ - ۲ تعمیرات و مرمت

تعمیرات و مرمت شامل کلیه فعالیت‌های مربوط به انجام اصلاحات و تعویض اجزاء و نوسازی لایه‌های حفاظتی و قسمت‌های فرسوده بنا مانند :

۲ - ۲ - ۱ نوسازی و مرمت پوشش‌های بام و عایق کاری‌های آن

این گونه نوسازی و تعمیرات حداکثر دوبار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی می‌شود. در صورتی که در حال حاضر بام یکی از نقاط ضعف ساختمان‌های مسکونی به حساب می‌آید. با توجه بیشتر به شرایط اقلیمی و دقت در انتخاب مصالح و طراحی و اجرای مناسب جزئیات، تعمیرات را به دوبار در طول عمر ساختمان کاهش خواهد داد. تعمیرات و نوسازی بام شامل تعویض یا ترمیم اساسی عایق کاری رطوبتی و پوشش نهایی بام، آبروها و ناودانها، دودکش‌ها و هواکش‌ها و دیوارهای جان پناه می‌شود.

۲ - ۲ - ۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه

این گونه نوسازی و مرمت دوبار در طول عمر ساختمان پیش بینی می شود، اگر چه در بیشتر موارد برخلاف این امر است ولی باید سعی کرد تا پایایی مورد نظر را با توجه به امکانات حاضر به وجود آورد. نوسازی و مرمت در این بخش شامل :

- دیوارها از ازاره، بدنه اصلی یا نما تا درپوش انتهایی
- ورودی ها، درگاه، در اصلی بنا و پله
- محوطه، معابر و حصار کشی ها

۲ - ۲ - ۳ نوسازی و مرمت دیوارهای داخلی (غیر باربر) و مرمت سقف ها

این گونه تعمیرات دوبار در طول عمر ساختمان جایز است، مگر نوسازی براساس تغییر عملکردی که ممکن است پیش از موعد مقرر انجام شود. تعمیرات دراین بخش شامل :

- قرنیزها
- زیرسازی دیوارها و سقف ها
- عایق کاری رطوبتی و حرارتی
- سقف های کاذب

۲ - ۲ - ۴ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی وتعویض شیشه های شکسته و کدر

انجام این تعمیرات هر ده سال یک بار قابل پیش بینی است. سلامت و تازگی این اجزا با وجود کوتاهی عمر نقش بسیار مؤثری در آسایش فضای سکونت دارد. نوسازی و مرمت دراین بخش شامل :

- درهای ورودی، درهای داخلی و درهای حفاظ
- پنجره های داخلی و خارجی، توری ها و نرده های حفاظ
- تعویض شیشه های کدر و شکسته
- سایبان ها و کرکره ها
- نورگیرهای سقفی

۲ - ۲ - ۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب و فاضلاب

انجام این گونه نوسازی و تعمیرات دوبار در طول عمر ساختمان قابل پیش بینی است. در شرایط حاضر به علت ضعف اجرایی و دیدگاه کوتاه مدت نسبت به تولید مسکن، سیستم آب و فاضلاب یکی از نقاط ضعف ساختمان ها شده است. در صورتی که با کنترل بیشتر در انتخاب مصالح و نظارت دقیق در اجرا عمر این سیستم را باید به نرخ پیشنهادی همسان معیارهای بین المللی نزدیک کرد.

۲ - ۲ - ٦ تاسیسات مربوط به برق، سیستم های گرمایشی و سرمایشی و تهویه

انجام تعمیرات و بازسازی درموارد فوق هر ده سال یک بار قابل پیش بینی است. تأسیسات برق و مکانیک در مجموعه های مسکونی به ویژه بناهای بلند مرتبه از اهمیت خاصی برخوردار است. نگهداری و کنترل مستمر و مرتب این سیستم ها امکان طولانی کردن عمر را به بیش از مقدار یاد شده فراهم خواهد کرد. تعمیرات در این بخش شامل :

- شبکه برق و تجهیزات مربوط به آن
- موتور خانه و شبکه توزیع
- سیستم های تهویه و شبکه توزیع
- تجهیزات کنترل کننده و سیستم تنظیم

۲ - ۲ - ۷ تجهیزات و و سایل بهداشتی

انجام تعمیرات، تعویض و بازسازی تجهیزات وسایل بهداشتی در دستشویی ها و حمام ها و آشپزخانه ها دوبار در طول عمر ساختمان پیش بینی می شود. این معیار برخلاف شرایط حاضر باید با نظارت دقیق در اجرا و نصب و انتخاب مناسب تجهیزات و طراحی اصولی به واقعیت بپیوندد. هزینه های نسبتا" سنگین این تجهیزات و نصب و راه اندازی آنها ایجاب می کند که سیستم نگهداری و حفاظت آنها از اهمیت بیشتری برخوردار شود.

۲ - ۲ - ۸ نوسازی و انجام تغییرات در کف ها

نوسازی کلی و تغییر ساختار کف ها حداکثر دوبار در طول عمر ساختمان مجاز است، مگر تغییر

فرش و پوشش های نهایی که دوام فوق را ندارد و مطابق مشخصات فنی ویژه باید پیش بینی شود.

نوسازی و تعمیرات دراین بخش شامل :

- کاشی کاری ها و سرامیک کف
- پوشش های سنگین مانند سنگ، چوب و موزائیک
- ترمیم عایق کاری های کف و دفع رطوبت
- ترمیم و انجام اصلاحات در کانال های کف
- ترمیم و نوسازی سیستم های برق و مکانیک در بخش کف

۲ - ۲ - ۹ نوسازی و انجام تغییرات کلی در مسکن

این گونه نوسازی دو یا چند مورد از اصلاحات بالا را در برمی گیرد که به علت وقفه در عملکرد بنا توصیه می شود بیشتر از یک بار در طول عمر ساختمان پیش بینی نشود.

۲ - ۳ زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

عملیات نگهداری و تعمیرات باتوجه به مطالب ارائه شده در بندهای(۲-۱) و(۲-۲)برای عمر ۳۰ تا ۵۰ ساله بناهای مسکونی با پیشنهاد دوره های مشخصی مطابق جدول (۲-۱) قابل پیش بینی است.

زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

جدول شماره ۲-۱

دوره های پیش بینی شده	شرح عملیات موضوع بند.
یک باردرطول عمرساختمان	موضوع بند(۲-۲-۹)
دوباردرطول عمر ساختمان	موضوع بند(۲-۲-۱)،(۲-۲-۲)،(۲-۲-۳)،(۲-۲-۵)،(۲-۲-۷)،(۲-۲-۸)
هر ده سال یک بار	موضوع بند(۲-۲-۴)، (۲-۲-۶)
هر پنج سال یک بار	نقاشی و پرداخت نماهای داخلی و خارجی و کف ها
بازدیدها سالانه	بازدید و کنترل تاسیسات برق و مکانیک-بازدید وکنترل سیستم های حفاظتی و ایمنی-بازدید و کنترل تجهیزات ووسایل رفاهی بازدیدوکنترل سیستم های روشنایی طبیعی ومصنوعی

۳ - اصول و مبانی ایمنی

۳ - ۱ ایمنی ساختاری

عدم ایمنی ساختاری، شامل جزئیات و نکات ضعفی است که در کالبد ساختمان مسکونی به وجود می آید. این نکات حاصل بی توجهی به عملکرد فضا در مراحل طراحی، انتخاب مصالح و اجرا است. موارد مهم به شرح زیر است :

- لغزندگی
- تیزی ها و زبری ها
- برآمدگی ها و فرورفتگی ها
- دستگیره ها و بازشوها
- شیشه ها
- پرتگاه ها

- لغزندگی

در فضاهای مسکونی از لغزندگی کف ها باید به طور کامل اجتناب ورزید. کف های مسکونی به سه گروه خشک مناسب اطاق ها، نیمه خشک مناسب فضاهای عبوری مانند راهروها و پله ها و خیس مناسب حمام و آشپزخانه تفکیک می شود که ویژگی های هر گروه به شرح زیر است :

- کف های خشک مناسب اطاق ها باید دارای قابلیت های زیر باشد :
  - صداگیر باشد.
  - عایق حرارت باشد.
  - مانع انعکاس نور باشد.
  - بافت نرم داشته باشد.
  - قابل نظافت و بهداشتی باشد.
  - غیرلغزنده باشد.

- کف های نیمه خشک مناسب فضاهای عبوری مانند راهروها و پله ها باید دارای قابلیت های زیر باشد :

- قابل شستشو و بهداشتی باشد.
- مانع جذب آب باشد.
- با دوام و محکم باشد.
- غیر لغزنده باشد.

- کف های خیس مناسب حمام و دستشویی و آشپزخانه باید دارای قابلیت های زیر باشد :
- قابل شستشو و بهداشتی باشد.
- عایق حرارت باشد.
- مانع جذب آب و رطوبت باشد.
- غیر لغزنده باشد.

با توجه به ویژگی های فوق ملاحظه می شود که « لغزندگی کف » به عنوان عامل خطر آفرین در کلیه گروه ها منع شده است.

- در فضاهای خشک با توجه به همسویی ویژگی های مورد نظر در کف، انتخاب مصالح به راحتی امکان پذیر و از تنوع زیادی بهره مند است. بهترین توصیه براساس عملکرد فرشبافت ها است که جوابگوی کلیه ویژگی های پیش بینی شده است. در صورت کاربرد مصالح سخت مانند چوب، سنگ یا غیره باید توجه شود که از کاربرد بی رویه براق کننده ها و روغن های جلا جدا" پرهیز شود و پرداخت کف مطابق مقررات ویژه انجام شود.

- در فضاهای نیمه خشک مصالح کف باید جدا" غیرلغزنده باشد. به ویژه راه پله ها که برای اطمینان بیشتر و تأمین اصطکاک کافی از تجهیزات مقاوم لغزندگی مانند پروفیل های نواری و یا ابزار زدن سنگ پله استفاده شود.

- در فضاهای خیس مصالح کف باید با وجود رطوبت و آب غیرلغزنده باشد. باوجود ناسازگاری ویژگی های مورد نظر در کف با رطوبت و خیسی این فضا، باید موارد زیر مد نظر باشد :
- در کف این گونه فضاها باید کف شور آب پیش بینی شود.
- کف قابلیت شستشوی کامل از مواد چرب، مازاد صابون، لجن و قارچ ها را داشته باشد.
- کف دارای شیب حداکثر ۰/۵ درصد به سمت کف شور بدون رکود آب باشد.

- از کاربرد انواع مواد پرداخت کننده و روغن ها جدا" پرهیز شود.
- از کاربرد مصالح سخت و چرک گیر مانند سنگ های نامناسب و موزائیک پرهیز شود.
- توصیه می شود از کف های نرم مانند انواع پوشش های پلیمری و یا کف های سرامیکی مقاوم لغزندگی در این گونه فضاها استفاده شود.

- تیزی ها و زبری ها

تیزی ها معمولا" به علت بی دقتی در طراحی و ساخت در اجزایی مانند پله ها، دست اندازها، نرده ها و یا دیوارها در فضاهای عبوری ناشی از بیرون زدگی اتصالات سازه بنا ایجاد می شود. زبری ها مربوط است به انتخاب پوشش های نهایی بدون توجه به عملکرد، مانند استفاده از انواع پوشش های تگری یا سیمانی سخت در دیوار اتاق ها و راهروها. مراقبت و توجه به این امر در ساخت فضاهای سکونتی حائز اهمیت است.

- برآمدگی ها و فروفتگی ها

این امر معمولا" در کف ها از سیستم های نعل درگاهی یا پله ها و اختلاف سطح های غیرمتعارف یا دریچه های بازدید، به وجود می آید. در دیوارها برآمدگی اجزایی مانند چهارچوب های در و پنجره، طاقچه ها و رف ها به صورت غیرمتعارف یا ابهام فضایی حاصل از نورپردازی غیرمتعارف سبب حادثه می شود.

- دستگیره ها و بازشوها

انتخاب نوع دستگیره و تعیین محل مناسب نصب آن بر روی درها و پنجره ها به گونه ای که ایمنی لازم را تأمین کند از اهمیت ویژه ای برخوردار است. جهت گشوده شدن درها و پنجره ها و ارتفاع آنها از کف به گونه ای که « سرگیر » نباشد و پیش بینی تمهیدات لازم برای نظافت پنجره ها در طبقات و سپرهای محافظ برای جلوگیری از آسیب های احتمالی به ویژه برای کودکان از مواردی است که با طراحی و اجرای مناسب ایمنی فضای سکونت تأمین می شود.

- شیشه ها

در واحدهای مسکونی در صورت عدم توجه به اصول نصب شیشه ها این مصالح به یکی از اجزا بسیار خطرناک بنا تبدیل می شود. موارد زیر هر کدام به نحو مؤثری در تأمین ایمنی این مصالح برای فضای سکونت مؤثر است :

- ارزیابی محل شیشه خور و پیش بینی مساحت مناسب و حفاظت مطلوب از آن
- محاسبات دقیق مساحت شیشه و ضخامت آن با توجه به شکل قرارگیری (قائم، افقی ومایل)
- ملاحظات محیطی و اقلیمی
- ملاحظات ایمنی از حریق
- رعایت ضوابط و آئین کاربرد
- هماهنگی شیشه با بدنه پنجره یا دیوار و اطمینان از حرکات انبساطی و انقباضی
- ملاحظات ایمنی در کاربرد شیشه در فضاهای داخلی از طریق مکان یابی مناسب با نور پردازی های روشن و مشخص

- پرتگاه ها

در واحدهای مسکونی بالکن ها، پنجره ها، پله ها، تراس ها از موقعیت هایی هستند که آنها را باید به عنوان پرتگاه مورد توجه قرار داد. در این موقعیت ها طراحی جان پناه ایمنی ضروری است. جانپناه باید دارای ارتفاع کافی به عنوان حفاظ ایمنی به ویژه برای تأمین ایمنی کودکان باشد. ارتفاع ۸۵ تا ۱۰۰سانتیمتر برای کف پنجره ها و پله ها و ارتفاع ۱۱۰سانتیمتر برای جانپناه بالکن ها و تراس ها توصیه می شود. در صورتی که ارتفاع کوتاه تر مورد نظر باشد، ایجاد فاصله به گونه ای که به سکو تبدیل نگردد، راه حل مناسبی است. از امتداد سطح شیشه تا کف و ایجاد فصل مشترک با آن با وجود استفاده از شیشه های مقاوم پرهیز شود. از ایجاد اختلاف سطح های کم، که رعایت ضوابط پلکان ضرورت پیدا نمی کند پرهیز شود، در صورت لزوم ملاحظات ایمنی ویژه در طراحی فضایی و جزئیات آن در نظر گرفته شود.

۳ - ۲ ایمنی از حریق

ساختمان های مسکونی در دسته بندی تصرف ها براساس بار محتویات قابل احتراق جزء گروه

تصرف های کم خطر است. این گروه شامل بناهایی است که بار محتویات قابل احتراق آنها تا ۵۰ کیلوگرم در مترمربع زیر بنا است. ضوابط ایمنی در این گونه ساختمان ها شامل موارد زیر :

- محافظت فضاهای داخلی
- محافظت اجزا ساختمانی (درها و پنجره ها، سقف ها و کانال ها، نعل درگاهها...)
- محافظت اعضای سازه ای
- محافظت سقف ها و بام ها
- محافظت راه پله ها، چاه های آسانسور و بازهای قائم
- محافظت موتورخانه
- ضوابط مربوط به راه های خروج
- ضوابط مربوط به تأسیسات برق
- ضوابط مربوط به نازک کاری های داخلی و خارجی
- حفاظت در برابر آذرخش

کلیه موارد فوق مطابق مقررات و دستور العمل های مندرج در نشریات شماره۱۱۱ و۱۱۲ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه خواهد بود.

۳ - ۳ ایمنی در برابر زلزله

آنچه که مربوط به سازه ساختمان های اداری و پیش بینی ضرایب لازم برای حفاظت ساختمان در مقابل زلزله است طبق آئین نامه های مورد تایید مراجع رسمی کشور باید محاسبه و اجراء شود. نکات دیگری که دراین ارتباط از دیدگاه عملکردی باید متذکر شد شامل موارد زیر است :

- دیوارهای داخلی وجدا کننده باید از استحکام کافی برخوردار بوده و در برابر لرزش های ناشی از زلزله پایداری لازم را داشته باشند. سبکی این دیوارها باعث کاهش خطرات آن خواهد شد.
- قفسه ها، کمدها و سایر اشیاء تجهیزاتی که دارای ارتفاع بیش از ۱/۵ متر هستند باید به دیوارها مهار شوند و محل نصب آنها باید قابلیت جذب نیروی ارتعاشی زلزله را تاحد تعیین شده داشته باشد.
- شیشه ها به ویژه در سطوح بزرگ باید انعطاف لازم را با چهارچوب داشته باشند و در صورت شکستن ایجاد خطر نکنند.

- فاصله یا درزهای لازم برای جذب ارتعاشات زلزله با ساختمان‌های مجاور و یا بین فضاهای غیرمتجانس پیش‌بینی شود.
- راههای فرار مطابق ضوابط « ایمنی از حریق » آماده تخلیه ساکنین باشد.
- شبکه‌های گاز و برق دقیقا" مطابق دستورالعمل‌های ایمنی اجرا و نگهداری شود.

۴ محیط زیست و بهداشت ساختمان

۴ - ۱ عایق کاری رطوبتی

عایق رطوبتی به منظور جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت به داخل ساختمان یا نشت آب از قسمت های خیس ساختمان به سایر قسمت ها به کار می رود. طراحی و اجرای عایق کاری امر بسیار دقیقی است که کوچکترین سهل انگاری در آن موجب خسارت و دوباره کاری خواهد شد. عایق کاری در محل هایی مورد نیاز است که به نحوی در معرض آب و باران و یا رطوبت باشد. بام ها، دیوارها، پیش آمدگی های روی دیوارها نظیر، کف پنجره ها و سایبان ها، کف های داخلی مانند کف سرویس های بهداشتی از جمله این محل ها است.

- بام ها

بام ها مستقیما" در معرض باران و برف قرار دارند، که تخلیه آنها از طریق پوشش های عایق شده و به صورت شیب دار یا مسطح و با آبروها انجام می شود. پوشش نهایی بام های شیب دار از ورق های موج دار آهن گالوانیزه، سفال، ورق آزبست یا ورق آلومینیومی است. این مواد خود عایق رطوبتی اند. لیکن اجرا و نصب آنها نیاز به طراحی جزئیات دقیقی دارد که اصول آن برای همه کم و بیش شبیه است. زاویه شیب و جزئیات فنی و اجرایی سقف های شیب دار با توجه به مصالح و شرایط اقلیمی تعیین و طراحی می شود.

در پوشش سقف های مسطح کاربرد عایق های رطوبتی در هر شرایطی الزامی است و محافظت آن با توجه به مشخصات اقلیمی و چگونگی بهره برداری تعیین می شود. شیب بام، تعداد و قطر آبروها باید براساس شدت و چگونگی بارش و مساحت آبگیر محاسبه و در نظرگرفته شود.

در سقف های مسطح جزئیات عایق کاری مجاور جانپناه ها، آبروها، دودکش ها، هواکش ها و کانال های تهویه کولر، دارای اهمیت ویژه است.

- دیوارها

برای جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت به دیوارها پیش بینی یک لایه یکپارچه عایق رطوبت در ترازی مناسب بین کرسی چینی و دیوارها الزامی است. این لایه عایق از سمت بیرون باید در ترازی بالای سطح ترشح آب به دیوار یا ارتفاع نفوذ برف باشد و از سمت داخل باید با توجه به تراز

کف داخلی و پس از پوشش کامل سطح افقی کرسی چینی به سمت داخل خشکه چینی سنگی تا زیر لایه بتنی کف ادامه پیدا کند.

توجه به شرایط اقلیمی محل در تعیین تراز مناسب عایق کاری به خصوص از سمت بیرون حائز اهمیت است. در سمت نما تا ارتفاع عایق کاری پوشش دیوار با مصالح مقاوم در برابر شرایط محیطی و آسیب های احتمالی ضروری است. انتهای لبه عایق کاری نیز در سمت نما باید به نحو مناسبی درز گرفته و مهر شود.

نمای خارجی دیوارها نیاز به عایق کاری رطوبتی ندارد، مگر مناطق اقلیمی که دارای کج باران باشد. در این شرایط جبهه های مقابل باد و باران باید از مصالح مقاوم آب و رطوبت پوشش شود.

نمای داخلی دیوارها نیز نیاز به عایق کاری رطوبتی ندارد، مگر دیوارهایی که درمعرض شستشو و ریزش مداوم آب باشد. در شرایط فوق دیوارها علاوه بر عایق کاری رطوبتی باید دارای پوششی از مصالح مقاوم آب نیز باشد. ارتفاع عایق کاری باید تا حد ارتفاع ریزش مداوم آب به اضافه حداقل ۱۰سانتیمتر ضریب اطمینان ادامه پیدا کند. عایق کاری در طبقات بالاتر از همکف نیز ضروری خواهد بود.

- پیش آمدگی های روی دیوارها

منظور از پیش آمدگی های روی دیوار، کف پنجره، سایبان، هره یا مشابه آن است. دراین موارد سطوح افقی پیش آمدگی ها در معرض مستقیم بارش باران و برف قرار دارند، لذا با توجه به شرایط اقلیمی باید برای جلوگیری از نفوذ رطوبت و تخلیه آب باران و برف پیش بینی های لازم صورت گیرد. توجه به نکات زیر در هر شرایطی ضروری است :

- پوشش نهایی کلیه پیش آمدگی ها باید مقاوم در برابر نفوذ آب و با شیب کافی به سمت خارج باشد.
- کلیه پیش آمدگی ها باید ضمن هدایت آب به خارج، دارای آبچکان در فاصله مناسب برای تخلیه آب به بیرون باشد. به گونه ای که ریزش آب نمای دیوار را کثیف نکند و به آن آسیب نرساند

- کف ها

کف های مستقر در روی زمین طبیعی یکی از راههای نفوذ رطوبت است که شدت آن با توجه به شرایط اقلیمی تغییر می کند.

- در طبقات همکف خانه های مسکونی رطوبت کف همواره از مسائلی است که باید با توجه به شرایط اقلیمی راه حل مناسب را برای آن پیش بینی کرد. در محل هایی که سطح آبهای زیرزمینی پائین است کف سازی را می توان با زیرسازی محدودی از مخلوط رودخانه ای و لایه ای از بتن روی آن انجام داده و پاسخ مناسب را نیز دریافت نمود. این جزئیات برای مناطقی که سطح آبهای زیرزمینی آن بالا است با بالا بردن تراز کف و اضافه کردن حجم و ضخامت سنگ های شکسته و لایه ضخیم تر بتن انجام می شود. در شرایط حاد اقلیمی و مواقعی که پوشش های حساس به رطوبت برای کف پیش بینی می شود باید از لایه عایق رطوبتی، با هماهنگی با سیستم عایق کاری کل بنا، استفاده شود.

- در کلیه کف هایی که در معرض ریزش مداوم آب قرار دارد مانند سرویس های بهداشتی و فضاهای شستشو، عایق کاری رطوبتی توصیه می شود. دراین گونه کف ها شیب بندی و امکان تخلیه آب از روی کف و همچنین از روی لایه عایق رطوبتی در زیرکف باید در نظر گرفته شود. پوشش نهایی نیز باید از مصالح مقاوم و قابل شستشو مانند انواع سرامیک، کاشی های کف و یا سنگ مناسب باشد. یادآوری می شود که عایق کاری در طبقات بالاتر نیز ضروری خواهد بود.

۴ - ۲ عایق کاری حرارتی

عایق کاری حرارتی در ساختمان های مسکونی هزینه های گرمایشی و برودتی را کاهش می دهد. علاوه برآن کاهش مصرف سوخت وآلودگی هوا را نیز در بر خواهد داشت. با توجه به موارد فوق این امر یک ضرورت زیست محیطی و اقتصادی است که با به کار بردن مصالحی با ضریب تبادل حرارتی پائین و در موقعیت هایی که بیشتر در معرض گرما و سرمای محیط بیرون هستند می توان بدان دست یافت.

- بام ها

بام ها مهم ترین بخش ساختمان از جهت تبادل حرارت است. این بخش از ساختمان همواره در معرض تابش خورشید، ریزش برف، باران و باد است و به همین دلیل عایق کردن آنها در مقابل تبادل سریع حرارت تأثیر زیادی در حفظ حرارت داخل ساختمان دارد. در ساختمان های مسکونی با سقف مسطح استفاده از شیوه های متداول پوشش، نظیر سقف های طاق ضربی آجری، تیرچه بلوک ویا بلوک های توخالی پیش ساخته به اضافه شیب بندی روی آن عایق مناسبی برای اقلیم های معتدل است. این گونه سقف ها در

مناطق بسیار سرد و یا گرم نیاز به عایق حرارتی اضافه دارند تا ضریب تبادل آن کاهش یابد. استفاده از عایق های فشردهٔ پلیمری، چوبی و غیره که بتوان آنها را روی عایق رطوبتی فرش نمود کمک زیادی به کاهش ضریب تبادل حرارت خواهد کرد. در سقف های شیب دار استفاده از لایه های پشم سنگ، پشم شیشه، پلاستوفوم و پلی اورتان و همچنین با استفاده از پوشش سقف کاذب می توان به ضریب تبادل حرارتی مطلوب دست یافت.

- دیوارها

در ساختمان های مسکونی دیوارها در صورتی که با ضخامت مناسب ساخته شوند خود عایق حرارتی مطلوبی خواهند بود. لیکن امروزه به دلیل کاهش نقش دیوارها در سازهٔ ساختمان و رایج شدن سیستم اسکلت، ضخامت دیوارها تقلیل یافته و در مقابل ضریب تبادل حرارتی آنها افزایش یافته است. اگر چه با استفاده از بلوک های توخالی تاحدودی این معایب جبران شده است، لیکن کاربرد دیوارهای توخالی با ضخامت کم را فقط برای مناطق معتدل می توان کافی دانست. درمناطق بسیار سرد یا گرم استفاده از دیوارهای دولایه می تواند کمک مؤثری دراین امر نماید. پر کردن فضای خالی دیوار با عایق های حرارتی در این گونه مناطق ضریب تبادل حرارتی را به شدت کاهش می دهد و دیوارهای با قابلیت زیاد ایجاد می کند.

- کف ها

خانه های مسکونی مناطق معتدل کمتر نیاز به عایق حرارتی کف دارند خاک و تودهٔ عظیم زیر آن راه نفوذ سرما و گرما را از این قسمت مسدود نموده است. در مناطق بسیار سرد یا گرم در صورت نیاز استفاده از کف پوش های عایق حرارت مانند انواع کف پوش های پلیمری، چوب و غیره توصیه می شود.

۴ - ۳ عایق های صوتی

سروصدا و آلودگی صوتی از عوامل مضر و ناخوشایندی است که وجود آن در مجاورت خانه های مسکونی موجب سلب آسایش ساکنین و ایجاد مزاحمت برای آنها خواهد بود. در شرایط امروزی که در شهرهای پر ازدحام با وجود وسایط نقلیه سروصدای زیادی ایجاد می گردد، پیش بینی تدابیری که

میزان سروصداها را کاهش دهد یک ضرورت است. دیوارها و پوشش سقف در صورتی که با ضخامت مناسبی ساخته شده باشد عایق صوتی مناسبی خواهند بود، لیکن در شرایط حاضر دیوارهای غیرباربر بمنظور سبکی ساختمان با ضخامت کم ساخته می شوند و این امر موجب کم شدن توان و کاهش صوتی آنها می گردد. بمنظور جبران این امر استفاده از بلوک های توخالی، متخلخل و اسفنجی و اندودهایی که به این امر کمک نماید توصیه می شود. پنجره ها و کلیه بازشوهای رو به منابع سروصدا عامل مهمی در انتقال آن به داخل خانه هستند. دو جداره کردن شیشه ها و درزبندی مناسب کمک بسیار زیادی به کاهش سروصدا از طریق پنجره ها خواهد نمود.

نکات قابل توجه در تعدیل سروصدا عبارتند از :

- انتخاب مصالح مناسب و جاذب صدا در مواضعی که در معرض سروصدا قرار دارند.
- کاهش بازشوها و پنجره ها در سمتی که کانون سروصدا قرار دارد.
- دو جداره کردن شیشه ها
- محوطه سازی و ایجاد موانع عایق سروصدا

۴ - ۴ بهداشت فضاهای ویژه

منظور از فضاهای ویژه در خانه های مسکونی فضاهایی نظیر آشپزخانه، سرویس های بهداشتی، حمام و نظایر آن است که به دلیل نوع عملکردشان امکان آلودگی و غیربهداشتی شدن آنها وجود دارد.

- سرویس های بهداشتی

در سرویس های بهداشتی منازل توجه به اجرای دقیق لوله کشی و تجهیزات آن و رعایت کلیه نکات فنی که باعث دوام، طول عمر و بهداشتی شدن شبکه آب و فاضلاب می شود مورد نظر است . کاشی کاری و عایق زیر آن نیز از اهمیت بسیاری برخوردار است. عایق کاری باید بسیار دقیق اجرا شود تا برای سالیان متمادی از نفوذ آب به فضاهای مجاور خود که باعث غیربهداشتی شدن محیط می شود جلوگیری نماید. کاشی ها باید از نوع براق و لعابدار و تا ارتفاع لازم با کمترین فاصله درز و به صورت مسطح چیده شود و امکان رکود آب در درزها وجود نداشته باشد. در لبه ها، نبش ها و کنج ها تا حد امکان از کاشی های ویژه لبه و ازاره استفاده شود. در کف ها پیش بینی شیب و تخلیه سریع آب به آبروها از اهمیت ویژه ای برخوردار است . سرامیک و کاشی های انتخابی کف

باید مقاوم، غیر لغزنده و قابل شستشو با مواد ضد عفونی کننده باشد. کاشی کاری کف باحداقل فاصله (درز) به صورت کاملا" مسطح به گونه ای که امکان تجمع آب نباشد، باید چیده شود. دراین فضا علاوه بر سیستم دفع آب، عایق کاری رطوبتی، سیستم روشنایی و تهویه نیز بسیار اهمیت دارد.

نصب تجهیزات و سرویس های بهداشتی حائز اهمیت است. اتصال و آب بندی مواد غیرهم جنس نیاز به دقت در اجرا دارد. در نصب توالت های ایرانی حذف فاصله بین انتهای کاسه و شترگلو علاوه بر کاهش تعداد اتصال و تامین نمای بهتر، مانع انتشار بو نیز خواهد شد. سیفون و متعلقات آن باید از نوع خوب و با دوام انتخاب و نصب شود.

- حمام

کلیه موارد اشاره شده در سرویس های بهداشتی درمورد حمام نیز صادق است. در حمام ها عایق کاری در محدوده دوش تا ارتفاع بیشتری ادامه خواهد یافت. عایق کاری قائم و محل خروج لوله ها از داخل آن باید با دقت بیشتری انجام شود.

- آشپزخانه

آشپزخانهٔ منازل از فضاهایی است که اهمیت ویژه ای دارد لذا پیش بینی شرایطی که امکان تمیز و بهداشتی نگه داشتن آن به سهولت میسر باشد باید از اهداف طرح و سازندگان باشد. کلیه نکاتی که درمورد عایق کاری و کاشی کاری سرویس های بهداشتی ذکر شد درمورد آشپزخانه نیز صادق است. در آشپزخانه ها موضوع چربی حاصل از پخت وپز که روی سطوح دیوار می نشیند عاملی است که ضرورت صاف و براق بودن کاشی های بدنه را با کمترین درز بیشتر می نماید. تهویه آشپزخانه از اهمیت ویژه ای برخوردار است تاحدی که باید شدت و جهت جریان هوا تحت کنترل کامل باشد. در این فضا باید جدا" از نفوذ حشرات جلوگیری نمود. دقت در اتصالات و فصل مشترک جداره ها، انجام نازک کاری یک دست و فشرده، نصب توری های محافظ روی دریچه ها امکان نفوذ حشرات را به حداقل خواهد رساند.

۴ - ۵ نازک کاری ها

در خانه های مسکونی نازک کاری مطلوب به ایجاد محیطی بهداشتی و دلپذیر کمک می کند. نگه داری نازک کاری در شرایط مطلوب به خصوص در خانه های پرسکنه امری دشوار است که با پیش بینی هایی می توان دوام آن را بیشتر نمود. استفاده از نبشی های فلزی در گوشه هایی که در معرض ضربه هستند، استفاده از رنگ هایی که امکان نظافت مکرر آن وجود داشته باشد، کاربرد مواد مقاوم و طراحی جزئیاتی که از دوام کافی برخوردار باشند عواملی هستند که می توانند به طولانی شدن زمان تعمیرات کمک نماید. نازک کاری خانه های مسکونی باید دارای ویژگی های زیر باشند :

- قابل نظافت یا شستشو باشد.
- از دوام و استحکام کافی برخوردار باشد.
- جاذب سروصدا باشد.
- دیوارهای داخلی رنگ پذیر باشد.
- سطوح زبر و خشن نداشته باشد.
- کف ها لغزنده نباشد.
- سطوح خاک گیر و غیرقابل دسترس نداشته باشد.

۴ - ٦ ملاحظات همسایگی

امروزه نیاز به تولید انبوه مسکن و محدودیت های اقتصاد و خدمات شهری باعث گردیده تا تراکم و نزدیکی واحدهای مسکونی به نحوی گردد که امکان بروز پاره ای از جنبه های نامطلوب و مزاحم همسایگی شدت یابد. ضوابط ومقرراتی که از طرف سازمان های ذیربط به این منظور تدوین گردیده و اعمال می شود تا حدود زیادی مانع شدت یافتن این گونه مسائل گردیده است لیکن هنوز در جزئیات مسائل متعددی وجود دارد که در صورت کوشش در رفع آنها می توان محیط های مطلوب تری برای زندگی در کنار همسایگان را به وجود آورد.

- نوفه (سرو وصدا)

نوفه یا سروصدا و انتقال آن به واحدهای مجاور در مناطق مسکونی امری است که ضوابط و مقررات ویژه ای برای ممانعت یا کاهش آن تدوین نگردیده است. در مجتمع های مسکونی باید توجه

داشت که اجزا محصورکننده حریم هر خانه به ویژه در سطوحی که با واحدهای مسکونی مجاور مشترک است از ویژگی جنس و ابعاد برخوردار باشد تا حداقل مزاحمت برای هر دو خانه مجاور ایجاد گردد. در فضاها و جداره های داخلی از مصالح جاذب صوت و در سطوح خارجی از مصالح دافع صوت برای کاهش نوفه باید استفاده شود. چهارچوب کلیه بازشوها علاوه بر استحکام سازه ای باید از نظر هوابندی و صدابندی دارای اتصال کامل با دیوار باشد. لنگه درها در داخل چهارچوب ها باید بطور چسب چفت گردد و به این منظور استفاده از نوارهای هوابندی و صدابندی توصیه می شود. در طراحی پنجره ها و شیشه گذاری علاوه بر ملاحظات ایمنی و امنیتی باید به چگونگی عایق بندی نیز توجه شود به گونه ای که با انتخاب ضخامت مناسب (یا دوجداره) و تامین اتصال کامل و قابل انعطاف امکان نفوذ سروصدا را به حداقل رساند.

- دید و اشراف خانه ها بهم

تراکم زیاد ساختمان ها در فضاهای شهری گاه فاصله مناسب بین پنجره ها را به حداقل ممکن کاهش می دهد، این امر به خصوص درموقعیت هایی است که مجموعه های ساختمانی بدون یک طراحی اصولی و بدون رعایت موازین شهرسازی ساخته شده باشند. اگر چه ارگان های ذیربط مقررات و ضوابطی را برای حداقل فاصله بین پنجره های دو خانه تعیین کرده اند، لیکن در صورتی که این مقررات با هوشیاری و ترفندهای طراحی توأم نگردد نتیجه مطلوب حاصل نخواهد شد. اساس طراحی دراین گونه موارد تأمین حداکثر محرمیت هر خانه است لذا طراحی باید به گونه ای باشد که پنجره ها کاملا" روبروی یکدیگر و در فواصل حداقل قرار نگیرند. در نورگیرها که طبقات بالایی امکان دید به داخل خانه های طبقات پائین را دارند تدابیری اندیشیده شود که مانع این امر گردد.

- سیستم ایمنی و امنیتی

این دو فعالیت جدا از هم و همزمان یکسویه هستند. استفاده از سیستم های حفاظت در برابر حریق و بلایای طبیعی نظیر زلزله و سیل همراه با پیش بینی حفاظتی در برابر حملات دشمن و آسیب های عمومی و حفاظت اموال و دارایی های ساکنین از دستبرد و سرقت از مواردی هستند که در طراحی واحدهای مسکونی باید مورد توجه قرار گیرند.

۴ - ۷ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم

خانه های مسکونی همواره در معرض نفوذ حشرات و جانوران هستند و در صورتی که پیش بینی های لازم و مبارزهٔ مستمر با آنها نشود به سرعت تکثیر شده و پی آمدهای غیر بهداشتی آن می تواند فاجعه آفرین گردد. چاه های فاضلاب، لوله ها و کف شورهای مربوط به آن کانال ها، شکاف ها، سوراخ ها و فضاهایی که به راحتی در دسترس نیستند به خصوص در آشپزخانه ها، انبارها و زیرزمین ها می تواند لانه و محل رشد آنها باشد. در ساختمان های مرتفع بالکن ها و پیش آمدگی های سرپوشیده نیز می تواند جای مناسبی برای پرندگانی نظیر کبوتر و گنجشک ها باشد. بستن راههای نفوذ حشرات و جانوران درکلیه جداره ها و پیش بینی دسترسی برای نظافت و سم پاشی آنها و بهره گیری از سیستم های پیشگیری در ساخت و ساز عملا" نفوذ و ادامهٔ حیات این موجودات را ناممکن خواهد کرد.

۵ - ارزیابی اقتصادی و فرهنگی

۵ - ۱ ارزیابی اقتصادی

۵ - ۱ - ۱ هزینه ساخت (سرمایه اولیه)

بطور معمول حجم سرمایه برای تولید مسکن براساس عوامل زیر برآورد و تعیین می شود:

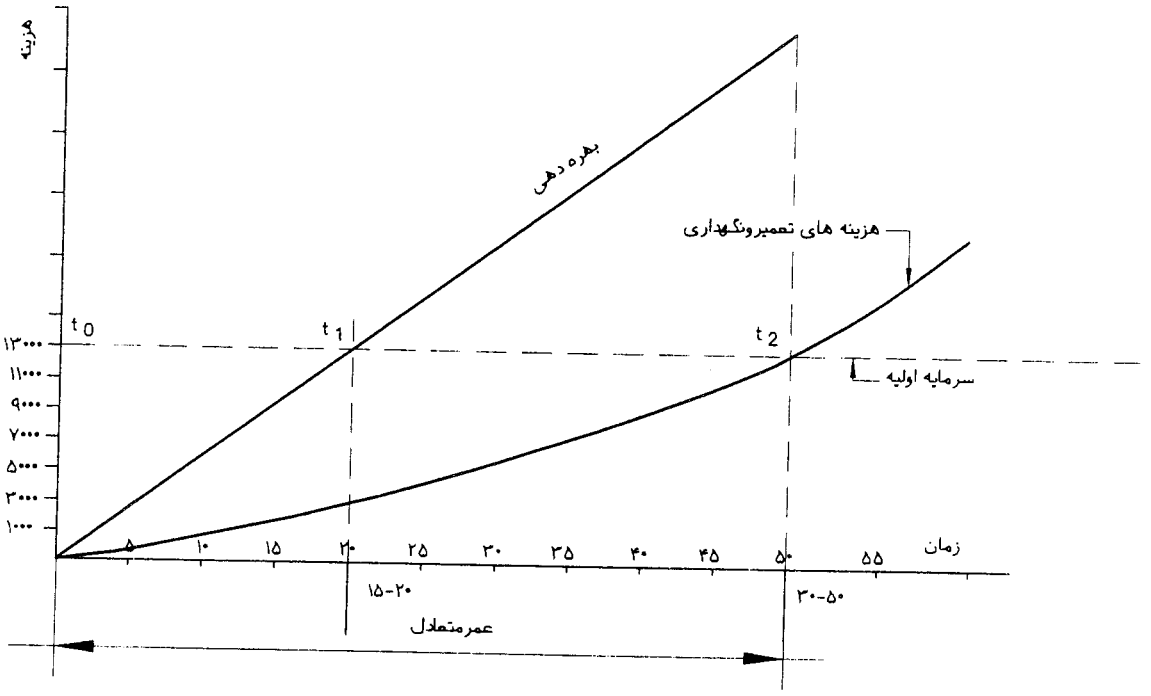
- ارزش موقعیت مکانی در شهر
- مساحت زمین
- مساحت زیربنا
- مصالح و حمل و نقل
- تکنولوژی و نیروی کار
- طراحی و مدیریت پروژه
- ملاحظات محیطی و در مقیاس کلان

در حال حاضر موقعیت مکانی و مساحت زمین بیشترین سهم از سرمایه اولیه را به خود اختصاص می دهد که ارزش ریالی آن مربوط است به کم و کیف تأسیسات و امکانات شهری. سرمایه گذاران این بخش برای کاهش این سهم تعیین کننده از سرمایه اولیه معمولا" گرایش به انتخاب اراضی بکر با کمترین تأسیسات و امکانات شهری دارند. در صورتی که این سهم تعیین کننده که شامل تأسیسات زیربنایی و تأسیسات خدماتی و رفاهی است (با کمی اختلاف ریالی در اثر ویژگی های متفاوت فرهنگی و اجتماعی) اگرچه با تأخیر زمانی ولی به هر حال از درآمد ملی پرداخت خواهد شد. از طرفی دیگر باید توجه داشت که کاهش سرمایه اولیه تولید مسکن، باید جدای از پایایی و پایداری بنا که یک ویژگی فنی و مهندسی است، پیش بینی شود. بناهای مسکونی درهر گروه سازه ای مانند ماسونری، اسکلت فلزی و غیره باید دارای عمر و استحکام یکسان باشد، به گونه ای که ضوابط انتخاب مصالح، تکنولوژی و نیروی کار و طراحی و مدیریت پروژه در کلیه کارگاه ها از ارزش نسبی یکسانی برخوردار باشد. بنابراین کاهش سرمایه اولیه به طور مؤثر منحصرا" از طریق « ملاحظات محیطی و در مقیاس کلان » در قالب برنامه توسعه و عمران امکان پذیر خواهد بود. بطور نمونه، مشابه سازی یا تولید انبوه مانند بخش صنعت همراه با بهره برداری کامل از فضا و در قالب «برنامه توسعه و عمران ملی» در بخش ساختمان نیز می تواند

از عوامل بسیار مؤثر در صرفه جویی میزان سرمایه این بخش باشد. تولید تیپ در بخش ساختمان مانند تولیدات صنعتی از نظر طراحی مهندسی ومدیریت اجرا از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کنترل و ترکیب مصالح با شناخت کامل از ویژگی های آنها به گونه ای که قابلیت تولید امکان پذیر باشد، نیاز به اطلاعات کامل و دقیق از مشخصات و معیارهای ساخت و ساز دارد. از این رو جزئیات هرچه ساده تر، با کمترین تنوع مصالح و با بیشترین ملاحظات فنی باشد، موفق تر خواهد بود.

۵ - ۱ - ۲ پایایی یا عمر واحدهای مسکونی

با توجه به چگونگی روند سرمایه گذاری و تولید انبوه واحدهای مسکونی، عملکرد و ویژگی سکونت نیز تغییر پیدا می کند. به گونه ای که مسکن در دوره های مختلف زندگی شهروندان به صورت های مختلف باید پیش بینی شود، مانند خوابگاه های دانشجویی، مجموعه های مجردی اداری، مجموعه های آپارتمانی کوچک، مجموعه های مسکونی با تراکم کم که هر یک دوره زمانی محدودی از سکونت شهروند یا خانواده را تأمین می کند. از این رو پیش بینی واحدهای مسکونی با قابلیت تنوع برای سکونت شهروند از ابتداء تا انتها در سیستم تولید انبوه امکان پذیر نخواهد بود. بنابراین با سیستم تولید انبوه و تیپ واحدهای مسکونی از انحصار یک خانواده خارج و به صراحت به عنوان سرمایه های ملی به حساب خواهد آمد. در پی آن عمر ساختمان نیز از اختیار افراد خارج و در اختیار سازمان یا نهادهای مسئول مانند شهرداری ها قرار می گیرد که با ارزیابی از هزینه های نگهداری، ارزش زمین، کم و کیف عملکرد، موقعیت شهری و بودجه عمرانی تعیین می شود. نمودار شماره (۵-۱) عوامل مؤثر در عمر ساختمان را نشان می دهد.



نمودار ۵ - ۱

t_1 نقطه سربه سری سرمایه اولیه با میزان بهره دهی بنا است. از تاریخ t_1 بنا شروع به بهره دهی می کند تا زمان t_2 که هزینه های نگهداری برابر حجم سرمایه اولیه می شود. از تاریخ t_2 هزینه های نگهداری با شدت بیشتری افزایش پیدا می کند. بنابراین در مقطع زمانی t_2 عمر مفید بنا پایان می پذیرد. با توجه به روند توسعه و تغییرات اجتماعی و اقتصادی حدود ۳۰ تا ۵۰ سال عمر مفید (از دیدگاه اقتصادی) برای ساختمان های مسکونی پیش بینی می شود.

۵ - ۱ - ۳ هزینه های نگهداری و تعمیرات

در کلیه موارد هزینه های نگهداری، نوسازی و تعمیرات باید متناسب با سرمایه اولیه و قابل توجیه باشد. مقدار هزینه های این فعالیت با عوامل تعیین کننده زیر رابطه مستقیم دارد که با برآورد دقیق و پیش بینی های لازم نرخ بهینه هزینه در هر مورد قابل محاسبه می شود.

- عمر ساختمان

عمر ساختمان یکی از عوامل مؤثر در تعیین میزان عملیات نگهداری و تعمیرات است به گونه ای که عمر طولانی تر خدمات نگهداری و حفاظت بیشتری را طلب می کند. در مقابل افزایش

بی رویه عملیات تعمیرات و مرمت الزاما" سبب افزایش عمر مفید ساختمان نخواهد بود، زیرا که کل هزینه تعمیرات باید با میزان سرمایه اولیه ساخت تناسب لازم را داشته باشد.

- عملکرد و مکانیزم بهره برداری

ساختمان های مسکونی دارای عملکرد مشخص و معین و دراکثر موارد یکسان است. مگر موقعیت استقرار و تجمع آنها که موجب بروز ویژگی می شود. ساختمان های مسکونی به صورت مجموعه های متمرکز، گسترده و تک واحدی پیش بینی می شود که سیستم نگهداری و تعمیرات براساس این ویژگی تنظیم و با نرخ بهره برداری باید مطابقت داشته باشد. شیوه های نوین زندگی مانند بهره برداری از خوابگاه ها و سکونتگاه های موقت با تمرکز تسهیلات رفاهی مشترک در فضای واحد، ضمن صرفه جویی در فضا و تجهیزات، میزان خدمات نگهداری و حفاظت بنا را نیز کاهش خواهد داد .

- سیستم مدیریت و اداره ساختمان

سیستم اداره ساختمان یکی از مؤثرترین عوامل نگهداری و حفاظت بنا است. به گونه ای که با تنظیم برنامه ویژه و تخصیص بودجه سالیانه و دراز مدت و اجرای منظم عملیات نوسازی و حفاظت، میزان هزینه ها در طول عمر بنا بطور قابل ملاحظه ای کاهش پیدا می کند. مطابقت و سازگاری فعالیت ها با فضاهای مربوط به خود و شرایط کالبدی آنها، یکی دیگر از عوامل کاهش هزینه ها است. ملاحظات بودجه بندی سالیانه در قالب برنامه کلی و دراز مدت، شرایط مناسب تصمیم گیری را برای فعالیت های نگهداری و تعمیرات فراهم خواهد کرد.

- اندازه و کالبد بنا

ابعاد و اندازه کمی ساختمان مسکونی رابطه مستقیم با هزینه های نگهداری و تعمیرات ساختمان دارد. ساختمان مسکونی با زیربنای زیادتر هزینه های بیشتری را نیاز خواهد داشت، اما این افزایش نسبت ثابتی ندارد. بگونه ای که افزایش هزینه نسبت مستقیمی است که میزان بهینه آن به عوامل متعدد و مؤثر دیگری مانند، سیستم مدیریت، عملکرد، مکانیزم بهره برداری، شرایط محیطی و نیروی کار نیز وابسته است. امکان تجهیز بنا با وسایل نوین رفاهی و تأسیسات مکانیکی و قابلیت تطبیق فضاهای داخلی با شیوه های نوین زندگی، علاوه براین که امکان بهره برداری و عمر

مفید بنا را بطور قابل ملاحظه ای افزایش می دهد، هزینه های نوسازی و مرمت بنا را نیزکاهش خواهد داد.

- شرایط محیطی و اقلیم

شرایط محیطی و اقلیمی یکی از عوامل مؤثر در تعیین نرخ هزینه های نگهداری و تعمیرات است. مناطق سخت از نظر اقلیمی و شرایط محیطی، دشواری های متعددی به بار خواهد آورد که مقابله با آنها مستلزم صرف هزینه است. از این رو شرایط اقلیمی و محیطی یکی از عوامل مؤثر در تعیین هزینه های نگهداری و تعمیرات است که باید در برنامه کلی منظور شود.

۵ - ۲ ارزیابی اجتماعی و فرهنگی

۵ - ۲ - ۱ پایایی یا عمر بنا

بناهای مسکونی علاوه برارزش های اقتصادی و فنی دارای ارزش های اجتماعی و فرهنگی هستند. به گونه ای که این ارزش ها ماندگار بوده و به راحتی قابل تغییر نیستند. از طرف دیگر بهره برداری مطلوب از فضای سکونت نیاز به یکسانی ارزش های ساکن با محل سکونت دارد. در حالی که ارزش های اجتماعی و فرهنگی در دوران اخیر دستخوش تغییرات گردیده است و گروه های اجتماعی دیدگاه های متفاوتی نسبت به چگونگی سکونت پیدا کرده اند. خانه سنتی که چند نسل از یک خانواده را در خود جای می داد، اکنون تقریبا" قابلیت خود را از دست داده و سکونتگاه خانواده های مختلف شده است.

عمر اجتماعی و فرهنگی مسکن محدود به « دوره سکونت » یک خانواده است. مدت این دوره به مرور زمان در حال کاهش و در مقابل تعداد آن رو به افزایش است. این معیار در مناطق مختلف کشور در محله های مختلف شهر بسیار متفاوت و در حال تغییر است. در هر حال عمر اقتصادی بنا ضریبی از دوره های سکونت است که حدودا" به ۵۰ سال محدود می شود.

۵ - ۲ - ۲ تغییر و تحولات اجتماعی و سیستم های نوین زندگی

سیستم های نوین زندگی حاصل روند تکنولوژی معاصر است که بتدریج شکل سکونت را دگرگون می کند. در شرایط رشد و توسعه، ارزش های شهرنشینی و جذابیت آن، رشد دامنه خدمات اجتماعی و رفاهی، تجهیزات نوین زندگی، ملاحظات اقتصادی و اشتغال از عواملی هستند که تحرکات

جمعیتی را در سطوح مختلف جامعه شدت می دهد. تولد گروه های جدید اجتماعی، پرش ها و جابجایی در قشرهای اجتماعی از پدیده های حاصل این تحولات است. این پدیده ها، محرک بسیار قوی برای تغییر شکل سکونت می شود و گروه های اجتماعی در پی مناسبات نو در صدد نوسازی محل سکونت خود برمی آیند. در این شرایط نیاز به تولید مسکن شهری رشد شتابان می یابد که روند تولید آن با روند توسعه ملی باید سازگار و قابل کنترل به سود جامعه باشد. تخریب و بازسازی واحدهای مسکونی نیز باید با ارزیابی جامع و خارج از منافع صرفا" خصوصی افراد صورت گیرد.

بمنظور جلوگیری از اتلاف منابع وسرمایه های ملی دراین « دوران گذر » باید ضوابط و مقرراتی برای هدایت این روند تدوین شود، تا سرمایه گذاری ها با توجه به ابعاد اقتصادی و فنی و ملاحظات اجتماعی و فرهنگی در دراز مدت مد نظر قرار گیرد.

۵ - ۲ - ۳ تکنولوژی و مسکن

روند تکاملی تکنولوژی جامعه صنعتی، روند تولید مسکن را نیز همزمان تحت تأثیر قرار می دهد. به گونه ای که تولید مصالح ساختمانی از شیوهٔ « درجا » به تولید « پیش ساخته » و عملیات اجرایی از« بنایی »به سمت سیستم نصب گراییده است. یک عنصر مصالح با عملکرد های گوناگون (مانند مصالح گلی با عملکردهای : سازه ای، پوششی، نازک کاری، چسباننده، پر کننده و عایق بند) در حال تجزیه و تفکیک است و مطابق روند توسعه صنعتی، مصالح ویژه برای هر یک از عملکردها تولید و به بازار عرضه می شود. در گذشته « جزئیات ساختمانی » از یک نوع مصالح، بسیار ساده و با هنرمندی ویژه اجرا می شد، در صورتی که در حال حاضر سعی می شود « جزئیات ساختمانی » از ترکیب مصالح مختلف و با مهارت فنی و دانش مهندسی اجراء شود. تجزیه فن ساختمان سازی به رشته های فنی مشخص و تخصصی شدن هریک، از مرحله طراحی تا اجرا موجب افزایش نرخ تولید و کارآیی بهتر جزئیات و عمر آن شده است.

با توجه به سیر تکوین روش های ساخت و افزایش تصاعدی عوامل تأثیرگذار، تدوین ضوابط و مقررات جامع برای طرح، اجرا و مدیریت ساختمان ضرورت پیدا می کند. از طرفی، با توجه به این که، تغییر و تحولات تکنولوژیکی منحصر به زمان مشخصی نیست و در هر مقطع از زمان روش های گوناگون با نسبت هایی که روند توسعه تعیین می کند در حال عمل است، فعالیت های آموزشی و تحقیقاتی در زمینه های مختلف از اهمیت ویژه ای برخوردار می شود.

منابع

۱ - تاریخچه ساختمانهای صنعتی در ایران - شرکت مهندسین مشاور صنعتی ایران - ۱۳۷۲

۲ - تعمیر و نگهداری ساختمان - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن - ۱۳۷۱

۳ - محافظت ساختمان در برابر حریق - معاونت امور فنی ، سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۷۳

۴ - دستورالعمل اجرایی محافظت ساختمانها در برابر آتش سوزی - معاونت امور فنی، سازمان برنامه و بودجه - ۱۳۷۳

۵ - پیش بینی عمر مفید مصالح و اجزاء ساختمان - مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن- ۱۳۶۹

٦ - اصول برنامه ریزی و طراحی شهرک های صنعتی - ترجمه : محمد امین شیبانی - انتشارات سازمان ملل

۷ - ضوابط ساختمانهای صنعتی - شرکت مهندسین مشاور صنعتی ایران - ۱۳۷۳

۸ - بررسی اقتصادی و فنی ساختمانهای صنعتی - مجموعه مقالات آقای مهندس رمضانی - ۱۳٦۰

9 - The Economic of Factory Buildings P.A. Stone London H.M.S.O 1962