

# 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 تپ 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



omoorepeyman.ir

## فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله  
مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیب ساختمانی / معاونت امور فنی، دفتر امور  
فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور،  
معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۵، ۱۳۷۷.  
۳. ج. در ۶ مجلد: مصور + یک دیسک فشرده. - (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی،  
تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۱۶۷) (انتشارات سازمان مدیریت و  
برنامه ریزی کشور؛ ۸۵/۰۰/۷۱-۸۵/۰۰/۷۳-۸۵/۰۰/۱۱۲-۸۵/۰۰/۱۱۴-۸۵/۰۰/۷۱)

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 تیب  
راهنمای نصب و استفاده از نرم افزار. - ب. ۱. نقشههای جزئیات تیب برای ساختمانهای مسکونی با سازه بتایی  
(ماسونری). - ب. ۲. نقشههای جزئیات تیب برای ساختمانهای مسکونی و اداری با سازه فولادی یا بتنی. -  
ب. ۳. نقشههای جزئیات تیب برای ساختمانهای صنعتی با سازه فولادی

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

۱۳۸۵ ش. ۱۶۷ / ۲ س / TA ۳۶۸

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

شابک ۸۰۱-۰-۴۲۵-۹۶۴

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

تهیه کننده: معاونت امور فنی. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله  
ناشر: سازمان مدیریت و برنامه ریزی 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

شماره: ۱۰۲/۶۸۴۰-۵۴/۶۳۲۵ تاریخ: ۷۶/۱۱/۱۵	به: تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور
موضوع: مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی	
<p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از نوع <b>دوم</b> مذکور در ماده هفت آئین نامه در <b>یک</b> صفحه صادر میگردد.</p> <p>تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین نامه در مورد این دستورالعمل <b>۱۳۷۷/۳/۱</b> میباشد.</p> <p>به پیوست نشریه شماره ۱۶۷ (مجموعه ای شامل سه جلد) دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان "مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی" ابلاغ می گردد.</p> <p>دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور می توانند مفاد نشریه مذکور و دستورالعمل های مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرحهای عمرانی مورد استفاده قرار دهند.</p>	
<p>محمدعلی نجفی معاون رئیس جمهوری و رئیس سازمان برنامه و بودجه</p>	



## آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی

مصوبه ۱۳۵۲/۴/۳۰ هیات وزیران

### محل 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 تامین آسایش انسان

روش های ساخت و تکنولوژی ساختمان

فصل اول - روش های متداول دستی و سنتی ساختمان

فصل دوم - بررسی تکنولوژی صنعتی و نیمه 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 و عمل آوردن مصالح ساختمانی در کارگاه

### 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 و اجرای سازه های با مصالح بنایی
- فصل چهارم - ویژگی های اقلیمی برای انواع ساختمان های بنایی
- فصل پنجم - ایمنی ساختمان های با مصالح بنایی در برابر 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 هر بنا، 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 به گونه 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 گسترده‌تری 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 تیرپ

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 محمدمتقی 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 مؤده 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 روری ساختمانها را فراهم ساخته باشد. در



پایان انتظار می‌رود، 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





 omorepeyman.ir

## ویژگیهای ساختاری ابنیه



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

### ضوابط عمومی ساختمان های بتنی

#### فصل اول - کلیات و مصالح

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



## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

۱۳-۴	فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های بتن آرمه
۱۳-۴	۱-۲ تیپ بندی انواع ساختمان های بتنی از نقطه نظر سازه ای
۱۳-۴	۱-۱-۲ مقدمه
۱۳-۴	۲-۱-۲ سازه های بتنی با قاب های خمشی
۱۵-۴	۳-۱-۲ سازه های بتنی با قاب های ساده و دیوار برشی
۱۶-۴	۴-۱-۲ سازه های با قاب خمشی و دیوار برشی
۱۸-۴	۵-۱-۲ مقایسه انواع سازه ها
۱۸-۴	۲-۲ رده بندی انواع ساخت بتن از نظر اجرایی
۱۸-۴	۱-۲-۲ مقدمه
۱۹-۴	۲-۲-۲ رده بندی و مراحل اجرای بتن درجا
۲۰-۴	۳-۲-۲ مراحل اجرای بتن آماده
۲۱-۴	۴-۲-۲ شوت
۲۱-۴	۵-۲-۲ جام و جرثقیل
۲۲-۴	۶-۲-۲ تسهه نقاله
۲۲-۴	۷-۲-۲ پمپ بتن
۲۴-۴	۸-۲-۲ قیف و لوله

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

۲۵-۴	۱-۳ مقدمه
۲۶-۴	۲-۳ ضوابط سازه ای
۲۶-۴	۱-۲-۳ جزئیات آرماتورگذاری
۳۵-۴	۲-۲-۳ جزئیات درزهای ساختمانی



## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

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



## فهرست مطالب

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



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۹۰-۴	۲-۳-۷ مقایسه اقتصادی

### ضوابط عمومی ساختمان های فولادی

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



## فهرست مطالب

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



## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

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



## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

۱۶۳-۴	۲-۱-۵	انواع سازه های مقاوم فولادی در برابر زلزله
۱۶۷-۴	۳-۱-۵	دیافراگم
۱۶۸-۴	۴-۱-۵	انواع مهاربندها (بادبندها)
۱۷۰-۴	۲-۵	ایمنی در برابر حریق
۱۷۰-۴	۱-۲-۵	مقدمه
۱۷۱-۴	۲-۲-۵	اندوهای افشانه ای
۱۷۲-۴	۳-۲-۵	پوشش های ورقه ای
۱۷۵-۴	۴-۲-۵	پوشش های پیش ساخته
۱۷۵-۴	۵-۲-۵	اندوهای متورم شونده (پفی)
۱۷۶-۴	۶-۲-۵	اندود و راییتس
۱۷۷-۴	۷-۲-۵	پوشش بتنی، آجری یا بلوکی
۱۷۸-۴	۸-۲-۵	حفاظت پروفیل های خالی در برابر حریق

### فصل ششم - ترمیم و نگهداری سازه های فولادی

۱۷۹-۴	۱-۶	مقدمه
۱۷۹-۴	۲-۶	ترمیم قاب ها
۱۸۰-۴	۱-۲-۶	طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت خمشی تیرها یا ستون ها
۱۸۳-۴	۲-۲-۶	طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت برشی
۱۸۳-۴	۳-۲-۶	روش های کاهش تغییر مکان سازه ها

۱۸۵-۴



### فصل هفتم - بررسی فنی و اقتصادی

۱-۷ قابلیت های فولاد

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۸۶-۴	۲-۷ انتخاب سیستم سازه ای مناسب برحسب ارتفاع ساختمان
۱۸۸-۴	۳-۷ عوامل مؤثر در کاهش وزن اجزای سازه ای
۱۸۹-۴	۴-۷ ارزیابی اجرایی
۱۸۹-۴	۱-۴-۷ عوامل مؤثر در هزینه سازه های فولادی
۱۹۰-۴	۲-۴-۷ مقایسه اقتصادی سازه های با مهاربند و خمشی
۱۹۰-۴	۳-۴-۷ سهم سازه ای از هزینه کل طرح
۱۹۰-۴	۴-۴-۷ انتخاب سیستم سازه ای

## ضوابط عمومی سازه های با مصالح بنایی

۱۹۲-۴	فصل اول - خواص مصالح مورد استفاده در ساختمانهای بنایی
۱۹۲-۴	۱-۱ مقدمه
۱۹۳-۴	۲-۱ انواع مصالح ساختمانی
۱۹۳-۴	۱-۲-۱ خاک رس
۱۹۴-۴	۲-۲-۱ ماسه
۱۹۵-۴	۳-۲-۱ آهک ساختمانی
۱۹۵-۴	۳-۱ انواع عناصر یا بلوک های بنایی
۱۹۵-۴	۱-۳-۱ آجر
۱۹۶-۴	۲-۳-۱ آجرهای ماسه آهکی
۱۹۹-۴	۳-۳-۱ بلوک های بتنی
۲۰۱-۴	۳-۴-۱ سنگ های ساختمانی
۲۰۲-۴	۴-۱ ملات ها



## فهرست مطالب

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



## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

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



## فهرست مطالب

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



## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

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





## ضوابط عمومی ساختمان های بتنی





 [omorepeyman.ir](http://omorepeyman.ir)

## 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، احتمالاً "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 رو است 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. ضمناً، فرض برآن بوده است که مطالب این نوشتار بیشتر مورد بهره برداری در طراحی و اجرای جزئیات تیپ ساختمانی قرار گیرد.





🌐 omoorepeyman.ir

## فصل اول - کلیات و مصالح

### ۱ - ۱ مصالح بتن

بتن از اختلاط سیمان، سنگدانه و آب به مقدار مناسبی به وجود می‌آید، در بعضی موارد برای تأمین منظوری خاص، مواد افزودنی به آن اضافه می‌شود.

#### ۱ - ۱ - ۱ سیمان

سیمان از مصالح ساختمانی است که وقتی با آب ترکیب شود، حالت خمیری پیدا کرده و به مرور زمان سخت می‌شود. خمیر سیمان به علت داشتن خاصیت چسبندگی، سنگدانه‌ها را سخت در بر گرفته و جسم یکپارچه و مقاومی را به وجود می‌آورد.

سیمان ممکن است طبیعی یا در کارخانه ساخته شده باشد. کیفیت و مشخصات فنی سیمان‌های طبیعی بسیار متفاوت بوده و به همین علت کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهمترین نوع سیمانی که در کارخانه ساخته می‌شود سیمان پرتلند نام دارد (پرتلند نام جزیره‌ای در کانال انگلیس است که سنگ آهکی شبیه بتن ساخته شده با سیمان پرتلند دارد). این نوع سیمان در زمره سیمان‌های هیدرولیکی به شمار می‌آید، یعنی در اثر ترکیب با آب می‌گیرد و سخت می‌شود.

سیمان پرتلند عمدتاً از سیلیکات‌ها و آلومینات‌های آهک تشکیل شده و به پنج نوع زیر تقسیم می‌شود:

#### الف - سیمان پرتلند تیپ (۱)

این نوع سیمان بیشترین مصرف را دارد و به «سیمان معمولی» معروف است و در ساختمان‌های متداول که تدابیر خاصی برای اجرای آنها لازم نیست، به کار می‌رود، نظیر: پیاده‌روها، ملات ساختمان‌های بنایی و ساختمان‌های مسکونی و اداری. به طور کلی 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 نسبتاً 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 (مثلاً یک هفته) مقاومت زیادی کسب می کند و به همین علت به آن «سیمان زودرس» نیز گفته می شود. در مواردی 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 و به 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 برینج نوع سیمان یاد شده، سیمان های ویژه دیگری نیز ساخته می شود که هر یک کاربرد خاصی دارند نظیر:

- سیمان پرتلند آهن گذاری

- سیمان پرتلند سفید

- سیمان پرتلند پوزولانی

- سیمان چاه نفت

۱- برای اطلاع بیشتر در مورد 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  $4/75$  میلیمتر است). نظیر: شن، سنگ شکسته و رویاره 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  $0/149$  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. بر مبنای 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 معمولاً 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. مثلاً دانه های زیر، پولکی و سوزنی نسبت به دانه های گرد و صاف آب بیشتری لازم دارند. از طرف دیگر دانه های زیر و پولکی دارای چسبندگی بیشتری با بتن هستند. به طور کلی می توان گفت مقدار سنگدانه های دراز و تیغی شکل باید بسیار محدود باشد.



ب - عاری بودن از مواد مضر: نظیر لای، رس و ذرات نرم در سنگدانه‌ها باعث کاهش کیفیت بتن می‌شوند. از این رو است که ضوابطی برای میزان حداکثر ناخالصی‌های سنگدانه‌ها وجود دارد.

ت - درموردی که بتن در رویارویی با سایش و اصطکاک قرار می‌گیرد (نظیر جاده‌ها و پیاده‌روها) مقاومت سایشی سنگدانه‌ها اهمیت زیادی پیدا می‌کند. علاوه بر این، مقاومت سایشی کم سنگدانه‌ها ممکن است مقدار ریز دانه‌ها را در اختلاط بتن افزایش دهد. به همین منظور با آزمایش‌هایی میزان حداقل مقاومت سایشی سنگدانه‌ها را محدود می‌کنند.

ث - مقاومت در برابر ضربه: طاقت سنگدانه‌ها در برابر ضربه باید زیاد باشد. این مورد نیز برای بتن مصرفی در جاده‌ها، باند فرودگاه‌ها، کارخانه‌ها و نظایر آن اهمیت بیشتری دارد. مقاومت در برابر ضربه را می‌توان از طریق آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای سنگی تعیین کرد. حداقل ارتفاعی که از آن باید وزنه استاندارد سقوط کند تا پس از برخورد به نمونه، باعث گسیختگی آن شود میزان مقاومت در برابر ضربه نمونه را مشخص می‌کند.

ج - وزن مخصوص ظاهری: وزن مخصوص ظاهری سنگدانه‌ها (وزن واحد حجم، با احتساب فضای خالی بین سنگدانه‌ها) عمدتاً نشانگر درجه تخلخل و نفوذ پذیری آنهاست.

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

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

خ - پایداری شیمیایی: جنس سنگدانه‌ها باید طوری باشد که با سایر مواد بتن، ترکیب‌های 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 می‌شود. مقدار آب، علاوه بر این، 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، سولفات‌ها، قلیایی‌ها و ذرات جامد معلق در آب مضر بشمار می‌آیند.
  - بی بو، تمیز و صاف باشد، (آب آشامیدنی معمولاً برای ساخت بتن مناسب است).

#### ۱ - ۱ - ۴ مواد افزودنی

افزودنی‌ها موادی هستند که علاوه بر سیمان، سنگدانه و آب به بتن اضافه می‌شوند 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 می‌شود. از مهمترین مواد افزودنی می‌توان به مواد زیر اشاره کرد :
- الف - مواد افزودنی حباب ساز: باعث افزایش پایداری بتن در برابر رطوبت، یخ زدن و آب شدن‌های مکرر آن می‌گردد. علاوه بر آن کارایی بتن تازه و نفوذ ناپذیری بتن سخت شده را افزایش می‌دهد.
- ب - مواد افزودنی تسریع کننده : باعث تسریع زمان گیرش بتن می‌گردند.
- پ - مواد افزودنی کاهنده مقدار آب : باعث تقلیل مقدار آب، بدون کاهش روانی بتن می‌گردند.
- ت - مواد افزودنی کندگیر کننده : باعث افزایش زمان گیرش بتن می‌گردند.
- ث - مواد افزودنی روان ساز : به منظور کارایی بتن تازه به کار می‌روند.
- 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 واکنش‌های قلیایی سنگدانه‌ها به کار می‌رود.



## ۱ - ۱ - ۵ فولاد

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

میلگردها از نظر سطح رویه به دو دسته تقسیم می‌شوند:

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 طبقه‌بندی و نام‌گذاری می‌شوند. در ایران سه نوع میلگرد AI، AII، AIII تولید می‌شود که به ترتیب مقاومت کششی آنها زیاد می‌شود. میلگردهای طولی در تیرها (به موازات محور طولی آنها) برای تحمل تنش‌های ناشی از لنگر خمشی و میلگردهای عرضی (عمود بر محور طولی) برای تحمل نیروی برشی به کار می‌روند. در ستون‌ها میلگردهای طولی برای تحمل تنش‌های ناشی از لنگر خمشی و نیروی محوری و میلگردهای عرضی برای تحمل برش و محدود کردن میلگردهای طولی به کار می‌روند. به طور کلی میلگردها عمدتاً برای تحمل تنش کششی و برشی (ناشی از هر عامل) طراحی می‌شوند.

تعداد میلگردها در قطعات بتن آرمه علاوه بر بالا بردن ظرفیت باربری، نقش تعیین کننده‌ای در رفتار آنها دارد که در بخش‌های بعدی به آن خواهیم پرداخت.

## ۱ - ۱ - ۶ آزمایش‌های بتن

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



## ۱ - ۲ کیفیت بتن

### ۱ - ۲ - ۱ مقدمه

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 در این 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 در آن است. به عبارت دیگر در صورتی که نسبت آب به سیمان ثابت باشد، مقاومت بتن در سن مشخصی عمدتاً 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 معمولاً "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 می‌آید.

### 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 در منابع 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 حد امکان 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 در بتن شود. نفوذ پذیری بتن عمدتاً 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 طور کلی هرچند که هیچ نوع بتن معمولی کاملاً "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 بر خصوصیات بتن سخت شده اثر گذاشته و باعث بهبود کیفیت آن می‌شود. نظیر:  
کم کردن نفوذ پذیری، بالابردن مقاومت در برابر یخ زدن و آب 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 می‌کند. به عنوان مثال در عمل آوردن در بخار با فشار زیاد، در ظرف تقریباً " ۲۴ ساعت می‌توان به مقاومت ۲۸ روزه بتن عمل آورده شده با روش‌های معمولی دست یافت و علاوه بر این پایایی آن را افزایش داد.

## ۱ - ۲ - ۶ آزمایش‌های کنترل کیفیت بتن

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

( Slump Test )

- آزمایش اسلامپ

( Remolding Test )

- آزمایش شکل به شکل در آوردن

( Kelley's ball apparatus Test )

- آزمایش گلوله کلی

( Air content of fresh concrete Test )

- آزمایش هوای بتن تازه

( Compressive strength of concrete Test )

- آزمایش مقاومت فشاری بتن



## 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 عمدتاً برای قالب بندی شالوده ها و دیوارهای حایل استفاده می کنند. قالب آجری (در ضخامت های ۱۱ یا ۲۲ سانتیمتر) غالباً 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 معمولاً 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 شکل‌های قالب بندی زیاد متنوع نباشند می‌توان از قالب‌های فلزی استفاده کرد. قالب فلزی گرچه از قالب چوبی گران‌تر است ولی چون می‌توان آن را به دفعات بیشتری به کار برد، ممکن است اقتصادی‌تر باشد. این نوع قالب برای انواع کارهای بتنی و به خصوص برای کارهای بزرگ نظیر : ساختمان‌های بلند، دیوارها، سدها و نظایر آن، استفاده فراوان دارند.

قالب‌های فلزی معمولاً برای کارهای متداول به اندازه کافی مقاوم و سخت هستند و به علت داشتن اتصالات آماده، سریع اجرا می‌شوند. 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 قالب‌ها به کار می‌رود. قالب‌های آلومینیومی راحت اجرا می‌شوند و در صورتی که به صورت آلیاژ به کار روند، سختی مناسبی دارند. از نظر اقتصادی این نوع قالب می‌تواند با سایر قالب‌های فلزی کم و بیش یکسان باشد.

#### ث - قالب فایبرگلاس :

هزینه اولیه تهیه قالب‌های فایبرگلاس در مقایسه با سایر انواع قالب‌ها گران‌تر است ولی چون به دفعات استفاده می‌شوند ممکن است اقتصادی باشند. به هر حال برای کارهای تیپ بسیار مفیداند.

چون فایبرگلاس را می‌توان به شکل‌های مختلف ساخت، با این نوع قالب، سطوح زیبایی از بتن را می‌توان ایجاد کرد. قالب فایبرگلاس 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 و متراکم 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 سازه ای ساختمان ها باید به دو نکته زیر توجه کرد :

- در حد امکان اجزای ساختمان دارای بعد یکسان باشند، مثلاً ابعاد ستون ها که دارای یک محور هستند مکرراً عوض نشوند.

- قالب بندی قطعات مختلف ساختمان با مشکلات اجرایی توأم نباشد.

با توجه به هزینه قالب بندی در ساختمان ها در صورتی که دو نکته فوق رعایت شوند، در

پروژه های بزرگ هزینه اجرای قالب بندی به مقدار قابل ملاحظه ای کم خواهد شد.



## فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های بتن آرمه

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

۲ - ۱ - ۱ مقدمه

سازه ساختمان های متداول بتنی را می توان به شکل های متفاوت طبقه بندی کرده در این بخش، این سازه ها برحسب نحوه باربری و مقاومتشان در تحمل بارهای وارده به سه طبقه زیر رده بندی شده اند :

- سازه های بتنی با قاب های خمشی

- سازه های بتنی با دیوار برشی

- سازه های بتنی با قاب خمشی و دیوار برشی

به طور کلی سازه ها عمدتاً تحت اثر دو نوع بارگذاری قرار دارند :

- بارهای قائم (ثقلی)

- بارهای جانبی (زلزله - باد)

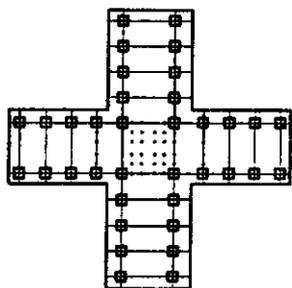
یک سازه وقتی ایمن به حساب می آید که بتواند هر دو نوع بارهای وارد بر آن را به طور همزمان یا مستقلاً تحمل کند. محاسبات و تجربیات نشان می دهند که سازه هایی که به شکل شبکه ای و یک پارچه به هم متصل شده اند در برابر بارهای جانبی بهتر مقاومت می کنند. در طرح ساختمان های کوتاه اهمیت بارهای قائم بیشتر از بارهای جانبی است و بالعکس در ساختمان های بلند به علت آن که مقادیر بارهای جانبی با افزایش ارتفاع ساختمان زیاد می شوند، اهمیت بارهای جانبی بیشتر می باشد.

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

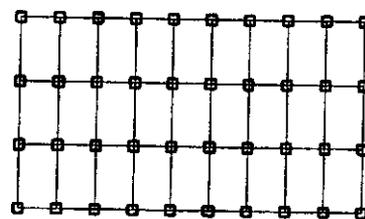
این دسته از سازه های بتنی از تعدادی قاب با اتصالات صلب تشکیل شده است که مجموعه



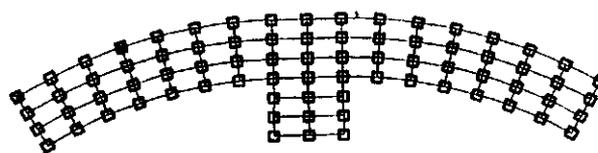
این قاب ها وظیفه تحمل بارهای قائم و بارهای جانبی (نظیر زلزله) را به عهده دارند. پلان چند نمونه از سازه های بتنی با قاب خمشی در شکل (۱-۲) دیده می شود.



(ب) در هر امتداد دو قاب خمشی اصلی و چند قاب خمشی با يك دهانه



(الف) قاب خمشی در دو امتداد



(ب) قاب های مربوط به سازه منحنی شکل

شکل ( ۱-۲ ) : 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 :

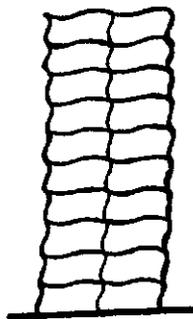
الف - تغییر شکل های ناشی از خمش در تیرها و ستون ها : در اثر بارهای قائم و جانبی در تیرها و ستون ها لنگر خمشی به وجود می آید که باعث تغییر شکل آنها می شود (شکل ۲-۲ الف) با خم شدن این اعضاء تمام قاب تغییر شکل می دهد. عمده تغییر شکل قاب های خمشی به همین علت است.

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

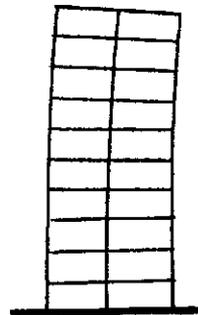


تغییر مکان جانبی می دهند و در بعضی ستون‌ها کشش و در برخی فشار به وجود می آید، تغییر شکل قاب‌ها ناشی از این پدیده معمولاً "درصد کمتری از کل تغییر شکل را تشکیل می دهد (شکل ۲-۲ ب).

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 ناشی از عملکرد کنسولی قاب‌ها

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

قاب های خمشی برای ساختمان های نسبتاً کوتاه (کمتر از ۲۰ طبقه) مناسب اند و برای ساختمان های بلندتر، باید از دیوار برشی استفاده کرد.

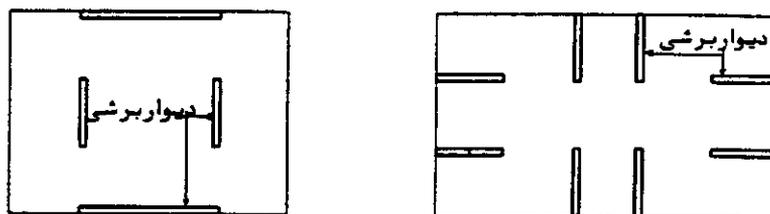
از محاسن سازه هایی که از قاب های خمشی تشکیل شده اند می توان موارد زیر را ذکر کرد :

- ایجاد فضای بیشتر و محدودیت 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 معمولاً از

دیوارهای برشی استفاده می‌شود که وظیفه اصلی آنها تحمل بارهای جانبی است. عرض دیوارهای برشی معمولاً از ۲۰ سانتیمتر 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 قاب‌های ساختمان فقط برای بارهای قائم محاسبه شوند. در این صورت الزامی به طرح قاب‌های خمشی نیست و می‌توان از قاب‌های ساده (با اتصالات ساده) استفاده کرد. محل دیوارهای برشی معمولاً با ملاحظات معماری مشخص می‌شود. دو نمونه از پلان دیوار برشی در شکل (۲-۳) دیده می‌شود.



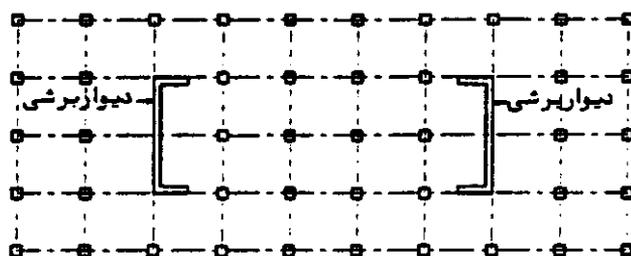
شکل ( ۲-۳ ) : پلان رو ساختمان با دیوار برشی

از نظر سازه‌ای 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 تنش‌های پیچشی زیادی به وجود می‌آید. در ساختمان‌های متعارف محل دیوارهای برشی را در اطراف آسانسورها و پله‌ها در نظر می‌گیرند. وجود پنجره‌ها، درها و به طور کلی هر نوع بازشویی باعث کاهش سختی دیوار می‌شود، 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 سازه‌های با قاب خمشی و دیوار برشی  
در سازه‌های 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 توأم استفاده شود.

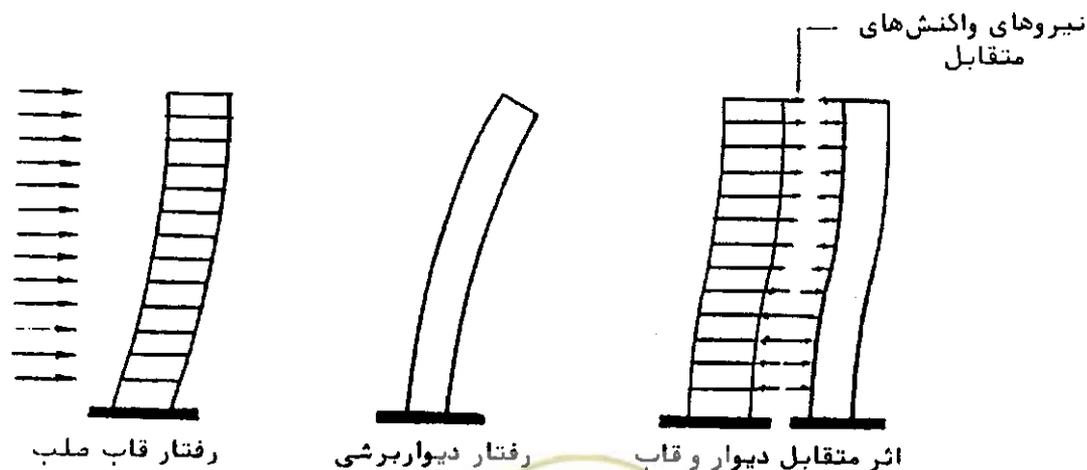


چند نمونه از پلان دیوار برشی و قاب خمشی در شکل (۴-۲) دیده می‌شود.



شکل ( ۴-۲ ) : 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 (۵-۲) 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 عمدتاً به وسیله قاب و در قسمت پائین ساختمان به وسیله دیوار برشی تحمل می‌شود.



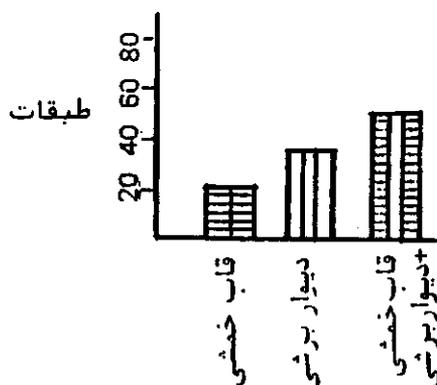
شکل ( ۵-۲ ) : اثر متقابل دیوار برشی و قاب خمشی بر روی یکدیگر



گرچه ممکن است در تحلیل این نوع سازه‌ها، در طرح دیوارهای برشی، کل بار جانبی را به آنها اثر دهیم ولی در ضوابط 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. در این گونه موارد معمولاً نسبت اختلاط حجمی می‌باشد. مصالح در یک 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 تقریباً خودکار، مصالح را به اندازه دلخواه با هم مخلوط کرده و بتن آماده تحویل می‌دهد.

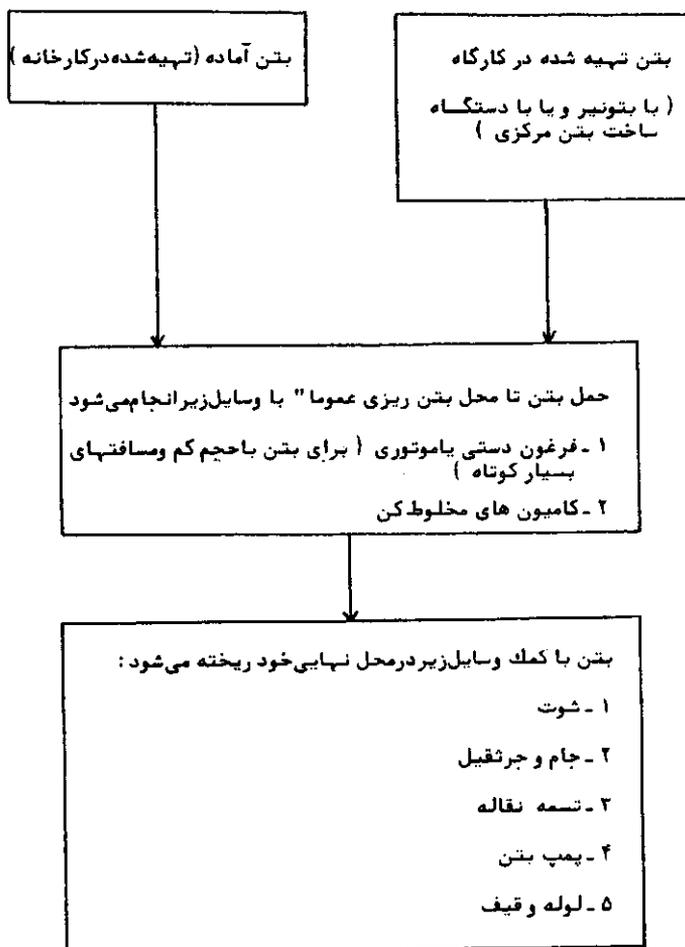
بتن ساخته شده در کارگاه یا کارخانه به طرق مختلف به نزدیکی محل ریختن بتن حمل می‌شود. معمولاً در صورتی که حجم بتن ریزی و فاصله حمل آن بسیار کوتاه باشد، از فرغون‌های دستی یا موتوری و برای بتن ریزی با حجم زیاد از کامیون‌های مخلوط کن استفاده می‌شود.

پس از حمل بتن به محل بتن‌ریزی، بسته به نوع کار از وسایل مختلفی برای ریختن بتن در قالب‌ها استفاده می‌شود. 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

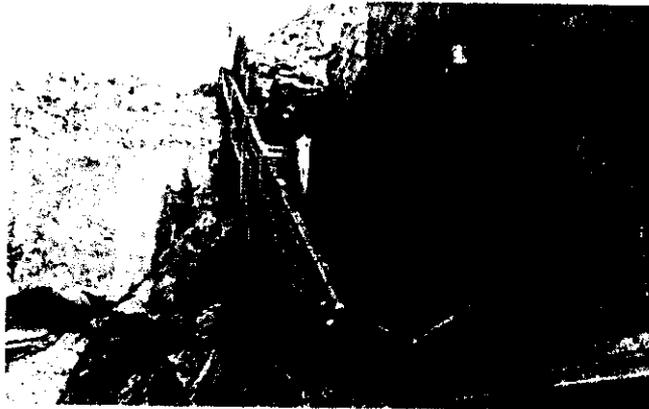
معمولاً استفاده از بتن آماده در شرایط زیر مناسب و مقرون به صرفه می باشد :

- 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 در محل 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، در این صورت می توان از بتن آماده به عنوان بتن کمکی استفاده کرد.



## ۲ - ۲ - ۴ شوت

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 ابعاد آن با سرعت بتن ریزی متناسب باشند. یک نمونه شوت در شکل (۲-۹) دیده می شود.



شکل ( ۲-۹ ) : شوت

## ۲ - ۲ - ۵ جام و جرثقیل

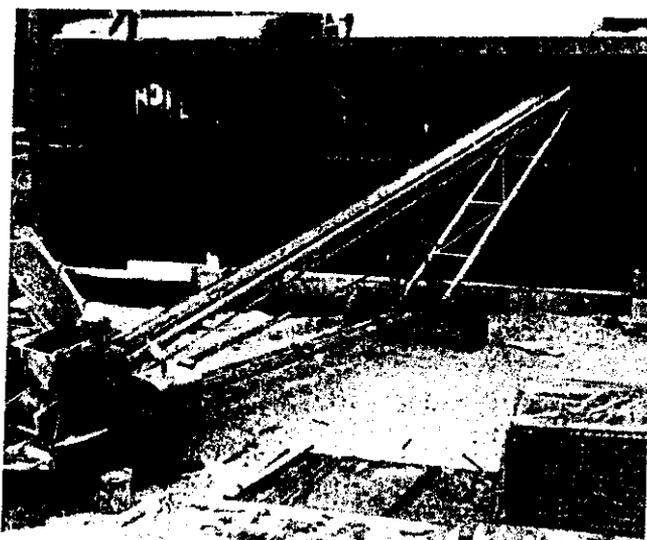
از این وسیله معمولاً برای بتن ریزی ساختمان های بلند یا سدها استفاده می کنند. بتن پس از حمل به داخل جام متصل به جرثقیل ریخته شده و با جرثقیل به محل بتن ریزی انتقال داده می شود (شکل ۲-۱۰).



شکل ( ۲-۱۰ ) : جام و جرثقیل

## ۲ - ۲ - ۶ 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 تراز 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 نقاله‌ها معمولاً بر روی چرخ‌هایی قرار دارند که حرکت آنها را در جهات مختلف آسان کند (شکل ۲-۱۱).



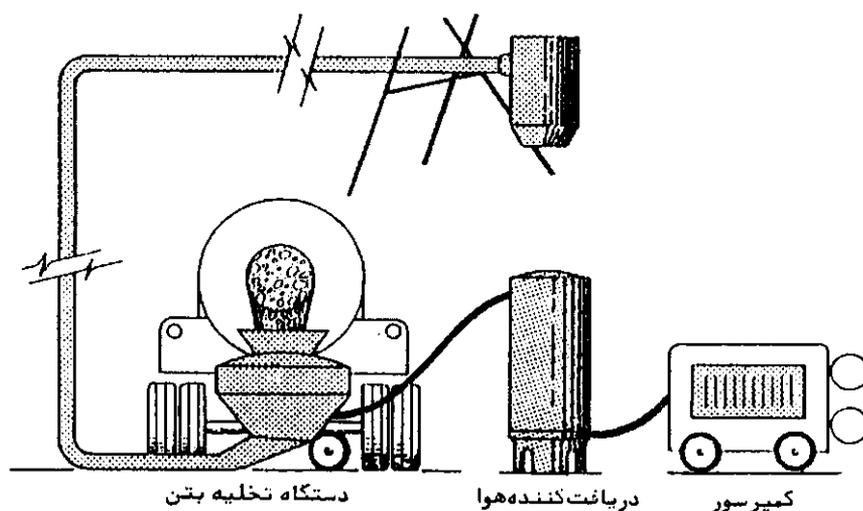
شکل ( ۲-۱۱ ) : تسمه نقاله

در صورت 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.



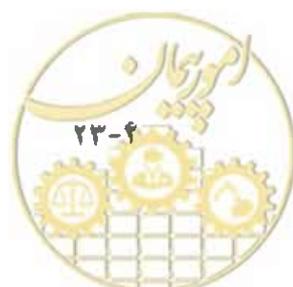


شکل ( ۲-۱۲ ) : پمپ بتن

بتن ریزی در این روش باید یکنواخت و مداوم صورت گیرد و کنترل کیفیت بتن باید به دقت انجام شود. به علت آن که لوله‌ها، 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 و برای ساخت آن بیشتر از سنگدانه‌های 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 لوله‌ها تمیز شوند (شکل ۲-۱۳).





شکل ( ۲-۱۳ ) : بتن ریزی سقف با پمپ

### ۲ - ۲ - ۸ قیف و لوله ( Tremie )

از قیف و لوله معمولاً برای بتن ریزی در زیر آب استفاده می کنند. ریختن بتن از بالای سطح آب در داخل قیف صورت می گیرد و بتن تحت اثر وزن خود از داخل لوله عبور کرده و در قالب ها قرار می گیرد.



## فصل سوم - ضوابط عمومی جزئیات طراحی و اجرای اتصالات سازه‌های

### بتنی

#### ۳ - ۱ مقدمه

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

مهمترین جزئیات سازه‌ای و معماری در اتصالات ساختمان‌های بتنی شامل موارد زیر می‌باشند:

الف - جزئیات آرماتور گذاری

ب - جزئیات درزهای سازه‌ای

پ - جزئیات اتصال قطعات الحاقی به سازه‌های بتنی

ت - جزئیات نماسازی سازه‌های بتنی

ردیف‌های (الف) و (ب) را تحت عنوان «ضوابط سازه‌ای» و ردیف‌های (پ) و (ت) را تحت

عنوان «ضوابط معماری» طبقه بندی می‌شوند.

گرچه به این جزئیات در عمل توجه کمتری می‌شود ولی تجربیات و آزمایش‌های فراوان نشان می‌دهد که اهمیت آنها کمتر از اهمیت طرح قطعات اصلی ساختمان نیست. در بعضی موارد جزئیات نادرست ممکن است باعث کاهش مقاومت، دوام یا بهره‌دهی 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 ترک‌های محلی به علت اثر بارها یا عوامل تابع زمان (نظیر جمع‌شدگی و خزش) باید جلوگیری شود.

پ - جزئیات معماری و سازه‌ای یک ساختمان باید قابل اجرا و متناسب 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 می شوند. آرماتور آجدار دارای پیوستگی بیشتری با بتن است. در نواحی زلزله خیز توصیه می شود از این نوع آرماتور استفاده شود.

#### مهار و وصله آرماتورها :

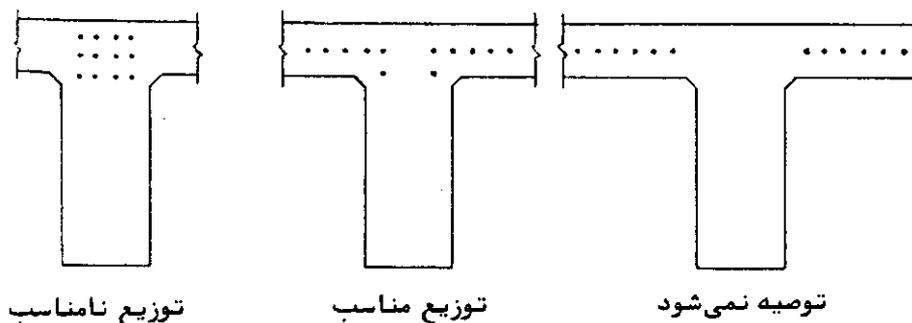
آرماتورها باید به اندازه کافی از نقطه ای که از نظر محاسباتی تنشی را تحمل نمی کنند امتداد یابند تا بتوان آنها را مهار شده در بتن فرض کرد، به این طول اضافی، طول مهاری می گویند. علاوه براین، در صورت اتصال دو میلگرد از طریق روی هم قرار دادن آنها، طول کافی برای انتقال نیرو از یک میلگرد به میلگرد دیگر باید وجود داشته باشد، به این طول، طول وصله گویند. طول مهاری و طول وصله مناسب از طریق آئین نامه های بتن قابل محاسبه اند.

#### توزیع آرماتورها در مقطع :

در صورتی که آرماتورها در قسمت کششی مقطع به خوبی توزیع شده باشند میزان ترک خوردگی مقطع کم خواهد شد. به همین 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.





توزیع نامناسب

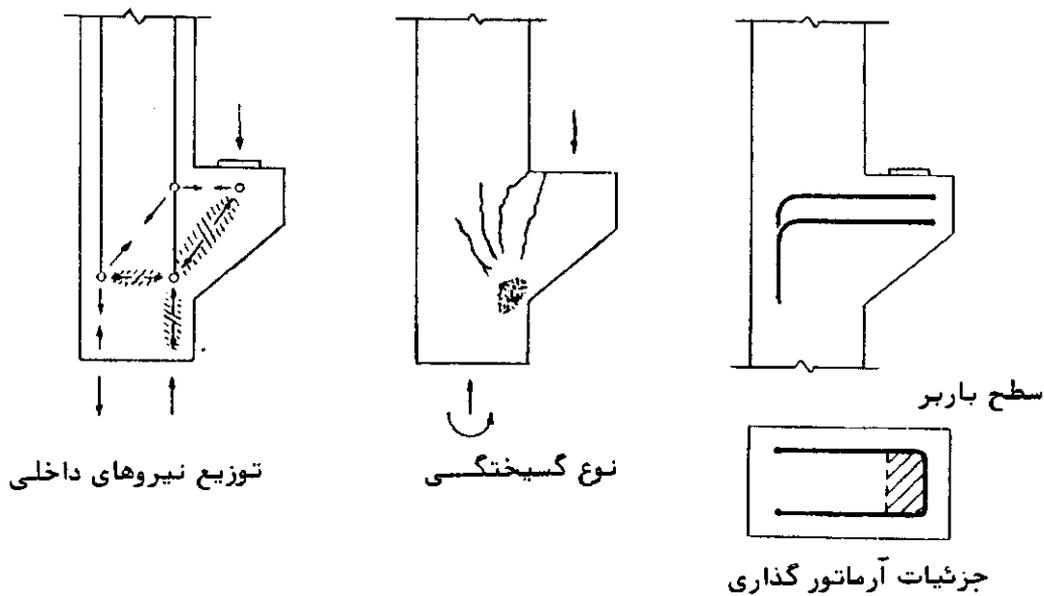
توزیع مناسب

توصیه نمی‌شود

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

### آرماتورگذاری در محل 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 (۲-۳) دیده می شود.



توزیع نیروهای داخلی

نوع کسیختگی

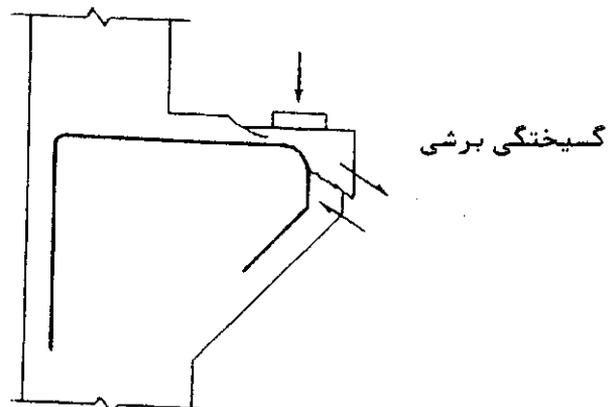
سطح باربر

جزئیات آرماتور گذاری

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

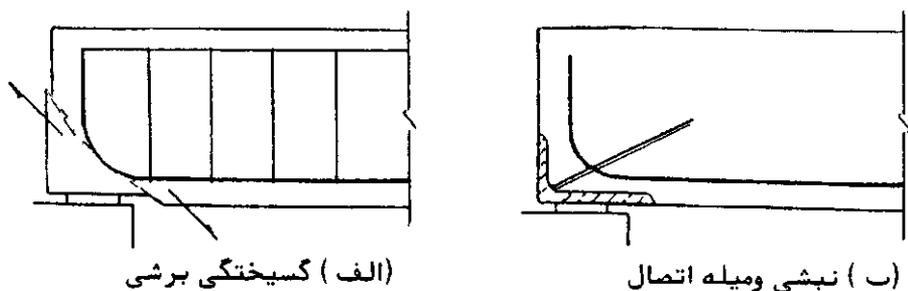


در صورتی که عرض پیش آمدگی زیاد باشد و آرماتورهای قائم آن به نحو مناسبی خم نشده باشند، ممکن است گسیختگی برشی باعث خرابی قطعه شود، شکل (۳-۳).



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

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



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



## آرماتور گذاری اتصالات :

قطعات بتن آرمه نظیر تیرها، ستون‌ها و دال‌ها ممکن است در بعضی موارد به شکل مجزا ساخته و اجراء شوند ولی غالباً بهم متصل شده و سازه یکپارچه‌ای را به وجود می‌آورند. اتصالات برای انتقال تنش‌ها نقش عمده‌ای را بازی می‌کنند. در بعضی از موارد طرح و اجرای اتصالات ساده می‌باشد. به عنوان مثال در اتصال یک تیر و ستون معمولاً فضا و سطح کافی برای انتقال تنش‌ها وجود دارد و با طرح صحیح می‌توان مطمئن بود که آنها با یکدیگر کار می‌کنند. ولی در اتصال دال و ستون که سطح تماس کمی وجود دارد و معمولاً تنش‌های زیادی باید انتقال یابد، دقت بیشتری لازم است.

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که طرح و اجرای اتصالات خوب که تمام وظایف محوله را انجام دهد کار دشواری است به خصوص در نواحی زلزله خیز که مقادیر انواع تنش‌ها در اتصالات زیاد است، مهندس طراح معمولاً 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 می‌شوند :

- تعیین دقیق تنش‌ها 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.

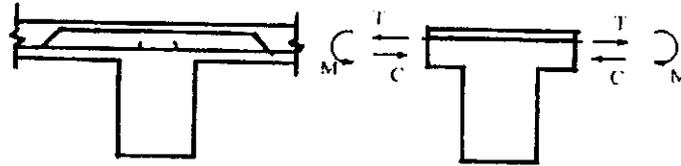
از مهمترین انواع اتصالات، اتصال تیر به دال و تیر به ستون است.

### اتصال تیر به دال :

معمولاً در اتصال تیرها و دال‌ها به علت وجود فضای کافی و برش‌ها و لنگرهای کم مشکلی به وجود نمی‌آید.

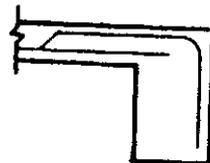
در صورتی که دال از هر دو طرف تیر امتداد داشته باشد، به علت وجود لنگر در هر دو طرف تیر، معمولاً به تیر پیچش کمی وارد می‌شود. علاوه بر آن نیروی برشی در طول اتصال ناچیز است، (شکل ۳-۵).





شکل ( ۳-۵ ) : اتصال تیر و دال در دو جهت

آرماتورهای فوقانی اتصالات برای تحمل لنگرهای منفی می‌باشند. در حالت اتصال تیر به دال در یک جهت (شکل ۳-۶)، لنگر خمشی موجود در دال در محل اتصال باعث لنگر پیچشی در تیر می‌شود. سختی پیچشی تیرهای متعارف معمولاً 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 معمولاً با خم کردن آنها در داخل تیر میسر می‌شود.



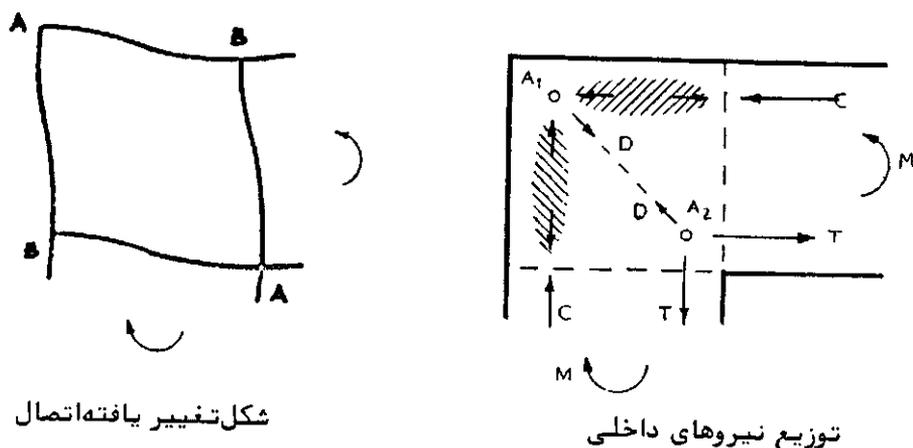
شکل ( ۳-۶ ) : اتصال تیر و دال در یک جهت

اتصال تیر و ستون :

در صورتی که تیر و ستون فقط در یک جهت به هم وصل شوند، اصطلاحاً به آن اتصال زانویی

می‌گویند (شکل ۳-۷).





شکل تغییر یافته اتصال

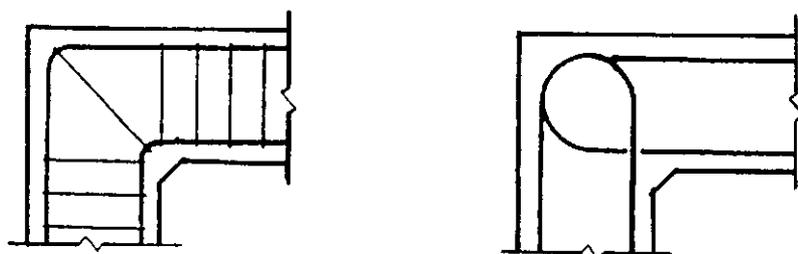
توزیع نیروهای داخلی

شکل ( ۷-۳ ) : اتصال زانویی تیر و ستون

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

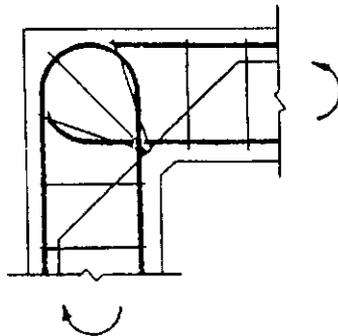
در صورتی که لنگرهای انتهایی تیر و ستون تمایل به باز کردن اتصال داشته باشند، به آن «اتصال زانویی بازشو» و در صورتی که لنگرهای انتهایی تمایل به بسته کردن اتصال داشته باشند، به آن «اتصال زانویی بسته شو» می‌گویند. یک نمونه اتصال زانویی بازشو در شکل (۷-۳) دیده می‌شود.

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 در آن ناحیه به وجود می‌آید. خاموت‌های تیر و ستون در محل اتصال تاحدودی نیروهای کششی قطری را تحمل می‌کنند، شکل (۸-۳) ولی آزمایش‌ها نشان داده اند این نوع اتصالات به اندازه کافی مطمئن نیستند و بهتر است از اتصالاتی نظیر شکل (۹-۳) استفاده شود.



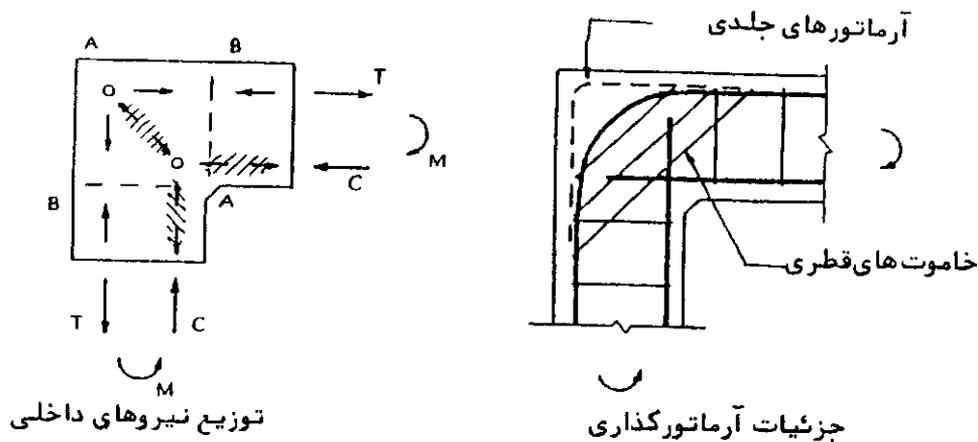
شکل ( ۸-۳ ) : جزئیات آرماتور گذاری نامناسب اتصال زانویی





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).

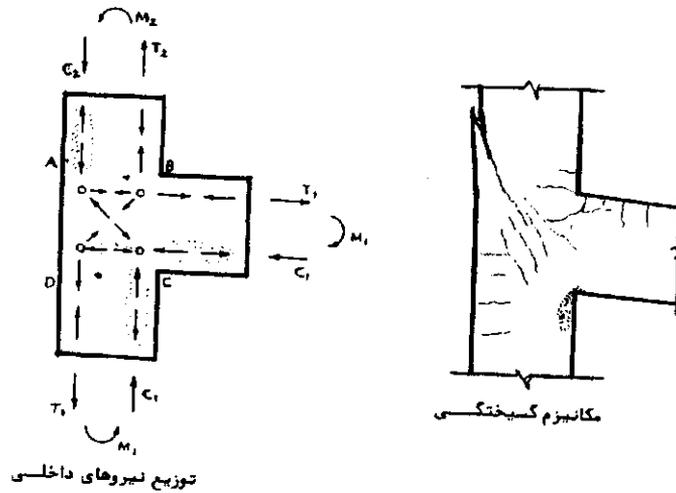


شکل ( ۳-۱۰ ) : اتصال زانویی بسته شو

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.

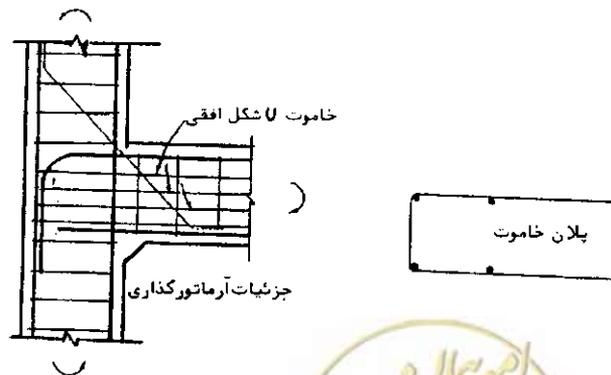
اتصال تیر به ستون های کناری :

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



شکل ( ۱۱-۳ ) : 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 (۱۲-۳) دیده می شود.

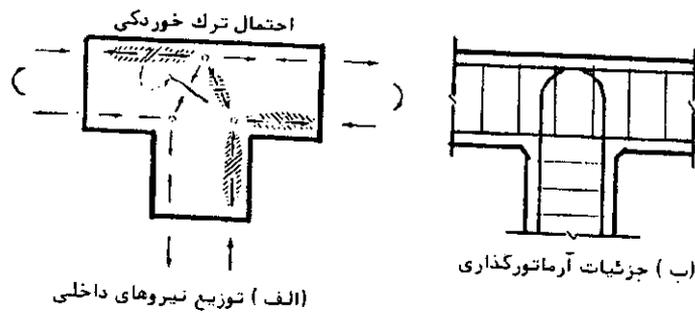


شکل ( ۱۲-۳ ) : نمونه ای از اتصال تیر به ستون های کناری



### اتصال T شکل تیرها و ستون :

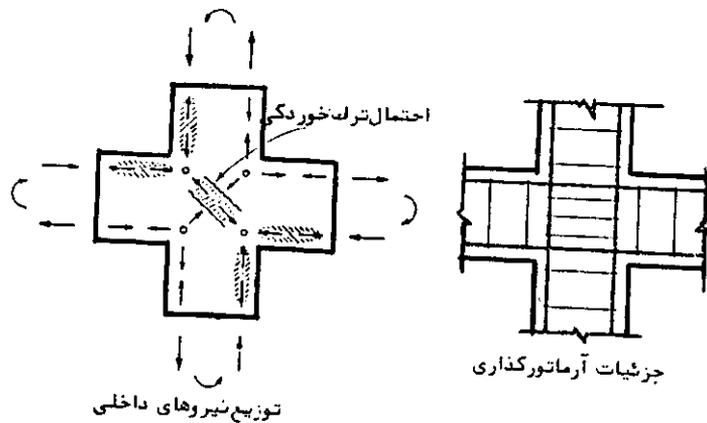
در صورتی که دو تیر به یک ستون مطابق شکل (۳-۱۳) متصل شوند، به آن اتصال T شکل گویند. همان طوری که در شکل مشخص است توزیع نیروهای داخلی در ناحیه اتصال به نحوی است که در امتداد قطری آن ایجاد نیروهای کششی می شود. یک نوع آرماتورگذاری مناسب برای این نوع اتصال در شکل (۳-۱۳-ب) نشان داده شده است.



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

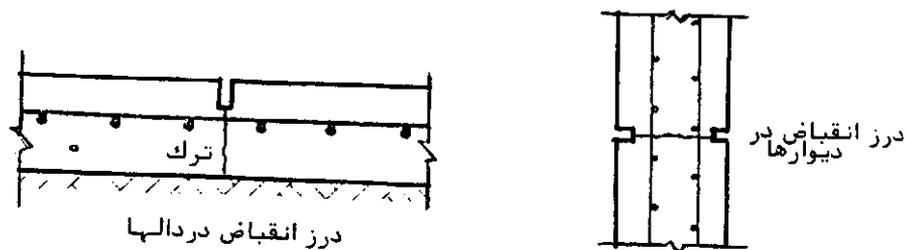


### ۳ - ۲ - ۲ جزئیات درزهای ساختمانی

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 تا حدودی کم می کند.

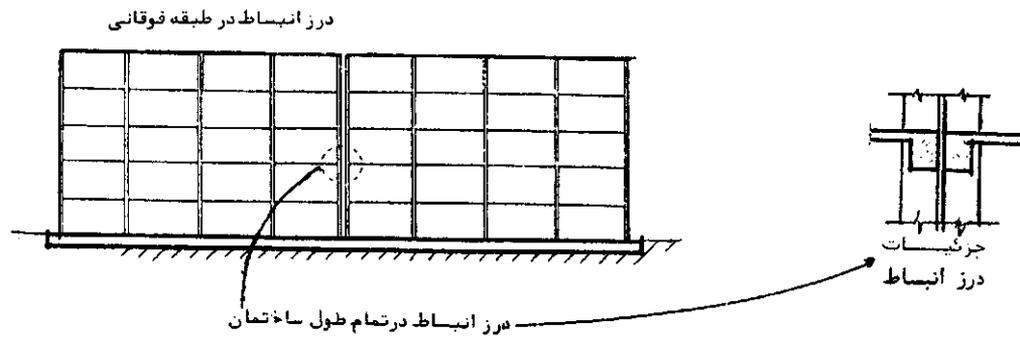
فواصل درزهای انقباض عمدتاً بستگی به میزان محدود بودن قطعه (شرایط تکیه گاهی) دارد. علاوه بر این مقدار تغییر شکل ناشی از جمع شدگی و تغییر دما عامل مؤثر دیگری در تعیین فاصله بین درزهای انقباض است. چون این عوامل به سادگی قابل ارزیابی نیستند، فاصله درزهای انقباض براساس تجربه تعیین می شوند. توسط بعضی از محققین 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

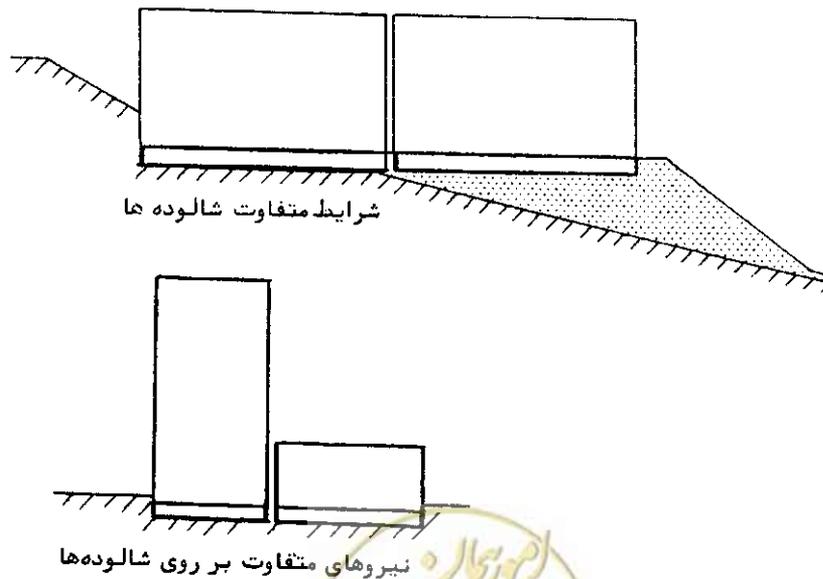


ممکن می‌سازد. وجود چنین درزهایی در مواردی که احتمال تغییر درجه حرارت یا جمع شدگی زیاد می‌رود ضروری است، شکل (۱۶-۳) .



شکل ( ۱۶-۳ ) : 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 می‌رود، (شکل ۱۷-۳) .



شکل ( ۱۷-۳ ) : درز جدا کننده

### ت - درزهای اجرایی

در بتن ریزی های حجیم ممکن است امکان بتن ریزی در یک مرحله وجود نداشته باشد در این 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 در این بخش شرح آن داده می شود، مربوط است به نصب قطعاتی نظیر انواع پوشش های نما، دیوارهای جداگر، تابلوها، قطعات تزئینی، تجهیزات و وسایل یا به طور کلی هر قطعه ای که بعداً به سازه بتن وصل می شود. به طور کلی 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 عمر مفید خود، وظایف محوله را به خوبی انجام دهد و عواملی 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 سازه ای نیز تأمین می شود. این نوع اتصال برای بارهای سنگین و قابل توجه از نظر سازه ای در نظر گرفته می شود.

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

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

الف - ۱: بولت ها

بولت در این سیستم همزمان با میلگردگذاری قبل از بتن ریزی در داخل شبکه میلگردها کار گذاشته می شود. شیوه عمل مانند اتصال ستون به شالوده است که در صورت نیاز از صفحه فلزی<sup>۲</sup> نیز برای تأمین اتصال بهتر استفاده می شود. طول قطر و چگونگی اتصال براساس محاسبات تعیین می شود.

الف - ۲: تکیه گاه بتنی

این روش نیز باید در طرح سازه پیش بینی شود به گونه ای که با میلگردگذاری مناسب تکیه گاهی به صورت پیش آمدگی 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، در صورت نیاز، برای جذب تنش های حاصل توصیه می شود از مهار بندها به تناسب میزان نیروها براساس محاسبات سازه ای استفاده شود.

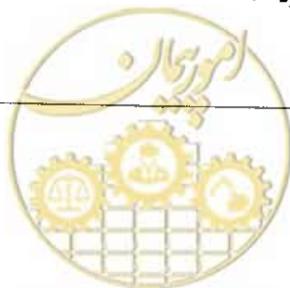
ب - روش دوم " انواع اتصالات بعد از بتن ریزی " :

ب - ۱: پیچ های مهاری

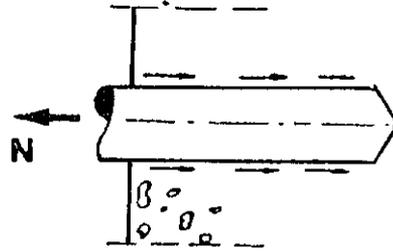
در این اتصالات از انواع پیچ های مهاری استفاده می شود. نحوه انتقال نیرو از پیچ به بتن به

یکی از دو روش زیر انجام می گیرد :

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



- اتصال با نیروی پیوستگی

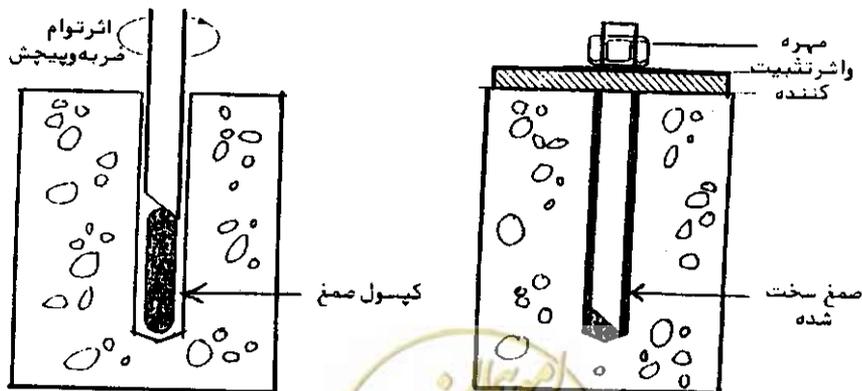


شکل ( ۱۸-۳ ) : نمونه اتصال با نیروی پیوستگی

" 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.

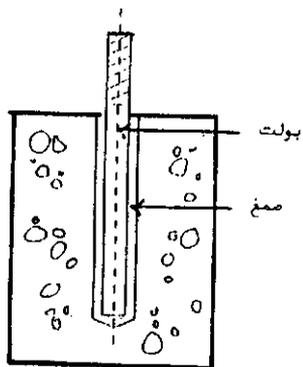
بولت و کپسول صمغ :

در این نوع اتصال فضای بین بولت (یا مهار) و حفره به وسیله مواد چسبنده ای نظیر صمغ پر می شود. نحوه کار آن است که ابتدا کپسول صمغ در درون 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 ۱۹-۳).



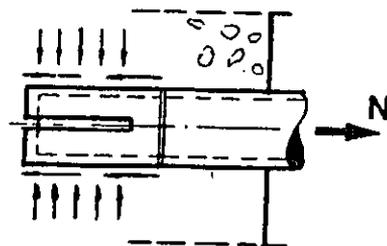
شکل ( ۱۹-۳ ) : بولت و کپسول صمغ

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



شکل ( ۳-۲۰ ) : بولت با تزریق صمغ

- اتصال با نیروی اصطکاکی



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



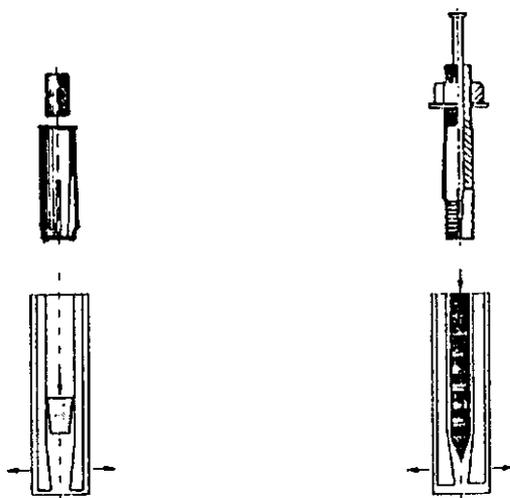
"اتصال با نیروی اصطکاکی" پس از ایجاد سوراخ به قطر و عمق لازم در بدنه پیچ‌های بازشونده به شرح زیر کار گذاشته می‌شود.

#### 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 می‌کنند، شکل (۳-۲۲).

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

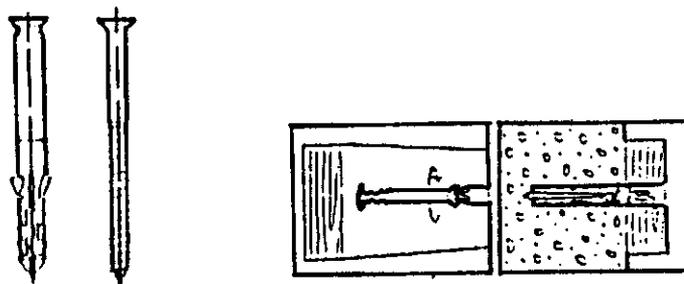
بعضی از انواع بولت های بازشونده در سوراخی که قطر آنها در عمق زیاد می‌شوند باز می‌گردند و نیرو را از طریق مکانیکی به بتن منتقل می‌کنند.



شکل ( ۳-۲۲ ) : بولت های بازشونده



ب - ۲ پیچ های خودرو<sup>۱</sup> با غلاف اصطکاکی (پلاستیکی یا کنفی) این نوع اتصال ضعیف تر از پیچ های مهاری برای تحمل و نگهداری بارهای سبک در نظر گرفته می شود. در این نوع اتصال پیچ خودرو درون غلاف پلاستیکی یا کنفی به وسیله پیچش وارد می شود.

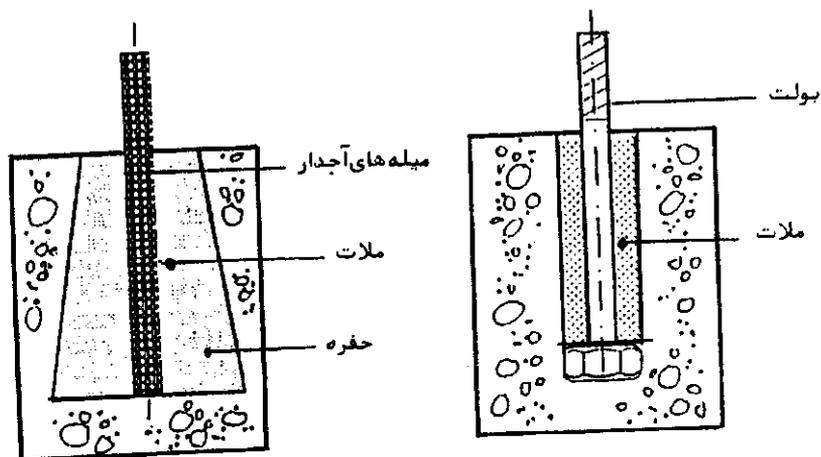


شکل ( ۳-۲۳ ) : پیچ های خودرو و غلاف های پلاستیکی

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

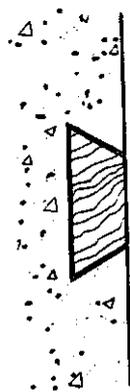
در این روش ابتدا حفره ایجاد شده و پس از قرار گرفتن مهاری ها که معمولاً " پیچ معکوس و یا میله آجدارند، ملات ماسه سیمان به درون حفره تزریق می شود.



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

- پایه های چوبی

در این روش قطعه چوب های چهارتراش دوزنقه ای شکل در هنگام بتن ریزی در داخل بتن بصورت همسطح کار گذاشته می شود پس از گرفتن بتن از این پایه ها برای نصب قطعات مورد نظر استفاده می شود.



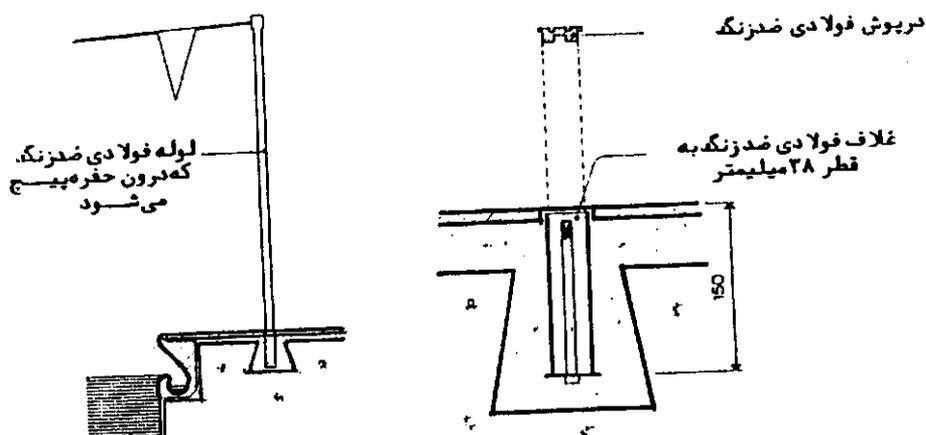
شکل ( ۲۵-۳ ) : یک نمونه از پایه های چوبی

- غلاف های فلزی

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



می‌شود. این اتصال بیشتر در کف‌های بتنی به کار می‌رود به گونه‌ای که هنگام بتن‌ریزی غلاف‌های فلزی در داخل بتن کار گذاشته می‌شود و سپس در مواقع لزوم برای نصب پایه‌ها از این امکان استفاده می‌شود.



شکل ( ۲۶-۳ ) : 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 خلاصه‌ای از انواع عملکردهای نما است :

- نما، محافظ بدنه اصلی از فرسایش و خوردگی محیط.
- نما، تعدیل کننده جداره خارجی در برابر پدیده‌های جوی مانند: دما، رطوبت، باد و بارش.
- 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 تزئینی.

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



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

نماسازی در پنج گروه به روش‌های زیر قابل پیش بینی است :

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

۲- پوشش از انواع لایه‌های سینتتیک و رنگ که بر روی جداره مستقیماً پاشیده می‌شود.

۳- انواع روکش با اندوده‌های سیمانی.

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

۵- نصب انواع صفحات پیش ساخته بوسیله شبکه زیرسازی ویاچسب‌های سینتتیک.

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

دیوارچینی وبناسازی بین اجزاء اسکلتی ساختمان‌های بتنی باید تا حد امکان سبک و یکپارچه باشد، به گونه‌ای که اجراء آن تا حد امکان با روش نصب انجام‌گیرد و از اجراء درجا و دومرحله‌ای دیوارهای نما با مصالح بنایی (سفت کاری و بعد نازک کاری) پرهیز شود. اتصال این جداره‌ها 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 سازه‌ای بنا شود.

از طرف دیگر :

- اتصال به اجزاء سازه‌ای 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 در هنگام شرایط اضطراری باشد.

- نصب درها و پنجره‌ها تا حد امکان به سیستم سازه‌ای باشد و تنها به نصب مستقل آنها

روی دیوارهای غیرسازه ای اکتفا نشود<sup>۱</sup>.

- بطور کلی توصیه می شود دیوارهای غیرسازه ای و جدا کننده ها در داخل اجزاء سازه ای بتن مهار شود<sup>۱</sup>.
- نصب تجهیزات و وسایل با توجه به وزن و عملکرد آنها با انتخاب سیستم مناسب انجام شود و در صورت نیاز به پایه های اتصال ویژه، از قبل در بدنه پیش بینی های لازم صورت گرفته باشد.

---

۱- در صورت لزوم درمحاسبات سازه ای منظور گردد.



## فصل چهارم - اثر شرایط اقلیمی در ساخت و اجرای بتن

### ۴ - ۱ مقدمه

از مهمترین عوامل شرایط اقلیمی در ساخت و اجرای بتن، دمای هواست، شرایط جوی در هنگام بتن ریزی عموماً با شرایط مطلوب، متفاوت است و چون مقاومت، کیفیت و پایداری بتن متأثر از شرایط اقلیمی است، بنابراین باید آثار نامطلوب ناشی از دمای کم یا زیاد هوا را در ساخت و اجرای ساختمان‌های بتنی شناخت و بسته به مورد راه حل‌های مناسب را برای کاهش این آثار به کار گرفت. در این بخش بتن‌ریزی 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 می‌آورد که نهایتاً بر مشخصات بتن سخت شده تأثیر می‌گذارد. باید دانست که نمی‌توان 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 حل‌ها، تصمیم مناسب را اتخاذ کند.

می‌توان 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 می‌شود، بدیهی است مشخص کردن یک دمای معین بدون در نظر گرفتن رطوبت و سرعت باد صحیح نمی‌باشد. ولی در شرایط متعارف رطوبت هوا و سرعت باد، پیشنهاد می‌شود 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 بر این 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 پایداری بتن سخت شده، می‌گردد.

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

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

#### (۱) خنک کردن مصالح و تجهیزات کارگاهی :

برای کاهش دمای بتن، می‌توان مصالح را سرد کرد، از میان مصالح موجود در بتن، آب از سایر مصالح ساده تر خنک می‌شود و تاثیر زیادی در کاهش دمای بتن دارد. آب را می‌توان 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 تاثیر قابل توجهی در دمای بتن دارد. به علت آن که تبخیر فرآیندی از خنک شدن است، می‌توان سنگدانه ها را با آب پاشی همواره مرطوب نگهداشت. استفاده از سرد کننده های بزرگ روش دیگری برای خنک کردن سنگدانه ها بشمار می‌رود. در صورت امکان می‌توان 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 می‌شود، 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 بتن ریزی 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 از ماده افزودنی برای اصلاح خواص بتن در هوای گرم کافی نبوده و باید تدابیری که در این 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 گیرد. در صورت به کارگیری احتیاط‌های توصیه شده در این 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 می‌شود که متوسط دمای آن در سه روز متوالی از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد. علاوه بر این در صورتی که حداقل ۱۲ ساعت در هر شبانه روز دمای هوا از ۱۰ درجه سانتیگراد بیشتر باشد، دیگر هوای سرد محسوب نمی‌شود. ولی چون بتن ریزی در هوای سرد تابع عوامل متعددی است، اعداد مربوط به زمان و دما کاملاً 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 می‌شود که می‌توان 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 می‌توان 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) می‌شود و در نتیجه بتن دیرتر گرفته و مقاومت اولیه خود را در زمان طولانی تری کسب می‌کند.

##### (۲) یخ زدن :

اگر بتنی که هنوز ننگرفته یخ بزند، حجم کل آن زیاد می‌شود. از آنجایی که برای واکنش‌های شیمیایی سیمان آب وجود نخواهد داشت، گیرش و سخت شدن بتن به تأخیر خواهد افتاد. یخ زدگی در این 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 از یخ زدن بتن قبل از گیرش حتی الامکان جلوگیری کرد.

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

لذا باید از پیدایش یخ زدگی در این شرایط به شدت جلوگیری کرد.  
اما اگر بتن به حدکافی مقاومت کسب کرده باشد می تواند 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 سنگ ها، یخ می زند و بتن منبسط می شود. اگر پس از آب شدن بعدی یخ زدن مجددی اتفاق افتد، انبساط بیشتری رخ می دهد. لذا چرخه های تکراری یخ زدن و آب شدن اثر تجمعی دارند. وقتی مقدار فشار منبسط کننده در بتن از مقاومت کششی آن تجاوز کند، بتن خسارت خواهد دید و میزان خسارت از پوسته شدن سطحی تا از هم پاشیدگی کامل متغیر خواهد بود.

### ۴ - ۳ - ۳ تدابیر و احتیاط های لازم برای بتن ریزی در هوای سرد

عمده ترین تدابیری که برای بتن ریزی در هوای سرد اندیشیده می شود برای جلوگیری از یخ زدن و افزایش زمان گیرش و مقاومت اولیه آن می باشد که به شرح زیر خلاصه می شوند :

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

الف - سیمان با مقاومت زود رس (نوع ۳)

ب - سیمان پرتلند اضافی

پ - افزودنی های تسریع کننده

ذکر این نکته ضروری است که تسریع کننده ها 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 مجرای 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 معمولاً 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 در این 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.

(۶) تمیز کردن قالب‌ها و میلگردها از برف و یخ : قسمت‌های درونی قالب، میلگردها و اقلام کار گذاشته شده در بتن هنگام بتن ریزی باید از هرگونه برف و یخ 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 موتین کوچک بوده و دارای مقدار کمی آب قابل یخ زدن است. اما

لازم است قبل از این که بتن در معرض 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 کاملاً 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) باز نکردن 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 مقدمه

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 بر این 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 نظر گرفتن تمام جوانب معماری، سازه‌ای، تاسیساتی و زمین شناسی امکان پذیر نیست. در این بخش نکات عمده‌ای که یک گروه مهندسی باید در مراحل مختلف طراحی مد نظر داشته باشند، بررسی می‌شوند.

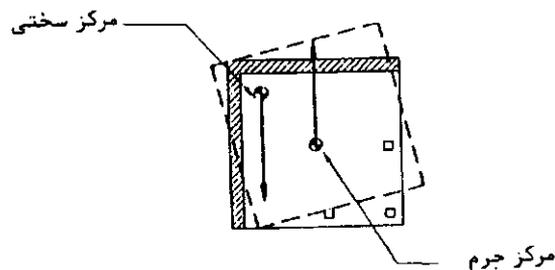
### ۵ - ۱ - ۲ مفاهیم بنیادی در طراحی سازه‌های بتنی مقاوم در برابر زلزله

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 بر نحوه تأثیر و میزان نیروهای زلزله تأثیر فراوانی دارد. همان طوری که می‌دانیم نیروهای زلزله در محل‌هایی که جرم‌ها قرار دارند، وارد می‌گردند. این نیروها

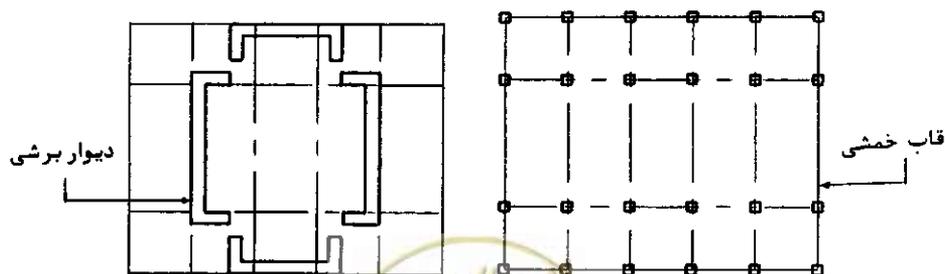
باید توسط اجزای مقاوم (نظیر قاب ها، بادبندها و دیوارهای برشی) تحمل شوند. در صورتی که مرکز جرم طبقات ساختمان (نقطه ای که فرض می شود کل جرم طبقه در آن محل قرار دارد) بر مرکز سختی آنها (نقطه ای که فرض می شود کل اعضای مقاوم در آن جا متمرکز است) منطبق نباشد، ساختمان به علت وقوع زلزله دچار پیچش می شود که تنش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



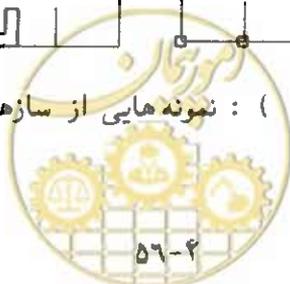
شکل ( ۱-۵ ) : عدم انطباق مرکز جرم و مرکز سختی یک طبقه از ساختمان

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

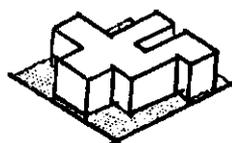
- تقارن در پلان
  - تقارن در ارتفاع
  - پرهیز در عقب نشینی یا جلوآمدگی قسمت های مختلف ساختمان
- نمونه هایی از سازه های متقارن در شکل (۲-۵) دیده می شود.



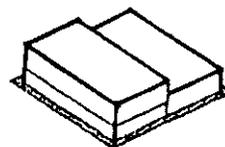
شکل ( ۲-۵ ) : نمونه هایی از سازه های متقارن



- عدم تقارن در ساختمان‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد :
- هندسی : که به علت عدم تقارن شکل هندسی ساختمان ایجاد می‌گردد، (شکل ۳-۵).
  - سازه ای : که به علت عدم تقارن موقعیت اجزای مقاوم سازه ای در ساختمان به وجود می‌آید، (شکل ۴-۵).
- در هر دو حالت ایجاد تنش‌های پیچشی یا تمرکز تنش در پاره‌ای از نقاط سازه، باعث بروز مشکلاتی می‌شود.

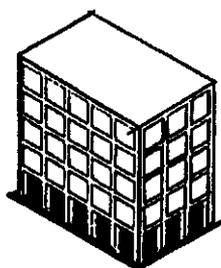


(الف) عدم تقارن در پلان

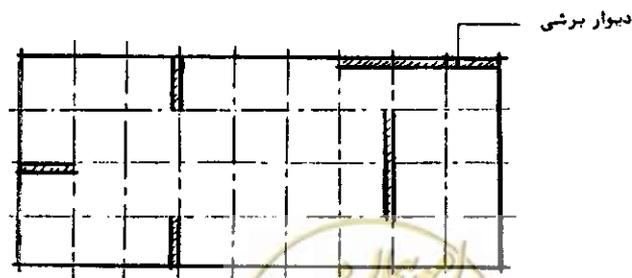


(ب) عدم تقارن در ارتفاع

شکل ( ۳-۵ ) : عدم تقارن هندسی



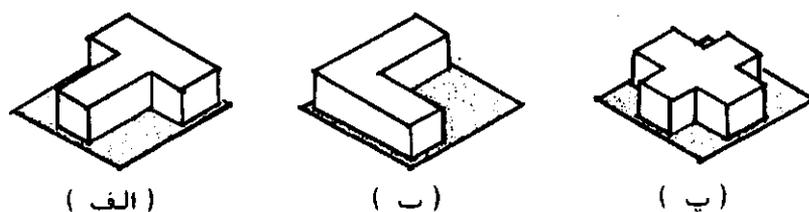
(الف) عدم امتداد دیوار برشی تا پای ساختمان



(ب) عدم تقارن موقعیت دیوارهای برشی در پلان

شکل ( ۴-۵ ) : عدم تقارن سازه ای

علاوه بر موارد یاد شده باید توجه داشت که در بعضی سازه‌ها، علی‌رغم وجود تقارن، به علت بروز تنش‌های زیاد در پاره‌ای نقاط، طرح مناسبی از نظر ایمنی در برابر زلزله نیستند. به عنوان مثال در ساختمان‌هایی با پلان T یا + شکل، در محل گوشه‌ها تنش‌های زیادی ایجاد می‌گردد، (شکل ۵-۵).



شکل ( ۵-۵ ) : تمرکز تنش در محل گوشه‌های ساختمان‌های (T) و (+) شکل

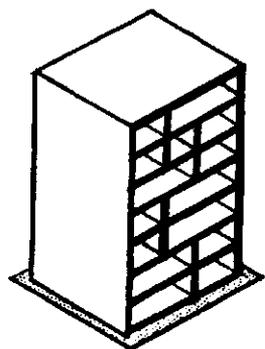
همچنین حفظ تناسب در ابعاد کلی ساختمان (عرض و طول) ضروری است. ساختمان‌های لاغر در برابر لنگر واژگونی مقاومت کمتری از خود نشان می‌دهند. در بعضی متون فنی نسبت ارتفاع به بعد کوچکتر ساختمان در پلان به عدد ۳ یا ۴ محدود می‌شود. به منظور جلوگیری از آثار نامطلوب سازه‌های نامتقارن در پلان، در صورت امکان باید با درزهای جداکننده قسمت‌های مختلف ساختمان را از هم جدا کرد. در این صورت عرض درزها باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا ساختمان‌های مجاور در اثر تغییر مکان به یکدیگر ضربه وارد نکنند.

### ب - انسجام و پیوستگی قطعات به یکدیگر

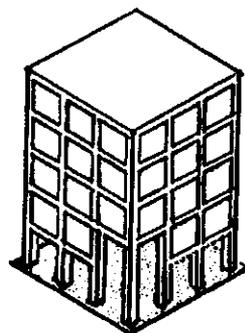
سازه‌هایی در برابر زلزله مقاوم تر است که :

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

- تمام قطعات اصلی سازه (تیرها، ستون‌ها، دیوارها و شالوده‌ها) با قطعات اتصال‌دهنده (کلاف‌ها) بهم متصل شوند به طوری که کل سازه در برابر زلزله یکپارچه عمل کند، (شکل ۵-۶).



(الف) ستونها امتداد ندارند



(ب) تیرها در طبقه اول امتداد ندارند

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

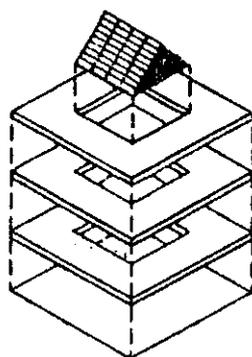
### پ - ایجاد دیافراگم‌های مطمئن

دیافراگم‌ها مجموعه‌ای از اعضای هستند که وظیفه انتقال نیروی افقی زلزله را به اعضای باربر جانبی (نظیر ستون‌ها و دیوارها) به عهده دارند. معمولاً سقف ساختمان‌ها (مجموعه‌ای از تیرها و پوشش دال سقف) به شرط آن که به خوبی طرح و اجرا شده باشند مانند دیافراگم عمل می‌کنند. در صورتی که سختی دیافراگم نسبت به سایر اعضای سازه کافی نباشد توزیع و انتقال نیروهای جانبی به ستون‌ها و دیوارها به خوبی انجام نمی‌گیرد.

وجود بازشوها (نظیر آسانسورها و پله‌ها) در دیافراگم‌ها 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 ( ۷-۵ ) : بازشو در دیافراگم

ت - پرهیز از اثر ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر  
 ساختمان‌هایی که به هم چسبیده‌اند، به علت رفتار متفاوت در هنگام وقوع زلزله به هم ضربه وارد می‌کنند که ممکن است باعث خرابی‌های زیاد شوند. به خصوص در ساختمان‌هایی با ارتفاع متفاوت این پدیده حائز اهمیت بیشتری است. در بعضی متون فنی، فاصله لازم بین دو ساختمان مجاور برابر مجموع حداکثر تغییر شکل‌های هر ساختمان به طور جداگانه، پیشنهاد می‌شود.

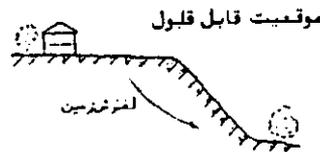
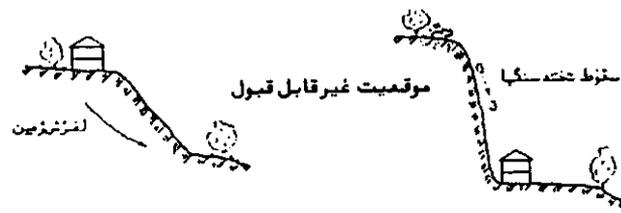
#### ث - انتخاب محل مناسب ساختمان

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

- مشخصات زمین محل احداث ساختمان : ساختمان‌ها را نباید بر روی خاک‌های با مشخصه‌های 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 ساختمان‌هایی که بر روی زمینی با شیب بیش از ۱۰٪ ساخته می‌شوند باید دقت بیشتری کرد.

نمونه‌هایی از موقعیت‌هایی که باید از احداث ساختمان در آنها پرهیز کرد در شکل (۸-۵) نشان داده شده‌اند.





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

- عدم یکنواختی جنس زمین در محل شالوده ها : در صورتی که جنس زمین از نظر عمق 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 وجود گسل ها باید ساختمان را حتی المقدور به اندازه کافی دور از گسل ها ساخت.
- وجود ساختمان های نامطمئن و غیرمقاوم : قبل از احداث 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 (۹-۵).



(مناسب)



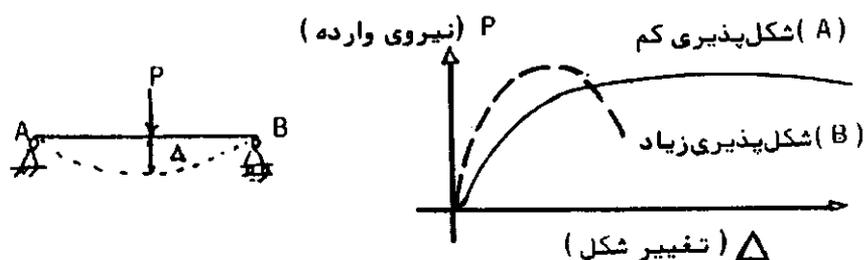
(نامناسب)

شکل ( ۹-۵ ) : 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 تنگ‌های متفاوت) و منحنی  $P-\Delta$  را برای آنها رسم می‌کنیم، شکل (۵-۱۰) منحنی A معرف شکل پذیری کم و منحنی B شکل پذیری زیاد را نشان می‌دهد.

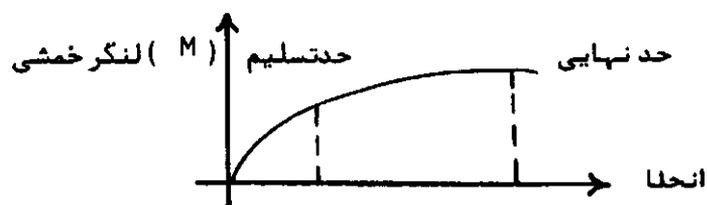


شکل ( ۱۰-۵ ) : منحنی  $P-\Delta$  ( شکل پذیری کم و زیاد )

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

تأمین شکل پذیری برای سازه‌های فولادی نسبتاً آسان است، چون فولاد خود شکل پذیر است، کافی است اتصالات سازه‌های فولادی نیز شکل پذیر طراحی شوند. علاوه بر این فولاد برخلاف بتن دارای مقاومت یکسان در کشش و فشار می‌باشد. اما بتن در تحمل کشش ویرش ضعیف است، ضمناً 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 می‌شود : (شکل ۵-۱۱).





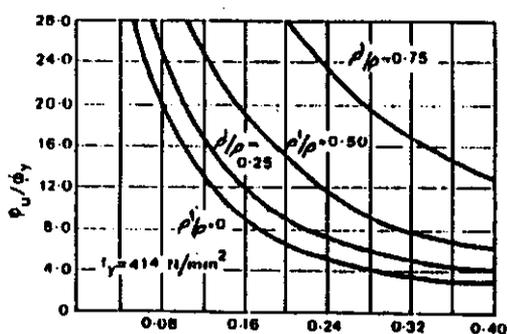
شکل ( ۱۱-۵ ) : منحنی لنگر خمشی و انحناء

که در آن :

$\Phi u =$  انحناء در حالت گسیختگی  
 $\Phi y =$  انحناء در حالت تسلیم

شکل پذیری تیرهای بتن آرمه عمدتاً تابع عوامل زیر هستند :

- با افزایش مقدار آرماتور کششی ( $\rho$ ) شکل پذیری کم و با افزایش مقدار آرماتور فشاری ( $\rho'$ ) شکل پذیری زیاد می شود.
  - با افزایش مقاومت تسلیم فولاد ( $f_y$ ) شکل پذیری کم می شود.
  - با افزایش مقاومت فشاری بتن ( $f_c$ ) شکل پذیری زیاد می شود.
- به همین علت است که در طراحی تیرها مقادیر  $\rho$  و  $f_y$  را محدود می کنند، (شکل ۵-۱۲). علاوه بر این 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).

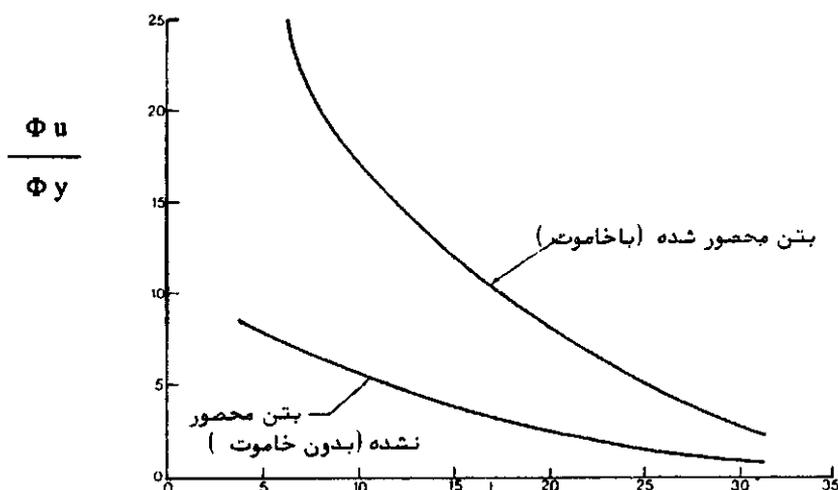


شکل ( ۱۲-۵ ) : شکل پذیری تیرها  $\rho' = 0.75$

$\rho =$  نسبت آرماتور کشش

$\rho' =$  نسبت آرماتور فشاری





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.

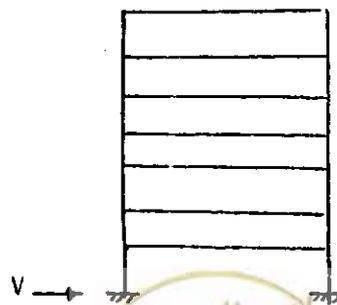
#### ۵ - ۱ - ۴ ضوابط آئین نامه ای

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 از رابطه زیر به دست می آید :

$$V=CW$$



برش پایه برابر است با مجموع نیروهایی که به طبقات اثر می کند .

شکل ( ۵-۱۴ ) : برش پایه



که در آن :

V	برش پایه (نیروی افقی که به ساختمان اثر داده می شود)
W	وزن ساختمان (بارمرده + درصدی از بار زنده)
C	ضریب زلزله

ضریب زلزله تابع عوامل زیر می باشد :

- شتاب زلزله، هرچه شتاب زلزله بیشتر باشد مقدار C بیشتر می شود.
  - پیروید نوسانات ساختمان (زمان تناوب)، با افزایش پیروید، 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 باید ضریب 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 در تحلیل دینامیکی وجود یک شتاب نگاشت مبنا و اصلاح شده منطبق با شرایط محل احداث ساختمان الزامی است.



آئین نامه بتن ایران (آبا) مجموعه‌ای از ضوابط طرح و آنالیز سازه‌های بتنی را ارائه می‌دهد. در این آئین نامه سه نوع شکل پذیری کم، متوسط و زیاد برای سازه‌های بتنی مطرح شده است که بسته به نظر طراح و شرایط منطقه‌ای یکی از آنها باید مورد استفاده قرار گیرد. نکات مهم در این آئین نامه به شرح زیر خلاصه می‌شود :

#### الف - ضوابط مشترک برای هر سه نوع شکل پذیری

- اجزای سازه‌ای 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 نحومناسی 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 شدن زیان به تأسیسات و ماشین آلات تقریباً 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.

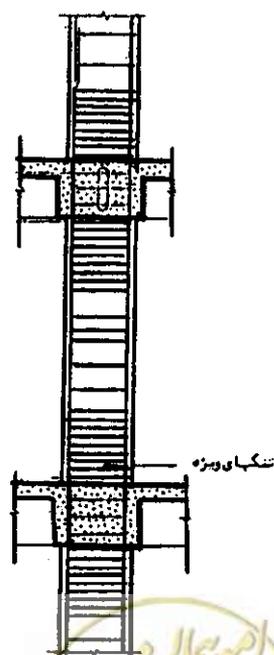
- نسبت عرض به ارتفاع مقطع تیرها نباید از ۰/۲۵ برای شکل پذیری متوسط، و برای شکل پذیری زیاد از ۰/۳ کمتر باشد.

- عرض مقطع تیر نباید از ۲۵ سانتیمتر کمتر باشد.

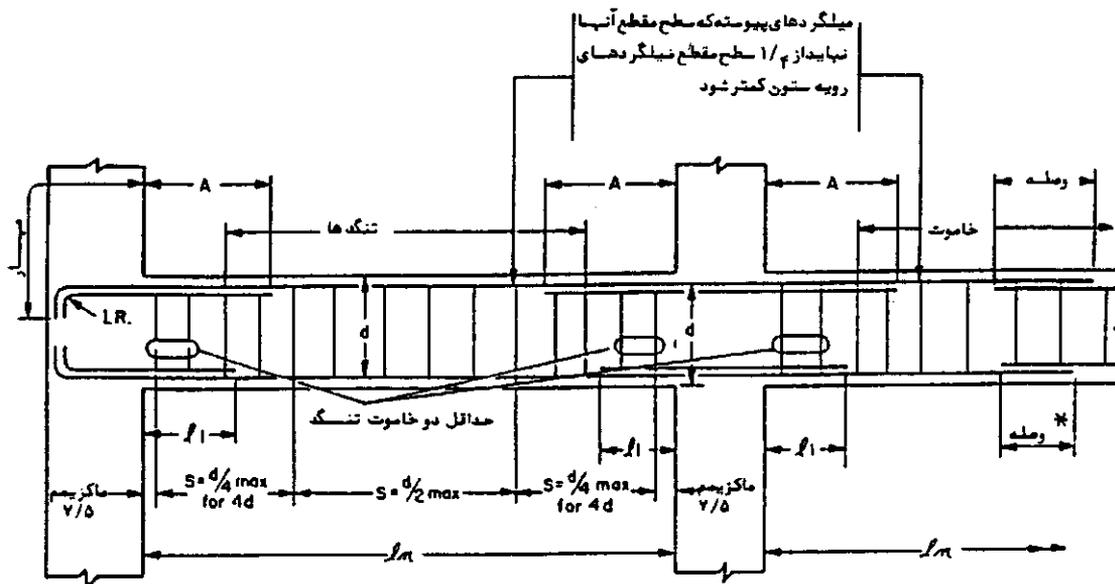
- درصد آرماتور کششی در تیرها نباید از ۱۴ کمتر از ۲/۵ % بیشتر باشد، همچنین درتمام



- طول عضو و در قسمت بالا و پائین باید حداقل دو میلگرد به قطر ۱۲ میلیمتر وجود داشته باشد.
- تنگ‌های ویژه ای در تیرها و ستون‌ها در محل اتصالات و نقاط حساس باید طرح شوند.
- حداقل بعد ستون‌ها برای شکل پذیری متوسط ۲۵ سانتیمتر و برای شکل پذیری زیاد ۳۰ سانتیمتر می‌باشد.
- حداقل آرماتور ستون‌ها ۱٪ و حداکثر ۶٪ می‌باشد.
- در شکل پذیری زیاد نسبت کوچکترین بعد مقطع ستون‌ها به بعد دیگر نباید از ۰/۴ کمتر باشد.
- در شکل پذیری متوسط نسبت  $\frac{1}{b}$  نباید برای ستون‌هایی که دارای لنگری مختلف‌العلامت 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 ستون‌ها، مجموع ظرفیت خمشی ستون‌ها نسبت به مجموع ظرفیت خمشی تیرها بیشتر باشد.
- در شکل‌های (۵-۱۵) و (۵-۱۶) نمونه‌هایی از تیر و ستون‌های شکل پذیر دیده می‌شوند.



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



شکل ( ۱۶-۵ ) : 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 ۱۶۸۰ تا ۱۹۲۰ کیلوگرم در مترمکعب 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 و یا 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 بتن‌های 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، ستون‌ها، دال‌ها و...) ارائه می‌دهند. برای تعیین مشخصات لازم اعضای بتنی (نظیر ضخامت، نوع مصالح و...) از آزمایش‌های استاندارد که آهنگ مقاومت در برابر آتش آنها معمولاً "هر نیم ساعت است استفاده می‌شود.

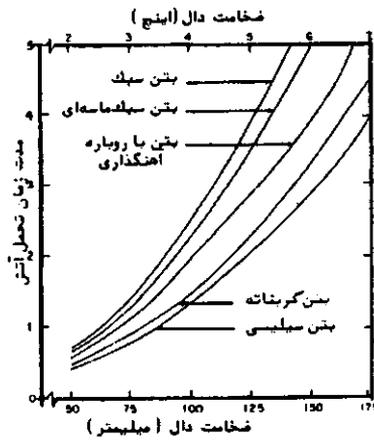
#### ۵ - ۲ - ۳ عوامل مؤثر در ایمنی اعضای یا سازه‌های بتنی در برابر حریق

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.



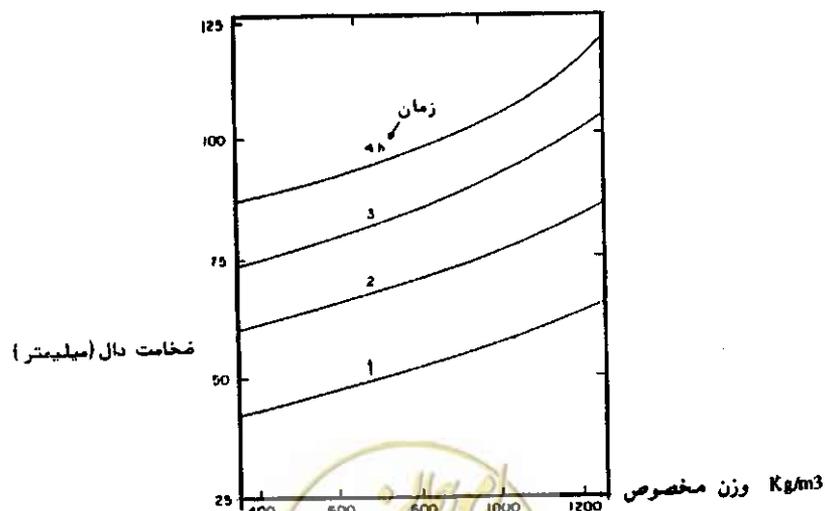


شکل ( ۱۷-۵ ) : اثر ضخامت دالها و دیوارها در تحمل در برابر آتش برای انواع بتن با سنگدانه های متفاوت

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

- وزن مخصوص

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



شکل ( ۱۸-۵ ) : 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

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

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.





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## فصل ششم - تقویت و ترمیم سازه های بتنی

### ۶ - ۱ مقدمه

با توجه به گستردگی و پیچیدگی تقویت و ترمیم سازه های بتنی، در این 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.

### ۶ - ۲ مطالعات اولیه و ارزیابی

#### الف - بازرسی و جمع آوری اطلاعات

نخستین گام در مطالعات اولیه، بازدید از ساختمان آسیب دیده می باشد. در این 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 و نقشه های اجرایی ساختمان و مدارک 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 و تعداد آنها با برداشتن پوشش بتن یا با روش مغناطیسی.
- آزمایش بارگذاری اعضای سالم برای تخمین حداکثر قابلیت باربری آنها.

### ت - ارزیابی مشخصات سازه پس از خرابی

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 میلیمتر، 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 : ترک‌های عریض خمشی به تعداد زیاد یا ترک‌های برشی قطری با عرض کمتر از ۰/۵ میلی‌متر، به خصوص در ستون‌ها و دیوارها، بدون رویت تغییر شکل‌های ماندگار.

### خرابی رده III :

علائم : ترک‌های برشی ضربدری یا خورد شدن موضعی در بتن توأم با ترک خوردگی در اتصالات، تغییر شکل‌های ماندگار قابل توجه نمی‌باشند.

### خرابی رده IV :

علائم : گسیختگی در بتن محصور شده توسط تنگ‌ها و گسیختگی شدید در اتصالات، کمی تغییر شکل‌های ماندگار در اعضای قائم و جانبی دیده می‌شود.

### خرابی رده V :

علائم : انهدام جزئی در اعضای قائم

در صورتی که خرابی‌ها ناشی از نیروهای جانبی (نظیر زلزله) باشد، ملاک فوریت اجرای عملیات ترمیم با شاخص "نسبت ظرفیت (n)" تعیین می‌شود، n با رابطه زیر تعریف می‌گردد :

$$n = \frac{V_R}{V_E} \quad (\text{نسبت ظرفیت})$$

که در آن :

$V_R =$  ظرفیت برشی سازه در برابر نیروهای جانبی

$V_E =$  نیروی برشی ناشی از نیروهای جانبی

در صورتی که بتوان  $V_R$  را براساس اطلاعات موجود دقیقاً حساب کرد، میزان فوریت اجرای



عملیات ترمیم به قرار زیر می باشد :

در صورتی که  $n < 0.5$  باشد عملیات ترمیم را باید به سرعت شروع کرد.

در صورتی که  $n > 0.5$  باشد زمان مرمت را می توان تا حدود یک سال به تأخیر انداخت به شرط آن که از عدم پیشروی خرابی های موضعی اطمینان حاصل کرد.

در صورتی که  $n > 1$  باشد زمان مرمت را می توان تا حدود ۱۰ سال به تعویق انداخت.

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

جدول تعیین تقریبی  $(n)$

جدول ۶ - ۱

نوع ساختمان	رده خرابی			
	IV	III	II	I
نوساز	۰/۱۰	۰/۴۵	۰/۵۷	۰/۹۵
قدیمی	۰	۰/۲۵	۰/۵	۰/۶۵

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

### ۶ - ۳ روش های ترمیم

- به طور کلی ساختمان های بتنی به دو روش زیر مرمت یا تقویت می شوند :
- مقاوم سازی کل سازه و نیز اصلاح ظرفیت باربری اعضای آن.
  - کاهش بارهای وارده به سازه.
- در زیر شرح هر کدام ارائه می شود :

#### الف - مقاوم سازی سازه ها با اصلاح ظرفیت باربری آنها

برای سیستم های اصلی سازه نظیر قاب های خمشی، دیوارهای برشی، دیافراگم ها و شالوده ها

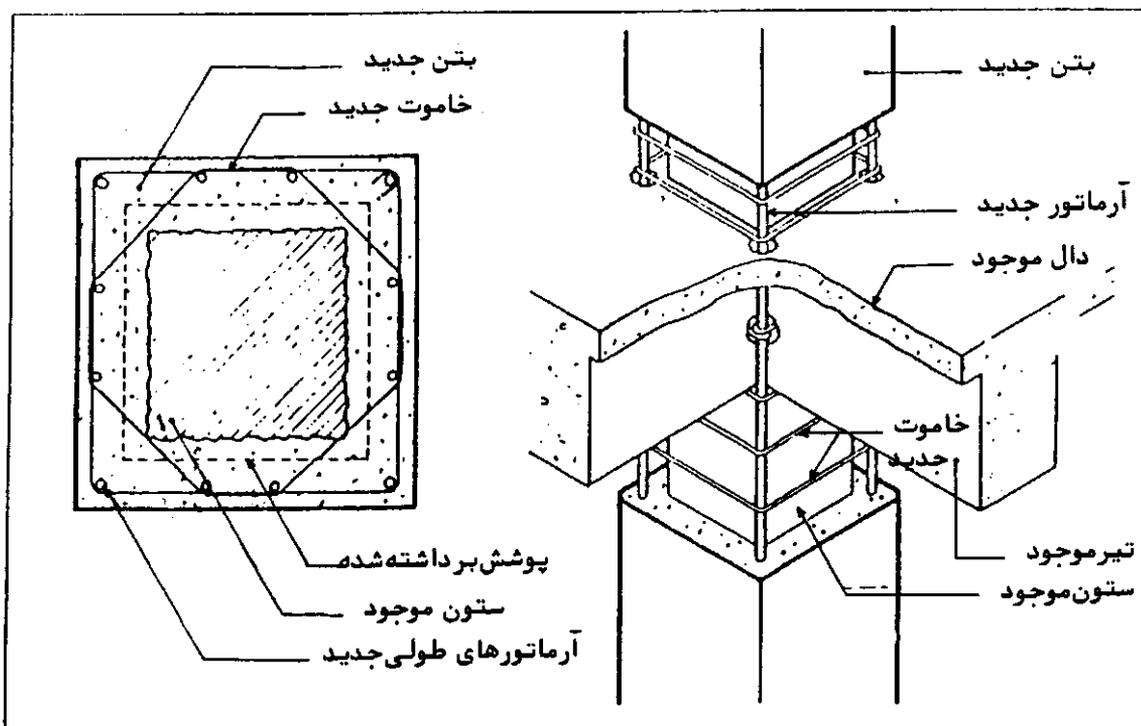


روش های ترمیم و تقویت متفاوت است که در زیر مختصراً به هرکدام اشاره می شود :

### - 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 قراردادن آرماتورهای جدید و بتن ریزی در قالب ها، امکان پذیر است، (شکل ۶-۱) و (شکل ۶-۲).

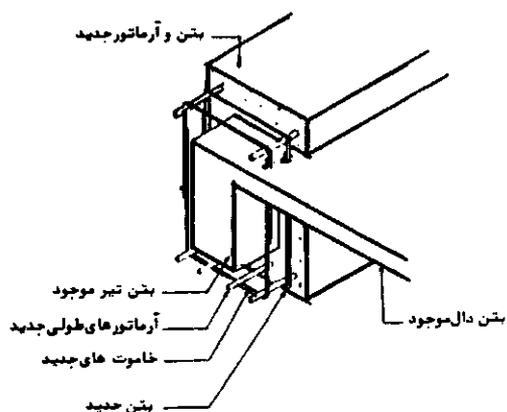


شکل ( ۱-۶ ) : تقویت ستون موجود

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



بربرگیری 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 ( ۶-۲ ) : تقویت تیر موجود

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

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

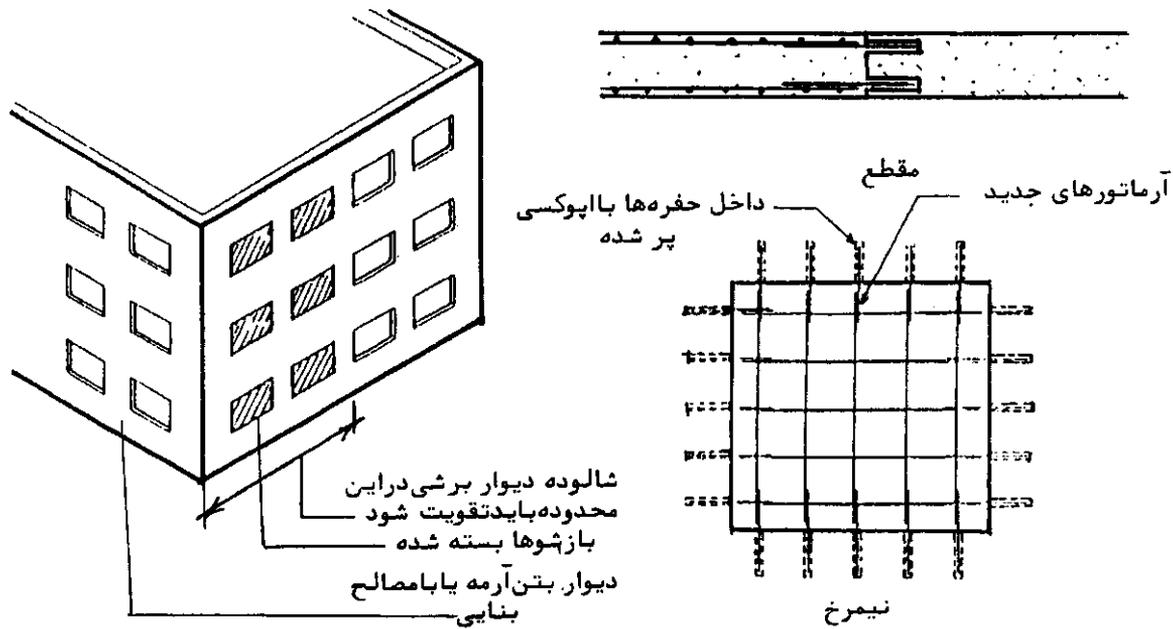
در روش اول و دوم به علت عدم یکنواختی در اتصالات و ناهمگونی آنها با کل سیستم، ممکن است یکپارچگی لازم بین قطعات حاصل نشود. به این ترتیب شاید در اکثر حالات روش سوم مناسب تر باشد ولی به هر حال ملاحظات معماری و توجه به لزوم تقارن موقعیت و شکل های دیوارهای برشی در پلان ساختمان محدودیت هایی در کاربرد روش سوم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

### - دیوارهای برشی

برای تقویت دیوارهای برشی که عمدتاً 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) با بتن آرمه، (شکل ۶-۳).





شکل ( ۳-۶ ) : 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 طور کلی سه ضعف عمده ممکن است در دیافراگم ها 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 دیافراگم ها یا اجزای لبه آنها، می توان 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 تنش های برشی زیاد در بازشوها می توان از یکی از روش های زیر استفاده کرد :

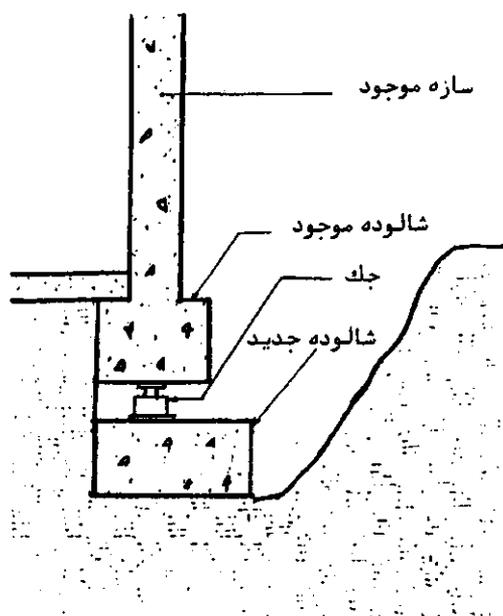
- کاهش تنش های محلی به وسیله قراردادن میلگردهای اضافی در لبه های بازشو.



- 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 (۴-۶) دیده می شود امکان پذیر است.



شکل ( ۴-۶ ) : 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 عمدتاً به دو دسته نیروهای قائم و نیروهای جانبی (زلزله) تقسیم می‌شوند، همان طور که قبلاً ذکر شد نیروهای زلزله با وزن ساختمان رابطه مستقیم و با پیروید و شکل پذیری آن رابطه معکوس دارد. بنابراین برای کاهش این نیروها می‌توان موارد زیر را انجام داد:

### - کاهش وزن ساختمان

به منظور کاهش وزن ساختمان، در صورت امکان، می‌توان از یکی از روش‌های 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 معمولاً سنگین هستند، نظیر: جانپناه‌ها، بالکن‌ها، منابع آب و...

### - افزایش پیروید نوسانات ساختمان

پیروید ارتعاش ساختمان مستقیماً متناسب با جذر وزن ساختمان و به طور معکوس متناسب با جذر سختی سازه می‌باشد. بنابراین طبیعی به نظر می‌رسد که به وسیله افزایش وزن ساختمان یا کاهش سختی آن، پیروید را افزایش داد. البته در هر دو حالت مشکلات جدیدی بروز خواهد کرد، چون افزایش وزن ساختمان باعث افزایش نیروی زلزله و کاهش سختی آن باعث افزایش جابه‌جایی‌ها خواهد شد.

### - افزایش ضریب رفتار ساختمان

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



- 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

ساختمان‌های بتن آرمه به علت خواص منحصر به فرد بتن دارای ویژگی‌هایی است که در این قسمت به آنها اشاره می‌شود.

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 و کمی مصالح، این امکان برای طراح وجود دارد که ویژگی‌های مطلوب خود را در طرح اعمال کند. معایبی نظیر ترد و سنگین بودن و حجم زیاد بتن (در مقایسه با سایر مصالح) را می‌توان با تمهیدات ساده‌ای برطرف کرد. امروزه بسیاری از سازه‌های با اهمیت نظیر سیلوها، منابع آب، سدها و راکتورهای اتمی با بتن ساخته می‌شوند. دوام و عمر طولانی ساختمان‌های بتن آرمه یکی از مهمترین جاذبه‌های انتخاب آن به شمار می‌آید.

مهمترین ویژگی‌های 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، ساختمان‌های بتنی در اکثر موارد قابل رقابت با دیگر انواع ساختمان‌ها (نظیر فولادی و یا بامصالح بنایی) می‌باشند. با این حال مسائل اقتصادی تابع عوامل بسیار زیادی

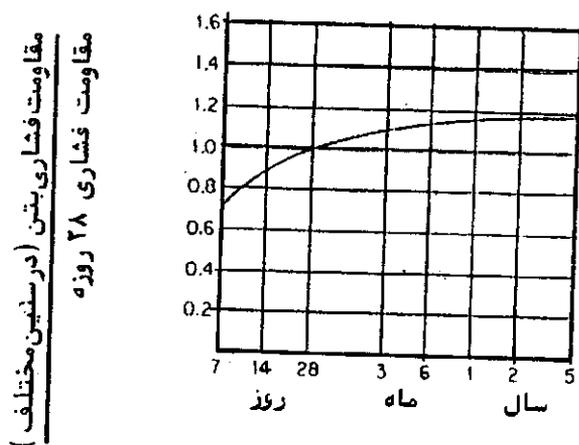


است که باید برای هر پروژه بررسی شوند. در این فصل به بعضی نکات عمده برای برآورد اقتصادی ساختمان‌های بتنی و فولادی اشاره می‌شود و به عنوان نمونه مثال‌هایی ارائه خواهد شد.

## ۷ - ۲ قابلیت های بتن آرمه

### ۷ - ۲ - ۱ مقاومت

مهمترین ویژگی بتن داشتن مقاومت فشاری زیاد آنست. معمولاً در ساختمان‌های متعارف، بتن با مقاومت حدود ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع الی ۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع به کار می‌رود ولی به طرق مختلف (نظیر عمل آوردن مخصوص یا اضافه کردن بعضی مواد اضافی) می‌توان بتن‌هایی با مقاومت زیاد (حدود ۷۰۰-۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع) به دست آورد. از طرف دیگر، مقاومت بتن با گذشت زمان بیشتر می‌شود که این خاصیت نیز می‌تواند دوام ساختمان‌های بتنی را زیادتر کند، (شکل ۷-۱).



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

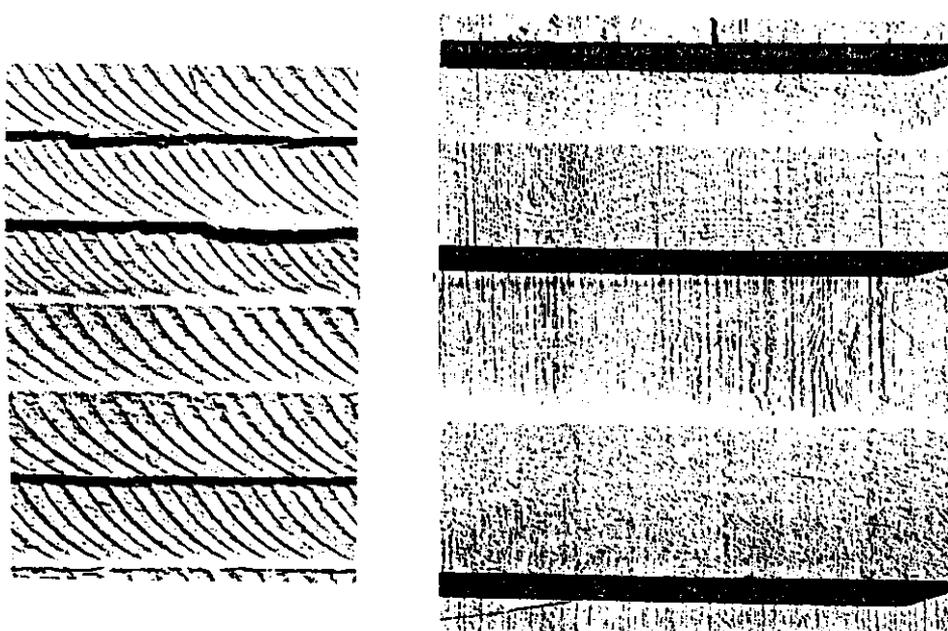
به طور کلی می‌توان گفت در صورت رعایت نکات فنی لازم نظیر اختلاط صحیح و به کارگیری مصالح مناسب، دقت در عمل آوردن و اجرای درست، بتن از بهترین مصالح برای تحمل تنش‌های فشاری است.



## ۷ - ۲ - ۲ نقش و حجم پذیری

یکی از ویژگی‌های مهم بتن، خاصیت نقش و حجم پذیری آنست. بتن را می‌توان به هر نقش دلخواه درنما اجرا کرد. بسیاری از سازه‌های پیچیده و زیبا از بتن ساخته شده‌اند. با تهیه قالب‌های مناسب، سازه‌هایی با سطوح منحنی یا شکسته به راحتی قابل اجراست. نمونه‌های فراوانی از این‌ها فنی را می‌توان نام برد که ساخت آنها با مصالح دیگر به علت اشکالات اجرایی زیاد اقتصادی نیست. علاوه بر این، با به کار بردن ماشین‌های مخصوص پرداخت و یا قالب‌های مناسب می‌توان سطوح نمایان بتن را به نقش‌های دلخواه درآورد. دو نمونه از نحوه پرداخت رویه بتن به شرح زیر می‌باشد :

الف - با استفاده از قالب‌هایی که سطوح داخلی آنها دارای بافت‌های گوناگونی است، نمای بتن تمام شده به نقش‌های مورد نظر ایجاد خواهد شد، (شکل ۷-۲).



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

ب - پس از گرفتن بتن، رویه آن را می‌توان با ماشین‌های پرداخت به نقش‌های متفاوت درآورد. انواع ماشین‌های پرداخت به این منظور به کار می‌رود. از بین ابزارهای ساده پرداخت بتن، می‌توان از چکش، سمباده و ماسه پرانی نام برد.

یکی دیگر از ویژگی‌های مهم بتن امکان طراحی حجمی این سیستم سازه‌ای است که امکان تنوع در طراحی فضایی را فراهم می‌کند. این ویژگی ترکیب هماهنگ هنرمعماری با ملاحظات سازه‌ای است که در ساختارهای موفق بتنی جلوه‌گر می‌شود.

#### ۷ - ۲ - ۳ تحمل شرایط محیطی نامساعد

با رعایت کامل اصول فنی در طرح و اجرای قطعات بتن آرمه، می‌توان از مقاومت آنها در برابر شرایط محیطی نامساعد اطمینان حاصل کرد. پوشش بتن روی آرماتورها محافظ خوبی در برابر آثار مخرب بر روی فولاد می‌باشد. علاوه بر این با به کار بردن انواع سیمان‌ها، مواد افزودنی مناسب و نظایر آن، می‌توان مقاومت قطعات بتن آرمه را در شرایط نامناسب محیطی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. این موضوع برای سایر مصالح به راحتی امکان پذیر نیست. موارد متعددی از ساختمان‌های بتنی خوب ساخته شده‌ای را می‌توان نام برد که در شرایط محیطی بد، نظیر محیط‌های خورنده با دمای هوای زیاد، عمرهای طولانی داشته‌اند و از قابلیت‌های بهره‌دهی آنها کاسته نشده است.

#### ۷ - ۲ - ۴ تحمل در برابر آتش

بتن یکی از مقاوم‌ترین 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 می‌باشد به حرارت ۵۰۰ درجه سانتیگراد برسد، تجربه نشان داده است که ساختمان‌های بتن آرمه با پوشش کافی و رعایت سایر اصول فنی، در آتش‌سوزی‌هایی که چندین ساعت ادامه داشته و دارای شدت متوسطی بوده‌اند، فقط زیان‌های کمی دیده و از بین نرفته‌اند.

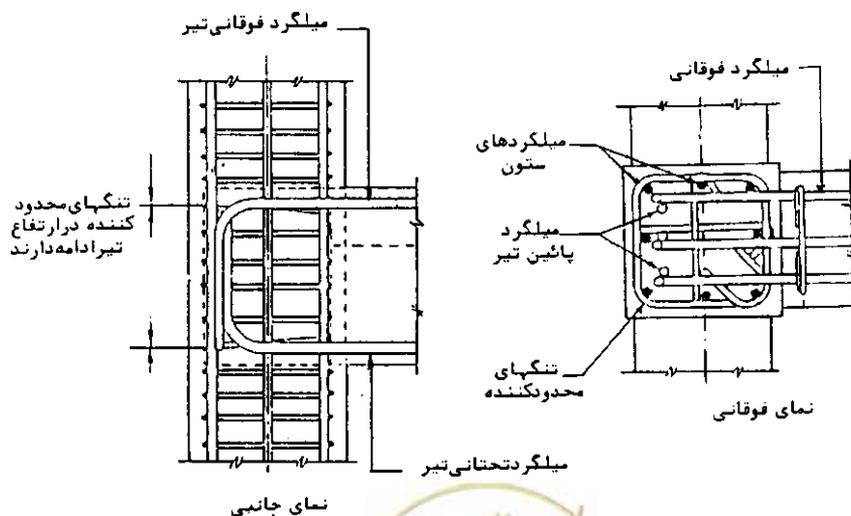
#### ۷ - ۲ - ۵ دوام (پایایی)

بتن یکی از با دوام‌ترین 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 شده‌اند که این نشان امکان ساخت بتن نفوذ ناپذیر می‌باشد.



## ۷ - ۲ - ۶ امکان اجرای راحت تر اتصالات گیردار

اجرای اتصالات گیردار در ساختمان‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. همان طوری که در فصل ششم ذکر شد، یکی از راه‌های مقابله با آثار زلزله، استفاده از قاب‌های خمشی است در این گونه قاب‌ها اتصالات باید گیردار طرح و اجرا شوند. در ساختمان‌های فولادی اجرای اتصالات گیردار به طور کامل با مشکلات عدیده‌ای همراه است، در حالی که در ساختمان‌های بتنی می‌توان 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 می‌شود تا مشکلات ناشی از عدم فضای لازم برای بادبندها که در قاب‌های فولادی مطرح است از بین برود. همان طوری که می‌دانیم ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله باید در دو امتداد عمود برهم قادر به تحمل تلاش‌های ناشی از زلزله باشند. در قاب‌های فولادی معمولاً این کار با به کار بردن بادبندهایی در دو امتداد عمود برهم انجام می‌گیرد. 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 قاب‌های خمشی استفاده شود. اطمینان از اتصالات گیردار بتنی و ساخت قاب‌های خمشی از مزیت‌های سازه‌های بتن آرمه به شمار می‌آید، (شکل ۷-۳).

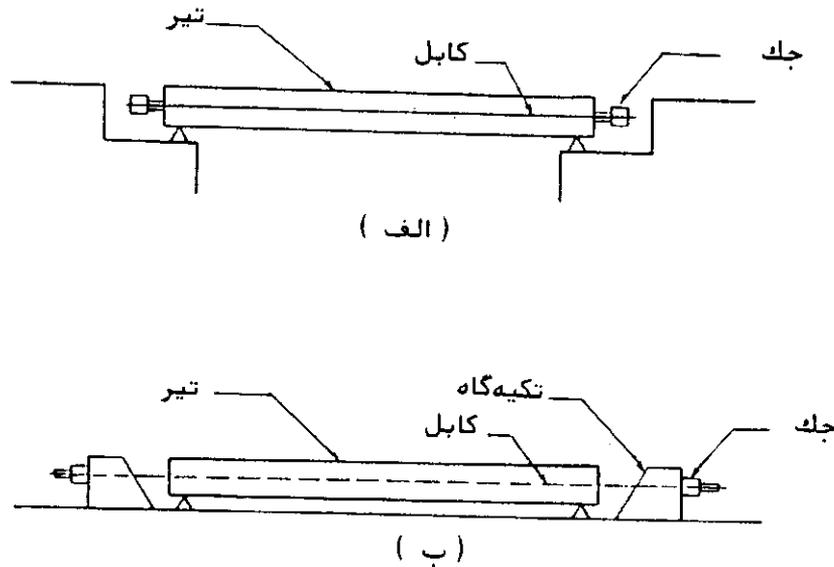


شکل ( ۳-۲ ) : نمونه ای از اتصال گیردار



## ۷ - ۲ - ۷ پیش تنیدگی

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



شکل ( ۷-۴ ) : دو نمونه از پیش تنیدگی

(الف) - کابل‌ها در مجرای از پیش تعبیه شده در بتن قرار گرفته و پس از سخت شدن بتن کشیده می‌شوند و سپس در دو وجه بتن ثابت می‌گردند.  
(ب) - کابل‌ها قبل از بتن ریزی کشیده پس از سخت شدن بتن رها شده و سپس در دو وجه بتن ثابت می‌شوند.

پیش تنیدگی در حالت (ب) از طریق اصطکاک و چسبندگی از کابل به بتن انتقال می‌یابد. نمونه‌هایی از کابل‌هایی که برای پیش تنیدگی به کار می‌روند در شکل (۷-۵) دیده می‌شوند.





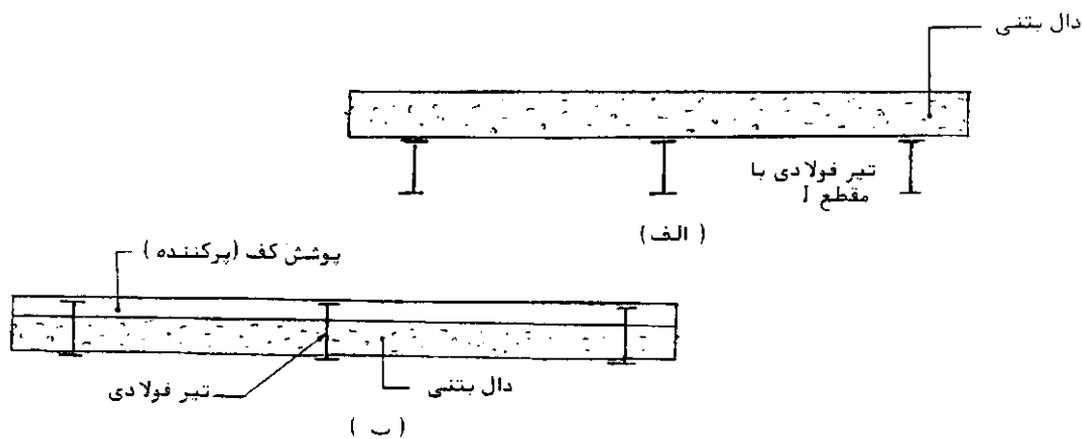
شکل ( ۵-۷ ) : نمونه هایی از کابلهای پیش تنیدگی

- 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 تر از 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 سقف‌های ساختمان‌ها، می‌توان از پروفیل‌های فولادی و دال بتنی استفاده کرد، (شکل ۷-۶).

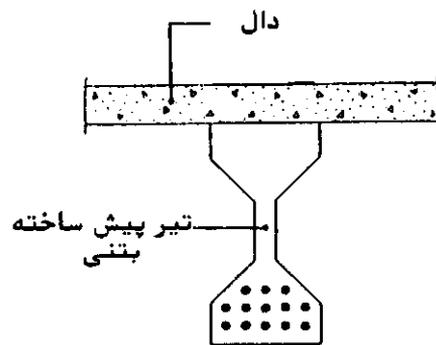


شکل ( ۶-۷ ) : دو نمونه از کاربرد بتن و تیرهای فولادی

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

علاوه براین می‌توان از خاصیت درجا ریختن بتن استفاده کرد و همراه با قطعات بتن پیش ساخته، مقطع مرکبی ساخت. به عنوان مثال می‌توان از کاربرد تیرهای پیش ساخته و دال بتنی درجا نام برد که برای پوشش سقف یا رویه پل‌ها از آن استفاده فراوان می‌شود. در هر حالت، از تیرهای بتنی یا فولادی می‌توان به عنوان تکیه گاه‌های قالب‌ها سود برد. در این موارد اگر اتصال بین تیرها و دال‌ها قادر به تحمل نیروهای برشی طولی باشد، مقطع مرکب را می‌توان به صورت یک مقطع همگن T شکل که در آن 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 ویژگی‌های فنی خود (که در بخش قبلی به آن اشاره شد) مورد استفاده فراوان دارد و در ساختمان‌های نسبتاً بلند (حدود ۲۰ طبقه) به راحتی می‌توان آنرا به کار برد. از طرف دیگر برای ساخت ساختمان‌های بلند تر، با توجه به مسایل اجرایی و حجیم بودن بتن، ساختمان‌های فولادی ارجح است. ساختمان‌های با مصالح بنایی با توجه به حجیم بودن آن و عدم مقاومت کافی در برابر نیروهای زلزله برای ساختمان‌های بیش از دو طبقه توصیه نمی‌شود.

#### ۷ - ۳ - ۲ مقایسه اقتصادی

مقایسه اقتصادی سازه‌های بتنی، فولادی و با مصالح بنایی تابع عوامل متعددی است که با توجه به ثابت نبودن قیمت مصالح و سایر پارامترها، نمی‌توان 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 وابسته‌اند، در تصمیم‌گیری انتخاب نوع ساختمان دخالت دارند که مختصراً به آنها در زیر اشاره می‌شود :

- امکان دسترسی به مصالح :

به عنوان مثال در محل‌هایی که دسترسی به شن و ماسه راحت و ارزان باشد، معمولاً ساختمان‌های بتنی مقرون به صرفه ترند.



- وجود افراد متخصص در محل احداث ساختمان :

در بعضی موارد ممکن است در کارگاه‌های بزرگ، به علت تجربه‌های گذشته، مهارت فنی افراد در دسترس در زمینه خاصی بیشتر باشد، در این گونه موارد بهتر است نوع ساختمان با مهارت‌های موجود در کارگاه 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 می‌آید ساخت سازه‌های فولادی با سرعت بیشتری انجام گیرد ولی در صورت برنامه ریزی صحیح و استفاده اجزای سازه‌ای (نظیر تیرها) به عنوان تکیه گاه قالب‌ها، می‌توان سرعت ساخت سازه‌های بتنی را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. علاوه بر این زمان لازم برای ساخت اسکلت ساختمان‌ها در مقایسه با ساخت کل ساختمان، درصد زیادی نیست. لذا گرچه سرعت اجراء باید مورد توجه قرارگیرد ولی معمولاً پارامتر تعیین کننده‌ای نیست.

با توجه به موارد فوق الذکر، مقایسه اقتصادی انواع ساختمان‌ها باید در هر مورد خاص، با توجه به شرایط محیطی و نیروی انسانی ماهر بررسی شده و مناسب‌ترین آنها انتخاب شود.



## ضوابط عمومی ساختمان های فولادی





## ضوابط عمومی ساختمان های فولادی

### فصل اول - مصالح و کلیات

#### ۱ - ۱ مقدمه

فولاد یکی از پر مصرف ترین مصالح ساختمانی است. از مهم ترین مزایای آن موارد زیر را می توان نام برد :

- مقاومت زیاد نسبت به وزن

- شکل پذیری

- سرعت و آزادی عمل در اجرای انواع طرح ها

- امکان ساخت قطعات پیش ساخته و افزایش دقت در اجرا

- دوام زیاد

موارد فوق الذکر دلایل خوبی برای اجرای انواع ساختمان ها نظیر: ساختمان های بلند، آشیانه های هواپیما، ساختمان های صنعتی و نظایر آن با فولاد می باشد.

#### ۱ - ۲ مشخصات مکانیکی فولاد

##### ۱ - ۲ - ۱ مدول الاستیسیته

مدول الاستیسیته فولاد برابر  $2/1 \times 10^4$  کیلوگرم بر سانتیمترمربع در نظر گرفته می شود. 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 می باشد.



## ۱ - ۲ - ۲ شکل پذیری

این خاصیت از مثبت‌ترین خواص فولاد است. مصالح شکل‌پذیر قادرند بدون آن که خراب شوند تغییر شکل زیاد بدهند و در نتیجه در صورت افزایش تنش در نقطه‌ای، سازه آن را تحمل کرده و به سایر نقاط انتقال دهد. قابلیت شکل‌پذیری باعث می‌گردد که مصالح با جذب انرژی در برابر نیروهای جانبی نظیر زلزله مقاومت بیشتری از خود نشان دهند. به علت خاصیت شکل‌پذیری 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 هیدراته می‌کند که به نام زنگ معروف است. از آنجا که ساختار زنگ آهن حالت متخلخل دارد، خوردگی به صورت پیش‌رونده 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 مشکل‌زاست، باید آن را محافظت کرد.

## 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 - ۱ طرز تهیه و انواع فولاد های ساختمانی

### ۱ - ۳ - ۱ منابع تهیه فولاد

آهن خالص در طبیعت یافت نمی شود و معمولاً به شکل اکسید یا کربنات یا سولفید دیده می شود که در تمام حالات مقداری مواد دیگر نیز با آن مخلوط می باشد. از منابع عمده آهن می توان از هماتیت قرمز، ماگنتیت، لیمونیت، سنگ معدن و پیریت آهن نام برد.

### ۱ - ۳ - ۱ فرآورده های آهن

از آهن خالص در صنعت استفاده نمی شود. فرآورده های آهنی برحسب مقدار کربن به سه گروه زیر تقسیم می شوند :

- آهن خام (مقدار کربن ۳ تا ۴/۲۵ درصد)

- چدن (مقدار کربن ۳ تا ۶ درصد)

- فولاد (مقدار کربن ۰/۰۹ تا ۱/۵ درصد)

آهن خام و چدن دارای مقدار نسبتاً زیادی کربن هستند و به همین علت سخت و شکننده می باشند و برای چکش کاری، نورد کاری و پرس نمودن مناسب نمی باشند، 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 مهم ترین عامل تعیین کننده خواص مکانیکی آن می باشد به طوری که با زیاد یا کم کردن آن، می توان فولادهایی با مقاومت و شکل پذیری مختلف به دست آورد. زیاد شدن کربن، مقاومت فولاد را افزایش می دهد در حالی که قابلیت تغییر شکل آنرا کم می کند.

### ۱ - ۳ - ۲ اقسام فولاد های ساختمانی

فولاد های ساختمانی معمولاً با انواع و مقاومت های مختلف تهیه می شوند :

- فولاد نرمه (مقدار کربن حدود ۰/۱۵ تا ۰/۲۹ درصد)

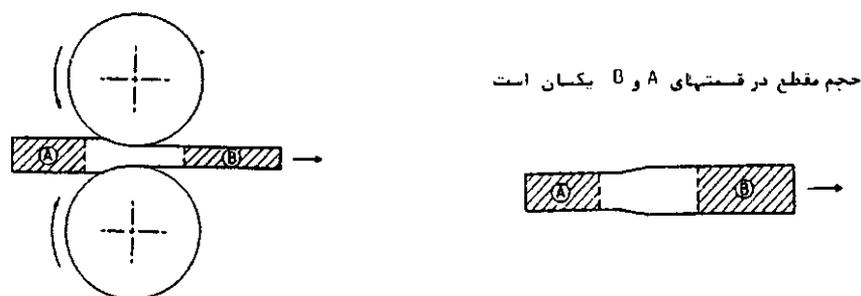
- فولاد با کربن متوسط (مقدار کربن حدود ۰/۳ تا ۰/۵۹)

- فولاد با کربن زیاد (مقدار کربن حدود ۰/۶ تا ۱/۵ درصد)

فولادهای نرمه و فولادهای با کربن متوسط در کارهای ساختمانی و صنعتی مصرف زیاد دارند. این فولادها علاوه بر آنکه دارای مقاومت قابل توجهی می‌باشند، به اندازه کافی شکل پذیرند. فولادهای با کربن زیاد در ساختن ابزار کار، بعضی ماشین‌ها، تیغه و نظایر آن به کار می‌روند.

### ۱ - ۳ - ۴ نوردیدن

به شکل دلخواه درآوردن شمش‌های فولادی را نوردیدن می‌نامند. در این عمل تکه‌ها و شمش‌های داغ و سرخ فولادی را که به دمای یکنواخت رسیده‌اند از میان استوانه‌هایی که در حال دوران اند می‌گذرانند (شکل ۱-۱). پس از چند مرتبه تکرار این عمل، قطعات تغییر شکل داده و بر طولشان اضافه می‌شود و به شکل دلخواه نظیر ورق، لوله در می‌آیند.



شکل (۱-۱) : نورد اولیه شمش‌های 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 در کیفیت و مشخصات فولاد دارد.

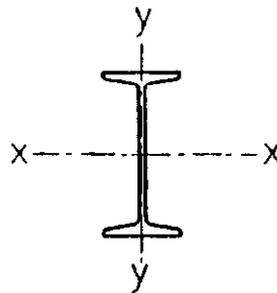


### ۱ - ۳ - ۵ انواع نیمرخ های نورد شده

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 معمولاً 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 (۲-۱).

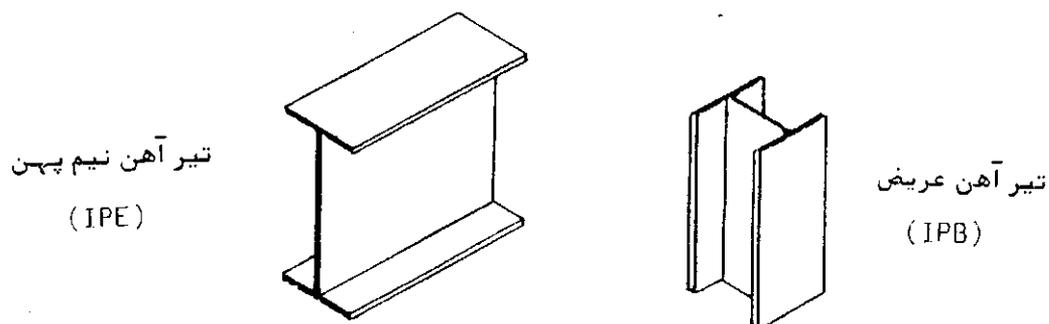


شکل (۲-۱) : نیمرخ I معمولی

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 (۳-۱).

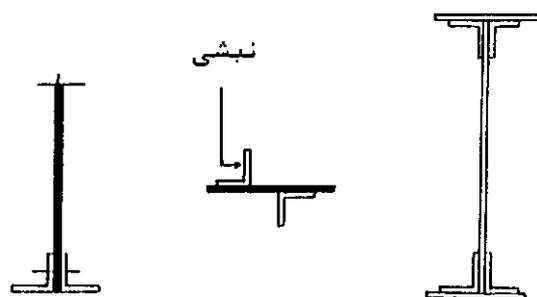


انواع مقاطع I شکل با ارتفاع مقطع آنها مشخص می‌شود مثلاً ۲۰ I معرف آن است که ارتفاع I، ۲۰ سانتیمتر می‌باشد.



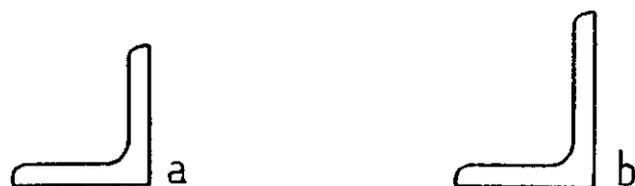
شکل (۳-۱) : انواع تیرهای بال پهن

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



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

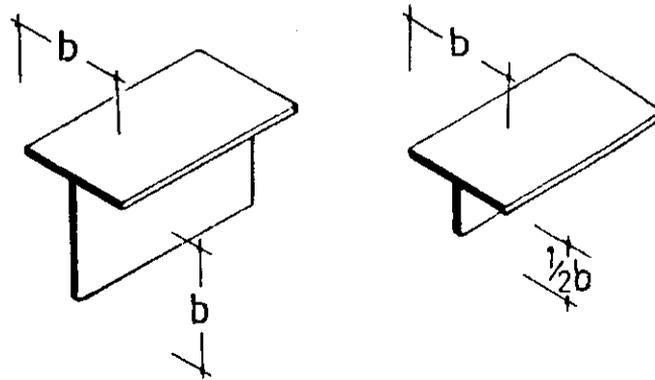
بال‌های نبشی ممکن است مساوی یا نامساوی باشند، شکل (۵-۱).



شکل (۵-۱) : انواع نبشی

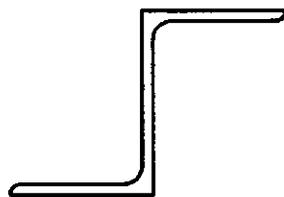


- نیمرخ سپری : نیمرخ های سپری به دو نوع (مطابق شکل ۶-۱) ساخته می شوند و بیشتر در شیروانی سازی، در و پنجره و اسکلت سقف کاذب از آنها استفاده می شود. عیب عمده آنها، لنگر اینرسی کم و سطوح مایل بال هاست که اتصالات به آنها را مشکل می سازد.



شکل (۶-۱) : انواع سپری های ساختمانی

- نیمرخ Z : این نیمرخ چون محور تقارنی ندارد مورد استفاده کمتری دارد (شکل ۷-۱). این نوع نیمرخ ها بیشتر برای زیرسازی و بستن ورق های فلزی در سطوح شیب دار مورد استفاده قرار می گیرند.

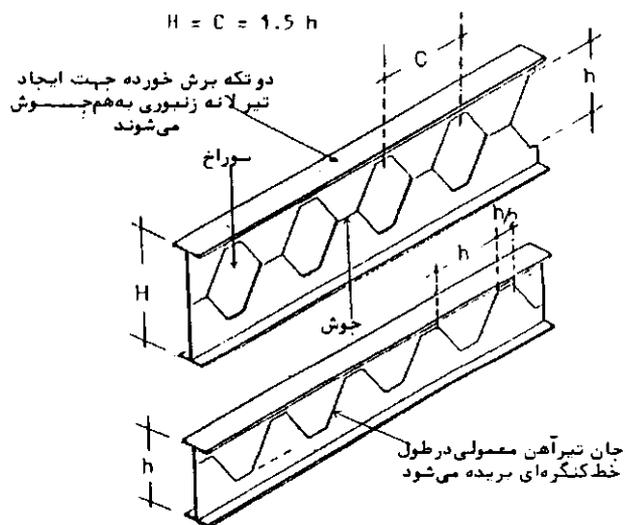


شکل (۷-۱) : نیمرخ Z

- تیرهای لانه زنبوری : این نوع تیرها که حالت مشبکی دارند از برش دادن جان تیر آهن معمولی در امتداد یک خط کنگره ای ساخته می شوند. سپس برای ایجاد تیر لانه زنبوری همانطور که در شکل (۸-۱) 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

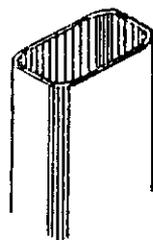


می شود. به علت داشتن ممان اینرسی بالا نسبت به وزن این تیر نسبت به تیر آهن معمولی اقتصادی تر است و از سوراخ های موجود در جان تیر نیز می توان برای عبور دادن لوله های تأسیساتی استفاده کرد.

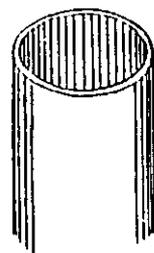


شکل (۸-۱) : تیر لانه زنبوری

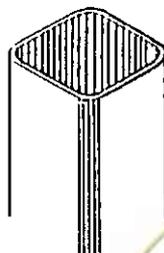
- نیمرخ های توخالی : این مقاطع ممکن است به شکل دایره (لوله) یا مربع یا مستطیل (قوطی) ساخته شوند. از این نیمرخ ها بیشتر به عنوان ستون استفاده می شود، شکل (۹-۱) .



نیمرخ مستطیلی توخالی از ۴۰×۲۶۰ تا ۵۰×۳۰ میلیمتر



نیمرخ گرد توخالی با قطر خارجی ۱۰۱۶/۳ تا ۲۱۱/۳

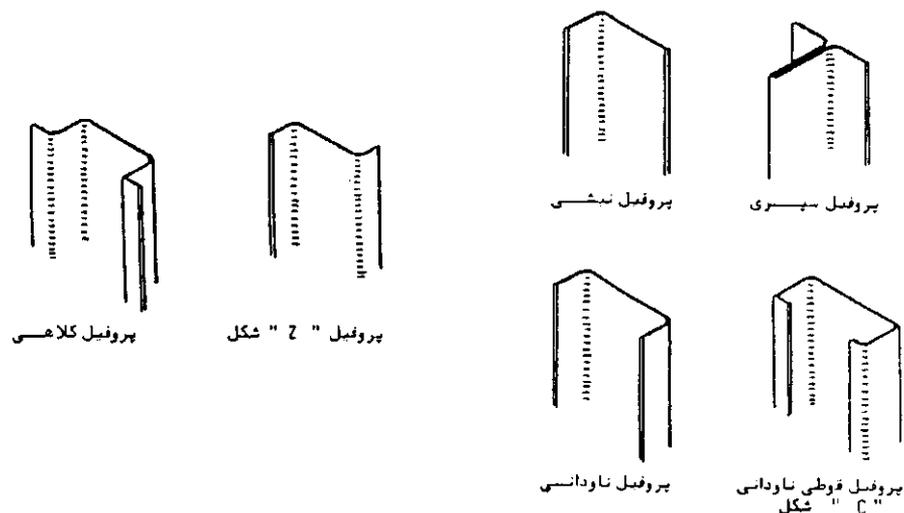


نیمرخ مربع توخالی از ۴۰×۴۰ تا ۲۰۰×۲۰۰ میلیمتر

شکل (۹-۱) : نیمرخ های تو خالی



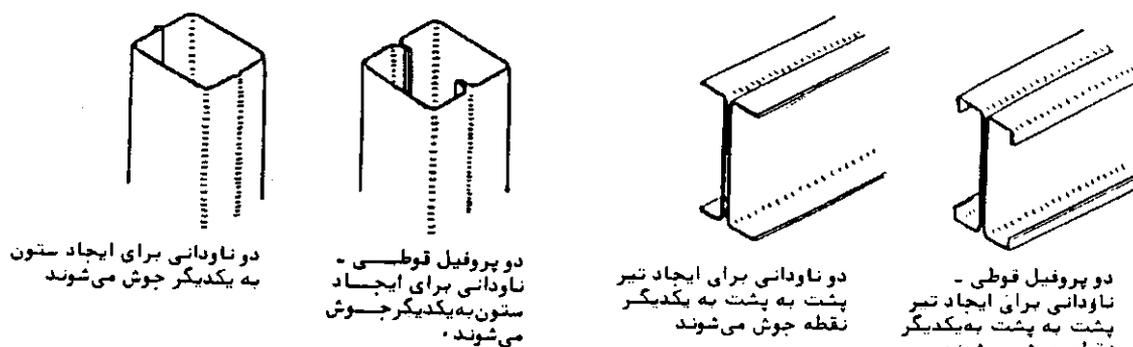
- نیمرخ های نورد سرد : این مقاطع از نورد کاری تسمه های نازک فولادی به صورت های مختلف نشان داده شده در شکل (۱-۱۰) ساخته می شوند.



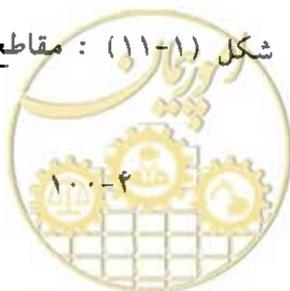
شکل (۱-۱۰) نیمرخ های نورد سرد

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 در محل ساختمان یا پیچ و مهره صورت گیرد.

متداول‌ترین روش جوشکاری، جوشکاری قوسی دستی است که در آن یک جریان الکتریکی از الکتروود 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 الکتروود فلزی و گاز خنثی و گاز فعال و جوشکاری قوسی با الکتروود 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 :

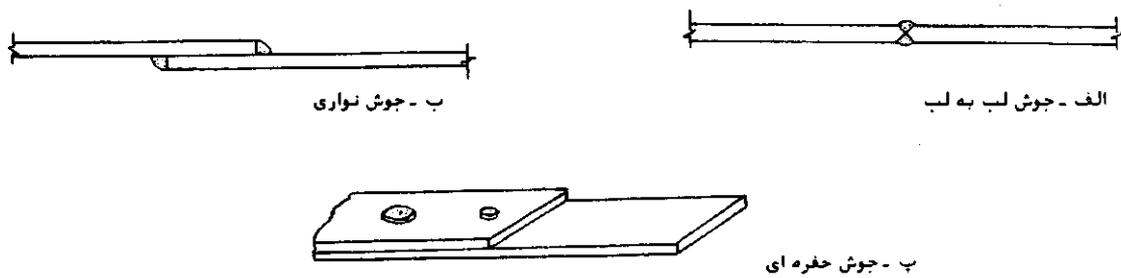
الف - جوش لب به لب یا نوک به نوک

ب - جوش نواری

پ - جوش حفره‌ای

از جوش حفره‌ای کم‌تراز 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 کلاً یا جزناً 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 :

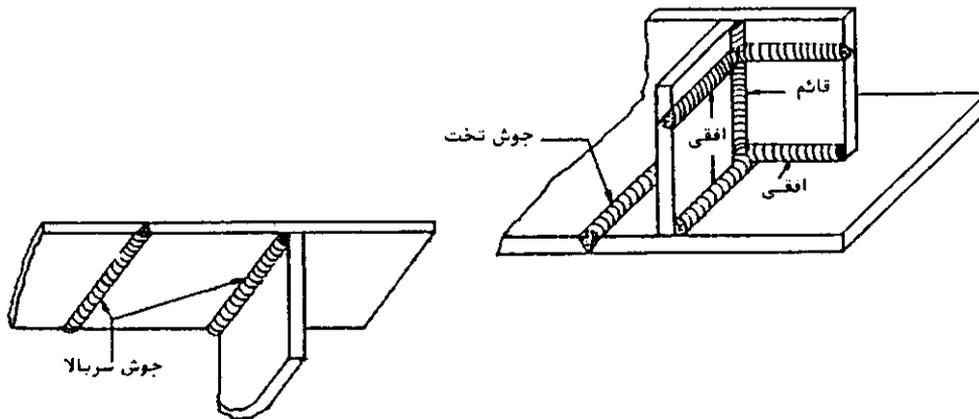
- جوش افقی

- جوش قائم

- جوش تخت

- جوش سریالا

با توجه به مشکلات فراوان در جوش سریالا 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 در محل ساختمان بیش از اندازه حجیم اند و این یکی از دلایل مطلوب نبودن جوشکاری در محل ساختمان است.

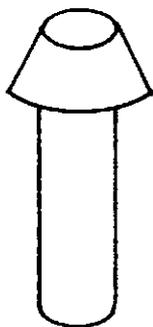
## ۱ - ۳ - ۷ پرچ و پیچ

### - پرچ

پرچ از قدیمی ترین وسایلی است که از آن برای اتصال سازه های فلزی استفاده می شود. لیکن امروزه به علت پیشرفت فن جوش کاری و تولید پیچ های پر مقاومت استفاده از پرچ رفته رفته منسوخ می شود.

یک پرچ نکوبیده از یک تنه استوانه ای که یک سر آن دارای کلاهک می باشد تشکیل می شود. پرچ ها معمولاً از فولاد نرم ساخته می شوند.

روش کوبیدن پرچ بدین ترتیب است که ابتدا آن را تا دمای سرخ شدن گرم می کنند سپس آن را توسط انبر مخصوصی درون سوراخ اتصال قرار داده و با ثابت نگهداشتن سر کلاهک دار آن، سر دیگر را می کوبند 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 می کند (شکل ۱-۱۴).



شکل (۱-۱۴): شکل ظاهری پرچ

بنابراین منظور که قبلاً ذکر شد، امروزه پرچ کاری به دلایل زیر از رونق افتاده است:

۱ - پیشرفت فن جوش کاری

۲ - تولید پیچ های 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 (باکترین 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، خریاهای کوچک، لایه ها و کلیه اعضای که بار وارد بر آنها سبک و استاتیکی می باشد، مورد استفاده قرار می گیرد.

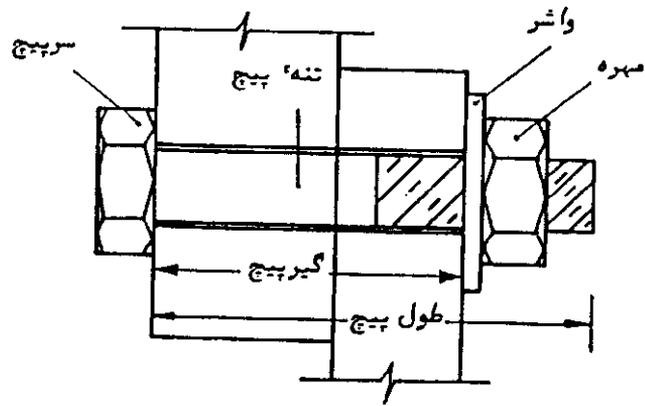
#### - پیچ های پر مقاومت

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 (شکل ۱-۱۵) است. برای جلوگیری از باز شدن 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 خریای کمربندی

- سازه های لوله ای

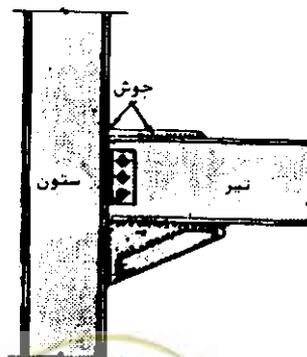
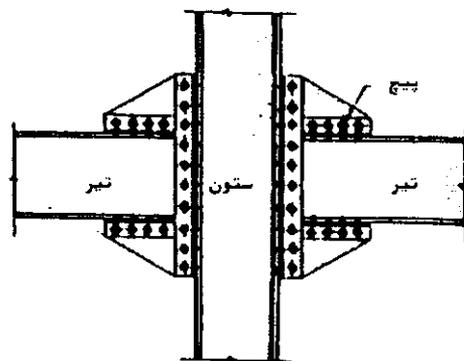
- سازه های معلق



- ترکیبی از ردیف‌های فوق

- سازه‌های فولادی با قاب‌های خمشی

استحکام و مقاومت ساختمان‌های بلند در برابر نیروهای جانبی (باد و زلزله) بستگی به درجه گیرداری اتصالات تیرها و ستون‌های آن دارد. در صورتی که این اتصالات صلب طرح و اجراء شوند، سازه می‌تواند بدون تغییر مکان زیاد در برابر نیروهای وارده مقاومت کند. اصطلاحاً به قاب‌هایی با اتصالات صلب قاب خمشی یا قاب صلب گفته می‌شود. از مزایای این سیستم آن است که فضای بین ستون‌ها به علت نبود بادبند یا دیوار برشی خالی می‌ماند. نمونه‌هایی از اتصالات صلب در شکل (۱-۲) دیده می‌شود.



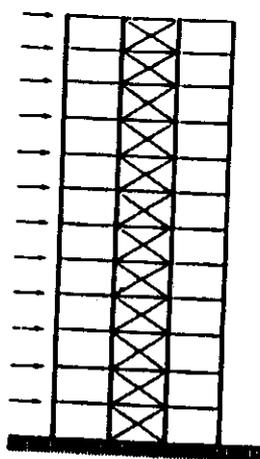
شکل (۱-۲) : نمونه‌هایی از اتصالات صلب



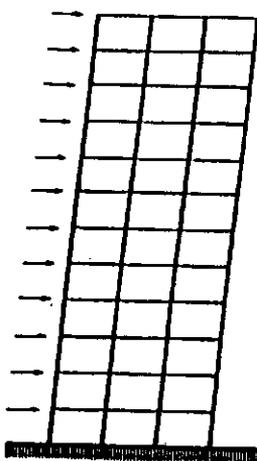
در ساختمان های بلند اتصال تیرها و ستون ها معمولا" با لچکی هایی انجام می شود که ممکن است باعث افزایش ارتفاع طبقات شود.

- 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 بارهای جانبی ممکن است مطابق شکل (۳-۲) تغییر شکل دهد.



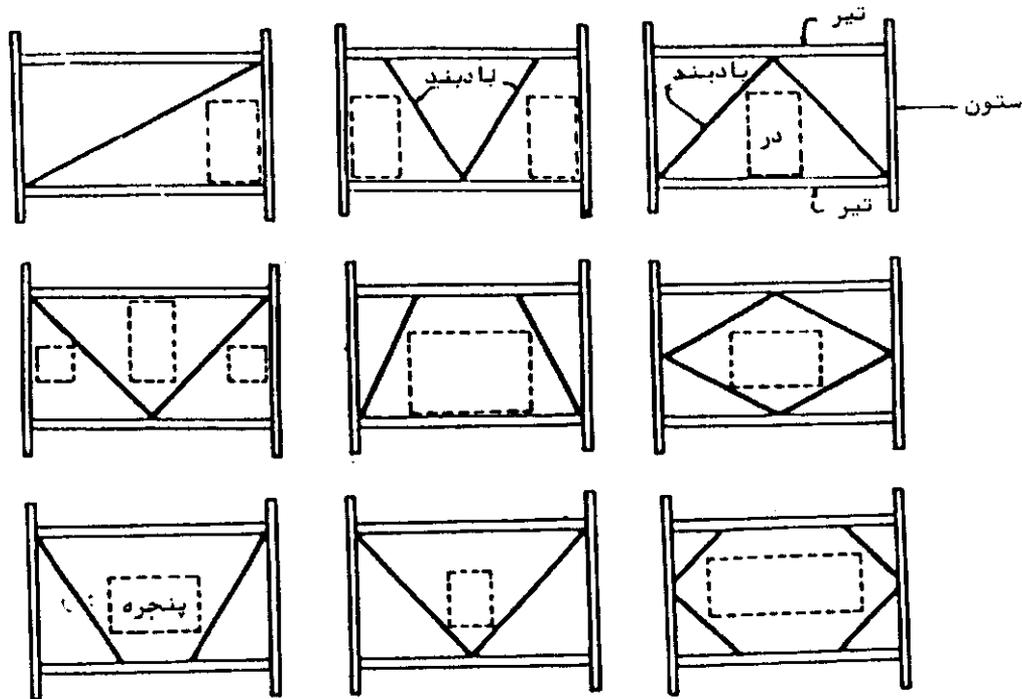
شکل (۲-۲) : نمونه ای از سازه های مهار شده با بادبند



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



وجود بادبندها باعث جلوگیری از تغییر زوایای چشمه‌های قاب شده و تغییر شکل قاب را کنترل می‌کند. اجرای بادبند شکل ضربدری همواره مقدور نیست زیرا در سطوحی که بادبند قرار داده می‌شود ممکن است در یا پنجره قرار داشته باشد در این موارد می‌توان از اشکال دیگر بادبندها استفاده کرد، شکل (۲-۴).

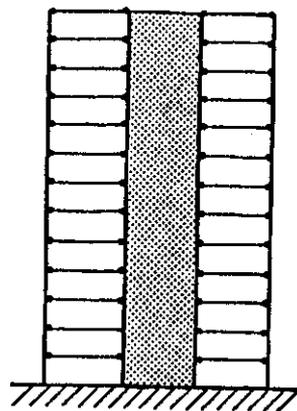


شکل (۲-۴) : اشکال مختلف بادبندی

#### - سازه‌های مهار شده با دیوار برشی

دراکثر ساختمان‌های فولادی بلند لوله‌ها و کانال‌های تاسیساتی، آسانسورها و راه پله‌ها با یکدیگر در یک یا چند گروه قرار داده می‌شوند. مقررات ساختمانی برای ایمنی ساختمان‌ها در برابر حریق معمولاً ایجاب می‌کند که این قسمت‌ها به وسیله دیوارهایی مقاوم محصور شوند. اگر این دیوارها با بتن مسلح ساخته شوند سیستم‌هایی صلب و قائم ایجاد می‌کند که دیوار برشی نامیده می‌شوند. دیوار برشی به خاطر صلبیت زیادشان قادرند نیروهای جانبی را که از طریق کف‌ها به آنها منتقل می‌شوند به خوبی تحمل نمایند بدون آن که تغییر شکل زیادی بدهند.

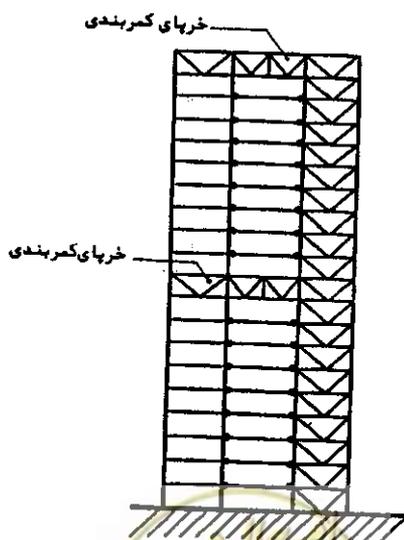
وظیفه اصلی دیوارهای برشی تحمل نیروهای جانبی وارد در صفحه آنهاست، شکل (۵-۲).



شکل (۵-۲) : دیوار برشی بتنی

#### - سیستم خرپای کمربندی

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

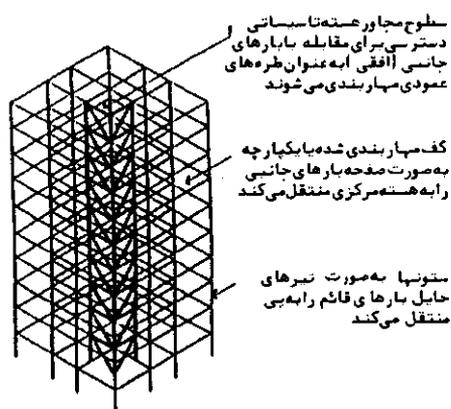


شکل (۶-۲) : سیستم خرپای کمربندی (صلب کننده افقی) به همراه بادبند



## - سازه های لوله ای

در مواردی که قاب ساختمان پلان مربع یا تقریباً مربعی داشته باشد و هسته دسترسی یا تاسیساتی در مرکز 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 (۷-۲).

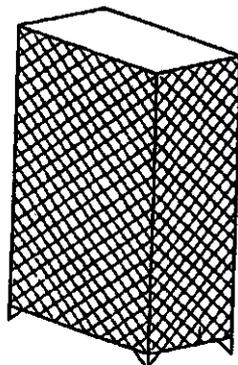


شکل (۷-۲) : بادبندی هسته مرکزی قاب های فولادی ساختمان

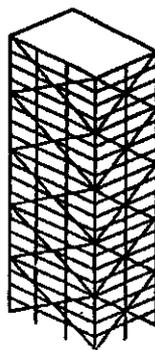
بارهای جانبی از طریق کف های یکپارچه، نظیر کف های بتنی یا مهارهای افقی فولادی به هسته مهار بندی شده مرکزی منتقل می شوند.

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 معمولاً با فاصله نسبتاً کمی از هم قرار داده می شوند، به یکدیگر به اشکال گوناگون، سیستم های لوله ای ایجاد می شوند. در این 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 (۸-۲) دیده می شوند.

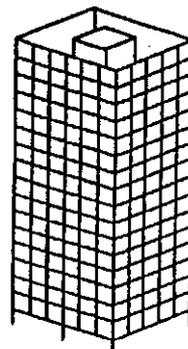




پ - نمونه ای از سیستم های مهار



ب - مهارهای قطری محیطی



الف - سیستم لوله در لوله

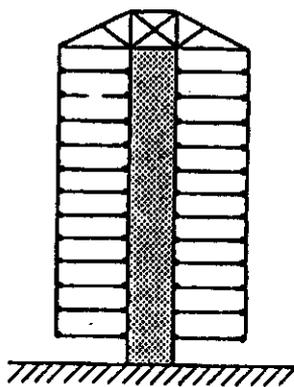
شکل (۸-۲) : نمونه هایی از سیستم های لوله ای

در شکل (۸-۲-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 (۸-۲-ب). شکل دیگری از سیستم های لوله ای در شکل (۸-۲-پ) دیده می شود.

#### - ساختمان های معلق

ساختمان های معلق نمونه دیگری است که نیروی جانبی و نیروی قائم در آنها عمدتاً توسط هسته مرکزی تحمل می شود. همان طوری که می دانیم بتن در برابر فشار و فولاد در برابر 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 نهایتاً به هسته مرکزی انتقال می یابد. از مزایای این سیستم آن است که طبقه هم کف و زیرزمین ها می توانند بدون ستون های محیطی طرح شوند، شکل (۹-۲).





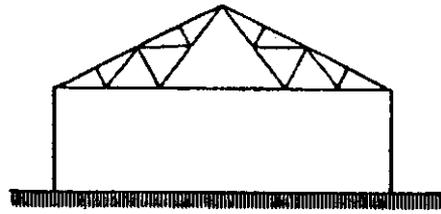
شکل (۲-۹) : سازه فولادی معلق

### ۲ - ۱ - ۳ ساختمان های صنعتی

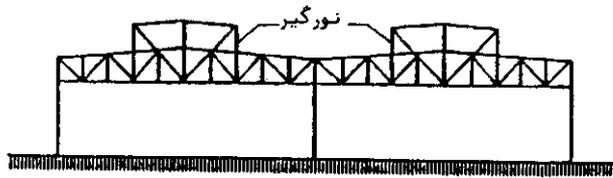
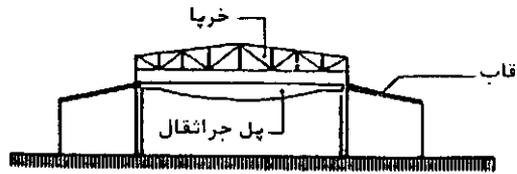
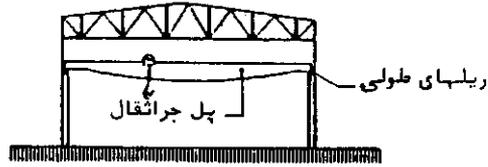
ساختمان های صنعتی چنان که از نامشان پیداست به ساختمان کارخانه ها و مراکز صنعتی و تولیدی اطلاق می شوند. ولی چون از لحاظ شکل و استخوان بندی فلزی، ساختمان انبارها، آشیانه های هواپیما، سالن های ورزشی و نظایر آن وضع مشابهی با ساختمان های صنعتی دارند می توان این ساختمان ها را نیز در گروه ساختمان های صنعتی بشمار آورد. در ساختمان های صنعتی خواص مشترکی وجود دارد که استخوان بندی آنها را تقریباً مشابه یکدیگر می سازد. اولاً سعی می شود که تعداد ستون های داخلی تا حد امکان کم شود تا سطح بزرگی بدون ستون به وجود آید. ثانیاً این ساختمان ها برخلاف ساختمان های بلند اغلب یک طبقه اند. همچنین پوشش آنها اغلب شیب دار و از نوع سبک مثلاً از ورق های موج دار فلزی می باشد. بنابراین شکل کلی ساختمان های صنعتی معمولاً از تعدادی دهانه بزرگ در یک طبقه تشکیل شده است که اعضای باربر اصلی آنها تعدادی قاب یا خریای عرضی موازی می باشند، روی این قاب ها یا خریاها 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 در حالی 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).

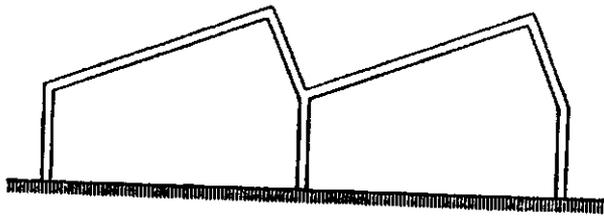




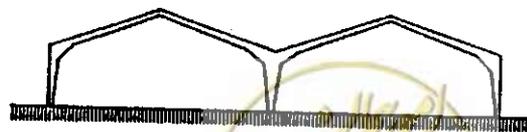
خرپای تک دهانه



خرپای دو دهانه



قاب دو دهانه نامتقارن



قاب دو دهانه متقارن

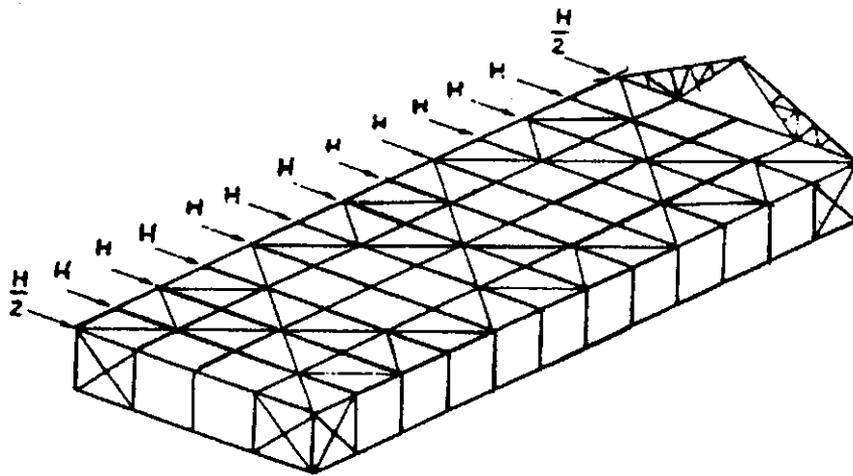
شکل (۲-۱۰) : نمونه هایی از ساختمان های صنعتی

## - مهاربندی ساختمان‌های صنعتی

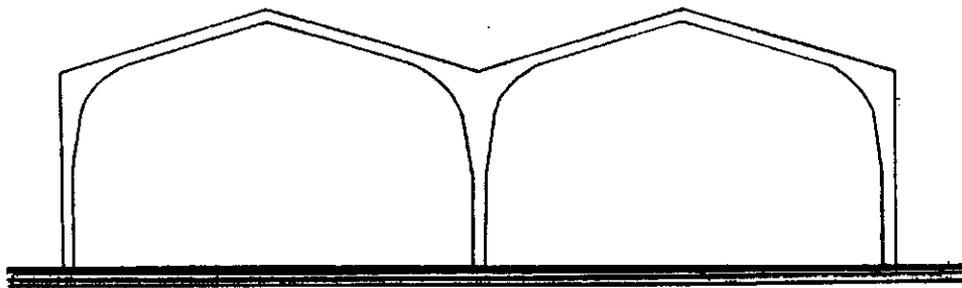
مهاربندی ساختمان‌های صنعتی به منظور تحمل بارهای جانبی مشابه ساختمان‌های بلند صورت می‌گیرد. راه حل اول با گیردار کردن گوشه‌ها و پای ستون‌ها انجام می‌شود، روش دوم که متداول‌تر است استفاده از مهاربندهای افقی و قائم می‌باشد، شکل (۲-۱۱-الف)، علاوه بر این می‌توان از قاب‌های صلب فولادی استفاده کرد، شکل (۲-۱۱-ب).

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

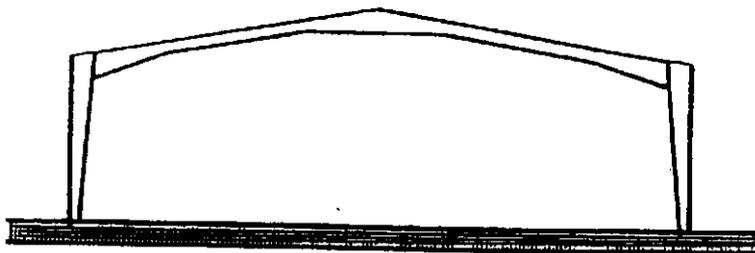




(الف) بادبندهای افقی و قائم در ساختمان‌های صنعتی



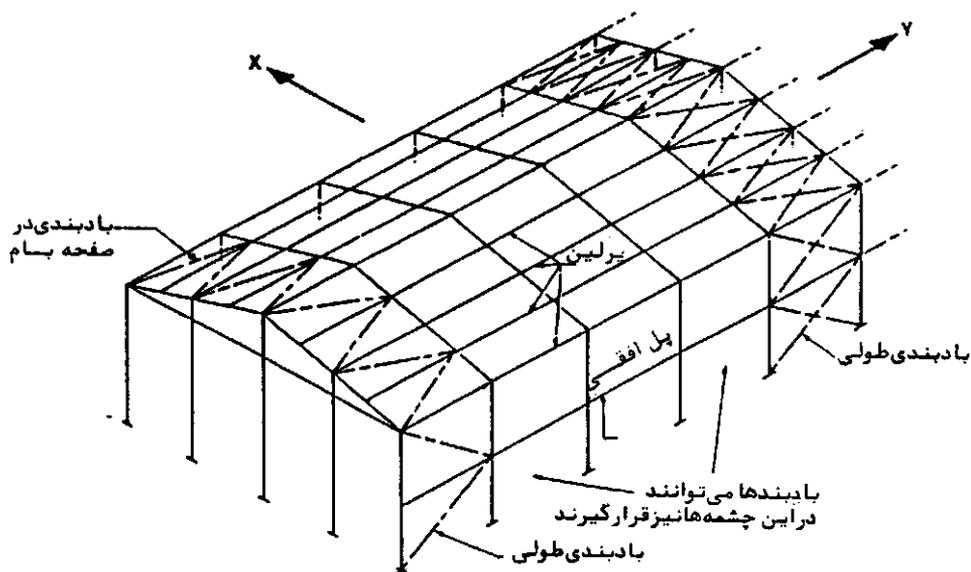
قاب دو دهانه



قاب تک دهانه

(ب) قاب‌های صلب

شکل (۱۱-۲) : قاب‌های صلب - بادبندهای افقی و قائم در ساختمان‌های صنعتی



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

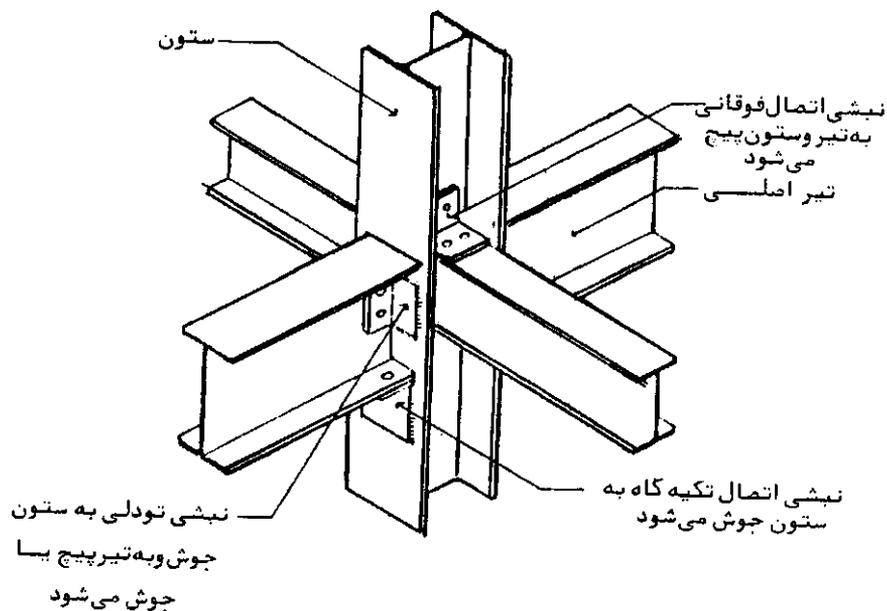
## ۲ - ۱ - ۴ تیپ بندی انواع اتصالات

اتصالات قطعات فولادی عمدتاً 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 معمولاً "کاملاً" ساده یا کاملاً "صلب" نمی باشند و اکثر موارد نیمه صلب یا کمی صلب هستند ولی معمولاً 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 .



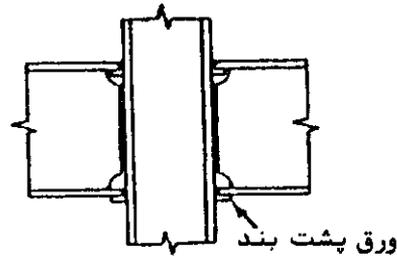


شکل (۲-۱۳) : نمونه ای از اتصال ساده تیر به ستون

#### - اتصال صلب

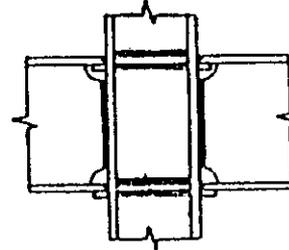
همان طور که اشاره شد مقصود یک طراح در استفاده از اتصال صلب مثلاً "یک تیر به ستون آن است که اتصال قادر به انتقال کامل لنگر باشد و هیچگونه چرخش نسبی بین اعضای اتصال به وجود نیاید. از آنجا که اکثر لنگر خمشی تیر به صورت یک زوج نیرو در بال های کششی و فشاری تیر حمل می گردد، نقش اصلی یک اتصال صلب فراهم آوردن 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 اعضا 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.



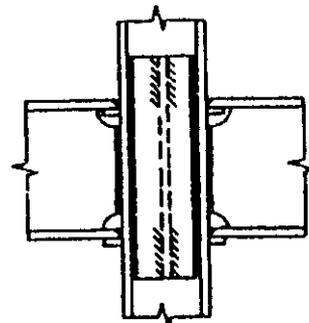


الف - بدون سخت کننده ستون

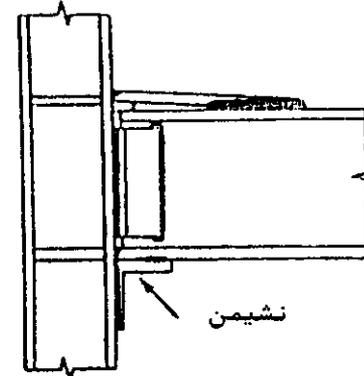
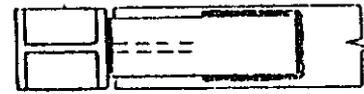
اتصال مستقیم بال به بال توسط جوش شیاری



ب - سخت کننده های افقی

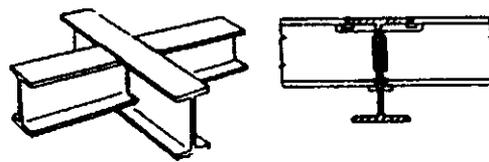


پ - سخت کننده قائم

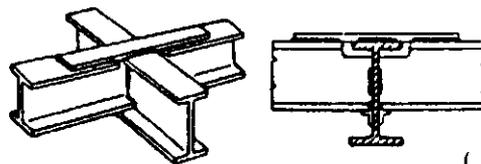


ت - نشیمن و ورق فوقانی

شکل (۲-۱۴) : اتصالات صلب تیر به ستون



( الف )



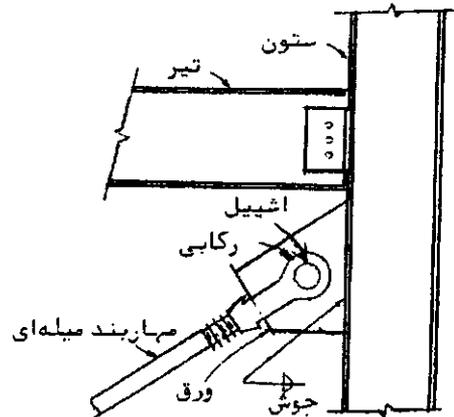
( ب )

شکل (۲-۱۵) : نمونه هایی 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 رگابی 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.

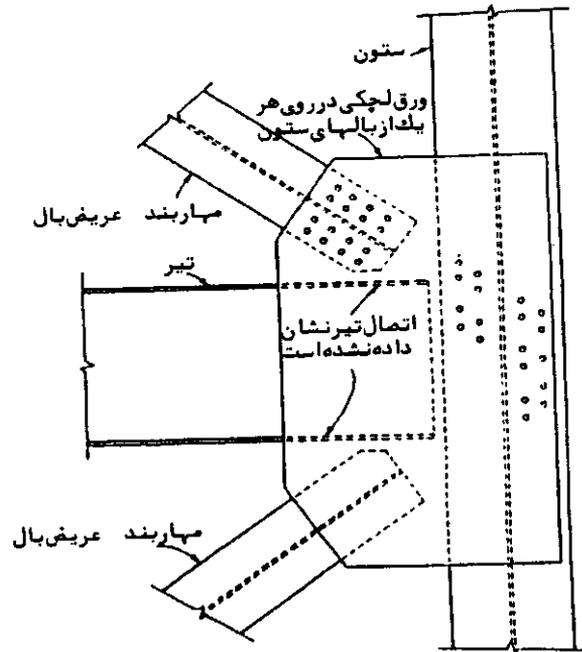
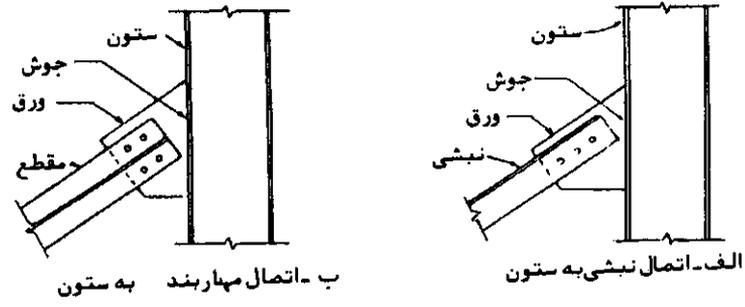
## - اتصال ستون‌ها به صفحات پای ستون

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

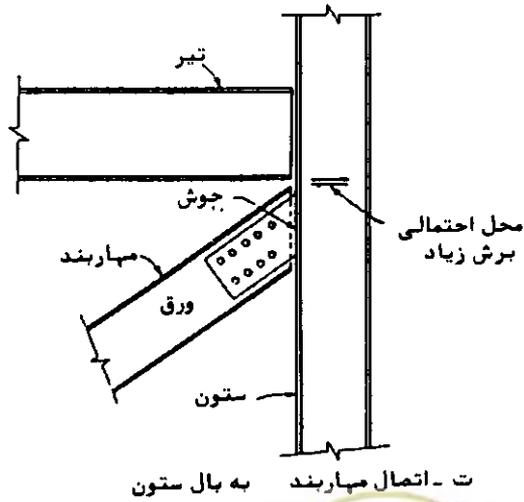
- نیروی فشاری موجود در بال‌ها و جان ستون توسط صفحه پای ستون آن چنان به شالوده انتقال پیدا کند که تنش فشاری تماسی بتن از مقادیر مجاز تجاوز نکند.
- صفحه پای ستون کاملاً به بتن شالوده مهار شود.

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





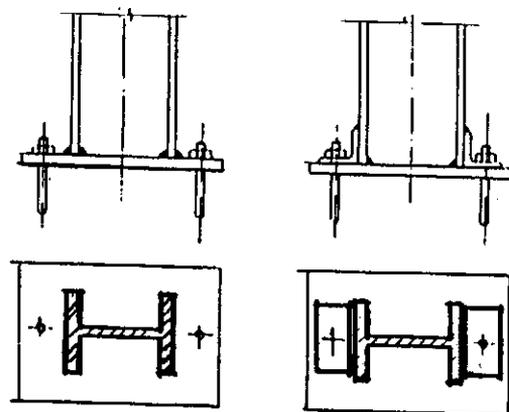
پ - اتصال مهاربندها به ستون به وسیله ورق لچکی



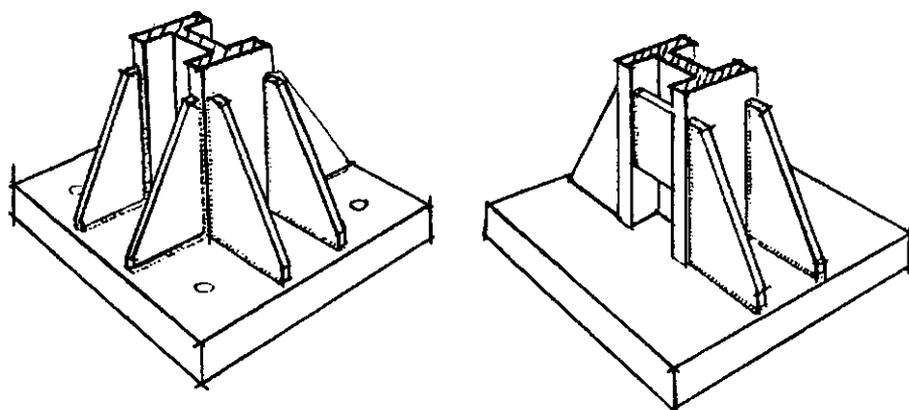
شکل (۲-۱۷) : نمونه هایی از اتصال مهاربندهای نبشی، I، T، شکل به ستون ها



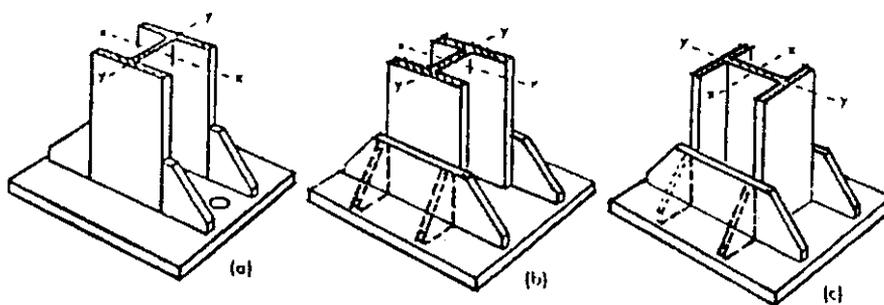
یعنی لچکی‌ها صورت می‌گیرد. بعلاوه با استفاده از لچکی‌ها در اتصال پای ستون ضخامت ورق کف ستون کاهش مییابد، (شکل ۲-۱۸).



الف - نمونه‌هایی از اتصال ساده ستون به ورق پای ستون



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

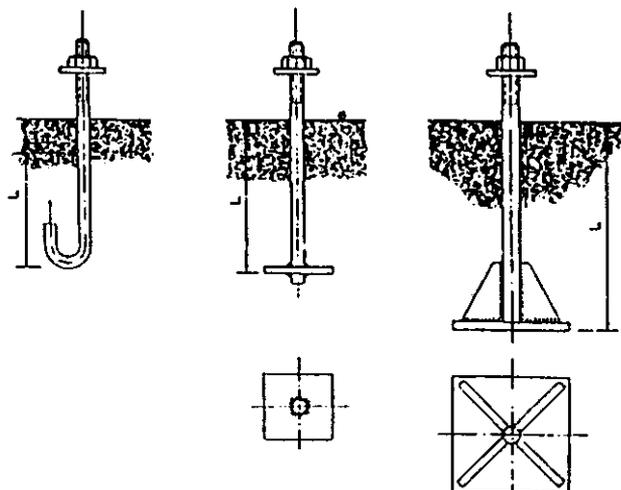


ب - نمونه‌ای از اتصال ستون به ورق پای ستون (لنگر زیاد)

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



کف ستون‌ها بوسیله پیچ‌های مهاري به شالوده متصل می‌شوند. نقش اصلی و پیچ‌های مهاري جذب کشش حاصل از بیرون محوري بار ستون است. گاهی جذب نیروی برشی وارد به ستون نیز به پیچ‌های مهاري واگذار می‌شود. طول مهاري پیچ‌ها تابع شکل پیچ مهاري، ضخامت شالوده، قطر پیچ مهاري و مقدار و ماهیت نیروهایی که به پیچ وارد می‌شود است، (شکل ۲-۱۹).



شکل (۲-۱۹) : انواع پیچ‌های مهاري

در بعضی مواقع برای اتصال کف ستون به شالوده بجای پیچ‌های مهاري از میلگردهایی که به ورق کف ستون جوش می‌شوند استفاده می‌نمایند. طرز عمل چنین است که معمولاً درمواقع بتن‌ریزی 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 می‌نمایند. استفاده از این روش به دلایل زیر توصیه نمی‌شود:

- معمولاً در هنگام بتن‌ریزی، حبابهای هوا در زیر ورق کف ستون محبوس می‌شوند.
- حتی اگر درموقع بتن‌ریزی، حبابی در زیر ورق نمانده باشد، به علت افت بتن فاصله‌ای بین ورق کف ستون و بتن شالوده به وجود می‌آید. بخار آب دراین فاصله تقطیر شده و خطر زنگ زدن و ضعیف شدن کف ستون را پدید می‌آورد. بعلاوه فاصله ایجاد شده



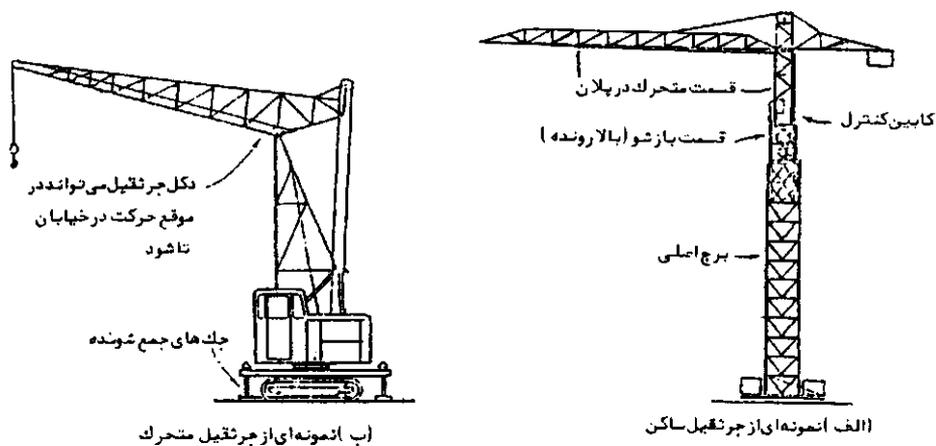
- تماس مستقیم کف ستون و بتن را تامین نمی کند.
- تجربه نشان داده است که میلگرد در محل اتصال به ورق کم و بیش ترد و شکننده می شود.
  - امکان تنظیم بعدی ورق کف ستون وجود ندارد و جوش کردن ستون به آن به دقتی که در کارخانه انجام می پذیرد میسر نیست.

## 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 و قطعات 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. مثلاً در کارگاه های متراکم شاید مناسب ترین روش استفاده از جرثقیل ساکن باشد، در حالی که در کارگاه های وسیع و باز استفاده از جرثقیل متحرک اقتصادی تر و عملی تر است، شکل (۲-۲۰).



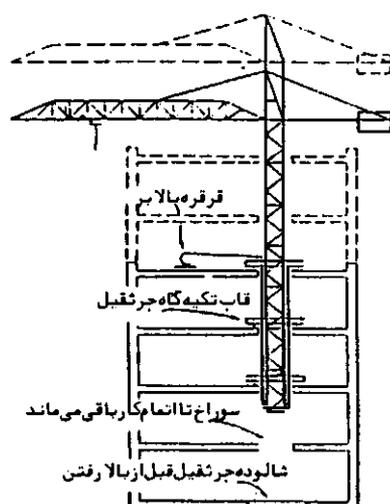
شکل (۲-۲۰) : نمونه هایی از جرثقیل های ساکن و متحرک



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

با در نظر داشتن محدودیت‌های فوق، جرثقیل متحرک برای برپایی ساختمان‌های اسکلت فولادی بسیار مناسب می‌باشد و ساختمان‌های تا حدود ۷ طبقه با جرثقیل‌های متعارف به طور اقتصادی قابل اجرا می‌باشند.

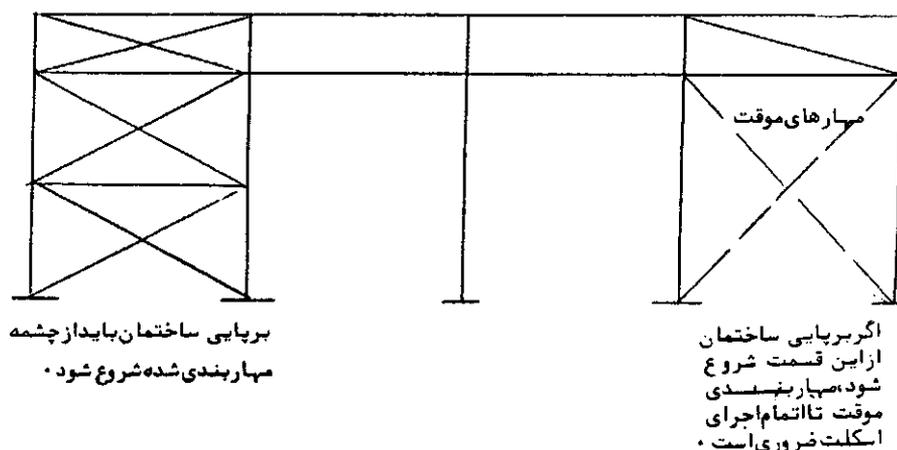
اجرای ساختمان‌های بلند معمولاً به وسیله جرثقیل ساکن انجام می‌شود خصوصاً این‌که در اجرای کل ساختمان، از این نوع جرثقیل می‌توان برای انتقال مصالح و نصب ناماسازی و غیره نیز استفاده کرد. اگر چه امروزه ارتفاع جرثقیل ساکن قابل تنظیم است به طوری که می‌توان برج این جرثقیل‌ها را به قسمت‌های مختلف تقسیم کرد به طوری که هر قسمت در داخل دیگری بالا و پایین رود، با این حال جرثقیل‌های دیگری نیز وجود دارد که ارتفاع آنها کمتر و ثابت بوده و در داخل ساختمان کار گذاشته می‌شوند و طبقه به طبقه بالا می‌روند به این جرثقیل‌ها، جرثقیل بالا رونده گویند. جرثقیل بالا رونده در ساختمان‌های بلند و در کارگاه‌های متراکم که فضای کافی در خارج از ساختمان برای استفاده از جرثقیل ساکن یا متحرک وجود ندارد مناسب می‌باشد، 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 کپل 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 اجراء 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 نسبتاً 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 مقدمه

در این فصل جزئیات و مشخصات قطعات و قسمت‌هایی از ساختمان‌های فولادی مانند سقف‌ها، دیوارها و پوشش‌های 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 آسیب‌های جبران ناپذیری وارد کنند.

در انتهای این فصل مسائل ویژه‌ای که در ساختمان‌های بلند مرتبه مطرح است ارائه خواهد شد.

### ۳ - ۲ سقف‌ها

روش‌های گوناگونی برای ساخت سقف‌های ساختمان‌های فولادی به کار گرفته می‌شود که مهم‌ترین آنها به شرح زیر می‌باشند :

- طاق ضریبی
- دال بتنی درجا
- تیرچه و بلوک
- واحدهای پیش ساخته بتنی
- پوشش‌های مرکب

دو نقش اصلی سقف‌ها تحمل بارهای قائم و انتقال بارهای جانبی به ستون‌ها یا به دیوارهای برشی است علاوه بر آنها، ایجاد حصار در مقابل گسترش آتش و عایق صوتی بین طبقات ساختمان از دیگر وظایف سقف‌ها می‌باشند.

### ۳ - ۲ - ۱ طاق ضریبی

طاق ضریبی از متداول‌ترین 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 ضریبی، تیرآهن‌ها باید بوسیله میلگرد و با تسمه فولادی به صورت ضریبی به یکدیگر بسته شوند. تمام درزهای بین آجرهای مصرفی نیز باید کاملاً 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 در این 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 ناسازی 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.

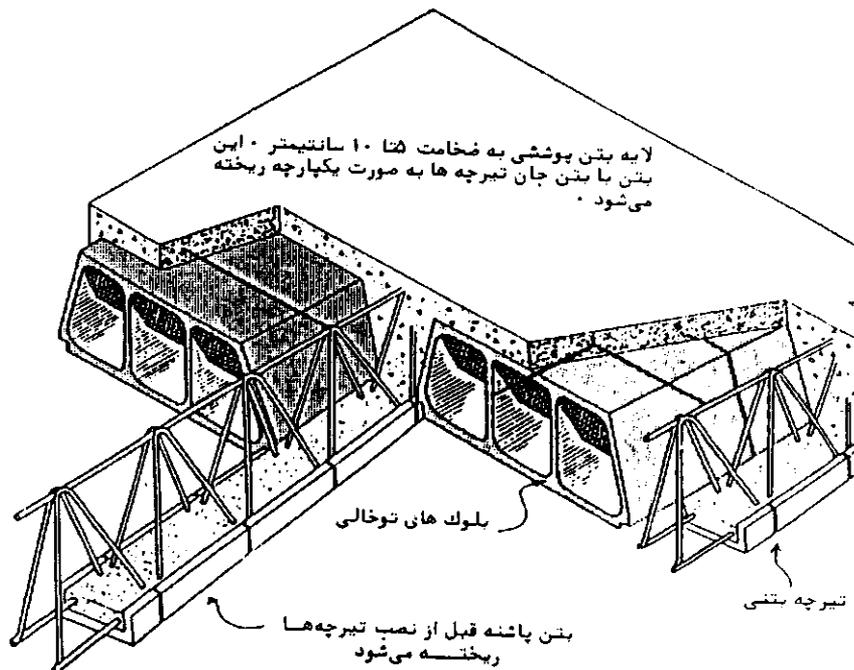
### ۳ - ۲ - ۳ تیرچه و بلوک

این سیستم از یک دال بتنی یکطرفه و تعدادی تیرچه و بلوک تشکیل شده است. تیرچه‌ها معمولاً 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 به کار می‌رود و روی آنها دالی به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتیمتر ریخته می‌شود، شکل (۱-۳).

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 نوری 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.





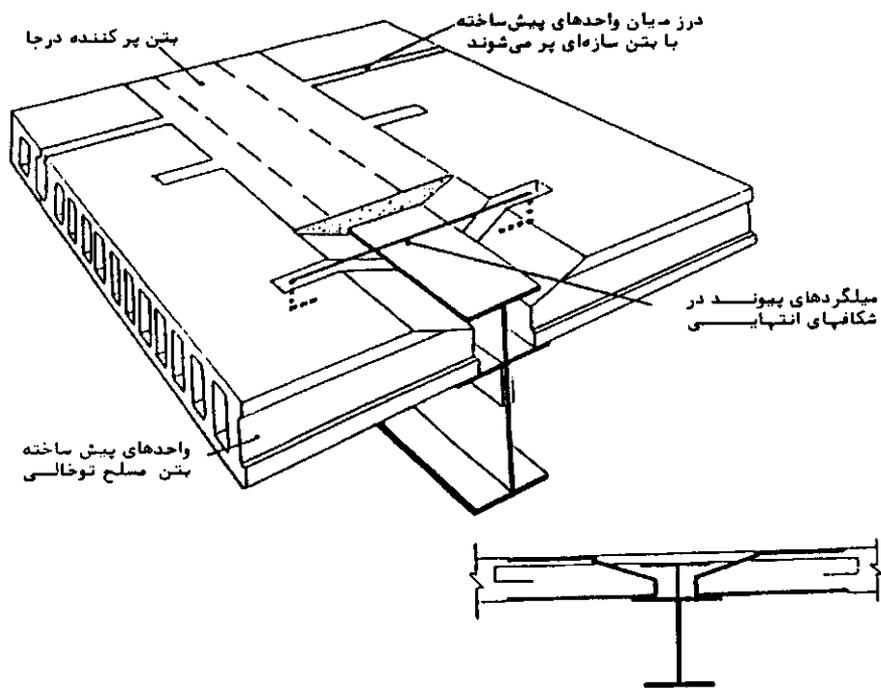
شکل (۱-۳) : سقف تیرچه و بلوک

### ۳ - ۲ - ۴ واحدهای پیش ساخته بتنی

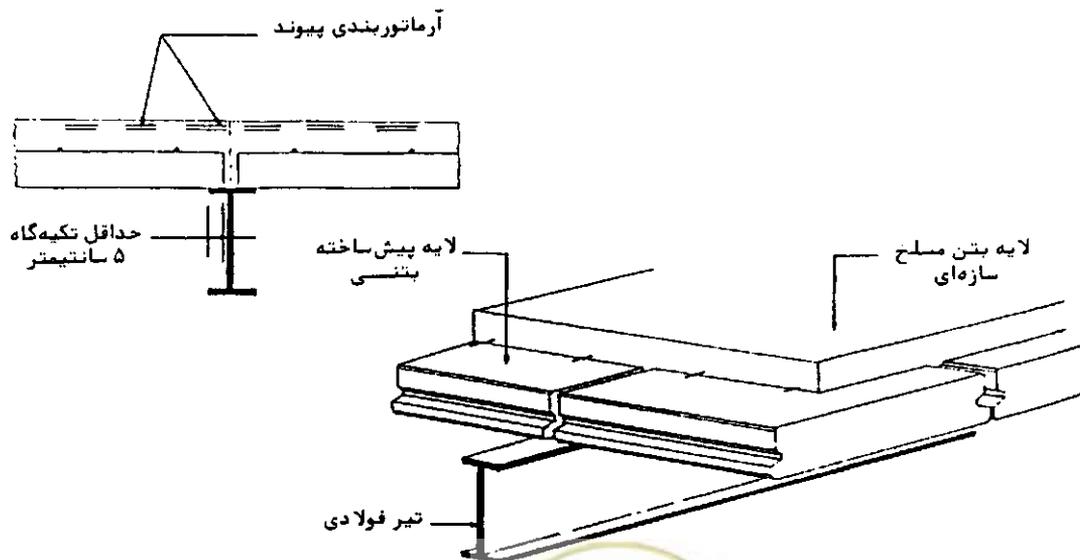
انواع قطعات بتنی پیش ساخته برای پوشش سقف ها به کار می رود، نمونه ای از آن در شکل (۲-۳) دیده می شود. این نوع سقف از قطعات بتن مسلح مجوف که روی تیرآهن قرار می گیرند، تشکیل شده است.

نمونه دیگری از واحدهای پیش ساخته بتنی، استفاده از قطعات بتنی پیش ساخته کم ضخامتی است که روی تیرآهن ها قرار می گیرد و بر روی آن لایه ای از بتن یا میلگرد در جا ریخته می شود، شکل (۳-۳). این قطعات پیش ساخته نقش قالب بند دایم را ایفا می کنند.





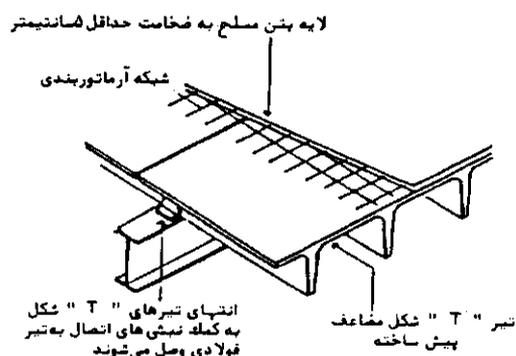
شکل (۲-۳) : نمونه ای از اجرای واحدهای پیش ساخته بتن مسلح توخالی کف



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



از قطعات پیش ساخته پیش تنیده بتنی T 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.



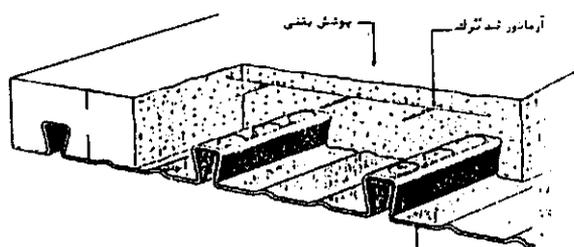
شکل (۳-۴): کفسازی باتیرهای T شکل مضاعف پیش ساخته پیش تنیده بتنی

### ۳ - ۲ - ۵ پوشش های مرکب

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



الف - مقاطع مختلف ورق های خم شده فولادی ( قالب دائم )

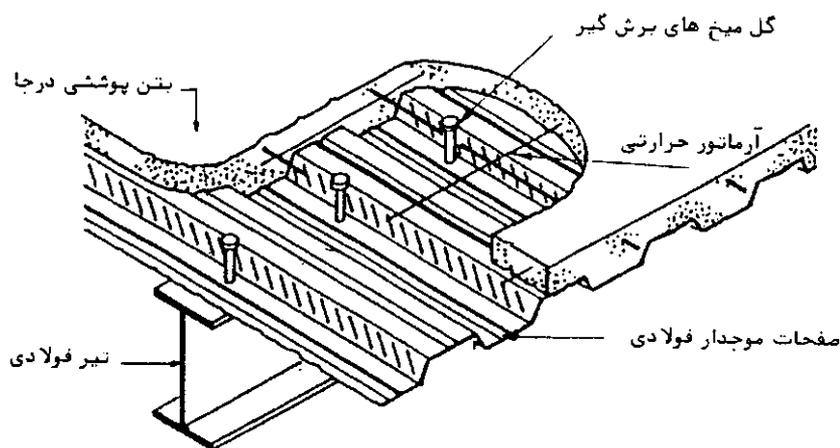


ب - پوشش بتنی با استفاده از ورقهای فولادی خم شده

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



این صفحات با بتن به طور مرکب کار می‌کنند به طوری که می‌توان آنها را به عنوان آرماتور کششی دال بتنی منظور کرد. با قرار دادن آرماتورهای جمع شدگی و حرارت در دال خصوصاً در محل تیرهای فولادی از ترک‌های سطحی در بتن جلوگیری می‌شود. علاوه بر آن این ورق‌ها به عنوان قالب بندی دائمی نیز عمل می‌کنند به طوری که بلافاصله پس از نصب می‌توان عملیات معمول اجرایی که پس از نصب قالب‌های معمولی انجام می‌گیرد را انجام داد. این ورق‌ها فوق‌العاده نازک و سبک بوده به طوری که کارگرها می‌توانند به راحتی آنها را بلند کرده و نصب کنند و در ساختمان‌های کوتاه احتیاجی به جرثقیل برای بلند کردن و انتقال قطعات نیست. نمونه دیگری از پوشش مرکب در شکل (۶-۳) دیده می‌شود.



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

۳ - ۲ - ۶ مقایسه فنی سقف‌های تیرچه و بلوک با سقف‌های بتن درجا  
 در سازه‌های فولادی در حال حاضر دو نوع سقف بیشتر متداول است. سقف تیرچه و بلوک و دال بتن مسلح درجا. سقف تیرچه و بلوک علی‌رغم کاربرد زیاد و آشنایی پیمانکاران و کارگران ساختمانی با آن، در اتصال با سازه‌های فلزی دچار ضعف اساسی است. جوشکاری میلگردها به تیرهای فولادی راه حل کاملی نیست و اصولاً توصیه می‌شود از جوشکاری میلگردها به دلیل تشدید اثر خوردگی احتراز گردد. ضعف ظرفیت برشی تیرچه‌ها در دهانه‌های بزرگتر از حدود ۵ متر ضعف رایجی است که اغلب بدان توجه نمی‌شود. 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 معمولاً 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 در آنها متناسباً کوچک است یک دیافراگم صلب تصور کرد ولی در ساختمان های وسیع و یا مرتفع که کمیت نیروهای جانبی نیز متناسباً بزرگ است رفتار بتن نازک روی بلوک ها زیر سنوال 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 نسبتاً 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 معمولاً تیرها به صورت سرتاسری از طرزین 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 کاملاً 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. در این حالت وزن فولاد مصرفی کاهش می یابد.



### ۳ - ۳ دیوارهای خارجی

دیوارهای خارجی که عمدتاً به منظور جدا کردن محیط خارجی و داخلی به کار می‌روند طبیعتاً با دیوارهای سنتی باربر متفاوت‌اند. در سازه‌های فولادی که از تعدادی قاب تشکیل شده‌اند (سازه‌های 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 معمولاً این کار انجام نمی‌شود.

چگونگی استفاده از مصالح مختلف در دیوارهای خارجی سازه‌های قابی تابع رفتار نسبی قاب و دیوار و تغییر شکل‌های حرارتی و رطوبتی می‌باشد.

از مهم‌ترین مشخصاتی که هر دیوار خارجی باید داشته باشد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

- پایداری و مقاومت در برابر بارهای وارده (عمدتاً وزن خود دیوار و فشارهای احتمالی ناشی از باد)

- استقامت در برابر شرایط جوی و حرارت

- عایق صوت

دیوارهای خارجی ساختمان‌های فولادی را می‌توان براساس روش تکیه آنها به قاب سازه‌ای و

عملکردشان به صورت کلی زیر طبقه بندی کرد :

- دیوارهای یکپارچه

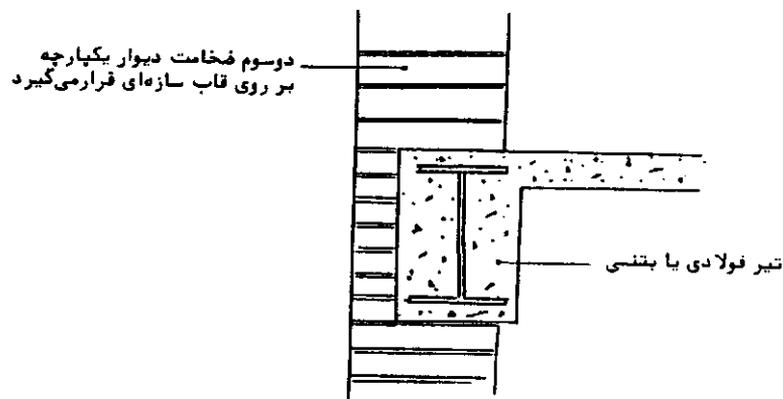
- پانل‌های پوششی

- ورق‌های نازک

### ۳ - ۳ - ۱ دیوارهای یکپارچه

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





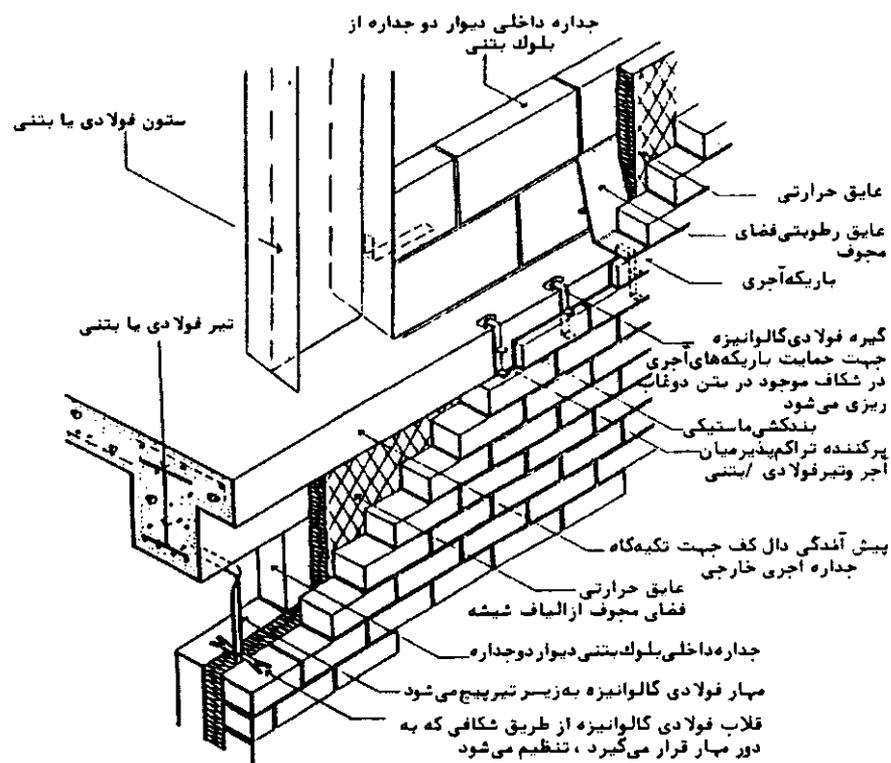
شکل (۷-۳) : دیوار یکپارچه آجری یا بلوکی

ضخامت دیوار آجری توپر بمنظور مقاومت در مقابل نفوذ باران، در مقایسه با ضخامت لازم برای مقاومت و پایداری سازه‌ای دیوار که در هر طبقه دارای تکیه گاه است، بیشتر است. خصوصیات حرارتی دیوار یکپارچه برای حفظ انرژی ناکافی است، افزون بر آن که حجم و وزن قابل توجه دیوار مورد نیاز برای ایجاد عایق بندی حرارتی از نظر مصالح، کار و نیروی تحمیل شده بر قاب غیراقتصادی است. به همین دلایل دیوارهای دو جداره‌ای سالهاست که در اکثر کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همان طوری که در شکل (۷-۳) دیده می‌شود، معمولاً برای ایجاد تکیه گاه دیوار یکپارچه حداقل دو سوم ضخامت آن بر روی قاب قرار می‌گیرد. 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 مستقیماً بر روی قاب ساخته شود.

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





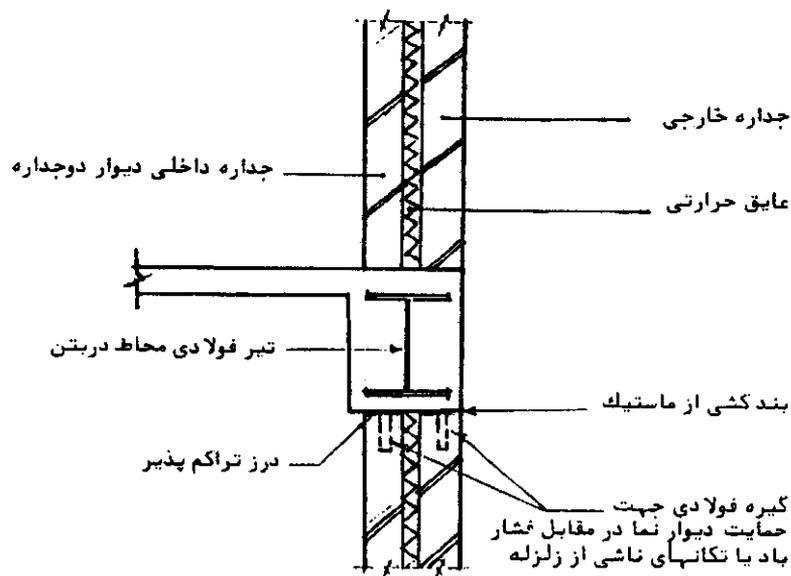
شکل (۳-۸) پوشش دیوار دو جداره در داخل قاب‌های سازه‌ای

برای اجتناب از فشردگی غیر مجاز و آسیب دیدن دیوارها باید بین دال‌ها 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 می‌شود و برای جلوگیری از نفوذ باران روی آن را با ماستیک بندکشی می‌کنند.

نماسازی با دیوار دو جداره علاوه بر نمونه قبلی می‌توان از سیستم سازه نمایان نیز استفاده کرد،

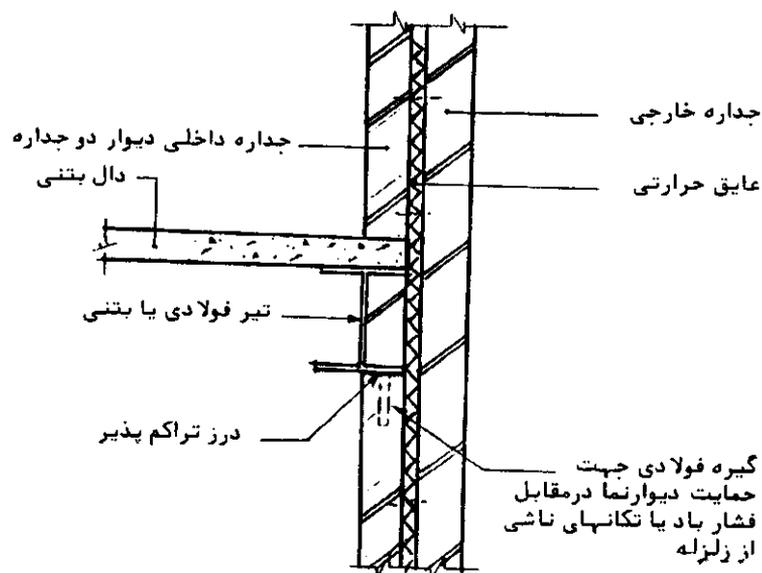
شکل (۳-۹).





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

شکل کامل تری از سیستم تکیه گاهی جداره خارجی دیوارهای دو جداره، ساخت یک جداره خارجی آجری جدای از قاب سازه ای 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

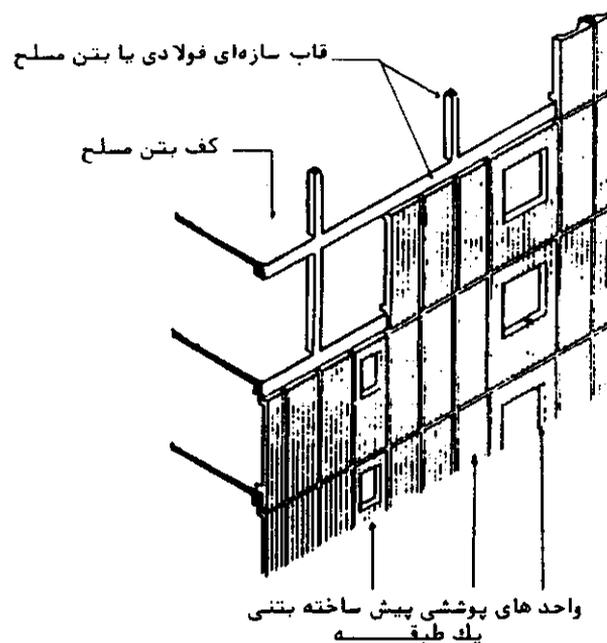


### ۳ - ۳ - ۲ پانل های پوششی

پانل های پوششی معمولاً 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

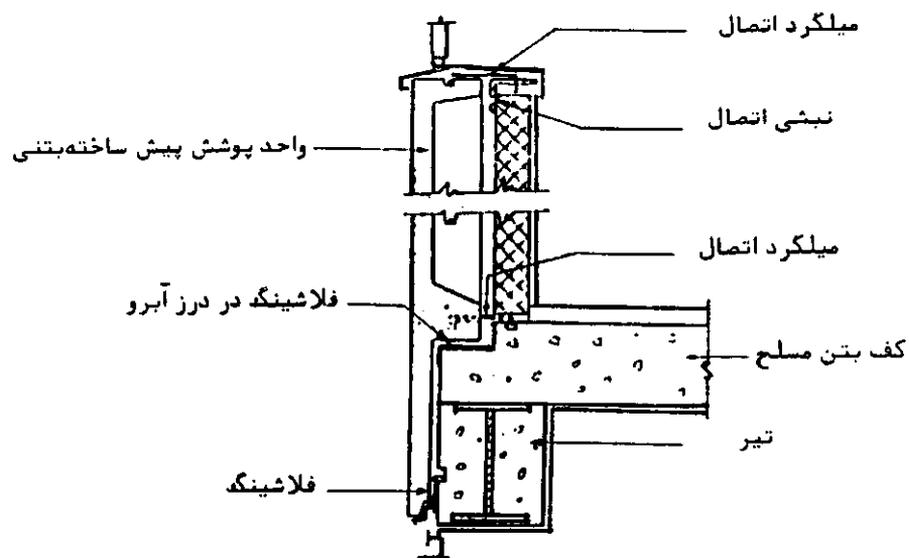
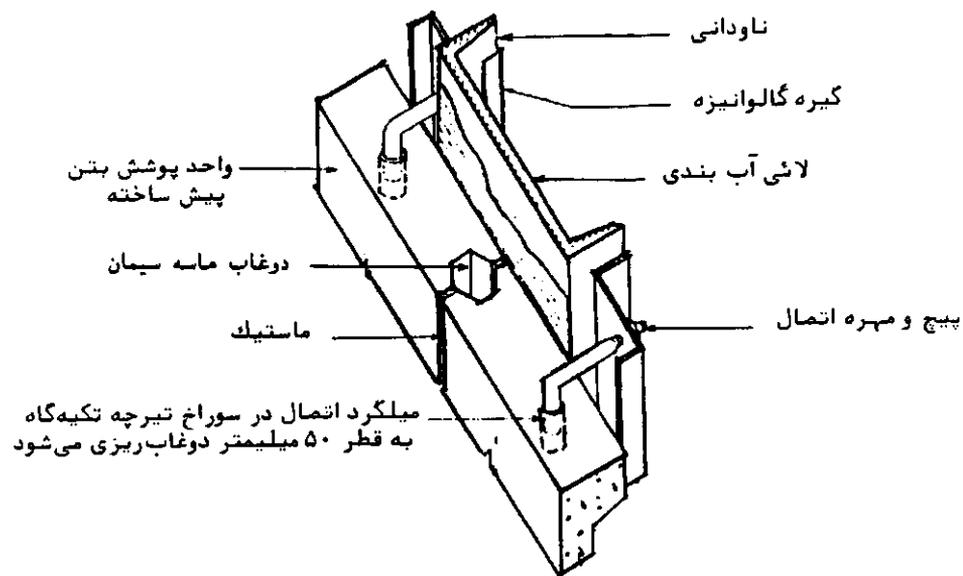
واحدهای پیش ساخته بتنی برای تکیه و اتصال به قاب ها معمولاً به اندازه ارتفاع یک طبقه ساختمان طول دارند، شکل (۳-۱۱).



شکل (۳-۱۱) : پوشش پیش ساخته بتنی

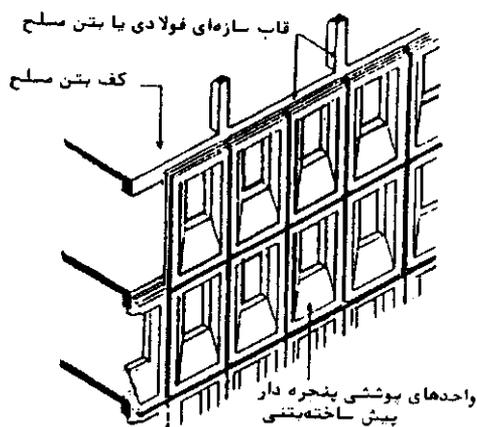
نمونه ای از اتصال این نوع پوشش ها با تکیه گاه تحتانی در شکل (۳-۱۲) دیده می شود. شکل، بافت و عرض واحدهای پیش ساخته بتنی برحسب نیاز طراحی و تولید می شود. در شکل (۳-۱۳) پانل های پیش ساخته بتنی پنجره دار و در شکل (۳-۱۴) پانل های پوششی زیر پنجره ای ارائه شده است.



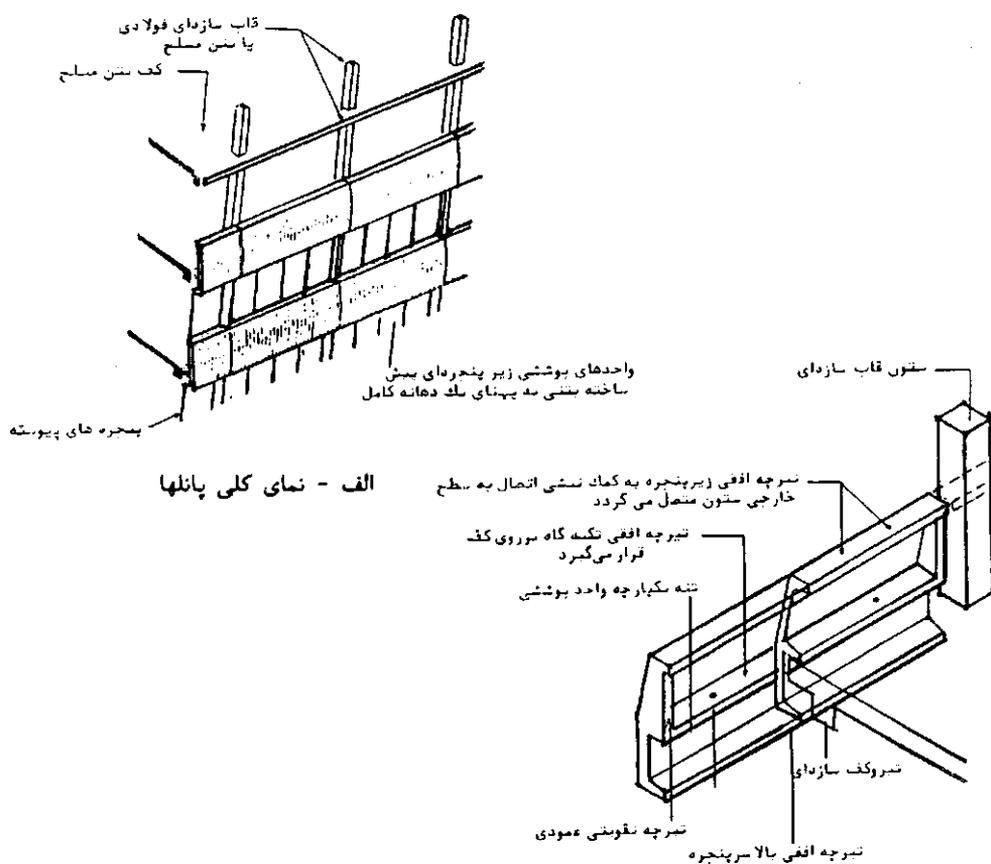


شکل (۳-۱۲) اتصال واحدهای پوششی پیش ساخته بتنی با تکیه گاه تحتانی





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



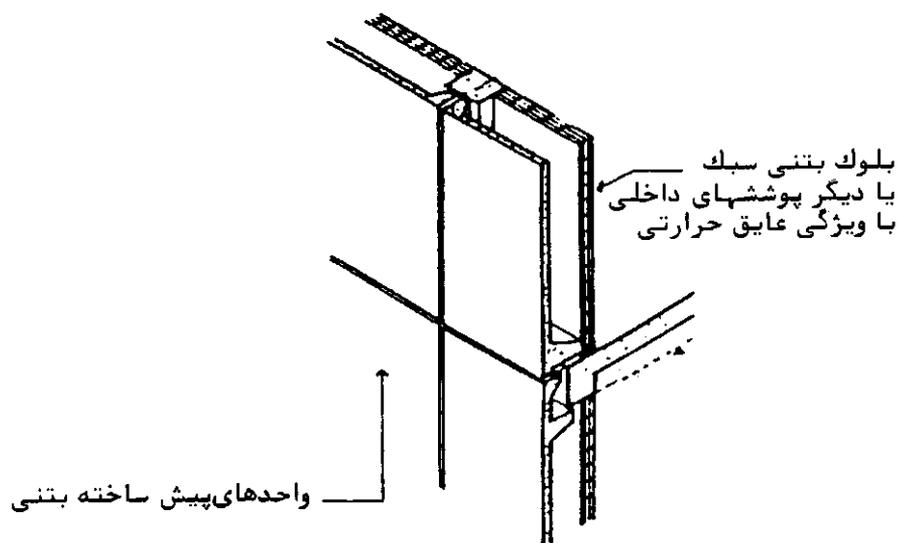
الف - نمای کلی پانلها

ب - جزئیات یک واحد پوششی پیش ساخته بتنی

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



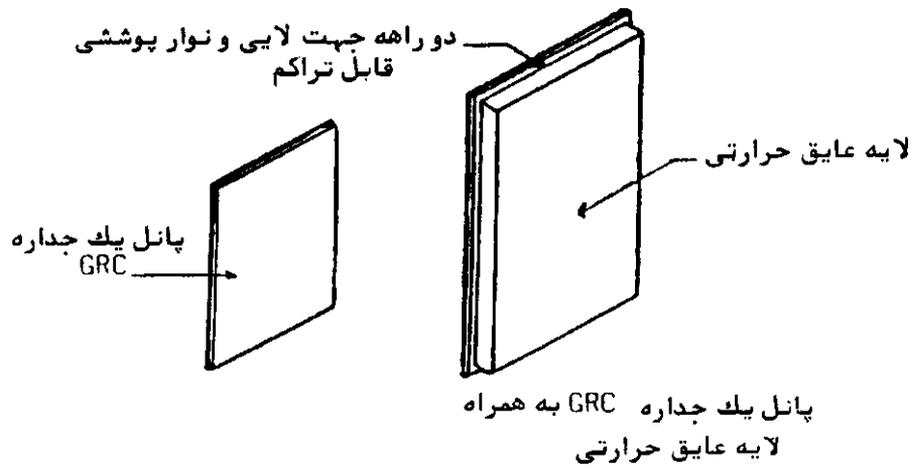
برای بهبود خصوصیت حرارتی این نوع پانل‌ها می‌توان از پوشش‌های داخلی با مشخصات لازم حرارتی استفاده کرد، شکل (۳-۱۵).



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

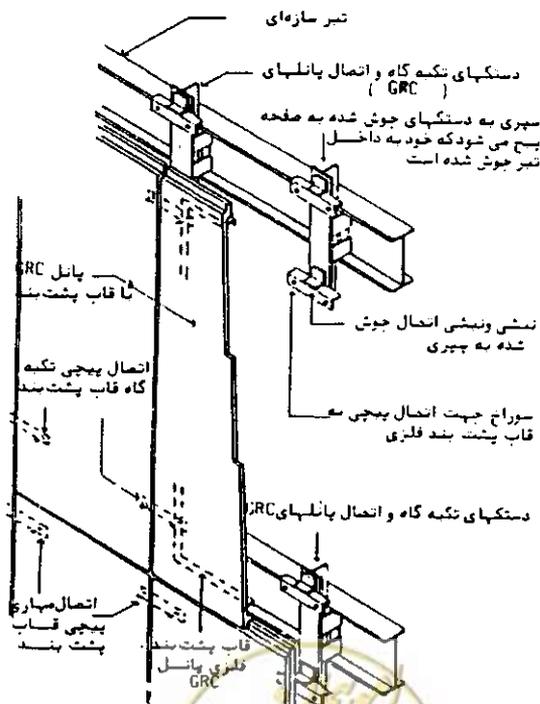
- پوشش ساخته شده با سیمان، ماسه و الیاف شیشه (GRC)  
 این نوع پوشش از سیمان، ماسه و الیاف شیشه با نسبت‌های وزنی ۴۰ تا ۶۰ درصد سیمان، ۲۰ درصد آب، حداکثر ۲۵ درصد ماسه و ۳/۵ تا ۵ درصد الیاف شیشه تشکیل شده است و در بسیاری از کشورها از آن استفاده می‌شود.  
 اندازه پانل‌های GRC به روش تولید، مقاومت، قابلیت 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).





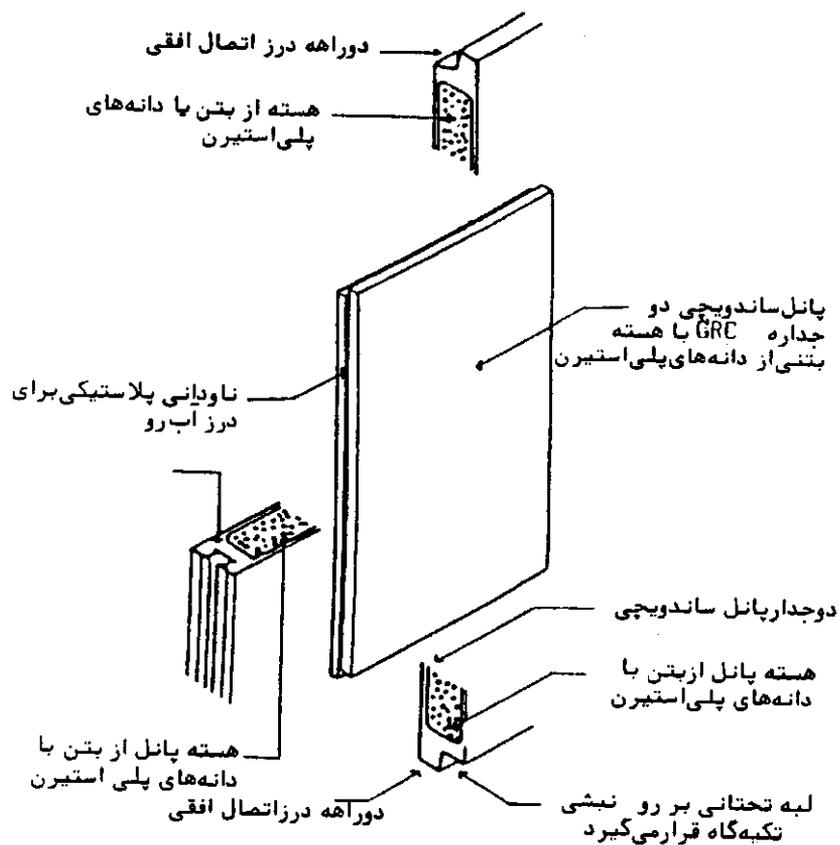
شکل (۳-۱۶) : پانل های یک جداره سیمان مسلح به الیاف شیشه (GRC)

حرکت رطوبتی قابل توجه ماده پرسیمان پانل های GRC در آب 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 یا پشت بند در شکل (۳-۱۷) نشان داده شده است.



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

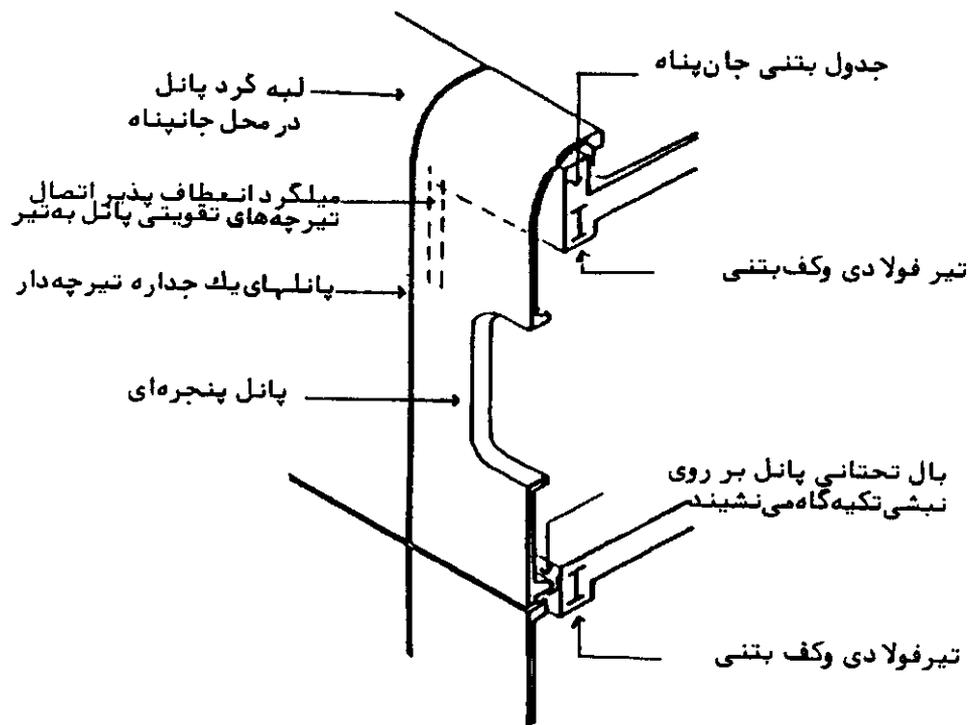
پانل‌های یک جداره GRC از خصوصیات حرارتی ضعیف و یکپارچگی ناچیز در برابر آسیب‌های ناشی از آتش سوزی برخوردار است لذا پانل‌های با ابعاد بزرگ باید تقویت شود. نمونه‌ای از آن استفاده از پانل‌های ساندویچی است، شکل (۳-۱۸).



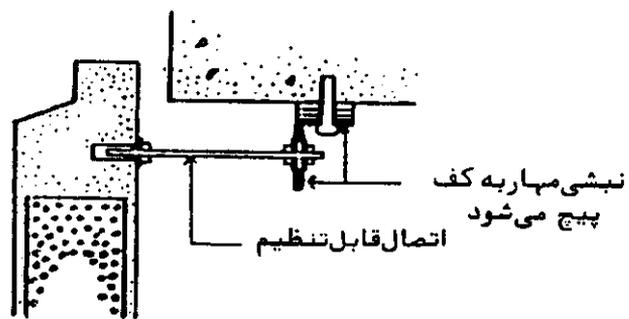
شکل (۳-۱۸) : پانل ساندویچی دو جداره GRC با هسته بتنی با دانه‌های پلی‌استیرین

پانل‌های ساندویچی که وظایف یک دیوار را در یک واحد انجام می‌دهند، کاربرد وسیعی دارند. نقاط ضعف پانل‌های ساندویچی مقاومت حرکات حرارتی و رطوبتی در میان جداره داخلی و خارجی آنست. در مقابل مزایای آن عبارتست از سبکی، مقاومت و دوام. پانل‌های GRC باید در قسمت تحتانی یا نزدیک به آن مورد حمایت قرار گیرند تا به علت فشار میزان ترک‌های مریی ناشی از جمع شدگی و حرارت به حداقل ممکن کاهش یابد. نمونه‌هایی از اتصال پانل به تکیه‌گاه و لبه تحتانی آن در شکل (۳-۱۹) نشان داده شده است.





الف - نمایی اتصال



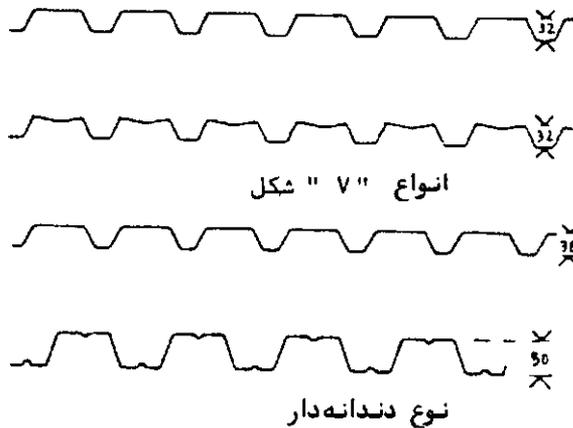
ب - اتصال مهاریه پانل با میلگرد قابل تنظیم

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



### ۳ - ۳ - ۳ ورق های نازک

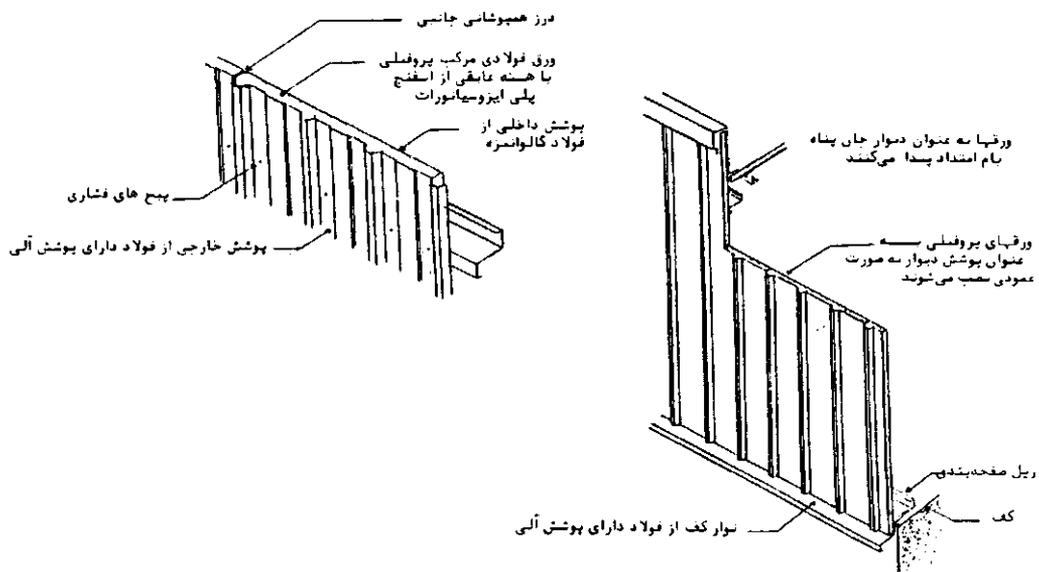
از انواع ورق های فولادی یا آلومینیومی که به شکل های مختلف نورد شده باشند می توان برای پوشش بام و دیوارهای کارخانجات، سالن ها و سایر ساختمان های یک طبقه استفاده کرد. در شکل (۲۰-۳) بعضی از انواع این ورق ها که به ورقهای پروفیلی موسوم اند، نشان داده شده است.



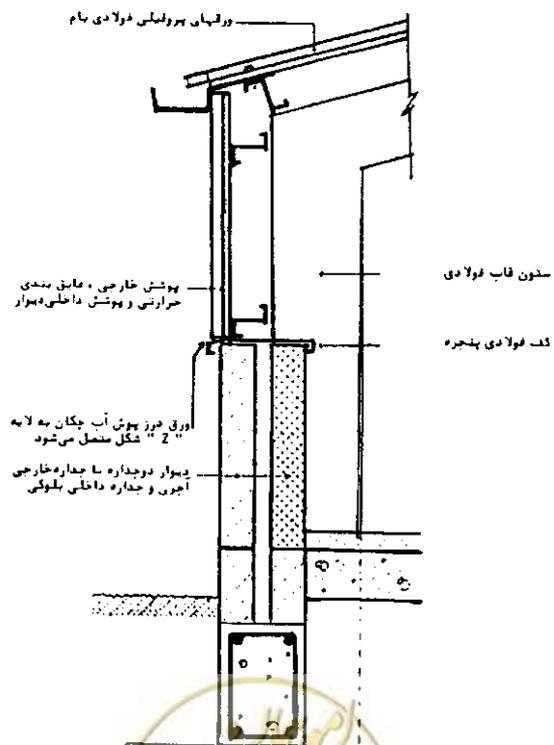
شکل (۲۰-۳) : شکل مقاطع ورق های پروفیلی

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، معمولاً با دو ورق و یک لایه عایق ساخته می شود، مقطع ساندویچی شکلی به وجود می آورند، شکل (۲۱-۳). در بعضی موارد ورق های پروفیلی را با یک لایه عایق حرارتی در زیر آن به کار می روند، شکل (۲۲-۳).





شکل (۳-۲۱) : ورق های دو جداره



شکل (۳-۲۲) : ورق های فولادی پروفیلی دوزنقه 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 معمولاً "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، شالوده‌ها پس از دریافت بارها از سازه، باید آنها را چنان توزیع کنند که خاک قادر به تحمل تنش‌های حاصله باشند. انتخاب نوع سازه به مقدار زیادی تابع شرایط خاک محل ساختمان می‌باشد. قبل از این که بتوان در مورد انتخاب هر نوع سازه‌ای 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 نسبتاً پائین باشد، برای ایجاد تکیه‌گاه کافی ممکن است نیاز به شمع کوبی در خاک باشد.

### ۳ - ۴ - ۴ وجود مقاطع لازم

با توجه به تنش‌های زیاد در مقاطع به خصوص در ستون‌های طبقات پائین در ساختمان‌های 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 ساختمان‌های بلند به دو دلیل اساسی آتش‌سوزی یکی از ملاحظات مهم می‌باشد، اولاً چون اکثر طبقات ساختمان به وسیله ماشین‌های آتش‌نشانی قابل دسترسی نمی‌باشد، عملیات خاموش کردن آتش و نجات افراد فقط از داخل ساختمان امکان پذیر است، ثانیاً تخلیه اضطراری کامل در مدت زمان کوتاهی امکان پذیر نمی‌باشد.



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

### ۴ - ۱ مقدمه

شرایط اقلیمی تأثیر بسزایی بر خوردگی سازه های فولادی دارد. شدت خوردگی به چند عامل بستگی دارد. در هوا، معمولاً "زنگ زدگی فولاد در شرایط مرطوب محیطی صورت می گیرد. در خاک، مقدار اکسیژن، آب و مقاومت خاک در برابر خوردگی، عوامل کنترل کننده می باشند. در آب، اکسیژن و قابلیت هدایت الکتریکی تعیین کننده هستند. میزان مواد مضر در شرایط محیطی نامناسب، مانند هوای آلوده، باعث افزایش خوردگی فولاد می شود. در این فصل ابتدا، پدیده خوردگی فولاد در شرایط مختلف بررسی می شود و سپس راه های محافظت فولاد در برابر آن ارائه خواهد شد.

### ۴ - ۲ طبقه بندی شرایط محیطی

طبقه بندی شرایط جوی برحسب اثر خوردگی نمی تواند دقیق باشد، ضمن آنکه معمولاً قسمت های مختلف ساختمان در شرایط متفاوت محیطی قرار می گیرند. لذا برای ساختمان ها دو نوع شرایط محیطی زیر تعریف می شود :

- شرایط محیطی بیرونی (در معرض هوا)

- شرایط محیطی داخلی (داخل ساختمان)

شرایط محیطی بیرونی خود به چهار دسته زیر تقسیم می شوند :

الف - مناطق غیر آلوده : مناطقی است که دور از فعالیت های صنعتی یا مراکز جمعیتی و به حد کافی دور از دریا واقع می باشند و ساختمان صرفاً تحت اثر عوامل طبیعی نظیر باران و تابش خورشید قرار می گیرند نظیر مناطق باز و روستایی.

ب - مناطق آلوده : مناطقی است که در میان یا در نزدیکی کارخانه های شیمیایی و کارهای سنگین مهندسی قرار دارند. در این 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 در هوا وجود دارد یا در نواحی که ابنیه در تماس مداوم یا ترشح با آب دریا می باشند.

بدیهی است مرز مشخصی 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 دائم : نظیر رختشویخانه ها و آشپزخانه ها.

ت - شرایط نامساعد : مانند ساختمان هایی 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 رنگریزی و شیمیایی.

#### ۴ - ۳ خوردگی در هوا، خاک و آب

#### ۴ - ۳ - ۱ خوردگی 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 خوردگی 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 در حوالی 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 خوردگی 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 غالباً "بسیار خطرناک می باشند زیرا حاوی نوعی باکتری می باشند که باعث خوردگی می شوند. در خاک های دستی، خوردگی شدید ممکن است در مجاورت آنها که حاوی خاکستر یا مواد رسی باشند به وجود آید.

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

#### ۴ - ۳ - ۳ خوردگی در آب

معمولاً در آب های طبیعی مقدار اکسیژن عامل تعیین کننده خوردگی فلزات می باشد. برای بعضی آب های اسیدی یا آهکی، ترکیبات شیمیایی و درجه حرارت آب نیز اهمیت فراوان در خوردگی دارد.



هنگامی که مقدار اکسیژن بسیار کم می شود مانند آب رودخانه های آلوده و بندرگاه ها، خوردگی ممکن است در اثر فعالیت باکتری های موجود، ایجاد شود، به طور کلی، تحت شرایط مشابه، فولاد در آب دریا سریع تر از آب معمولی خورده می شود. اثر درجه حرارت در خوردگی برحسب شرایط کار متفاوت است. به طور کلی، فعل و انفعالات خوردگی هنگامی که درجه حرارت بالا می رود شدید می شود. سرعت جریان آب نیز در خوردگی مؤثر است. حرکت آب معمولاً به علت آن که مقدار اکسیژنی را که به سطح فلز می رسد زیاده تر می کند میزان خوردگی را نیز بالا می برد. آب های متلاطم خوردگی های بسیار شدید ایجاد می کنند.

#### ۴ - ۴ روشهای حفاظت

#### ۴ - ۴ - ۱ کلیات

به منظور حفاظت فولاد در برابر خوردگی 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 غیر آهنی (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 بخاریا 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 معمولاً 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 رنگریزی 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 طور کلی ضخامت رنگ ها نباید از حد معینی کمتر باشد. این حد معمولاً "با نوع رنگ، صافی سطح فولاد و سختی شرایط خوردگی 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 بر این از آنجایی که قشرهای رنگ کاملاً"



نسبت به مواد خورنده غیرقابل نفوذ نیستند رنگ‌های آستری باید شامل ماده رنگی جلوگیری کننده باشد. معمولی‌ترین رنگ‌های جلوگیری کننده سرنج، پلمبات کلسیم و گرد روی می‌باشند. رنگ‌های 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 می‌روند. لایه‌های تکمیلی باید در برابر رطوبت و گازها، کاملاً غیرقابل نفوذ بوده و مقاومت خوبی در مقابل شرایط محیطی از خود نشان دهند.

#### ۴ - ۴ - ۴ - محافظت به وسیله پوشش‌های بتنی، آجری و سبک

##### - پوشش بتنی

به وسیله لایه‌ای از بتن می‌توان فولاد را در برابر شرایط نامناسب محافظت کرد. میزان حفاظت بستگی به کیفیت، نفوذ ناپذیری و ضخامت بتن دارد. بتن‌هایی که با رعایت ضوابط فنی ساخته شده باشند از خوردگی فولاد جلوگیری می‌کنند در غیراین صورت بتن ترک خورده و نمی‌تواند محافظ خوبی برای فولاد بشمار رود. برای جلوگیری از خوردگی، ضخامت پوشش فولاد باید بین ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر برای ساختمان‌های در فضای آزاد و در داخل ساختمان ۲۵ میلیمتر باشد.

##### - پوشش آجری

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

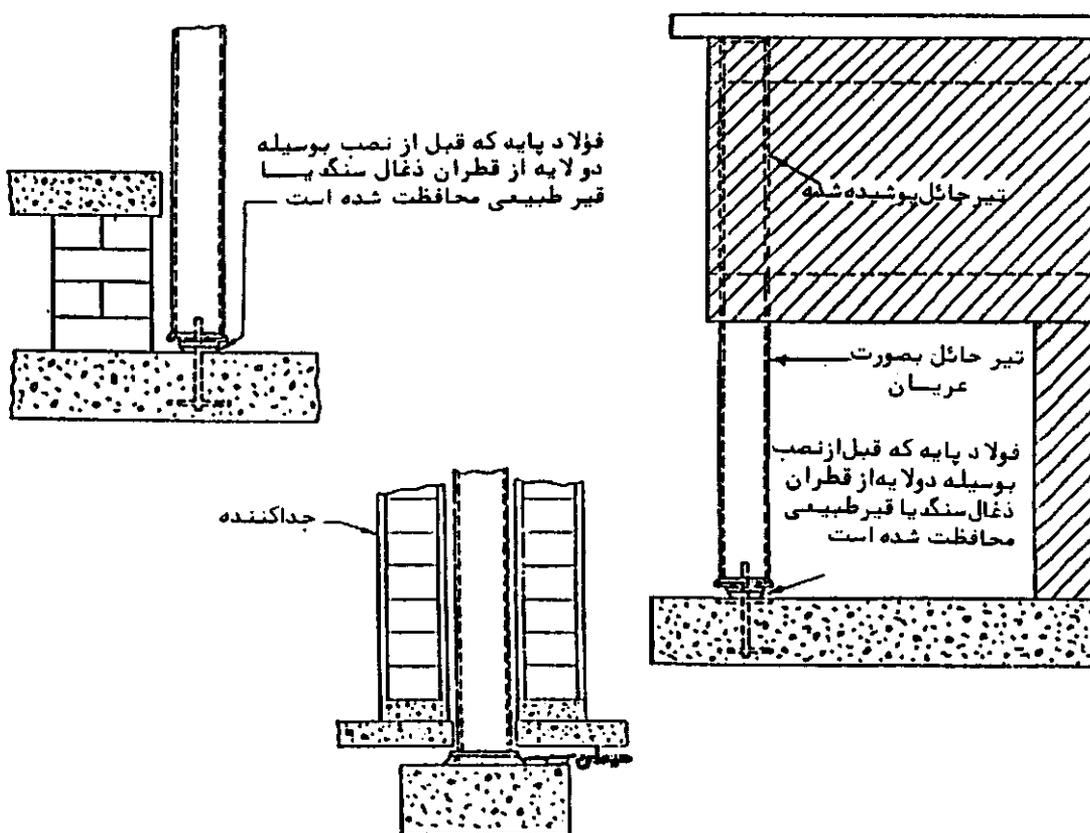
##### - پوشش سبک ضد حریق

معمولاً وقتی که فولاد به وسیله مصالح سبک مقاوم در برابر حریق محافظت می‌شود خطر خوردگی وجود ندارد. آماده‌سازی سطح فولاد برای اجرای پوشش ضد حریق فقط به زدودن قشر سست اکسید آهن و یک لایه رنگ آستری محدود می‌شود.



## ۴ - ۵ جزئیات طراحی

میزان خوردگی را با طراحی صحیح جزئیات ساختمان به خصوص قسمت هایی که بیشتر آمادگی خوردگی دارند می توان تقلیل داد. بنابراین طراحان باید با پیش بینی احتمال خوردگی 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 (۱-۴) و (۲-۴) دو نمونه از محافظت و رعایت اجرای صحیح جزئیات ساختمان های فولادی نشان داده شده است.

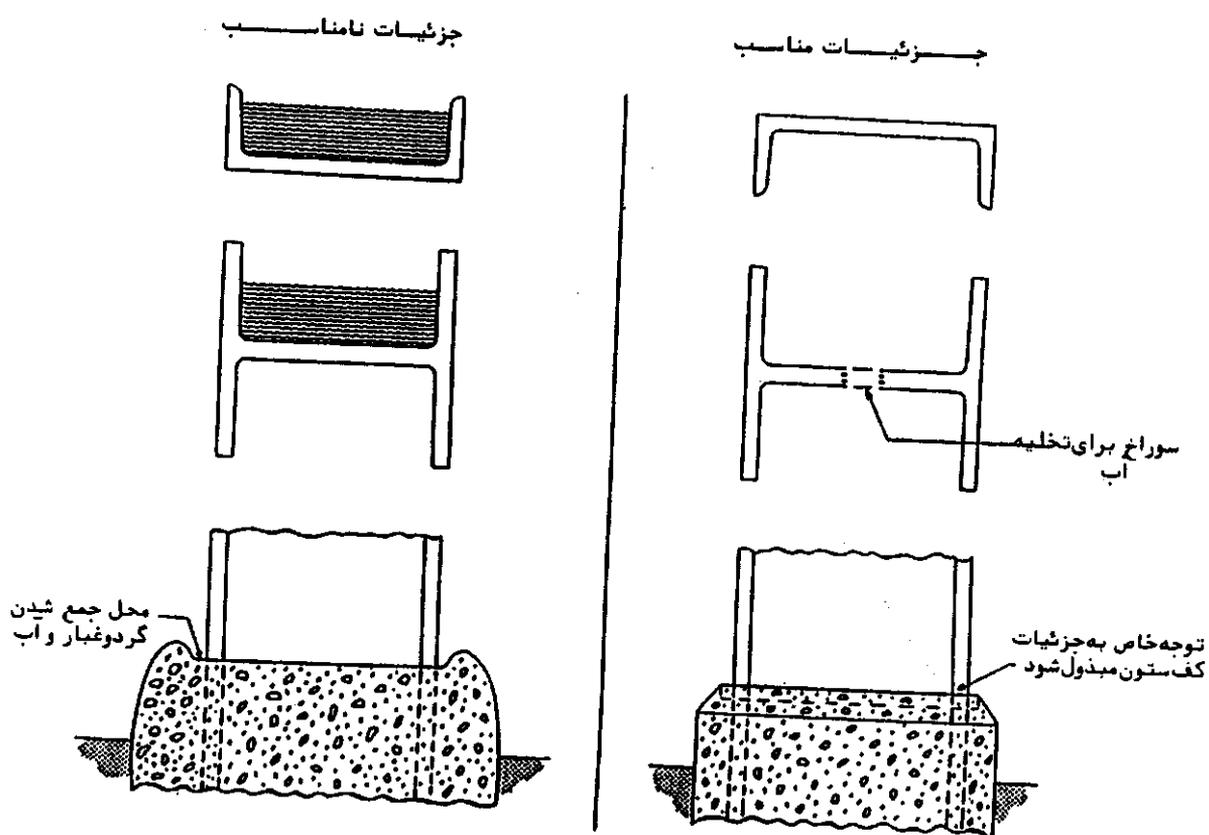


شکل (۱-۴) : محافظت با دو لایه از قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی



#### 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 آماده 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 پایین 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 روش‌های محافظتی متمایز شده‌اند که به ترتیب مؤثر بودن از بالا به پایین تذکر شده‌اند. 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 شده‌اند.

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

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

در جدول (۲-۴) مثال‌هایی با به کار بردن رنگ‌های مختلف پیشنهاد شده است.

روش‌های محافظتی برای ساختمان‌های فولادی در شرایط مختلف

جدول (۱-۴)

الف - مراحل کار

رنگ آمیزی	عملیات قبل از رنگ آمیزی	
	عمل آوردن اولیه	آماده کردن سطح پوشش‌های فلزی
سیستم رنگ	عمل آوردن اولیه	آماده کردن سطح پوشش‌های فلزی
رنگ‌های مقاوم در مقابل مواد شیمیایی	آستریش ساخته	گالوانیزه به طریق گرم اسپری آلومینیوم اسپری روی
قطران ذغال سنگ یا قیر طبیعی به طریق سرد	آستر سازگار با سیستم رنگ	پاک کردن توسط مواد ساینده
رنگ تکمیلی رزین اولر یا ماده رنگی لاملار یا رنگ آستری	-	پاک کردن توسط مواد شیمیایی
رنگ تکمیلی آلکانید یا رنگ تکمیلی رزینی	-	پاک کردن توسط شعله
	-	پاک کردن با وسایل دستی



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 با مواد ساینده یا مواد شیمیایی	رنگ های مقاوم در مقابل مواد شیمیایی یا جوهر قطران یا قیر طبیعی که به طریقه سرد مصرف می شوند
۴	پاک کردن به وسیله جریان بخار یا هوا یا مواد شیمیایی	۲ لایه از آستر جلودگیری کننده ۲ لایه از رنگ تکمیلی
۵	پاک کردن با وسایل دستی	۲ لایه از رنگ تکمیلی
۶	پاک کردن با وسایل دستی	۱ لایه از آستر جلودگیری کننده ۲ لایه از رنگ تکمیلی
M	پوشش فلزی	بدون سیستم رنگ

پ- درجات محافظتی پیشنهادی

مناطق دریایی مانند مناطق در معرض ترشح آب دریا	مناطق ساحلی مانند مناطقی که نمک دریا در هوا وجود دارد	مناطق شیمیایی مانند مناطق بسیار آلوده صنعتی	مناطق صنعتی	مناطق غیر آلوده مانند مناطق خارج از شهر و مناطق غیر صنعتی	طبقه بندی ساختمان فولادی
۳ یا ۱	۴ یا ۲	۳ یا ۱	M ۴ یا ۲	M ۵ یا ۴	ساختمان فولادی در هوای آزاد
-	M ۵ یا ۵	۳ یا ۱	M ۵ یا ۵	M ۶ یا ۶	اعضای فولادی داخلی



نمونه سیستمهای رنگ برای ساختمان های فولادی

جدول (۲-۴)

الف - راهنما برای عملیات

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



ب - روش های محافظتی در شرایط محیطی مختلف

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

\* لایه میانی



ادامه جدول ۴-۲ ب

- ۲×۳۵ ۲×۷۵	C,B,A 2×J 2×T , 2×L , 2×S	قطعات فولادی دره‌های آزاد (فضاهای باز و خارجی) - مناطق غیر آلوده
۱۴۰	A F یا E	
۲×۷۵	A یا B 2×(R,Q,P,N)	- مناطق آلوده: مناطقی که در میان یادرتزدیکی کارخانه‌های شیمیایی و کارهای سنگین مهندسی هستند. در این من به مقدار زیاد به وسیله اسیدها و سایر مواد شیمیایی مانند سولفور اکسید و همچنین مواد حاصله از احتراق آلوده می‌باشند
- ۳۵ ۱۴۰ ۲×۷۵	A G F یا E 2×(R,Q,P,N)	
- ۲×۳۵ ۲×۷۵	A یا B 2×H 2×L	- مناطق ساحلی - مناطق حاشیه‌ای در کنار ساحل - در این مناطق مقدار زیادی نمک دریایی در هوا وجود دارد
- ۳۵ ۱۴۰ ۲×۳۵ ۲×۳۵	A A G G F E 2×K K 2×L 2×L	
- ۲×۷۵	A یا B 2×( R,Q,P,N)	- مناطق دریایی: مناطقی که ذرات آب دریا در هوا وجود دارد یا در مناطقی که قطعات فولادی در تماس مداوم با ترشح آب دریا می‌باشند
- ۳۵ ۱۴۰ ۲×۷۵	A یا B G F یا E 2×( R,Q,P,N)	



## فصل پنجم - ایمنی سازه‌های فولادی در برابر زلزله و حریق

۵ - ۱ ایمنی در برابر زلزله

۵ - ۱ - ۱ مقدمه

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 سازه‌های مقاوم

- شکل پذیری

- مقاومت

از موارد فوق به استثنای "انواع سازه‌های مقاوم فولادی" بقیه در بخش "سازه‌های بتنی" به تفصیل بحث شده است لذا در این فصل شرح انواع سازه‌های مقاوم فولادی ارائه می‌شود.

۵ - ۱ - ۲ انواع سازه‌های مقاوم فولادی در برابر زلزله

از نقطه نظر اتصالات، سازه‌های فولادی به سه دسته زیر تقسیم می‌شود :

- اتصالات مفصلی

- اتصالات نیمه گیردار

- اتصالات گیردار

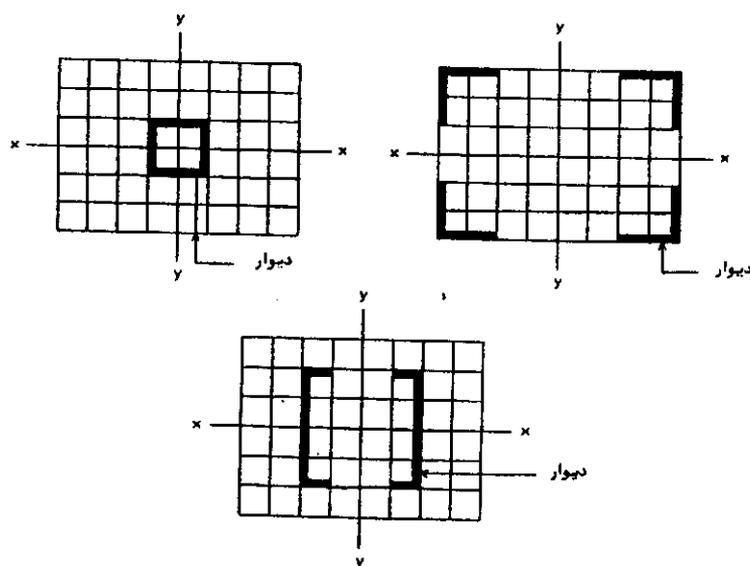
- سازه‌های فولادی با اتصالات مفصلی

در سازه‌های فولادی با اتصالات مفصلی، اتصالات تیرها و ستون‌ها آن چنان طرح و اجرا می‌شوند که بتوانند نسبت به هم دوران کنند. در این صورت ستون و تیرهای ساختمان عمدتاً برای



بار قائم محاسبه می‌شوند و نیروهای افقی ناشی از زلزله به دو طریق زیر کنترل می‌شوند.

الف - به وسیله دیوارهای برشی بتن مسلح: نیروی افقی زلزله به وسیله سقف‌ها به این دیوارها انتقال پیدا می‌کند. 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.



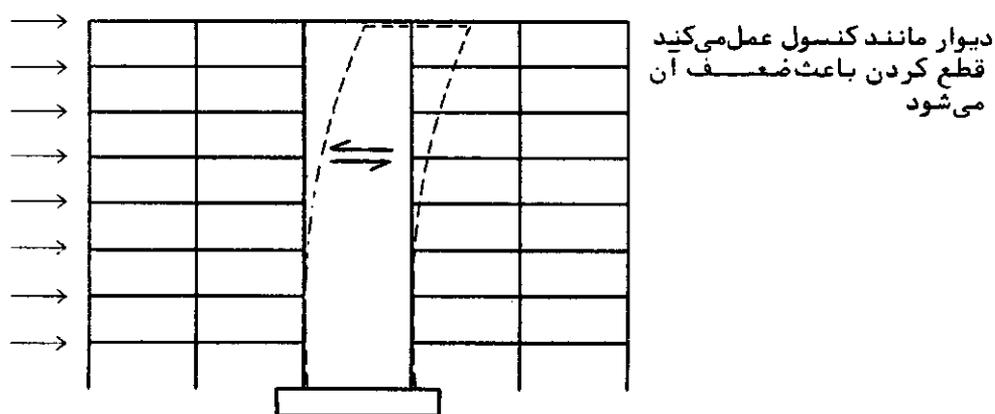
شکل (۵-۱): موقعیت مناسب دیوارهای برشی

با توجه به اهمیت موقعیت دیوارهای برشی از نظر سازه‌ای و معماری بهتر است در طرح‌های اولیه، مهندس محاسب و آرشیتکت با هم همکاری نزدیک داشته باشند. یکی از محل‌های متعارف برای دیوارهای برشی اطراف آسانسورها و پله‌ها می‌باشد. در این حالت از دیوارهای برشی استفاده مضاعف می‌شود. دیوارها هم وظیفه تحمل نیروهای برشی زلزله را دارند و هم عمل مجزا کردن پله‌ها را از ساختمان در موقع آتش‌سوزی انجام می‌دهند. 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 نمی‌باشد.

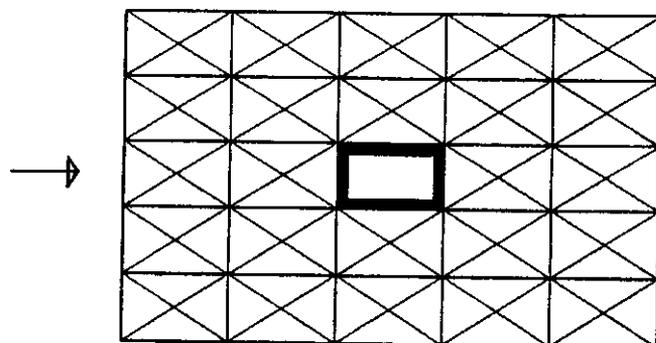
مسئله مهم دیگر احتراز از ایجاد بازشوهای بزرگ در دیوارهای برشی است. این کار باعث

کاهش مقاومت آنها می‌شود. علاوه بر این باید سعی شود که ارتباط تیرهای افقی در سطح طبقه به دیوارهای برشی فراهم گردد. این عمل به وسیله دال‌های بتنی (دیافراگم افقی) و یا با گذاشتن مهاربندهای افقی (چپ و راست) انجام می‌گیرد. در این صورت سقف به صورت خرپا عمل کرده و نیروهای افقی وارده از گروه‌ها را به دیوارهای برشی انتقال می‌دهد.

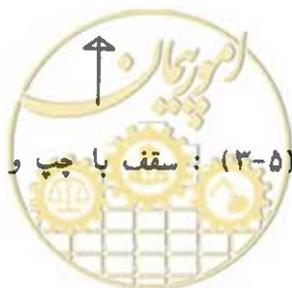
در شکل (۲-۵) رفتار یک دیوار برشی در یک قاب فولادی نشان داده شده است و شکل (۳-۵) پلان یک طبقه با چپ و راست‌های افقی را نمایش می‌دهد.



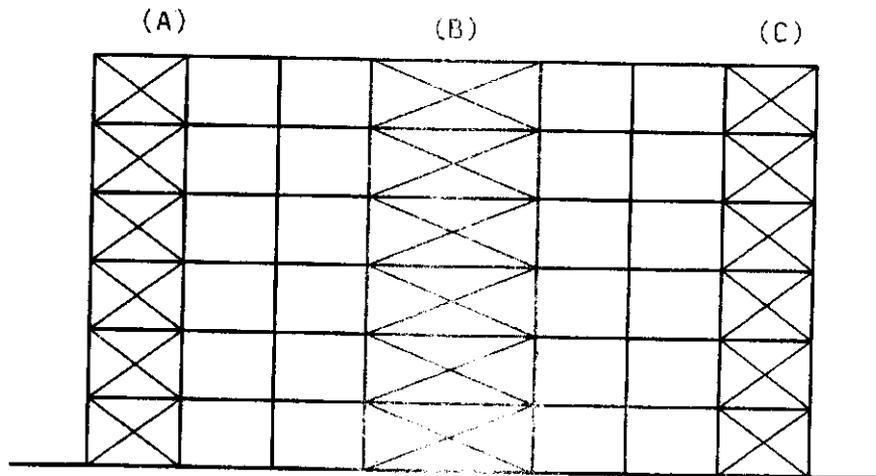
شکل (۲-۵) : رفتار دیوار برشی



شکل (۳-۵) : سقف با چپ و راست‌های 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 در صورتی که نمای بنا دارای پنجره های زیادی باشد ایجاد اشکال می کند، شکل (۴-۵).  
 به همین علت از انواع مختلف بادبند که شکل های گوناگونی دارند استفاده می شود، موضوع بند (۴-۱-۵).



شکل (۴-۵) . نمای 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 (۴-۵) فرض می شود که کل نیروهای زلزله توسط سه قاب A, B, C تحمل گردد، واضح است که در این 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 عملاً" مقداری از نیروهای وارده را تحمل کرده و در واقع با همکاری سازه و دیوارهای برشی یا بادبندها، نیروهای زلزله جذب می‌شوند.

تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که با توجه به خاصیت جذب انرژی این نوع اتصالات، سازه‌های فولادی رفتار خوبی در برابر زلزله از خود نشان داده‌اند.

### - سازه‌های فولادی با اتصالات گیردار

فرض بر این است که اتصالات این نوع سازه‌ها کاملاً" گیردار بوده یعنی زاویه بین اعضاء قبل از بارگذاری و بعد از آن ثابت می‌ماند. این گونه سازه‌ها معمولاً" به تنهایی قادر به تحمل بارهای وارده هستند با این حال ممکن است توأم با دیوار برشی یا بادبند استفاده شوند (به خصوص در مورد ساختمان‌های بلند) در صورتی که با دیوار برشی به کار روند فرض می‌شود ۲۵ درصد از کل نیروی زلزله توسط قاب‌ها 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 حتی‌المقدور 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 قاب‌های ساختمان و با همکاری هم تحمل نیروهای جانبی را کرده و در واقع دیوار خود به عنوان یک ستون فوق‌العاده قوی در مجموعه قاب‌ها انجام وظیفه می‌کند. در حالی که قاب‌های صلب بدون دیوار برشی به کار روند، کل نیروهای زلزله توسط قاب‌ها تحمل خواهد شد، به نظر می‌رسد که ساختمان‌های تا حدود ۲۰ طبقه را به این ترتیب می‌توان طرح و اجرا کرد.

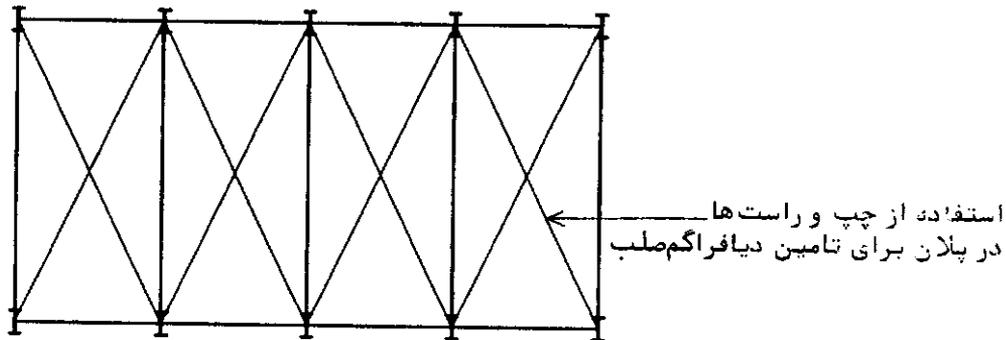
قاب‌های صلب به علت یکپارچه بودن در برابر بارهای زلزله اساساً" به وسیله خمش تیرها و ستون‌ها واکنش نشان می‌دهد. این خصوصیت پیوستگی قاب صلب بستگی به مقاومت دورانی اتصالات اعضاء آن دارد و ظرفیت باربری کل سازه بستگی به مقاومت یکایک تیرها و ستون‌های آن دارد و با زیاد شدن ارتفاع طبقه و فاصله ستون‌ها کاهش می‌یابد.

### ۵ - ۱ - ۳ دیافراگم

دیافراگم‌ها قطعاتی از سازه هستند که نیروهای افقی وارد به سازه را به ستون‌ها انتقال می‌دهند. معمولاً" سقف ساختمان‌ها این وظیفه را انجام می‌دهند.



دیافراگم‌ها را بسته به آن که سختی آنها نسبت به سایر اعضا چقدر باشد به سه دسته نرم، نیم سخت و سخت تقسیم می‌کنند که از نظر محاسبات با هم تفاوت دارند. هرچه دیافراگم سخت‌تر باشد بهتر می‌تواند نیروها را انتقال دهد. دال‌های بتنی یا سقف با مهارهای افقی فولادی دیافراگم سخت و سقف‌های سبک فلزی یا چوبی دیافراگم نرم محسوب می‌شوند، شکل (۵-۵).



شکل ( ۵-۵ ) : دیافراگم با مهارهای افقی در سقف

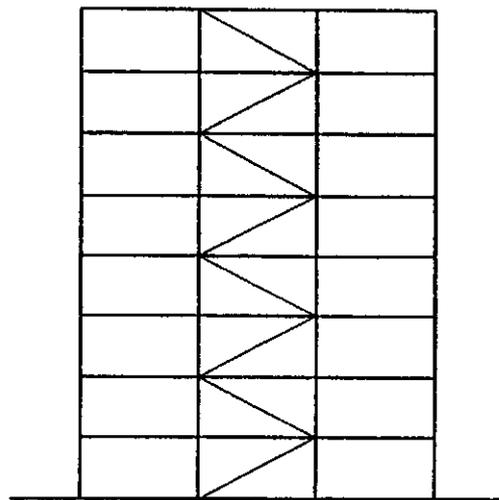
#### ۵ - ۱ - ۴ انواع مهاربندها (بادبندها)

مهاربندهای ضربدری (چپ و راست) متداول‌ترین نوع شکل استفاده از مهاربندها است، ولی به علت آن که فضای بین یک دهانه از قاب را می‌بندد، در بعضی موارد (نظیر وجود بازشو در و پنجره‌ها) ممکن است ایجاد اشکال کند، در این صورت می‌توان از سایر انواع مهاربندها به شرح زیر استفاده کرد :

#### -- مهاربندی قطری

در مهاربندی قطری، امتداد قطرها در طبقات متوالی به تناوب عوض می‌شود، شکل (۵-۶). این نوع مهاربندی فاقد ظرفیت جذب انرژی غیر ارتجاعی مطلوب می‌باشد. تک قطری‌ها در هر طبقه باید برای فشار و همچنین کشش طرح شوند. با توجه به آن که ضریب لاغری اعضای قطری زیاد است نمی‌توان از آنها انتظار رفتار خمیری داشت. حتی وقتی که ضریب لاغری نسبتاً کوچک باشد، تأثیر و سودمندی مهاربندها در اثر کماتش محدود می‌شود.

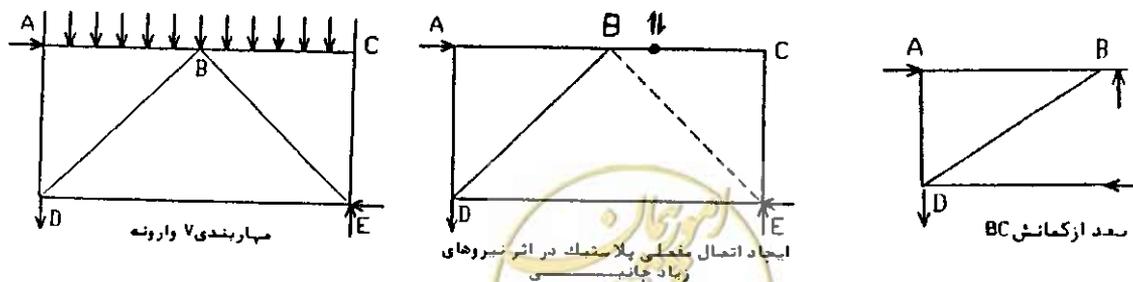




شکل (۵-۶) : مهاربندی قطری

### - مهاربندی " V " وارونه

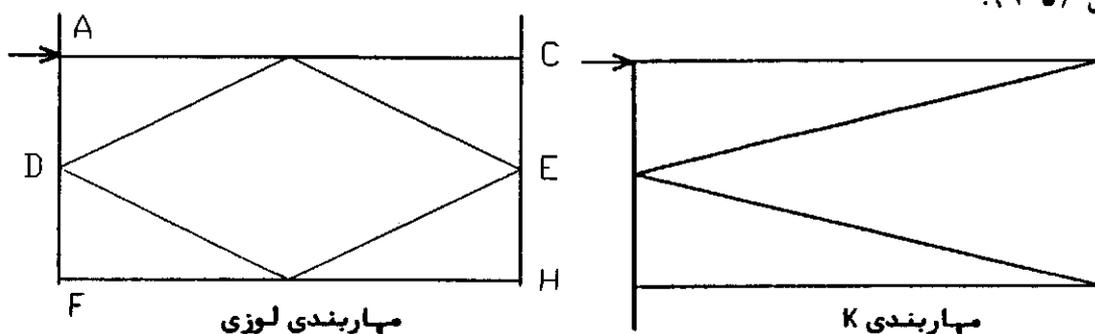
این شکل مهاربندی نسبت به مهاربندی ضربدری اغلب با شرایط معماری ساختمان سازگارتر است ولی باید با احتیاط به کار برده شود. بارها از طریق تیرها به مهاربندها منتقل می‌شوند. اگر مهاربندها برای تحمل این بارها به درستی طرح نشده باشند ممکن است قبل از وقوع زلزله کماتش بکنند و نتوانند وظیفه خود را به موقع انجام دهند. در این صورت مثلاً عضو BE در شکل (۵-۷) نمی‌تواند بار فشاری اضافی قابل ملاحظه‌ای ناشی از نیروهای زلزله را تحمل کند و می‌توان 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 تنش‌ها منجر به تشکیل معضلی در تیر شود و سیستم ناپایدار شود.



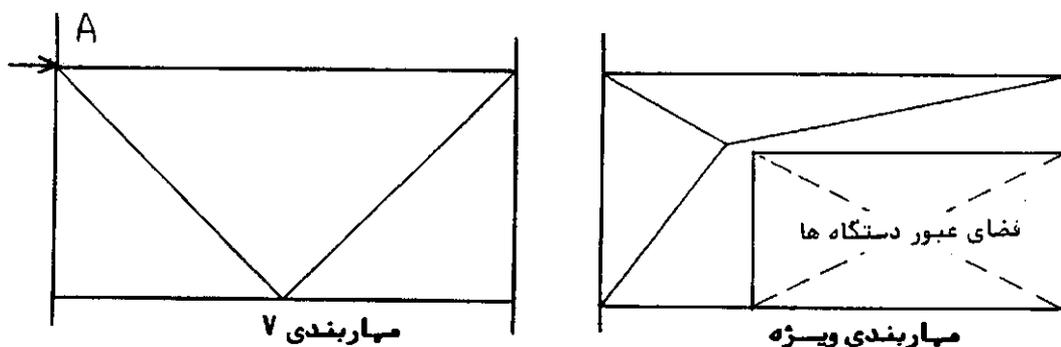
شکل ( ۵-۷ ) : مهاربندی V وارونه

- مهاربندی لوزی، " V " ، " K " و ویژه

اشکال دیگری از مهاربندی که می‌تواند فضایی را در اختیار مهندس معمار برای بازشو پنجره‌ها قرار دهد در شکل (۸-۵) دیده می‌شوند. اشکالات ذکر شده در باره مهاربندی قطری، V و وارونه برای این گونه مهاربندی‌ها صادق است و باید در محاسبات آنها دقت بیشتری کرد، شکل (۸-۵) و شکل (۹-۵).



شکل (۸-۵) : مهاربندی لوزی و K



شکل (۹-۵) : مهاربندی " V " و ویژه

۵ - ۲ ایمنی در برابر حریق

۵ - ۲ - ۱ مقدمه

فولاد ماده‌ای اشتعال ناپذیر است، اما در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد آن چنان مقاومت خود را از دست می‌دهد که عضو باربر فولادی شروع به تغییر شکل، تابیدگی و شکم دادگی می‌کند و دیگر قادر به تحمل بار خود نیست. چون دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد در مراحل اولیه آتش‌سوزی



حاصل می شود، مقررات وجود پوشش برای اعضای سازه های فولادی را برای کاستن میزان گرم شدگی فولاد ضروری می دانند.

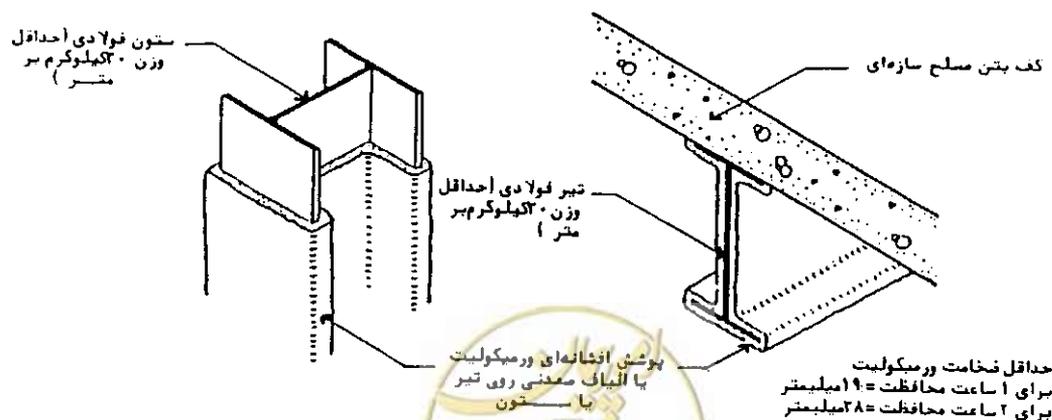
هرچه مقطع عضو فولادی بزرگتر باشد، پیش از آنکه مقاومت خود را از دست دهد کمتر تحت تاثیر گرمای ناشی از آتش سوزی قرار می گیرد. هرچه وزن پروفیل فولادی بیشتر و محیط آن کوچکتر باشد، مدت زمان بیشتری تا رسیدن به دمای انهدام آن طول می کشد. این موضوع به این علت است که پروفیل های بزرگتر پیش از رسیدن به دمای بحرانی 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 نسبتاً 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 متورم 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 در برابر 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.

اندودهای افشانه‌ای را می‌توان به دو دسته زیر تقسیم کرد :

#### الف - اندودهای الیاف معدنی :

این مواد از مخلوط الیاف معدنی و چسب‌های غیرآلی 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



پروفیل‌های فولادی نصب کرد و درز میان آنها را با همپوشانی یا مواد پرکننده مسدود ساخت. پوشش‌های ورقه‌ای از استحکام متوسطی برخوردارند و در برابر سایش تا حدودی مقاوم‌اند اما در اثر ضربه‌های متوسط به راحتی آسیب پذیرند و در نتیجه برای استفاده‌های خارجی مناسب نیستند. پوشش‌های ورقه‌ای برای استفاده توأم با رویه‌های هم جنس یا مشابه برای سقف‌ها و دیوارها مناسب‌اند.

پوشش‌های ورقه‌ای به شرح زیر تقسیم بندی می‌شوند :

### الف - ورقه‌ها و توفال‌های الیاف معدنی

این ورقه‌ها از الیاف معدنی و چسب سیلیکات کلسیم یا سیمان ساخته می‌شوند. سطوح درشت بافت این ورقه‌ها و توفال‌ها را می‌توان اندودکاری کرد. این ورقه‌های نسبتاً ضعیف به قاب بندی فولادی سبک اطراف پروفیل‌های فولادی پیچ می‌شوند. تخته‌های الیاف معدنی از استحکام متوسطی برخوردارند و در مکان‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که ظاهر کار از اهمیت درجه اول برخوردار نیست.

### ب - ورقه‌های ورمیکولیت و گچ

این ورقه‌ها از ورمیکولیت و گچ با چسب‌های غیر قابل اشتعال ساخته می‌شوند. این تخته‌ها پس از برش خوردن به اندازه‌های مورد نظر با پیچ شدن به یکدیگر در اطراف پروفیل‌های فولادی نصب و به تسمه‌ها یا نبشی‌های فولادی محکم می‌شوند، شکل (۵-۱۱). لبه ورقه‌ها را می‌توان به شکل قائم برش داد یا دو راهه کرد. سطح این تخته‌ها را که پوشش نسبتاً صلب و مستحکمی برای سازه‌های فولادی ایجاد می‌کنند، می‌توان اندود کرده و یا به همان صورت اولیه باقی گذاشت.

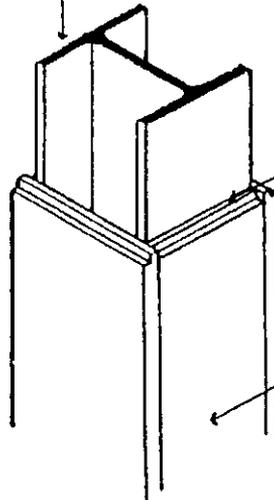
### پ - پوشش از صفحات گچی

این پوشش را می‌توان 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 بست‌های فلزی دور پروفیل‌های فولادی متصل می‌شوند. سطح صفحات گچی را می‌توان اندود کرد یا به همان صورت باقی گذاشت. این نوع پوشش از استحکام متوسطی برخوردار است.



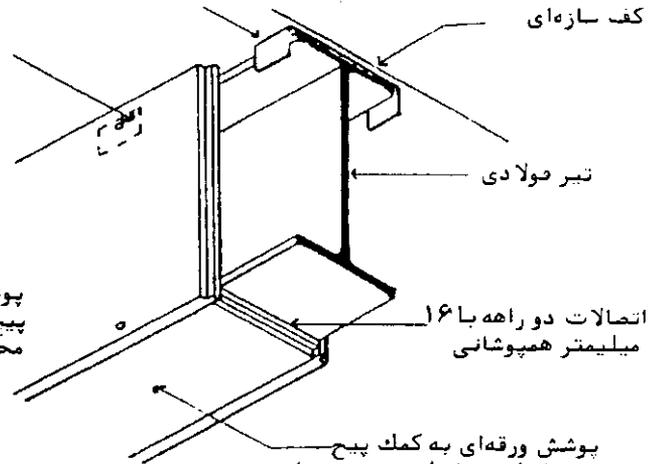
ستون فولادی

تسمه‌های فولادی به پهنای ۲۵ میلی‌متر یا ۵۰ میلی‌متر  
لبه برگشته جهت اتصال ورقه‌ها در فواصل ۲۰۰ میلی  
متر از محور به محور بر روی تیر نصب می‌شوند



اتصالات دوراهه  
۱۶ میلی‌متر  
همپوشانی

پوشش ورقه‌ای به کمک  
پیچ در فواصل ۱۹۰ میلی‌متر  
محور تا محور در اطراف ستون  
می‌شود



کف سازه‌ای

تیر فولادی

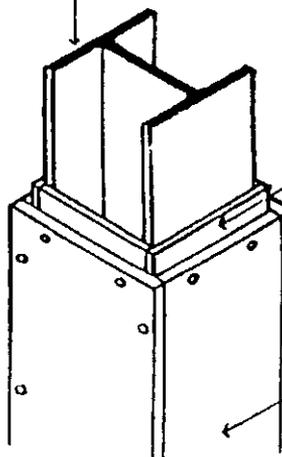
اتصالات دوراهه با ۱۶  
میلی‌متر همپوشانی

پوشش ورقه‌ای به کمک پیچ  
در فواصل ۲۰۰ میلی‌متر محور تا محور  
در اطراف تیر نصب می‌شود

**الف** - پوشش ورقه‌ای کم تراکم برای حفاظت در برابر آتش‌سوزی

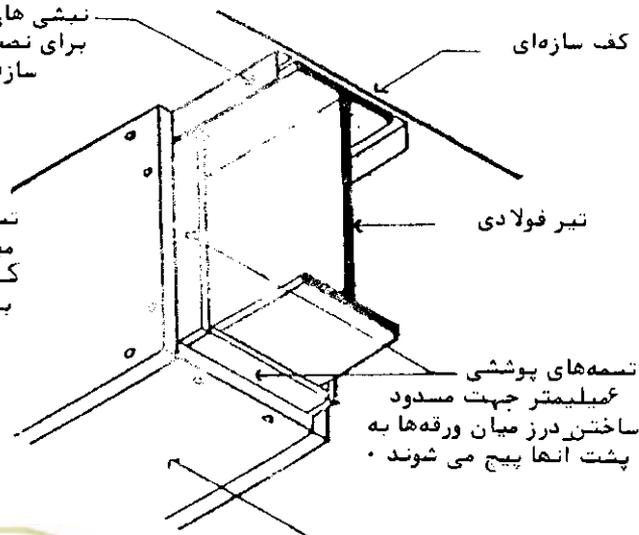
ستون فولادی

نیشی‌های فولادی ۲۵×۰ میلی‌متر  
برای نصب پوشش ورقه‌ای به کف  
سازه‌ای پیچ می‌شود



تسمه‌های پوششی ۶  
میلی‌متر جهت مسدود  
کردن درز میان ورقه‌ها  
به پشت آنها پیچ می‌شود

پوشش ورقه‌ای به  
کمک پیچ در فواصل  
۲۳۰ میلی‌متر محور تا  
محور در اطراف ستون  
نصب می‌گردد



کف سازه‌ای

تیر فولادی

تسمه‌های پوششی  
۶ میلی‌متر جهت مسدود  
ساختن درز میان ورقه‌ها به  
پشت آنها پیچ می‌شوند

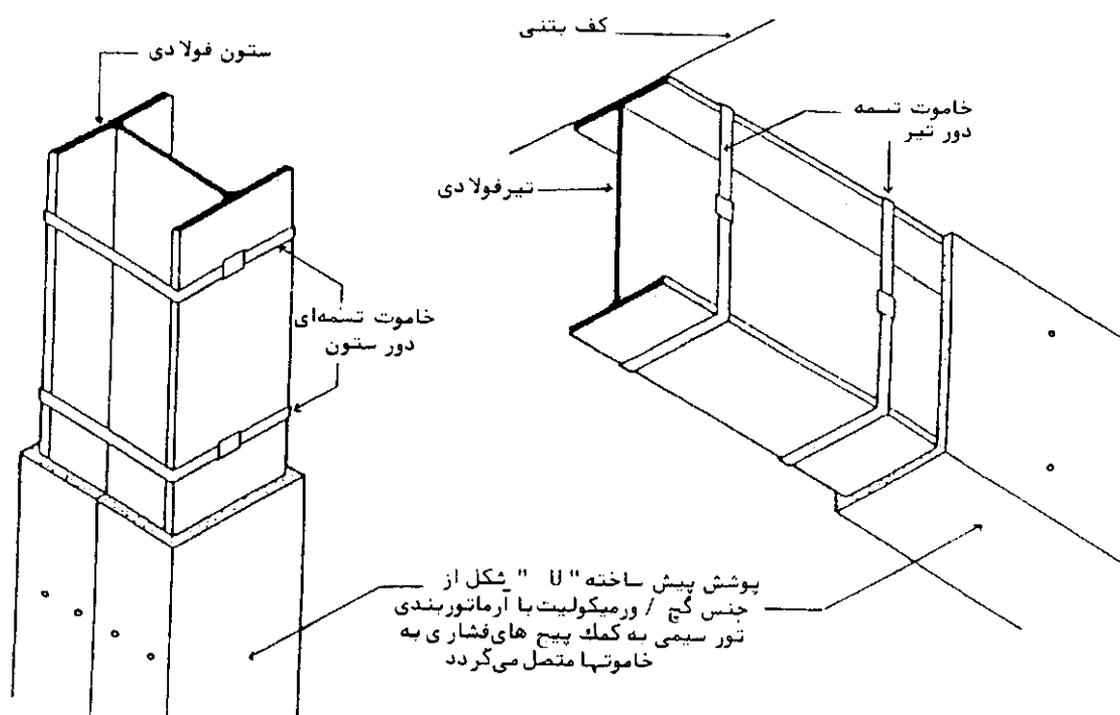
**ب** - پوشش ورقه‌ای با تراکم متوسط جهت حفاظت در برابر  
آتش‌سوزی

پوشش ورقه‌ای به کمک پیچ در فواصل  
۴۹۰ میلی‌متر محور تا محور در اطراف  
تیر نصب می‌شود

شکل ( ۵-۱۱ ) : جزئیات پوشش‌های ورقه‌ای

## ۵ - ۲ - ۴ پوشش‌های پیش ساخته

پوشش‌های پیش ساخته به صورت قطعات "L" یا "U" شکل ساخته می‌شوند که به ترتیب در اطراف تیرها و ستون‌های فولادی نصب می‌شوند. این صفحات از ورمیکولیت و گچ یا با رویه‌ای از ورق فولادی بر روی پوشش‌های آتشپاد ساخته می‌شوند، شکل (۵-۱۲). پوشش‌های رویه فلزی از مقاومت خوبی در برابر ضربه و سایش برخوردارند.



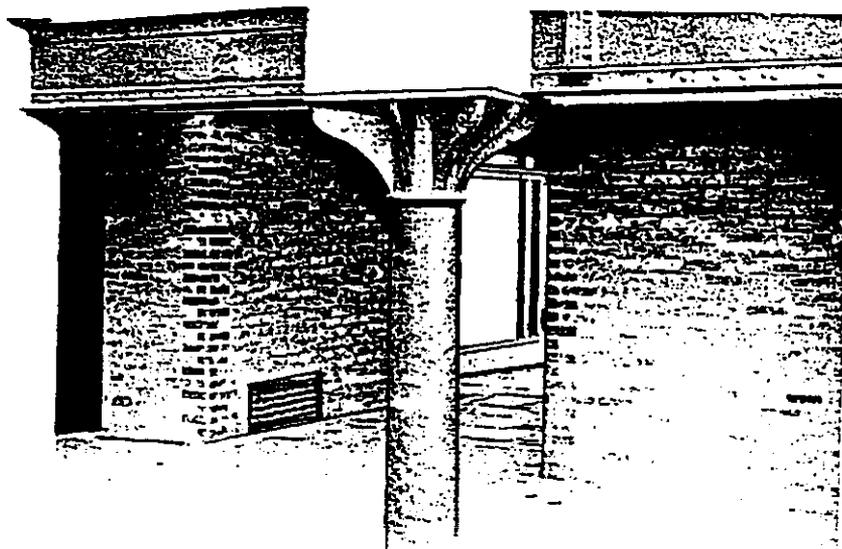
شکل ( ۵-۱۲ ) : حفاظت از سازه‌های فولادی در برابر آتش سوزی با استفاده از پوشش پیش ساخته "U" شکل جنس گچ و ورمیکولیت

## ۵ - ۲ - ۵ اندوذهای متورم شونده (پفی)

این اندوذهای دارای ماستیک و رنگ‌هایی هستند که در اثر حرارت پف کرده و پوشش محافظتی در برابر گرما ایجاد می‌کنند. این مواد به کمک افشانه یا ماله به صورت لایه نازکی بر روی پروفیل فولادی کشیده می‌شوند و رویه سختی را ایجاد می‌کنند که می‌توان آنها را به همان



صورت بافت دار ناشی از افشانه کردن باقی گذاشتن یا با مالیه صاف کرد. اندودهای متورم شونده حفاظتی حداکثر دو ساعته در برابر آتش ایجاد می کنند. از اندودهای متورم شونده به علت گران بودن فقط در مواردی استفاده می کنند که مهندس معمار قصد نمایش دادن سازه فولادی را دارد، شکل (۵-۱۳).

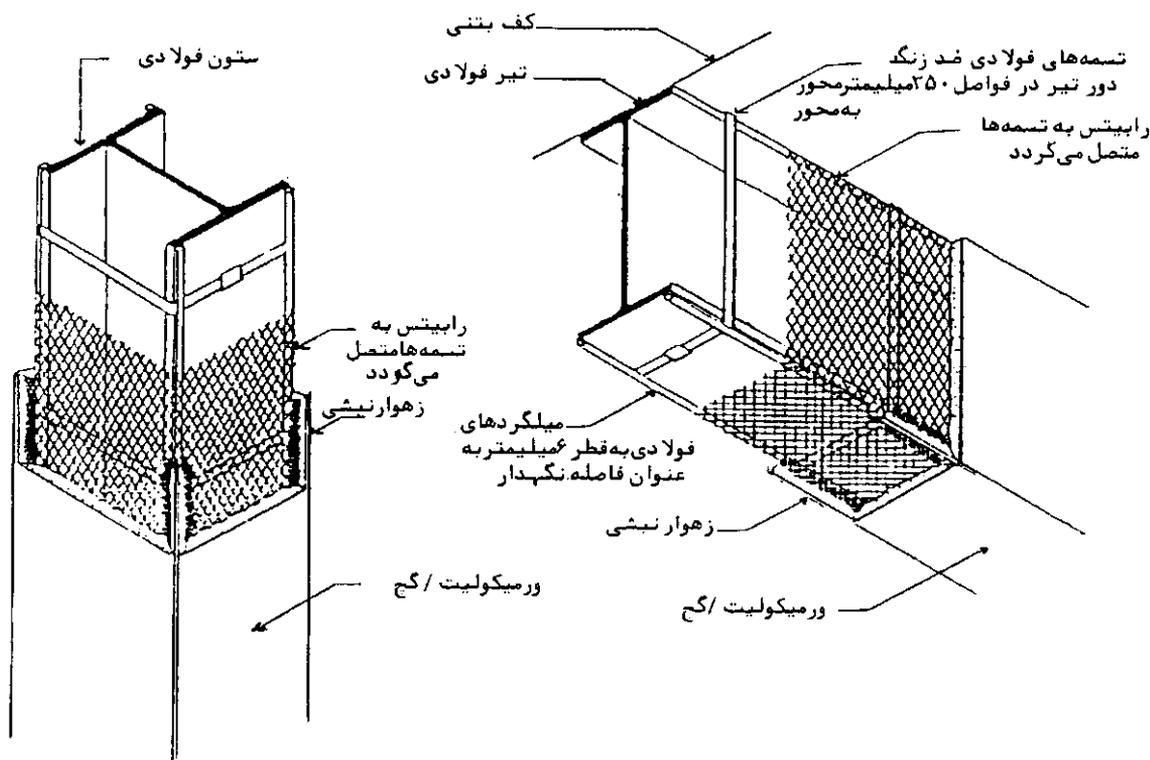


شکل (۵-۱۳) : استفاده از اندودهای متورم شونده در ساختمانهای قدیمی

#### ۵ - ۲ - ۶ : اندود و رابیتس

اندود کاری بر روی رابیتس یکی از روش های مرسوم در حفاظت از سازه های فولادی در برابر آتش سوزی است. رابیتس به همراه زهواره های نبشی بر روی تسمه های فولادی ضد زنگ دور پروفیل فولادی کشیده و متصل می گردد، شکل (۵-۱۴)، سپس سطح رابیتس با لایه ای از اندود گچ و ورمیکولیت پوشانده و جهت تزئین به صورت صاف مالیه کشی می شود تا یک عایق بندی حرارتی در برابر آتش سوزی به وجود آید. این پوشش صلب و مقاوم، سایش و ضربه را تحمل می کند و به ویژه برای مواردی مناسب است که سقف و دیوارها رویه مشابهی دارند.

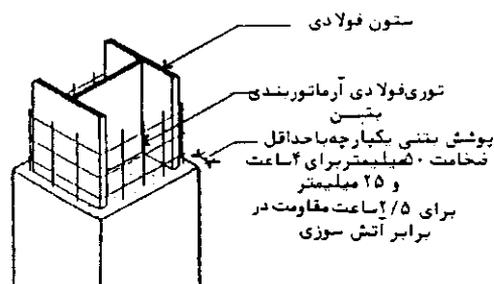




شکل (۵-۱۴) : حفاظت از سازه فولادی در برابر آتش سوزی با استفاده از رابیتس و پوشش گچی

### ۵ - ۲ - ۷ پوشش بتنی، آجری یا بلوکی

پوشش بتن مسلح مرسوم حفاظت از سازه‌های فولادی در برابر آتش سوزی و خوردگی است. این پوشش یکپارچه در برابر آسیب‌های ناشی از ضربه بسیار مقاوم است. برای جلوگیری از پکیدن بتن جدا شدن از سازه فولادی در زمان آتش سوزی آنرا با آرماتوربندی سبک مسلح می‌کنند، 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 در مواردی استفاده می شود که پوشش آجری یا دیوارهای تقسیم آجری بخشی از ساختمان را تشکیل می دهند یا در مواردی که پوشش آجری از جهت ظاهر کار و تناسب با نمایا 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 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 در ارتفاع (مثلاً 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  $30 \times 30$  سانتیمتر با بتن پرکننده که با ظرفیت کامل بارگذاری شده است یک مقاومت ۲ ساعته در برابر حریق خواهد داشت.



## فصل ششم - ترمیم و نگهداری سازه های فولادی

### ۶ - ۱ مقدمه

ترمیم و نگهداری سازه های 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 روش های 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 ساختمان های تاریخی نیاز به روش های ویژه ای 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 ساختمان های مسکونی سهولت اجراء و مسائل اقتصادی اهمیت بیشتری دارند. در این فصل به اختصار چگونگی ترمیم و نگهداری انواع قطعات فولادی که به علتی قادر به تحمل تنش های وارده نیستند ارائه خواهد شد.

### ۶ - ۲ ترمیم قاب ها

در عملکرد قطعات و سازه های فولادی ممکن است به سبب عوامل زیر اختلالی به وجود آید :

- کافی نبودن ظرفیت خمشی تیرها یا ستون ها

- عدم وجود ظرفیت کافی برشی در تیرها یا ستون ها

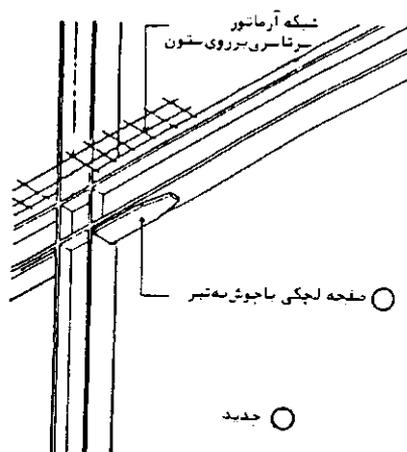
- ضعف در اتصالات

- تغییر شکل نسبی بیش از اندازه قطعات یا کل سازه

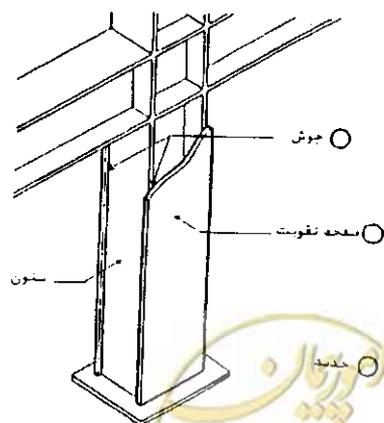
- ضعف در اعضای مقاوم در برابر بارهای جانبی نظیر بادبندها



۶ - ۲ - ۱ طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت خمشی تیرها یا ستون‌ها  
 کمبود ظرفیت خمشی تیرها یا ستون‌ها را می‌توان با به کارگیری یک یا چندگزینه زیر بهبود بخشید:  
 الف - افزودن ورق‌های پوششی یا مقاطع دیگر فولادی به بال‌های قطعات مانند شکل  
 (۱-۶) یا قوطی کردن آنها با صفحات فولادی، شکل (۲-۶).

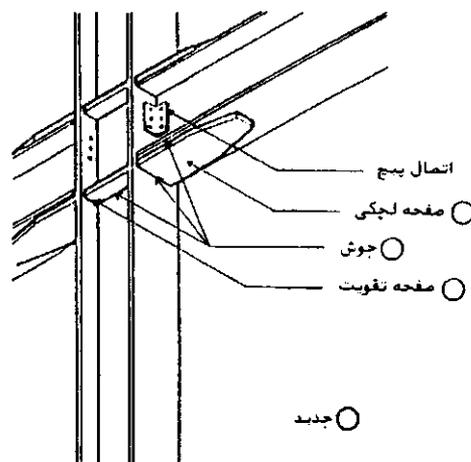


شکل (۱-۶) : طرح تقویت تیر با افزودن ورق‌های پوششی



شکل (۲-۶) : طرح تقویت ستون با روش قوطی کردن

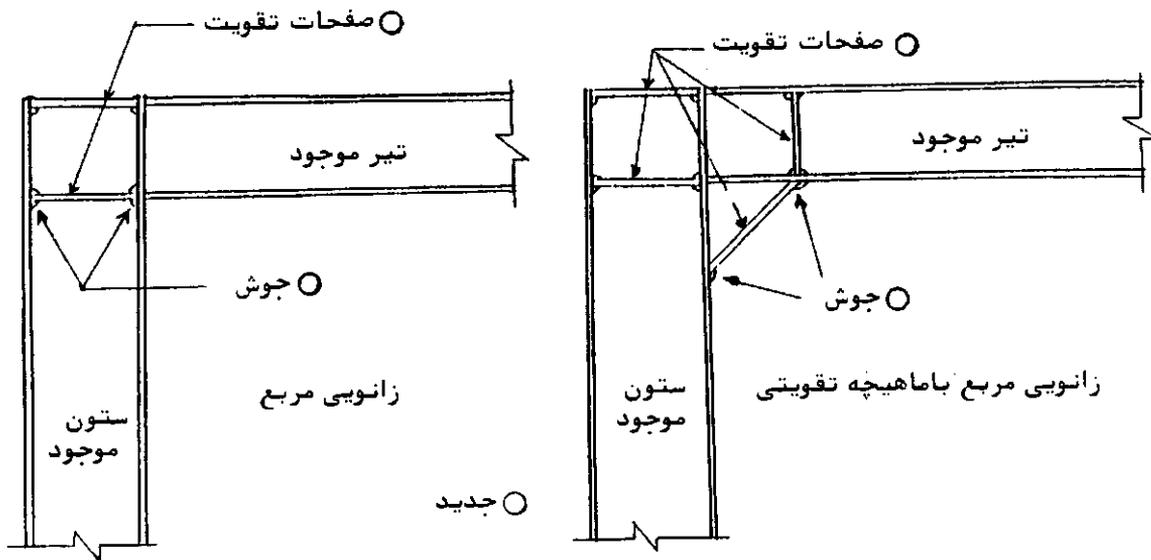
ب - به کارگیری صفحات پشت بند یا اعضای زانویی و خم شده در اتصالات قاب های خمشی.  
 پ - اضافه کردن اعضای قائم، بادبند یا دیوارهای برشی جدید به سیستم قدیم.  
 اگر اعضای قاب فولادی موجود غیرقابل دسترس باشند به علت داشتن پوشش های معماری، گزینه (الف) معمولاً از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود زیرا اکثر ستون ها، تیرها و اتصالات باید نمایان شده و بعد از اتمام کار مجدداً پوشانیده شوند. در این حالت گزینه (ب)، (پ) شاید مناسب تر باشد. به عنوان مثال همان طوری که در شکل (۳-۶) 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 تیرها را کاست. البته در این صورت باید ظرفیت باربری ستون ها کنترل شود.



شکل (۳-۶) : تغییر قاب ساده به قاب خمشی

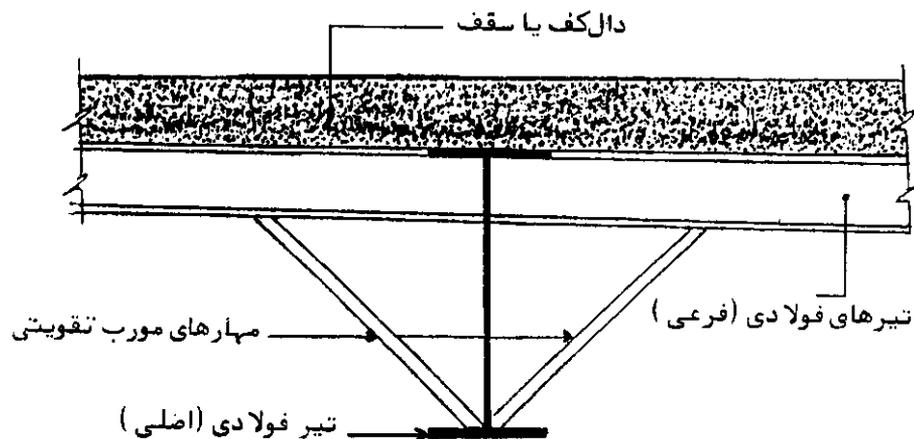
افزایش ظرفیت خمشی ستون ها و تیرها با ورق های پوششی در محل اتصال آنها معمولاً به دلیل در هم رفتگی قطعات اتصال دشوار می باشد. افزودن صفحات تقویتی (پشت بندها) به منظور ایجاد گرده در زیر یا بالای تیرها، یک روش مؤثر برای افزایش ظرفیت خمشی قاب ها می باشد، شکل (۴-۶).





شکل (۶-۴) : اتصالات تقویتی زائویی

لازم به تذکر است که انتقال نیروها توسط این مهارهای زائویی شکل ایجاب می کند که تحلیل مجدد برای قاب انجام گیرد و کلیه تنش ها در مقاطع مختلف قاب کنترل شود. در بسیاری از موارد امکان افزایش ظرفیت خمش تیرها به وسیله افزودن ورق هایی 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 ورق های تقویت در بال پائینی و در هر انتهای تیر قابل اجرا می باشد که در شکل (۶-۱) نشان داده شده است. در حالتی که عملکرد مرکب امکان پذیر نیست افزایش ضخامت بال فوقانی می تواند با افزودن صفحات مثلی شکل به کناره های بال فوقانی و با استفاده از روش جوش لب به لب به بال های 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 کماتش فشاری در ناحیه لنگر منفی (دو انتهای دهانه) کنترل شود. در صورت لزوم باید تکیه گاه های جانبی که به وسیله مهارهای مورب و متصل به سیستم کف به وجود آمده اند، پیش بینی شوند، شکل (۶-۵).



شکل (۵-۶) : مهارهای مورب تقویتی

### ۶ - ۲ - ۲ طرح ترمیم برای افزایش ظرفیت برشی

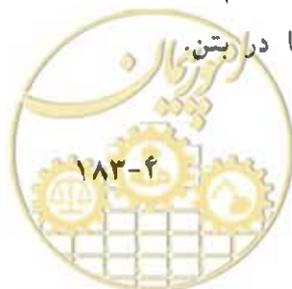
روش های زیر را می توان برای تقویت قطعات در برابر برش به کار برد :

- الف - وصله به جان قطعات
- ب - تقویت اتصالات با افزودن پشت بندها و مهارها
- پ - افزودن قطعات باربر جدید به سازه قدیم
- ت - مدفون کردن ستون ها در بتن

### ۶ - ۲ - ۳ روش های کاهش تغییر مکان سازه ها

تغییر مکان جانبی بیش از اندازه سازه ها در اثر زلزله معمولاً منجر به 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 ۲-۶).
- ب - تقویت اتصالات، (شکل ۴-۶).
- 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 تقریباً تمام ساختمان های بلند ژاپن یا تماماً فولادی یا به صورت مختلط ساخته شده اند و تنها دو ساختمان تماماً بتنی در سرتاسر فهرست ساختمان های ژاپن ذکر شده است ( ۹ طبقه و ۲۰ طبقه). در ایالت کالیفرنیا 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، اجباراً 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 معمولاً کوچک است تمایل به کمانش در قطعات فشاری زیاد است .



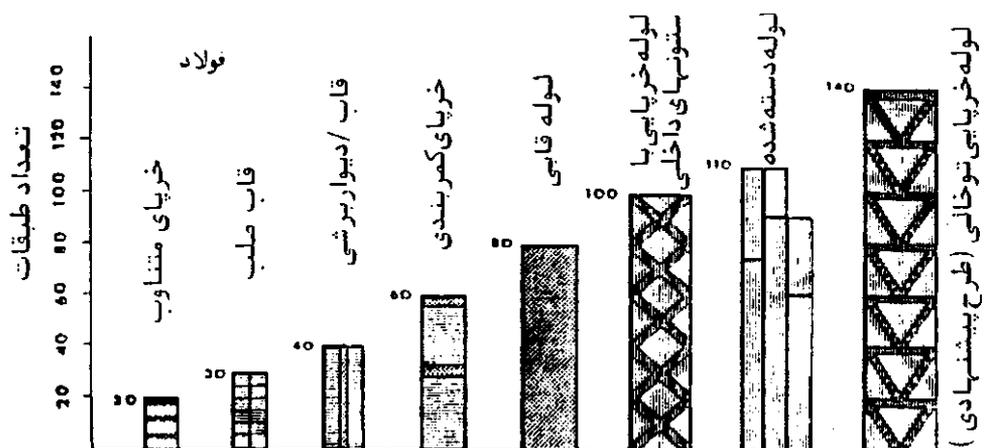
## ۷ - ۲ انتخاب سیستم سازه ای مناسب برحسب ارتفاع ساختمان

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 مستقیماً 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

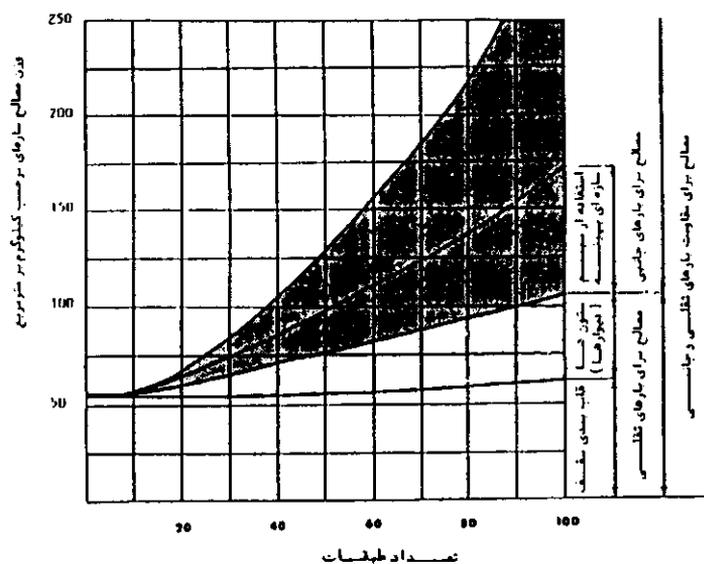
توصیه سیستم های سازه ای مختلف برای ارتفاعات گوناگون نباید به عنوان قاعده مطلق تلقی شود. در واقع در ساختمان ۱۰۲ طبقه امپایراستیت سیستم مرکب از قاب صلب و دیوار برشی به کار رفته که براساس شکل (۷-۱) برای ساختمان های کمتر از ۴۰ طبقه مناسب می باشد. در این شکل سیستم ها براساس حداکثر بازده سازه ای طوری مرتب شده که وزن کمتری داشته باشند. ساختمان های کوتاه معمولاً 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.



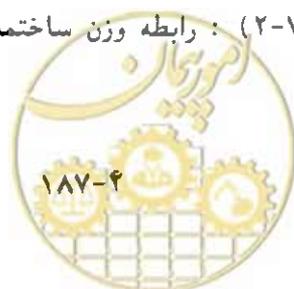


شکل (۷-۱) : انواع سازه های مناسب بر حسب تعداد طبقات ساختمان

شکل (۷-۲) میزان وزن فولاد مصرفی در ساختمان به تفکیک برای تحمل بارهای ثقلی و یا جانبی بر حسب تعداد طبقات نشان داده شده است. همان طوری که دیده می شود رابطه بارهای ثقلی و تعداد طبقات تقریباً خطی است ولی برای ساختمان های بلند وزن بیشتری از ساختمان برای تحمل نیروهای جانبی مصرف می شود.



شکل (۷-۲) : رابطه وزن ساختمان بر حسب طبقات



## ۷ - ۳ عوامل مؤثر در کاهش وزن اجزای سازه‌ای

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 ساختمان‌های نسبتاً کوتاه یا متوسط هر چند به کار بستن روش‌های کارآمد سازه‌ای برای تحمل نیروهای جانبی مهم است ولی تأثیر تعیین کننده‌ای بر وزن مصالح مصرفی ندارد. حال آن که در ساختمان‌های بلندتر، روش‌های هوشمندانه در طراحی تفاوت چشمگیری در میزان مصالح مصرفی ایجاد می‌کند به همین علت مهندسان سازه دائماً در جستجوی راه‌حلهایی هستند که منجر به کاهش در مصرف مصالح شود. تعدادی از این تدابیر به قرار زیراند :

- افزایش عرض و طول ساختمان در قسمت‌های پائینی سازه برای تأمین مقاومت در برابر

### واژگونی

- طراحی سازه‌ها به طوری که اجرای آن به بهترین صورت با یکدیگر کار کنند.

- استفاده حداکثر از مهاربندها

- تنظیم تیرریزی کف‌ها 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 سازه‌ای اصلی.

- استفاده از رفتار خرابایی برای کاهش خمش در ستون‌ها در تیرهای لبه.

- استفاده از شکل‌های هندسی گرد برای کاهش فشار باد.

- گذاشتن ستون‌ها در فواصل نزدیک به هم در پیرامون ساختمان برای تحمل تمام یا قسمت اعظم بارهای ثقلی و کل نیروهای جانبی.

- آویختن کف‌ها 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 می‌شود.

- استفاده از یک هسته داخلی مهاربندی شده که به وسیله خراباهای رابط به رشته خراباهای



پیرامونی که به ستون‌ها بسته شده اند، متصل می‌شوند.

در همه این روش‌ها سعی شده است که ساختمان مانند تیری رفتار کند که از زمین به صورت طره‌ای بیرون زده و اثرات ثانویه در آن به حداقل رسانیده شود. یکی از بهینه‌ترین راه‌ها برای مهاربندی جانبی ساختمان این است که ستون‌های پیرامون آن به ترتیبی به یکدیگر متصل شوند که فقط در آنها نیروهای محوری ایجاد شود.

ب - استفاده از فولادهای پر مقاومت، امروزه استفاده از فولاد با مقاومت جاری شدن ۳۴۰۰ کیلوگرم در سانتیمتر مربع رایج است.

پ - استفاده بیشتر از سازه‌های مرکب

ت - افزایش تنش‌های مجاز در مصالح براساس تحقیق و تجربیات موفق گذشته.

ث - کاهش وزن ساختمان با تقلیل وزن اعضاء غیرسازه‌ای نظیر پارتیشن‌ها.

## ۷ - ۴ ارزیابی اجرایی

### ۷ - ۴ - ۱ عوامل مؤثر در هزینه سازه‌های فولادی

علی‌رغم اقتصادی بودن ساختمان‌های فولادی در مقایسه با ساختمان‌های بتنی در اکثر موارد و به خصوص در ساختمان‌های متوسط و بلند، این طور به نظر می‌رسد که اغلب ساختمان‌های فولادی گران‌تر از آنچه باید تمام می‌شوند. اجرای جزئیات اغلب بدون دلیل پیچیده و گران‌درمی‌آیند. دلیل این‌گونه نارسایی‌ها می‌تواند در عدم شناخت عوامل مؤثر در هزینه ساختمان‌های فولادی نهفته باشد. به طور سنتی هزینه سازه‌های فولادی براساس ریال برای واحد وزن مطرح می‌شود گرچه این روش دیدگاه نسبتاً خوبی از کل هزینه‌ها را ارائه می‌دهد ولیکن در عین حال گمراه‌کننده نیز می‌باشد و هزینه‌های واقعی در اجرای سازه‌های فولادی در نظر گرفته نشده است.

در حقیقت پیمانکار سازه‌های فولادی برآورد هزینه کل را براساس تقسیم و گروه‌بندی کارهای مربوطه نظیر برش دادن، جوشکاری و نظایر آن انجام می‌دهد تا بدین طریق بتوان نیروی انسانی لازمه را برآورد کرده و به قیمت نهایی دست یابد.

تجربه نشان داده است که ساختار هزینه‌ها کاملاً با وزن فولاد مصرفی بستگی ندارد، با این حال شاخص ریال برای واحد وزن ساختمان می‌تواند 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 کاملاً متفاوتی در طراحی سازه می رسند. در حالت قاب های مهاربندی شده رفتار اجزای سازه ای مقاوم در برابر بارهای جانبی اساساً 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 بر این 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 هزینه کل طرح

سهم سازه ای از هزینه کل طرح معمولاً بین ۲۰ تا ۳۰ 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 قبلاً 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 طور کلی هر قدر ارتفاع سازه بلندتر باشد، ویژگی‌های فوق اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. رفتار ارتجاعی مصالح مختلف باهم فرق می‌کند. مصالح شکل پذیر همچون فولاد می‌تواند قبل از شکست تغییر شکل زیادی دهد، ولی مصالح شکننده مانند آجر، تحت بارگذاری زیاد، تقریباً هیچ رفتار ارتجاعی ندارد و به طور ناگهانی می‌شکنند. خاصیت جذب انرژی، تغییر شکل خمیری زیاد قبل از شکست، یکی از ویژگی‌های مهم مصالح برای پایداری ساختمان در برابر بارهای زلزله است که جهشان کرارا تغییر می‌کند. سازه‌های بتنی مسلح اگر دارای طراحی و اجرای مناسب قاب‌ها و اتصالات باشد، می‌تواند قبل از شکست قدرت جذب انرژی زیاد داشته باشد. کاربرد مصالح و سیستم سازه‌ای در ساختمان به طور کلی 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 با ارتفاع 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	فولاد
۴	-	بتن پیش تنیده	بتن پیش تنیده
۵	-	مصالح بنایی مسلح	مصالح بنایی مسلح
۶	-	-	بتن پیش ساخته
۷	-	-	مصالح بنایی تقویت شده سنتی

۱ - این سیستم ، شرایط لازم برای ساختمان های با ارتفاع متوسط را به سختی دارد.





🌐 [omorepeyman.ir](http://omorepeyman.ir)

## ضوابط عمومی سازه‌های با مصالح بنایی





 omorepeyman.ir

## فصل اول - خواص مصالح مورد استفاده در ساختمان های بنایی

### ۱ - ۱ مقدمه

با پیدایش فولاد و بتن به عنوان مصالح جدید ساختمانی با توجه به برتری های مسلم آنها مانند مقاومت در برابر کشش، فشار، خمش و سرعت در اجرا، در حال حاضر از سازه های با مصالح بنایی کمتر استفاده می شود. اما با توجه به مزایای این نوع ساختمان ها 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 می باشد.

اگر چه به نظر می رسد همه چیز در باره این مصالح سنتی گفته شده باشد، ولی با پیشرفت دانش ساختمان و ارائه مصالح نسبتاً نوینی مانند بلوک های مجوف بتنی و تجربه های اندوخته شده در زمینه کاربری نوع مسلح آنها، توجه مهندسان بار دیگر به این نوع مصالح جلب گردیده است.

در این فصل ابتداء مهم ترین خواص مصالح پایه مانند، خاک رس، ماسه، آهک و سیمان که در ساختمان های با مصالح بنایی کاربرد فراوان دارد ارائه می شود، سپس عناصر تعیین کننده شیوه بنایی مانند: آجر، بلوک بتنی و سنگ و سرانجام خواص ملات ها به اختصار شرح داده می شود. تعاریف و اصطلاحات فنی به کار برده شده در این فصل به ترتیب زیر خواهد بود.

جرم مخصوص: عبارت است از جرم 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 اندازه گیری ابعاد بیرونی مصالح به دست می آید).

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 از مقاومت 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 شینی خارجی سخت تر.

کشسانی : عبارت است از توان مصالح در بازیابی شکل اولیه پس از حذف بار.

خمیری : عبارت است 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 (عمدتاً "فلدسپات) تحت اثر آب و اسید کربنیک به دست می آید. اجزای خاک رس پولکی شکلند و ضخامت آنها می تواند تا ۲ میکرون نیز برسد. از نقطه نظر مقاومت در برابر دما، خاک رس می تواند نسوز (یا مقاوم تا ۱۵۸۰ درجه 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 می‌کند.

خاک رس برحسب مواد متشکله آن می‌تواند رنگ‌های مختلف (سفید، خاکستری، سیاه، زرد، کبود و قرمز) به خود بگیرد.

خاک رس آب را می‌مکد متورم می‌شود، فضاهای خالی آن پر می‌شود و از نشت آب جلوگیری می‌کند و پس از خشک شدن ترک برمی‌دارد.

خاصیت چسبندگی خاک رس فقط تا زمان سیرآب شدن آن ادامه دارد. پس از آن شل می‌شود و این خاصیت خود را از دست می‌دهد.

مقدار خاک رس در آمیزه‌ها باید به اندازه‌ای باشد که بتواند نقش ماده چسبنده را ایفاء نماید. ویژگی‌های خاک رس برای ساخت آجر به تفصیل در استاندارد ۱۱۶۲ ایران بیان شده است.

#### ۱ - ۲ - ۲ ماسه

ماسه به ذرات سنگی گفته می‌شود که بزرگی دانه‌های آن بین  $0.075$  تا  $2$  میلیمتر تغییر کند. ماسه می‌تواند نرم، متوسط و یا درشت، طبیعی یا مصنوعی باشد. ماسه می‌تواند همچنین بادی ( $d < 0.075$  میلیمتر) ساحلی (اغلب دارای املاح)، آبرفتی (معمولاً بدون املاح)، یخچالی (معمولاً بدون خاک رس) یا مصنوعی (خرد کردن تفاله‌های کوره‌های آهن‌گذاری) باشد.

ماسه مورد استفاده در ساخت آجر یا ملات باید دارای درصد مشخصی از کلوخه گل یا دانه‌های سبک شناور بوده و از هرگونه مواد گزند بار عاری باشد.

از ماسه می‌توان برای ساخت آجر استفاده کرد. اگر مقدار ماسه آجر زیاد شود، آجری زبر با میزان مقاومت فشاری کم حاصل می‌شود (به استاندارد شماره ۲۹۹ و ۷۵۵ ایران رجوع شود).

از ماسه همچنین برای ساخت ملات ماسه سیمان آهک (ملات باتارد) استفاده می‌شود. در ساخت این نوع ملات، نسبت‌های پیشنهاد شده در استاندارد شماره ۱-۲۰ یا در نشریه شماره ۵۵ (بخش ۹) باید رعایت شود، وگرنه نوع ملات به دست آمده جمع می‌شود و ترک می‌خورد یا کارپذیری خود را از دست می‌دهد. با افزودن مقداری آهک به جای سیمان در ملات باتارد، نفوذ پذیری آب در ملات کم می‌شود، بیشتر خمیری می‌شود (کمتر ترک می‌خورد) و در مصرف سیمان صرفه جویی می‌شود (به بخش ملات‌ها 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 می آید. آهک خالص سفید رنگ است ولی وجود ناخالصی ها می تواند تا حدودی باعث تغییر رنگ آن شود. آهک زنده (CaO) میل زیادی به ترکیب با آب دارد و در تماس با آن می شکند و به هیدرواکسیدکلسیم یا آهک شکفته تبدیل می شود. از این آهک در ساختن شفته و ملات های ماسه آهک، گل آهک، ملات بانارد (ماسه، آهک، سیمان)، گچ و آهک، در کارهای بنایی و اندودها استفاده می شود.

افزودن آهک به ملات های سیمانی باعث افزایش خاصیت خمیری و قابلیت کاربرد، افزایش آب نگهداری، افزایش انعطاف پذیری و چسبندگی بیشتر ملات به مصالح بنایی می شود.

از آهک در ساخت آجرهای ماسه آهکی نیز استفاده می شود که در تاب فشاری و تاب خمشی و دیگر مشخصه های فیزیکی و شیمیایی آجر تأثیر می گذارد.

ویژگی های فیزیکی، شیمیایی یا مکانیکی آهک در استاندارد تجدید نظر شده ایران به شماره ۲۷۰ ذکر شده و ویژگی های 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 بلوک های بنایی

ساختمان های بنایی ساختمان هایی هستند که سازه آنها از عناصر یا بلوک های بنایی تشکیل شده است. بلوک بنایی می تواند 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 می آید.

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 می شود.

آجرها را معمولاً به شکل مکعب مستطیل و با ابعاد گوناگون می سازند. ابعاد پیش بینی شده برای آجرهای ماشینی در ایران طبق استاندارد شماره ۷ برابر با ۲۲×۱۰۵×۵۵ میلیمتر است. جمع



شدگی در هوا و به هنگام پخت موجب می شود که ابعاد استاندارد شده را نتوان دقیقاً به دست آورد. به همین دلیل رواداری هایی در این 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 کاملاً 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 چسبمیه 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 (هیدراته) شد، مخلوط را متراکم می کنند، قالب می زنند و تحت فشار بخار آب (۱۰ اتمسفر و ۱۸۰ درجه سانتیگراد) وارد محفظه اتوکلاو می کنند و به مدت چند ساعت در این 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 تعمیر 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...) و آجرهای 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 بر مترمکعب 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

نوع آجر	رنگ	شکل	طول	عرض	مقاومت	وزن مخصوص	مقاومت تاب فشاری	مقاومت جذب آب	مقاومت در برابر گرس	تاب خش	شماره مدل	جمع شدگی
		mm	mm	mm	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>	%	%	°C	Kg/Cm <sup>2</sup>	پرتو دهی پختن	%
رسی	معمولا خاکستری در صورت تراشه رنگهای سفید	مکعب	۲۳۰±۲	۱۰۵±۱	۵۵	۱۸۰۰	۸۵ (ماتیس کم مقاومت)	۱۹ (ماتیس)	۱۳۵۰	-	-	-
							۱۲۵ (ماتیس متوسط)	۲۰ (دستی)	-	-	-	-
سنت	سنت	مکعب	۲۳۰±۲	۱۰۵±۱	مقاومت	۱۶۰	۷۵ (مقاومت)	۲۰	۱۵۸۰	۱۸ (کم مقاومت)	۱۵	۲/۵ (مقاومت)
							۱۰۰ (متوسط)	۲۰	-	۲۲ (متوسط)	۲/۵ (متوسط)	-
ماده آهکی	ماده آهکی	مکعب	۲۳۰±۲	۲۳۰±۲	۲۰±۲	۲۰±۲	۱۵۰ (مقاومت)	۲۰	-	۲۸ (پر مقاومت)	۲۲ (متوسط)	۲/۵ (پر مقاومت)
تازگی	تازگی	مکعب	۲۳۰±۲	۲۳۰±۲	۲۰±۲	۲۰±۲	۲۰۰ (متوسط)	۲۰	-	۲۲ (متوسط)	۲۲ (متوسط)	۲/۵ (متوسط)

جدول ۱ - ۱

موارد استفاده از آجر

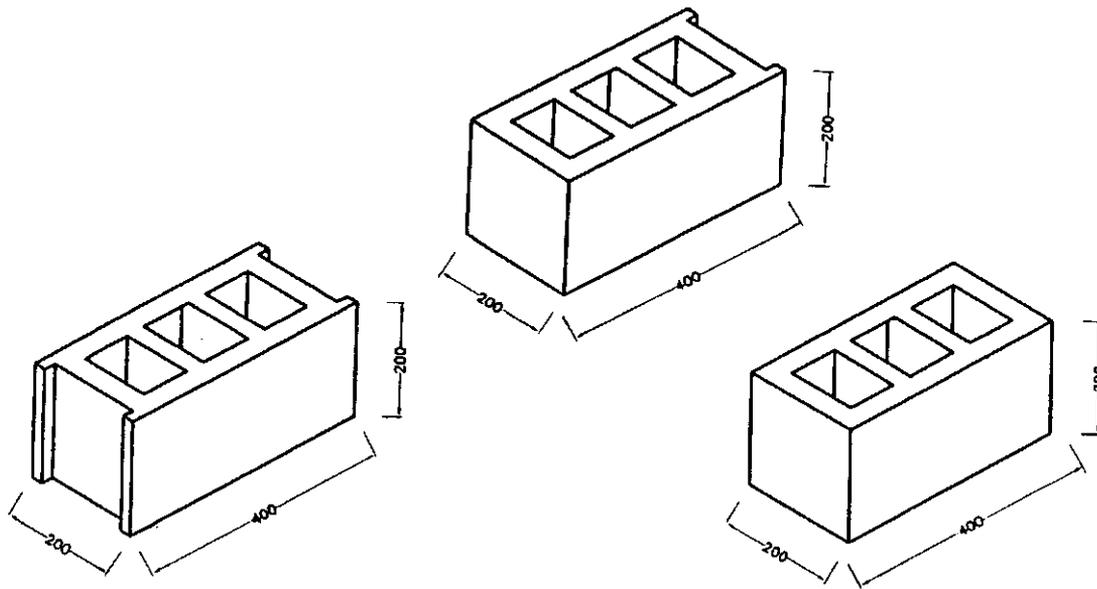
جدول ۱ - ۲

ردیف	محل مصرف	آجر مناسب
۱	زیر لایه نم بندی دیوار یا مکان های مجاور با آب الف) محل پر آب با امکان یخ زدگی ب) محل کم آب	آجر ماسه آهکی ممتاز- آجر رسی ماشینی پر مقاومت آجر ماسه آهکی پر مقاومت " " " "
۲	بالای لایه نم بندی دیوار، کارهای عمومی طاق زنی و تیغه سازی	انواع آجر ماسه آهکی و رسی مشروط بر رعایت سایر شرایط و انطباق با مشخصات پروژه
۳	دست اندازها، پله ها، فرش کف نقاط واقع در فضای باز، آبروها، طوقه چاهها و دودکش ها	آجر ماسه آهکی از نوع ممتاز و آجر رسی ماشینی بر مقاومت
۴	نمای ساختمان ها	آجر رسی ماشینی و قزاقی، آجر ماسه آهکی، قطعات نازک ماسه آهکی و رسی
۵	فرش کف و پله های داخلی ساختمان ها	آجر ماسه آهکی پر مقاومت و ممتاز و آجر رسی ماشینی و دستی نما مشروط بر انطباق با مشخصات 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 کاملاً 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 در مترمکعب 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 بر مترمکعب 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 بر سانتیمترمربع 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.



بلوک‌های نما مشابه سایر بلوک‌ها هستند ولی یک رویه آنها که در برابر شرایط جوی مقاوم‌تر بوده و با امکان طرح تزئینی به عنوان نما پیش‌بینی شده است.

### ۱ - ۲ - ۳ سنگ‌های ساختمانی

سنگ‌های ساختمانی به عنوان بلوک بنایی در دیوارهای باربر یا غیرباربر، برای نماسازی یا بدنه اصلی به کار می‌روند و از نظر جنس به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند :

- سنگ‌های آذرین به وجود آمده از بلورین شدن مواد مذابی که از درون زمین به طرف پوسته آن رانده می‌شود. این سنگ‌ها بسیار سخت و مقاوم بوده و قابلیت صیقل‌پذیری بالایی دارند. گرانیت‌ها از جمله این نوع سنگ‌ها هستند که از کوارتز، فلدسپات و میکا تشکیل شده‌اند.
- سنگ‌های رسوبی : عمدتاً از تخریب و فرسایش صخره‌های موجود و ته‌نشینی آنها به شکل لایه‌هایی در زیر آب تشکیل شده‌اند، مانند سنگ‌های آهکی.
- سنگ‌های دگرگونی : حاصل از تغییر شکل سنگ‌های آذرین یا رسوبی می‌باشند مانند سنگ مرمر و سنگ لوح.

- سنگ‌های ریختگی و سنگ‌های پیش‌ساخته (مصنوعی) : از ترکیب موادی چون سیمان و سنگدانه‌ها ساخته می‌شوند.

سنگ‌های مصرفی در هر پروژه باید از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی، اندازه ضخامت، رنگ و دیگر مشخصه‌های ظاهری یا آنچه در نقشه‌ها، دستورکارها، مشخصات فنی خصوصی و سایر مدارک پیمان ذکر شده است منطبق باشد. ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی سنگ‌های 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 استانداردهای BS, ASTM و DIN, GOST, ISO منطبق باشد.

سنگ‌های ساختمانی را می‌توان برحسب کیفیت‌های مختلف آنها از قبیل جرم‌حجمی، مقاومت فشاری، مقاومت در برابر یخ‌زدگی نیز رده‌بندی کرد.

سنگ ساختمانی باید دارای شرایط زیر باشد :

- کرمو نباشد.
- خلل و فرج و پوسیدگی نداشته باشند و عاری از شیار، ترک و رگه‌های 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 ویژگی‌های 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 می‌توان عوامل مؤثر در به کارگیری سنگ‌های ساختمانی را در دوام، فراوانی و قیمت خلاصه کرد. در به کارگیری آنها، همواره باید موازنه‌ای 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 می‌شود.

#### ۱ - ۲ ملات‌ها

ملات آمیزه‌ای است از ماده‌ای چسبنده (گل رس، دوغاب آهک، دوغاب گچ، دوغاب سیمان)، مصالح سنگی (ماسه) و آب در نسبت‌های تعیین شده که به عنوان اندود سطح دیوارها، طاق‌ها، کف پشت بام‌ها، پی‌ها و همچنین در بنایی با سنگ، آجر و بلوک‌های بتنی یا بندکشی لای درز سازه‌های اجرا شده با مصالح بنایی به کار می‌رود. این جسم خمیری بلوک‌های بنایی را به هم می‌چسباند تا سازه‌ای محکم، یکپارچه و پایا تشکیل دهد.

ماده چسبنده، طبق استانداردهای شماره ۷۰۶ و ۲۷۰ ایران می‌تواند از سیمان پرتلند نوع II, I یا III، سیمان پرتلند تفاله کوره آهن، سیمان پرتلند پوزولان، سیمان بنایی، آهک زنده و آهک 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 در آنها بخار می شود(مانند ملات  
گل یا کاه گل) یا گیرش آنها به علت فعل و انفعالات شیمیایی در هوا 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 در این 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  $CO_2$  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 دانه بندی 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 می‌یابد، 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 می‌شود که 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

مورد استفاده	مخلوط های حباب دار		سیمان-آهک-ماسه	نوع ملات
	سیمان-ماسه و ماده روان ساز	سیمان-ماسه (ملات بنایی)		
کف - آستانه - قرنیز-دیوارحایل	-	-	۳-۰/۵ تا ۱-۰	۱
دیوارهای جان پناه و دودکش ها	۳-۱ تا ۴	۳/۵ تا ۲/۵-۱	۴/۵ تا ۴-۰/۵-۱	۲
دیوارهای واقع در زیر عایق رطوبتی دیوار	۵-۱ تا ۶	۴-۱ تا ۵	۶ تا ۵-۱-۱	۳
" " " بالایی "	۷-۱ تا ۸	۶/۵ تا ۵/۵-۱	۹ تا ۸-۲-۱	۴
دیوارهای داخلی و جدار داخلی، دیوارهای دوجداره	۸-۱	۷ تا ۶/۵-۱	۱۲ تا ۱۰-۳-۱	۵

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 در صورت نبود دستورالعمل دقیق در مورد نسبت های هریک از عناصر موجود در این 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 بر مترمکعب 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 قرار گرفته 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. مثلاً 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 نسبتاً 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 - ۲ 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 گسترده شدن 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.

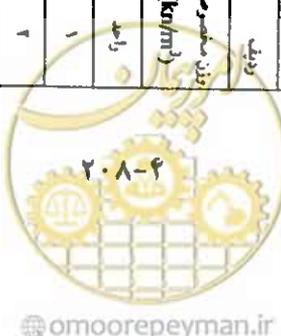


نیت های حجمی عناصر ملات ها، وزن مخصوص و مقاومت آنها

جدول ۱ - ۴

ردیف	وزن مخصوص (kg/m <sup>3</sup> )	نوع ملات	ساخته رنده ازاله نبره ۴/۷۷۱۴ میلیمتر)		مترمکف	مترمکف	مترمکف	مترمکف	سپان بر پایه نوع <sup>۱</sup>	پودر آهک شکفته	آب	وزن مخصوص ملات	مقاومت نبره ۷۰x۷۰x۷۰ میلیمتر	
			کش (مکمل)	نیت									روزه ۷	روزه ۲۸
۱	-	۱	۳	۲	۱۶/۲۰ تا ۱۲/۴۰	۱۶/۲۰ تا ۱۲/۴۰	۱۶/۲۰ تا ۱۲/۴۰	۱۶/۲۰ تا ۱۲/۴۰	۱۱/۵۰	۵/۷۵	۶	۷	۸	۷
۲	-	۲	-	-	-	-	-	۱۸۸	۱۷/۵۱	-	۷۵۱	۲۰/۵۷	۲/۸ تا ۲/۳	۲/۸ تا ۲/۳
۳	-	۳	-	-	-	-	۱۷۰	۲۲۷	۲۲۷	-	۷۵۱	۲۰/۱۴	۲/۸ تا ۲/۱	۲/۸ تا ۲/۵
۴	-	۴	-	-	-	-	۲۸۵	۲۸۵	۲۸۵	-	۶۹۱	۲۰/۷۲	۷/۱	۷/۱
۵	-	۵	-	-	-	-	۳۱۰	۳۱۰	۳۱۰	-	۷۵۸	۲۰/۸۹	۱۱/۷	۱۱/۷
۶	-	۶	-	-	-	-	۳۹۱	۳۹۱	۳۹۱	-	۷۸۰	۱۹/۷۲	۱/۴	۱/۴
۷	-	۷	-	-	-	-	۴۹۱	۴۹۱	۴۹۱	-	۷۸۵	۱۹/۹۲	۰/۸ تا ۰/۶	۰/۸ تا ۱/۲

برای تهیه مخلوط با نسبت های حجمی مختلف در کارگاه، به نبره که سبکی کار یک کیسه سپان باشد، باید مکعب مستطیلی به ابعاد ۲۷x۲۷x۴۰ سانتیمتر تهیه کرده و مخلوط مورد نظر را به کمک آن تهیه نمود. به طرز مثال برای تهیه ملات پاتاره ۱:۲:۸ کافی است که به کمک مکعب مستطیل فوق، شش حجم سلفه و دو حجم پودر آهک شکفته برداریم سپس به آن یک کیسه سپان اضافه کنیم تا مخلوط ۱:۲:۸ به دست آید.





[omorepeyman.ir](http://omorepeyman.ir)

## فصل دوم - تیپ بندی انواع ساختمان های بنایی

### ۲ - ۱ مقدمه

منظور از ساختمان های بنایی ساختمان هایی است که با آجر، بلوک بتنی، سنگ یا با ترکیبی از این مصالح ساخته می شوند و در آنها بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی به پی ها منتقل می شود.

از نظر سازه 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 نسبتاً 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 عملاً 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 ساختمان‌های بنایی برای عملکردهای مختلفی مانند واحدهای مسکونی، انبارها، ساختمان‌های صنعتی و هتل‌ها پیش‌بینی می‌شود. برخی از موارد، استفاده از بلوک مجوف بتنی مسلح برای اجرای دیوارهای حائل می‌تواند راه حل سریع و ارزانی قیمتی باشد. مصالح لازم برای اجرای این گونه ساختمان‌ها عبارتند از: بلوک بتنی، ملات، بتن پرکننده و سلاح فولادی (میلگرد). در این روش، با بلوک چینی مناسب فضاهای خالی سرتاسری در حجم دیوار به وجود می‌آید، سپس میلگردهای فولادی را در محل‌های خالی قرار می‌دهند و بتن ریزی می‌کنند. بتن مصرفی معمولاً روان و ریزدانه می‌باشد که پس از ریختن باید تحکیم شود. این روش البته شامل دیوارهای سنگی نمی‌شود.

## ۲ - ۲ - ۲ ساختمان‌های بنایی غیرمسلح

ساختمانی که در آن بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی به پی‌ها منتقل می‌شود در ردیف ساختمان‌های بنایی محسوب می‌شود.

آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد شماره ۲۸۰۰) حداکثر شمار طبقات این نوع ساختمان‌ها را بدون احتساب زیرزمین به ۲ و حداکثر تراز بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور را به ۸ متر محدود می‌کند. پلان این نوع ساختمان‌ها 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.

- پیش‌آمدگی‌ها و پس‌رفتگی‌های نامناسب نداشته باشد.

در مقطع قائم، این نوع ساختمان‌ها نباید دارای بالکنی عریض‌تر از ۲/۱ متر (۳ طرف باز) یا ۱/۵ متر (دو طرف باز) داشته باشند. اگر طبقه بالا از طبقه پائین جلوتر باشد، این نوع پیش‌آمدگی‌ها نباید از ۱ متر تجاوز کند. از اختلاف سطح در طبقات یا در شالوده‌ها باید دوری کرد یا ضوابط ویژه درج شده را رعایت کرد.

سطح بازشوهای موجود در هر دیوار برابر نباید از یک سوم سطح دیوار فراتر رود و مجموع طول بازشوها در هر دیوار برابر نباید از یک دوم طول دیوار بیشتر باشد و حداکثر ابعاد بازشو ۲×۵ متر اختیار شده است در غیر این صورت کلاف بندی الزامی است.

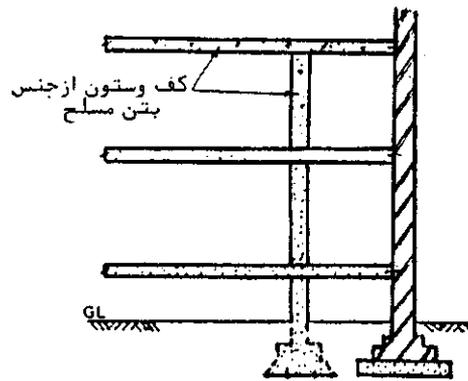
مهمترین قسمت‌های ساختمان‌های بنایی غیرمسلح به قرار زیراند :

## دیوارها، سقف ها، کلاف ها و نماسازی ها

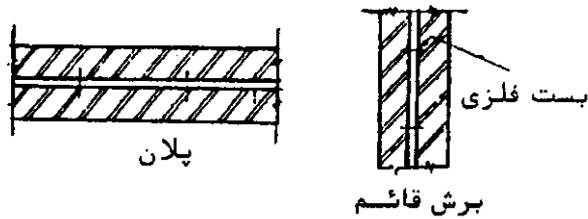
### - دیوارها

- 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 تواماً عمل می کنند.
  - دیوار نمادار : دیوار مختلطی است که قسمت های پشت و نما با هم در اتصالات ولی تحت بارهای وارده با هم کار نمی کنند. معمولاً 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 (۱-۲).
  - دیوار سنگی : دیواری است که بدنه اصلی آن کلاً 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).



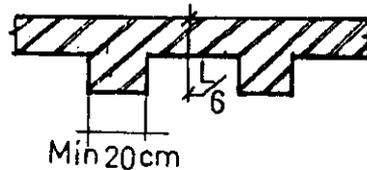


شکل (۱-۲) : دیوار پوششی



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 احیاناً 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 برابر ۲۰ سانتیمتر است، شکل (۳-۲).



شکل (۳-۲) : 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 ۶ متر، هرکدام که کمتر باشد. حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای غیرباربر از کف مجاز ۳/۵ متر است. در صورت تجاوز از این حداکثر 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 کند 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 از ۱۰۰ 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.

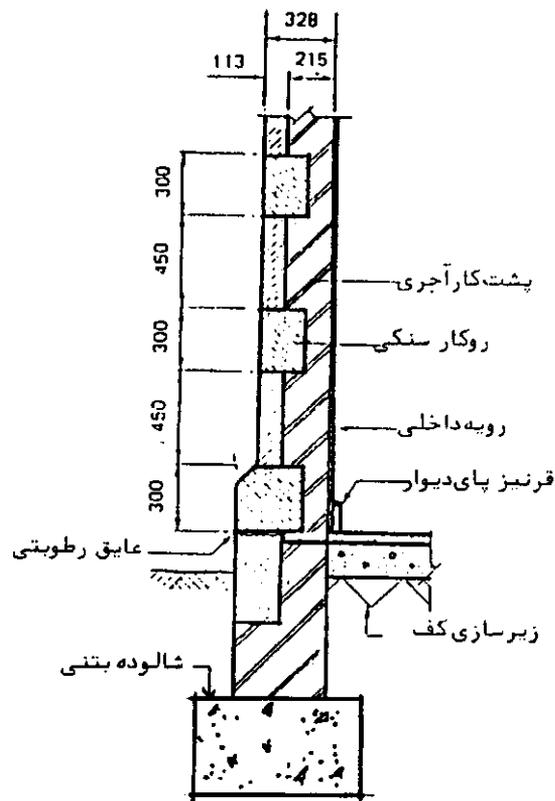
## ب - دیوارهای سنگی

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 در نظر گرفتن امکانات محلی، شرایط اقلیمی، رطوبت، سرما، یخ زدگی، نوع دیوار (باربر و غیرباربر)، 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 رنگ های قیری یا رنگ های ضد آب پوشانده شود.
- سنگ چینی خارجی نباید به ضخامت کل دیوار باشد زیرا در این صورت امکان عبور رطوبت به وجود می آید.
- لبه قرنیزها و پیش آمدگی ها 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 سنگ ها را باید با دوغاب سیمان پوشانید تا از آنها محافظت شود. نوع دیگری از دیوارهای سنگی لاشه چینی است که با استفاده از سنگ های ناهموار صورت می گیرد. این سنگ ها معمولاً "با بندهای پهن چیده می شوند و دارای



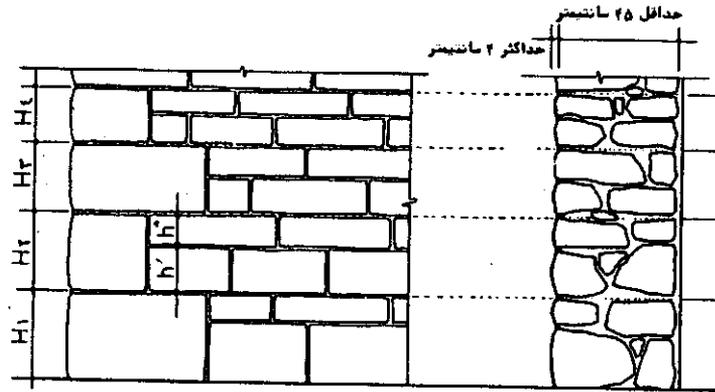
اشکال بسیار متنوعی هستند که در زیر نام برده می شوند:

- 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 رج های نامساوی و شمای کلنگی و ملات
- دیوار با سنگ کوهی بادبر با رج های مساوی و شمای کلنگی با ملات
- دیوار با سنگ کوهی قواره بادبر بدون رج و مرتب با شمای تیشه ای و با ملات
- دیوارهای نیمه سنگی

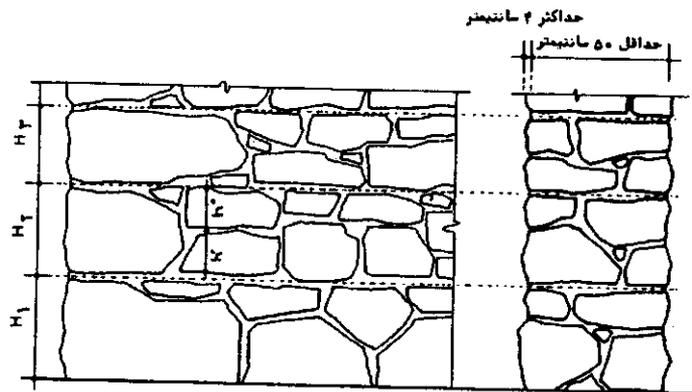
اگر لاشه چینی برای دیوارهای محوطه باشد می توان آنها را به صورت خشکه چین با خاک کار گذاشت و اگر برای انبارها باشد، می توان از ملات آهک استفاده کرد. اگر سنگ نمای در این نوع دیوارها به کار گرفته شود، سنگی چینی باید به کمک ملات باتارد (مخلوطی از آهک، سیمان و ماسه با نسبت های ۱-۱-۵ براساس استاندارد شماره ۱-۲۰ ایران) انجام گیرد، توصیه های مربوط به سنگ های 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 نسبت های داده شده در استاندارد شماره ۱-۲۰ ایران استفاده نمود. ملات را باید در فاصله زمانی مناسب پیش از کار گذاشتن سنگ ها پخش نمود تا سفت نشود، ملات باید تمام فضای خالی بین سنگ ها را پر کند. چند نمونه از دیوارهای سنگی در شکل (۵-۲) دیده می شود.

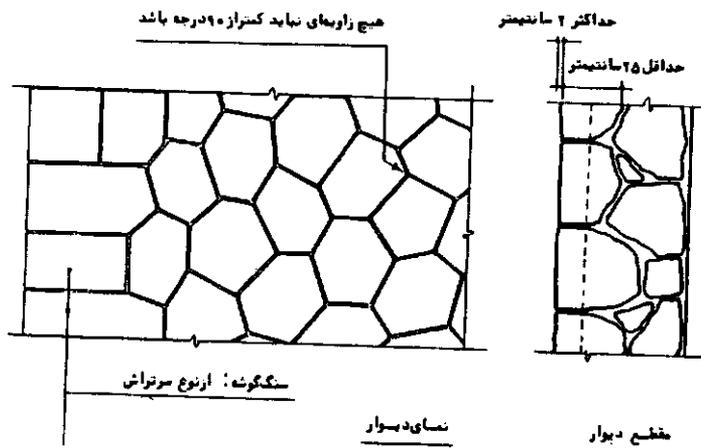




$H = 2, 3, 5$  سانتیمتر نسای دیوار  
 $H < 2h$   
 $H_1 > H_2 > H_3 > H_4 > \dots$   
مقطع دیوار



$H = 2, 3, 5$  سانتیمتر نسای دیوار  
 $H < 2h$   
 $H_1 > H_2 > H_3 > H_4 > \dots$   
مقطع دیوار



شکل (۲-۵) : چند نمونه دیوار سنگی



## - کلاف بندی ها

کلاف بندی های افقی در تراز زیر دیوارها و تراز سقف روی دیوارهای برابر 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 ترجیحاً 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 ضریبی باشد، تیر آهن 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 و معیارهای 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 آجر نما 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 اجرا 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 اندوهای 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 تقریباً 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 اجرا 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 اخیراً 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. در این روش امکان مسلح کردن و تامین اتصالات مقاوم و پایدار فراهم است، مضافاً 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، لرزش‌های مختلف، آتش، انفجار، ضربه‌های مختلف و غیره نیز باید مد نظر باشد. در این 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 سازه‌ها معمولاً بارهای وارد به ساختمان به سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شود:

- 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

سازه‌ها باید آنچنان طرح شوند که بتوانند در برابر انواع بارها (به طور جداگانه یا ترکیبی)



مقاومت کنند. به این منظور روش‌های گوناگون طراحی موجود است که از بین آنها روش تنش مجاز برای ساختمان‌های با مصالح بنایی بیشتر به کار می‌رود. در این روش عضو را به گونه‌ای طراحی می‌کنند که تنش در مصالح تحت بارهای سرویس از حد تنش‌های مجاز تجاوز نکند. برای تعیین تنش‌های نهایی، مقاومت مصالح به کار رفته را بر ضریب معینی (ضریب اطمینان) تقسیم می‌کنند.

آنچه را که در طراحی سازه‌های با مصالح بنایی باید در نظر داشت می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد :

- مصالح مورد استفاده به دقت انتخاب شوند و پاسخ‌گوی مقاومت‌های لازم باشند.
- تعیین دقیق اعضایی که بارها را تحمل می‌کنند، عملکرد آنها در کل ساختمان و نوع بارهای وارد بر آنها.
- اطمینان از انتخاب بحرانی‌ترین ترکیب بارگذاری.
- انتخاب ساده‌ترین روش.
- کمترین هزینه.
- جزئیات روش اجرایی و تأثیر متقابل روش اجرایی و طراحی بر یکدیگر.
- اطمینان از این که طراحی دیوار برابر برپایه بلوک بنایی صورت گرفته و نه صرفاً به عنوان نوعی از طراحی بتن مسلح.
- درک رفتار بلوک بنایی در برابر تنش‌های وارده و همچنین عملکرد آن در ترکیب با ملات.
- بررسی مقطع عرضی عضو سازه‌ای (آیا دیوار به صورت یکپارچه عمل می‌کند یا نه؟).
- مقاومت لازم در برابر عوامل جوی، مانند برف، باران در برابر عوامل مصنوعی مانند آتش‌سوزی.
- پایداری و پایایی (کل سازه و اجزاء آن).

### ۳ - ۴ کنترل کیفیت

مصالحی که عمدتاً در سازه‌های ساخته شده با مصالح بنایی به کار می‌روند عبارتند از انواع مختلف آجر، بلوک‌های بتنی و سنگ از یک سو و انواع مختلف ملات از سوی دیگر.



کنترل کیفیت بلوک‌های بنایی را می‌توان با کنترل کیفیت فولاد مقایسه نمود. چون این بلوک‌ها معمولاً در کارخانه تولید می‌شوند از کیفیت قابل قبولی برخوردارند. ولی ملات، در محل کارگاه تهیه می‌شود و از کنترل کیفیت کمتری برخوردار است. در نتیجه احتمال گسیختگی بیشتری برای ملات وجود دارد. بنابراین در ساخت ملات باید دقت‌های لازم را اعمال کرد.

### ۳ - ۵ طراحی دیوارها

مهمترین قسمت ساختمان‌های با مصالح بنایی، دیوارها هستند که بار را تحمل می‌کنند در این قسمت به اختصار مبانی و ضوابط کلی طراحی دیوارها ارائه می‌شوند.

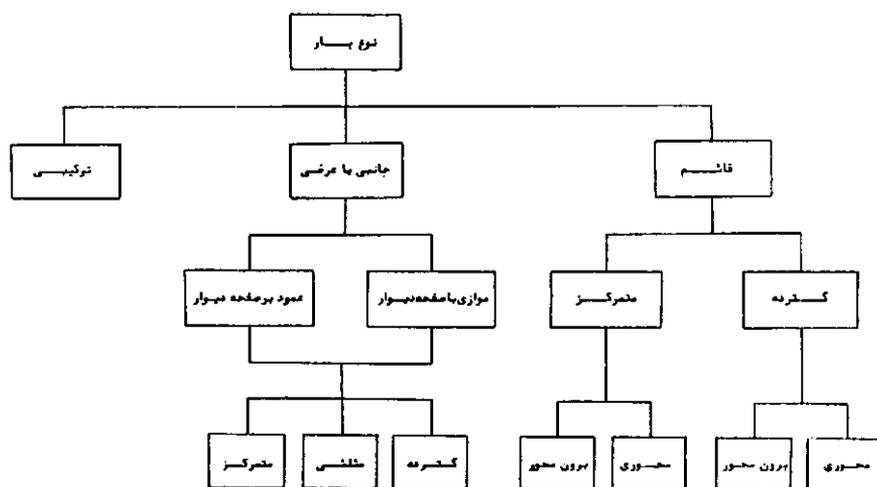
### ۳ - ۵ - ۱ بارهای وارد بر دیوارها

بارها را می‌توان 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 تنش‌های محوری می‌شوند و در صورتی که خارج از محور دیوار وارد شوند افزون بر ایجاد تنش محوری خمش نیز ایجاد می‌کنند.

ب - بارهای جانبی (ناشی از باد یا زلزله)، بارهایی هستند که افزون بر نیروهای برشی درون صفحه‌ای یا عرضی، تنش‌های خمشی نیز ایجاد می‌کنند.

انواع بارهای فوق‌الذکر 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 :

$$\sigma_i \leq f_{all}$$

که در آن

$\sigma_i$  = 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 بیان‌کننده 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

ترکیب‌های 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 ۱-۳ طول مؤثر دیوار را در شرایط مختلف به دست می‌دهد.

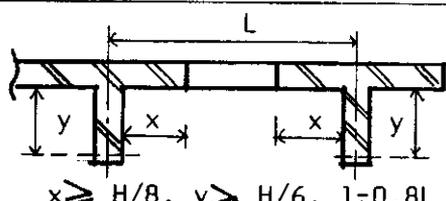
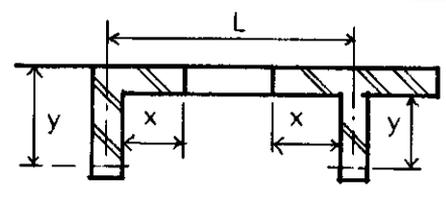
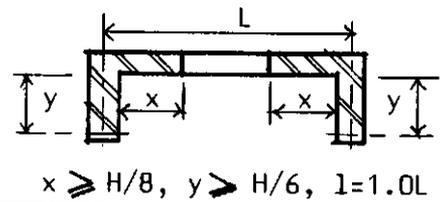
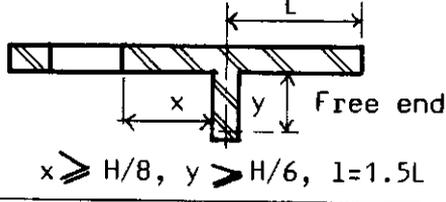
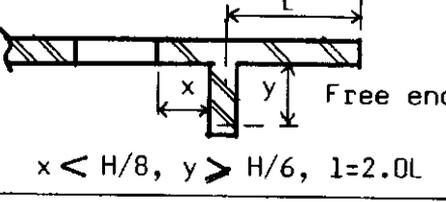
### ۳ - ۵ - ۶ ارتفاع مؤثر

اگر قیود جانبی و دورانی در تکیه‌گاه‌های دیوار وجود داشته باشند، در این صورت گیرداری دیوار کامل است، و اگر فقط قید جانبی در نظر گرفته شود، گیرداری دیوار جزئی 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 (۲-۳) ارتفاع مؤثر دیوارها را ارائه می‌دهد.



طول موثر دیوار

جدول ۳ - ۱

ردیف	شرایط تکیه گاهی انتها	شکل دیوار	طول موثر $l$
۱	دیوار پیوسته است و بر دیوار مقاطع ستون یا پشت بند تکیه دارد. هیچ بازشویی در فاصله $H/8$ از دیوار مقاطع وجود ندارد.	 $x \geq H/8, y \geq H/6, l=0.8L$	$0.8L$
۲	دیوار در یک انتها بر دیوار مقاطع، جرز یا پشت بند تکیه دارد و در انتهای دیگر پیوسته با تکیه بر دیوار مقاطع جرز یا پشت بند است.	 $x \geq H/8, y \geq H/6, l=0.9L$	$0.9L$
۳	در هر دو انتها بر دیوار مقاطع، جرز یا پشت بند تکیه دارد.	 $x \geq H/8, y \geq H/6, l=1.0L$	$1.0L$
۴	در یک انتها آزاد و پیوسته و در انتهای دیگر بر دیوار مقاطع، جرز یا پشت بند تکیه دارد.	 $x \geq H/8, y \geq H/6, l=1.5L$	$1.5L$
۵	در یک انتها آزاد و پیوسته و در انتهای دیگر بر دیوار مقاطع، جرز یا پشت بند تکیه دارد.	 $x < H/8, y \geq H/6, l=2.0L$	$2.0L$

$H$  = ارتفاع نهایی دیوار بین مراکز تکیه گاه‌های جانبی

$L$  = طول دیوار قرار گرفته بین مراکز دیوارهای مقاطع، جرز یا پشت بند

اگر ارتفاع بازشو در دیوار بیش از  $0.75H$  باشد، در این صورت انتهای دیوار در آن تراز آزاد در نظر گرفته



## ارتفاع مؤثر دیوارها

جدول ۳ - ۲

ارتفاع مؤثر	شرایط تکیه گاه		ردیف
	پائین دیوار	بالای دیوار	
$0.75H$	 گیرداری کامل	 گیرداری کامل	۱
$0.85H$	 نیمه گیردار	گیرداری کامل	۲(الف)
$0.85H$	گیرداری کامل	نیمه گیردار	۲(ب)
$1.0H$	نیمه گیردار	نیمه گیردار	۳
$1.5H$	گیرداری کامل	ندارد (آزاد)	۴
$2.0H$	نیمه گیردار	ندارد (آزاد)	۵

آزاد  
 $\theta, \Delta \neq 0$ 
 نیمه گیردار  
 $\theta \neq 0 \quad \Delta = 0$ 
 گیرداری کامل  
 $\theta, \Delta = 0$

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) می باشد.

### انواع ترکیبات بارها

جدول ۳ - ۳

رابطه ترکیب	نوع ترکیب	ردیف
$D + L$	بارمرده + بارزنده	۱
$D + L + E$	بارمرده + بار زنده + بار زلزله	۲
$D + L + W$	بارمرده + بار زنده + بار باد	۳
$D + E$	بارمرده + بار زلزله	۴

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 ۶ - منظور داشتن ضوابط طراحی و کنترل تنش ها

### ۳ - ۵ - ۸ ضوابط طراحی دیوارها تحت بار دارای برون محوری

بارهای وارد بر دیوارهای ساختمان معمولاً دارای برون محوری هستند. هنگامی که بار وارده به صورت غیریکنواخت 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:

$$\sigma(\text{کل}) = \frac{W}{A} + \frac{M}{Z}$$

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 :



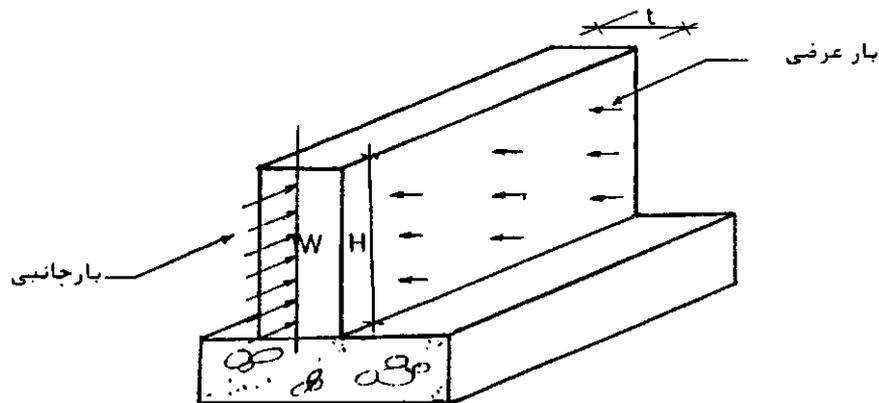
$$\frac{W}{A} \leq \sigma_{all}$$

$$\frac{W}{A} + \frac{M}{Z} \leq 1/25 \sigma_{all}$$

که در آن  $\sigma_{all}$  = 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 (۲-۳). این بارها معمولاً از فشار باد یا زلزله به وجود می‌آیند.



شکل (۲-۳) : نمایش بارهای عرضی و جانبی به دیوار

بارهای عرضی وارد بر یک 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. در صورتی 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:

$$\text{لنگر پایداری} \\ \text{لنگر واژگونی} = \text{FS) ضریب ایمنی}$$

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 (۲-۳) دیده می شود در دیوارهای برشی بارها در صفحه دیوار به آن اثر می کنند. این حالت معمولاً "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 در یک 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 کاملاً 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 - ۶ طراحی دیوارهای با مصالح بنایی مسلح

- نکات عمده ای که در طراحی 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 نظر گرفته می شود بین ۳ تا ۶ 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 ترجیحاً "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 حفره‌های پر شده مربوط ۶ درصد و در مقطع میلگردهای وصله شده این میزان می‌تواند تا ۱۲ درصد برسد.
  - حداقل ضخامت پوشش بتنی در شرایط جوی متفاوت می‌تواند متغیر باشد ولی این میزان از ۷ میلیمتر در مورد بتن ریزدانه و ۱۲ میلیمتر در مورد بتن درشت دانه نباید کمتر باشد.
  - حداقل میزان سطح میلگردها در ستون‌های اجرا شده با بلوک‌های بنایی ۵/۰ درصد و حداکثر آن ۴ درصد مقطع است و حداقل باید ۴ عدد میلگرد با قطر ۱۲ میلیمتر در آنها به کار رود. استفاده از خاموت الزامی است و حداقل قطر خاموت‌ها ۶ میلیمتر برای میلگردهای طولی تا قطر ۲۰ میلیمتر و ۸ تا ۱۰ میلیمتر برای میلگردهای با قطر بزرگتر است. فاصله خاموت‌ها از یکدیگر نباید از مقادیر زیر بیشتر در نظر گرفته شود :
- ۱۶ برابر کوچک‌ترین قطر میلگردهای طولی
- ۴۸ برابر قطر خاموت‌ها و به هر صورت نباید از ۴۵ سانتیمتر بیشتر گردد.
- طول وصله میلگردها در منطقه فشاری ۳۰ برابر و در منطقه کششی ۴۰ برابر قطر میلگردها در نظر گرفته می‌شود.
  - برای تعیین تنش‌های مجاز و مقاومت‌های فشاری محاسباتی، می‌توان از جداول و آئین‌نامه‌های موجود استفاده کرد (مانند استاندارد شماره ۵۱۹، حداقل بارهای وارد به ساختمان‌ها).

### ۳ - ۶ - ۱ نکاتی در باره دیوار برشی با مصالح بنایی مسلح

آزمایش‌های انجام شده نشان می‌دهند که دیوارهای برشی ساخته شده با مصالح بنایی مسلح که مطابق مشخصات فنی و با میلگردهای پخش شده در دیوار اجرا شده باشند، مقاومت و شکل‌پذیری خوبی را نشان می‌دهند. به عبارت دیگر دارای قابلیت جذب انرژی زیادی هستند و عملاً شبیه دیوارهای برشی بتن مسلح عمل می‌کنند، ولی به علت وجود زمان تناوب نسبتاً کوچک در این نوع سازه‌ها و طلب شکل‌پذیری بزرگتر از سازه‌های بتن مسلح باید مقادیری حدود ۵/۱ برابر آنچه در دیوارهای بتن مسلح نظیر به کار می‌رود (تا حدود ۱۲ کیلوگرم بر سانتیمترمربع) برای تنش‌های حداکثر برشی در نظر گرفت.

از آنجا که وجود بازشوها در این نوع دیوارها مقاومت و سختی دیوارها را کاهش می‌دهد، باید از پیش‌بینی بازشوها خودداری شود.



### ۳ - ۷ درزهای حرکتی<sup>۱</sup>

#### ۳ - ۷ - ۱ مقدمه

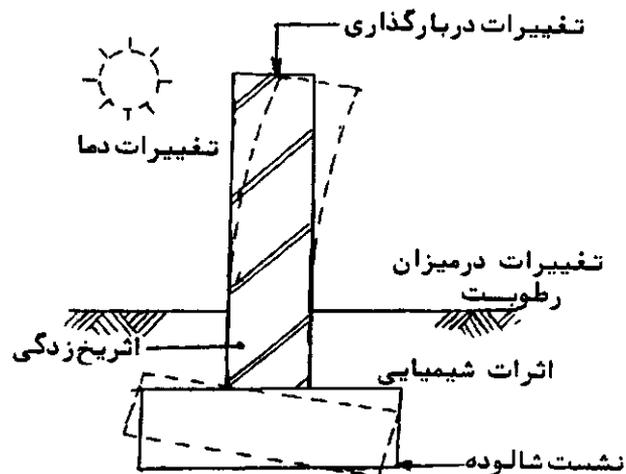
کلیه مصالح ساختمانی، از جمله مصالح بنایی، تحت شرایط مختلف جوی و بهره‌برداری دستخوش تغییراتی می‌شوند که می‌تواند شکل حرکت را به خود بگیرند. این تغییر مکان‌ها می‌توانند باعث ترک خوردگی شوند مگر آنکه جزئیات به درستی، طراحی و اجرا شده باشند. ترک خوردگی‌ها نیز به نوبه خود از توان مقاومتی اعضای ساختمانی به ویژه از مشخصه‌های پایایی و فرسایشی آنها می‌کاهند.

تغییر مکان اجزای ساختمان از منابع مختلفی سرچشمه می‌گیرد که هر یک از آنها اگر به خوبی شناسایی و ارزیابی شود، راه حل صحیح در وضعیت مناسب قابل پیش‌بینی است. حرکت در سازه‌های با مصالح بنایی به شکل‌های مختلف مانند حرکت مصالح بنایی، حرکت نامتجانس و نظایر آن وجود دارد. هر یک از این حرکت‌ها باید به طور مستقل و در ترکیب با یکدیگر در نظر گرفته شود تا بتوان جزئیات مناسب را ارائه داد. در این بخش فقط حرکت مصالح بنایی یا درزهای حرکتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### ۳ - ۷ - ۲ حرکت مصالح بنایی

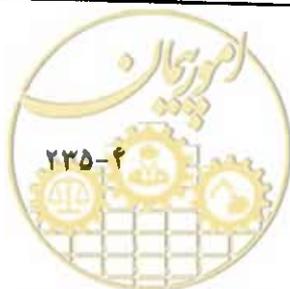
در شکل (۳-۳) علل اصلی تغییر مکان‌ها در مصالح بنایی که عمدتاً از منابع محیطی و جوی سرچشمه می‌گیرند نشان داده شده‌اند. این علل عبارتند از: تغییرات دما، تغییرات در میزان رطوبت، باز توزیع تنش‌های حرارتی (درمورد آجرهای رسی)، تغییرات بارگذاری، تغییرات شیمیایی، نشست شالوده و اثر یخ زدگی.

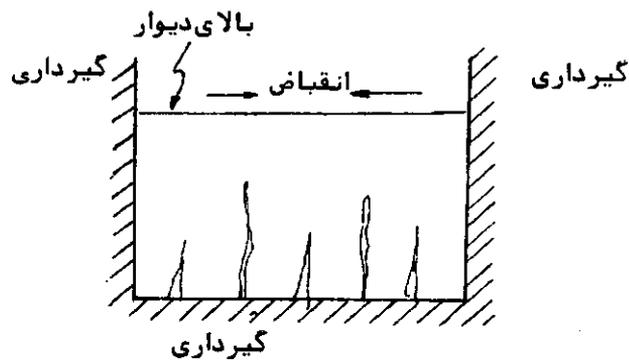




شکل (۳-۳) : عوامل مؤثر در تغییر مکان ها

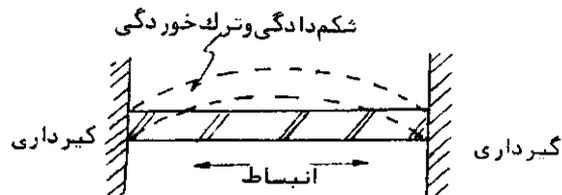
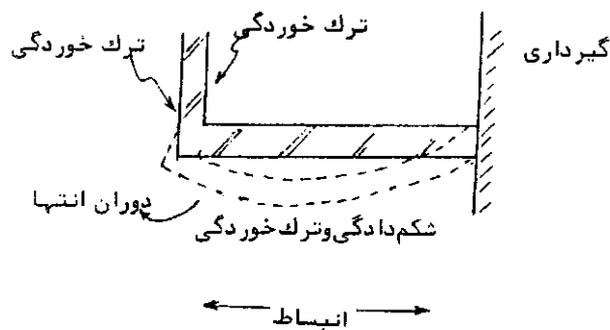
اگر این تغییرات در اجزایی رخ دهد که قادر به جذب نیروهای ناشی از آنها نباشند، اعضا احتمالاً ترک می‌خورند. یا اگر یک قطعه ساختمانی از مصالح مختلفی که دارای مشخصه‌های حرکتی متفاوتی هستند، تشکیل شده باشد بار دیگر ترک خوردگی پدیدار می‌شود. هر جا امکان پذیر باشد باید حرکت اعضای سازه‌ای را با حداقل مقاومت و با درزهایی که به دقت بررسی شده‌اند پیش‌بینی نمود تا به پایداری سازه لطمه نخورد، توان مقاومتی سازه کاهش نیابد و صدمات احتمالی به ساختمان، از میزان پیش‌بینی شده فراتر نرود. اگر عضو ساختمانی از بلوک‌های بتنی و آجرهای کلسیم سیلیکاتی تشکیل شده باشد، ترک خوردگی احتمالاً ناشی از پدیده جمع‌شدگی<sup>۱</sup> (با تغییر حجم ملات در اثر کاهش رطوبت) خواهد بود، شکل (۳-۴).





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).



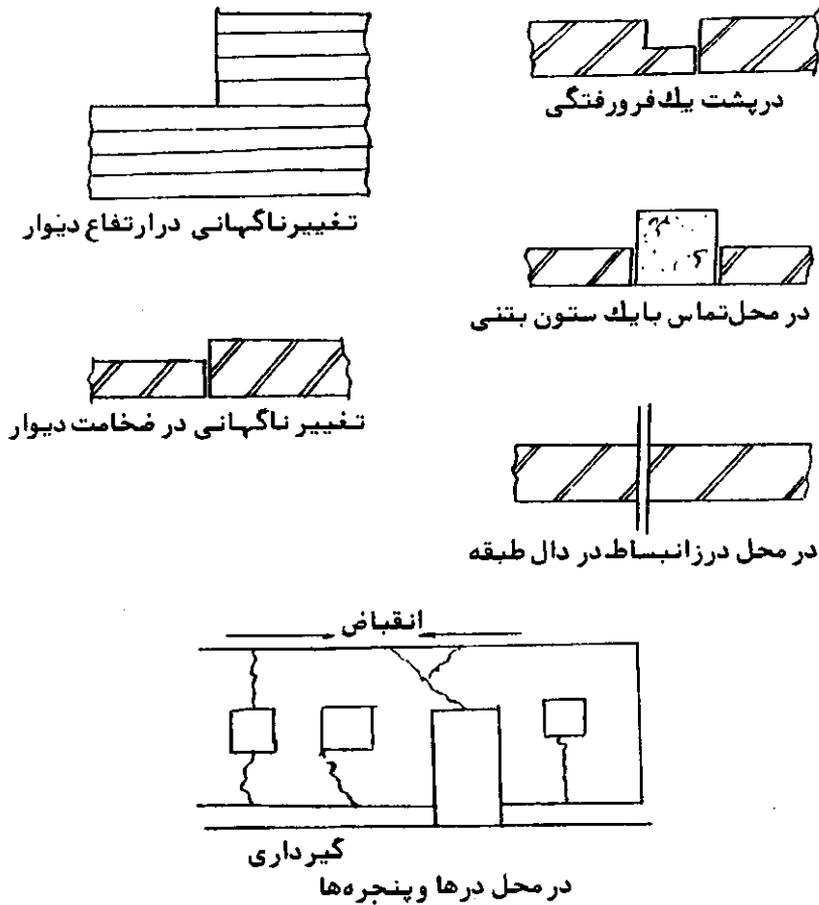
پلان دیواری که در دو انتهایش گیردار است

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 اعضا. رخ می دهد ادامه داد، شکل (۶-۳).



شکل (۶-۳) : 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

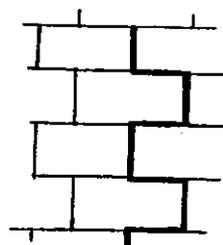


متفاوتی در این باره بیان می‌کنند، اما به عنوان راهنمایی کلی و اولیه می‌توان مقادیر زیر را برای فواصل مرکز تا مرکز دیوارها انتخاب نمود :

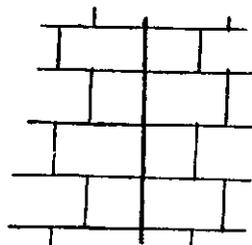
- ۱۲ متر برای دیوارهای با آجر رسی

- ۵ تا ۶ 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.



ب) درز کنترل که توصیه نمی‌شود ولی می‌تواند وجود داشته باشد

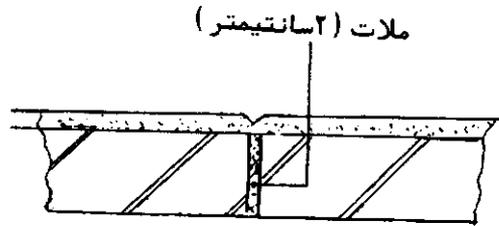


الف) درز کنترل ترجیحی

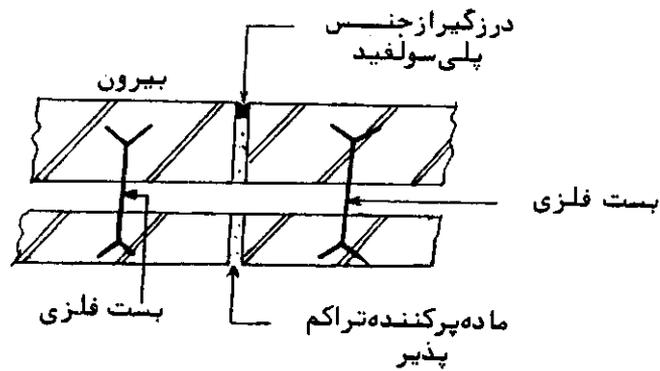
شکل (۳-۷) : شکل درز کنترل جمع شدگی در دیوارها

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).

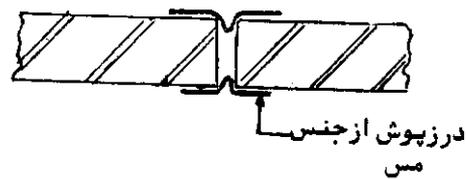




شکل (۸-۳) : نمونه‌ای از درز جمع‌شدگی برای دیوارهای آجری یا بلوک بتنی



شکل (۹-۳) : نمونه‌ای از درز انبساط برای دیوار آجر رسی



شکل (۱۰-۳) : 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 دمای یخبندان رخ می‌دهد که باعث ایجاد تغییراتی در غالب مصالح می‌گردد، واکنش‌های شیمیایی که به هنگام گیرش ملات صورت می‌گیرند در این 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 بزند، فعل و انفعالات شیمیایی متداول که در سخت شدن ملات گچ سهم‌اند در اثر یخ زدن متوقف می‌شوند و حتی پس از ذوب شدن نیز دیگر ادامه پیدا نمی‌کنند. مقدار آبی که در پای کار در ترک‌های مومین 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.
- ملات‌هایی 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 موئین مصالح بنایی است، به همین سبب، لازم است که روان‌گرهایی به کار برد که موجب نگهداری مقدار بیشتر آب در ملات می‌شوند و از جداشدگی 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 انجام می‌شود. این نوع انتقال حرارت در نتیجه انتشار حرکت‌های مولکولی صورت می‌گیرد و با ضریب هدایت حرارتی ( $\lambda$ ) بیان می‌شود. ضریب هدایت حرارتی نشان‌دهنده 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  $\lambda$  بزرگتر است. علاوه بر آن سطوح خشن و تیره رنگ قابلیت جذب و انتشار حرارت بیشتری دارند. ضریب  $\lambda$  به میزان قابل توجهی به رطوبت مصالح بستگی دارد. برای دمای داخلی متداول و رطوبت داخلی نسبتاً 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 در آن پدیده تعریق آغاز می‌شود) کمتر باشد، پدیده تعریق در آن 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.

conductivity -۱



برای محدود کردن این نوع خطرات در شرایط جوی سخت، باید تعریق را در محدوده 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 کاملاً 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 آئین‌نامه طراحی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله (استاندارد شماره ۲۸۰۰) و توصیه‌های بین‌المللی 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 و مقاومت کششی کمی دارند. فقدان شکل‌پذیری (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 می‌بخشد. ولی چگونگی به کار گرفتن میلگردهای فولادی به همان اندازه مهم



است که استفاده از آن حایز اهمیت می باشد. پژوهش های انجام شده در مورد جرزهای ساختمان های چند طبقه با مصالح بنایی، که مشاهدات نشان داده اند از آسیب پذیرترین اجزای دیوارهای برشی هستند، ثابت کرده اند 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 می گذارد. این پژوهش ها همچنین نشان داده اند که گسیختگی جرز به دو شکل رخ می دهد : خمشی و برشی. گسیختگی به شکل خمشی هنگامی رخ می دهد که تنش های خمشی نهایی از حد مجاز فراتر روند (معمولاً هنگامی که بار قائم کوچک و نسبت ارتفاع به عرض بزرگ باشد). گسیختگی برشی زمانی اتفاق می افتد که بارهای قائم بزرگ و جرز در مقایسه با ارتفاعش نسبتاً عریض باشد. هنگامی که یک بار برشی ناشی از زلزله با یک نیروی بزرگ فشاری ترکیب شود، حل معادلات تنشی نشان می دهد که تنش های کششی بزرگی در صفحه های قطری به وجود می آیند که باعث گسیختگی می شوند. گسیختگی برشی به شکل ترک های قطری ظاهر می شود، به علت خواص مصالح بنایی، این گسیختگی ها ناگهانی و فاجعه آمیزند. میلگرد فولادی به گونه قابل ملاحظه ای امکان گسیختگی در حالت برشی را کاهش می دهد، مقاومت آن را بیشتر می کند و شکل پذیری آن را بسیار افزایش می دهد. مهار میلگرد و خم ۹۰ درجه آن بهبود زیادی در برابر گسیختگی در اثر برش ایجاد می کند.

### ۵ - ۱ - ۳ علل عمده آسیب دیدگی ساختمان های با مصالح بنایی

موارد زیر ضعف های عمده ای هستند که در ساختمان های اجرا شده با مصالح بنایی غیرمسلح باعث آسیب می شوند :

- بارهای زیاد و ساختمان های بسیار سخت که نیروهای قابل توجهی ناشی از زلزله را به خود جذب می کنند.
- مقاومت کششی بسیار ناچیز به ویژه در ملات های کم مایه
- مقاومت برشی بسیار ناچیز به ویژه در ملات های کم مایه
- رفتار ترد و شکننده ساختمان در برابر نیروهای فشاری و کششی



- اتصالات ضعیف بین دو دیوار متقاطع
- اتصالات ضعیف بین دیوار و سقف
- تمرکز تنش در گوشه‌های درها و پنجره‌ها
- 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 کاملاً پر نشده بین آجرها، دیوارهای غیرقائم، گوشه‌هایی که پیوستگی آنها رعایت نشده باشد و غیره.

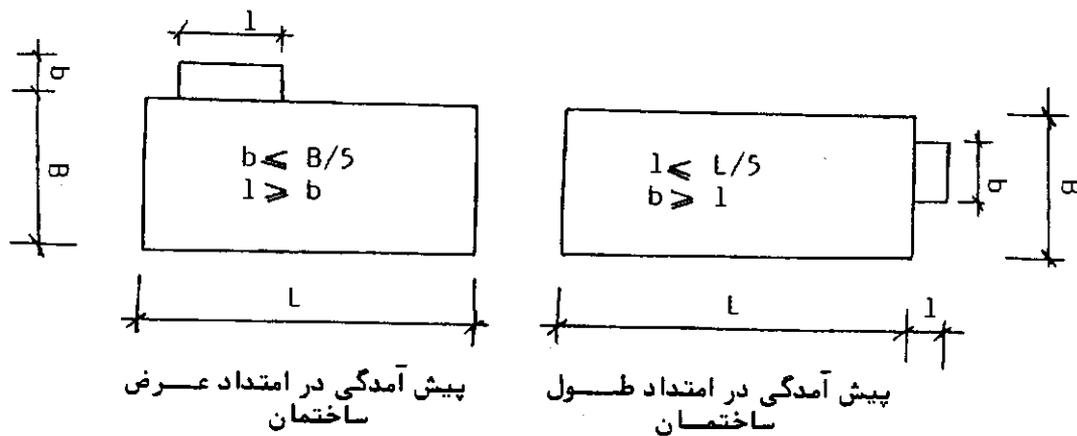
#### ۵ - ۱ - ۴ ضوابط آئین نامه ۲۸۰۰ (طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله)

- 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 سقف‌ها صدق می‌کند. 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 و خرابی ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر، باید ساختمان‌هایی که دارای ارتفاع بیش از ۱۲ متر یا دارای بیش از چهار طبقه هستند به وسیله «درز انقطاع» از ساختمان‌های مجاور جدا شوند.
- حداقل عرض درز انقطاع در تراز هر طبقه برابر یک صدم ارتفاع آن تراز از روی شالوده می‌باشد.
- به طور کلی باید از احداث ساختمان در مجاور گسل‌ها پرهیز نمود. در مواردی که احداث بنا در این گونه زمین‌ها اجتناب ناپذیر است افزون بر ضوابط این آئین نامه، اثرات مخرب نزدیکی گسل نیز باید مورد بررسی قرار گیرد.
- احداث ساختمان در زمین‌های ناپایدار مجاز نمی‌باشد.



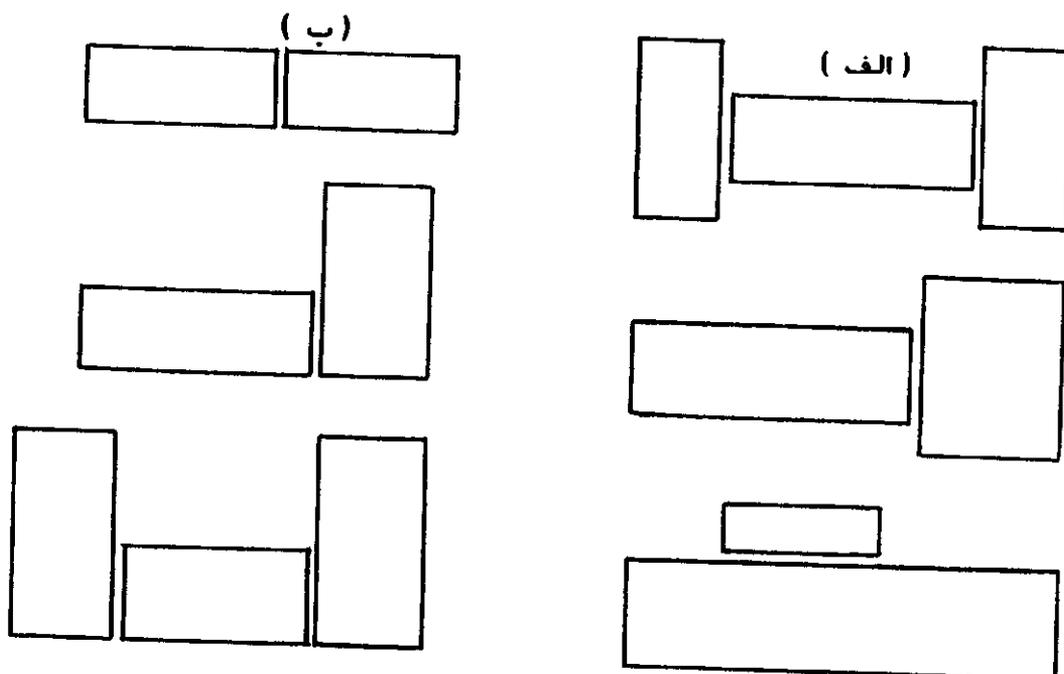
## - پلان ساختمان

- پلان ساختمان در مقاوم بودنش در برابر زلزله مؤثر است. در این مورد، آئین نامه خصوصیات پلان ساختمان های با بنایی غیرمسلح را چنین ذکر می کند :
- طول ساختمان نباید از سه برابر عرض آن تجاوز نماید.
  - ساختمان باید نسبت به هر دو مجور اصلی قرینه یا نزدیک به قرینه باشد.
  - پیش آمدگی ها یا پس رفتگی های نامناسب نداشته باشد.
  - در صورت تجاوز نسبت طول به عرض ساختمان یا وجود پیش آمدگی هایی بیش از حد مجاز (شکل ۱-۵-الف) باید با ایجاد درز انقطاع (شکل ۱-۵-ب)، ساختمان را به قطعات مناسب تر تقسیم نمود به طوری که در هر قطعه خصوصیات ذکر شده برای پلان رعایت شود. ادامه درز انقطاع در شالوده ساختمان ضروری نیست.



شکل (۱-۵) : نسبت های پیش آمدگی ها در پلان ساختمان





شکل (۵-۲) : تقسیم ساختمان به قطعات مناسب با ایجاد درز انقطاع

- دیوارها باید حتی الامکان 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 آئین نامه ضمن تاکید بر ارجح نبودن پیش آمدگی در برش‌های قائم ساختمان، برای مقاوم تر شدن آن ضوابط ایجاد پیش آمدگی در ساختمان‌ها به شکل زیر بیان می شود :

- طول جلو آمده طره در مورد بالکن های سه طرف باز از  $1/20$  متر و برای بالکن های دو طرف باز از  $1/5$  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 آمده 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 اولاً هر کلاف قائم حداکثر دو متر از دیوار را نگه دارد و ثانیاً 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 حتی الامکان 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 آئین نامه 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 برابر از یک سوم سطح آن دیوار بیشتر نباشد.
- فاصله اولین بازشو در هر دیوار برابر از برخارجی ساختمان کمتر از دوسوم ارتفاع بازشونباشد 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 و نباید 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  $\frac{2}{5}$  متر بیشتر نباشد. در غیر این صورت باید طرفین بازشو را با تعیبه 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 زیر است:

- 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 و تعداد طبقات ساختمان	زیرزمین	طبقه اول	طبقه دوم
ساختمان های آجری	یک طبقه	۶٪	۴٪
	دو طبقه	۸٪	۴٪
ساختمان های سنگی یا بلوک بتنی	یک طبقه	۹٪	۶٪
	دو طبقه	۱۲٪	۹٪

- 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 ۶ متر افزون تر شود، طول دیوار تیغه باید همان ۶ 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 باره چگونگی اجرای تیغه در آئین نامه آمده است :

- حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای غیر باربر و تیغه ها از تراز کف  $3/5$  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 کاملاً زیر پوشش سقف مهار شوند. یعنی رگه آخر تیغه با فشار و ملات کافی در زیر سقف جای داده شود. لبه فوقانی تیغه هایی که در تمام ارتفاع سقف ادامه ندارند باید با کلاف فولادی یا بتن مسلح یا چوبی که به سازه ساختمان یا کلاف های احاطه کننده تیغه متصل می باشد کلاف بندی شود.

- لبه 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 ۶ یا معادل آن از فولاد، بتن مسلح یا چوب تشکیل یابد. چنانچه طول تیغه پشت بند کمتر از ۱/۵ متر باشد، لبه 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 در محل 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 ۶۰ سانتیمتر تیغه را به دیوار مهار نمود. در غیر این صورت لبه کناری تیغه آزاد تلقی شده و باید ستونکی در این لبه تعبیه گردد. در تیغه عمود بر هم باید با یکدیگر قفل و بست شوند.

#### - کلاف بندی ها

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 کلاف بندی 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.

کلاف بندی 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 کلاف‌های 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 ۲۵ سانتیمتر تجاوز نماید تعداد میلگردهای طولی باید به ۶ 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 ۶ میلیمتر به یکدیگر بسته شوند. حداکثر فاصله تنگ‌ها از یکدیگر عبارت است از ارتفاع کلاف یا ۲۰ سانتیمتر هر کدام کمتر باشد.

پوشش بتن اطراف میلگردهای طولی نباید در مورد 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 کلاف بندی 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 کلاف بندی افقی، کلاف بندی قائم هم برای استحکام هرچه بیشتر ساختمان‌های بنایی غیرمسلح به کار می‌رود. در این مورد ضوابط آئین‌نامه‌ای به شرح زیر است :

- در کلیه ساختمان‌های بنایی دو طبقه و همچنین در ساختمان‌های یک طبقه با اهمیت زیاد باید کلاف بندی 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 از ۲۰ سانتیمتر کمتر باشد. به جای کلاف بتن مسلح می توان از تیرآهن نمره ۱۰ یا پروفیل فولادی معادل آن استفاده نمود، مشروط بر آن که اتصال کلاف فولادی با دیوار به وسیله میلگردهای افقی به خوبی تأمین شود.

- حداقل قطر میلگردهای طولی در کلاف های بتن مسلح عبارت است از ۱۰ میلیمتر برای میلگرد آج دار و ۱۲ میلیمتر برای میلگرد ساده. میلگردهای طولی باید حداقل ۴ عدد باشند و در گوشه ها قرار داده شوند.

میلگردهای طولی باید با تنگ هایی به قطر حداقل ۶ میلیمتر به یکدیگر بسته شوند. حداکثر فاصله تنگ ها از یکدیگر عبارت است از ۲۰ سانتیمتر. اطراف میلگردهای طولی باید حداقل ۲/۵ سانتیمتر پوشش بتن وجود داشته باشد.

- کلاف های قائم باید به نحو مناسبی در کلیه نقاط تقاطع به کلاف های افقی متصل شوند تا متفقا" یک سیستم سه بعدی مقاوم تشکیل دهند.

- به جای کلاف بندی قائم می توان میلگردهایی را در طول دیوار توزیع نمود مطابق شکل (۳-۵)، 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" برگردند.

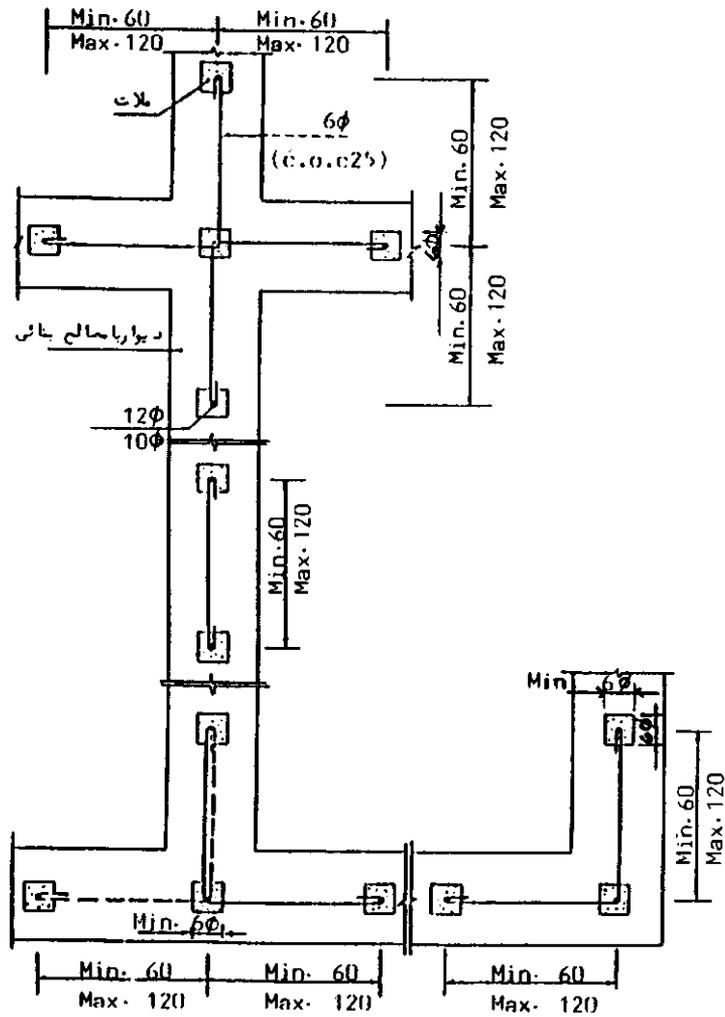
پ ) فاصله هر دو میلگرد از ۶۰ سانتیمتر کمتر نباشد.

ت ) میلگردهای قائم در فاصله حداکثر ۲۵ سانتیمتر با میلگردهای افقی به قطر ۶ میلیمتر به یکدیگر بسته شوند.

ث ) دور هر میلگرد قائم فضایی که کوچکترین بعد آن از ۶ برابر قطر میلگرد کمتر نباشد ایجاد گردیده و ضمن چیدن دیوار با ملات پر گردد.

ج ) میلگردهای قائم در کلاف های افقی بالا و پائین مهار شوند.





شکل (۳-۵) : جزئیات میلگردهای قائم و افقی مهاردی دیوارها

در ساختمان‌های یک طبقه با اهمیت متوسط توصیه می‌گردد کلاف قائم مطابق توصیه‌های بالا ساخته شود. در غیر این صورت در این ساختمان‌ها باید حداقل در محل کلاف‌های قائم یک میلگرد آج‌دار به قطر ۱۰ میلیمتر یا میلگرد ساده به قطر ۱۲ میلیمتر با رعایت موارد ذکر شده در بندهای (الف) تا (ج) قرار داده شود.

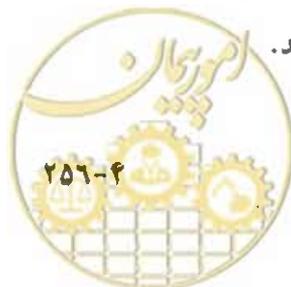


## - دیوار چینی

- در ساختمان‌های بنایی استفاده از ملات گل یا گل آهک مجاز نمی‌باشد. دیوارهای سنگی و دیوارهای بلوک بتنی باید با ملات‌های سیمانی با عیار حداقل ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب ملات ساخته شوند. در دیوارهای آجری غیر از ملات ماسه سیمان با مشخصات فوق می‌توان 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 می‌شوند باید طوری چیده شوند که بندهای قائم روی هم قرار نگیرند و داخل آنها کاملاً با ملات پر شوند. در دیوارهای با سنگ لاشه باید لاشه‌ها با قفل و بست پهلوی هم قرار داده شوند و بین سنگ‌ها کاملاً با ملات پر گردد.
- حتی‌المقدور باید تمام دیوارهای باربر که به هم پیوسته هستند به خصوص در گوشه‌های ساختمان به طور همزمان در یک تراز چیده شده و در یک سطح بالا آورده شوند. در مواردی که اجرای همزمان دیوار چینی میسر نباشد می‌توان قسمت‌هایی را به صورت «لاریز» چیده و قسمت‌های بعدی را روی لاریز ادامه داد. در مورد دیوارهای باربر دندانه دار کردن دیوار یا به اصطلاح «هشت‌گیر» که معمولاً برای اتصال دیوارهای متقاطع یا ساختن دیوارهای طویل به کار می‌رود مجاز نمی‌باشد. هشت‌گیر را می‌توان منحصرأً برای اتصال تیغه‌ها به کار گرفت مشروط بر آن که درزهای بالا و پائین آجرچینی بعدی در محل هشت‌گیر کاملاً با ملات پر شوند.

## - سقف‌ها

- در مورد سقف‌ها که از مهم‌ترین قسمت‌های ساختمان‌ها هستند آئین‌نامه ضوابط زیر را دارد:
- سقف باید با مصالح مناسب و به نحوی ساخته شود که در برابر نیروهای زلزله از تکیه‌گاه خود جدا نشود و انسجام و استحکام خود را حفظ نماید.
- عناصر سقف باید در تکیه‌گاه‌ها به نحو مطمئنی به عناصر زیرسری (تیرهای حامل، کلاف بندی افقی، ستون‌ها) متصل شوند تا بدون جابه‌جا شدن سقف نیروهای زلزله وارد به آن به عناصر قائم انتقال یابند.



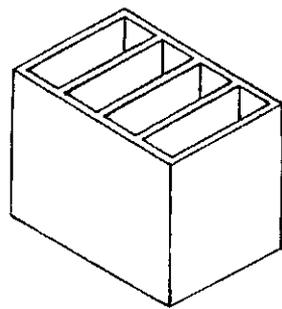
آئین نامه سپس در مورد انسجام انواع سقف ها (ضریبی، تیرچه و بلوک، خریاها) و همچنین در باره سقف های کاذب و سقف های قوسی و همچنین در باره نماسازی ضوابطی ارائه می کند که از آوردن آنها در این بخش خودداری می شود.

#### ۵ - ۱ - ۵ پایداری سازه های با مصالح بنایی

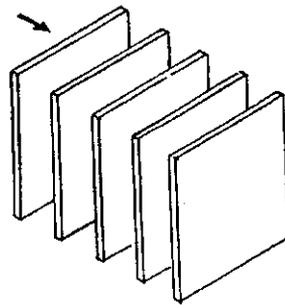
در مورد پایداری سازه های با مصالح بنایی در بخش طراحی به اندازه کافی شرح داده شده است در این قسمت به چند توصیه عمومی که در تمام آئین نامه های موجود برای جلوگیری از صدمات اتفاقی آمده است بسنده می شود. مهندس طراح باید از پایداری کل سازه اطمینان حاصل کرده و برای این منظور جزئیات طرح و اتصال اجزای مختلف سازه 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 اجزای قائم و افقی سازه نیز باید مد نظر باشد. چند نمونه از طرح های مناسب یا نامناسب سازه از نظر پایداری در شکل (۴-۵) نشان داده شده است.

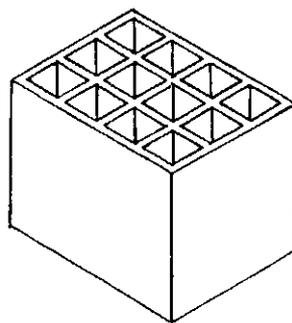




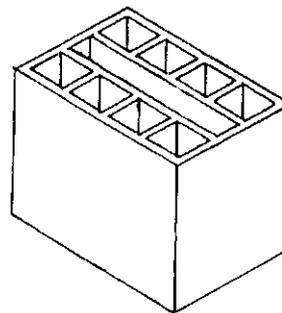
ب) پایبداری سکن در برابر نیروهای افقی



الف) نمونه‌ای از بک سازه پایبدار در برابر نیروهای افقی



ت) پایبدار ترین نوع سازه در برابر نیروهای افقی



پ) پایبداری بیشتر در برابر نیروهای افقی

شکل (۴-۵) 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 معمولاً 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 می شود که تا چه حد و تا چند ساعت می تواند در برابر آتش مقاومت کند. در این فصل به برخی از مسائل آتش سوزی 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 زیرینا) 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 محدودیت هایی در مساحت در نظر گرفته شود، این کار به کمک دیوارهای آتش بند صورت می گیرد. در باره محل قرار گرفتن و مشخصات دیوارهای آتش بند در ساختمان ها، می توان به نشریه های شماره ۱۱۱ و ۱۱۲ د.ت. تحت عنوان محافظت ساختمان ها در برابر حریق رجوع کرد.

آتش سوزی هایی که در زیرزمین ها رخ می دهند بدون این که به طبقات بالای ساختمان سرایت کرده باشند، بارها باعث مرگ ساکنان یا افراد در چندین طبقه بالاتر شده اند. زیرا پلکان ها، چاه های آسانسور، نورگیرها و به طور کلی معابر قائم همواره از عوامل اصلی گسترش حریق به شمار می آیند. این نوع فضاها، دودها و گازهای گرم حاصل از آتش سوزی را از کانون آن به طرف بالا کشیده و با رساندن هوای تازه و پر اکسیژن به سوخت، موجب شدت یافتن حریق می شوند. در بیشتر آئین نامه های موجود، اگر ساختمان بیشتر از سه طبقه داشته باشد، برای دیوارهای محصور کننده پلکان باید مقاومتی معادل ۲ ساعت و اگر شمار طبقات از ۳ کمتر باشد مقاومتی معادل یک ساعت در برابر حریق پیش بینی شود. استفاده از دیوارهای آتش بند با مصالحی نظیر آجر، بلوک بتنی، بتن مسلح و با اندوهدهایی نظیر گچ یا ماسه سیمان با مشخصات و ابعاد ویژه ای که آئین نامه ذکر می کند مانع سرایت حریق می شود. این دیوارها باید پایدار بمانند و تا آن حد مقاومت داشته باشند که حتی اگر ساختمان در دو طرف آن فرو ریزد به آنها صدمه ای وارد نیاید.



## - ضخامت معادل دیوارهای یکپارچه

انتقال گرما از یک طرف به طرف دیگر دیوار تابعی از ضخامت آن می باشد.

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 می شود.

$C$  = ضریب ثابت که بانوع سنگدانه، طراحی و واحدهای به کار رفته برای بیان  $R$  و  $V$  تغییر

می کند.

$V$  = حجم مصالح دیوار یکپارچه در امتداد جریان آتش در واحد سطح رویه دیوار.

$n$  = عدد ثابت که معمولاً برابر  $1/7$  در نظر 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 روش های مختلف ضخامت میانگین برای مصالح گوناگون تعیین شده است که از

$5/3$  تا  $17$  سانتیمتر تغییر می کند، جدول زیر چگونگی این تغییرات را برحسب نوع سنگدانه نشان

می دهد.



## ضخامت معادل دیوارها

جدول ۵ - ۱

ضخامت معادل حداقل به سانتیمتر برای				نوع سنگدانه درشت در بلوک بنایی
مقاومت در برابر آتش در مدت زمان ذکر شده				
۱ ساعت	۲ ساعت	۳ ساعت	۴ ساعت	
۵/۳	۸/۱	۱۰/۲	۱۱/۹	سرباره شکفته یا سنگ پا
۶/۶	۹/۷	۱۲/۲	۱۴/۵	رس شکفته شیبست رسی یا سنگ لوح
۶/۹	۱۰/۲	۱۲/۷	۱۵/۰	سنگ آهک ، روباره یا تفاله فلزات
۷/۱	۱۰/۷	۱۳/۵	۱۵/۸	شن آهکی
۷/۶	۱۱/۴	۱۴/۵	۱۷/۰	شن سیلیسی

افزون بر جدول بالا، ضخامت نازک کاری در دو رویه دیوارها نیز باید در نظر گرفته شود. در این مورد نیز جداول مختلف وجود دارد که با اعمال اثر آنها، می توان ضخامت معادل دیوار را در محاسبات آتش پادی تعیین نمود.

۵ - ۲ - ۳ سرایت حریق به بناهای مجاور و محافظت 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 می تواند 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 شعله ای که مستقیماً از بام و دیوار ساختمان به ساختمان دیگر منتقل می شود.
  - ۲ - حرارتی که به طریق تشعشع و از راه دور به ساختمان های اطراف انتقال می یابد. 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 تشعشعات حرارتی، لازم است برخی تدابیر حفاظتی در مورد سطوح باز به کار گرفته شود. بام‌ها باید از مصالحی انتخاب شوند که در برابر 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).





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## فصل ششم - نگهداری، بهسازی و مرمت ساختمان های بنایی

### ۶ - ۱ مقدمه

گرچه با به کارگیری توصیه های موجود می توان مقدار خرابی در سازه های اجراء شده با مصالح بنایی را کاهش داد ولی مسائل مربوط به تعمیر و ترمیم که می توانند در اثر عوامل زیادی به وجود آیند نیز مطرح می شود.

مهمترین عوامل خرابی ها در ساختمان های با مصالح بنایی عبارتند از :

انفجار، آتش سوزی، فرسوده شدن مصالح، عوامل جوی نظیر باد، باران، تغییرات درجه حرارت، رطوبت و آلودگی ها، زلزله، تغییر شرایط بهره برداری، ترک خوردگی ناشی از نشست های نامتجانس و عدم رعایت ضوابط در طرح یا اجراء. به عنوان مثال رطوبت در سازه های آجری نفوذ کرده و در آن باقی می ماند. ملات بین آجرها اگر به اندازه کافی مقاوم نباشد خیس می خورد و به تدریج لای آجرها خالی می شود، آجر لق می شود و سرانجام می افتد. در اثر افتادن آجرها، از حجم دیوار و در نتیجه از مقاومت آن کاسته می شود، یا در صورت بروز آتش سوزی آجر پوسته پوسته می شود و ترک می خورد. ریختن آب سرد به هنگام خاموش کردن آتش خود باعث خنک شدن ناگهانی آجر کاری و صدمات بیشتر به آن می گردد.

### ۶ - ۲ نگهداری و بهسازی

در ساختمان های بنایی، عملیات نگهداری را می توان به شرح زیر خلاصه کرد :

- بازدید و کنترل سیستم های آب و فاضلاب و برق
  - نظافت و تخلیه مواد زائد از کلیه سطوح و شست و شوی آلودگی ها
  - بازدید و کنترل سیستم های عایق کاری و رطوبتی
- ممانعت از ضربه زدن به سیستم سازه ای 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 معمولاً 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 در معرض 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.

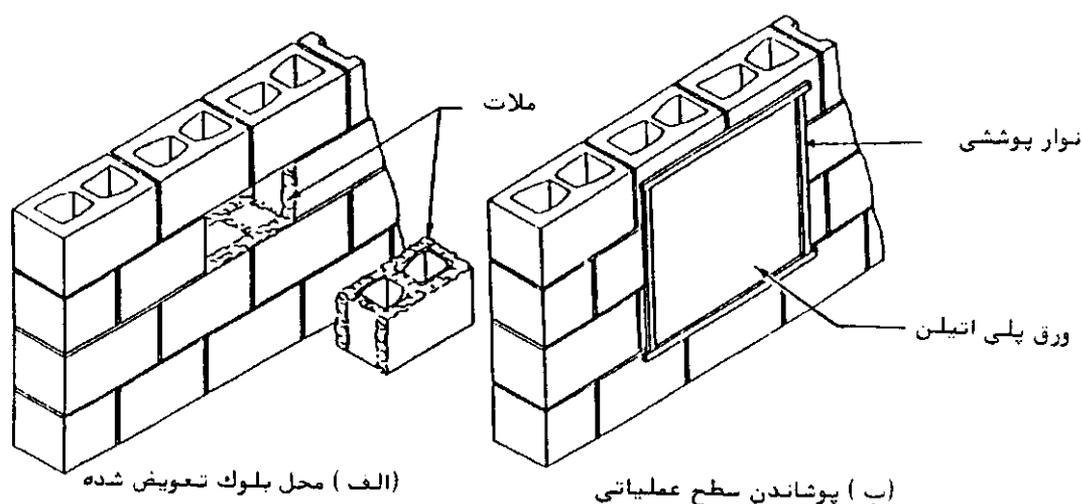
بنابراین، بهسازی سازه های بنایی می تواند به صورت جزئی یا کلی پدیدار شود. بهسازی جزئی شامل جایگزین کردن یک بلوک بنایی، ریختن دوباره ملات یک بند افقی یا قائم، پر کردن ترک ایجاد شده و مانند آن باشد.

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. مثلاً اگر آسیب وارد به یک دیوار ناشی از فشار بیش از حد به آن باشد، احتمالاً 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 مثلاً 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 بلوک‌ها کاملاً 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 ۶-۱).



شکل ۶ - ۱ : جایگزینی یک بلوک بنایی

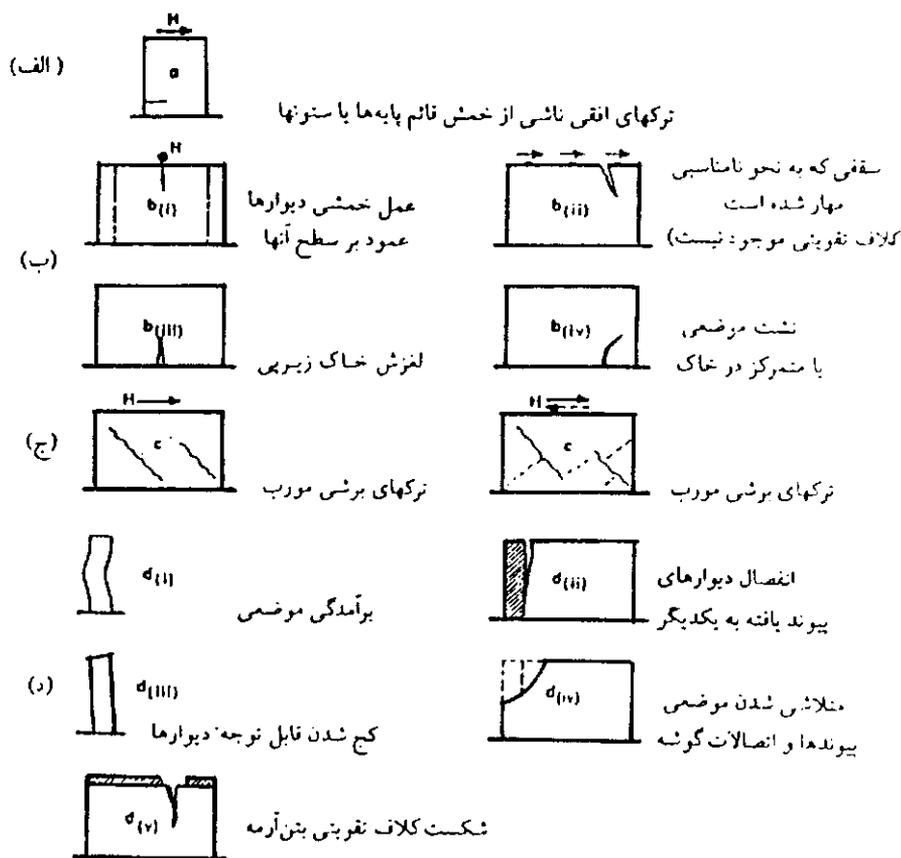
بهسازی اساسی یک ستون یا یک دیوار را باید از مرحله تخریب آغاز کرده و سپس بلوک‌ها را جایگزین نمود. روش کار در مورد دیوارهایی که از هر دو طرف یا فقط از یک طرف قابل دسترسی باشند می‌تواند متفاوت باشد. جزئیات اجرایی این بهسازی‌ها در فصل ۲۴ نشریه شماره ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه به تفصیل شرح داده شده است.

به جز موارد ذکر شده بهسازی و اصلاح نمای آجری و عایق کاری، بهسازی عایق پشت بام و سرویس‌ها، تخریب و اصلاح پوشش سقف‌های شیب‌دار، بهسازی فرش کف حیاط‌ها و حیاط خلوت‌ها، بهسازی فرش کف اتاق‌ها و سرویس‌ها، اصلاح پله‌ها و اصلاح کاشی‌کاری‌ها از جمله عملیات بهسازی ساختمان‌ها هستند که برای جزئیات اجرایی آنها می‌توان از روش‌های ارائه شده در نشریه شماره ۵۵ د. ت. سازمان برنامه و بودجه (فصل ۲۴) رجوع کرد.

در قسمت‌های بعدی برخی از انواع خرابی‌ها و روش‌های مرمت آنها به اختصار توضیح داده خواهد شد.

### ۶ - ۳ آسیب‌های ناشی از زلزله

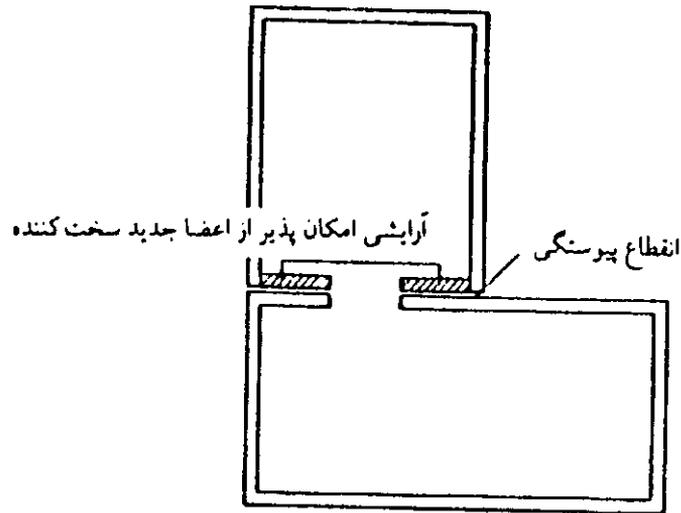
خرابی‌های ناشی از زلزله را می‌توان به صورتی که در شکل (۶-۲) نشان داده شده است طبقه بندی کرد :



شکل (۶-۲) : طبقه بندی آسیب‌ها در سازه‌های 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 (۶-۳).



شکل (۶-۳) : جداسازی ساختمان‌ها از یکدیگر

### ۶ - ۳ - ۱ ترک خوردگی های جزئی

در صورتی که ترک‌های واقع بر روی دیوار به عرض چند میلیمتر و نسبتاً 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 می‌باشد :

- برداشتن اندود از سطح عریضی در اطراف ترک‌ها
- عریض نمودن ترک‌ها (شکستن موضعی آجرها)
- سمباده زنی شدید ترک‌ها 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

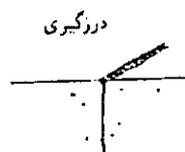
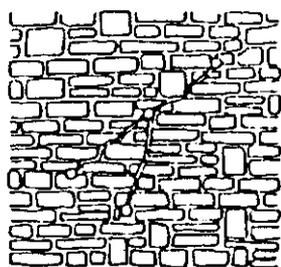
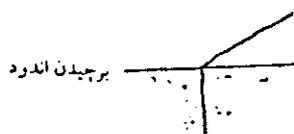
به عنوان روشی دیگر، بعد از تسطیح سطوح خارجی اتصالات و قبل از ایجاد اندود نهایی، با استفاده از وصله های فولادی که در داخل اتصالات دیوار جای داده می شوند، می توان یک توری سیمی یا شبکه مشبک بر روی دیوار قرار داد.

ب - تعمیر دیوارهای با ضخامت زیاد (آجرهای تو پر و محکم). در این 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 اولتین 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 بر روی آن) کار تعمیر به پایان می رسد، شکل

(۶-۴).



حفر سوراخها و جای دادن لوله های کوچک درزگیری

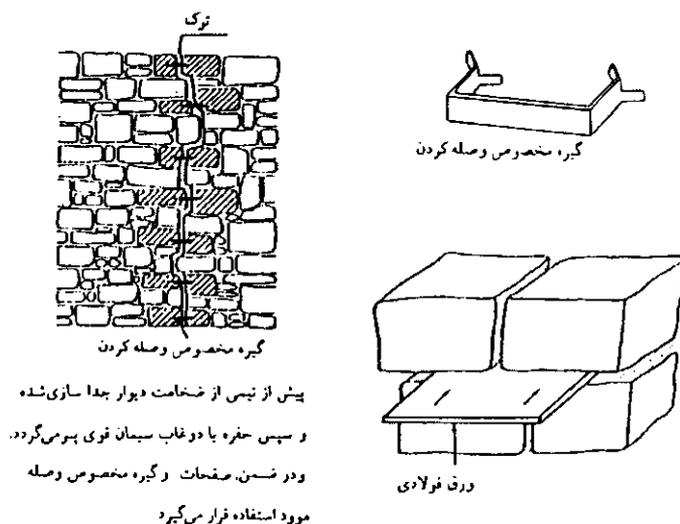
نشستو با آب و درزگیری ترکها با خمیر سیمان

شکل (۶-۴) : درزگیری ترک ها با خمیر سیمان



### ۶ - ۳ - ۲ 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 (۵-۶).

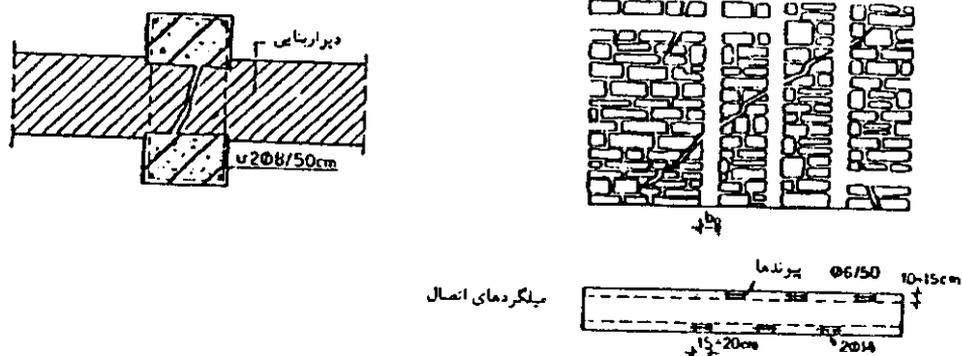


شکل (۵-۶) : ترمیم با ورق فولادی

### ۶ - ۳ - ۳ ترک های مورب با پهنای بزرگ و با گستردگی نسبتاً 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  $\Phi$  ۲ و تنگ های ۶  $\Phi$  دو عدد در متر) پر می شود، شکل (۶-۶).



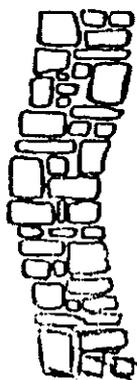


میلگردهای اتصال

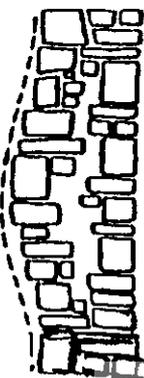
شکل (۶-۶) : روش کلاف‌های باریک موضعی

### ۶ - ۳ - ۴ برآمدگی‌های 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 در یک 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 قالب‌بندی باشد می‌توان 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 حفره‌ها استفاده نمود، شکل (۶-۷).



غیرقابل ترمیم



قابل ترمیم



دیوار بازسازی می‌گردد و حفره با دوغاب سیمان پر می‌شود

شکل (۶-۷) : ترمیم برآمدگی‌های موضعی دیوار

### ۶ - ۳ - ۵ آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار

اگر گوشه دو دیوار فرو ریزد، برای ترمیم آن مراحل زیر باید انجام گیرد : شکل (۸-۶).

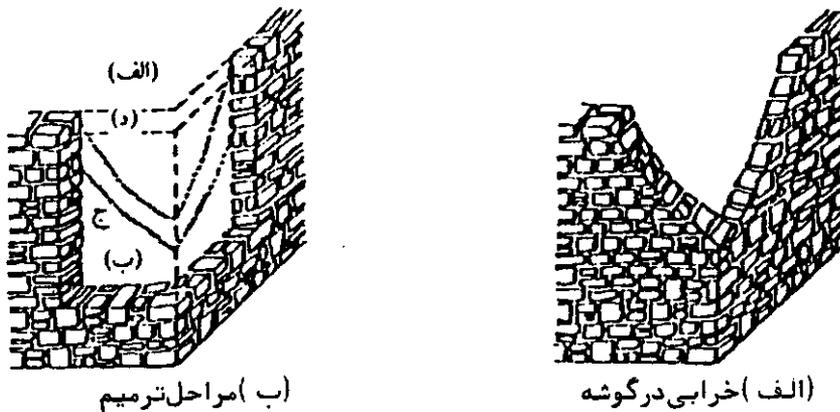
الف - برچیدن تمام یا قسمتی از سقف (یا تقویت مناسب)

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 آرماتور  $4\Phi 16$  و

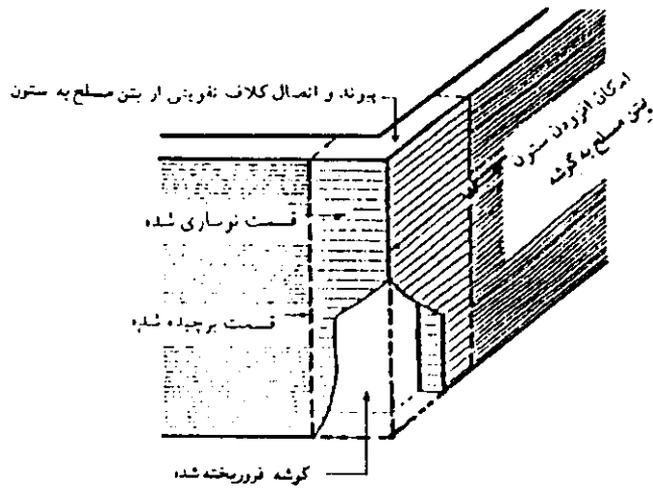
خاموت های به قطر ۶ میلیمتر و به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر



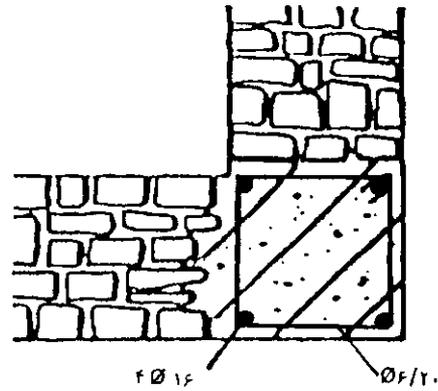
شکل (۸-۶) : ترمیم آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار با کلاف افقی

می توان گوشه دو دیوار را به کمک یک کلاف قائم از جنس بتن مسلح مطابق شکل (۹-۶) به یکدیگر دوخت .





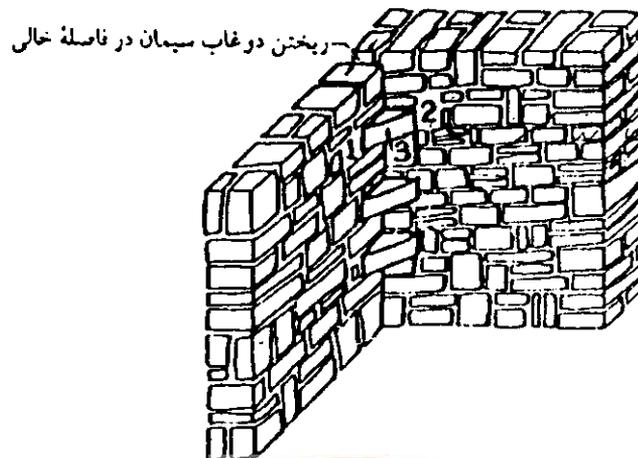
(ت) نمای کار



(پ) کلاف بتنی قائم

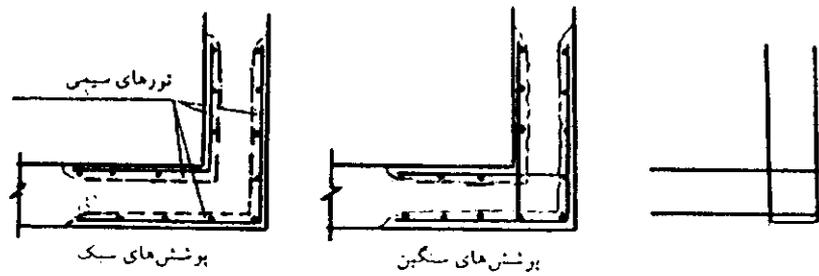
شکل (۶-۹) ترمیم آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار با کلاف قائم

اگر دیوارهای سنگی متصل به یکدیگر در اثر آسیب وارده از یکدیگر جدا شوند، شماری از سنگ‌ها (مثلاً ۱ و ۲ و ۳) در شکل (۶-۱۰) برداشته شده و به جای آن سنگ‌های جدید یا آجر قرار داده می‌شود. سنگ شماره ۳ که در دو دیوار مشترک است، به تعداد دو عدد در متر قرار داده می‌شود. سپس شکاف‌های ایجاد شده مابین دو دیوار با دوغاب سیمان پر مایه درزبندی می‌شود. در صورت لزوم از کلاف قائم بتن مسلح استفاده خواهد شد. کلاف بتنی می‌تواند به شکل (۶-۱۱) باشد.

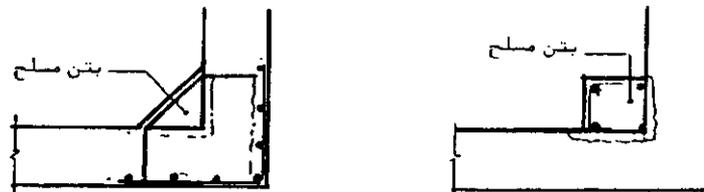


شکل (۶-۱۰) : ترمیم آسیب دیدگی در گوشه دو دیوار سنگی



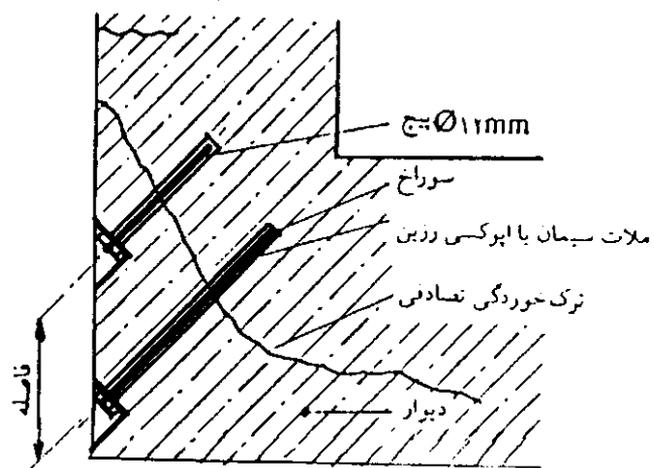


(دوغاب سیمان پرمایه یا بتن بسیار ریزدانه یا بتن پاشیده شده)



شکل (۶-۱۱) : انواع کلاف‌های بتنی

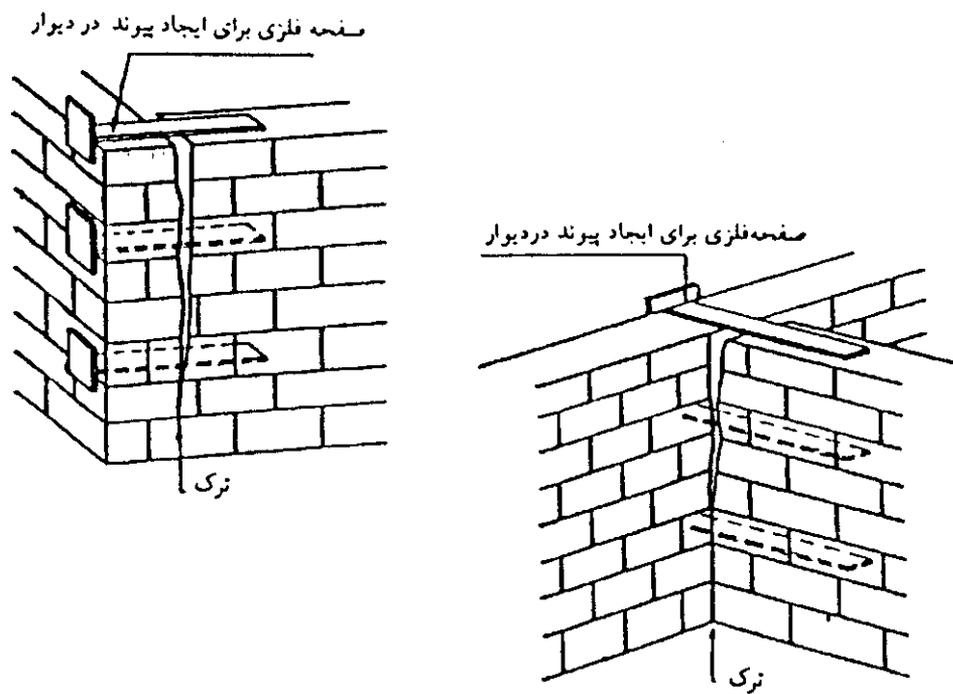
اگر ترک خوردگی تصادفی به وجود آید جزئیاتی مطابق شکل (۶-۱۲) را می‌توان اجرا کرد.



شکل (۶-۱۲) : پیوند گوشه با ترک خوردگی تصادفی



همچنین می‌توان از صفحات فلزی برای پیوند گوشه‌ها استفاده نمود. در شکل (۶-۱۳) نمونه‌هایی از این روش نشان داده شده است.

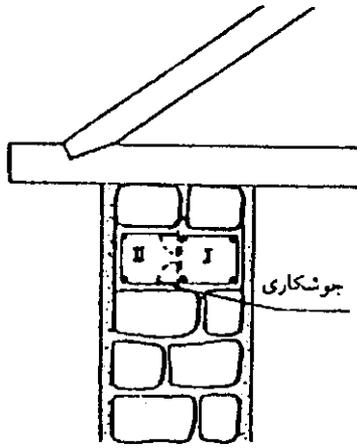
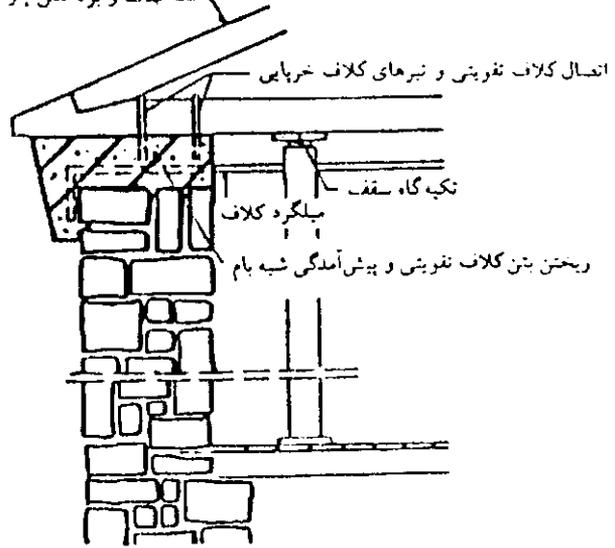


شکل (۶-۱۳) : استفاده از صفحات فلزی برای پیوند گوشه‌های آسیب دیده

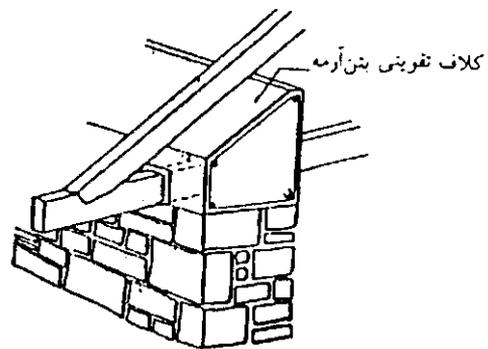
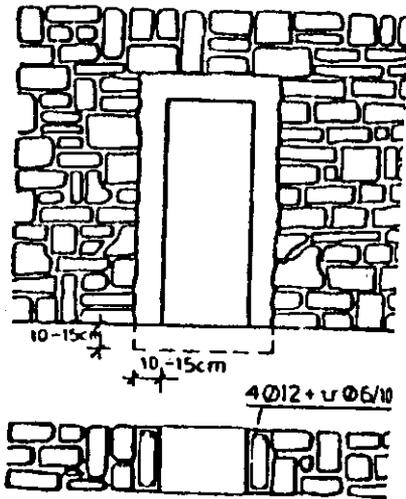
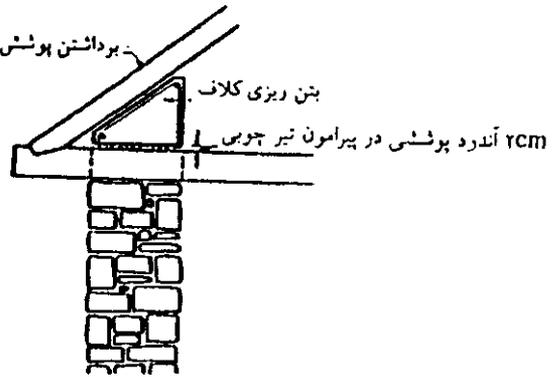
در شکل (۶-۱۴) : چند نمونه از بازسازی نعل درگاهی‌ها و کلاف‌های بام دیده می‌شود.



حذف و برداشتن پوشش



برداشتن پوشش



شکل ( ۶-۱۴ ) بازسازی نعل درگاهی ها و کلاف های بام





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## فصل هفتم - ارزیابی فنی و اجرایی

### ۷ - ۱ مقدمه

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.

در این 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 با مصالح 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 معمولاً از ساختمان‌های مشابه بتنی یا فولادی آن ارزان‌تر 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.

- معمولاً 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 ساختمان‌های کوتاه با مصالح بنایی است. در مقایسه با سازه‌های فولادی و بتنی، گرچه مثلاً 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 بر آن باید توجه کرد که طی زمان برپایی قاب فولادی یا بتنی، تقریباً هیچ کار مهم دیگری را نمی‌توان انجام داد. امری که در مورد سازه‌های با مصالح بنایی که طی ساخت آن دیگر تخصص‌ها نیز می‌توانند کار خود را انجام دهند صدق نمی‌کند. مثلاً یک دیوار با مصالح بنایی را می‌توان در یک روز به پایان رسانید و تقریباً بلافاصله بار سقف را روی آن قرار داد.

#### - زیبایی

به علت تناسب 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 به ویژه 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 با مصالح 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 در مصرف انرژی

بیش از نیمی از انرژی مصرفی در اغلب کشورهای صنعتی به ویژه در حال توسعه، صرف ساختمان‌های در هنگام ساخت و بهره برداری می‌شود. از این مقدار سهم عمده متعلق به زمان بهره‌برداری 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 نگه‌داری

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 در این سیستم به مراتب کمتر از موارد مشابه در سایر سازه‌ها است.

### - سهولت ترکیب با دیگر مصالح

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 این‌گونه مصالح در بسیاری از مناطق کشور است و می‌توان آنها را به راحتی انبار کرد. با استفاده از امکانات ترابری امروزی می‌توان پاسخگوی نیازهای انبوه در اقصی نقاط کشور بود و خدمات وارده به مصالح را به حداقل رسانید. بناهای ماهر رانیز می‌توان در اغلب نقاط کشور پیدا نمود و با تشریح نیازها در کارگاه



می‌توان تقریباً 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 و تنوع 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 زمینه وجود دارد تا بتوان از به کارگیری نادرست مصالح جلوگیری کرد و صرفه‌جویی و کارایی 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 می‌شود 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 سیستم در مقایسه با سازه‌های اسکلتی از نکات ضعف آن است که ضمن تضعیف اتصالات امکان تفکیک سازه‌ای بنا را مانع می‌شود.

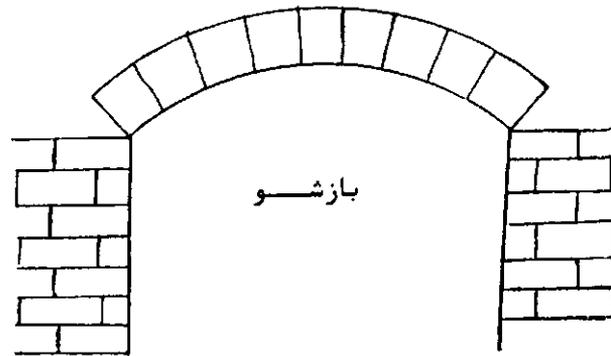


## - غیر اقتصادی بودن اجراء

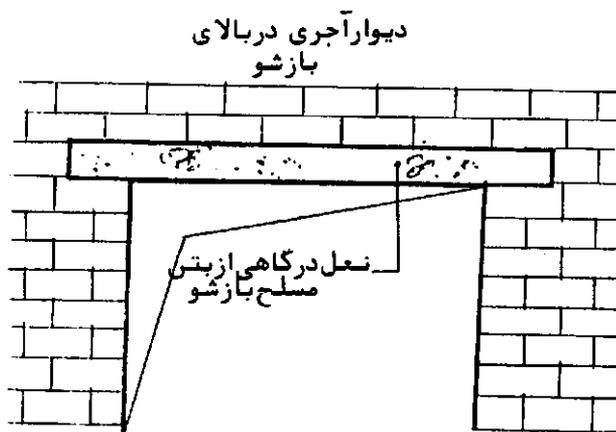
با توجه به ارزش فزاینده منابع طبیعی و منابع انسانی اجرای ساختمان‌های بنایی به ویژه در تولید انبوه از تکنولوژی مطلوبی برخوردار نیست، از این رو در ساخت و سازهای وسیع هزینه‌های غیرمستقیم مانند ارزش اراضی و نیروی کار ماهر بسیار افزایش نشان خواهد داد.

## - 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 (۱-۷).



طاق قوس‌دار با مصالح بنایی



شکل (۱-۷) : اجرای بازشوهای بزرگ



## ۷ - ۳ مقایسه مصالح بنایی با بتن و فولاد

مستقل از سازه‌های استثنایی مانند سدها و پل‌های با دهانه‌های بزرگ که طراحی و اجرای آنها نیاز به دانش و تکنیک‌های ویژه دارند و امروزه نمی‌توان از مصالح بنایی در این نوع سازه‌ها استفاده نمود، در مورد ساختمان‌های متداول به سختی می‌توان مقایسه‌ای در مورد به کارگیری مصالح بنایی، بتن یا فولاد ارائه نمود، زیرا کمتر اتفاق می‌افتد 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 نسبتاً آسان به مصالح بنایی و بنا در هر کجای این کشور، بهای واحد آن که کمتر دستخوش تغییرات اقتصادی قرار می‌گیرد، مقاومت خوب آن در برابر حرارت و برودت، صوت و آتش سوزی، پایداری، نیاز به هزینه بسیار کم نگهداری و سرانجام جنبه زیبایی آن، این روش را در بسیاری از ساختمان‌های متداول نسبت به سایرین ارجح می‌سازد.





 omoorepeyman.ir

## 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- ساختمان‌های مسکونی مقاوم در برابر زلزله، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۰
- ۴- مرمت و تقویت سازه‌های 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
- ۶- آئین نامه طرح ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۶۶
- ۷- طرح و محاسبات ایستایی (جلد اول)، آرک مگردیچیان
- ۸- ساختمان سازی، رابین بری، ترجمه اردشیر اطیابی، تهران ۱۳۷۱
- ۹- اتصالات در سازه‌های فولادی، مترجمین شاهپور طاحوتی و امیر پیمان زندی
- ۱۰- آئین نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله، شماره استاندارد ۲۸۰۰، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۸۲، بهمن ۱۳۶۶.
- ۱۱- مهندسی زلزله، تالیف دکتر حجت اله عادلی، ۱۳۷۲.
- ۱۲- طراحی سازه‌های فولادی تحت اثر زلزله، دوره کوتاه مدت تخصصی مهندسی زلزله موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، اسفندماه ۱۳۷۱.
- ۱۳- تیرچه‌های پیش ساخته خریایی، 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 خوردگی، نشریه شماره ۷۱، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، سازمان برنامه و بودجه، مرداد ۱۳۵۶.
- ۱۵- آجرهای رسی، استاندارد شماره ۷ ایران (۱۳۵۷)
- ۱۶- تهیه و کاربرد ملات‌های بنایی. بخش اول: ملات‌های ماسه سیمان باتارد، استاندارد شماره ۲۰-۱ ایران (۱۳۵۱)
- ۱۷- بلوک‌های سیمانی، استاندارد شماره ۷۰ ایران (۱۳۴۴)
- ۱۸- ملات‌های بنایی، استاندارد شماره ۷۰۶ 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 اطمیابی (۱۳۷۳)
- ۲۴- ساختمان سازی، رایین بری، ترجمه اردشیر اطمیابی (۱۳۷۱)
- ۲۵- دیوارهای سنگی، نشریه شماره ۹۰ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه (۱۳۶۲)
- ۲۶- جزئیات معماری ساختمان های 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 اطمیابی (۱۳۶۹)
- ۲۹- سیمان بنایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (۱۳۶۶)
- ۳۰- ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن زمینی، نشریه های 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 آگاهی نامه، سال اول شماره ۱ شهریور ۱۳۷۳
- ۳۶- محافظت ساختمان در برابر حریق، د. ت. چاپ دوم (۱۳۶۸)
- ۳۷- آمادگی ها و پیش بینی های لازم در نقاط زلزله خیز، روزنامه کیهان (تیر ۱۳۶۹)
- ۳۸- روزنامه اطلاعات (مرداد ۱۳۶۹)
- ۳۹- آموخته هایی از زلزله ارمنستان : گزارش انجمن ایرانی مهندسان محاسب ساختمان (۱۳۷۰)
- ۴۰- توصیه های بین المللی برای طرح و اجرای سازه های بنایی غیرمسلح و مسلح : مرکز تحقیقات مسکن (مرداد ۱۳۷۰)



- ۴۱- زلزله و ساختمان های متداول، شریف آبادی، مرکز تحقیقات مسکن (مرداد ۱۳۷۰)
- ۴۲- تعمیر و نگهداری 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 Evaluation Handbook , 1990
- 50 - A. Teague and J. Crosswell , Contemporary Construction Technology level 1 , 1989.
- 51 - B.S. Taranath , Structural Analysis & Design of Tall 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 to reinforced 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 Jersey 07632 , 1986
- 58 - R.F. Warner , Reinforced Concrete , Pitman Australia 1982
- 59 - R. Chudly , Buildings , 5th impression 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 Wiley & Sons , 1977
- 64 - Strengthening of Existing Structure , part I & II , PCA , 1988
- 65 - J. Ambrose , 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 & Row , 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 Building 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 Tall 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 Resistant Non Engineered Construction , The International Association for Earthquake Engineering (1986)
- 94 - The Seismic Design Handbook F. Naeim (1989)
- 95 - Simplified Building Design for Wind 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 assimilés
- 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



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## مقدمه :

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 کارایی 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 و اجرا شود. از این رو ایستایی و استحکام ساختمان برخلاف گذشته تنها تعیین کننده طول عمر بنا 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 بهره‌برداری است. کارایی 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. در این 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، به گونه‌ای که بالاخره مسکن کارایی 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. در این سیستم "عملکرد بنا" در تعیین معیارهای طراحی اجرا و جزئیات 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

شماره صفحه

عنوان

### مقدمه

- ۱-۵ تغییر و تحولات فنی و تکنولوژی ساختمان سازی در ایران
- ۱-۵ ۱- ساختمان سازی تا اواخر دوره قاجاریه
- ۳-۵ ۲- ساختمان سازی بین سالهای ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰
- ۴-۵ ۳- ساختمان سازی پس از جنگ جهانی دوم تا سالهای ۱۳۴۷
- ۶-۵ ۴- ساختمان سازی بین سالهای ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۷
- ۸-۵ ۵- ساختمان سازی پس از انقلاب اسلامی
- ۱۰-۵ ۶- جمع بندی

### فصل اول - ساختمان های صنعتی

- ۱۲-۵ ۱- معیارهای پایایی و استحکام
- ۱۴-۵ ۲- اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات
- ۱۴-۵ ۱-۲ نگهداری
- ۱۴-۵ ۲-۲ تعمیرات و مرمت
- ۱۴-۵ ۱-۲-۲ نوسازی و مرمت پوشش بام و عایق کاری های آن
- ۱۵-۵ ۲-۲-۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه
- ۱۵-۵ ۳-۲-۲ نوسازی، جابجایی دیوارهای داخلی و مرمت سقف
- ۴-۲-۲ نوسازی و مرمت درها، پنجره ها، نورگیرهای سقفی و تعویض شیشه های شکسته و کدر
- ۱۵-۵ ۵-۲-۲ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب وفاضلاب
- ۱۵-۵ ۶-۲-۲ تاسیسات مربوط به برق و سیستم های گرمایشی، سرمایشی و تهویه
- ۱۶-۵



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱۶-۵	۷-۲-۲ تجهیزات و وسایل بهداشتی
۱۶-۵	۸-۲-۲ نوسازی و انجام تغییرات در کف ها
۱۶-۵	۹-۲-۲ نوسازی و انجام تغییرات کلی در واحد صنعتی
۱۶-۵	۳-۲ هزینه های نگهداری و تعمیرات
۱۷-۵	۱-۳-۲ عمر ساختمان
۱۷-۵	۲-۳-۲ عملکرد و تکنولوژی
۱۷-۵	۳-۳-۲ سیستم مدیریت و اداره ساختمان
۱۸-۵	۴-۳-۲ اندازه و کالبد ساختمان
۱۸-۵	۵-۳-۲ شرایط محیطی و اقلیم
۱۸-۵	۴-۲ زمان بندی انجام دوره های نگهداری و تعمیرات
۲۰-۵	۳- اصول و مبانی ایمنی
۲۰-۵	۱-۳ ایمنی ساختاری
۲۲-۵	۲-۳ ایمنی در برابر زلزله
۲۳-۵	۳-۳ ایمنی در برابر حریق
۲۷-۵	۴- محیط زیست و بهداشت ساختمان
۲۷-۵	۱-۴ عایق کاری رطوبتی
۲۹-۵	۲-۴ عایق کاری حرارتی
۳۰-۵	۳-۴ عایق های صوتی
۳۱-۵	۴-۴ بهداشت فضاهای عمومی
۳۳-۵	۵-۴ نازک کاری ها
۳۳-۵	۶-۴ ملاحظات همسایگی
۳۴-۵	۷-۴ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم
۳۶-۵	۵- ارزیابی اقتصادی



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۳۶-۵	۱-۵ هزینه های ثابت
۳۶-۵	۲-۵ هزینه های متغیر
۳۷-۵	۳-۵ سرمایه در گردش
۳۷-۵	۴-۵ کل هزینه طرح
۴۰-۵	<b>فصل دوم - ساختمان های اداری</b>
۴۰-۵	۱- معیارهای پایایی و استحکام
۴۲-۵	۲- اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات
۴۲-۵	۱-۲ نگهداری
۴۲-۵	۲-۲ تعمیرات و مرمت
۴۲-۵	۱-۲-۲ نوسازی و مرمت پوشش بام و عایق کاری های آن
۴۳-۵	۲-۲-۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه
۴۳-۵	۳-۲-۲ نوسازی و مرمت دیوارهای داخلی (غیرباربر) و مرمت سقف ها
۴۳-۵	۴-۲-۲ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی و تعویض شیشه های شکسته و کدر
۴۴-۵	۵-۲-۲ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب و فاضلاب
۴۴-۵	۶-۲-۲ تاسیسات مربوط به برق و سیستم های گرمایشی و سرمایشی و تهویه
۴۵-۵	۷-۲-۲ تجهیزات و وسایل بهداشتی
۴۵-۵	۸-۲-۲ نوسازی و انجام تغییرات کلی در کف ها
۴۶-۵	۹-۲-۲ نوسازی و انجام تغییرات کلی در ساختمان های اداری
۴۵-۵	۳-۲ زمان بندی انجام دوره های نگهداری و تعمیرات
۴۷-۵	۳- اصول و مبانی ایمنی



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۴۷-۵	۱-۳ ایمنی ساختاری
۴۸-۵	۲-۳ ایمنی از حریق
۴۹-۵	۳-۳ ایمنی در برابر زلزله
۵۱-۵	۴- محیط زیست و بهداشت ساختمان
۵۱-۵	۱-۴ عایق کاری رطوبتی
۵۲-۵	۲-۴ عایق کاری حرارتی
۵۲-۵	۳-۴ عایق صوتی
۵۳-۵	۴-۴ بهداشت فضاهای عمومی
۵۳-۵	۵-۴ نازک کاری ها
۵۵-۵	۶-۴ ملاحظات همسایگی
۵۵-۵	۷-۴ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم
۵۶-۵	۵- ارزیابی اقتصادی و فرهنگی
۵۶-۵	۱-۵ ارزیابی اقتصادی ساختمان های اداری
۵۶-۵	۱-۱-۵ هزینه ساخت (سرمایه اولیه)
۵۸-۵	۲-۱-۵ هزینه های نگهداری و تعمیرات
۵۹-۵	۲-۵ ارزیابی فرهنگی و اجتماعی
۵۹-۵	۱-۲-۵ پایایی یا عمرینا
۶۰-۵	۲-۲-۵ تکنولوژی و ساختمان اداری
۶۲-۵	فصل سوم - ساختمان های مسکونی
۶۲-۵	۱- معیارهای پایایی و استحکام
۶۷-۵	۲- اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات مسکن
۶۷-۵	۱-۲ نگهداری



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۶۷-۵	۲-۲ تعمیرات و مرمت
۶۷-۵	۱-۲-۲ نوسازی و مرمت پوشش های بام و عایق کاری ها
۶۸-۵	۲-۲-۲ نوسازی و مرمت نماها، ورودی ها و محوطه
۶۸-۵	۳-۲-۲ نوسازی و مرمت دیوارهای داخلی (غیرباربر) و مرمت سقف ها
۶۸-۵	۴-۲-۲ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی تعویض شیشه های شکسته و کدر
۶۹-۵	۵-۲-۲ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب وفاضلاب
۶۹-۵	۶-۲-۲ تاسیسات مربوط به برق و سیستم های گرمایشی و سرمایشی و تهویه
۶۹-۵	۷-۲-۲ تجهیزات و وسایل بهداشتی
۶۹-۵	۸-۲-۲ نوسازی و انجام تغییرات در کف ها
۷۰-۵	۹-۲-۲ نوسازی و انجام تغییرات کلی در مسکن
۷۰-۵	۳-۲ زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات
۷۱-۵	۳- اصول و مبانی ایمنی
۷۱-۵	۱-۳ ایمنی ساختاری
۷۴-۵	۲-۳ ایمنی از حریق
۷۵-۵	۳-۳ ایمنی در برابر زلزله
۷۷-۵	۴- محیط زیست و بهداشت ساختمان
۷۷-۵	۱-۴ عایق کاری رطوبتی
۷۹-۵	۲-۴ عایق کاری حرارتی
۸۰-۵	۳-۴ عایق های صوتی
۸۱-۵	۴-۴ بهداشت فضاهای ویژه
۸۳-۵	۵-۴ نازک کاری ها



## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۸۳-۵	۶-۴ ملاحظات همسایگی
۸۵-۵	۷-۴ حشرات و جانوران و گیاهان مزاحم
۸۶-۵	۵- ارزیابی اقتصادی و فرهنگی
۸۶-۵	۱-۵ ارزیابی اقتصادی
۸۶-۵	۱-۱-۵ هزینه ساخت (سرمایه اولیه)
۸۷-۵	۲-۱-۵ پایایی یا عمر واحدهای مسکونی
۸۸-۵	۳-۱-۵ هزینه های نگهداری و تعمیرات
۹۰-۵	۲-۵ ارزیابی اجتماعی و فرهنگی
۹۰-۵	۱-۲-۵ پایایی یا عمر بنا
۹۰-۵	۲-۲-۵ تغییر و تحولات اجتماعی و سیستم های نوین زندگی
۹۱-۵	۳-۲-۵ تکنولوژی و مسکن

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 در حدود 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 دوره 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

در این دوره، اجرای ساختمان و تولید مصالح به روش " درجا " بود. ساختمان ها توسط معماران تجریمی 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 بر مبنای نیروهای فشاری عمل می کنند مانند، سقف های طاقی و گنبدی استوار بود. در اواخر دوره، به ندرت خرپاهای چوبی با پوشش شیروانی به کار گرفته شد.

## - مصالح

مصالح ساختمانی در این دوره محدود به گل، آهک و چوب بود که در اواخر دوره، آجر پخته دستی و تیر آهن با نسبت بسیار ناچیز به این مجموعه اضافه شد.

## - جزئیات ساختمانی

جزئیات ساختمانی در این 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 کاملاً 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 در این 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 بطنی آغاز می شد.

#### - سیستم سازه ای و ایستایی بنا

در این دوره ایستایی بناها هنوز بر روی 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 بر اساس تیر و ستون و یا در ترکیب با سازه بنایی بود.

#### - مصالح

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 در این دوره عموماً ادامه روال گذشته است مگر کاربرد مصالح نوین در بناهای دولتی و کارخانه‌های مهم که جزئیات اجرایی آن به صورت آماده وارد کشور می‌شد. در این دوره جزئیات ساختمانی به سبب تکرار دقیق نمونه‌های خارجی نسبتاً به صورت مطلوبی اجرا شده است.

## ۳ - ساختمان سازی پس از جنگ جهانی دوم تا سالهای ۱۳۴۷

طی این سالها با اجرای برنامه‌های 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 ساختمان‌های نوساز دگرگون شد. مشخصات عمومی ابنیه در این دوره به شرح زیر بود:

## - تکنولوژی و شیوه‌های ساخت

شیوه‌های نوین ساخت و ساز در این دوره ناشی از ورود مهندسان مشاور خارجی و مهندسان ایرانی فارغ‌التحصیل خارج و مهندسان تحصیل کرده داخل کشور بود. در این دوره ساختمان‌های مهم خدماتی و کارخانه‌ها دارای نقشه و مدارک فنی مربوط به محاسبات و برآورد بود و مناقصه و سیستم پیمانکاری نیز در این 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 گونه‌ای که جدایی مصالح سازه‌ای از مصالح پرکننده را سبب گردید. در این دوره "سیستم اسکلتی" به طور مشخص شکل می‌گیرد و به بخش خصوصی نیز نفوذ می‌کند.

صنعتی شدن تولید مصالح ساختمانی و کاربرد آهن آلات و بهره‌برداری از سیستم‌های 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 می‌شود و زمان اجرا نسبت به گذشته بسیار کوتاه می‌گردد. سیستم برپایی اسکلت و عملیات ساختمانی در این دوره هنوز به صورت درجا و در محل کارگاه انجام می‌شد.

## - 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 ضریبی، پوشش متداول دوره گذشته در ساختمان های این دوره نیز به طور فراگیر مورد استفاده قرار می گرفت.

## - مصالح

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 در این سطح دستخوش تغییر و دگرگونی شدید کرد. متأسفانه نبود فعالیت تحقیقاتی در تهیه 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 در این 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 واسطه‌ای و سرمایه‌ای را تولید می‌کرد در این دوره مورد توجه قرار گرفت. مشخصات عمومی ساختمان این دوره به شرح زیر بود:

##### - تکنولوژی و شیوه‌های ساخت

در این دوره ساختمان‌های قابل توجهی توسط پیمانکاران و مهندسان ایرانی و در پاره‌ای از موارد با همکاری کارشناسان خارجی ساخته می‌شد، نهاد مهندسان مشاور شکل مطلوب‌تری بخود گرفته بود و غالب کارهای ساختمانی توسط این نهاد طراحی و در اجرا نظارت می‌شد. اجزای پیش‌ساخته ساختمان نظیر سقف‌ها، دیوارها، اسکلت، سقف‌های کاذب و... تولید و در اجرای ساختمان‌ها بکار برده می‌شد.

نشانه بارز این دوره تفکیک فعالیت ساخت و ساز به دو بخش " نصب " و " اجرا " بود. در بخش ساختمان‌های بنایی، شکل نوینی در حال شکل‌گیری و رشد بود که به سمت نیمه صنعتی شدن جهت‌گیری شده بود. در این سیستم هدف سازندگان تسهیل عملیات کارگاهی و به حداقل رساندن زمان ساخت با پیش‌بینی استحکام بیشتر برای بنا بود. در بخش ساختمان‌های اسکلتی نیز شیوه " دستی و درجا " به سیستم نیمه صنعتی و پیش‌ساختگی گرایش پیدا کرده بود. به گونه‌ای که استفاده از مواد و قطعات پیش‌ساخته به همراه نیروی انسانی متخصص و محاسبات دقیق‌تر فنی و مهندسی 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 در این دوره سازه‌های فلزی پیش‌ساخته، سقف‌های بتنی پیش‌ساخته و نیمه پیش‌ساخته مانند تیرچه و بلوک مورد استفاده قرار گرفت. در این دوره شرکت‌های مهندسان مشاور و پیمانکاران با تجهیز کادربندی تخصصی خود موفقیت‌های مطلوبی در طراحی، محاسبات و اجرا به دست آوردند.

طراحی و اجرای ساختمان‌های بلند مرتبه یا مجموعه‌های بزرگ با اسکلت فلزی و بتنی با بهره‌گیری مستقیم یا غیرمستقیم از دانش فنی غرب با استفاده از تکنیک‌های نوین مانند



سیستم‌های پیش‌تنیده توسط شرکت‌های ایرانی یا با ترکیب خارجی از فعالیت‌های چشم‌گیر این دوره بود. سازه‌های بادی و کابلی نیز تا حدودی به آزمایش درآمد و به تجربه سازندگان ایران افزوده شد.

در این دوره آئین‌نامه‌های مربوط به محاسبات سازه‌ای 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 شهرداری‌ها فعال‌تر شدند.

ناگفته نماند که همراه سیستم‌های سازه‌ای نسبتاً "پیشرفته، هنوز ساخت و سازه‌های سنتی به صورت دستی و درجا بدون محاسبات و بدون تهیه نقشه با درصد زیادی در حال اجرا بود.

## - مصالح

متأسفانه در این 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 گونه‌ای که ویژگی غالب این دوره به دگرگونی نماها و ظواهر ساختمان‌ها محدود شد. این تغییر کمی سطحی ناشی از رونق واردات مصالح نازک‌کاری و تزئینی نسبت به سایر مصالح بود. البته در این دوره تفکیک مصالح برحسب ویژگی کاربرد تاحدودی انجام و در طرح‌های بزرگ رعایت شد، به گونه‌ای که مصالح سازه‌ای، مصالح جداکننده (شامل انواع پانلها...)، مصالح پرکننده، مصالح عایق‌کاری، مصالح نماسازی، ... به طور مستقل به بازار عرضه شد.

در این دوره تدوین استانداردها و مشخصات فنی عمومی ابنیه تاحدودی کاربرد مصالح را در طرح‌های عمرانی تابع مقررات و ضوابط می‌کرد.

## - 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.

در این دوره منابع مرجع برای طراحی جزئیات ساختمانی غالباً "از مدارک فنی غرب بود که با شتاب فراوان انواع و اقسام جزئیات استخراج و به اجراء درمی‌آمد. از این رو طراحی جزئیات ساختمانی در این 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. تاکید بر افزایش درصد ساخت داخل در انعقاد قراردادهای خارجی از اصول این تفکر بود که در طرح‌ها پی‌گیری می‌شد. ساختمان‌هایی که در این 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 و حفاظت 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.

در این 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.

#### - مصالح

پس از انقلاب علیرغم وجود تحریم ها، جنگ و مشکلات اقتصادی مصالح و تجهیزات مورد نیاز ساختمان در حد محدودی تولید می شد. این روند تا سال ۱۳۶۱ ادامه داشت لیکن پس از آن



کارخانه‌ها تولید مواد ساختمانی فعال شده و واحدهای تازه‌ای نیز احداث شد. این کارخانه‌ها انواع شیشه‌های نما، کاشی، آجر، سیمان، مصالح سینتتیک، چسب و سایر محصولات ساختمانی را تولید می‌کنند به طوری که امروز می‌توان گفت، درصد بیشتری از مصالح ساختمانی و اجزاء آن در داخل کشور تولید می‌شود.

### - جزئیات ساختمانی

در این دوره به دلیل شتابی که در ترمیم خرابی‌ها و ساخت و ساز ابنیه شهری وجود داشت، به جزئیات ساختمانی کمتر توجه می‌شد. با این وجود همزمان فعالیت دفاتر تحقیقاتی به ویژه دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه چشم‌گیر بود و در این زمینه مدارک فنی مختلفی تدوین و انتشار پیدا کرد. البته با وجود تحریم اقتصادی و کمبودهای دوره‌ای مصالح منابع علمی فوق نمی‌توانست مؤثر باشد و به تناسب نارسایی‌های بازار مصالح، جزئیات ساختمانی دستخوش سلیقه‌های شخصی و محدودیت‌های بازار می‌شد. پس از دوره جنگ و با بهبود نسبی و رفع تنگناها و شکل‌گیری سیستم‌های نظارتی و تحرک بیشتر جامعه فنی کشور مانند نظام هندسی و شهرداری‌ها سبب ارتقاء کیفیت ساخت شد. ولی با این وجود در بخش مسکن به ویژه ساختمان‌هایی که از طریق تعاونی‌ها اجرا شده‌اند به جز تعداد معدودی بقیه هنوز از کیفیت ضعیف جزئیات ساختمانی برخوردار هستند.

### ۶ - جمع بندی

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 نسبتاً بطشی با تغییر جهت‌های پایه‌ای 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 بهره‌برداری، به جای انحصار یک نوع مصالح.

- روند تکاملی تفکیک نظام طراحی از نظام اجرایی، به جای معماران تجربی گذشته.



- روند بطنی تدوین استاندارد، آئین کاربرد، مشخصات فنی و سایر در برابر نبود اسناد و مدارک فنی.

- روند بطنی جایگزینی سیستم نصب به جای اجرای درجا.

- روند تکاملی سیستم‌های سازه‌ای و معماری با بهره‌برداری از امکانات تکنولوژیکی نوین.

- روند بطنی تغییر دیدگاه‌های 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. سیستم‌های 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 شاخص‌های 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 ساختمان‌های صنعتی از مواردی است که در ابتدای برنامه‌ریزی طرح و در محاسبات اقتصادی آن تعیین می‌شود. 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 پیش‌بینی شده باشد بررسی‌های مالی به واقعیت پیوسته و به اهداف تعیین شده خواهد رسید و در صورتی که عمر کارخانه کمتر از زمان پیش‌بینی شده، باشد از نظر اقتصادی طرح دارای مشکل خواهد بود. عوامل متعددی بر کاهش عمر ساختمان تأثیر می‌گذارد. این عوامل فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، اقتصادی و اجتماعی هستند که هر یک بنوعی و به مرور زمان از عمر ساختمان می‌کاهد.

عوامل فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و بیولوژیکی مکانیسم‌های فرسایشی هستند که توسط، پدیده‌های زیر باعث تخریب اجزا و مصالح ساختمان می‌شود.

- عوامل مکانیکی: مانند جاذبه و نیروی ثقل، نیروهای داخلی نظیر انبساط حرارتی و رطوبتی، زلزله، ارتعاشات ناشی از حرکت ماشین‌آلات و ترافیک و اصابت ضربه‌ها و باد و طوفان.  
- عوامل شیمیایی: مانند آب و هوا و انواع حلال‌های مایع، گاز و جامد شیمیایی مانند اسیدها، بازها، نمک‌ها.

- عوامل فیزیکی: مانند الکتروسیسته، نیروهای مغناطیسی، امواج نوری و خورشیدی و شوک‌های حرارتی.

- عوامل بیولوژیکی نیز مانند: انواع باکتری‌ها، گیاهان، حشرات و جانوران.  
غیر از عوامل فرسایشی که طی سالیان موجب کاهش توانایی اجزاء ساختمان و مصالح در



اجرای وظایف محوله‌شان می‌شود عوامل اقتصادی، اجتماعی و سوء مدیریت نیز در کوتاه شدن عمر ساختمان اثر می‌گذارد.

طی سالیان بهره‌برداری از کارخانه برای بالا بردن بهره‌وری و بهبود کمی و کیفی تولید که در اثر رقابت بین تولیدکنندگان و بهره‌گیری از تکنولوژی روز پیش خواهد آمد، تغییر در ساختمان‌ها ضروری خواهد شد. این تغییرات گاه از حد جابجایی فضاها تجاوز می‌کند و به نوسازی بخش‌هایی از کارخانه منجر می‌شود. این امر به مفهوم کوتاه شدن عمر مفید کارخانه از حد پیش‌بینی آن است و گاه هزینه‌های آن به دو تا سه برابر هزینه اولیه ساختمان می‌رسد.

توسعه شهرها و احاطه کارخانه‌ها بوسیله کاربری‌های شهری و مسکونی موجب خواهد شد که ضرورت‌های زیست محیطی و اجتماعی نوین تغییر و جابجایی واحدهای صنعتی را زودتر از موعد مقرر ضروری نماید و احتمالاً قبل از پایان عمر پیش‌بینی شده تخریب شود.

در بررسی‌هایی که از کارخانه‌های مختلف در کشورهای صنعتی بعمل آمده عمر کارخانه‌ها حدود ۵۰ سال در نظر گرفته می‌شود در طول این مدت تغییرات و اصلاحاتی در ساختمان‌ها بوجود می‌آید اگر هزینه این تغییرات و هزینه‌های نگهداری و جنبی معادل سرمایه‌گذاری اولیه ساختمان در زمان کوتاه باشد به گونه‌ای که خط تولید تعطیل نشود، هزینه‌ها 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 هزینه‌های سالیانه نخواهد داشت، دامنه عمر ۴۰ تا ۶۰ سال برای واحدهای صنعتی قابل پیش‌بینی است.



## ۲ - اصول و مبانی نگهداری و تعمیرات

نگهداری و حفاظت سیستماتیک ابنیه از عوامل بسیار مهم در کارایی و طول عمر یک واحد صنعتی است. مرمت و تعویض به موقع اجزاء فرسوده سبب خواهد شد که سایر اجزاء از کزند 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 توجه باشد.

نگهداری و تعمیرات دو فعالیت قابل تفکیک است که در ارتباط مستقیم با هم قرار دارند، به گونه ای که نقطه قوت هریک در دیگری قرار دارد. نگهداری یا حفاظت واحدهای مشابه در عملکرد و کالبد، فعالیتی است مستمر با دوره های مشخص و مساوی 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 و مرمت

تعمیرات و مرمت 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، ورودی ها و محوطه

این گونه اصلاحات و تغییرات حداکثر یک بار در طول عمر ساختمان پیش بینی می شود که شامل مرمت یا تغییر کامل نماها، نوسازی و یا تغییر محل ورودی ها و نوسازی محوطه، معابر و حصارکشی می شود.

## ۴ - ۲ - ۳ نوسازی، جابجایی دیوارهای داخلی و مرمت سقف

این گونه نوسازی و مرمت دوبار در طول عمر ساختمان پیش بینی می شود که برحسب تغییرات تکنولوژیکی در خطوط تولید انجام می گیرد. بطور کلی دیوارهای داخلی در واحدهای صنعتی باید قابلیت تغییر و جابجایی را داشته باشند. پوشش سقف ها نیز در تابعیت از سیستم دیوارها و فرسودگی سریع آن نسبت به سایر جداره ها باید نوسازی و مرمت شود.

## ۲ - ۲ - ۴ نوسازی و مرمت دزها، پنجره ها، نورگیرهای سقفی و تعویض

### شیشه های شکسته و کدر

انجام این اصلاحات هر ده سال یکبار قابل پیش بینی است. نوسازی موارد فوق علاوه بر این که تابع تغییرات تکنولوژیک خطوط تولید می شود، خود اجزاء نیز بمرور زمان مستهلک و فرسوده می شود که باید پیش بینی تعمیرات و تعویض هریک را در نظر گرفت.

## ۲ - ۲ - ۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب و فاضلاب

انجام این گونه تعمیرات دوبار در طول عمر ساختمان قابل پیش بینی است. با دقت و پیش بینی شرایط محیطی مساعد با سیستم های آبرسانی و فاضلاب باید زمان فوق را رعایت کرد. متأسفانه بعلت ضعف اجرا و صرفه جویی 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 - ۶ 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 مضافاً این که سرمایه نسبتاً 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 و آشپزخانه 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 و حفاظت 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 الزاماً 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 در کار 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 پیش‌بینی‌های لازم نرخ بهینه هزینه قابل محاسبه است.

## ۲ - ۳ - ۱ عمر ساختمان

عمر ساختمان یکی از عوامل مؤثر در تعیین هزینه‌های نگهداری و تعمیرات است به گونه‌ای که عمر طولانی‌تر خدمات نگهداری و حفاظت بیشتری را طلب می‌کند، متقابلاً تعداد و دامنه عملیات نوسازی و تعمیرات نیز سبب افزایش طول عمر خواهد شد. این نسبت مستقیم‌تأحد معینی که در بند ۴ شرح آن آمده است اعتبار دارد و در غیراین صورت هزینه‌ها 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 می‌آورد. 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 براین که زیر بناها را بتدریج کاهش می‌دهد، میزان استهلاک بنا را نیز به نسبت کمتر می‌کند. از این رو سیستم تکنولوژی بطور غیرمستقیم در میزان هزینه‌های 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 گونه‌ای که با تنظیم برنامه ویژه و تخصیص بودجه سالیانه و دراز مدت و اجرای منظم عملیات نوسازی و حفاظت، میزان هزینه‌ها، در طول عمر بنا بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند. مطابقت و سازگاری فعالیت‌ها با فضاهای مربوط به خود و شرایط کالبدی آنها یکی دیگر از عوامل کاهش هزینه‌ها است. امکان ارزیابی اقتصادی و برآورد مالی تغییرات تکنولوژیکی خطوط تولید بر روی ساختمان (قابل برآورد در طول عمر بنا) و ملاحظات بودجه بندی سالیانه، شرایط مناسب تصمیم‌گیری را برای دست‌اندرکاران فراهم خواهد کرد.



## ۲ - ۳ - ۴ اندازه و کالبد ساختمان

ابعاد و اندازه واحد صنعتی رابطه مستقیم با هزینه‌های نگهداری و تعمیرات ساختمان دارد. هر قدر سالن بزرگتر و با حجم زیادتر باشد، هزینه‌های 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 هزینه‌های نگهداری و تعمیرات است. مناطق سخت از نظر اقلیمی و شرایط محیطی، دشواری‌های متعددی ببار خواهد آورد که مقابله با آنها مستلزم صرف هزینه است. از این رو شرایط اقلیمی و محیطی یکی از عوامل تعیین کننده در انتخاب محل واحدهای صنعتی می‌تواند باشد.

## ۲ - ۴ زمان بندی انجام دوره‌های نگهداری و تعمیرات

دوره‌های 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 پیش‌بینی است.



## زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

جدول شماره ۱-۲

شرح عملیات	دوره های پیش بینی شده
ردیف های (۱-۲-۲) و (۲-۲-۲) و (۹-۲-۲)	یک بار در طول عمر ساختمان
ردیف های (۳-۲-۲) و (۵-۲-۲) و (۸-۲-۲)	دو بار در طول عمر ساختمان
ردیف های (۴-۲-۲) و (۶-۲-۲) و (۷-۲-۲)	هر ده سال یک بار
نقاشی و پرداخت های جداره های داخلی و خارجی، بازدید محل، نصب کلیه تجهیزات، وسایل و تزئینات واحد صنعتی	هر پنج سال یک بار
شستشو و نظافت دیوارها و سقف ها، شیشه های نورگیر سقفی نظافت حفاظ های سیستم روشنایی، بازدید تجهیزات و وسایل	دو بار در سال
بازدید و کنترل تاسیسات برق و مکانیک، بازدید و کنترل سیستم های حفاظتی و ایمنی، نظافت محوطه و خاکروبی، تمیز کردن شیشه های نما	بازدیدهای مستمر ماهیانه



### ۳ - اصول و مبانی ایمنی

#### ۳ - ۱ ایمنی ساختاری

ایمنی ساختاری در کارخانه‌ها 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 می‌شود. رعایت نکات و اصول ایمنی در بهره‌برداری از ماشین‌آلات بخش عمده ایمنی را تأمین می‌کند لیکن جزئیات ساختمانی نیز می‌تواند عوامل خطرسازی را ایجاد نماید که توجه به آنها نیز در تأمین ایمنی بیشتر تأثیر عمده خواهد داشت. این عوامل خطرساز می‌توانند شامل موارد زیر باشد:

- لغزندگی

- تیزی‌ها

- برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌ها

- دستگیره‌ها و بازوها

- شیشه‌ها

- پرتگاه‌ها

#### - لغزندگی

این موضوع به خصوص در کف‌سازی‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. جنس کف‌ها باید از موادی باشد که امکان سرخوردن کارگران به خصوص در بخش‌هایی که امکان روغن ریزی و پخش مواد لغزنده وجود دارد پیش نیاید. یکی از متداول‌ترین کف‌ها در کارخانجات کف‌های بتنی است که از زبری قابل قبولی برخوردار است لیکن نحوه اجرای این کف‌ها نیز حائز اهمیت است که خیلی صیقلی نشده و از بافت زبری برخوردار باشد.

پوشش‌های اپوکسی با ضخامت و کیفیت‌های مختلف در کف واحدهایی که محیط کار نیاز به نظافت بیشتری دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد این لایه کف پوش علیرغم صیقلی بودن آن چندان لغزنده نیست. استفاده از کاشی کف یا سرامیک‌ها، به ویژه در صنایع غذایی و صنایعی که بهداشت محیط از اهمیت بیشتری برخوردار است، توصیه می‌شود. 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 می‌شود استفاده از ورق‌های آهنی آج‌دار یا موزانیک‌های چدنی که سطح آن از زبری

مطلوبی برخوردار باشد متداول است .

#### - تیزی ها

در ساختمان واحدهای صنعتی امکان دارد که به دلیل بزرگی ابعاد ساختمان یا به دلایل ظاهراً اقتصادی، در طراحی جزئیات یا اجرای ساختمان دقت لازم صورت نگرفته و زوایدی فلزی یا گوشه‌های نوک تیز یا عواملی نظیر آن در فضای داخلی یا بیرونی ساختمان ایجاد شود. این زوائد غالباً در محل اتصال بادبندها بهم، ستون‌ها به کف یا در ترکیب اجزا سازه فلزی ایجاد می‌شود. وجود این زوائد و تیزی‌ها می‌تواند 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 برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های بدون پیش‌بینی‌های ایمنی لازم در جداره‌ها به ویژه در کف‌ها 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، می‌تواند عامل خطر ساز باشد. لازم است که در طراحی، کلیه موارد فوق مورد توجه قرار گیرد. در درون سالن‌های تولید به دلیل ضرورت‌های فنی و سازه‌ای برای ایجاد سکو یا نیم طبقه یا برای نقاله‌ها پایه‌های مورد نیاز ایجاد می‌شود که این گونه عوامل باعث شلوغ شدن فضای کار گردیده و با ایجاد اغتشاش ذهنی امکان تصادفات افزایش می‌یابد. برای این گونه نیازها ارجح است که پیش‌بینی لازم از قبل در سازه صورت گرفته و تاحد ممکن به شکل آویزها در نظر گرفته شود.

#### - دستگیره ها و بازشوها

جزئیات دستگیره‌ها و بازشوها نیز از عواملی هستند که باید مورد توجه قرار گیرد. این اجزا به دلیل طبیعت کار در کارخانه‌ها 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 می توانند خطر ساز باشند. شیشه ها غالباً در ارتفاع بالا قرار داده می شود 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 شیشه های مسلح، ایجاد حفاظ، استفاده از ورق های نیمه شفاف و شفاف می تواند در تأمین نور و حفظ ایمنی منابع نور طبیعی مؤثر باشد.

#### - پرتگاه ها

در غالب واحدهای صنعتی گذرگاه هایی وجود دارد که به نوعی کارگران مجبور به عبور از آن محل می باشند. موقعیت این گذرگاه ها گاهی به دلایل فنی در ارتفاع و به صورت پرتگاه خواهد بود در این گونه فضاها پیش بینی جزئیاتی که حداکثر ایمنی را در موقعیت های خطرناک تأمین نماید یک ضرورت است.

### ۳ - ۲ ایمنی در برابر زلزله

در این بخش آنچه که مربوط به سازه ساختمان های صنعتی و پیش بینی ضرایب لازم برای حفاظت ساختمان در مقابل زلزله است، طبق آئین نامه های مورد تأیید مراجع رسمی است. در ارتباط با اجزا غیرسازه ای ساختمان های صنعتی نیز، پیش بینی و در نظر گرفتن ملاحظات زیر در طراحی جزئیات ساختمانی باید مورد توجه باشد.

- استحکام دیوارهای جدا کننده و پیش بینی جزئیاتی که در عین مستقل بودن از سازه اصلی مقاومت لازم را در مقابل ارتعاشات ناشی از زلزله داشته باشد. سبکی این دیوارها سبب کم خطر شدن آن و کاهش بارهای ساختمانی می شود.

- استحکام و پیش بینی جزئیاتی برای شیشه های 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 سالن های تولید نصب



شده‌اند. این اجزا شامل لوله‌های تاسیسات، یونیت هیترها، چراغها، سینی کابل‌های 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 کارخانه‌ها در مقابل حریق مبحثی است که از دیدگاه طراحی و ملاحظات کلی آن در گزارشها، مجلات و بولتن‌های معتبر بین‌المللی مانند NFPA<sup>۱</sup> 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 کارخانه‌ها که از منابع و مخازن و انبار و بخشی از آن درمجاورت فرآیند تولید متمرکز می‌شود و با این فرض که موارد فوق طبق مقررات محافظت شده باشند کانون‌های خطر دیگری نیز وجود دارد که توجه به آنها و چگونگی ایجاد خطر از جانب آنها ضروری است. به طورکلی بسیاری از آتش‌سوزی‌ها مربوط به دستگاه‌ها و یامواد است که به کار برده می‌شود.

علل آتش‌سوزی‌های ناگهانی با اشتعال مواد در حال فرآیند به اشکال زیر است:

- تماس مستقیم شعله‌ها بامواد سوختنی

- گرم شدن بیش از اندازه دستگاه‌ها

- گرمای ناشی از اصطکاک

- جرقه‌های حاصل از فرآیند تولید

- قوس الکتریکی

- تولید گرما در اثر نقایص الکتریکی

- در موارد نادر احتراق خود بخودی

- در اثر تخلیه الکتریسیته ساکن



- در خیلی از صنایع استفاده از شعله مستقیم در کوره‌ها و برش فلزات و غیره متداول است. مجاورت مواد سوختنی در کنار آنها امکان آتش‌سوزی را فراهم می‌نماید، لذا در نظر گرفتن فاصله کافی بین مواد و شعله یا پیش‌بینی سپر و حفاظ برای آنها ضروریست.
- گرم شدن بیش از حد دستگاه‌ها می‌تواند زمینه خطر آتش‌سوزی را فراهم کند، با کنترل صحیح فرآیند تولید می‌توان از تولید گرمای اضافی جلوگیری نمود.
- گرمای ناشی از اصطکاک : این مورد نیز مربوط به عملکرد ماشین‌آلات بوده که به علل نارسایی اجزایی نظیر یاتاقانها، شفت‌ها یا تسمه‌ها، ماشین‌دچار اصطکاک اجزا شده و افزایش گرمای آن در صورت مساعد بودن شرایط زمینه آتش‌سوزی را فراهم می‌سازد.
- جرقه : در عملیات برشکاری در ماشین‌های ابزار چنانچه مایع خنک‌کننده کافی نبوده و ابزار کند باشد امکان تشکیل گرمای اضافی و جرقه وجود خواهد داشت که در صورت مجاورت آلیاژ منیزیم زمینه آتش‌سوزی فراهم خواهد بود.
- واکنش‌های شیمیایی : بسیاری از واکنش‌های شیمیایی گرمازا بوده یعنی همراه با آزاد شدن گرما است. اکسیژن و عوامل اکسیدکننده باعث اشتعال مواد کربنی و واکنش‌های بین اسید و قلیانی‌ها و عوامل اکسیدکننده و احیاءکننده غالباً منشاء حرارت قابل ملاحظه است. در چنین فرآیندهایی توجه به جزئیات اجزاء و دقت در این که سرعت واکنش کنترل شده و درجه حرارت واحد خطرناک بالا نرود از عواملی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند.
- احتراق خودبخود : مواد معینی مانند دانه‌های روغنی، گونی‌ها و کهنه‌های آغشته می‌توانند 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. کهنه‌ها و خاک‌اره آغشته باید در ظرف‌های فلزی با درب بسته نگهداری شود و ذخیره‌کلیه موادی که آمادگی احتراق خودبخودی را دارا می‌باشد، باید تا حد ممکن کاسته شود.
- الکتریسیته ساکن : الکتریسیته ساکن در بسیاری از فرآیندها تولید می‌گردد. تخلیه متوالی الکتریسیته به صورت جرقه در زمین می‌تواند بخارات و غبارهای قابل اشتعال معلق در هوا را آتش‌بزند. الکتریسیته ساکن ممکن است از طریق اتصال زمینی تجهیزات یا از طریق مرطوب‌سازی یا یونیزه‌شدن هوا پراکنده شود. در کف‌سازی‌ها و مسیرهایی که امکان تشکیل الکتریسیته ساکن وجود دارد کاربرد افزودنی‌هایی 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 $20^{\circ}\text{C}$ - ( $4^{\circ}\text{F}$ )	اتر $45^{\circ}\text{C}$ - ( $49^{\circ}\text{F}$ )
بنزن $11^{\circ}\text{C}$ - ( $12^{\circ}\text{F}$ )	الکل صنعتی $15^{\circ}\text{C}$ - ( $59^{\circ}\text{F}$ )
دی سولفور کربن $30^{\circ}\text{C}$ - ( $22^{\circ}\text{F}$ )	بنزین $43^{\circ}\text{C}$ - ( $45^{\circ}\text{F}$ )

محل کاربرد مواد فوق با پیش بینی های لازم در استقرار فضایی و مقاومت جداره ها و نصب تجهیزات هشدار دهنده و خاموش 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 منیزیم 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 مستقیماً 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 آلزیست، 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 آبرگیر 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. در این 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 تا حد 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 و برف 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 سالن‌های تولید یا موتتاژ سبک که فرش کف باید از مصالح ظریف و حساس به رطوبت انتخاب شود، پیش‌بینی عایق رطوبت در زیر کف ضروری خواهد بود.
- عایق‌کاری رطوبتی در کلیه کف‌هایی که در معرض ریزش مداوم آب قرار دارد مانند سرویس‌های بهداشتی و فضاهای شستشو توصیه می‌شود. در این گونه کف‌ها شیب‌بندی و امکان تخلیه سریع آب از روی کف و همچنین از روی لایه عایق رطوبتی در زیر کف باید در نظر گرفته شود. پوشش نهایی نیز باید از مصالح بسیار مقاوم و قابل شستشو مانند انواع سرامیک یا سنگ باشد. در این شرایط عایق‌کاری در طبقات بالاتر از هم کف ضروری خواهد بود.

#### ۴ - ۲ عایق‌کاری حرارتی

عایق‌کاری حرارتی در ساختمان‌های صنعتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این بناها وجود پوشش‌های کم ضخامت با پرت حرارتی زیاد مانند ورق‌های فلزی و آزیست، تبادل حرارتی با سرعت زیادی انجام می‌شود. در صورتی که کاهش ضریب تبادل حرارتی از جداره‌ها عامل بسیار مهمی در کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های گرمایشی و سرمایشی خواهد شد.

- بام‌ها

بام‌ها مهم‌ترین بخش ساختمان از جهت تبادل حرارت است. بام‌ها همواره در معرض تابش خورشید، ریزش برف و باران و باد است، به همین دلیل عایق کردن آن در مقابل تبادل سریع حرارت تأثیر زیادی در حفظ حرارت داخل ساختمان دارد. در ساختمان‌های صنعتی غالب بخش‌های تولیدی که دهانه بزرگی دارند با ورق‌های موج‌دار پوشش می‌شود. آنچه که در شرایط حاضر متداول است پوشاندن زیر ورق‌های موج‌دار با حداقل ۵ سانتیمتر عایق پشم شیشه یا مشابه آن است و سپس برای جلوگیری از افتادگی این لایه عایق با تورهای سیمی که چشمه‌های آن در حدود ۲/۵ تا ۳ سانتیمتر است زیر آن مهار می‌شود این شیوه بسیار متداول بوده و بطور نسبی پاسخ مناسبی به حل این مساله است. در دهه‌های اخیر استفاده از پوشش‌های موسوم به ساندویچ پنل نیز که از ترکیب دو ورق موج‌دار با لایه‌ای 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.

#### - دیوارها

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 و سریع می کند و در ضمن هزینه کمتری را نیز بوجود می آورد. دیوارهای آجری با ضخامت ۳۵ سانتیمتر که غالبا تا ارتفاع حدود ۳ 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 طور کلی در هر 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 در کارخانه 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 در صورتی که محوطه تولید به بخش های مجزا تقسیم شده باشد طبقه بندی آنها براساس سروصدا و تفکیک قسمت های پر سروصدا از قسمت های نسبتاً 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 در این 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 بهره‌برداری غیرمحتاطانه دوام کافی را داشته باشد باید مورد توجه قرار گیرد. شیرآلات، لوله‌ها، سیفون‌ها و اتصالات آنها به دیوار باید محکم و استوار بوده و در مقابل ضربه‌ها مقاومت کافی داشته باشد. فضای سرویس‌های بهداشتی و دوش‌ها باید ساده و بدون زوایای تند و کنج‌های بسته پیش‌بینی شود تا نظافت آنها به سهولت امکان‌پذیر باشد، کاشی‌ها باید از نوع براق لعابدار با رنگ‌های روشن در ارتفاع لازم با کمترین فاصله درز به صورت کاملاً مسطح چیده شود و امکان رکود آب در درزها مطلقاً نباشد. لبه‌ها، نبش‌ها و کنج‌ها تا حد امکان از کاشی‌های ویژه لبه و ازاره، پوشش شود. در کف‌ها پیش‌بینی شیب و تخلیه سریع آب به آبروها از اهمیت ویژه برخوردار است. سرامیک‌های انتخابی کف باید مقاوم، غیر لغزنده و قابل شستشو با مواد ضد عفونی‌کننده باشد. کاشی‌کاری کف با حداقل فاصله درز به صورت کاملاً مسطح به گونه‌ای که امکان تجمع آب نباشد، باید درزبندی شود. در این فضاها علاوه بر سیستم دفع آب، عایق‌کاری رطوبتی، سیستم روشنایی و تهویه نیز بسیار اهمیت دارد.

#### - رستوران و آشپزخانه

فرش کف در این فضاها به سبب عملکرد و تراکم بهره‌برداری باید قابل نظافت و شستشو و در هنگام بهره‌برداری کاملاً خشک و غیرلغزنده باشد. به کارگیری و مصرف مواد چرب و روغنی در این فضاها، کف را آلوده می‌کند که باید امکان شستن چربی به راحتی فراهم باشد. از این رو کف‌ها باید کاملاً مسطح، صیقل و بدون هیچگونه فرورفتگی، درزهای توخالی یا چربی‌گیر باشد. کف آشپزخانه به علت تراکم بهره‌برداری و آلودگی زیاد مستلزم پیش‌بینی کف شور برای تخلیه آب تا حد شستشو با شیلنگ باشد. پیش‌بینی طول و اندازه شیب و مشخصات کف شور باید مطابق مشخصات فنی خصوصی باشد.

نمای داخلی دیوارها در فضای آشپزخانه نیز باید مانند کف کاملاً مسطح بدون هیچگونه زائده و فرورفتگی باشد، به گونه‌ای که چربی حاصل از بخار پخت و پز که روی سطوح دیوار می‌نشیند به راحتی قابل شستشو باشد.

در آشپزخانه و رستوران‌ها تهویه از اهمیت ویژه برخوردار است، تاحدی که باید، شدت و جهت جریان هوا تحت کنترل کامل باشد. در صورت نیاز دریچه‌های خروجی هوا به فیلترهای چربی‌گیر مجهز باشد. در این 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 تا حد 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 و آلودگی 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 پرسروصدا 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 - ۶ ملاحظات همسایگی

واحدهای صنعتی دارای ویژگی های مربوط به عملکرد خود است که در انتخاب محل و جانمایی ساختمان ها باید ملاحظات همسایگی را در نظر 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 معمولاً در زمینه های سروصدا، هوا و فاضلاب و ضایعات به وجود می آید. برای پیش گیری و ممانعت از گسترش آن در هر مورد باید با تشخیص وضعیت دقیق، متناسب با شدت و حجم آلودگی اقدام لازم در نظر گرفته شود.

- آلودگی صدا به طور کلی 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 کاملاً تحت کنترل باشد به گونه ای که اثرات نامطلوب در همسایگی بوجود نیآورد. در این مورد نیز مساحت بیشتر محوطه امکان بهتری برای کنترل و دفع آلودگی بوجود خواهد آورد.

ب - حمل و نقل بار و تجهیزات و رفت و آمد فشرده کارکنان از ویژگی های صنعتی که باید ملاحظات همسایگی را از نظر 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 از هم 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 و حفاظت اموال و تجهیزات صنایع، فعالیتی است که نیاز به فضا و افراد 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 غالباً 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 در آنها

کم و دسترسی به آنها محدود است، برای رشد آنها مطلوب و امن می باشد. در نظر داشتن این موضوع و بستن راه های نفوذ آنها با جزئیات مناسب باید در طراحی و اجرا مورد نظر باشد. در سالن های بزرگ حتی نفوذ پرندگان نیز به سهولت امکان پذیر است. توجه به این امر به ویژه در صنایع غذایی دارای اهمیت زیاد است.

بستن راه های نفوذ حشرات و جانوران در کلیه جداره ها و امکان نظافت و سم پاشی آنها و بهره گیری از سیستم های پیش گیری 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 می‌شود. میزان هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری روی ساختمان‌های صنعتی نیز در این بررسی پیش‌بینی و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به طور کلی در این گونه بررسی‌ها هرچه سرمایه‌گذاری اولیه کمتر و زمان برگشت سرمایه کوتاه‌تر و طول عمر مفید کارخانه بیشتر باشد بازده اقتصادی طرح مطلوب‌تر خواهد بود. برای بررسی و ارزیابی علاوه بر پیش‌بینی هزینه‌ها، درآمدهای کارخانه نیز ضروری است برای شناخت هزینه‌ها لازم است که موارد آن مشخص شود. هزینه‌های هر کارخانه شامل موارد زیر است:

- هزینه‌های ثابت
- هزینه‌های متغیر
- سرمایه در گردش
- کل هزینه طرح

### ۵ - ۱ هزینه‌های ثابت

این بخش از هزینه‌ها مربوط به مواردی است که برای یکبار انجام می‌شود و شامل قیمت زمین و هزینه تمام شده ساختمان‌های کارخانه و تاسیسات زیربنایی و کلیه هزینه‌های قبل از بهره‌برداری است.

### ۵ - ۲ هزینه‌های متغیر

این هزینه‌ها شامل حقوق و دستمزد تولید، آب و برق و سوخت، هزینه‌های فروش و هزینه تعمیر و نگهداری است. غالب هزینه‌های فوق را می‌توان با توجه به ظرفیت و سایر مشخصات کارخانه پیش‌بینی کرد. لیکن برای پیش‌بینی هزینه‌های تعمیر و نگهداری لازم است که به عمر ساختمان، مصالح، اجزا و تحولات صنعت و سایر ضرورت‌ها توجه داشت.

در بررسی‌هایی که در کارخانه‌های موجود کشورهای اروپایی شده است برای کارخانه‌ای با مساحت حدود ۱۰ هزار مترمربع در صورتی که هزینه‌های سالیانه متغیر را معادل هزینه‌های ثابت



سالیانه<sup>۱</sup> در نظر بگیریم نسبت هزینه‌ها برای موارد مختلف تعمیرات و نگهداری به شرح جدول ۱-۵ خواهد بود.

### موارد هزینه تعمیرات و نگهداری

جدول ۱-۵

درصد سالیانه	نوع هزینه های تعمیر و نگهداری
۲۸	هزینه تعمیرات و تعویض دیوارها و اجزاء محوطه ساختمان
۲۶	هزینه تعمیر در تقسیمات فضا و جداکننده‌ها و تزئینات
۲۴	هزینه تعمیرات و جایگزینی درها، پنجره‌ها و لوله کشی
۱۲	هزینه تعمیرات و نگهداری تاسیسات
۱۰	هزینه تعمیرات و نگهداری روشنایی (طبیعی و الکتریکی)

### 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

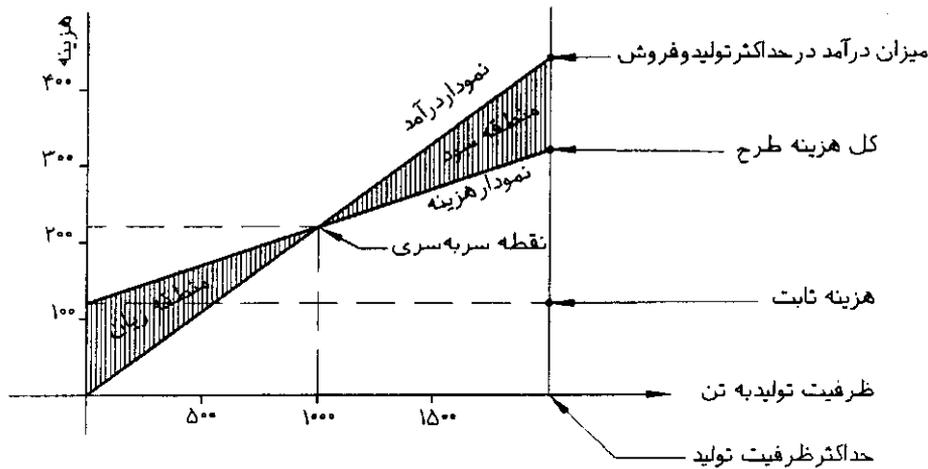
کل هزینه طرح حاصل جمع هزینه‌های ثابت و متغیر و سرمایه در گردش است. به طور معمول هزینه‌های متغیر و در گردش در یک گروه و هزینه‌های ثابت در یک گروه محاسبه می‌شود. پس از محاسبه هزینه کل، درآمدهای طرح نیز که حاصل ضرب قیمت واحد کالای تولید شده در تعداد تولیدات است باید محاسبه شود و سپس با استفاده از رابطه زیر نقطه سر به سر که زمان برابر شدن درآمدهای طرح با هزینه‌ها است مشخص می‌شود.

زمان ۱ - هزینه‌های ثابت سالیانه یعنی کل هزینه ثابت تقسیم بر سالهای طول عمر ساختمان



$$X \text{ هزینه متغیر} + \text{هزینه ثابت} = \text{قیمت واحد } X \\ \text{حداکثر ظرفیت تولید}$$

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 ۱-۵ نحوه مشخص کردن نقطه سربه سری نمایش داده شده است.



نمودار ۱-۵

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.

$$\text{درصد تولید} = \frac{X}{\text{ظرفیت تولید}} \times 100$$

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

هزینه‌های اولیه از طریق تغییراتی در طرح به دست خواهد آمد که غالباً "مهمتر از هزینه‌های جاری است لیکن از سویی باید به خاطر داشت که همیشه صرفه‌جویی در هزینه‌های جاری و صرف هزینه‌های اضافی در ساخت اولیه ساختمان ممکن است مقرون به صرفه نباشد.

از آنجا که جزئیات طراحی اولیه روی قیمت ساختمان و هزینه‌های جاری مربوطه تأثیر مستقیم می‌گذارد لذا هر گونه تغییری در جزئیات اولیه طرح می‌تواند عامل مؤثری در پائین آوردن یا بالا بردن هزینه‌های ساختمان شود بنابراین بسیار اهمیت دارد که تمام جزئیات طرح ساختمان‌های صنعتی قبلاً از جهات مختلف بررسی شود و از نظر هزینه‌های مربوط به آن مورد توجه قرار گیرد. نسبت هزینه‌های ثابت به هزینه‌های تعمیر و نگهداری و تعویض اجزاء ساختمان در طول عمر ساختمان نیز در تصمیم‌گیری طراحی و جزئیات مؤثر است. این نسبت می‌تواند برابر یک بوده و یا به دو یا سه برابر هزینه‌های اولیه افزایش یابد. پیش‌بینی این نسبت در ارزیابی اقتصادی و تنظیم برآورد هزینه‌های ساختمان از وظایف طراح بوده و باید در تهیه نقشه‌ها 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. در این 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 تا حد 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 تا حد دو بار 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 تا حد یک بار در طول عمر بنا باشد. جداره های پوششی بطور کلی باید مقاوم حریق، سروصدا، گرما و سرما، رطوبت و آب و فرسایش باشند.



## 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 بهره‌برداری بوده و عمر اجزا آن نیز طولانی‌تر گردد. نحوه بهره‌برداری 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 اختلال 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 تادربوش 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 دیوار 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 و حرارتی
- سقف های کاذب
- جابجایی دیوارهای داخلی

## ۲ - ۲ - ۴ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی و تعویض شیشه شکسته و کدر

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 دویار 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 برابری احتیاطی مراجعین و کارکنان در بهره برداری مقاومت کافی را داشته باشد ضروریست. سیستم آب و فاضلاب غالباً یکی از نقاط ضعف ساختمان ها شده است در صورتی 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 - ۶ 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. در این نوسازی تعویض قطعات یا اجزایی که عمر مفیدشان در این 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 در این 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 دستشویی‌ها، دوش‌ها، آبدارخانه دوبار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی می‌شود. انتخاب مناسب تجهیزات و طراحی اصولی و دقت در اجراء می‌تواند عمر این گونه تجهیزات را طولانی نماید. هزینه‌های نسبتاً سنگین این تجهیزات و نصب و راه‌اندازی آنها ایجاب می‌کند که سیستم نگهداری و حفاظت آنها از اهمیت بیشتری برخوردار شود.

## ۲ - ۲ - ۸ نوسازی و انجام تغییرات در کف‌ها

نوسازی کلی و تغییر ساختار کف‌ها حداکثر دوبار در طول عمر ساختمان مجاز است. تغییر فرش و پوشش‌های نهایی که دوام فوق‌العاده را ندارد مطابق مشخصات فنی ویژه باید پیش‌بینی شود. در ساختمان‌های اداری نوع کف‌پوش‌ها در صورتی که مصالح سنگی یا مشابه نباشد و در مسیر رفت و آمد مستمر مراجعین قرار گیرد در دوره‌های کوتاه‌تری نیاز به تعویض خواهد داشت.

نوسازی و تعمیرات در این بخش شامل موارد زیر است :

- کاشی کاری‌ها و سرامیک کف
- پوشش‌های سنگین مانند سنگ، چوب و موزائیک
- ترمیم عایق کاری‌های کف و رفع رطوبت
- ترمیم و انجام اصلاحات در کانال‌های کف
- ترمیم و نوسازی سیستم‌های برق و مکانیک در بخش کف

## ۲ - ۲ - ۹ نوسازی و انجام تغییرات کلی در ساختمان‌های اداری

این گونه نوسازی دو یا چند مورد از اصلاحات بالا را در برمی‌گیرد که به علت وقفه در عملکرد بنا توصیه می‌شود بیشتر از یک بار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی نشود.

## ۲ - ۳ زمان بندی انجام دوره‌های نگهداری و تعمیرات

دوره‌های نگهداری و تعمیرات به عوامل متعددی که قبلاً ذکر شد بستگی دارد، لیکن برای



عمری معادل ۵۰ تا ۷۰ سال دوره های نگهداری به شرح جدول شماره ۱-۲ قابل پیش بینی است.

### زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

جدول شماره ۱-۲

شرح عملیات موضوع بند...	دوره های پیش بینی شده
(۲-۲-۲) و (۱-۲-۲) ، (۹-۲-۲)	یک بار در طول عمر ساختمان
(۳-۲-۲) ، (۵-۲-۲) ، (۷-۲-۲) ، (۸-۲-۲)	دو بار در طول عمر ساختمان
(۴-۲-۲) ، (۶-۲-۲)	هر ده سال یک بار
نقاشی و پرداخت نماهای داخلی و خارجی - تعمیر و ترمیم کف ها	هر سه تا پنج سال یک بار
نورگیرهای سقفی-سیستم روشنایی-پرداخت کف های داخلی-تنظیم درها و پنجره ها	دو بار در سال
بازدید و کنترل تاسیسات برق و مکانیک- بازدید و کنترل سیستم های-حفاظتی و ایمنی- نظافت محوطه و خاک رویی- تمیز کردن شیشه های نما	بازدیدهای مستمر ماهیانه



### ۳ - اصول و مبانی ایمنی

#### ۳ - ۱ ایمنی ساختاری

ساختمان‌های اداری به دلیل نوع کار و شرایط حاکم بر آن محیطی آرام و غالباً کم خطر است. به طور معمول در طراحی آن سعی می‌گردد که فضاها مطلوب و مصالح آن مرغوب باشد. با این وصف عدم دقت در رعایت نکات زیر می‌تواند این محیط را نیز ناامن نماید.

#### - لغزندگی

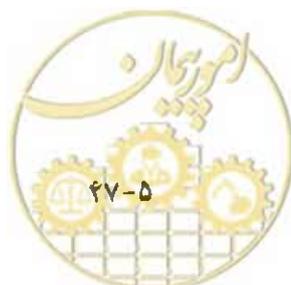
عامل لغزندگی در کف سازی باید مورد توجه باشد این امر به خصوص با گرایش به استفاده از سنگ‌های بسیار صیقلی شده در ورودی‌ها و بخش‌های عمومی ساختمان‌های اداری اهمیت می‌یابد. در پله‌ها نیز پیش‌بینی جزئیاتی که مانع لغزندگی گردد، ضروریست.

#### - تیزیها

منظور از تیزیها کلیه برجستگی‌هایی است که در گوشه و کنار ساختمان سهواً ایجاد می‌شود و زمینه خطر را فراهم می‌سازد. امکان بروز چنین پدیده‌هایی در دست اندازه‌ها، نرده پله‌ها، سیمانکاری‌ها یا بیرون زدگی و تیزی پاره‌ای از جزئیات سنگی محوطه و غیره است. توجه به این امر به هنگام طراحی و اجرا ساختمان ضروریست.

#### - برآمدگی و فرورفتگی‌ها

توجه به این پدیده نیزمانند تیزیها ضروریست، این گونه معایب می‌تواند در کف‌ها با ناهمواریها و برجستگی‌هایی که به مرور زمان ایجاد می‌شود بوجود آید. بیرون زدگی پروفیل چهارچوب درها در کف‌ها و بیرون زدگی اجزایی نظیر جعبه آتش نشانی یا کپسول‌های آتش نشانی در صورتی که در مسیر رفت و آمد قرار گیرند یا جعبه‌های 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 پدیده‌هایی در ساختمان‌های اداری پر رفت و آمد حائز اهمیت است.



### - درها و دستگیره‌ها

در ساختمان‌های اداری به خصوص در فضاهایی که مراجعین بیشتری دارد، نحوه باز و بسته شدن درها و امکان دید دو طرفه برای آنها حائز اهمیت است پیش‌بینی این امکان مانع برخورد مراجعین با در و با یکدیگر خواهد شد. دستگیره‌ها باید فاقد اجزاء تیز و برنده باشد. شکل‌های گرد و غیراهرمی برای ساختمان‌های اداری مناسب‌تر هستند. موقعیت نصب دستگیره‌ها روی در باید به نحوی باشد که احتمال گیر کردن دست به لبه آن وجود نداشته باشد.

### - شیشه‌ها

در ساختمان‌های اداری به خصوص در طرح‌های نو استفاده از شیشه‌های رنگی رواج زیادی یافته و در پاره‌ای از ساختمان‌های اداری تمام نما شیشه‌ای پیش‌بینی می‌شود. 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 پیش‌بینی شود که در صورت فروریختن شیشه‌ها به هنگام اضطرار امکان عبور بی‌خطر از ورودی میسر باشد.

### ۳ - ۲ ایمنی از حریق

ساختمان‌های اداری در گروه بندی ساختمان‌ها از لحاظ میزان خطر آتش‌سوزی در گروه ساختمان‌های کم خطر هستند. این گروه به ساختمان‌هایی اطلاق می‌شود که بار محتویات قابل احتراق در آنها از ۵۰ کیلوگرم در مترمربع کمتر است. کلیه مقرراتی که در آئین نامه‌های ایمنی درمقابل آتش‌سوزی (نشریه شماره ۱۱۲ و ۱۱۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی) برای این دسته از ساختمان‌ها تدوین شده در ساختمان‌های اداری باید رعایت شود. پاره‌ای از نکات عمده که در ایمن کردن ساختمان در مقابل حریق باید مورد توجه قرارگیرد شامل موارد زیر است :

- دیوارهای تفکیک مالکیت با همسایه باید ۳ تا ۴ ساعت در برابر آتش مقاومت نماید و سطوح شیشه خور در آنها مجاز نیست.
- دیوارهای دوربند معابر قائم نظیر راه پله‌ها و آسانسورها با ۲ یا ۱ ساعت 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، سقف‌های کاذب و دیوارها ترجیحا" نباید از مواد قابل اشتعال استفاده شود.
- خروجی‌ها در معرض دید بوده و به راحتی قابل دسترس باشند.
- در صورتی که آرایش داخل سالن‌های اداری توسط میبلمان باشد راه‌های دسترسی به خروجی‌ها به راحتی قابل دستیابی باشد.
- عرض راهروها معمولا" بین ۱/۵ تا ۱/۸۰ متر پیش‌بینی می‌شود که نسبت به درازی و کوتاهی راهرو تغییر می‌نماید. راهروها باید بدون مانع و اشیاء اضافه باشد تا هنگام خطر، عبور از آنها به راحتی صورت گیرد.
- در ورود به اتاق‌های اداری ترجیحا" باید رو به بیرون و یا راهرو باز شود ولی این امر نباید باعث شود که کسانی که از راهرو عبور می‌کنند با لنگه درهای باز شده مواجه شوند.
- در بایگانی و کتابخانه‌ها و سایر فضاهایی که تراکم مواد سوختنی نظیر کاغذ زیاد است، باید درهای خروجی به راحتی در دسترس باشد و پیش‌بینی‌های لازم برای تجهیزات هشدار و اطفاء حریق شده باشد.
- دستگاه‌های هشدار دهنده در کلیه اطاق‌ها باید پیش‌بینی شود.
- در مورد، مقاومت دیوارهای حریق، ضوابط بازهای قائم، دوربندی پلکانها و مسیرهای خروج، موقعیت موتورخانه‌ها، نازک کاری‌های 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 سازه ساختمان‌های اداری و پیش‌بینی ضرایب لازم برای حفاظت ساختمان در مقابل زلزله است طبق آئین نامه‌های مورد تأیید مراجع رسمی کشور باید محاسبه و اجراء شود. نکات دیگری که در این ارتباط باید متذکر شد شامل موارد زیر است.
- دیوارهای داخلی و جداکننده بایستی از استحکام کافی برخوردار بوده و در برابر لرزش‌های ناشی از زلزله پایداری لازم را داشته باشند. سبکی این دیوارها باعث کاهش خطرات آن نیز خواهد شد.



- قفسه‌های 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 ننمایند و ترجیحاً به دیوارها مهار شده باشند.
- شیشه‌ها 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 ساختمان‌های اداری نیز نظیر سایر ساختمان‌ها موضوع عایق رطوبتی در بام‌ها، دیوارها، کف‌ها و سرویس‌های بهداشتی وجود دارد. در هر یک از اجزا فوق موضوع عایق کاری به شرح زیر است.

#### - بام‌ها

بام‌ها مستقیماً در معرض باران و برف قرار دارند که تخلیه آنها از طریق پوشش‌های عایق و به صورت شیب‌دار یا مسطح و با کمک آبروها انجام می‌شود. در سقف‌های شیب‌دار استفاده از ورق‌های موج‌دار فلزی، آلومینیومی متداول است. جزئیات این گونه سقف‌ها و شیب‌های لازم برای هر یک از مصالح نامبرده شناخته شده و در غالب بروشورهای مربوط به این گونه مصالح درج گردیده است. در سقف‌های مسطح کاربرد عایق‌های رطوبتی الزامی است. شیب بندی این گونه سقف‌ها، تعداد و قطر لوله‌های آبرو با توجه به مساحت آبگیر و شدت بارندگی محل تعیین می‌گردد. جزئیات عایق کاری در سطوح صاف به خصوص در مجاورت جانپناه‌ها، آبروها، دودکش‌ها و کانال‌های تهویه و کولر دارای اهمیت ویژه‌ای است.

#### - دیوارها

در ساختمان‌های اداری نیز مانند سایر ساختمان‌ها، عایق کاری دیوارهای خارجی و داخلی که شالوده آنها روی خاک طبیعی باشد، ضروریست. جزئیاتی که در این مورد باید رعایت گردد مطابق شرحی است که در مبحث مربوط به عایق کاری دیوارها در ساختمان‌های صنعتی آورده شده. این نکته قابل توجه است که در ساختمان‌های اداری برای تقسیمات داخلی غالباً از دیوارهای تقسیم کننده سبک استفاده می‌شود 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 ساختمان‌های اداری نماها و پیش آمدگی روی دیوارها، مشابه ساختمان‌های صنعتی است



لذا کلیه نکاتی که در آن یادآوری و متذکر گردیده در مورد ساختمان‌های اداری نیز صادق است. علاوه بر مسائل فوق ذکر این نکته حائز اهمیت است که نما و پیش‌آمدگی‌ها در ساختمان‌های اداری به دلیل اهمیتی که ساختمان اداری از جهت نما و زیبایی آن دارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و طراحی جزئیاتی که هماهنگ کننده نما بوده و هم مسائل عایق کاری‌ها را جوابگو باشد مورد نظر خواهد بود.

#### - کف‌ها

عایق کاری کف ساختمان‌های 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 آبدارخانه‌ها از مواردی است که در ساختمان اداری نیاز به عایق کاری رطوبتی دارد.

#### ۴ - ۲ عایق کاری حرارتی

در ساختمان‌های اداری نیز نظیر سایر ساختمان‌های 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 هزینه‌های سوخت مقرون به صرفه‌تر است. در گذشته تأمین این هدف با افزایش ضخامت دیوارها تأمین می‌شد ولی امروزه روش‌های نوین ساختمان‌سازی امکان به دست آوردن ضریب تبادل حرارتی مطلوب با استفاده از بلوک‌های سبک و توخالی یا با استفاده از مواد شیمیایی نظیر پلی اورتان، پلاستوفوم و نظایر آن را فراهم می‌کند. این امر در تمام اجزایی که به نوعی در معرض سرما، گرما و یخبندان هستند امکان پذیر است. برای شرح بیشتر جزئیات در مورد سقف‌ها، دیوارها و کف‌ها به بخش مسکن مراجعه شود.

#### ۴ - ۳ عایق صوتی

محیط ساختمان اداری ماهیتاً آرام بوده و در طراحی آن حفظ آرامش و سکوت و راه حل‌هایی 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 می‌شود. در این گونه موارد نیز باید با استفاده از درز انبساط، دیوارهای دوجداره و استفاده از عایق‌های صوتی در دیوارها و سقف، سکوت و آرامش مورد نظر تأمین گردد. در صورتی که چنین ضرورتی نباشد انتخاب محیط‌های آرام با رعایت سایر نکات ضروری باید مورد توجه باشد.

اجزایی که یک فضای اداری را می‌سازند اعم از کف، دیوارها، سقف و اشیاء درون فضا هر یک به سهم خود می‌تواند 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 در این بررسی شامل سرویس‌های بهداشتی و آبدارخانه ساختمان‌های اداری است. در سرویس‌های بهداشتی ساختمان‌های اداری، نظافت و سلامت تجهیزات بیشتر مورد نظر است. در این گونه ساختمان‌ها، سرویس‌های بهداشتی اغلب مورد استفاده مراجعین نیز قرار می‌گیرد به همین دلیل امکان بهره‌برداری غیرمحتاطانه و عدم رعایت بهداشت از جانب آنها وجود دارد، بنابراین تجهیزاتی که دوام بیشتری داشته و در مقابل استفاده‌های مکرر قدرت تحمل کافی دارند باید انتخاب و در این گونه فضاها مورد استفاده قرار گیرد. عایق‌کاری و شیب‌بندی کف سرویس‌ها و کاشی‌کاری دیوارها باید امکان نظافت و شستشوی این محیط را به راحتی تأمین نماید. بست‌ها و گیره‌های ننگه دارنده دستشویی‌ها و سیفون‌ها باید به اندازه کافی محکم و قوی انتخاب شوند. یکی از تجهیزاتی که در سرویس‌های بهداشتی عمومی غالباً آسیب دیده و باعث غیربهداشتی شدن محیط می‌گردد سیفون‌ها و شبکه فاضلاب سرویس‌ها است. دقت در انتخاب نوع سیفون‌ها و اندازه مناسب لوله‌های فاضلاب در این گونه سرویس‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. رعایت سایر نکاتی که در بخش صنعت راجع به سرویس‌های بهداشتی ذکر شده و کلیه مقرراتی که برای آبدارخانه یا آشپزخانه یا رستوران ارائه شده، در این مورد نیز صادق است.

#### ۴ - ۵ نازک کاری‌ها

در ساختمان‌های اداری نازک کاری شامل کف‌ها، دیوارها و سقف‌ها 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 در طی زمان زیبایی و جلوه 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.
- در صورتی 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 در مقابل 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 و مقاومت لازم را برای نگهداری شبکه برق و مکانیک داشته باشد.

#### ۴ - ۶ ملاحظات همسایگی

ساختمان‌های اداری به دلیل ماهیت عملکردی مزاحمت زیادی برای همسایه‌ها ایجاد نخواهد کرد لیکن رفت و آمد ارباب رجوع، پارک اتومبیل‌ها و سروصدای ناشی از این امر می‌تواند ایجاد مزاحمت نماید. توصیه می‌شود که تا حد امکان ساختمان‌های اداری از محل‌های مسکونی فاصله داشته باشد و در صورت مجاورت موضوع پارک اتومبیل‌ها و رفت و آمد مراجعین به نحوی باشد که مشکلی را برای سایرین ایجاد ننماید. به نظر می‌رسد در صورتی که مجوز احداث ساختمان اداری در مجاورت خانه‌های مسکونی داده شود تدوین ضوابط ویژه‌ای برای تعداد پارکینگ‌ها و ورودی‌های آن ضروری باشد.

#### - سیستم‌های ایمنی و امنیتی

ساختمان‌های اداری اگرچه از نظر آتش‌سوزی در رده ساختمان‌های کم خطر هستند ولی بجاست که در فضاهای مختلف آن سیستم‌های هشدار دهنده نصب شود و با توجه به اهمیت و وسعت آن از سیستم‌های ایمنی پیشرفته نظیر سیستم‌های مدار بسته کنترل فضاها استفاده شود. پیش‌بینی فضاهایی که عملکرد پناهگاه را داشته باشد به تجربه ثابت شده که در این گونه ساختمان‌ها مورد نیاز بوده و در شرایط خاص قابل استفاده خواهند بود.

#### ۴ - ۷ حشرات، جانوران و گیاهان مزاحم

در ساختمان‌های اداری امکان نفوذ حشرات در اتاق‌ها و جانورانی نظیر موش، مارمولک، ... و غیره در زیرزمین‌ها و فضاهای تأسیسات وجود دارد. پیش‌بینی موانعی برای جلوگیری از نفوذ جانوران به زیرزمین‌ها با اجتناب از ایجاد فضاهای کور و غیرقابل دسترس و سم پاشی به موقع امکان پذیر است. در اتاق‌های اداری به دلیل وجود کاغذها و پرونده‌ها که برای مدت‌های طولانی راکد می‌مانند و همچنین نقاط کور پشت کمد‌ها و انبارها، امکان رشد و نمو حشرات به وجود می‌آید که و در صورت نفوذ آنها از طریق شبکه فاضلاب و راه‌های دیگر به سرعت تکثیر پیدا می‌کنند و در سطح ساختمان پخش می‌شوند. در این 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 ساختمان‌های اداری

#### ۵ - ۱ - ۱ - هزینه ساخت (سرمایه اولیه)

هر سازمان و موسسه‌ای نیازمند ساختمانی است که امور مالی، اداری، تدارکاتی، بازرگانی و غیره را در آن انجام دهد این نوع ساختمان می‌تواند از چند اتاق تا چندین هزارمترمربع زیربنا را شامل شود. احداث چنین ساختمانی نیازمند هزینه‌ای است که موسسه و سازمان مربوطه آن را به عنوان سرمایه ثابت خود تلقی می‌نماید. سرمایه ثابت به هزینه‌هایی اطلاق می‌شود که برای یکبار انجام می‌گیرد، نظیر هزینه خرید زمین، هزینه تمام شده ساختمان‌ها و تأسیسات زیربنایی و کلیه هزینه‌های قبل از بهره‌برداری. در تعیین میزان این هزینه عوامل زیر مؤثر است:

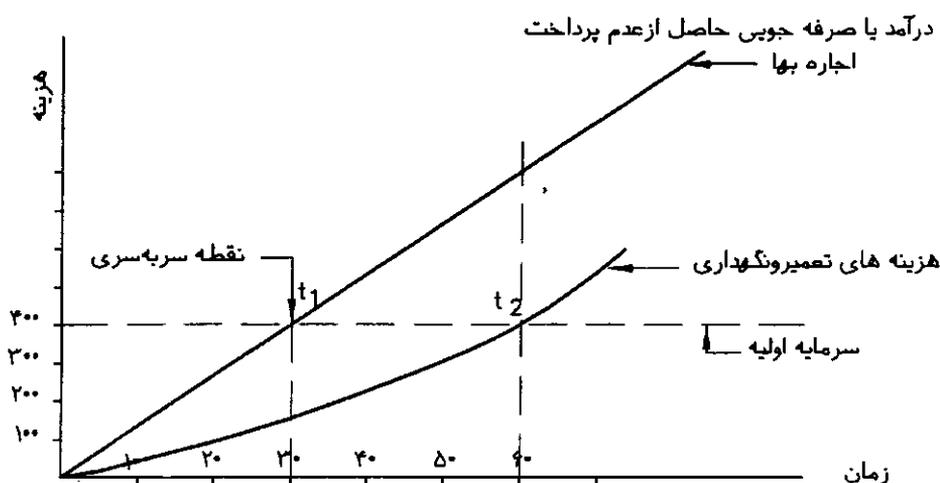
- ارزش مکانی
- مساحت زمین
- مساحت زیربنا
- مصالح و حمل و نقل
- تکنولوژی و نیروی کار
- طراحی و مدیریت پروژه

موقعیت و مساحت زمینی که ساختمان اداری در آن بنا خواهد شد می‌تواند یکی از عوامل هزینه‌زا باشد. زمین‌هایی که از موقعیت مناسب‌تر شهری برخوردار است و تسهیلات بیشتری در اطراف آن ایجاد شده گران‌تر و در نتیجه به سرمایه‌گذاری 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 هزینه‌های آن ناممکن خواهد بود.

سطح زیربنای ساختمان اداری نیز به طور مستقیم در هزینه و سرمایه‌گذاری مربوطه مؤثر خواهد بود. مصالح و تکنولوژی انتخابی ساختمان‌های اداری اگرچه از عواملی هستند که در تعیین حدود هزینه‌ها تأثیر دارند، لیکن این عامل نباید سبب گردد از حدودی که برای عمر اقتصادی ساختمان‌های اداری پیش‌بینی می‌گردد، کاسته شود. تعیین حدود عمر اقتصادی ساختمان‌های اداری



براین پایه استوار است که پس از سپری شدن حداکثر پنجاه درصد عمر مفید ساختمان هزینه‌های اولیه ساختمان با هزینه اجاره بهایی که در این مدت صرفه جویی شده برابر گردد. بدین ترتیب باقیمانده عمر ساختمان پس از کسر هزینه‌های نگهداری، معادل اجاره بهایی است که در این مدت پرداخت نمی‌گردد، به عنوان سودآوری ساختمان تلقی می‌شود. عمر مفید ساختمان اداری تا زمانی است که هزینه‌های نگهداری آن از یک برابر هزینه ساخت آن بیشتر نشود. نمودار شماره ۱-۵ که نمایشگر روابط فوق است حدود عمر مفید ساختمان اداری را نشان می‌دهد.



نمودار ۱-۵

در این نمودار  $t_1$  نقطه سرسری هزینه‌های اولیه با میزان ذخیره اجاره بهایی است که پرداخت نمی‌شود و نقطه  $t_2$  زمانی است که هزینه‌های نگهداری و تعمیرات با شدت بیشتری افزایش پیدا می‌کند. بنابراین در نقطه  $t_2$  عمر مفید بنا پایان می‌پذیرد با توجه به تغییر و تحولات اجتماعی عمر مفید ساختمان‌های اداری بین ۵۰ تا ۷۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

تیپ کردن ساختمان‌های اداری در انواعی که عمومیت بیشتری دارند می‌تواند در کاهش هزینه‌ها، بالا بردن کیفیت اجرایی و دستیابی به عمر مفید تعیین شده اثر مطلوبی داشته باشد. برای تیپ کردن ساختمان‌های اداری طراحی مهندسی و مدیریت اجرا، اهمیت قابل توجهی خواهد



یافت. کنترل و ترکیب مصالح به شناخت دقیق از ویژگی‌ها و چگونگی عملکرد آنها طی زمان عمر ساختمان نیاز دارد. برای تیپ کردن ساختمان‌های اداری جزئیات باید ساده و باکمترین تنوع مصالح بوده و بیشترین ملاحظات فنی در آنها در نظر گرفته شده باشد.

#### ۵ - ۱ - ۲ هزینه‌های نگهداری و تعمیرات

در همه موارد 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 پیش‌بینی‌های لازم نرخ بهینه هزینه در هر مورد قابل محاسبه خواهد بود.

#### - عمر ساختمان

عمر ساختمان یکی از عوامل موثر در تعیین هزینه‌های نگهداری و تعمیرات است به گونه‌ای که عمر طولانی تر خدمات نگهداری و حفاظت بیشتری را طلب می‌کند. البته افزایش بی‌رویه 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

ساختمان‌های اداری دارای عملکرد مشخص و معین و در اکثر موارد یکسان است، مگر موقعیت استقرار در داخل سلسله مراتب اداری و مکانیزم‌هایی که موجب بروز ویژگی می‌شود. از این رو سیستم نگهداری و تعمیرات براساس عملکرد و مکانیزم اداری تنظیم و با نرخ بهره‌برداری باید مطابقت داشته باشد. کاربرد تجهیزات خودکار و الکترونیکی نوین در مقابل سیستم‌های دستی گذشته ایجاب می‌کند 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 گونه‌ای که با تنظیم برنامه ویژه و تخصیص بودجه سالیانه و دراز مدت و اجرای منظم عملیات نوسازی و حفاظت،



میزان هزینه‌ها در طول عمر بنا به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند. مطابقت و سازگاری فعالیت‌ها با فضاها و شرایط کالبدی آنها، یکی دیگر از عوامل کاهش هزینه‌ها است. ملاحظات بودجه‌بندی سالیانه در قالب برنامه کلی و دراز مدت، شرایط مناسب تصمیم‌گیری را برای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات فراهم خواهد کرد.

#### - اندازه و کالبد بنا

ابعاد و اندازه ساختمان اداری رابطه مستقیم با هزینه‌های نگهداری و تعمیرات ساختمان دارد. ساختمان اداری با زیربنای زیادتر هزینه‌های بیشتری را نیاز خواهد داشت، اما این افزایش نسبت ثابتی ندارد. به گونه‌ای 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 فعالیت‌های مختلف و سازگاری با مکانیزم‌های نوین اداری، علاوه بر این که امکان بهره‌برداری و عمر مفید بنا را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد، هزینه‌های نوسازی و مرمت را نیز کاهش خواهد داد.

#### - شرایط محیطی و اقلیم

شرایط محیطی و اقلیمی یکی از عوامل مؤثر در تعیین نرخ هزینه‌های نگهداری و تعمیرات است. مناطق سخت از نظر اقلیمی و شرایط محیطی، دشواری‌های 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 هزینه‌های 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 ساختمان‌ها باعث فرسودگی و کاهش عمر ساختمان اداری می‌گردد. عوامل دیگری نظیر سیستم‌های نوین اقتصادی و تحولات فرهنگی و اجتماعی و پدید آمدن ابزارهای پیشرفته ارتباطی و مدیریت، هرچند دهه یکبار بناهای اداری را دستخوش تغییرات پایه‌ای می‌کند. بنابراین طراحی بناهای اداری باید با پیش‌بینی‌های 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 هزینه‌های مضاعف و پیش‌بینی نشده مواجه خواهد بود که تخریب زودرس بنا را سبب خواهد شد.

#### ۵ - ۲ - ۲ تکنولوژی و ساختمان اداری

روند تکاملی تکنولوژی جامعه صنعتی، شیوه اجرای ساختمان‌های 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 شیوه ساخت در کشور ما به کمال نرسیده لیکن روندی است رو به رشد که متناسب با نیازهای روز توسعه می‌یابد. در این شیوه به موضوعاتی نظیر سرعت زمان ساخت، کیفیت برتر و مطلوب، سهولت امکان جابجایی و تغییرات داخلی پاسخ‌های مناسبی داده خواهد شد.





 omorepeyman.ir

## فصل سوم - ساختمانهای مسکونی

### ۱- معیارهای پایایی و استحکام

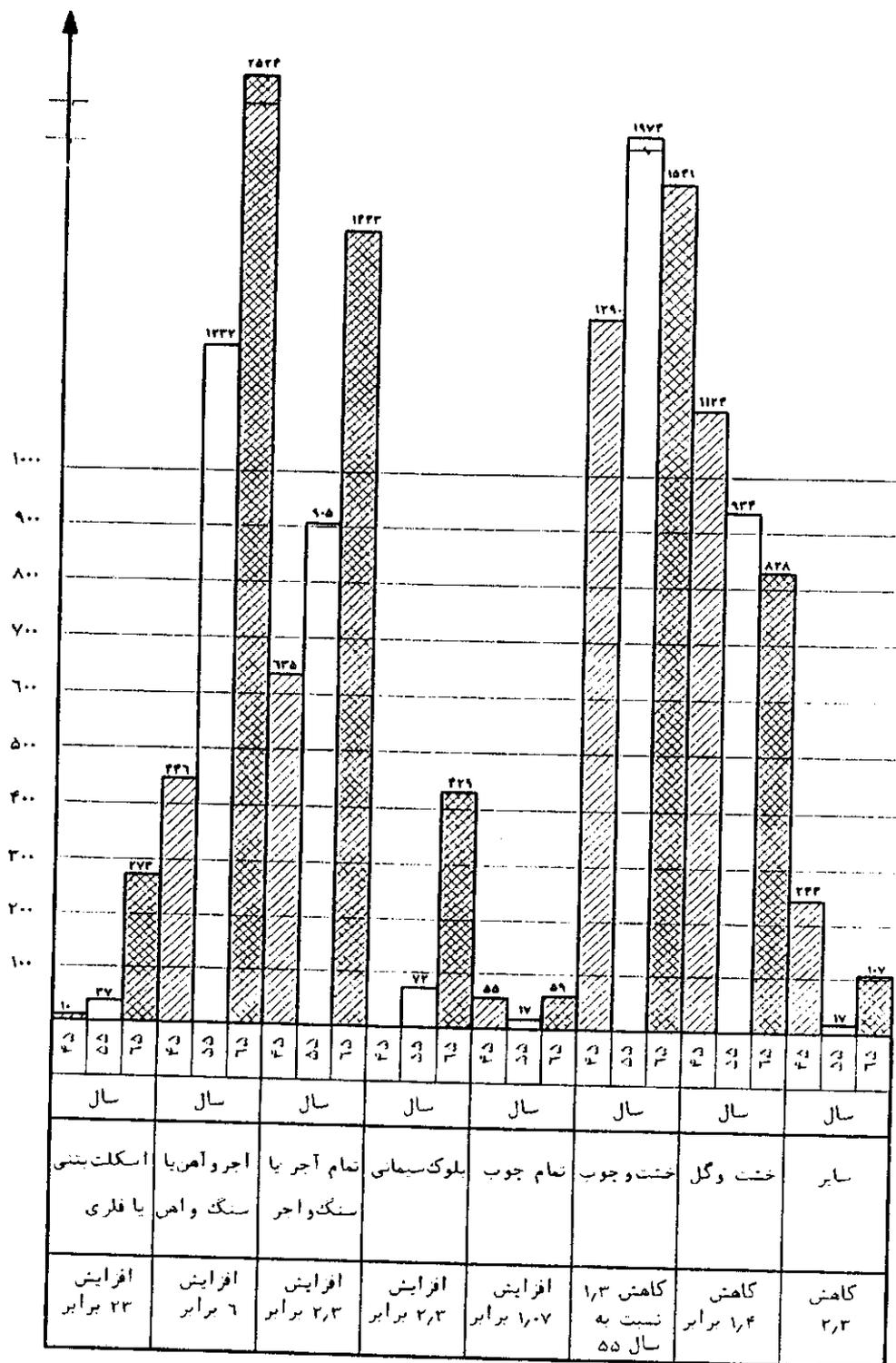
مسکن و ساختمان از سرمایه‌های ملی است و هر ساله سهم قابل توجهی از بودجه کشور به این امر اختصاص می‌یابد. لذا دقت در چگونگی مصرف این سرمایه گذاری سنگین در جهتی که زمان بهره‌برداری از آن طولانی و مخارج نگهداری آن در طی سالیان کمترین مقدار باشد می‌تواند از اهداف ملی در این گونه سرمایه گذاری‌ها باشد. با توجه به اهمیت این امر لازم است، ابتدا وضعیت موجود ساختمان‌های مسکونی کشور از این دیدگاه مورد بررسی قرار گیرد تا با توجه به وضعیت موجود، شرایط مطلوب پیش‌بینی شود.

چنانکه از سرشماری سالهای ۱۳۴۵، ۱۳۵۵ و ۱۳۶۵ استنباط می‌شود پاره‌ای از روش‌های ساخت بتدریج و طی سالهای فوق‌الذکر کاهش یافته و یا در مواردی منسوخ شده است و برخی از روش‌ها 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 می‌دهد.

از نمودار فوق مشاهده می‌شود که تعداد کل خانه‌های مسکونی کشور در سال ۱۳۶۵ بالغ بر ۸۲۱۷۳۷۵ واحد مسکونی بوده است. با توجه به مصالحی که در ساخت این خانه‌ها به کار رفته، نسبت آنها به کل خانه‌ها به شرح زیر است :

- حدود ۴۳ درصد خانه‌ها از آجر و آهن یا سنگ و آهن
- حدود ۱۸/۸ درصد خانه‌ها از خشت و چوب
- حدود ۱۷/۶ درصد خانه‌ها از تمام آجر یا سنگ و آجر یا چوب یا سنگ و چوب
- حدود ۱۰/۱ درصد خانه‌ها از خشت و گل
- حدود ۵/۲ درصد خانه‌ها 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 درصدها 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 آلودگی 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 غالباً نامتناسب بوده و لذا در دراز مدت نمی توان آنها را به عنوان خانه های قابل قبول به حساب آورد.
- سایر خانه ها نیز اکثراً "عمری کوتاه داشته و به علت عدم دقت در ساخت و جزئیات آنها متناوباً" به تعمیر و نگهداری های پرهزینه 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 بر موارد 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 و عمر 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 در حالی 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 زمین‌های شهری
  - روند تغییرات سیستم کاربری اراضی شهری
  - روند تغییرات اجتماعی و نواحی شهر وندان
  - روند تغییرات اقتصادی و سهم مسکن از درآمد
  - روند تغییرات تکنولوژیکی و سیستم‌های نوین ساخت
- زمان دوره سکونت در واحدهای مسکونی به سرعت در حال کاهش است به گونه‌ای که روند تحرکات خانوار به سبب توسعه شتابان شهری شدت گرفته است و خانواده شهری برای سکونت دائم خود مسکن انتخاب نمی‌کند، بلکه مشتاق فروش بهتر آن در آینده 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 ساختمان‌های مسکونی بدون در نظر گرفتن سیستم سازه ضربی از دوره سکونت است. طول زمان دوره سکونت نیز برحسب چگونگی روند توسعه تغییر می‌کند. 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 غیرواقع نمی‌باشد.



## 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، ورودی‌ها و محوطه

این گونه نوسازی و مرمت دوبار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی می‌شود، 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
- ورودی‌ها، درگاه، در اصلی بنا و پله
- محوطه، معابر و حصار کشی‌ها

## ۲ - ۲ - ۳ نوسازی و مرمت دیوارهای داخلی (غیر باربر) و مرمت سقف‌ها

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 در این بخش شامل :

- قرنیزها
- زیرسازی دیوارها و سقف‌ها
- عایق‌کاری رطوبتی و حرارتی
- سقف‌های کاذب

## ۲ - ۲ - ۴ نوسازی و مرمت درها، نورگیرهای سقفی و تعویض شیشه‌های شکسته

و کدر

انجام این تعمیرات هر ده سال یک بار قابل پیش‌بینی است. سلامت و تازگی این اجزا با وجود کوتاهی عمر نقش بسیار مؤثری در آسایش فضای سکونت دارد. نوسازی و مرمت در این بخش شامل :

- درهای ورودی، درهای داخلی و درهای حفاظ
- پنجره‌های داخلی و خارجی، توری‌ها و نرده‌های حفاظ
- تعویض شیشه‌های کدر و شکسته
- سایبان‌ها و کرکره‌ها
- نورگیرهای سقفی



## ۲ - ۲ - ۵ نوسازی و انجام تعمیرات در سیستم های آب و فاضلاب

انجام این گونه نوسازی و تعمیرات دویار 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 - ۶ تاسیسات مربوط به برق، سیستم های گرمایشی و سرمایشی و تهویه

انجام تعمیرات و بازسازی در موارد فوق هر ده سال یک بار قابل پیش بینی است. تاسیسات 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 وسایل بهداشتی

انجام تعمیرات، تعویض و بازسازی تجهیزات وسایل بهداشتی در دسشویی ها و حمام ها و آشپزخانه ها دویار 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 پیوندد. هزینه های نسبتاً 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 دویار در طول عمر ساختمان مجاز است، مگر تغییر



فرش و پوشش‌های نهایی که دوام فوق را ندارد و مطابق مشخصات فنی ویژه باید پیش‌بینی شود.  
نوسازی و تعمیرات در این بخش شامل :

- کاشی کاری‌ها و سرامیک کف
- پوشش‌های سنگین مانند سنگ، چوب و موزائیک
- ترمیم عایق کاری‌های کف و دفع رطوبت
- ترمیم و انجام اصلاحات در کانال‌های کف
- ترمیم و نوسازی سیستم‌های 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 برمی‌گیرد که به علت وقفه در عملکرد بنا توصیه می‌شود بیشتر از یک بار در طول عمر ساختمان پیش‌بینی نشود.

## ۲ - ۳ زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

عملیات نگهداری و تعمیرات با توجه به مطالب ارائه شده در بندهای (۱-۲) و (۲-۲) برای عمر ۳۰ تا ۵۰ ساله بناهای مسکونی با پیشنهاد دوره‌های مشخصی مطابق جدول (۱-۲) قابل پیش‌بینی است.

### زمان بندی دوره های نگهداری و تعمیرات

جدول شماره ۱-۲

شرح عملیات موضوع بند.	دوره های پیش بینی شده
موضوع بند (۹-۲-۲)	یک بار در طول عمر ساختمان
موضوع بند (۱-۲-۲)، (۲-۲-۲)، (۳-۲-۲)، (۵-۲-۲)، (۷-۲-۲)، (۸-۲-۲)	دو بار در طول عمر ساختمان
موضوع بند (۴-۲-۲)، (۶-۲-۲)	هر ده سال یک بار
نقاشی و پرداخت نماهای داخلی و خارجی و کف‌ها	هر پنج سال یک بار
بازدید و کنترل تاسیسات برق و مکانیک-بازدید و کنترل سیستم های حفاظتی و ایمنی-بازدید و کنترل تجهیزات و وسایل رفاهی بازدید و کنترل سیستم های روشنایی طبیعی و مصنوعی	بازدیدها سالانه

### 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 می‌آید. این نکات حاصل بی‌توجهی به عملکرد فضا در مراحل طراحی، انتخاب مصالح و اجرا است. موارد مهم به شرح زیر است :

- لغزندگی

- تیزی‌ها و زبری‌ها

- برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌ها

- دستگیره‌ها و بازشوها

- شیشه‌ها

- پرتگاه‌ها

- لغزندگی

در فضاهای مسکونی از لغزندگی کف‌ها باید به طور کامل اجتناب ورزید. کف‌های مسکونی به سه گروه خشک مناسب اطاق‌ها، نیمه خشک مناسب فضاهای عبوری مانند راهروها و پله‌ها و خیس مناسب حمام و آشپزخانه تفکیک می‌شود که ویژگی‌های هر گروه به شرح زیر است :

- کف‌های خشک مناسب اطاق‌ها باید دارای قابلیت‌های زیر باشد :

- صداگیر باشد.

- عایق حرارت باشد.

- مانع انعکاس نور باشد.

- بافت نرم داشته باشد.

- قابل نظافت و بهداشتی باشد.

- غیرلغزنده باشد.

- کف‌های نیمه خشک مناسب فضاهای عبوری مانند راهروها و پله‌ها باید دارای قابلیت‌های

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 فرشافت 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 خیسگی 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 تمیهدات 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 و مایل)
- 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 ۱۰۰ سانتیمتر برای کف پنجره ها و پله ها و ارتفاع ۱۱۰ سانتیمتر 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



تصرف‌های 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 ساختمان‌ها شامل موارد زیر :

- محافظت فضاهای داخلی
  - محافظت اجزا ساختمانی (درها و پنجره‌ها، سقف‌ها و کانال‌ها، نعل درگاهها...)
  - محافظت اعضای سازه‌ای
  - محافظت سقف‌ها و پام‌ها
  - محافظت راه پله‌ها، چاه‌های آسانسور و بازهای قائم
  - محافظت موتورخانه
  - ضوابط مربوط به راه‌های خروج
  - ضوابط مربوط به تأسیسات برق
  - ضوابط مربوط به نازک‌کاری‌های داخلی و خارجی
  - حفاظت در برابر آذرخش
- کلیه موارد فوق مطابق مقررات و دستورالعمل‌های مندرج در نشریات شماره ۱۱۱ و ۱۱۲ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه خواهد بود.

### ۳ - ۳ ایمنی در برابر زلزله

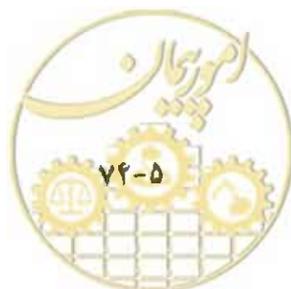
آنچه که مربوط به سازه ساختمان‌های اداری و پیش‌بینی ضرایب لازم برای حفاظت ساختمان در مقابل زلزله است طبق آئین نامه‌های مورد تایید مراجع رسمی کشور باید محاسبه و اجراء شود. نکات دیگری که در این ارتباط از دیدگاه عملکردی باید متذکر شد شامل موارد زیر است :

- دیوارهای داخلی و جدا کننده باید از استحکام کافی برخوردار بوده و در برابر لرزش‌های ناشی از زلزله پایداری لازم را داشته باشند. سبکی این دیوارها باعث کاهش خطرات آن خواهد شد.

- قفسه‌ها، 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 تا حد تعیین شده داشته باشد.

- شیشه‌ها 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 دقیقاً 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 مستقیماً 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 آزیست 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 آبرگیر محاسبه و در نظر گرفته 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 تراز مناسب بین کرسی چینی و دیوارها الزامی است. این لایه عایق از سمت بیرون باید در تراز 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 در معرض 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 ۱۰ سانتیمتر 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. در این 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 خانه‌های مسکونی رطوبت کف همواره از مسائلی است که باید با توجه به شرایط اقلیمی راه حل مناسب را برای آن پیش‌بینی کرد. در محل‌هایی که سطح آبهای زیرزمینی پائین است کف‌سازی را می‌توان با زیرسازی محدودی از مخلوط رودخانه‌ای و لایه‌ای 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 سنگ‌های شکسته و لایه ضخیم‌تر بتن انجام می‌شود. در شرایط حاد اقلیمی و مواقعی که پوشش‌های حساس به رطوبت برای کف پیش‌بینی می‌شود باید از لایه عایق رطوبتی، با هماهنگی با سیستم عایق‌کاری کل بنا، استفاده شود.

- در کلیه کف‌هایی که در معرض ریزش مداوم آب قرار دارد مانند سرویس‌های بهداشتی و فضاهای شستشو، عایق‌کاری رطوبتی توصیه می‌شود. در این گونه کف‌ها شیب‌بندی 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، کاشی‌های کف و یا سنگ مناسب باشد. یادآوری می‌شود که عایق‌کاری در طبقات بالاتر نیز ضروری خواهد بود.

## ۴ - ۲ عایق‌کاری حرارتی

عایق‌کاری حرارتی در ساختمان‌های مسکونی هزینه‌های گرمایشی و برودتی را کاهش می‌دهد. علاوه بر آن کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا را نیز در بر خواهد داشت. با توجه به موارد فوق این امر یک ضرورت زیست‌محیطی و اقتصادی است که با به کار بردن مصالحی با ضریب تبادل حرارتی پائین و در موقعیت‌هایی که بیشتر در معرض گرما و سرمای محیط بیرون هستند می‌توان بدان دست یافت.

### - بام‌ها

بام‌ها مهم‌ترین 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 ساختمان‌های مسکونی با سقف مسطح استفاده از شیوه‌های متداول پوشش، نظیر سقف‌های طاق ضریبی آجری، تیرچه بلوک و یا بلوک‌های توخالی پیش‌ساخته به اضافه شیب‌بندی روی آن عایق مناسبی برای اقلیم‌های معتدل است. این گونه سقف‌ها در

مناطق بسیار سرد و یا گرم نیاز به عایق حرارتی اضافه دارند تا ضریب تبادل آن کاهش یابد. استفاده از عایق‌های فشرده پلیمری، چوبی و غیره که بتوان آنها را روی عایق رطوبتی فرش نمود کمک زیادی به کاهش ضریب تبادل حرارت خواهد کرد. در سقف‌های شیب‌دار استفاده از لایه‌های پشم سنگ، پشم شیشه، پلاستوفوم و پلی اورتان و همچنین با استفاده از پوشش سقف کاذب می‌توان به ضریب تبادل حرارتی مطلوب دست یافت.

#### - دیوارها

در ساختمان‌های مسکونی دیوارها در صورتی که با ضخامت مناسب ساخته شوند خود عایق حرارتی مطلوبی خواهند بود. لیکن امروزه به دلیل کاهش نقش دیوارها در سازه 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 بلوک‌های توخالی تاحدودی این معایب جبران شده است، لیکن کاربرد دیوارهای توخالی با ضخامت کم را فقط برای مناطق معتدل می‌توان کافی دانست. در مناطق بسیار سرد یا گرم استفاده از دیوارهای دولایه می‌تواند کمک مؤثری در این امر نماید. پر کردن فضای خالی دیوار با عایق‌های حرارتی در این گونه مناطق ضریب تبادل حرارتی را به شدت کاهش می‌دهد و دیوارهای با قابلیت زیاد ایجاد می‌کند.

#### - کف ها

خانه‌های مسکونی مناطق معتدل کمتر نیاز به عایق حرارتی کف دارند خاک و توده 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 پوش‌های عایق حرارت مانند انواع کف پوش‌های پلیمری، چوب و غیره توصیه می‌شود.

#### ۴ - ۳ عایق‌های صوتی

سروصدا و آلودگی صوتی از عوامل مضر و ناخوشایندی است که وجود آن در مجاورت خانه‌های مسکونی موجب سلب آسایش ساکنین و ایجاد مزاحمت برای آنها خواهد بود. در شرایط امروزی که در شهرهای پر ازدحام با وجود وسایط نقلیه سروصدا زیادی ایجاد می‌گردد، پیش‌بینی 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 غیربرابر بمنظور سبکی ساختمان با ضخامت کم ساخته می‌شوند و این امر موجب کم شدن توان و کاهش صوتی آنها می‌گردد. بمنظور جبران این امر استفاده از بلوک‌های توخالی، متخلخل و اسفنجی و اندودهایی که به این امر کمک نماید توصیه می‌شود. پنجره‌ها و کلیه بازشوی‌های رو به منابع سروصدا عامل مهمی در انتقال آن به داخل خانه هستند. دو جداره کردن شیشه‌ها و درزبندی مناسب کمک بسیار زیادی به کاهش سروصدا از طریق پنجره‌ها خواهد نمود.

نکات قابل توجه در تعدیل سروصدا عبارتند از :

- انتخاب مصالح مناسب و جاذب صدا در موضعی که در معرض سروصدا قرار دارند.
- کاهش بازشوها و پنجره‌ها در سمتی که کانون سروصدا قرار دارد.
- دو جداره کردن شیشه‌ها
- محوطه سازی و ایجاد موانع عایق سروصدا

#### ۴ - بهداشت فضاهای ویژه

منظور از فضاهای ویژه در خانه‌های مسکونی فضاهایی نظیر آشپزخانه، سرویس‌های بهداشتی، حمام و نظایر آن است که به دلیل نوع عملکردشان امکان آلودگی و غیربهداشتی شدن آنها وجود دارد.

#### - سرویس‌های بهداشتی

در سرویس‌های بهداشتی منازل توجه به اجرای دقیق لوله‌کشی و تجهیزات آن و رعایت کلیه نکات فنی که باعث دوام، طول عمر و بهداشتی شدن شبکه آب و فاضلاب می‌شود 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 می‌شود جلوگیری نماید. کاشی‌ها 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 لبه‌ها، نش‌ها و کنج‌ها تا حد امکان از کاشی‌های ویژه لبه و ازاره استفاده شود. در کف‌ها پیش‌بینی شیب و تخلیه سریع آب به آبروها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سرامیک و کاشی‌های انتخابی کف



باید مقاوم، غیر لغزنده و قابل شستشو با مواد ضد عفونی کننده باشد. کاشی کاری کف با حداقل فاصله (درز) به صورت کاملاً مسطح به گونه‌ای که امکان تجمع آب نباشد، باید چیده شود. در این فضا علاوه بر سیستم دفع آب، عایق کاری رطوبتی، سیستم روشنایی و تهویه نیز بسیار اهمیت دارد.

نصب تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی حائز اهمیت است. اتصال و آب بندی مواد غیرهم جنس نیاز به دقت در اجرا دارد. در نصب توالت‌های 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 سرویس‌های بهداشتی در مورد حمام نیز صادق است. در حمام‌ها عایق کاری در محدوده دوش تا ارتفاع بیشتری ادامه خواهد یافت. عایق کاری قائم و محل خروج لوله‌ها از داخل آن باید با دقت بیشتری انجام شود.

#### - آشپزخانه

آشپزخانه منازل از فضاهایی است که اهمیت ویژه‌ای دارد لذا پیش‌بینی شرایطی که امکان تمیز و بهداشتی نگه داشتن آن به سهولت میسر باشد باید از اهداف طرح و سازندگان باشد. کلیه نکاتی که در مورد عایق کاری و کاشی کاری سرویس‌های بهداشتی ذکر شد در مورد آشپزخانه نیز صادق است. در آشپزخانه‌ها موضوع چربی حاصل از پخت و پز که روی سطوح دیوار می‌نشیند عاملی است که ضرورت صاف و براق بودن کاشی‌های بدنه را با کمترین درز بیشتر می‌نماید. تهویه آشپزخانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است تا حدی که باید شدت و جهت جریان هوا تحت کنترل کامل باشد. در این فضا باید جداً از نفوذ حشرات جلوگیری نمود. دقت در اتصالات و فصل مشترک جداره‌ها، انجام نازک کاری یک دست و فشرده، نصب توری‌های محافظ روی دریچه‌ها 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. نگره 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 - ۶ 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 و مقرراتی 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 صدا)

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





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

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 جدازه‌های 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 سازه‌ای باید از نظر هوابندی و صدابندی دارای اتصال کامل با دیوار باشد. لنگه درها در داخل چهارچوب‌ها باید بطور چسب چفت گردد و به این منظور استفاده از نوارهای هوابندی و صدابندی توصیه می‌شود. در طراحی پنجره‌ها و شیشه‌گذاری علاوه بر ملاحظات ایمنی و امنیتی باید به چگونگی عایق‌بندی نیز توجه شود به گونه‌ای که با انتخاب ضخامت مناسب (یا دوجداره) و تامین اتصال کامل و قابل انعطاف امکان نفوذ سروصدا را به حداقل رساند.

#### - دید و اشراف خانه‌ها بهم

تراکم زیاد ساختمان‌ها در فضاهای شهری گاه فاصله مناسب بین پنجره‌ها را به حداقل ممکن کاهش می‌دهد، این امر به خصوص در موقعیت‌هایی است که مجموعه‌های ساختمانی بدون یک طراحی اصولی و بدون رعایت موازین شهرسازی ساخته شده باشند. اگر چه ارگان‌های ذیربط مقررات و ضوابطی را برای حداقل فاصله بین پنجره‌های دو خانه تعیین کرده‌اند، لیکن در صورتی که این مقررات با هوشیاری و ترفندهای طراحی توأم نگردد نتیجه مطلوب حاصل نخواهد شد. اساس طراحی در این گونه موارد تأمین حداکثر محرمیت هر خانه است لذا طراحی باید به گونه‌ای باشد که پنجره‌ها کاملاً روبروی یکدیگر و در فواصل حداقل قرار نگیرند. در نورگیرها که طبقات بالایی امکان دید به داخل خانه‌های 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 سیستم‌های حفاظت در برابر حریق و بلایای طبیعی نظیر زلزله و سیل همراه با پیش‌بینی حفاظتی در برابر حملات دشمن و آسیب‌های عمومی و حفاظت اموال و دارایی‌های 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

خانه‌های مسکونی همواره در معرض نفوذ حشرات و جانوران هستند و در صورتی که پیش‌بینی‌های لازم و مبارزه مستمر با آنها نشود به سرعت تکثیر شده و پی‌آمدهای غیربهداشتی آن می‌تواند فاجعه آفرین گردد. چاه‌های فاضلاب، لوله‌ها و کف‌شورهای مربوط به آن کانال‌ها، شکاف‌ها، سوراخ‌ها و فضاهایی که به راحتی در دسترس نیستند به خصوص در آشپزخانه‌ها، انبارها و زیرزمین‌ها می‌تواند لانه و محل رشد آنها باشد. در ساختمان‌های مرتفع بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌های سرپوشیده نیز می‌تواند جای مناسبی برای پرندگانی نظیر کبوتر و گنجشک‌ها باشد. بستن راههای نفوذ حشرات و جانوران در کلیه جداره‌ها و پیش‌بینی دسترسی برای 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 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

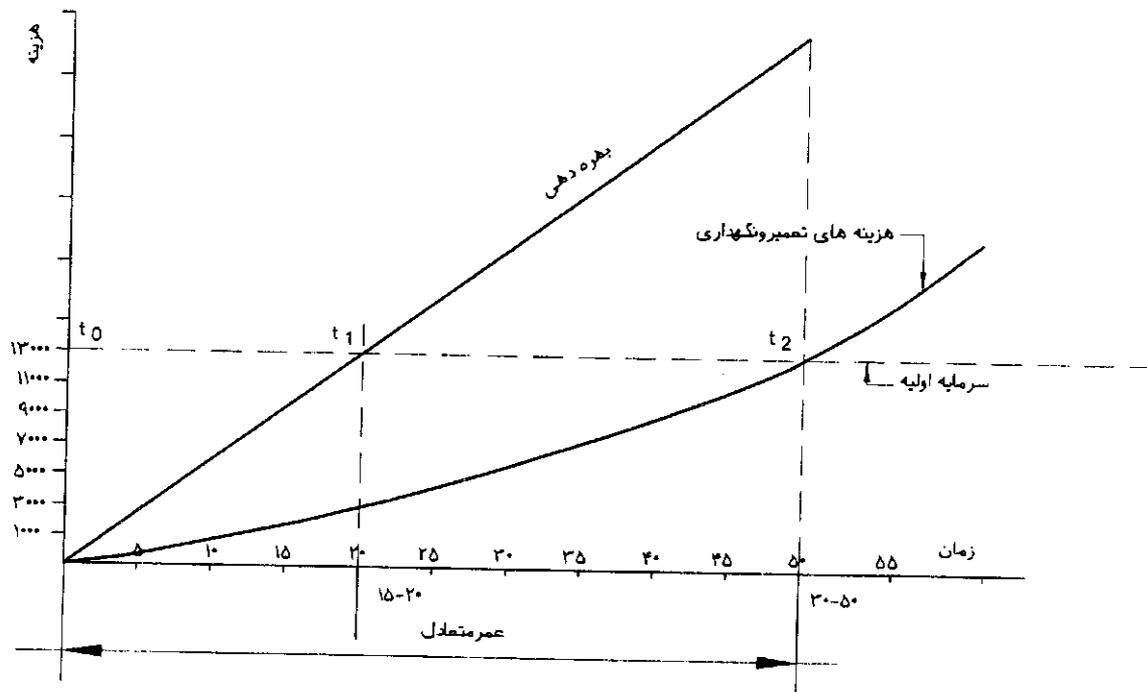
در حال حاضر موقعیت مکانی و مساحت زمین بیشترین سهم از سرمایه اولیه را به خود اختصاص می دهد که ارزش ریالی آن مربوط است به کم و کیف تأسیسات و امکانات شهری. سرمایه گذاران این بخش برای کاهش این سهم تعیین کننده از سرمایه اولیه معمولاً "گرایش به انتخاب اراضی بکر با کمترین تأسیسات و امکانات شهری دارند. در صورتی 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 در هر 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 منحصراً 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 و مدیریت اجرا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کنترل و ترکیب مصالح با شناخت کامل از ویژگی‌های آنها به گونه‌ای که قابلیت تولید امکان‌پذیر باشد، نیاز به اطلاعات کامل و دقیق از مشخصات و معیارهای ساخت و ساز دارد. از این رو جزئیات هرچه ساده‌تر، با کمترین تنوع مصالح و با بیشترین ملاحظات فنی باشد، موفق‌تر خواهد بود.

### ۵ - ۱ - ۲ پایایی یا عمر واحدهای مسکونی

با توجه به چگونگی روند سرمایه‌گذاری و تولید انبوه واحدهای مسکونی، عملکرد و ویژگی سکونت نیز تغییر پیدا می‌کند. به گونه‌ای که مسکن در دوره‌های مختلف زندگی شهروندان به صورت‌های مختلف باید پیش‌بینی شود، مانند خوابگاه‌های دانشجویی، مجموعه‌های مجردی اداری، مجموعه‌های آپارتمانی کوچک، مجموعه‌های مسکونی با تراکم کم که هر یک دوره زمانی محدودی از سکونت شهروند یا خانواده را تأمین می‌کند. از این رو پیش‌بینی واحدهای مسکونی با قابلیت تنوع برای سکونت شهروند از ابتدا، تا انتها در سیستم تولید انبوه امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین با سیستم تولید انبوه و تیپ واحدهای مسکونی از انحصار یک خانواده خارج و به صراحت به عنوان سرمایه‌های ملی به حساب خواهد آمد. در پی آن عمر ساختمان نیز از اختیار افراد خارج و در اختیار سازمان یا نهادهای مسئول مانند شهرداری‌ها قرار می‌گیرد که با ارزیابی از هزینه‌های نگهداری، ارزش زمین، کم و کیف عملکرد، موقعیت شهری و بودجه عمرانی تعیین می‌شود. نمودار شماره (۵-۱) عوامل مؤثر در عمر ساختمان را نشان می‌دهد.





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 توجه 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



بی‌رویه 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 بهره‌برداری

ساختمان‌های مسکونی دارای عملکرد مشخص و معین و دراکثر موارد یکسان است. مگر موقعیت استقرار و تجمع آنها که موجب بروز ویژگی می‌شود. ساختمان‌های مسکونی به صورت مجموعه‌های متمرکز، گسترده و تک‌واحدی پیش‌بینی می‌شود که سیستم نگهداری و تعمیرات براساس این ویژگی تنظیم و با نرخ بهره‌برداری باید مطابقت داشته باشد. شیوه‌های نوین زندگی مانند بهره‌برداری از خوابگاه‌ها و سکونتگاه‌های موقت با تمرکز تسهیلات رفاهی مشترک در فضای واحد، ضمن صرفه‌جویی 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 گونه‌ای که با تنظیم برنامه ویژه و تخصیص بودجه سالیانه و دراز مدت و اجرای منظم عملیات نوسازی و حفاظت، میزان هزینه‌ها در طول عمر بنا بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند. مطابقت و سازگاری فعالیت‌ها با فضاهای مربوط به خود و شرایط کالبدی آنها، یکی دیگر از عوامل کاهش هزینه‌ها است. ملاحظات بودجه‌بندی سالیانه در قالب برنامه کلی و دراز مدت، شرایط مناسب تصمیم‌گیری را برای فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات فراهم خواهد کرد.

#### - اندازه و کالبد بنا

ابعاد و اندازه کمی ساختمان مسکونی رابطه مستقیم با هزینه‌های نگهداری و تعمیرات ساختمان دارد. ساختمان مسکونی با زیربنای زیادتر هزینه‌های بیشتری را نیاز خواهد داشت، اما این افزایش نسبت ثابتی ندارد. بگونه‌ای که افزایش هزینه نسبت مستقیمی است که میزان بهینه آن به عوامل متعدد و مؤثر دیگری مانند، سیستم مدیریت، عملکرد، مکانیزم بهره‌برداری، شرایط محیطی و نیروی کار نیز وابسته است. امکان تجهیز بنا با وسایل نوین رفاهی و تأسیسات مکانیکی و قابلیت تطبیق فضاهای داخلی با شیوه‌های نوین زندگی، علاوه براین که امکان بهره‌برداری و عمر

مفید بنا را بطور قابل ملاحظه ای افزایش می دهد، هزینه های نوسازی و مرمت بنا را نیز کاهش 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 بر ارزش 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 تقریباً 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 حدوداً 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 می‌دهد. تولد گروه‌های جدید اجتماعی، پرش‌ها و جابجایی در قشرهای اجتماعی از پدیده‌های حاصل این تحولات است. این پدیده‌ها، محرک بسیار قوی برای تغییر شکل سکونت می‌شود و گروه‌های اجتماعی در پی مناسبات نو در صدد نوسازی محل سکونت خود برمی‌آیند. در این شرایط نیاز به تولید مسکن شهری رشد شتابان می‌یابد 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 صرفاً خصوصی افراد صورت گیرد. بمنظور جلوگیری از اتلاف منابع و سرمایه‌های ملی در این « دوران گذر » باید ضوابط و مقرراتی برای هدایت این روند تدوین شود، تا سرمایه‌گذاری‌ها 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 می‌دهد. به گونه‌ای که تولید مصالح ساختمانی از شیوه « درجا » به تولید « پیش ساخته » و عملیات اجرایی از « بنایی » به سمت سیستم نصب گراییده است. یک عنصر مصالح با عملکردهای گوناگون (مانند مصالح گلی با عملکردهای : سازه‌ای، پوششی، نازک کاری، چسباننده، پرکننده 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 می‌شود. در گذشته « جزئیات ساختمانی » از یک نوع مصالح، بسیار ساده و با هنرمندی ویژه اجرا می‌شد، در صورتی که در حال حاضر سعی می‌شود « جزئیات ساختمانی » از ترکیب مصالح مختلف و با مهارت فنی و دانش مهندسی اجرا شود. تجزیه فن ساختمان سازی به رشته‌های فنی مشخص و تخصصی شدن هریک، از مرحله طراحی تا اجرا موجب افزایش نرخ تولید و کارایی بهتر جزئیات و عمر آن شده است. با توجه به سیر تکوین روش‌های ساخت و افزایش تصاعدی عوامل تأثیرگذار، تدوین ضوابط و مقررات جامع برای طرح، اجرا و مدیریت ساختمان ضرورت پیدا می‌کند. از طرفی، با توجه به این که، تغییر و تحولات تکنولوژیکی منحصر به زمان مشخصی نیست و در هر مقطع از زمان روش‌های گوناگون با نسبت‌هایی که روند توسعه تعیین می‌کند در حال عمل است، فعالیت‌های آموزشی و تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود.



## منابع

- ۱ - تاریخچه ساختمانهای صنعتی در ایران - شرکت مهندسين 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
  - ۶ - اصول برنامه ریزی و طراحی شهرک های صنعتی - ترجمه : محمد امین شیبانی - انتشارات سازمان ملل
  - ۷ - ضوابط ساختمانهای صنعتی - شرکت مهندسين مشاور صنعتی ایران - ۱۳۷۳
  - ۸ - بررسی اقتصادی و فنی ساختمانهای صنعتی - مجموعه مقالات آقای مهندس رضانی - ۱۳۶۰
- 9 - The Economic of Factory Buildings P.A. Stone London H.M.S.O 1962

