

جزوه روشهای اجرایی ساختمان

گردآورنده:

رامین عابدیان

مهرماه ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فصل ۱:

کلیات

ramin_abedian@yahoo.com

۱-۱- ساختمان از لحاظ مصالح مصرفی

انواع ساختمان به لحاظ مصالح مصرفی در سازه اصلی آنها معمولاً به هفت دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱) ساختمان‌های فلزی
- ۲) ساختمان‌های بتنی
- ۳) ساختمان‌های خشتی و گلی
- ۴) ساختمان‌های با مصالح بنایی
- ۵) ساختمان‌های چوبی
- ۶) ساختمان‌های صنعتی
- ۷) ساختمان‌های پیش ساخته

۱-۱-۱- ساختمان‌های فلزی

ساختمان‌هایی هستند که در اسکلت اصلی آنها از انواع پروفیل‌های ورق، ناودانی، نبشی، میلگرد، تسمه و غیره استفاده می‌شود که به کمک اتصالات جوشی یا پیچی به هم وصل می‌گردند. سقف اینگونه ساختمان‌ها می‌تواند طاق ضربی، تیرچه و بلوک، کرمیت و سقف مرکب (کامپوزیت) باشد. برای مقابله با زلزله در سازه اینگونه ساختمان‌ها می‌توان از انواع مهاربند (بادبند) و یا اتصالات صلب (قاب خمشی) و یا از دیوار برشی فولادی بهره جست.

۱-۱-۲- ساختمان‌های بتنی (بتن آرمه)

با توجه به اینکه ضریب انبساط طولی آرماتور و بتن تقریباً با هم برابر است، این خصوصیت باعث شده است که ترکیب آرماتور و بتن، سازه محکمی را بوجود آورد.

$$\text{بتن آرمه} = \text{بتن} + \text{آرماتور}$$

$$\text{بتن} = \text{دانه‌های سنگی} + \text{سیمان} + \text{آب} + \text{مواد افزودنی}$$

معمولاً ستون و تیر اینگونه ساختمان‌ها از بتن آرمه ساخته می‌شود و سقف آنها می‌تواند انواع دال، تیرچه و بلوک، کرمیت و پانل‌های پیش ساخته باشد.

۱-۱-۳- ساختمان‌های خشتی و گلی

اینگونه ساختمان‌ها به لحاظ ارزانی مصالح بیشتر در روستاها ساخته ساختمان‌ها و دیوار آنها را خشت و گل (کاه گل) تشکیل می‌دهد. به لحاظ جلوگیری از پرت حرارت (از دست رفتن حرارت) دیوارها ضخیم ساخته می‌شوند (ضخیم تر از ۳۵ سانتیمتر) تا در مناطق سردسیری از ورود سرما از بیرون و در مناطق گرمسیری از ورود گرما از بیرون جلوگیری کند.

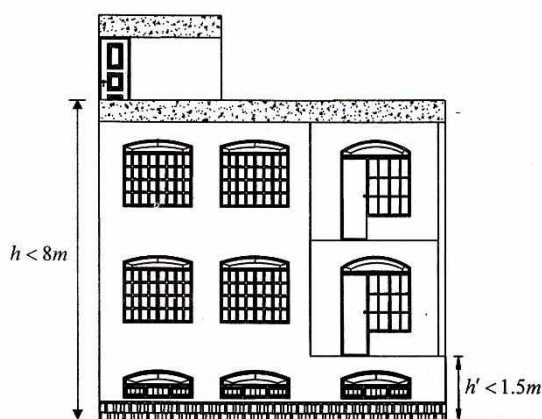
سقف اینگونه ساختمان‌ها می‌تواند چوبی یا گنبدی باشد، در مناطق سردسیری ایران (شمال ایران) بام‌ها چوبی تخت و در مناطق کویری و جنوب، گنبدی اجرا می‌شود. به لحاظ سنگینی ساختمان و مقاوم نبودن در مقابل زلزله، مورد قبول آیین‌نامه زلزله نیستند و برای زلزله‌های به بزرگی ۵ ریشتر به بالا آسیب پذیرند، مخصوصا اگر مدت زلزله زیاد باشد، به طوری که در تلوتهای زلزله ابتدا آسیب سازه‌ای دیده و بعد به شدت فرو می‌ریزند به وسیله کلاف‌های کششی چوبی می‌توان تا حدودی استحکام ساختمان را بالا برد.

۱-۱-۴- ساختمان‌های با مصالح بنایی

منظور از ساختمان‌های با مصالح بنایی، ساختمان‌هایی است که با آجر و بلوک ساختمانی و یا با سنگ ساخته می‌شوند و تمام و یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی تحمل می‌گردد، بنابراین ساختمانی که در آن قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی و قسمتی دیگر توسط عناصر فلزی و یا بتن آرمه تحمل می‌شود در ردیف ساختمان‌های با مصالح بنایی محسوب می‌شوند. سقف این گونه ساختمان‌ها می‌تواند تیرچه بلوک و یا طاق ضربی باشد. برای مقابله با نیروی زلزله از کلاف‌های بتنی (شناژهای قائم و افقی) استفاده می‌شود. حداکثر تعداد طبقات (بدون احتساب زیر زمین) برابر ۲ طبقه می‌باشد و همچنین تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین مجاور نباید از ۸ متر تجاوز کند.

نکته: زیر زمین طبقه‌ای است که تراز روی سقف آن نسبت به تراز زمین مجاور از ۱/۵ متر بیشتر نباشد در غیر این صورت طبقه به حساب خواهد آمد.

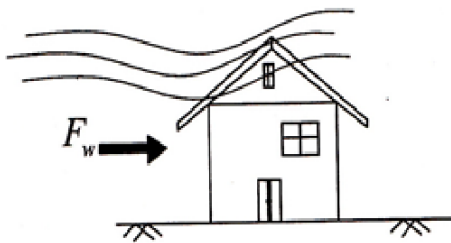
حداقل عرض دیوارهای باربر ۵/۱ ارتفاع دیوار خواهد بود، یعنی ضخامت دیوارها ۳۵ سانتیمتر خواهد بود.



شکل (۱-۱) نمایش ابعاد ارتفاعی در ساختمان با مصالح بنایی

۱-۱-۵- ساختمان‌های چوبی

ساختمان‌هایی هستند که اسکلت اصلی آن‌ها را چوب تشکیل می‌دهد، سقف آن‌ها معمولاً شیب‌دار می‌باشد و در مناطقی که چوب فراوان است، در حاشیه جنگل‌ها مثل شمال ایران متداول‌اند این گونه ساختمان‌ها به لحاظ سبکی سقف و دیوارها در مقابل زلزله مقاوم، ولی در مقابل بار باد (طوفان‌ها) آسیب پذیرند.



شکل (۱-۲) نمایش ساختمان چوبی

۱-۱-۶- ساختمان‌های صنعتی

ساختمان‌های صنعتی به لحاظ کاربری که دارند معمولاً برای کارخانجات تولیدی و صنعتی، انبارها، آشیانه‌ها، تعمیرگاه‌ها، فضاهای ورزشی و غیره استفاده می‌شوند. اسکلت اصلی آن‌ها را معمولاً قاب‌های سوله یا خراباهای تشکیل می‌دهد و برای پوشش سقف از انواع لاپه به صورت ناودانی، پروفیل Z و ورق گالوانیزه یا ایرانیت استفاده می‌شوند.

۱-۱-۷- ساختمان‌های پیش ساخته

برای اجرای سریع و همچنین در ساختمان‌های تیپ (هم شکل)، از ساختمان‌های پیش ساخته استفاده می‌شود که اسکلت اصلی آن‌ها معمولاً بتنی یا فولادی یا پانل‌های پیش ساخته می‌باشد دیوار و سقف این ساختمان‌ها در جای دیگر ساخته شده و در محل خود مونتاژ می‌شوند مشکل اصلی این گونه سازه‌ها آن است که در مقابل زلزله آسیب پذیرند.

۱-۲- تقسیم‌بندی ساختمان‌ها به لحاظ اهمیت

در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان)، ساختمان‌ها از نظر اهمیت به چهار گروه تقسیم می‌شوند:

گروه ۱- ساختمان‌های با اهمیت زیاد

در این گروه ساختمان‌هایی وجود دارند که قابل استفاده بودن آن‌ها پس از وقوع زلزله از اهمیت خاصی برخوردار است مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز آتش‌نشانی، مراکز و تأسیسات آبرسانی، نیروگاه‌ها و تأسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تأسیسات انتظامی، مراکز کمک رسانی و بطور کل ساختمان‌هایی که استفاده از آن‌ها در نجات و امداد مؤثر می‌باشد و ساختمان‌ها تأسیساتی که خرابی آن‌ها موجب انتشار گسترده مواد سمی در محیط زیست می‌شوند.

گروه ۲- ساختمان‌های با اهمیت زیاد

این گروه شامل سه دسته زیر است:

- الف - ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب تلفات زیادی می‌شود مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاتر، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری و یا هر فضای سرپوشیده که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر در یک سقف باشد.
- ب - ساختمان‌هایی که خرابی آنها سبب از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها و به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پرارزش نگهداری می‌شود.
- پ - ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی که خرابی از آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش‌سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، انبارهای سوخت و مراکز گازرسانی.
- گروه ۳ - ساختمان‌هایی با اهمیت متوسط
- در این گروه ساختمان‌هایی قرار دارند که خرابی آنها تلفات و خسارات قابل توجه به وجود می‌آورد مانند ساختمان‌های مسکونی و اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های چند طبقه و آن دسته از ساختمان‌های صنعتی که جزء گروه یک و دو نمی‌باشند.
- گروه ۴ - ساختمان‌های با اهمیت کم
- این گروه شامل دو دسته زیر می‌باشند:
- الف - ساختمان‌هایی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث می‌شود و احتمال بروز تلفات در آنها بسیار کم است.
- ب - ساختمان‌های موقت که مدت بهره‌برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.

فصل ۲:

مسئوداری و پی‌کنی

ramin_abedian@yahoo.com

۲-۱- گودبرداری و پی‌کنی

گودبرداری به آن قسمت از عملیات خاکی گفته می‌شود که پایین‌تر از سطح زمین برای احداث زیرزمین، موتورخانه و ... انجام می‌گیرد. هر چند در بیشتر گودبرداری‌ها، پی‌کنی نیز توأماً انجام می‌گیرد، پی‌کنی به کلیه عملیات خاکی که در سطح زمین انجام می‌گیرد اطلاق می‌گردد.

در گودبرداری بسته به حجم عملیات خاکی، دسترسی‌ها و رعایت مسایل ایمنی ممکن است عملیات با دست انجام گیرد. ولی معمولاً عملیات خاکی حجیم با ماشین‌آلات سنگین مانند بیل مکانیکی (بیل بک)، لودر و بولدزر انجام می‌گیرد. اما قبل از بحث بررسی گودبرداری و پی‌کنی در زمین‌های مختلف به بحث مختصری درباره بوته‌کنی، پیاده کردن نقشه که لزوماً باید قبل از اجرای این عملیات انجام شود می‌پردازیم.

۲-۱-۱- بوته‌کنی

قبل از پیاده کردن نقشه ابتدا باید منطقه را بازدید و در صورت وجود، خاک‌های اضافی را از منطقه خارج کرده و در صورت وجود علف اقدام به بوته‌کنی کرد. در صورتی که منطقه بوته‌کنی وسیع باشد می‌توان از گریدر یا لودر استفاده کرد.

۲-۱-۲- پیاده کردن نقشه

پس از بوته‌کنی اولین اقدام در ساختن يك ساختمان پیاده کردن نقشه است. در نقشه‌های شهری وضعیت نقشه از نظر شمال-جنوب، ناحیه، قطعه و بر خیابان اصلی یا فرعی کاملاً مشخص است. چنانچه فرض شود خیابان‌کشی و یا جدول‌بندی خیابان انجام شده باشد، طبق نقشه مقدار متراژ پیاده‌رو تعیین می‌گردد و با اندازه‌گیری از جدول و میخ‌کوبی بر زمین تعیین می‌گردد. در صورتی که خیابان یا کوچه تعریض داشته باشد، شهرداری مقدار تعریض را برای شما مشخص خواهد کرد.

در پیاده کردن نقشه حدود و ثغور زمین را باید با سند مالکیت کنترل کرد تا بعداً مشکل ایجاد نشود. در صورتی که به عنوان نماینده پیمانکار نقشه‌ای را در سایت پلان (sight plan) پیاده می‌کنید، حتماً باید به وسیله نماینده مشاور، کارفرما و پیمانکار صورت جلسه گردد تا بعداً مشکل نداشته باشد. جهت پیاده کردن ساختمان معمولی از وسایلی همچون متر (۵۰-۱۰ متری)، ریسمان بنایی، شاقول، تراز، میخ فلزی یا چوبی به طول ۵۰-۲۰ سانتیمتر و گچ سفید را می‌توان استفاده نمود.

برای ساختمان‌های بزرگ به غیر از وسایل‌های بالا از دوربین ترازیب و تئودولیت نیز استفاده می‌شود.

برای پیاده کردن از يك نقطه شروع يك امتداد را پیاده می‌کنیم. معمولاً امتدادها بر هم عمودند در نتیجه برای اخراج عمود بر

يك امتداد از قضیه فیثاغورس استفاده می‌کنیم. $c^2 = a^2 + b^2$ یا به اصطلاح (۳، ۴، ۵).

چنانچه بخواهیم کارهای انجام شده را دقیقاً کنترل نمائیم، در صورتی که يك كادر مستطیلی را پیاده کرده باشیم دو قطر باید با هم برابر باشند که در اصطلاح بنائی چپ و راست کردن می‌گویند و اگر دو قطر با هم برابر نباشند می‌گویند چپ گونیا است. برای تعیین دقیق فاصله حتماً از متر فلزی استفاده می‌کنیم تا خطای ناشی از نیروی کششی اضافی نداشته باشیم. به منظور محاسبه خطای متر کشی می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$\Delta L = \frac{L(F - F_0)}{EA}$$

که در این رابطه L امتداد متر کشی، F نیروی کششی، F_0 نیروی کششی استاندارد، A سطح مقطع متر و E ضریب الاستیسیته متر می‌باشد.

نکته: در ریسمان‌کشی و گچ‌ریزی باید دقت کرد که ریسمان به زمین گیر نداشته باشد. ریسمان را باید به اندازه ۱۰-۱۵ سانتیمتر بالاتر از زمین محکم به پیکه‌ها (میخ‌های چوبی یا فلزی) بست.

۲-۲- گودبرداری و سازه نگهبان

گودبرداری در زمین‌های مختلف به میزان مقاومت دانه‌بندی و مقدار رطوبت، مشخصات مکانیکی خاک، چسبندگی و اصطکاک داخلی بین دانه‌ها و عمق گودبرداری بستگی دارد. در ادامه بر تعدادی از روش‌های گودبرداری و احداث سازه‌های نگهبان اشاره می‌شود.

۲-۲-۱- گودبرداری در زمین‌های کوچک

گودبرداری‌های کم عمق و با وسعت کم و یا در مواردی که راه دسترسی به ماشین‌آلات حفاری مقدور نباشد معمولاً با دست صورت می‌گیرد، اما در مواردی که عمق زیاد است و وسعت کم از انواع ماشین‌های حفار مانند بیل بک (بیل مکانیکی) استفاده می‌شود.

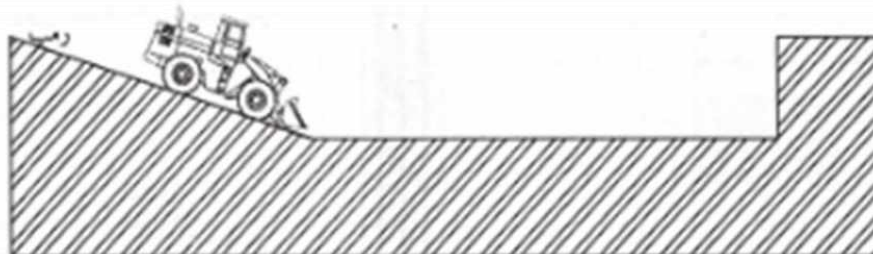
در انتخاب بیل بک باید عمق حفاری را در نظر گرفت که حداکثر عمقی که بیل بک معمولی می‌تواند بکند حدود ۶ متر می‌باشد. در حفاری با بیل بک معمولاً يك کمپرسی در کنار بیل بک منتظر می‌ماند تا پر شود.

۲-۲-۲- گودبرداری در زمین‌های بزرگ

در صورتی که زمین بزرگ و حجم عملیات خاکی زیاد باشد و خاک نرم می‌توان از انواع بیل بار کن (لودر) برای حفاری و بار کردن استفاده کرد ولی اگر زمین دج و دارای تخته سنگ‌ها و متورق باشد، برای حفاری از انواع بولدوزر استفاده کرده و برای بار

کردن از لودر کمک گرفته می‌شود.

نحوه عمل بدین گونه است که لودر در ابتدا برای خود يك رمپ (شیب) درست می‌کند سپس با پیشرفت خاکبرداری در صورتی که زمین وسیع باشد کمپرسی‌ها برای بار گرفتن داخل گود می‌شوند.



شکل (۱-۲) نمایش ساخت رمپ يك لودر

۱-۲-۲-۲- رعایت مسائل ایمنی در گودبرداری

بخشی از حوادث که منجر به فوت و یا جراحت کارگران ساختمانی می‌شود، حین گودبرداری و بعد از آن اتفاق می‌افتد. بنابراین مسائل ایمنی در سه مرحله زیر باید رعایت شوند:

۱) رعایت مسائل ایمنی قبل از گودبرداری

۲) رعایت مسائل ایمنی حین گودبرداری

۳) رعایت مسائل ایمنی بعد از گودبرداری

۱- رعایت مسائل ایمنی قبل از گودبرداری: قبل از گودبرداری باید مسائل زیر رعایت شود:

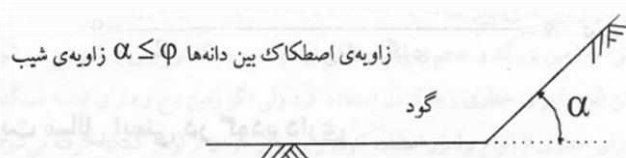
الف- با همکاری سازمان ذیربط جریان برق، گاز، آب و سایر سرویس‌های مشابه در محل گودبرداری قطع شود.

ب- کلیه اشیاء زائد از قبیل درخت، تخته سنگ و ضایعات ساختمانی که ممکن است سبب وقوع حادثه‌ای گردد از محل گودبرداری خارج گردد.

ج- در صورتی که ساختمان‌های مجاور ایستایی کافی نداشته باشند، آن‌ها را قبل از گودبرداری خالی از سکنه و با شمع بندی چوبی یا فلزی ساختمان را از داخل شمع بندی می‌کنیم.

د- از وضعیت پایداری ساختمان‌های مجاور (که‌ایا شناژ دارند یا نه و یا دارای چه نوع سیستم سازه‌ای می‌باشند) مطلع شده و نسبت به آن تمهیداتی در نظر گرفت.

۲- رعایت مسائل ایمنی حین گودبرداری: در حفاری و گودبرداری با عمق بیش تر از ۱۲۰ سانتیمتر خطر ریزش و یا لغزش دیوار وجود دارد و لازم است تمهیدات ایمنی لازم به عمل آید، مگر اینکه شیب دیواره از زاویه شیب طبیعی خاک کمتر باشد.



شکل (۲-۲) زاویه شیب در گودبرداری

- ۳- رعایت مسائل ایمنی بعد از گودبرداری: یک سری مسائل ایمنی بعد از گودبرداری وجود دارد که به ترتیب به آنها اشاره می‌گردد:
- ۱) بعد از وقوع بارندگی، طوفان، سیل و زلزله باید محل گودبرداری بازدید شود تا در نقاطی که خطر ریزش یا لغزش دیواره وجود دارد با استفاده از شمع، سپر یا چوب بست تحکیم و تثبیت گردد.
 - ۲) برای جلوگیری از سقوط افراد، حیوانات، مصالح ساختمانی، ماشین‌آلات و نیز برخورد افراد و وسایل نقلیه با کارگران باید اطراف گودبرداری حصارکشی شود.
 - ۳) در صورت نیاز باید از چراغ‌های چشمک زن یا علائم هشدار دهنده در شب استفاده گردد.

۲-۳- سازه‌های نگهدارنده

برای مهار دیواره‌های گودبرداری در مقابل ریزش در فاصله گودبرداری تا احداث ابنیه از سازه نگهدارنده استفاده می‌شود.

- ۱- روش مهارسازی
- ۲- روش دوخت به پشت^۱
- ۳- دیواره دیافراگمی (دیوار دوغابی)^۲
- ۴- مهار متقابل (پشت بندهای اقی و مایل^۳)
- ۵- اجرای شمع^۴
- ۶- سپر کوبی
- ۷- اجرای خرپا
- ۸- روش پلکانی یا منبری
- ۹- روش جز به جز

۲-۳-۱- روش مهارسازی

در این روش برای مهار حرکت و رانش خاک، با استفاده از تمهیداتی خاص، از خود خاک‌های دیواره کمک گرفته می‌شود. ابتدا در حاشیه زمینی که قرار است گودبرداری شود، در فواصل معین چاه‌هایی حفر می‌کنیم. عمق این چاه‌ها برابر با عمق گود به اضافه مقداری اضافی برای شمع بتنی انتهای تحتانی این چاه‌هاست. پس از حفر چاه‌ها درون آنها پروفیل‌های I شکل یا H شکل قرار

-
- 1- Nailing
 - 2- Diaphragm walls - Slurry wall
 - 3- Braced wall using wals struts
 - 4- Bored Pile Walls

می‌دهیم. به منظور تأمین گیرداری و مهار کافی برای این پروفیل‌ها، انتهای پروفیل‌ها را به میزان ۰,۲۵ تا ۰,۳۵ عمق گود، پایین‌تر از رقوم کف گود درون بخش شمع ادامه می‌دهیم و در انتهای پروفیل‌ها نیز شاخک‌هایی را در نظر می‌گیریم.

سپس شمع انتهای تحتانی را که قبلاً آرماتوربندی آن را اجرا و کار گذاشته‌ایم، بتن‌ریزی می‌کنیم. بدین ترتیب پروفیل‌های فولادی مذکور در شمع مهار می‌شوند و پروفیل‌های فولادی همراه با شمع نیز در خاک مهار می‌شوند. پس از اجرا این مرحله، عملیات گودبرداری را به صورت مرحله به مرحله اجرا می‌نماییم. در هر مرحله پس از برداشتن خاک در عمق آن مرحله، برای جلوگیری از ریزش خاک، با دستگاه‌های حفاری ویژه در بدنه گود چاهک‌هایی اقی یا مایل، به قطر حدود ۱۵ تا ۱۵ سانتیمتر، در جداره گود حفر می‌کنیم. پس از انجام این مرحله، پانل‌های بتنی پیش‌ساخته‌ای را در بین پروفیل‌های قائم قرار داده، آن‌ها را از سویی به میلگردهای بیرون آمده از چاهک‌ها به نحو مناسبی متصل می‌کنیم و از سوی دیگر پانل‌ها را به پروفیل‌های قائم متصل می‌نماییم. به جای استفاده از این پانل‌های پیش‌ساخته می‌توانیم آن‌ها را به صورت درجا اجرا نماییم. همچنین می‌توانیم ابتدا بر روی دیواره آرماتوربندی کرده و سپس بر روی آن بتن‌پاشی کنیم.

برای اتصال پانل‌ها به میلگردهای بیرون آمده از چاهک‌ها می‌توانیم سر میلگردهای مزبور را رزوه کرد و سپس با استفاده از صفحات سوراخ‌دار تکیه‌گاهی و مهره آن‌ها را پانل‌ها درگیر کنیم.

کلیه عملیات فوق را به صورت مرحله به مرحله، از بالا به پایین اجرا می‌کنیم.

۲-۳-۱-۱- مزایای روش مهارسازی

۱) مشخصات مکانیکی خاک بر اثر تزریق بتن در درون چاهک‌ها بهبود می‌یابد؛ لذا بر اثر این امر، علاوه بر کمک گرفتن از خاک اطراف جداره برای مهار رانش خاک، میزان رانش خاک بر اثر بهبود مشخصات مکانیکی خاک کاهش می‌یابد.

۲) سازه نگهبان در داخل گود جاگیر نیست.

۳) از خاک موجود برای مهار دیواره گود استفاده می‌شود.

۲-۳-۱-۲- معایب روش مهارسازی

۱) استفاده از بدنه خاک مجاور دیواره گود ضروری است؛ لذا در مواردی که خاک مجاور گود در زیر یک ساختمان و یا در حریم همسایه یا در حریم تاسیسات و معابر شهری باشد، از این روش نمی‌توان استفاده کرد یا استفاده از آن با محدودیت همراه است.

۲) به دلیل ضرورت اجرای عملیات به صورت مرحله به مرحله، به زمان زیادی نیاز دارد، البته این امر ممکن است در پروژه‌های بزرگ مطرح نباشد بلکه بر عکس ممکن است زمان کلی اجرای کار نیز، به ویژه با مدیریت صحیح، کاهش یابد.

۳) هزینه اجرای عملیات، به دلیل تکنولوژی پیشرفته‌تر، در مقایسه با روش‌های ساده‌تر بیشتر است؛ ولی در پروژه‌های بزرگ و احجام زیاد ممکن است این امر مطرح نباشد و بر عکس هزینه کلی کار کاهش یابد.

۴) به دستگاه‌های خاص نظیر دستگاه‌های لازم برای حفر چاهک‌ها، تزریق، حمل پانل‌ها نیاز دارد.

۵) به افراد با تخصص‌های بالاتر در رده‌های مختلف فنی برای اجرای عملیات مربوطه، در مقایسه با روش‌های ساده‌تر نیاز دارد.



شکل (۲-۳) روش دوجت به پشت

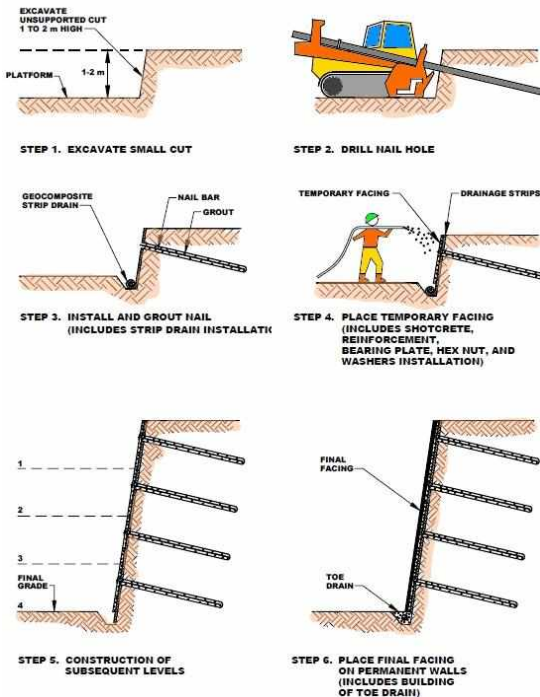
۲-۳-۲- روش دوجت به پشت (نیلینگ)

این روش مشابهت زیادی با روش مهارسازی دارد. در این روش حفاری را به صورت مرحله به مرحله و از بالا به پایین گود اجرا می‌کنیم.

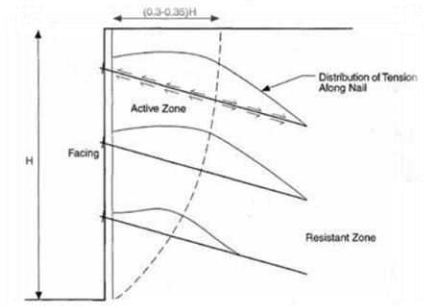
در هر مرحله به کمک دستگاه‌های حفاری ویژه، چاهک‌های افقی یا مایل در بدنه دیواره گود حفر می‌کنیم. سپس درون این چاهک‌ها کابل‌های پیش‌تنیدگی قرار داده و با تزریق بتن در انتهای چاهک، این کابل‌ها را کاملاً در خاک مهار می‌نماییم. در ادامه کابل‌های مزبور را به کمک جک‌های ویژه‌ای کشیده و انتهای بیرون آمده کابل را بر روی سطح جداره گود مهار می‌کنیم. آنگاه به درون چاهک‌های مزبور بتن تزریق کرده و پس از سخت شدن بتن و کسب مقاومت کافی آن، کابل‌ها را از جک آزاد می‌کنیم. این کار باعث می‌شود که نیروی پیش‌تنیدگی موجود در کابل، خاک را فشرده سازد و در نتیجه خاک فشرده‌تر و متراکم‌تر شده و رانش ناشی از آن کاهش می‌یابد و در عین حال کل نیروی رانش خاک در جداره گود به خاک‌های داخل بدنه دیواره منتقل شده و خاک بدنه انتهایی به عنوان سازه نگهدارنده عمل کرده و رانش خاک بدنه مجاور جداره را تحمل کند. عمق گودبرداری در هر مرحله بستگی به نوع خاک و فاصله بین چاهک‌ها دارد و معمولاً در حدود ۲ تا ۳ متر است.

مراحل اجرای سیستم نیلینگ (nailing) مطابق با شکل بصورت شماتیک نشان داده شده است.

- ۱) گودبرداری در مرحله اول ترانشه و یا گود و ایجاد پله بعدی عملیات.
- ۲) حفاری چال جهت نصب مهار کششی Nail.
- ۳) قراردادن آرماتور داخل چال و تزریق چال.
- ۴) اجرای سیستم زهکشی و اجرای شاتکریت جداره و نصب ضخامت فولادی.
- ۵) گودبرداری مرحله بعدی ترانشه و یا گود و ایجاد پله‌های بعدی عملیات.
- ۶) اجرای پوشش شاتکریت نهایی پس از اتمام آخرین مرحله حفاری.



شکل (۲-۴) مراحل اجرای روش نیلینگ



۲-۳-۱- مزایای روش دوخت به پشت

(۱) سازه نگهدارنده در داخل گود جاگیر نیست.

(۲) از خاک موجود برای مهار دیواره گود استفاده می‌شود.

(۳) مشخصات مکانیکی خاک بر اثر تزریق بتن به درون چاهک‌ها و

نیز پیش تنیده شدن خاک بهبود می‌یابد در نتیجه هم از خاک اطراف جداره برای مهار رانش خاک استفاده می‌شود و هم میزان رانش خاک بر اثر بهبود مشخصات مکانیکی خاک کاسته می‌شود.

۲-۳-۲- معایب روش دوخت به پشت

(۱) استفاده از بدنه خاک مجاور دیواره گود ضروری است. لذا در مواردی که خاک مجاور گود در زیر یک ساختمان یا درحریم همسایه یا درحریم تاسیسات و معابر شهری باشد از این روش نمی‌توان استفاده کرد یا استفاده از آن با محدودیت همراه است.

(۲) به دلیل ضرورت اجرای عملیات به صورت مرحله به مرحله، به زمان زیادی نیاز دارد، البته این امر ممکن است در پروژه‌های بزرگ مطرح نباشد بلکه بر عکس ممکن است زمان کلی اجرای کار نیز، به ویژه با مدیریت صحیح، کاهش یابد.

(۳) هزینه اجرای عملیات، به دلیل تکنولوژی پیشرفته‌تر، در مقایسه با روش‌های ساده‌تر بیشتر است؛ ولی در پروژه‌های بزرگ و احجام زیاد ممکن است این امر مطرح نباشد و بر عکس هزینه کلی کار کاهش یابد.

(۴) به دستگاه‌های خاص نظیر دستگاه‌های لازم برای حفر چاهک‌ها، تزریق، حمل پانل‌ها نیاز دارد.

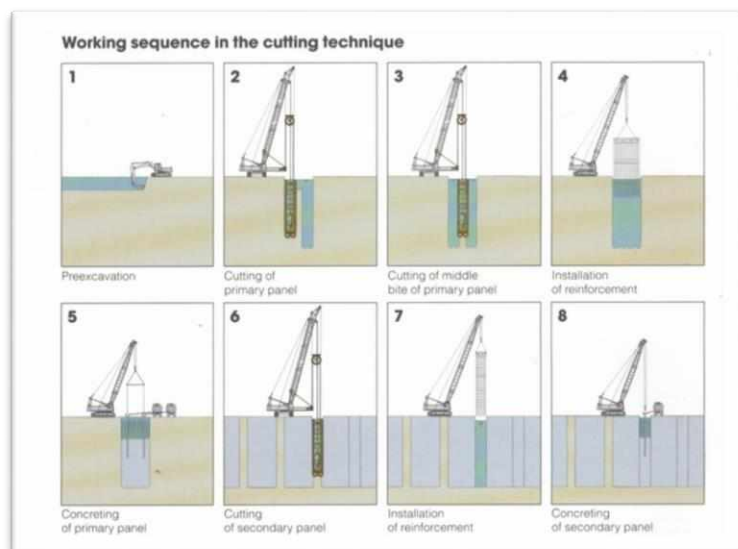
(۵) به افراد با تخصص‌های بالاتر در رده‌های مختلف فنی برای اجرای عملیات مربوطه، در مقایسه با روش‌های ساده‌تر نیاز دارد.

۲-۳-۳- دیواره دیافراگمی

یکی دیگر از روش‌های محافظت از جداره گود احداث دیوار دیافراگمی و یا دیوار دوغابی^۱ می‌باشد. در این روش ابتدا به

کمک دستگاه‌های حفاری ویژه محل دیوار نگهدارنده را حفر می‌کنیم. سپس به طور همزمان محل حفر شده را با گل بنتونیت و سیمان پر

می‌کنیم تا از ریزش خاک دیواره محل حفر شده جلوگیری شود. سپس قفسه آرماتورهای دیوار نگهدارنده را که از قبل ساخته و آماده کرده‌ایم، در داخل محل حفر شده دیوار جای می‌دهیم. آنگاه بتن‌ریزی دیوار را انجام می‌دهیم. بتن مصرفی معمولاً از نوع بتن روان و با کارایی زیاد است. دیوارهای دیافراگمی معمولاً به صورت پیش‌ساخته و پیش‌کشیده نیز اجرا می‌شوند.



شکل (۲-۵) مراحل اجرای دیواره دیافراگمی

۲-۳-۳-۱- مزایای روش دیواره دیافراگمی

- ۱) سرعت اجرای کار بسیار زیاد است.
- ۲) درجه ایمنی کار بسیار زیاد است.
- ۳) دیوار دیافراگم به ویژه برای حفاری‌ها و گودهای با طول زیاد مناسب است.

۴) دیوار دیافراگمی هم به عنوان سازه نگهدارنده گود رفتار می‌کند و هم در حین بهره‌برداری از آن به عنوان دیوار حایل استفاده می‌شود.

۲-۳-۳-۲- معایب روش دیواره دیافراگمی

- ۱) در احجام کم هزینه کار بسیار زیاد است، ولی در احجام بزرگ هزینه کلی اجرای کار می‌تواند از روش‌های ساده‌تر کمتر نیز باشد.
- ۲) در این روش دستگاه‌های حفاری مربوطه نیاز به فضای کار زیادتری دارند و در صورتی که از نظر فضای دو طرف دیواره محدودیت داشته باشیم اجرای کار ناممکن خواهد بود و یا اینکه به سختی صورت می‌گیرد.
- ۳) در این روش به دستگاه‌های حفاری ویژه‌ای نیاز است.
- ۴) در این روش به نیروهای با تخصص بالا برای کار با دستگاه‌های مورد نظر و سایر موارد نیاز است.

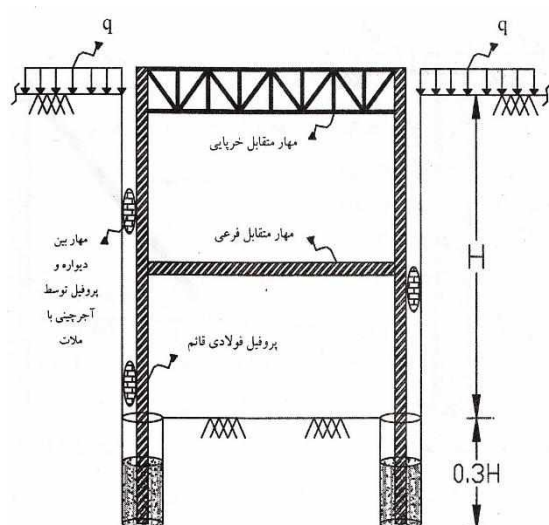
۲-۳-۴- مهار متقابل

این روش ساده برای نگهداری و حفاظت جداره‌های حاصل از گودبرداری و برای جلوگیری از تغییر مکان‌های جانبی در گودهایی با عرض کم در محیط‌های شهری استفاده می‌شود که مشابه روش اجرای شمع می‌باشد، با این تفاوت که در داخل چاهک‌ها به جای بتن و میلگرد پروفیل‌های فولادی H یا I شکل را مطابق با محاسبات و نقشه‌های اجرایی قرار می‌دهیم، عمق چاه‌ها هم مثل روش اجرای شمع می‌باشد ولی طول پروفیل‌ها را طوری انتخاب می‌کنیم که انتهای فوقانی آن تا حدی بالاتر از تراز بالایی گود قرار گیرد،

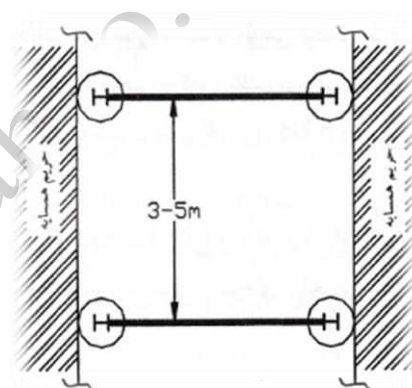
سپس قسمت فوقانی دو پروفیل را به کمک تیر یا خرپاهایی به یکدیگر متصل می‌کنیم. آنگاه اقدام به گودبرداری می‌کنیم. اگر عمق گود تا حدی پایین‌تر رفت می‌توان برای اطمینان بیشتر در نقاط دیگری از ارتفاع پروفیل قائم نیز سیستم مهار متقابل را اجرا کرد، همچنین در سیستم مهار متقابل باید در جهت عمود بر سیستم یا همان جهت طولی نیز به صورتی، مهاربندی شود.

برای اطمینان از پایداری پروفیل‌ها می‌توان قسمت‌های تحتانی پروفیل که در پایین‌ترین تراز چاه قرار دارد را حداقل تا عمق یک متر مسلح و بتن‌ریزی کرد. این روش در گودبرداری‌هایی با عرض کم مناسب می‌باشد و از مزیت‌های آن می‌توان سرعت اجرای بالا، هزینه کم‌تر و جاگیر نبودن را اشاره کرد. از معایب این روش اتلاف قابل توجهی از فضای کاری داخل گود و محدودیت در بکارگیری ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز و همچنین افزایش ریسک برخورد با المان‌ها و به مخاطره انداختن آنها می‌باشد.

در صورتی که در کناره‌های گود، ساختمان‌های بدون انسجام داشته باشیم بهتر است خود ساختمان نیز مهار متقابل گردد، معمولاً سازه انتخاب شده برای این کار خرابا می‌باشد.



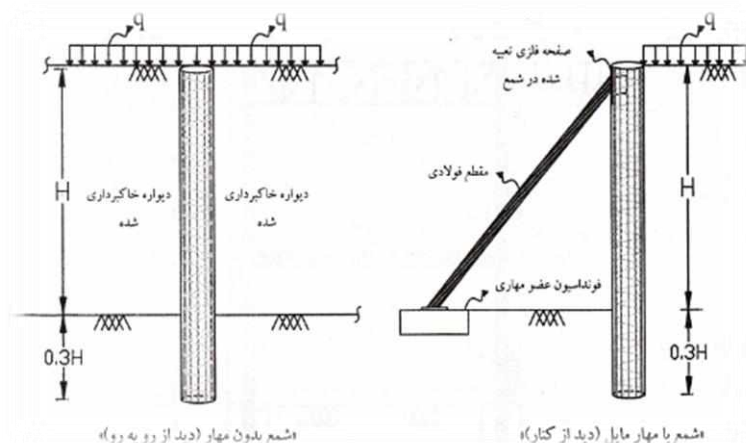
شکل (۲-۶) نمایش مهار متقابل



۲-۳-۵- اجرای شمع

در این روش قبل از گودبرداری محل شمع‌ها در حریم زمین گود، به فواصل ۳ الی ۵ متر مشخص و اقدام به حفر چاه‌هایی معمولاً به قطر ۸۰ الی ۱۰۰ سانتیمتر می‌نماییم. عمق این چاه‌ها به اندازه ارتفاع گودبرداری بعلاوه ۰,۲۵ تا ۰,۳۵ ارتفاع گود برای حصول طول گیرداری لازم می‌باشد. سپس توسط آرماتورهای طولی و خاموت‌های دورپیچ چاه کنده شده را مسلح و بتن‌ریزی کرده و اقدام به گودبرداری با رعایت حریم شمع‌ها می‌کنیم.

از مزیت‌های این روش می‌توان به سرعت عملیات اجرایی بالا، پایین آمدن هزینه عملیات در پروژه‌های بزرگ و دست و پاگیر نبودن اشاره کرد، استفاده از این روش تا عمق ۵ متر اقتصادی می‌باشد و برای گودبرداری‌های با عمق زیاد می‌توان از مهار مایل اتکا به شمع استفاده کرد، تا اجرای شمع بتنی مقرون به صرفه باشد. همچنین از شمع‌های پیش‌ساخته نیز می‌توان به جای شمع‌های درجا بهره برد ولی در پروژه‌های شهری به دلیل مشکلات اجرایی شمع‌ها باید به صورت درجا اجرا شود.



شکل (۲-۷) شمع با مهار مایل (نمای رو به رو و کنار)

۲-۳-۶- روش سپرکوبی

این روش در مواردی که خاک محل خیلی سست و ریزشی بوده و اطراف محل گودبرداری دارای فضای کافی برای کار کردن دستگاه سپرکوب (چکش) باشد، بهتر است مورد استفاده قرار گیرد. در این روش ابتدا در اطراف گود سپرها را با احتساب طول گیرایی $\frac{5}{3}$ ارتفاع در زمین می‌کوبیم و سپس اقدام به گودبرداری می‌کنیم.

در این روش صفحات فلزی داخل خاک و جداره گود توسط چکش پنوماتیک و با استفاده از لرزش کوبیده می‌شوند و با انواع اتصالات بین خود به یکدیگر متصل شده و یک جداره پیوسته را تشکیل می‌دهند از مزایای این روش راحتی در کوبیدن، نصب و بیرون کشیدن آنها به دیگر روش‌ها برتری داشته و مصالح آن مجدداً قابل استفاده در پروژه‌های دیگر می‌باشد، همچنین در این روش به المان‌های افقی و مایل کمتری نیاز می‌باشد. بنابراین محدودیت‌های اشغال فضای داخل گود کمتر وجود دارد. لیکن از جمله معایب این روش وابستگی به نصب سپرهای فلزی می‌باشند که در محیط‌های شهری بدلیل وجود تأسیسات زیربنایی شهری و ایجاد لرزش و صدای ناشی از کوبش سپرها محدودیت‌هایی را بوجود می‌آورد. همچنین کوبیدن سپرها در زمین‌های سنگی و یا خاک‌های بسیار متراکم به سختی انجام پذیر است و در زمین‌های با شرایط بالا با محدودیت مواجه می‌گردد.

در خاک‌های سست و در گودبرداری‌های با ارتفاع و عرض زیاد باید از پشت بندها و قیدهای فشاری فلزی استفاده شود. دستگاه سپرکوب معمولاً به صورت ضربه‌ای یا تخماقی است و به لحاظ ایجاد لرزش و آلودگی صوتی استفاده از این روش در مناطق شهری توصیه نمی‌شود. معمولاً در بسیاری از موارد سپرها فولادی هستند و نیم‌رخ آنها معمولاً به شکل دوزنقه‌ای است.

۲-۳-۷- اجرای خرپا

یکی از روش‌های متداول اجرای سازه‌های نگهدارنده اجرای خرپاست، که این روش در مناطق شهری کاربرد دارد. جهت اجرای خرپای سازه نگهدارنده دو روش مورد استفاده قرار می‌گیرد:

در روش اول که مطمئن‌تر ولی اجرای مشکل‌تری دارد، ابتدا مانند روش اجرای شمع چاه‌های دستی در محل عضوهای قائم خرپا حفر می‌کنیم و انتهای چاه را به طول کافی آرماتوربندی کرده و عضو قائم خرپا را درون آن قرار داده و بتن‌ریزی می‌کنیم. حد واسط بین پروفیل قائم و خاک را به نحو مناسبی با مصالح ساختمانی پر می‌کنیم (آجر چینی با ملات ماسه سیمان)، سپس خاک قسمتهای

وسطی پلان را گودبرداری می‌کنیم و حریم همسایه را با شیب مناسبی خاکبرداری می‌کنیم، فونداسیون عضو مایل خرپا را اجرا کرده و عضو مایل خرپا را از یک طرف به بالای عضو قائم و از طرف دیگر به صفحه فونداسیون اجرا شده در امتداد شیب خاک متصل می‌کنیم و خاکبرداری قسمت شیب‌دار را مرحله به مرحله از بالا به پایین انجام می‌دهیم و به تبع آن عضوهای اقی و قطری خرپا را نصب می‌کنیم.



شکل (۸-۲) روش سپر کوبی

شکل (۹-۲) سپرهای نوع لارسن

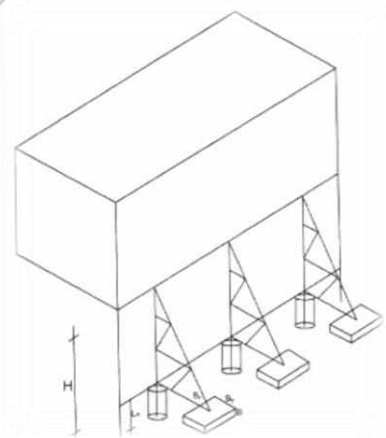


شکل (۱۰-۲) شمای کلی سازه نگهدارنده
خرپایی

در روش دوم خاکبرداری را به صورت شیب‌دار انجام داده (همانند روش قبلی ولی بدون حفر چاه) و محل خرپا را به عرض ۱ الی ۱/۵ متر کامل خاکبرداری می‌کنیم و سپس فونداسیون‌های عضوهای قائم و مایل خرپا را در محل گودبرداری شده اجرا و بتن ریزی می‌کنیم و سپس خرپا به صورت کامل در زمین اجرا کرده و آن‌ها را در محل خود نصب می‌کنیم و در انتها خاکبرداری سایر قسمت‌های شیب‌دار را انجام می‌دهیم.

نکته: چنانچه گودبرداری در حریم ساختمان همسایه باشد، حتی‌الامکان بهتر است خرپاها

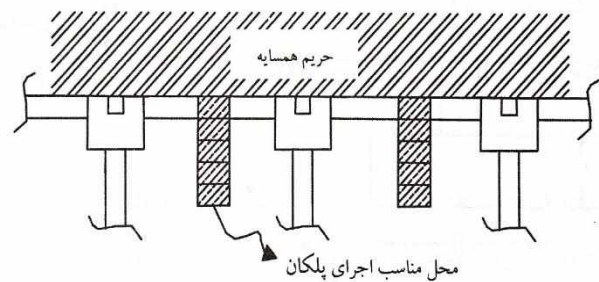
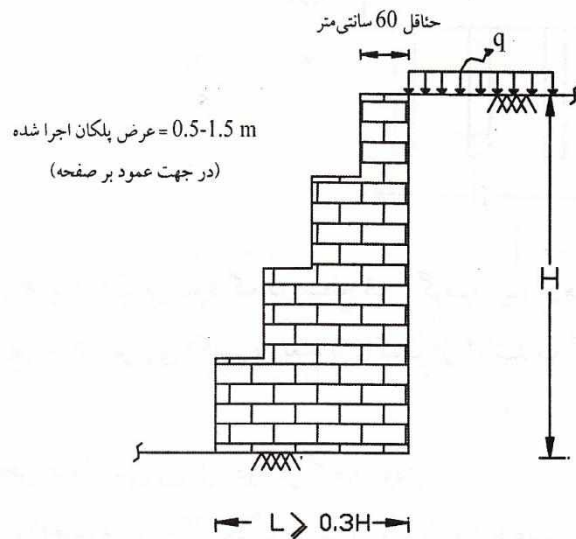
در امتداد ستون‌های ساختمان همسایه اجرا گردد و در صورت ریزش موضعی خاک بین دو خرپا بهتر است هرچه زودتر دیوار حائل دائمی اجرا گردد.



۲-۳-۸- روش پلکانی یا منبری

در این روش نیز ابتدا وسط پلان را بصورت شیب‌دار خاکبرداری می‌کنیم، سپس محل پلکان‌ها را با توجه به پلان فونداسیون در فواصل حداکثر ۶ متر و به عرض کافی خاکبرداری می‌کنیم، آنگاه پلکان‌ها را با استفاده از آجر یا لاشه سنگ و با ملات خاک و گل به صورت پلکانی وزنی در مقابل حریم خاکبرداری و در محل کنده شده اجرا می‌کنیم و در نهایت خاکبرداری سایر قسمت‌ها را به اتمام رسانده و حتی‌الامکان دیوار حائل دائمی را سریع‌تر اجرا می‌کنیم.

نکته: در صورت استفاده از آجر با ملات ماسه سیمان عیار سیمان مصرفی در حد ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب استفاده شود تا مشکلی برای برچیدن پلکان نداشته باشیم.



شکل (۱۱-۲) شمای کلی روش پلکانی (منبری)

۲-۳-۹- روش جزء به جزء

این روش در مواردی که عمق گودبرداری کم و ساختمان همسایه ناپایدار باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این حالت خاک بصورت جزء به جزء به عرض کم توأم با شمع کوبی و همچنین آجرچینی یا سنگ چینی زیر ستون‌های همسایه خاکبرداری می‌شود. استفاده از معماران تجربی و همچنین مجریان ذیصلاح در این مورد توصیه می‌گردد و همچنین فاکتور زمان و نوع خاک در این روش بسیار مهم می‌باشد.

۲-۴- بتن مگر

بتن مگر که به آن بتن پاکیزگی یا نظافت نیز گفته می‌شود دارای عیار بتن ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب و حداقل ضخامت ۵ سانتیمتر و حداکثر ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر می‌باشد و به دو منظور در زیر بتن پی اجرا می‌شود:

- تسطیح و تمیز شدن بستر زیر پی
- جلوگیری از جذب آب بتن توسط خاک زیر آن

۲-۵- پی

پی بخشی از ساختمان است که حد فاصل بین ساختمان و خاک زیر آن بوده و وظیفه تحمل بارهای ساختمان و انتقال آن‌ها به زمین را بر عهده دارد. انتخاب و طراحی پی عمدتاً به دو عامل بستگی دارد.

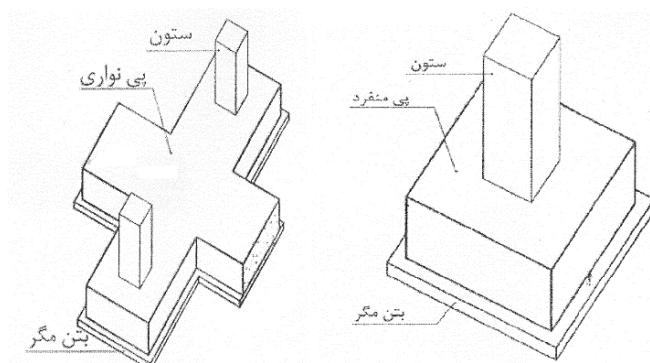
- کل بار ساختمان اعم از بار مرده، بار زنده و بار باد و برف.

- ماهیت و ظرفیت باربری خاک زیرین

پی‌ها از نظر شکل شامل پی‌های نواری، منفرد، مرکب، گسترده و باسکولی می‌باشند.

۲-۵-۱- پی نواری

پی نواری از نواری پیوسته بتنی تشکیل می‌گردد که برای گستردن بار یکنواخت دیوارهای آجری، بنایی یا بتنی و همچنین چند ستون که در یک ردیف قرار دارند، بر سطح کافی از خاک زیرین طراحی می‌شود.



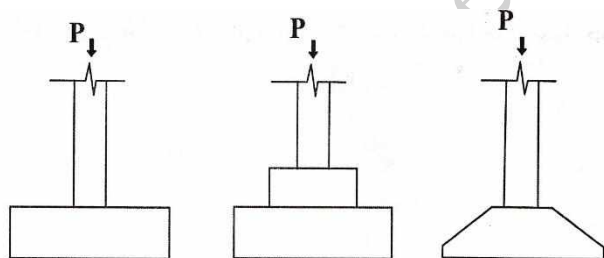
شکل (۲-۱۲) نمایش پی منفرد و نواری

۲-۵-۲- پی منفرد (بالشتکی)

پی‌های منفرد به پی‌هایی گفته می‌شود که به صورت

مجزا و مستقل بار وارده از یک ستون یا یک دیوار را تحمل

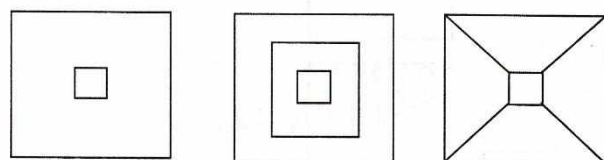
کرده و به زمین منتقل می‌سازند. به دلیل اینکه ساختمان معمولاً تحت تأثیر نیروهای جانبی قرار دارد، لازم است تا برای مقابله با حرکت‌های نسبی پی‌های منفرد در جهت افقی، آن‌ها توسط کلاف‌های بتن مسلح به نام شناژ به یکدیگر متصل گردند. کلاف‌ها یا شناژها به هیچ وجه در باربری پی کمکی نمی‌کنند و در اصل مسئولیت شناژها به هم بستن فونداسیون ستونهاست. به طوریکه در اثر زلزله از جابجایی آن‌ها نسبت به هم جلوگیری کند و شناژها همچنین در گودبرداری، رانش جانبی ستون را تا حدودی مهار می‌کند.



پی‌های منفرد از نظر شکل به سه دسته پی منفرد متداول، پی

منفرد پله‌ای و پی منفرد شیب‌دار طبقه‌بندی می‌شوند.

شکل (۲-۱۳) نمایش پی‌های منفرد



پی‌های منفرد متداول

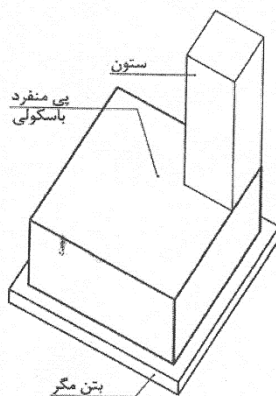
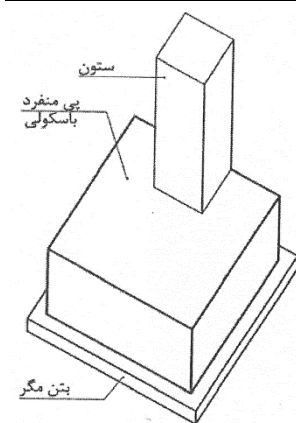
پی منفرد پله‌ای

پی منفرد شیب‌دار

۲-۵-۳- پی باسکولی یا پاشنه اردکی

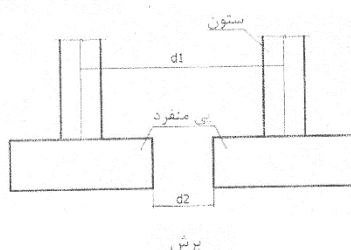
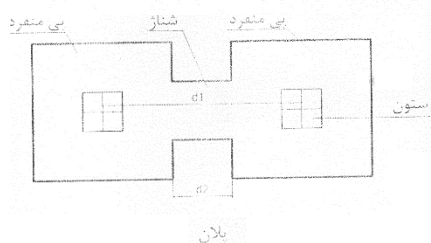
هرگاه فونداسیون یک ساختمان از یک یا دو طرف به ساختمان

دیگری محدود گردد، پی آن قسمت از ساختمان که در مجاورت همسایه قرار دارد مطابق شکل (۲-۱۴) اجرا می‌گردد که به آن پی باسکولی می‌گویند.

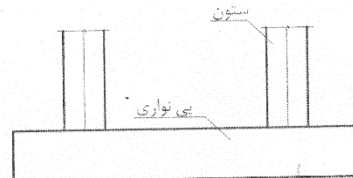
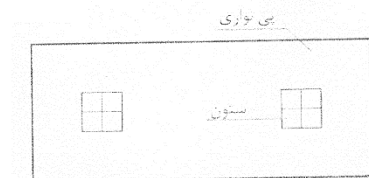


شکل (۲-۱۴) نمایش پی باسکولی (پاشنه اردکی)

نکته: اگر فاصله دو پی منفرد مطابق شکل (۲-۱۵) کوچکتر یا مساوی ثلث فاصله محور تا محور ستون‌های وارد بر دو پی باشد، مطابق شکل پی منفرد تبدیل به یک پی نواری می‌شود.



شکل (۲-۱۵) تبدیل پی منفرد به پی نواری



۲-۵-۴ پی مرکب

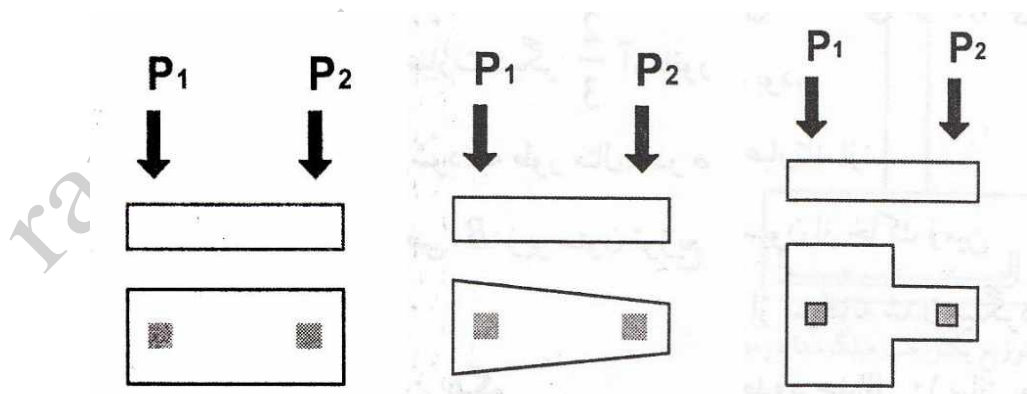
پی‌هایی هستند که بار دو ستون را تحمل می‌کنند. در مواردی که ستون‌ها

طوری به هم نزدیک هستند که پی‌های منفرد برای آنها عملاً در یکدیگر تداخل می‌کنند و یا در مواردی که یکی از ستون‌ها در لبه حریم زمین قرار گرفته باشد از پی دو ستون استفاده می‌شود.

در صورتی که بار دو ستون تقریباً برابر باشد ($P_1 \cong P_2$)، شکل پی مرکب مستطیلی بود.

(۲) در صورتی که نسبت بارهای دو ستون $\frac{1}{2} < \frac{P_2}{P_1} < 1$ باشد، شکل پی دوزنقه‌ای خواهد بود.

(۳) صورتی که نسبت بارهای دو ستون $\frac{1}{2} > \frac{P_2}{P_1}$ باشد، شکل پی پلکانی و یا باسکولی خواهد بود.

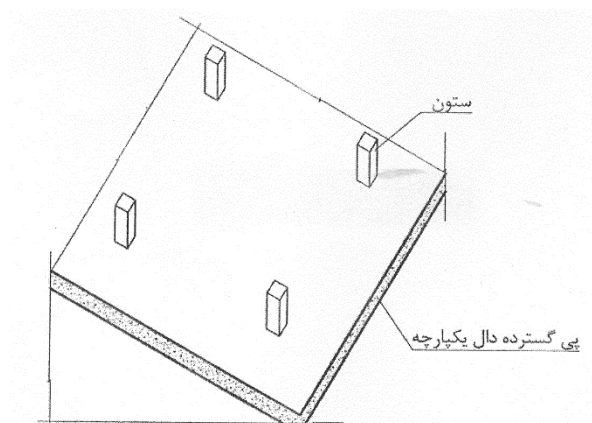


شکل (۲-۱۶) نمایش پی‌های مرکب مستطیلی، دوزنقه‌ای و پله‌ای

۲-۵-۵- پی گسترده

پی‌های گسترده از يك لایه بتن مسلح در زیر تمام ساختمان تشکیل می‌گردند. پی‌های گسترده برای ساختمان‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که بر روی زمین‌های قابل تراکمی همچون خاک رس بسیار نرم، رسوبات آبرفتی و مواد خاکریز قابل تراکم بنا می‌شوند. پی‌های گسترده را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: دال یکپارچه، پی تیر و دالی و پی محفظه‌ای.

۲-۵-۵-۱- دال یکپارچه

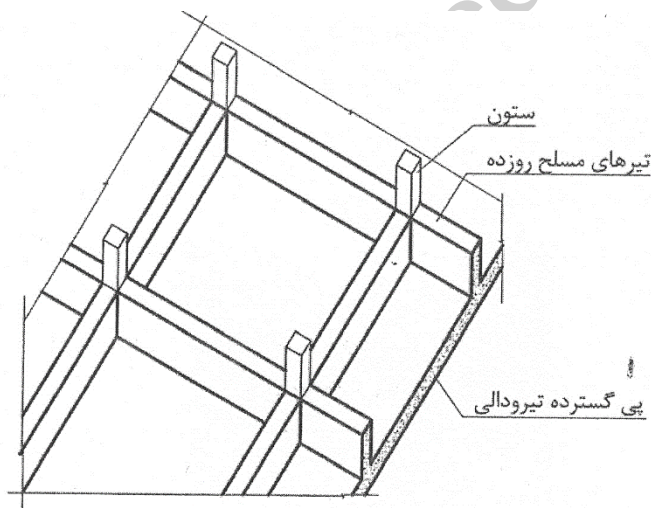


چنانچه در شکل (۲-۱۶) نشان داده شده است، دال یکپارچه با ضخامت یکنواخت و بر روی کل سطح ساخته می‌شود و به دلیل ضرورت طراحی پی برای سنگین‌ترین بار موجود ممکن است غیر اقتصادی باشد.

شکل (۲-۱۷) پی گسترده از دال بتنی یکپارچه

۲-۵-۵-۲- پی تیر و دالی

پی تیر و دالی شکل دیگری از دال یکپارچه بتنی است و در مورد خاک‌های ضعیف مورد استفاده قرار می‌گیرد. از تیرها برای انتقال بار ستون‌ها بر روی سطح پی گسترده استفاده می‌شود و این معمولاً به کاهش ضخامت دال منجر می‌گردد. بسته به ظرفیت باربری

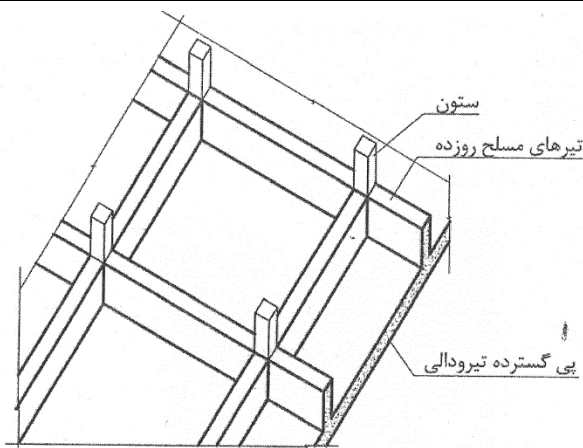


خاک نزدیک سطح، از تیرها می‌توان به صورت روزه و یا زیر روزه استفاده کرد. تیرهای زیر روزه باعث صرفه‌جویی در هزینه های خاکبرداری می‌شوند، در حالی که تیرهای روزه در صورت استفاده از دال آزاد یا معلق، در زیر همکف فضای خالی قابل استفاده ایجاد می‌کنند.

شکل (۲-۱۸) پی گسترده تیر و دالی با تیر روزه

۲-۵-۵-۳- پی محفظه‌ای

از این نوع پی در مواردی استفاده می‌شود که عمق خاک زیرین با ظرفیت باربری مناسب آنقدر زیاد است که استفاده از پی‌های تیر و دالی غیر اقتصادی می‌شود. ساختار این نوع پی‌ها همانطور که در شکل (۲-۱۸) دیده می‌شود همانند زیرزمین‌های بتن مسلح است به جز آنکه از دیوارهای داخلی برای توزیع بار بر پی گسترده و تقسیم محفظه‌ای فضای خالی استفاده می‌شود. در دیوار محفظه‌ها می‌توان درگاهی ایجاد کرد تا فضای خالی موجود برای جا دادن تأسیسات، انبار یا مکان عمومی استفاده کرد.



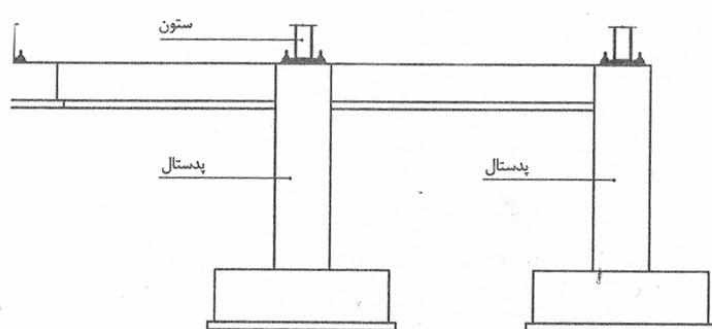
شکل (۱۹-۲) پی گسترده محفظه‌ای

۲-۵-۶ پی در زمین‌های شیب‌دار

پی در زمین‌های شیب‌دار به دو صورت پله‌ای و مسطح قابل اجرا می‌باشد. ساخت پی شیب‌دار به هیچ وجه مجاز نیست. در زمین

های شیب‌دار چنانچه ساخت پی در يك تراز ممکن نباشد باید از پی‌های پلکانی استفاده شود به طوری که این پی‌ها در جهت افقی حداقل ۵۰ سانتیمتر همپوشانی داشته و ارتفاع هر پله نباید بیش از ۳۰ سانتیمتر باشد.

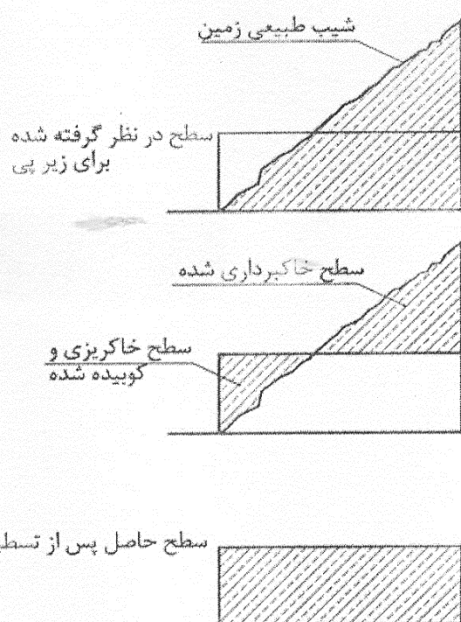
در صورتیکه نسبت طول بین دو پی در زمین‌های شیب‌دار به حد فاصل ارتفاع دو پی بیشتر از ۶ باشد می‌توان شناژ را به صورت پله‌ای اجرا نمود. در غیر اینصورت مطابق شکل (۲۰-۲) باید از پدستال برای بالا آوردن تراز ارتفاعی پی استفاده نمود. در



صورتی که شیب زمین زیاد باشد می‌توان با خاکبرداری از قسمت‌های مرتفع و خاکریزی از قسمت‌های مرتفع و خاکریزی قسمت‌های گود مطابق شکل (۲۱-۲) به سطح صاف زیر پی رسید.

شکل (۲۰-۲) استفاده از پدستال برای هم تراز کردن پی‌های موجود در ترازهای مختلف

پدستال‌ها عبارتند از ستون‌های بتنی کوتاه که عموماً روی پی‌های بتنی اجرا شده و روی آن‌ها صفحه زیر ستون نصب شده و



سپس ستون فلزی روی صفحه نصب می‌شود. این ستون‌ها به دلیل ابعاد نسبتاً زیاد (از نظر عرضی زیاد و ارتفاعی کم) جزو ستون‌های لاغر محسوب می‌شوند و لذا تحمل مقاومت فشاری آن‌ها بسیار بالا می‌باشد.

پدستال برای تحمل بارها از ستون‌های فلزی، از میان خاک به پی به کار می‌رود آن هم هنگامیکه پی هم‌ارتفاع با زمین قرار نگرفته باشد. این باعث جلوگیری از خوردگی احتمالی فلز توسط خاک می‌شود.

شکل (۲۱-۲) تسطیح زمین‌های شیب‌دار برای احداث پی

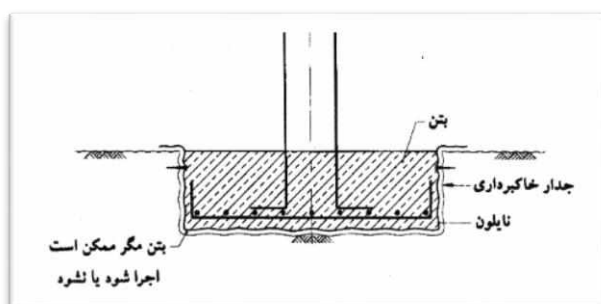
۲-۵-۲- قالب‌های فونداسیون

ساده‌ترین قالب‌های اعضای بتن مسلح، قالب‌های فونداسیون می‌باشند. برای قالب‌بندی فونداسیون می‌توان به یکی از روش‌های زیر اقدام نمود.

- ۱- استفاده از بدنه خاکبرداری
- ۲- استفاده از قالب منفی
- ۳- قالب‌بندی

۲-۵-۲-۱- استفاده از بدنه خاکبرداری

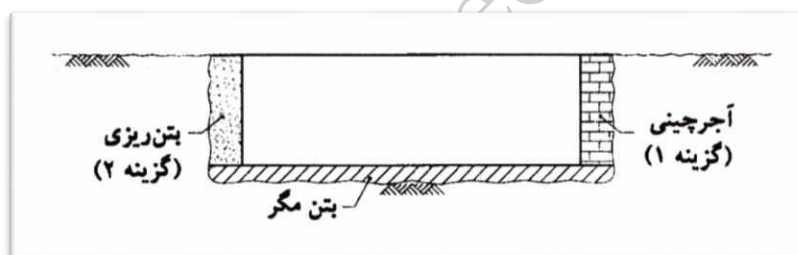
در صورتی که زمین مورد نظر برای احداث فونداسیون محکم باشد، می‌توان با حفظ پوششی حدود ۷/۵ تا ۱۰ سانتیمتر برای آرماتور، خاکبرداری جدار را منظم و به صورت قائم انجام داد. سپس برای جلوگیری از مکش شیره بتن توسط خاک و همچنین نظافت عملیات اجرایی، روی سطوح خاک نایلون (ورقه‌های پلی اتیلن) کشید و پس از نصب قفس آرماتور، بتن‌ریزی را انجام داد.



شکل (۲۲-۲) قالب‌بندی فونداسیون توسط جداره خاکبرداری و نایلون

۲-۵-۲-۲- استفاده از قالب منفی

در صورتی که خاک منطقه متوسط باشد و از طرفی عمق پی کفی زیاد باشد، امکان ریزش جدار خاکریز وجود دارد. در چنین حالتی برای احتراز از قالب‌بندی جدار فونداسیون و خاکبرداری اضافی، به کمک آجرچینی و یا بتن کم مایه، جدار دیوار را قالب‌بندی می‌نمایند. در استفاده از این روش باید قیمت قالب‌بندی با قیمت آجرچینی مقایسه اقتصادی گردد.



شکل (۲۳-۲) قالب منفی

۲-۵-۲-۳- قالب‌بندی

در صورتی که زمین منطقه سست باشد و یا به هر علتی نخواهیم از روش‌های دیگر استفاده نماییم، برای اجرای فونداسیون از قالب‌بندی استفاده می‌شود. در صورت استفاده از قالب، نیاز به اضافه خاکبرداری در فونداسیون داریم. اجزای اصلی قالب فونداسیون به شرح زیر می‌باشد:

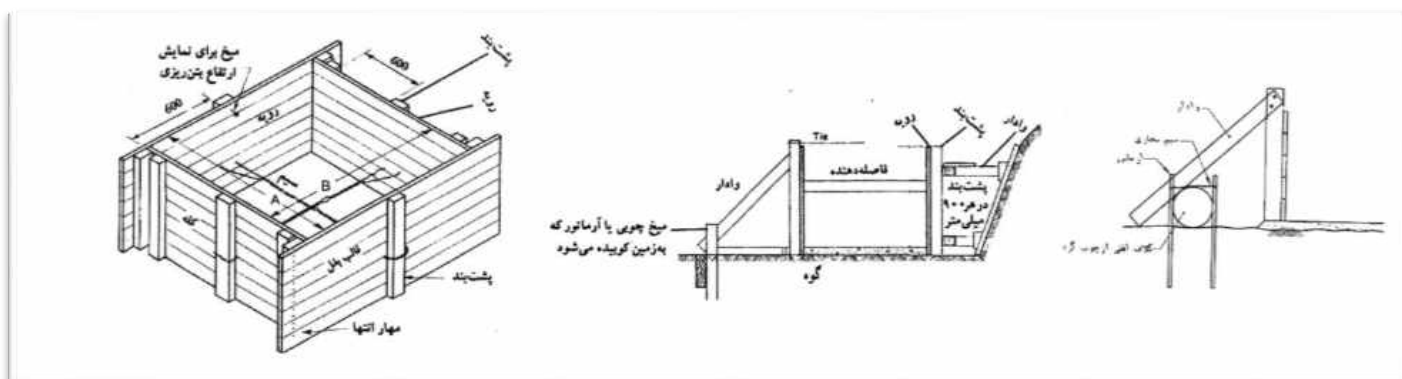
- ۱- رویه
- ۲- پشت بند
- ۳- وادار
- ۴- فاصله دهنده (یا سیم)

رویه، سطح اصلی قالب را تشکیل می‌دهد و می‌تواند از تخته، چندلایی و یا ورق فولادی باشد.

پشت بند از جنس چوب (دو تراش و یا چهار تراش) و یا نیمرخ سبک ورقی می‌باشد و با فواصل مناسب که از محاسبات تعیین

می‌گردد، در محل خود تعبیه می‌گردد.

و اداری جهت استقرار، تثبیت و شاقولی نمودن قالب می‌باشد. در صورتی که جدار ترانشه قابل اطمینان باشد، و اداری به صورت افقی، بر سطح ترانشه تکیه داده می‌شود. در صورت عدم وجود ترانشه باید مطابق شکل، یک کلاف افقی در سطح زمین مستقر نمود و اداری را به صورت مایل بر آن متکی کرد.



شکل (۲-۲۴) اجزای قالب فونداسیون

قالب فونداسیون می‌تواند به یکی از انواع زیر باشد:

۱. قالب سنتی از تخته و چهار تراش

۲. قالب با رویه چند لایه و پشت‌بندهای چوبی، فلزی و آلومینیومی

۳. قالب فلزی

قالب سنتی: در شکل‌های زیر، مثال‌هایی از قالب‌های سنتی فونداسیون نشان داده شده است. در این قالب‌ها رویه از تخته‌های به عرض ۱۵۰ تا ۲۵۰ و ضخامت ۱۵ تا ۲۵ میلیمتر و پشت‌بندها از جنس چهار تراش و یا دو تراش می‌باشد. قالب‌های شکل زیر، مربوط به حالتی است که در روی فونداسیون، پداستال قائم و یا شیب‌دار وجود دارد.

قالب چندلایه: قالب چند لایه بسیار شبیه به قالب‌های سنتی چوبی است، فقط رویه آن از جنس چند لایه می‌باشد. در شکل زیر، قالب با رویه چند لایه نشان داده شده است.

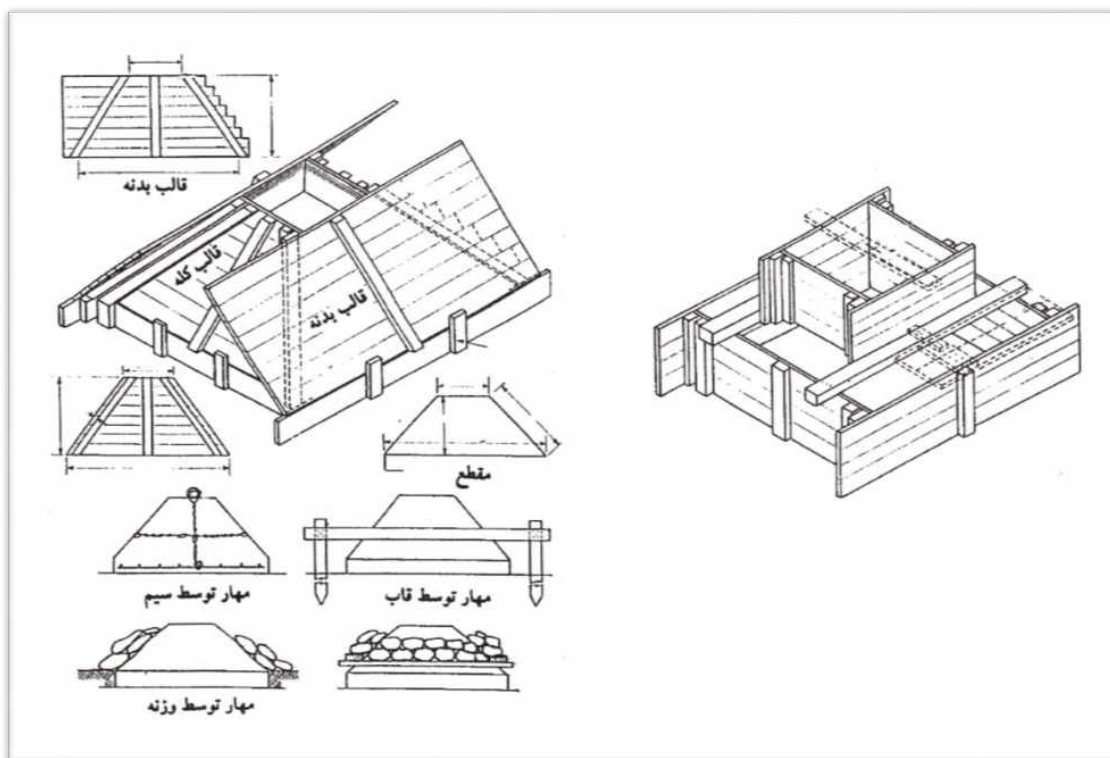
قالب‌های فلزی: قالب‌های فلزی فونداسیون متشکل از اجزای زیر می‌باشند:

پانل: پانل شامل ورق رویه فولادی با ضخامت ۲ تا ۴ میلیمتر و سخت کننده‌ها می‌باشد.

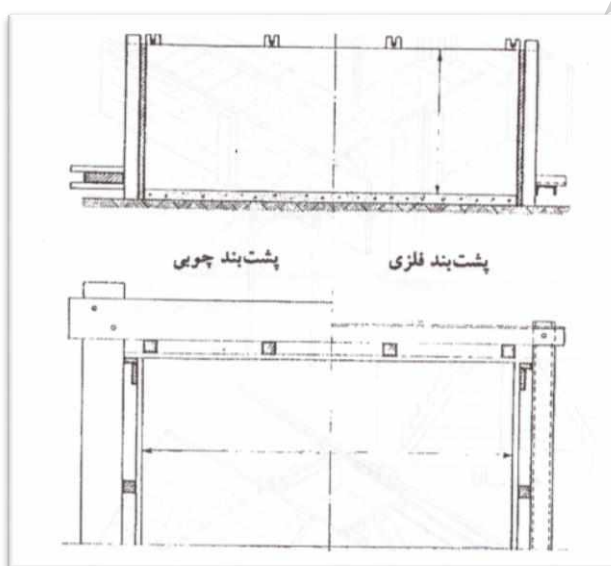
پشت بند افقی یا کمرکش: از جنس لوله یا قوطی می‌باشد که با بست‌های مناسب به قالب پانل‌ها متصل می‌شود.

پشت‌بندها و وادار: متشکل از نیمرخ‌های سبک قوطی یا سرد تا شده می‌باشد که وظیفه استحکام جانبی و تثبیت قالب‌ها را

عهده‌دار می‌باشند.



شکل (۲۵-۲) قالب‌های سنتی فونداسیون



شکل (۲۶-۲) قالب چند لایه



شکل (۲۷-۲) قالب فلزی فونداسیون

فصل ۳:

ساختمان های متنی

ramin_abedian@yahoo.com

۳-۱- بتن

بتن يك نوع سنگ مصنوعی است که در مقابل فشار مقاوم، اما در مقابل کشش ضعیف است. مقاومت کششی بتن در حدود $(\frac{1}{8} \sim \frac{1}{14})$ مقاومت فشاری آن است در نتیجه استفاده ی تنها از بتن به عنوان اسکلت ساختمانی میسر نمی باشد. این ضعف با به کار بردن آرماتور در بتن با توجه به این که ضریب انبساط فولاد با بتن تقریباً برابر است برطرف می گردد و به صورت بتن آرمه در ساختمان سازی به کار برده می شود.

آرماتور + بتن = بتن آرمه

مواد افزودنی + آب + انواع سیمان + مواد سنگی (دانه های سنگی) = بتن

ماسه + شن = مصالح سنگی

نخودی + بادامی = شن

۳-۲- آرماتور^۱

همان طور که قبلاً گفته شد، بتن از نظر تحمل فشار قوی است ولی در کشش و برش ضعیف می باشد. هر جایی که نیروی کششی وجود داشته باشد بتن با فولاد تقویت می گردد.

۳-۲-۱- ویژگی آرماتورها (میلگردهای فولادی)

میلگردهای فولادی باید تمیز، عاری از پوسته های زنگ، روغن، گرد و غبار و هر گونه آلودگی دیگر باشند. زیرا این آلودگی ها سبب کاهش چسبندگی بین بتن و آرماتور می شود. استفاده از میلگردهای زنگ زده و پوسته پوسته مجاز نیست، مگر این که با برسی زدن یا ماسه پاشی کاملاً تمیز شوند. آرماتورها از نظر شکل ظاهری به آرماتورهای ساده و آجدار تقسیم می شوند که از آرماتور ساده کمتر استفاده می شود مگر در تنگ ها و خاموت ها.



۳-۲-۲- تقسیم بندی میلگردها بر اساس مقاومت مشخصه و شکل پذیری

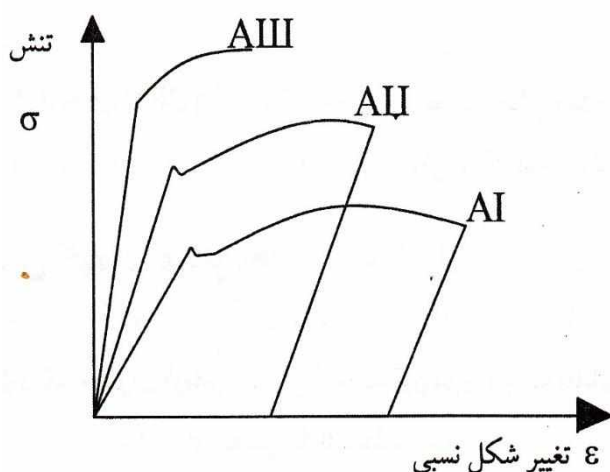
طبقه بندی میلگردهای فولادی متداول بر مبنای مقاومت مشخصه آنها عبارتند از S_{500} ، S_{400} ، S_{300} ، S_{220} که اعداد سمت

راست معرف حداقل مقاومت مشخصه میلگرد بر حسب مگا پاسکال می باشد، که $1 \text{Mpa} = 10 \text{ kg/cm}^2$

از نظر شکل پذیری در گونه های نرم، نیمه سخت و سخت که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی فولاد نرم با پله تسلیم مشهود، فولاد نیمه سخت با پله تسلیم خیلی محدود و فولاد سخت بدون پله تسلیم مشخص می شود.

۳-۲-۳- تقسیم بندی میلگرد تولیدکارخانه های ذوب آهن ایران

گروه	نام	تنش تسلیم kg/cm^2	تنش نهایی kg/cm^2	خواص مکانیکی میلگردها در آزمایش کشش		
				مقاومت نهایی کشش (Mpa)	حد جاری شدن (Mpa)	ازدیاد نسبی طول
IA	میلگرد ساده (نرم)	۲۴۰۰	۳۸۰۰	۳۶۰	۲۴۰	۲۵
IIA	میلگرد نیمه سخت (آجدار)	۳۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰	۳۰۰	۱۹
AIII	میلگرد سخت (آجدار و خشکه)	۵۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۱۴



در صورتی که سطح زیر منحنی $(\sigma - \epsilon)$ را طاق یا شکل پذیری تصور کنیم:

میلگرد IA دارای طاق بالا و مقاومت کم است.

میلگرد IIA دارای طاق بالا و مقاومت متوسط است.

میلگرد AIII دارای طاق کم و مقاومت زیاد است.

نکته: در بتن ریزی هایی که تغییر شکل سازه زیاد مطرح نباشد مانند پی ها، دیوارهای برشی و بتن ریزی های حجیم و ساختمان های بتنی که دارای دیوار برشی هستند، آرماتور AIII مناسب است.

به غیر از میلگردهای بالا پنج نوع میلگرد دیگر هم وجود

دارد که در بازار ایران یافت می شود.

۱) فولاد تور^۱

۲) فولاد تنتور^۲

۳) فولاد کارن^۳

۴) فولاد نرسید^۴

۵) فولاد کرلوی^۵

- 1- TOR
- 2- TENTOR
- 3- CARON
- 4- NERSID
- 5- CERLOI

۳-۲-۴- آزمایش کنترل کیفیت میلگردها

هر نوع میلگرد که به عنوان آرماتور در بتن آرمه به کار می رود باید مطابق استانداردهای مشخصی تولید شده و دارای برگه شناسایی کارخانه سازنده باشد. آزمایش‌هایی که بر روی آرماتور صورت می گیرد، به سه صورت است:

۳-۲-۴-۱- آزمایش کشش

برای تعیین مشخصات مکانیکی آرماتور از آن آزمایش کشش به عمل می آید. برای کارگاه‌هایی که مصرف میلگرد آنها از ۵۰ تن کمتر باشد و سازه مورد نظر برای مصرف این آرماتور از نظر دستگاه نظارت سازه با اهمیت تلقی نگردد این آزمایش لازم نیست و در صورت انجام آزمایش حداقل سه نمونه در هر ۵۰ تن از قطر و هر نوع فولاد لازم خواهد بود.

۳-۲-۴-۲- آزمایش تاشدگی

شکل‌پذیری میلگردها بر مبنای آزمایش تاشدگی به زاویه ۱۸۰ درجه و آزمایش خم و بازکردن خم با استفاده از فلکه استاندارد تعیین می شود، که در این آزمایش معایبی نظیر ترک یا پوسته‌ای شدن احتمالی نباید دیده شود.

۳-۲-۴-۳- آزمایش جوش‌پذیری

در مواردی که آرماتور به صورت جوشی مورد استفاده قرار می گیرد (مانند خرپای تیرچه، آویزهای کششی برای سقف کاذب در ساختمان‌های فلزی و غیره) جوش‌پذیری آرماتور مهم است، قدر مسلم آنکه هر چه مقاومت کششی میلگرد بالا باشد درصد کربن آن بالا بوده و جوش‌پذیری آن پایین خواهد بود از همین رو است که برای خرپای تیرچه میلگرد کششی آرماتور IIA توصیه می شود.

۳-۲-۵- حمل، باراندازی و انبار کردن میلگرد

محموله‌های میلگردی که توسط بارکش‌های کفی یا راه آهن به محل کارگاه حمل می شوند، باید به نحوی تخلیه شوند که ضمن صدمه وارد نیابند به کارگران، خود نیز آسیب نبینند. برای تخلیه از وسایلی مانند جرثقیل‌هایی که بر روی کامیون نصب شده‌اند، جرثقیل‌های بزرگ بالاسری برای کارهای بزرگ و یا دیلم برای اهرم کردن زیر میلگرد و تخلیه تک تک میلگردها برای محموله‌های کوچک استفاده می نمایند. برای تخلیه میلگردها با دیلم، حتماً باید توسط چند عدد الوار، سطح شیب‌داری از کف بارکش تا کف زمین به وجود آورد تا میلگردها به روی هم بغلتند و در نتیجه افتادن روی زمین آسیب نبینند.

چهار عامل مهم در انبار کردن میلگردها عبارتند از:

- سهولت تشخیص میلگردها از هم
 - جلوگیری از کج شدن میلگردها
 - جلوگیری از خورده شدن میلگردها
 - سهولت برداشتن میلگردها و حمل به محل انجام کار
- همچنین توصیه می شود در انبار کردن میلگردها موارد زیر رعایت گردند:
- میلگردها از نظر نوع و از نظر قطر از هم تفکیک می شوند.

کف مناسبی برای قرار گیری میلگردها به نحوی درست شده باشد که از آغشته شدن میلگردها به گل و خاک و سایر آلودگی‌ها جلوگیری کند.

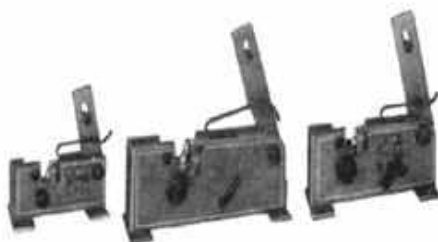
۳-۲-۶- بریدن و خم کردن آرماتور

۳-۲-۶-۱- برش میلگردها

میلگردها طبق جدول آرماتور در اعضای بتن آرمه به کار می‌روند و دارای شکل و طول هندسی مشخصی هستند چون طولهای مذکور از يك شاخه ۱۲ متری بریده می‌شوند باید برش میلگردها طوری باشد که پرت (افت) مصالح نداشته باشیم.

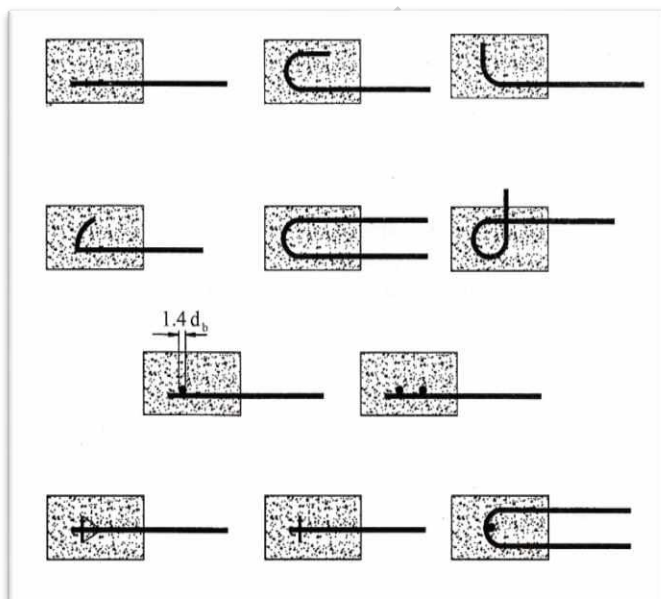
برای بریدن میلگردها تا قطر ۱۲ میلیمتر از قیچی‌های دستی استفاده می‌گردد. برای بریدن میلگردهای با قطر بیشتر تا $\Phi 24$ از قیچی‌های زمینی اهرمی و برای میلگردهای با قطر بیشتر از $\Phi 24$ از گیوتین‌های برقی یا هوا گاز استفاده می‌شود.

شکل (۳-۱) تجهیزات مورد استفاده در برش میلگردها



۳-۲-۶-۲- مهار میلگردها

برای اینکه میلگرد داخل بتن نلغزد و با بتن به صورت يك جسم يك پارچه تحت عنوان بتن آرمه عمل کند، بایستی به نحوی در داخل آن مهار گردد. طول مهاری برای نیروی کششی حساسیت بیشتری نسبت به نیروی فشاری دارد. روش‌های متداول برای مهار میلگردها در بتن عبارتند از:



- ✓ مهارهای مستقیم
 - ✓ مهارهای منحنی (نظیر قلاب‌ها و حلقه‌ها)
 - ✓ مهارهای مستقیم یا حداقل يك میلگرد جوش شده به آنها در منطقه مهاری
 - ✓ مهارهای مکانیکی
- نکته: مهارهای مستقیم برای میلگردهای ساده (غیر آجدار) مجاز نیست و باید به قلاب ختم شود. در بین انواع مهارها، حالت‌های اول و دوم کاربرد اجرایی بیشتری دارند.

شکل (۳-۲) مهار میلگرد

۳-۲-۶-۳ خم میلگرد

برای حصول طول گیرایی مورد اطمینان آرماتور آنها را به روشهای مختلف دستی و مکانیکی خم می کنند که از جمله دستگاه های خم میلگرد می توان به آچار خم کن (F) (آچار گوساله)، دستگاه میلگرد خم کن دستی و برقی اشاره کرد.

شکل (۳-۳) نمایش چند نمونه آچار اف



شکل (۳-۴) نمایش دستگاه خم کن برقی

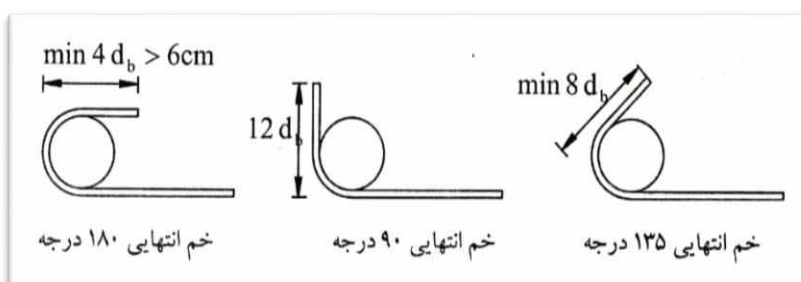
در مورد خم میلگرد باید نکات زیر را رعایت کنیم:

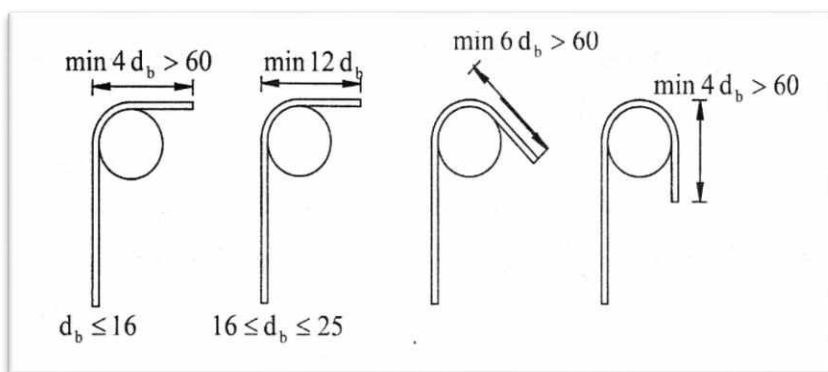
- تمامی میلگردها باید به صورت سرد خم شوند، مگر در شرایط خاص که دستگاه نظارت مجاز بداند.
- در شرایطی که دمای محیط کمتر از ۵ درجه باشد باید از خم میلگرد جلوگیری کرد.
- باز و بسته کردن میلگردها به منظور شکل دادن مجدد مجاز نمی باشد مگر در موارد خاص که در آن شرایط باید میلگرد از نظر ترک خوردگی بازرسی و کنترل شود.
- بهتر است خم میلگرد به وسیله دستگاه های مکانیکی و با سرعت ثابت و با شعاع انحراف مشخص ثابتی انجام گیرد.

۳-۲-۶-۴ قلاب های استاندارد

مطابق آیین نامه ایران در مهارهای منحنی نظیر قلاب ها و حلقه ها بهتر است از قلاب های استاندارد استفاده کنیم:

شکل (۳-۵) قلاب های استاندارد برای میلگرد (به جز خاموت)





شکل (۳-۶) قلاب‌های استاندارد برای خاموت

۳-۲-۵- وصله میلگردها

به لحاظ مشکلات اجرایی و عدم کافی بودن طول میلگردهای استاندارد (معمولاً ۱۲ متر) و همچنین استفاده بهینه از میلگردها در کارگاه، لازم است میلگردها وصله شوند، روش‌های متداول برای وصله میلگردها عبارتند از:

- ✓ وصله‌های پوششی (تماسی یا غیر تماسی)
- ✓ وصله‌های اتکایی
- ✓ وصله‌های جوشی
- ✓ وصله‌های مکانیکی
- ✓ وصله‌های مرکب

از انواع وصله‌های پوششی بیشتر کاربرد دارد، که به توضیح آن خواهیم پرداخت.

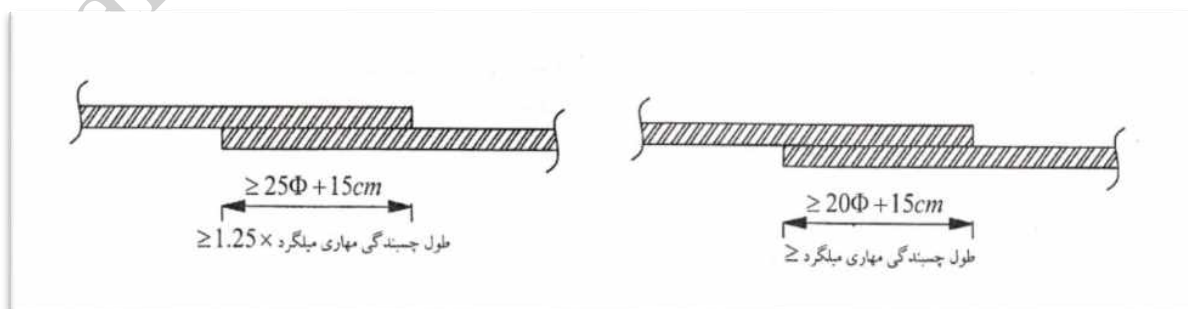
الف - وصله پوششی

در این روش اتصال آما تورها با یک طول معینی به اصطلاح اورلپ روی یکدیگر قرار داده می‌شوند که پس از قرار دادن انتهای دو میلگرد روی هم به وسیله مفتول آنها را به هم متصل می‌کنند. در صورتی که آرماتور ساده در منطقه کشش باشد، دو آما تور باید به قلاب ختم شوند، البته این کار برای میلگرد آجدار لازم نیست. این نوع اتصال برای میلگردهای تا نمره ۳۶ قابل اجرا می‌باشد.

در قطعات تحت خمش و خمشی توأم فشار نباید بیش از نصف میلگردها در یک مقطع وصله گردد، در قطعات تحت کشش و کشش توأم با خمش حداکثر یک سوم میلگردها در یک مقطع می‌توان به وسیله پوشش وصل کرد.

با توجه به نوع و عملکرد میلگرد از نظر کششی یا فشاری بودن مقدار پوشش میلگردها متفاوت می‌باشد که برای میلگردهای کششی طبق آیین نامه، حداقل پوشش لازم، باید طول چسبندگی مهاري میلگرد کوچکتر را به عدد پنج چهارم (۱/۲۵) ضرب کنیم که بر اساس نوع میلگرد تحت اثر نیروی کششی مستقیم طول چسبندگی مهاري بر حسب سانتیمتر به دست می‌آید و همچنین حداقل این اورلپ باید از ۲۵ برابر قطر به اضافه ۱۵ سانتیمتر کمتر نباشد و یا به طور تجربی ۴۰ برابر قطر آما تور باشد.

برای میلگردهایی که تحت اثر نیروهای فشاری قرار می‌گیرند، حداقل اندازه طول پوششی باید یک برابر طول چسبندگی مهاري میلگرد کوچکتر بوده و نباید کمتر از ۲۰ برابر قطر آما تور به اضافه ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.



شکل (۳-۷) حداقل مقادیر لازم برای طول وصله میلگردهای فشاری و کششی

۳-۳- سنگ دانه‌ها^۱

سنگ دانه‌ها اغلب ۶۰ تا ۸۰ درصد ($\frac{3}{4}$) حجم بتن را اشغال می‌کند و لذا می‌توان انتظار داشت که اثری بسزا بر ویژگی‌های بتن داشته باشند، سنگ دانه‌ها را می‌توان از منابع مختلف تهیه نمود که عمده‌ترین این منابع عبارتند از دریا، رودخانه‌ها، کوه و معادن شن و ماسه. در هر حال امروزه مصالح به کارخانه‌های ماسه‌شویی آورده شده و پس از شستشو و سرند مصالح، به ترتیب زیر دسته‌بندی می‌شوند:

ماسه: معمولاً دانه‌های سنگی با قطر کوچکتر از ۵ میلیمتر را می‌گویند.

نخودی: دانه‌های سنگی به قطر $5\text{mm} \leq D \leq 12\text{mm}$

بادامی ریز: دانه‌های سنگی با قطر $12\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$

بادامی متوسط: دانه‌های سنگی با قطر $20\text{mm} \leq D \leq 32 \text{ or } 38\text{mm}$

بادامی درشت: دانه‌های سنگی با قطر $32\text{mm} \leq D \leq 63\text{mm}$

اور سائز: دانه‌های سنگی با قطر $63\text{mm} \leq D \leq 150\text{mm}$

در مناطقی که دسترسی به معادن شن و ماسه تمیز وجود نداشته باشد، از مصالح شکسته استفاده می‌شود که از خرد شدن سنگ‌ها توسط دستگاه سنگ‌شکن به دست می‌آید. در هر حال بتن ساخته شده از مصالح شکسته دارای مقاومت بالایی نسبت به مصالح رودخانه‌ای (طبیعی) خواهد بود.

۳-۳-۱- مصالح سنگی

۳-۳-۱-۱- شن (بادامی و نخودی)

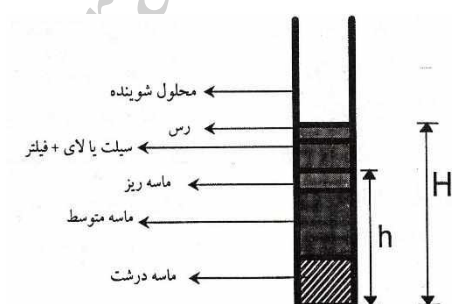
دانه‌های شن باید عاری از گرد و خاک و کلوخه‌های رسی و آهکی باشد و همچنین نبایستی به صورت پولکی یا سوزنی شکل باشد.

۳-۳-۱-۲- ماسه

تمیزی ماسه عامل مهمی در مقاومت فشاری بتن دارد، دانه‌های رس در داخل ماسه چسبندگی سیمان و دانه‌های سنگی را کاهش می‌دهد و بتن در مقابل ذوب و یخبندان مقاومت خود را از دست می‌دهد.

الف- آزمایش هم‌ارز ماسه‌ای (خلوصیت ماسه)

در این آزمایش مقداری ماسه را به همراه ماده شوینده فرم آلدئید و اگر در دسترس نبود با مقداری آب نمک در یک لوله



مندرج ریخته و حدود ۴۰ بار ماسه و محلول را به صورت اقی تکان داده و سپس به صورت قائم قرار می‌دهیم تا مصالح نشست کند، از تقسیم ارتفاع ماسه (که رنگی تیره‌تر دارد) به کل ستون مقدار ارزش ماسه‌ای (S.E.) به دست می‌آید. S.E. مناسب برای بتن حداقل ۷۰٪ و حداکثر ۹۵٪ می‌باشد.

$$S.E. = \frac{h}{H}$$

نکته: در صورتی که S.E. ماسه بالا باشد (از ۹۵٪ به بالا) یعنی ماسه فیلر کمتر دارد. به دانه‌های سنگی ریز که نه سیلت هستند و نه رس فیلر می‌گویند. فیلر باعث می‌شود که دو غاب سیمان از بتن جدا نگردد یا به اصطلاح عامیانه بتن عسلی نداشته باشیم.

نکته: ماسه‌های ساحلی عموماً درصد زیادی نمک و یون کلرید دارند که مصرف آنها بدون شستشو مجاز نمی‌باشد.

طبق ضوابط آیین‌نامه بزرگترین اندازه اسمی دانه‌های بزرگ از هیچ یک از مقادیر زیر بیشتر باشد:

الف- یک پنجم کوچکترین بعد داخلی قالب بتن.

ب- یک سوم ضخامت دال.

پ- سه چهارم حداقل فاصله آزاد بین میلگردها.

نکته: به کار بردن سنگ دانه‌های درشت‌تر از ۳۲ میلیمتر در ساخت بتن آرمه توصیه نمی‌شود، ولی در هر صورت اندازه سنگ دانه‌ها نباید از ۶۳ میلیمتر تجاوز کند.

۳-۱-۳-۳ سیمان

واژه سیمان یا سیمنت^۱ در معنی کلی، بر هر یک از مواد گوناگونی که برای چسباندن اجسام مختلف به کار می‌رود، اطلاق می‌شود و به مفهوم عنصر یا عامل پیوند دهنده یا چسباننده نیز آمده است. مواد اولیه سیمان مطابق جدول زیر می‌باشد.

جدول (۱-۳) مواد اولیه سیمان

حدود ۶۳ درصد	CaO	اهک
حدود ۲۵ درصد	SiO ₂	سیلیس
حدود ۶ درصد	Al ₂ O ₃	آلومین
حدود ۳ درصد	Fe ₂ O ₃	اکسید آهن
حدود ۱/۵ درصد	MgO	اکسید منیزیم

انواع سیمان مصرفی در ساختمان‌های بتن آرمه عبارتند از:

سیمان تیپ I (سیمان معمولی): این نوع سیمان مصارف عمومی دارد و برای هر کاری که مستلزم ویژگی‌های خاصی نباشد، مناسب است.

سیمان تیپ II (سیمان متوسط): این سیمان از نظر خواص متوسط است بدین معنی که تا حدی کندگیر بوده و نسبتاً تا حدی در مقابل سولفات‌ها مقاوم است. موارد مصرف آن بیشتر در مناطق ساحلی، گرمسیر و بتن‌ریزی‌های غیر حجیم است. به علاوه چون گرم‌زایی این نوع سیمان هنگام آبگیری کمتر از سیمان معمولی است، در بتن‌ریزی‌های حجیم و بتن‌ریزی در هوای گرم نیز به مصرف می‌رسد.

سیمان تیپ III (سیمان زودگیر): این سیمان تقریباً اجزاء اولیه سیمان تیپ I را دارد، با این تفاوت که به شدت ریزتر آسیاب شده و به همین جهت گیرش سریع دارد، موارد مصرف آن در مناطق سردسیر، تعمیرات فوری سازه و در جاهایی که بخواهیم قالب‌ها را زودتر باز کنیم.

سیمان تیپ IV (سیمان دیرگیر): موارد استفاده از این سیمان بتن‌ریزی در فصول گرم و همچنین بتن‌ریزی‌های حجیم مثل سدها، مخازن، دیواره‌های استخرها، پی‌های حجیم، پایه‌های پل است که سازه برای تنش‌های حرارتی حساس است.

سیمان تیپ V (ضد سولفات): این سیمان برای مصرف در بتن‌هایی که در معرض حمله سولفات‌ها قرار دارد مناسب است و به

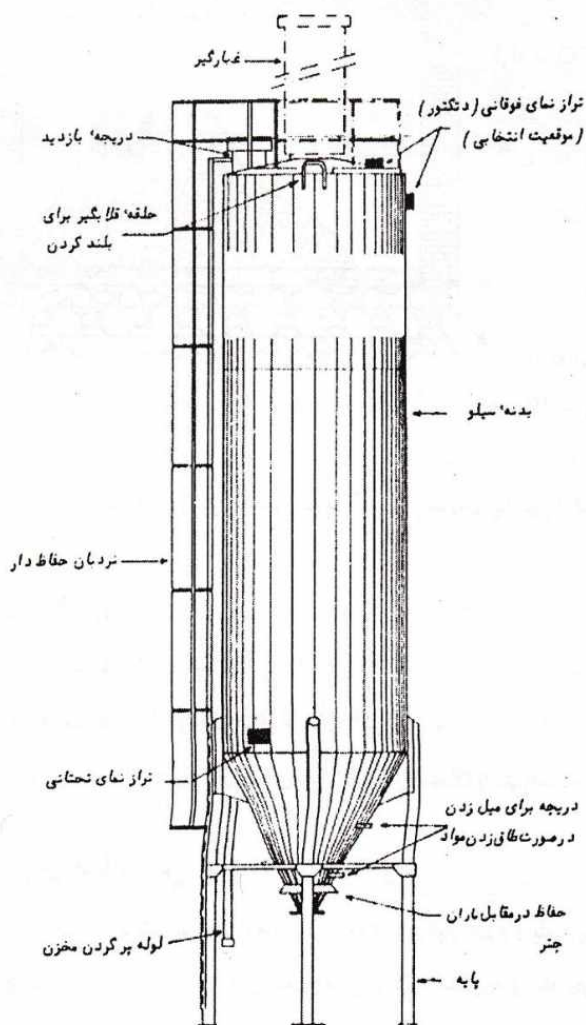
همین جهت به سیمان ضد سولفات شهرت دارد.

سیمان پوزولانی (سیمان خاکستر افشانی)

این سیمان را از مخلوط کردن ۱۵ الی ۴۰ درصد پوزولان با کلینکر سیمان معمولی و آسیاب کردن این مخلوط به دست می آورند، در ایران معادل پوزولان زیادی وجود دارد که می توان از آن در تولید این نوع سیمان استفاده کرد. جنس پوزولان سیلیکات و تقریباً شبیه سیمان است، منتهی واکنش های مشخص سیمان را ندارد. با توجه به ارزانی این سیمان، برای مصرف در کارهای عادی نظیر آجر چینی مناسب است. این سیمان کندگیر بوده و تا حدی نیز ضد سولفات است.

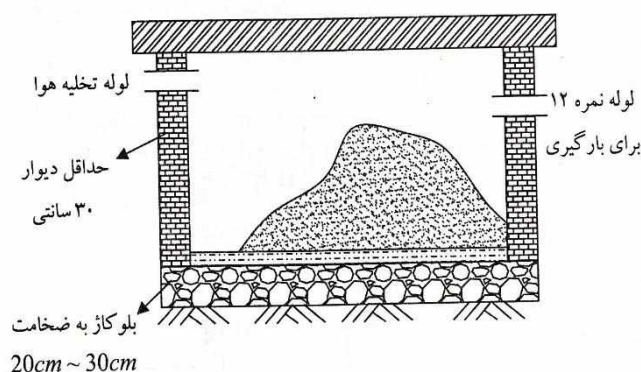
الف - انبار کردن سیمان

سیمان به دو صورت فله و پاکتی به فروش می رسد و در کارگاه از آن ها استفاده می شود. سیمان فله ای مستقیماً از کارخانه به کامیون های در بسته یا بونکرها بارگیری شده و توسط کمپرسوری که بر روی بونکر قرار گرفته در سیلوهای سیمان تخلیه می شود.



شکل (۳-۸) نمای یک سیلو سیمان با تجهیزات اصلی

در صورتی که سیمان در انبار تخلیه شود، حداقل ضخامت دیوار انبار ۳۰ سانتیمتر بوده و کف آن به لحاظ عدم نفوذ رطوبت بلوکاز شود و از دو لوله، یکی لوله بارگیری و دیگری لوله تخلیه هوا، استفاده گردد. همچنین درب انبار سیمان باید به بیرون باز گردد تا با پر شدن انبار بتوان درب را باز کرده و از سیمان به راحتی استفاده نمود، همچنین سقف انبار سیمان نیز باید کاملاً آب بندی شده باشد.



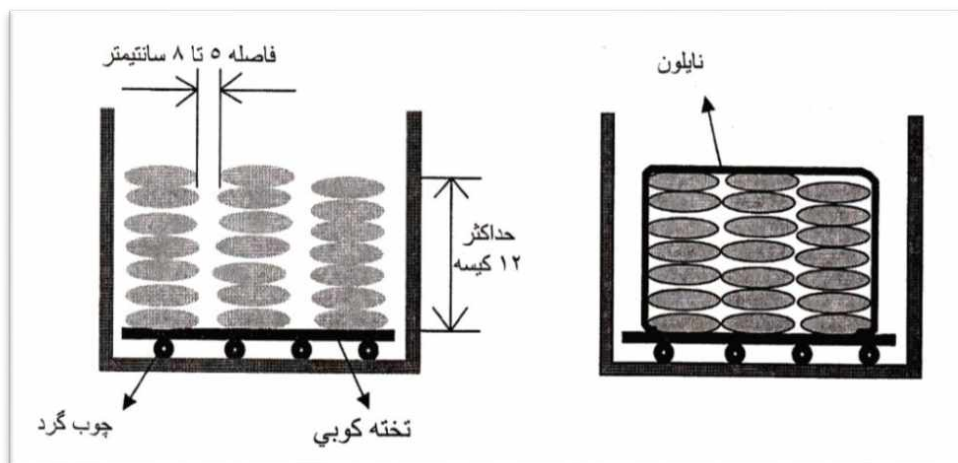
شکل (۳-۹) نمونه ای از انبار در فضای بسته

برای بتن ریزی های کم حجم و اجرای بتن به صورت پراکنده، از سیمان پاکتی (کیسه ۵۰ کیلویی) استفاده می شود.

مزایای سیمان فله نسبت به پاکتی:

- سیمان فله ارزانتر از سیمان پاکتی است.

- تخلیه سیمان فله و استفاده از آن راحت تر از سیمان پاکتی است.
 - امکان خراب شدن و آب گرفتن سیمان فله ای بسیار کمتر از سیمان پاکتی است.
- در مناطق خشك حداكثر ۱۲ پاكٲ سیمان را می توان بر روی هم انبار كرد و باید به فاصله ۵ تا ۸ سانتیمتر از یکدیگر جهت عبور هوا چیده شود و از كف زمین نیز لازم است به وسیله چوب های گرد (یا چهار تراش) و تخته فاصله ایجاد شود.
- در مناطق مرطوب و شرجی بایستی پاكٲ های سیمان با دیوار فاصله داشته باشد و کیسه ها را به هم چسبانده و بر روی آنها نایلون کشید.
- اگر به نظر می رسد که سیمان کلوخه شده و به هم چسبیده است، می توان کیسه را سه بار بر روی زمین غلتاند، اگر سیمان به صورت گرد در آمد استفاده از آن مجاز است و در غیر این صورت باید سیمان را قبل از مصرف در کارهای مهم آزمایش کرد.



شكل (۳-۱۵) نحوه انبار كردن سیمان پاکتی در مناطق مرطوب و مناطق خشك

۳-۱-۳-۴- آب

تقریباً هر نوع آب طبیعی قابل آشامیدن بدون مزه و بوی خاص را می توان به عنوان آب اختلاط در ساخت بتن به کار برد، آب چاه یا رودخانه وقتی مورد قبول است که نمونه های مکعبی ساخته شده با آنها مقاومت های ۷ روزه و ۲۸ روزه ای حداقل معادل ۹۵ درصد نمونه های نظیر ساخته شده با آب مقطر نشان دهند. آزمایش های مربوط به مقایسه مقاومت ها باید در شرایط یکسان، به غیر از نوع آب اختلاط انجام شود.

مقدار PH آب معدنی در بتن نباید از ۵ کمتر و از ۸/۵ بیشتر باشد، عموماً آب دریا با حداكثر ۳/۵ درصد نمك محلول را می توان برای اختلاط بتن بدون میلگرد استفاده کرد.

اگرچه بتن ساخته شده با آب دریا می تواند گیرش سریعتر از بتن معمولی و مقاومت اولیه بیشتر از آن داشته باشد اما مقاومت ۲۸ روزه آن را به اندازه ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش خواهد داد.

در هر حال استفاده از آب دریا برای بتن آرمه توصیه نمی کنیم، اما در صورت اجبار می توان نسبت آب به سیمان را کاهش داد.

۳-۱-۳-۵- موارد افزودنی بتن (مواد مضاف)

مواد مضاف، مواد شیمیایی هستند که به مقدار جزئی به بتن اضافه می شوند تا بعضی از خواص مناسب و مطلوب را در بتن ایجاد کنند که حداكثر میزان مصرف مواد افزودنی ۵ درصد وزن سیمان و انواع مواد افزودنی عبارت اند از:

۱- تسریع کننده ها

۲- کندگیر کننده ها

۳- روان کننده ها

۴- مواد هوازا

۵- ضد یخ ها

۶- مواد رنگی

الف - تسریع کننده‌ها (زودگیر کننده‌ها)

این دسته از مواد سبب می‌شوند که بتن زود بگیرد که بهترین آن‌ها کلرور کلسیم (CaCl_2) است. در مواردی که به سیمان زودگیر دسترسی نداریم و شرایطی مثل هوای سرد، تعمیرات فوری و جایی که بخواهند قالب را زود باز کنند میتوان از سیمان معمولی به اضافه این ماده استفاده کرد. در سازه‌های بتن آرمه استفاده از این مواد بیش از ۵٫۰ درصد وزنی سیمان به لحاظ خوردگی آرماتور توصیه نمیشود و همچنین به هیچ وجه در بتن‌های پیش تنیده استفاده نشود. از دیگر تسریع کننده‌ها کلرور سدیم و کلرور باریم است.

ب - کندگیر کننده‌ها

موادی هستند که اگر به بتن اضافه شوند زمان گیرش و سخت شدن بتن را به تعویق می‌اندازد از جمله در بتن‌ریزی‌های حجیم برای جلوگیری از تنش‌های حرارتی در هوای گرم، برای ساده کردن نحوه مراقبت در هوای گرم برای جلوگیری از ایجاد اتصالات سرد.

یکی از کندگیر کننده‌ها شکر است که اگر در حد ۰٫۰۵ درصد وزنی سیمان به بتن اضافه گردد گیرش سیمان را ۴ ساعت به تاخیر می‌اندازد و اگر در حد ۱ درصد وزنی سیمان به بتن اضافه شود گیرش سیمان کاملاً متوقف می‌شود، از این روش در مواقعی که بتونیر خراب شده و در داخل آن بتن باشد می‌توان استفاده کرد.

پ - روان کننده‌ها

موادی هستند که اگر بتن اضافه شوند بدون آنکه نیازی به افزایش آب باشد، اسلایپ (کارآیی بتن) افزایش می‌یابد، از این مواد در بازار به نام پلاستی سایزر معروف است. روان کننده‌ها به مقدار جزئی مقاومت فشاری بتن را کاهش می‌دهند اما در عوض باعث کاهش نسبت (آب به سیمان) W/C و در نتیجه افزایش مقاومت بتن می‌گردند.

ت - مواد هوازا

مواد مضاف هوازا سبب می‌شود حباب‌های بسیار ریز هوا در بتن ایجاد می‌شود که به بتن حاصله اصطلاحاً بتن هوادار می‌گویند. البته به غیر از مواد هوازا، سیمان‌های هوازایی وجود دارند که به سیمان تیپ IA، IIA، IIIA مشهورند. محاسن استفاده از بتن هوادار عبارتند از:

- ۱- افزایش قابلیت آب بندی
 - ۲- افزایش مقاومت در مقابل یخبندان
 - ۳- کاهش امکان تورق
 - ۴- کاهش میزان جذب آب
 - ۵- افزایش مقاومت در مقابل حمله ی سولفات ها
 - ۶- کاهش امکان جدا شدن دانه ها
 - ۷- کاهش امکان آب انداختن بتن
 - ۸- کاهش میزان افت و خزش و افزایش روانی (کارآیی)
- ث - ضد یخ‌ها

ضد یخ‌ها در مواردی به کار می‌روند که امکان یخ زدن بتن تازه فراهم باشد و برای دماهای تا ۱۵- درجه قابل استفاده‌اند.

ضد یخ‌ها دو کار عمده انجام می‌دهند:

۱- دمای انجماد را پایین می‌برند.

۲- تا حدی نقش تعیین کننده دارند.

ضد یخها به صورت مایع یا پودری سفید در بازار وجود دارند که دستورالعمل آنها توسط شرکت سازنده در پاکتهای آنها نوشته شده است. استفاده از ضد یخ سفت شدن بتن را طولانی می کند و مقداری مقاومت نهایی بتن را کاهش می دهد.

ج- مواد رنگی

موادی هستند که برای ساختمان بتن رنگی به مخلوط بتن اضافه می شوند.

۳-۳-۱-۶- ترك در بتن

ترك عبارت است از گسیختگی بتن ناشی از گذشتن تغییر شکل نسبی از حد مقاومتی، که به انواع مختلف زیر در بتن مشاهده می شوند:

۱. تركهای انقباضی

۲. تركهای مویی

۳. تركهای جابجایی قالب

۴. تركهای آرماتور فولادی

۵. تركهای سطحی

عوامل ایجاد ترك را می توان به صورت زیر طبقه بندی کرد:

۱- از دست دادن آب بتن

۲- زنگ زدگی آرماتور باعث ایجاد ترك سطحی می شود

۳- جمع شدگی خمیری بتن

۴- انبساط و انقباض قالبها

۵- حجیم بودن بتن

۶- رطوبت کم هوا بعد از عملیات پرداخت بتن

۳-۴- ویژگی های مهم بتن

۳-۴-۱- کارآیی بتن

کارآیی عبارت است از درجه سهولت ریختن و کارکردن با بتن. آزمایش استاندارد که برای مشخص کردن درجه کارآیی به کار گرفته می شود، آزمایش معروف اسلامپ است.

۳-۴-۱-۱- آزمایش اسلامپ

در این آزمایش از يك مخروط ناقص به ارتفاع ۳۰ سانتیمتر استفاده می شود.

برای آزمایش بتن تازه را در سه لایه در مخروط جای می دهند و با میله هر لایه را ویبره می کنند سپس سطح آن را صاف کرده و مخروط را به سمت بالا حرکت می دهند، پس از بیرون آمدن قالب مخروط مقداری افت می کند میزان این افت بر حسب سانتیمتر را کارآیی بتن می نامند. مطابق آئین نامه ایران مقدار مجاز اسلامپ به قرار زیر است.

جدول (۲-۳) مقدار مجاز اسلامپ مطابق آئین نامه ایران

ردیف	نوع عضو یا قطعه بتنی	اسلامپ به میلیمتر	
		حداقل	حداکثر
۱	شالوده‌ها و پی دیوارهای بتن آرمه	۲۵	۷۵
۲	شالوده‌هایی با بتن ساده، صندوقه‌ها و دیوارهای زیر سازه‌ها	۲۵	۷۵
۳	تیرها و دیوارهای بتن آرمه	۲۵	۱۰۰
۴	ستون‌ها	۲۵	۱۰۰
۵	دال‌ها و پیاده‌روهای بتنی	۲۵	۷۵
۶	بتن حجیم	۲۵	۵۰

بدیهی است هر چه اسلامپ کمتری انتخاب شود خواص مطلوب بتن سفت شده بهتر خواهد بود.
 نکته: بعضی از بتن‌ها در صورتی که دانه‌بندی درستی نداشته باشند که به اصطلاح به آن‌ها بتن خشن گفته می‌شود، ممکن است اسلامپ صفر داشته باشند که مناسب برای بتن‌ریزی نیستند، در اصطلاح بتن «عسلی» باشد.
 نکته: هر چه نسبت W/C (نسبت آب به سیمان) بیشتر باشد اسلامپ بتن زیاد و در نتیجه مقاومت بتن سخت شده به سرعت پایین می‌آید.

۳-۴-۲- مقاومت بتن

ازمهمترین خصوصیات بتن مقاومت آن است عوامل مهمی که در مقاومت بتن اثر دارند به ترتیب عبارتند از:

- ۱- نسبت آب به سیمان W/C
- ۲- عیار سیمان
- ۳- نوع سیمان
- ۴- تمیزی ماسه
- ۵- شکل دانه های سنگی و تمیزی آن‌ها
- ۶- طرح اختلاط (درصد مصالح سنگی به کاررفته)
- ۷- تراکم
- ۸- عمل آوری بتن
- ۹- مواد افزودنی
- ۱۰- قطر دانه های سنگی
- ۱۱- عمر بتن

۳-۴-۲-۱- نسبت آب به سیمان W/C

مقدار آب لازم برای عمل هیدراتاسیون (ترکیب سیمان و آب) W/C حدود 0.3 است و بقیه به صورت آب اضافی خواهد بود، اما باید توجه شود که کار کردن با بتنی با W/C کمتر از 0.4 امکان پذیر نیست، در هر حال حدود آب لازم برای بتن در عمل $0.4 \leq w/c \leq 0.8$ خواهد بود.

در هر حال با افزایش نسبت آب به سیمان، مقاومت بتن به صورت سهمی کاهش می یابد و بر عکس با کاهش این نسبت، مقاومت افزایش می یابد فرمول گراف این رابطه را نشان می دهد:

$$R = K(C/W)^2$$

R = مقاومت ۲۸ روزه بتن

K = ضریب

محاسن استفاده از نسبت آب به سیمان کمتر عبارتند از:

۱- افزایش مقاومت فشاری و کششی بتن

۲- افزایش خاصیت آب بندی

۳- کاهش جذب آب

۴- پیوستگی بهتر بین لایه های متوالی بتن ریزی

۵- افزایش چسبندگی بین میلگرد و بتن

۶- افزایش مقاومت در مقابل شرایط جوی

۷- کاهش میزان افت

۸- کاهش میزان خزش

۹- کاهش آب انداختن بتن

۱۰- کاهش امکان جدا شدن دانه ها

نکته: در مواردی که بتن می بایستی تمام سوراخ ها و درزها را پر کند، توپری بتن بالا رود مثل بتن رویه سقف های تیرچه بلوک بهتر است از W/C بالا استفاده کرد. (بتن نسبتاً روان باشد)

۳-۴-۲-۲- عیار سیمان

با بالا رفتن عیار سیمان در بتن مقاومت آن بالا می رود (البته تا يك حد مشخص). در ساختمان های بتن آرمه معمولاً عیار سیمان بین ۲۵۰ الی ۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن است.

نکته: در صورتی که تمام شرایط بتن مناسب باشد، (نسبت W/C ، طرح اختلاط و...)، يك رابطه تجربی بین f'_c (مقاومت ۲۸ روزه بتن) و عیار سیمان وجود دارد.

$$\text{عیار سیمان} = f'_c + (50 \approx 75) \text{ kg/m}^3$$

$$\text{عیار سیمان} = 280 + (50 \approx 75)$$

$$\text{عیار سیمان} = 330 \approx 335 \text{ kg/m}^3$$

۳-۴-۲-۳- نوع سیمان

در شرایط مساوی و هنگام ساخت بتن با مصالح سنگی مشخص، اسلامپ و عیار سیمان معین، در صورتی که نوع سیمان فرق کند، تغییرات تقریبی مقاومت بتن با توجه به نوع سیمان مطابق جدول (۳-۴) خواهد بود. در این جدول مبنای مقایسه مقاومت هفت

روزه سیمان نوع يك كه عدد ۱۰۰ گرفته شده است می باشد:

جدول (۳-۳)

نوع بتن	اسلامپ (میلیمتر)	اندازه بزرگترین دانه ها (میلیمتر)						
		۱۵۰	۷۵	۵۰	۳۷/۵	۲۵	۱۹	۱۲/۵
بتن معمولی	۵۰-۳۰	۱۲۵	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۰	۱۸۰	۱۸۵	۲۰۰
	۱۰۰-۸۰	۱۴۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۷۵	۱۹۵	۲۰۰	۲۱۵
	۱۸۰-۱۵۰	-	۱۷۰	۱۸۰	۱۸۵	۲۰۵	۲۱۰	۲۳۰
	درصد تقریبی هوای موجود بتن	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵
بتن هوادار	۵۰-۳۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۴۰	۱۴۵	۱۶۰	۱۶۵	۱۷۵
	۱۰۰-۸۰	۱۳۵	۱۵۰	۱۵۵	۱۶۰	۱۷۵	۱۸۰	۱۹۰
	۱۸۰-۱۵۰	-	۱۶۰	۱۶۵	۱۷۰	۱۸۵	۱۹۰	۲۰۵
	متوسط هوای توصیه شده (درصد)	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۶	۷

جدول (۳-۴) تغییرات تقریبی مقاومت بتن با توجه به نوع سیمان

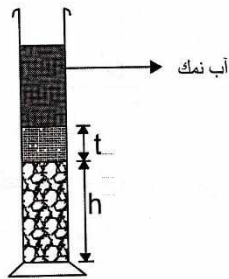
نوع سیمان	مقاومت يك روزه	مقاومت سه روزه	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
نوع ۱	-	۶۴	۱۰۰	۱۴۳
نوع ۲	-	۵۴	۸۹	۱۴۳
نوع ۳	۶۴	۱۲۵	-	-
نوع ۴	-	-	۳۶	۸۹
نوع ۵	-	۴۳	۷۹	۱۰۷

۳-۴-۲-۴- تمیزی ماسه

درصد خاك موجود در ماسه در مقاومت بتن اثر دارد، مخصوصاً در مقابل نفوذ آب در بتن و مقاومت آن در مقابل ذوب و یخبندان، وجود دانه های خاك چسبندگی بین دانه های سنگی و سیمان را کم می کند. مقدار درصد خاك رس موجود در ماسه برای بتن سازی نباید از ۸٪ بیشتر باشد.

معیاری برای خلوصیت ماسه وجود دارد، که به آزمایش هم ارزی S.E (sand equal) که قبلاً بحث شد نامیده می شود.

S.E ماسه بتن باید از ۷۰٪ بیشتر و از ۹۵٪ کمتر باشد. همچنین يك آزمایش ساده شبیه آزمایش S.E برای تمیزی ماسه وجود دارد، که در آن ۳۰ گرم نمك را به يك لیتر آب اضافه کنیم، از این محلول به مقدار لازم حدوداً برابر حجم ماسه مصرفی در داخل يك لوله مدرج می ریزیم و کاملاً به طور اقی تکان داده، ۲۴ ساعت فرصت می دهیم که مصالح ته نشین شود، طبق شکل باید $\frac{1}{14} < \frac{t}{h}$ باشد.



ارتفاع مصالح روی ماسه

ارتفاع ماسه

۳-۴-۵- شکل دانه‌های سنگی و تمیزی آنها

دانه‌های سنگی (شن) باید عاری از خاک باشد، در صورتی که مصالح دپو شده در کارگاه دارای سطوح خاکی باشند، می‌توان با یک شلنگ و فشار آب آنها را داشته و مصرف کرد و همچنین دانه‌های سنگی نباید به صورت سوزنی و پولکی باشند. هر چه قطر دانه‌های سنگی بیشتر باشد، میزان مصرف سیمان کم و مقاومت بتن به دست آمده زیاد خواهد بود. (البته با یک طرح اختلاط درست) استفاده از مصالح سنگی شکسته (نخودی و بادامی شکسته) مقاومت بتن را حدود ۱۰٪ افزایش می‌دهد، البته مقدار شن شکسته باید در حدود ۵۰٪ باشد که بیش از آن برعکس باعث کاهش مقاومت می‌گردد. توصیه می‌شود در صورتی که درصد مصالح شکسته بیش از ۵۰٪ باشد بهتر است از ماسه طبیعی (غیر شکسته) استفاده گردد. درصد مصالح پولکی و سوزنی در مصالح سنگی (شن) به حداکثر ۱۵٪ محدود می‌گردد.

۳-۴-۶- طرح اختلاط (درصد‌های مصالح به کار رفته)

به کارگیری نسبت‌های درست مصالح بتن (آب، سیمان، ماسه و شن) برای به دست آوردن یک بتن توپر و مناسب و مطلوب مهم هستند و معمولاً سه هدف را دنبال می‌کنیم:

۱) رسیدن به مقاومت مورد نظر

۲) تامین دوام کافی

۳) رسیدن به اسلامپ مورد نظر

در کارگاه‌هایی که حجم بتن ریزی بالاست، طرح اختلاط بر اساس آزمایشگاه بتن تعیین می‌گردد، البته در مدت استفاده از طرح اختلاط نباید محل تهیه مصالح (کارگاه ماسه شویی یا سنگ شکن) عوض شود. روش‌هایی برای طرح اختلاط وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

۴) طرح اختلاط به روش وزنی و حجمی ACI-211-89

۵) طرح اختلاط به روش آیین نامه BS

در بتن‌ریزی‌های کم در کارگاه از یک طرح اختلاط بسیار ساده تجربی می‌توان مطابق جدول (۳-۵) بهره جست.

✓ در صورتی که بتن‌ریزی برای ستون، تیر و یا دیوار انجام گیرد، نسبت‌های زیر را می‌توان به کاربرد برد.

✓ در صورتی که بتن‌ریزی برای پی و شناژ انجام گیرد همان طرح بالا و فقط با ۱۸ بیل سیمان خواهد بود.

✓ در صورتی که بتن‌ریزی برای بتن رویه سقف تیرچه و بلوک و کرومیت باشد، اولاً قطر حداکثر شن (بادامی) نباید از ۲۰ میلیمتر بیشتر شود و طرح اختلاط به صورت زیر خواهد بود.

جدول (۳-۵) نسبت‌های اختلاط

ستون، تیر و دیوار	۱۲۰ بیل مصالح	۳۵ بیل	بادامی	نسبت بیل و بلوک و شن	۱۲۰ بیل مصالح	۲۵ بیل	نخودی	۳۰ بیل	بادامی
		۳۵ بیل	بادامی		۱۲۰ بیل مصالح	۲۵ بیل	نخودی	۳۰ بیل	بادامی
		۴۰ بیل	ماسه		۱۲۰ بیل مصالح	۲۵ بیل	نخودی	۴۵ بیل	ماسه
		۲۰ بیل	سیمان		۱۲۰ بیل مصالح	۲۵ بیل	نخودی	۲۰ بیل	سیمان

۳-۵- تراکم

پس از ریختن بتن تازه باید آن را متراکم کرد منظور از تراکم خارج کردن هوای محبوس بین دانه‌ها است تا بتوانیم يك بتن یکپارچه توپر که تمام قطعات مدفون و زوایای قالب را پر داشته باشیم.

الف : متراکم کردن با دست

در کارهای کوچک و محدود و مخلوطهای خمیری و روان می‌توان با استفاده از میله‌های فولادی (تخماق) یا وسایل مشابه چه از داخل قالب و چه از بیرون قالب اقدام به تراکم کرد. ضخامت میله بایستی چنان انتخاب شود که به راحتی بین میله‌ها عبور کند.

ب : متراکم کردن با وسایل مکانیکی

این وسایل از دو قسمت موتور، که می‌تواند يك الكترو موتور برقی یا موتور بنزینی باشد و قسمت دیگر شلنگ و بیره است.

ویراتورهای برقی

این ویراتورها برای کارهای کوچک و بتن‌ریزی‌های کم حجم به کار می‌رود. از مزایای آن حمل و جابه‌جایی آسان به لحاظ کمی وزن و هزینه پایین آن است.

ویراتورهای بنزینی

این ویراتورها به وسیله دو نفر جابجا می‌شوند که معمولاً دارای يك موتور تك سیلندر احتراقی هستند. قدرت ارتعاشی این ویراتورها قابل تنظیم می‌باشد.

شلنگ و بیره

از يك قسمت لاستیکی انعطاف‌پذیر به طول‌های مختلف و قسمت‌های فلزی که در داخل بتن قرار می‌گیرد به قطرهای ۲/۵ الی ۷/۵ سانتیمتر تشکیل شده است.

میزهای ویره

میزهای ویره برای متراکم کردن قطعات بتنی پیش ساخته مثل بتن‌های جدول خیابان‌ها و غیره به کار می‌رود. در این حالت بتن تازه با قالب فلزی آن روی میز ویره قرار می‌گیرد و متراکم می‌شود.

۳-۵-۱- نحوه تراکم

ویراتورها باید توسط کارگران مجرب مورد استفاده قرار گیرند، حتی الامکان باید مرتعش کننده به صورت قائم و در اثر وزن طبیعی خود در بتن فرو رود. همچنین خارج کردن شلنگ از داخل بتن باید به آرامی انجام گیرد.

در دال‌های نازک می‌توان ویراتور را به صورت افقی و یا مایل گرفت. همچنین ویراتور باید دو لایه قدیم و جدید را به هم دوخت دهد و در حد پنج سانتیمتر به لایه قبلی نفوذ کند. حداکثر ضخامت لایه‌ها برای تراکم باید ۳۵ سانتیمتر باشد. بسته به اسلامپ بتن تازه مدت ویره کرده در حدود ۵ الی ۱۵ ثانیه خواهد بود، ویره کردن بتن با اسلامپ بالا مجاز نیست. ویره زدن زیاد هم درست نمی‌باشد، زیرا باعث جدا شدن دانه‌ها و بیرون زدن شیره بتن از جداره قالب و باز شدن قالب بتنی می‌شود.

۳-۶- عمل آوری بتن

عمل آوردن فرآیندی است که طی آن از افت رطوبت بتن جلوگیری شده و دمای بتن در وضعیت رضایت بخشی حفظ می‌شود.

- عمل آوردن از مفاهیم سه گانه مراقبت، محافظت، پروراندن تشکیل یافته است. مدت مراقبت بسته به نوع سیمان بشرح جدول زیر است.
- الف- در صورتی که دمای محیط پایین باشد می توان با مرطوب کردن متناوب سطح بتن را تر نگه داشت.
- ب- آب دادن به بتن از وقتی شروع می شود که بتن شسته نشود.
- پ- اگر دمای محیط بالا باشد باید با پوشاندن گونی و خیس کردن آن اقدام به عمل آوری بتن کرد.

جدول (۳-۶) زمان لازم برای لرزاندن بتن با توجه به اسلامپ آن

نوع بتن	اسلامپ (میلیمتر)	مدت لرزاندن (ثانیه)
فوق العاده خشك	-	۳۲-۱۸
خیلی سفت	-	۱۸-۱۰
سفت	۳۰-۰	۱۰-۵
سفت خمیری	۸۰-۳۰	۵-۳
خمیری	۱۳۰-۸۰	۳-۰
روان	۱۸۰-۱۳۰	-

جدول (۳-۷) مدت مراقبت بسته به نوع سیمان

سیمان نوع ۱ (سیمان معمولی)	۷ روز
سیمان نوع ۲	۱۴ روز
سیمان نوع ۳	۳ روز

۳-۶-۱- محافظت

محافظت به مجموعه تدابیری اطلاق می شود که مانع اثر نامطلوب عوامل بیرونی مانند شسته شدن به وسیله باران یا آب جاری، سرد شدن سریع یا یخبندان، لرزش و ضربه و مشابه آنها بر روی بتن جوان می شوند. از عوامل نامطلوب فوق بیشتر حفاظت بتن در مقابل سرما (مخصوصاً تا زمان گیرش بتن) مهم است.

در صورتی که شب احتمال یخبندان می رود، اگر دما زیاد پایین نباشد، می توان از پوشش پلاستیک بهره برد و اگر دما زیاد پایین باشد، از پوشش دو لایه نایلون بعلاوه پشم شیشه و سیستم گرمایش، مخصوصاً در روز اول از بتن حفاظت کرد.

در هر صورت در مدت حفاظت دمای محیط بتن نباید از مثبت ۵ درجه سانتیگراد پایین برود.

۳-۶-۲- پروراندن

منظور از پروراندن بتن تسریع در گرفتن بتن و سفت شدن آن به کمک حرارت (بخار آب) می باشد.

۳-۲- اختلاط بتن

۳-۲-۱- اختلاط بتن با دست

اختلاط بتن با دست به هیچ وجه مجاز نیست، به جز موارد استثنایی و کم اهمیت، با رعایت موارد زیر:

الف - حداکثر حجم بتن برای هر بار ساخت با دست ۳۰۰ لیتر است.

ب - برای تهیه بتن ابتدا روی یک سطح صاف و تمیز و غیر قابل نفوذ، شن را به صورت یکنواخت ریخته سپس بر روی آن ماسه را به صورت یکنواخت اضافه می‌کنیم و در ادامه بر روی آنها سیمان را هم می‌ریزیم و مخلوط خشک باید سه بار زیر و رو شود.

ج - پس از اختلاط کامل مصالح، آب به تدریج اضافه و به طور یکنواخت مخلوط می‌شود تا بتن همگنی به دست آید.

د - بتن ساخته شده با دست باید حداکثر ۳۰ دقیقه پس از ساخت مصرف شود.

نکته: در صورتی که در مرحله حساسی بتونیر خراب شود، مثل ستون بتنی که نصف بتن آن ریخته شده و نصف آن باید ریخته شود، در این صورت با بالا بردن ۱۰٪ عیار سیمان می‌توان بتن‌ریزی ستون را به کمک اختلاط دستی کامل کرد.

۳-۲-۲- اختلاط بتن با وسایل مکانیکی

بسته به حجم بتنی که می‌خواهیم تولید کنیم، به ترتیب از وسایل زیر می‌توانیم کمک بگیریم:

۱. بتونیرهای برقی و گازوئیلی یا بنزینی

۲. تراک میکسچرها

۳. بچینگ (بتن ساز مرکزی)

الف - بتونیر

بتونیرها به طور انبوه برای تولید بتن به حجم‌های ۱۰۰ الی ۸۵۰ لیتری استفاده می‌شود. در استفاده از بتونیر باید به موارد زیر توجه شود:

✓ برای اینکه عمر دستگاه زیاد شود، کمتر از ظرفیت اسمی آن استفاده کنید.

✓ برای اینکه بتن یکنواخت داشته باشیم و دانه‌های درشت به ته آن جمع نشود باید مقداری دیگ بتونر را به طرف جلو شیب داد (حدود ۵ درجه)

✓ زمان اختلاط بتونر حداقل ۱/۵ دقیقه با سرعت ۶ تا ۱۸ دور در دقیقه خواهد بود.

✓ ۱۰٪ آب قبل از ورود مصالح داخل دیگ ریخته می‌شود، بقیه آب حین ورود مصالح و ۱۵٪ بقیه آب بعد از وارد شدن کلیه مصالح داخل دیگ ریخته می‌شود.

✓ بعد از هر روز بتن‌ریزی، بتونر به وسیله شن خالی و آب مخلوط شده و به بیرون ریخته شود.

مقدار تولید بتونر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$p = \frac{60 \times V \times E}{T} \quad \left[\frac{m^3}{hr} \right]$$

V = حجم عملی دیگ بر حسب m^3

E = راندمان کار

T = سیکل کار بتونر بر حسب دقیقه

۳-۸- آزمایشات بر روی بتن

برای شناخت دقیق و کامل از خصوصیات بتن با مشخصات مورد نیاز، لازم است قبل از شروع بتن ریزی و همچنین در حین بتن ریزی آزمایشاتی بر روی بتن و مصالح به کار رفته در آن انجام گیرد.

۳-۸-۱- آزمایشات روی مصالح قبل از بتن ریزی

در پروژه های بزرگ همواره قبل از بتن ریزی آزمایشاتی بر روی مصالح انجام می گیرد، که این آزمایشات بعد از کنترل کیفی مصالح می باشد و ممکن است در طرح اختلاط بتن نیز ارائه گردد.

۳-۸-۲- آزمایشات روی بتن حین بتن ریزی

در حین اجرا بسته به مقدار مصرف بتن نمونه هایی از طرف آزمایشگاه از بتن مصرفی در کارگاه گرفته می شود، که معمولاً نمونه های مکعبی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر می باشد، البته از نمونه های استوانه ای به قطر ۱۵ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر نیز مواردی استفاده می شود. قالب های نمونه های مکعبی که از قبل روغن زده شده و آماده شده اند، در سه لایه و با میله مخصوص به تعداد ۲۵ ضربه زده شده، برمی گردند.

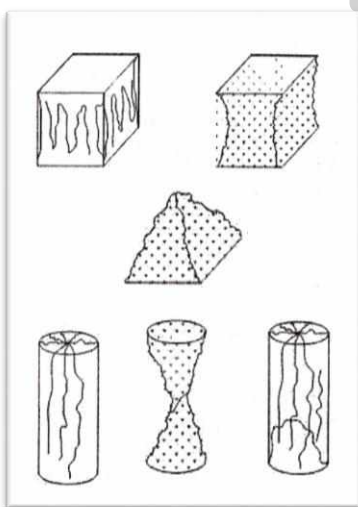
معمولاً تعداد نمونه ها در هر مقطع زمانی ۵ نمونه می باشد، که دو تا از نمونه ها را در ۷ روز و دو نمونه را در ۲۸ روز و یک نمونه را به عنوان شاهد نگه می دارند، نمونه ها را زیر دستگاه فشاری شکسته و مقاومت آنها به کارگاه و کارفرما گزارش می گردد.

اگر نمونه گیری بر اساس قالب مکعبی انجام شده باشد مقاومت حاصله را مقاومت فشاری نمونه مکعبی می نامند و آن را با f'_{cu} نشان می دهند و اگر قالب استوانه ای باشد آن را با f'_{cu} نشان می دهند.

قابل ذکر است که مقاومت ۲۸ روزه نمونه ی مکعبی و استوانه ای با هم تفاوت دارند، که به طور تقریب می توان رابطه زیر را به کار بست:

$$f'_c = f'_{cy} = 0.8f'_{cu}$$

شکل (۳-۱۱) حالات ممکن گسیختگی در نمونه های آزمایشی



از دیگر آزمایشات روی بتن حین اجرا آزمایش اسلامپ است که قبلاً شرح داده شده است.

در ایران محاسبات بتن آرمه اکثراً بر اساس آیین نامه آمریکا و مقاومت بتن بر اساس نمونه استوانه ای (f_c) ملاک عمل قرار می گیرد. ولی در نمونه گیری های کارگاهی اکثراً از نمونه های مکعبی استفاده می شود.

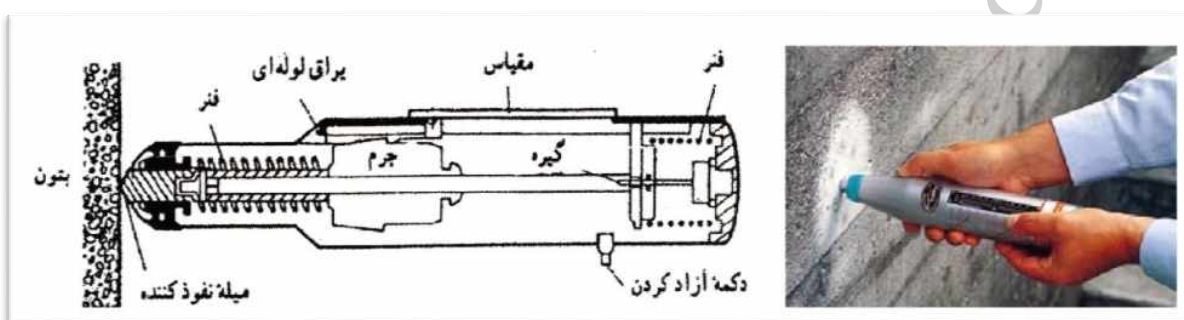
۳-۸-۳- آزمایشات بتن بعد از اجرا (آزمایش بر روی بتن سفت شده)

اکثر این آزمایشات، آزمایشات غیر مخرب (NDT) هستند، که مهمترین و مرسوم ترین آنها دو آزمایش به قرار زیر است:

۱- اندازه گیری مقاومت فشاری بتن با استفاده از چکش اشمیت^۱

این آزمایش به نامهای چکش سوییسی، چکش بازتاب، چکش ضربه ای یا آزمایش سنجش سختی است. در چکش اشمیت جرم تحت اثر بازتاب میله چکش قرار می گیرد، مسافتی که توسط جرم طی می شود، بر حسب درصدی که از انبساط اولیه فنر حاصل می شود عدد بازتاب می گویند. با داشتن عدد بازتاب و جداول مخصوص مقاومت فشاری بتن به دست می آید.

این آزمایش يك آزمایش قابل اطمینان نیست، چرا که ممکن است میله نفوذ کننده يك بار بر روی دانه های سنگی (شن) قرار گیرد و مقاومت بیشتری دهد و بار دیگر بر روی ملات ماسه سیمان در بتن قرار گرفته و مقاوت کمتری حاصل گردد.



شکل (۳-۱۲) چکش اشمیت

۲- اندازه گیری مقاومت فشاری بتن سفت شده با استفاده از دستگاه کر گیر

دستگاه نمونه بردار یا دستگاه کر گیری از يك لوله فلزی به قطر ۱۰ سانتیمتر تشکیل شده است، که در جدار خارجی آن تیغه های الماسه برای برش نصب شده است. دستگاه به وسیله يك الکتروموتور به شدت دور محور خود می چرخد. برای خنک کردن در بعضی از دستگاه ها از جریان آب هنگام نمونه گیری استفاده می شود.

برای حفاظت نمونه ها پس از نمونه گیری آنها را به مدت ۲۴ ساعت در داخل آب قرار داده سپس بر روی آن مقاومت فشاری انجام می دهند.

تبدیل مقاومت مغزه به مقاومت مکعب استاندارد

از آنجایی که مغزه به شکل استوانه است، برای تبدیل مقاومت مغزه به مقاومت مکعب ۱۰۰ میلیمتر از ضریب ۱/۲۵ استفاده می شود. برای تبدیل مقاومت مکعب ۱۰۰ میلیمتری به مکعب ۱۵۰ میلیمتری باید مقاومت مکعب ۱۰۰ میلیمتری را به مقدار ۴ درصد کاهش داد.

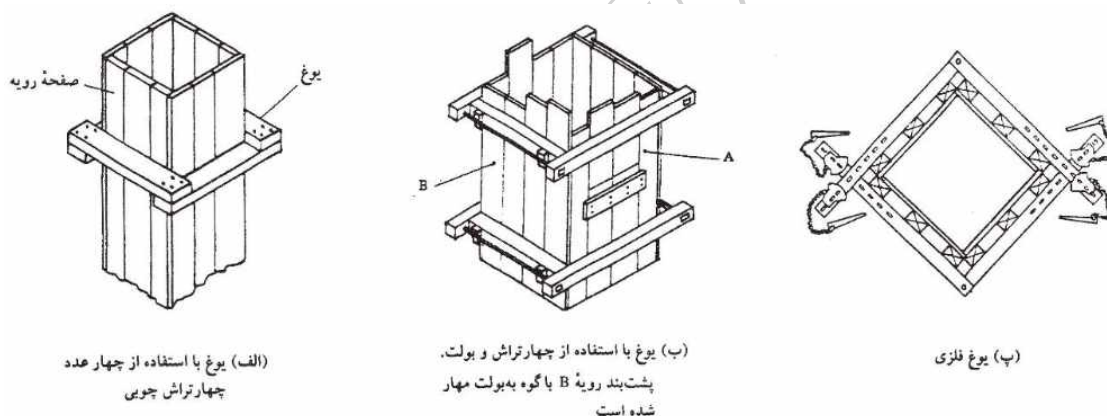
۳-۹- قالب بندی

۳-۹-۱- قالب های ستون

قالب ستون در رده قالب های قائم است، لذا همانند آن می تواند دارای انواع زیر باشد:

- ۱- قالب سنتی
- ۲- قالب پانلی
- ۳- قالب یکپارچه
- ۴- قالب بالارونده
- ۵- قالب لغزنده

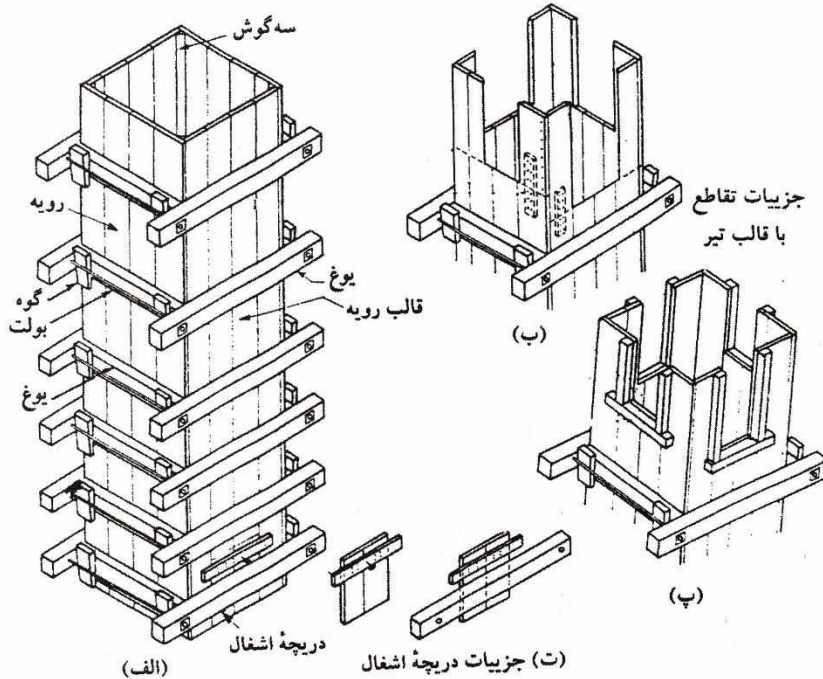
شکل (۳-۱۳)، سیستم عمومی قالب ستون را نشان می دهد. قالب ستون متشکل از دو جزء اصلی است؛ رویه و یوغ. در این شکل چند سیستم مختلف یوغ نشان داده شده است. یوغ در حقیقت پشت بند قالب ستون است و همانند يك كلاف رویه را در بر می گیرد. از لحاظ سازه ای، یوغ يك قاب خود تعادل است و تحت اثر فشار داخلی قالب، تحت نیروی کششی و لنگر خمشی قرار می گیرد. در شکل (۳-۱۴)، قالب سنتی ستون و در شکل های (۳-۱۵) و (۳-۱۶)، انواع مختلف قالب های مدرن ستون نشان داده شده است.



شکل (۳-۱۳) سیستم عمومی قالب ستون

۳-۹-۱-۱- قالب سنتی

در قالب ها سنتی ستون، رویه از الوارهای ۲۵ تا ۲۵ میلیمتر و عرض ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلیمتر تشکیل می یابد که به پشت بندهایی در فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر میخ می شوند. این پشت بندها در هنگام واداشتن ستون مقابل یکدیگر متصل شده و تشکیل یوغ می دهند. فاصله بین پشت بندهای دو قالب مقابل با میلگرد، توسط گوه پر می شود. بدین ترتیب یوغ همانند تنگ، چهار سطح قالب را در بر می گیرد (شکل (۳-۱۳) ب).



شکل (۳-۱۴) قالب سنتی ستون

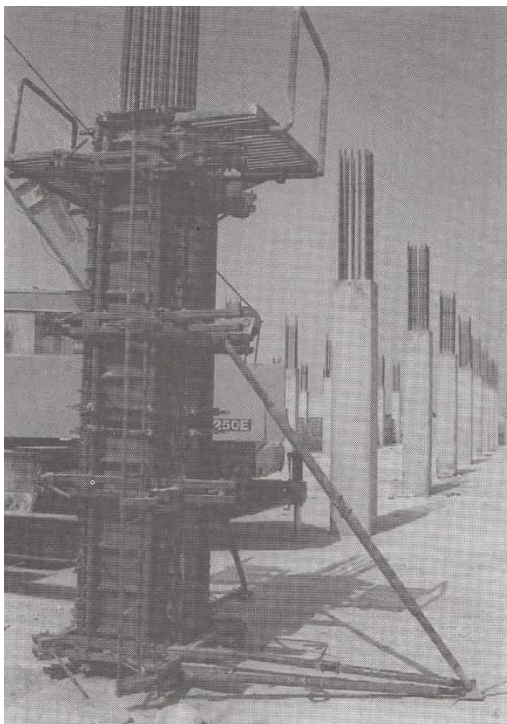
۳-۹-۱-۲- قالبهای فلزی

در شکل (۳-۱۵)، یک نمونه از قالب

فلزی یکپارچه ستون نشان داده شده است.

رویه این قالب از ورق ۳ تا ۴ میلیمتر می باشد که توسط سخت کننده هایی در پشت قالب، تقویت شده است. یوغ ها نیز از قوطی یا سایر پروفیل سبک می باشد که توسط سخت کننده هایی در پشت قالب، تقویت شده است. یوغ ها نیز از قوطی یا سایر پروفیل سبک می باشند که به کمک بولت هایی به یکدیگر کلاف می شوند. برای تنظیم شاغولی بودن ستون از جک هایی در جوه ستون استفاده می گردد و برای عملیات بتن ریزی و ویراتورزی، سکویی در بالای ستون نصب گردیده است. قابلیت تکرار چنین قالب هایی زیاد است و سطح بتن حاصل نیز بسیار صاف و یکدست به دست می آید.

شکل (۳-۱۵) قالب ستون یکپارچه فلزی با جک تنظیم و جک شاغولی و سکوی بتن ریزی



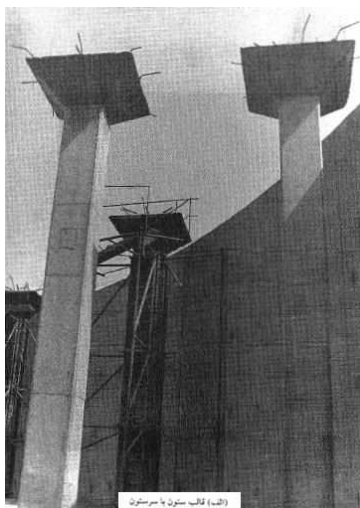
در شکل (۳-۱۶)- پ، قالب ستون با استفاده از پانل های مدولار نشان

داده شده است. در این سیستم، رویه متشکل از پانل هایی می باشد که توسط بست های خاص به یکدیگر متصل شده اند. نمای ظاهری چنین ستون هایی هماهنگ با ابعاد پانل های مورد استفاده، دارای خطوطی افقی و قائم خواهد بود.

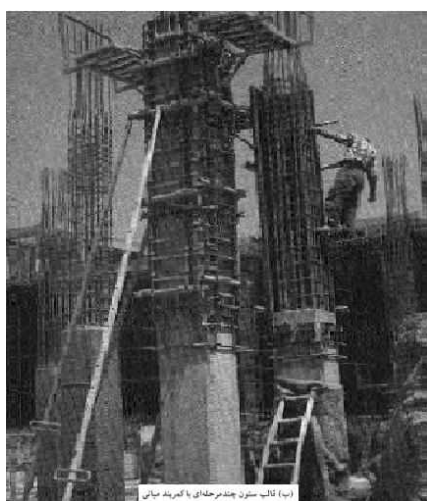
در شکل (۳-۱۶)- ب، اجرای ستون ها در چند مرحله به کمک کمربندهای تکیه گاهی نشان داده شده است.

شکل (۳-۱۶)- ث، اجرای ستون های پایه ی پل با استفاده از قالب های ستون بالارونده نشان داده شده است. توجه شود که

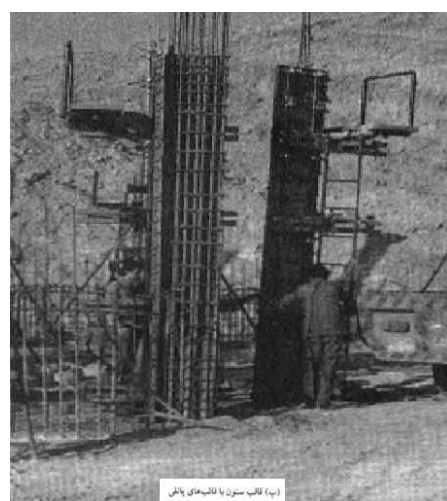
این ستون های بلند بدون استفاده از داربست در حال اجرا می باشند. در هر مرحله در قسمت فوقانی قالب، کمربندی از قالب تحتانی بر جای می ماند که قالب تحتانی بعد از جدا شدن از بتن، به روی آن بسته شده و یک لیفت قالب بندی انجام می گردد.



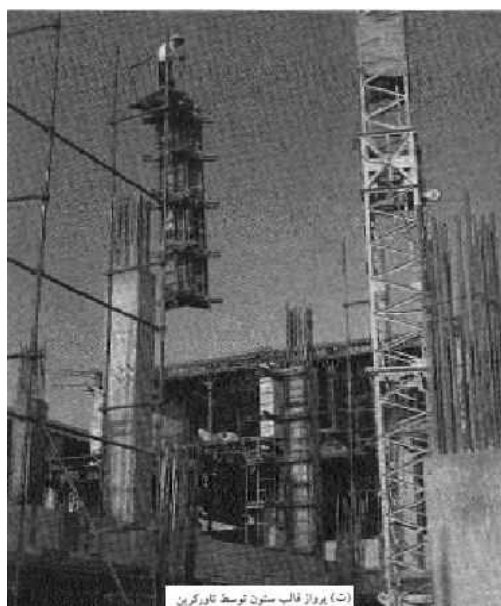
(الف) قالب ستون با سرستون



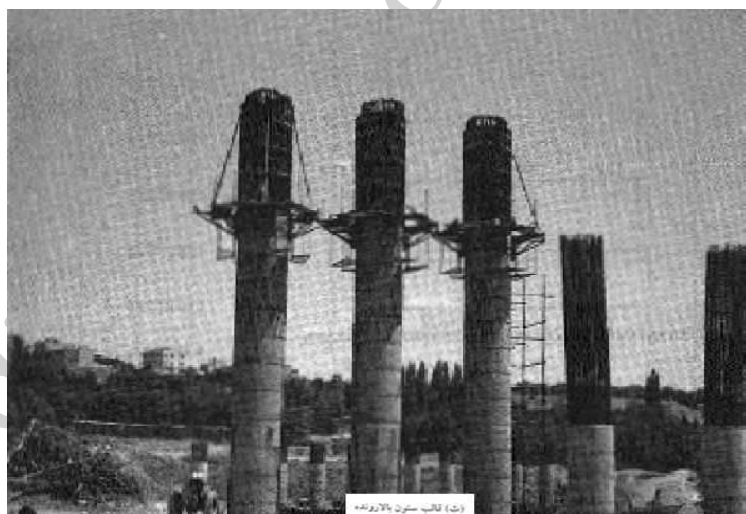
(ب) قالب ستون چندمرحله‌ای با گریپ میانی



(پ) قالب ستون با قالب‌های پانلی



(ت) پرواز قالب ستون توسط تاورکراین



(ث) قالب ستون بالابرده

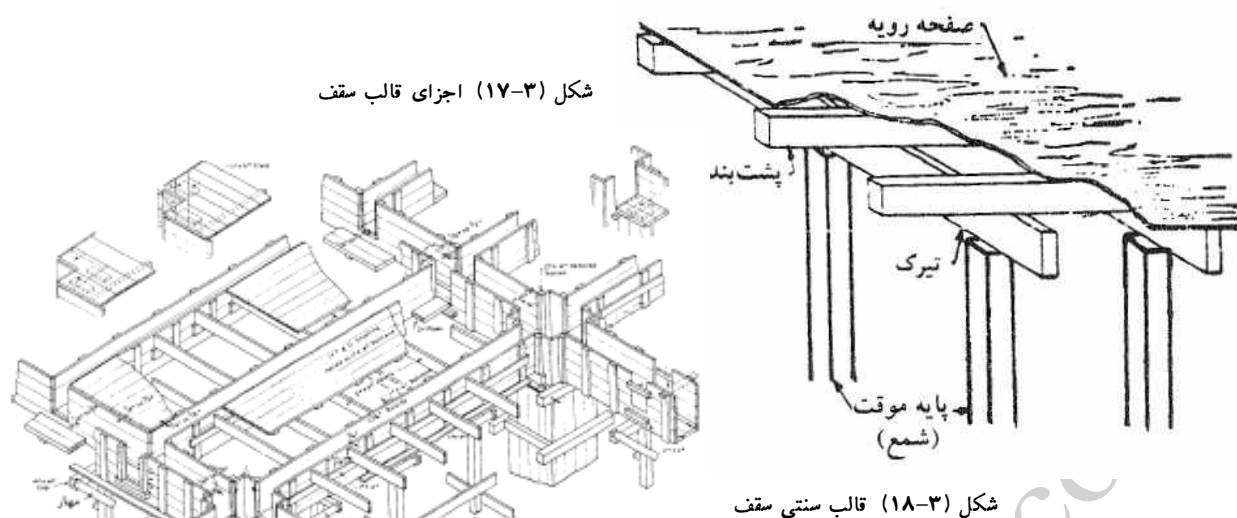
شکل (۳-۱۶) نمایش قالب ستون

۳-۹-۲- قالب‌های دال (سقف)

شکل (۳-۱۷) نشان‌دهنده اجزای قالب سقف می‌باشد که عبارتند از:

- ۱- صفحه‌ی رویه که می‌تواند از الوارهای چوبی با ضخامت ۱۵ تا ۲۵ میلی‌متر و یا ورق چندلایه و یا پانل‌های فلزی باشد.
 - ۲- پشت‌بند که صفحه‌ی رویه بر آن متکی است و باعث سختی صفحه‌ی رویه می‌شود.
 - ۳- تیرک که صفحه‌ی رویه و پشت‌بندها بر آن متکی است و بار وارده را به شمع‌ها و یا پایه‌های موقت انتقال می‌دهد.
 - ۴- شمع‌ها که بار کل مجموعه را به زمین منتقل می‌نمایند.
- قالب‌های سقف بر اثر مرور زمان و نیازهای سازندگان تکامل یافته و شکلی امروزی با سرعت نصب زیاد پیدا کرده‌اند. انواع مختلف قالب سقف عبارتند از:

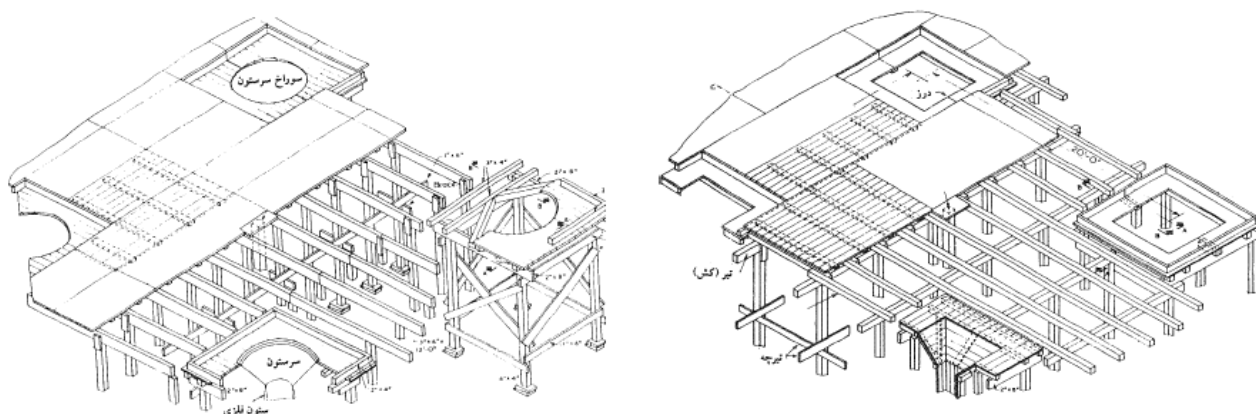
۱. قالب‌های سنتی
۲. قالب‌های پانلی
۳. قالب‌های یکپارچه
۴. قالب‌های میزی
۵. قالب‌های تونلی



شکل (۳-۱۸) قالب سنتی سقف

۳-۹-۲-۱- قالبهای سنتی

شکل (۳-۱۸) نشاندهنده شمای عمومی سیستم قالب سنتی است. این سیستم که در حال حاضر نیز در حالات خاص مورد استفاده قرار میگیرد، عبارت است از ساخت در جای کلیه اجزا قالب به کمک الوارهای چوبی. قالب چوبی در واقع شکل منفی سیستم دال می باشد که بر شمعها متکی است و با صرف وقت قابل توجه توسط استادکاران نجار (کفراژبند) ساخته می شود. بدون شك عیب بزرگ این سیستم، تطویل زمان می باشد که در پروژه های تولید انبوه قابل پذیرش نمی باشد. شکل تکامل یافته ای از سیستم سنتی، تعویض الوارهای چوبی صفحه ی رویه با ورق های چندلایه ای است که در پوشش قالب سرعت مناسبی ایجاد می نماید.



شکل (۳-۱۹) قالبهای سنتی سقف برای اجرای دال قارچی

۳-۹-۲-۲- قالب پانلی سقف

شیوه ی جدیدی که برای افزایش سرعت قالب بندی سقف ابداع گردیده، استفاده از پانل های پیش ساخته است. يك واحد پانل در واقع صفحه ی رویه به علاوه ی پشت بندهای مربوطه می باشد که به صورت پیش ساخته در کارخانه ساخته می شود (شکل ۳-۸). همانند پانل دیوار، پانل سقف نیز می تواند به یکی از حالات زیر باشد:

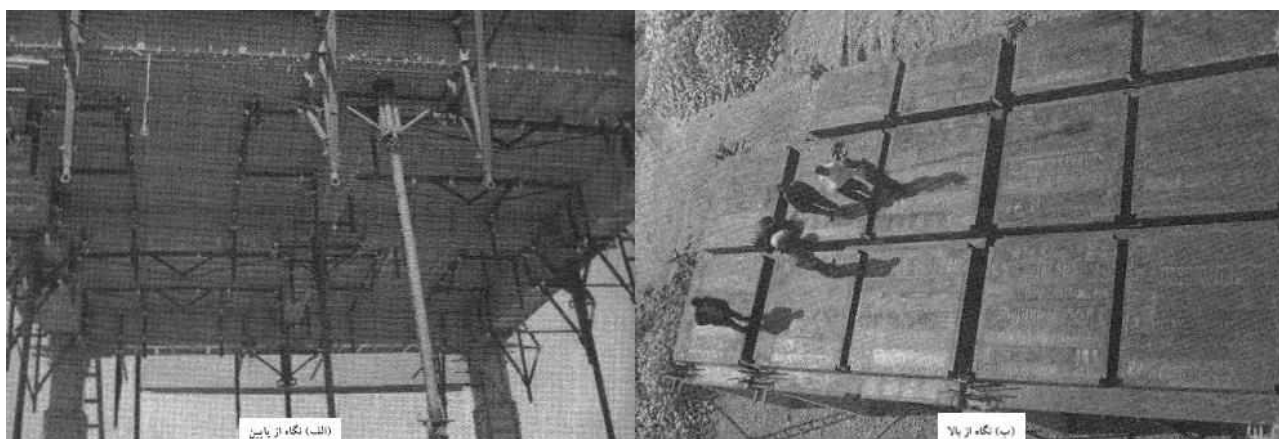
۱. رویه چندلایه ای با کلاف و پشت بند چوبی

۲. رویه چندلایی با کلاف و پشتبند فلزی

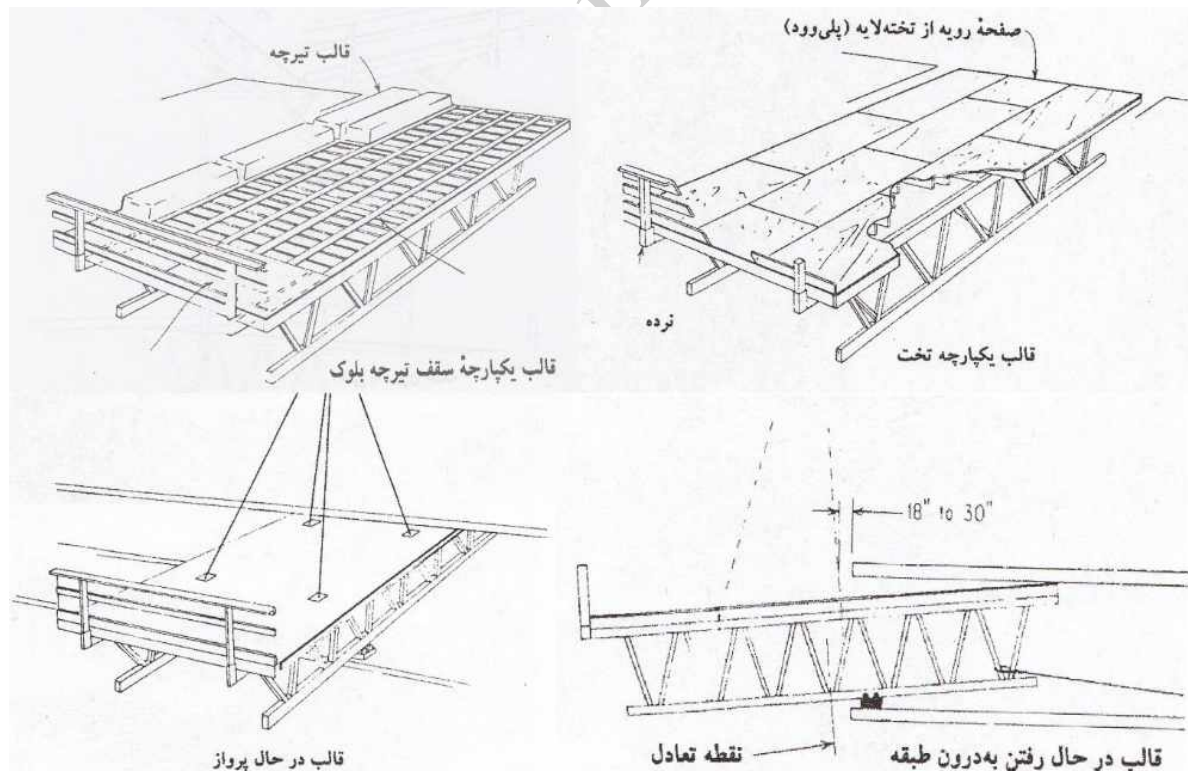
۳. رویه فلزی با کلاف و پشتبند فلزی

۴. رویه و کلاف و پشتبندهای آلومینیومی

برای اجراء، تیرکها و شمعها در جای خود مستقر شده و پانل‌های پیش‌ساخته روی آن انداخته می‌شوند و توسط بست‌های مناسب به یکدیگر یکپارچه می‌شوند، به‌طوری که درز بین دو پانل کاملاً بسته و مهر گردد. اصولاً نکته مهم در قالب‌های پانلی، چه در دیوار و چه در سقف، درزبندی مناسب بین پانل‌هاست. شکل (۳-۲۰) قالب‌بندی سقف توسط پانل‌های پیش‌ساخته را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۲۰) قالب سقف با سیستم پانلی



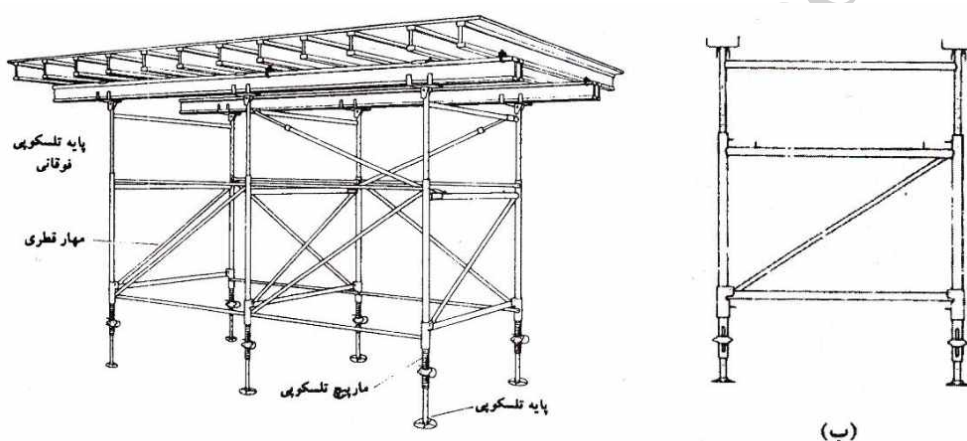
شکل (۳-۲۱) قالب یکپارچه سقف

۳-۲-۹-۳- قالبهای یکپارچه دال

در صورتی که ابعاد دال به صورت تیپ بوده و جرثقیل برای حمل قطعات سنگین مهیا می باشد و نیاز به سرعت زیاد داشته باشیم، از قالبهایی که يك چشمه‌ی دال را به صورت یکپارچه قالببندی می نمایند، استفاده می گردد. در شکل (۳-۲۱)، چند نمونه از قالبهای یکپارچه‌ی دال نشان داده شده است. به تکیه گاه های قالبهای یکپارچه که در روی دیوار نصب شده است، توجه داشته باشید.

۳-۲-۹-۴- قالبهای میزی

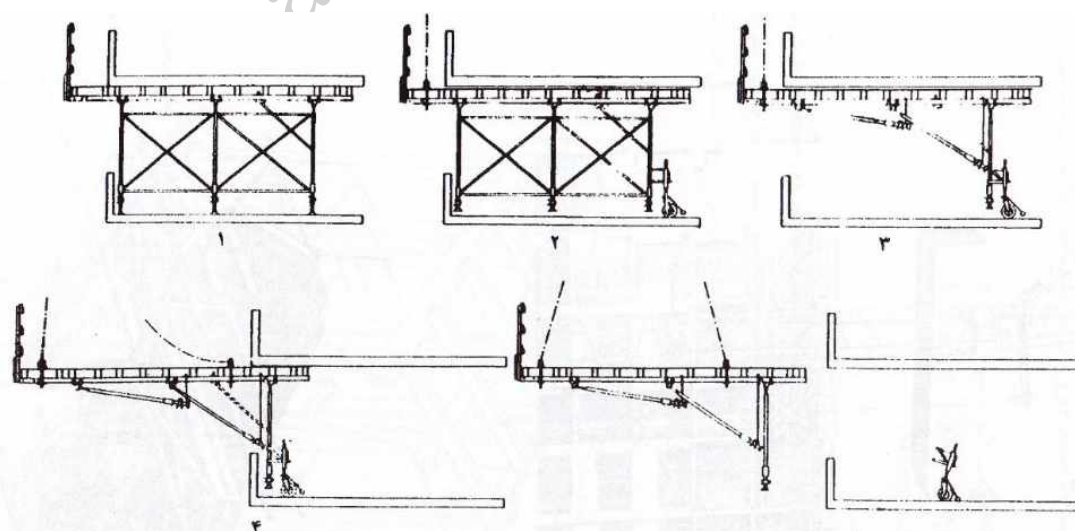
یکپارچه ترین و در نتیجه سریع ترین سیستم قالببندی سقف، قالبهای میزی است (شکل (۳-۲۲)- الف). در قالبهای میزی، اجزای مختلف قالب شامل رویه، پشت بند، تیرك، و پایه یکپارچه بوده و به طور یکپارچه حمل، و نقل و نصب می گردند. این سیستم سریع ترین سیستم قالببندی سقف است و در انبوه سازی ها از آن استفاده می شود. حمل و نقل این قالبها را توسط جرثقیل های برجی (تاورکین)، اصطلاحاً پرواز قالبها می گویند. در شکل (۳-۲۳) نحوه بیرون کشیدن قالب میزی از زیر سقف در حالتی که در لبه دال تاختانی دست انداز وجود دارد، به نمایش در آمده است.



(الف)

(ب)

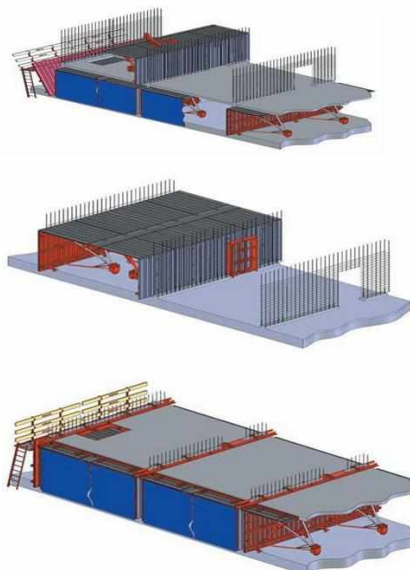
شکل (۳-۲۲) قالبهای میزی



شکل (۳-۲۳) قالبهای میزی و نحوه بیرون کشیدن آنها از زیر سقف

۳-۹-۵- قالبهای تونلی

از اشکال نوین قالبهای سقف، قالبهای تونلی است. در این سیستم قالببندی که نمونه‌ای از آن در شکل (۳-۲۴) نشان داده شده است، قالب دیوار و سقف یکپارچه بوده و پس از نصب قالب در محل خود، آرماتوربندی و بتن‌ریزی دیوار و سقف به صورت یکپارچه انجام می‌شود. با توجه به همزمانی اجرای دیوار و سقف، سرعت این قالب‌ها نسبت به قالب‌های میزی بیشتر است، لیکن قالب‌برداری آن نیاز به زمان بیشتری دارد و نسبت به قالب‌های میزی دارای محدودیت اجرایی است.



اجرای ساختمانهای باسیستم بار بر دیوار و سقف بتنی است که دیوارها و سقف با بتن‌ریزی یکپارچه و هم‌زمان احداث می‌شود. قالب‌های مورد استفاده (به شکل ۱) می‌باشد که بصورت پشت به پشت (به شکل ۲) در دو طرف دیوار و بخشی از سقف‌ها را قالب‌بندی می‌کند و با قرار گرفتن قالب‌های متوالی در کنار هم؛ بدون قالب واسطه سقعی (۳) یا همراه با آن (۴) مجموعه قالب‌های دیوار و سقف را تشکیل می‌دهند.

شکل (۳-۲۴) قالب‌های تونلی برای قالب‌بندی همزمان دیوار و سقف

در این سیستم جهت قالب‌بندی و قالب‌برداری سریعتر و بهتر؛ رامکا در راستای دیوارها اجرا می‌شود. رامکا عبارتست از قالب‌های نواری به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر که جهت قالب‌گذاری و قالب‌برداری سریعتر و آسانتر قالب تونلی در مسیر حاشیه پایینی دیوار و قبل از آن گذاشته؛ بتن‌ریزی و قالب‌برداری می‌گردد. بدین صورت که ابتدا آرماتورهای انتظار دیوار اجرا شده سپس قالب‌های رامکا در امتداد مسیر دیوارها بسته شده و پس از بتن‌ریزی و قالب‌برداری رامکا؛ آرماتوربندی دیوارها در امتداد میلگردهای انتظار ادامه می‌یابد (بتن‌ریزی هر طبقه با رامکای طبقه فوقانی بصورت یکپارچه اجرا می‌شود).



شکل (۳-۲۵) اجرای رامکا در قالب‌های تونلی

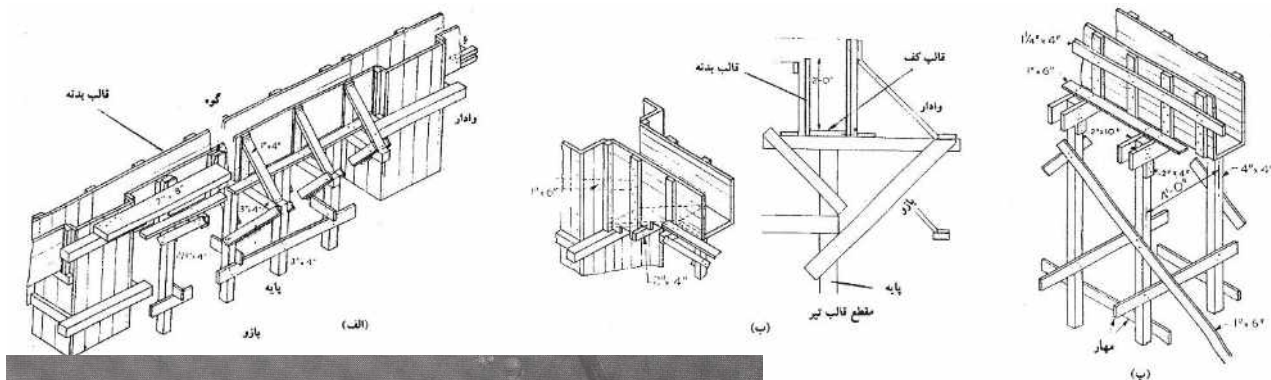
۳-۹-۳- قالب‌های تیر

شکل‌های (۳-۲۶) الف، ب و پ نشان‌دهنده انواع قالب‌های چوبی تیر می‌باشند. عناصر اصلی قالب تیر عبارتند از:

- ۱- قالب کف^۱
- ۲- قالب بدنه^۲
- ۳- شمع^۳

قالب‌های کف و بدنه متشکل از قالب رویه، پشت‌بند و وادار می‌باشند که در شکل‌های ۸-۱۱ نشان داده شده‌اند.

- 1- Soffit
- 2- Side
- 3- Shore



شکل (۳-۲۶) قالب چوبی تیر



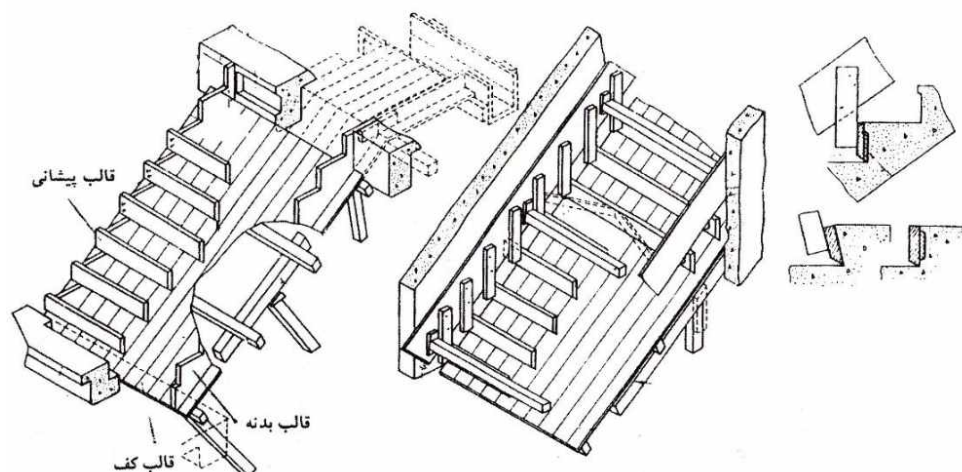
در شکل (۳-۲۷) قالب فلزی تیر نشان داده شده است که به صورت یکپارچه و همراه با شمع‌های فلزی یکپارچه با آن، در حال پرواز می‌باشد.

شکل (۳-۲۷) قالب یکپارچه تیر در حال پرواز

۳-۹-۴- قالب‌های پله

شکل ۸-۲۵، نشان‌دهنده قالب پله می‌باشد. قالب پله متشکل از اجزای زیر است:

- ۱- قالب کف پله
- ۲- قالب بدنه
- ۳- قالب پیشانی

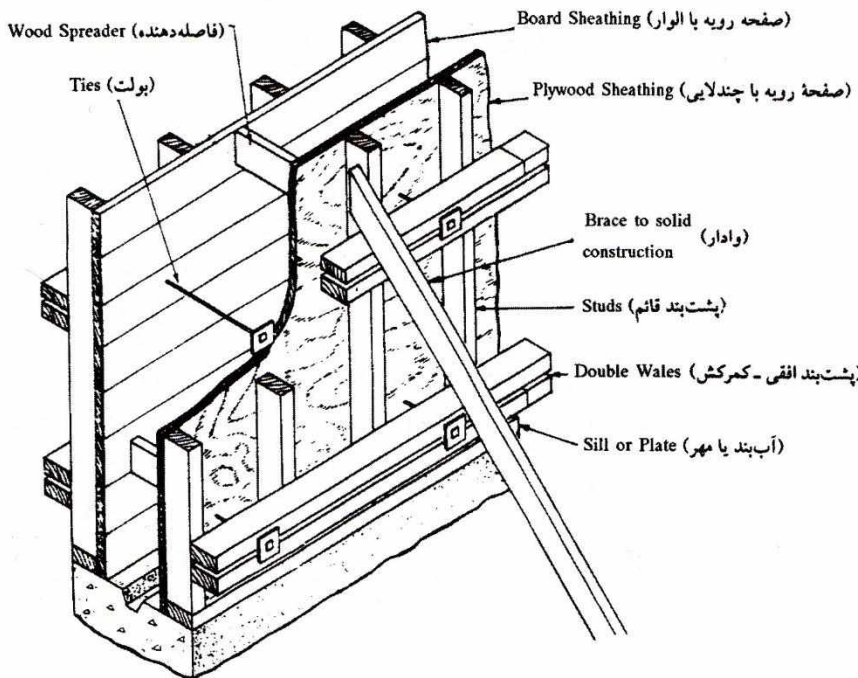


شکل (۳-۲۸) قالب پله

۳-۹-۵- قالب‌های قائم

قالب‌های قائم قالب‌هایی هستند که از آنها برای قالب‌بندی دیوار و ستون استفاده می‌شود. همان‌طور که شکل (۳-۲۹) نشان می‌دهد، اجزای قالب قائم (مثلاً قالب دیوار) عبارتند از:

- ۱- صفحه رویه^۱
- ۲- پشت بند قائم^۲



۳- پشت بند افقی یا کمرکش^۱

۴- بولت^۲

۵- وادار^۳

۶- فاصله دهنده^۴

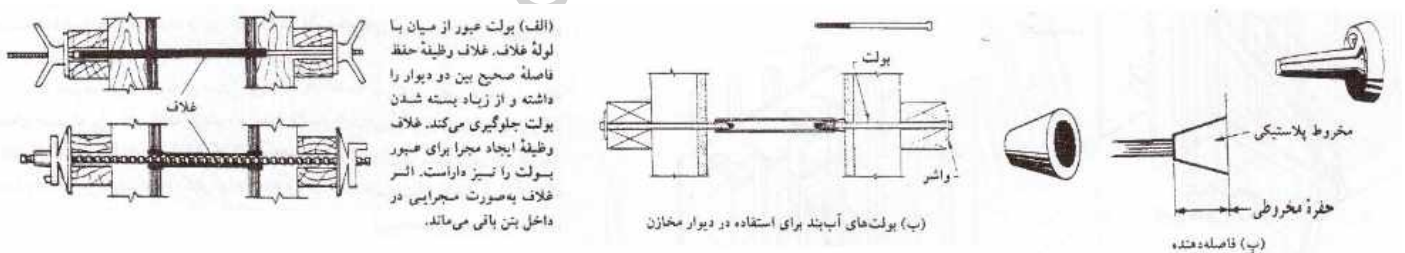
شکل (۳-۲۹) اجزای مختلف قالب دیوار

صفحه رویه خط اول مواجهه با

فشار بتن است که فشار وارده را به پشت

بند قائم منتقل می کند. پشت بند قائم بر پشت بندهای افقی متکی است که پشت بندهای افقی توسط بولت به صورت روبروی هم بسته شده و در نهایت فشار بتن را به بولت می رسانند. وادار وظیفه حفظ تعادل را در برابر نیروهای ضربه و یا فشار باد را داراست و نقشی در تحمل فشار بتن ندارد. فاصله دهنده نیز فاصله دو قالب را حفظ می کند.

بولت از عوامل اصلی در حفظ پایداری قالب بوده و فشار دیوار دو طرف را در حال تعادل نگه می دارد. در واقع بولت تکیه گاه پشت بند افقی است. تا قبل از استفاده از بولت، برای بستن قالب دو طرف دیوار به هم از سیم نجاری استفاده می شد. سیم نجاری در هنگام بتن ریزی مقداری وا می داد و در نتیجه قالب از هم باز می شد و شکم می داد. امروز با استفاده از بولت به صورت میله دو سر رزوه، به خوبی با فشار درونی قالب مقابله می شود. در شکل (۳-۳۰) صور متنوعی از بولت ها با کاربردهای مختلف نشان داده شده است.



شکل (۳-۳۰) انواع بولت

شکل (۳-۳۰) الف، یک بولت معمولی را نشان می دهد که از میله رزوه شده، دو مهره و غلاف تشکیل یافته است. رزوه بولت باید دنده درشت باشد تا ریختن شیره بتن فاصله بین رزوه ها را پر نکند. در بولت های رزوه ریز، شیره بتن وارد شیارهای رزوه شده و از دوران مهره جلوگیری می نماید. غلاف دو وظیفه بر عهده دارد. اول ایجاد فضایی نفوذناپذیر برای عبور بولت و دوم به عنوان فاصله

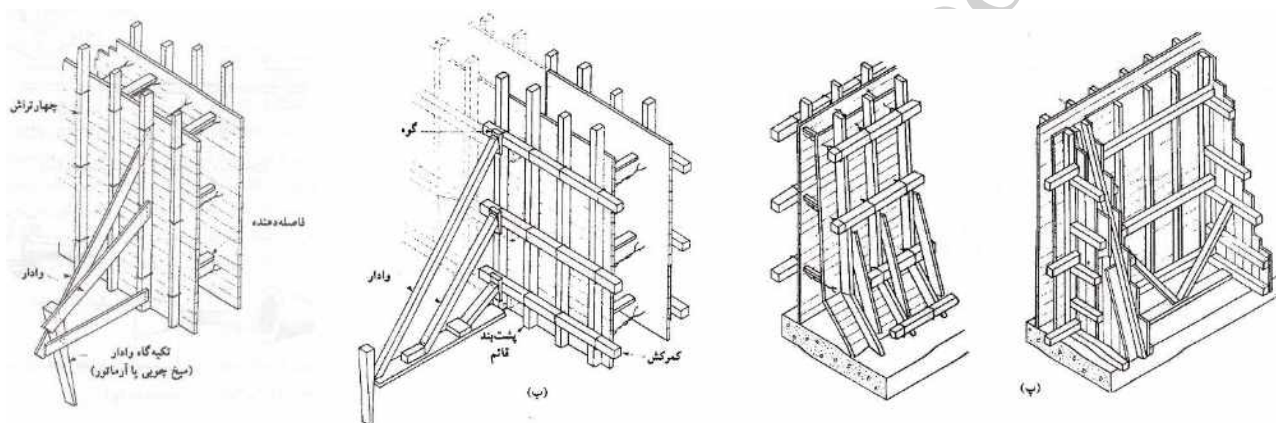
- 1- Wale
- 2- Tie
- 3- Brace
- 4- Spreader

دهنده بین دو قالب طرفین. البته در عمل فقط از غلاف به عنوان فاصله دهنده استفاده نمی‌شود و فاصله دهنده‌های چوبی در بالای قالب و یا فلزی در فواصل میانی قالب نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل (۳-۳۰) پ). اثر غلاف به صورت مجرای در داخل بتن باقی می‌ماند که برای دیوارهای مخازن مطلوب نیست و آن را از آب‌بندی می‌اندازد. در چنین دیوارهایی که آب‌بندی کامل آنها مورد نظر است، از بولت‌های کور (شکل (۳-۳۰) ب) استفاده می‌شود.

دسته مهمی از قالب‌های قائم، قالب‌های دیوار می‌باشند. از نظر شیوه ساخت و استفاده، قالب‌های دیوار به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۳-۹-۵-۱- قالب‌های سنتی دیوار

در شکل (۳-۳۱) نمونه‌هایی از قالب سنتی دیوار نشان داده شده است. صفحه رویه این قالب‌ها معمولاً از الوارهای چوبی به ضخامت ۱۵ تا ۲۵ و عرض ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی متر ساخته می‌شود و پشت بندهای قائم و افقی آنها چهار تراش های چوبی می باشند. الوارهای صفحه رویه معمولاً به کمک میخ به چهار تراش های قائم متصل می‌شوند. پشت بندهای افقی نیز به طور موقت با میخ به پشت بند قائم متصل می‌شوند و پس از واداشتن قالب دیوار، دو پشت بند افقی متقابل به کمک بولت و یا سیم نجاری به هم بسته شده و محکم می‌شوند.



شکل (۳-۳۱) انواع قالب‌های سنتی

نکته مهم در مورد قالب‌های سنتی این است که هندسه آن به طور خاص منطبق بر هندسه قطعه‌ای است که برای آن ساخته می‌شود و بعد از قالب برداری معمولاً باید تحت تعمیر قرار گیرد و یا هندسه آن برای انطباق با قطعه دیگر کاملاً به هم بخورد. این قالب‌ها معمولاً در پای کار ساخته شده و واداشته می‌شوند. تعداد تکرار آنها محدود بوده و مهمترین مزیت آن ساخت آسان آن به کمک گروه‌های قالب‌ساز نجاری است و معمولاً گروه قالب‌بند، تخصص ساخت و تعمیر و نصب قالب را نیز به عهده دارد.

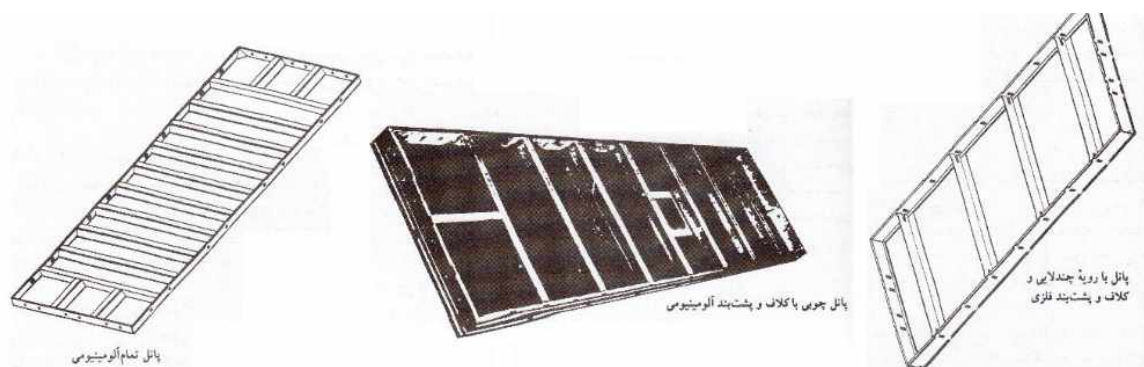
۳-۹-۵-۲- قالب‌های پانلی دیوار

زمان زیادی که بابت ساخت و یا ایجاد تغییرات در قالب‌های سنتی صرف می‌شد، پیمانکاران کارهای بتنی را به فکر ساخت پانل‌های پیش ساخته انداخت که جفت و جور کردن آنها به یکدیگر ساده بوده و با اتصال قطعات مختلف آنها به یکدیگر، هندسه مورد نظر حاصل می‌شد. اولین سری قالب‌های پانلی همچون شکل (۳-۳۲) عبارت بود از پانل‌هایی با رویه چندلایی که توسط گروه‌های نجاری در پای کار ساخته می‌شد، لیکن مونتاژ و واداشتن آنها بر عهده گروه نصاب قرار داشت.

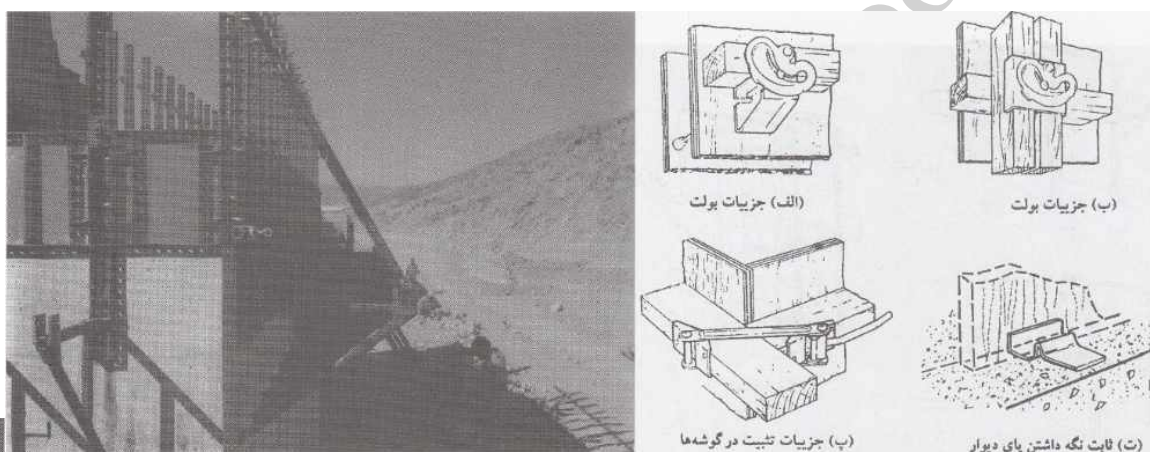
بدین طریق اولین تجربه در تفکیک وظایف گروه‌های قالب‌ساز و نصاب قالب شکل گرفت بعدها ساخت پانل‌ها به صورت تولید کارخانه‌ای درآمد و بدین ترتیب استفاده از مصالح دیگر به جای چوب در ساخت پانل‌ها مورد توجه قرار گرفت که انواع متداول آن به شکل زیر است:

(الف) پانل با رویه چندلایی و کلاف و پشت بند فلزی یا آلومینیومی

(ب) پانل با رویه چندلایی و کلاف و پشت بند فلزی (پانل تمام فلزی)
(پ) پانل‌های آلومینیومی



شکل (۳-۳۲) قالب دیوار با پانل‌های چندلایی با کلاف‌ها و پشت‌بندهای فلزی و آلومینیومی



شکل (۳-۳۳) هندسه‌های خاص از پانل‌های فلزی به عنوان قالب کنج به عنوان کنج و قالب تکه

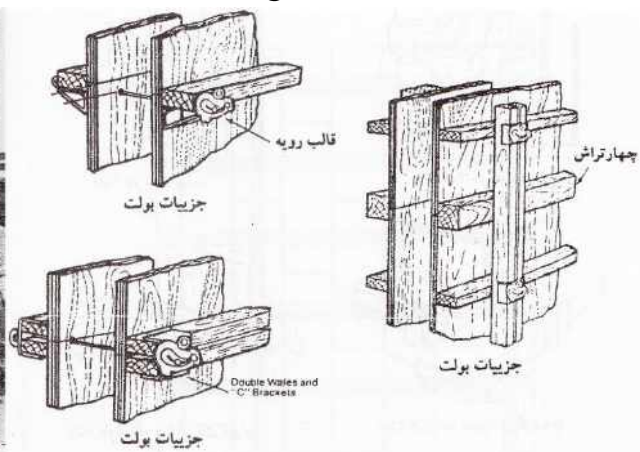
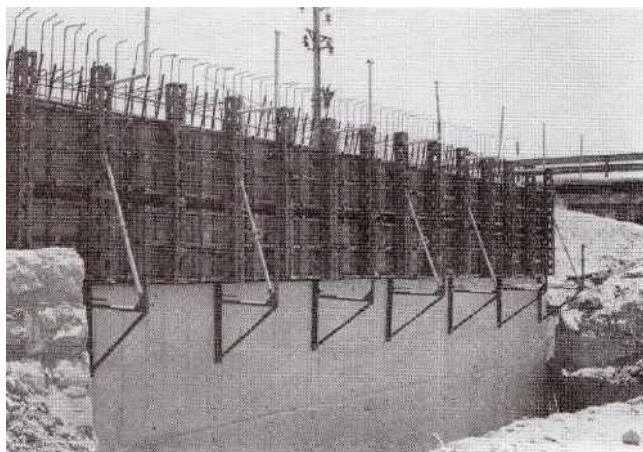
شکل (۳-۳۴) قالب دیوار مونتاژ شده از قالب‌های پانلی

در شکل‌های (۳-۳۳) تا (۳-۳۵)، انواع مختلف پانل‌های کارخانه‌ای و قالب دیوار ساخته شده از آنها به نمایش درآمده است. نکته مهم در استفاده از قالب‌های پانلی درزبندی بین پانل‌هاست که باید به دقت انجام شود.

۳-۵-۹-۳- قالب‌های یکپارچه دیوار

در صورتی که قطعه‌ای با هندسه‌ی ثابت ولی با تکرار زیاد داشته باشیم، بهتر آن است که برای آن قالب یکپارچه ساخته شود. در چنین حالتی علاوه بر افزایش سرعت قالب‌بندی و قالب‌برداری، نمای بتن نیز با توجه به حذف درز بین قالب‌ها، کاملاً یکدست و یکپارچه

حاصل می گردد. در شکل ۶-۹، یک نوع از قالب های یکپارچه نشان داده شده است.



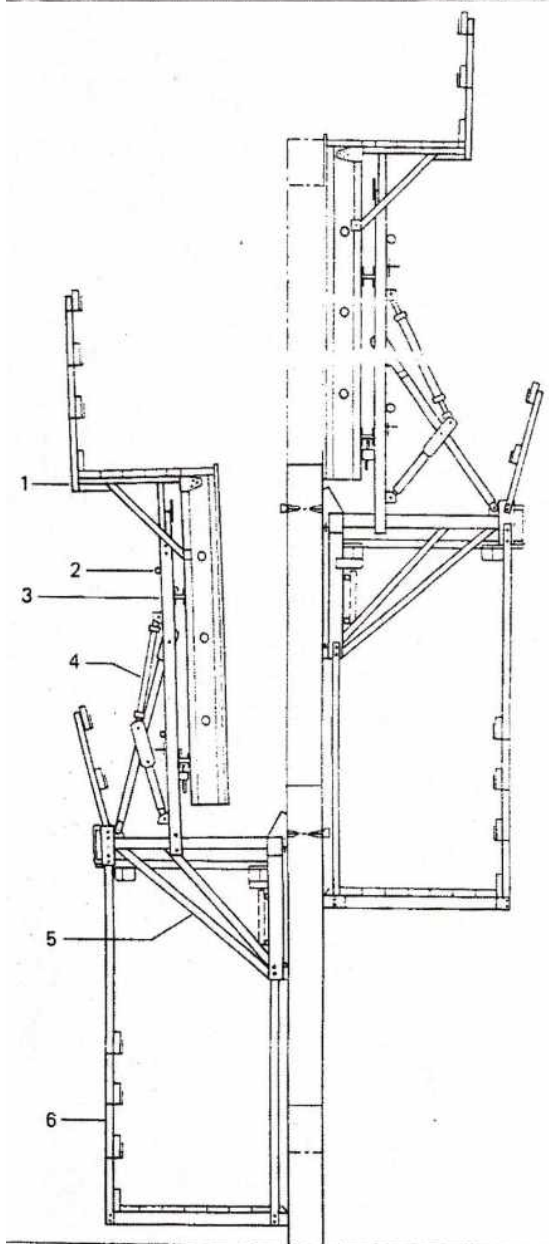
شکل (۳-۳۵) قالب دیوار ساخته شده از قالب های پانلی

۳-۹-۵-۴- قالب های بالارونده

در صورتی که ارتفاع دیوار به هر علتی بلند باشد، باید به صورت مرحله ای اجرا گردد. هر مرحله اجرای دیوار را "لیفت" گویند. در اجرای سنتی برای مراحل مختلف دیوار روی هم، لازم است دو طرف دیوار داربست بندی گردد. در شیوه ی مدرن قالب بندی، با ابداع قالب بالارونده، قالب هر مرحله به مرحله ی قبلی متکی شده و قالب همانند یک صخره نورد به سمت بالا صعود کرده و مراحل فودقانی دیوار را به اجرا در می آورد، بدون این که نیاز داربست جانبی داشته باشد. در شکل (۳-۳۶) اجرای قالب بالارونده نشان داده شده است.

مرحله ۲

شکل (۳-۳۶) قالب بالارونده



مرحله ۱

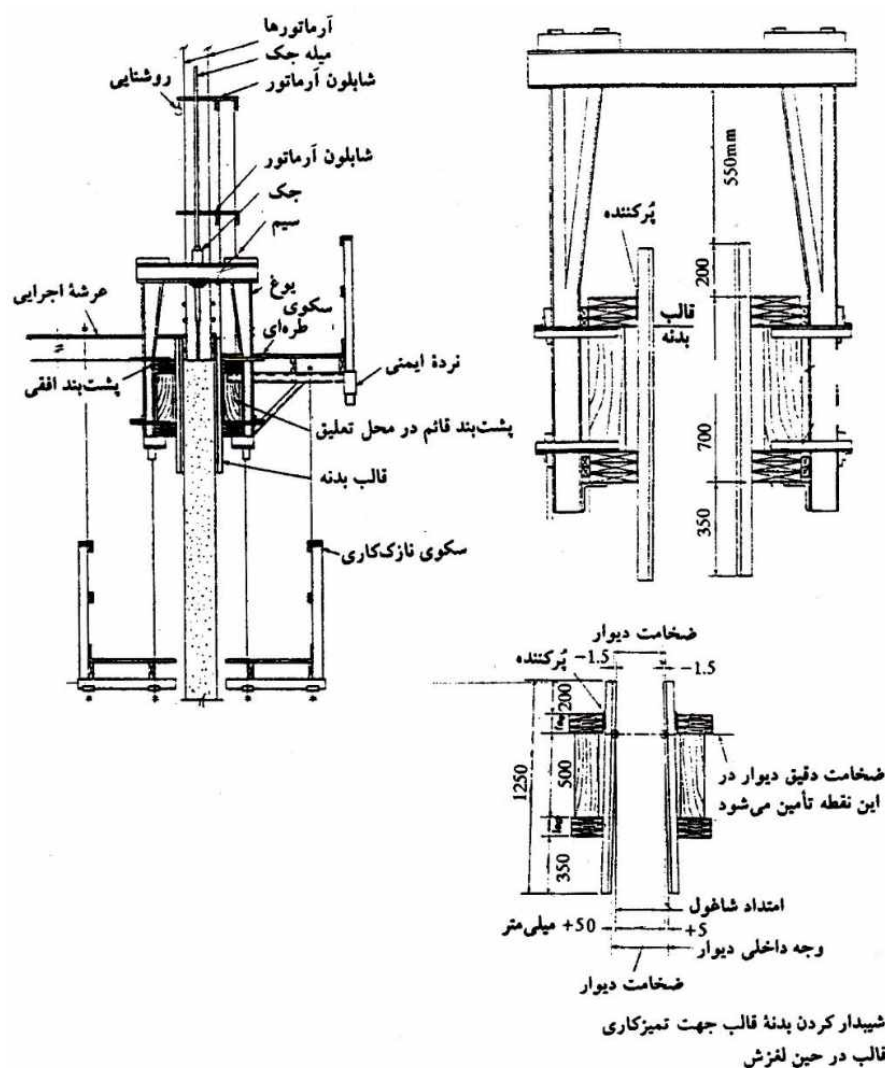
شکل الف وضعیت قالب را در لیفت اول نشان

می دهد. در این حالت در حدود ۵۰ تا ۷۰ سانتی متر از بالا، سوراخی در دیوار کار گذاشته می شود. در شکل ب قالب توسط جرثقیل بلند می شود و پای آن در سوراخ مذکور توسط بولت محکم می شود و قالب توسط جک در وضعیت شاقول تثبیت می شود. سوراخ لیفت اول در لیفت دوم نیز ایجاد می گردد تا در اجرای لیفت سوم مورد استفاده قرار گیرد. در شکل پ وضعیت قالب برای اجرای لیفت

سوم نشان داده شده است. سکوی زیر قالب هم به عنوان تکیه گاهی برای قالب است و هم از آن برای لکه گیری لیفت پایین استفاده می شود.

ضوابط عمومی طراحی قالب‌های لغزنده به شرح ذیل می‌باشد.

6.



یوغ دو وظیفه‌ی اصلی دارد، مقاومت در مقابل فشارهای جانبی بتن، و انتقال بارها به محل میله جک‌ها. وظیفه پشت‌بندها نیز دادن مقاومت خمشی به قالب بدنه و انتقال فشار به یوغ‌ها می‌باشد. سکوی نازک‌کاری، عرشه‌ی اجرایی و سکوی طره‌ای به پشت‌بندهای افقی متصل می‌شوند. اتصال پشت‌بندها به یوغ باید قادر به حمل این بارها باشد. قالب بدنه که می‌تواند از الوارهای چوبی، پانل‌های فلزی و یا پانل‌های ساخته شده از چندلایی باشد، مستقیماً به پشت‌بندهای افقی متصل می‌شود.

شکل (۳-۳۸) اجزای قالب لغزنده

۳-۹-۶- زمان قالب برداری

به طور کلی قالب‌هایی که بار تحمل می‌کنند نباید قبل از اینکه بتن به ۷۰٪ مقاومت فشاری ۲۸ روزه برسد برداشت شوند.

جدول زیر حداقل زمان لازم برای قالب برداری را نشان می‌دهد.

دمای سطح بتن (درجه سلسیوس)				شرح	
۰	۸	۱۶	۲۴ و بالاتر	نوع قالب بندی	
۳۰	۱۸	۱۲	۹	قالب‌های قائم (ساعت)	
۱۰	۶	۴	۳	قالب زیرین (روز)	دال‌ها
۲۵	۱۵	۱۰	۷	پایانه‌های اطمینان (روز)	
۲۵	۱۵	۱۰	۷	قالب زیرین (روز)	تیرها
۳۶	۲۱	۱۴	۱۰	پایانه‌های اطمینان (روز)	

نکته: البته زمان قالب‌برداری به نوع سیمان نیز بستگی دارد، معمولاً سیمان‌های پوزلانی دیر گیر هستند.

فصل ۴:

نتیجه

ramin_abedian@yahoo.com

۴-۱- سقف در ساختمانهای فلزی و بتنی

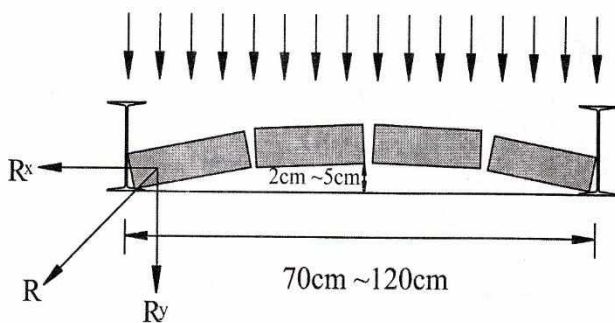
انواع سقفهای متعارف در ساختمانهای فلزی عبارتند از:

۱. سقفهای طاق ضربی
۲. سقفهای تیرچه بلوک
۳. سقفهای کرومیت
۴. سقفهای مرکب (composite)

انواع سقفهای متعارف در ساختمانهای بتنی عبارتند از:

۱. سقفهای تیرچه و بلوک
۲. سقفهای دال بتن
۳. سقفهای پیش ساخته
۴. سقفهای کرومیت
۵. سقفهای خاص (پوسته‌ای و شیب‌دار)
۶. سقف در ساختمانهای صنعتی

با توجه به این که ساختمانهای صنعتی معمولاً دارای پوشش دهانه‌های بزرگ و به صورت یک طبقه ساخته می‌شوند، از انواع سقفهای سبک استفاده می‌شوند.



۴-۱-۱- سقفهای طاق ضربی

این سقفها ترکیبی از آجر و ملات گچ بعلاوه پروفیل آهن هستند که انتقال نیرو (بارهای ثقلی) در طاق به صورت فشاری صورت می‌گیرد.

دیده می‌شود که بارهای ثقلی به صورت R_x و R_y توسط پروفیل آهن مهار می‌شود.

۴-۱-۱-۱- ضوابط مربوط به سقفهای طاق ضربی

- ۱) وسط طاق ۲ الی ۵ سانتیمتر خیز منفی داده می‌شود. (بسته به دهانه طاق) از آجرهای کهنه و اشباع استفاده نشود.
- ۲) بایستی از آجر خیس شده در اجرای طاق استفاده شود.
- ۳) توصیه می‌شود که فاصله تیرها طوری باشد که یک آجر سه قد یا چارک بخورد. (بند روی بند نیافتد)
- ۴) بعد از اتمام سقف طاق ضربی حتماً بایستی بر روی آن دوغاب گچ ریخته شود تا تمام منافذ پر شوند.
- ۵) از گچ کهنه و مرده یا سوخته نباید استفاده کرد.
- ۶) سقفها نباید در معرض باران و برف قرار گیرد. (پوشش سریع بام انجام گیرد)
- ۷) بهتر است، عمل طاق زدن از طرفین دهانه شروع و به وسط ختم شود.

۸) در صورتی که دیوارهای تیغه (حائل) به وسط طاق بیافتند بایستی تمهیداتی برای انتقال بار به پروفیل در نظر گرفته شود.

۴-۱-۲- سقفهای تیرچه بلوک

این سقف ترکیبی از عناصر بتن پیش ساخته و بتن درجا می باشد که وزن مترمربع آن ها در مقایسه با دال ها کمتر و دارایی و سرعت اجرایی بیشتر است.

۴-۱-۲-۱- مزایای سقف تیرچه و بلوک

۱) مقاوم بودن در برابر نیروهای جانبی (زلزله) به دلیل ایجاد يك دیافراگم صلب.

۲) مصرف نسبتاً کم فولاد یا آرماتور در مقایسه با میزان باربری:

$$3m \sim 4m \text{ دهانه} \rightsquigarrow 8 \sim 10 \frac{kg}{m^2}$$

$$4m \sim 5m \text{ دهانه} \rightsquigarrow 10 \sim 12 \frac{kg}{m^2}$$

$$5m \sim 7m \text{ دهانه} \rightsquigarrow 12 \sim 15 \frac{kg}{m^2}$$

۳) صرفه جویی در مصرف بتن به علت حذف بتن در ناحیه کششی و جایگزینی بلوک به جای آن.

۴) کاهش نیروی انسانی لازم به علت تولید تیرچه و بلوک در کارخانه.

۵) حذف کارگران ماهر و استفاده از کارگران معمولی در مقایسه با کارهای پیش ساخته بتنی.

۶) صرفه جویی در قالب زیر سقف در مقایسه با دال بتنی.

۷) عایق بودن حرارتی و صوتی سقف به علت توخالی بودن بلوکها.

۸) مقاوم بودن در برابر آتش سوزی.

۹) توزیع بهتر بار و جلوگیری از لرزش.

✓ مطابق آیین نامه حداکثر دهانه ای که می توان با تیرچه بلوک پوشش داد ۸ متر است. منتهی توصیه آیین نامه این است که برای دهانه های ۷ الی ۸ تیرچه به صورت مضاعف استفاده شود.

۴-۱-۲-۲- عناصر تشکیل دهنده در سقف تیرچه و بلوک

۶-۱-۲-۲-۱- تیرهای پیش ساخته

در سقفهای تیرچه و بلوک معمولاً از دو نوع تیرچه استفاده می شود:

۱. تیرچه های بدون فندوله

۲. تیرچه های فندوله دار

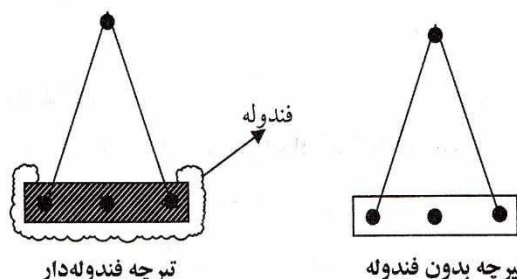
در تیرچه های فندوله دار قالب پاشنه به صورت سفالی همراه تیرچه مصرف می گردد. این تیرچه در مواردی که هوا سرد باشد و

قالب به پاشنه می چسبد ، استفاده می شود.

در تیرچه های بدون فندوله پاشنه تیرچه در يك قالب فلزی (ناودانی نمره ۱۴) ریخته می شود.

۶-۱-۲-۲-۲- بلوکها

بلوکها در سقف تیرچه و بلوک نقش پرکننده داشته و در استحکام و مقاومت آن تاثیری ندارد. هر چند حین نصب و عبور و



١. بلوك سيمانى،

برای سبکی می توان از پوکه معدنی در طرح اختلاط بلوک بهره جست و قابل ذکر است نوع میزی آن به لحاظ این که خوب ویریه می شود از استحکام خوبی نسبت به نوع تخمی برخوردار است.

٢. بلوك سفالى

بلوك‌های سفالی از جنس رس كه بعد از عمل آوري در كوره پخته مي‌شود نسبت به بلوك‌هاي سيماني سبك تر است و حدود ۸ الي ۱۰ كيلوگرم وزن دارند.

٣. بلوك بلى استتايرون

استفاده از پلی استایرن ها باعث می شوند که وزن سقف حدود 100 kg/m^2 کاهش یابد و سرعت اجرا نیز افزایش می یابد. باید توجه داشت که استفاده از بلوک های پلی استایرن با دانسیته پایین و غیراستاندارد مجاز نمی باشد و نیز باید در نظر داشته باشیم که از پلی استایرن های نسل جدید که مقاومت بیشتری در برابر آتش سوزی دارند استفاده گردد.

۶-۱-۲-۲-۳- فتی روده

ضخامت بتن رویه نباید از ۵ سانتیمتر یا یک دوازدهم فاصله محور به محور تیرچه‌ها کمتر اختیار گردد و همچنین فاصله تیرچه‌ها نباید از ۷۵ سانتیمتر بیشتر شود.

دانه‌بندی بتن رویه باید ریزدانه باشد مطابق آیین نامه قطر بادامی نباید از ۲۰ میلیمتر بیشتر اختیار گردد. قبل از بتن‌ریزی روی بلوک‌ها آب‌بازی گردد.

می توان به جای دو میلگرد کششی از سه عدد میلگرد استفاده کرد. (دو عدد میلگرد کناری ضعیف و یک میلگرد قوی میانی با طول کوتاهتر)

۴-۱-۲-۳- مراحل مختلف اجرای سقف تیرچه بلوک

۱- کار گذاشتن تیورچه‌ها

همیشه برای سفارش در ساختمان فلزی سعی می‌شود طول دهانه ۵ سانتیمتر اضافی در نظر گرفته شود و سپس در محل کارگاه به وسیله هواگاز برش شود (به علت ناشاقول بودن ستون‌ها و تعیین دقیق فاصله‌ها).

۲- تکیه‌گاه‌های موقت یا شمع‌ها

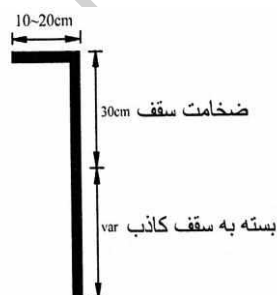
تا مدتی که بتن رویه سفت نشده است حتما باید سقف تیرچه بلوک به وسیله شمع‌های چوبی یا فلزی نگه داشته شود. شمع‌های چوبی ارزان بوده ولی برای ارتفاع مشخصی کاربرد دارند. شمع‌های فلزی بر خلاف شمع‌های چوبی برای ارتفاع‌های مختلف کاربرد داشته و به طور مستمر قابل استفاده است.

۳- کار گذاشتن میلگرد سقف کاذب

در صورتی که سقف تیرچه بلوک سقف کاذب باشد قبل از بتن‌ریزی باید میلگردهایی به شکل L به عنوان آویز از سوراخ بلوک‌ها عبور داده شود. بهتر است از میلگردهای شاخه‌ای برای سقف کاذب استفاده شود.

۴- کار گذاشتن میلگرد کلاف

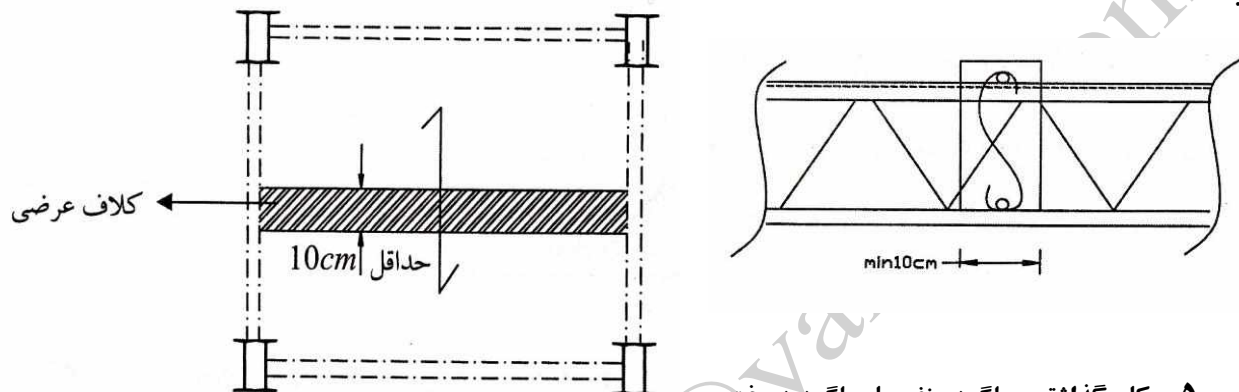
برای اینکه در دهانه‌های بزرگ، تیرچه به صورت تکی عمل نکند و یکپارچگی سقف حفظ شود، از کلاف عرض استفاده می‌شود.



$l \geq 6m$	$4m \leq l < 6m$	$l < 4m$	برای بارهای زنده کمتر از $350 \frac{kg}{cm^2}$
دو کلاف	يك کلاف	لازم نیست	

$l \geq 7m$	$4m \leq l < 7m$	$350 \frac{kg}{cm^2}$ برای بارهای زنده بیشتر از
سه کلاف	دو کلاف	

عرض کلاف بتنی حداقل 10 cm و حداقل میلگردهای طولی به نصف آرماتورهای کششی تیرچه و حداقل $\phi 14$ ۲ خواهد بود.

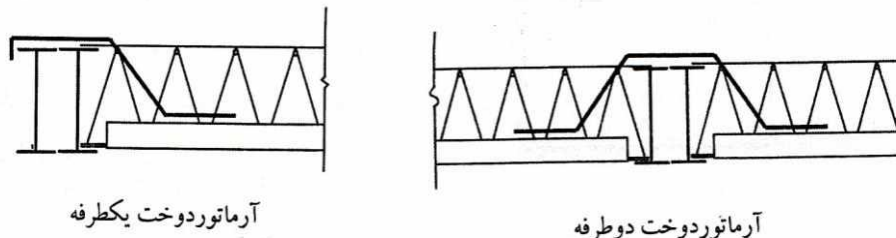


۵- کار گذاشتن میلگرد منفی یا میلگرد دوخت

معمولاً دو مطلب در طراحی تیرچه تفکیک نمیشود و آن اینکه آیا اتصال تیرچه به تیر فلزی یا تیر بتنی مفصلی فرض شده است

(مبنای محاسبات $m = \frac{ql^2}{8}$) در صورتی که مفصلی باشد آرماتور به عنوان آرماتور دوخت حساب می شود و میلگرد $\phi 8 \sim \phi 12$ کافی است.

در صورتی که تیرچه به اندازه حداقل 15 cm داخل تیر بتنی قرار می گیرد آرماتور دوخت لازم نیست.

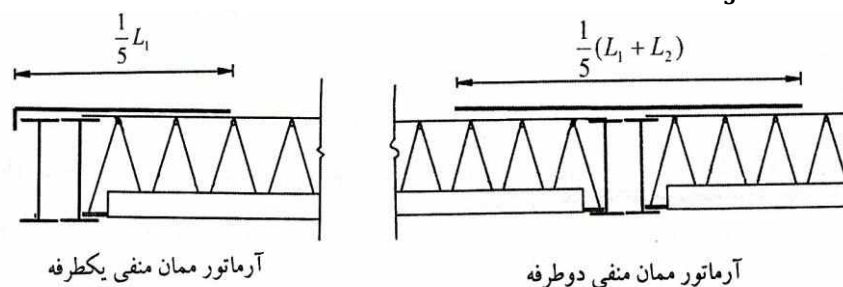


آرماتور دوخت یکطرفه

آرماتور دوخت دوطرفه

حالت دوم مبنای محاسباتی براساس اتصال تیرچه به تیر فلزی یا بتنی گیردار است در این حالت باید آرماتور ممان منفی

محاسبه شود. حداقل طول آن برابر $\frac{1}{5}$ طول دهانه خواهد بود.



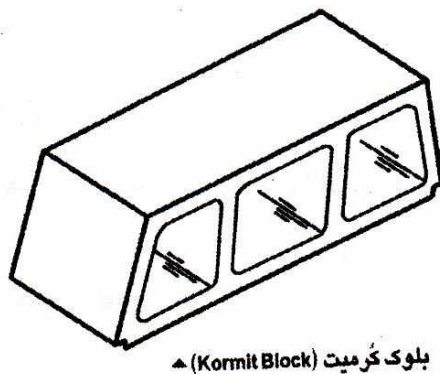
آرماتور ممان منفی یکطرفه

آرماتور ممان منفی دوطرفه

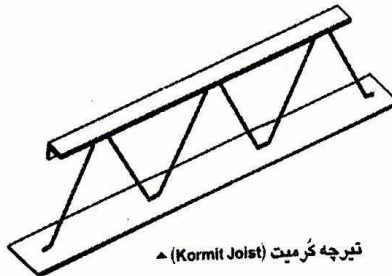
۶- کار گذاشتن میلگردهای افت حرارت و توزیع بار

سقف های تیرچه بلوک به مرور زمان افت کرده و ترک هایی در سقف مشاهده می شود برای کاهش این مشکل , با آماده شدن

سقف قبل از بتن ریزی از آرماتورهای $\varnothing 6$ یا حداقل $\varnothing 8$ در امتداد طول تیرچه به فاصله مرکز بلوکها ۵۰ سانتیمتر و در جهت عمود بر تیرچهها به فاصله ۳۰ سانتیمتر آرماتورهایی به عنوان آرماتورهای افت و حرارت نصب می گردند.



بلوک کرومیت (Kormit Block) ▲



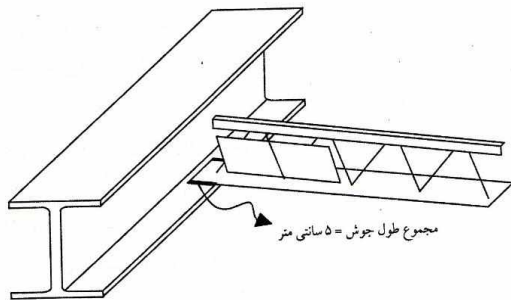
تیرچه کرومیت (Kormit Joist) ▲

۴-۱-۳- سقف کرومیت

با متداول شدن سقفهای تیرچه بلوک سنتی برخی از مشکلات طاق ضربی مرتفع شد. اما این سقفها به دنبال خود مشکلات دیگری را پدید آوردند که

عمده ترین آنها شمع بندی در زیر سقف است. شمع بندی علاوه بر دست و پا گیر بودن، هزینه زیادی را بر ساختمان تحمیل می کند. سقفهای کرومیت به علت خود ایستا بودن تیرچهها نیازی به شمع بندی ندارد و به همین علت از سرعت اجرایی بالایی برخوردار است. از طرفی اجرای این سقف بر روی اسکلت های فولادی، بتنی و دیوارهای باربر امکان پذیر است.

نکته: توصیه می شود برای دهانه های بیش از ۶ متر به علت وجود لرزش حین اجرا وعدم گیرش بتن از یک ردیف شمع در وسط تیرچه استفاده می شود.



نکته: در ساختمان های فلزی تسمه تیرچه، بایستی حداقل به طول ۵ سانتیمتر به بال تیر آهن جوش شود و در اسکلت بتنی نیز باید توسط میلگرد به تیر بتنی متصل شود.

نکته: توصیه می شود حداکثر تا دهانه ۸ متر از کرومیت استفاده شود و برای دهانه های بیش از ۸ متر بهتراست از ضوابط و طراحی سقف های مرکب استفاده شود.

نکته: برای افزایش طول جوش خرپای تیرچه به تسمه و نبشی از میلگرد تقویتی حداقل $\varnothing 10$ استفاده می شود که طول می تواند کمتر از طول تسمه اختیار شود.

در سیستم سقف کرومیت از تیرچه های فولادی با جان باز در بتن استفاده می گردد. در ساخت تیرچه های مذکور از یک تسمه، نبشی یا هر پروفیل فشاری در بال فوقانی و یک تسمه در بال تحتانی و نیز یک میلگرد خم شده در جان استفاده می شود. برای پر کردن فضای خالی بین تیرچه ها از قالب های ثابت مانند بلوک های سیمانی، پلی استایرن، طاق ضربی قالب های موقت فولادی (کامپوزیت) و یا هر پرکننده سبک استفاده می شود.

فواصل آکس به آکس تیرچه ها حداکثر ۷۵ سانتیمتر تا ۹۰ سانتیمتر می تواند متغیر باشد و فاصله آزاد تیرچه ها نباید از ۷۵ سانتیمتر بیشتر باشد، روی سقف ۴ الی ۱۰ سانتیمتر بتن پوشانده می شود که برای ساختمان های معمولی ۵ سانتیمتر متداول است.

تیرچه ها از نوع خود ایستا بوده و به همین علت هیچ نوع شمع بندی در زیر سقف مورد نیاز نمی باشد. تیرچه ها به نحوی طراحی می شوند که بتوانند وزن بتن خیس، قالب ها و عوامل اجرایی سقف را به تنهایی تحمل کنند.

پس از اینکه بتن به ۷۵٪ مقاومت مشخصه خود می رسد، تیرچه های فولادی با بتن به صورت یک مقطع مختلط وارد عمل شده و بارهای مرده و زنده سقف را تحمل می کنند.

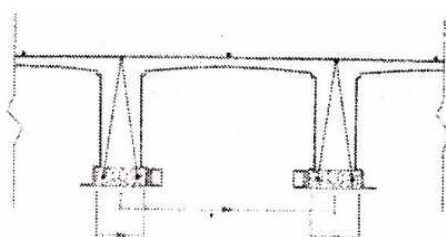
۴-۱-۳-۱- مزایای سقف کرومیت

- ✓ عدم نیاز به شمع بندی
- ✓ سرعت و سهولت اجرا

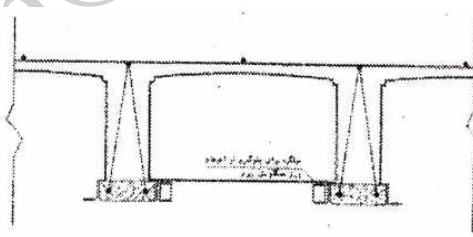
- ✓ امکان اجرای همزمان چند سقف
- ✓ یکپارچگی سقف و اسکلت
- ✓ امکان حذف کش ها
- ✓ پایین بودن تنش در بتن
- ✓ کاهش مصرف بتن و وزن کمتر سقف
- ✓ مقاومت نهایی و شکل پذیری بالا
- ✓ امکان طراحی و اجرای سقف با دهانه ها و باربری های خاص
- ✓ حذف اثر فولاد زیر سقف پس از گچ کاری در مقایسه با سقف طاق ضربی
- ✓ یکنواختی زیر سقف و مصرف گچ و خاک کمتر
- ✓ سهولت اجرای داکت (بازشو)

۴-۱-۴ طرح جدید برای سیستم سقف تیرچه و بلوک

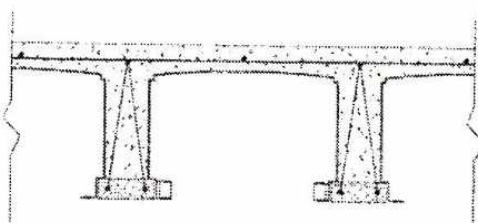
با توجه به اینکه بلوک های بتونی و سفالی باعث افزایش بار مرده سقف می شوند و به دلیل اینکه این بلوک ها نقش پرکننده به عنوان قالب را دارند و هیچ گونه اثر سازه ای ندارند، می توان آنها را حذف کرد و از روش تیرچه و قالب فلزی به شرح شکل زیر استفاده کرد.



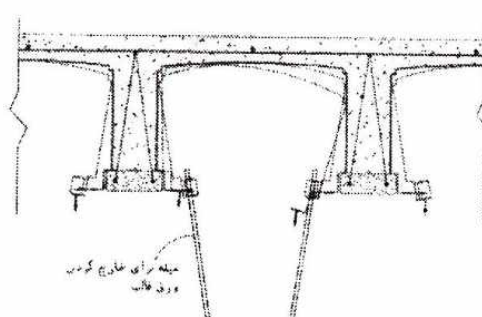
گام ۱- جاگذاری ورق قالب روی تیرچه ها و اجرای آرماتورهای حرارتی فوقانی



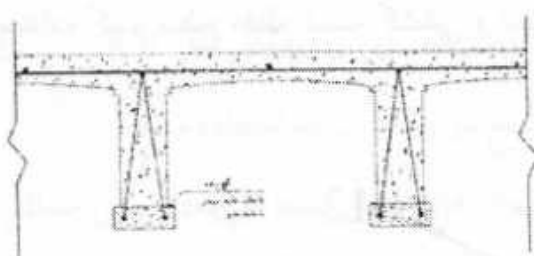
گام ۲- جاگذاری میلگرد نگهدارنده جهت مقابله با فشار بتن تازه ریخته شده بر ورق قالب



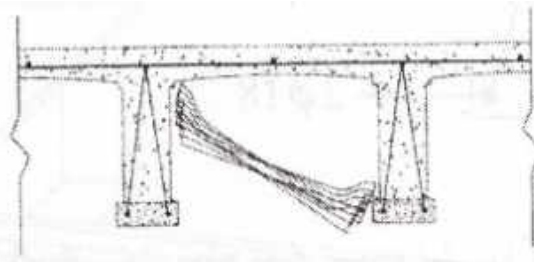
گام ۳- اجرای بتن روی تیرچه ها و دال فوقانی



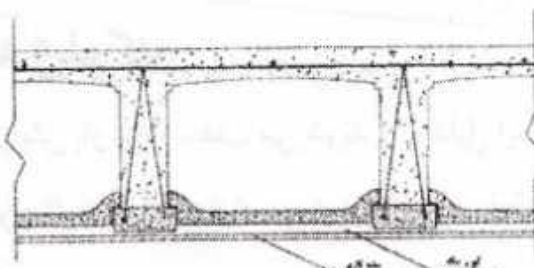
گام ۴- خارج کردن ورق قالب پس از سفت شدن نسبی بتن جهت مصارف بعدی



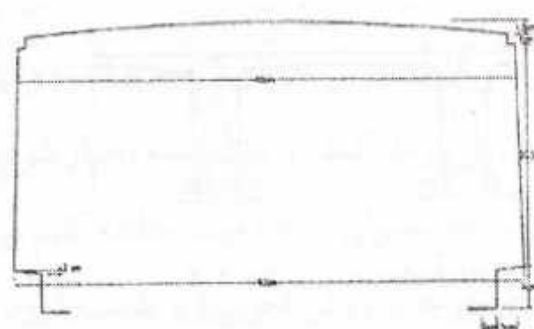
گام ۵- استفاده از ملات چسبیده جهت تامین اتصال سبی لایه تختانی



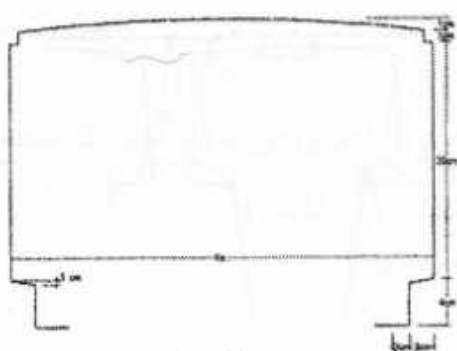
گام ۶- نحوه جاگذاری لایه تختانی



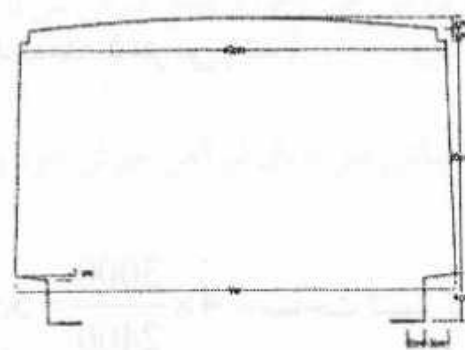
گام ۷- حالت تمام شده سقف پس از زیرسازی



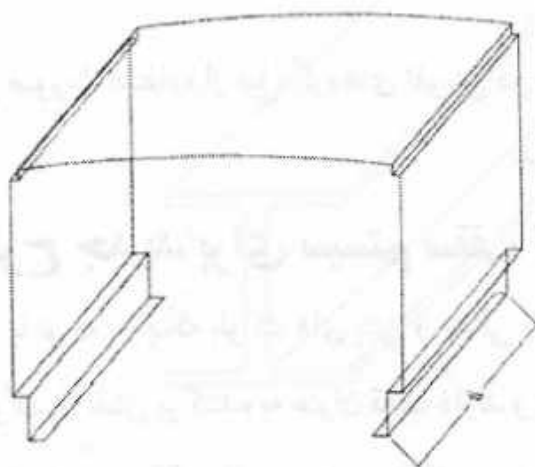
گام ۶- نحوه جاگذاری لایه تختانی



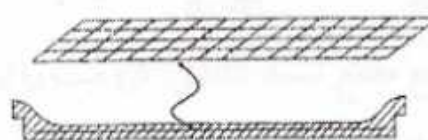
ورق قالب تپ ۱



ورق قالب تپ ۲



نور سیمی بسیار نازک یا رابیتس پلاستیکی جهت مسلح کردن پائل در دهانه‌های بزرگتر از ۷۰ سانتیمتر

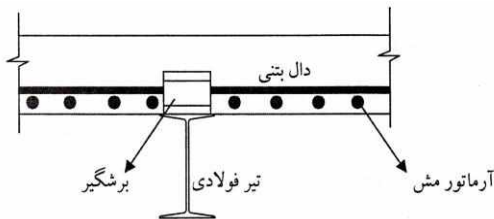


پائل گچی - سفالی یا از جنس بتن سبک

۴-۱-۵- سقف‌های مرکب (Composite)

این نوع سقف ابتدا در پل سازی سپس در ساختمان‌های معمولی مورد استفاده قرار گرفت و هم اکنون در بیشتر ساختمان‌های بلند فلزی از این نوع سقف استفاده می‌کنند.

در این نوع سقف از بتن به عنوان عضو فشاری در بالای تیر فلزی و از پروفیل‌های آهن به عنوان عضو کششی استفاده می‌شود و برای ایجاد یکپارچگی در کل مقطع تیر از برشگیرهایی در بالای پروفیل که در بتن مدفون است بهره گرفته می‌شود. در نهایت پروفیل فولادی در دال بتن به صورت مرکب در مقابل وارده مقاومت می‌کنند.

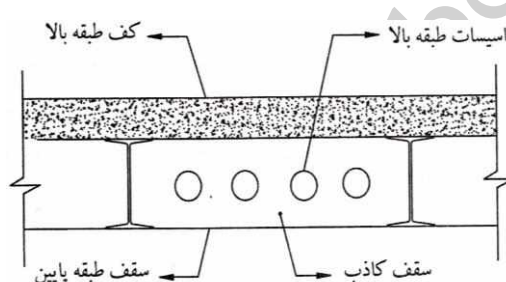


مزایا ۴-۱-۵-۱

- ۱) کاهش مصرف فولاد (بین ۲۵ تا ۳۵ درصد) به علت عملکرد مرکب.
- ۲) کاهش در ارتفاع نیمرخ فولادی نسبت به حالت تیر معمولی.
- ۳) افزایش سیستم سختی سقف.
- ۴) افزایش طول قابل استفاده برای یک نیمرخ مشخص.
- ۵) افزایش ظرفیت باربری نهایی نسبت به حالتی که ظرفیت دال و تیر جداگانه منظور می‌شود.
- ۶) سبک شدن وزن سازه نسبت به سقف‌ها با دهانه‌های مشابه در صورتی که کف سازی حذف شود.

معایب ۴-۱-۵-۲

- ۱) تغییر شکل‌های دراز مدت به علت پدیده خزش در بتن فشاری.
- ۲) عملکرد غیر مرکب در نواحی لنگر منفی تیرهای یکسره.
- ۳) عدم امکان عبور لوله‌های تاسیسات و برق از روی کف در صورتی که کف سازی حذف شود.



- ۴) الزام استفاده از سقف‌های کاذب در زیر تیرهای فلزی در اکثر حالات.
- ۵) مشکلات دسترسی برای تعمیرات احتمالی لوله‌های تأسیساتی طبقه مورد نظر در ساختمان‌های چند طبقه که الزاماً در سقف طبقه زیر خود قرار گرفته است.
- ۶) سقف‌های کاذب برای دسترسی سریع و کم هزینه به تعمیرات احتمالی، باید برداشته شوند.

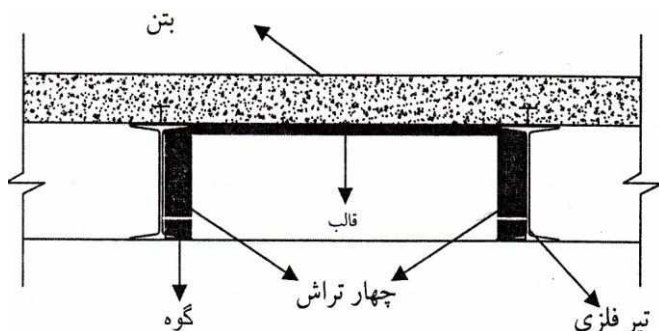
- ۷) طراحی خاص و اجرای اتصالات ویژه نظیر کنترل دقیق جوشکاری‌های زیاد روی بال بالایی، انتخاب پروفیل مناسب برای اتصال برشی به منظور تأمین عملکرد مرکب کامل و نظایر آن.

۴-۱-۱- روش‌های اجرایی سقف مرکب

در اجرای سقف‌های مرکب دو روش وجود دارد، که برای هر کدام محاسبات ایستایی سقف متفاوت است از این رو باید دقیقاً توجه نمود که محاسبات ایستایی و اجرای سقف با هم تطابق داشته باشند.

روش اول: اجرای سقف بدون شمع‌بندی

در این روش معمولاً قالبهای چوبی بین دهانههای تیرهای فلزی که در فواصل مناسب از هم واقع شده‌اند، قرار داده می‌شود و هیچگونه نیازی به اجرای شمع زیر تیرهای فلزی و همچنین دال بتنی وجود ندارد. تیرهای فلزی در این حالت باید قادر به حمل وزن خود به اضافه وزن قالب‌بندی، وزن دال بتنی و بالاخره تمام بار مرده‌ای که قبل از گیرش بتن تأثیر می‌کند، باشد. به این بارها، بارهای گروه یک می‌گویند. یعنی بارهایی که قبل از گیرش بتن به سازه وارد می‌شود. پس از مرحله کسب مقاومت توسط بتن و عملکرد مرکب سقف هر گونه باری که از آن به بعد به سقف اعمال می‌شود، توسط مقطع مرکب حمل می‌شود، به این بارها بارهای گروه دو گفته می‌شود.



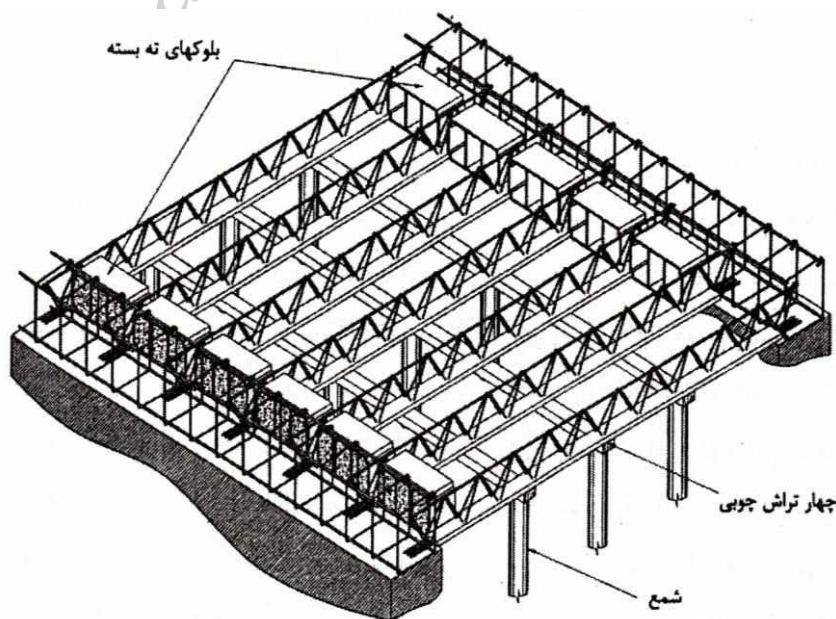
روش دوم: اجرای سقف به کمک شمع‌بندی

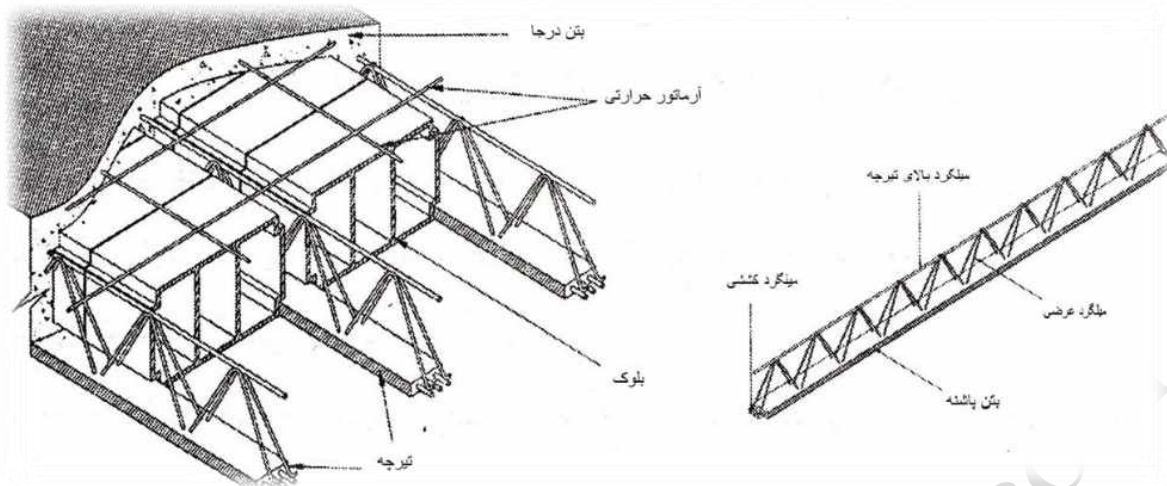
در این روش تیر فولادی قبل از رسیدن به مرحله عملکرد مرکب نباید هیچگونه باری را تحمل کند و بنابراین در زیر آن در فواصل مناسب پایه‌های موقت (شمع) قرار داده می‌شود. به این ترتیب در موقع اجرای سقف، تیر فولادی تحت هیچگونه تنش قرار نمی‌گیرد و تنها پس از گیرش و کسب مقاومت بتن و حذف پایه‌ها توسط مقطع مرکب حمل بار انجام می‌شود. چنانچه مشخص است اجرای روش اول سریع‌تر و کم هزینه‌تر از اجرای روش شمع‌بندی است با این تفاوت که در روش اول، شماره مقاطع پروفیل‌های فولادی سقف بیشتر از روش دوم خواهد بود، که ممکن است سبب ایجاد محدودیت‌های طراحی و اقتصادی گردد.

۴-۲- سقف در ساختمان‌های بتنی

۴-۲-۱- سقف تیرچه بلوک

در مورد تیرچه بلوک قبلاً بحث شد. فقط در ذیل جزئیات اجرایی آن نشان داده شده است.





۴-۲-۲- دال‌های بتن آرمه

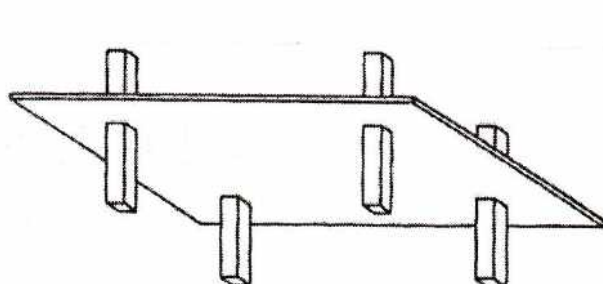
مهمترین دال‌هایی که بدون واسطه تیر بار خود را به ستون منتقل می‌نماید عبارت است از:

۱- دال تخت ساده ۲- دال تخت قاچی ۳- دال مجوف

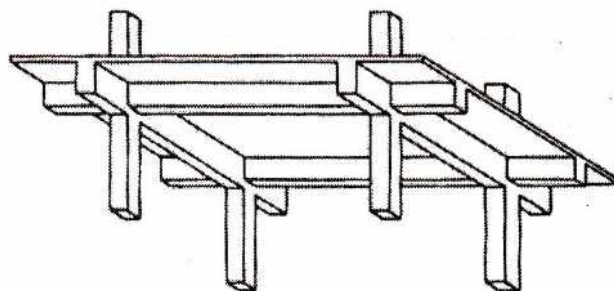
دال يك طرفه سقفی است که در يك جهت باربري دارد، این نوع سقف در مقابل نیروهای پیچشی مقاومت خوبی ندارد که از جمله دال‌های يك طرفه می‌توان سقف تیرچه و بلوک را نام برد.

اگر در هر چهار طرف سقف تیر موجود باشد رفتار دال دو طرفه خواهد بود در این سقف بار وارده به وسیله دو گروه آرماتورهای عمود بر هم حمل می‌گردد و به تیرهای کناری چهار طرف منتقل می‌شود.

از انواع دال‌های دو طرفه می‌توان دال تخت را نام برد که به صورت مستقیم به ستون وصل می‌شود اجرای این دال‌ها به لحاظ سهولت قالب‌بندی و آرماتورگذاری آسان‌تر از دال با تیر می‌باشد دال‌های تخت در بسیاری از موارد با صرفه‌تر از دال‌های با تیر می‌باشد و همچنین در دال‌های تخت انعطاف پذیری بیشتری در محل قرار دادن ستون‌ها وجود دارد که دست معمار را برای طراحی باز می‌کند و همچنین نیازی برای سقف کاذب ندارد. در کنار این مزایای دال‌های تخت معایبی نیز دارند از جمله اگر ضخامت دال تخت جوابگوی برش وارده به دال در نزدیکی ستون‌ها نباشد از دال تخت قارچی و یا کتیبه‌ای استفاده می‌شود همچنین يك نقطه ضعف دال‌های تخت انعطاف پذیری زیاد آنها و مشکل انتقال لنگر در محل اتصال دال به ستون است به خاطر این است که دال‌های تخت نمی‌توانند سیستم مناسبی برای تحمل نیروهای جانبی به وجود آورند و لذا در ساختمان‌های چند طبقه (بیش از سه طبقه) با دال تخت معمولاً از سیستم‌های دیگری مانند دیوار برشی برای مقاومت در مقابل نیروهای جانبی استفاده می‌شود.

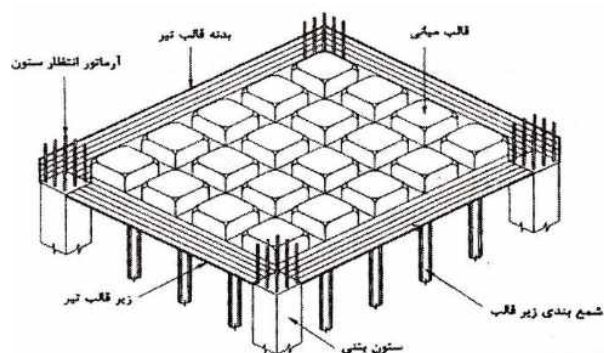


دال تخت

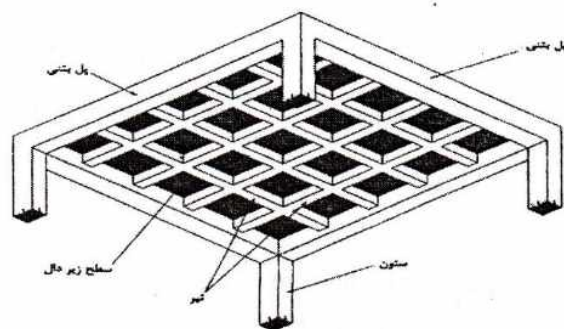


دال دو طرفه با تیر

در دهانه‌های بزرگ برای جلوگیری از ضخامت بالای دال، دال به صورت مجوف اجرا می‌گردد.



قالب بندی دال مجوف (دید از بالا)



دال مجوف (دید از پایین)

فصل ۵:

ساختمان های چوبی

۵-۱- مقدمه

در راهسازی برای اندود کردن دانه‌های مصالح سنگی و چسباندن آنها به یکدیگر از چسبنده‌های هیدروکربوری (قطران و قیر) استفاده می‌شود. قتران از تقطیر گازهای حاصل از حرارت دادن زغال سنگ برای تهیه کرب به دست می‌آید. قترانی که به این ترتیب به دست می‌آید قتران خام نامیده شده و از تصفیه آن قتران راهسازی حاصل می‌شود. در ایران به علت آنکه اولاً قتران به مقدار ناچیز تولید شده و ثانیاً قیر نفتی به میزان زیاد ساخته می‌شود، از قتران در راهسازی استفاده نمی‌شود.

قیر یک ماده هیدروکربوری به رنگ سیاه تا قهوه‌ای تیره که در سولفور کربن کاملاً حل شده و حالت آن با افزایش درجه حرارت از جامد به خمیری و از خمیری به مایع تغییر می‌کند. قیر به علت داشتن داشتن دو خاصیت مهم یعنی غیر قابل نفوذ بودن در برابر آب و چسبنده بودن، یکی از پرکاربردترین مصالح ساختمانی است. در

ز نرم شدن قیر از آن عبور کرده و به صفحه فلزی که در زیر حلقه قرار دارد برسد. درجه حرارتی که گلوله فلزی پس از نرم شدن قیر از آن عبور کرده و به صفحه می‌رسد اندازه‌گیری شده و درجه نرمی قیر نامیده می‌شود.

فصل عربی

تفہیم

ramin_abedian@yahoo.com

۶-۱- سقف در ساختمانهای فلزی و بتنی

انواع سقفهای متعارف در ساختمانهای فلزی عبارتند از:

۵. سقفهای طاق ضربی

۶. سقفهای تیرچه بلوك

۷. سقفهای کرومیت

۸. سقفهای مرکب (composite)

انواع سقفهای متعارف در ساختمانهای بتنی عبارتند از:

۷. سقفهای تیرچه و بلوك

۸. سقفهای دال بتن

۹. سقفهای پیش ساخته

۱۰. سقفهای کرومیت

۱۱. سقفهای خاص (پوسته‌ای و شیب‌دار)

۱۲. سقف در ساختمانهای صنعتی

با توجه به این که ساختمانهای صنعتی معمولاً دارای پوشش دهانه‌های بزرگ و به صورت يك طبقه ساخته می‌شوند، از انواع سقفهای سبك استفاده می‌شوند.

۶-۱-۱- سقفهای طاق ضربی

این سقفها ترکیبی از آجر و ملات گچ بعلاوه پروفیل آهن هستند که انتقال نیرو (بارهای ثقلی) در طاق به صورت فشاری صورت می‌گیرد.

دیده می‌شود که بارهای ثقلی به صورت R_x و R_y توسط پروفیل آهن مهار می‌شود.

۶-۱-۱-۱- ضوابط مربوط به سقفهای طاق ضربی

۹) وسط طاق ۲ الی ۵ سانتیمتر خیز منفی داده می‌شود. (بسته به دهانه طاق) از آجرهای کهنه و اشباع استفاده نشود.

۱۰) بایستی از آجر خیس شده در اجرای طاق استفاده شود.

۱۱) توصیه می‌شود که فاصله تیرها طوری باشد که يك آجر سه قد یا چارك بخورد. (بند روی بند نیافتد)

۱۲) بعد از اتمام سقف طاق ضربی حتماً بایستی بر روی آن دوغاب گچ ریخته شود تا تمام منافذ پر شوند.

۱۳) از گچ کهنه و مرده یا سوخته نباید استفاده کرد.

۱۴) سقفها نباید در معرض باران و برف قرار گیرد. (پوشش سریع بام انجام گیرد)

۱۵) بهتر است، عمل طاق زدن از طرفین دهانه شروع و به وسط ختم شود.

۱۶) در صورتی که دیوارهای تیغه (حائل) به وسط طاق بیافتند بایستی تمهیداتی برای انتقال بار به پروفیل در نظر گرفته شود.

۶-۱-۱-۲- ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ در مورد سقف طاق ضربی

- ۱) کلیه تیرآهن‌های پوشش سقف به وسیله میلگردها یا تسمه‌هایی به صورت ضربدری مهار شود به طوری که نسبت طول به عرض مستطیل ضربدری از ۱/۵ بیشتر نشده و ثانیا حداکثر مساحت تحت پوشش هر ضربدری ۲۵ مترمربع باشد.
- ۲) البته مهم‌نسبت که حتما ضربدری‌ها به ستون ختم شوند. منتهی این ضربدری‌ها باید به طول ۴ الی ۴٫۵ سانتیمتر به بال تیرآهن جوش شود.
- ۳) در ساختمان‌های سازه بنایی سقف‌های طاق ضربی باید به نحوی به کلاف بتنی روی دیوار متصل گردد.

۶-۱-۲- سقف‌های تیرچه بلوک

این سقف ترکیبی از عناصر بتن پیش ساخته و بتن درجا می‌باشد که وزن مترمربع آن‌ها در مقایسه با دال‌ها کمتر و دارایی و سرعت اجرایی بیشتر است.

۶-۱-۲-۱- مزایای سقف تیرچه و بلوک

- ۱۰) مقاوم بودن در برابر نیروهای جانبی (زلزله) به دلیل ایجاد يك دیاگرام صلب.
- ۱۱) مصرف نسبتاً کم فولاد یا آرماتور در مقایسه با میزان باربری:

$$3m \sim 4m \text{ دهانه} \rightsquigarrow 8 \sim 10 \text{ kg/m}^2$$

$$4m \sim 5m \text{ دهانه} \rightsquigarrow 10 \sim 12 \text{ kg/m}^2$$

$$5m \sim 7m \text{ دهانه} \rightsquigarrow 12 \sim 15 \text{ kg/m}^2$$

۱۲) صرفه‌جویی در مصرف بتن به علت حذف بتن در ناحیه کششی و جایگزینی بلوک به جای آن.

۱۳) کاهش نیروی انسانی لازم به علت تولید تیرچه و بلوک در کارخانه.

۱۴) حذف کارگران ماهر و استفاده از کارگران معمولی در مقایسه با کارهای پیش ساخته بتنی.

۱۵) صرفه‌جویی در قالب زیر سقف در مقایسه با دال بتنی.

۱۶) عایق بودن حرارتی و صوتی سقف به علت توخالی بودن بلوک‌ها.

۱۷) مقاوم بودن در برابر آتش سوزی.

۱۸) توزیع بهتر بار و جلوگیری از لرزش.

✓ مطابق آیین‌نامه حداکثر دهانه‌ای که می‌توان با تیرچه بلوک پوشش داد ۸ متر است. منتهی توصیه آیین‌نامه این است که برای دهانه‌های ۷ الی ۸ تیرچه به صورت مضاعف استفاده شود.

۶-۱-۲-۲- عناصر تشکیل دهنده در سقف تیرچه و بلوک

۶-۱-۲-۲-۱- تیرهای پیش ساخته

در سقف‌های تیرچه و بلوک معمولاً از دو نوع تیرچه استفاده می‌شود:

۳. تیرچه‌های بدون فندوله

۴. تیرچه‌های فندوله‌دار

در تیرچه‌های فندوله‌دار قالب پاشنه به صورت سفالی همراه تیرچه مصرف می‌گردد. این تیرچه در مواردی که هوا سرد باشد و

قالب به پاشنه می چسبد ، استفاده می شود.

در تیرچه های بدون فندوله پاشنه تیرچه در يك قالب فلزی (ناودانی نمره ۱۴) ریخته می شود.

۶-۱-۲-۳- ضوابط آیین نامه و توصیه هایی در مورد تیرچه های پیش ساخته

۱. بتن پاشنه تیرچه باید با عیار بالا و دانه بندی درست انتخاب شود. يك حجم سیمان+يك حجم نخودی شکسته+دو حجم ماسه شسته معمولی مناسب خواهد بود. (عیار سیمان 400kg/m^3)
۲. عرض پاشنه بتنی حداقل 10cm می باشد.
۳. ضخامت پاشنه حداقل 4cm می باشد.
۴. ضخامت بتن پوششی میلگرد حداقل $1,5\text{cm}$ خواهد بود.
۵. میلگردهای کششی که از محاسبات بدست می آید حتما آجدار و بهتر است از میلگرد نیم سخت AII انتخاب شود.
۶. ارتفاع خرپای تیرچه بستگی به ارتفاع بلوك خواهد داشت.
۷. میلگردهای کششی تیرچه بایستی به وسیله لقمه هایی به فواصل 60 الی 80 سانتیمتر به همدیگر مهار گردند، چنانچه این فاصله بیشتر شود، میلگردهای کششی در اثر نیروی محوری کششی جابجایی هایی در طول تیرچه نسبت به هم پیدا می کنند، که همین مسئله باعث ایجاد ترك های طولی می گردد.
۸. بهتر است میلگردهای کششی يك تکه باشند و استفاده از میلگردهای با وصله جوشی توصیه نمی شود.
۹. عرض جان تیرچه یعنی فاصله آزاد بین دو بلوك مجاور نباید از 6 سانتیمتر کمتر شود ، در بلوك های شیبدار این مساله حل شده است.
۱۰. دو انتهای تیرچه حدود 10 الی 15 سانتیمتر باید بدون بتن باشد.
۱۱. میلگردهای عرضی (زیگزاگ) طبق مشخصات زیر اجرا شود. $A_{min}=0.001bt$
- t : فاصله گام های زیگزاگ که معمولا 20cm می باشد.
- b : عرض پاشنه تیرچه
- در هر حال برای دهانه های كوچك می تواند زیگزاگ به صورت تکی با $\Phi 6$ و دابل با $\Phi 4$ و برای دهانه های بزرگتر به صورت تکی $\Phi 8$ و دابل $\Phi 6$ اجرا گردد.
۱۲. ارتفاع خرپای تیرچه بستگی به ارتفاع بلوك خواهد داشت
۱۳. بهتر است از تیرچه های ترك خورده استفاده نشود.
۱۴. میلگردهای بالای تیرچه (مونتاز یا فشاری) باید 2 سانتیمتر بالاتر از بلوك قرار گیرد یعنی قبلا ارتفاع خرپای تیرچه برابر با ارتفاع بلوك مصرفی انتخاب شود.
۱۵. قطر میلگرد بالایی (آرماتور مونتاز) طوری انتخاب شود که هنگام حمل و نقل و نصب تیرچه، یعنی قبل از شمع بندی بتواند تیرچه را سالم نگه دارد. سازمان برنامه و بودجه قطر آرماتور مونتاز را برای دهانه های مختلف به ترتیب زیر بیان می کند:

$L < 3\text{m}$	$\phi 6$
$3\text{m} \leq L < 4\text{m}$	$\phi 8$

$4m \leq L < 5.5m$	$\phi 10$
$5.5m \leq L < 7m$	$\phi 12$
$7m \leq L < 8m$	$\phi 14$

۱۶. صورت استفاده از میلگردهای تقویتی در وسط و قطع میلگرد در طرفین تیرچه بایستی میلگرد طوری خم شود تا طول مهاری رعایت و محل قطع میلگرد مشخص شود.

۶-۱-۲-۲-۵- بلوكها

بلوكها در سقف تیرچه و بلوك نقش پرکننده داشته و در استحکام و مقاومت آن تاثیری ندارد هر چند حین نصب و عبور و مرور کارگران می بایستی از استحکام کافی برخوردار باشند. انواع بلوكها عبارتند از:

۴. بلوك سیمانی

بلوكهای سیمانی نسبت به بلوكهای دیگر سنگین تر و وزن آن حدود ۸ الی ۱۰ کیلوگرم برای بلوكهای ۲۵ سانتیمتر و ۱۰ الی ۱۰ کیلوگرم برای بلوكهای ۲۵ سانتیمتر می باشد.

برای سبکی می توان از پوكه معدنی در طرح اختلاط بلوك بهره جست و قابل ذکر است نوع میزی آن به لحاظ این که خوب و یبره می شود از استحکام خوبی نسبت به نوع تخمی برخوردار است.

۵. بلوك سفالی

بلوكهای سفالی از جنس رس که بعد از عمل آوری در کوره پخته می شود نسبت به بلوكهای سیمانی سبک تر است و حدود ۸ الی ۱۰ کیلوگرم وزن دارند.

۶. بلوك پلی استایرن

استفاده از پلی استایرن ها باعث می شوند که وزن سقف حدود 10 kg/m^2 کاهش یابد و سرعت اجرا نیز افزایش می یابد. باید توجه داشت که استفاده از بلوكهای پلی استایرن با دانسیته پایین و غیراستاندارد مجاز نمی باشد و نیز باید در نظر داشته باشیم که از پلی استایرن های نسل جدید که مقاومت بیشتری در برابر آتش سوزی دارند استفاده گردد.

۶-۱-۲-۲-۶- بتن رویه

ضخامت بتن رویه نباید از ۵ سانتیمتر یا يك دوازدهم فاصله محور به محور تیرچهها کمتر اختیار گردد و همچنین فاصله تیرچهها نباید از ۷۵ سانتیمتر بیشتر شود.

دانه بندی بتن رویه باید ریزدانه باشد مطابق آیین نامه قطر بادامی نباید از ۲۰ میلیمتر بیشتر اختیار گردد. قبل از بتن ریزی روی بلوكها آب پاشی گردد.

می توان به جای دو میلگرد کششی از سه عدد میلگرد استفاده کرد. (دو عدد میلگرد کناری ضعیف و يك میلگرد قوی میانی با طول کوتاhter)

۶-۱-۲-۴- مراحل مختلف اجرای سقف تیرچه بلوك

۷- کار گذاشتن تیرچهها

همیشه برای سفارش در ساختمان فلزی سعی می شود طول دهانه ۵ سانتیمتر اضافی در نظر گرفته شود و سپس در محل کارگاه به وسیله هوا گاز برش شود (به علت ناشاقولی بودن ستون ها و تعیین دقیق فاصله ها).

برای تعیین فاصله تیرچهها (چیدن تیرچهها) از شابلون چوبی که به عرض يك بلوك می باشد استفاده می شود.

۸- تکیه گاه های موقت یا شمعها

تا مدتی که بتن رویه سفت نشده است حتما باید سقف تیرچه بلوک به وسیله شمع‌های چوبی یا فلزی نگه داشته شود. شمع‌های چوبی ارزان بوده ولی برای ارتفاع مشخصی کاربرد دارند. شمع‌های فلزی بر خلاف شمع‌های چوبی برای ارتفاع‌های مختلف کاربرد داشته و به طور مستمر قابل استفاده است.

۶-۱-۲-۴-۱- ضوابط آیین‌نامه

- ۱- قطر حداقل شمع‌های چوبی (چوب گرد) ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.
 - ۲- در چوب‌های چهار تراش حداقل بعد ۸cm خواهد بود.
 - ۳- در شمع‌های چوبی نسبت $\frac{l}{d_{min}} < 50$ بایستی برقرار باشد.
 - ۴- در شمع گذاری فاصله شمع‌ها نباید از ۱/۵ متر بیشتر باشد.
 - ۵- حتما باید به اندازه $\frac{1}{300}$ الی $\frac{1}{500}$ دهانه تیرچه، خیز منفی داده می‌شود مخصوصاً برای دهانه‌های بزرگ.
 - ۶- در طبقه همکف به لحاظ وجود خاک دستی برای جلوگیری از نشت شمع‌ها از تخته زیر شمع استفاده می‌شود.
 - ۹- کار گذاشتن میلگرد سقف کاذب
- در صورتی که سقف تیرچه بلوک سقف کاذب داشته باشد قبل از بتن‌ریزی باید میلگردهایی به شکل L به عنوان آویز از سوراخ بلوک‌ها عبور داده شود. بهتر است از میلگردهای شاخه‌ای برای سقف کاذب استفاده شود.
- ۱۰- کار گذاشتن میلگرد کلاف
- برای اینکه در دهانه‌های بزرگ، تیرچه به صورت تکی عمل نکند و یکپارچگی سقف حفظ شود، از کلاف عرضی استفاده می‌شود.

$l \geq 6m$	$4m \leq l < 6m$	$l < 4m$	برای بارهای زنده
دو کلاف	یک کلاف	لازم نیست	کمتر از $350 \frac{kg}{cm^2}$

$l \geq 7m$	$4m \leq l < 7m$	برای بارهای زنده بیشتر از $350 \frac{kg}{cm^2}$
سه کلاف	دو کلاف	

عرض کلاف بتنی حداقل ۱۰ cm و حداقل میلگردهای طولی به نصف آرماتورهای کششی تیرچه و حداقل $\phi 14$ ۲ خواهد

بود.

۵) کار گذاشتن لنگر منفی یا میلگرد دوخت

معمولاً دو مطلب در طراحی تیرچه تفکیک نمی‌شود و آن اینکه آیا اتصال تیرچه به تیر فلزی یا تیر بتنی مفصلی فرض شده است

(مبنای محاسبات $m = \frac{ql^2}{8}$) در صورتی که مفصلی باشد آرماتور به عنوان آرماتور دوخت حساب می‌شود و میلگرد $\phi 8 \sim \phi 12$ کافی است.

در صورتی که تیرچه به اندازه حداقل 15 cm داخل تیر بتنی قرار می گیرد آرماتور دوخت لازم نیست .
حالت دوم مبنای محاسباتی براساس اتصال تیرچه به تیر فلزی یا بتنی گیردار است در این حالت باید آرماتور ممان منفی محاسبه شود. حداقل طول آن برابر $\frac{1}{5}$ طول دهانه خواهد بود.

۶) کار گذاشتن میلگردهای افت حرارت و توزیع بار

سقف های تیرچه بلوک به مرور زمان افت کرده و ترك هایی در سقف مشاهده می شود برای کاهش این مشکل ، با آماده شدن سقف قبل از بتن ریزی از آرماتورهای $\varnothing 6$ یا حداقل $\varnothing 8$ در امتداد طول تیرچه به فاصله مرکز بلوک ها ۵۰ سانتی متر و در جهت عمود بر تیرچه ها به فاصله ۳۰ سانتی متر آرماتورهایی به عنوان آرماتورهای افت و حرارت نصب می گردند.
سقف کرومیت

در سیستم سقف کرومیت از تیرچه های فولادی با جان باز در بتن استفاده می گردد. در ساخت تیرچه های مذکور از يك تسمه نبشی یا هر پروفیل فشاری در بال فوقانی و يك تسمه در بال تحتانی و نیز يك میلگرد خم شده در جان استفاده می شود . برای پر کردن فضای خالی بین تیرچه ها از قالب های ثابت مانند بلوک های سیمانی ، پلی استایرن ، طاق ضربی قالب های موقت فولادی (کامپوزیت) و یا هر پرکننده سبك استفاده می شود .

فواصل آکس به آکس تیرچه ها حداکثر ۷۵ سانتی متر تا ۹۰ سانتی متر می تواند متغیر باشد و فاصله آزاد تیرچه ها نباید از ۷۵ سانتیمتر بیشتر باشد ، روی سقف ۴ الی ۱۰ سانتی متر بتن پوشانده می شود که برای ساختمان های معمولی ۵ سانتیمتر متداول است .

تیرچه ها از نوع خود ایستا بوده و به همین علت هیچ نوع شمع بندی در زیر سقف مورد نیاز نمیباشد . تیرچه ها به نحوی طراحی می شوند که بتوانند وزن بتن خیس ، قالب ها و عوامل اجرایی سقف را به تنهایی تحمل کنند .

پس از اینکه بتن به ۷۵٪ مقاومت مشخصه خود می رسد ، تیرچه های فولادی با بتن به صورت يك مقطع مختلط وارد عمل شده و بارهای مرده و زنده سقف را تحمل می کنند .

مزایای سقف کرومیت

*عدم نیاز به شمع بندی

*سرعت و سهولت اجرا

*امکان اجرای همزمان چند سقف

*یکپارچگی سقف و اسکلت

*امکان حذف کش ها

*پایین بودن تنش در بتن

*کاهش مصرف بتن و وزن کمتر سقف

*مقاومت نهایی و شکل پذیری بالا

*امکان طراحی و اجرای سقف با دهانه ها و باربری های خاص

*حذف اثر فولاد زیر سقف پس از گچ کاری در مقایسه با سقف طاق ضربی

*یکنواختی زیر سقف و مصرف گچ و خاک کمتر

*سهولت اجرای داکت (بازشو)

سقف تیرچه و بلوک کرومیت

با متداول شدن سقف های تیرچه بلوک سنتی برخی از مشکلات طاق ضربی مرتفع شد. اما این سقف ها به دنبال خود مشکلات

دیگری را پدید آوردند که عمده ترین آن ها شمع بندی در زیر سقف است. شمع بندی علاوه بر دست و پا گیر بودن، هزینه زیادی را بر ساختمان تحمیل می کند.

سقف های کرومیت به علت خود ایستا بودن تیرچه ها نیازی به شمع بندی ندارد و به همین علت از سرعت اجرایی بالایی برخوردار است.

از طرفی اجرای این سقف بر روی اسکلت های فولادی، بتنی و دیوارهای بار بر امکان پذیر است.

ضوابط آیین نامه و توصیه های اجرایی سقف کرومیت

(۱) حداقل عرض تسمه کششی برای دهانه های کمتر از ۴ متر بابر ۸ سانتیمتر و برای دهانه های بیش از ۴ متر ۱۰ سانتیمتر یا $\frac{2}{7}$ برابر ضخامت سقف خواهد بود.

(۲) حداقل ضخامت دال بتنی برابر $\frac{1}{12}$ فاصله آزاد بین تیرچه است که نباید از ۵ سانتیمتر کمتر اختیار شود.

(۳) سطح مقطع اعضای قطری تیرچه نباید از ۰,۰۰۰۱۵bm.t کمتر باشد.

bm: عرض متوسط مقطع تیر

T: فاصله دو عضو قطر متوالی

(۴) ضخامت ورق، نبشی و پروفیل هایی که جوش کاری می شوند نباید از ۳ میلی متر کمتر باشند.

(۵) اتصال دو پروفیل به صورت وصله در هر نقطه از بال مجاز است این وصله بایستی حداقل $F_y.A$ ۱,۴ را تحمل کند. که a سطح مقطع عضو وصله شده و F_y تنش تسلیم تسمه می باشد.

(۶) آرماتورافت و حرارت حداقل $\emptyset 6$ و عمود بر تیرچه ها به فاصله ۳۰ سانتی متر اجرا میشود. توصیه می شود در صورت استفاده از بلوک یونولیتی در راستای تیرچه ها و در وسط بلوک ها نیز از آرماتورافت و حرارت استفاده شود.

(۷) قسمت هایی از تیرچه که در داخل بتن قرار می گیرد نباید رنگ شود

(۸) باتوجه به اینکه در اجرای سقف کرومیت از شمع استفاده نمیشود امکان بروز کماتش جانبی نبشی های فشار در اثر خمش وجود دارد از این رو کماتش در این اعضا اهمیت دارد مطابق آیین نامه لاغری اعضایی که در فشار قرار دارند نباید از ۱۴۵ بیشتر باشد.

$$\frac{Lr}{r_y} < 145$$

Lr : طول مهار نشده نبشی بالا

r_y : شعاع ژیراسیون نبشی حول محور Y

به منظور جلوگیری از کماتش جانبی، برای دهانه های ۳ الی ۴ متر يك ميلگرد به قطر حداقل ۱۲ $\emptyset$ در بالای تیرچه به نبشی جوش می شود و برای دهانه های ۴ الی ۵/۵ از يك كلاف كامل شامل يك ميلگرد جوش شده در بالا و يك ميلگرد گرد در پایین با بتن ریزی حداقل ۱۰ سانتی متر استفاده می شود. برای دهانه های بزرگتر از ۵/۵ از دو كلاف استفاده می شود.

نکته: توصیه میشود برای دهانه های بیش از ۶ متر به علت وجود لرزش حین اجرا و عدم گیرش بتن از يك ردیف شمع در وسط تیرچه استفاده می شود.

نکته: در ساختمان های فلزی تسمه تیرچه، بایستی حداقل به طول ۵ سانتی متر به بال تیر آهن جوش شود و در اسکلت بتنی نیز باید توسط میلگرد به تیر بتنی متصل شود.

نکته: توصیه می شود حد اکثر تا دهانه ۸ متر از کرومیت استفاده شود و برای دهانه های بیش از ۸ متر بهتر است از ضوابط و طراحی سقف های مرکب استفاده شود.

نکته: برای افزایش طول جوش خرابی تیرچه به تسمه و نبشی از میلگرد تقویتی حداقل ۱۰ $\emptyset$ استفاده می شود که طول می تواند کمتر از طول تسمه اختیار شود.

اگر به جای تیرچه معمولی از کرومیت استفاده کنیم می توان سطح مقطع تسمه کششی کرومیت را از روی آرماتورهای تیرچه به روش زیر به روش تجربی زیر به دست آورد.

$$\frac{f_{yt}}{f_y} \times \text{مساحت میلگرد استفاده شده در تیرچه معمولی} = \text{مساحت تسمه کشش}$$

همچنین به صورت تجربی می توان گفت که سطح مقطع نبشی فشاری کرومیت حداقل ۶۰ درصد مساحت تسمه کششی می باشد. در صورت استفاده از میلگرد های تقویتی در بالا و پایین می توان سطح مقطع تسمه و نبشی را کاهش داد. طرح جدید برای سیستم سقف تیرچه و بلوک

با توجه به اینکه بلوک های بتونی و سفالی باعث افزایش بار مرده سقف می شوند و به دلیل اینکه این بلوک ها نقش پر کننده به عنوان قالب را دارند و هیچ گونه اثر سازه ای ندارند و می توتن آنها را حذف کرد و از روش تیرچه و قالب فلزی به شرح شکل زیر استفاده کرد.

سقف های مرکب (composite)

این نوع سقف ابتدا در پل سازی سپس در ساختمان های معمولی مورد استفاده قرار گرفت ، و هم اکنون در بیشتر ساختمان های بلند فلزی از این نوع سقف استفاده می کنند.

در این نوع سقف از بتن به عنوان عضو فشاری در بالای تیر فلزی و از پروفیل های آهن به عنوان عضو کششی استفاده می شود ، و برای ایجاد یکپارچگی در کل مقطع تیر از برشگیرهایی در بالای پروفیل که در بتن مدفون است بهره گرفته می شود. در نهایت پروفیل فولادی در دال بتن به صورت مرکب در مقابل وارده مقاومت می کنند .

مزایا و معایب مقاطع مرکب

مزایا:

کاهش مصرف فولاد (بین ۲۰ تا ۳۰ درصد) به علت عملکرد مرکب

کاهش در ارتفاع نیمرخ فولادی نسبت به حالت تیر معمولی .

افزایش سیستم سختی سقف .

افزایش طول قابل استفاده برای يك نیمرخ مشخص .

افزایش ظرفیت بار بری نهایی نسبت به حالتی که ظرفیت دال و تیر جداگانه منظور می شود.

سبک شدن وزن سازه نسبت به سقف ها با دهانه های مشابه در صورتی که کف سازی حذف شود.

معایب :

۷) تغییر شکل های دراز مدت به علت پدیده خزش در بتن فشاری.

۸) عملکرد غیر مرکب در نواحی لنگر منفی تیرهای یکسره.

۹) عدم امکان عبور لوله های تاسیسات و برق از روی کف در صورتی که کف سازی حذف شود.

۱۰) الزام استفاده از سقف های کاذب در زیر تیرهای فلزی در اکثر حالات.

۱۱) مشکلات دسترسی برای تعمیرات احتمالی لوله های تأسیساتی طبقه مورد نظر در ساختمان های چند طبقه که الزاماً در سقف طبقه زیر خود قرار گرفته است.

۱۲) سقف های کاذب برای دسترسی سریع و کم هزینه به تعمیرات احتمالی، باید برداشته شوند.

۱۳) طراحی خاص و اجرای اتصالات ویژه نظیر کنترل دقیق جوشکاری های زیاد روی بال بالایی، انتخاب پروفیل مناسب برای اتصال برشی به منظور تأمین عملکرد مرکب کامل و نظایر آن.

۶-۱-۳- روشهای اجرایی سقف مرکب

در اجرای سقفهای مرکب دو روش وجود دارد که برای هر کدام محاسبات ایستایی سقف متفاوت است از این رو باید دقیقاً توجه نمود که محاسبات ایستایی و اجرای سقف با هم تطابق داشته باشند.

روش اول: اجرای سقف بدون شمع‌بندی

در این روش معمولاً قالب‌های چوبی بین دهانه‌های تیرهای فلزی که در فواصل مناسب از هم واقع شده‌اند، قرار داده می‌شود و هیچگونه نیازی به اجرای شمع زیر تیرهای فلزی و همچنین دال بتنی وجود ندارد. تیرهای فلزی در این حالت باید قادر به حمل وزن خود به اضافه وزن قالب‌بندی، وزن دال بتنی و بالاخره تمام بار مرده‌ای که قبل از گیرش بتن تأثیر می‌کند، باشد. به این بارها، بارهای گروه یک می‌گویند. یعنی بارهایی که قبل از گیرش بتن به سازه وارد می‌شود. پس از مرحله کسب مقاومت توسط بتن و عملکرد مرکب سقف هر گونه باری که از آن به بعد به سقف اعمال می‌شود، توسط مقطع مرکب حمل می‌شود، به این بارها بارهای گروه دو گفته می‌شود.

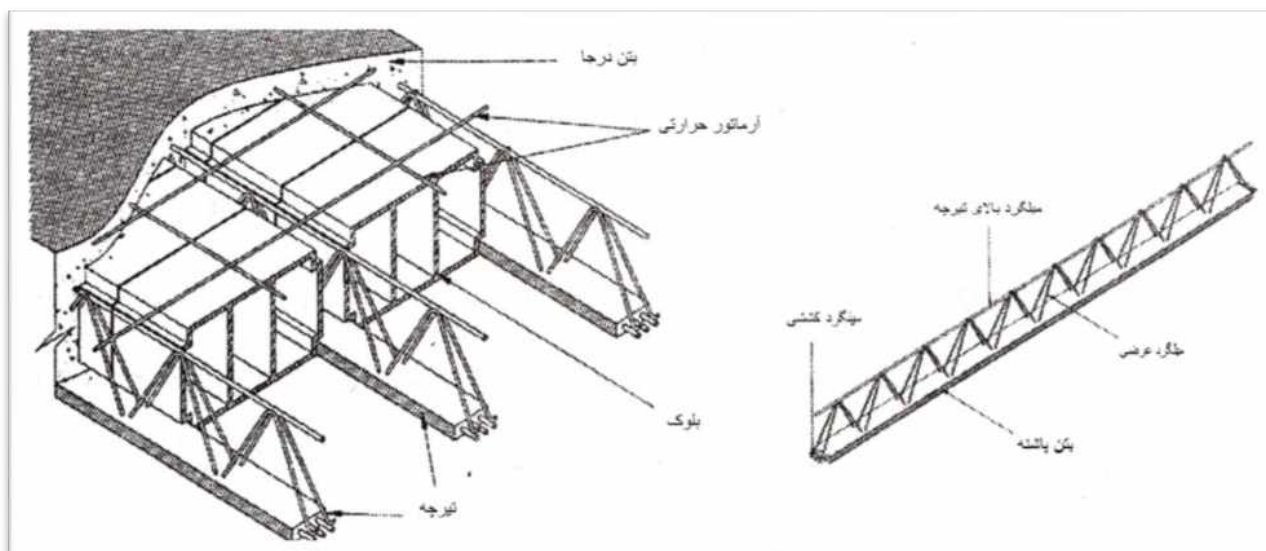
روش دوم: اجرای سقف به کمک شمع‌بندی

در این روش تیر فولادی قبل از رسیدن به مرحله عملکرد مرکب نباید هیچگونه باری را تحمل کند و بنابراین در زیر آن در فواصل مناسب پایه‌های موقت (شمع) قرار داده می‌شود. به این ترتیب در موقع اجرای سقف، تیر فولادی تحت هیچگونه تنش قرار نمی‌گیرد و تنها پس از گیرش و کسب مقاومت بتن و حذف پایه‌ها توسط مقطع مرکب حمل بار انجام می‌شود. چنانچه مشخص است اجرای روش اول سریع‌تر و کم هزینه‌تر از اجرای روش شمع‌بندی است با این تفاوت که در روش اول، شماره مقاطع پروفیل‌های فولادی سقف بیشتر از روش دوم خواهد بود، که ممکن است سبب ایجاد محدودیت‌های طراحی و اقتصادی گردد.

۶-۲- سقف در ساختمانهای بتنی

۶-۲-۱- سقف تیرچه بلوك

در مورد تیرچه بلوك قبلا بحث شد. فقط در ذیل جزئیات اجرایی آن نشان داده شده است.



دالهای بتن آرمه

مهمترین دالهایی که بدون واسطه تیر بار خود را به ستون منتقل می نماید عبارت است از:

- ۱- دال تخت ساده
- ۲- دال تخت قارچی
- ۳- دال مجوف

دال يك طرفه سقفی است که در يك جهت باربری دارد، این نوع سقف در مقابل نیروهای پیچشی مقاومت خوبی ندارد که از جمله دالهای يك طرفه می توان سقف تیرچه و بلوك را نام برد.

اگر در هر چهار طرف سقف تیر موجود باشد رفتار دال دو طرفه خواهد بود در این سقف بار وارده به وسیله دو گروه آرماتورهای عمود بر هم حمل می گردد و به تیرهای کناری چهار طرف منتقل می شود.

از انواع دالهای دو طرفه می توان دال تخت را نام برد که به صورت مستقیم به ستون وصل می شود اجرای این دالها به لحاظ سهولت قالب بندی و آرماتورگذاری آسان تر از دال با تیر می باشد دالهای تخت در بسیاری از موارد با صرفه تر از دالهای با تیر می باشد و همچنین در دالهای تخت انعطاف پذیری بیشتری در محل قرار دادن ستونها وجود دارد که دست معمار را برای طراحی باز می کند و همچنین نیازی برای سقف کاذب ندارد. در کنار این مزایای دالهای تخت معایبی نیز دارند از جمله اگر ضخامت دال تخت جوابگوی برش وارده به دال در نزدیکی ستونها نباشد از دال تخت قارچی و یا کتیبه ای استفاده می شود همچنین يك نقطه ضعف دالهای تخت انعطاف پذیری زیاد آنها و مشکل انتقال لنگر در محل اتصال دال به ستون است به خاطر این است که دالهای تخت نمی توانند سیستم مناسبی برای تحمل نیروهای جانبی به وجود آورند و لذا در ساختمانهای چند طبقه (بیش از سه طبقه) با دال تخت معمولاً از سیستمهای دیگری مانند دیوار برشی برای مقاومت در مقابل نیروهای جانبی استفاده می شود.

در دهانه‌های بزرگ برای جلوگیری از ضخامت بالای دال، دال به صورت مجوف اجرا می‌گردد.

ramin_abedian@yahoo.com

فصل ۷:

پایه

ramin_abedian@yahoo.com

۲-۱- مقدمه

به منظور دستیابی به طبقات و ایجاد ارتباط بین آنها معمولاً از پله استفاده می‌شود هر چند امروزه از دیگر وسایل دسترسی به طبقات مثل رمپ‌ها، پله‌های برقی، انواع آسانسورها و بالابرها نیز استفاده می‌گردد.

۲-۲- انواع پله‌ها از نظر شکل

پله‌ها از نظر شکل هندسی و بسته به نوع کاربری محل فضای ایجاد شده برای پله به انواع مختلف تقسیم می‌شود که عبارتند از:

۱. پله يك طرفه

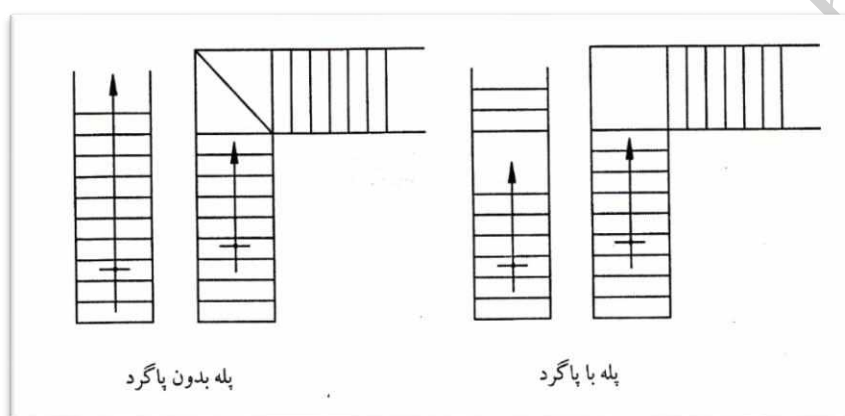
۲. پله دو طرفه

۳. پله سه طرفه

۴. پله‌های گرد

۵. پله‌هایی با اشکال خاص

شکل (۱-۲) نمایش پله يك طرفه

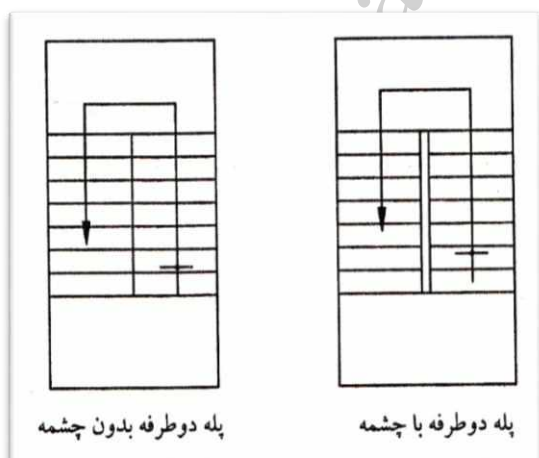


۲-۲-۲- پله يك طرفه

این نوع پله‌ها بیشتر برای دسترسی به طبقات بالای ساختمان‌های

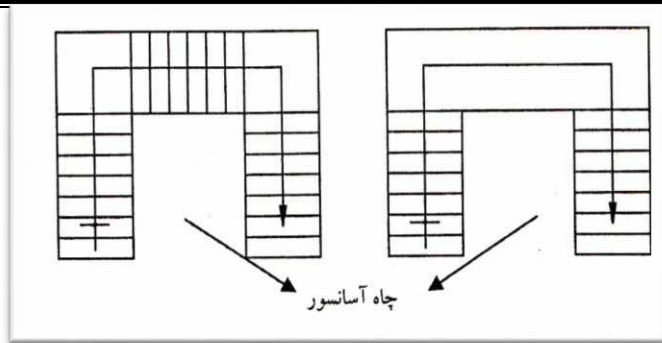
تجاری کنار خیابان که در آن عرض پله مهم بوده و فضای ویتترین مغازه را زیاد نگیرد استفاده می‌شود که می‌تواند با پاگرد یا بدون پاگرد باشد. حداقل عرض برای این پله‌ها که يك نفر در حالت حرکت و دیگری به طور جانبی قرار گیرد ۸۰ سانتیمتر می‌باشد.

شکل (۲-۲) نمایش پله دو طرفه



۲-۲-۳- پله دو طرفه

این نوع پله‌ها به وقور در ساختمان‌ها استفاده می‌گردد. که حداقل عرض این پله ۱ متر می‌باشد. پله دو طرفه میتواند با چشمه و بدون چشمه اجرا شود. از لحاظ معماری بهتر است این نوع پله با چشمه باشد که عرض این چشمه در حدود ۲۵ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.



شکل (۳-۲) نمایش پله سه طرفه

۲-۲-۴- پله سه طرفه

در صورتی که فضای راه پله به صورت مستطیل متمایل به مربع باشد یا دسترسی به پله از طریق پیلوت باشد و یا بخواهیم در وسط پله چاه آسانسور داشته باشیم از پله‌های سه طرفه استفاده می‌کنند. در ساختمان‌های عمومی بهتر است پله دارای چشمه یا به صورت سه طرفه یا پاگرد برای دید داشتن به طبقات دیگر استفاده کنیم.

۲-۲-۵- پله‌های گرد

پله‌های گرد بیشتر در ساختمان‌های عمومی یا دوبلکس و در جاهایی که پله در معرض دید است استفاده می‌شود. مشکل عمده در پله‌های گرد طراحی درست سازه پله (بتنی یا فولادی) و همچنین نرده پله است.

۲-۲-۶- پله‌هایی با اشکال خاص

این پله‌ها بیشتر در رستوران‌ها و فروشگاه‌ها و کتابخانه‌ها و... استفاده می‌شود

۲-۳-۱- مشخصات هندسی پله

۲-۳-۱-۱- عرض پاگرد

معمولاً عرض پاگرد حداقل به اندازه عرض پله انتخاب می‌شود

۲-۳-۲- عرض پله

عرض پله در جاهای معمولی مثل سالن‌های سینما تیاتر که برای عبور یکطرفه است به ازای هر ۱۲۰ نفر ۱م در نظر گرفته می‌شود و در هیچ حال نباید از ۱۲۰ سانتیمتر کمتر اختیار شود

۲-۳-۳- عرض کف پله

حداقل عرض کف پله ۳۰ سانتیمتر است که این مقدار در فضای عمومی همچون پارکها و... می تواند بیشتر اختیار شود.

۲-۳-۴- ارتفاع پله

ارتفاع پله بسته به نوع کاربری ساختمان انتخاب می شود. و در ساختمانهای مسکونی 17cm~20cm و در پارکها، بیمارستانها، رستورانها، کودکانها و در کل برای فضای عمومی 15cm~17cm خواهد بود. هرچه ارتفاع پله بیشتر منظور گردد باعث کوچکتر شدن فضای راه پله می گردد و درعین حال میتواند موجب خستگی برای افراد کهن سال گردد. ضخامت پله در قسمت دماغه نباید از ۳ تا ۴ سانتیمتر کمتر اختیار شود در نتیجه ارتفاع پیشانی پله ارتفاع پله منهای ضخامت پله خواهد بود.

۲-۳-۵- محل پله

محل پله باید حتی المقدور در معرض دید و دسترسی به آن آسان باشد. حداکثر فاصله پله از دئرتترین نقطه ساختمان نباید از ۲۵ متر بیشتر شود که ممکن است بعضی پلهها به صورت پلههای فرار یا اضطراری نیز استفاده گردد.

۲-۳-۶- سازه پله

سازه پله باید متناسب با شیب پله، محکم و مقاوم در مقابل بارهای مرده و زنده باشد. سازه پله معمولاً فلزی یا بتنی است. برای پلههای گرد بهتر است از دال بتنی که شکل دهی آنها راحت تر است استفاده شود

۲-۳-۷- نرده پله

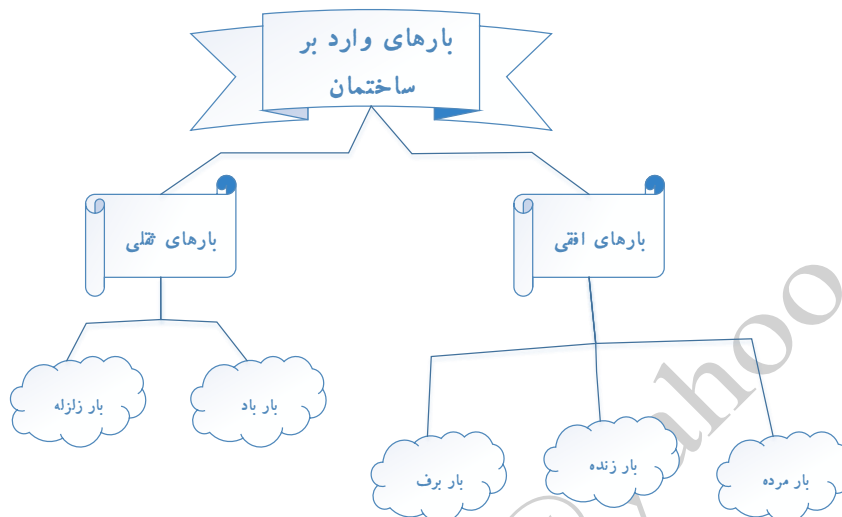
برای حفظ افراد از نرده پله و حفاظ پله استفاده می شود که میتواند فلزی، چوبی، شیشه ای و یا تلفیقی از آنها باشد. ارتفاع نرده پله حدود ۷۵ تا ۸۰ سانتیمتر می باشد. فاصله اعضای قایم نرده نباید از ۱۶ سانتیمتر بیشتر اختیار شود.

فصل ۸:

سیستم های مقاوم در برابر نیروهای جانبی ساختمان

۸-۱- انواع بارهای وارد بر ساختمان

ساختمان و سازه‌ها اصولاً تحت تاثیر دو نوع بار قرار می‌گیرند. در نمودار شکل زیر بارهای متداول وارد بر ساختمان دسته‌بندی شده است:



شکل (۸-۱) نمایش بارهای وارد بر ساختمان

بارهای ثقیلی که در راستای شاقولی (قائم بر امتداد زمین) اثر می‌کنند معمولاً بارهای استاتیکی هستند و اثر تخریبی زیادی بر ساختمان‌ها ندارند، اما بارها اقلی جزء بارهای دینامیکی بوده و اثر تخریبی زیادی روی سازه دارند. از این نوع بارها بار برف از بارهای ثقیلی و بار باد از بارهای جانبی بر روی ساختمان‌های سبک (سالن‌های صنعتی، ...) مؤثرترند و در ساختمان‌های معمولی بیشتر بار زلزله بحرانی است. همچنین به این علت که نیروهای اقلی در تمام جهات اثر می‌کنند، ساختمان‌ها باید در هر دو امتداد اصلی (جهت‌های عمود بر هم) قادر به تحمل این نیروها باشند. در نتیجه با توجه به ساختگاه کشور ما که در کمربند زلزله خیزی قرار دارد باید برای ایمنی ساختمان‌ها چاره‌ای اندیشیده شود. مقاوم کردن ساختمان‌ها در برابر زلزله معمولاً اجرای سه نوع اسکلت در کشور ما مرسوم است:

- ۱) ساختمان‌های با مصالح بنایی با شناژهای قائم و اقلی
- ۲) ساختمان‌های بتنی
- ۳) ساختمان‌های فلزی

در ساختمان‌های با مصالح بنایی بارهای ثقیلی توسط دیوارهای باربر و تعدادی ستون فلزی یا بتنی و بار زلزله توسط شناژهای قائم و اقلی در داخل دیوارها تحمل می‌شود.

در ساختمان‌های بتنی و فلزی برای مقابله با بارهای وارده سه نوع سیستم متداول استفاده می‌شود:

- ۱) سیستم سازه‌ای با استفاده از مهاربندی
- ۲) سیستم سازه‌ای به صورت قاب خمشی
- ۳) سیستم سازه‌ای ترکیبی از دو نوع سیستم بالا

به طور متداول در سیستم سازه‌ای با استفاده از مهاربندی، بارهای ثقیلی توسط تیر و ستون و بار زلزله توسط بادبندها در ساختمان‌های فلزی و دیوارهای برشی در ساختمان‌های بتنی تحمل می‌شود.

در سیستم سازه‌ای به صورت قاب خمشی هم بارهای ثقلی و هم بارهای جانبی، هر دو توسط قاب سازه یا همزمان تیر و ستون با اتصالات صلب تحمل می‌گردد که در ساختمان‌های بتنی برای طبقات کم حدود حداکثر ۵ یا ۶ طبقه خوب و برای سازه‌های بلند بهتر است دیوار برشی استفاده گردد.

مهاربندها

همان طور که قبلاً گفته شد، بادبندها در سیستم سازه‌ای با استفاده از مهاربندی، مسئولیت تحمل بار زلزله را بر عهده می‌گیرند. در انتخاب نوع بادبند و تعداد آن‌ها به موارد زیر اهمیت داده می‌شود:

- نوع و ابعاد بازشوها (درب، پنجره، ...)
- موقعیت ساختمان نسبت به خیابان یا کوچه
- نوع و طراحی معماری
- اهمیت سازه
- ارتفاع ساختمان
- نوع کاربری (تجاری، مسکونی، ورزشی، خدماتی، اداری، ...)

انواع بادبندهایی که به عنوان مهاربند استفاده می‌شوند عبارتند از:

- ۱- بادبندهای ضربدری
- ۲- بادبندهای زانوئی
- ۳- بادبندهای V شکل ۷ و ۸
- ۴- بادبندهای قطری
- ۵- بادبندهای گوشه
- ۶- بادبندهای K
- ۷- دیگر بادبندها

فصل ۹:

جوشکاری

ramin_abedian@yahoo.com

۹-۱- تعریف جوشکاری

جوشکاری عبارتست از اتصال و یکپارچه کردن قطعات فلزی به طور اعم و فولادی به طور اخص به کمک حرارت، فشار و یا ترکیبی از حرارت و فشار و رد پای تاریخی جوشکاری را باید در جوش سندانی دنبال کرد. در این شیوه دو قطعه فولادی گداخته شده با ضربات چکش و یا سنبه با یکدیگر یکپارچه می‌شوند.

در هر فرآیند جوشکاری عوامل زیر مورد نیاز است:

✓ منبع ایجاد گرما و فشار: منبع ایجاد گرما می‌تواند شعله و یا منبع الکتریکی باشد.

✓ فلز مادر یا فلز پایه: منظور از فلز پایه قطعات فلزی است که باید با یکدیگر یکپارچه شوند.

✓ فلز پرکننده یا فلز جوش: فلز پرکننده فلزی است که در فرآیند جوشکاری ذوب شده و درز بین دو قطعه فلز پایه را پر می‌کند. جوشکاری می‌تواند با و یا بدون فلز پرکننده باشد.

۹-۲- جوش قوس الکتریکی

جوش قوس الکتریکی یکی از روش‌های جوشکاری است که کاربرد بسیار وسیعی در جوشکاری ساختمانی دارد. در این روش اتصال بین قطعات فلز مادر با ذوب کردن لبه‌های درز و سخت شدن بعدی آنها صورت می‌گیرد. در عین ذوب فلز پایه و فلز جوش (پرکننده) با یکدیگر ممزوج شده و پس از سخت شدن اتصال قطعات تامین می‌گردد.

حرارت لازم برای ذوب مصالح به وسیله قوس الکتریکی تامین می‌شود. قوس بین يك مفتول فولادی که الکتروود نامیده می‌شود و فلز پایه تشکیل می‌یابد. با نزدیک کردن الکتروود به درز جوش قوس ایجاد شده و حرارتی معادل ۳۶۰۰ درجه در قوس ایجاد می‌شود. این حرارت زیاد باعث ذوب فلز و نوك الکتروود می‌شود و يك حوضچه مذاب از هر دو فلز در نوك الکتروود به وجود می‌آورد با حرکت الکتروود حوضچه مذاب به سمت جلو حرکت کرده و حوضچه‌های مذاب پشتی سرد و منجمد شده و باعث امتزاج و یکپارچگی دو فلز در محل درز می‌شوند.

۹-۲-۱- قوس الکتریکی

گازها در حالت عادی قابلیت هدایت الکتریسیته ندارند ولی اگر تحت تاثیر عوامل خارجی از قبیل حرارت زیاد میدان الکتریکی و غیره قرار گیرند. بعضی از اتم‌ها الکترون از دست داده و بار مثبت پیدا می‌کنند و برخی از الکترون‌ها وارد مدار اتم‌های خنثی شده و آنها را دارای بار منفی می‌سازند این عمل یونیزه شدن نامیده می‌شود. گاز یا هوا پس از یونیزه شدن قابلیت هدایت الکتریسیته پیدا می‌کند و هر چه شدت عمل یونیزه شدن بیشتر باشد حرکت یون‌های باردار سریعتر و قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر می‌گردد.

با نزدیک کردن نوك الکتروود به فلز پایه در فاصله‌ای حدود قطر الکتروود هوا یونیزه شده و قابلیت هدایت الکتریکی پیدا می‌کند. لیکن به علت بالا بودن مقاومت الکتریکی در طول قوس انرژی الکتریکی تبدیل به انرژی حرارتی می‌شود.

قوس الکتریکی در میدان مغناطیسی منحرف می‌شود با کوتاه کردن طول قوس و تغییر زاویه الکتروود میتوان از میزان انحراف

مدار جوشکاری قوس الکتریکی

در شکل ۱-۱ مدار جوشکاری نشان داده شده است

این مدار شامل موارد زیر میباشد:

الف) ماشین جوشکاری که میتواند ترانس، رکتیفایر و یا موتور-مولد باشد. در این مورد در فصل دوم بحث کامل تری ارایه می شود.

ب) اتصال به پایه فلز

پ) اتصال به انبر و الکتروود

ث) قوس الکتریکی

اگر نوک الکتروود به قطعه فلز پایه بچسبد اصطلاحاً اتصال کوتاه حاصل شده و جریان زیادی در مدار برقرار میگردد که مورد نظر نمیباشد.

اما اگر الکتروود در فاصله معینی از فلز پایه قرار گیرد حرکت الکترون ها باعث یونیزه شدن هوا و ایجاد قوس الکتریکی می شود. مقاومت الکتریکی زیاد قوس تولید حرارت فوق العاده ای مینماید که باعث ذوب الکتروود و لبه های دو فلز پایه در داخل حوضچه مذاب که در واقع کوره ذوب بسیار کوچکی میباشد میگردد. در داخل حوضچه فلز پایه و فلز جوش با هم آمیخته شده و با حرکت الکتروود به سمت جلو حوضچه پشتی سرد و منجمد گشته و نوار جوش به وجود می آید.

نوع جریان

جوشکاری قوس الکتریکی را میتوان با جریان یکسو و یا جریان متناوب برقرار نمود

قطبیت

وقتی که برای جوشکاری از جریان یکسو استفاده می شود مدار جوشکاری را میتوان به دو صورت برقرار نمود

اتصال با قطبیت مثبت

در اتصال با قطبیت مثبت یا مستقیم قطب مثبت به فلز پایه و قطب منفی به الکتروود متصل می شود در حالت ۲/۳ حرارت حاصله در فلز مبنا و ۱/۳ در الکتروود آزاد می شود

اتصال با قطبیت منفی

در اتصال با قطبیت منفی یا معکوس قطب منفی به فلز پایه و قطب مثبت به الکتروود متصل می شود. در این اتصال ۱/۳ حرارت حاصله در فلز مبنا و ۲/۳ در الکتروود رها می شود

در جوشکاری با جریان متناوب نظر به اینکه جهت جریان به تناوب عوض می شود اتصال با قطبیت مثبت یا منفی مفهومی ندارد در نتیجه نیمی از حرارت حاصل از قوس الکتریکی در الکتروود و نیمی دیگر در قطعه آزاد می شود

فرآیندهای جوشکاری

فرآیندهای جوشکاری در سه رده عمومی قرار میگیرند:

جوشکاری دستی

جوشکاری نیمه خودکار

جوشکاری خودکار

اختلاف سه فرآیند فوق در موارد زیر میباشد:

الف) هدایت انبر که در جوشکاری دستی توسط کارگر انجام می شود

ب) نوع الکتروود که در جوشکاری دستی از الکتروود روکش دار با طول محدود استفاده می شود و در جوشکاری نیمه خودکار

و خودکار از الکتروود لخت با طول پیوسته که دور قرقره پیچیده شده استفاده می شود

پ) نحوه محافظت از نوار جوش مذاب در حال سخت شدن

در جوشکاری نیمه خودکار هدایت انبر توسط جوش انجام می شود لیکن طول الکتروود نامحدود است

فرآیندهای جوشکاری خودکار و نیمه خودکار به قرار زیر است:

۱. جوش زیر پودری

۲. جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود فلزی

۳. جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود تنگستن

۴. جوش تحت حفاظت گاز با الکتروود تو پودری

۵. جوش گاز الکتریکی

۶. جوش سرباره الکتریکی

تمایز قابل توجه در فرآیندهای فوق نحوه محافظت از نوار جوش در حالت سخت شدن است. در جوشکاری دستی این کار توسط روکش الکتروود که در حین ذوب الکتروود با آن ذوب شده و به صورت لایه سخت در روی جوش خود را میبندد انجام می شود. در سایر روش ها چون از الکتروود لخت استفاده می شود محافظت به سبک دیگری تامین میگردد که در زمان مناسب مورد بحث قرار میگردد

جوشکاری دستی با الکتروود روکش دار (SMAW)

جوشکاری دستی متداول ترین فرآیند جوشکاری در کارگاه های ساختمانی است که در تمام حالات تخت و اقمی و سربالا و سقفی قابل اجرا میباشد. وسایل مورد نیاز آن شامل مولد و انبر و ماسک و الکتروود روکش دار و جوشکار ماهر میباشد. کسفت جوش حاصل بستگی به مهارت جوش جوشکار و نوع الکتروود و روکش آن و سایر تجهیزات جوشکاری دارد.

صد البته مهارت جوشکار و نحوه آموزش جوشکار اهمیت اول را دارد. سایر تجهیزات لازم برای جوشکاری دستی شامل چکش گل زن و برس و گرم کن الکتروود و لوله دمیدن هوا برای زدودن گردوغبار درز جوش است.

در شکل ۱-۳ تصاویری از جوشکاری دسته ارایه شده است عیب عمده این روش سرعت کم و هزینه دستمزد و وقت گیر بودن

عملیات گل برداری بین عبورهای پی در پی نوار جوش است

در شکل ۱-۴ نیز تجهیزات جوشکاری دستی به نمایش درآمده است تجهیزات نشان داده شده شامل مولد و کابل و گیره اتصال

و کابل انبر و الکتروود روکش دار میباشد.

روکش الکتروود به طور مستقیم در فرآیند جوش دخالت ندارد لیکن نقش بسیار عمده ای در افزایش سهولت و کیفیت جوشکاری دارد. در فصل سوم این موضوع به طور تفصیل مورد توجه قرار خواهد گرفت. لیکن در حدی که برای ادامه بحث لازم است باید توضیحاتی ارایه گردد. روکش در هنگام جوشکاری به همراه الکتروود ذوب شده و پس از سرد شدن به صورت لایه های روی نوار جوش میندد. وجود لایه از اکسیداسیون نوار جوش و سرد شدن سریع آن جلوگیری کرده و باعث افزایش کیفیت جوشکاری می شود. در سایر فرآیندهای جوشکاری این روکش باید به نحو دیگری تامین گردد.

جوش زیر پودری (SAW)

جوش زیر پودری يك جوش خودکار است. در جوش به روش زیر پودری ماده حفاظت کننده جوش به صورت پودر روی درز ریخته می شود به فاصله کمی پشت نازل پودر قوس الکتریکی توسط الکتروود لخت و در زیر این پودر برقرار میگردد. در حین جوشکاری قوس زیر پودر برقرار شده و جرقه جوشکاری مشاهده نمی شود و نیازی به استفاده از ماسک برای اپراتور نیست و تنها عینک محافظ صنعتی کفایت میکند.

الکتروود فلزی لخت که در این نوع جوشکاری از آن استفاده می شود به صرف پر کردن درز میرسد. نوار جوش توسط گل جوشکاری که از پودرهای ذوب شده ایجاد شده و روی آن لایه دیگری از پودر ذوب نشده به صورت دانه ای قرار دارد حفاظت می شود پودر ذوب شده قابل بازیابی است.

پودر که عامل مشخصه این روش جوشکاری است روکشی ایجاد می کند که اجازه می دهد عمل جوشکاری بدون

شکل (۹-۱) تعیین عدد ضخامت برای راه های اصلی و فرعی

شکل (۹-۲) روش و ن تیل برای تعیین حداقل ضخامت لایه های روسازی

فصل ۱۰:

دزدهای ساختمان

۱-۱۰- مقدمه

به طور کلی درزهای ساختمانی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف- درزهای ساخت^۱ (درزهای اجرایی)

این درزها عموماً به منظور تسهیل عملیات بتن‌ریزی، با توجه به محدودیت حجم بتن‌ریزی در نظر گرفته می‌شوند، در درزهای ساختمانی، طراح، انتظار عکس‌العمل در قبال حرکت‌های مختلف سازه بتنی را نداشته، بلکه فقط سعی دارد تا بر اساس ظرفیتهای کارگاهی فاصله درزها را تعیین کند. در این گونه درزها باید پیوستگی بین بتن و آرماتور در دو قسمت مجاور درز به صورت کامل حفظ شود.

ب- درزهای حرکتی^۲

درزهای حرکتی درزهایی هستند که برای همساز کردن حرکت‌های نسبی قسمتهای مختلف يك سازه به صورت عمدی تعبیه می‌شوند. این حرکتها می‌توانند در اثر تغییرات درجه حرارت، افت بتن و یا نشستهای نامساوی به وجود آیند.

۱-۱-۱۰- کاربرد درزهای ساخت (درزهای اجرایی)

در هر توقف عملیات بتن‌ریزی که موجب سخت شدن بتن می‌گردد، درز ساخت (درز اجرایی) به وجود می‌آید. به طور کلی هرگاه زمان قطع بتن‌ریزی از ۳۰ دقیقه تجاوز کند، باید آن نقطه را يك درز اجرایی به حساب آورد، مگر آنکه حالت خمیری بتن با تدابیری به آن بازگردانده شود. درز ساخت ممکن است دارای وضعیتهای مختلفی باشد، ولی معمولاً قائم یا افقی است. معمولاً سعی می‌شود محل درز ساخت به محل یکی دیگر از انواع درزها منطبق گردد. در تیرها و شاه تیرها درزهای ساخت، باید تقریباً عمود بر محور این اعضا بوده و هیچگاه با محور عضو موازی نباشد.

درز ساخت می‌تواند در اعضا و قطعات بتن آرمه در محل لنگر خمشی ماکزیمم قرار گیرد، زیرا در این اعضا تنشهای کششی توسط فولادهای کششی تحمل می‌شوند. درزهای اجرایی نباید در محلی که قرار است بتن تحمل برش نماید، قرار گیرند. بنابراین در ساخت اعضای خمشی اگر قرار است بتن ریزی در بیش از يك مرحله صورت گیرد، باید ترتیبی اتخاذ شود که قطع بتن ریزی در مجاورت تکیه گاه نبوده، بلکه در نزدیکی وسط دهانه باشد.

تیرها، شاه تیرها، دالها، سرستونها و مانند آنها همگی قسمتهایی از يك کف به حساب می‌آیند که باید در يك مرحله بتن‌ریزی شوند، بتن ریزی ستونها اجباراً در تراز هر طبقه در محل سرستون یا تیر متوقف می‌شود. درزهای ساخت عموماً در ساختمانهای بتنی کاربرد دارند. درزهای ساخت باید در محلهای مناسب و زیر نظر دستگاه نظارت تعبیه شوند.

1- Construction Joints

2- Movement Joints

۱-۱-۲- کاربرد درزهای حرکتی

۱-۱-۲-۱- درزهای انقباضی^۱

این درزها معمولاً به منظور جلوگیری از بروز ترکهای ناشی از جمع شدن بتن تعبیه می‌شوند. اگر در فواصل معین درز انقباض در نظر گرفته نشود، روی سطوح پیاده‌روها یا دیوارهای بتنی ترکهایی پدید خواهد آمد. آرماتورها غالباً می‌توانند محل بروز ترکها را کنترل نمایند، همچنین، وجود درزهای انقباضی که محلشان به طور صحیح انتخاب شده باشد، می‌تواند مانع بروز ترک شوند. عملکرد این درزها به صورتی است که انقباض طرفین درز در محل درز متمرکز می‌گردد. در حقیقت این درزها دارای نوعی عدم پیوستگی عمومی هستند، لیکن شکاف اولیه‌ای بین بتن دو طرف درز وجود ندارد.

۱-۱-۲-۲- درزهای انبساط^۲

این درزها برای جلوگیری از خراب شدن روسا زیاها در اثر فشار بیش از حد، فراهم ساختن امکان تعمیر قسمتی از جدولهای بتنی پیاده‌روها و نظایر آن تعبیه می‌شوند. به طور کلی این درزها برای تأمین امکان انقباض و انبساط ناشی از تغییرات درجه حرارت، به طوری که در نقاط مختلف ساختمان ترک خوردگی و در مقاطع سازه تلاشهای ثانوی زیاد، ایجاد نشوند، تعبیه می‌گردند. عملکرد این درزها باید به گونه‌ای باشد که انبساط و انقباض طرفین درز کاملاً همساز شوند، لازمه چنین درزهایی این است که هیچ گونه پیوستگی در طرفین درز برقرار نباشد، چنین درزهایی باید با کمترین مقاومت در مقابل انقباض و انبساط قادر به باز یا بسته شدن باشند. عموماً این درزها در تمام قسمتهای سازه به طور پیوسته قرار گرفته و از کف تا سقف ادامه می‌یابند، برای حصول اطمینان از جدایی کامل دو قسمت مجاور رعایت این مسئله ضروریست.

۱-۱-۲-۳- درزهای کنترل^۳

انبساط و انقباض بتن در اثر تغییرات رطوبت و حرارت در آن تنشهایی را به وجود می‌آورند که گاه از مقاومت بتن بیشتر بوده و به ترک خوردگی منجر می‌شود. برای حل این مشکل از درزهای کنترل که حرکت نسبی دال یا دیوار در صفحه خود را امکان‌پذیر می‌سازد، استفاده می‌شود. برای جدا کردن واحدهای عظیم مولد برق از قسمتهای مجاور، به منظور جلوگیری از انتقال ارتعاش، منطقه‌ای کردن و محدود ساختن احتمال خرابی در قسمتهایی از ساختمان، جلوگیری از بروز ترک به علت تمرکز تنش در محلهایی که تغییر مقطع قابل توجهی حادث شده است (نظیر بازو دیوارها)، جداسازی قسمتهای مختلف يك شالوده به علت تفاوت باربری آنها، جدا ساختن بازوهای مختلف سازه‌هایی که شکل پلان آنها +، L، T، H، U می‌باشد، از درز کنترل استفاده می‌شود. محل درزهای کنترل به ملاحظات معماری و مهندسی بستگی دارد. با تکیه بر تجربیات به دست آمده بهتر است ساختمانهای بتنی بزرگ، مستقل و بدون درز با طول بیش از ۱۸ متر ساخته نشوند.

۱-۱-۲-۴- درزهای نشست^۴

این درزها برای جلوگیری از نشستهای نامساوی دو ساختمان مجاور که دارای دو نوع مصالح، دو نوع پی یا دو ارتفاع متفاوت هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- 1- Construction Joints
- 2- Expansion Joints
- 3- Control Joints
- 4- Settlement Joints

۱۰-۱-۲-۵- درزهای لغزشی^۱

درزهایی هستند که امکان لغزش دو قسمت مجاور درز بدون انتقال نیروی برشی را فراهم می‌کنند. این درزها غالباً در مخازن، به ویژه در مواردی که تغییرات درجه حرارت محیط زیاد است، مورد استفاده قرار می‌گیرند.