قالب بندی و ارماتور بندی

ایمان الیاسیان، دانشجوی دکترای عمران سازه

طبقه بندی آرماتورها

آزمایش کشش آرماتورها

ضوابط دور پیچ ها

محدودیت های فولاد گذاری اعضای خمشی یا فشاری

حداکثر فواصل خاموت برشی و ضوابط کلی آرماتورهای عرضی

قلاب های استاندارد

قطر خم ها و طول گیرایی میلگرد های فشاری و کششی

ضوابط کلی مهار آرماتورها

وصله جوشی، اتصال جوشی نوک به نوک در کارخانه

وصله مکانیکی و اتکایی

جزئیات آرماتورگذاری در دالهای با و بدون تیر

محدودیت آرماتورهای پی ها و شمع ها

آرماتور حرارت و جمع شدگی پی ها

آرماتور جلدی و ...

قالب بندی

سازه های بتنی یکسری عملیات مهم دارند، از جمله این عملیات میتوان به قالب بندی اشاره کرد. این عملیات از نظر اقتصادی و اجرایی تاثیر زیادی بر روی ساختمان سازی دارد. به همین علت شیوه اجرا و نکات ظریف آن در کل پروژه تاثیر گذار است. حتی خصوصیات نهایی ساختمان نیز از این امر تاثیر می گیرد. قالب ها در ساختمان های بتنی، وزن بتن خیس را تحمل میکنند. برای اجرای قالب بندی و ساخت قالب هزینه زیادی میشود. به طور کلی این امر بسیار حساس بوده و اگر به درستی انجام نشود، پروژه متحمل هزینه های زیادی میشود. اگر عملیات قالب بندی به درستی انجام نشود، بتن خوب سفت نمی شود.

انواع قالب و قالب بندی در سازه های بتنی :

برای ساخت سازه بتن مسلح، ابتدا بتن ها را در قالب میریزند. بعد از زمان کوتاهی این بتن ها شکل قالب را به خود میگیرند. مهم ترین گام در احداث سازه‌های بتنی، شیوه قالب‌بندی می باشد. اهمیت این موضوع در حدی ست که باید همه افراد دخیل در پروژه در جریان کامل کار باشند. افرادی مثل مجری، پیمانکار، استادکار و..آنها باید تمام مسائل قالب بندی، مصالح، ابعاد و شیوه اجرای کار را به طور کامل بدانند.

زمانی که قالب ها در مکان مورد نظر قرار گرفت باید به طور دقیق بررسی شود. باید با دقت درزهایی که ممکن است بتن از آنها سرازیر شود را پرکنیم. پایه های اطمینان نیز خیلی مهم هستند. زیرا این پایه ها باعث پایداری قالب بندی میشوند. گزینه مهم بعدی ترازبندی دقیق است. اگر بتن ریزی با دقت انجام نشود، ترازبندی مشکل دار میشود یعنی بخشی از قالب پر شده و بخشی دیگر خالی می ماند. مهاربندی افقی نیز باید با نظرات درست انجام شود. اگر بارهای زنده و مرده وارد به قالب ها را در نظر نگیریم ، قالب به زودی خراب میشود.

شرایط قالب‌بندی :

- شیوه ساخت و نصب قالبها باید به شکلی انجام شود که شکل، اندازه و فرمت بتن به خوبی حفظ شود.
- محکم بودن قالب نیز مهم است. قالب ها باید در برابر وزن و فشار بتن ها تازه مقاوم باشند.
- نصب و باز کردن قالب ها باید راحت باشد. این موضوع باعث کاهش اتلاف وقت و هزینه میشود.
- باید بتوانیم به راحتی با تجهیزات موجود قالب ها را جا به جا کنیم.
- درزبندی قالب ها باید با دقت انجام شود تا از اتلاف هزینه و صدمات احتمالی جلوگیری شود.

قالب آجری :

برای قالب بندی، شالوده ها و دیوارهای نزدیک خاک بکار می رود. جهت پیاده سازی این قالب یک دیوار به ضخامت ۱۰ یا ۲۰ سانتی متر میسازند. این ضخامت به ارتفاع بتن و نیروهای وارد بستگی دارد. یک لایه ورق نایلونی برای جلوگیری از کرمو شدن بتن و مکیده شدن آب بکار می رود.در صورتی که نتوان از این ورق ها استفاده کرد. باید سطوح را به خوبی آبپاشی کنیم. از جلوگیری نفوذ آب در قالب ها نباید غافل شویم.

اصولا برای استحکام قالب های فولادی، مفتول گالوانیزه بکار می رود.

قالب چوبی :

در این نوع قالب، چوب و تخته چند لا استفاده میشود. حتی جهت درست کردن قاب قالب، نیز از آن استفاده میکنند. برای ساخت قالب از الوار، تخته و تخته چند لایه نیز استفاده میکنند.

باید در ساخت این نوع قالب بندی ساختمانی دقت بیشتری شود. زیرا باید بتوان به راحتی با نیروهای کارگاه آن را جا به جا شود. در زمان نصب و بتن‌ریزی باید دقت شود که به هیچ سطح یا لبه ای آسیب نرسد. در مرحله آخر؛ نگهداری و انبار قالب ها نیز از اهمیت زیادی برخوردار است.

قالب فولادی :

زمانی که حجم کار زیاد باشد و همینطور سطوح دارای تنوع زیادی بوده و ابعاد نیز کم باشد از این قالب استفاده میشود.استفاده از این نوع قالب، در این حالت مقرون بصرفه تر است. قیمت قالب فولادی بالاست اما از آنجایی که عمر زیادی دارد، پروژه را متحمل هزینه زیادی نمیکند. قالب های فولادی، مقاومت زیادی داشته و به راحتی باز و بسته میشوند. در

شرایط گرم یا سرد آب و هوایی مراقبت از آنها مهم است. اصولا برای استحکام قالب های فولادی، مفتول گالوانیزه بکار می رود.

قالب برداری :

۱. زمانی باید عملیات قالب برداری انجام شود که بتن امکان تحمل نیروی های وارده را داشته باشد. زیرا نباید تغییر شکل بتن ها از تغییر شکل پیش بینی شده، بیشتر شود.

۲. نباید قبل از برداشتن، قطعات بتنی و سایر اعضا، پایه‌ها و قالبهای باربر را جمع آوری کنیم. زیرا این پایه ها مقاومت اعضا را تحمل میکنند.

۳. در زمان این عملیات باید دقت شود که مراحل به ترتیب انجام شوند. نباید هیچ ضربه ای به قطعات وارد شود. اعضا نباید بار ناگهانی دریافت کنند.زیرا در غیر اینصورت بتن صدمه دیده و دیگر کارایی لازم را نخواهد داشت.

۴. در صورتی که نیاز بود قالب برداری سریعتر انجام شود؛ باید برای نگهداری بتن ها راه حل پیدا کنیم.

۵شمع برداری نیز باید به شکلی انجام شود که از ضربه خوردن برون محوری یا برون مرکزی جلوگیری شو

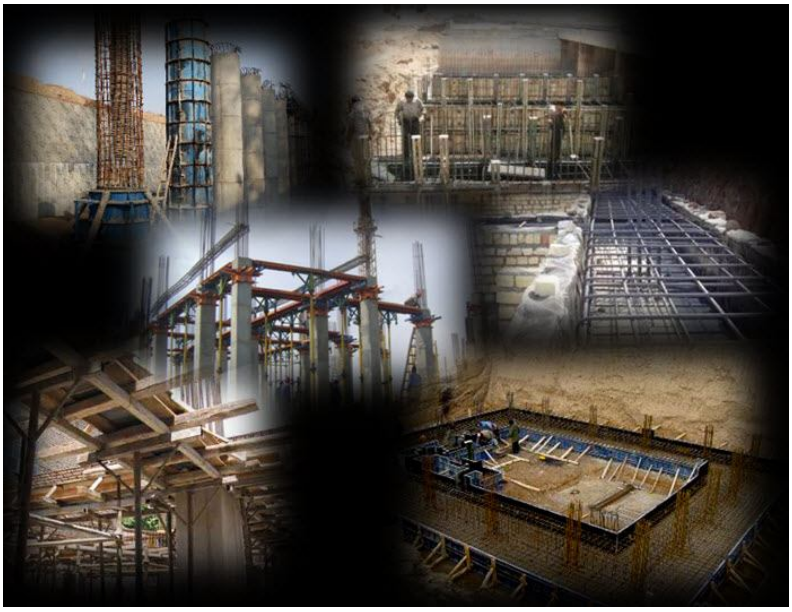
قالب‌بندی

کلیات

برای احداث یک سازه بتن آرمه، باید بتن خمیری در قالبهایی ریخته شود تا پس از پر کردن تمام حجم قالبها و سفت شدن، به شکل لازم در آید. از مهمترین گامها در احداث سازه‌های بتنی، انجام قالب‌بندی است. به همین دلیل باید مجری و پیمانکار سازه‌های بتنی کاملا در جریان امور مربوط به قالب‌بندی، از وسایل گرفته تا مشخصات و رواداریهای ابعاد و روشهای اجرایی قرار داشته باشند.

پس از استقرار قالبها در محل مربوطه باید از آنها کاملاً بازدید نموده و درزهایی که احتمالا باعث بیرون زدن شیره بتن خواهند شد، گرفته شوند.

پایداری از مهمترین خصوصیاتی است که باید در قالب‌بندی رعایت شود. کافی نبودن مهاربندی پایه‌ها و یا مهاربندی افقی سکوها، عدم تنظیم تعادل افقی بتن‌ریزی که منجر به پر شدن یک قسمت از قالب، و خالی ماندن قسمت دیگر می‌شود، کف نامناسب در زیر قالب شالوده و یا زیر پایه‌ها، عدم حضور کارگران ماهر، خوب نبستن قطعات قالب به یکدیگر، در نظر نگرفتن بارهای زنده و مرده وارده به قالبها و لغزش لایه خاک مجاور قالب و غیره می‌توانند باعث خرابی قالبها گردند.



تدارکات مربوط به قالبها

قبل از بتن‌ریزی

باید نسبت به قالبهای در تماس با بتن نما، توجه کافی مبذول داشت. درز بین تخته‌ها و درز بازشوهایی که در قالب ایجاد شده‌اند، باید کاملا آب‌بندی شوند تا شیرهٔ بتن از درزها بیرون نزند (شکلهای ۱ و ۲). باید از حرکت قالب از جای خود و نیز حرکت اجزای قالب نسبت به یکدیگر جلوگیری بعمل آید. باید برای برداشتن قطعاتی که برای حفظ فاصله تخته‌های دو وجه مقابل هم قالب بکار می‌روند (تخته اندازه‌ها)، تدابیر لازم اتخاذ گردد تا این قطعات درون بتن نمانند. باید به نحوی قرار داده شوند که پس از برداشتن قالب و بریدن آنها حتی المقدور کمترین اثر روی بتن باقی بماند.

برای دانلود مقاله به ادامه مطلب مراجعه نمائید...

تراز و شاغولی بودن قالبها باید در حین بتن‌ریزی بهم بخورد. به این منظور گاه با ریسمان‌بندی بین نقاط مرجعی که به قالب متصل نیستند، از حلظ وضعیت قالب اطمینان بعمل می‌آید. تمام قطعاتی که به قالب بسته می‌شوند باید کاملا محکم شوند تا لرزاندن بتن باعث شل شدن آنها نشود. برای تسهیل کار متراکم ساختن بتن در دیوارهای بلند و امثال آنها، باید در نقاط لازم در روی قالب بازشوهایی تعبیه نمود. این بازشوها باید دارای دری باشند که براحتی باز و بسته شده و کاملا آب بند باشند.

پایه‌های اطمینان باید به نحوی قرار گیرند که پایداری مجموعهٔ قالبها کاملا تأمین گردد. از اتکای پایه‌ها بر زمینهای منجمد و سست باید جداً احتراز گردد.

مقررات مربوط به ایمنی قالبها از لحاظ کارگرانی که در محل هستند، باید کاملا رعایت شوند. جدار قالب باید به موادی آغشته شود که بتن پس از گرفتن به آن نچسبد و هم قالب برداری براحتی انجام شود و هم سطح بتن پس از قالب برداری خراب نشود. نوع این مواد برحسب هوای محیط و سطح مورد نیاز برای بتن، پس از قالب برداری متفاوت است. جلوگیری از چسبیدن قالب بتن به راههای زیر صورت می‌پذیرد:

)۱ (استعمال مایعی که جدار قالب را روغنی کند.

)۲ (استعمال رزین یا روغن جلایی که پس از خشک شدن، جدار قالب را لغزنده و بسیار صاف نماید.

)۳ (استعمال مواد دیرگیر بر روی جدار برای جلوگیری از هیدراتاسیون لایهٔ نازکی از بتن مجاور قالب.

)۴ (استفاده از پوششهایی سخت و کاملا صاف از قبیل قالبهای فایبرگلاس و یا پلاستیکی.

روشهای فوق همچنین از جذب آب بتن توسط قالب چوبی نیز جلوگیری می‌نمایند. برای اینکه قالبها بهتر دوام کنند، باید بمجرد قالب برداری، کار تمیز کردن قالب و آغشته سازی آن انجام پذیرد. هوای گرم و خشک و یا سرد و مرطوب می‌تواند باعث خرابی قالب شود. در صورتی که آغشته کردن سطح قالب به مواد لازم، در محل نصب و بسته شدن قالب صورت پذیرد، باید مطمئن شد که این مواد روی میلگردها و سایر نقاطی که پیوستگی بتن با آنها ضروری است نمانده باشند. مواد فوق باید

به نحوی باشند که بر بتن و یا بر نمایی که برای بتن لازم است، آثار نامناسبی نداشته باشند.
گرد و خاک، خاک اره، میخهای افتاده و سایر فضولاتی که ممکن است در قالب ریخته باشند، باید قبل از شروع بتن‌ریزی برداشته شوند. قالبها باید به نحوی مستقر شوند که محل کافی برای جا دادن میلگردها و بتن، کار کردن در قالب در صورت لزوم، لرزاندن بتن و نیز نظارت بر کلیهٔ اقدامات فوق موجود باشد. نظارت بر وضع قالب در هنگام بتن‌ریزی باید دقیقاً بعمل آمده و بمجرد مشاهدهٔ اشکال در قالب دستور قطع بتن‌ریزی صادر گردد.

پس از گرفتن بتن

قالبها باید بمجرد اینکه دیگر به آنها نیاز نباشد، برداشته شوند. این زمان به اثر قالب برداری بر خرابی بتن، مقاومت سازه‌ای و خیز بتن، مراقبت از بتن، مسائل مربوط به پرداخت و چگونگی استفادهٔ مجدد از قالبها، بستگی دارد. در کارگاه نمونه‌هایی از بتن تهیه شده و در شرایط کارگاه نگهداری می‌شوند. طبق آئین نامه ACI زمانی می‌توان قالب بتن را برداشت که مقاومت نمونهٔ استوانه‌ای بتن از مقادیر زیر کمتر نباشد:

)۱ (بتن اعضایی که تحت تنشهای خمشی و کششی زیاد قرار نمی‌گیرند و از قالبها، بعنوان تکیه گاه قائم استفاده نشده و در صورت برداشتن قالب، به دلیل فعالیتهای ساختمانی به آنها آسیبی وارد نمی‌شود. برای مثال قسمتهای سطوح شیبدار و دیواره‌های جانبی تونلهایی که داخل سنگ کنده شده‌اند از مقاومت فشاری ۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع.

)۲ (بتن اعضایی که ممکن است تحت تنشهای خمشی و کششی زیادی قرار گیرند و یا تا حدودی از قالب بعنوان تکیه گاه قائم استفاده شده و ضمناً تنها در معرض بار مرده قرار دارند. برای مثال سطوح قائم مقاطع نازک، قسمتهای پایینی سطوح شیبدار و قسمت قوسی جدار تونلهایی که داخل سنگ کنده شده‌اند از مقاومت فشاری ۵۲/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع.

)۳ (بتن اعضای مشابه فوق که در معرض بار مرده و بار زنده قرار می‌گیرند. برای مثال داخل بازشوهای سدها، ستونها، دیوارهای جانبی تونلهایی که خاک مجاور به آنها نیرو وارد می‌سازد. از مقاومت فشاری ۱۰۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع.

)۴ (بتن اعضایی که تحت تنشهای خمشی زیاد قرار گرفته و تمامی بار قائم آنها بر قالب وارد می‌آید. برای مثال سکوها و گذرگاههای بالای سطح زمین، تیرها و عرشهٔ پلها. از مقاومت فشاری ۱۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع.

آئین نامه ایران، زمان قالب برداری را طبق شرایط و زمانهای مذکور در زیر مقرر می‌دارد: چنانچه زمان قالب برداری در طرح، تعیین نشده باشد، قالبها و پایه‌ها، نباید قبل از سپری شدن مدتهای مندرج در جدول ۱ برداشته شوند.

در استفاده از این جدول باید بخاطر داشت که:

الف- ارقام جدول فوق بر پایه شروط زیر تنظیم شده‌اند:

)۱ (بتن با استفاده از سیمان پرتلند معمولی یا مقاوم به سولفات تهیه شده است.

)۲ (چنانچه از بتن با سیمان زودگیر استفاده شود، ارقام جدول ۱ قابل کاهش است.

)۳ (چنانچه از مواد دیرگیرکننده استفاده شود، باید ارقام فوق افزایش یابند.

)۴ (در مورد قالب برداری سطوح قائم باید جهت حفظ بتن در برابر گرما یا سرمای محیط، بلافاصله پس از قالب برداری، عمل آوردن بتن به روش مقتضی صورت پذیرد.

)۵ (اگر ملاحظات خاصی برای پرهیز از ترکهای زودهنگام و یا حذف آنها (خصوصاً در اعضا و قطعات با ضخامتها و در درجه حرارتهای مختلف) یا تقلیل تغییر شکلهای وارفتگی در نظر باشد، باید ارقام فوق را افزایش داد.

)۶ (چنانچه کسب مقاومت بتن، با عمل آوردن تسریع شده و یا قالب‌بندی خاص، نظیر قالبهای لغزان مطرح باشد، ممکن است مقادیر فوق کاهش یابند.

)۷ (روابط مندرج در ستون آخر تا هنگامی معتبر هستند که درجهٔ حرارت محیط از ۲۵ درجهٔ سانتیگراد، بیشتر نباشد.

)۸ (چنانچه ضمن سخت شدن بتن، دمای محیط به کمتر از صفر درجهٔ سانتیگراد تنزل نماید، باید ارقام مندرج در جدول ۱، حداقل به میزان مدت یخبندان افزایش یابند.

ب- برداشتن قالب و پایه‌ها در مدتهای کمتر از مقادیر مندرج در جدول ۱، فقط بشرط آزمایش میسر است.

)۱ (در صورتی که آزمایش نمونه‌های آگاهی (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به ۷۰ درصد مقاومت ۲۸ روزهٔ مورد نظر باشد، می‌توان قالب سطوح زیرین را برداشت. برداشتن پایه‌های اطمینان در صورتی مجاز است که مقاومت

بتن به مقاومت ۲۸ روزهٔ مورد نظر رسیده باشد.
)۲ (در مور قطعاتی که بار مردهٔ آنها در مقایسه با سایر بارهایی که تحمل خواهند کرد،
قابل ملاحظه بوده و تنش حاصل از بار مرده تعیین کننده باشد، علاوه بر اینکه مقاومت بتن باید به ۷۰ درصد مقاومت ۲۸ روزه برسد، نباید از دو برابر تنش حاصل از بار مرده نیز کمتر باشد، تا بتوان به برداشتن قالب سطوح زیرین مبادرت ورزید.
قالب برداری باید توسط وسایلی انجام شود که بتن و به قالب آسیبی وارد نیاورند. برای جدا کردن قالب از بتن حتی المقدور باید بجای گوههای فلزی از انواع چوبی استفاده شود. گاه برای جدا کردن قالبهای بزرگ از بتن، وسایلی در قالب تعبیه شده، آب پر فشار با هوا به این وسایل نصب شده و باعث کنده شدن قالب می‌شوند. باید به جزئیات قالب برای تسهیل قالب برداری توجه ویژه مبذول گردد. قالب برداری باید بآهستگی صورت پذیرد تا بار بطور ناگهانی به بتن وارد نشود. مقاومت لازم برای قالب برداری در بالا ذکر گردید.
استفاده از پخ در گوشه‌های قالب، کار قالب برداری را تسهیل می‌نماید.
قالب برداری و برداشتن پایه‌ها باید با توجه به رفتار آتی سازه، و چنان انجام پذیرد که قطعه در هماهنگی با وظیفهٔ آتی خود، و بتدریج تحت بار قرار گیرد. بعنوان مثال برداشتن پایه‌های تیرها باید از وسط شروع شده و به سمت تکیه گاهها ادامه یابد. یا پایه‌های زیر طره‌های بزرگ باید بتدریج از لبه آزاد برداشته شده و بطرف تکیه گاه پیش بیاید و اگر علائمی از تغییر شکل یا ترک خوردگی در آنها مشاهده شد، برداشتن
پایه‌ها متوقف شود.
در تابستان باید قالب برداری سریعا انجام شده و مراقبت از بتن شروع شود. گاه حتی قبل از برداشت کامل قالب، صفحات قالب شل شده و آب بین بتن و قالب ریخته می‌شود. در زمستان که قالبها عایق‌بندی شده‌اند، باید قالب تا مدت لازم روی بتن باقی بماند. در مواقعی که پرداخت سطح بتن از اهمیت زیادی برخوردار است، می‌توان در حالی که بتن هنوز سبز است، قالب را برداشت.
پس از برداشتن قالبها باید آنها را برای استفادهٔ مجدد آماده ساخت. تمام میخها و وسایل اتصال باید از قالب جدا شوند و گوشه‌های شکسته تخته‌ها کنده شده و صاف شوند. قسمتهای کج شده قالبهای فلزی باید دوباره صاف شوند. سطوحی که روی آنها ملاط و یا سایر چیزهای چسبنده باقی مانده باید تمیز شوند. برای این کار در مورد قالب چوبی بهتر است از یک قطعه چوب استفاده شود. برای قالبهای فلزی از برسهایی که زیاد خشن نبوده و سطح فلز را خط نباندازند استفاده می‌شود.

رواداری‌ها در قالب‌بندی

در صورتی که مشخصات فنی خصوصی، رواداریهایی را مشخص نکرده باشند،
قالب‌بندی باید به نحوی انجام پذیرد که تفاوتهای اندازه‌های نقشه و سازهٔ ساخته شده در محدودهٔ رواداریهای توصیه شده توسط آئین نامه بتن آرمه ایران باشند:

رواداریهای ساختمانهای بتن آرمه معمولی

الف- انحراف از امتداد قائم:
)۱ (برای لبه‌ها و سطوح ستونها، پایه پلها، در دیوارها، در نبشها و کنجها و میلیمتر در هر ۳ متر طول ولی در کل طول از ۲۵ میلیمتر بیشتر نشود.
)۲ (برای گوشه نمایان ستونها، درزهای کنترل و سایر خطوط برجسته، نمایان و مهم
در هر چشمه یا حداکثر ۶ متر ۶ میلیمتر
در کل طول ۱۲ میلیمتر
ب- انحراف از سطح یا ترازهای مشخص شده در نقشه‌ها:
)۱ (در سطح زیرین دالها و تیرها، سقفها، نبشها و کنجها قبل از برچیدن حائلها
در هر ۳ متر طول ۶ میلیمتر
در هر چشمه یا هر حداکثر ۶ متر طول ۹ میلیمتر
در کل طول ۱۹ میلیمتر

)۲ (برای نعل درگاههای نمایان، زیرسریها، جان پناهها، شیارهای افقی و سایر خطوط برجسته، نمایان و مهم:
در هر چشمه یا حداکثر ۶ متر طول ۶ میلیمتر
در کل طول ۱۲ میلیمتر
پ- انحراف ستونها، دیوارها و تیغه‌های جداکننده از موقعیت مشخص شده در پلان سازه:
در هر چشمه ۱۲ میلیمتر
در هر ۶ متر طول ۱۲ میلیمتر
در کل طول ۲۵ میلیمتر
ث- انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کف، دیوار و غلافها میلیمتر
ج- اختلاف در ابعاد مقطع عرضی تیرها و ستونها و ضخامت دال و دیوارها
-۶ میلیمتر و ۱۲+ میلیمتر
چ- شالوده‌ها:
)۱ (اختلاف اندازه‌ها در پلان ۱۲-میلیمتر و ۵۰میلیمتر
)۲ (جابجایی یا خروج از مرکز:
دو درصد عرض شالوده در جهت تغییر محل، بشرطی که از ۵۰ میلیمتر بیشتر نباشد.
)۳ (کاهش ضخامت شالوده ۵ درصد ضخامت مقرر شده
ح- تغییر در پله‌ها:
)۱ (در یک رشته پله:
ارتفاع پله میلیمتر
کف پله میلیمتر
)۲ (در رشته‌های متوالی پله‌ها
نسبت به تراز مقرر میلیمتر
نسبت به خطوط مقرر در پلان میلیمتر

رواداریهای سازه‌های ویژه

پوشش بتنی کانال:
)۱ (جابجایی نسبت به راستاهای مقرر شده:
۵۰ میلیمتر روی خطوط مستیم
۱۰۰ میلیمتر روی خطوط منحنی
)۲ (تفاوت تراز نسبت به تراز مقرر شده نیمرخ ۲۵ میلیمتر
)۳ (کاهش ضخامت پوشش ۱۰ درصد ضخامت پوشش ، بشرطی که ضخامت متوسط طبق حجم بتن ریزی روزانه حفظ شود .
)۴ (تفاوت عرض مقطع در هر ارتفاع از کانال ۲/۵ در هزار بعلاوۀ ۲۵ میلیمتر
)۵ (تفاوت ارتفاع مقرر پوشش کانال ۵ در هزار بعلاوۀ ۲۵ میلیمتر
)۶ (تفاوت در سطوح
کف ۶ میلیمتر در هر ۳ متر
شیبهای کناری ۱۲ میلیمتر در هر ۳ متر
سیفونها و آبروهای یکپارچه:
)۱ (تفاوت محل نسبت به راستاهای مقرر شده ۲۵ میلیمتر
)۲ (تفاوت تراز نسبت به تراز مقرر شده نیمرخ ۲۵ میلیمتر

)۳ (تفاوت ضخامت:
در هر نقطه، بزرگترین مقدار ۶- میلیمتر با ۲/۵- درصد
در هر نقطه، بزرگترین مقدار ۱۲+ میلیمتر یا ۵+ درصد
)۴ (تفاوت ابعاد داخلی ۰/۵ درصد
)۵ (تفاوت در سطوح
کف ۶ میلیمتر در هر ۳ متر
شیبهای کناری ۱۲ میلیمتر در هر ۳ متر

پلها، آبروهای روگذر، ناودانیها و غیره

)۱ (تفاوت محل نسبت به راستای مقرر شده ۲۵ میلیمتر
)۲ (تفاوت تراز نسبت به تراز مقرر شده ۲۵ میلیمتر
)۳ (تفاوت نسبت به امتداد قائم یا خطوط مایل مشخص شده در خطوط و سطح:
ستونها، پایه‌های پل، دیوارها و نبشها:
در سطوح نمایان در هر ۳ متر ۱۲ میلیمتر
در سطوح در تماس با خاک در هر ۳ متر ۲۵ میلیمتر
)۴ (تفاوت نسبت به سطح افق یا ترازهای مشخص شده در نقشه برای دالها، تیرها، شیارهای افقی و پیش‌آمدگیهای نرده‌ها:
در سطوح نمایان در هر ۳ متر ۱۲ میلیمتر
در سطوح در تماس با خاک در هر ۳ متر ۲۵ میلیمتر
)۵ (تفاوت ابعاد مقطع عرضی ستونها، پایه‌های پل، دالها، دیوارها، تیرها و اجرای مشابه ۶-میلیمتر و ۱۲+ میلیمتر
)۶ (تفاوت در ضخامت دالهای پل ۳- میلیمتر و ۶+ میلیمتر
)۷ (شالوده‌ها: مشابه شالوده ساختمانها
)۸ (تفاوت در محل و ابعاد بازشوهای دالها و دیوارها ۱۲ میلیمتر
)۹ (آستانه و دیوارهای جانبی دریچه‌های رادیال و درزهای آب‌بند مشابه. تفاوت نسبت به امتداد قائم یا افقی از ۳ میلیمتر در هر ۳ متر بیشتر نباشد.

سازه‌های بتن حجیم:

الف- تمام سازه‌ها:

)۱ (تغییر در خطوط و حاشیه خارجی سازه، نسبت به پلان تعیین شده:
در هر ۶ متر طول ۱۲ میلیمتر
در هر ۱۲ متر طول ۱۹ میلیمتر
)۲ (تغییر در اندازه‌های سازه نسبت به موقعیت تعیین شده:
در هر ۲۴ متر یا بیشتر ۳۲ میلیمتر
در سازه‌های مدفون دو برابر مقادیر فوق
)۳ (تفاوت نسبت به نشانه‌ها، شیبها و منحنیهای تعیین شده، خطوط، لبه‌ها، بر ستونها، دیوارها، پایه‌ها، پشت بندها، مقاطع قوسی، درزهای شیاری قائم، کنجها، زوایا و نبشهای نمایان:
در هر ۳ متر ۱۲ میلیمتر
در هر ۶ متر ۱۹ میلیمتر
در هر ۱۲ متر ۳۲ میلیمتر
در سازه‌های مدفون دو برابر مقادیر فوق
)۴ (تغییر نسبت به سطح افق و یا نسبت به ترازهای مشخص شده در نقشه، در مورد زیر تیرها و دالها، درزهای شیاری افقی و نبشها و زوایای نمایان:

در هر ۳ متر طول ۶ میلیمتر
در هر ۹ متر طول یا بیشتر ۱۲ میلیمتر
در سازه‌های مدفون دو برابر مقادیر فوق
)۵ (تغییر در اندازه‌های مقطع عرضی ستونها، تیرها، پشت بندها، پایه‌های پل و اعضای مشابه ۶- میلیمتر و ۱۲+ میلیمتر
)۶ (تغییر در ضخامت دالها و دیوارها و مقاطع قوسی و اعضای مشابه
۶-میلیمتر و ۱۲+ میلیمتر
ب- شالودهٔ ستونها و دیوارها و پایه‌های پل و پشت بندها و اعضای مشابه
)۱ (تغییر اندازه‌ها در پلان ۱۲-میلیمتر و ۵۰+ میلیمتر
)۲ (جابجایی یا برون محوری:
۲ درصد عرض شالوده در راستای جابجایی ولی از ۵۰ میلیمتر بیشتر نباشد.
)۳ (کاهش ضخامت شالوده ۵ درصد ضخامت تعیین شده
پ- زیرسری و دیوارهای کناری در دریچه‌های قطاعی و اتصالات آب‌بند مشابه
)۱ (تغییر نسبت به نشانه و تراز تعیین شده از ۳ میلیمتر در هر ۳ متر بیشتر نشود

پوشش تونل و مجراهای درجا:

)۱ (جابجایی نسبت به راستاهای مقرر شده و یا ترازهای مقرر شده
تونلها و مجراهای جریان آزاد آب ۲۵ میلیمتر
تونلها و مجراهای جریان سریع آب ۱۲ میلیمتر
تونلهای راه آهن ۲۵ میلیمتر
)۲ (تفاوت ضخامت در هر نقطه
پوشش تونل ۰-
مجراها بزرگترین دو مقدار ۶- میلیمتر یا ۲/۵- درصد
مجراها بزرگترین دو مقدار ۱۲+ میلیمتر یا ۵+ درصد
)۳ (تفاوت نسبت به ابعاد داخلی ۰/۵ درصد

انواع مصالح قالب

قالب اجزای بتنی را می‌توان از مصالح مختلفی تهیه نمود. ویژگیهای این قالبها بشرح زیر هستند:

قالب آجری

این نوع قالب برای شالوده‌ها و دیوارهای حائل مجاور خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای اجرا، بسته به ارتفاع بتن در قالب و نیز نیروهای وارده، یک دیوار ۱۱ یا ۲۲ سانتیمتری احداث می‌شود. برای جلوگیری از کرمو شدن بتن و مکیده شدن آب آن توسط آجر قبل از بتن‌ریزی، آجرها آب پاشی می‌شوند. جلوگیری کردن از تجمع آب در کف قالب ضروری است. برای جلوگیری از خرابی بتن، همچنین می‌توان قالب آجری را قیروگونی کرد.

بهای تمام شده این قالبها کم و تغییر شکل آنها ناچیز است. ضخامت دیوار به ضخامت شالوده یا دیوار حائل افزوده شده و ضمنا دیوار آجری، تا حدودی بتن را در مقابل عوامل محیطی حفاظت می‌نماید. با توجه به اینکه قالب آجری باز نمی‌شود، عیوب احتمالی بتن دیده نخواهند شد و به همین دلیل باید به بتن‌ریزی و جا دادن بتن توجه ویژه‌ای مبذول داشت.

قالب چوبی

این مصالح برای تمام کارهای قالب‌بندی از درست کردن قاب قالب تا جدار آن و پایه‌های اطمینان مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای درست کردن قالب از قطعات الوار، تخته و تخته چندلا استفاده می‌شود. برای اتصال قطعات به یکدیگر میخ و پیچ بکار گرفته می‌شوند. انواع قالبهای چوبی عبارتند از:

قالب خام، که بدون رنده کردن سطح آن، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهتر است سطح این قالب حتی المقدور صاف باشد.

قالب رنده شده، برای سطوحی که صافی و زیبایی آنها مدنظر است مورد استفاده قرار می‌گیرد.
قالب ممتاز، که پس از رنده شدن، درزهای آن بتونه شده و سپس سمباده می‌شوند.
توجه به درزها جهت جلوگیری از بیرون زدن شیرهٔ بتن ضروری است. در این رابطه باید درزها به یکی از وسایل زیر آب‌بندی شوند:
)۱ (استفاده از نوار اسفنجی، (۲) میخ کردن نوار فلزی یا مقوایی در روی درز قالب و (۳) پوشاندن سطح داخلی قالب با آهن سفید یا ورقه‌های فایبرگلاس. پوشاندن سطح قالب با آهن سفید باعث می‌شود که سطح بتن به دلیل ماندن ذرات ریز آب بین بتن و قالب، مک دار شود. این امر هر چند به مقاومت بتن لطمه‌ای نمی‌زند ولی برای سازه‌هایی از قبیل سیلوی گندم که این فرورفتگیهای کوچک بهترین محل برای لانه کردن آفات گیاهی هستند، می‌تواند بسیار مضر باشد.
هنگام استفاده از قالبهای چوبی باید فضاهای لازم برای فعالیتهای مختلفی در نظر گرفته شوند. از جمله:
)۱ (محل آماده کردن قالبها و انجام نجاری، برش، میخ زنی و غیره، (۲) محل انبار کردن قالبها، (۳) تعمیرگاه قالبهای مستعمل برای تعمیر و بازسازی قالبها و (۴) محل قالبهایی که از حیز انتفاع افتاده و باید دور ریخته شوند. سه محل اول باید حتما سرپوشیده بوده و از نزولات جوی در امان باشند. علامت گذاری قالبها برای شناخت قالب و تعداد دفعاتی که قالبها مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ضروری است.

قالب فولادی

در مواردی که حجم کار زیاد و تنوع سطوح و ابعاد کم باشد، استفاده از قالبهای فولادی کاملاً بصرفه خواهد بود. بهای اولیه این قالبها نسبتاً زیاد است ولی عمر زیاد آنها این مسئله را توجیه می‌نماید. برای ساخت دیوارهای بتنی، سدهای بتنی، پوشش بتنی کانالها و تونلها و نیز ساخت اجزای پیش ساخته با استفاده از قطعات نیمرخهای استاندارد و نیز ورقها و برش، شکل دادن و جوشکاری آنها قالب را تهیه و کار را به انجام می‌رسانند.
قالبهای فولادی، نسبتاً ریژید و مقاوم بوده و به دلیل امکان استفاده از اتصالات خاص می‌توان بسهولت و با سرعت آنها را برپا داشته و از هم جدا کرد. سطح بتن در تماس با قالب فولادی، بشرط آنکه پس از باز کردن قالب، پرداخت مناسبی صورت گرفته از مکدار شدن سطح جلوگیری شود، کاملا صاف است. در هوای سرد و گرم باید این قالب حتی المقدور عایق شده و از تغییرات حرارتی در آن جلوگیری شود. وجود فضاهای زیر در کارگاه، در صورتی که قالب در کارگاه ساخته شود، ضروری است:
)۱ (محل ساخت شامل عملیات برش، خمکاری، جوشکاری، (۲) محل انبار کردن قالبهای مورد استفاده، (۳) محل تمیز کردن و زنگ زدایی قالبها و (۴) محل انجام تعمیرات اساسی.

قالب آلومینیومی

آلومینیوم به دلیل سبکی و سهولت حمل روز به روز کاربرد بیشتری در ساخت قالب بدست می‌آورد. همچنین هزینه کار بر روی آلومینیوم برای دستیابی به یک مقطع، نسبت به هزینه مربوطه برای همین کار در مورد فولاد، کمتر است. آلومینیوم خالص فلز نرمی بوده و ممکن است بسهولت سائیده و خراب شود. به همین دلیل بهتر است از آلیاژهای آلومینیوم که حداقل دارای سختی برینل ۱۵۰ باشند، برای تهیهٔ قالب استفاده شود.

قالب فایبر گلاس

برای استفاده از این قالبها باید هزینهٔ اولیه نسبتاً زیادی را برای درست کردن قالب فولادی لازم، متقبل شد ولی هزینهٔ خود مصالح فایبرگلاس که شکل قالب را به خود می‌گیرند نسبتاً کم بوده در صورت ساخت تعداد زیادی صفحهٔ فایبرگلاس هزینه سرشکن می‌گردد. با قالبهای فایبرگلاس می‌توان به شکلهای زیبایی برای نمای بتنی دست یافت (شکل ۳). از آنجا که بتن‌ریزی و لرزاندن بتن، حرارت ناشی از عمل آبگیری سیمان و بستن و باز کردن قالب، به آن نیروهایی وارد می‌آورند، بهتر است از آغاز قالب نسبتاً مناسبی تهیه شود. قالبی که وزن بیشتری داشته باشد، معمولاً کیفیت بهتری دارد.

کلافها و سایر وسایل قالب‌بندی

کلافها به منظور نگهداری قالب در مقابل نیروهای ناشی از بتن‌ریزی بکار می‌روند. نصب کلافها و در راستا قرار دادن جدار قالب

قسمت مهمی از هزینهٔ قالب‌بندی را تشکیل می‌دهند و به همین منظور در تهیه کلافها و اتصالات آنها باید دقت کافی مبذول گردد. کلافها باید در مقابل نیروهای وارده بخوبی مقاومت نمایند. معمولاً ضریب اطمینانی بین ۱/۵ تا ۲/۵ در مورد مقاومت نهایی کلاف اعمال می‌شود. برخی کلافها به منظور حفظ فاصلهٔ دو جدار مقابل هم قالب نیز بکار می‌روند.
می‌توان کلافها را از قطعات میلگرد کارگاه تهیه کرد و یا بصورت ساخته شده از کارخانه خرید. هر چند هزینه تهیه مورد اخیر بیشتر است ولی در عوض هزینه نیروی کاری آن کمتر است.
برای نگهداری کلافها در جای خود از وسایل مختلفی از مهره و واشر گرفته تا گیره‌های کلاف استفاده می‌شود. نوارهای لاستیکی یا فلزی و یا ... برای آب‌بندی درزها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اقتصاد قالب‌بندی

هزینه‌های قالب‌بندی در یک کار بتنی گاه ممکن است از بهای بتن یا میلگردها و یا حتی بهای مجموع این دو مصالح بیشتر شوند. به همین دلیل رعایت نکاتی که ممکن است بدون کاستن از کیفیت کار بهای قالب‌بندی را کاهش دهند، ضروری است.
صرفه جویی در قالب‌بندی، تنها با در نظر گرفتن ظرایف کار در طراحی، انتخاب مناسب مصالح قالب، دقت در طرح اتصالات و چگونگی برپاداری و باز کردن قالبها، مراقبت از قالبها در بین دو استفادهٔ متوالی و نیز استفاده هر چه بیشتر از قالبها، امکان‌پذیر است.

تأثیر طراحی سازه بر بهای قالب‌بندی

مهندس معمار و مهندس سازه می‌توانند با همکاری یکدیگر از هزینه‌های احداث بنا بکاهند:
)۱ (طرح معماری و سازه‌ای باید همزمان انجام شود تا بدون چشم پوشی از نیازهای معماری و سازه‌ای حداکثر صرفه جویی در قالب انجام شود.
)۲ (در حین طرح سازه، روشهای برپا داشتن قالب و برداشتن آن و نیز مصالح قالب مدنظر قرار گیرد.
)۳ (حتی المقدور ابعاد ستونها از پایین تا بالای سازه تغییر نکنند و در صورت لزوم هر چند طبقه تغییر نمایند تا بتوان قالب ستونها را برای چندین طبقه مورد استفاده قرار داد.
)۴ (فواصل ستونها از یکدیگر، حتی المقدور یکسان انتخاب شوند.
)۵ (عرض تیر و ستون حتی المقدور یکسان انتخاب شوند تا قالب‌بندی در محل برخورد تیر و ستون تسهیل شود.
)۶ (در هر طبقه از تیرهایی با ارتفاع یکسان استفاده شود.
باید به این امر توجه داشت که سازه برای عملکرد خاصی احداث می‌گردد و به همین دلیل صرفه جویی در قالب‌بندی، نسبت به بسیاری موارد از جمله تأمین اندازه‌هایی که نیازهای عملکرد مورد نظر در ساختمان را ارضا نمایند از اهمیت کمتری برخوردار است.

تأثیر ساخت، برپا داشتن، قطعه‌بندی و قالب برداری بر بهای قالب‌بندی

بهای قالب‌بندی شامل سه عامل مصالح، نیروی انسانی و تجهیزات لازم برای حمل و سرهم کردن قالبهاست. بنابراین باید تدابیری اتخاذ گردند که مجموع این سه عامل کمترین هزینه‌ها را در برداشته باشند:
)۱ (طرح قالب باید بصورتی باشد که دستیابی به مقاومت لازم با حداقل مصالح میسر شود.
)۲ (هنگام طرح قالبها باید به جزئیات قطعات و اجزای آن نیز توجه شود.
)۳ (در انتخاب چوب، باید کمترین مرغوبیتی که نیازهای مقاومت، سختی و شرایط سطحی را تأمین می‌نمایند، در نظر گرفته شود.
)۴ (بجای قطعات تخته، از ورقهای تخته چند لا برای پوشش دالها استفاده شود تا هزینه برپاداری، کاهش یابد.
)۵ (از روشهای استاندارد ساخت، برپاداری و قطعه‌بندی قالبها استفاده شود تا نجار و قالب بند با فراگیری آنها سرعت و کارایی بیشتری بیابند.
)۶ (عمر قالب باید با پاک کردن، روغن زدن، تعمیر و نگهداری آن در مکان مناسب و بطور صحیح افزایش یابد.

تأثیر زمان قالب برداری بر بهای قالب‌بندی

هر چه قالبها سریعتر برداشته شوند، هم کمتر در معرض شرایط محیطی نامناسب قرار می‌گیرند و هم استفادهٔ مجدد از آنها در محل دیگر سریعتر صورت می‌پذیرد. بنابراین باید بمجرد آنکه بتن به مقاومت کافی دست یافت، قالبها برداشته شوند. زمان قالب برداری به نوع عضو بتنی، نیروهای وارده، نوع سیمان و مراقبت بعمل آمده از بتن بستگی دارد.

نحوه قالب بندی بتن با قالب فلزی

از مهمترین بخش های اجرای اسکلت بتنی قالب بندی می باشد که برای این که این کار به درستی انجام شود ، لازم است تا نکات انتخاب قالب بتن و اجرای اصولی آن به درستی پیش رود . برای انجام این کار لازم است بدانید که چه تعداد پایه اطمینان بگذارید و قالب برداری را چه زمانی انجام دهید.

در انجام **قالب بندی بتن** از دیگر نکات مهمی که لازم است تا مهندس اجرایی عمران از آن اطلاع داشته باشد ، تجهیزات مورد استفاده می باشد.

قالب به سازه ای گفته می شود که به صورت موقت یا دائمی در بتن ریزی به کار برده می شود.

قالب وظیفه دارد تا بارهای ناشی از بتن را تحمل کند و اجرای آن تا زمانی می باشد که خود بتن قادر به تحمل بارهای وارد از جمله وزن خود را داشته باشد.

قالب بتنی که برای اجرای بتن بندی به کار برده می شود ، باید از مقاومت لازم برخوردار باشد و نیروهای ناشی از لرزاندن بتن را تحمل کند و بدون این که آسیبی به آن وارد کند از آن جدا شود . قالب همچنین وظیفه دارد تا از بتن در برابر صدمات مکانیکی محافظت کرده و مانع از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن شود و در برابر سرما و گرمای محیط به عنوان عایق عمل کند و میلگرد ها و سایر اجزایی را که در داخل بتن قرار می گیرد را در جای خود نگه دارد.

یکی از انواع قالب بتن که از استحکام و مقاومت بالایی برخوردار می باشد و بسیار مورد استفاده قرار می گیرد ، **قالب فلزی بتن** می باشد که در این مقاله به **آموزش قالب بندی بتن با قالب فلزی** می پردازیم.

قالب بندی بتن فلزی

در **اجرای قالب بندی** پیش از اینکه نصب قالب ها انجام شود ، لازم است تا روی آن ها مواد رها ساز یا همان روغن قالب مالیده شود . بدین منظور گاها از گازوئیل یا روغن سوخته یعنی روغنی که از تعویض روغنی ها گرفته می شود نیز به کار برده می شود ، اما استفاده از آن ها توصیه نمی شود . لازم است به این نکته توجه شود که مواد رها ساز قالب به گونه ای به کار برده شود تا موجب آلوده شدن آرماتورها نشود و روی سطح قالب یک لایه ی یکنواخت و نازک ایجاد کند.

قالب ها پس از این که روغن کاری شدند ، متناسب با عرض مقطع مورد نظر یک به یک در جای خود قرار می گیرند و سپس به وسیله ی پین و گوه های فلزی در هم قفل می شوند.

در اجرای این کار باید دقت کرد تا برای جلوگیری از هدر رفت شیره بتن قالب ها به صورت مناسب در کنار هم قرار بگیرند . برای جلوگیری از کج شدن و نا شاقولی احتمالی قالب ها ، پشت بندها نصب و مهار می شوند . در مراحل قبل و بعد از بتن ریزی ، کنترل شاقول بودن از ضروریات به شمار می رود.

قالب های های فلزی بتن معمولا با ابعادی از مضرب ۵ در بازار موجود می باشند . برای اجرای ستون قالب ستون ها با مقطع مربع یا مستطیل با عرض های ۵۰ تا ۱۰ سانتی متر با طول های ۱ ، ۱,۵ و ۲ متر عرضه می شوند.

قالب های کنج نیز در ابعاد ۵ در ۵ و ۵ در ۱۰ و ۱۰ در ۱۰ سانتی متر می باشند که البته در صورتی که به قالب های فلزی در ابعاد و اشکال متفاوت نیاز باشد می توان قالب مورد نظر در ابعاد و اشکال مورد نظر را به کارخانه قالب سازی سفارش داد تا آن ها با توجه به درخواستتان قالب مورد نیاز را طراحی و تولید نمایند.

به عنوان مثال یک ستون مربعی که دارای عرض ۴۰ سانتی متر و ارتفاع ۳ متر می باشد ، نیاز به ۱۲ قالب ۱۰۰ در ۳۰ سانتی متر و ۸ قالب کنج ۵ در ۵ در ۱۵۰ سانتی متر دارد که همه ی آن ها ۷۵ جفت پین و گوه به هم متصل می شوند.

زمانی که بتن قادر به تحمل تنش های موثر باشد و تغییر شکل های آن از تغییر شکل های پیش بینی شده بیشتر نشود زمانی می باشد که می توان قالب ها را برداشت.

نکته ای در مورد قالب بندی بتن

لازم است تا تمامی عملیات قالب برداری و برچیدن پایه ها به گونه ای انجام شود که بتن در اثر نیرو و ضربه ای که در اثر باز کردن قالب ها به آن وارد می شود ، آسیب نبیند و ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات حفظ شود.

همچنین باید دقت شود تا پایه های اطمینان بدون اعمال فشار و ضربه برداشته شوند و به صورتی که از روی آن ها بار به صورت تدریجی حذف شود . پایه های اطمینان در دهانه های بزرگ و کنسول ها به صورت متفاوت برچیده می شوند به طوری که در دهانه های بزرگ از وسط دهانه به سمت تکیه گاه برچیده می شود و در کنسول ها جهت برچیده شدنشان از لبه به طرف تکیه گاه می باشد.

باید از روی پایه های اطمینان بار به گونه ای برداشته شود که قابلیت متوقف کردن بار برداری از روی پایه ها در هر لحظه در صورت نیاز وجود داشته باشد.

قالب برداری نیاز به زمان مشخصی دارد و قبل از این که اعضای بتنی قادر به تحمل وزن خود و بارهای وارده نباشد ، نباید پایه ها و قالب های باربر برچیده شوند.

پایه های اطمینان

پایه های اطمینان زمانی در زیر سطح باقی گذاشته می شوند که قالب سطوح زیرین قطعات بتن آرمه برداشته شود و در این صورت این پایه ها تا زمانی که بتن مقاومت کافی را کسب کند مانع از تغییر شکل در طی گذر زمان و سایر مشکلات مقاومتی و تغیر شکلی می شود.

تعداد پایه های اطمینان و مشخصات و فواصل بین آن ها بستگی به مقاومت کوتاه مدت بتن دارد ولی به طور کلی فاصله بین آن ها باید از ۳ متر بیشتر نشود.

تجهیزات قالب بندی

در قالب بندی تجهیزات مختلفی به کار برده می شوند که عبارتند از:

- گیره
- بولت عصایی
- مهره خروسکی (مهره بولت)
- واشر کاس (واشر تخت)
- واشر دولوله
- سولجر
- جک سقفی
- بست قورباغه ای
-)کلمپس(
- دستک تیر
- میان بولت

قالب بندی دیوار با قالب ها یکپارچه

قالب بندی دیوار با قالبهای یکپارچه

در کارگاههایی که امکان جابجا نمودن قالبها توسط جراثقال وجود دارد، و ابعاد دیوار نیز بزرگ است می توان از قالب با ابعاد بزرگ استفاده نمود. این قالبها را می توان به سه د زیر تقسیم نمود:

دسته اول - قالبهای با رویه پلای وود: رویه این قالبها از پلای وود بوده و پشت بندهای افقی و عمودی آن فلزی می باشد.

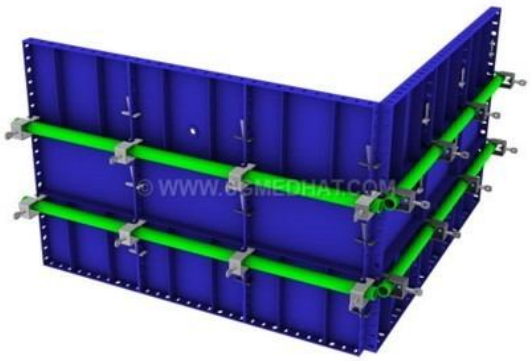
دسته دوم - قالبهای یکپارچه فلزی: این قالبها با رویه و پشت بندهای فلزی بصورت یکپارچه ساخته می شوند و کاربردهای مختلفی دارند.

دسته سوم - قالبهای متشکل از قالب مدولار: این قالبها در اصل همان قالبهای مدولار هستند که پس از اینکه توسط گوه، گیره، لوله و سولجر به یکدیگر بسته شدند به شکل پانلهای بزرگی در می آیند که پس از استفاده بدون اینکه از هم جدا شوند توسط جراثقال بصورت یکپارچه جابجا شده و به قسمت بعدی منتقل می شوند.

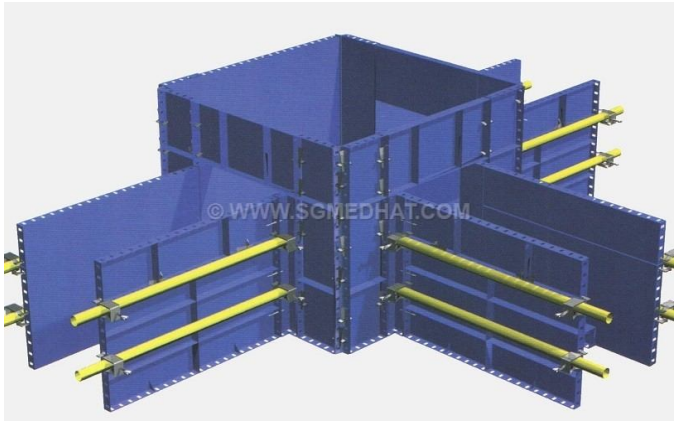
روش نصب قالب شالوده

روش نصب قالب شالوده

تصویر ۸ - ۳ نمونه ای از قالب بندی شالوده بتنی را نشان می دهد. مراحل قالب بندی شالوده بتنی توسط قالب مدولار به قرار زیر است:



1 -چیدن قالبهای مدولار در کنار یکدیگر مطابق
نقشه قالب بندی ارائه شده توسط شرکت سازنده قالب
۲ - برقراری اتصال بین قالبهای مدولار بوسیله گوه نر و ماده
۳ -نصب لوله پشت بند قالب (پشت بند افقی) بوسیله گیره به پشت قالبها
۴ -نصب فیلر در صورتیکه در نقشه قالب بندی لحاظ شده باشد.
۵ - نصب سولجر (پشت بند قائم) در پشت لوله ها بوسیله گیره عصایی سولجر (در صورت نیاز و لحاظ شدن در نقشه)
۶ -مهار نمودن حرکت جانبی قالب به طرف بیرون بوسیله جک دوبله یا چهار تراش
۷ -توصیه می شود در گوشه های قالب از لوله گونیا برای حفظ صلبیت استفاده شود.
۸ -در شالوده های دیواری علاوه بر مراحل فوق می باید قالب دو طرف دیواره با بلت به یکدیگر بسته شود.



تمام فعالیت های مربوط به بتن ریزی نیازمند قالب بندی و آرماتورگذاری است. باید در نظر داشت که قالب بندی و آرماتورگذاری حدود ۳۰ تا ۷۰ درصد از مجموع هزینه ی اجرا و پیاده سازی بتن را در بر می گیرد. در بتن ریزی محدود معمولا از قالب هایی استفاده می شود که چوبی و توجیه پذیر است؛ زیرا پس از عملیات این قالب ها کاربردی نخواهند داشت. کارگاه های بزرگ بتنی اغلب باید قالب های مشابه را به دفعات زیاد به کار ببرند بنابراین به دلایل گوناگون از جمله مقاومت کم چوب، استفاده از آن صرفه اقتصادی نداشته و پیشنهاد می شود قالب های مدولار فلزی به کار برده شوند. برتری این قالب ها در مقابل قالب های چوبی به شرح ذیل است:

۱. عمر زیاد
۲. برپا کرد و جمع کردن سریع قالب ها
۳. ایجاد سطح صاف برای بتن ریخته شده در قالب
۴. مقاومت و عدم احتراق
۵. کم کردن مدت عملیات اجرایی به علت پیش ساخته بودن قطعات

۶. امکان تغییر فوری ظرفیت و مقاومت آن ها
۷. تمیز ماندن محیط کار
۸. صرفه اقتصادی بیشتر به دلیل عدم نیاز به مواد وارداتی

قالب بندی در ساختمان بتنی

قالب بندی در بخش‌های مختلفی از ساختمان‌های بتنی اجرا می‌شود. فونداسیون، تیرها، دیوارها، راه‌پله و البته ستون‌ها از جمله قسمت‌های ساختمان هستند که به واسطه به کار گرفتن انواع مختلف قالب ساخته می‌شوند. برای اطلاع در خصوص قالب بندی فونداسیون به مقاله» قالب بندی فونداسیون چیست؟ مزایا و معایب هر یک از انواع آن «مراجعه کنید. در ادامه در مورد نحوه قالب بندی ستون بتنی بحث خواهد شد.

نکات مهم در قالب بندی ستون بتنی

- هزینه صرف شده به منظور تهیه مصالح و ساخت قالب متناسب با نیازهای مورد مصرف آن باشد.
- مصالح استفاده شده برای ساخت قالب با دقت انتخاب شوند. به گونه‌ای که بین دفعات استفاده از قالب و تداوم فعالیت‌های کارگاه از نظر اقتصادی تعادل برقرار باشد؛ به عبارت دیگر هر چقدر امکان تعداد دفعات بیشتر استفاده از قالب وجود داشته باشد به همان میزان در استحکام آن و انتخاب نوع مصالح مرغوب باید توجه بیشتری کرد.
- انتخاب روش ساخت، مصالح مناسب و در صورت لزوم پوشش مناسب سطوح داخلی قالب، به طوری که امکان دستیابی به نتایج مورد نظر مستقیماً ممکن باشد. ترمیم بتن و یا تغییر و اصلاح فرم مورد نظر طرح شده قبلی، پس از سفت شدن بتن و باز کردن قالب‌ها، از طرفی هم دشوار و حتی غیر ممکن است که در نهایت به مراتب از پیش‌بینی‌های لازم اولیه گران‌تر تمام می‌شود.
- روش مناسب و وسایل کافی برای حمل، بلند کردن و سوار نمودن قالب‌ها در محل کار انتخاب و پیش‌بینی شده باشد.
- انواع مصالحی که ممکن است به کار برده شوند، نظیر قالب‌های فلزی و یا چوبی باید مورد توجه و بررسی قرار گیرند و هر کدام که برحسب مورد، مناسب‌تر تشخیص داده شود انتخاب گردد. قالب‌های چوبی معمولاً سبک‌تر و لذا امکان ساخت قطعات بزرگ‌تر و استفاده از آن‌ها بیشتر از قالب‌های فلزی نظیرشان است. در عوض قالب‌های فلزی را به دفعات بیشتر از قالب‌های چوبی می‌توان مصرف نمود.
- طراحی قالب‌های مورد نظر باید به گونه‌ای انجام شود که بتوان با رعایت استانداردها به تعداد دفعات هر چه بیشتر از آن‌ها در قالب بندی استفاده کرد. از طرفی هم باید تطبیق و تنظیم آن برای کارهای بعدی تکراری راحت باشد.

نحوه قالب بندی ستون بتنی

نکته مهم در اجرای ستون‌های بتنی این است که این سازه‌ها انواع مختلفی دارند و بسته به هر نوع باید نوع خاصی از قالب بندی را به کار برد. برای درک بیشتر از انواع ستون می‌توانید نگاهی به مقاله» **انواع ستون در سازه، از نوع آرماتورها تا شکل ستون** «بیندازید. تفاوت عمده در قالب بندی انواع ستون، به شکل هندسی قالب‌ها بر می‌گردد. در کل فرآیند کلی قالب بندی ستون بتنی تقریباً مشابه است که در ادامه در چند مرحله خلاصه شده است.

مرحله اول؛ اجرای رامکا

بعد از اجرای فونداسیون و اجرای آرماتورهای ستون، به منظور هدایت کردن قالب بندی از نوعی میلگرد تحت عنوان رامکا استفاده می‌کنند؛ یعنی قالب ستون تا جایی داخل می‌رود که به رامکا اتصال پیدا کند. به قسمتی از سازه ستون که فاصله بین قالب تا میلگرد ستون را مشخص می‌کند، رامکا یا پاشنه بتن می‌گویند. استفاده از رامکا سبب می‌شود، ستون‌های ساخته شده در سازه در یک راستا قرار گیرند.

برای نصب رامکا در ابتدا، در فواصل ۱۰ سانتی‌متری از پایین ستون میلگرد رامکا به اندازه طول ستون نصب و تعبیه می‌شود. در مرحله بعد چهار عدد میلگرد به صورت عمودی قرار می‌گیرند. برای قرار دادن میلگردها می‌توان از روش جوشکاری و یا سیم‌های مخصوص آرماتوربندی استفاده کرد.

رامکا در دو نوع فولادی و بتنی است. بهتر است در مکان‌هایی که نزدیک به آب بوده و یا امکان بارش باران در آنجا زیاد است، از رامکای فولادی استفاده نشود. چرا که ممکن است باعث ایجاد فرسایش در پایه ستون شود. در چنین مواقعی بهتر است از رامکا بتنی استفاده شود.

روش اجرای رامکای بتنی به این گونه است که قبل از بتن ریزی ستون‌ها از یک ریسمان در قسمت پایین و در امتداد ستون‌ها استفاده می‌شود. پس از ریسمان کشی از یک تخته در پشت آن استفاده کرده و با استفاده از بلوک یا آجر آن را در جای خود محکم می‌کنند. این کار در چهار طرف ستون‌ها انجام می‌شود. پس از انجام این کار بتن ریزی با ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر صورت می‌گیرد.

مرحله دوم؛ تهیه قالب

قالب‌ها انواع مختلفی دارند. در تهیه آن‌ها باید فاکتورهایی همچون کیفیت و تعادل از نظر جنس و اندازه را مد نظر داشت. در تهیه قالب‌های چوبی باید هم اندازه بوده قالب از نظر ابعاد در سه بعد را مهم دانست. قالب‌های فلزی و فولادی از آنجایی که در یک عملیات مهندسی ساخته می‌شوند، از نظر تعادل در اندازه‌ها و یکنواختی شرایط بسیار بهتری از قالب‌های چوبی دارند.

مرحله سوم؛ تمیز کردن قالب‌ها

بعد از تهیه قالب‌ها، باید نسبت به آماده کردن آن‌ها اقدام کرد. اگر قالب‌ها قرار است برای اولین بار استفاده شوند پس قاعدتاً نیازی به تمیز کردن ندارند اما اگر برای بار چندم است که از قالب‌ها استفاده می‌شود، باید هر گونه بتن یا آلودگی اضافی از روی آن‌ها پاک شود.

مرحله چهارم؛ روغن کاری

یکی از مراحل مهم ساخت ستون‌های بتنی، عملیات قالب برداری است که اجرای صحیحی آن به نحوه قالب بندی ستون بتنی بستگی خواهد داشت. به منظور اینکه در قالب برداری اجزای مختلف قالب به راحتی از بتن جدا شوند، اقدام به روغن کاری سطوح داخلی قالب‌ها می‌کنند.

مرحله پنجم؛ بستن قالب

در اتصال انواع سیستم‌های قالب بندی از تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود. سیستم نگهدارنده در قالب‌های چوبی، گوه و سنجاق و در قالب‌های فلزی پین است. برای بستن قالب به این صورت عمل می‌کنند. در مرحله اول، یک قالب را در نوک

رامکا قرار می‌دهند. بعد از آن قالب کناری را به قالب قرار داده شده متصل می‌کنند. با میخ دو لبه قالب را به هم وصل می‌کنند. در گام بعدی دو قالب دیگر را نیز به همین ترتیب به یکدیگر و به دو قالب متصل می‌شوند.
در مرحله بعد در قالب روبرویی از طرف چهار تراش توسط سنجاق به هم متصل می‌شوند سپس فضای خالی بین سنجاق و چهار تراش توسط گوه پوشانده می‌شود و گوه‌ها را چکش می‌زنند تا سنجاق را محکم نگه دارد. در حقیقت وجود سنجاق به این دلیل است که پس از بتن‌ریزی به علت فشار جانبی بتن قالب‌ها از هم باز شوند.
بعضی از ستون‌ها در کنار ساختمان قرار می‌گیرند یعنی از ۳ یا ۲ طرف به کف اتصال دارند و از طرف‌های دیگر با فضای بیرون ساختمان در تماس هستند برای قالب‌بندی این‌گونه ستون‌ها ابتدا باید برای آن طرفی که به کف ارتباط ندارد یک تکیه‌گاه درست کرد تا قالب روی آن قرار گیرد این تکیه‌گاه را توسط چهارتراش به وجود می‌آورند چهارتراش را در لبه قرار می‌دهند و توسط سیم به میلگردها وصل می‌کنند در هر طرفی که کف ندارند باید این کار صورت گیرد چهارتراش‌ها توسط سنجاق ممکن است به هم متصل شوند.

مرحله ششم؛ تراز کردن قالب بندی
مرحله آخر از نحوه قالب بندی ستون بتنی به تراز و شاقول کردن قالب‌ها مربوط می‌شود. شاقول وسیله‌ای است مرکب از یک مخروط که یک نخ به آن متصل است بر روی مخروط یک صفحه نازک کوچک نیز قرار دارد نخ به یک چوب وصل می‌شود این چوب باید اندازه‌اش کاملاً مشخص باشد این موضوع در قالب‌های چوبی مهم‌تر است.
برای تراز کردن قالب‌ها به این طریق عمل می‌شود که ابتدا یک شمع چوبی را به قالب وصل می‌کنند سپس چوب را که کاملاً به قالب چوبی وصل می‌کنند مخروط در پایین قرار می‌گیرد نخ باید کاملاً ساکن بایستد همان اندازه که چوب طول دارد نخ باید از قالب فاصله داشته باشد.
چنانچه قالب شاقول نباشد توسط شمع که از قبل وصل شده است قالب را فشار می‌دهند تا قالب کاملاً تراز شود. برای فشار دادن شمع به قالب می‌توان زیر شمع گوه نصب کرد تا توسط ضربه زدن به گوه فشار لازم توسط شمع به قالب وارد می‌شود یا می‌توان توسط یک اهرم به زیر شمع فشار آورد و نیروی لازم را تأمین کرد.

قالب آجری
در این روش حدود قالب بندی با آجر کاری به ضخامت حداقل ۱۱سانتیمتر اجرا می‌شود. با توجه به اینکه در بیشتر مواقع پس از تخریب ساختمان‌های قدیمی مقدار زیادی آجر باقی می‌ماند در بیشتر پروژه‌های شهری کوچک، از این روش قالب بندی استفاده می‌شود.

- قبل از شروع قالب بندی توجه شود سطح بستر به تراز مورد نظر رسیده باشد. کنترل تراز زیر پی یکی از مهمترین پارامترهای اجرا است. (طبق ضوابط تراز زیر پی حداقل باید ۸۰ سانتی‌متر در مناطق سرد سیر از سطح زمین پایین‌تر اجرا شود؛ این امر به خاطر رعایت عمق یخبندان است)
- تراز سطح زمین باید یکنواخت بوده و پستی و بلندی نداشته باشد. کنترل تراز سطح زمین بهتر است با نقشه برداری انجام شود.

- سطح خاک زیر پی پس از گود برداری با روش‌های ممکن متراکم شود. در صورت نیاز به پر کردن زیر پی و رسیدن به تراز مورد نظر، باید زیر پی با نظر مهندس ناظر و مشاور با مصالح مناسب، بسترسازی و تا حد لازم مقاوم شود.
- توصیه می‌شود حدود قالب و آکس‌های سازه، توسط نقشه بردار پیاده شود. جهت جلوگیری از خطا در اجرا، نقاط گوشه قالب و تمامی آکس‌ها میخ گذاری و حدود قالب پس از ریسمانی شدن کار رنگ آمیزی شوند.

نکات اساسی دراجرای قالب بندی آجری

قالب، ابزار ساخت قطعه‌ی بتنی محسوب می‌شود . قالب‌ها علاوه بر ایجاد شکل و اندازه‌ی مورد نظر در بتن، موقعیت و راستای آنرا کنترل می‌کنند. قالب‌بندی، سازه‌ای موقتی است که علاوه بر وزن خود، وزن بتن تازه ریخته شده و همچنین بارهای ساختمانی زنده شامل مصالح، تجهیزات و کارگران را نیز تحمل می‌کند.

اهداف اصلی جهت ساخت

کیفیت

طراحی و ساخت واقعی قالب‌ها را گویند به طوری که اندازه، شکل، موقعیت و سطح رویی مورد نظر بتن ریخته شده حاصل شود.

ایمنی

اصول ساخت قالب بندی است به طوری که بدون واژگونی یا به خطر افتادن کارگران یا سازه‌ی بتنی، توانایی تحمل بارهای مرده و زنده را داشته باشد.

صرفه‌ی اقتصادی

صرفه‌ی اقتصادی در ساخت قالب مؤثر است به طوری که در زمان و پول پیمانکار و کارفرما صرفه جویی شود. در زمان طراحی و ساخت قالب بندی، پیمانکار باید بدون فدا کردن کیفیت و ایمنی، دستیابی به حداکثر صرفه‌ی اقتصادی را مورد نظر داشته باشد.

دستورالعمل آجر چینی و دیوار چینی آجری جهت قالب بندی فونداسیون

پس از آنکه بتن مگر ریخته شد و مقاومت لازم را بعد از یک روز به دست آورد، نوبت به قالب بندی پی‌ها می‌رسد. قالب بندی آجری باید به گونه‌ای طرح و اجرا شود که بتواند نیروی جانبی وزن بتن و نیروی لرزاننده‌ی آن (ویبراتور) و وزن کارگر در هنگام بتن ریزی را تحمل کرده پایداری خود را حفظ نماید.

یکی از اصولی را که در هنگام قالب بندی آجری باید رعایت شود این است که ابتدا باید امتداد یکی از پی‌های ساختمان مشخص شده و توسط میخ‌های ذخیره میخکوبی شده و ریسمان کشی شود. میخ‌های فولادی که برای کنترل کار در زمان اجرا گوشه‌های زمین نصب می‌شود، میخ ذخیره (میخ آف) نام دارد.

پس از مشخص نمودن یکی از اضلاع پی لازم است با توجه به نقشه‌ی فونداسیون و با رعایت اصول صحیح آجر چینی که در پیمانه‌ی مهارت آجر چینی ذکر شده است، دیوار قالب آجری را اجرا کرد.

نکات مهم در هنگام اجرای قالب‌های آجری

- آجر چینی پی یکنواخت بوده و سطح صاف و بدون خلل و فرج در بدنه‌ی داخلی قالب ایجاد شود.
- برای پر کردن پشت قالب آجری، از خاک مناسب استفاده شود.
- در صورتی که امکان داشته باشد،بهتر است که یک لایه‌ی نازک سیمانکاری در بدنه‌ی داخلی قالب صورت گیرد. در غیر این صورت از پلاستیک استفاده شود.

تراز کردن و قالب بندی فونداسیون

قالب آجری در هنگام آجر چینی دیواره‌ی شود. که هر رج از آجر چینی ریسمان‌کشی فونداسیون،دقت به صورت کاملاً تراز چیده شوند تا سطح بالایی شده و قالب آجری نیز، به صورت تراز اجرا گردد. لازم است پس از نصب شمشه‌های ابتدا و انتهای دیواره‌ی جهت راحتی در تراز نمودن سطح روی قالب آجری شیلنگ تراز خط نشانه‌های تراز مربوطه را قالب، توسط علامت گذاری کرد. با در نظر گرفتن خط نشانه‌های تراز، می‌توان سطح روی آجر چینی قالب بندی فونداسیون را به صورت کاملاً تراز اجرا نمود.

قالب چوبی

استفاده از قالب چوبی جهت قالب بندی فونداسیون در بسیاری موارد سبب صرفه اقتصادی و افزایش سرعت اجرا خواهد شد. در پروژه‌های بزرگ و یا در انبوه سازی استفاده از قالب چوبی بیشتر مورد توجه است.

قالب فلزی

استفاده از قالب فلزی جهت قالب بندی فونداسیون به جهت استحکام و سطح شاقولی مناسب نسبت به سایر روش‌های قالب بندی توصیه می‌شود. در بسیاری از پروه های ساختمانی بلند مرتبه که عمق پی زیاد بوده و یا میزان سطح قال ب‌بندی فونداسیون کمتر است از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود.

نکات قالب بندی فونداسیون

- تعیین کیفیت قالب بندی و مصالح با توجه به نما یا غیر نما بودن فونداسیون
- شاقول بودن فونداسیون
- رعایت ابعاد فونداسیون
- رعایت کاور آرماتورها در فونداسیون
- فیکس و مستحکم بودن قالب‌ها
- درزبندی مناسب بتن برای جلوگیری از در رفتن شیره بتن و کرمو شدن
- استفاده از روغن قالب برای افزایش کیفیت سطح بتن و دوام بیشتر قالب‌ها

شرایط قالب‌بندی

- قالب‌ها باید به نحوی ساخته و نصب شوند تا شکل، اندازه، وضعیت و نمای بتن مورد نظر حاصل شود.
- قالب‌ها باید به اندازه کافی محکم باشند تا فشار یا وزن بتن تازه و دیگر بارها را تحمل کنند، بدون آنکه دچار تابیدگی، نشت شیره، گسیختگی یا به مخاطره انداختن کارگران شوند.
- قالب‌ها باید طوری طراحی و ساخته شوند که به آسانی و با سرعت، قابل نصب و باز کردن باشند، تا از اتلاف وقت و پول جلوگیری شود.
- قالب‌ها باید حتی‌الامکان با وسایل و امکانات موجود قابل حمل و جابجایی باشند.
- قالب‌ها باید درزبندی شده باشند، تا از نشت شیره بتن جلوگیری شود.

قالب برداری

- قالب باید موقعی برداشته شود که بتن بتواند نیروی وارده را تحمل کند و تغییر شکل‌های آن از تغییر شکل‌های پیش بینی شده تجاوز نکند.
- پایه‌ها و قالب‌های باربر نباید قبل از آنکه اعضاء و قطعات بتنی مقاومت کافی را برای تحمل وزن خود و بارهای وارده کسب کند، برچیده شوند.
- عملیات قالب‌برداری و برچیدن پایه‌ها باید گام به گام و بدون اعمال نیرو و ضربه طوری باشد که اعضا و قطعات بتنی تحت اثر بارهای ناگهانی قرار نگیرند، بتن صدمه نبیند و ایمنی و قابلیت بهره‌برداری مخدوش نشود.
- در صورتی که قالب برداری قبل از پایان دوره مراقبت انجام پذیرد، باید تدابیری برای مراقبت بتن پس از قالب برداری به کار برده شود.
- پایه‌های اطمینان را نباید قبل از آنکه اعضا و قطعات بتنی توان کافی برای تحمل وزن خود و بارهای وارد را کسب کنند، جمع کرد. شمع برداری باید به ترتیبی باشد که از ایجاد ضربه، برون محوری و برون مرکزیهای پیش بینی نشده در قطعات جلوگیری شود.

کفراژبندی (داربست و جک سقفی)

کفراژ به مجموعه‌ای از لوله‌های داربستی اطلاق می‌شود که به هم متصل شده‌اند. این اتصالات یا به صورت پین بوده یا به صورت بست. از مزایای استفاده اتصال پین اجرای سریعتر و تنظیم راحت‌تر است.

کُفراژ بندی جهت ایجاد پایه‌های نگهداری قالب‌های بتنی سنگین اجرا می‌شود. در ساختمان‌های معمولی یا مواردی که نشست قالب بر اثر بتن ریزی از اهمیت زیادی برخوردار نیست و قالب‌ها سبک هستند از شمع‌های فولادی یا چوبی منفرد برای نگهداشتن و تنظیم قالب‌ها استفاده می‌کنند.

اما در مواردی همچون پل سازی که قالب مونتاژ شده در محل، نباید در اثر بتن ریزی حرکت کرده و خیز بردارد از کفراژبندی استفاده می‌کنند. از دیگر مزیت‌های کفراژ بندی ایجاد سطح نگهداری بیشتر جهت نگهداری قالب‌ها است. کفراژ بندی نیاز به دقت بالایی دارد تا ارتفاع کفراژ در سطح مورد نظر تامین شود. و در سطوح افقی کاملاً تراز باشد.

از دیگر مزایای کفراژ استحکام آن است و بر اثر برخوردهایی که ممکن است در کارگاه رخ دهند، همانند شمع‌های منفرد حساس نبوده و می‌تواند در برابر آنها مقاومت کند. و همچنین عملیات قالب بندی را با ایجاد بستر گسترده راحت تر می‌نماید.

جهت کفراژ بندی تیرها و سقف‌های سبک با ارتفاع کمتر از ۵/۵ متر از جک‌های سقفی قابل تنظیم استفاده می‌شود. این جک‌ها در اندازه‌های متنوعی ساخته می‌شوند. بر روی این جک‌ها، از سر جک تی شکل که به دو صورت ثابت و متحرک ساخته شده، استفاده میشود.

قطر لوله بیرونی این جک‌ها، ۶ سانتیمتر و قطر لوله داخلی آنها، ۵ سانتیمتر است. ضخامت لوله این جک‌ها، برای جک‌های تا ارتفاع ۴ متر، ۵/۲ میلیمتر و برای جک‌های بالای ۴ متر ، ۳ میلیمتر است.

در انتهای لوله بیرونی این جک‌ها یک پیچ تنظیم و مهره جوش داده شده تا به کمک سوراخ‌هایی که روی لوله درونی جک‌ها تعبیه شده عمل تنظیم ارتفاع جک را انجام دهد.

انواع اتصالات در ساختمان‌های فولادی

اعضای مختلف یک سازه‌ی فولادی متشکل از اعضای فشاری، کششی و خمشی به یکدیگر و به خودشان با روش‌های مختلف انجام می‌شود که شامل اتصال تیر به ستون، اتصال مهاربند به قاب، اتصال پای ستون و وصله‌ها است.

اتصال تیر به ستون

مجموعه به هم پیوسته اعضای یک سازه را معمولاً قاب (Frame) می‌نامند. اصولاً در ساختمان‌های فولادی نحوه اتصال و رفتار قطعات نسبت به یکدیگر در تکیه گاه (محل تقاطع اعضا) در محاسبات حائز اهمیت است. بدون در نظر گرفتن چگونگی رفتار قطعات نسبت به هم، تعیین مشخصات مقاطع ستون‌ها و شاهتیرها میسر نیست. اتصالات در تکیه گاه ساختمان‌های فولادی که برای به هم پیوستن اعضای سازه به کار می‌رود، عموماً به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند.

- اتصال ساده (مفصلی)
- اتصال نیمه صلب
- اتصال صلب

اتصال ساده تیر به ستون (مفصلی)

در این نوع اتصال تیر می‌تواند آزاد باشد و به راحتی دوران زاویه‌ای به خود بگیرد. بنابر این در این تکیه گاه لنگر گیرداری وجود ندارد. به عبارتی تکیه گاه، لنگری را منتقل نمی‌کند. اتصال با جفت نبشی جان، اتصال با نبشی نشیمن و اتصالات با نشیمن تقویت شده از این گروه هستند که آن‌ها را اتصالات برشی نیز می‌نامند.

اتصال ساده‌ی تیر با نبشی جان

اتصال ساده‌ی برشی به کمک نبشی جان، برای اتصال تیرچه به شاهتیر یا تیر به ستون به کار می‌رود. در این نوع اتصال، نبشی باید تا سر حد امکان انعطاف پذیر در نظر گرفته شود. در این اتصال ساده‌ی تیر به تیر دو عدد نبشی را در یک سر تیر به جان آن جوش می‌دهند و در سمت دیگر با خال جوش به ستون یا شاهتیر متصل می‌کنند. جوش بین نبشی و ستون یا شاهتیر را بعد از این که اتصال تنظیم شد، بر روی کار انجام می‌دهند. وقتی که از نبشی جان برای اتصال تیر به ستون استفاده می‌شود، فاصله‌ای در حدود ۲۰ میلی متر بین تیر و ستون در نظر گرفته می‌شود تا نصب تیر ساده باشد. وقتی که اتصال تیرچه به شاهتیر به نحوی انجام می‌گیرد که بال‌های فوقانی هر دو در یک تراز واقع می‌گردد، باید قسمتی از بال تیرچه را زبانه کرد.

اتصال ساده‌ی تیر با نبشی نشیمن

مانند اتصال ساده با نبشی جان، از اتصال با نبشی نشیمن تنها برای انتقال واکنش تکیه گاهی قائم استفاده می‌شود. بنابراین اتصال نباید در انتهای تیر، گیرداری قابل توجهی ایجاد کند. به این دلیل است که نبشی نشیمن و نبشی بالایی باید نسبتاً قابل انعطاف باشند. در این نوع اتصال، تیر بر روی یک نشیمن که هیچ گونه تقویتی در آن صورت نگرفته است، قرار می‌گیرد. ابتدا در کارخانه یا درکارگاه نبشی نشیمن عمل نصب و تنظیم تیر را آسان می‌کند. این نوع نبشی معمولاً در ارتفاع لازم به ستون جوش داده می‌شود و بعد از نصب ستون، تیر را روی آن سوار نموده و به آن جوش می‌دهند. در این اتصال، نبشی کمکی دیگری در بالای تیر نصب و جوش می‌شود که در باربری قائم مشارکت ندارد و تنها برای ثابت نگه داشتن تیر در محل خود و تأمین تکیه گاه عرضی و جلوگیری از غلتیدن آن به کار می‌رود.

سعی می‌شود اتصال با نبشی نشیمن تا حد امکان انعطاف پذیر باشد تا از آزادی دورانی تیر در تکیه‌گاه جلوگیری نشود و در حقیقت بصورت اتصالی ساده و مفصلی عمل نماید و تکیه گاه عرض نشیمن نباید از ۵/۷ سانتی متر کمتر باشد. طبق ضوابط طراحی، عرض لنگری را تحمل نکند. معمولاً استاندارد ۱۰ سانتی متر برای نشیمن انتخاب می‌شود. برای این منظور نبشی فوقانی را با ابعاد ظریف انتخاب کرده و فقط دو لبه‌ی انتهایی بال‌های آنرا (در امتداد عرض بال تیر) جوش می‌دهند.

اتصال ساده تیر با نشیمن تقویت شده

وقتی که عکس العمل قائم در محل تکیه‌گاه زیادتر از حد تحمل نشیمن‌های ساده شود، می‌توان از نبشی با ورق تقویت شده استفاده کرد. ضخامت صفحه‌ی نشیمن‌گاه در حدود ضخامت بال تیر انتخاب می‌شود و از صفحات تقویت کننده (محکم کننده) زیر نشیمن به صورت مستطیلی یا مثلثی که لچکی نامیده می‌شود، استفاده میگردد.

وقتی که صفحات سخت کننده در زیر یک نشیمن طاقچه‌ای به صورت مثلثی برش داده می‌شود، صفحه به صورتی متفاوت با حالتی که لبه‌ی آزاد موازی جهت بار وارده است، عمل می‌نماید. این تفاوت خصوصاً در ناحیه‌ای که بیشترین تنش‌ها رخ می‌دهند به وجود می‌آید. در حالت کلی، برش ورق به صورت مثلثی باعث ایجاد اتصالی سختتر از حالت ورق مستطیلی، می‌شود.

با این که این اتصال برای نیمرخ‌های تک هم قابل استفاده است، ولی نیمرخ‌های زوج به دلیل عکس العمل‌های تکیه گاهی بالاتر، نیاز بیشتری به تکیه گاههای تقویت شده دارند. لازم به ذکر است جهت جوش دادن ورق سخت کننده در داخل نبشی تکیه گاه نکات زیر باید رعایت شود.

- جهت حرکت جوشکاری از گیرداری بیشتر به سمت آزادی بیشتر است یعنی از محل کنج داخلی نبشی به سمت بیرون.
- در انتهای جوش هر طرف سخت‌کننده یک برگشت به سمت مقابل (قالب کردن جوش) انجام شود.
- از ایجاد حوضچه‌ی جوش پرنشده خودداری شود.

اتصال خورجینی

اتصال خورجینی در گذشته متداولترین شکل اتصال در ساختمان‌های اسکلت فلزی در ایران بود. نحوه‌ی اجرای اتصال خورجینی بدین طریق است که تیرهای باربر از طرفین ستون‌ها به طور یک سره عبور داده می‌شوند و روی نبشی‌هایی که در طرفین ستون نصب شده‌اند، قرار می‌گیرند. معمولاً در بالای هر تیر یک نبشی قرار می‌دهند، لذا اتصال خورجینی تامین کننده‌ی نشیمن برای عبور یک جفت تیر سرتاسری از طرفین ستون است.

کاربرد گسترده‌ی این اتصال در ایران به علت سادگی اجرا، کاهش هزینه، کم کردن نیمرخ بال پهن و قابلیت استفاده از شماره‌های بالای نیمرخ IPE بوده است. یکی از اجزای کلیدی در اتصال خورجینی، نبشی‌های بالا و پایین اتصال است. تیرهای اصلی قاب‌ها که به صورت یک سره از کنار ستون‌ها عبور کرده‌اند، روی نبشی‌های نشیمن سوار می‌شوند و معمولاً از یک نبشی اتصال کوچک نیز برای اتصال بال فوقانی تیر به ستون استفاده می‌شود که مقداری گیرداری در اتصال به وجود می‌آورد. نبشی تحتانی با عرض پهن تر از پهنای بال تیر I شکلی که بر روی آن قرار می‌گیرد، انتخاب می‌شود و این عمل به خاطر فراهم نمودن سطحی است که بتوان تیر را به نبشی جوش داد. وقتی که ستون‌ها به صورت خوابیده بر روی زمین آماده‌سازی می‌شوند، نبشی‌های تحتانی در محل‌های خود جوش جوشکاری نبشی نشیمن روی زمین می‌شوند و پس از نصب ستون‌ها و قرار دادن تیرها بر روی نبشی‌های تحتانی، بال تیر به نبشی تحتانی به صورت افقی جوش شده و سپس نبشی فوقانی نصب و به بال فوقانی تیر جوش می‌شود. قاب با اتصال خورجینی فقط برای تحمل بارهای قائم طراحی می‌شوند. این اتصال در مقابل بارهای جانبی عملکرد خوبی ندارد و تنها برای تحمل بارهای قائم مناسب است. بارهای جانبی را باید سیستم‌های دیگری از جمله مهاربندها تحمل کنند.

یکی دیگر از مشکلات اتصال خورجینی هنگامی بروز می‌کند که تیرها در دو طرف، دهانه‌های نامساوی را پوشش دهند. در این صورت دهانه‌های نامساوی عکس العمل‌های نامساوی را در برابر بارهای وارده نشان خواهند داد و افزایش لنگرها را موجب می‌شوند. عدم اتصال تیرهای موازی به هم و نامساوی بودن دهانه‌ی طرفین، باعث می‌شود که نتوانند با هم کار کنند.

اتصال صلب تیر به ستون

در تکیه گاه کاملاً گیردار، دوران زاویه‌ای (چرخشی) بین تیر و ستون انجام نمی‌گیرد، در این نوع اتصال تکیه گاهی، تامین درصد گیرداری در حدود ۹۰ درصد یا بیشتر برای جلوگیری از تغییر زاویه ضرورت دارد. مقصود طراح در هنگام استفاده از اتصال صلب تیر به ستون این است که اتصال قادر به انتقال کامل لنگر باشد و هیچ گونه چرخش نسبی بین اعضای وارد به اتصال به وجود نیاید. تنوع اتصالات صلب تیر به ستون آنقدر زیاد است که مشکل بتوان لیست کاملی از آنها تهیه نمود، لیکن اتصالت رایج نشان داده شده، امروزه به نحو گسترده‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرند. قسمتی از جوش اغلب این اتصالات در کارخانه یا در روی زمین انجام می‌شود و مابقی آن پس ازنصب توسط جوش در محل و یا پیچ‌های پرمقاومت تکمیل می‌شود.

اتصال مستقیم

بال فوقانی و تحتانی به طور مستقیم و بدون هیچ واسطه‌ای با جوش شیاری با نفوذ کامل به ستون جوش شده است. اجرای این جزییات در پای کار مشکل است، زیرا طول تیر باید دقیقاً به اندازه‌ی فاصله‌ی آزاد دو ستون بریده شود که این عمل به راحتی امکان پذیر نیست.

اتصال با ورق زیرسری و روسری

برای هر دو بال تحتانی و فوقانی به ترتیب از ورق‌های زیرسری و روسری استفاده شده است. ورق زیرسری در کارگاه برروی زمین به ستون جوش شده و ورق روسری پس از نصب تیر روی آن مونتاژ و جوش می‌شود.

اتصال فلنجی

نوعی از اتصال صلب با استفاده از ورق اتصال فلنجی در انتهای تیر نشان داده شده است. روش اتصال تیرها به هم با استفاده از پیچ‌های پرمقاومت و بصورت اصطکاکی است.

اتصالات صلب در قاب‌های صفحه‌ای و فضایی

در اتصال صلب تیر به ستون، تیرها ممکن است از دو طرف به هر دو بال ستون بطور مستقیم متصل شده باشند و یا با استفاده از ورق‌های زیرسری و روسری به بال ستون متصل شوند. همچنین ممکن است همانند، تیرها از یک یا دو طرف به جان ستون به طور صلب متصل شده باشند. اگر در یک سیستم قاب صلب، تیرها فقط در یک راستا به دو بال و یا جان ستون متصل شده باشند سیستم را، قاب صلب صفحه‌ای می نامند. سیستم قاب صلبی که شامل اتصالاتی باشد که در آن تیرها در دو راستای متعامد به بال و جان ستون متصل شده باشند (البته ممکن است که فقط بر یک طرف جان و بال متصل شده باشند) به نام قاب صلب فضایی خوانده می‌شود.

اتصال نیمه صلب تیر به ستون

اتصالاتی را که مقداری گیرداری در تکیه گاه به وجود می‌آورند و در نتیجه باید برش و لنگر را توأمان تحمل کنند، اتصالات نیم گیردار می‌نامند. در این حالت، بین تیر و ستون دورانی صورت می‌گیرد که مقدار آن کمتر از اتصال مفصلی است. در عین حال، مقداری لنگر گیرداری در تکیه گاه تولید می‌کند و گیرداری آن بسته به وضعیت اتصالات، بار و دهانه‌ی تیر ممکن است بین ۲۰ تا ۹۰ درصد باشد.

اتصال کنسول‌ها به ستون

در سیستم اسکلت فلزی، پیش آمدگی (کنسول)، به دو شیوه اجرا می‌شود. یکی پیش آمدگی ممتد که تیرها از ستون عبور می‌کنند (به صورت تک یا دوبل) و کنسول لازم به دست می‌آید. دیگر اینکه کنسول به صورت غیرممتد باشد. اتصالات باید متناسب با طول کنسول، مقدار بار وارده و نحوه گیرداری آن به ستون طراحی شود. چون کنسول در محل تکیه گاه لنگر منفی دارد، باید اتصال آن به ستون همانند اتصال صلب تیر به ستون اجرا شود. کلیه‌ی ابعاد و اندازه‌ی اتصالات و تقویت کننده‌ها بر اساس محاسبات انتخاب می‌شوند.

در صورت استفاده از اتصال مفصلی و یا در مواقعی که طول کنسول از حد معینی تجاوز کند و یا مقدار بار وارده به آن به اندازه‌ای باشد که نبشی‌ها یا ورق اتصال جواب گو نباشند، می‌توان از دستک استفاده کرد. با توجه به نقشه‌ی معماری می توان این دستک را در پایین یا بالای تیر در نظر گرفت و اتصال صحیح و اصولی را اجرا کرد.

اتصال مهاربند به قاب فولادی

معمول‌ترین مهاربندها در اسکلت‌های فولادی مهاربندهای ضربدری است. اتصال مهاربندها در گوشه‌ها به قاب فولادی، با یک صفحه (ورق فولادی) انجام می‌گیرد. نحوه ساخت و نصب به این گونه است که با پروفیل‌های مورد نظر، اعضای مورب به را بر روی سطح صاف نظیر کف کارگاه یا زمین معمولاً وسیله ورق فلزی مربع مستطیل که در ناحیه وسط جوش می‌شود، تهیه می‌کنند. اعضای مورب به وسیله بالابر یا جرثقیل یا کشیدن توسط طناب، در محل اتصال قرار می‌گیرند و در محل خود، در روی ورق فلزی که به ستون و تیر وصل است، جوش میشود.

برای جوش دادن ورق‌های مهاربند به بال تیر یا بال ستون، باید جهت جوشکاری از سمت گیرداری بیشتر به سمت آزادی بیشتر انجام شود. بهتر است ورق‌های مهاربندی در مرحلهی ساخت ستون‌ها روی ستون و در محل مناسب مطابق نقشه، نصب شوند و در روی زمین در وضعیت افقی جوشکاری شود. خروج از مرکزیت و ناگونیا بودن ورق‌های مهاربندی در زمان نصب باعث بوجود آمدن مشکلات فراوانی می‌شود. در مهاربندهای جفت، باید در فواصل حدوداً یک متری از یک سری تسمه‌های فولادی به ضخامت ورق‌های مهاربندی جهت ثابت نگه داشتن آنها استفاده شود. در جوش اتصال عضو مهاربندی به ورق مهاربندی باید حدود ۲ سانتی متر از انتهای دو جوش سمت لبه‌ی بیرونی ورق مهاربندی جوشکاری نشود.

اتصال پای ستون

در طراحی اتصال پای ستون دو شرط اصلی زیر باید تأمین شود.

- نیروی فشاری موجود در مقطع ستون باید توسط ورق کف ستون در شالوده گسترش یابد که تنش فشاری در بتن شالوده کمتر از مقادیر مجاز توصیه شده توسط آیین نامه‌ها شود.
- ورق کف ستون و ستون کاملاً به بتن شالوده مهار شود.

انواع اتصال ستون به شالوده

جزئیات اتصال ستون فلزی به شالوده بتنی، به نیروی موجود در پای ستون بستگی دارد. در ستون با انتهای مفصلی فقط نیروی فشاری و برشی از ستون به شالوده منتقل می‌شوند. اگر لنگر خمشی را به شالوده منتقل نمایید، در آن صورت، نیاز به طرح اتصال مناسب برای این کار خواهید داشت که اتصال گیردار خوانده می‌شود.

اتصال ستون به ورق پای ستون

در اتصال مفصلی پای ستون، فقط نیروی محوری و نیروی برشی از ستون به ورق پای ستون منتقل می‌شود. در اتصال گیردار پای ستون علاوه بر نیروهای محوری و برشی، لنگر خمشی نیز به ورق پای ستون انتقال می‌یابد.

جدا شدگی دو بال نبشی نشیمن تیر به ستون، نشان دهنده‌ی ضعف مقاومت کششی نبشی در مقابل نیروی ناشی از زلزله بوده است. زیرا اندازه‌ی نبشی و مقدار جوش آن به اندازه کافی نبوده است.

انتهای ستون که با ورق کف ستون در تماس است، باید به صورت گونیا بریده شده و سنگ زده شود تا در تماس کامل با ورق کف ستون قرار بگیرد. در چنین حالتی، اکثر نیروی محوری توسط فشار تماسی منتقل می‌شود و نبشی‌ها و یا جوش فقط عمل نگهداری و انتقال نیروی برشی را برعهده می‌گیرند. در صورتی که انتهای ستون سنگ زده نشود، جوش و نبشی‌های اتصال باید بتوانند صد در صد نیروی محوری را انتقال دهند.

استفاده از ورق‌های سخت کننده در اتصال گیردار پای ستون

- گاهی مواقع به منظور کم کردن ضخامت ورق کف ستون، از ورق‌های سخت کننده‌ی مثلثی یا ذوزنقه‌ای در اتصال گیردار پای ستون استفاده می‌شود.
- اجرای ناصحیح جوش در درون گوشه‌ی مهاربند منجر به جدا شدن مهاربند از ستون در اثر نیروی ناشی از زلزله شده است.
- اتصال نامناسب ورق اتصال مهاربند به ستون، ناکافی بودن طول جوش و ابعاد ورق اتصال، منجر به گسیختگی مهاربند از محل اتصال شده است.

اتصالات بادبندها به تیر و ستون‌ها

معمولاً بادبندها توسط یک صفحه فلزی که از قبل در محل تقاطع تیر به ستون جوش داده شده به ستون‌ها و تیرها متصل می‌شوند. این صفحات که تحت فشار و کشش هستند باید برای هر دو عامل طرح شوند. بادبندهایی که روی این صفحات قرار می‌گیرند باید به طور کامل جوش داده شوند.

بعضی وقت‌ها در وسط نیز صفحه می‌گذارند. چون بادبندها نمی‌توانند از روی هم عبور کنند در وسط قطع می‌شوند وبه صفحه وسط کاملاً جوشش داده می‌شوند و ادامه می‌یابند. بادبندهای این ساختمان ناودانی تک و دبل بوده و به وسیله صفحات تقویت، به تیر و ستون‌ها متصل شده‌اند.

اتصال دو تیرآهن به هم

برای تولید ستون دوبل یا تیر دوبل لازم است که دو تیرآهن را به هم توسط بست یا پلیت متصل کرد و نیز برای طویل کردن ستون‌ها نیز باید بین تیرآهن‌ها اتصال وجود داشته باشد، چون طول شاخه‌های تیرآهن ۱۲ متر است.

انواع اتصالات پای ستون

اتصالات پای ستون نیز مانند سایر اتصالات هم صلب و هم مفصلی دارند. در اتصال صلب از سخت کننده استفاده می‌شود و در اتصال مفصلی از نبشی‌ها و لچکی‌ها استفاده می‌شود. اتصال صلب را در جهتی می‌گذارند که ممان دارند و اتصال مفصلی را نیز در جهتی می‌گذارند که ممان ندارند. جوش اتصال پای ستون نیز باید شرایط دو اتصال صلب و مفصلی را تامین کند.

مراحل تولید قالب بتن فلزی

۱ (برشکاری

مرحله اول ساخت قالب بتن ، برشکاری است. در این مرحله ورق کف قالب و تسمه های دور تا دور قالب در ابعاد مورد نظر برش داده می شود. ورق ها با دستگاه گیوتین و به صورت اتوماتیک در اندازه های متناسب با نوع قالب برش داده شده و آماده پانچ می گردند.

۲ (پانچ تسمه ها

بعد از مرحله برشکاری در ساخت قالب بتن ، نوبت به پانچ تسمه ها می رسد. در هنگام پانچ تسمه های قالب بتن باید دقت کرد که دقیقا در همان قسمت مورد نظر پانچ صورت گیرد. در غیر این صورت هنگام قالب بندی دچار مشکل خواهد شد. پانچ تسمه ها ممکن است شکل های مختلفی مثل ستاره ای، گل، مستطیل، لوبیایی و... داشته باشد.

۳ (مونتاژ قالب بتن با استفاده از جوش قوسی

بعد از مرحله پانچ ، ورق ها که شامل ورق کف و تسمه ها می باشد را با استفاده از جوش قوسی به یکدیگر متصل می کنند. مونتاژ قالب بتن یکی از مهم ترین مراحل ساخت قالب بتن فلزی است. از این رو از اهمیت بالایی برخوردار است. جوشکاری با قوس الکتریکی نوعی جوشکاری است که در آن از قوس الکتریکی به عنوان منبع حرارتی در جوشکاری استفاده می‌شود. این نوع از جوشکاری دارای مزایایی هست از جمله:

الف) برای جوشکاری قسمت هایی از سازه جوشی که محدودیت دسترسی دارند مناسب است

ب) برای فولادهای ساده و آلیاژی که امکان جوشکاری با این فرایند را دارا هستند بازه وسیعی را دارند

۴ (جوشکاری قالب با استفاده از تکنولوژی جوش$CO2$

مرحله بعد در ساخت قالب بتن جوشکاری است. در موقع استفاده از این گاز برای ثبات قوس و پیشگیری از بد فرم شدن آن ، از الکترودهای روپوش شده یا تنه کار استفاده می کنند. حال این سوال پیش می آید که مزیت جوش $CO2$ با سایر انواع جوشکاری در چیست ؟ چرا در ساخت قالب از جوش co2 استفاده می کنند؟

مزایای جوشکاری $CO2$

۱ (مقاومت و استحکام قالب بتن رابسیار بالا می برد

۲ (نفوذپذیری بالای آن تا عمق قطعه را در بر می گیرد

۳ (عدم تغییر شکل قطعه و جدا نشدن تسمه های کناری در هنگام شکستن نقاط جوش

۴ (عدم نیاز به زدودن زیاد مواد زائد پس از جوشکاری

۵ (سرعت جوشکاری بالا

بنابراین جوشکاری Co2 عمر بیشتری برای قطعه ایجاد می کند و تعداد دفعات استفاده قالب بتن در پروژه های مختلف را بسیار افزایش می دهد.

۵ (بررسی و کنترل کیفیت

پس از مراحل فوق ساخت قالب بتن به قسمت کنترل کیفی و بررسی فرستاده می شوند تا:

۱ (از لحاظ جوش و تسمه کاملا بازبینی شوند

۲ (روی سطح آنها برای رنگ آمیزی سمباده می کشند تا صیقلی شوند

۶ (رنگ کردن و ایجاد پوشش برای قالب

در این مرحله، قالب ها را برای جلوگیری آهن در برابر زنگ زدگی، دوام بیشتر و ظاهر آراسته آن طبق رنگ مورد درخواست مشتری پوشش رنگ می زنند. از این رو برای بسته بندی و ارسال آماده می شوند.

۷ (بسته بندی قالب ها

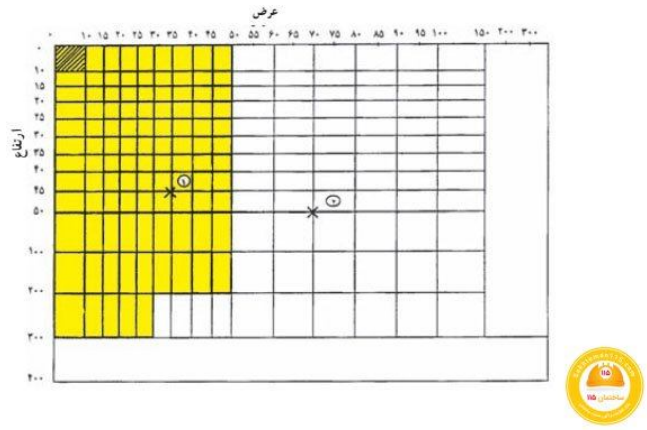
در آخرین مرحله ساخت قالب بتنی ، قالب ها را بسته بندی می کنند تا هم بارگیری آن ها آسان تر شود و هم چیدمان آن ها مناسب شود. کلیه مراحل در این فیلم کوتاه و آموزنده بالا نشان داده شده است. این فیلم توسط گروه صنعتی سیویل سان تهیه گردیده است

انواع قالب های فلزی

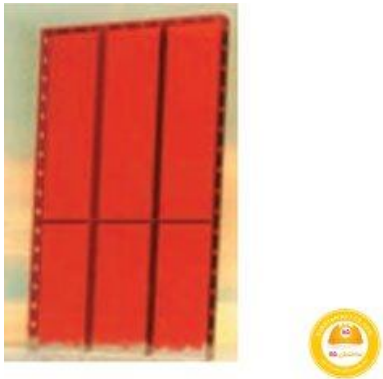
- الف) قالب ثابت
- ب) قالب رونده
- ج) قالب لغزان

قالب استاندارد فلزی

ابعاد این قالب ها بایستی مضربی از ۵ باشد. در ضمن نیازی به سفارش کردن و از پیش طراحی آن وجود ندارد چون در بازار به وفور یافت می شوند. در جدول زیر بخشی که رنگی شده ابعاد قالب های استاندارد فلزی تولید شده را مشخص می کند که در کارگاه تولید قالب به راحتی یافت می شود.



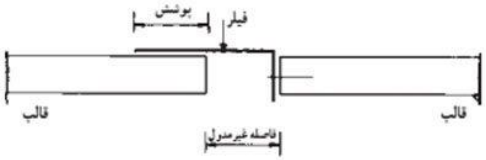
طراحی این قالب ها به گونه ای است که به آسانی حمل می شود. سطح این نوع قالب ها از ورق آهن سیاه به قطر ۳ میلی متر می باشد. همانطور که در تصویر زیر مشاهده می نمایید، با توجه به میزان بارهای وارد بر آن، به وسیله ی تسمه هایی از ورق به قطر ۳ یا ۴ میلیمتر تقویت می شود.

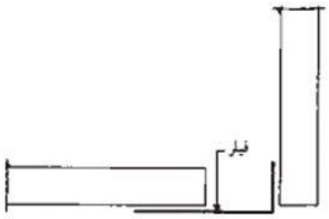


فیلر

هنگامی که هیچگونه ترکیبی از قالب های مدولار نتواند قالب بندی مد نظر شما را پوشش دهد، ترکیبی را به کار می بریم که فاصله ی باقیمانده را به پایین ترین اندازه خود برساند. این فاصله همیشه از ۱۰ سانتی متر کمتر است. این فاصله با قالب پر کننده ی فیلر پر می شود که در شکل زیر نشان داده شده است.

فیلر به صورتی نصب و پیاده سازی می شود که در یک سمت حالت کشویی دارد تا بتوان آن را روی صفحه ی قالب حرکت داد به صورتی که فاصله های نیم تا ده سانتیمتر را پوشش دهد. در شکل ارائه شده در ذیل می توانید نحوه و نمونه ی محل استفاده از فیلر را مشاهده نمایید.

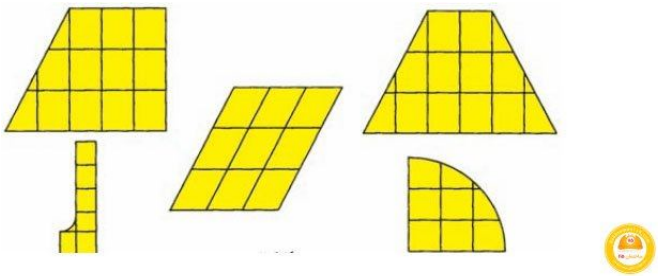




هم چنین ببینید :نماشویی

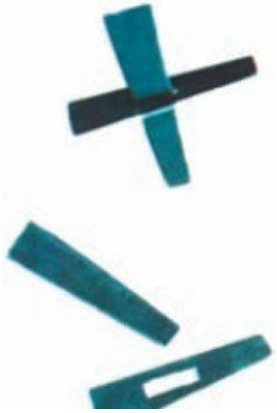
قالب های خاص

در صورتی که با ترکیب قالب های استاندارد و فیلر ها قادر نباشیم قالب سازه ای را ایجاد کنیم، از قالب های خاص استفاده می نماییم. شکل این قالب ها مثلثی، ذوزنقه، متوازی الاضلاع، دایره و منحنی و غیره است. به منظور تهیه ی این نوع قالب بایستی آن ها را بر مبنای اندازه های نقشه به کارخانه سفارش دهیم. در شکل های زیر چند نوع قالب خاص را مشاهده می کنید:

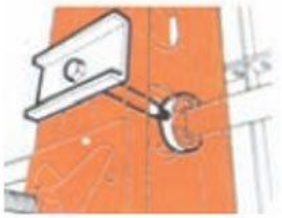


بدنه ی قالب

در قالب بندی فلزی، بدنه ها در پاره ای اوقات از یک قطعه قالب و گاهی از اتصال چند قالب مدولار به هم به وجود می آیند. در صورتی که چند قطعه قالب تشکیل یک بدنه را می دهند، اتصال این قطعات یا توسط پین های زوجی شیار دار که شبیه گوه است انجام می شود، یا به وسیله ی پیچ و مهره صورت می گیرد که در تصویر زیر ارائه شده است.

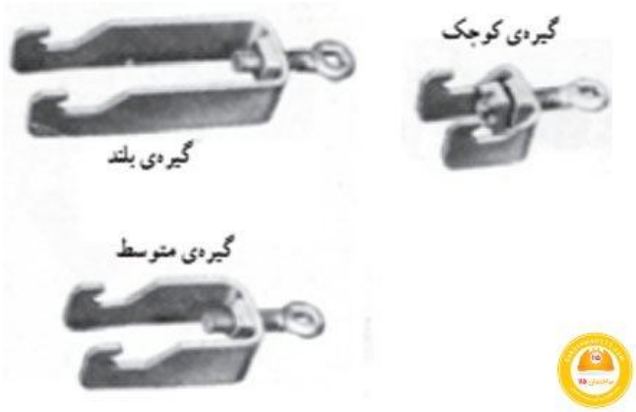


توجه کنید که این اتصالات برای پایداری کامل کافی نیست، و برای این منظور باید از قطعاتی به نام پشت بند استفاده نمود. پشت بندها می توانند از انواع لوله، ناودانی و مقاطع فلزی قویتری که برای این هدف ایجاد شده اند، در نظر گرفته شوند. در شکل زیر چند نمونه از این پشت بندها را می توانید مشاهده نمایید.

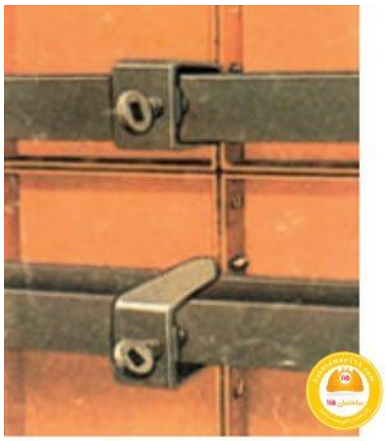


گیره

از گیره همانطور که در شکل زیر مشاهده می کنید، جهت اتصال پشت بندها به بدنه ی قالب استفاده می شود:



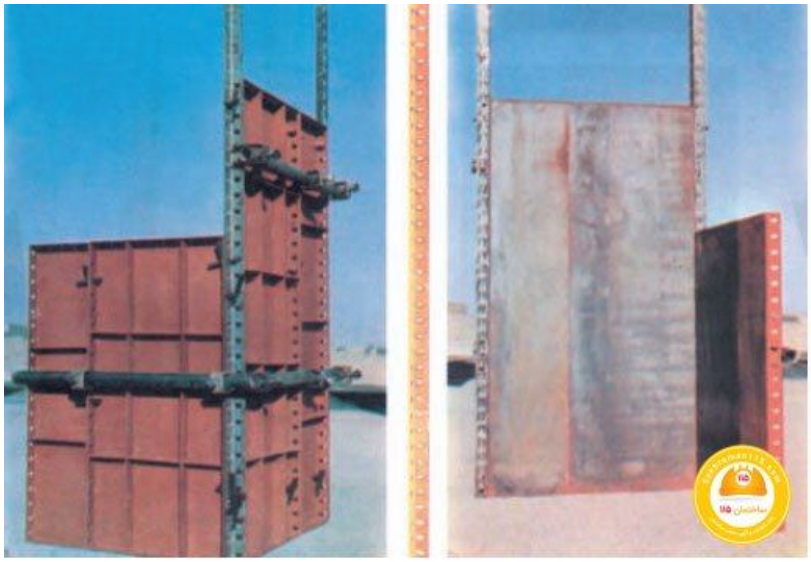
نحوه اتصال بدنه ی قالب ها را به پشت بند ناودانی با گیره ی بلند در تصویر زیر ملاحظه می نمایید.



حتما بخوانید :کف سابی

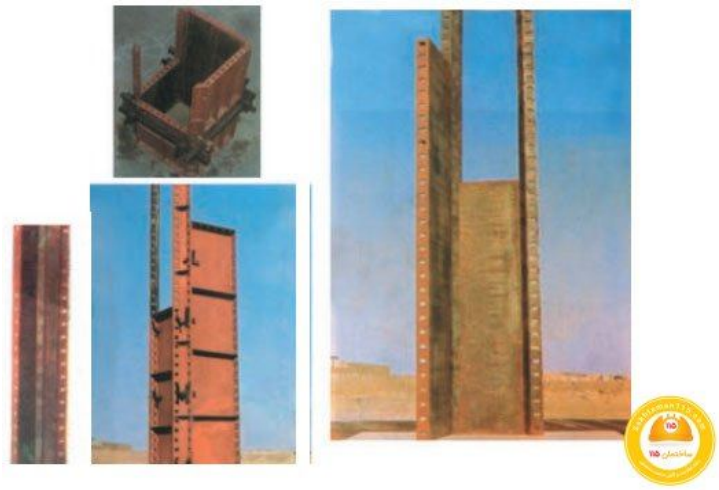
اتصال دو بدنه ی قالب عمود بر هم

این اتصال توسط نبشی های پانچ شده یا انواع قالب های کنج انجام می شود. این نبشی ها سوراخهایی دارند که فاصله ی محور تا محور آنها دقیقا ۵ سانتیمتر و با سوراخ های تسمه های قالب مطابقت می کند. در شکل زیر نبشی را مشاهده می کنید که پانچ شده و دو بدنه ی قالب عمود برهم را می بینید که توسط نبشی پانچ شده متصل شده است.



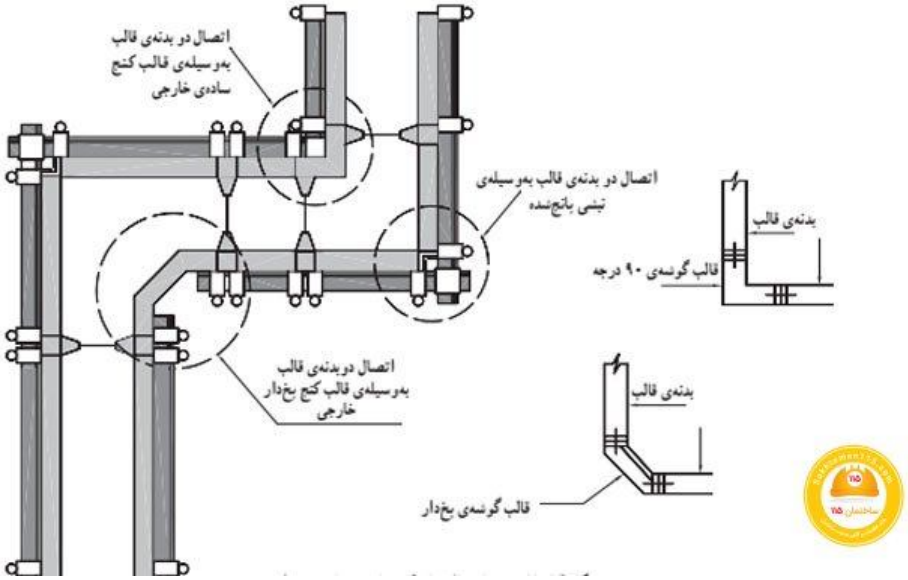
قالب واسطه ی کنج داخلی

گاهی اوقات بر مبنای طرح نقشه، دو صفحه ی قالب مسطح به وسیله ی قالب کنج ساده با زاویه ی ۹۰ درجه یا کنج های داخلی پخ دار ۴۵ درجه، به هم متصل می شوند. این مورد نیز در شکل زیر ارائه شده است.



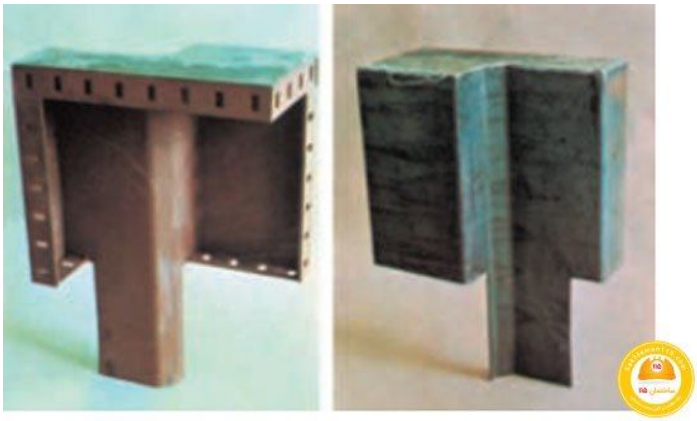
قالب واسطه ی کنج خارجی

گاهی اوقات دو صفحه قالب مسطح توسط قالب کنج ساده ، با زاویه ۹۰ درجه یا کنج خارجی پخ دار تحت زاویه ی ۴۵ درجه به هم متصل می شود که در شکل زیر آمده است.



کلاهک

در مکان هایی که سه صفحه قالب مسطح به صورت فضایی، در امتداد های x,y,z به یکدیگر متصل می شوند، از قالب کلاهک متناسب با نوع کاری که پیاده سازی می شود، استفاده می کنند. در شکل ارائه شده در زیر یک قالب کلاهک را از پشت و جلو مشاهده می کنید:

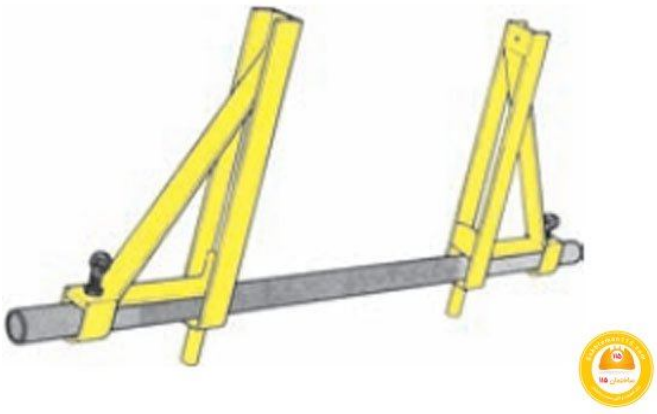


قیدها

بعد از اینکه دو بدنه ی قالب قائم تحت زاویه ای به هم متصل شدند، این اتصال از دیدگاه ثبات زاویه مستحکم و پایدار نمی باشد. به همان صورتی که در صفحات مسطح، این پایداری توسط لوله ها و ناودان ها ویا پشت بندهای قوی تامین می شود، در گوشه ها هم بایستی توسط قید هایی که از لوله یا ناودانی با زاویه ی هدف و مشخص ساخته شده به کار برده شود تا زاویه ی میان دو صفحه پایدار بماند. تصویر ارائه شده در ذیل قید و نبشی پانچ شده و بدنه ی قالب را نشان می دهد:

دستک تیر

این مورد جهت قائم نگه داشتن قالب گونه ی تیر ها و دال ها استفاده می شود که در شکل زیر مشاهده می نمایید:



در زیر هر دستک پایه ای را می بینید که با قرار دادن دستک ها در سوراخ های جک های سقفی ، ثبات و پایداری آنها در راستای قائم فراهم می شود.

تبلیغ :چوب نما ساختمانی

جک فلزی

از جک های فلزی جهت استقرار قالب کف تیر ها و سقف ها، به عنوان شمع استفاده می شود که دارای اشکال و ابعاد مختلفی هستند. هرکدام از این جک ها مصرف خاصی دارند. نوعی از آنها وجود دارد که دارای دو لوله ی فلزی است، قطر بیرونی لوله ی بالایی مقدار اندکی کمتر از قطر درونی لوله پایینی است، به گونه ای که لوله ی بالایی می تواند به آسانی درون لوله ی پایین حرکت نماید. در لوله های بالایی سوراخ هایی ایجاد نموده اند که فاصله ی محور تا محور آنها ۹ سانتی متر می باشد. توسط یک پین و عبور دادن آن از شکاف لوله ی پایین و سوراخ لوله ی بالا، قادر خواهیم بود سوراخ لوله ی بالا را در ارتفاع هدف حفظ کنیم. اگر می خواهید ارتفاع جک را تنظیم کنید طوق را به دور لوله ی پایین بپیچید.

انواع جک شامل جک سقفی و جک مهاری است که در تصاویر زیر می توانید آنها را ملاحظه کنید:

جک شاغول کننده

این جک ترکیبی از دو جک کوتاه و بلند است که جک کوتاه به حالت افقی به بخش پایینی قالب قائم و جک بلند به صورت عمودی به بخش بالای قالب می چسبد. توسط این جک، می توانید بدنه های قالب را به طور کامل در حالت قائم حفظ نمود. تصویر زیر مهار نمودن قالب یک دیوار بتنی با مجموعه ای از جک های شاغول کننده ارائه شده است.

فاصله نگه دارها

فشارهای جانبی که به بدنه ی قالب ها وارد می شود توسط فاصله نگه دارها مهار می شود. پس همان گونه که از نام آن پیدا است، فاصله نگه دار، فاصله دو قالب را در حد مشخصی حفظ می نماید. «پلت» نام دیگر فاصله نگه دارها است که انواع مختلفی را دارا می باشد:

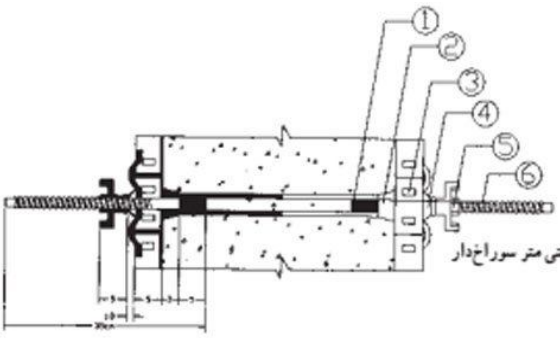
الف (ساده ترین نوع آن گونه ای است که از میان لوله های فلزی یا پولیکای فشار قوی که در دو سر آن مخروط ناقصی قرار دارد عبور می کند.

ب (اگر غلاف لوله ی فلزی یا پولیکا به کار برده نشود، پلت درون بتن باقی می ماند که صرفه ی اقتصادی ندارد. هنگامی که بخواهند از سکوهای بالا رونده استفاده نمایند جهت استقرار این سکوها می توان از این پلت ها استفاده نمود. در شکل زیر این مسئله به نمایش گذاشته شده است.

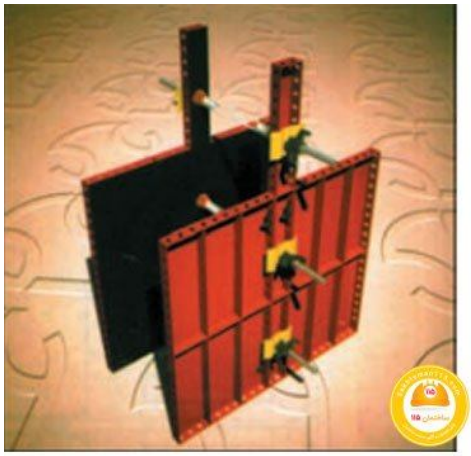
ج (میان پلت های فنری

در این مورد در عوض به کار بردن لوله از میان پلت فنری که در شکل زیر نشان داده شده است استفاده می شود.

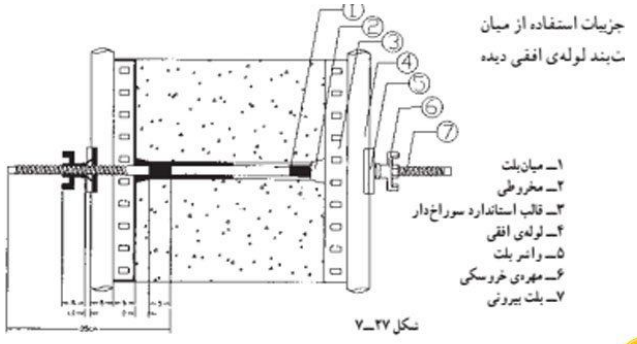
جهت قرار گرفتن فاصله نگه دار، از دو قطعه پلت کوتاه بیرونی استفاده می شود که درون فنر ها توسط رزوه ها بسته می شوند. تصویر زیر نقشه ی جزییات به کاربردن میان پلت متکی به بدنه ی قالب و نمونه ی اجراشده ی جزییات را ارائه داده است.



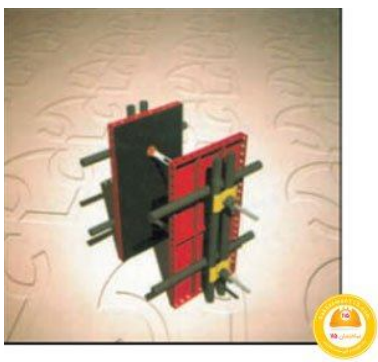
د (پلت بیرونی

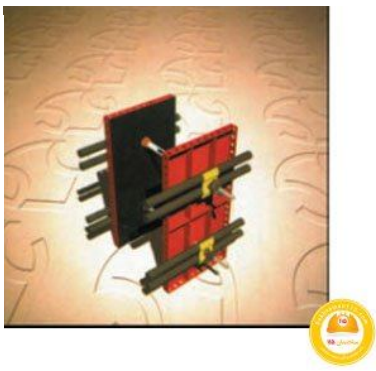


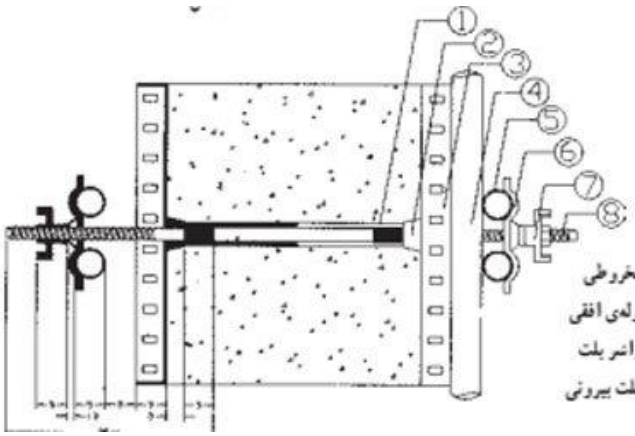
انواع جزییات اتصال میان پلت و اجزای آن در تصاویر زیر آمده است که می توانید مشاهده نمایید.

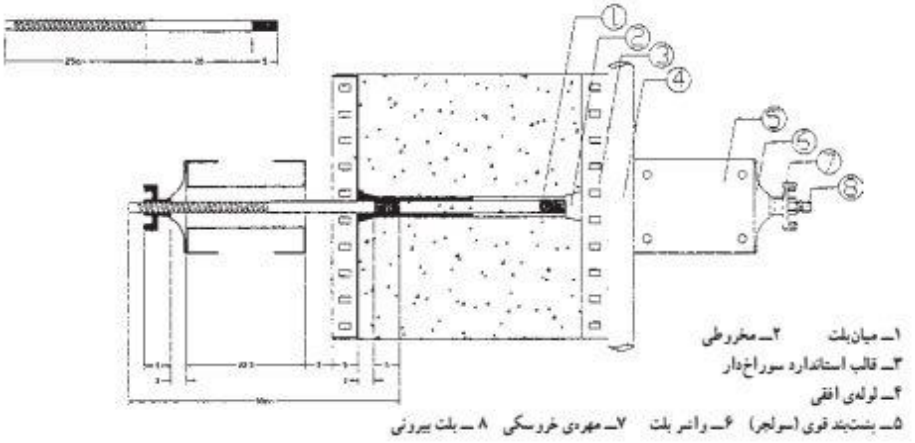


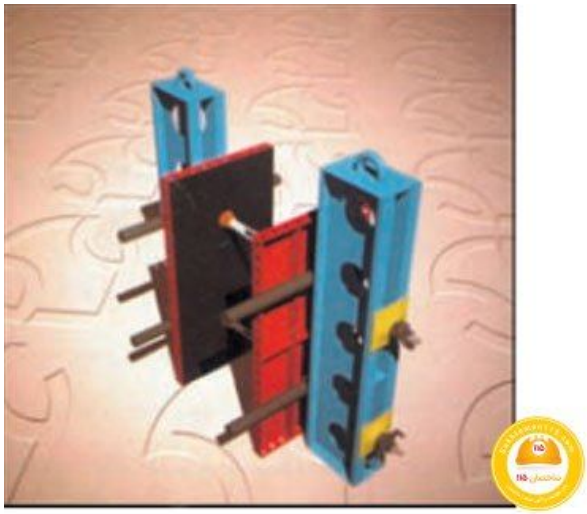
شکل ۲۷ــ۷











جهت انجام قالب بندی دیوار های منابع آب و بخش هایی از این دست که نشت ننمودن آب در آنها اهمیت بسزایی دارد، از میان پلت های آب بند استفاده می شود که در شکل زیر آمده است.

ه (پلت عصایی

در محل هایی که بایستی نصب و اجرای پشت بند قائم سنگین انجام شود ولی به پلت های فاصله نگه دار نیازی نبوده است و نصب و راه اندازی انجام نشده است، از این نوع پلت ها استفاده می شود که در تصویر زیر نشان داده شده است.

هم چنین بخوانید :لوله بازکنی با فنر برقی

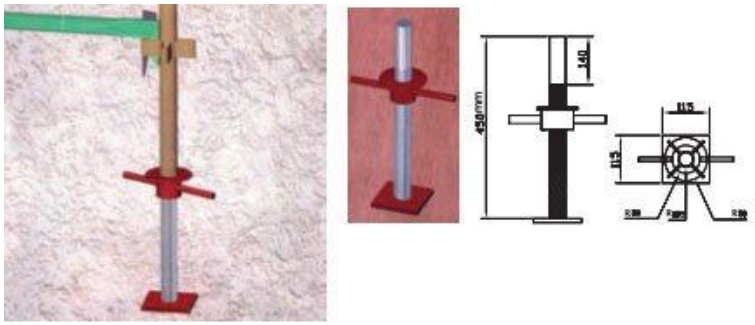
داربست مدولار

با در نظر گرفتن ارتفاع و سنگینی نسبی قالب های فلزی، به کار بردن داربست های مدولار اجرای کار را تسهیل می نماید. طرز کار بسیار ساده است. چند قطعه مدولار از پیش ساخته را انقدر بهم وصل می کنیم تا اندازه ی هدف حاصل شود. در ادامه اعضای ایجاد کننده داربست مدولار را بررسی می کنیم:

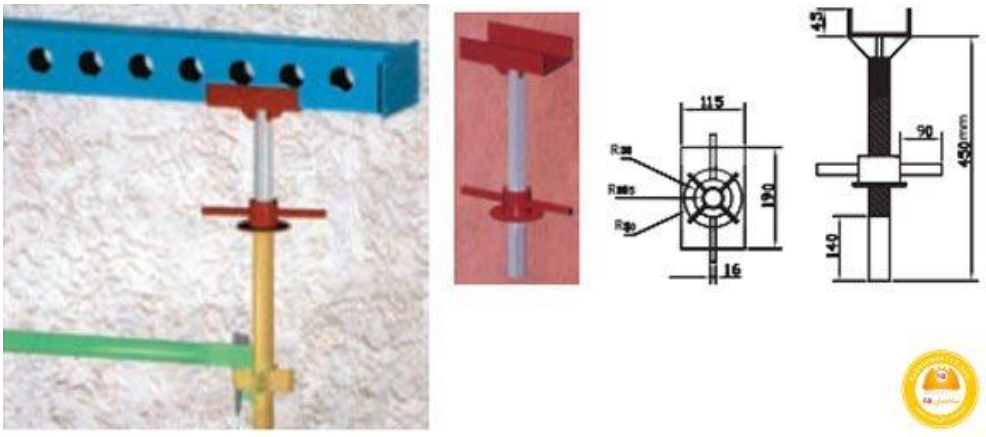
الف) اعضای قائم و ستونی

این اعضا دارای طولهای مختلفی از ۱ تا ۳ متر می باشند که می توانیم حتی آن ها را توسعه دهیم. توسعه ی آنها با پین های واسط انجام می شود که در زیر می بینید.

همانطور که در شکل بالا مشاهده می کنید این قطعه یک لوله است که روی آن هر نیم متر محل هایی در ۴ جهت در نظر گرفته شده تا بتوان قطعات افقی و مورب را به این محل ها متصل کرد. نصب عضو قائم روی پایه ی قابل تنظیم موجب می شود سطح اتکا بالاتر رفته و امکان تنظیم دقیق ارتفاع توسط پیچها مهیا شود که در شکل هایی که در ذیل ارائه شده نشان داده شده است:



همانطور که در تصویر ذیل می بینید ، در بخش بالایی قطعه ی قائم، از قطعه ای استفاده می شود که سرجک نام دارد. این قطعه هم تنظیم ارتفاع سقف را ممکن می کند و هم تکیه گاه خوبی جهت قرار گرفتن کش ها و پشت بند های افقی اصلی قالب محسوب می شود.



اتصال دو قطعه ی قائم داربست مدولار به هم توسط پین و خار نگه دار را می توانید در زیر مشاهده نمایید.

ب) اعضای افقی داربست

قطعات افقی با طول های متغیر ۷۵ تا ۲۹۵ سانتیمتر موجود می باشند. در بخش ابتدایی و انتهایی یک عضو افقی فرم های مناسبی جهت اتصال به عضو های قائم پیش بینی شده که در زیر ارائه شده است.

بعد از اینکه زائده های اعضای افقی در مکان های در نظر گرفته شده قطعات قائم قرار گرفت، بایستی استحکام آنها به یکدیگر توسط گوه هایی که در زیر ارائه شده صورت گیرد.

ج) قطعات قطری

این قطعات متناسب با ابعاد اعضای قائم و افقی به کار برده می شوند. طول این اعضا ۱۷۰ تا ۳۶۰ سانتیمتر است. تعادل و همسانی داربست توسط نصب قطعات قطری در دو جهت عمود بر هم برقرار می شود. تصویری که در زیر مشاهده می کنید، یک قطعه ی قطری داربست مدولار می باشد:

هم چنین به هم پیوستگی و اتصال قطعات افقی و قطری به عضوی قائم و استحکام آنها با نصب گوه را می توانید در ذیل مشاهده کنید:

د) سکوی کار

سکوی کار به منظور عبور کارگران و مهندسان و مجریان و نیز قرار دادن ابزار و تجهیزات سبک روی داربست فلزی ساخته شده که نصب آسانی هم دارد. در تصویر زیر این مورد ارائه شده است:

۱ (دچار تابیدگی نشوند

۲ (بتوانند فشار وارده از طرف بتن را تحمل کنند

۳ (درزبندی شده باشند تا شیره بتن از آن نتواند خارج شود

۴ (در پروژه های زیادی از آن استفاده کرد و مشتری به راحتی و با رضایت کامل از آن ها استفاده کند

اجزای متشکله قالب و داربست و عملکرد آن

مجموعه قالب و داربست که شامل رویهقالب، بدنه قالب، پشتبندها، حایلها، چپ و راستها، پایههای قائم و کمرکشهای افقیاست، باید بتن را در شکل موردنظر و در محدود ه رواداریهای مجاز نگاه داشته، نمای دلخواهرا به سطح بتن بدهد و وزن بتن را تا هنگام سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل نماید.

همچنین قالبباید بتن را در مقابل صدمات مکانیکی حفظ کرده، از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیرهآن جلوگیری نماید، در مقابل سرما و گرمای محیط عا یقی مناسب باشد، میلگردها و سایراجزا و قطعاتی را که در داخل بتن قرار میگیرند در محل موردنظر نگاه داشته، در برابرنیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت نماید و از بتن، بدون آسیب رساندنبه آن، جدا گردد. قالبها باید چنان ساخته شوند که با رعایت روا دارهای مجاز عضو وقطعه بتنی، مطابق نقشه های اجرایی ریخته شود. قالبها باید پس از هر بار مصرف، تمیزشده و در محلی دور از تأثیر سوء عوامل جوی و صدمات مکانیکی نگهداری شوند.

چنانچه کیفیتسطح تمام شده بتن حائز اهمیت باشد، نباید از قطعات قالب که در مراحل قبلی صدمه دیدهاند،برای این گونه سطوح استفاده شود.

نقشهقالب بندی

برای سازه های خاص و پیچیده و یا سایر مواردی که تهیهنقشههای قالب و داربست ضرورت داشته باشد، این نقشهها توسط مشاور، تهیه و به پیمانکارابلاغ خواهد شد، در غیر این صورت پیمانکار باید خود نسبت به تهیه طرح و نقشه قالبهااقدام نماید.

در طراحی قالب باید بارهای زیر دقیقاً مورد توجه قرار گیرند:

وزن قالبها و پشتبندها، وزن بتن تازه، آرماتور و سایراقلام کار گذاشته شده در بتن، وزن افراد، وسایل کار، گذرگاهها و سکوهای کار، بارهایموقت حاصل از انبار کردن مصالح و اثرات دینامیکی نظیر اثر تخلیه بتن از جام حمل بتن،فشار رو به بالای باد، عکسالعملهای تکیهگاهی در بتنهای پیشتنیده، رانش بتن تازه، فشارو مکش باد، بارهای ناشی از تغییرات درجه حرارت، بارهای ناشی از بتن ریزی نامتقارن،نیروهای رو به بالا در قالبها و اجسام کار گذاشته شده در بتن، بارهای حاصل از نشستنامتقارن تکیهگاههای قالب و بارهای ناشی از لرزاندن و متراکم کردن بتن.

قالببندی

انتخاب مصالح مناسب برای قالب، باید با توجه به ملاحظاتاقتصادی، ایمنی و سطح تمام شده مورد انتظار صورت پذیرد. در ساخت قسمتهای مختلف مانندبدنه، رویه، ملحقات، اجزا ی نگهدارنده قالب و نظایر آن، باید مشخصههای فیزیکی و مکانیکیمصالح مورد توجه قرار گیرند. در استفاده از مصالح مختلف برای قالب و داربست ، بایدقبلاً نظر موافق دستگاه نظارت جلب شده باشد.

چوب

چوب مورد مصرف در قالب، باید صاف، بدون پیچ و تاب،سالم و بدون گره از نوع صمغدار باشد . چنانچه ضخامت تخته در بدنه قالب، روی نقشههامشخص نشده باشد ، حداقل ضخامت برای قالب سطوح زیرین، ۳ سانتیمتر و برای قالب سطوح قائم،۲/۵ سانتیمتر خواهد بود. برای پایه های داربست، باید حتیالامکان چوب راست و بدون ترکبه کار رود . قطر متوسط چوب گرد مصرفی در پایهها، نباید از ۱۰ سانتیمتر کمتر باشد.حداقل ابعاد در مورد چارتراشها، ۸ سانتیمتر است.

پایه های چوبی تا ارتفاع ۴متر باید یکپارچه باشندو از چهارمتر به بالا میتوان از دو اصله چوب استفاده کرد، در این حالت حداکثر تعدادپایه های وصله دار یک سوم کل تعداد پایهها خواهد بود.

پایه های چوبی تا ارتفاع چهارمتر حداقل در یک ردیفباید توسط قیدهایی ب ه صورت چپ و راست به یکدیگر کلاف شوند. از ارتفاع چهارمتر به بالابه ازای هر دو متر اضافه، یک ردیف کلاف اضافه منظور خواهد شد. برای انتقال بار بخشهایفوقانی به زمین، تختههایی به ضخامت کافی به نام زیرسری، زیر پایهها گذاشته میشود. سطحزیرسری باید چنان باشد که فشار وارد بر زمین در هیچ حالت از یک کیلوگرم بر سانتیمترمربعتجاوز ننماید.

سایر مصالح

در به کارگیری سایر مصالح نظیر فلزات، لاستیکها، پلاستیکهاو غیره، باید مسئله سازگاری مصالح با بتن تازه قبلاً مورد بررسی قرار گیرد. در بهکارگیریمصالح نوین برای قالببندی، باید به دستورالعملهای کارخانه سازنده و نیز مندرجات دفترچهمشخصات فنی خصوصی توجه شود.

اجرا

مشخصات اجرایی قالب

چنانچه شیب قطعات شیبدار از ۲ قائم به ۳ افقی(۳:۲ (تجاوز کند، ارجح است که برای سطح فوقانی قطعه نیز قالب در نظر گرفته شود و درهر حال برای شی بهای بیش از ۱:۱ ،تعبیه قالب سطح فوقانی اجباریست.

رویه قالبها و مواد رهاساز قالب، باید قبل از جاگذاریآرماتورها روی قالبها نصب یا مالیده شوند. قالبها باید چنان جذب و جفت کنار یکدیگرقرار گیرند که مانع از هدر رفتن شیره بتن شوند . قالبها باید عاری از آلودگیها، ملات،مواد خارجی و غیره بوده و قبل از هر بار مصرف باید با مواد رهاساز قالب پوشانده شوند.این مواد باید چنان به کار گرفته شود که لایهای یکنواخت و نازک

روی سطوح قالب ایجادنماید، بدون آنکه موجب آلودگی آرماتورها شوند. قبل از بکارگیری مواد رهاساز قالب، بایداز سازگاری این مواد با عوامل متشکله بتن و قالب اطمینان حاصل گردد. در مواردی که دسترسیبه کف قالبها دشوار یا غیر ممکن است، باید با تعبیه دریچههای بازدید و کفشور قالب،نسبت به نظافت داخل قالب قبل از بتنریزی اقدام شود. چنانچه کیفیت سطح تمام شده بتنحائز اهمیت باشد ، نباید از قطعات قالب که در مراحل قبلی صدمه دیدهاند، برای این سطوحاستفاده شود. در مورد روشهای ویژه اجرایی مانند استفاده از قالبهای لغزان، قالبهایماندگار، قالببندی در زیر آب و نظایر آن، باید به مندرجات دفترچه مشخصات فنی خصوصیکه بدین منظور تنظیم شده است ، مراجعه شود.

پایه های اطمینان

به منظور جلوگیری از بروز تغییر شکلهای تابع زماندر قطعات بتن آرمه تازه قالب برداری شده، پس از برداشتن قالب سطوح زیرین قطعات مزبور،پایههایی در زیر آنها باقی گذاشته میشوند که پایه های اطمینان نام دارند. پیش بینیپایه های اطمینان برای تیرهای به دهانه بزرگتر از ۵ متر، تیرهای طره به طول بیش از۲/۵ متر، دالهای به دهانه بزرگتر از ۳ متر و دالهای طرهای به طول بیش از ۱/۵ متر اجباریاست. تعداد پایه های اطمینان پیشبینی شده، باید به اندازهای باشد که فاصله هر دو پایهاطمینان مجاور در هیچ مورد از ۳ متر تجاوز ننماید.

رواداریها

چنانچه رواداریها در طرح مشخص نشده باشند، ارقام مندرجدر جدول ۶-۳-۳ ملاک عمل خواهند بود.

جدول ۶-۳-۳ رواداری سازه های بتنی متعارف

ردیف شرح رواداری ۶ میلیمتر در هر ۳ متر طول حداکثر۷۵ میلیمتر در کل طول در لبه و سطح ستونها، پایهها، دیوارها، نبشها و کنجها

الف ۶ میلیمتر در هر ۶ متر طول حداکثر ۱۲ میلیمتردر کل طول برای گوشه نمایان ستونها، درزهای کنترل،

ب شیارها و دیگر خطوط برجسته، نمایان و مهم

۱ انحراف از امتداد قائم

۶ میلیمتر در هر ۳ متر طول

۹ میلیمتر در هر چشمه یا هر ۶ متر طول

حداکثر ۱۹ میلیمتر در کل طول در سطح زیرین دالها،سقفها، سطح زیرین تیرها، نبشها و کنجها قبل از برچیدن حایلها

الف ۶ میلیمتر در هر ۶ متر طول حداکثر ۱۲ میلیمتردر کل طول در نعل درگاهها، زیرسریها، جانپناههای نمایان

ب شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته، نمایان و مهم

انحراف از سطوح یا ترازهای مشخص شده در نقشه ها

در هر چشمه ۱۲ میلیمتر

در هر شش متر طرل ۱۲ میلیمتر

حداکثر در کل طول ۲۵ میلیمتر

انحراف ستونها، دیوارها و

تیغههای جدا کننده از موقعیت

مشخص شده در پلان ساختمان

۴ انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کفدیوار و غلافها ۶ ±میلیمتر

الف در جهت نقصانی ۶ میلیمتر

ب در جهت اضافی ۱۲ میلیمتر

اختلاف در ابعاد مقطع عرضی ستونها

۵ و تیرها و ضخامت دالها و دیوارها

نقصانی ۱۲ میلیمتر

اضافی ۵۰ میلیمتر

اختلاف اندازه ها در پلان

الف دو درصد عرض شالوده در امتداد طول موردنظر

ب جابهجایی یا خروج از مرکز مشروط بر آنکه بیش ازطول ۵۰ میلیمتر نباشد

۵ درصد کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده محدودیتیندارد

افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده

پ ضخامت ۶ شالودهها

ارتفاع پله ۳ ±میلیمتر

کف پله ۶ ±میلیمتر

در تعدادی معدودی

پله

الف ارتفاع پله ۱/۵ ±میلیمتر کف پله ۳ ±میلیمتر

ب در پله های متوالی

۷ پله ها

در مورد سازه های خاص باید رواداریها در دفترچه مشخصاتفنی خصوصی درج شوند.

تنظیم قالب بندی

قالببندی باید قبل، حین و بعد از بتنریزی به دقت زیرنظر قرار گرفته و در مراحل مختلف به منظور حفظ مجموعه قالب و داربست در محدوده رواداریهایتعیین شده، تنظیم شود.

قالب برداری

قالب باید وقتی برداشته شود که بتن قادر به تحمل تنشهاو تغییر شکلهای وارده باشد. قبل از آنکه اعضا و قطعات بتنی، مقاومت کافی برای تحملوزن خود و بارهای وارده را کسب نمایند، نباید پایهها و قالبهای باربر برچیده شوند.عملیات قالببرداری و جمع کردن پایهها باید گام به گام بدون ضربه و اعمال فشار ، چنانصورت گیرند که اعضا و قطعات، تحت بارهای ناگهانی قرار نگرفته، بتن صدمه نبیند و خدشهایبه ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات وارد نشده و تغییر شکلهای غیر مجاز در آنها رخندهد. چنانچه قالب برداری قبل از پایان دوره مراقبت انجام شود، باید تدابیری برای مراقبتبتن پس از قالب برداری اتخاذ گردد.

زمان قالب برداری

الف: چنانچه زمان قالببرداری در طرح، تعیین و تصریحنشده باشد، قالبها و پایهها نباید قبل از سپری شدن مدتهای مندرج در جدول ۶-۳-۶) الف)برداشته شوند:

جدول ۶-۳-۶) الف) حداقل زمان لازم برای قالببرداری

دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)

۰ ۸ ۱۶ بالاتر و ۲۴

شرح

نوع قالببندی

۳۰ ۱۸ ۱۲ ۹ (ساعت (قائم قالبهای

قالب زیرین (شبانه روز) ۳ ۴ ۶ ۱۰

پایههای اطمینان (شبانه روز) ۷ ۱۰ ۱۵ ۲۵

دالها

قالب زیرین (شبانه روز) ۷ ۱۰ ۱۵ ۲۵
پایههای اطمینان (شبانه روز) ۱۰ ۱۴ ۲۱ ۳۶

تیرها

پیش شرطهای استفاده از جدول فوق این است که:

ـ بتن با استفاده از سیمان پرتلند معمولی یا سیمانپرتلند ضد سولفات تهیه شده باشد.

ـ حین سخت شدن بتن، دمای محیط به کمتر از صفر درجهسانتیگر اد تنزل ننماید (در صورت تنزل دمای محیط به کمتر از صفر درجه سانتیگراد ، بایدارقام جدول متناسباً و حداقل به میزان مدت یخبندان افزایش یابند).

ـ هنگام قالببرداری سطوح قائم، جهت حفظ بتن در برابرگرما یا سرمای محیط بلافاصله پس از قالب برداری عمل آوردن بتن به روش مقتضی صورت پذیرد.

ـ در صورت استفاده از سیمان زودگیر، ارقام جدول فوققابل کاهش است . هنگام استفاده از مواد دیرگیر کننده در ساخت بتن باید ارقام جدول فوقافزایش یابند.

ـ اگر ملاحظات خاصی برای پرهیز از ترکهای زودهنگامیا تقلیل تغییر شکلهای ناشی از وارفتگی مد نظر باشد، باید ارقام جدول را افزایش داد. به علاوه چنانچه عمل آوردن تسریع شده یا قالب بندی خاصی نظیر قالبهای لغزان مطرحباشد، ممکن است مقادیر فوق را کاهش داد.

ب: برداشتن قالبها و پایهها در مدتهای کمتر از مقادیرمندرج در جدول فوق فقط به شرط آزمایش میسر است. در صورتی که آزمایش نمونه های آگاهی(نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به (۷۰ (٪مقاومت ۲۸ روزه موردنظرباشد، میتوان قالب سطوح زیرین را برداشت، ولی برداشتن پایه های اطمینان در صورتی مجازاست که علاوه بر رعایت سایر محدودی تها، مقاومت بتن به مقاومت ۲۸ روزه موردنظر رسیدهباشد.

برداشتن پایه های اطمینان

الف: برای تیرهای تا دهانه ۷ متر، برداشتن کل قالبو داربست و زدن پایههای اطمینان میسر است ، ولی برای دهانه های بزرگتر از ۷ متر، تنظیمقالب و داربست باید چنان انجام گیرد که برداشتن قالب بدون جابهجا کردن پایههای اطمینانصورت پذیرد.

ب: برای سازههای متشکل از دیوار و دال بتنآرمه، نظیرسازههایی که با قال ب تونلی و یا قالبوارههای به ابعاد بزرگ ساخته میشوند، میتوان برچیدنو زدن مجدد پایه های اطمینان را تا دهانه ۱۰ متر مجاز تلقی کرد، مشروط بر اینکه زدنپایه های اطمینان بلافاصله پس از برداشتن قالب صورت گرفته و در عمل از عدم بروز ترکهاو تغییر شکل های نامطلوب اطمینان حاصل گردد.

پ: به طورکلی در صورتی که قطعه موردنظر جزئی از یکسیستم سازهای پیوسته باشد، موقعی میتوان پایه های اطمینان را برداشت که تمام قطعاتمجاور قطعه مزبور بتن ریزی شده باشند.

ت: در صورتی که قالب بندی طبقه فوقانی روی طبقه زیرینتکیه نماید، برد اشتن پایههای اطمینان زیرین وقتی میسر است که بتن طبقه فوقانی مقاومتلازم را ب ه دست آورده باشد. ارجح آن است که همیشه در دو طبقه متوالی پایههای اطمینانوجود داشته باشند، پایه های اطمینان در طبقات باید در امتداد هم باشند.

ث: برداشتن پایههای اطمینان باید بدون اعمال فشارو بدون ضربه، طوری صورت پذیرد که بار به تدریج از روی آنها برداشته شود. برای دهانههای بزرگ و قطعاتی که نقش حساس سازهای دارند ، باید برداشتن بار از روی پایه های اطمینانبا وسیلهای قابل کنترل انجام پذیرد که در صورت لزوم بتوان برداشتن بار از روی پایهاطمینان را متوقف نمود.

الف: دفن کردن لوله ها و مجاری آب، فاضلاب، بخار وگاز و نیز عبور دادن لولهها و مجار ی مزبور از داخل بتن تیرها و ستونها باید دقیقاًاز مسیرهای تعیین شده و مطابق با نقشههای اجرایی صورت پذیرد و پیمانکار مجاز به تغییرمسیرهای مذکور جز با کسب نظر موافق دستگاه نظارت نخواهد بود.

ب: لوله ها و مجاری آلومینیومی نباید در قطعات بتنیدفن شوند، مگر اینکه به نحو مؤثری روکش شده باشند تا از ترکیب شیمیایی بتن و آلومینیومو یا از فعل و انفعالات الکتروشیمیایی بین فولا د و آلومینیوم جلوگیری به عمل آید.

پ: در قالببندی پوشش طبقات و دیوارهای باربر، بایدمطابق نقشههای اجرایی، پیشبینی هایی برای عبور لوله ها و مجاری مورد نیاز سیم کشی،لوله کشی و سایر نیازهای تأسیساتی و مکانیکی به عمل آید، به نحوی که پس از اتمام بتنریزی نیازی به تخریب بتن نباشد. در پارهای موارد میتوان از وسایل برش مناسب و موردتأیید مهندس طراح و مهندس ناظر، مجاز خواهد بود.

ت: چنانچه نقشههای اجرایی لولهها و مجاری مدفون دربتن به تصویب مهندس طراح نرسیده باشد ، لوله ها و مجاری مدفون در دال، دیوار یا تیر،باید چنان کار گذاشته شوند که شرایط زیر تأمین شده باشند:

۳ ـ ابعاد خارجی لوله ها و مجاری نباید بزرگتر ازکل ضخامت دیوار، دال یا تیری که در آن دفن ۱ میشود، باشند.

ـ فاصله مراکز آنها نباید کمتر از سه برابر قطر یاعرضشان باشد.

۵-۶ درزهای اجرایی، سطوح واریز

الف: تعداد درزهای اجرایی باید حداقل لازم جهت انجامکار باشد . در تعیین موقعیت درزهای اجرایی باید دقت کافی به عمل آید. بسته به اهمیتکار، موقعیت و شکل درزهای اجرایی توسط مهندس طراح، تعیین و در نقشهها درج میگردد. درغیر این صورت موقعیت و شکل درزها توسط مسئول اجرایی در کارگاه تعیین میشود. در هر حالنباید تعیین موقعیت درزها به زمان انجام کار موکول گردد.

ب: سطح بتن در محل درزهای اجرایی باید قبل از شروعمجدد کار، تمیز و دوغاب خشک شده از روی آن پاک شود. قبل از بتنریزی جدید باید تمامسطوح درزهای اجرایی تر شده و آب اضافی از روی آن تخلیه گردد. برای تأمین پیوستگی بینلایههای بتن در محل درزهای اجرایی باید سطح بتن قبلی زبر یا مضرس شده و سپس لایه بعدیریخته شود.

ایجاد درزهای اجرایی قائم باید به وسیله قالب موقتصورت پذیرد. درزهای اجرایی در دالها و تیرها، باید در ثلث میانی دهانه دالها و تیرواقع شوند. درزهای اجرایی در تیرهای اصلی، باید حداقل به اندازه دو برابر عرض تیرهایفرعی متقاطع با آنها، از این تیرهای فرعی فاصله داشته باشند. بتن تیرها و سرستونها،باید به صورت یکپارچه و همراه با بتن دال ریخته شوند، مگر اینکه در نقشه ها یا دفترچهمشخصات فنی خصوصی ترتیب دیگری تعیین شده باشد.

اجرای قالب دارای اهمیت بسیار زیادی است چرا که در بسیاری از موارد در حین اجرای بتن به دلیل ریزش، جابجایی و یا گسیختگی قالب خسارات جبران ناپذیری به سازنده و عوامل ساخت وارد شده است. به نوعی خود قالب ساختمانی را می‌توان اینگونه تعریف کرد که «به سازه‌های موقت یا بعضا دائمی، اطلاق می‌شود که برای شکل‌گیری بتن، اجزای سازه اصلی در سنین اولیه عمر بتن استفاده می‌شود». این تعریف به عنوان یک تعریف جامع و مانع آکادمیک، دارای جزئیات قابل تاملی است. از جمله این جزئیات می‌توان به قسمت اول تعریف اشاره کرد که ساختار قالب یک سازه است و بعضا در پروژه‌های با مقیاس بزرگ (مانند سد) نیاز به طراحی مهندسی دارد.

قالب‌ها با توجه به هدف مورد نظر طراحی، اجرا و در ابعاد با جنس‌های مختلف تولید می‌شوند. در این مقاله تلاش می‌کنیم به برخی از جزئیات قالب‌ها و قالب‌بندی اشاره کنیم.

معیارهای انتخاب نوع قالب

۱ .اقتصادی :به طور معمول یکی از عوامل تعیین کننده در انتخاب هر مصالحی در پروژه‌های عمرانی مسائل اقتصادی است، انتخاب قالب هم از این امر مستثنی نیست به طوری که در مواردی پیمانکاران ترجیح می‌دهند از قالب‌هایی استفاده کنند که تاریخ مصرف آن‌ها به لحاظ فنی منقضی شده است.

۲ .شکل موردنظر :اگر در پروژه به دنبال ظاهر خاصی برای پروژه هستیم باید از قالب‌های خاص استفاده کنیم. این ظاهر تنها به شکل محدود نمی‌شود به عنوان مثال قالب فلزی سطح صیقلی بهتری را به ما می‌دهد.

۳ .حجم عملیات :در مواردی که حجم عملیات بتن‌ریزی وسیع است مسائل اقتصادی و فنی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. به همین دلیل انتخاب قالب بسیار حائز اهمیت است.

انواع جنس قالب

۱ .*قالب فلزی*

در حال حاضر پرکاربردترین نوع قالب که در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد قالب فلزی است. این نوع قالب به روش‌های مختلف قابل اجرا است. تقریبا برای همه موارد به شرط رعایت ضوابط قابل اجرا است. از جمله موارد مزایا و معایب این این نوع قالب به شرح زیر است:

–**مزایا :**راحتی اجرا، در دسترس بودن، قابلیت حمل، اتصالات نسبتا ساده، سطح صاف، تولید در شکل‌های مختلف، طول عمر بالا

–**معایب :**وزن نسبتا زیاد، قیمت بالا، آماده‌سازی اولیه

مطالعه این مطلب را نیز به شما پیشنهاد می کنیم :اجرای اسکلت فلزی

۲ .*قالب چوبی*

این نوع قالب به خاطر هزینه اندک و عدم نیاز به فرآیند کارخانه‌ای ویژه بسیار محبوب است و تقریبا برای همه موارد به شرط رعایت ضوابط قابل اجرا است.

–**مزایا :**قیمت کم، سهولت اجرا، سادگی اتصالات، وزن کم

–**معایب :**سطح نسبتا ناصاف، مسائل محیط زیستی، عمر مفید کم، شکل‌پذیری زیاد در دهانه‌های زیاد

۳ .*قالب آجری*

این نوع قالب بیشتر در پی‌سازی استفاده می‌شود و از نوع مدفون است. در این نوع قالب‌بندی دیواری به ارتفاع پی در اطراف هر شناژ ساخته شده و در داخل آن خاک ریخته می‌شود. پس از پوشش دیوار آجری با پلاستیک بتن‌ریزی انجام می‌شود. مزیت اصلی این روش در دسترس و ارزان بودن اجرای آن است.

۴ .*قالب پلای وود (plywood)*

این نوع از جنس چوب مصنوعی یا طبیعی است که به صورت لایه‌ای بر روی هم فشرده می‌شوند و نتیجه آن صفحات چوبی چندلایه می‌شود. بعضا رویه این صفحات را با لایه‌های با اصطحکاک کم پوشش می‌دهند تا بعد از گیرش بتن به راحتی جدا شوند.

۵ .*قالب فایبرگلاس (Fiberglass)*

قالب‌های فایبرگلاس از ترکیب مواد پلیمری و الیاف پشم شیشه تشکیل می‌شوند. پشم شیشه به عنوان یک عامل تقویت کننده قالب به کار می رود و ماده زمینه همان پلیمر است. تولید این قالب‌ها در نگاه اول شاید کمی پرهزینه باشند. زیرا نیاز به یک قالب فولادی اولیه برای ساخت دارند. اما مصالح فایبرگلاس مورد استفاده در آن‌ها ارزان هستند و در صورت تولید انبوه، هزینه آن کاهش می‌یابد.

این قالب ها طول عمر بیشتری و همچنین سطح صاف تری نسبت به تمام قالب های دیگر دارد. در نتیجه پس از بتن ریزی، سازه بتنی بسیار زیبا و یک دست خواهد بود. قالب ها فایبرگلاس به دلیل یک پارچه بودن نیازی به درزگیری ندارند و درنتیجه نفوذناپذیر هستند و شیره بتن از آنها عبور نمی کند. استفاده از قالب‌های فایبرگلاس موجب افزایش سرعت عملیات بتن ریزی و همچنین تمیز بودن محیط کارگاهی می شود. تنوع و شکل‌پذیری در این قالب‌ها بسیار بیشتر از سایر قالب‌ها می‌باشد.

اجرای قالب‌های اجزای بتنی

قبل از شروع:

قبل از اجرای قالب بتنی توجه به سه نکته حائز اهمیت است.

۱ .تعیین نوع محل

–اجزای پیش‌ساخته

–اجزای بتن‌ریزی در محل

–تیر

–ستون

–دیوار

–سقف

۲ .مشخص کردن فضای قالب‌بندی و ابزار نگه‌دارنده قالب

۳ .تهیه مصالح مورد نیاز به میزانی که از استحکام قالب‌ها مطمئن شد.

این سه نکته شاید در نگاه اول بدیهی به نظر برسند ولی در مواردی دیده شده که مجری قالب، از قالب نامناسب یا از مصالح نگه‌دارنده نامناسب استفاده کرده است.

عملیات قالب‌بندی

۱ .قالب‌ها باید توسط مواد لیزکننده مانند روغن هیدرولیک، روغن سوخته و.... چرب شود. این کار به این منظور انجام می‌شود که پس از گیرش بتن زمانی که قالب را باز می‌کنیم قالب به بتن نچسبد. باید توجه داشت که این مقدار ماده نباید زیاد باشد چرا که می‌تواند با بتن واکنش دهد، تنها به میزانی از این مواد استفاده می‌شود که رویه قالب پوشانده شود.

۲ .در بتن مسلح باید فاصله قالب تا میلگرد توسط اجزایی به نام اسپیسر حفظ شود به این فاصله پوشش یا کاور بتن می‌گویند. در مرحله بعدی باید از قرارگیری مناسب این فاصله‌دهنده‌ها مطمئن شویم.
۳ .قالب را در محل مناسب قرار می‌دهیم، و با اجزای مناسب اتصالات و پایداری آن را تامین می‌کنیم. این مرحله وابسته به این موضوع است که قالب را با چه هدفی اجرا می‌کنیم.
۴ .بعد از اتمام بسته شدن قالب پایداری نهایی آن با اتصال اجزا مختلف اطمینان حاصل می‌کنیم.

انواع قالب بندی

قالب‌بندی را می‌توان از لحاظ متریال استفاده شده، موقعیت قالب‌بندی و شکل آن در دسته‌های مختلف تقسیم کرد. یکی از انواع آن‌ها، قالب‌بندی فلزی می‌باشد که دارای کاربردهای بسیار زیادی در صنعت ساختمان سازی است. البته لازم به ذکر است که هر یک از روش‌های قالب‌بندی، به نحوه خاصی اجرا می‌شود و کاربردهای متفاوتی نیز دارد. قالب‌بندی از لحاظ جنس را می‌توان در دسته‌های زیر تقسیم‌بندی کرد.

- قالب‌بندی چوبی
- قالب‌بندی فلزی
- قالب‌بندی پلاستیکی

هر کدام از این انواع، دارای ویژگی‌های خاص خود هستند، اما در مقابل دارای نقاط ضعف و یا معایبی نیز می‌باشند. در این دسته‌بندی، نوع سازه و نقشه اجرایی مشخص کننده پنل‌های لازم برای قالب‌بندی است و برای پی سازی ساختمان، پس از گودبرداری، باید خطوط آکس‌بندی شده و محل قرارگیری قالب‌ها بر روی زمین مشخص شوند تا بتوان عملیات فونداسیون را بر روی زمین اجرا کرد.

قالب‌بندی فلزی

یکی از انواع قالب‌بندی برای پی‌سازی ساختمان، قالب‌بندی فلزی یکی از انواع قالب‌بندی‌ها است که در برابر قالب‌های چوب و آجری، از استحکام بسیار بالاتری برخوردار است و بیشتر فعالان در زمینه ساختمان سازی، این روش را بهترین نوع قالب‌بندی معرفی می‌کنند. امروزه از این نوع از قالب‌بندی، یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای پی ریزی ساختمان‌ها می‌باشد، زیرا به راحتی می‌توان آن‌ها را حمل نمود و برای هر نوع سیستمی از آن استفاده کرد.
قالب‌بندی فلزی دارای مزایای بسیار زیادی است که از میان آن‌ها می‌توان به دوام و استحکام بالا، سهولت اتصال، سرعت بالای اجرا، قابلیت استفاده مجدد، بهره‌وری بالا و ... اشاره کرد. برای پروژه‌هایی که تنوع ابعاد و سطوح کم است اما در مقابل، حجم کاری بالا می‌باشد، قالب‌بندی فلزی بهترین گزینه ممکن است.
هرچند قیمت اولیه قالب‌های فلزی بسیار بالا است، اما در مقابل دارای طول عمر بسیار بالایی هستند و می‌توان از آن‌ها برای مدت زمان زیادی استفاده کرد. البته لازم به ذکر است، برای جلوگیری از اثرات نامطلوب آب و هوایی، باید این قالب‌ها را عایق‌بندی کنید. استفاده از قالب‌بندی فلزی، به شکل روز افزونی در حال افزایش است و بیشتر از سایر موارد دیگر از آن‌ها برای پروژه‌های ساختمانی استفاده می‌شود. قالب‌های فلزی در ابعاد بسیار کوچکی هستند و مقاومت بسیار بالایی در برابر فشارهای ناشی از بتن دارند. همچنین این قالب‌ها، در طی فشارهای وارده شکل خود را از دست نمی‌دهند که این یکی از مزایای بسیار مهم آن‌ها می‌باشد. در واقع، با توجه به مهندسی شدن این نوع از قالب‌ها، دقت کاری بسیار بالاتر می‌رود.

اجزای قالب‌بندی فلزی

برای قالب‌بندی فلزی از قطعات مختلفی استفاده می‌کنند که این قطعات می‌توانند در پروژه‌های مختلف با توجه به نقشه و نوع ساختمان، مختلف باشند. اما به طور کلی از مهم‌ترین قطعات استفاده شده برای این روش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- بولت چدنی
- واشر کاس
- تسمه بلت
- گیره بلند میان برد فلزی دنده درشت
- جک دو پیچ

انواع قالب‌بندی فلزی

قالب‌بندی فلزی، با توجه به نوع استفاده از آن در پروژه‌های مختلف، دارای انواع متفاوتی است که هر کدام دارای ویژگی‌های خاص خود هستند و باید متناسب با نوع پروژه، قالب‌بندی مناسبی را انتخاب کنید. انواع قالب‌بندی فلزی، به شرح زیر می‌باشد.

- قالب ثابت
- قالب رونده
- قالب لغزان

بتن ریزی بعد از قالب بندی

بتن آماده، توسط ماشین‌های حمل بتن (میکسر) برای شما آورده می‌شود و بعد از انجام انواع قالب بندی در ساختمان، باید به سراغ بتن‌ریزی بروید، اما برای انجام این کار، لازم است تا نکات زیر را حتما به یاد داشته باشید.

۱-از افزودن آب به بتن حمل شده، بدون اجازه مهندس ناظر، اکیداً خودداری کنید. معمولا کارگران برای سهولت کار خود و روانی بیشتر بتن، به آن آب می‌افزایند که این امر از مقاومت بتن به شدت می‌کاهد. لذا توجه به این امر، بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

۲ -معمولاً مقداری از بتن در ابتدای تخلیه از میکسر، دارای دانه‌بندی نامناسبی می‌باشد. باید دقت شود این بتن که دارای کیفیت نامناسب جهت بتن ریزی می‌باشد، مورد مصرف کارهای ساختمانی قرار نگیرد.

۳ -در روش قالب‌بندی فلزی باید، قبل از بتن‌ریزی، حتماً درون قالب‌های فونداسیون که آرماتور گذاری شده است، از خاک‌های ریزشی و نخاله های ساختمانی کاملاً پاکسازی شود.

۴ -در زمان بتن ریزی استفاده از دستگاه ویبره الزامی است، پیمانکاران موظف هستند، قبل از آغاز بتن ریزی از سلامت دستگاه ویبره خود اطمینان حاصل نمایند.

۵ – برای آنکه آجرهای قالب‌بندی فونداسیون، آب شیرآبه بتن را جذب نکند استفاده از پوشش پلاستیکی (کاور) الزامی است.

۶ -قبل از اینکه فرایند بتن‌ریزی آغاز شود، برای اینکه آب بتن سریعا توسط بستر خارج نشود، لازم است بستر بتن‌ریزی مرطوب شود، البته باید مراقب بود تا آب در کف پی جمع نشود و فقط رطوبت وجود داشته باشد.

استفاده از دستگاه لرزاننده بتن (ویبراتور) برای خارج کردن هوای بتن و بالا بردن مقاومت بتن لازم و ضروری می‌باشد و بتن‌ریزی بدون لرزاندن آن عملا بتن مناسبی را حاصل نخواهد شد.

قالب برداری

قالب باید وقتی برداشته شود که بتن قادر به تحمل تنش‌ها و تغیر شکل‌های وارده باشد. در صورت نیاز و تمایل می‌توان پس از گیرش اولیه بتن فونداسیون و با اطلاع مهندس ناظر ساختمان نسبت به جمع آوری قالب بندی آجری برای استفاده مجدد آجر آن در ساختمان اقدام نمود.

الف: چنانچه زمان قالب‌برداری در طرح، تعیین و تصریح نشده باشد، قالب‌ها و پایه‌ها نباید قبل از سپری شدن مدتهای مندرج در جدول زیر برداشته شوند:

		دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)			
شرح نوع قالب‌بندی		۲۴ و بالاتر	۱۶	۸	۰
قالبهای قائم (ساعت)		۹	۱۲	۱۸	۳۰
دالها	قالب زیرین (شبانه روز)	۳	۴	۶	۱۰

	پایه‌های اطمینان (شبانه روز)	۷	۱۰	۱۵	۲۵
تیرها	قالب زیرین (شبانه روز)	۷	۱۰	۱۵	۲۵
	پایه‌های اطمینان (شبانه روز)	۱۰	۱۴	۲۱	۳۶

در صورتی که آزمایش نمونه‌های آگاهی (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتن به (۷۰٪) مقاومت ۲۸ روزه موردنظر باشد، می‌توان قالب سطوح زیرین را برداشت، ولی برداشتن پایه‌های اطمینان در صورتی مجاز است که علاوه بر رعایت سایر محدودیت‌ها، مقاومت بتن به مقاومت ۲۸ روزه رسیده باشد.

حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

برای استفاده از جدول بالا، باید به نکات زیر دقت داشته باشید.

- حین سخت شدن بتن، دمای محیط به کمتر از صفر درجه سانتیگراد تنزل ننماید
- در صورت تنزل دمای محیط به کمتر از صفر درجه سانتیگراد، باید ارقام جدول متناسباً و حداقل به میزان مدت یخبندان افزایش یابند.
- هنگام قالب‌برداری سطوح قائم، جهت حفظ بتن در برابر گرما یا سرمای محیط بلافاصله پس از قالب‌برداری عمل آوردن بتن به روش مقتضی صورت پذیرد.
- در صورت استفاده از سیمان زودگیر، ارقام جدول فوق قابل کاهش می‌یابد. هنگام استفاده از مواد درگیر کننده در ساخت بتن، باید ارقام جدول فوق افزایش یابند.
- اگر ملاحظات خاصی برای پرهیز از ترک‌های زود هنگام یا تقلیل تغییر شکلهای ناشی از وارفتگی مد نظر باشد، باید ارقام جدول را افزایش داد.
- به علاوه چنانچه عمل آوردن تسریع شده یا قالب‌بندی خاصی نظیر قالبهای لغزان مطرح باشد، ممکن است مقادیر فوق را کاهش داد.
- ب: برداشتن قالبها و پایه‌ها در مدتهای کمتر از مقادیر مندرج در جدول فوق فقط به شرط آزمایش میسر است

نگهداری بتن پی

پسس از انجام روند قالب‌بندی فلزی و انجام نکات مربوط به آن، به مرحله بتن‌ریزی می‌رسیم. بعد از آنکه بتن ریخته شد و گیرش اولیه پیدا کرد (بعد از حدود ۱/۵ ساعت) عملیات خاصی برای نگهداری بتن باید آغاز شود. این عملیات که به عمل-آوری یا نگهداری بتن موسوم است باعث می شود تا به مشخصات مورد نظر برای بتن که در طراحی در نظر گرفته شده است دست پیدا کنیم و مقاومت و دوام بتن را بالا ببریم.

۱ -تمامی مقاطعی که بتن ریزی میگردد تا ۳ روز باید آب پاشی شده و تا هفت روز مرطوب نگه داشته شود. این عمل در بالا بردن کیفیت بتن بسیار حائز اهمیت است.

۲ -از مصرف بتن باقیمانده ایی که بدون نظارت مهندس ناظر با افزودن آب برای استفاده مجدد آماده میشود جدا خودداری نمایید.

۳ -به عنوان یک روش بسیار مناسب و مطمئن می توان از پوشش پلاستیکی که اطراف قالب می گذاریم استفاده کنیم، به این ترتیب که اطراف پلاستیک را مقداری بیشتر در نظر بگیریم و بعد از بتن‌ریزی لبه های پلاستیک را روی بتن برگردانیم.

نکات بسیار مهم برای قالب‌بندی فلزی

در فرایند قالب‌بندی، از پنل‌های بسیار زیادی استفاده می‌کنند که هر کدام دارای ویژگی‌های خود می‌باشد و با توجه به نوع سازه و نقشه اجرایی، می‌توان انواع قالب‌بندی را در اشکال مختلف اجرا کرد. اما برای اینکه بهترین نوع قالب‌بندی فلزی را داشته باشید، بهتر است با نکات بسیار مهم آن نیز آشنایی کامل داشته باشید که در ادامه آن‌ها را معرفی می‌کنیم.

- قالب‌ها باید کاملا محکم و فیکس باشند و قبل از انجام فرایند بتن‌ریزی، از مستحکم بودن آن‌ها باید مطمئن شوید

- برای انتخاب قالب‌ها، توجه به ابعاد فونداسیون اهمیت بسیار بالایی دارد
- ساخت قالب‌ها باید به گونه‌ای باشد که راحت بتوان آن را نصب و یا باز کرد. در این صورت می‌توانید به میزان بسیار زیادی در وقت و هزینه خود صرفه‌جویی کنید.
- در قالب‌بندی فلزی برای جلوگیری از هدر رفتن شیره بتن، لازم است درزبندی مناسبی انجام دهید
- برای ارتقا کیفیت سطح بتن و استحکام قالب‌ها، باید از روغن‌های قالب استفاده کنید
- قالب‌ها باید از استحکام بسیار بالایی برخوردار باشند تا بدون از هم گسیختگی و یا نشت شیره بتن، بتوانند در برابر فشار و بارهای وارده مقاومت کنند
- ساخت قالب‌ها در قالب‌بندی فلزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و باید به نحوی باشد که بتوان به ابعاد، شکل و نمای بتن مورد نظر دست یافت
- شاقول بودن فونداسیون و رعایت کاور آرماتورها نیز از جمله نکات بسیار مهم در قالب‌بندی است
- قالب‌ها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که بتوان آن‌ها را با امکانات در دسترس حمل و جابه‌جا کرد

قالب فلزی بتن

یکی از بهترین انواع قالب‌ها، قالب فلزی بتن می‌باشد، زیرا این نوع از قالب‌بندی، در مقایسه با سایر روش‌های مشابه، دارای استحکام بسیار بالا می‌باشد. از این روش در پروژه‌هایی که دارای پی بسیار عمیق هستند استفاده می‌شود و می‌توانند استحکام بسیار زیادی در پی‌ها ایجاد کنند.

قالب فلزی ستون

ستون یکی از مهم‌ترین اجزای ساختمان می‌باشد و از این رو برای اجرای آن، باید دقت بسیار زیادی کرد. اهمیت ستون‌ها در زمان زلزله، دو چندان می‌شود. قالب‌های ستون از دو بخش اساسی و اصلی تشکیل شده است که این دو جز شامل جدار قالب یا پنل‌های فلزی و کلاف و یا همان قید می‌باشد.

نکات مهم برای قالب‌برداری فونداسیون

برای قالب برداری فونداسیون نیز باید به نکاتی توجه داشته باشید که این نکات به شرح زیر می‌باشد.

- اگر قالب‌برداری بعد از اینکه دوره مراقبت به اتمام برسد، برداشته شود، باید پس از قالب‌برداری مراقبت‌های لازم از بتن انجام شود
- روند قالب‌برداری باید مرحله به مرحله انجام شود و از وارد آمدن هرگونه ضربه به آن جلوگیری شود. برای مراقبت از بتن، باید از هرگونه ضربه و یا وارد آمدن فشار به بتن جلوگیری کنید
- زمانی باید برای برداشتن قالب‌ها اقدام کنید که بتن از قابلیت تحمل نیروهای وارده برخوردار باشد تا تغییر شکل ندهد
- تا وقتی قطعات بتن از مقاومت مناسبی برخوردار نباشد، نباید برای برداشتن قالب‌های باربر و پایه‌ها اقدام کنید

ویژگی یک قالب بندی خوب چیست؟

- باید بسیار مستحکم باشد تا در مقابل فشارهای وارده بر آن مقاومت کند.
- اتصالات در قالب باید در برابر نشت دوغاب سیمان محکم باشد.
- قالب باید به گونه ای ساخته شود که بتوان قطعات آن را بدون آسیب زدن به بتن جدا کرد.
- مواد قالب باید ارزان و در دسترس باشد تا برای دفعات بعد نیز بتوان از آن استفاده کرد.
- قالب باید دقیقاً بر روی محل مورد نظر تنظیم شود.
- باید تا حد امکان از وزن بسیار کمی برخوردار باشد.
- مواد قالب نباید در هنگام قرار گرفتن در معرض بتن، تاب بخورد یا آسیب ببینند.
- قالب باید بر روی یک پایه محکم قرار گیرد.

ساخت قالب

ساخت قالب بتن باید توسط متخصصانی مانند بتن ریز، نجار و نجار قالب انجام گردد. قبل از هرگونه ریختن بتن، قالب بتن طراحی و نصب میشود و برای صفحات، پی ها، کف، ستون ها، دیوارها، تیرها و سایر عناصر بتنی استفاده میگردد. قالب باید به منظور ساخته شدن بتن با کیفیت بالا، تراز بوده و از مقاومت کافی برای تحمل وزن بتن داخل آن برخوردار باشد. به همین دلیل است که برای ساخت قالب باید از متخصصان این حوزه استفاده نمایید تا متحمل پرداخت هزینه های اضافی نگردید.

قالب های بتن را به چند طریق همانند انواع قالب بر اساس جنس ماده و انواع قالب بر اساس اجزای ساختمانی دسته بندی میکنند که در ادامه به این موارد میپردازیم.

انواع قالب بندی بر اساس جنس ماده

۱. قالب چوبی

قالب چوبی اولین نوع مورد استفاده در صنعت ساختمان است. این قالب در محل مونتاژ میشود و جزو انعطاف پذیرترین انواع قالب محسوب میشود که دارای مزایای زیر است:

- تولید و برداشتن آن بسیار آسان است.
- سبک به شمار میرود مخصوصا زمانی که با قالب فلزی مقایسه میشود.
- برای پروژه های کوچک اقتصادی و مقرون به صرفه به حساب می آید.

قبل از استفاده از این نوع قالب، شرایط آن باید با دقت بررسی شود تا چوب عاری از هرگونه ترک و خوردگی باشد. این نوع قالب البته معایب نیز دارد که به شرح زیر است:

- مدت زمان عمر آن کوتاه است و به سرعت غیر قابل استفاده میشود.
- برای پروژه های بزرگ اصلا مناسب نیست زیرا به شدت وقت گیر است.

به طور کلی، استفاده از قالب های چوبی در مواقعی که هزینه کار کم است و یا در مواردی که مقاطع پیچیده بتنی به قالب انعطاف پذیر نیاز دارد، توصیه میشود.

۲. قالب آجری

یکی از قالب های بتن، قالب آجری است که به دلیل هزینه پایین و دردسترس بودن آن مورد استفاده قرار میگیرد. مزایای این نوع قالب در زیر آورده شده است:

- از لحاظ قیمت، بسیار مناسب و ارزان است که این موضوع در استفاده از آن تاثیر بسزایی دارد.
- از دسترسی بسیار آسانی برخوردار است.
- نصب آن نیز بسیار راحت و بی دردسر است.

این نوع قالب معایب بزرگی نیز دارد که باعث کم طرفدار بودن آن شده است. این معایب به شرح زیر است:

- به دلیل نفوذ آب در آن، بسیار آسیب پذیر است.
- استحکام بالایی ندارد و این یک ضعف بزرگ محسوب میشود.
- معمولا بتن ریزی با قالب آجری، باعث برهم خوردن تراز بتن میشود.

۳. قالب پلای وود

در حال حاضر، قالب پلای وود محبوب ترین و پرکاربردترین نوع قالب بتن به شمار میرود و به خاطر ویژگی های فوق العاده آن، اکثریت مشتریان از این نوع قالب برای پروژه های ساختمانی خود استفاده میکنند. برای اطلاعات بیشتر در مورد پلای وود میتوانید به صفحه پلای وود چیست مراجعه نمایید. این قالب دارای مزایای زیر است:

- استحکام بسیار بالایی دارد و از دوام مطلوبی نیز برخوردار است.
- بتن ساخته شده از این قالب، دارای سطح صاف و صیقلی میباشد.
- این نوع قالب، انعطاف پذیرترین قالب محسوب میشود.
- ضد آب و رطوبت است.
- بسیار سبک است و وزن پایینی دارد.
- نصب کردن و برداشتن آن به راحتی انجام میشود.
- از آن تا ۲۵ مرتبه میتوان استفاده نمود.

مسلما هر یک از انواع قالب در کنار مزایای خود، دارای معایبی نیز میباشد که این معایب به شرح زیر است:

- استحکام‌بسیار بالایی دارد ولی استحکام آن اندکی کمتر از قالب فولادی است ولی از قالب آلومینیومی مستحکمتر میباشد.

۴. قالب فلزی

قالب فلزی دارای ۲ نوع فولادی و آلومینیومی است. قالب های فلزی دارای مزیت های زیر میباشد:

- از استحکام بالایی برخوردار است و دارای عمر بالایی میباشد.
- پس از اتمام عملیات بتن ریزی، سطح بتن پایانی بسیار صاف و مناسب است.
- ضد آب و رطوبت میباشد.
- نصب و جداکردن این قالب نیز آسان است.
- از این قالب نیز همانند قالب پلای وود میتوان به دفعات استفاده کرد.

قالب های فلزی با داشتن مزایای مناسب، از معایب زیر برخوردار است:

- قالب فلزی بسیار گران و هزینه استفاده از آن سرسام آور است.
- نسبت به انواع دیگر قالب بتن، بسیار سنگینتر میباشد.

تفاوت قالب های فلزی فولادی و آلومینیومی این است که قالب فولادی از قالب آلومینیومی مستحکم است ولی از نظر وزنی، قالب آلومینیومی سبکتر میباشد.

۵. **قالب پلاستیکی**

این نوع قالب از پنل هلی به هم پیوسته یا سیستم های مدولار تشکیل شده از پلاستیک سبک و مقاوم ساخته شده است. قالب های پلاستیکی در پروژه های کوچک متشکل از کارهای تکراری مانند شهرک های مسکونی با هزینه کم عملکرد مناسبی دارند.

قالب پلاستیکی سبک است و می تواند با آب تمیز شود و برای مقاطع بزرگ و استفاده های متعدد مناسب است. ایراد بزرگ آن داشتن انعطاف پذیری کمتر از قالب چوبی و قالب پلای وود است زیرا بسیاری از اجزای تشکیل شده آن، پیش ساخته هستند.

برای مطالعه بیشتر در این مورد میتوانید به سایت theconstructor مراجعه نمایید.

انواع قالب بندی بر اساس اجزای ساختمانی

قالب های بتن را میتوان علاوه بر جنس ماده به کار رفته در آن، بر اساس اجزای ساختمان نیز دسته بندی نمود:

۱. قالب بندی دیوار
۲. قالب بندی تیر
۳. قالب بندی ستون
۴. قالب بندی فوندانسیون
۵ قالب سقف

ترتیب و روش برداشتن قالب

۱. ابتدا قالب های عمودی برای سکوها، دیوارها و تیر های بزرگ برداشته میشوند زیرا هیچ باری را تحمل نمیکنند.
۲. پس از آن دال ها و قالب های زیرین برداشته میشوند.
۳. در آخر نیز تیر ها و پایه های اطمینان، پس از گذشت زمان مجاز برداشته میشوند.

انتخاب قالب مناسب

انواع قالب بندی از نظر جنس

بعد از اینکه به پرسش مبنی بر اینکه قالب بندی چیست و از چه ساخته شده است، بد نیست که مروری بر انواع مختلف قالب بر اساس جنس، شکل و کاربرد داشته باشیم.

قالب آجری

قالب بندی‌های آجری در بتن ریزی فونداسیون استفاده می‌شوند. استفاده از این قالب بندی به دلیل ساده بودن عملیات و همچنین قیمت کم و در دسترس بودن مصالح، بسیار استفاده می‌شود. در قالب بندی آجری عمدتاً از ملات‌های سیمانی برای چیدن دیوارها استفاده می‌شود. نکته مهم میزان استفاده از ملات سیمان است که این مقدار باید چیزی در حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

نقطه ضعف این نوع از قالب بندی، خروج شیرآبه بتن و جذب مقدار زیاد آب از طریق شکاف‌های موجود و یا خود آجر است. به منظور جلوگیری از این پدیده مخرب، قبل از بتن ریزی، از یک ورق عایق نایلونی استفاده می‌شود. از طرفی هم در حین اجرای این نوع از قالب بندی باید از تراز بودن آجرها اطمینان حاصل کرد. از دیگر نقاط ضعف قالب آجری باید به این اشاره کرد که بعد از چیدن و محکم شدن، دیگر نمی‌توان تغییری در آن‌ها ایجاد کرد.

قالب چوبی

در حال حاضر در صنعت ساختمان سازی، قالب بندی با استفاده از چوب رایج‌ترین روش است. قالب‌های چوبی وزن کمی دارند، ارزان هستند، به راحتی می‌توان آن را جایگزین کرد. استفاده از قالب‌های چوبی در فونداسیون، ستون و تیر دیده می‌شود. تخته قالب بندی، پشت‌بند فرعی، پشت‌بند اصلی، شمع مایل و شمع افقی از جمله اجزای قالب بندی چوبی هستند. اگر چه استفاده از قالب‌های چوبی بسیار ساده است اما وقتی مقیاس پروژه بزرگ باشد، حجم زیاد قالب‌های چوبی می‌توانند وقت‌گیر باشند.

قالب بندی فونداسیون چیست؟ مزایا و معایب هر یک از انواع آن

استفاده از قالب بندی چوبی خالی از عیب و ایراد هم نیست. اول اینکه قالب‌های چوبی بعد از چند بار استفاده انسجام خود را از دست خواهند داد و امکان خروج بتن و شیرآبه بتن وجود خواهد داشت. از طرفی هم قالب‌های چوبی در برابر رطوبت مقاومت پایینی دارند.

قالب فلزی

قالب‌های فلزی روز به روز در پروژه‌های ساختمانی بیشتری استفاده می‌شوند. قالب‌های فلزی در کنار ابعاد کوچک‌تری که دارند، از مقاومت بسیار بهتری برخوردار هستند و در برابر فشار ناشی از بتن شکل خود را از دست نخواهند داد. مقاومت بالا این امکان را می‌دهد که بارها و بارها از آن‌ها استفاده کرد. به دلیل مهندسی شدن این قالب‌ها، رعایت دقیق‌ترین استانداردها در ساخت اسکلت‌های بتنی ممکن خواهد شد. در واقع دقت کار با این قالب‌ها بسیار بالاتر است.

قالب پلاستیکی

قالب‌های پلاستیکی از جدیدترین در نوع خود هستند. استفاده از آن‌ها در داخل کشور بسیار کم دیده می‌شود. استفاده از پلاستیک‌ها به دلیل انعطاف پذیری بالا و همچنین سبک وزن بودن می‌تواند مزایای زیادی در پی داشته باشد. در هر صورت هزینه بالای این نوع از قالب نقطه ضعف بزرگی است و بسیاری دیگر انواع قالب‌ها را ترجیح می‌دهند.

انواع قالب بندی بر اساس شکل

قالب‌ها را صرف نظر از مصالحی که در ساخت آن‌ها به کار می‌برند، می‌توان به شکل‌های مختلفی در آورد. قالب‌ها می‌توانند مربعی، مستطیلی و دایره‌ای باشند. قالب‌های مربعی و مستطیلی و دایره بیشتر در اجرای ستون‌ها و تیرها استفاده می‌شوند.

انواع قالب بندی بر اساس موقعیت

قالب بندی‌ها با شکل و مصالح مختلف را می‌توان در بخش‌های مختلفی از اسکلت ساختمان اجرا کرد. قالب‌ها را از نظر موقعیت مکانی می‌توان در چند دسته زیر قرار داد.

- قالب بندی فونداسیون
- قالب بندی ستون
- قالب بندی تیر
- قالب بندی دیوار
- قالب بندی سقف

اصطلاحات قالب بندی

در ادامه رایج‌ترین اصطلاحات به کار رفته در فرآیند قالب بندی توضیح داده شده‌اند.

- **سه گوش** :قطعه چوب باریک با مقطع مثلثی است که برای پخ نمودن گوشه‌های عضو بتنی در گوشه‌های قالب به کار برده می‌شود. گوشه‌های تیز آسیب پذیر هستند.
- **زبانه آزاد** :نوار باریک با جنس چوب است که در شکاف عرضی موجود در محل درز دو قطعه مجاور چوبی قرار داده می‌شود و موجب چفت شدن آن‌ها به یکدیگر می‌شود.
- **روکش قالب** :ورقه‌های نازکی از جنس پلاستیک چوب یا فیبر هستند که در رویه قالب یعنی سطحی که با بتن در تماس است کوبیده می‌شود و سطح بتن را صاف و یکدست می‌کند.
- **تخته کوبی رویه قالب** :آن قسمت از قالب که مستقیماً با بتن تماس دارد.
- **کلاف قالب** :سیم یا پیچی است که دو قطعه مقابل را به یکدیگر متصل نموده تاز باز شدن آن‌ها جلوگیری کند.
- **پشت‌بند** :قطعه چوبی است که به صورت افقی و یا قائم برای سخت کردن قالب به پشت آن کوبیده می‌شود.
- **دریچه نظافت** :برای تمیز کردن کف قالب ستون، دریچه‌ای در پایین آن نصب می‌کنند که به دریچه نظافت موسوم است.
- **پشت‌بند قائم** :به اعضای قائمی اطلاق می‌شود که در پشت قالب وجود دارند و کلاف‌های قالب از دور یا میان آن‌ها عبور می‌کنند. مهارهای مایل نگهدارنده قالب دیوار نیز به این اعضا تکیه می‌کنند.
- **دستک** :یک عضو فشاری.
- **کمرکش** :به چهار تراشه‌ای گفته می‌شود که به صورت افقی در پشت‌بندهای قائم نصب می‌شوند و مهارهای مایل را به آن‌ها تکیه می‌کنند. سختی طولی قالب نیز توسط کمر کش‌ها زیادتر می‌شود.
- **تکیه گاه مهار یا پابند** :به قطعه چوبی گفته می‌شود که برای تامین نقطه اتکا بر روی قطعه اصلی نصب می‌شود.
- **مهار مایل** :یک عضو فشاری است که برای نگه داشتن تعادل قالب، به صورت مایل در پشت آن قرار داده می‌شود.

- **لقمه** :قطعه کوچک بتنی است که ما بین میلگردها و قالب قرار می‌گیرد. برای تامین فاصله مناسب برای پوشش بتن روی میلگرد استفاده می‌شود.
- **پاخور- رامکا** :برای قرار گیری لبه پایینی قالب اصلی در محل خود، قبل از قرار دادن قالب، باید قالب‌های کوچک موقت در محل دقیق دیوار یا ستون قرار داده شود و پس از گیرش بتن، این قالب‌ها را باز نموده و قالب اصلی در محل خود قرار داده می‌شود.
- **یوغ** :حلقه‌هایی که محیط قالب‌های گرد را در بر می‌گیرد و از باز شدن آن‌ها جلوگیری می‌کند.
- **چپ و راست – مهار** :یک قطعه چوبی مورب برای مهار قالب
- **پایه** :شمع سبکی به طول مشخص

نکات مهم در قالب بندی

تا به این جا به پرسش قالب بندی چیست و انواع قالب کدام ها هستند؟ پرداخته شد. در انتخاب و اجرای انواع مختلف قالب‌ها باید اصول و نکات مهمی را مورد توجه قرا داد که در زیر به مواردی از آن‌ها اشاره شده است.

- اول از همه در انتخاب نوع قالب از نظر جنس باید به نوع پروژه و بودجه در دسترس توجه شود و از با توجه به اینکه قالب بندی و برداری هزینه‌های زیادی در پی دارند، سعی شود کمترین هزینه را به کارفرما تحمیل کرد.
- صفحات و اندازه قالب‌ها باید به اندازه کافی به هم چسبیده و متصل شوند تا از خارج شدن شیره بتن، که باعث ایجاد حفره‌هایی در سطح بتن می‌شود و همچنین خراب یا به اصطلاح کرمو شدن بتن جلوگیری شود.
- قبل از بتن‌ریزی قالب‌ها را باید در کلیه جهات عمودی و افقی، کنترل نمود و از استحکام پشت‌بندها، دستک‌ها و تیرهای نگهدارنده قالب مطمئن شد.
- در موقع بتن‌ریزی قالب‌ها را باید پیوسته کنترل کرد و در صورت لزوم آن‌ها را تنظیم و یا تقویت کرد.
- قبل از بتن‌ریزی کلیه قسمت‌های داخلی قالب را باید کنترل نمود و آن را از هر گونه اشیا اضافی، نظیر خرده‌های چوب پاک کرد.
- اگر ارتفاع بتن‌ریزی بیش از ۱/۵ متر باشد باید از وسایلی نظیر ناودان‌های فلزی و یا لوله‌های لاستیکی استفاده کرد تا از جدا شدن دانه‌های شن و ماسه و دوغاب سیمان از هم جلوگیری شود.
- در موقع ویبره کردن بتن باید انتهای ویبراتور تا حد پایین بتن پایین برد و حتی بتن ریخته شده قبلی را تا حداکثر ۲۰ سانتی‌متر ویبره کرد. باید توجه داشت که ویبره کردن بتن ریخته شده قبلی، به ویژه در صورتی که بتن سخت شده باشد، احتمال دارد موجب باز شدن و شکستگی قالب به ویژه در دیوارها شود.
- یادآوری می‌شود که ویبره کردن بتن ریخته شده قبلی در صورتی که بتن به حالت پلاستیکی درآید برای بتن ضرری نخواهد داشت.
- هنگامی که بتن‌ریزی با پمپ و از ته قالب انجام می‌شود باید توجه داشت که پر کردن قالب از بتن با سرعت زیاد صورت گیرد تا از سخت شدن آن قبل از پر شدن قالب جلوگیری شود. در صورتی که قدرت پمپ و میزان بتن‌ریزی به اندازه‌ای

کم باشد که بتن شروع به گرفتن کند فشار زیادی به سطوح داخلی قالب وارد آمده و ممکن است باعث باز شدن و یا شکستگی شود.

۱. آجر فشاری همراه با ملات ماسه سیمان
۲. قالب چوبی
۳. قالب فلزی (شامل قالب های تمام فلزی و یا ترکیب قالب چوبی و فلزی به صورت توام)
۴. قالب نایلونی

در ادامه هر کدام از این انواع قالب بندی را توضیح خواهیم داد:

۱ -قالب بندی آجری

قالب بندی آجری یکی از رایج ترین انواع قالب بندی است. در این نوع قالب بندی، قالب از ساخت دیوار کوچک آجری حاصل می شود. البته نوع چینش آجر نیز مهم است. طبق یک قانون سرانگشتی اگر عمق پی کم تر از ۵۰ سانتی متر باشد، قالب نیم آجره و برای عمق میان ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر بایستی از دیوار یک آجره استفاده شود. البته استفاده از این قالب نیم آجره مشروط بر این امر است که یک طرف قالب خاک وجود داشته باشد. در غیر این صورت از قالب فلزی و چوبی به صورت توام استفاده می شود.

عرض قالب بندی ها به شکل زیر است:

- قالب بندی های نیم آجره: عرض ۱۰ تا ۱۱ سانتی متر
- قالب بندی های یک آجره: عرض ۲۰ تا ۲۲ سانتی متر

در مورد ملات ماسه سیمان مصرفی در قالب بندی های آجری بایستی دقت داشت که عیار ملات، می بایست حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد. بیش تر از این نیز نیاز نیست و اسراف تلقی می شود.

نکته ظریفی که درباره قالب بندی های آجری وجود دارد، این است که اگر ابعاد پی به صورت $b \times a$ باشد و ما از قالب بندی آجری ۱۰ سانتی متری استفاده کنیم، ابعاد نهایی پی به اندازه $(b+20) \times (a+20)$ خواهد شد.

به همین دلیل قالب است که بتن مگر معمولا ۱۰ سانتی متر از حد ابعاد پی فراتر می رود. البته ضخامت بتن مگر کلا بین ۵ تا ۱۰ سانتی متر است و از این رو این ده سانتی متر آن چنان حجمی هم نخواهد داشت.

۲ -قالب بندی چوبی

قالب بندی چوبی نیز بعضا در ساختمان های مختلف استفاده می شود. البته این نوع قالب بندی اندکی قدیمی تر است و امروزه مانند گذشته متداول نیست. انواع چوبی هایی که می توان از آن برای قالب بندی استفاده کرد عبارتند از:

- چوب سفید روسی
- چوب جنگلی
- ۵ لایی
- ۷ لایی
- ۵ و ۷ لایی روکش دار

در قالب بندی چوبی، از وسایل خاصی برای قالب بندی استفاده می شود. به صورت خلاصه اجزای قالب بندی چوبی عبارتند از:

۱. تخته قالب بندی (با ضخامت ۲/۵ تا ۷/۵ سانتی متر، عرضی در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر و طولی در حدود ۲ تا ۳ متر)
۲. پشت بند فرعی
۳. پشت بند اصلی
۴. شمع مایل یا قائم

البته بایستی خاطرنشان کنیم که معمولا در پی ها، تخته ها افق بوده و پشت بندهای فرعی به شکل قائم قرار گرفته اند. در این پی ها معمولا از پشت بند اصلی استفاده نمی گردد.

۳ -قالب بندی فلزی

قالب بندی های فلزی بر دو نوع هستند. یک نوع از آن ها به صورت قالب های چوبی و فلزی و نوع دیگر قالب های تمام فلزی هستند. در قالب های چوبی و فلزی، قالب اصلی فلزی بوده و اتصالات به کمک پیچ ها است. با این حال پشت بندهای این قالب (شامل پشت بند اصلی، فرعی و شمع) همگی چوبی هستند.

در مقابل، قالب تمام فلزی هنگامی استفاده می شود که شکل قالب پایه به شکلی خاص بوده و و قالب در این حالت به صرت پیش ساخته است. معمولا اتصالات این قالب ها جوش بوده و به نسبت کم تر از پیچ اشتفاده می شود. طبق فهرست بها این قالب ها پس از ۲۴ بار استفاده مستهلک می شوند. این بدین معنا است که بایستی در هر بار آنالیز، ۱/۲۴ قیمت قالب را به عنوان هزینه استهلاک منظور نماییم.

۴ -قالب بندی نایلونی

در قالب بندی نایلونی ، در صورتی که جنس خاک زمین از نوع دج یا سنگ باشد، می توان زمین را به صورت دقیق مانند پنیر برید. در این موارد دیواره های پی از جنس سنگ یا دج بسیار پایدار هستند. در این موارد از لحاظ پایداری مشکل نداریم و همان دیوار کنده شده، حکم قالب را دارد. منتها برای این که در هنگام بتن ریزی آب بتن در نرود، از یک لایه نایلونی به عنوان قالب استفاده می نماییم. (قالب بندی نایلونی)

مزایای اجرای سقف با قالب های پلاستیکی

۱/سبکی فوق العاده قطعات پلاستیکی و حذف قسمت زیادی از هزینه های مربوط به تاور و جرثقیل

۲/سرعت بالای اجرای پروژه

۳/انعطاف پذیر بودن و توانایی تولید قطعات خاص در اشکال مختلف

۴/سهولت وسرعت نصب و جداسازی قالب ها با توجه به سیستم بهینه شده بست های اهرمی

۵/قابل بازیافت بودن و احترام به محیط زیست

۶/عدم وجود گازها و مواد مضر در قطعات تولیدی

۷/عدم چسبندگی بتن به پلاستیک و تمیز شدن قالب ها فقط با مقدار کمی آب

۸/قابلیت استفاده قالب ها بیش از صد بار

۹/فضای محدود برای انبار وحمل و نگهداری این قالب ها

۱۰/نیاز به نیروی کمتر اجرایی و به تبع آن کم شدن هزینه های پروژه

۱۱/ایجاد ایمنی بیشتر محیط کار و کم شدن ریسک و خطرات جانی و مالی حین کار

۱۲/حذف هزینه و زمان اجرای روغنکاری قالب ها

۱۳/جلوگیری از آغشته شدن آرماتورها به روغن قالب بندی و بالا رفتن کیفیت اجرا

۱۴/حذف قسمت زیادی از پشت بندها و سولجرها برای مهار عمودی و افقی دیوار

۱۵/سطوح کاملا صاف و تمیز بتن و امکان استفاده بصورت نمایان از دیوارها و سقف های بتنی

این فناوری های جدید اجرای سقف ها با ضخامت زیاد و دهانه های بسیار بزرگ را امکان پذیر نموده و فضاهای باز معماری مناسبی در اختیار طراحان قرار می دهد.

مطالب خواندنی: نماهای بتنی فتو ولتائیک (تولید انرژی از نور خورشید)

-مزایای استفاده از سقف های بتنی با پرکننده نوتیلوس:

- ایجاد شبکه تیرهای کاملا راست گوشه بتنی
- تیپ شدن شکل تیرها وکاهش وزن سقف، کاهش بار روی ستون ها و فونداسیون.
- تیپ شدن شکل تیرها وکاهش وزن سقف، کاهش بار روی ستون ها و فونداسیون.
- تمرکز ارتعاش پایین سقف در زمین لرزه ها
- سختی بالا بواسطه ساختار دال بتنی دوبل

-مزایای استفاده از سقف های بتنی با تیر یک طرفه:

- صرفه جویی اقتصادی وکاهش اساسی مواد مصرفی (حذف بلوک وتیرچه)
- ایمنی فراوان، سرعت و سهولت اجرا
- استفاده مکرر، سهولت تمیزکاری و انبارکردن قالب ها (نیاز به فضای بسیارکم)
- امکان جابجایی دستی در سایت و عدم نیاز به جرثقیل
- امکان عبور کلیه لوله ها و تاسیسات مکانیکی از حفره های بوجود آمده در سقف که با حذف بلوکه و پرکننده ها ایجاد می شود.

-مزایای استفاده از سقف های بتنی با تیر دو طرفه:

- صرفه جویی در هزینه اجرای سقف
- کیفیت بسیار بالای اجرایی و یکپارچه شدن سقف و پوتر در سازه های بتنی
- سرعت بسیار بالای اجرای سقف
- استفاده از نیروی انسانی کمتر و صرفه جویی اقتصادی
- ایمنی بیشتر کارگران بخاطر استفاده از قطعات سبک پلاستیکی
- امکان استفاده از سطوح نمایان بتن و پایین آمدن هزینه های اجرایی

برتری های روش اجرای سقف های نوین بتنی با قالب (معرفی سقف(skyrail

- بطور کلی در این روش کلیه مصالح ساخت و ساز تیرچه حذف می گردد و فقط با یک روش قالب بندی ساده و سریع قالب کل سقف بسته می شود و پس از آرماتوربندی لازم عملیات بتن ریزی انجام می گیرد. کلیه عملیات مربوط به طراحی، ساخت و نظارت بر تولید صحیح تیرچه از مراحل اجرای سقف حذف می گردد.
- این روش نیازی به خرید و حمل بلوک ندارد و کلیه مراحل خرید، حمل و نقل و جابجایی بلوک در کارگاه بعلاوه پرت مربوطه و نیز انتظار برای رسیدن محموله بلوک در مناطق خاص نیز حذف می گردد. ضمنا در ابعاد ملی نیز دیگر نیازی به مصرف منابع تجدید ناپذیر سوخت های فسیلی نمی باشد. وزن سقف به دلیل استفاده نکردن از بلوک سبک شده و در نهایت در کم کردن وزن سازه تاثیر بسزایی خواهد داشت که در ساختمان های مرتفع تاثیر آن دو چندان خواهد شد.
- امکان رعایت تمامی موارد آیین نامه ای از قبیل اجرای صحیح ریپ ها، اجرای کامل تیرهای مرکب بتن و فلز در انتهای تیرهای فرعی و نیز اجرای دقیق محل داکت ها و بازشوها به راحتی و باکیفیت بسیار بالا امکان پذیر می باشد. بدلیل

حذف بلوکه و عدم وجود خرده بلوک کلیه مقاطع طبق نقشه و محاسبات بطور واقعی اجراشده و سقف کاملا یکپارچه و همگن می باشد.

- در مرحله بتن ریزی و اجرای بتن بدلیل سیستم مناسب قالب بندی امکان جریان یافتن بتن داخل خلل و فرج سقف نبوده و وزن واقعی دقیقا مساوی وزن محاسباتی می باشد. بدلیل حذف مصالح ناهمگن یکپارچگی کامل سقف که تماما بتنی می باشد مشهود بوده و در صورت نگهداری مناسب بتن سطح رویی و زیرین بتن کاملا مستحکم، خالی از خلل و فرج و ناخالصی می باشد. چاله بتنی با دال بتنی کاملا ترکیب شده و امکان انتقال و توزیع بسیار مناسب نیروها در بدنه سقف و نهایتا انتقال نیروها به ستون ها به خوبی فراهم می گردد. بعلت یکسان بودن مقاطع و هم شکل بودن آنها توزیع نیروها بسیار خوب انجام شده و تمرکز تنش داخل سقف بتنی به حداقل می رسد.
- مطابقت شکل اجرایی سقف با آیین نامه های موجود در ایران براحتی امکان پذیر بوده به نحوی که براحتی می توان از جداول و نشریات سازمان برنامه و بودجه برای انتخاب نوع میلگردها در طراحی سقف استفاده نمود.
- بدلیل سبک بودن کلیه قالب ها سطح ایمنی کارگران در کارگاه افزایش یافته و ریسک حاصل از حوادث کارگاهی کاهش می یابد.
- بدلیل عدم چسبندگی قالب ها نیازی به استفاده از مواد جداساز (روغن قالب بندی) نمی باشد و کلیه مقاطع میلگردهای داخل سقف بدون هیچگونه اغشتگی به روغن اجرا شده و با بتن بطور کامل عمل می نمایند.
- قیمت سقف در مقایسه با سقف های سنتی بسیار کاهش یافته و موجب کاهش هزینه های کلی اجرای سقف می گردد. حداقل صرفه جویی در هزینه های اجرای سقف ۲۵ درصد می باشد که در صورت استفاده از بهینه ترین نوع قالب این میزان تا ۳۵ درصد قابل افزایش است.
- بدلیل اینکه قالب ها در ابعاد مختلف ساخته می شوند برای هر نوع ساختمان با دهانه های مختلف می توان براحتی از خاصیت انعطاف پذیری قالب بندی سود برد.
- عدم نیاز به برق درکارگاه یکی دیگر از مزایای اجرای این نوع سقف می باشد که در نوع خود منحصر به فرد است و کلیه مراحل جوشکاری نیز در اجرای این سقف ها حذف می گردد.
- هیچگونه حمل و نقلی در شیوه اجرای سقف بجز جابجایی میلگرد، بتن و قالب وجود ندارد و قطعات سبک نامبرده شده نیز هم بصورت دستی و هم بوسیله بالابرهای سبک ساختمانی قابل جابجایی هستند. به نحوی که حتی می توان ۵ متر مربع قالب مخصوص اجرای این سقف را براحتی بصورت دستی به هر نقطه از پروژه حمل نمود. حذف تاور کرین در بسیاری از پروژه ها از قسمت اجرای سازه باعث صرفه جویی بسیار خوبی در هزینه های پروژه می گردد.

قالب چی‌ست و چه کاربردی دارد؟

قالب سازه ای است که برای بتن ری‌زی به صورت موقت ی‌ا گاهی دائم مورد استفاده قرار می گی‌رد.
وظی‌فه اصلی قالب تحمل بارهای ناشی از بتن و اجرای آن تا زمانی است که خود بتن بتواند بارهای وارده از جمله وزنش را تحمل کند. قالب بای‌د به اندازه کافی مقاومت داشته باشد تا نی‌روهای ناشی از لرزاندن (وی‌بره کردن) بتن را تحمل کند و بدون آسی‌ب رساندن به بتن از آن جدا شود. سی‌ستم قالب بندی شامل قالب ، پشت بندها ، وادارها ، داربست ، قطعات اتصال و مانند ای‌ن ها است که در ادامه ذکر خواهی‌م کرد. قالب بای‌د بتواند بتن را در محدوده رواداری ها نگه دارد، بارهای وارده را تا زمان سخت شدن بتن و کسب مقاومت کافی تحمل کند و به سطح بتن نمای دلخواه بدهد. از دی‌گر وظای‌ف قالب می توان به حفاظت بتن در برابر صدمات مکانی‌کی، جلوگی‌ری از کم شدن رطوبت بتن و نشت شی‌ره آن، ای‌جاد عای‌قی مناسب در برابر سرما و گرمای محی‌ط و نگه داشتن می‌لگردها و سای‌ر اجزای‌ی که در بتن قرار می گی‌رند در محل خود اشاره کرد.

انتخاب قالب بتن بر اساس مصالح مصرفی

مصالح مختلفی نظی‌ر چوب، فولاد، آلومی‌نی‌وم، مواد پلی‌مری و مصالح بنای‌ی در ساخت قالب به کار گرفته می شوند.

قالب های چوبی بتن

ای‌ن نوع قالب بندی که به دلی‌ل زمان بر بودن، بی‌شتر در پروژه های کوچک استفاده می شود بسی‌ار ساده است.
ای‌ن قالب ها نسبت به نوع فلزی عمر کمتری دارند ولی به دلی‌ل انعطاف بالا در مواردی که قالب بندی مشکل باشد راه حل مناسبی هستند.چوب های استفاده شده معمولاً از جنس درختانی با برگ های سوزنی نظی‌ر چوب کاج و چوب روسی می باشند.چوب مصرفی بای‌د صاف، بدون پی‌چ و تاب و سالم باشد. از مصرف چوب تازه بای‌د خودداری کرد.
طراحی و محاسبه قالب های چوبی بر اساس طراحی و محاسبه ساختمان های چوبی موقت صورت می گی‌رد.

قالب های پلی وود از چند لای‌ه چوب و پلاستی‌ک ساخته می شوند. پلاستی‌ک سطح روی چوب را می پوشاند و در برابر رطوبت مقاوم می گردد.از ای‌ن قالب ها بی‌شتر در ساخت فونداسی‌ون استفاده می‌شود. برای مطالعه بی‌شتر در مورد قالب بندی فونداسی‌ون به مقاله "تمام جزئی‌ات انواع قالب بندی فونداسی‌ون در ی‌ک مقاله "مراجعه کنی‌د.

قالب های پلی‌مری بتن

پلاستی‌ک های سخت و پلاستی‌ک های الی‌افی دو نوع از مواد پلی‌مری مصرفی در قالب های بتنی هستند. قالب های فای‌برگلاس از مواد پلی‌مری به عنوان ماده اصلی و الی‌اف شی‌شه به عنوان تقوی‌ت کننده ساخته می شوند.

قالب های با مصالح بنایی

ی‌ک نوع قالب بندی دائم است که معمولاً برای فونداسی‌ون انجام می شود و پس از بتن ری‌زی نی‌ز در جای خود باقی می ماند. جذب آب بتن توسط مصالح موجب کاهش کی‌فی‌ت بتن می گردد.اگر در قالب بندی از مصالح بنایی نظی‌ر آجر استفاده شود بای‌د سطح در تماس با بتن ری‌زی با نای‌لون ی‌ا پلاستی‌ک پوشانده شود تا آب بتن توسط مصالح بنایی جذب نشود.
حداقل ضخامت دی‌واری که برای قالب بندی آجری استفاده می شود ۲۰ سانتی متر است که بای‌د از ملات ماسه سی‌مان در آجرچی‌نی آن استفاده کرد.

قالب های فلزی (فولادی (در قالب بندی

برای ساخت پانل‌های فلزی از فولاد به صورت گرم نورد شده و سرد خم شده استفاده می شود. در کارهای بزرگ بتنی به دلی‌ل استفاده زی‌اد برای چندی‌ن دفعه، استفاده از قالب های مدولار فلزی به صرفه تر می باشد.

از مهم تری‌ن مزای‌ای پانل‌های فلزی نسبت به چوبی می توان به عمر بی‌شتر، سطح صاف، سرعت اجرای‌ی بالا و عدم احتراق اشاره کرد.

پانل‌های فلزی برای قالب بندی بتن از جنس ورق St37 ساخته می شوند. ورق فولادی اصلی تری‌ن ماده تولی‌د پانل فلزی است پس هرچه مرغوب تر باشد کی‌فی‌ت آن هم بالاتر می رود.
در ای‌ن بی‌ن ورق های فولاد مبارکه بدون موج بوده و ضخامت آن در تمام طول ورق ی‌کسان می باشد کی‌فی‌ت بهتری دارند.
استفاده از قالب های بی کی‌فی‌ت سطح بتن را موج دار می کند و کار شاقول در نمی آی‌د. استفاده از آلومی‌نی‌وم در سطوح در تماس با بتن به وی‌ژه در صفحات روی‌ه به دلی‌ل کاهش کی‌فی‌ت بتن ممنوع است .
از زمان های قدی‌م پانل‌های فلزی در دو مدل لبه خم و تسمه ای ی‌ا جوشی ساخته می شدند. امروزه مدل های جدی‌دی نظی‌ر لارج پانل، تونل فرم ، تونلی و انواع دی‌گر قالب‌های خاص تولی‌د می شوند.
قالب های لبه خم نسبت به تسمه ای در هر مترمربع حدود ۲٫۵ کی‌لوگرم سبک تر هستند.
روی‌ه قالب های تسمه ای معمولاً از ورق ۳ می‌لی متر و تسمه ها از ورق ۵ می‌لی متر می باشند ولی قالب های لبه خم، به صورت ی‌کپارچه از ورق ۳ می‌لی متر تولی‌د می شوند و لبه ها با استفاده از دستگاه خم می شوند.

پانل لبه خم

پانل تسمه ای (جوششی)

جهت قالب بندی مهم تری‌ن مزی‌ت قالب های تسمه ای نسبت به لبه خم که باعث شده اکثر پروژه های بزرگ از ای‌ن قالب‌ها استفاده کنند درز کمی است که بعد از اجرا دارند. ای‌ن تفاوت بعد از باز کردن قالب بتن بر روی آن مشخص است.
ی‌کی از عوامل مهم در کی‌فی‌ت قالب های تسمه ای، جوش آن است. جوش کاری معمولی سبب می شود قالب در اثر ضربه و جابه جایی بشکند. جوشکاری CO_2 ی‌کی از بهتری‌ن روش ها برای جوشکاری قالب ها و جلوگی‌ری از شکستن جوش ها است.جوشکاری CO_2 می‌زان شکنندگی جوش را کم کرده و تسمه ای ندارند. قی‌مت قالب های لبه خم از تسمه ای بی‌شتر است.برای ای‌نکه در مورد انواع روش‌های جوشکاری بی‌شتر مطالعه کنی‌د به مقاله "انواع جوشکاری کدام است؟ معرفی ۹ روش جوشکاری پرکاربرد "سر بزنی‌د.

نکات اجرایی‌ قالب بندی بتن

پی‌ش از نصب قالب‌ها بای‌د مواد رهاساز (روغن قالب) را روی آن ها مالی‌د. استفاده از گازوئی‌ل و روغن سوخته ی‌عنی روغنی که از تعوی‌ض روغنی ها گرفته می شود نی‌ز مرسوم است اما استفاده از آن ها توصی‌ه نمی شود.
مواد رهاساز قالب بای‌د به گونه ای به کار برده شوند که آرماتورها را آلوده نکرده و ی‌ک لای‌ه ی‌کنواخت و نازک روی سطح قالب به وجود آورند.پس از روغن کاری، قالب‌ها متناسب با عرض مقطع مورد نظر ی‌ک به ی‌ک در جای خود قرار گرفته و با پی‌ن و گوه های فلزی در هم قفل می شوند.قطعات روی‌ه قالب‌ها بای‌د به نحوی در کنار هم قرار بگی‌رند که شی‌ره بتن هدر نرود.پشت بندها جهت جلوگی‌ری از کج شدن و ناشاقولی احتمالی قالب‌ها نصب و مهار می گردند. کنترل شاقول بودن در هر مرحله قبل و بعد از بتن ری‌زی ضروری است.

معمولاً قالب های فلزی با ابعادی از مضرب ۵ در بازار موجود هستند.

قالب ستون ها برای اجرای ستون با مقطع مربع یا مستطیل با عرض های ۱۰ تا ۵۰ سانتی متر با طول های ۱، ۱/۵ و ۲ متر عرضه می گردند.

قالب‌های کنج نیز در ابعاد ۵ در ۵، ۵ در ۱۰ و ۱۰ در ۱۰ سانتی متر متعارف هستند. در صورت نیاز به قالب‌هایی با اشکال و ابعاد مختلف می توانید به کارخانه های قالب سازی اشکال و ابعاد مورد نظرخود را سفارش دهید.

برای یک ستون مربعی به عرض ۴۰ سانتی متر و ارتفاع ۳ متر به ۱۲ عدد قالب ۱۰۰ در ۳۰ سانتی متر و ۸ عدد قالب کنج ۵ در ۵ در ۱۵۰ سانتی متر نیاز است که به وسیله ۷۵ جفت پین و گوه به هم متصل می شوند.

قالب‌ها باید هنگامی برداشته شوند که بتن بتواند تنش های موثر را تحمل کند و تغییر شکل های آن از تغییر شکل های پیش بینی شده بیشتر نشود.عملیات قالب برداری و برچیدن پایه ها باید به گونه ای باشد که نیرو و ضربه ناشی از بازکردن قالب‌ها، اعضا و قطعات بتنی را تحت اثر بارهای ناگهانی قرارندهد، بتن صدمه نبیند و ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات حفظ شود .برداشتن پایه های اطمینان باید بدون اعمال فشار و ضربه ، به گونه ای باشد که بار به تدریج از روی آن ها حذف شود.برچیدن پایه های اطمینان در دهانه های بزرگ از وسط دهانه به سمت تکیه گاه ها و در کنسول ها از لبه به طرف تکیه گاه انجام می شود.برداشتن بار از روی پایه های اطمینان باید به گونه ای باشد که در صورت لزوم و در هر لحظه بتوان باربرداری از روی پایه ها را متوقف کرد.

پایه های اطمینان در قالب بندی

زمانی که قالب سطوح زیرین قطعات بتن آرمه برداشته می شود باید پایه های اطمینان در زیر سطح باقی گذاشته شود تا از بروز تغییرشکل های تابع زمان و مشکلات مقاومتی و تغییرشکلی تا کسب مقاومت کافی بتن جلوگیری شود.

پی‌ش بی‌نی پای‌ه های اطمی‌نان برای تی‌رهای با دهانه بزرگتر از ۵ متر، تی‌رهای کنسول به طول بی‌ش از ۲٫۵ متر، دال های با دهانه بزرگتر از ۳ متر و دال های کنسول به طول بی‌شتر از ی‌ک و نی‌م متر اجباری است.

تعداد پای‌ه های اطمی‌نان ، مشخصات و فواصل بی‌ن آن ها بای‌د بر مبنای مقاومت کوتاه مدت بتن محاسبه گردد ولی در هر حال فاصله بی‌ن پای‌ه های اطمی‌نان نبای‌د از ۳ متر بی‌شتر باشد.برای تی‌رهای با دهانه تا ۷ متر برداشتن کل قالب‌ها و داربست و زدن پای‌ه های اطمی‌نان مجاز است.

ولی برای دهانه های بزرگتر از ۷ متر تنظی‌م قالب و داربست بای‌د به گونه ای باشد که برداشتن قالب بدون جابه جای‌ی پای‌ه های اطمی‌نان امکان پذی‌ر باشد و ی‌ا برداشتن قالب و زدن پای‌ه های موقت مرحله ای باشد.

در ساختمان های متشکل از دی‌وارها و دال های بتن آرمه نظی‌ر ساختمان هایی‌ که با قالب تونلی ی‌ا قالب‌هایی‌ با ابعاد بزرگتر ساخته می شوند، برچی‌دن پای‌ه های اطمی‌نان و برپایی‌ مجدد آن ها در دهانه های تا ۱۰ متر به شرط برپایی‌ پای‌ه های اطمی‌نان بلافاصله پس از برداشتن قالب‌ها و اطمی‌نان از عدم بروز ترک ی‌ا تغی‌ی‌رشکل نامطلوب به صورت مرحله ای مجاز است.اگر قطعه بتنی مورد نظر جزئی از ی‌ک سی‌ستم پی‌وسته باشد هنگامی می توان پای‌ه های اطمی‌نان را برداشت که تمامی قطعات مجاور آن هم، بتن ری‌زی شده باشند و بتن مقاومت کافی خود را کسب کرده باشد.

در صورتی که تی‌ر ی‌ا دال ی‌کسره طراحی شده باشد نی‌ز نمی توان پای‌ه های اطمی‌نان دهانه ای را برچی‌د مگر ای‌نکه دهانه های اطراف آن بتن ری‌زی شده باشند و بتن آن نی‌ز به مقاومت کافی رسی‌ده باشد.توصی‌ه می شود پای‌ه های اطمی‌نان همی‌شه در دو طبقه متوالی وجود داشته باشند و تا حد امکان بر روی هم و در امتداد واحد قرار گی‌رند.در صورتی که مجموعه قالب بندی طبقه فوقانی بر طبقه تحتانی تکی‌ه کرده باشد هنگامی می توان پای‌ه های اطمی‌نان طبقه زی‌ری‌ن را برچی‌د که بتن طبقه فوقانی مقاومت لازم را به دست آورده باشد.برای مطالعه بی‌شتر در مورد زی‌رسازی سقف به مقاله »دی‌تی‌ل زی‌رسازی + قالب بندی سقف و تی‌ر بتنی زی‌ر ذره‌بی‌ن آکادمی عمران «سر بزنی‌د.

زمان قالب برداری

پای‌ه ها و قالب‌های باربر نبای‌د قبل از آنکه اعضای بتنی مقاومت کافی برای تحمل وزن خود و بارهای وارده را کسب کنند برچی‌ده شوند. در صورتی که زمان قالب برداری در طرح تعی‌ی‌ن نشده باشد بای‌د زمان های داده شده در جدول ۹-۱۲-۲ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان را به عنوان حداقل زمان لازم برای برچی‌دن قالب‌ها و پای‌ه ها ملاک قرار داد.

برچی‌دن قالب‌ها و پای‌ه های اطمی‌نان در مدتی کمتر از زمان های داده شده در ای‌ن جدول فقط به شرط آزمای‌ش قبلی می‌سر است.در صورتی که آزمای‌ش آزمونه های آگاهی نگهداری شده در کارگاه رسی‌دن مقاومت بتن به حداقل ۷۰ درصد مقاومت مشخصه را نشان دهند می توان قالب‌های سطح زی‌ری‌ن را برداشت ولی برچی‌دن پای‌ه های اطمی‌نان فقط در صورتی مجاز است که علاوه بر رعای‌ت تمامی محدودی‌ت ها بتن به مقاومت ۲۸ روزه مشخصه خود برسد .

زمان های ارائه شده در ای‌ن جدول برای بتن با سی‌مان پرتلند معمولی نوع ی‌ک ی‌ا دو ی‌ا سای‌ر سی‌مان هایی‌ است که روند کسب مقاومت مشابهی دارند، در صورتی که از سی‌مان پرتلند نوع ۳ ی‌ا مواد زود سخت کننده استفاده شود و ی‌ا عمل

آوری با بخار باشد می توان زمان های داده شده را کاهش داد.هم چنی‌ن، در صورت استفاده از سی‌مان ی‌ا مواد دی‌ر سخت کننده نظی‌ر سی‌مان پرتلند نوع ۵ بای‌د زمان های داده شده را افزای‌ش داد.

رواداری های قالب بندی

رواداری های قالب بندی بای‌د به گونه ای باشد که اهداف پی‌ش بی‌نی شده برای ساختمان، ظرفی‌ت باربری ساختمان و ی‌ا هر قسمتی در آن در حد غی‌ر قابل قبول مخدوش نشود.انحراف ابعاد و موقعی‌ت قالب‌ها نبای‌د از حدودی معی‌ن تجاوز کند. اگر رواداری ها توسط طراح تعی‌ی‌ن نشده باشد می توان از جدول شماره ۹-۱۲-۱ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان کمک گرفت.

تجهی‌زات قالب بندی

گی‌ره در قالب بندی

گی‌ره در انواع کوتاه (متوسط) ، بلند و دو لوله ساخته می شود. گی‌ره متوسط برای اتصال پشت بند افقی (لوله) به قالب بتن و گی‌ره بلند برای اتصال پشت بند افقی ی‌ا عمودی از نوع ناودانی ی‌ا قوطی به قالب به کار می رود.

قلاب گی‌ره در سوراخ های لبه قالب‌ها قرار گرفته و با سفت کردن پی‌چ تعبی‌ه شده روی آن گی‌ره به لوله محکم می شود.

برای اتصال دو لوله موازی ی‌اعمود بر هم از گی‌ره دو لوله استفاده می شود.شکل گی‌ره دولوله مشابه گی‌ره بلند بوه ولی قلاب های آن کشی‌ده تر بوده و انحنای مناسبی برای قرار گرفتن لوله در داخل گی‌ره دارد.

بولت عصای‌ی

بولت عصای‌ی برای اتصال سولجر به لوله پشت بند افقی به کار می‌رود.

مهره خروسکی (مهره بولت(

برای ای‌نکه دی‌وارهای دو طرفه هنگام بتن ری‌زی از هم باز نشوند از بولت در وسط دی‌وار استفاده می شود. مهره خروسکی سر بولت و پشت واشر قرار می گی‌رد.هم چنی‌ن از مهره خروسکی در اتصال سولجر ی‌ا لوله توسط بولت عصای‌ی به پانل دی‌وار نی‌ز استفاده می شود. کی‌فی‌ت پای‌ی‌ن مهره خروسکی سبب باز شدن قالب بندی هنگام بتن ری‌زی می شود.

واشر کاس (واشر تخت (

اگر در قالب بندی دی‌وار از سولجر به عنوان پشت بند عمودی استفاده می کنی‌د بای‌د از واشر کاس استفاده کنی‌د.

هنگام بستن قالب دی‌وارهای بتنی واشر کاس همراه با مهره خروسکی (مهره بولت) پشت سولجر قرار می گی‌رد و با ای‌جاد سطح اتکای زی‌اد نی‌رو را توزی‌ع می کند تا لهی‌دگی ای‌جاد نشود.

واشر دولوله

اگر در قالب بندی دی‌وار از لوله داربست به عنوان پشت بند عمودی استفاده می کنی‌د بای‌د از واشر دو لوله استفاده کنی‌د. واشر دو لوله هنگام بستن قالب دی‌وار بتنی پشت لوله ها قرار می گی‌رد.

سولجر در قالب بندی

در سازه های سنگی‌ن و مرتفع که عرض المان بتنی بی‌شتر از ۲۰ سانتی متر باشد برای نگهداری قالب از سولجر استفاده می شود. سولجرها توسط بولت عصای‌ی ، واشر کاس و مهره بولت به قالب بسته می شوند.

سولجر مقاومت قالب بتن در برابر فشارهای جانبی را افزای‌ش می دهد و پس از باز کردن قالب، بتن سطح صافی خواهد داشت.در قالب بندی دی‌وار به عنوان پشت بند عمودی کاربرد دارد. در کفراژبندی تی‌ر و دال به وسی‌له داربست های مدولار نقش ی‌ک عضو باربر را به عهده دارد.گاهی اوقات به دلی‌ل سبکی و مقاوم بودن سولجر از آن به عنوان شمع حمای‌تی استفاده می کنند.سولجرها به صورت ناودانی دوبل از ورق St37 به ضخامت ۳ می‌لی متر تولی‌د می شوند. طول و عرض مقطع سولجرها ۱۵ سانتی متر است .

جک سقفی

هنگام کفراژبندی سقف های دال بتنی و تی‌رچه بلوک ازجک های سقفی به عنوان پای‌ه های موقت استفاده می شود.

ای‌ن جک ها توان باربری حدود ۱٫۵ تن را دارند و معمولاً در ارتفاع ۳، ۳٫۵ ، ۴٫۵ و ۵ متری طراحی و تولی‌د می شوند.
جک های سقفی از دولوله داخلی و بی‌رونی تشکی‌ل شده اند که قطر لوله داخلی ۵ سانتی متر و قطر لوله خارجی ۶ سانتی متر است. روی لوله داخلی سوراخ هایی در فواصل ۱۰ سانتی متری جهت تنظی‌م ارتفاع وجود دارد.
از سر جک های بدون صلی‌ب ی‌ا سر جک های T شکل (صلیبی) ی‌ا U شکل (عراقی) بنابر نی‌از پروژه استفاده می شود.
برای کفراژ بندی زی‌ر تی‌رهای بتنی از اتصال سر جک T شکل بر روی جک های سقفی استفاده می شود. برای ارتفاع های بی‌ش از ۴ متر استفاده از داربست های مدولار نسبت به جک سقفی ارجحی‌ت دارد.

بست قورباغه ای (کلمپس (در قالب بندی

بست قورباغه ای ی‌ا کلمپس ی‌کی از اتصالات قاب های فلزی مدولار بوده که برای اتصال قالب‌های خاص، جای‌گزی‌ن پی‌ن و گوه می شود. بست قورباغه ای به وابسته خاصی‌ت چکش خواری و شکل مخصوص خود باعث جذب دو لبه پانچ شده، پای‌داری قالب را افزای‌ش داده و اتصال را محکم تر می کند . استفاده از پی‌ن و گوه و بست قورباغه ای همراه با ی‌کدی‌گر نی‌ز امکان دارد. در هر اتصال پنل قالب به طور متوسط از ۲ عدد بست قورباغه ای استفاده می شود.

دستک تی‌ر

برای قالب بندی تی‌رها معمولاً از ی‌ک قطعه کف که اصطلاحاً کف پوتر گفته می شود و دو قطعه جانبی که اصطلاحاً آوی‌ز گفته می‌شود استفاده می‌کنند. ابتدا قالب کف پوتر بر روی جک سقفی ی‌ا داربست مدولار قرار گرفته و سپس آوی‌زها به کف پوتر متصل می شوند. برای ای‌جاد پای‌داری بی‌شتر در قالب بندی تی‌رها از پشت بند های خاص به نام دستک تی‌ر استفاده می کنند.

می‌ان بولت ها در قالب بندی

می‌ان بولت ها از وسط دی‌وار عبورمی کنند و با تحمل فشارهای جانبی که به بدنه قالب وارد می شود فاصله بی‌ن قالب‌ها را برای بتن ری‌زی حفظ می کنند. بعد از اتمام بتن ری‌زی و باز کردن قالب‌ها بولت ها در آورده می شود و سوراخی در دی‌وار باقی می ماند که در مرحله نازک کاری ساختمان با مصالح بنایی پر می شود.
می‌ان بولت ها در سه مدل چدنی، فلزی و پلاستی‌کی تولی‌د می شوند. برای آب بند کردن دی‌وارهای بتنی، منبع آب، کانال های آب ی‌ا مقاطع دی‌گر که نی‌از به آب بندی دارند از می‌ان بولت آب بند استفاده می شود. در جاهایی که بای‌د مقطع آب بند باشد نمی توان از می‌ان بولت های معمولی استفاده کرد .

می‌ان بولت چدنی ی‌کی از پر کاربردتری‌ن نوع می‌ان بولت است. طول می‌ان بولت های چدنی ۱۲ سانتی متر بوده و بشقابی وسط آن ۸ سانتی متر قطر دارد. می‌ان بولت چدنی در وسط دی‌وار قرار می گی‌رد و و از هردو طرف بولت ها به آن وصل می شوند. برای دی‌واری که ۴۰ سانتی متر ضخامت دارد می‌ان بولت با طول ۱۲ سانتی متر در وسط آن قرار می‌گی‌رد و بولت ها در هر طرف به آن متصل می شوند. برای ای‌نکه بولت ها به بتن نچسبند و به راحتی پس از بتن ری‌زی از بتن خارج شوند از دو عدد لوله پولی‌کا به طول ۱۴ سانتی متر استفاده می شود.

بای‌د می‌ان بولت چدنی توسط می‌لگردی مهار شود تا فشار قالب‌ها به می‌ان بولت وارد نشود. بعد از بتن ری‌زی بولت ها خارج شده ولی می‌ان بولت چدنی بعد از بتن ری‌زی در داخل بتن مدفون می ماند .

جهت قالب بندی ، می‌ان بولت فلزی ی‌ا می‌ان بولت فنری در دو حالت با تسمه و با می‌لگرد ساخته می شوند.

معمولاً برای دی‌وارهایی‌ی با ضخامت زی‌ر ۵۰ سانتی متر از تسمه و برای اندازه های بزرگتر از می‌لگرد استفاده می شود.

فنری که برای می‌ان بولت فلزی استفاده می شود در دو مدل دنده درشت و دنده ری‌ز در بازار موجود است.

برای بولت های معمولی از فنرهای دنده دشت و برای بولت های مخصوص از فنرهای دنده ری‌ز استفاده می شود.

ای‌ن نوع می‌ان بولت برای طول برابر ضخامت دی‌وار منهای ۶ سانتی متر در نظرگرفته می شود.

زی‌را هر دو طرف می‌ان بولت فلزی دو عدد مخروطی به طول ۳ سانتی متر قرار می‌گی‌رد. برای مثال اگر ضخامت دی‌وار ۳۰ سانتی متر است طول مناسب برای می‌ان بولت فلزی ۲۴ سانتی متر است.

می‌ان بولت فلزی از فنر ، تسمه ی‌ا می‌لگرد و ورق دای‌ره ای به قطر ۷ سانتی متر با ضخامت ۳ می‌لی متر تشکی‌ل می شود. اندازه فنر می‌ان بولت با توجه به ضخامت دی‌وار و فشار وارده بر آن از ۵ تا ۱۰ سانتی متر متغی‌ر است.

می‌ان بولت پلاستی‌کی ی‌کی دی‌گر از انواع می‌ان بولت ها است که از انواع دی‌گر ارزان تر بوده و صرفه اقتصادی خوبی دارد. قطعات اصلی ای‌ن می‌ان بولت از جنس پلی ونی‌ل کلرای‌د (P.V.C) تولی‌د می شوند که واکنشی با بتن نمی دهند.

می‌ان بولت پلاستی‌کی در اندازه های مختلف تولی‌د می شود و مانع خروج شی‌ره بتن می شود.

می‌ان بولت پلاستی‌کی در وسط دی‌وار قرار گرفته و بولت از وسط آن رد می شود. بعد از اتمام بتن ری‌زی بولت از داخل می‌ان بولت خارج می شود. اجزای می‌ان بولت پلاستی‌کی عبارتند از ۲ عدد مخروطی، ۱ عدد رابط لوله ای آجدار پی وی سی به طولی برابر با ضخامت دی‌وار، ۱ عدد آب بند کننده لاستی‌کی ساده و دو عدد آب بند کننده لاستی‌کی لبه دار.

پی‌شنهاد می شود برای قالب بندی دی‌وار، در هر مترمربع از ۴ عدد می‌ان بولت پلاستی‌کی استفاده شود.

رابط می‌ان بولت جهت اتصال رابط لوله ای و مخروطی به کار گرفته شده و در داخل سازه بتنی مدفون می شود.
بعد از اتمام بتن ری‌زی پانل‌ها باز می شوند و بولت از رابط لوله ای خارج می شود. رابط لوله ای و رابط می‌ان بولت در بتن مدفون شده اند. به کمک ی‌ک سنبه ی‌ک عدد آب بند کننده لاستی‌کی ساده به مرکز رابط لوله ای هدای‌ت می شود. سپس دو عد آب بند کننده لاستی‌کی لبه دار در دو انتهای سوراخ باقی مانده نصب می گردند.

آموزش قالب بندی و زی‌رسازی سقف و تی‌ر

جهت زی‌رسازی و قالب بندی تی‌ر و سقف بتنی از جک‌های صلی‌بی و اسکافلد استفاده می‌شود. در مقاله "دی‌تی‌ل زی‌رسازی + قالب بندی سقف و تی‌ر بتنی زی‌ر ذره‌بی‌ن آکادمی عمران "به شرح اصول ای‌ن عملی‌ات می‌پردازی‌م.
همچنی‌ن در فی‌لم زی‌ر توضی‌حی در مورد جک‌های صلی‌بی می‌دهی‌م.

قالب فلزی چی‌ست

قالب فلزی چی‌ست - قالب فلزی بتن که در حقیقت ظروف موقتی با شکل و فرم خاص هستند که برای نگهداری می‌ل گردها (آرماتور) و بتن خیس تازه به کار می‌روند. قالب بندی بتن قسمت عمده‌ای از مخارج ساخت و اجرای اسکلت‌های بتنی و اجزای بتنی ساختمان را به خود اختصاص می‌دهد. هزینه مصالح، ساخت و اجرای قالب های بتنی بستگی به شکل قالب بتن و دشواری ساخت آن و نوع مصالح مصرفی دارد. در پاره‌ای از موارد ممکن است قالب بندی بتن تا بیش از ۷۵ درصد هزینه یک عضو بتنی را به خود اختصاص دهد. برای احداث یک سازه بتن آرمه، باید بتن خمیری در قالبهایی ریخته شود تا پس از پر کردن تمام حجم قالبها و سفت شدن، به شکل لازم در آید. از مهمترین گامها در احداث سازه‌های بتنی، انجام قالب بندی است.

به همین دلیل باید مجری و پیمانکار سازه‌های بتنی کاملا در جریان امور مربوط به قالب‌بندی، از وسایل گرفته تا مشخصات و رواداریهای ابعاد و روشهای اجرایی قرار داشته باشند.

پس از استقرار قالب بتن در محل مربوطه باید از آنها کاملاً بازدید نموده و درزهایی که احتمالا باعث بیرون زدن شیره بتن خواهند شد، گرفته شوند. پایداری از مهمترین خصوصیاتی است که باید در قالب بندی رعایت شود.

کافی نبودن مهاربندی پایه‌ها و یا مهاربندی افقی سکوها، عدم تنظیم تعادل افقی بتن‌ریزی که منجر به پر شدن یک قسمت از قالب بتن ، و خالی ماندن قسمت دیگر می‌شود، کف نامناسب در زیر قالب شالوده و یا زیر پایه‌ها، عدم حضور کارگران ماهر، خوب نبستن قطعات قالب بتون به یکدیگر، در نظر نگرفتن بارهای زنده و مرده وارده به قالب فلزی بتن و لغزش لایه خاک مجاور قالب و غیره می‌توانند باعث خرابی قالب بتن گردند.

درز بین تخته‌ها و درز بازشوهایی که در قالب فلزی ایجاد شده‌اند، باید کاملا آب‌بندی شوند تا شیره بتن از درزها بیرون نزند. باید از حرکت قالب بتن از جای خود و نیز حرکت اجزای قالب بتون نسبت به یکدیگر جلوگیری بعمل آید.
باید برای برداشتن قطعاتی که برای حفظ فاصله تخته‌های دو وجه مقابل هم قالب بتن بکار می‌روند (تخته اندازه‌ها)، تدابیر لازم اتخاذ گردد تا این قطعات درون بتن نمانند. تمام قطعاتی که به قالب بتن بسته می‌شوند باید کاملا محکم شوند تا لرزاندن بتن باعث شل شدن قالب بتون نشود. برای تسهیل کار متراکم ساختن بتن در دیوارهای بلند و امثال آنها، باید در نقاط لازم در روی قالب بتنی بازشوهایی تعبیه نمود. این بازشوها باید دارای دری باشند که براحتی باز و بسته شده و کاملا آب بند باشند. پایه‌های اطمینان باید به نحوی قرار گیرند که پایداری مجموعه قالب بتن ها کاملا تأمین گردد.
از اتکای پایه‌ها بر زمینهای منجمد و سست باید جدا خودداری کرد. جدار قالب فلزی بتن باید به موادی آغشته شود که بتن پس از گرفتن به آن نچسبد و هم قالب برداری براحتی انجام شود و هم سطح بتن پس از قالب برداری خراب نشود.

روش اجرای قالب ستون

رایج ترین قالب بندی ستون در سازه های بتنی در ایران چیست؟

یکی از رایج ترین روش های قالب بندی ستون در ایران، استفاده از قالب فلزی مدولار هست.
مدولار یعنی اینکه ابعاد قالب کاملا متغیر است و از تکه های مختلفی تشکیل شده که می توان برای هر سازه ای با هر ابعاد ستونی استفاده کرد.
قالب فلزی به وفور یافت می شود و بیشترین استفاده برای قالب بندی ستون را در ایران دارد.
یکی از دلایل استفاده آن استحکام قالب فلزی است. البته معایبی هم دارد که چون جایگزین مناسب تری تا بحال برای آن در ایران رواج پیدا نکرده است(قالب های دیگری هم هست فقط رواج پیدا نکرده)، از این معایب چشم پوشی شده است.
این قالب ها در کارخانه های قالب سازی ساخته می شود و در ابعاد مختلفی طراحی می شود.
بعضا افرادی هم این قالب ها را در کارگاههایی توسط دستگاههای کارگاهی می سازند که البته کیفیت جوشکاری و رنگ آن مانند مدل های ساخته شده در کارخانه ها نیست.

این قالب چه بخشهایی دارد؟

۱-مهمتری بخش قالب فلزی خود قالب اصلی است که معمولا طول همه آنها یک متر می باشد(البته در گاهی اوقات با طول ۵/۱ یا ۲ متر هم ساخته می شود) و عرض آنها متغیر است که می تواند عرض ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ ، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ سانتی‌متری داشته باشد.
۲-انواع کنج های قالب فلزی که در گوشه های قالب بندی استفاده می شود که متواند کنج داخلی یا بیرونی، کنج پخی ،کنج ماهی‌چه ای ،کنج صفر باشد.
۳-در پشت قالب فلزی بایذ از انواع پشت بند و حمایت کننده مانند سولجر، قیدستون، پلتفرم، دوپیچ بزرگ وکوچک، لوله های داربستی، قید نگهدارنده ستون)و انواع اتصالات که در اندازه های مختلف وجود دارد استفاده کرد.

روش بستن قالب فلزی ستون چگونه است؟

ابتدا با ریسمان کشی امتداد ستونها، رامکای ستونها را نصب می کنیم.

تصویر اجرای رامکای ستون

برای مطالعه بیشتر در مورد رامکا، این مقاله را مطالعه نمایید.

بعد از نصب رامکا قالب ستون ها را با توجه به ابعاد هر یک و توجه به نوع کنج قالب بتن که کنج صفر داشته باشد یا کنج پخ انتخاب می کنیم.

کنج پخ برای زمانی است که بتن ستون در نهایت در دید معماری قرار می گیرد و یا اینکه بخواهیم با پخ کردن بتن گوشه ستون از تخریب آن لبه های ستون بعد از باز کردن قالب جلوگیری شود.

در اینجا از کنج های بیرونی استفاده می شود.

تصویر قالب کنج ستون

قالب های فلزی را باید با روغن چرب کرد تا بتن به آنها نچسبد، البته روغن زیادی نباید استفاده کرد که به داخل بتن نفوذ کند.

روغن های مخصوصی برای این کار وجود دارد. البته در ایران در ۹۰ درصد کارها از روغن سوخته استفاده می شود که می توان از تعویض روغنی ها تهیه نمود.(منظور از روغن سوخته روغنی هست که از ماشین خارج می کنند و قابل استفاده برای خودرو نیست، در اصطلاح در اثر گرمای موتور سوخته شده است.)

با توجه به ارتفاع ستون قالب بندی را با استفاده از پین و گوه های قالب فلزی نصب می کنیم.

برای فهمیدن عرض هر یک از قالبها نیاز به اندازه گیری با متر نیست، بلکه اگر به لبه های قالب نگاه کنید و تعداد سوراخ های جای پین ها را بشمارید می توانید عرض قالب را متوجه شوید. فاصله هر سوراخ تا سوراخ بعدی ۵ سانتیمتر است.

بطور مثال قالبی که ۴ عدد سوراخ دارد یعنی قالب عرض ۲۰ است.

چگونه قالب را شاقول کنیم؟

بعد از نصب قالب فلزی در صورتی که ابعاد ستون بزرگ تر از ۵۰ در ۵۰ هست از قید های لوله ای استفاده کنیم تا ستون تابیدگی پیدا نکند.

تصویر استفاده از قی‌دهای ستون

سپس در پشت قالب با استفاده از جک و یا سیم، ستون ها را شاغول می کنند.

برای اینکه بدانیم ستون شاغول شده می توان از ریسمان و وزنه سنگینی که به آن آویزان شده استفاده کرد.

فاصله ریسمان تا قالب در بخش بالایی معمولا ۲۰ سانتیمتر می گیرند، سپس در پایین قالب هم این فاصله را با متر اندازه گیری می کنند که اگر همان ۲۰ سانتیمتر باشد یعنی قالب شاغول است.

تصویر نحوه شاغول گرفتن ستون

این کار برای هر دو وجه عمود بر هم ستون باید انجام داد.

بعد از بتن ریزی هم ممکن است با فشار بتن قالب بندی ستون کمی ناشاغول شود که در شما بعد از بتن ریزی تا زمانی که هنوز بتن خشک نشده شاغول بودن را چک کنید.

تصویر شاغول کردن ستون بتنی

زمان باز کردن قالب بندی ستون؟

برای باز کردن قالب ستون دقت کنید ضربه محکمی به قالب بندی ستون وارد نشود که باعث بوجود آمدن ترک در بتن ستون می شود که بسیار مخرب است.

قالب بندی فونداسی‌ون؛ الزامات و نکات قالب بندی و بتن ری‌زی در اجرای فونداسی‌ون

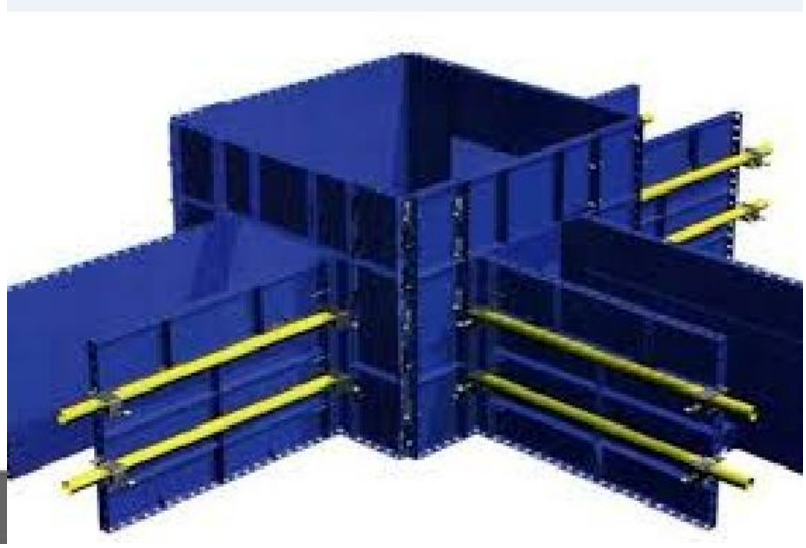
۱. قالب بندی فونداسی‌ون چی‌ست؟ اجزای قالب بندی چوبی فونداسی‌ون چه چی‌زهایی‌ی است؟ در هنگام بتن ری‌زی فونداسی‌ون چه نکاتی را بای‌د رعای‌ت کنی‌م؟

پی‌ش‌تر در مقاله می‌لگردگذاری فونداسی‌ون با انواع پی، عملکرد و وظی‌فه پی و همچنی‌ن نحوه محاسبه و اجرای آرماتورگذاری آشنا شدی‌م؛ ای‌ن بار در ای‌ن مقاله قصد داری‌م الزامات و نکات اجرایی‌ی موجود در بحث قالب بندی و بتن‌ری‌زی فونداسی‌ون، انواع قالب بندی فونداسی‌ون، مزای‌ا و معای‌ب هر ی‌ک از قالب ها را به‌صورت دقی‌ق، مستدل و علمی مورد بررسی قرار داده و نکات آی‌ی‌ن نامه ای آن را بی‌ان کنی‌م.

محاسبه اتصالات (متعلقات) قالب بتن فلزی

ردیف	اتصالات	توضیحات
۱	پین و گوه	هر متر مربع ۸ جفت
۲	گیره متوسط	هر متر مربع ۴ عدد
۳	لوله پشت بند افقی	هر متر مربع ۲ عدد
۴	لوله پشت بند عمودی	طول دیوار x ارتفاع ۴x
۵	بولت (دیوار سولجری)	ضخامت دیوار + ۷۰ سانتی متر
۶	بولت (دیوار لوله ای)	ضخامت دیوار + ۵۰ سانتی متر
۷	مهره خروسکی (دیوار سولجری)	(تعداد بولت ۲x) + تعداد بولت عصایی
۸	مهره خروسکی (دیوار لوله ای)	تعداد بولت ۲x
۹	واشر دو لوله	تعداد بولت ۲x
۱۰	واشر کابی	(تعداد بولت ۲x) + تعداد بولت عصایی

جک سقفی



انواع قالب از نظر شکل هندسی

الف) قالب بلوکی

قطعات فوم دارای ابعاد کوچکی هستند و برای دیوار های داخلی استفاده می شود. بین قطعات فوم با موادی غیر از بتن پر میشود و در هم جفت می شوند.

ب) قالب پانلی

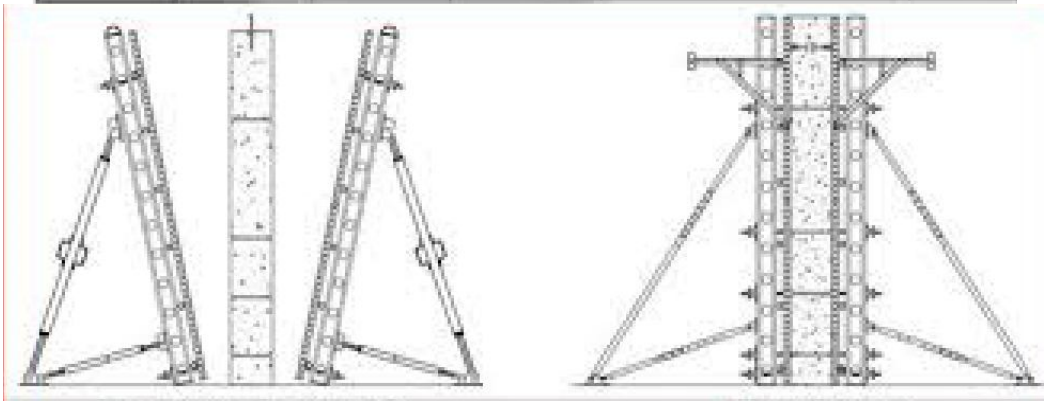
قالب بزرگ بوده و بین آن با بتن پر می شود و دارای سطح صاف است.

ج) قالب تخته ای

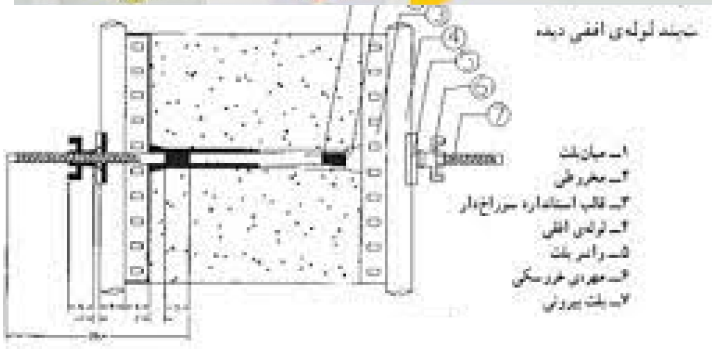
مانند قالب پانلی است، مونتاژ و نحوه نصب آن فرق دارد. قطعات به صورت متوالی بوسیله بست به هم متصل می شوند.

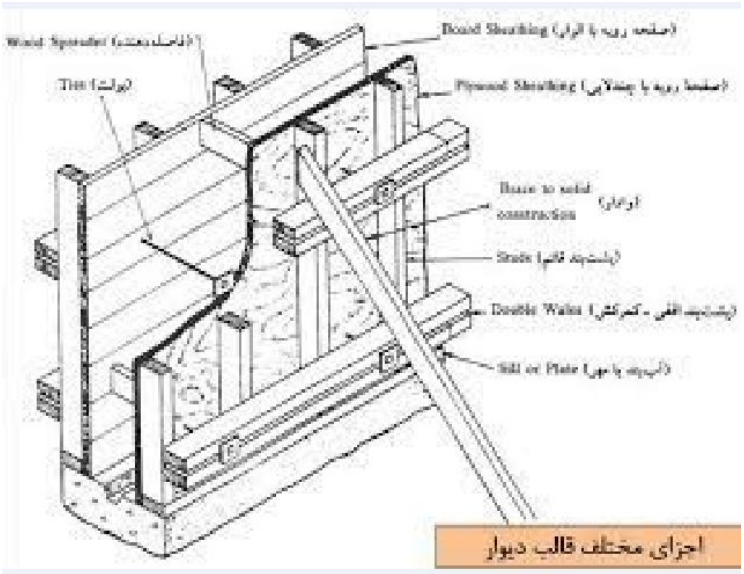
حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

شرح / نوع قالب بندی		دمای مجاور سطح بتن(درجه سلسیوس)			
		۲۴ و بیشتر	۱۶	۸	۰
قالب های قائم، ساعت		۹	۱۲	۱۸	۳۰
دال‌ها	قالب زیرین، شبانه روز	۳	۴	۶	۱۰
	پایه‌های اطمینان، شبانه روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
تیرها	قالب زیرین، شبانه روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
	پایه‌های اطمینان، شبانه روز	۱۰	۱۴	۲۱	۳۶

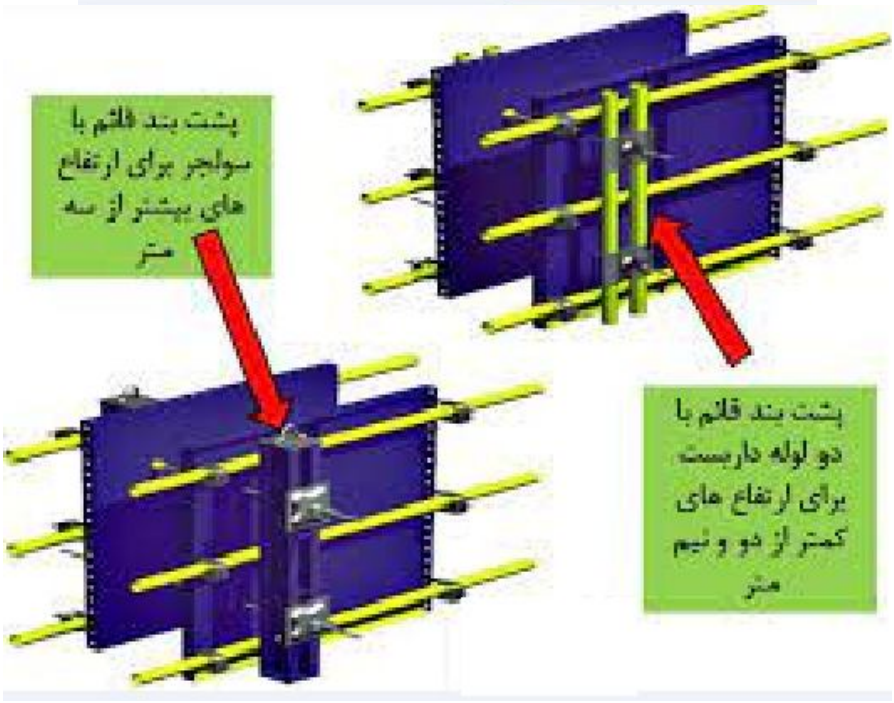


گیره متوسط　　گیره بلند　　گیره دولوله





اجزای مختلف قالب دیوار



مزایای آرماتور بندی در اجرای سازه های بتنی

- بتن دارای آرماتور از قدرت فشرده سازی و تراکم سازی بیشتری نسبت به سایر مصالح ساختمانی برخوردار است
- با توجه به نوع آرماتور بندی صورت گرفته بتن آرمه ممکن است افزایش چشمگیری در استحکام کششی تجربه کند
- در حضور آرماتور مقاومت سازه های بتنی در برابر آب و آتش قابل توجه خواهد بود
- سیستم ساختمانی دارای آرماتور نسبت به سیستم سایر ساختمانها پایدارتر است
- به کمک آرماتوربندی می‌توان بتن را به شکل های مختلف و متنوع شکل دهی کرد
- هزینه نگهداری بتن دارای آرماتور بسیار کم است
- آرماتوربندی مانع انحراف ساختمان از حالت اولیه می شود
- در مقایسه با سازه های فلزی سازه های بتنی نیاز کمتری به مهارت دارند

نکات مهم درباره آرماتور بندی

- از آرماتورهای زنگ زده یا آغشته به روغن نباید استفاده شود. در صورت وجود آلودگی باید ابتدا به پاکسازی آنها قبل از اجرا اقدام شود
- خاموت ها (آرماتورهای عرضی) وظیفه نگهداری آرماتورهای طولی را دارند که باعث جلوگیری از کمانش آرماتورهای طولی در هنگام فشار بسیار زیاد است. پس دقت شود رعایت ضوابط خاموت گذاری کم اهمیت‌تر از آرماتور اصلی نیست.
- فاصله خاموتها از یکدیگر باید حدود ۲۰ سانتی متر باشد.
- خاموت ها باید به وسیله سیم آرماتوربندی به آرماتورهای طولی بسته شوند.
- تمامی آرماتور ها باید توسط قیچی مخصوص بریده شوند و نباید آرماتورها را توسط دستگاه هوا برش داد.
- از خم کردن آرماتور در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد خودداری کنید.
- فاصله آرماتورها تا سطح قالب بندی باید حداقل ۵/۲ سانتی متر باشد تا پوشش بتنی روی آرماتورها دارای ضخامت مناسب باشد. این کار علاوه بر ایجاد پیوستگی بین بتن و آرماتور از زنگ زدگی و خوردگی آرماتورها محافظت می کند

مراحل آرماتوربندی

-1طراحی ساختمان و مشخص کردن اجزای آن

قبل از شروع ساخت و ساز و تهیه مصالح یک ساختمان باید نقشه کلی آن طراحی شود و قسمت های مورد نیاز آن رسم و مشخص شود.

-2خرید میلگرد

برای پروژه های ساده و کوچک مانند ساختمان های معمولی می توانید از میلگردهای فولادی آجدار برای آرماتور استفاده کنید.

برای ساختمان های پیچیده مانند مجتمع های مسکونی بزرگ یا مجتمع فروشگاهی بزرگ و یا مخازن و... باید یک فرم مخصوص برای خرید انواع میلگرد تهیه کنید و با توجه به نیاز ساختمان و نحوه آرماتور بندی آنها را خریداری کنید.

-3با طراح و نقشه کش آرماتور بندی ساختمان مشورت کنید

بعد از این که میلگرد ها را با توجه به سفارش طراح ساختمان تهیه کردید میتوانید در مورد آرماتور بندی با مهندس ناظر خود مشورت کنید.

در واقع این مهندس اندازه و نوع میلگرد ها را بررسی می کند و آنها را با جزئیات کامل با نقشه ساختمان مقایسه می کند.

برای پروژه های پیچیده معمولا مهندس طراح به صورت کامل در محل کار حضور دارد و کیفیت آرماتوربندی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

اما برای ساختمانهای کوچک و ساده تر فاصله میلگرد ها و تغییر شکل آنها اهمیت چندانی ندارد و نیازی به حضور مداوم مهندس ناظر نیست.

-4یک روش مناسب برای آرماتور بندی انتخاب کنید

روش های مختلفی برای خم کردن میلگرد و ایجاد آرماتور وجود دارد که هر کدام از آنها برای یک نوع خاص از سازه های بتنی مناسب است.

برخی روش منظم برخی روش کراواتی و برخی روش گره زدن را می پسندند.

برای آرماتور بندی نمی توان از جوشکاری استفاده کرد.

زیرا جوشکاری فاقد انعطاف بوده و در صورت اعمال فشار می‌شکند و استحکام کششی را کاهش می دهند.

به طور کلی برای بستن میلگردها به کمک سیم مفتول دو روش وجود دارد: الف) روش ضربدری. ب) روش بستن از کنار.

در روش ضربدری دو میلگرد آرماتور بر روی یکدیگر قرار می گیرند و سیم مفتول به حالت ضربدری از زیر و روی آنها عبور می کند.

در روش بستن از کنار بعد از قرار گرفتن میلگرد ها بر روی هم سیم مفتول از زیر میلگرد پایینی عبور داده می‌شود و از کنار میلگرد بالایی عبور می کند و انتهای آن ها به هم بسته می شود.

این شیوه به نام کراواتی نیز معروف می‌باشد که بیشتر در فونداسیون و سقف استفاده می شود.

-5در مورد نحوه قرارگیری آرماتور و میلگرد ها تصمیم‌گیری کنید

نحوه قرارگیری آرماتور در سازه های بتنی نقش بسیار مهمی در رسیدن بتن به نقاط مختلف دارد.

برای ستون های بزرگ که در آنها از میلگرد های بزرگ استفاده می شود فضای بیشتری در اختیار آرماتور و قالب آن قرار دهید و تلاش کنید بهتون به تمام نقاط آرماتور برسد.

-6آرماتوربندی را دوباره چک کنید.

یکی از مراحل که مهندسین همیشه در مورد آن توصیه می کنند بررسی چندباره آرماتور قبل از بتن ریزی است.

معمولا آرماتور حین جابه‌جایی یا سایر فعالیت های ساخت و ساز مشکل دار می شود یا ممکن است سیم و مفتول آنها پاره شودو....

بنابراین هنگام بررسی نهایی آرماتور بر روی آن قدم بزنید و با پا به میلگرد ها ضربه بزنید.

اگر میلگردی شل شده باشد یا مفتول آن باز شده باشد باید مجددا توسط سیم مفتول آن را ببندید.

-7قالب گذاری و بتن ریزی

آخرین مرحله آرماتور بندی یک ساختمان شامل گذاشتن قالب در اطراف آن و بتن ریزی آن است.

برای مطالعه و آگاهی بیشتر از مراحل ساخت کف به روش بتن سخت می توانیدبه " کف سازی به روش بتن سخت " مراجعه کنید.

در قالب گذاری سعی کنید که از قالب های فلزی بیشتر استفاده کنید که مانع خروج آب سیمان از بتن شود.

این قالب ها شکل های مختلفی دارند و می توانند انواع ستونهای استوانه ای را ایجاد کنند.

آرماتوربندی چیست و چگونه اجرا می شود

آرماتوربندی از حساس‌ترین و بادقت‌ترین قسمت‌های ساختمانی بتنی است. زیرا تمامی نیروهای کششی در ساختمان به وسیله آرماتورها تحمل می‌شود. بدین لحاظ در اجرای آرماتوربندی ساختمان‌های بتنی باید نهایت دقت و حوصله به عمل آید.

آرماتوربندی کاری تخصصی بوده و دقت و نظارت جدی بر آن الزامی است. در برخی شرایط تمام **مقاومت فونداسیون** را آرماتورها تامین می‌کنند. مهندسین ناظر موظف هستند قبل از اجرای بتن ریزی از آرماتوربندی فونداسیون بازدید به عمل آورده و تا پایان بتن ریزی نظارت مستمر و مستقیم داشته با شند.

آرماتوربندی به عنوان یکی از اصول مهندسی در اجرای سازه بتنی شناخته می‌شود که تا حد بسیار بالایی بر استحکام آن سازه تأثیر دارد. نحوه اجرای آرماتوربندی در بخش‌های مختلف متفاوت است و استحکام کششی متفاوتی ایجاد می‌کند. اجرای آرماتور استحکام کششی سازه را بالا می‌برد. بتن خالی استحکام فشاری بالایی دارد و در برابر تنش‌های مختلف مقاوم است. اما بتن مقاومت کششی خوبی ندارد و در برابر تنش‌های کششی کوچک نیز دچار مشکل می‌شود.

آرماتوربندی باعث می‌شود که استحکام کششی بتن بالا رود و مقاومت آن را در برابر تنش‌های محیطی بالا می‌برد.

بتن مسلح ترکیبی خاص از بتن و میلگرد است که میلگردهای آن به شکل‌های خاص کنار هم چیده شده‌اند و به صورت همزمان باعث افزایش مقاومت فشاری بتن و استحکام کششی فولاد می‌شود. آرماتوربندی باعث می‌شود که این اتصال بین بتن و میلگرد به شکل ایده‌آل صورت گیرد و این اجزاء با جزئیات بیشتری به هم وصل شوند و مقاومت سازه بتنی را بالا ببرند.

آرماتوربندی چیست؟

آرماتوربندی فرایندی است که در آن میلگردها و سایر محصولات فولادی با ترتیب خاص کنار هم چیده می‌شوند و به کمک جوشکاری سرد یا بست فلزی به هم وصل می‌شوند. آرماتوربندی یکی از اصلی‌ترین شیوه‌ها برای ایجاد ساختمان‌های مدرن است که باعث می‌شود ساختمان از لحاظ مهندسی مقبولیت داشته باشد. در واقع ترکیب آرماتور و بتن خالی باعث ایجاد یک نوع سنگ مصنوعی می‌شود که از لحاظ مختلف مناسب است. بتن ماده‌ای خمیری است و به هر شکلی درمی‌آید، اما آرماتور به بتن کمک می‌کند که به شکل دلخواه مهندسین سفت شود و استحکام لازم را بگیرد.

آرماتوربندی ممکن است به صورت قرار گرفتن چندین میلگرد ساده و راست بر روی یکدیگر باشد که در سقف انجام می‌شود، یا ممکن است به صورت میله‌های خمیده و در هم تنیده باشد که در ستون‌ها و فونداسیون استفاده می‌شود. آنچه که مسلم است این است که آرماتوربندی باید مطابق با اصول مهندسی صورت گیرد و از اندازه‌های مناسب میلگرد استفاده شود. آرماتوربندی سازه‌های بتنی بزرگ مانند مجتمع‌های چند طبقه به کمک میلگردهای بزرگتر مانند ۱۳، ۱۶ و ۲۰ انجام می‌گیرد و برای سازه‌های کوچکتر از میلگردهای با قطر کمتر استفاده می‌شود.

اصول آرماتور بندی

- از آماتورهای زنگ زده یا آغشته به روغن نباید استفاده شود و در صورت وجود آلودگی باید ابتدا به پاکسازی آنها قبل از اجرا اقدام نمود.
- خاموت ها که آرماتورهای عرضی هستند وظیفه نگهداری آماتورهای طولی را دارند و جلوگیری از کمانش آرماتورهای طولی در هنگام فشار بسیار زیاد پس دقت شود که رعایت ضوابط خاموت گزاری کم اهمیت تر از آرماتور اصلی نیست.
- فاصله خاموت‌ها از یکدیگر باید حدود ۲۰ سانتیمتر باشد یا همان یک وجب با دست که به راحتی می‌توان اندازه گرفت.
- خاموت‌ها باید به وسیله‌ی سیم آماتور بندی به آماتورهای طولی بسته شود. در واقع به وسیله **سیم آماتور بندی** به تمام آرماتورهای طولی مهار شوند.
- تمام آرماتورها باید توسط قیچی مخصوص بریده شوند و نباید آرماتورها را توسط دستگاه هوا برش برید زیرا باعث می‌شود چند سانتی متر بریده شده با حرارت غیر قابل استفاده باشد.
- از خم کردن آماتور در دمای پایین‌تر از پنج درجه سانتیگراد خودداری شود. برای خم کردن دوباره و شکل دادن مجدد، باید تمام آرماتورها به صورت سرد و با دستگاه مکانیکی خم شوند.

- فاصله بین آرماتورها تا سطح قالب بندی باید حداقل ۲/۵ سانتیمتر باشد تا پوشش بتنی روی آرماتورها دارای ضخامت مناسبی باشد. این کار علاوه بر ایجاد پیوستگی بین بتن و آرماتور از زنگ زدگی و خوردگی آرماتورها را محافظت می‌کند

مزایای آرماتوربندی در اجرای سازه بتنی

- بتن دارای آرماتور از قدرت فشرده‌سازی و تراکم سازی بیشتری نسبت به سایر مصالح ساختمانی برخوردار است.
- با توجه به نوع آرماتوربندی صورت گرفته، بتن‌آرمه ممکن است افزایش قابل‌توجهی در استحکام کششی تجربه کند.
- در حضور آرماتور، مقاومت سازه بتنی در برابر آب و آتش قابل توجه خواهد بود.
- سیستم ساختمان دارای آرماتور نسبت به سیستم سایر ساختمان‌ها پایدارتر خواهد بود
- با کمک آرماتوربندی می‌توان بتن را به شکل‌های مختلف و متنوع شکل‌دهی کرد.
- هزینه نگهداری بتن دارای آرماتور بسیار کم است.
- آرماتوربندی مانع از انحراف ساختمان از حالت اولیه می‌شود.
- در سازه‌هایی مانند فونداسیون، ستون‌ها و سدها استفاده از آرماتور بهترین انتخاب ممکن است.
- در مقایسه با سازه‌های فلزی، سازه‌های بتنی نیاز کمتری به مهارت دارند.
- آرماتور باعث می‌شود که این نوع بتن به‌طور وسیع در سازه‌های پیش ساخته به کار گرفته شود.

معایب آرماتوربندی در سازه بتنی

- استحکام کششی بتن‌آرمه حدود یک دهم استحکام فشاری آن است.
- استحکام نهایی سازه فقط به بتن‌آرمه بستگی ندارد و مواد سازنده، تولید بتن و خرد کردن دانه شن در آن اهمیت دارد.
- هزینه‌های شکل‌دهی بتن دارای آرماتور نسبتاً بالاست.
- انقباض در بتن باعث ترک و کاهش قدرت بتن‌آرمه می‌شود.

مراحل آرماتوربندی یک سازه بتنی

آرماتوربندی و **بتن‌ریزی** یک ساختمان مراحل مختلفی دارد که هر کدام از این مراحل باید تحت نظر یک کارشناس سازه یا معمار انجام گیرد. این مراحل عبارت‌اند از:

۱/طراحی ساختمان و مشخص کردن اجزاء آن

قبل از شروع ساخت و ساز و تهیه مصالح یک ساختمان، باید نقشه کلی آن طراحی شود و قسمت‌های مورد نیاز آن رسم شود. معمولاً طراحی نقشه یک ساختمان به یک مهندس معمار یا طراح سازه نیاز دارد تا مصالح مورد نیاز و همچنین اندازه مناسب آنها را مشخص کند. برنامه‌ریزی واقعی برای ساخت و ساز و قرار دادن آنها در برنامه کاری اولین وظیفه پیمانکاران ساختمان است.

۲/خرید میلگرد

برای پروژه‌های ساده و کوچک، مانند ساختمان‌های معمولی، می‌توانید از میلگردهای فولادی آجدار برای آرماتوربندی استفاده کنید. برای برنامه‌های کاربردی پیچیده مانند مجتمع‌های مسکونی بزرگ یا مجتمع فروشگاهی بزرگ یا مخازن و پروژه‌های دیگر، باید یک فرم مخصوص برای خرید انواع میلگرد تهیه کنید و با توجه به نیاز ساختمان و نحوه آرماتوربندی آنها را خرید کنید.

۳/با طراح و نقشه کش آرماتوربندی ساختمان مشورت کنید

بعدازاینکه میلگردها را با توجه به سفارش طراح ساختمان تهیه کردید می‌توانید در مورد آرماتوربندی با مهندس ناظر خود مشورت کنید. در واقع این مهندس اندازه و نوع میلگردها را بررسی می‌کند و آنها را با جزئیات کامل با نقشه ساختمان مقایسه می‌کند. برای پروژهای پیچیده معمولاً مهندس طراح به صورت کامل در محل کار حضور دارد و کیفیت آرماتوربندی را مورد بررسی قرار می‌دهد. اما برای ساختمان‌های کوچکتر و ساده‌تر فاصله میلگردها و تغییر شکل آنها اهمیت چندانی ندارد و نیازی به حضور مداوم مهندس نیست. در این سازه‌ها می‌توانید در فاصله‌های زمانی مختلف با مهندس مشورت بگیرید و از وی بخواهید که کیفیت آرماتوربندی را مورد بررسی قرار دهد.

۴/یک روش مناسب برای آرماتوربندی انتخاب کنید!

روش‌های مختلفی برای خم کردن میلگرد و ایجاد آرماتور وجود دارد که هر کدام از آنها برای یک نوع خاص از سازه‌های بتنی مناسب است. برخی از مهندسان روش آرماتوربندی منظم، برخی روش کراواتی و برخی نیز روش گره زدن را می‌پسندند. اما چیزی که در همه این روش‌ها یکسان است، استفاده از جوشکاری سرد برای نگه‌داشتن میلگردها

در کنار یکدیگر است. برای آرماتوربندی نمی‌توان از جوشکاری استفاده کرد، زیرا جوشکاری فاقد انعطاف بوده و در صورت اعمال فشار می‌شکند و استحکام کششی را کاهش می‌دهد.
به‌طورکلی دو روش برای بستن میلگردها به کمک سیم مفتول وجود دارد: روش ضربدری و روش بستن از کنار. در روش ضربدری، دو میلگرد آرماتور بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند و سیم مفتول به حالت ضربدری از زیر و روی آنها عبور می‌کند. بعد از بستن انتهای سیم مفتول به یکدیگر، به کمک یک انبردست یا گاز انبر انتهای دو مفتول را گرفته و آن را بپیچانید تا به‌طور کامل سفت شود. در انتهای کار نیز باید باقیمانده سیم مفتول را به سمت پایین خم کنید تا از ایجاد یک سطح نوک تیز جلوگیری شود.
در روش بستن از کنار، بعد از قرار گرفتن میلگردها بر روی هم، سیم مفتول از زیر میلگرد پایینی عبور داده می‌شود و از کنار میلگرد بالایی عبور داده می‌شود و انتهای آنها به هم بسته می‌شود. این شیوه که به شیوه کراواتی معروف است، بیشتر در فونداسیون و سقف استفاده می‌شود.
روش مناسب آرماتوربندی

۵/در مورد نحوه قرارگیری آرماتور و میلگردها تصمیم‌گیری کنید
نحوه قرارگیری آرماتور در سازه بتنی نقش مهمی در رسیدن بتن به نقاط مختلف آن دارد. برای ستون‌های بزرگ که در آنها از میلگردهای بزرگ استفاده می‌شود، فضای بیشتری در اختیار آرماتور و قالب آن قرار دهید و تلاش کنید که بتن به تمام نقاط آرماتور برسد. می‌توانید از میلگردهای کمکی برای ایجاد فضای در اطراف قالب استفاده کنید. برای فونداسیون و سایر قسمت‌های زیرین آرماتوربندی نیز می‌توانید از لایه‌های عایق استفاده کنید و از این طریق از رسیدن رطوبت و خراب شدن سازه به‌مرورزمان جلوگیری کنید.
نحوه قرارگیری آرماتوربندی
۶/آرماتوربندی را مجدداً چک کنید!
یکی از مراحلی که مهندسین همیشه در مورد آن توصیه می‌کنند، بررسی چندباره آرماتور قبل از بتن‌ریزی است. معمولاً آرماتور حین جابجایی یا سایر فعالیت‌های ساخت و ساز شکل می‌شوند، یا ممکن است که سیم مفتول اتصال آنها پاره شود. بنابراین، هنگام بررسی نهایی آرماتور، بر روی آن قدم بزنید و با پا به میلگردها ضربه بزنید. اگر میلگردی شل شده باشد، با مفتول آن باز شده باشد باید مجدداً توسط سیم مفتول آن را ببندید.

۷/قالب گذاری و بتن‌ریزی
آخرین مرحله آرماتوربندی یک ساختمان شامل گذاشتن قالب در اطراف آن و بتن‌ریزی آن است. در قالب گذاری سعی می‌شود که از قالب‌های فلزی بیشتر استفاده شود که مانع از خروج آب سیمان از بتن می‌شود. این قالب‌های شکل‌های مختلفی دارند و می‌توانند انواع ستون‌های استوانه‌ای را ایجاد کنند.
بتن‌ریزی سازه بتنی نیز به فاکتورهای مختلفی از جمله آب و هوا، محل بتن‌ریزی (سقف، ستون و فونداسیون)، محل ساخت و ساز و شرایط زمین بستگی دارد. برای بتن‌ریزی مجتمع‌های بزرگ معمولاً سعی می‌شود که از بتن آماده استفاده شود. بتن آماده کیفیت ثابتی دارد و همه فرایند بتن‌ریزی با یک نوع بتن آماده انجام می‌شود.
از مهمترین قسمتهای مختلف اسکلت بتنی می توان به قسمتهای زیر اشاره نمود :
فونداسیون
ستونها و تیرها
سقف ها و دال ها
قبل از شروع عملیات آرماتوربندی فونداسیون ، باید بعد از اماده سازی داخل پی که ممکن است با بلوک های سیمانی یا با نایلون هایی که روی دو طرف پی بعد از خاکبرداری قرار میگیرد عملیات برشکاری و خم کاری برای خاموت ، خرک ، سنجاقک ، میلگرد راستا را شروع کنیم ، البته با توجه به نقشه فونداسیون که در مجموعه نقشه سازه ای ساختمان قرار دارد.
یکی دیگر از مواردی که باید قبل از شروع به آن توجه نمود این مورد است که محل قرار گرفتن ستون با میخ‌هایی که در آکس آن کوبیده شده ، قبلاً توسط نقشه بردار تعیین شده باشد یا توسط خود آرماتوربند (در کارهای کوچک) به همراه ناظر چک شود . بنابراین پس از تعیین محل قرار گیری ستون‌ها (میخکوبی)، نوبت به اجرای عملیات آرماتور بندی است.
قبل از برش باید سایز و اندازه خاموت را از روی نقشه درآورد ، عملیات خاموت زنی یا بصورت دستی و یا با دستگاه های خاموت زنی انجام میگیرد.
کارگاه آرماتور بندی باید در یک قسمت مشخص و یا قسمتی جدا از کار گاه اصلی قرار داشته باشد.
معمولا در کارگاههای کوچک آرماتورها را با دست (آچار گوساله و خم زن های متصل به گیره) خم مینمایند ولی در کارگاههای بزرگ خم کردن آرماتور بوسیله ماشین انجام میشود مسئول کار گاه آرماتوربندی باید از روی نقشه تعداد و شکل هر آرماتور را تعیین نموده و به کارگران مربوط داده و خم کردن هر سری را دقیقا زیر نظر داشته باشد تا طول

آرماتور ، محل خم کردن ، زاویه خم کردن و طول قلابها طبق نقشه انجام شود میل گردها باید از نوع ذکر شده در نقشه های اجرایی سازه باشد.
معمولی ترین نوع میلگرد مورد استفاده در ساختمانهای بتنی میلگرد آجدار از نوع A2 و A3 میباشد ، وزن یک شاخه میلگرد برابر است با حاصل ضرب طول شاخه در وزن مخصوص میلگرد (که برای کارخانه های مختلف متفاوت است).
انـواع آرماتور (میلگرد) مورد استفاده در ساخت وساز : ۱- میلگرد ساده ۲- میگرد آجـدار ۳- میلگرد آجـدار پیچیده
انواع فولاد که در ایران برای میلگرد تولید می شود به ۳ گروه تقسیم می شود:

نام گروه	مقاومت تسلیم	مقاومت کششی
فـولاد A-1 صاف (بدون آج)	۲۴۰۰Kg/Cm3	۳۶۰۰Kg/Cm3
فـولاد A-2 آجدار	۳۴۰۰Kg/Cm3	۵۰۰۰Kg/Cm3
فـولاد A-3 آجدار	۴۰۰۰Kg/Cm3	۶۰۰۰Kg/Cm3

در کارگاههای بزرگ باید حد روانی تاب کشش و ازدیاد طول نسبی گسیختگی و غیره میل گردها بوسیله آزمایشگاه تعیین و به اطلاع محاسب و مهندس کار گاه برسد ولی در کارگاههای کوچک که مصرف کل آرماتورهای آن از ۵۰ تن بیشتر نیست این کار لازم نمیباشد.
روش تشخیص میلگرد A3 از: A2
اولین نکته این که میلگرد A3 تردتر (شکننده) است . اما میلگرد A2 انعطاف پذیری بیشتری دارد ، یعنی خم شدنش با نرمی همراه است.
چنانچه آج میلگرد به شکل فنري باشد میلگرد از نوع A2 مي‌باشد.
در میلگرد های A3 آج ها به صورت ضربدری هستند اما در A2 به صورت منفرد هستند.
در میلگرد های A2آج ها بصورت موازی هستند ولی در میلگرد های A3 آج ها بصورت هفت و هشت هستند.
در واقع مطابق استاندارد آج این نوع میلگردها با هم متفاوت است ولی بدلیل سوء استفاده برخی تولید کنندگان از همین مطالب ، میلگردهایی در بازار عرضه می شود که مثلا از آج استاندارد A3 استفاده شده ولی مقاومت فیزیکی و شیمیایی آن با میلگرد A2 سازگار باشد. برای صحت و اطمینان مطابق آئین نامه باید با انجام آزمایشات نوع میلگرد را مشخص نمود.

خم کردن آرماتور :

آرماتورهای تا قطر ۱۲ میلیمتر را میتوان با دست خم کرد ولی آرماتورهای بزرگتر از ۱۲ میلیمتر بهتر است با دستگاه مکانیکی مجهز به فلکه خم شود. قطر فلکه خم متناسب با قطر آرماتور بوده و باید بوسیله مهندس محاسب و مهندس کار گاه تعیین شود
کلیه آرماتورهای ساده باید به قلاب ختم شود ولی آرماتورهای آجدار را میتوان به صورت گونیا خم نمود. سرعت خم کردن باید متناسب با درجه حرارت محیط باشد و باید با نظر مهندس کار گاه بطور تجربی تعیین شود. باید از خم کردن آرماتورها در درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتیگراد خودداری نمود حتی المقدور باید از باز کردن خم های آرماتورهای شکل داده شده و مصرف آن در محل دیگر خودداری کرد حتی در مواقع ضروری باید بازکردن خم ها با نظر مهندس ناظر صورت بگیرد.
در مواردي كه خم كردن ميلگردها به وسيله دست انجام مي‌گيرد، ميزكار مناسبي براي خم كردن بايد انتخاب نمود تا در هنگام خم كردن ميلگرد را به شكل مطلوب نگاه دارد، تا ميلگرد خم شده مسطح و صاف باشد . كاملا مشخص است كه در خم كاري ميلگردها با دست نمي‌توان به خوبي محدوديت قطر خم و سرعت خم‌كاري را رعايت نمود. همچنين قطر خم درقسمتهاي مختلف يكسان نخواهد بود، بويژه وقتي كه در هواي سرد خم كاري انجام مي‌شود و يا از ميلگردهاي پر مقاومت و ترد يا قطر زياد استفاده شود لازم است از دستگاه‌هاي خم كن مكانيكي براي رفع اين اشكال استفاده كرد.

مونتاژ و بستن میلگردها به یکدیگر طبق نقشه سازه :
بعد از آماده سازی و برش و خم کاری میلگردهای فونداسیون حال نوبت سر هم کردن آنها در داخل پی است ، در ابتدا با توجه به نقشه سازه ، اولین نوع میلگرد از زیر فونداسیون تا روی سطح پی به ترتیب روی هم قرار گرفته و با رعایت فاصله به یکدیگر به وسیله سیم آرماتوربندی و انبر آرماتوربندی بسته خواهند شد.
بعد از مونتاژ میلگرد اصلی و خاموت ها ، نوبت به میلگردهای تقویتی میرسه ، که طبق نقشه باید در محل های مقرر شده جاگذاری شوند و همچنین ریشه های ستون ها هم باید اجرا گردد ، نکته بسیار مهم در جا گذاری ریشه های ستون ، اجرای شدن خاموت های آن داخل فونداسیون هست که نکته بسیار مهمی بشمار میرود ، خاموت های ریشه ستون در داخل فونداسیون حتما باید اجرا شود ، و یکی از گزین هایی که قبل از بتن ریزی توسط ناظر ساختمان چک میشود هم همین خاموت زیر ریشه ستون ها میباشد.
در تکنولوژی جدید امروزی انبرهای دستی کم کم جای خود را به انبرهای اتوماتیک داده اند به صورتی که با قرار دادن این انبر اتوماتیک در لبه میلگردهایی که میخواهند با سیم به یکدیگر اتصال پیداکنند عمل گره را با بالاترین کیفیت و به راحتی وسرعت بالا انجام میدهد.
نکات اجرایی در آرماتوربندی فونداسیون :
در عملیات اجرایی آرماتوربندی رعایت اصول آیین نامه ای همواره یکی از تاکیدات سازمان نظام مهندسی ساختمان میباشد.
با توجه به اینکه طول هر شاخه میلگرد ۱۲ متر میباشد گاهی باید در طول های بیشتر از ۱۲ متر میلگردها را اورلب یا با وصله پوششی کرد ، باید دقت کنیم این وصله در نزدیکی ستون یا زیر ستون انجام نگیرد، طول اورلب ۴۰ تا ۵۰ برابر قطرمیلگرد در نظر گرفته می شود ولی بی شک طول دقیق تر می بایست از سوی مهندس محاسب و یا طراح اعلام گردد. وصله به چهار روش پوششی، جوشی، مکانیکی و اتکایی انجام می شود.
در صورتي كه محل وصلهها در نقشههاي اجرايي و دستورالعملهاي بعدي دستگاه نظارت منعكس نباشد رعايت نكات زير الزامي است:
در قطعات تحت خمش، خمش توأم با فشار (نظير تيرها يا تير-ستونها) نبايد بيش از نصف ميلگردها در يك مقطع وصله شوند.
در صورت وجود كشش يا كشش ناشي از خمش، حداكثر يك سوم ميلگردها در يك مقطع را ميتوان به وسيله پوشش وصله نمود.
وصله كردن ميلگردهاي تحتاني قطعات خمشي دروسط دهانه يا نزديك به آن و يا ميلگردهاي بالايي قطعه خمشي روي تكيه گاه يا نزديك آن مجاز نيست.
به طور كلي هر وصله بايد به اندازه ۴۰ برابر قطر ميلگرد با وصله مجاور فاصله داشته و در يك مقطع قرار نگيرد.
آرماتورها باید طوری به هم بسته شود تا در موقع بتن ریزی از جای خود تکان نخورد و جابجا نشود و فاصله آنها از یکدیگر باید طوری باشد که بزرگترین دانه بتن براحتی از بین آنها رد شده و در جای خود قرار گیرد.
استفاده از کاور بتنی مناسب یا همان اسپیسر بتن : (SPACER) دقت کنند در بعضی جاها مشاهده میشه برا کاور از آجر استفاده میکنند این کار کملا اشتباه میباشد ، برای کاور از لقمه بتنی یا اسپیسر های پلاستیکی مخصوص همین کار استفاده میشود . هدف از کاور فاصله گرفتن میلگردهاي تحتاني از سطح پي ميباشد.
کاور بتن چیست ؟ پوشش بتنی روی میلگردها یا به عبارتی کاور بتن برابر است با : حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی و عرضی، تا نزدیکترین سطح آزاد بتن.
مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان رعایت موارد زیر در خصوص کاور بتن ضروری است:
ضخامت پوششی بتنی میلگردها متناسب با شرایط محیطی و نوع قطعه مورد نظر نباید از مقادیر داده شده در جدول ذیل و موارد الف و ب کمتر باشد:
الف – قطر میلگردها
ب – چهار سوم بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه ها
در روش معمول براي بستن ميلگردهاي اصلي به تنگها و خاموتها از مفتولهاي سيمي گالوانيزه به قطر ۱ تا ۱/۵ ميليمتر استفاده ميشود. استفاده از جوشكاري براي بستن ميلگردهاي متقاطع، به جز براي فولادهاي جوش پذير و با تأييد دستگاه نظارت مجاز نميباشد. درصورت جوش نبايد باعث كاهش سطح مقطع ميلگرد و ايجاد زدگی در آن شود.
قبل از جاگذاری میلگردها ،باید اطمینان حاصل شود که رویه آنها،از هر نوع عامل و اثر زیانبار ،از قبیل گل،روغن،قیر،دوغاب سیمان خشک شده،رنگ ، کندگیری کننده ها ،زنگ پوسته شده و برف و یخ عاری است.
به فاصله خاموت‌ها در نقشه توجه شود ، معمولا این فاصله حدود ۲۰ سانتیمتر باشد.
رعایت اصول خم کاری و برش که در قسمت های بالا ذکر شد نیز باید مورد توجه قرار بگیرد
آرماتوربندی از حساس‌ترین و بادقت‌ترین قسمت‌های ساختمانی بتنی است. زیرا تمامی نیروهای کششی در ساختمان به وسیله آرماتورها تحمل می‌شود. بدین لحاظ در اجرای آرماتوربندی ساختمان‌های بتنی باید نهایت دقت و حوصله به عمل آید.

آرماتوربندی کاری تخصصی بوده و دقت و نظارت جدی بر آن الزامی است. در برخی شرایط تمام مقاومت فونداسیون را آرماتورها تامین می‌کنند. مهندسین ناظر موظف هستند قبل از اجرای بتن ریزی از آرماتوربندی فونداسیون بازدید به عمل آورده و تا پایان بتن ریزی نظارت مستمر و مستقیم داشته باشند .

نکات مهم درباره آماتور بندی

- از آماتورهای زنگ زده یا آغشته به روغن نباید استفاده شود و در صورت وجود آلودگی باید ابتدا به پاکسازی آنها قبل از اجرا اقدام نمود.
- خاموت‌ها که آرماتورهای عرضی هستند وظیفه نگهداری آماتورهای طولی را دارند و جلوگیری از کمانش آرماتورهای طولی در هنگام فشار بسیار زیاد پس دقت شود که رعایت ضوابط خاموت گزاری کم اهمیت تر از آرماتور اصلی نیست.
- فاصله خاموت‌ها از یکدیگر باید حدود ۲۰ سانتیمتر باشد یا همان یک وجب با دست که به راحتی می‌توان اندازه گرفت.

خاموت‌ها باید به وسیله‌ی سیم آماتور بندی به آماتورهای طولی بسته شود. در واقع به وسیله سیم آماتور بندی به تمام آرماتورهای طولی مهار شوند.

تمام آرماتورها باید توسط قیچی مخصوص بریده شوند و نباید آرماتورها را توسط دستگاه هوا برش برید زیرا باعث می‌شود چند سانتی متر بریده شده با حرارت غیر قابل استفاده باشد.

- از خم کردن آماتور در دمای پایین‌تر از پنج درجه سانتیگراد خودداری شود. برای خم کردن دوباره و شکل دادن مجدد، باید تمام آرماتورها به صورت سرد و با دستگاه مکانیکی خم شوند.
- فاصله بین آرماتورها تا سطح قالب بندی باید حداقل ۲/۵ سانتیمتر باشد تا پوشش بتنی روی آرماتورها دارای ضخامت مناسبی باشد. این کار علاوه بر ایجاد پیوستگی بین بتن و آرماتور از زنگ زدگی و خوردگی آرماتورها را محافظت می‌کند.

موارد خم کردن آرماتورها

- آرماتور در کارگاه کوچک با دست خم می‌شود و در کارگاه بزرگ توسط ماشین
- آرماتورها به صورت سرد باید خم شود.
- آرماتورها قبل از خم باید کاملاً صاف شده باشد.
- چکش کاری برای خم کردن مجاز نیست.

ضوابط در خم کردن آرماتور

- حداقل قطر فلکه خم کن متناسب با نوع فولاد است.
- سرعت خم کردن متناسب با نوع فولاد و دمای محیط انتخاب می‌شود. در مورد آرماتورهای سرد اصلاح شده، سرعت خم کردن با روش تجربی به دست می‌آید.
- در دمای کمتر از ۵- درجه سلسیوس خم کردن آرماتورها مجاز نیست.
- باز و بسته کردن خم‌ها به منظور شکل دادن مجدد، به هیچ وجه مجاز نیست.

وصله آرماتورها

- وصله‌های پوششی
- وصله‌های جوشی
- وصله‌های مکانیکی (کوپلر)
- وصله‌های اتکایی

وصله پوششی

- متداول‌ترین نوع اتصال در سازه‌های بتنی استفاده از وصله پوششی است، که در اکثر ساختمان‌های بتنی از آن استفاده می‌شود.
- محاسبه میزان طول پوششی مطابق این نامه بتن ایران عبارت است از ۳/۱ برابر طول گیرایی (مهاری) آرماتور مد نظر.
- در محل طول پوششی باید اطمینان از اتصال دو آرماتور در تمام طول آرماتور حاصل شود.

وصله‌های جوشی

به طور کلی استفاده از جوش در اتصال دو آرماتور دارای شرایط ویژه‌ی است. روش‌های متداول برای وصله‌های جوشی عبارت است.

- اتصال جوشی نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی)
- اتصال جوشی ذوبی با الکترود (جوش با قوس الکتریکی)

وصله‌های مکانیکی

کوپلرها قطعات اتصال دهنده مکانیکی آرماتورها هستند.این قطعات آرماتور را در راستای هم و بدون خروج از مرکزیت به یکدیگر متصل می‌کنند و بسیار سبک‌تر از وصله‌ها هستند.

مزایای استفاده از اتصالات مکانیکی نسبت به اتصال اورلب

- کاهش تراکم آرماتور
- صرفه جویی در آرماتور مصرفی و کاهش هزینه‌های آماده سازی و نصب
- قابل استفاده در قطرها و شکل‌ها و طول‌های مختلف آرماتور
- استحکام کافی و تحمل نیروها به هنگام صدمه دیدن آرماتور
- یکپارچه عمل نمودن آرماتور در محل اتصال
- در امتداد هم قرار گرفتن محور آرماتورها در محل نصب
- امکان استفاده از تمام طول شاخه آرماتور و نداشتن ضایعات

وصله‌های اتکایی

در وصله‌های اتکایی ضوابط کلی زیر باید رعایت شود.

- باید دو آرماتور در امتداد عمود بر محور بریده شوند.
- استفاده از وصله‌های اتکایی، فقط برای آرماتورهای تحت فشار با قطر ۲۵ میلیمتر و بیشتر مجاز است.
- در وصله‌های اتکایی هر آرماتور باید به سطحی صاف منتهی شود که زاویه آن نسبت به صفحه عمود بر محور آرماتور از ۵/۱ (یک و نیم) درجه بیشتر نباشد.
- استفاده از وصله‌های اتکایی، فقط در اعضای دارای خاموت‌های بسته یا مارپیچ مجاز است.
- باید در انجام وصله‌های اتکایی در یک مقطع خودداری شود.

ضوابط در وصله کردن آرماتورها

- در قطعات تحت خمش و خمش توام با فشار، نباید بیش از نصف آرماتورها در یک مقطع وصله شود.
- در صورت وجود کشش یا کشش ناشی از خمش، حداکثر یک سوم آرماتورها در یک مقطع را می‌توان به وسیله پوشش وصله نمود.
- وصله کردن آرماتورهای تحتانی قطعات خم شی در وسط دهانه یا نزدیک به آن یا آرماتورهای بالایی قطعاه خمشی روی تکیه گاه یا نزدیک آن مجاز نیست.
- به طور کلی هر وصله باید ۴۰ برابر قطر آرماتور با وصله مجاور فاصله داشته و در یک مقطع قرار نگیرد.

آرماتور گذاری شالوده‌ها

- آرماتورها به صورت شبکه‌ای در کف شالوده قرار داده می‌شوند.
- برای ایجاد چسبندگی بیشتر و انتقال مناسب تر نیرو بین فولاد و بتن در کناره‌های فونداسیون آرماتورهای شبکه با خم ۹۰ درجه به طول معین شکل داده می‌شوند.
- با توجه به میزان بار و عمق فونداسیون، سیستم آرماتور گذاری در آنها می‌تواند به صورت شبکه‌های تحتانی یا ترکیبی از شبکه‌های تحتانی و فوقانی باشد.
- برای حفظ فاصله مناسب بین دو شبکه از خرک استفاده می‌شود.

انواع آرماتور استفاده شده در شناژ

- آرماتور عرضی
- آرماتور طولی

وظایف آرماتور طولی

- تقویت ستون در مقابل بارهای فشاری و خمشی

وظایف آرماتور عرضی

- نگه داشتن آرماتورهای طولی در جای خود
- جلوگیری از کمانه کردن آرماتورهای طولی در هنگام وارد شدن نیروهای فشاری
- تقویت ستون در جهت عرض و در مقابل بارهای جانبی

آرماتور عرضی را خاموت می‌گویند. بسته به نوع شکل هندسی ستون از خاموت‌های مختلفی استفاده می‌شود. برای ساخت شمع‌ها و ستون‌های استوانه‌ای یا دایره‌ای شکل از خاموت‌هایی دایره‌ای شکل به نام دورپیچ یا اسپیرال استفاده می‌کنند.

نحوه اجرای آرماتور بندی ستون

برای آرماتور بندی ستون مراحل زیر انجام می‌شود.

- خم زدن ریشه ستون
- انتقال خاموت‌ها از محل ساخت خاموت به محل ستون
- جا گذاشتن خاموت‌ها در داخل ریشه ستون
- انتقال آرماتورهای طولی ستون از محل آماده شدن به محل ستون

- مشخص کردن محل قرار گیری خاموت‌ها بر روی آرماتور طولی با استفاده از گچ
- بستن آرماتورهای طولی ستون با آرماتور ریشه هم قطر به وسیله سیم
- انتقال خاموت‌ها به محل نشانه گذاری شده با گچ و بستن آنها به آرماتور
- دیلم زدن

حداقل پوشش محافظ بتنی روی آرماتور

پوشش بتنی آرماتورها عبارت است از حداقل فاصله رویه آرماتور اعم از طولی و عرضی تا نزدیک ترین سطح بتن. نظر به اهمیت این پوشش در حفظ و نگهداری آرماتورها و نهایتاً عمر مفید سازه بتنی، پیمانکار باید نهایت دقت را در نصب آرماتور و نیز ریختن و متراکم نمودن بتن به عمل آورد تا باعث جابجایی و تغییر محل آرماتورها نشود. در صورت عدم وجود حداقل پوشش بتنی در نقشه‌های اجرایی و دستوالعمل‌ها، رعایت مندرجات این قسمت الزامی است.

ضوابط پوشش بتن

- ضخامت و پوشش بتنی، نباید از قطر آرماتورهای مصرفی کمتر اختیار شود.
- ضخامت پوشش، هیچ گاه نباید از حداکثر قطر شن مصرفی (برای شن تا قطر ۳۲ میلیمتر) کمتر اختیار شود.
- در مورد انتهای آرماتورهای مستقیم در قطعات کف و سقف که در معرض تعرق قرار نمی‌گیرند، به شرط مواقفت دستگاه نظارت رعایت ضخامت پوشش الزامی نیست

نکات اجرایی

- برای ساختن سازه‌های بتن مسلح باید آرماتورها طبق نقشه تهیه و نصب شوند.
- آرماتورها معمولاً به صورت شاخه‌های ۱۲ متری به کارگاه حمل می‌شوند.
- آرماتورگذاری فونداسیون معمولاً با یک یا دو شبکه (مش،حصیر) اجرا می‌شوند. بنابراین پس از تعیین محل قرار گیری ستون‌ها (میخکوبی)، نوبت به اجرای آرماتور بندی است.
- محل قرار گرفتن ستون با میخهایی که در آکس آن کوبیده شده، قبلاً توسط نقشه بردار تعیین شده باشد.

خصوصیات آرماتور

در صورتی که نیاز دارید استحکام بتن را افزایش دهید، نیروهای موجود باید از سمت بتن به آرماتور تغییر پیدا کند. برای اینکه بتوانید این تغییر نیرو را به خوبی اعمال کنید، روی آرماتور آج یا فرو رفتگی ایجاد شده است. این موضوع از حرکت میلگرد در بتن جلوگیری کرده و به بانتقال نیرو را بهبود می‌بخشد.

خواص ضروری که در انتخاب فولادهای مورد استفاده برای مسلح کردن بتن باید مد نظر باشند عبارتند از:

- نقطه تسلیم
- مقاومت خستگی در برابر نیروهای ضربه ای (دینامیک)
- جوش پذیری مناسب
- خواص اتصال

میزان مقاومت بالای مشخص شده برای آرماتور توسط یکی از موارد زیر حاصل می آید:

شکل دادن سرد فولاد که منجر به افزایش چگالی نابجایی ها و در نتیجه افزایش استحکام آرماتور می گردد.
عملیات حرارتی که شامل سرد کردن زیر دمای نورد با کنترل دما می باشد، که منجر به ریزدانگی فولاد می گردد.
کنترل اندازه دانه در حین انجماد و عملیات رسوب سختی و ریز کردن دانه ها (مانند فولادهای رسوب سخت شده طبیعی)

انواع آرماتور

آرماتور به طور کل به چه معناست؟ آرماتور در حقیقت یک قطعه فولادی است. این قطعه دارای ظاهری دایره‌ای شکل است که در ساختمان‌های بتنی وظیفه مسلح کردن و تقویت بتن را به عهده دارد. همان طور که در ابتدا گفته شد در شکل ظاهری این قطعات شما فرو رفتگی یا برآمدگی‌هایی را مشاهده خواهید کرد.

انواع آرماتور مطابق استاندارد DIN488

مطابق با این استاندارد که مربوط به کشور آلمان می باشد، آرماتورهای مورد استفاده در ساخت و ساز سازه ها به سه دسته تقسیم می شوند:

- میلگرد: این گروه فولادهایی هستند که از محصولات صاف تهیه شده و به صورت منفرد برای مسلح کردن بتن مورد استفاده قرار می گیرند.
- شبکه: یک گروه از آرماتور که شبکه نام دارند در کارگاه مونتاژ شده و برای اینکه مقاومت آن‌ها بالا برود، به هم متصل می‌شوند.
- سیم: ظاهر این دسته صاف و قرقره ای است. مسلح سازی آرماتور سیم در کارگاه‌ها انجام می‌شود.

نشانه گذاری مدل های آرماتور براساس استاندارد DIN

هدف از نشانه گذاری

- میلگردهای بتن با توجه به خصوصیات ظاهری از هم مجزا می شوند. دلایل تفاوت در ظاهر این محصولات عبارت است از:
- تشخیص جنس محصول که آیا توسط فولاد بتن ساخته شده است یا نه؟
- تشخیص کمترین نقطه تسلیم میلگرد بتن
- نشان دادن و مشخص کردن کارخانه سازنده و ایجاد تمایز بین محصولات کارخانجات متفاوت

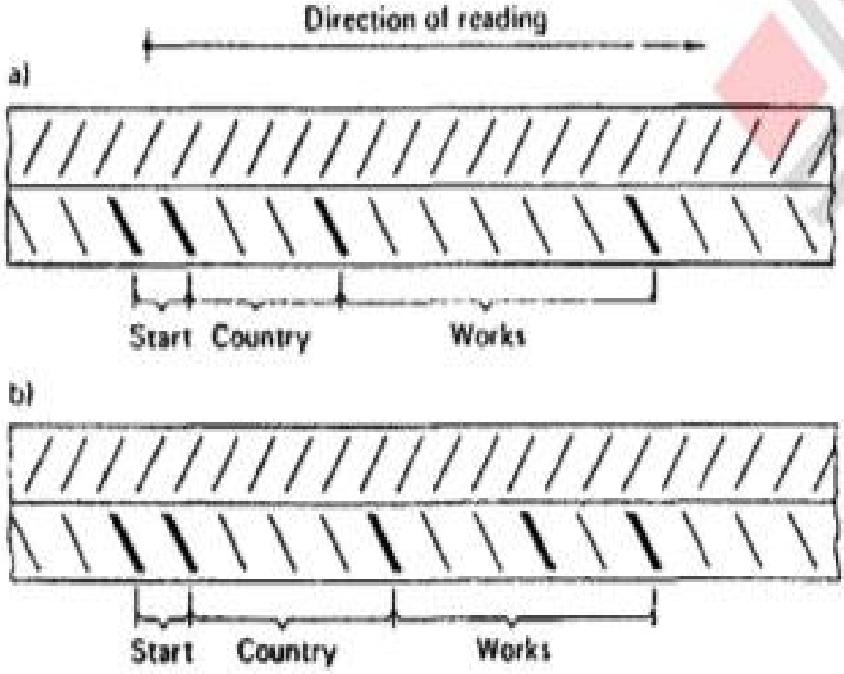
نشانه گذاری مدل های میلگردهای بتن طبق استاندارد DIN

این نمونه از نشانه گذاری با کمک برچسب انجام می‌شود. به گونه‌ای که روی میلگرد را یک برچسب ضد آب می‌چسبانند. این تنها یکی از انواع نشانه گذاری بوده؛ نمونه‌های دیگر در ادامه به شما معرفی می‌شوند.

با توجه به اینکه مواد مورد استفاده در ساخت آرماتور در استاندارد DIN88 به فولادهای زیر معطوف می شوند، هریک از این نوع محصول توسط یک سری علایم و نشانه های ظاهری که بر روی سطح آن ها نصب شده است شناسایی می شوند.

نشانه گذاری میلگرد آج دار مدل Bst 420 S

روی محیط این نوع محصول دو ردیف آج مورب با زاویه مختلف وجود دارد.



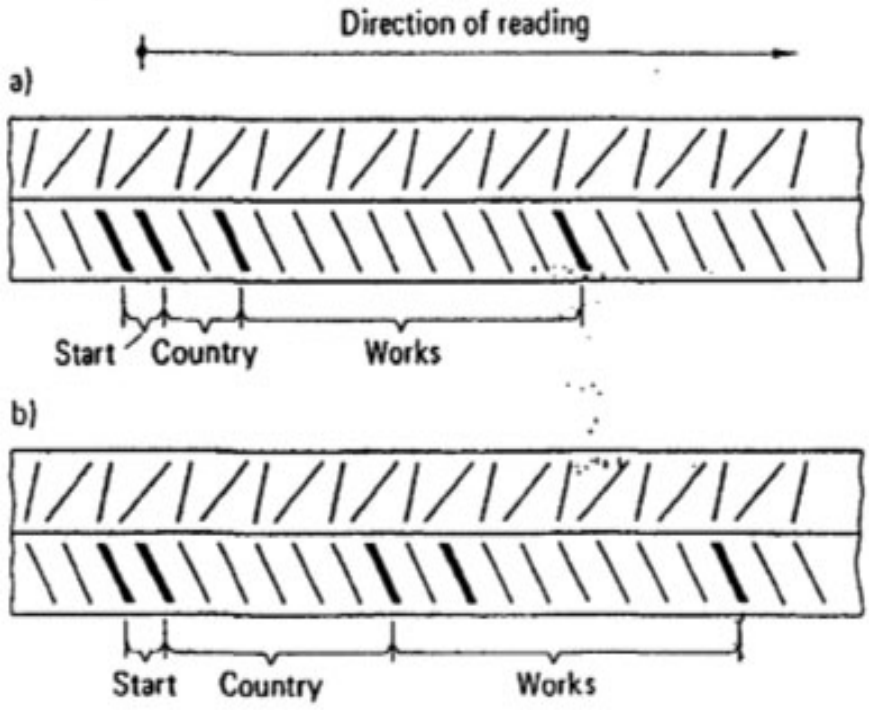
در شکل بالا هرکدام از این ردیف ها در نیمی از محیط محصول قرار دارند. علامت گذاری این محصول توسط آج هایی ضخیم تر از آج های اصلی در طول آن انجام می شود.

نحوه آج گذاری به این ترتیب می باشد که در اوایل شاخه میلگرد ابتدا دو آج ضخیم کنار هم وجود دارد که نشان دهنده شروع محل علامت گذاری است. بعد از چند آج با ضخامت عادی آج ضخیم دیگری وجود دارد (سومین آج ضخیم).
مطابق جدول زیر تعداد آج های عادی بین دو آج، ابتدا تا آج سوم نشان دهنده کشور سازنده می باشد. با عبور از سومین آج ضخیم بعد از تعداد آج عادی، آج ضخیم دیگری مشاهده خواهد شد که تعداد آج با اندازه معمولی بین آج ضخیم سوم و آج آخری؛ نشان دهنده نحوه ساخت محصول می باشد.

Country	Number of ribs between The reinforced ribs
Germany, Austria	۱
Belgium, Luxembourg, Netherlands, Switzerland	۲
France	۳
Italy	۴
Ireland, Island, Great Britain	۵
Denmark, Finland, Norway, Sweden	۶
Portugal, Spain	۷
Greece, Turkey	۸

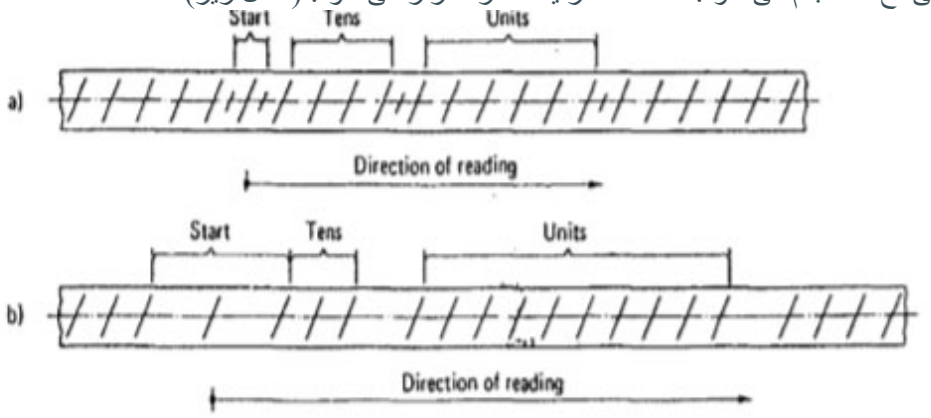
نشانه گذاری میلگرد آج دار مدلBst 500 S

برای اینکه میلگردهای آجدار ۵۰۰ Sra نشانه‌گذاری کنند در قسمت موازی آج‌ها، علامت‌گذاری به روش Bst 420 S انجام می‌شود. (همانند شکل ارائه شده زیر)



نشانه گذاری شبکه آجدار مدل Bst 500 m

شبکه ها توسط شکل و همچنین آج هایی که بر روی میلگردها قرار می دهند، نشانه گذاری می شوند. نحوه نشانه گذاری به این صورت است که بر روی شبکه ها ۳ ردیف آج مورب وجود دارد. تنها یکی از سه ردیف آج نشانه گذاری می شود و آن هم به این صورت که نشانه گذاری توسط آج های کوتاه تر بین آج هایی با طول معمولی و یا جای خالی آج ها انجام می شود. نشانه ها هر یک متر تکرار می شود. (شکل زیر)

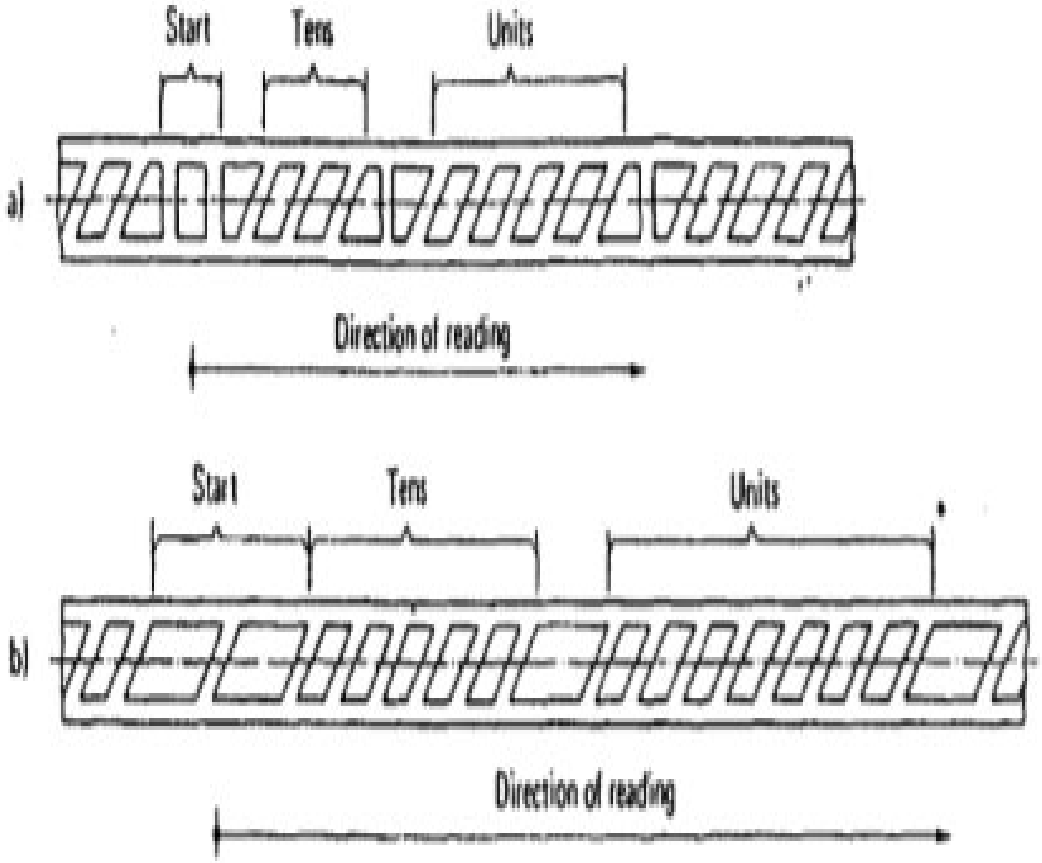


نشانه گذاری سیم های بتن

سیم‌های بتن با روش شکل دهی سرد، توسط فولاد ۵۰۰ p و ۵۰۰ g تولید می‌شود. سیم‌های بتنی را می‌توان با سطح صاف یا شکل‌دار تهیه کرد.

نشانه	شماره ماده	کد میلگرد
lv G	۷۰۴۲۱	Bst ۵۰۰ G
lv P	۷۰۴۲۵	Bst ۵۰۰ P

سیم ها توسط چهارگوشه های موازی فرو رفته در سطح سیم، مشخص می شوند و در این مورد چهار گوشه های مشخصه جهت نشانه گذاری دارای طول بیشتری می باشند.



طبقه بندی آرماتورها براساس استانداردASTM

با توجه به استاندارد نوعASTM ، میلگردهای بتن را می توان در سه دسته جای داد:

۱. نوع A615 یا آرماتورهایی که سطح مربعی صاف دارند.
۲. مدل بعدی آرماتورهای ریلی را شامل شده و با نام A616 شناخته می‌شود.
۳. مدل سوم با توجه به این استاندارد، A617نامیده شده و آرماتورهای استوانه‌ای را شامل می‌شود.

برای آگاهی از تفاوت های این سه طبقه بندی می توان از اطلاعات شکل زیر استفاده کرد:

ASTM Specification	Specification Identification	Grades Produced	Grade Identification	Size Designation Bar Number	Strength		Composition (1)	
					Tensile min psi	Yield min psi	Carbon	Manganese
A-615 (New billet steel)	N	40	Blank	#3 thru #11 and #14 and #18	70,000	40,000	**	**
		60	60		90,000	60,000	**	**
		75	75		100,000	75,000	**	**
A-616 (Made from A 1)		50	Blank	#3 thru #11	80,000	50,000	0.55-0.82	0.60-1.00
		60	60		90,000	60,000		
A-617 (Made from A-21)	A	40	Blank	#3 thru #11	70,000	40,000	0.40-0.59	0.60-0.90
		60	60		90,000	60,000		

نشانه گذاری مدل های مختلف براساسASTM

در کشور آمریکا پس از ساخت میلگردهای آرماتور روی آن‌ها علامت گذاری متناسب با کد سازنده انجام می‌شود. کدهای ارائه شده با توجه به استانداردهای تولید کننده کارخانه و گزارش آزمون Mill مشخص می‌شود. تمام علامت گذاری روی آرماتور با توجه به استانداردهای تعریف شده برای این محصول است.

در قسمت بعد نشانه گذاری، نوع فولاد را مشخص می‌کنند:

- برای نمایش فولادهایی که سطح مقطع مربعی شکل دارند از حرف N استفاده می‌شود.
- حرف تعریف شده A مقاطع دایره ای شکل را شامل می‌شود.
- سومین علامت برای ریل‌های آهنی تعریف شده است.

در مرحله بعد مدل فولاد نشانه گذاری می‌شود. از مرکز میلگرد ۵ برابر فاصله را توسط خطوط تکی یا دوتایی، نشانه گذاری می‌کنند. زمانی که خط تک برای نشانه گذاری استفاده می‌شود، محصول شما (میلگرد) مقاومت متوسطی خواهد داشت. درصورتی‌که از دو خط استفاده شود، استحکام و مقاومت میلگرد شما بالا تعریف می‌شود.

اما چه دلیلی برای مشخص کردن نوع و مدل فولاد وجود دارد؟ در جواب به این سوال باید بگوییم که این اطلاعات کاربردی برای تهیهWPS ، بررسی استحکام میلگرد و اطلاع از حداقل نقطه تسلیم (KSI) به شما کمک می‌کند. البته توجه داشته باشید که این ابعاد تنها برای میلگرد نوع A615 در سایز های بزرگتر از ۱۴ در دسترس است.

فولاد میلگرد بتن با توجه به استاندارد بین‌المللی ASTM در ابعاد مختلفی تولید می‌شود. به طور کلی ۱۱ اندازه مختلف برای میلگردهای آرماتور وجود دارد که از ۳ تا ۱۸ میلی‌متر متغیر است. این اعداد نشان‌دهنده قطر اسمی میلگرد هستند. طول این محصولات را می‌توان تا بالای ۶۰ فوت تولید کرد.

آرماتور های مورد تایید استاندارد AWS D 1-4

در جدول زیر می‌توانید آرماتورهایی که کد تایید جوشکاری داشته و با استانداردهای ASTM تولید می‌شوند را مشاهده کنید.

برای افزایش سطح آگاهی در زمینه نکات آرماتور بندی مطالعه مقالات زیر را به شما پیشنهاد می کنیم:

محاسبه و شناسایی میلگرد آرماتورهای ناشناخته براساس کربن معادل

با توجه به فرمول محاسباتی زیر می‌توانید میزان کربن آرماتورهای فولادی) به غیر از (ASTM A706 را بدست بیاورید:

C.E.=%C+%Mn/6

برای بدست آوردن میزان کربن در مدل‌هایی که با استاندارد ASTM A706 ساخته شده‌اند از فرمول زیر استفاده کنید:
C.E.=%C+%Mn/60%Cu/40+%Ni/20+%Cr/10-%Mo/5-%V/10
با توجه به تحقیقات انجام شده میزان کربن موجود در آرماتورهای شما نباید از ۰/۵۵ بالاتر باشد.

کاربرد آرماتور	نام استاندارد آرماتور
سیم از جنس فولاد کم کربن	ASTM A۸۲
میلگردهای تغییر شکل یافته شبکه ای شده Mats	ASTM A۱۸۴/A۱۸۴M
شبکه های سیم کم کربن جوش داده شده	ASTM A۱۸۵
سیم فولاد تغییرشکل یافته	ASTM A۴۹۶
شبکه های سیمی فولاد تغییرشکل یافته جوشکاری شده	ASTM A۴۹۷
شمش میلگردهای کم کربن و تغییرشکل یافته	ASTM A۶۱۵/A۶۱۵M
فولاد تغییرشکل یافته ریل و میلگرد کم کربن	ASTM A۶۱۶/A۶۱۶M
فولاد محور تغییر شکل یافته و میلگرد کم کربن	ASTM A۶۱۷/A۶۱۷M
میلگردهای کم کربن آلیاژی	ASTM A۷۰۶/A۷۰۶M
میلگرد گا لوانیزه	A STM A۷۶۷/A۷۶۷M
میلگردهای با پوشش اپوکسی	ASTM A۷۷۵/A۷۷۵M
میلگردهای با پوشش اپوکسی دار پیش مونتاژ شده	ASTM A۹۳۴/A۹۳۴M

در صورتی که از ترکیب شیمیایی ناشناخته استفاده شده بود، به روش زیر عمل کنید:

- پیشگرم با میزان ۱۵۰° برای میلگردهای کوچک (کمتر از ۶) استفاده کنید. این میزان حداقل پیشگرم پیشنهادی است.
- پیشگرم با میزان ۲۶۰° برای میلگردهای بزرگ (بیشتر از ۷) استفاده کنید.

شما می‌توانید برای محصولاتی که با استاندارد ASTM A706 هستند، میزان پیشگرم و دمای بین پاسی را در جدول شماره ۴ مشاهده کنید.
از دو استاندارد ASTM و کد AWS D1-4 برای بررسی مشخصات میلگرد و اتصال استفاده می‌شود. مشخصات تولید و آزمون با استاندارد ASTM و نحوه اتصال با کد AWS D1-4 مشخص می‌شود.
وقتی نوع فولاد مشخص نباشد) فولادهای لیست(AWS ، بررسی توسط کدهای عمومی ساختمان یا توسط مهندس انجام می شود. بدین ترتیب که تهیه و بررسی ترکیب شیمیایی و کربن معادل و سنجش جوش پذیری آن ها توسط آزمون های مربوطه صورت می پذیرد. در اینجا منظور مهندس پیمانکار یا مدیر اجرایی پروژه است. با توجه به نوع فولاد، کد جوشکاری استفاده شده توسط مهندس مربوطه در متن قرارداد قید می‌شود.
-1در اتصال جوشی آرماتور به فولاد ساختمانی، پیشگرم مورد نیاز فولاد ساختمانی باید مد نظر قرار گیرد. کمترین پیشگرم مورد نیاز برای ایجاد این اتصال جوشی باید بیشتر از مقادیر ذکر شده در جداول باشد. با این وجود توجه ویژه ای را باید در جوشکاری آرماتور به فولادهای کوئنچ شده مبذول داشت. اگر پیشگرم باعث هرگونه مشکلی در سلامت فولاد شود، جوشکاری انجام نخواهد شد.
-2جوشکاری در دمای محیطی کمتر از -۱۸ درجه سانتی گراد انجام نمی شود. وقتی فلز پایه در زیر دماهای فهرست شده باشد فرایندهای جوشکاری انجام می شود و در اندازه و محدوده کربن معادل محصول پیشگرم انجام می شود.
برای اطمینان از سلامت و عدم ترک باید موارد مختلفی مورد بررسی قرار گیرد. در ابتدا عرض مقطع باید بالاتر از ۱۵۰ میلی‌متر باشد. درمای اطراف نباید بالاتر از دمای کمینه برود.
-3در مرحله پس از جوشکاری حتما اجازه بدهید تا میلگردها به دمای محیط رسیده و کامل سرد شوند. این موضوع از بوجود آمدن هرگونه نقص در زمان جوش جلوگیری می‌کند.
-4در صورتی که آنالیز شیمیایی در دسترس شما نبود، کربن را بالاتر از ۰/۷۵ در نظر نگیرید.

-5در صورتی که فلز پایه ای که استفاده میکنید دمایی کمتر از صفر درجه داشته باشد، در زمان جوشکاری دمای پیشگرم را حداقل ۲۰ درجه بگذارید.

ویژگی های آرماتور		فرآیند SMAW با الکترودهای کم هیدروژن، GMAW یا FCAW	
		حداقل دما	
کربن معادل C.E.٪	اندازه آرماتور	°F	°C
تا ۰/۴	تا (۳۶)۱۱	ندارد	ندارد
	۱۴ و۱۸ (۴۳ و۵۷)	۵۰	۱۰
بالای ۰/۴ تا ۰/۴۵	تا (۳۶)۱۱	ندارد	ندارد
	۱۴و ۱۸ (۴۳ و۵۷)	۵۰	۴۰
بالای ۰/۴۵ تا ۰/۵۵	تا (۱۹)۶	ندارد	ندارد
	۷ تا ۱۱ (۲۲ تا ۳۶)	۵۰	۱۰
	۱۴تا ۱۸(۴۳ تا ۵۷)	۲۰۰	۹۰
بالای ۰/۵۵ تا ۰/۶۵	تا (۱۹)۶	۱۰۰	۴۰
	۷ تا ۱۱ (۲۲ تا ۳۶)	۲۰۰	۹۰
	۱۴ تا ۱۸(۴۳ تا ۵۷)	۳۰۰	۱۵۰
بالای ۰/۶۵ تا ۰/۷۵	تا (۱۹)۶	۳۰۰	۱۵۰
	۷ تا ۱۸ (۲۲ تا ۵۷)	۴۰۰	۲۰۰
بالای ۰/۷۵	۷ تا ۱۸(۲۲ تا ۵۷)	۵۰۰	۲۶۰

مشخصات فولادهای کاربردی در سازه های بتن آرمه مطابق استانداردDIN

با توجه به استاندارد DIN 488 نیز خواص آرماتور تعیین می‌شود.

درجه بندی که برای مسلح کردن بتن با توجه به استاندارد کشور مشخص می‌شود. در زیر جدولی با توجه به استاندارد DINبرای بررسی خواص برای شما ارائه شده است.

	۱		۲	۳	۴	۵
درجه بندی های فولاد تقویت شده	نام اختصاری		Bst ۴۲۰ s	Bst ۵۰۰ s	Bst ۵۰۰ m [۲]	
	نشانه[۱]		III S	IVS	IVN	
	شماره ماده		۱/۰۴۲۸	۱/۰۴۳۸	۱/۰۴۶۶	
	شکل تولید		میله فولادی تقویت‌کننده	میله فولادی تقویت‌کننده	شبکه فولادی تقویت‌کننده[۳]	میزان P%
۱	قطر اسمی: d_s (mm)		۶ الی ۲۸	۶ الی ۲۸	۴ الی ۱۲[۴]	-
۲	استحکام تسلیم $(\beta_s)^5$ (N/mm^2)		۴۲۰	۵۰۰	۵۰۰	۵/۰
۳	استحکام تسلیم (N/mm^2) R_m $(\beta_z)^5$		۵۵۰[۶]	۵۵۰[۶]	۵۵۰[۶]	۵/۰
۴	افزایش طول بعد از شکست% $^5A_{10}$ (δ_{10})		۱۰	۱۰	۸	۵/۰
۵	استحکام خستگی میله‌های مستقیم[۷]		۲۱۵	۲۱۵	-	۱۰
۶	میلگردهای خمیده $2\delta_A(2\times10^6)$		۱۷۰	۱۷۰	_	۱۰
۷	میلگردهای مستقیم که از شبکه گرفته		_	_	۱۰۰	۱۰
۸	شده اند، با نقطه جوش $2\ \delta_A(2\times10^6)$		-	-	۲۰۰	۱۰
۹	قطر مندرل خمش	۶ الی ۱۲	$5d_s$	$5d_s$		۱
۱۰	در تست خمش	۱۴ و ۱۶	$6d_s$	$6d_s$	_	۱
۱۱	مضاعف برای قطر اسمی d_s (mm)	۲۰ الی ۲۸	$8d_s$	$8d_s$	_	۱
۱۲	قطر خمش (به میلی متر)در تست خمش در نقطه جوش		-	-	$6d_s$	۵
۱۳	نیروی برشی اتصالات (N)		-	-	$0/3 \times A_s \times R_s$	۵
۱۴	انحراف مجاز از مقطع عرضی اسمی ^8A_s (mm)		۴	۴	۴	۵
۱۵	سطح مقطع نسبی دنده‌ها f_R		DIN ۴۸۸ قسمت ۲ را ببینید.	DIN ۴۸۸ قسمت ۲ را ببینید.	DIN ۴۸۸ قسمت ۲ را ببینید.	-
۱۶	ترکیب شیمیائی در آنالیز ریخته‌گری و آنالیز محصول[۹]	C	۰/۲۴(۰/۲۲)	۰/۲۴(۰/۲۲)	(۰/۱۵)۰/۱۷	-
۱۷		P	۰/۰۵ (۰/۰۵۵)	۰/۰۵ (۰/۰۵۵)	۰/۰۵ (۰/۰۵۵)	-
۱۸		S	۰/۰۵ (۰/۰۵۵)	۰/۰۵ (۰/۰۵۵)	۰/۰۵ (۰/۰۵۵)	-
۱۹		N[۱۰]	۰/۰۱۲(۰/۰۱۳)	۰/۰۱۲(۰/۰۱۳)	۰/۰۱۲(۰/۰۱۳)	-
۲۰	مناسب برای جوشکاری توسط روش[۱۱]		E, MAG GP, RA,RP	E, MAG GP,RA,RP	[۱۲]E, [۱۳]MAG RP	-

توضیحات مربوط به جدول

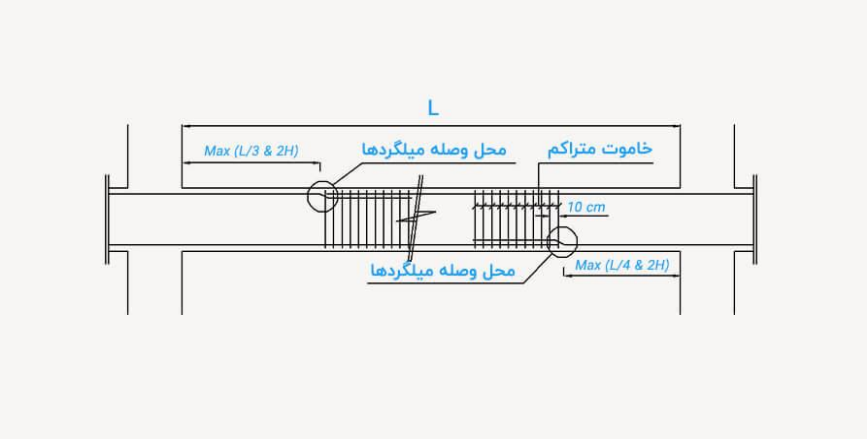
-1این جدول به منظور کمک به نقشه کشی و محاسبات استاتیکی استفاده می‌شود.

-2اطلاعاتی که در ستون ارائه شده است برای شبکه‌ی آرماتور مورد استفاده قرار می‌گیرد.
-3میزان درصد P به کار رفته برای احتمال استاتیکی به کار می‌رود.
-4در شرایط محدود شده که اندازه اسمی قطر میلگرد ۴ و ۴/۵ میلی متر است، نیازی به در نظر گرفتن مقاومت به خستگی وجود ندارد.
-5نشانه هایی که قبلا مورد استفاده قرار گرفته اند را نشان می دهد.
-6در تست کشش عدد دقیق Rm کمتر از RC ۰۵/۱ نیست. آرماتور نوع Bst500M با مقاومت تسلیمی ۵۵۰ نیوتون نباید تست کششی کمتر از RC ۰۳/۱ داشته باشد.
-7اگر مقادیر نمایش داده شده در سطر ششم اجرا شود، مقاومت خستگی میلگردهای صاف اجرا می‌شود.
-8مقادیری که در پرانتز مشاهده می‌کنید، آنالیز شیمیایی محصولات هستند.
-9عددی که اعلام شده برای میزان کلی نیتروژن است. در صورتی می‌توانید نیتروژنی بیش از این میزان استفاده کنید که یزان ثابت کننده نیتروژن را افزایش دهید.
Gp: -10نشان دهنده جوشکاری تحت فشار
RA:جوشکاری سر به سر جرقه ای
RP:جوشکاری مقاومتی نقطه ای
E:جوشکاری الکترود دستی
-11جوشکاری نوع MAG تنها زمانی انجام می‌شود که قطر اسمی میلگردهای شما بیش از ۶ میلی‌متر باشد. نوع MMA Wبرای قطرهای بیشتر از ۸ میلی‌متر است. میلگرد موجود در شبکه نیز باید قطر زیر ۱۴ میلی‌متر داشته باشد.

آشنایی با نقشه‌های آرماتوربندی ساختمان

برای اجرای آرماتوربندی سازه بایستی آرماتوربند توانایی خواندن نقشه‌های معماری و اجرایی ساختمان را داشته باشد. نقشه‌های اجرایی ساختمان بتن آرمه شامل جرئیات خم ها، جدول های مربوط به وزن میلگردهای مصرفی، اندازه های مربوط به طول و قطر و فاصله ها می باشد.

نقشه‌های آرماتوربندی ساختمان شامل جزئیاتی نظیر جدول وزن آرماتور ها، قطر، طول، شکل، تعداد و جزئیات خم‌ها می‌شود. در نقشه‌های آرماتوربندی ساختمان جزئیات مربوط به آرماتوربندی اجزای مختلف سازه از قبیل پی، ستون‌ها، تیرها، سقف‌ها، دال‌ها، دیوارهای برشی و قطعات مدفون در بتن و پله‌ها کاملا شرح داده می‌شود و فاصله‌ها، طول‌های اجرایی و اورلپ (طول همپوشانی) مشخص می‌گردد.



10نکته مهم در آرماتوربندی ساختمان

.1در خرید میلگرد طبق سفارس مهندس طراح سازه اقدام کنید؛
.2به عنوان مهندس سازه، پیش از شروع کار آرماتوربندی با آرماتوربند راجب مدت زمان انجام کار، هزینه و دیگر مسائل مرتبط صحبت کنید؛
.3حتما به تمیز و سالم بودن میلگردها توجه کنید؛
.4تبحر کافی در خواندن نقشه‌های سازه بتنی را داشته باشید؛
.5میلگردهای فولادی باید قبل از بتن‌ریزی به یکدیگر وصل شوند؛
.6حتما از خاموت یا تنگ استفاده کنید؛
.7در آرماتوربندی ستون‌ها، نصب سنجاقی‌ها، فاصله خاموت‌ها در نقاط بحرانی و غیربحرانی، خم خاموت‌ها و محل نصب وصله را جدی بگیرید؛
.8در آرماتوربندی تیرها به نواحی بحرانی و غیربحرانی و فاصله خاموت‌ها از هم توجه کنید؛
.9استفاده از آرماتور خرک برای نگه داشتن آرماتورهای بالایی فونداسیون؛

10.نکات و ضوابط ایمنی در آرماتوربندی ساختمان را رعایت کنید؛

1.در خرید میلگرد طبق سفارس مهندس طراح سازه اقدام کنید

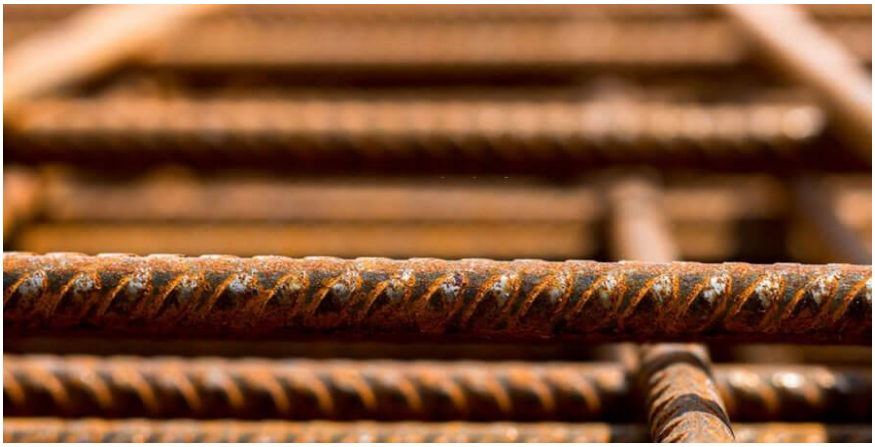
برای خرید انواع میلگرد، با طراح و نقشه‌کش آرماتوربندی ساختمان مشورت کنید. مهندس ناظر باید اندازه و نوع میلگردها را بعد از تهیه، بررسی کند و با جزئیات نقشه سازه تطابق دهد. بررسی میلگردها در پروژه‌ها بسته به حجم پروژه میتواند بر عهده مهندس ناظر و طراح آرماتوربندی ساختمان یا آرماتور بند باشد.

2.پیش از شروع کار آرماتوربندی ساختمان با آرماتوربند صحبت کنید

حتما قبل از شروع کار آرماتوربندی ساختمان با آرماتوربند در زمینه مسائلی مثل مدت زمان اجرای کار، دستمزد و جزئیات اجرای آرماتوربندی، زمان و نحوه پرداخت هزینه و ضمانت اجرای کار صحبت کنید. در کل بهتر است تمامی این جزئیات را در قالب یک قرداد تنظیم کرده و ضمن امضا طرفین به توافق برسید.

3.حتما به تمیز و سالم بودن میلگردها توجه کنید

تمیزی و سالم بودن میلگردها از جمله مهم‌ترین نکات در آرماتوربندی ساختمان می‌باشد که باید به دقت از جانب مهندس ناظر و آرماتوربند بررسی گردد. میلگردها نباید روغنی، زنگ‌زده یا رنگی باشد چراکه در استحکام و مقاومت سازه بتنی نقش مهمی دارد. در صورت مشاهده آلودگی، قبل از استفاده و اجرا اقدام به پاکسازی کنید.



4.تبحر کافی در خواندن نقشه‌های سازه‌های بتنی را داشته باشید

از اولین مراحل اجرای ساختمان بتن آرمه، توانایی خواندن نقشه آرماتوربندی و استخراج اطلاعات لازم برای مشخص کردن دیتیل‌های خم و برش میلگردها و نحوه اتصال آن‌ها است. آرماتوربند ماهر باید توانایی خواندن نقشه‌های سازه بتنی و جزئیات موجود در نقشه‌های اجرایی را داشته باشد. به ویژه در سازه‌هایی که دارای اختلاف سطح، سطح شیب‌دار و سقف‌های شیب‌دار است.

5.میلگردهای فولادی باید قبل از بتن‌ریزی به یکدیگر وصل شوند

آرماتورها بر اساس طرح و محاسبه، قبل از بتن ریزی باید به یکدیگر بسته و یکپارچه شوند تا از جابجایی آنها در اثر رفت و آمد در حین بتن ریزی تا مرحله گیرش بتن جلوگیری شود. برای بستن دو میلگرد به هم، از مفتول فلزی نرم استفاده می‌کنند که اصطلاحا به این عمل گره زدن می‌گویند.

6. حتما از خاموت یا تنگ استفاده کنید

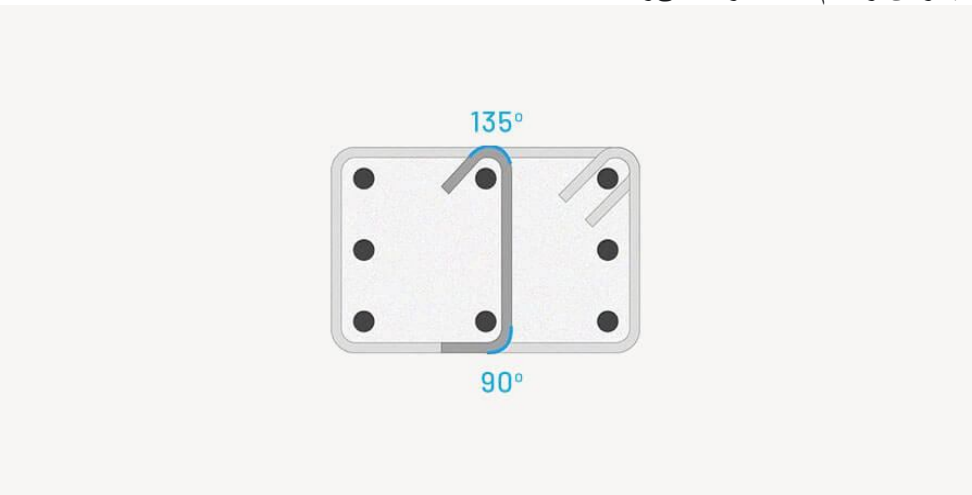
در اجرای آرماتوربندی ساختمان، از خاموت برای جلوگیری از بیرون‌زدگی آرماتورهای طولی که در اثر کمانش و تجمع نیروهای برشی به‌وجود می‌آید و همچنین برای جلوگیری از گسترش ترک، استفاده می‌کنند. خاموت یا تنگ می‌تواند به صورت بسته یا باز مورد استفاده قرار گیرد.

برای خم کردن خاموت حتما از دستگاه مکانیکی استفاده شود و نباید عمل خم کردن در دمای کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد انجام گیرد.

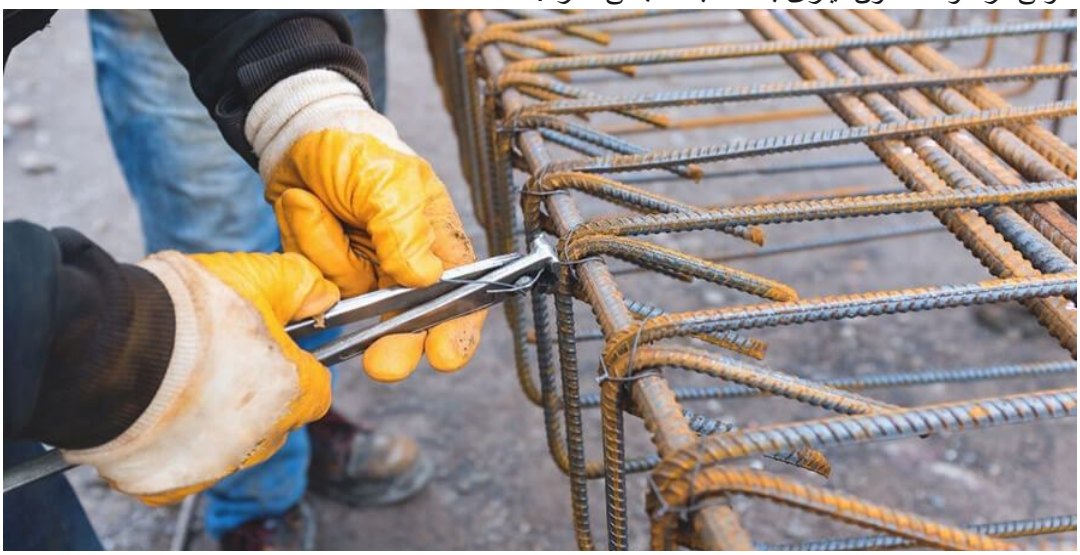
7. در آرماتوربندی ستون‌ها به نکات زیر توجه کنید:

نصب سنجاقی ستون‌ها

برای تقویت مقاومت برشی خاموت‌ها از سنجاقی استفاده کنید، اصولا یک طرف سنجاقی را خم ۹۰ درجه و طرف دیگر آن را خم ۱۳۵ درجه می‌زنند.

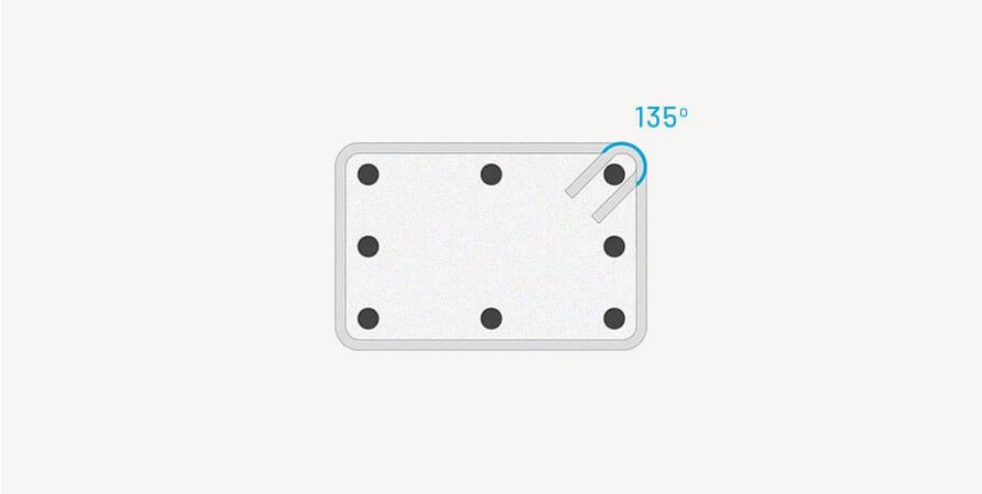


با توجه به مبحث ۹، آرماتورهای طولی در ستون باید به صورت یک در میان با سنجاقی وصل شوند اما آرماتورهای طولی در گوشه ستون نیازی به نصب سنجاقی ندارد.



خم ۱۳۵ درجه خاموت‌ها

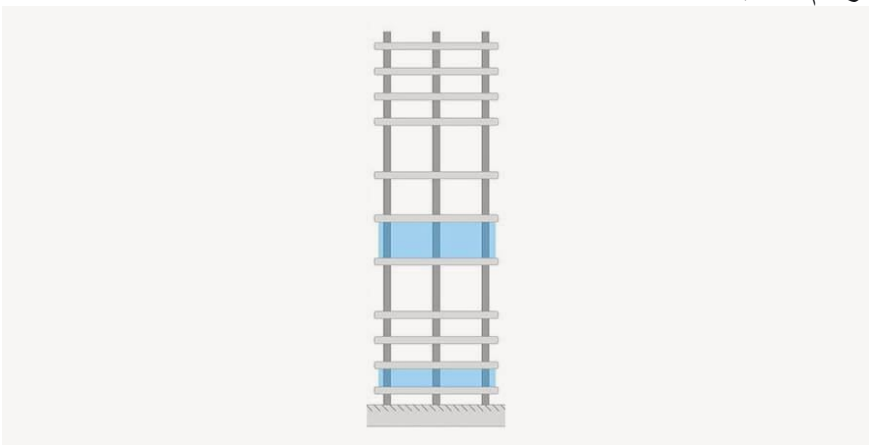
هر دو سمت خاموت‌ها باید خم ۱۳۵ درجه زده‌شود، خیلی از آرماتوربندها یک سمت خاموت را ۹۰ درجه و سمت دیگر را خم ۱۳۵ درجه می‌زنند که از لحاظ مهندسی قابل تایید نیست. در هنگام زلزله، خم ۹۰ درجه خاموت در محل ستون درگیری خوبی با بتن نشان نمی‌دهد و زود باز می‌شود.



فاصله خاموت‌ها در ابتدا و انتهای تیر

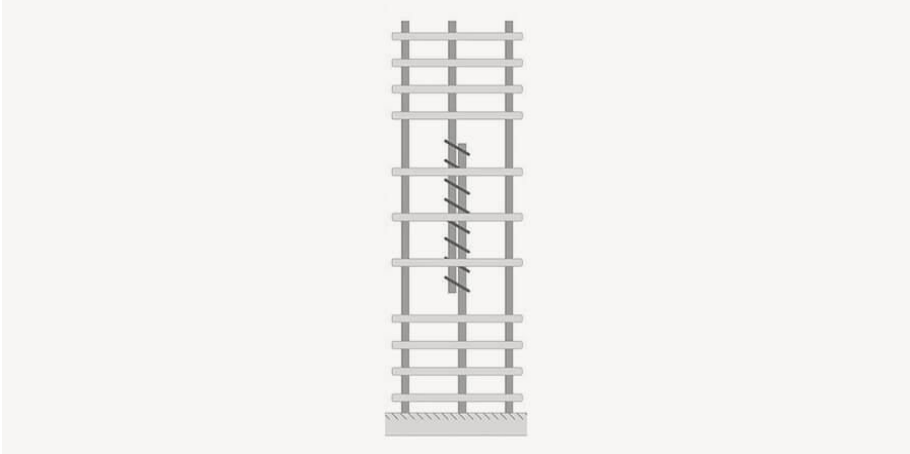
فاصله خاموت‌هایی که در ابتدا و انتهای ستون گذاشته می‌شوند، باید بسیار کمتر از خاموت‌هایی باشند که در وسط ستون قرار می‌گیرند.

ابتدا و انتهای هر ستون ناحیه بحرانی و وسط ستون ناحیه غیربحرانی نامیده می‌شود، چراکه نیروی برشی در ابتدا و انتهای ستون بسیار زیاد است. به همین خاطر خاموت‌هایی که در دو ناحیه بحرانی قرار دارند باید فاصله بسیار کمی از هم داشته‌باشند.



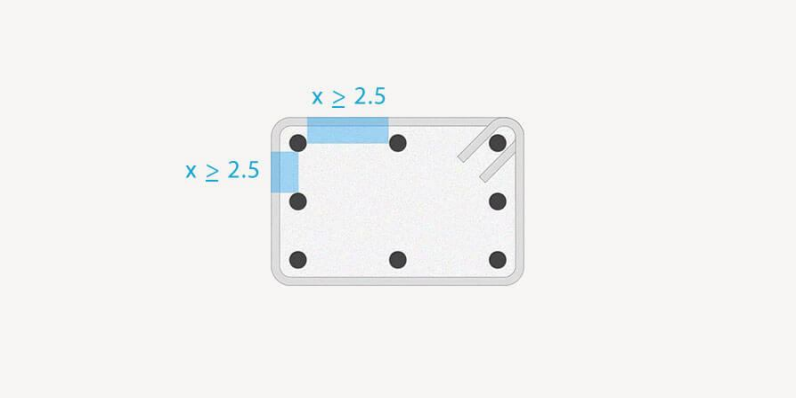
وصله آرماتور

معمولا برای اینکه ستون طبقه بالا با ستون طبقه پایین در ارتباط باشد، میلگرد ستون طبقه پایین را تا ارتفاعی از کف طبقه بالا ادامه می‌دهند و بعد به میلگردهای ستون طبقه بالا وصل می‌کنند. بهترین محل وصله آرماتور در ستون‌ها در ناحیه غیر بحرانی یعنی در وسط ستون می‌باشد این نکته اهمیت زیادی در آرماتوربندی ساختمان دارد.



بخوانید :همه چیز درباره ی وصله میلگردها

بین آرماتورهای طولی حداقل باید ۵. ۲ سانتی‌متر فاصله باشد تا دانه‌های بتن به‌راحتی از بین میلگردها رد شود هم چنین پیوستگی بین بتن و میلگرد از زنگ‌زدگی و خوردگی آرماتور جلوگیری می‌کند. اگر به‌خاطر وصله پوششی تراکم آرماتورها زیاد باشد بهتر است از وصله فورجینگ استفاده شود که به مراتب بهتر از وصله پوششی است.



همچنین در ویدیوی زیر می‌توانید با ۴ نکته طلایی در آرماتور بندی ستون ها آشنا شوید:

8.در آرماتوربندی تیرها به ضوابط زیر توجه کنید:
در تیرها نیز دو ناحیه بحرانی در ابتدا و انتهای تیر و یک ناحیه غیربحرانی در وسط تیر داریم. قطر خاموت‌ها در تیر بستگی به آرماتور اصلی دارد، اگر قطر آرماتور اصلی تیر ۳۲ میلی‌متر یا کمتر باشد، قطر خاموت حداقل ۱۰میلی‌متر اما اگر قطر آرماتور اصلی ۳۶ میلی‌متر یا بیشتر باشد قطر خاموت حداقل ۱۲ میلی‌متر خواهدبود. فاصله اولین خاموت از بر تکیه‌گاه باید ۵ سانتی‌متر و فاصله خاموت‌ها از هم به نسبت حداقل آیین نامه‌ای تعین شده و به کار می‌رود.
فاصله خاموت‌ها در وسط تیر(ناحیه غیر بحرانی) حداقل نصف یا کوچک‌تر از ارتفاع مقطع تیر باید باشد.
9.استفاده از آرماتور خرک

آرماتور خرک نقش مقاومتی ندارد و چون در داخل فونداسیون سازه از خاموت استفاده نمی‌شود از خرک برای نگه داشتن آرماتورهای فوقانی استفاده می‌شود. آرماتورهای خرک در نقاطی که میلگرد تقویتی زیاد باشد، بیشتر گذاشته می شود تا بتواند بار آن را تحمل کند و همچنین کاور فوقانی مناسب را ایجاد نماید.
10.نکات و ضوابط ایمنی در آرماتوربندی ساختمان را رعایت کنید
محموله‌های میلگرد که توسط بارکش‌های کفی و یا دیگر وسایل حمل و نقل به محل کارگاه حمل میشوند، بایستی جوری تخلیه شوند که ضمن آسیب ندیدن میلگردها، به کارگران نیز صدمه‌ای وارد نشود.
استفاده از میز آرماتوربندی و خم نشدن آرماتوربند روی زمین در هنگام بریدن و خم کردن میلگردها، باعث کاهش فشارهای وارد به کمر می‌شود.
برای کاستن صدمات ناشی از حوادث در هنگام آرماتوربندی ساختمان، در صورتی که تردد کارگران از روی شبکه میلگرد ضروری باشد، باید با قرار دادن تخته یا صفحه فولادی روی میلگردها گذرگاهی به وجود آورد تا احتمال لغزیدن و سقوط کارگران کاهش یابد و همچنین شبکه آرماتور نیز آسیب نبیند.
میلگردهای انتظار که از بتن بیرون زده‌اند، در صورت سقوط کارگران از بلندی، می‌تواند موجب صدمات بسیار شدید شود، به همین علت پوشاندن آنها با تخته و یا وسیله مناسب دیگر ضروری است.
بریدن آرماتور ها:

ابتدا باید توجه داشت که برای **بریدن آرماتور** باید از **ابزارهای مکانیکی** استفاده شود، و اگر نیاز به استفاده از روش‌های دیگری داشته باشیم، لازم است که با **مهندس مشاور پروژه** مشورت کنیم.

خم کردن آرماتور ها:

برای خم کردن میلگردها توجه به دو نکته زیر الزامی می‌باشد:

- جلوگیری از خم کردن آرماتورها در دمایی زیر دمای ۵ درجه سانتیگراد.
- نباید از **حرارت دادن آرماتورها** به منظور **خم کردن** آن‌ها بهره گرفت، بلکه خم کردن آن‌ها باید به صورت سرد انجام پذیرد، و برای این کار نیز باید از ابزار مکانیکی که بر روی آن **دایره خم کن** طراحی شده باشد استفاده کرد، این کار باید با **دقت** و با **سرعت ثابتی** انجام شود، مشورت با مهندس ناظر برای هر روشی خارج از این پروسه الزامی می‌باشد.
- بعد از اینکه آرماتورها را خم کردیم نباید مجددا آن‌ها را در جهت دیگری خم کنیم، اما در صورت موافقت مهندس ناظر می‌توان بعد از انجام کنترل‌های لازم از آن‌ها مجددا استفاده کرد.

نصب و بستن آرماتور ها:

قبل از **بستن آرماتور ها** باید مطمئن شد که روی سطح خارجی آن‌ها هیچ ماده دیگری نیست، چون در **محیطهای کارگاهی** بسیار پیش می‌آید که موادی مثل **قیر**، **رنگ**، **روغن**، **گل**، **گچ** و.. سطوح خارجی آرماتورها را آلوده می‌کنند. ضمنا نباید آرماتورها در معرض خوردگی قرار گیرند بطوریکه سطح مقطع آن‌ها کاهش یابد، یا **پوسته پوسته** شوند چون این دلیلی بر عمیق بودن خوردگی است. در صورت بروز چنین مشکلی نباید قبل از انجام آزمایش و مطمئن شدن از مطابقت مشخصات آرماتورهای زنگ زده با **آرماتورهای محاسباتی** از آن‌ها برای بتن آرمه استفاده کرد. اما درصورت مطابقت داشتن مقاومت آن‌ها با مشخصات مندرج در محاسبات، استفاده از آن‌ها بعد از زدودن زنگ‌ها توسط برس سیمی بلا مانع است.

بعد از اینکه آرماتورها طبق نقشه‌های اجرایی در محل‌های مشخص شده نصب شدند باید به گونه‌ای فیکس شوند تا هنگام بتن ریزی مقدار جابجایی یا رواداری آن‌ها در محدوده مجاز باشد. توجه به چند نکته حین نصب و بستن آرماتورها الزامی می‌باشد:

۱) برای بستن آرماتورها به یک دیگر از مفتول‌ها و اتصال دهنده‌های فولادی استفاده می‌شود، و استفاده از جوشکاری برای این امر منوط به دو شرط است:

- مهندس ناظر پروژه با این تصمیم موافق باشد.
- سطح مقطع آرماتورها به علت جوشکاری کاهش پیدا نکند.

۲) برای ایجاد **چسبندگی** هرچه بیشتر بین بتن و آرماتورها باید انتهای میلکردها به سمت داخل خم یا اصطلاحا قلاب شود. برای این کار از **خم‌های نیم دایره**، **چنگک** و **گونیا** برای میلگردهای اصلی و خاموت استفاده می‌شود. انجام محاسبات دقیق و دانستن جزئیات مستلزم مراجعه به آیین نامه بتن آبا است.

وصل کردن میلگردها:

خیلی وقت‌ها به علت محدودیت طولی آرماتورها برای همراهی با نقشه‌های اجرایی و انتقال نیروی داخلی آرماتورها مجبور به وصل کردن آن‌ها به آرماتورهای دیگری می‌شویم. اما باید توجه داشت که این وصله‌ها نباید در یک ناحیه تمرکز پیدا کنند، این امر به این معنی است که از وصل کردن آرماتورهای مجاور حتی المقدور خوداری کنیم. نکته دیگری که حائز اهمیت است این مورد است که در صورت امکان این وصله‌ها در محدوده‌هایی که کشش در آن‌ها حاکم است استفاده نشوند.

رعایت فاصله لازم بین میلگردها:

برای اینکه بتن بتواند بین میلگردها نفوذ کند باید بین میلگردها فاصله مجاز رعایت شود، مثلا برای فاصله آزاد بین دو میلگرد باید کوچکترین عدد بین این سه مقدار را بدست آورد: قطر بزرگترین میلگرد، ۲۵ میلیمتر و ۱/۳۳ برابر قطر اسمی بزرگترین دانه سنگی استفاده شده در بتن. بقیه موارد را در آیین نامه آبا باید مطالعه کرد.

ضخامت پوششی بتن:

به بتنی که سطح رویه آرماتور را می‌پوشاند بتن پوششی گفته می‌شود، برای اینکه هنگام عملیات بتن ریزی و یا هنگام استفاده از ویبراتور در بتن، آرماتورها جابجا نشوند از قطعات به نام لقمه استفاده می‌شود، این لقمه‌ها بین قالب بتن ریزی و شبکه میلگردها قرار می‌گیرد و سبب ایجاد لایه بتن پوششی بر روی میلگردها می‌گردد. اگر لقمه‌ها در آرماتور بندی استفاده نشود ممکن است میلگردها بر اثر ضربات ناشی از بتن ریزی و غیره از محدوده رواداری مجاز جابجایی بیشتر داشته باشند و در محل‌هایی ممکن است به قالب چسبیده و هیچ بتنی آن‌ها را پوشش ندهد.

شرایط محیطی: شرایط محیطی در آیین نامه از وضعیت ملایم تا شرایط محیطی فوق العاده شدید در پنج مرحله به صورت کامل توضیح داده شده است که بیانگر شرایط محیطی سازه بتن آرمه در شدت و ضعف عوامل مختلفی مثل یخ زدگی، تعریق، رطوبت، تر وخشک شدن متناوب، عبور وسائل نقلیه و خطر ضربه، خاک‌های مهاجم، مواد شیمیای خورنده، آب و فاضلاب با PH نزدیک شونده به عدد ۵ و شرایطی از این قبیل و راهکارهای پیشنهادی مقابله با آن‌ها ذکر شده است.

مزایا و معایب آرماتوربندی

مزایا بتن آرمه

- مقاومت فشاری بالایی دارد.
- عضو با مسلح شدن به آرماتور بخشی از تنش کششی را نیز تحمل می‌کند.
- مقاوم در برابر آتش سوزی و عوامل جوی مثل باد و باران و رطوبت است.
- دوام و مقاومت بالایی دارد.
- به عنوان ماده سیال محدودیتی در شکل قالب گیری ندارد.
- هزینه نگهداری بتن مسلح کم است.
- در ساخت سازه‌هایی مثل سد، بتن آرمه اقتصادی ترین انتخاب می‌تواند باشد.
- حداقل میزان انحراف اعضا را شامل می‌شود.
- در مقایسه با سازه فولادی، سازه بتن آرمه به نیروی ماهر کمتری نیاز دارد.

همان طور که اشاره شد، بتن آرمه ترکیبی از سیمان و آرماتور (میلگرد فولادی) می‌باشد که این ترکیب همزمان جهت بهبود مقاومت فشاری بتن و افزایش مقاومت کششی فولاد اجرا شده است. در بتن مسلح، اجزا باهم کار می‌کنند تا در برابر بسیاری از بارها، پایایی بیشتری داشته باشند. بتن آرمه جزو مصالح ساختمانی اقتصادی و پرطرفدار است اما در کنار مزایایی که دارد شامل معایبی می‌باشد که در ادامه به آن می‌پردازیم.

معایب بتن آرمه

- مقاومت کششی بتن مسلح حدود یک دهم مقاومت فشاری آن است.
- مراحل اجرای بتن مسلح شامل مخلوط کردن، بتن ریزی و عمل آوری است که همه این عملیات بر مقاومت نهایی بتن تاثیر می‌گذارد.
- هزینه بتن ریزی، ویبره کردن و قالب گیری نسبت به اجرای بقیه مصالح ساختمانی زیاد است.
- ابعاد المان‌های بتنی بیشتر از مصالح فولادی است و در مساحت فضا تاثیر دارد.

- جمع شدگی در اعضای بتن آرمه موجب ترک خوردن و کم شدن میزان استحکام آن می‌شود.

نکات مهم آرماتوربندی

استاندارد میلگرد در آرماتوربندی

همانطور که پیش از این به آن پرداخته شد میلگرد در استانداردهای مختلفی تولید و راهی بازار مي شود. میلگرد ساده در استاندارد A1 و میلگرد آجدار در استاندرهای A2 A3 و A4 تولید می شود. سطح استحکام و هندسه آج این استانداردها با یکدیگر متفاوت است. می توانید مقاله **تفاوت‌های میلگرد A2 و A3** را مطالعه کنید.

طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان جهت آرماتوربندی ستون ها تیرها و فوندانسیون سازه از میلگرد با استاندارد A3استفاده میشود. همچنین طبق این استاندارد جهت ایجاد پیوندهای عرضی و خاموت از میلگرد با استاندارد A2 باید استفاده شود. جهت آشنایی بیشتر با **خاموت چیست** به مقاله لینک شده به وبلاگ مراجعه نمایید.

خم و برش میلگرد جهت آرماتوربندی

خمکاری و برشکاری میلگرد جهت آرماتوربندی نیز باید طبق اصول مشخصی انجام شود. برشکاری در دو نوع و به کمک قیچی و سنگ فرز انجام می شود. میلگرد در قطر های معمول به راحتی با قیچی بریده میشود و برای برش میلگردهای قطور از سنگ فرز کمک گرفته مي شود. همچنین خمکاری میلگرد جهت ایجاد هندسه مناسب آرماتور بندی به کمک اهرم دستی و دستگاه خم زن استفاده می شود. همچنین این فرآیند ها باید روی میلگرد در دمای معمولی انجام شود و اعمال هوا برش جهت برش طبق مقررات ممنوع است. همچنین برشکاری و خمکاری میلگرد جهت آرماتور بندی در دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد ممنوع است. لازم به ذکر است آیرومارت ارائه دهنده خدمات خمکاری و برشکاری با ابعاد و شرایط مورد نظر شما با بالاترین کیفیت است.

اتصال میلگردها حین آرماتوربندی

گاهی حین آرماتوربندی به دلیل محدودیت طول میلگرد آجدار نیاز به وصله زدن آن ایجاد می شود. اتصال دهی میلگرد به روش های مختلفی انجام می شود از جمله:

- روش مکانیکی
- روش فورج
- روش تکیه گاهی
- روش اورلب

در روش مکانیکی میلگردها رزوه زنی می شوند و برای اتصال آن ها از کوپلر یا جفت کننده استفاده میشود و در آرماتوربندی قیمت های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. در روش فورج به کمک حرارت و فشار بالا دو میلگرد به یکدیگر جوش می خورند. این روش در آرماتور بندی کمتر مورد استفاده قرار میگیرد. روش تکیه گاهی نیز به کمک بست پیاده مي شود بست ها به وسیله پیچ و مهره باعث اتصال دو میلگرد می شوند. اما از این بین روش اورلب معمول ترین روش جهت رفع نیاز اتصال در آرماتوربندی است. در این روش دو میلگرد به اندازه مشخصی روی یکدیگر قرار می گیرند و به کمک سیم آرماتوربندی به یکدیگر متصل میشوند.

در برخی موارد این اتصال با جوشکاری نیز انجام مي شود. طبق مقررات ملی ساختمان طول اورلب دو میلگرد باید ۵۵ برابر قطر آن باشد. روش های مختلفی برای گره زدن سیم آرماتور حین آرماتور بندی وجود دارد که این موضوع باید طبق استاندارد آرماتور بندی صورت گیرد. جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص **انواع روش های وصله زنی میلگرد** به لینک مشخص شده مراجعه نمایید.

جلوگیری از خوردگی بتن

پس از اتمام آرماتوربندی میلگردها قالب بندی و توسط بتن پوشیده می شوند. در حالت معمول طبق استاندارد آرماتور بندی روی میلگردها حدود ۳/۵ سانتی متر بتن پوشیده میشود. در برخی مواقع پس از خشک شدن بتن آرمه امکان نفوذ رطوبت به درون آن وجود دارد. برخی موارد آرماتوربندی در شرایط جوی مستعد خوردگی انجام میشود. در صورت رسیدن رطوبت به محل اتصال میلگرد و بتن، میلگرد فولادی خورده مي شود. در صورت ایجاد خوردگی در سطح میلگرد واکنش های اکسیداسیون صورت می گیرد محصول این واکنش ها غالبا اکسید آهن است. به دلیل حجیم بودن اکسید آهن در مقایسه با خود آهن یک انبساط حجمی در فضای درون بتن آرمه رخ می دهد. این انبساط باعث ایجاد ترک می شود. با ایجاد ترک حجم رطوبت و هوای بیشتری به سطح میلگرد می رسد و خوردگی تشدید می شود.

به مرور بتن آرمه به طور کامل متلاش میشود و مقاومت آن به شدت کاهش می یابد. کاهش مقاومت بتن آرمه در ستون و تیرهای یک سازه می تواند خسارات جانی و مالی زیانباری را در پی داشته باشد. به همین دلایل در برخی موارد و شرایط جوی حساس از میلگرد پوششدار استفاده مي شود. از جمله انواع میلگرد مقاوم به خوردگی میلگرد گالوانیزه است که در برخی موارد خاص برای آرماتوربندی استفاده می شود.

نوع معمول تر میلگردهای پوشش دار میلگردهای با پوشش رزین اپوکسی هستند. این پوشش های آلی در جنس های پلی استر و وینیل استر نیز مورد استفاده قرار می گیرند. به دلیل ماهیت شیمیایی این مواد علاوه بر خاصیت مقاومت به خوردگی در آرماتور بندی باعث ایجاد چسبندگی بهتر میلگرد به بتن نیز میشود

میلگردها به شکلهای مختلف در اعضای بتنی مسلح مورد استفاده قرار می گیرند که معمولاً در نقشه های سازه ای، بطور دقیق تریسم می گردند. به طور کلی در سازه های بتن آرمه دو نوع میلگرد وجود دارد:
هر میلگردی که در راستای طول عضو (تیر یا ستون) باشد میلگرد طولی و هر میلگردی که در راستای عرض عضو و عمود بر میلگرد طولی باشه میلگرد عرضی هست.به منظور جبران مقاوت کششی پایینی که در بتن وجود دارد از آرماتور(میلگرد) استفاده می شود که معمولا در راستای عضو(تیر یا ستون) اجرا می گردد. کاربردهای مختلف آنها را در زیر ذکر می کنیم
۱-میلگرد راستا یا سیتکا: برای افزایش مقاومت کششی بتن (و گاهی مواقع هم برای افزایش مقاومت فشاری بتن)
۲-خاموت : خاموت میلگرد فولادی است که بصورت تنگ بسته یا تنگ باز در سازه های بتن آرمه به خصوص تیر ها و ستون های بتنی مورد استفاده قرار می گیرد. و هدف از استغاده آن جلوگیری از بیرون زدگی آرماتورهای طولی در اثر کمانش و تحمل نیروهای برشی و جلوگیری از گسترش ترک است. اصطلاح فنی آن یا به عبارت دیگر نام آیین نامه ای آن، فولاد برشی قائم، فولاد جان یا فولاد عرضی می باشد
۳-سنجاقی: برای تقویت مقاومت برشی خاموتها و اتصال کامل بین میلگردهای طولی و خاموت استفاده میشود.
۴-خرک: برای قرار دادن دو شبکه ی متوالی افقی با فاصله ی معین در داخل قالب (در بتن ریزی های کف و فونداسیون)
۵-رکابی: برای در امتداد نگه داشتن آرماتورهای طولی یا عمودی در بتن ریزی دیوارها و دالها یا بین دو سفره آرماتور (شبکه مش‌بندی)
۶-اوتکا: برای تحمل لنگرهای منفی در تکیه گاه های تیر و برای تحمل نیروهای برشی
۷-رامکا: میلگردهایی هستند که در پایین‌ترین نقطه ستون قرار می‌گیرند تا محل قرارگیری قالب را معین کنند و از حرکت قالب جلوگیری نمایند. میلگردهای رامکا را می‌توان به وسیله سیم آرماتور یا جوشکاری به میلگردهای طولی و یا خاموت‌ها متصل کرد.
بستن میلگرد ها
بستن میلگرد های فولادی باید قبل از بتن ریزی ، بر اساس طرح و محاسبه ، به یکدیگر بسته و یکپارچه شونذ تا از جابه جا شدن آن ها طی عملیات بتن ریزی تا خودگیری بتن جلوگیری شود. بستن میلگرد ها به یکدیگر از نظر زمان و مکان بستگی به وضعیت کارگاه و نوع قطعه دارد که تصمیم گیری در مورد چگونگی ان به عهده تکنسین ساختمان است تا حداکثر کارایی حاصل شود.
گاهی تمام یا قسمتی از میلگرد ها را خارج از قالب می بندند و یک شبکه را تشکیل می دهند و سپس ان را در قالب قرار می دهند (شبکه ی کف فونداسیون منفرد)
گاهی نیز میلگرد ها را در قالب به یکدیگر می بندند (مانند میلگرد های سقفی بتنی) .
برای بستن دو میلگرد به یکدیگر ، بیشتر از مفتول نرم با قطر ۱,۵ تا ۲ میلیمتر استفاده می کنند که اصطلاحا به این عمل پره زدن می گویند

انواع گره های متداول برای بستن دو میلگرد به یکدیگر
۱-گره ساده (لغزان)
گره ساده ، متداولترین گره برای اتصال میلگرد های اصلی و فرعی در شبکههای افقی مانند سقف و فونداسیون با امکان اجرای سریع است.
۲-گره صلیبی
در مواقعی که به علت استفاده از میلگرد های قطور ، تعداد نقاط اتصال کم باشند ، برای استکام بیشتر اتصال میلگرد ها به یکدیگر ، از این گره استفاده می شود.

۳-گره پشت گردنی
در ستون ها و تیر ها برای اتصال محکم میلگرد ها به خاموت ها در گوشه ها ، اغلب از این نوع گره استفاده می کنند.

٤-گره اصطکاکی
در اتصال میلگرد ها در شبکه ها و صفحات قائم (شبکه های دیوار های بتنی) برای جلوگیری از لغزش میلگرد های افقی ، از این نوع گره استفاده می شود .

هر سه گره (صلیبی ، پشت گردنی و اصطکاکی) به صورت دوبل هم انجام میشود .

میلگرد چیست؟

میلگرد یا آرماتور، فولادی است که در بتن برای جبران مقاومت کششی پایین آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. فولادی که به این منظور در سازه‌های بتن آرمه به کار می‌رود به شکل سیم یا میلگرد می‌باشد و فولاد میلگرد نامیده می‌شود. البته در موارد خاصی از فولاد ساختمانی نظیر ناودانی و یا قوطی نیز برای مسلح کردن بتن استفاده می‌شود.

میلگردهای مصرفی باید تمیز بوده و عاری از هر گونه آلودگی نظیر چربیها، دوغاب سیمان سخت شده، گرد و خاک، زنگ، ضد زنگ، قیر و مواد کند گیر کننده و یا مواد زائد دیگر باشد. میلگردها قبل از مصرف باید کاملاً پاکیزه باشند تا اثری در پیوستگی بتن و میلگردها نداشته باشد. مقطع میلگرد مصرفی نباید به علت زنگـزدگی تضعیف شده باشد. استفاده از میلگردهای زنگ زده به شرطی مجاز است که اولاً زنگزدگی قبلاً ً کاملاً پاک شوند.

در کشورهای مختلف فولاد میلگرد با استانداردهای متفاوتی تولید می‌شوند و در هر استانداردی طبقه بندی مشخصی در ارتباط با خواص مکانیکی فولادها وجود دارد. در ایران قسمت عمده فولادهای آرماتور که توسط کارخانه ذوب آهن اصفهان تولید می‌شوند با استاندارد روسی مطابقت دارند.

از نظر تنوع قطر میلگردها نیز استانداردهای تولید کنندگان متفاوت است. در سیستم روسی که در کارخانجات ذوب آهن اصفهان مورد استفاده است میلگردها تا قطر ۴۰ میلیمتر ساخته می‌شوند.

شکل ظاهری میلگرد های A2 و A3

در طراحی پی از میلگرد طولی A3 و میلگرد عرضی A2 استفاده می شود . یکی از راه های شناسایی شکل آج است. در میلگرد های A3 آج ها به صورت ضربدری هستند اما در A2 به صورت منفرد هستند. در میلگرد های A2آج ها بصورت موازی هستند ولی در میلگرد های A3 آج ها بصورت هفت و هشت هستند.

انواع میلگرد و مشخصات مکانیکی آنها:

بیشترین میلگردی که در صنعت بتن و بتن ریزی کاربرد دارد با مشخصه فولاد معمولی بوده که بشرح ذیل در ایران دسته بندی و تولید و مصرف می شوند. البته این دسته بندی،حسب استاندارد روسی بوده که در ایران رواج دارد.

۱ – میلگرد نرم بدون آج(A1)

این میلگرد با تنش جاری ۲۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تنش گسیختگی ۳۸۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تغییر شکل نسبی پلاستیکی (در زمان گسیختگی) ۲۵ درصد بعنوان میلگرد نرم شناخته شده و عمدتا بصورت صاف و بدون آج می باشد. این میلگرد برای آهنگری و تغییر شکل و انجام عملیات جوشکاری بر روی آن مناسب است و بطور کلی بعنوان یک میلگرد داکتیل شناخته می شود.

۲ – میلگرد نیمه سخت با آج ساده(A2)

این نوع میلگرد با تنش جاری ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تنش گسیختگی ۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تغییر شکل نسبی پلاستیکی (در زمان گسیختگی) ۱۹ درصد بعنوان میلگرد نیمه خشک (ترد) و نیمه نرم شناخته شده که بصورت آجدار و عمدتا آج فنری شکل می باشد.این میلگرد برای عملیات ساختمانی و خصوصا خاموت زنی مناسب بوده و انجام عملیات جوشکاری بر روی آن در صورت اجبار میسر بوده که البته توصیه می شود در صورت امکان از جوشکاری آن پرهیز شود.

۳ -میلگرد سخت با آج پیچیده(A3)

این میلگرد با تنش جاری ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تنش گسیختگی ۶۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تغییر شکل نسبی پلاستیکی (در زمان گسیختگی) ۱۴ درصد بعنوان میلگرد خشک (ترد) مناسب عملیات سیویل صنعتی و ساختمانی بوده که بصورت آجدار و عمدتا آج جناقی می باشد و اکیدا برای آهنگری و تغییر شکلهای فراوان با زوایای تند مناسب نبوده و همچنین به هیچ وجه عملیات جوشکاری بر روی آن مجاز نمی باشد.

4-میلگرد سخت با آج پیچیده(A4)

دارای آج دوکی شکل می باشند. مطابق استاندارد شماره ۳۱۳۲ سازمان ملی استاندارد ایران میلگرد A4 یا میلگردهای با آج ۵۲۰ و ۵۰۰ از نوع آجدار مرکب می باشند. بدین ترتیب که آج های عرضی دوکی شکل در دو طرف آج طولی و به صورت چهار نیم مارپیچ به شکل هفت – هشت و با زاویه ۳۵درجه تا و شامل ۷۵ درجه می باشد. حداقل مقاومت کششی ۵۲۰ مگاپاسکال و شکل پذیری حداقل ۱۸% را برای این گرید از محصولات خود تضمین مینماید. استفاده از میلگرد A4 با تنش تسلیم ۵۰۰ و ۵۲۰ مگاپاسکال،به ترتیب به عنوان میلگردهای آج ۵۰۰ وآج ۵۲۰ خوانده می شوند، در طراحی و ساخت همه انواع سازه های ساختمانی (سازه های غیر ساختمانی را شامل نمی شود) بتن آرمه، به جز دیوارهای برشی ویژه و قاب های خمشی ویژه، در صورت احراز شرایط زیر به تصویب رسید.

–میلگرد دارای آج های عرضی دوکی شکل در دو طرف آج طولی بوده داشته باشد.

–شکل پذیری میلگرد حداقل در حد مورد انتظار برای میلگرد A3 باشد، به طوری که میزان ازدیاد طول نسبی آن در طولی معادل ۵ برابر قطر، حداقل ۱۶% باشد.

–در تولید میلگرد، از شمش با کربن بالا استفاده نشود. روش تولید میلگرد، تکنولوژی ترمکس بوده وکربن معادل (CE)میلگرد، حداکثر ۰/۵ باشد.

خواص مکانیکی میلگرد ها (تست کرنش و کشش و خمش)

تنش تسلیم

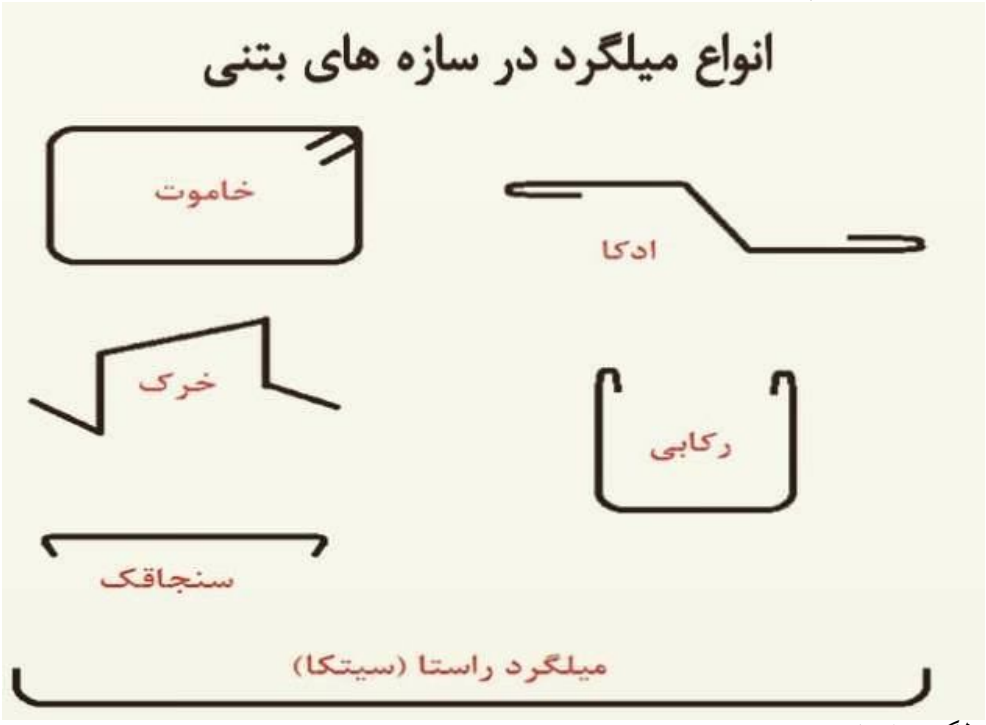
حداکثر نیرویی است که به میلگرد وارد و میلگرد دچار تغییر شکل دائمی نمی‌شود. اگر مقدار نیرو افزایش یابد، میلگرد بحالت اولیه بر نمی‌گردد و برای همیشه تغییر شکل می‌دهد. خاصیت برگشت پذیری را خاصیت الاستیکه و خاصیت برگشت ناپذیری را خاصیت پلاستیک می‌نامند. در طراحی‌ها، ملاک انتخاب میلگرد، مقدار تنش تسلیم است. به همین خاطر است که بخاطر همین خاصیت بسیار مهم، مقدار تنش تسلیم در نامگذاری میلگردها سهیم است. در میلگرد آج ۳۴۰، حداقل تنش تسلیم این میلگرد، ۳۴۰ مگاپاسکال (MPA) است.

مقاومت کششی

مقاومت کششی، بیشترین نیروی کششی است که جسم قبل از شکست تحمل می‌کند. واحد آن، پوند بر اینچ مربع است. خاصیت مقاومت کششی میلگردها را می‌توان با عملیاتی همچون آلیاژکاری، سرد کاری، یا عملیات حرارتی افزایش داد. عبارات متشابهی که برای مقاومت کششی بکار گرفته می‌شود شامل استحکام کششی – تاو کششی Tensie – Strength.در آزمون کشش و ازدیاد طول نسبی، میزان انعطاف پذیر بودن و یا شکننده بودن میلگرد مشخص می‌شود.

انواع کاربرد میلگرد (آرماتور) در بتن

میلگردها به شکل‌های مختلف در اعضای بتنی مسلح مورد استفاده قرار می‌گیرند که معمولاً در نقشه‌های سازه‌ای، بطور دقیق تریسم میشوند. کاربردهای مختلف آنها را در زیر ذکر میکنند.



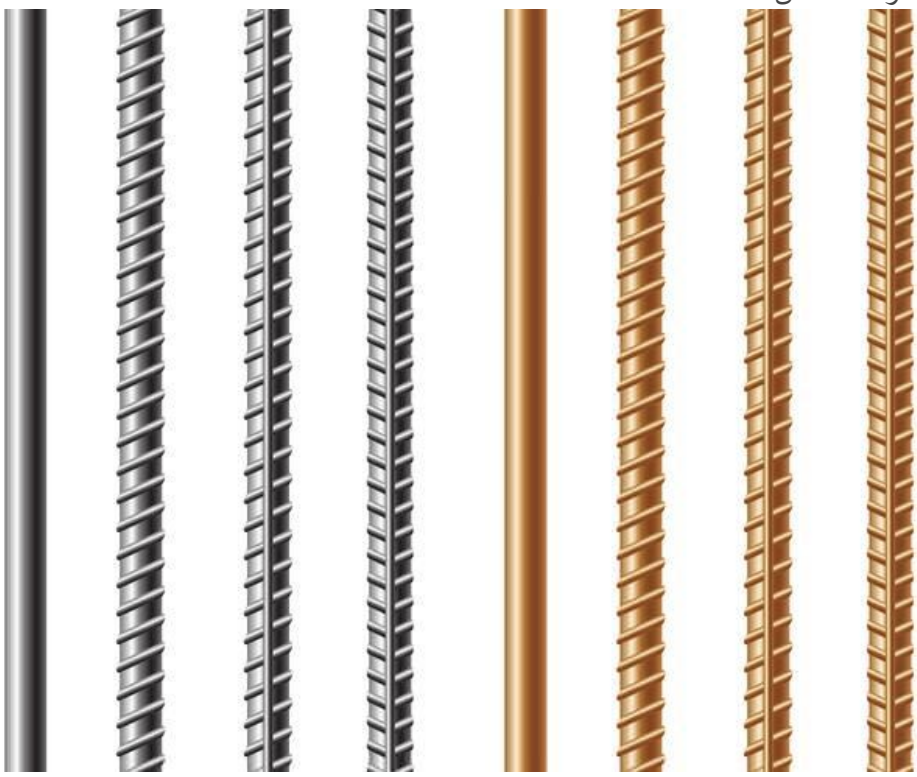
میلگرد راستا

برای افزایش مقاومت کششی بتن

میلگرد خاموت
برای جلوگیری از بیرون زدگی آرماتورهای طولی در اثر کمانش و تحمل نیروهای برشی و جلوگیری از گسترش ترک.
میلگرد سنجاقک
برای تقویت مقاومت برشی خاموت‌ها و اتصال کامل بین میل گردهای طولی و خاموت
میلگرد خرک
برای قرار دادن دو شبکه‌ی متوالی افقی با فاصله‌ی معین در داخل قالب (در بتن ریزی‌های کف و فونداسیون(
میلگرد رکابی
برای در امتداد نگه داشتن آرماتورهای طولی یا عمودی در بتن ریزی دیوارها و دال‌ها) به شکل حرف (u یا بین دو سفره آرماتور (شبکه مش‌بندی)
میلگرد ادکا
لنگرهای منفی در تکیه‌گاه‌های تیر و برای تحمل نیروهای برشی

انواع میلگرد و تفاوت بین آنها
به طور کلی بتن فوق العاده مستحکم است و به همین دلیل برای خورد کردن بتن نیروی بسیار زیادی احتیاج داریم . ولی بتن از نظر قابلیت کششی نسبتا ضعیف است وبنابر این برای ترک خوردن بتن به وسیله ی خم یا پیچش نیروی خیلی کمتری نسبت به خورد شدن مستقیم بتن احتیاج داریم.
به همین دلیل از آرماتور برای افزایش قدرت کششی بتن استفاده می کنند ترک میخورد قابلیت کششی نسبتا ضعیفی دارد و نیروی کمتری برای ترک انداختن روی بتن به وسیله خم یا پیچش لازم است تا اینکه مستقیما بخواهیم خردش کنیم.
برای افزایش قدرت کششی بتن از آرماتور استفاده می‌شود.
آرماتور در طول و قطرهای مختلفی موجود اند که هر کدام از این ارماتور ها نقاط قوت و ضعف خود را دارند. اما تنها ۶ نوع آن رایج وجود دارد:

۱. اروپایی (آلیاژ کربن، منگنز ، سیلیکون و غیره)
۲. فولاد کربن (میلگرد سیاه عادی)
۳. گالوانیزه
۴. روکش اپوکسی
۵. فایبرگلاس
۶. فولاد استنلس



- *اروپائی*

کشورهای اروپائی که عمدتا کشورهای زلزله خیزی نبوده و از نظر زلزله خیزی در منطقه ی امن جغرافیایی قرار دارند، از روش حرارتی (ترمکس) برای تولید میلگرد استفاده میکنند.از این رو آنالیز شیمیایی متناسب با روش ترمکس برای تولید میلگرد در نظر میگیرند.

- *فولاد کربن*

میلگرد سیاه پر استفاده ترین **میلگرد** می باشد .این میلگرد دارای میزان استحکام کششی خوبی میباشد یکی از عیب های آرماتور سیاه زنگ زدن است .میلگرد سیاه بعد از زنگ زدن موجب ترک خوردگی بتن اطرافش می شود و می شکند.

- *روکش اپوکسی*

میلگرد روکش اپوکسی در واقع میلگرد سیاه با روکش اپوکسی است. استحکام این آرماتور با میلگرد سیاه یکسان است ولی به دلیل استفاده از روکش اپوکسی، ۷۰ تا ۱۷۰۰ برابر نسبت به زنگ زدگی مقاوم تر است.

- *میلگرد گالوانیزه*

میزان مقاومت در برابر زنگ زدگی میلگردهای گالوانیزه کمتر از روکش آپوکسی می باشد.
ولی میلگردهای گالوانیزه در برابر آسیب پذیری بسیار مقاوم ترند، از این رو نسبت به میلگرد روکش اپوکسی با ارزش تر هستند. قیمت میلگرد گالوانیزه تقریبا ۴۰ درصد از روکش اپوکسی گرانتر است

- *میلگرد فایبر گلس*

فایبر گلاس گزینه ی ایده عالی برای تقویت بتن می باشد زیرا فایبر گلاس در برابر زنگ زدگی مقاوم است و زنگ نمی زند
ولی از آنجایی که فایبرگلاس یک ترکیب شبیه به فیبر کربن است، در نتیجه فایبر گلاس را هنگام استفاده نمی توان خم کرد.
از نظر قیمتی میلگرد فایبرگلاس حدود ۱۰ برابر گرانتر از اپوکسی است ولی از آنجایی
که فایبرگلاس بسیار سبک است، با توجه به میزان طول کاربردی،
قیمت تمام شده برای مقدار مشابه اپوکسی تقریبا ۲ برابر می باشد.

- *میلگرد فولاد استنلس*

گرانترین گزینه برای تقویت بتن میلگرد فولاد استنلس است که قیمت آن حدود ۸ برابر
آرماتور اپوکسی است.فولاد استنلس ۱۵۰۰ برابر بیشتر نسبت به آرماتور سیاه در
برابر زنگ زدگی مقاوم است . معمولا از فولاد استنلس به جز شرایط
خیلی خاص به دلیل قیمت زیاد کمتر استفاده می شود ولی از نظر کیفیتی، بهترین آرماتور برای اکثر پروژه ها می باشد.

- *علامت گذاری میلگرد*

آرماتور هارا با علائمی که نشان دهنده محل تولید آلیاژ فولادی گرید و سایز می باشد در بازار توزیع می کند. در شکل زیر این علائم نمایش داده می شود. حرف بالایی در علامت گذاری کارخانه سازنده را معرفی می‌کند و حرف بعدی نشان دهنده سایز آرماتور است.سومین علامت نوع آرماتور را مشخص می‌کند. معمولا S برای فولاد کربن و W برای آلیاژ فولاد ضعیف به کار می‌رود. در آخر نیز گرید آن نوشته شده است.

- *نگهداری صحیح میلگرد*

•برای نگهداری بهتر آرماتور بهتر است هنگام دریافت بار آرماتور، آن را در پالت های چوبی با یک سطحبالا آمده غیر فلزی قرار داده شود. انبار کردن به این روش مانعاز زنگ زدگی آرماتور به وسیله آب های زیر زمینی خواهد شد.
•هنگام انبار کردن آرماتور بر روی پالت های چوبی یا یک سطح بالا آمدهغیرفلزی حتما آن ها را با یک روکش ضد آب بپوشانید.
و بر گوشه های روکش بلوکه های سنگین قرار دهید تا به خوبی از آرماتور محافظت کند. قرار دادن طولانی مدت آنها در محیط باز می‌تواند باعث زنگ زدی شود و سطح بهره وری آن را پایین بیاورد.

نکات آرماتوربندی

- به هیچ عنوان از آرماتورهای زنگ زده و یا آغشته به روغن نباید استفاده شود.
در صورت آلودگی آرماتورها به روغن یا زنگ زدگی آنها، باید قبل از اجرای آرماتوربندی به پاکسازی آنها اقدام و بعد از تایید دستگاه نظارت به بتن ریزی اقدام گردد..
- فاصله خاموتا از یکدیگر باید حداکثر ۲۰ سانتی متر باشند.
- خاموتها باید به وسیله سیم آرماتوربندی به تمام میلگردهای طولی مهار شوند این امر الزامی است و میبایست توسط پیمانکار رعایت گردد.

- تمام میلگردها باید توسط قیچی مخصوص بریده شود و جدا از بریدن کنیتکس نما میلگردها به کمک دستگاه هوا برش خودداری شود.
- از خم کردن آرماتور در دمای پایین تر از ۵ درجه سانتیگراد خودداری شود.
- از باز و بسته کردن خمها به منظور شکل دادن مجدد میلگردها جدا خودداری شود.
- مهندس ناظر موظف است قبل از ریختن بتن، بتن را به صورت چشمی کنترل و اسلامپ، روانی و کارایی آن را کنترل نماید.
- مهندس ناظر موظف است پس از پایان هر مرحله از ساخت و قبل از شروع مرحله بعدی ، کار را کنترل و درصورتی که مطابق با اصول و مقررات فنی نباشد کار را در هر مرحله متوقف تا رفع نواقص شود.
- در صورت مشاهده هرگونه نقص فنی در عملیات اجرایی پیمانکار موضوع را کتبا به مهندس ناظر اطلاع دهید و در صورتی که مهندس ناظر موضوع را پیگیری نکرد موضوع را سریعا به صورت کتبی به دفتر فنی شهرداری گزارش دهید.
- در صورتی که مهندس ناظر به موقع در محل ساختمان حضور نداشته باشد و یا تذکرات لازم را به پیمانکار ندهد، موضوع بایستی به صورت کتبی به دفتر فنی شهرداری گزارش شود.
- در صورتی که مهندس ناظر دستور اصلاح قسمتی از کار را به پیمانکار بدهد، پیمانکار موظف است با هزینه خودش کار را مطابق مشخصات فنی و نظر ناظر اصلاح نماید.

انواع آرماتوربندی و قالب گذاری و ملات

قالب گذاری

- قالبها راباید بالاتر از سطح گروت کاری در نظر گرفت. این مقدار اضافی راباید برای اطراف نیز در نظر گرفت.
- در گروت و ملات ریزی بایستی اطمینان حاصل نمود که هوای محبوس درون ملات از آن خارج شود.
- طراحی قالبها باید به گو نه ای باشد که در حین ملات ریزی هیچگونه تغییر و جابجایی در آنها بوجود نیاید.

هر جا که امکان مصرف ملات مخلوط آماده وجود دارد می توان از تمامی محتوی بسته استفاده نمود.
در صورت چند جزیی بودن مواد، می توان آنها را با هم مخلوط نمود و در صورت یک جزیی بودن ملات می توان از دستورالعمل استفاده نمود.
باید توجه داشت که حتماً یک نمونه کوچک از ملات تهیه شود و همچنین در هنگام اختلاط اپوکسی، به علت قیمت بالای آن بهتر است راهنمای سازنده را بطور دقیق اجرا نمود.
هنگامیکه زیرکار از نوع بتنی، ملات سیمایی و یا ملات سیمانی اصلاح شده با مواد پلیمری باشد، مرطوب بودن زیرکار الزمی است.
اشباع کردن زیرکار از آب موجب جلوگیری ازخشک شدن ملات مصرفی (در اثر جذب آب ملات توسط زیرکار) شده و باعث افزایش چسبندگی می گردد.
سطح زیرکار خشک موجب از دست رفتن آب ملات و مایع پلیمری آن می گردد که نتیجه آن، ضعیف شدن چسبندگی در محل اتصال است.
مدت زمان مرطوب نگه داشتن زیرکار به درجه جذب آب زیرکاربستگی داشته و بایستی مقدار آب مازاد را قبل از ملات ریزی با استفاده از پمپ، اسفنج، فشارباد، دستگاه و کیوم و... جمله آوری کرد.
ملاتهای اپوکسی برخلاف ملاتهای سیمانی برای بوجود آوردن پیوندی قوی نیازمند زیرکاری خشک هستند ولی گروتهای چسباننده و ندشیمی حتی در محلهای کم رطوبت نیز بخوبی می چسبند.

میلگرد تقویتی

میلگرد تقویتی پرمصرف ترین میلگرد در صنعت ساختمان سازی محسوب می شود. می دانیم که بتن در ساخت انواع سازه ها استفاده می شود و موجب افزایش استحکام سازه می شود. اما بتن به تنهایی مقاومت کافی را در برابر نیروهای

کششی و خمشی ندارد و به هنگام وقوع زلزله یا هر حادثه ای در ساختمان نمی تواند ایمنی لازم را ایجاد نماید. به منظور رفع این ایراد بتن از میلگردهای آجدار استفاده می شود و در مواقعی که به مقاومت کششی بیشتری نیاز باشد از میلگردهای تقویتی استفاده می شود.
در مورد میلگرد تقویتی خوب است بدانید که امکان خم کردن آن تا **۱۸۰ درجه** وجود دارد و به همین دلیل می توان از میلگرد تقویتی در هر قسمت از سازه که نیاز باشد، استفاده کرد. انواع میلگرد تقویتی شامل میلگرد تقویتی آجدار و میلگرد تقویتی بدون آج در بازار موجود می باشد.

بیشتر بخوانید :انواع میلگرد و کاربرد آن در صنعت ساخت و ساز

انواع آرماتوربندی میلگردهای تقویتی شامل موارد زیر است.

- **میلگرد تقویتی اتکا**
- **میلگرد تقویتی سنجاقی**
- **میلگرد تقویتی راستا**
- **میلگرد تقویتی خرک**
- **میلگرد تقویتی خاموت**
- **میلگرد تقویتی رکابی**

که در ادامه به شرح هریک می پردازیم.

انواع آرماتوربندی میلگرد تقویتی

میلگرد تقویتی اتکا

از این نوع میلگرد تقویتی برای تیرچه استفاده می شود تا بتواند نیروی برشی و لنگرهای منفی در تکیه گاه را تحمل کند. یکی از وظایف مهم میلگرد اتکا این است که کشش ناشی از خمش را در بخش های پایینی و بخش های فوقانی تحمل می کند.

میلگرد تقویتی سنجاقی

میلگرد تقویتی سنجاقی همان طور که از نامش پیداست شبیه سنجاق است که به طور کامل میلگردهای طولی ستون را به میلگرد خاموت متصل می کند.

میلگرد تقویتی راستا

میلگرد تقویتی راستا، نوعی میلگرد طویل با لبه های کمی منحنی است که از آن در کنار میلگردهای معمولی و به منظور افزایش مقاومت کششی بتن استفاده می شود.

میلگرد تقویتی خرک

از میلگرد تقویتی خرک برای استفاده از دو شبکه میلگرد متوالی افقی در قالب بتن و با فاصله مشخصی از هم استفاده می شود. برای بستن آرماتورهای فوقانی فونداسیون از میلگرد تقویتی خرک استفاده می شود چرا که در فونداسیون امکان استفاده از میلگرد خرک وجود ندارد به همین جهت میلگرد تقویتی خرک به نوعی جایگزین میلگرد خاموت می شود.

میلگرد تقویتی خاموت

نوع کارایی میلگرد تقویتی خاموت شبیه به نوع خرک است که به جای فونداسیون در ستون ها قرار گرفته می شود. برای ستون هایی که بسیار بلند و برای جلوگیری از کمانش آن ها از میلگردهای خاموت در قسمت های مختلف و در طول ستون استفاده می شود. دور تا دور میلگردهای ستون را می توان با استفاده از خاموت احاطه کرد تا از شکستن، کج شدن و باز شدن آن ها جلوگیری شود.

میلگرد تقویتی رکابی

در صورتی که دو انتهای میلگرد خاموت باز باشد به آن میلگرد رکابی می گویند. که از این میلگرد برای نگه داشتن میلگردهای عمودی و طولی دیوارهای برشی استفاده می شود.

نحوه محاسبه وزن میلگرد تقویتی

محاسبه وزن کلی تمام میلگردهای یک پروژه به عهده مهندس و طراح پروژه است که با استفاده از نرم افزارهای تخصصی محاسبه می شود. برای افزایش آگاهی به هنگام خرید، دانستن چگونگی محاسبه وزن میلگرد تقویتی اهمیت بسیار زیادی دارد. زیرا دانستن وزن با برآورد هزینه های کلی یک پروژه برابر است.

از فرمول زیر می‌توان برای محاسبه وزن میلگرد تقویتی استفاده کرد:

تعداد میلگردهای تقویتی مورد استفاده در کل پروژه ×وزن کلی یک میلگرد تقویتی × طول کلی یک میلگرد تقویتی

فرض کنید در یک پروژه تعداد کل میلگردهای به کار رفته **۱۰۰ عدد** باشد. طول هر یک از این میلگردها **۱۲ سانتی متر** و وزن آن‌ها **۲ کیلوگرم** می‌باشد. برای به دست آوردن وزن صد عدد میلگرد تقویتی می توان کلیه این اعداد را با هم ضرب کرد، که در نهایت به عدد **۲۴۰۰** می رسیم.

Flache cm2	G kg/m	W1 cm3	U2 cm2/m
۰/۷۸۵	۰/۶۱۷	۰/۰۹۸	۳۱۴
۱/۱۳	۰/۸۸۸	۰/۱۷۰	۳۷۷
۱/۳۳	۱/۰۴	۰/۲۱۶	۴۰۸
۱/۵۴	۱/۲۱	۰/۲۶۹	۴۴۰
۱/۷۷	۱/۳۹	۰/۳۳۱	۴۷۱
۲/۰۱	۱/۵۸	۰/۴۰۲	۵۰۳
۲/۵۴	۲/۰۰	۰/۵۷۳	۵۶۵
۲/۸۴	۲/۲۳	۰/۶۷۳	۵۹۷
۳/۱۴	۲/۴۷	۰/۷۸۵	۶۲۸

جدول اشتال میلگرد

پارامتر U2 سطح روکش است که هر چه این عدد کوچک تر باشد، روکش کم تری برای مقاومت در برابر آتش سوزی نیاز دارد.

پارامتر W گشتاور مقاوم است که برای تخمین مقاومت پروفیل در برابر تنش های برشی کاربرد دارد.

پارامتر G وزن هر متر از میلگرد است.

پارامتر d قطر یا سایز میلگرد است.

پارامتر flache سطح میلگرد در طول یک متر با واحد مترمربع است.

توجه !!!با استفاده از این فرمول و محاسبه وزن می توان جلوی سواستفاده برخی از فروشندگان را گرفت.

نقشه خوانی میلگرد تقویتی

همان طور که می‌دانید در یک ساختمان از انواع مختلفی میلگرد استفاده می شود، برای تشخیص اندازه میلگردها، بایستی با نماد آن ها آشنا شویم. هر یک از پارامترهای میلگرد با حرف انگلیسی مشخصی شناخته می شود:

A:بیانگر تعداد میلگردها است.

B:نشان دهنده قطر میلگردها می باشد.

C:فاصله بین دو میلگرد را نشان می دهد.

Q:این نماد نیز نشان‌دهنده قطر میلگرد می باشد.

فرمول نشان دهنده میلگرد در نقشه های اجرایی به شرح زیر است:

AØB@C

در صورتی که در ساختمان در کنار نمادهای فوق از کلمه add استفاده شود به منظور میلگردهای تقویتی و و اگر از این کلمه استفاده نشود به منظور میلگردهای اصلی سازه است.

جمع بندی

با مطالعه این مقاله دریافتیم که میلگرد تقویتی یکی از پرکاربردترین انوع میلگردها در صنعت ساختمان سازی به شمار می رود. لازم است بدانید میلگرد تقویتی از شمش فولادی نورد گرم تولید می شود که تا **۱۸۰ درجه** امکان خم کاری در آن وجود دارد، این موضوع یکی از ویژگی های منحصر به فرد میلگرد تقویتی به شمار می رود. متداول ترین انواع آرماتوربندی میلگردهای تقویتی عبارتند از: میلگرد تقویتی اتکا، میلگرد تقویتی سنجاقی، میلگرد تقویتی راستا، میلگرد تقویتی خرک، میلگرد تقویتی خاموت، میلگرد تقویتی رکابی.

استاندارد میلگرد در آرماتوربندی

همانطور که پیش از این به آن پرداخته شد میلگرد در استانداردهای مختلفی تولید و راهی بازار مي شود. میلگرد ساده در استاندارد A1 و میلگرد آجدار در استاندرهای A2 A3 و A4 تولید می شود. سطح استحکام و هندسه آج این استانداردها با یکدیگر متفاوت است. می توانید مقاله **تفاوت‌های میلگرد A2 و A3** را مطالعه کنید.

طبق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان جهت آرماتوربندی ستون ها تیرها و فوندانسیون سازه از میلگرد با استاندارد A3استفاده میشود. همچنین طبق این استاندارد جهت ایجاد پیوندهای عرضی و خاموت از میلگرد با استاندارد A2 باید استفاده شود. جهت آشنایی بیشتر با **خاموت چیست** به مقاله لینک شده به وبلاگ مراجعه نمایید.

خم و برش میلگرد جهت آرماتوربندی

خمکاری و برشکاری میلگرد جهت آرماتوربندی نیز باید طبق اصول مشخصی انجام شود. برشکاری در دو نوع و به کمک قیچی و سنگ فرز انجام می شود. میلگرد در قطر های معمول به راحتی با قیچی بریده میشود و برای برش میلگردهای قطور از سنگ فرز کمک گرفته مي شود. همچنین خمکاری میلگرد جهت ایجاد هندسه مناسب آرماتور بندی به کمک اهرم دستی و دستگاه خم زن استفاده می شود. همچنین این فرآیند ها باید روی میلگرد در دمای معمولی انجام شود و اعمال هوا برش جهت برش طبق مقررات ممنوع است. همچنین برشکاری و خمکاری میلگرد جهت آرماتور بندی در دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد ممنوع است. لازم به ذکر است آیرومارت ارائه دهنده خدمات خمکاری و برشکاری با ابعاد و شرایط مورد نظر شما با بالاترین کیفیت است.

اتصال میلگردها حین آرماتوربندی

گاهی حین آرماتوربندی به دلیل محدودیت طول میلگرد آجدار نیاز به وصله زدن آن ایجاد می شود. اتصال دهی میلگرد به روش های مختلفی انجام می شود از جمله:

- روش مکانیکی
- روش فورج
- روش تکیه گاهی
- روش اورلب

در روش مکانیکی میلگردها رزوه زنی می شوند و برای اتصال آن ها از کوپلر یا جفت کننده استفاده میشود و در آرماتوربندی قیمت های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. در روش فورج به کمک حرارت و فشار بالا دو میلگرد به یکدیگر جوش می خورند. این روش در آرماتور بندی کمتر مورد استفاده قرار میگیرد. روش تکیه گاهی نیز به کمک بست پیاده مي شود بست ها به وسیله پیچ و مهره باعث اتصال دو میلگرد می شوند. اما از این بین روش اورلب معمول ترین روش جهت رفع نیاز اتصال در آرماتوربندی است. در این روش دو میلگرد به اندازه مشخصی روی یکدیگر قرار می گیرند و به کمک سیم آرماتوربندی به یکدیگر متصل میشوند.

در برخی موارد این اتصال با جوشکاری نیز انجام مي شود. طبق مقررات ملی ساختمان طول اورلب دو میلگرد باید ۵۵ برابر قطر آن باشد. روش های مختلفی برای گره زدن سیم آرماتور حین آرماتور بندی وجود دارد که این موضوع باید طبق استاندارد آرماتور بندی صورت گیرد. جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص **انواع روش های وصله زنی میلگرد** به لینک مشخص شده مراجعه نمایید.

جلوگیری از خوردگی بتن

پس از اتمام آرماتوربندی میلگردها قالب بندی و توسط بتن پوشیده می شوند. در حالت معمول طبق استاندارد آرماتور بندی روی میلگردها حدود ۳/۵ سانتی متر بتن پوشیده میشود. در برخی مواقع پس از خشک شدن بتن آرمه امکان نفوذ رطوبت به درون آن وجود دارد. برخی موارد آرماتوربندی در شرایط جوی مستعد خوردگی انجام میشود. در صورت رسیدن رطوبت به محل اتصال میلگرد و بتن، میلگرد فولادی خورده مي شود. در صورت ایجاد خوردگی در سطح میلگرد واکنش های اکسیداسیون صورت می گیرد محصول این واکنش ها غالبا اکسید آهن است. به دلیل حجیم بودن اکسید آهن در مقایسه با خود آهن یک انبساط حجمی در فضای درون بتن آرمه رخ می دهد. این انبساط باعث ایجاد ترک می شود. با ایجاد ترک حجم رطوبت و هوای بیشتری به سطح میلگرد می رسد و خوردگی تشدید می شود.

به مرور بتن آرمه به طور کامل متلاش میشود و مقاومت آن به شدت کاهش می یابد. کاهش مقاومت بتن آرمه در ستون و تیرهای یک سازه می تواند خسارات جانی و مالی زیانباری را در پی داشته باشد. به همین دلایل در برخی موارد و شرایط جوی حساس از میلگرد پوششدار استفاده مي شود. از جمله انواع میلگرد مقاوم به خوردگی میلگرد گالوانیزه است که در برخی موارد خاص برای آرماتوربندی استفاده می شود.

نوع معمول تر میلگردهای پوشش دار میلگردهای با پوشش رزین اپوکسی هستند. این پوشش های آلی در جنس های پلی استر و وینیل استر نیز مورد استفاده قرار می گیرند. به دلیل ماهیت شیمیایی این مواد علاوه بر خاصیت مقاومت به خوردگی در آرماتور بندی باعث ایجاد چسبندگی بهتر میلگرد به بتن نیز میشود

مشخصات مکانیکی میلگردها

کاربرد عمده میلگردها در بتن‌ریزی و مسلح کردن بتن می‌باشد. همان‌طور که اشاره کردیم طبقه‌بندی رایج در سطح ایران با استاندارد روسی مطابقت دارد.

شماره یک – میلگردهای صاف(Ai)

این میلگردها صاف و بدون آج می‌باشد. این میلگردها برای آهنگری، تغییر شکل و همچنین عملیات جوشکاری مناسب

می‌باشد و به‌طور کلی به‌عنوان یک میلگرد داکتیل شناخته می‌شود. عوامل مختلفی قیمت میلگرد ساده را تحت‌شعاع قرار می‌دهد.

شماره دو – میلگرد سخت با آج ساده(A2)

نیمه‌خشک یا ترد و نیمه‌نرم می‌باشد. این نوع برای عملیات ساختمانی و خصوصا خاموت زنی مناسب می‌باشد. عملیات جوشکاری روی آن به سختی صورت می‌گیرد. توصیه می‌شود از عملیات جوشکاری روی آن پرهیز شود.

شماره سه – میلگرد سخت با آج‌های پیچیده(A3)

به‌عنوان میلگرد خشک معروف است. برای آهنگری و تغییر شکل‌های زیاد با زوایای تند مناسب نیست. به هیچ وجه عملیات جوشکاری روی آن مجاز نمی‌باشد.

شماره ۴ – میلگرد سخت با آج پیچیده(A4)

آج‌های دوکی شکل دارند. یک نوع از آن‌ها به آجدار مرکب معروف است. در طراحی و ساخت تمام انواع سازه‌های ساختمانی، بتن آرمه به جز دیوارهای برشی ویژه و قاب‌ها خمیشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شماره ۵ – شکل ظاهری میلگردهای A2 وA3

در طراحی‌های پی ساختمان از میلگردهای طولی A3 و در قسمت‌های عرضی از میلگردهای A2 استفاده می‌شود. روش شناسایی آن‌ها نوع آج آن‌ها می‌باشد. در A3 آج‌ها به‌صورت ضربدری می‌باشد و در A2 آج‌ها منفرد هستنند. در میلگرد A2 آج‌ها به‌صورت موازی می‌باشند ولی در A3 به صورت هفت و هشت هستند.

خواص مکانیکی میلگردها

حداکثر نیرویی که به میلگرد وارد می‌شود و آن را دچار تغییر شکل نمی‌کند تنش تسلیم گفته می‌شود.

اگر مقدار نیرو افزایش یابد، میلگرد به حالت اولیه برنمی‌گردد و برای همیشه تغییر شکل می‌دهد.

در همه طراحی‌ها ملاکی که برای انتخاب میلگرد در نظر می‌گیرند مقدار تنش تسلیم آن می‌باشد. تنش تسلیم یکی از خصوصیت‌های مهم برای میلگردهاست.

مقاومت کششی

بیش‌ترین نیروی کششی که جسم قبل از شکستن تحمل می‌کند، واحد آن پوند بر اینچ مربع است. این مقاومت را می‌توان با عملیاتی مثل آلیاژکاری سرد کاری یا عملیات حرارتی افزایش داد.

استحکام کششی، تاو کششی هم عبارات مشابه هم هستند. در آزمون‌های کشش و ازدیاد طول نسبی، میزان انعطاف‌پذیری و یا شکننده بودن میلگرد مشخص می‌شود.

انواع کاربرد

میلگردها به شکل‌های مختلفی در بتن مسلح استفاده می‌شوند. این شکل‌ها در نقشه‌های طراحان به‌طور دقیق رسم شده و اجرا می‌شوند.

میلگرد راست برای افزایش مقاومت کششی بتن استفاده می‌شود.

آرماتور بندی از مهم ترین و حساسترین قسمتهای اجرایی در ساختمانهای بتنی به شمار میرود ، در صورت عدم رعایت اصول و قوانین در اجرای آرماتور بندی و اسکلت ، ممکن است تحمل سازه در برابر نیروهای برشی ، کششی و فشاری ، کمتر از مقدار محاسبه شده باشد ، با توجه به این نکته که مقاومت کششی بتن تقریبا ۱۰% مقاومت فشاری آن است ، برای جبران این نقص در بتن از میلگرد استفاده می شود. نوع میلگردها و نحوه اجرای آنها توسط مهندس محاسب استخراج می شود و بصورت نقشه اجرایی در اختیار پیمانکار ساختمانی قرار می گیرد.

در نقشه های اجرایی نوع و سایز میلگردها و نوع چیدمان آنها مشخص میشود . بستن آرماتورها مطابق نقشه مستلزم دقت و تجربه پیمانکار یا آرماتور بند است.

در ادامه این مطلب از عمران و ساخت پیمانساز با مراحل اسکلت بتنی و اجزای مورد استفاده در ساخت اسکت بتنی آشنا خواهیم شد :

اجرای سازه های بتن آرمه : بررسی مراحل ساخت یک ساختمان اسکلت بتنی

همانطور که میدانیم برای شروع کار آرماتوربندی یک ساختمان بعد از اینکه پی سازی را انجام دادیم و بتن مگر ریخته شد کار آرماتوربند شروع میشود .

از مهمترین قسمتهای مختلف اسکلت بتنی می توان به قسمتهای زیر اشاره نمود :

- فونداسیون
- ستونها و تیرها
- سقف ها و دال ها

قبل از شروع عملیات آرماتوربندی فونداسیون ، باید بعد از اماده سازی داخل پی که ممکن است با بلوک های سیمانی یا با نایلون هایی که روی دو طرف پی بعد از خاکبرداری قرار میگیرد عملیات برشکاری و خم کاری برای خاموت ، خرک ، سنجاقک ، میلگرد راستا را شروع کنیم ، البته با توجه به نقشه فونداسیون که در مجموعه نقشه سازه ای ساختمان قرار دارد.

یکی دیگر از مواردی که باید قبل از شروع به آن توجه نمود این مورد است که محل قرار گرفتن ستون با میخ‌هایی که در آکس آن کوبیده شده ، قبلاً توسط نقشه بردار تعیین شده باشد یا توسط خود آرماتوربند (در کارهای کوچک) به همراه ناظر چک شود . بنابراین پس از تعیین محل قرار گیری ستون‌ها (میخکوبی)، نوبت به اجرای عملیات آرماتور بندی است.

قبل از برش باید سایز و اندازه خاموت را از روی نقشه درآورد ، عملیات خاموت زنی یا بصورت دستی و یا با دستگاه های خاموت زنی انجام میگیرد.

کارگاه آرماتور بندی باید در یک قسمت مشخص و یا قسمتی جدا از کار گاه اصلی قرار داشته باشد . معمولا در کارگاههای کوچک آرماتورها را با دست (آچار گوساله و خم زن های متصل به گیره) خم مینمایند ولی در کارگاههای بزرگ خم کردن آرماتور بوسیله ماشین انجام میشود مسئول کار گاه آرماتوربندی باید از روی نقشه تعداد و شکل هر آرماتور را تعیین نموده و به کار گران مربوط داده و خم کردن هر سری را دقیقا زیر نظر داشته باشد تا طول آرماتور ، محل خم کردن ، زاویه خم کردن و طول قلابها طبق نقشه انجام شود میل گردها باید از نوع ذکر شده در نقشه های اجرایی سازه باشد.

معمولی ترین نوع میلگرد مورد استفاده در ساختمانهای بتنی میلگرد آجدار از نوع A2 و A3 میباشد ، وزن یک شاخه میلگرد برابر است با حاصل ضرب طول شاخه در وزن مخصوص میلگرد (که برای کارخانه های مختلف متفاوت است) .

انـواع آرماتور (میلگرد) مورد استفاده در ساخت وساز : ۱- میلگرد ساده ۲- میگرد آجـدار ۳- میلگرد آجـدار پیچیده
انواع فولاد که در ایران برای میلگرد تولید می شود به ۳ گروه تقسیم می شود:

نام گروه	نوع میلگرد	مقاومت تسلیم	مقاومت کششی
فـولاد-A 1	صاف (بدون آج)	Kg/Cm3 ۲۴۰۰	Kg/Cm3 ۳۶۰۰
فـولاد-A 2	آجدار	۳۴۰۰ Kg/Cm3	۵۰۰۰ Kg/Cm3
فـولاد-A 3	آجدار	۴۰۰۰ Kg/Cm3	Kg/Cm3 ۶۰۰۰

در کارگاههای بزرگ باید حد روانی تاب کشش و ازدیاد طول نسبی گسیختگی و غیره میل گردها بوسیله آزمایشگاه تعیین و به اطلاع محاسب و مهندس کار گاه برسد ولی در کارگاههای کوچک که مصرف کل آرماتورهای آن از ۵۰ تن بیشتر نیست این کار لازم نمیباشد.

روش تشخیص میلگرد A3 از: A2

اولین نکته این که میلگرد A3 تردتر (شکننده) است . اما میلگرد A2 انعطاف پذیری بیشتری دارد ، یعنی خم شدنش با نرمی همراه است.
چنانچه آج میلگرد به شکل فنري باشد میلگرد از نوع A2 مي‌باشد.
در میلگرد های A3 آج ها به صورت ضربدری هستند اما در A2 به صورت منفرد هستند.
در میلگرد های A2آج ها بصورت موازی هستند ولی در میلگرد های A3 آج ها بصورت هفت و هشت هستند.
در واقع مطابق استاندارد آج این نوع میلگردها با هم متفاوت است ولی بدلیل سوء استفاده برخی تولید کنندگان از همین مطالب ، میلگردهایی در بازار عرضه می شود که مثلا از آج استاندارد A3 استفاده شده ولی مقاومت فیزیکی و شیمیایی آن با میلگرد A2 سازگار باشد. برای صحت و اطمینان مطابق آئین نامه باید با انجام آزمایشات نوع میلگرد را مشخص نمود.

خم کردن آرماتور :

آرماتورهای تا قطر ۱۲ میلیمتر را میتوان با دست خم کرد ولی آرماتورهای بزرگتر از ۱۲ میلیمتر بهتر است با دستگاه مکانیکی مجهز به فلکه خم شود. قطر فلکه خم متناسب با قطر آرماتور بوده و باید بوسیله مهندس محاسب و مهندس کار گاه تعیین شود
کلیه آرماتورهای ساده باید به قلاب ختم شود ولی آرماتورهای آجدار را میتوان به صورت گونیا خم نمود. سرعت خم کردن باید متناسب با درجه حرارت محیط باشد و باید با نظر مهندس کار گاه بطور تجربی تعیین شود. باید از خم کردن آرماتورها در درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتیگراد خودداری نمود حتی المقدور باید از باز کردن خم های آرماتورهای شکل داده شده و مصرف آن در محل دیگر خودداری کرد حتی در مواقع ضروری باید بازکردن خم ها با نظر مهندس ناظر صورت بگیرد.

در مواردي که خم کردن میلگردها به وسیله دست انجام مي‌گیرد، میزکار مناسبي براي خم کردن باید انتخاب نمود تا در هنگام خم کردن میلگرد را به شکل مطلوب نگاه دارد، تا میلگرد خم شده مسطح و صاف باشد . کاملا مشخص است که در خم کاري میلگردها با دست نمي‌توان به خوبي محدودیت قطر خم و سرعت خم‌کاري را رعایت نمود.
همچنین قطر خم درقسمتهاي مختلف یکسان نخواهد بود، بویژه وقتی که در هواي سرد خم کاري انجام مي‌شود و یا از میلگردهاي پر مقاومت و ترد یا قطر زیاد استفاده شود لازم است از دستگاه‌هاي خم کن مکانیکي برای رفع این اشکال استفاده کرد.

مونتاژ و بستن میلگردها به یکدیگر طبق نقشه سازه:

بعد از آماده سازی و برش و خم کاری میلگردهای فونداسیون حال نوبت سر هم کردن آنها در داخل پی است ، در ابتدا با توجه به نقشه سازه ، اولین نوع میلگرد از زیر فونداسیون تا روی سطح پی به ترتیب روی هم قرار گرفته و با رعایت فاصله به یکدیگر به وسیله سیم آرماتوربندی و انبر آرماتوربندی بسته خواهند شد .

بعد از مونتاژ میلگرد اصلی و خاموت ها ، نوبت به میلگردهای تقویتی میرسه ، که طبق نقشه باید در محل های مقرر شده جاگذاری شوند و همچنین ریشه های ستون ها هم باید اجرا گردد ، نکته بسیار مهم در جا گذاری ریشه های ستون ، اجرای شدن خاموت های آن داخل فونداسیون هست که نکته بسیار مهمی بشمار میرود ، خاموت های ریشه ستون در داخل فونداسیون حتما باید اجرا شود ، و یکی از گزین هایی که قبل از بتن ریزی توسط ناظر ساختمان چک میشود هم همین خاموت زیر ریشه ستون ها میباشد .

در تکنولوژی جدید امروزی انبرهای دستی کم کم جای خود را به انبرهای اتوماتیک داده اند به صورتی که با قرار دادن این انبر اتوماتیک در لبه میلگردهایی که میخواهند با سیم به یکدیگر اتصال پیداکنند عمل گره را با بالاترین کیفیت و به راحتی وسرعت بالا انجام میدهد .

نکات اجرایی در آرماتوربندی فونداسیون :
در عملیات اجرایی آرماتوربندی رعایت اصول آیین نامه ای همواره یکی از تاکیدات سازمان نظام مهندسی ساختمان میباشد .

- با توجه به اینکه طول هر شاخه میلگرد ۱۲ متر میباشد گاهی باید در طول های بیشتر از ۱۲ متر میلگردها را اورلب یا با وصله پوششی کرد ، باید دقت کنیم این وصله در نزدیکی ستون یا زیر ستون انجام نگیرد، طول اورلب ۴۰ تا ۵۰ برابر قطرمیلگرد در نظر گرفته می شود ولی بی شک طول دقیق تر می بایست از سوی مهندس محاسب و یا طراح اعلام گردد. وصله به چهار روش پوششی، جوشی، مکانیکی و اتکایی انجام می شود.

در صورتي كه محل وصله‌ها در نقشه‌هاي اجرايي و دستورالعمل‌هاي بعدي دستگاه نظارت منعكس نباشد رعايت نكات زير الزامي است :

۱. در قطعات تحت خمش، خمش توأم با فشار (نظير تيرها يا تير-ستونها) نبايد بيش از نصف ميلگردها در يك مقطع وصله شوند.
۲. در صورت وجود كشش يا كشش ناشي از خمش، حداكثر يك سوم ميلگردها در يك مقطع را مي‌توان به وسيله پوشش وصله نمود.
۳. وصله كردن ميلگردهاي تحتاني قطعات خمشي دروسط دهانه يا نزديك به آن و يا ميلگردهاي بالايي قطعه خمشي روي تكيه گاه يا نزديك آن مجاز نيست.
۴. به طور كلي هر وصله بايد به اندازه ۴۰ برابر قطر ميلگرد با وصله مجاور فاصله داشته و در يك مقطع قرار نگيرد.

- آرماتورها باید طوری به هم بسته شود تا در موقع بتن ریزی از جای خود تکان نخورد و جابجا نشود و فاصله آنها از یکدیگر باید طوری باشد که بزرگترین دانه بتن براحتی از بین آنها رد شده و در جای خود قرار گیرد.

استفاده از کاور بتنی مناسب یا همان اسپیسر بتن (SPACER) : دقت کنند در بعضی جاها مشاهده میشه برا کاور از آجر استفاده میکنند این کار کملا اشتباه میباشد ، برای کاور از لقمه بتنی یا اسپیسر های پلاستیکی مخصوص همین کار استفاده میشود . هدف از کاور فاصله گرفتن میلگردهاي تحتاني از سطح پي ميباشد .

کاور بتن چیست ؟ پوشش بتنی روی میلگردها یا به عبارتی کاور بتن برابر است با : حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی و عرضی، تا نزدیکترین سطح آزاد بتن.
مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان رعایت موارد زیر در خصوص کاور بتن ضروری است:
ضخامت پوششی بتنی میلگردها متناسب با شرایط محیطی و نوع قطعه مورد نظر نباید از مقادیر داده شده در جدول ذیل و موارد الف و ب کمتر باشد:
الف – قطر میلگردها
ب – چهار سوم بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه ها

- در روش معمول براي بستن ميلگردهاي اصلي به تنگها و خاموتها از مفتولهاي سيمي گالوانيزه به قطر ۱ تا ۱/۵ ميليمتر استفاده مي‌شود. استفاده از جوشكاري براي بستن ميلگردهاي متقاطع، به جز براي فولادهاي

جوش پذیر و با تأیید دستگاه نظارت مجاز نمي‌باشد. درصورت جوش نباید باعث کاهش سطح مقطع میلگرد و ایجاد زدگی در آن شود.

- قبل از جاگذاری میلگردها ،باید اطمینان حاصل شود که رویه آنها،از هر نوع عامل و اثر زیانبار ،از قبیل گل،روغن،قیر،دوغاب سیمان خشک شده،رنگ ، کندگیری کننده ها ،زنگ پوسته شده و برف و یخ عاری است.
- به فاصله خاموت‌ها در نقشه توجه شود ، معمولا این فاصله حدود ۲۰ سانتیمتر باشد.

رعایت اصول خم کاری و برش که در قسمت های بالا ذکر شد نیز باید مورد توجه قرار بگیرد

نکات مهم درباره آماتور بندی

- از آماتورهای زنگ زده یا آغشته به روغن نباید استفاده شود و در صورت وجود آلودگی باید ابتدا به پاکسازی آنها قبل از اجرا اقدام نمود.
- خاموت‌ها که آرماتورهای عرضی هستند وظیفه نگهداری آماتورهای طولی را دارند و جلوگیری از کمانش آرماتورهای طولی در هنگام فشار بسیار زیاد پس دقت شود که رعایت ضوابط خاموت گزاری کم اهمیت تر از آرماتور اصلی نیست.
- فاصله خاموت‌ها از یکدیگر باید حدود ۲۰ سانتیمتر باشد یا همان یک وجب با دست که به راحتی می‌توان اندازه گرفت.
خاموت‌ها باید به وسیله‌ی سیم آماتور بندی به آماتورهای طولی بسته شود. در واقع به وسیله سیم آماتور بندی به تمام آرماتورهای طولی مهار شوند.
تمام آرماتورها باید توسط قیچی مخصوص بریده شوند و نباید آرماتورها را توسط دستگاه هوا برش برید زیرا باعث می‌شود چند سانتی متر بریده شده با حرارت غیر قابل استفاده باشد.
- از خم کردن آماتور در دمای پایین‌تر از پنج درجه سانتیگراد خودداری شود. برای خم کردن دوباره و شکل دادن مجدد، باید تمام آرماتورها به صورت سرد و با دستگاه مکانیکی خم شوند.
- فاصله بین آرماتورها تا سطح قالب بندی باید حداقل ۲/۵ سانتیمتر باشد تا پوشش بتنی روی آرماتورها دارای ضخامت مناسبی باشد. این کار علاوه بر ایجاد پیوستگی بین بتن و آرماتور از زنگ زدگی و خوردگی آرماتورها را محافظت می‌کند.

خم کردن آرماتورها

- آرماتور در کارگاه کوچک با دست خم می‌شود و در کارگاه بزرگ توسط ماشین
- آرماتورها به صورت سرد باید خم شود.
- آرماتورها قبل از خم باید کاملاً صاف شده باشد.
- چکش کاری برای خم کردن مجاز نیست.

ضوابط در خم کردن آرماتور

- حداقل قطر فلکه خم کن متناسب با نوع فولاد است.
- سرعت خم کردن متناسب با نوع فولاد و دمای محیط انتخاب می‌شود. در مورد آرماتورهای سرد اصلاح شده، سرعت خم کردن با روش تجربی به دست می‌آید.
- در دمای کمتر از ۵- درجه سلسیوس خم کردن آرماتورها مجاز نیست.
- باز و بسته کردن خم‌ها به منظور شکل دادن مجدد، به هیچ وجه مجاز نیست.

وصله آرماتورها

- وصله‌های پوششی
- وصله‌های جوشی
- وصله‌های مکانیکی (کوپلر)
- وصله‌های اتکایی

وصله پوششی

- متداول‌ترین نوع اتصال در سازه‌های بتنی استفاده از وصله پوششی است، که در اکثر ساختمان‌های بتنی از آن استفاده می‌شود.
- محاسبه میزان طول پوششی مطابق آیین نامه بتن ایران عبارت است از ۳/۱ برابر طول گیرایی (مهاری) آرماتور مد نظر.

- در محل طول پوششی باید اطمینان از اتصال دو آرماتور در تمام طول آرماتور حاصل شود.

وصله‌های جوشی

به طوی کلی استفاده از جوش در اتصال دو آرماتور دارای شرایط ویژه‌ی است. روش‌های متداول برای وصله‌های جوشی عبارت است.

- اتصال جوشی نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی)
- اتصال جوشی ذوبی با الکترود (جوش با قوس الکتریکی)

وصله‌های مکانیکی

- کوپلرها قطعات اتصال دهنده مکانیکی آرماتورها هستند.
- این قطعات آرماتور را در راستای هم و بدون خروج از مرکزیت به یکدیگیر متصل می‌کنند و بسیار سبک‌تر از وصله‌ها هستند.

مزایای استفاده از اتصالات مکانیکی نسبت به اتصال اورلب

- کاهش تراکم آرماتور
- صرفه جویی در آرماتور مصرفی و کاهش هزینه‌های آماده سازی و نصب
- قابل استفاده در قطرها و شکل‌ها و طول‌های مختلف آرماتور
- استحکام کافی و تحمل نیروها به هنگام صدمه دیدن آرماتور
- یکپارچه عمل نمودن آرماتور در محل اتصال
- در امتداد هم قرار گرفتن محور آرماتورها در محل نصب
- امکان استفاده از تمام طول شاخه آرماتور و نداشتن ضایعات

وصله‌های اتکایی

در وصله‌های اتکایی ضوابط کلی زیر باید رعایت شود.

- باید دو آرماتور در امتداد عمود بر محور بریده شوند.
- استفاده از وصله‌های اتکایی، فقط برای آرماتورهای تحت فشار با قطر ۲۵ میلیمتر و بیشتر مجاز است.
- در وصله‌های اتکایی هر آرماتور باید به سطحی صاف منتهی شود که زاویه آن نسبت به صفحه عمود بر محور آرماتور از ۵/۱ (یک و نیم) درجه بیشتر نباشد.
- استفاده از وصله‌های اتکایی، فقط در اعضای دارای خاموت‌های بسته یا مارپیچ مجاز است.
- باید در انجام وصله‌های اتکایی در یک مقطع خودداری شود.

ضوابط در وصله کردن آرماتورها

- در قطعات تحت خمش و خمش توام با فشار، نباید بیش از نصف آرماتورها در یک مقطع وصله شود.
- در صورت وجود کشش یا کشش ناشی از خمش، حداکثر یک سوم آرماتورها در یک مقطع را می‌توان به وسیله پوشش وصله نمود.
- وصله کردن آرماتورهای تحتانی قطعات خم شی در وسط دهانه یا نزدیک به آن یا آرماتورهای بالایی قطعاه خمشی روی تکیه گاه یا نزدیک آن مجاز نیست.
- به طور کلی هر وصله باید ۴۰ برابر قطر آرماتور با وصله مجاور فاصله داشته و در یک مقطع قرار نگیرد.

آرماتور گذاری شالوده‌ها

- آرماتورها به صورت شبکه‌ای در کف شالوده قرار داده می‌شوند.
- برای ایجاد چسبندگی بیشتر و انتقال مناسب تر نیرو بین فولاد و بتن در کناره‌های فونداسیون آرماتورهای شبکه با خم ۹۰ درجه به طول معین شکل داده می‌شوند.
- با توجه به میزان بار و عمق فونداسیون، سیستم آرماتور گذاری در آنها می‌تواند به صورت شبکه‌های تحتانی یا ترکیبی از شبکه‌های تحتانی و فوقانی باشد.
- برای حفظ فاصله مناسب بین دو شبکه از خرک استفاده می‌شود.

انواع آرماتور استفاده شده در شناژ

- آرماتور عرضی
- آرماتور طولی

وظایف آرماتور طولی

- تقویت ستون در مقابل بارهای فشاری و خمشی

وظایف آرماتور عرضی

- نگه داشتن آرماتورهای طولی در جای خود
- جلوگیری از کمانه کردن آرماتورهای طولی در هنگام وارد شدن نیروهای فشاری
- تقویت ستون در جهت عرض و در مقابل بارهای جانبی

آرماتور عرضی را خاموت می‌گویند. بسته به نوع شکل هندسی ستون از خاموت‌های مختلفی استفاده می‌شود. برای ساخت شمع‌ها و ستون‌های استوانه‌ای یا دایره‌ای شکل از خاموت‌هایی دایره‌ای شکل به نام دورپیچ یا اسپیرال استفاده می‌کنند.

نحوه اجرای آرماتور بندی ستون

برای آرماتور بندی ستون مراحل زیر انجام می‌شود.

- خم زدن ریشه ستون
- انتقال خاموت‌ها از محل ساخت خاموت به محل ستون
- جا گذاشتن خاموت‌ها در داخل ریشه ستون
- انتقال آرماتورهای طولی ستون از محل آماده شدن به محل ستون
- مشخص کردن محل قرار گیری خاموت‌ها بر روی آرماتور طولی با استفاده از گچ
- بستن آرماتورهای طولی ستون با آرماتور ریشه هم قطر به وسیله سیم
- انتقال خاموت‌ها به محل نشانه گذاری شده با گچ و بستن آنها به آرماتور
- دیلم زدن

حداقل پوشش محافظ بتنی روی آرماتور

پوشش بتنی آرماتورها عبارت است از حداقل فاصله رویه آرماتور اعم از طولی و عرضی تا نزدیک ترین سطح بتن. نظر به اهمیت این پوشش در حفظ و نگهداری آرماتورها و نهایتاً عمر مفید سازه بتنی، پیمانکار باید نهایت دقت را در نصب آرماتور و نیز ریختن و متراکم نمودن بتن به عمل آورد تا باعث جابجایی و تغییر محل آرماتورها نشود. در صورت عدم وجود حداقل پوشش بتنی در نقشه‌های اجرایی و دستوالعمل‌ها، رعایت مندرجات این قسمت الزامی است.

ضوابط پوشش بتن

- ضخامت و پوشش بتنی، نباید از قطر آرماتورهای مصرفی کمتر اختیار شود.
- ضخامت پوشش، هیچ گاه نباید از حداکثر قطر شن مصرفی (برای شن تا قطر ۳۲ میلیمتر) کمتر اختیار شود.
- در مورد انتهای آرماتورهای مستقیم در قطعات کف و سقف که در معرض تعرق قرار نمی‌گیرند، به شرط موافقت دستگاه نظارت رعایت ضخامت پوشش الزامی نیست.

نکات اجرایی

- برای ساختن سازه‌های بتن مسلح باید آرماتورها طبق نقشه تهیه و نصب شوند.
- آرماتورها معمولاً به صورت شاخه‌های ۱۲ متری به کارگاه حمل می‌شوند.
- آرماتورگذاری فونداسیون معمولاً با یک یا دو شبکه (مش،حصیر) اجرا می‌شوند. بنابراین پس از تعیین محل قرار گیری ستون‌ها (میخکوبی)، نوبت به اجرای آرماتور بندی است.
- محل قرار گرفتن ستون با میخهایی که در آکس آن کوبیده شده، قبلاً توسط نقشه بردار تعیین شده باشد.

نکات جایگذاری آرماتور

الف- کلیات : آرماتور باید به دقت در محل های تعیین شده در نقشه ها جایگذاری شده و به طریقی درجا تثبیت گردد که در هنگام بتن ریزی تغییر مکان ندهد. آرماتور نصب شده باید عاری از هرگونه آلودگی، زنگ زدگی، پوسته، رنگ، روغن و یا هرگونه ماده خارجی دیگر باشد.

ب- آرماتوربندی: آرماتور باید در کلیه تقاطع ها به یکدیگر بسته شوند به جز در مواردی که فاصله آرماتور ها از ۳۰ سانتی متر کمتر است که در این موارد می توان به صورت یک در میان آن ها را بست.

ج- تکیه گاه و فاصله نگهدار: برای ثابت نگه داشتن فاصله بین آرماتور با قالب و یا سطوح زیرین باید بسته به موقعیت کاری از بست، بلوک، آویز و یا وسایل مناسب دیگری استفاده شود. بلوک مورد استفاده برای منظورهای بالا و یا جدا نگه داشتن آرماتورها از یکدیگر باید از نوع سیمانی بوده و دارای شکل و ابعاد و استحکام لازم باشد. تکیه گاه های فلزی که با سطح خارجی بتن مماس می باشند باید از نوع ضد زنگ باشند.

د- فاصله بین آرماتورها: به استثنا داخل ستون ها فاصله خالی بین میلگردها در بتن حداقل نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کمتر باشد.

ه- پوشش روی آرماتور: به طور کلی و به جز در موارد استثنایی که دستور دیگری داده شده باشد پوشش بتنی روی آرماتور که عبارت از فاصله بین سطح بتن تا سطح خارجی نزدیک ترین آرماتور است با در نظر گرفتن موارد استثنایی زیر نباید کمتر از قطر آرماتور باشد لیکن در مواردی که قطر آرماتور از ۵ سانتی متر کوچک تر است این حداقل فاصله ۵ سانتی متر خواهد بود.

– 1در مورد فوندانسیون و سایر عضوهای اصلی که بتن در مجاورت زمین ریخته می شود حداقل این فاصله ۷/۵ سانتی متر می باشد.

آرماتور مشبک و یا بافته شده: در مواردی که به کار بردن آرماتور شبکه ای و یا بافته شده لازم باشد این نوع آرماتور باید دارای اندازه وزن و از نوع مشخص و مورد تصویب مهندس ناظر باشد. لبه و انتهای آرماتورها باید به عرض یک شبکه و لااقل ۱۰ سانتی متر روی هم قرار داده شده و در فواصل حداقل ۶۰ سانتی متر به یکدیگر بسته شود.

مراحل اتصال آرماتور

آمارتور باید تا حدود ممکن یکپارچه و به طول نشان داده شده در نقشه ها باشد. به کار بردن قطعات بریده شده در محل هایی که در نقشه نشان داده نشده است باید با تصویب مهندس ناظر باشد. در محل هایی که آرماتورها در یک امتداد قرار گیرند ولی به یکدیگر جوش داده نشده باشند باید به طولی برابر با حداقل ۴۰ برابر قطر آرماتور برای آرماتورهای ساده و ۳۰ برابر قطر آن برای آرماتورهای جدار روی هم قرار گیرند. هرگونه تغییری در طول های مشخص شده در بالا یا نشان داده شده در روی نقشه ها باید با تصویب مهندس ناظر باشد.

جوش دادن آرماتور

اتصال آرماتور به وسیله جوشکاری فقط در مواردی مجاز است که موافقت مهندس ناظر کسب شده و همچنین اطمینان حاصل شود که هیچ گونه نقصانی در مرغوبیت و یا استحکام بتن حاصل نخواهد شد. به هر حال باید در جوشکاری آرماتورها مقررات مربوط رعایت گردد.

نکات اجرایی قالب بندی بتن

به طور کلی کلیه انواع بتن باید قالب بندی شود. بتن فونداسیون را به استثنا فونداسیون دیوارها می توان بدون قالب بندی در مجاورت محل پی ریخت مشروط بر اینکه جنس خاک داخل پی مناسب بوده و اجازه قبلی از مهندس ناظر کسب شده باشد.

- طرح و ساخت قالب

شکل و ابعاد قالب: قالب بندی باید مطابق شکل و ابعاد قسمت های بتنی مربوطه و با در نظر گرفتن ابعاد و مشخصات نقشه های کارهای بتنی ساخته شود.

بار و فشار وارده بر قالب: قالب بتن باید محکم و استوار باشد و بتواند کلیه بارها و فشارهای وارده را به هر گونه و تحت کلیه شرایط بتن ریزی، مرتعش نمودن، حرارت، اندازه و شکل قالب و سایر شرایط موجود تحمل نموده بدون اینکه افت و یا حرکت و یا نشست غیر مجازی در آن پدید آید.

- سطح قالب

سطح قالب باید دارای مشخصاتی باشد که سطح تمام شده بتن حاصله مطابق مشخصات و مورد قبول بوده و عاری از هرگونه ناهمواری و ناصافی باشد.

درز قالب: درز قالب بندی باید کاملا چسبیده باشد به طوری که شیره بتن از آن خارج نگردد.

- بست قالب

بست ها و میله مهارهای داخل قالب بندی باید به شکلی ساخته شود که بتوان پس از ریختن بتن آن را به آسانی و بدون رسانیدن آسیب به بتن و به عمق حداقل ۵ سانتی متر خارج نمود. بست و یا مهار سیمی را فقط در مواردی می توان مورد استفاده قرار داد که سیم مصرفی در اثر فشار مرتجع نگردیده و یا به داخل چوب نفوذ ننماید که در اثر آن سطح قالب ناهموار گردد. در صورتی که به کار بردن مهار سیمی مجاز باشد انتهای این سیم ها باید پس از برداشتن قالب تا عمق حداقل ۱ سانتی متر بریده و خارج گردد. کلیه وسایل و بست های فلزی به کار رفته در بستن قالب باید به طریقی باشد که فرو رفتگی حاصل از به کار بردن آن در سطح بتن حداقل ممکن باشد.

- دریچه های بازدید

در قالب های عمیق و باریک که غیر قابل دسترسی می باشند باید دریچه هایی در قسمت های زیرین و محل های لازم دیگر آن ساخته شود. به طوری که نظافت داخل قالب و بازدید آن قبل از بتن ریزی میسر گردد. این دریچه ها باید قبل از شروع بتن ریزی به دقت و به طور ثابت بسته شود.

- گوشه ها و لبه ها

در کلیه لبه ها و گوشه ها و برآمدگی های بتن قالب باید پخ گردد تا برداشتن قالب آسان و بدون آسیب باشد.
قطعات جایگزین شده در بتن: انجام کارهای قالب بندی باید با در نظر گرفتن قطعاتی که در داخل قرار می گیرند و یا مهار می شوند صورت گیرد. به طوری که شکافتن بتن ریخته شده برای جایگزین نمودن این قطعات لازم نباشد. کلیه این قطعات باید قبل از شروع بتن ریزی در محل تثبیت شده و پس از بازدید به تصویب مهندس ناظر رسیده باشد. قبل از شروع بتن ریزی باید کارهای رشته های دیگر ساختمانی و تاسیساتی مورد بررسی قرار گرفته و اطمینان حاصل شود که کلیه قطعات در محل های مناسب قرار گرفته اند.

- روغن کاری و خیساندن قالب

قبل از جایگذاری قالب و ریختن بتن کلیه سطوح قالب باید با استفاده از روغن مناسب و یا محلول های بدون چسب مورد قبول خیسانده شود. سطوح قالب های فلزی را باید فقط با روغن پوشانید.
روغن و یا محلول خیساندن قالب نباید در هیچ موردی با آرماتور یا بتن مجاور تماس حاصل نماید. هرگاه اشتباها و یا تصادفا مواد روغنی روی آرماتور بریزد قسمت آغشته شده باید با استفاده از محلول های بدون چسب نظارت گردد.
قالب باید به اندازه کافی مرطوب باشد که هیچ گونه جمع شدگی در آن حاصل نشود.

- برداشتن قالب

قالب و تکیه گاه آن نباید بدون اجازه مهندس ناظر برداشته شود. برداشتن شمع و تکیه گاه قالب باید به طریقی صورت گیرد که بتن به طور یکنواخت و با سرعت مناسب بار مرده خود را تحمل نماید.
در مواردی که در ترمیم و یا نماسازی سطوح باید تعجیل شود قالب را می توان در اولین فرصت برداشت. مشروط اینکه بتن به اندازه کافی محکم شده باشد که برداشت قالب به آن آسیبی نرساند.
قالب فوقانی سطوح بتنی مایل باید به محض اینکه بتن به اندازه کافی محکم گردد که ناهمواری ایجاد نشود برداشته شود. هرگونه ترمیم و یا نماسازی در این گونه کارهای بتنی باید بلافاصله انجام شده و بتن به طور مناسب عمل آورده شود.

رماتوربندی باعث می‌شود تا بتن استحکام کششی بالاتری داشته باشد و در نتیجه مقاومت آن را در برابر تنش های محیطی بالا میبرد.
آرماتوربندی از حساس ترین و با دقت ترین قسمت های ساختمانی بتنی است. بدین لحاظ در اجرای آرماتور بندی ساختمان های بتنی باید نهایت دقت و حوصله را داشته باشید.
آرماتوربندی کاری تخصصی بوده و دقت و نظارت جدی بر آن الزامی می باشد. زیرا در برخی شرایط تمام مقاومت فونداسیون را آرماتورها تامین می‌کنند.
نحوه اجرای آرماتور بندی در بخش‌های مختلف متفاوت است و استحکام کششی متفاوتی را بالطبع ایجاد میکند.
بتن مسلح ترکیبی خاص از بتن و میلگرد می باشد که میلگردهای آن به شکل های خاص کنار هم چیده شده اند و به صورت همزمان باعث افزایش مقاومت فشاری بتن و استحکام کششی فولاد می شود.
آرماتوربندی باعث می شود که این اتصال بین بتن و میلگرد به شکل ایده‌آل صورت گیرد و این اجزا با جزئیات بیشتری به هم وصل شوند و مقاومت سازه بتنی را بالا ببرند.

آرماتور بندی چیست؟

فرایندی است که در آن میلگردها و سایر محصولات فولادی با ترتیب خاص کنار هم چیده می‌شوند و به کمک جوشکاری سرد یا بست فلزی به هم وصل می شود.
اتوربندی یکی از اصلی ترین شیوه ها برای ایجاد ساختمان‌های مدرن است که باعث می‌شود ساختمان از لحاظ مهندسی مقبولیت داشته باشد.
در واقع ترکیب آرماتور و بتون باعث ایجاد یک نوع سنگ مصنوعی می‌شود که از لحاظ مختلف مناسب می باشد.
بتن ماده ای خمیری است که به هر شکلی در می آید اما آرماتور به بدن کمک می‌کند تا به شکل دلخواه مهندسین سفت شود و استحکام لازم را بگیرد.
آرماتوربندی گاه به شکل قرار گرفتن چندین میلگرد ساده و راست بر روی یکدیگر می باشد که در سقف معمولاً انجام می‌گیرد.

و گاه به صورت میله‌های در هم تنیده و خمیده که در ستونها و فونداسیون استفاده می‌شود می‌باشد.
آرماتور بندی باید مطابق با اصول مهندسی صورت گیرد.
قطر میلگردها ابعاد چشمه ها و تعداد شبکه های آرماتور با توجه به نوع کاربری و میزان بارگذاری توسط مهندسین محاسب، محاسبه شده و به مجری اعلام می گردد.

مزایای آرماتور بندی در اجرای سازه های بتنی

- بتن دارای آرماتور از قدرت فشرده سازی و تراکم سازی بیشتری نسبت به سایر مصالح ساختمانی برخوردار است
- با توجه به نوع آرماتور بندی صورت گرفته بتن آرمه ممکن است افزایش چشمگیری در استحکام کششی تجربه کند
- در حضور آرماتور مقاومت سازه های بتنی در برابر آب و آتش قابل توجه خواهد بود
- سیستم ساختمانی دارای آرماتور نسبت به سیستم سایر ساختمانها پایدارتر است
- به کمک آرماتوربندی می‌توان بتن را به شکل های مختلف و متنوع شکل دهی کرد
- هزینه نگهداری بتن دارای آرماتور بسیار کم است
- آرماتوربندی مانع انحراف ساختمان از حالت اولیه می شود
- در مقایسه با سازه های فلزی سازه های بتنی نیاز کمتری به مهارت دارند

نکات مهم درباره آرماتور بندی

- از آرماتورهای زنگ زده یا آغشته به روغن نباید استفاده شود. در صورت وجود آلودگی باید ابتدا به پاکسازی آنها قبل از اجرا اقدام شود
- خاموت ها (آرماتورهای عرضی) وظیفه نگهداری آرماتورهای طولی را دارند که باعث جلوگیری از کمانش آرماتورهای طولی در هنگام فشار بسیار زیاد است. پس دقت شود رعایت ضوابط خاموت گذاری کم اهمیت‌تر از آرماتور اصلی نیست.
- فاصله خاموتها از یکدیگر باید حدود ۲۰ سانتی متر باشد.
- خاموت ها باید به وسیله سیم آرماتوربندی به آرماتورهای طولی بسته شوند.
- تمامی آرماتور ها باید توسط قیچی مخصوص بریده شوند و نباید آرماتورها را توسط دستگاه هوا برش داد.
- از خم کردن آرماتور در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد خودداری کنید.
- فاصله آرماتورها تا سطح قالب بندی باید حداقل ۵/۲ سانتی متر باشد تا پوشش بتنی روی آرماتورها دارای ضخامت مناسب باشد. این کار علاوه بر ایجاد پیوستگی بین بتن و آرماتور از زنگ زدگی و خوردگی آرماتورها محافظت می کند

مراحل آرماتوربندی

-1طراحی ساختمان و مشخص کردن اجزای آن

قبل از شروع ساخت و ساز و تهیه مصالح یک ساختمان باید نقشه کلی آن طراحی شود و قسمت های مورد نیاز آن رسم و مشخص شود.

-2خرید میلگرد

برای پروژه های ساده و کوچک مانند ساختمان های معمولی می توانید از میلگردهای فولادی آجدار برای آرماتور استفاده کنید.
برای ساختمان های پیچیده مانند مجتمع های مسکونی بزرگ یا مجتمع فروشگاهی بزرگ و یا مخازن و... باید یک فرم مخصوص برای خرید انواع میلگرد تهیه کنید و با توجه به نیاز ساختمان و نحوه آرماتور بندی آنها را خریداری کنید.

-3با طراح و نقشه کش آرماتور بندی ساختمان مشورت کنید

بعد از این که میلگرد ها را با توجه به سفارش طراح ساختمان تهیه کردید میتوانید در مورد آرماتور بندی با مهندس ناظر خود مشورت کنید.
در واقع این مهندس اندازه و نوع میلگرد ها را بررسی می کند و آنها را با جزئیات کامل با نقشه ساختمان مقایسه می کند.
برای پروژه های پیچیده معمولا مهندس طراح به صورت کامل در محل کار حضور دارد و کیفیت آرماتوربندی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

اما برای ساختمانهای کوچک و ساده تر فاصله میلگرد ها و تغییر شکل آنها اهمیت چندانی ندارد و نیازی به حضور مداوم مهندس ناظر نیست.

-4یک روش مناسب برای آرماتور بندی انتخاب کنید

روش های مختلفی برای خم کردن میلگرد و ایجاد آرماتور وجود دارد که هر کدام از آنها برای یک نوع خاص از سازه های بتنی مناسب است.

برخی روش منظم برخی روش کراواتی و برخی روش گره زدن را می پسندند.

برای آرماتور بندی نمی توان از جوشکاری استفاده کرد.

زیرا جوشکاری فاقد انعطاف بوده و در صورت اعمال فشار می‌شکند و استحکام کششی را کاهش می دهند.

به طور کلی برای بستن میلگردها به کمک سیم مفتول دو روش وجود دارد: الف) روش ضربدری. ب) روش بستن از کنار.

در روش ضربدری دو میلگرد آرماتور بر روی یکدیگر قرار می گیرند و سیم مفتول به حالت ضربدری از زیر و روی آنها عبور می کند.

در روش بستن از کنار بعد از قرار گرفتن میلگرد ها بر روی هم سیم مفتول از زیر میلگرد پایینی عبور داده می‌شود و از کنار میلگرد بالایی عبور می کند و انتهای آن ها به هم بسته می شود.

این شیوه به نام کراواتی نیز معروف می‌باشد که بیشتر در فونداسیون و سقف استفاده می شود.

-5در مورد نحوه قرارگیری آرماتور و میلگرد ها تصمیم‌گیری کنید

نحوه قرارگیری آرماتور در سازه های بتنی نقش بسیار مهمی در رسیدن بتن به نقاط مختلف دارد.

برای ستون های بزرگ که در آنها از میلگرد های بزرگ استفاده می شود فضای بیشتری در اختیار آرماتور و قالب آن قرار دهید و تلاش کنید بهتون به تمام نقاط آرماتور برسد.

-6آرماتوربندی را دوباره چک کنید.

یکی از مراحل که مهندسین همیشه در مورد آن توصیه می کنند بررسی چندباره آرماتور قبل از بتن ریزی است.

معمولا آرماتور حین جابه‌جایی یا سایر فعالیت های ساخت و ساز مشکل دار می شود یا ممکن است سیم و مفتول آنها پاره شودو....

بنابراین هنگام بررسی نهایی آرماتور بر روی آن قدم بزنید و با پا به میلگرد ها ضربه بزنید.

اگر میلگردی شل شده باشد یا مفتول آن باز شده باشد باید مجددا توسط سیم مفتول آن را ببندید.

-7قالب گذاری و بتن ریزی

آخرین مرحله آرماتور بندی یک ساختمان شامل گذاشتن قالب در اطراف آن و بتن ریزی آن است.

برای مطالعه و آگاهی بیشتر از مراحل ساخت کف به روش بتن سخت می توانیدبه " کف سازی به روش بتن سخت " مراجعه کنید.

در قالب گذاری سعی کنید که از قالب های فلزی بیشتر استفاده کنید که مانع خروج آب سیمان از بتن شود.

این قالب ها شکل های مختلفی دارند و می توانند انواع ستونهای استوانه ای را ایجاد کنند.

- توانایی خواندن نقشه‌های اجرایی اسکلت‌های آرماتوری و جزئیات آن
- آشنایی با سیستم متریک
- آشنایی با اصول اندازه‌گیری و خواندن اندازه‌های مشخص شده بر روی نقشه
- آشنایی با نقشه‌های معماری
- آشنایی با نقشه‌های آرماتوربندی
- آشنایی با انواع نقشه‌های ساختمانی و جزئیات آن‌ها
- آشنایی با علائم اختصاری انواع میلگرد و آهن آلات در نقشه‌های اجرایی
- شناسایی اصول خواندن علامت‌های اختصاری انواع میلگرد و پروفیل و قطعات پیش ساخته بتنی

- توانایی بارگیری و بار اندازی
- آشنایی با انواع آرماتور، اندازه، آجدار و یا صاف بودن آن، نوع استاندارد آن‌ها و کاربردهای آن‌ها
- آشنایی با ابزار و کاربردهای آن‌ها
- یکی دیگر از موارد مهمی که در شغل آرماتوربندی باید با آن آشنایی داشته باشید، آشنایی با بارگیری و بار اندازی میلگردها می‌باشد
- آشنایی با اصول تفکیک و حمل انواع آرماتورها
- شناسایی اصول انبار کردن آرماتور و دسته‌بندی آن‌ها در محل کار
- توانایی تشخیص عوامل موثر محیط کار
- آشنایی با عوامل موثر شیمیایی محیط کار
- توانایی اندازه‌گیری، برش و خم کردن میلگردها طبق ضوابط ملی
- توانایی پیشگیری از حوادث و رعایت کردن نکات ایمنی و حفاظتی
- آشنایی با موارد بهداشتی که در هنگام انجام آرماتوربندی باید رعایت شود
- توانایی مونتاژ صفحات اتصال و تشخیص محل صفحات اتصال و نصب تمامی آن‌ها طبق نقشه ساختمان
- توانایی آرماتوربندی ژنرال
- آشنایی با موارد بیولوژیکی محیط کار

- نقشه‌های اجرایی با جزئیات
- جدول پروفیل‌های ساختمانی
- نوشت افزار
- خط کش برای اندازه‌گیری میلگردها
- انواع شابلون
- پروفیل
- تولین
- انواع میلگرد
- جرثقیل دستی
- جرثقیل ماشینی
- وسایل ایمنی و حفاظتی ارتقا شغل
- دیلم

انواع میلگرد برای آرماتور بندی

آرماتور یامیلگرددر موارد متعدد دارای مقاومت های مختلفی هستند و هرکدام به منظور خاصی مورد استفاده قرار میگیرند که عبارتند از:

- فولادA ۱ : فولادی صاف و بدون آج و نرم است.
- فولادA ۲ : فولادی آجدار و نیمه سخت است.
- فولادA ۳ : فولادی دارای آج های پیچیده و سخت است.

انواع کاربرد آرماتور (میلگرد) در بتن

آرماتورها به شکلهای مختلف در اعضای بتنی مورد استفاده قرار می گیرند که معمولاً در نقشه های سازه ای ، بطور دقیق تریسم می گردند.کاربردهای مختلف آنها را در زیر ذکر می کنیم:

- میلگرد راستا: برای افزایش مقاومت کششی بتن
- خاموت: برای جلوگیری از بیرون زدگی آرماتورهای طولی و جلوگیری از گسترش ترک.
- سنجاقی: برای تقویت مقاومت برشی خاموتها و اتصال کامل بین میل گردهای طولی و خاموت
- خرک: برای قرار دادن دو شبکه ی متوالی افقی با فاصله ی معین در داخل قالب (در بتن ریزی های کف و فونداسیون)
- رکابی: برای در امتداد نگه داشتن آرماتورهای طولی یا عمودی در بتن ریزی دیوارها و دالها)به شکل حرف (u یا بین دو سفره آرماتور (شبکه مش‌بندی)
- ادکا: برای تحمل لنگرهای منفی در تکیه گاه های تیر و برای تحمل نیروهای برشی

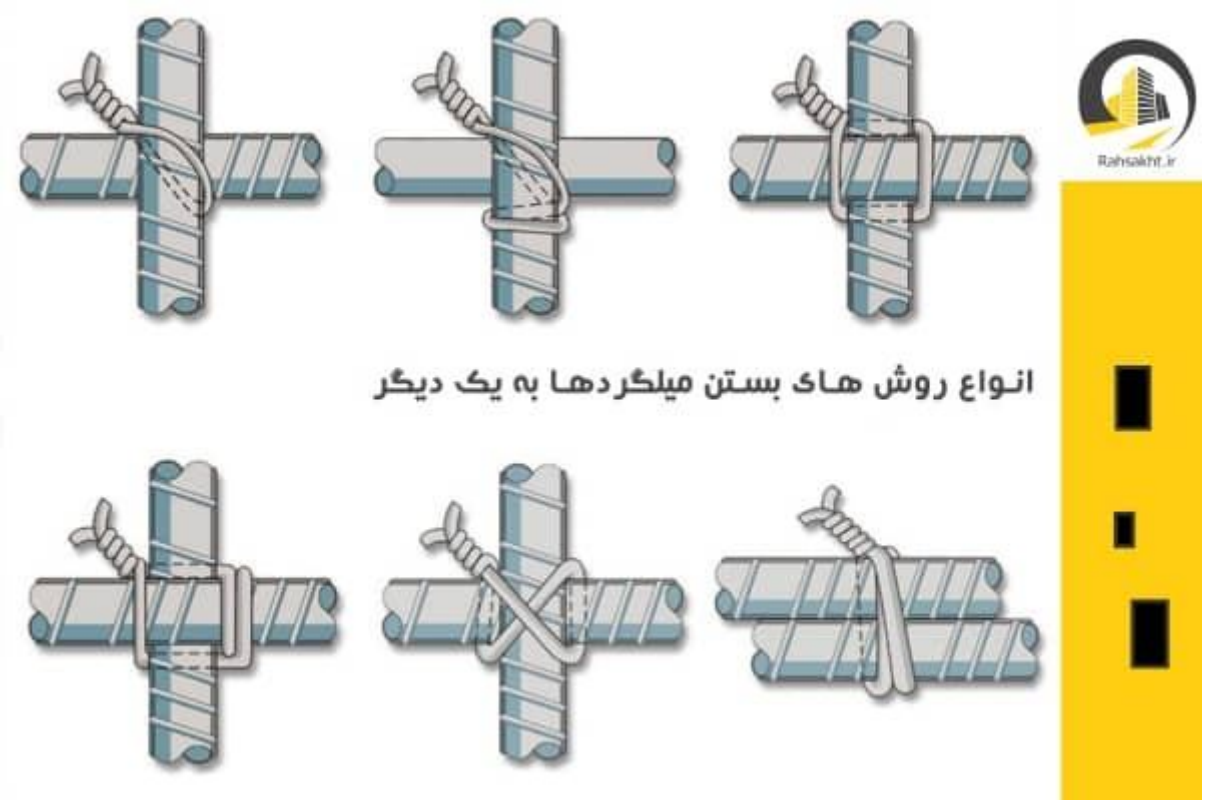
مزایای آرماتور بندی در سازه های بتنی

۱. بتن دارای آرماتور از قدرت فشرده و تراکم سازی بیشتری نسبت به سایر مصالح ساختمانی برخوردار است
۲. با توجه به نوع آرماتور بندی صورت گرفته بتن آرمه ممکن است افزایش چشمگیری در استحکام کششی داشته باشد.
۳. با آرماتوربندی مقاومت سازه در برابر آب و آتش بسیار بالا می رود.
۴. پایداری سازه هایی که در آن از آرماتوربندی استفاده شده نسبت به بقیه سازه ها بیشتر است.
۵. شکل دهی بتن به کمک آرماتوربندی
۶. هزینه نگهداری بتن دارای آرماتور بسیار کم است
۷. جلوگیری از انحراف ساختمان از حالت اولیه
۸. در مقایسه با سازه های فلزی سازه های بتنی نیاز کمتری به مهارت دارند

معایب آرماتوربندی در سازه بتنی

۱. استحکام کششی بتن‌آرمه حدود یک دهم استحکام فشاری آن است.
۲. استحکام نهایی سازه فقط به بتن‌آرمه بستگی ندارد و مواد سازنده، تولید بتن و خرد کردن دانه شن در آن اهمیت دارد.
۳. هزینه‌های شکل‌دهی بتن دارای آرماتور نسبتاً بالاست.
۴. انقباض در بتن باعث ترک و کاهش قدرت بتن‌آرمه می‌شود.

وش های بستن مفتول آرماتور بندی به میلگرد و میلگردها بهم



۱. **روش ضربدری**

دراین روش، دو میلگرد آرماتو روی یکدیگر قرار داده شده و مفتول آرماتوربندی به شکل ضربدری از آن ها عبور میکند. این روش خود به فرمت های مختلفی انجام میشود که در شکل مشاهده میکنید.

۲. **روش بستن از کنار**

در این روش بعد از قرار گرفتن میلگرد ها روی یکدیگر، سیم مفتول از زیر میلگرد پایینی رد شده و از کنار میلگرد بالایی عبور داده میشود. انتهای آن ها به هم بسته شده و به آن روش کرواتی نیز گفته میشود. این روش نیز خود فرمت های مختلفی دارد.

آیا می دانستید روشی به نام آرماتوربندی اتوماتیک وجود دارد؟

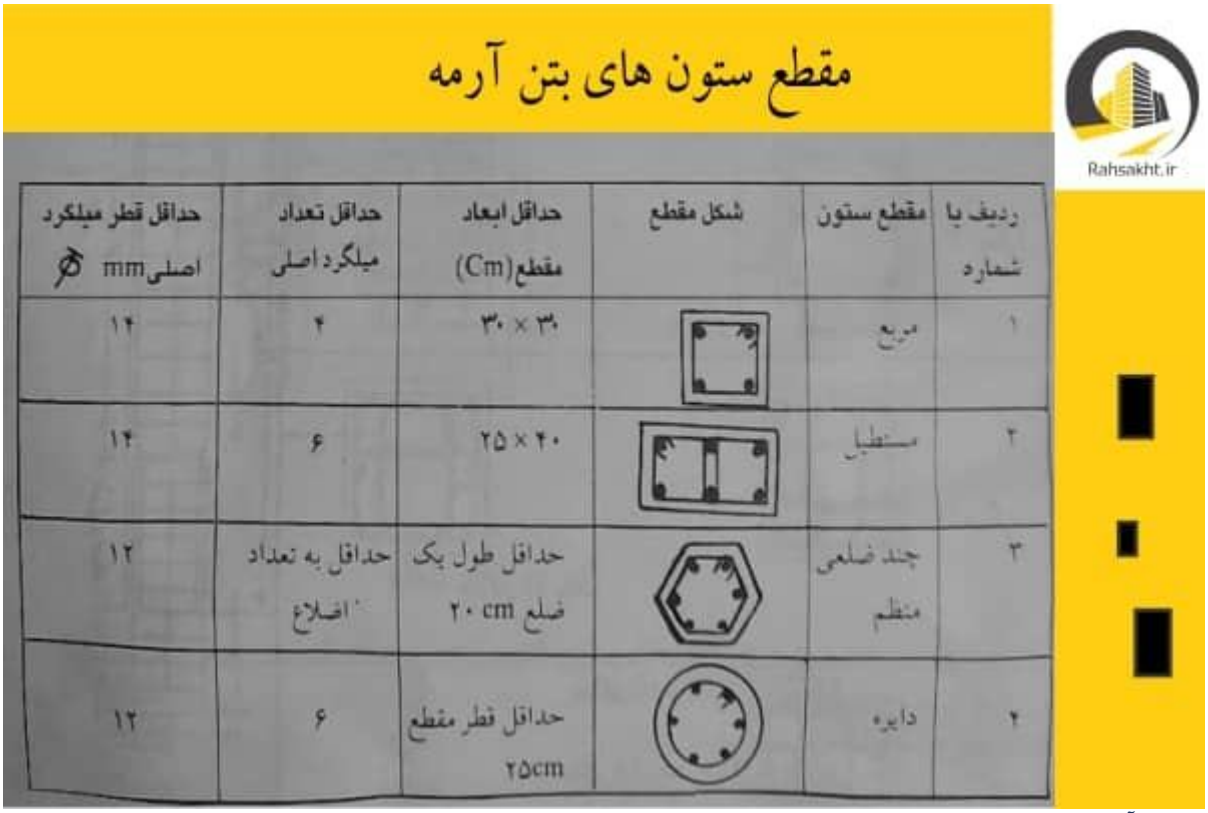
قطر مناسب میلگرد در آرماتوربندی

قطر آرماتور طولی بین ۱۰ تا ۱۵ میلی متر بوده و قطر آرماتور عرضی حدودا بین ۶ تا ۱۲ میلی متر است.

نکات مهم در ستون ها

در عملیات آرماتوربندی باید به نکات زیر توجه کرد:

- شیوه قرار گرفتن محصولات کنار یکدیگر
- ترازبندی
- اندازه
- فواصل از بالا و پایین
- پوشش
- تعداد
- و...



اصول آرماتور بندی

آرماتورطولی به شکل طولی و افقی در دو ردیف بالا و پایین فونداسیون اجرا میشود ولی در این بخش یک سوال مهم پیش می آید و این است که :

چگونه وزن و تعداد لازم این دسته از میلگردها را مشخص کنیم ؟ در شروع کار باید طول یک میلگرد فولادی در محیط مد نظر را تعیین کنیم و حتما باید مواردی مانند فاصله از بخش‌های اطراف را جهت پیشگیری از خوردگی، جلوگیری از زنگ زدگی، فرسایش و ...در نظر بگیریم.

همه چیز باید طبق ماده ۹ آیین نامه باشد و خم میلگرد هم در محاسبات بسیار مهم است؛ زیرا اگر دو طرف میلگردهای طولی و عرضی جهت اتصال بهتر و راحت تر خم شوند،نتیجه کار بهتر خواهد شد؛ بنابراین میزان خم هم در معادلات مهندسی باید در نظر گرفته شود :

فرمول محاسبه وزن آرماتورهای فونداسیون

طول میلگرد = طول محور (دو برابر طول کاور) – (دو برابر طول خم)

جهت تخمین وزن مقاطع طولی و عرضی نیز می توان از دو شیوه زیر کمک گرفت:

استفاده از جدول استاندارد محصولات فولادی

با کمک فرمول های مورد نظر

مراحل آرماتور بندی

۱. طراحی ساختمان و تعیین اجزای مورد نیاز آن

مسلما قبل از اینکه اقدام به ساخت و ساز ساختمان کنیم، باید ابتدا طرح و رسم مورد نظر را تهیه کنیم؛ زیرا تا طرح تهیه نشود میزان مصالح و تجهیزات لازم مشخص نمی شود.

۲. خرید میلگرد

اگر بخواهیم پروژه های کوچک و ساده ای را بسازیم، می توانیم از میلگردهای فولادی آجدار برای آرماتور استفاده کنیم. اما جهت ساختمان های سخت تر مانند مجتمع های مسکونی بزرگ یا مجتمع فروشگاهی بزرگ و یا مخازن و... باید از فرمت های خاص تر میلگرد استفاده کنیم. بهتر است برای خرید این نو ع میلگرد با متخصصان مشورت کنیم.

۳. مشورت با طراح و نقشه کش آرماتور بندی ساختمان

پس از خرید میزان مناسب میلگرد بهتر است با مهندس ناظر و یا آرماتورکار خود صحبت کنیم؛ چون مهندس اندازه و نوع میلگرد ها را بررسی کرده و آنها را با جزئیات کامل با نقشه ساختمان تطبیق می دهد. در پروژه های پیچیده تر، اصولا مهندس طراح کاملا در محیط حضور داشته و بر کار نظارت میکند. ولی جهت ساختمانهای کوچک و ساده از آنجایی که طراحی پیچیده ای ندارد، نیاز به حضور مداوم مهندس نیست.

۴. انتخاب روش آرماتور بندی مناسب

همانطور که در بالا اشاره شد، روش های متفاوتی برای خم کردن میلگرد و آرماتوربندی وجود دارد. ما باید متناسب با سازه بتنی خود روش مناسب را انتخاب کنیم؛ زیرا برخی روش ها به جوشکاری نیاز داشته و برخی نیاز ندارند.

۵. تعیین روش قرارگیری آرماتور و میلگرد ها

روش قرارگیری آرماتور در سازه های بتنی بسیار مهم است. اگر ستون های بزرگی داریم باید از میلگردهای بزرگ استفاده کنیم و باید به آرماتور و قالب فضای بیشتری داده و مواظب باشیم بتن در همه سطوح پخش شود.

۶. چک کردن آرماتوربندی

باید آرماتوربندی را چندین بار تا پایان کار چک کنیم. تا مشکلاتی مانند پارگی مفتول، شل بودن میلگر و.. وجود نداشته باشد.

۷. قالب گذاری و بتن ریزی

این مرحله آخرین مرحله از آرماتوربندی ست. برای اینکار باید بیشتر از قالب های فلزی استفاده شود؛ زیرا این قالب ها از خروج آب سیمان جلوگیری میکنند. قالب ها شکل های مختلفی داشته و می توانند ستون های استوانی مناسبی ایجاد کنند.

نکات اجرای آرماتور بندی

اجرای آرماتوربندی به نظارت و بررسی دقیق نیاز دارد. زیرا آرماتوربندی عملیاتی بسیار تخصصی است. علت اهمیت و دقت این مسئله در این است که مقاومت فونداسیون توسط آرماتوربندی تامین می شود. قبل از بتن ریزی، باید آرماتوربندی بوسیله مهندس ناظر بازدیده شده تا مشکلات آن مشخص شود. این نظارت باید تا پایان کار ادامه داشته باشد. در ادامه نکات اجرای آرماتوربندی را بیان می کنیم:

- آرماتور به هیچ عنوان نباید زنگ زدگی داشته باشد. روی سطوح آن نباید روغن یا هیچ نوع آلودگی دیگری وجود داشته باشد. اگر این موارد وجود داشته باشد باید قبل از اجرای آرماتوربندی آرماتورها را پاکسازی کنیم. این امر به دوام و کمتر آسیب خوردن آرماتورها کمک میکنند.

همانطور که اطلاع دارید آرماتوربندی در دو فرمت طولی و یا عرضی اجرا میشود. آرماتورها دو نوع هستند آرماتورهای طولی و یا اصلی و آرماتورهای عرضی یا خاموت ها. خاموت وظیفه نگهداری از آرماتورهای طولی و ممانعت از کمانش این میلگردها را در مواقع فشارها را دارد.

نکات فنی اجرا:

- باید دقت کنیم که خاموتها در فاصله ۲۰ سانتی متری از هم قرار داده شوند.
- باید خاموتها بوسیله سیم آرماتوربندی، روی میلگردها مهار گردند. بدین معنی ست که خاموتها باید با مفتول آرماتوربندی به آرماتور دیگر به شکل طولی متصل شوند.

- جهت برش میلگردها باید از قیچی مخصوص استفاده کنیم. از دستگاه برش جهت برش میلگردها اصلا نباید استفاده کرد. این خیلی مهم است که میلگردها با دقت و بدون آسیب برش داده شوند.
- در دمای کمتر از ۵ درجه سانتی گراد نباید خاموت ها را خم کنیم. بعد از خم شدن آرماتورها نباید مجدد خم آن ها را باز کرده و ببندیم.
- باید سعی شود تمامی میلگردها به صورت سرد و به وسیله دستگاه هاب مکانیکی خم شوند و به هیچ و جه جهت خم کردن آنها از حرارت استفاده نکنیم.
- به هیچ عنوان نباید آرماتوربندی تایید شده توسط مهندس ناظر را تغییر دهیم.
- اگر بخواهیم پوشش بتنی روی میلگردها مناسب باشد، باید فاصله بین میلگردها تا سطح قالب بندی حداقل باید ۲/۵ سانتی متر تعیین شود .اهمیت این مسئله به این علت مهم است که هم موجب پیوستگی بین بتن و میلگردها شده و هم باعث نگهداری میلگردها در مقابل زنگ زدگی می شود.
- در صورتی که فاصله مناسب بین میلگردها و جداره در قالب رعایت نگردد، خیلی سریع فونداسیون خراب میشود.
- جهت خم کردن آرماتورها بهتر است از میله هایی با قطرهای دو برابر آنها استفاده کرد.
- برای خم کردن همه آرماتورها غیر از قلاب باید میله خمکاری با قطر ۶ برابر کمترین قطر آرماتور را بکار ببریم.
- جهت خم کردن خاموت ها و قلاب انتهای آن ، باید آرماتور دارای زاویه ۹۰ درجه و یا ۱۲۰ درجه باشد.
- سایر قلاب ها و میلگردها نیز باید ۱۸۰ درجه خم شوند. طول قسمت مستقیم باید حداقل ۴ برابر قطر میلگرد در نظر گرفته شود. هیچ گاه نباید از ۶ سانتی متر کمتر باشد. قطر میله خم کاری برای ساخت قلاب باید حداقل ۲/۵ برابر قطر آرماتور تعیین شود.

مزایای آرماتور بندی

- بتن با آرماتور دارای قدرت فشرده سازی و تراکم سازی بیشتری است.
- به افزایش استحکام کششی کمک میکند.
- مقاومت سازه های بتنی در برابر آب و آتش افزایش میابد.
- سیستم ساختمانی دارای آرماتور پایدارتر هستند.
- با آرماتوربندی، بتن شکل های مختلفی پیدا میکند.
- هزینه نگهداری بتن بهمراه آرماتور کمتر است.
- آرماتوربندی مانع انحراف ساختمان می شود.
- در برابر سازه های فلزی مقاومت بیشتری دارند.

معایب آرماتوربندی

- استحکام کششی بتن‌آرمه (بتن دارای آرماتور) از استحکام فشاری آن کمتر است . از طرفی سازه های فلزی استحکام کششی بیشتری دارند.
- استحکام نهایی سازه فقط به بتن‌آرمه مربوط نیست؛ بلکه به روش تولید بتن و همینطور تولیدکننده آن نیز بستگی دارد.
- هزینه‌های شکل‌دهی بتن آرمه بسیار بالاست.

- از میلگردها یا مقاطع فولادی ساخته‌شده با میلگرد در آرماتوربندی استفاده می‌شود. میلگرد در گریدهای گوناگونی تولید و عرضه می‌شود، در نتیجه باید بصورت دقیق بدانیم که کدام یک از گریدهای میلگرد در آرماتوربندی مورد استفاده قرار می‌گیرند و از کدام کارخانه تولید میلگرد باید تهیه کنید. در ادامه، مهم‌ترین مقاطع فولادی در آرماتوربندی ساختمان‌ها را بررسی می‌کنیم:

•میلگرد گرید:A1
این میلگردها ظاهری بدون آج و سطحی صیقلی دارند. میلگردهای A1 قابلیت انعطاف‌پذیری بسیار مطلوبی دارند و به همین سبب، کاربردهای ویژه‌ای در ساختمان‌سازی دارند.

•میلگرد:A2
این میلگرد با آج‌هایی به شکل مارپیچ تولید می‌شود. میلگرد A2 به سبب آج‌هایش، درگیری بیشتری با بتن ایجاد می‌کند و گزینه مناسبی برای استفاده در آرماتور بندی است.

•میلگرد:A3

میلگرد A3 با نام میلگرد آجدار جناغی نیز مشهور است. میلگرد آجدار جناغی مقاومت کششی بیشتری نسبت به دو گرید قبلی میلگرد دارد. همچنین به سبب وجود مقادیر کربن موجود در این میلگرد، شکل کلی آن سخت و ترد است.

•میلگرد:A4
میلگرد A4 با آج‌هایی مرکب تولید می‌شوند. این میلگرد براساس ویژگی‌های شیمیایی و ویژگی‌های ساخت، استحکام کششی بیشتری نسبت به سایر میلگردها دارد. از میلگرد A4 در ساخت سازه‌های سنگین بسیار استفاده می‌شود.

•خاموت:
با برش و خم‌کاری میلگردهای آجدار، خاموت ساخته می‌شود. این میلگرد برای پیش‌گیری از بهم‌ریختگی آرماتورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. خاموت از افزایش و پیش‌روی ترک‌ها هم جلوگیری می‌کند.

•سنجاقی:
سنجاقی، مقاومت برشی خاموت‌های استفاده‌شده را در سطح مطلوبی افزایش می‌دهد و یک اتصال ایمن در میان خاموت‌ها و میلگردهای طولی ایجاد می‌کند. سنجاقی نیز از میلگردهای آجدار ساخته می‌شود.

•ادکا:
این نوع از آرماتور کاربرد گسترده‌ای در تحمل و کنترل نیروی برشی موجود و حفظ و تحمل لنگرهای منفی اسکلت در تکیه‌گاه‌های تیرآهن دارد. گفتنی است که از ادکا در سقف‌های تیرچه بلوک به وفور استفاده می‌شود.

•رکابی:
از رکابی برای نگه داشتن میلگردهای طولی و عمودی در یک امتداد معین استفاده می‌شود. رکابی ظاهری شبیه به خاموت دارد، با این تفاوت که دو سر رکابی باز است ولی دو سر خاموت با خم‌کاری به شکل دیگری قرار گرفته است.

•خرک:
از خرک برای آرماتوربندی داخل قالب استفاده می‌شود. به این شکل که در بتن ریزی‌های کف سازه و فوندانسیون آن، دو شبکه متوالی افقی با یک فاصله خاص از یکدیگر قرار می‌گیرند.

آرماتور بندی چه مزیت‌ها و خواصی دارد؟
همان طور که گفته شد، مهم‌ترین مزیت آرماتور و آرماتور بندی، افزایش توان کششی بتن‌های ساختمانی است. موارد زیر، سایر مزیت‌های آرماتور و آرماتور بندی محسوب می‌شود:

•پیشگیری از انواع انحراف یا نشست ساختمانی در مقایسه با حالت عادی آن

•بهبود شکل‌پذیری بتن‌ها

•کاهش هزینه‌های ساخت

•افزایش مقاومت سازه در برابر آتش‌سوزی و سیل

•افزایش قدرت فشرده و تراکم بتن، در مقام مقایسه با مصالح ساختمانی دیگر

•افزایش پایداری سازه‌ها و ساختمان‌های کوچک و بزرگ
برای استفاده از همه قابلیت‌های میلگرد در ساختمان‌سازی، حتما باید از ابعاد صحیح آرماتور استفاده کنید. میلگردها در قطرها و ابعاد گوناگونی تولید می‌شوند و هر قطر، مخصوص به ساخت نوع خاصی از ساختمان است.

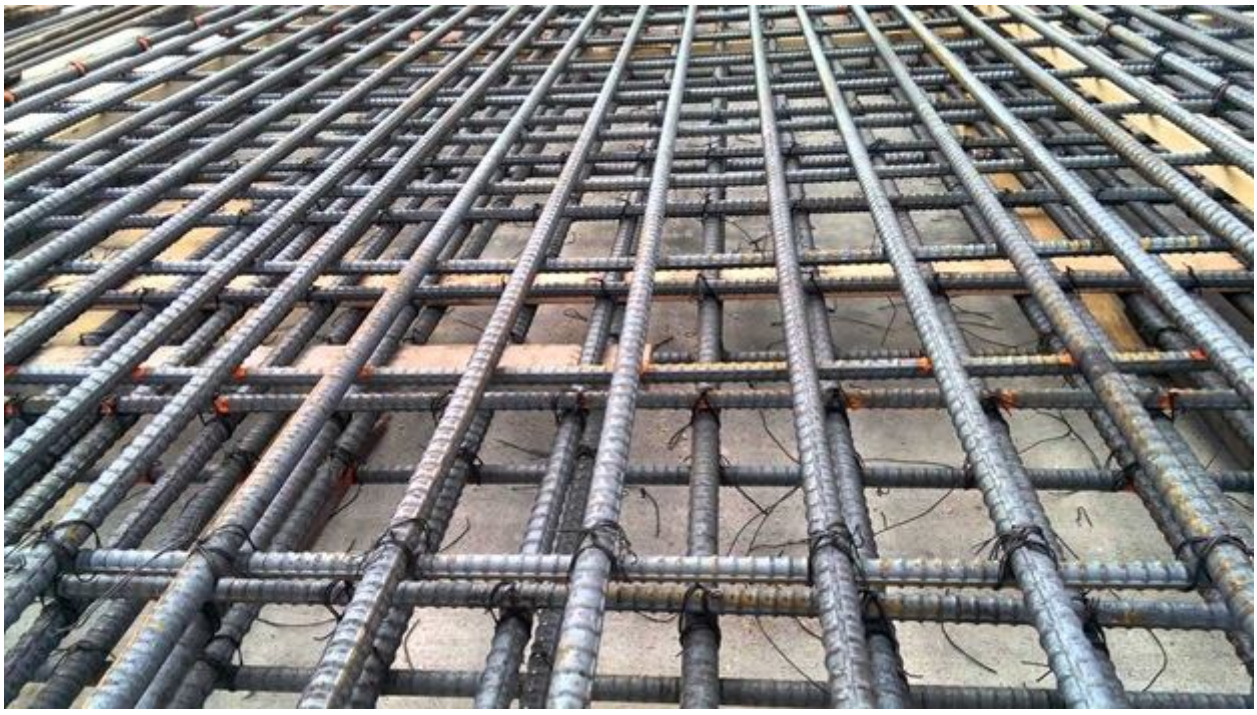
به عنوان نمونه، از میلگردهایی با قطر بیشتر از ۱۴ میلی‌متر در ساخت سازه‌های سنگین و از میلگردهایی با قطر کمتر از ۱۴ میلی‌متر در ساخت ساختمان‌های معمولی استفاده می‌شود.

آرماتوربندی با چه روش‌هایی انجام می‌شود؟
پس از طراحی ساختمان نقشه، تعیین میلگرد مورد نیاز و تهیه میلگردها و برش‌کاری و خم‌کاری هرکدام، نوبت به قراردادن آرماتورها در کنار یکدیگر می‌رسد؛ از دو روش اساسی برای انجام این فرآیند استفاده می‌شود.

•روش ضربدری:
این روش بسیار ساده است. میلگردها را به شکل ضربدر در کنار هم قرار می‌دهند و با سیم مفتول آن‌ها را محکم می‌کنند.

•روش اتصال از کنار:
در این روش، میلگردها در کنار هم قرار می‌گیرند و سیم مفتول از زیر یک میلگرد عبور می‌کند و از کنار آن باز می‌گردد تا با ایجاد یک چرخش با سیم مفتولی، میلگردها محکم شوند.

پس از پایان فرایند بستن میلگردها، نوبت به بررس و چک‌آپ نهایی می‌رسد. پس از چک‌آپ، قالب‌ها قرار می‌گیرند و فرایند بتن‌ریزی آغاز می‌شود.



خم‌کاری آرماتور چگونه انجام می‌شود؟

بسیاری از آرماتورها مانند رکابی، خاموت، سنجاقی و خرک با خم‌کاری میلگردهای آجدار یا بدون آج تولید می‌شوند. ممکن است برای شما این سوال پیش بیاید که فرآیند خم‌کاری این میلگردها چگونه انجام می‌شود؟

میلگردهایی که قطری کمتر از ۱۲ میلی‌متر دارند، معمولا بصورت دستی خم می‌شوند؛ برای خم کردن میلگرد بصورت دستی، از ابزاری مانند صفحه خم‌کاری و آچار خم‌کاری استفاده می‌شود.

همچنین برای خم‌کاری میلگردهای قطورتر از دستگاه‌های صنعتی و نیمه‌صنعتی استفاده می‌شود؛ جالب است بدانید که برخی از دستگاه‌های خم‌کاری میلگرد قابل‌جابجایی هستند و معمولا بر سر پروژه‌های عمرانی آورده می‌شوند. همراه با این دستگاه‌ها یک اپراتور هم حضور دارد که میلگردها را با رعایت استانداردها و بصورت اصولی خم می‌کند.

در آرماتور بندی به چه نکاتی باید توجه کنیم؟
در این بخش، قصد داریم نکاتی را به شما بیاموزیم که با رعایت آن‌ها، می‌توانید فرآیند آرماتوربندی را به نحو بهتری پیش ببرید؛ این نکات، شامل موارد زیر می‌شود:

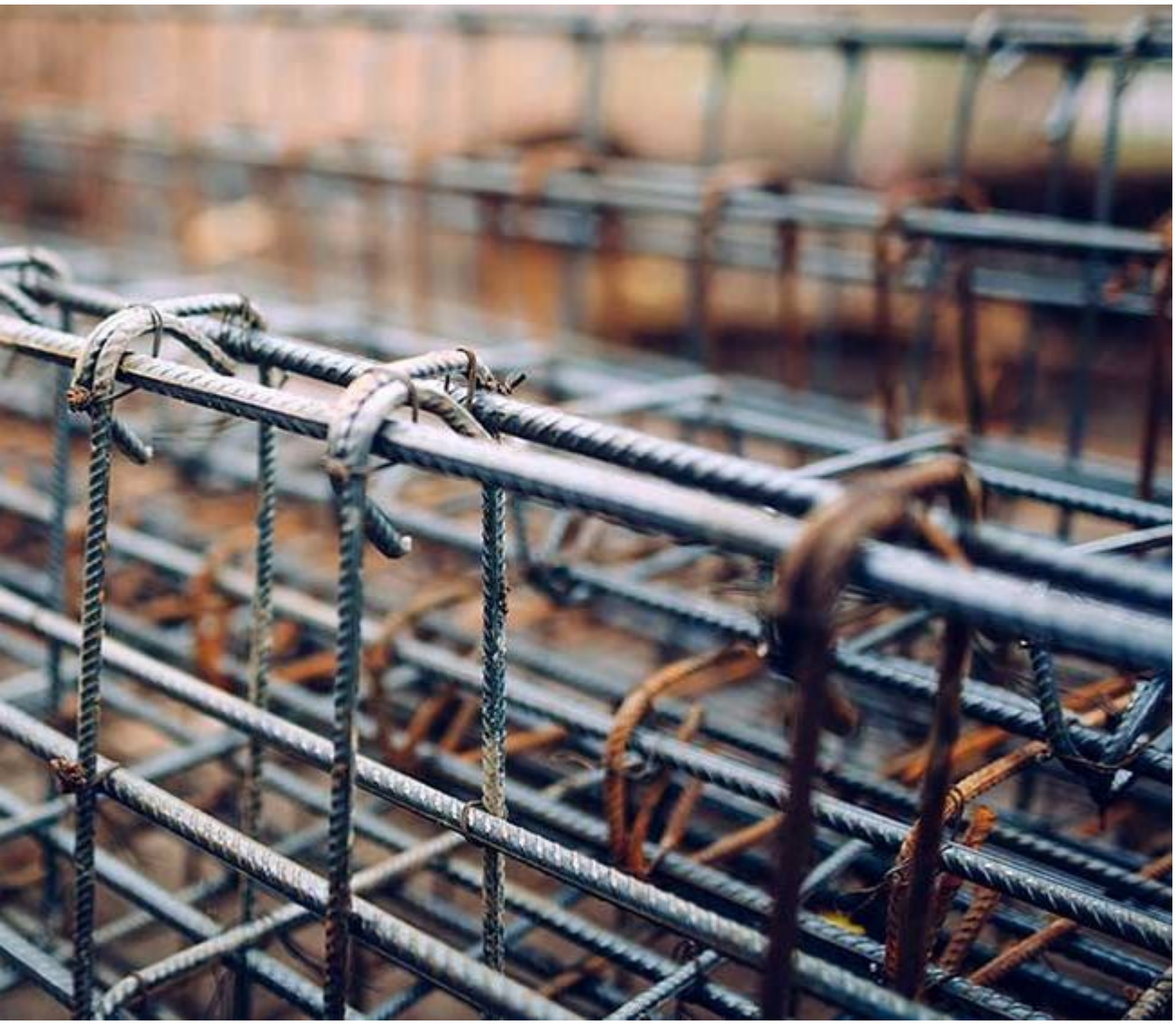
•آرماتورهای به‌کار رفته در بتن باید یک فاصله معین با سطح قالب‌بندی داشته باشند. این مسئله به درگیری بیشتر بتن و آرماتور کمک می‌کند؛ این نکته از زنگ‌زدگی آرماتور نیز تا حدود زیادی جلوگیری خواهد کرد.

•به هیچ‌عنوان آرماتورها را در دمای محیطی کمتر از پنج درجه سانتی‌گراد خم نکنید؛ همچنین به خاطر داشته باشید که هرگز نباید آرماتورهای خم‌شده را باز کنید تا محصولات جدیدتری تولید کنید. استفاده از آرماتورهای دست دوم، قابلیت‌های منحصر به فرد میلگرد را تا حدود زیادی از بین می‌برد.

•پیش از استفاده از آرماتورها باید آن‌ها را بصورت دقیق شستشو دهید؛ بدیهی است که استفاده از آرماتورهای اکسید شده و آرماتورهای آمیخته با روغن بایست پرهیز کرد.

•آرماتورها حتما باید با تیغه‌ها و قیچی‌های مخصوصی برش بخورند؛ متاسفانه برخی از تکنسین‌های ساختمانی، آرماتورها را با دستگاه‌های دیگر برش می‌زنند که کار اشتباهی است.

•هرگز در فرایند خم‌کاری آرماتورها از چکش‌کاری استفاده نکنید.
اتصالات آرماتوربندی شامل چه مواردی می‌شود؟



از چهار نوع وصله گوناگون برای اتصال انواع آرماتورها استفاده می‌شود:

•وصله پوششی:
از این وصله در عمده سازه‌های بتنی بهره می‌برند، تا جایی‌که می‌توانیم بگوییم وصله پوششی، پرکاربردترین اتصالات در آرماتوربندی است.

•وصله جوششی:

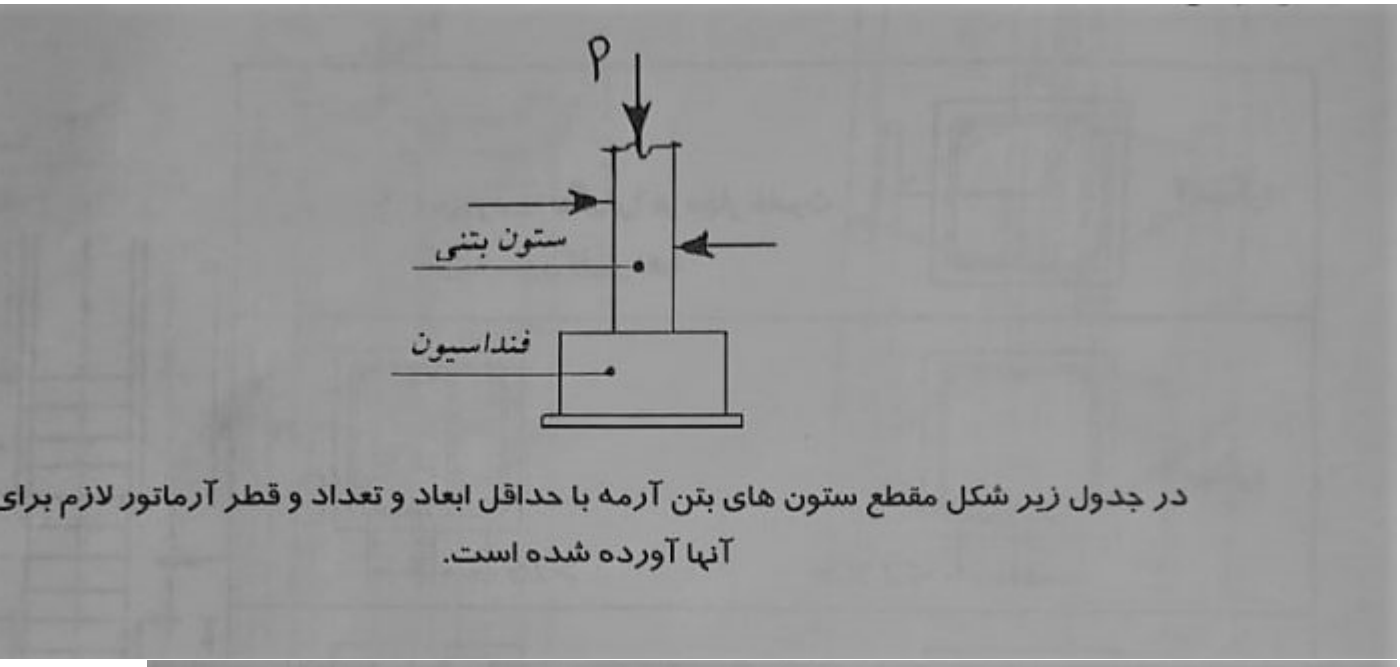
از دو روش جوش الکتریکی تماسی و جوش الکتریکی در روش وصله جوششی استفاده می‌شود.

•وصله مکانیکی:

کوپلرها که با عنوان وصله‌های مکانیکی نیز معروف هستند، برای قرار دادن قطعه‌های آرماتور در یک راستا و بدون عدول از نقطه مرکزی، استفاده می‌شود.

•وصله اتکایی:

از این وصله فقط برای اتصال میلگردهای زیر فشار که با قطر ۲۵ میلی‌متر تولید می‌شوند، استفاده می‌شود.



در جدول زیر شکل مقطع ستون های بتن آرمه با حداقل ابعاد و تعداد و قطر آرماتور لازم برای آنها آورده شده است.

ردیف یا شماره	مقطع ستون	شکل مقطع	حداقل ابعاد مقطع(Cm)	حداقل تعداد میلگرد اصلی	حداقل قطر میلگرد اصلی mm ⌀
۱	مربع		۳۰ × ۳۰	۴	۱۴
۲	مستطیل		۲۵ × ۴۰	۶	۱۴
۳	چند ضلعی منظم		حداقل طول یک ضلع ۲۰ cm	حداقل به تعداد اضلاع	۱۲
۴	دایره		حداقل قطر مقطع ۲۵cm	۶	۱۲

شیوه‌ی قرار گرفتن خاموت‌ها در آرماتور بندی ستون:

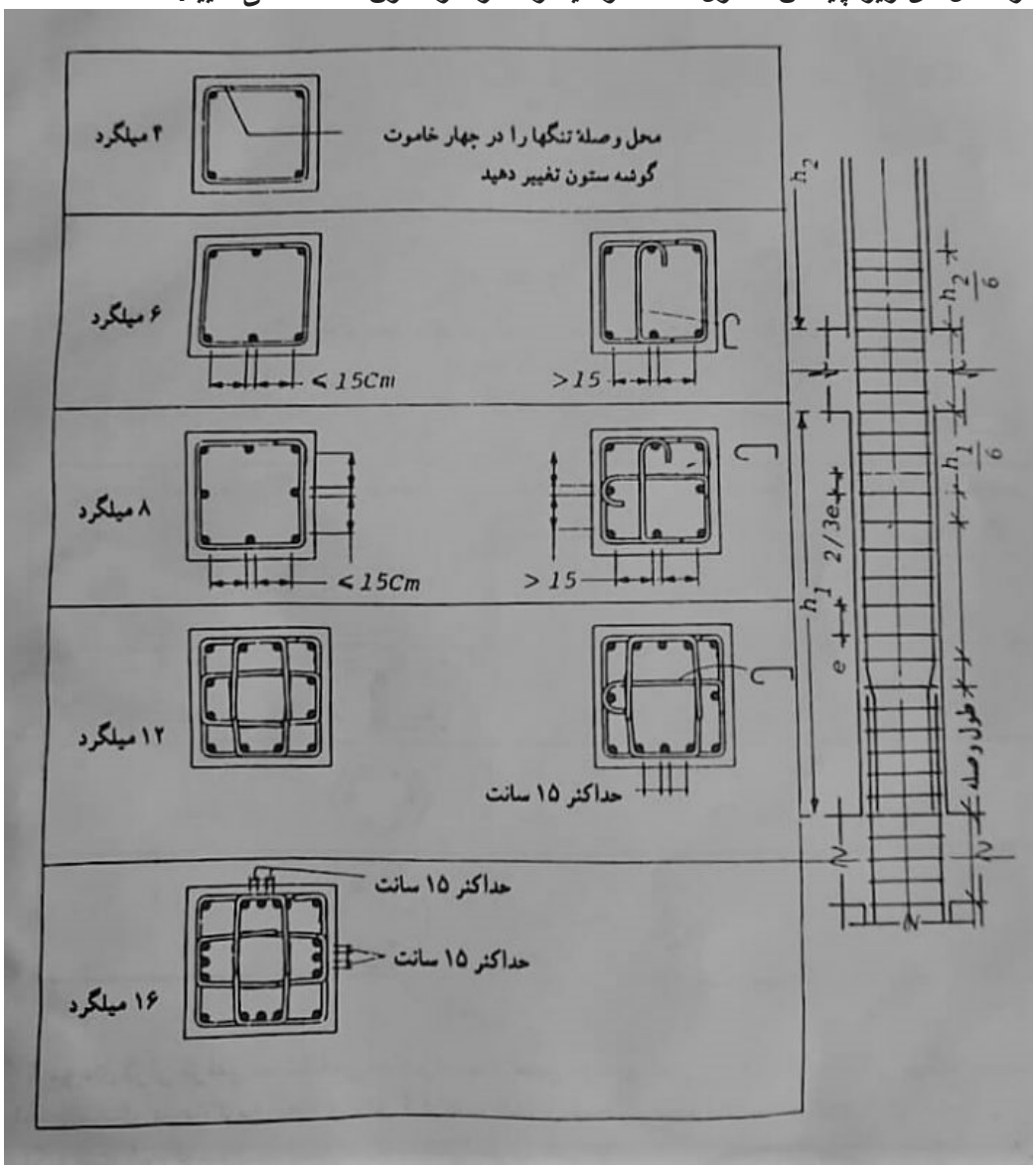
جهت تحمل مؤلفه‌ی افقی نیرو در قسمت بالای میلگرد خم شده، باید یک تنگ در بالاترین نقطه‌ی زانو قرار داده شده و همچنین تنگ مشابهی در پایین‌ترین نقطه‌ی زانویی میلگرد بسته شود تا ستون در مقابل هرگونه تنش مخرب ناشی از خمش مقاوم باشد.

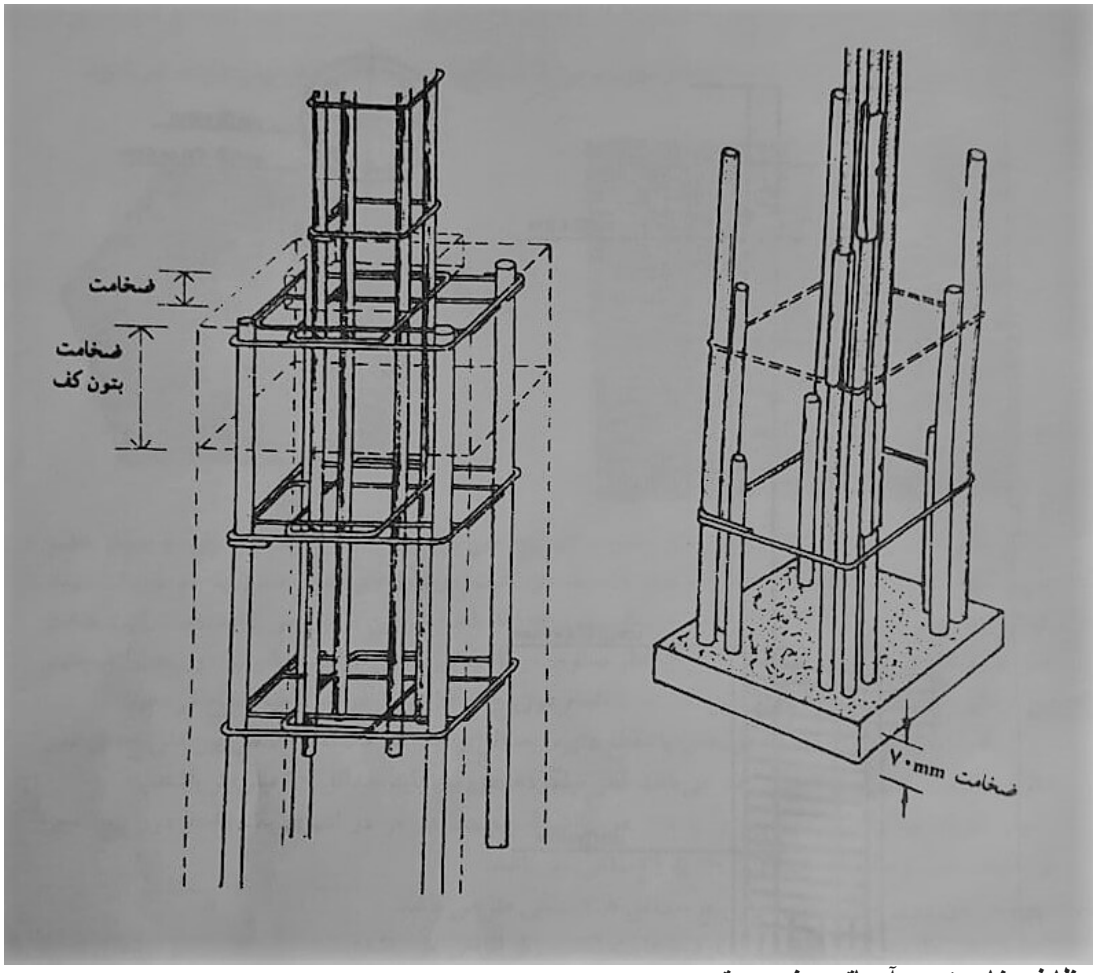
در موقع بستن خاموت‌ها به میلگردهای اصلی ستون دقت شود که در نواحی تکیه‌گاهی به دلیل برش و تمرکز نیروها و بارها در تکیه‌گاه‌ها، فواصل خاموت‌ها را نزدیک هم نسبت به نواحی وسط ستون اجرا نمایند.

پس باید فواصل خاموت‌ها از هم در نواحی تکیه‌گاهی کمتر باشد.

این نواحی در تکیه‌گاه‌ها، یک ششم ارتفاع ستون می‌باشد.

فواصل خاموت‌ها طبق محاسبات حاصل می‌شود.
هر فاصله‌ای که برای خاموت‌ها از محاسبات حاصل شود، دو سوم مقدار آن برای فواصل خاموت‌های تکیه‌گاهی در نظر گرفته می‌شود که در نواحی یک ششم از تکیه گاه‌ها اجرا خواهد شد.
در شکل‌های زیر چیدمان متداول تنگ‌ها و میلگردها را در ستون ملاحظه می‌نمایید.





وظایف خاموت در آرماتور بندی ستون:

در ستون‌ها به منظور مقابله با نیروی کمانش و جلوگیری از بیرون‌زدگی آرماتورهای طولی از تنگ یا خاموت استفاده می‌شود.

تنگ‌ها در مقابل نیروهای عرضی و برشی دارای مقاومت خوبی می‌باشند.

در حالت‌هایی که صفحه ستون نمایان می‌گردد لازم است که اتصالی از میله مهارها ایجاد گردد.

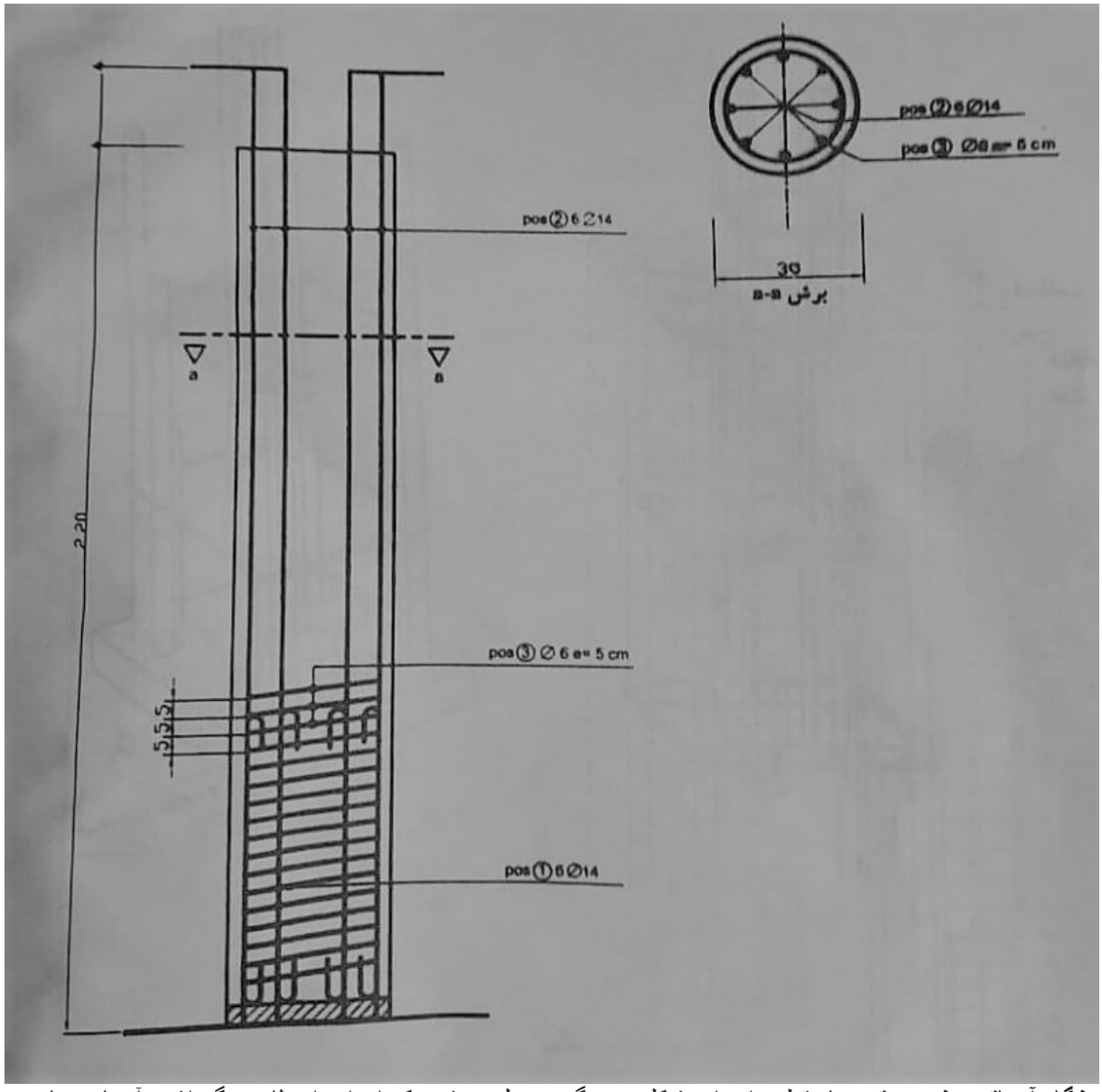
میله مهارها به وسیله‌ی تنگ‌هایی که در قسمت پایین قفسه آرماتوری بسته شده‌اند مستقر می‌گردند.

با این روش اجرا، از خمیدگی آرماتورهای ستون در دو انتهای آن جلوگیری می‌شود.

ستون‌های دایره‌ای شکل:

این ستون‌ها که دارای قدرت استحکام و باربری بیشتری نسبت به ستون‌های با مقاطع مربع و مربع مستطیل شکل می‌باشند و دارای ضوابط آرماتوربندی خاص خود می‌باشند که ذیلاً به آنها خواهیم پرداخت.

در شکل زیر نما و سطح مقطع یک ستون دایره شکل را می‌بینید.

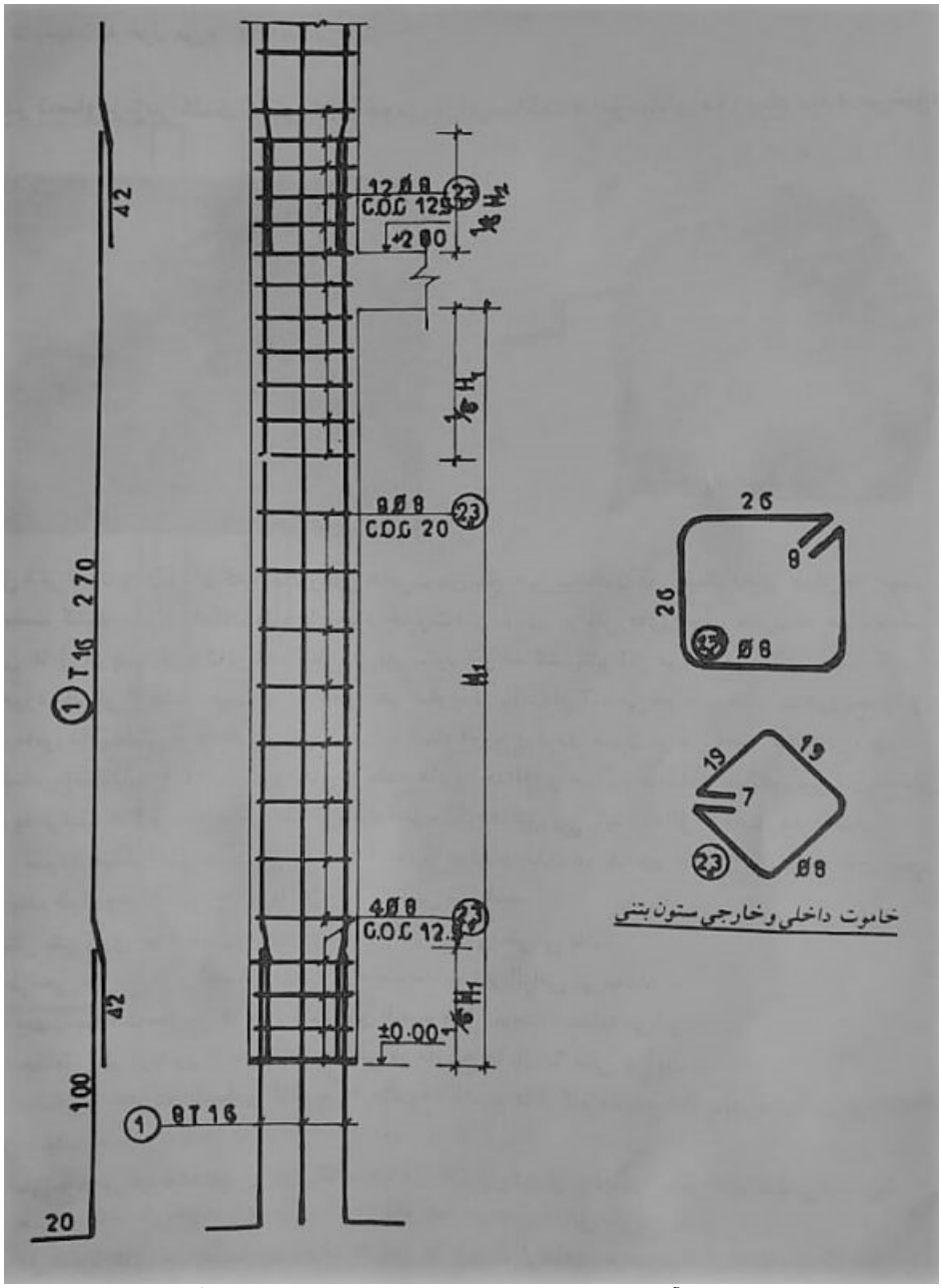


هنگام آرماتور بندی ستون با مقطع دایره‌ای شکل بدین گونه عمل می‌شود که ابتدا برای ثابت نگهداشتن آرماتورهای طولی، ۳ عدد خاموت دایره‌ای را به ترتیب، یکی در ابتدا و دیگری در ناحیه‌ی میانی و آخرین خاموت را در انتها به میلگردهای طولی وصل می‌کنند تا میلگردهای طولی ثابت مانده و حرکت نکنند و شکل ستون دایره‌ای حاصل شود.
پس از آن شروع به دورپیچ نمودن خاموت به دور میلگردهای طولی نموده و نکته مهم ساخت خاموت‌های دورپیچ می‌باشد.
این کار را می‌توان با غلتک‌های استوانه‌ای انجام داد.
این غلتک بر روی یک محور افقی و روی دو تکیه‌گاه قرار دارد.
برای چرخش غلتک استوانه‌ای، دستگیره‌ای فولادی در یک سمت از تکیه‌گاه قرار می‌دهند.
برای ساخت خاموت دورپیچ، ابتدای میلگرد مصرفی را به یک زائده پایین بر روی غلتک‌گیر می‌دهند.
ساخت خاموت دورپیچ به کمک غلتک استوانه‌ای به دو نفر نیاز خواهد داشت.
بدین ترتیب که یک نفر میلگرد را کشیده تا صاف دور غلتک استوانه‌ای پیچانده شود و نفر دیگر غلتک استوانه‌ای را توسط دستگیره می‌چرخاند.
عمل فوق موجب پیچیدن و کلاف شدن میلگرد مربوطه به دور غلتک می‌شود.
این کار تا رسیدن به طول مورد نظر ادامه می‌یابد.
قابل ذکر است به دلیل آن که آرماتورهای خاموت دورپیچ حین پیچاندن دور میلگردهای طولی به جهت تنظیم می‌بایست کشیده شوند.
امکان دارد با وجود خاموت‌های ثابت، آرماتورهای طولی ستون به هم نزدیک شوند که این عامل موجب کوچکتر شدن قطر دایره‌ی ستون خواهد شد.

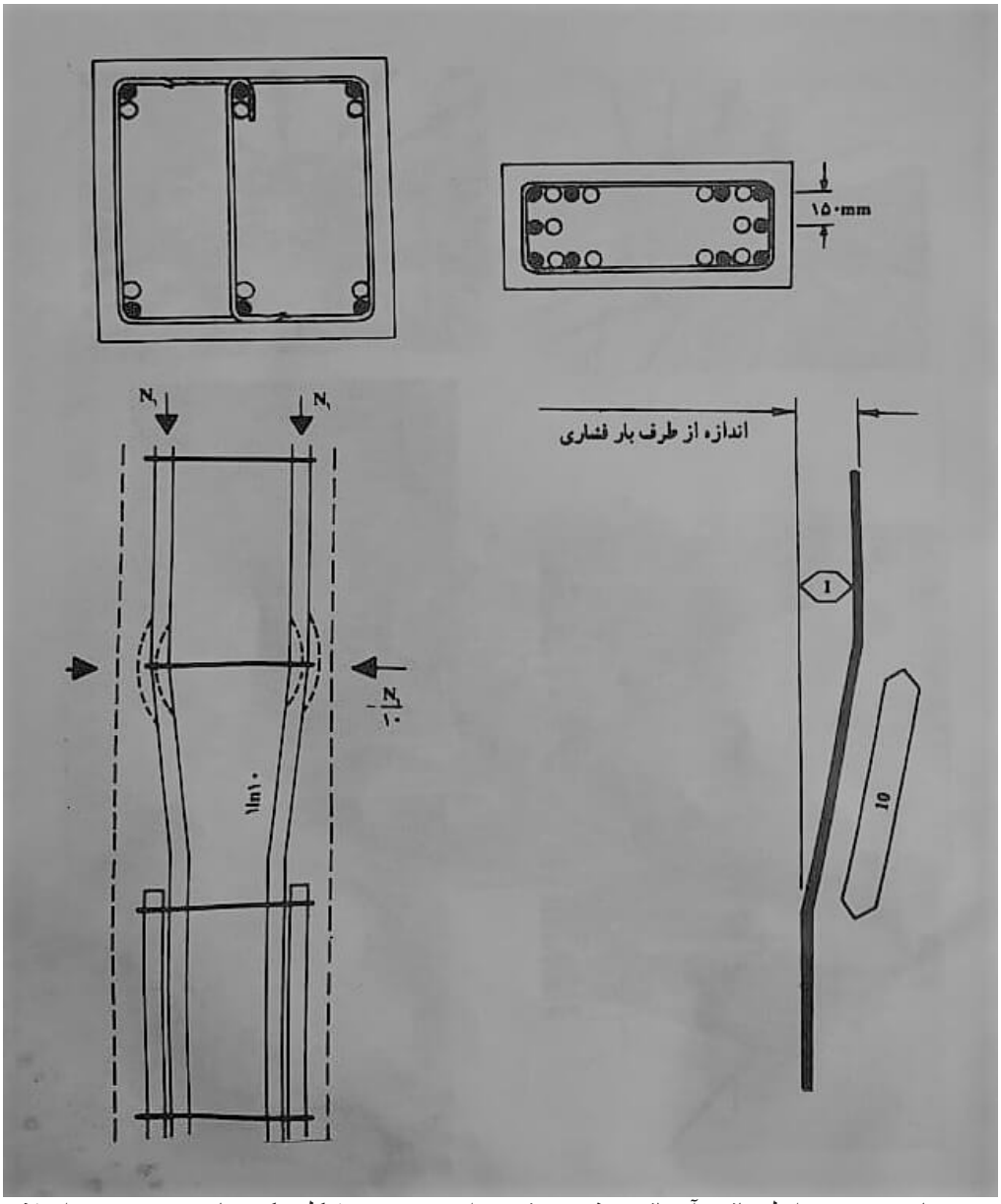
بنابراین توصیه می‌گردد جهت ثابت ماندن قطر مورد نظر از ۳ قطعه چوب به اندازه‌ی قطر معلوم، در ناحیه‌ای که می‌خواهیم خاموت دورپیچ را بپیچانیم بین آرماتورهای طولی قرار داده و این کار را تا اتمام دورپیچ کردن ستون در هر ناحیه انجام می‌دهیم.
براساس استاندارد ACI در ستون‌های با مقطع دایره، حداقل و حداکثر فاصله‌ی خالص بین مارپیچ‌های دور ستون به ترتیب ۵/۲ و ۵/۷ سانتیمتر می‌باشد قطر میلگردهای دورپیچ باید حداقل ۱۰ میلیمتر باشند.
مهار نمودن میلگردهای دورپیچ را با ۱/ ۵ دور اضافه پیچیدن در هر دو انتهای یک واحد دور پیچ، اجرا می‌نمایند.
طول وصله باید حداقل ۲۸ میلگرد یا ۳۰ سانتیمتر باشد.
پوشش بتن روی میلگردهای دورپیچ حداقل ۸/۳ سانتیمتر می‌باشد.
در طراحی مارپیچ‌های اعضای فشاری رعایت نکات زیر الزامی می‌باشد:

- جهت ساخت مارپیچ‌ها از آرماتورهای با سیم‌های پیوسته استفاده می‌شود.
- حداقل قطر آرماتور با سیم‌های مصرفی در مارپیچ‌ها باید ۶ میلیمتر باشند.
- حداقل و حداکثر فاصله‌ی آزاد بین آرماتورها با سیم‌ها (گام مارپیچ‌ها) باید به ترتیب برابر ۲۵ و ۷۵ میلیمتر باشند.
- مارپیچ‌ها در هر طبقه باید از روی شالوده یا دال تا تراز پایینتر از آرماتورهای طبقه فوقانی ادامه پیدا کنند.
- حداکثر گام مارپیچ‌ها باید برابر یک ششم قطر هسته‌ی بتنی داخل مارپیچ باشد.
- در ستون‌های قارچی با سر ستون، مارپیچ‌ها باید تا ارتفاعی ادامه پیدا کنند که در آن قطر با پهنای سر ستون، دو برابر قطر با پهنای ستون باشد.
- مارپیچ‌ها باید در جای خود محکم شده و یا به وسیله‌ی فاصله نگهدارها فاصله‌ی گام‌ها تنظیم شوند.

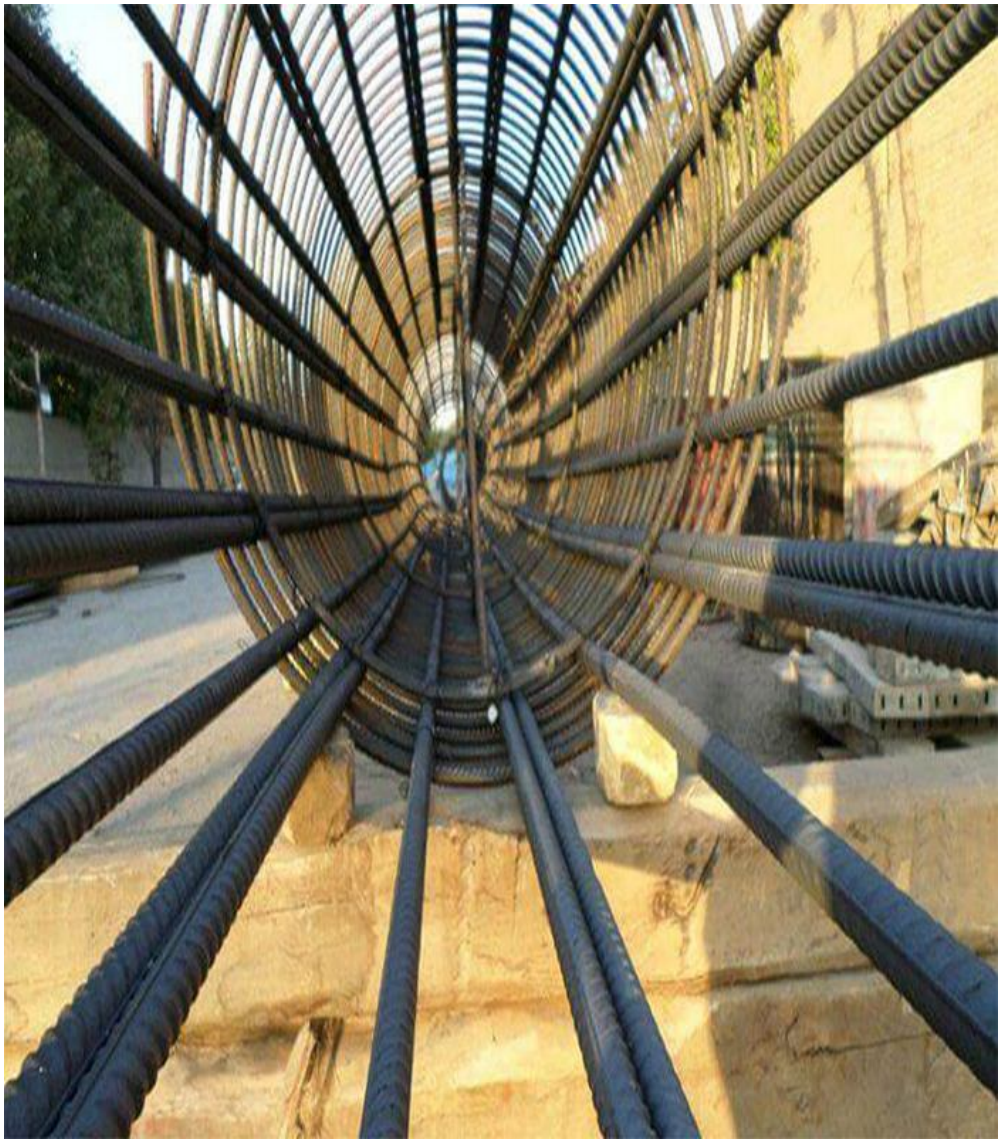
همانطور که می‌دانید در قسمت تکیه‌گاه‌ها و تقاطع‌ها، خطر برش بیش از قسمت‌های دیگر می‌باشد و به همین دلیل از سطح روی فونداسیون به بالا و همچنین از سطح زیر سقف به پایین به اندازه‌ی یک ششم ارتفاع طبقه فاصله‌ی خاموت‌ها کمتر از سایر قسمت‌ها در نظر گرفته می‌شود که این عمل برای طبقات بالا نیز لحاظ خواهد شد.



زاویه درصد انحراف در آرماتورهای ستون برابر یک دهم می‌باشد فاصله‌ی محور تا محور دو گروه از میلگردهای به هم بسته شده نباید از ۱۵۰ میلیمتر بیشتر باشد.
براساس آیین نامه B.S حداکثر مقدار فولاد موجود در وصله نباید از ۱۰ درصد سطح مقطع ستون بیشتر باشد.
شیب قسمت مایل میلگرد خم شده باید برابر یک دهم باشد و قسمت بالایی و پایینی زانویی باید در امتداد محور ستون یا موازی با آن قرار داده شود.



در تصاویر زیر مراحل بافت **آرماتور بندی ستون** دایره و مربع شکل یک سازه‌ی صنعتی را ملاحظه می‌نمایید.
نکته قابل توجه این که اتصال شبکه‌های آرماتوری باید به اندازه‌ای محکم باشد که هنگام حمل با جرثقیل هیچگونه جابه‌جایی در آرماتورها ایجاد نشود.



از آنجایی که قطر واقعی آرماتور ستون‌های بتن آرمه با توجه به نوع سازه و بارهای وارده طراحی و محاسبه می‌گردد لذا اعداد داده شده بیانگر حداقل تعداد و قطر میلگردها می‌باشد.
حداقل قطر میلگرد خاموت باید برابر ۸ میلیمتر بوده و برای حالت دورپیچی برای ستون‌های دایره شکل، حداقل برابر ۱۰ میلیمتر می‌باشد.

میلگردهای انتظار در پی و طبقات(starter bar)

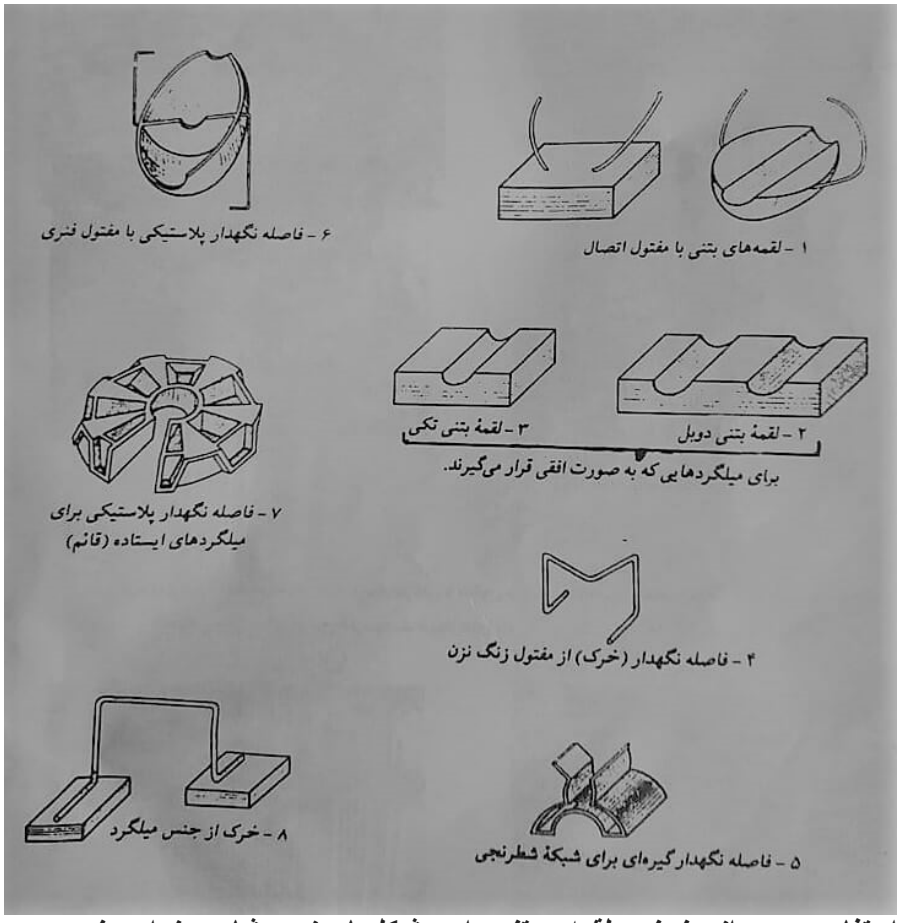
حداقل اندازه‌ی طول آرماتورهای انتظار برای پی ۶۰ میلگرد (شصت برابر قطر میلگرد) یا ۶۰ سانتیمتر و برای طبقات ۵۰ میلگرد یا ۵۰ سانتیمتر باید لحاظ گردد.
در تصاویر زیر آرماتورهای انتظار فونداسیون گسترده و نحوه‌ی اتصال آرماتورهای ستون به آرماتورهای انتظار فونداسیون و نحوه‌ی برپایی آرماتورهای ستون دیده می‌شوند.

به کم شدن فاصله‌ی خاموت‌ها در پای ستون توجه فرمایید.

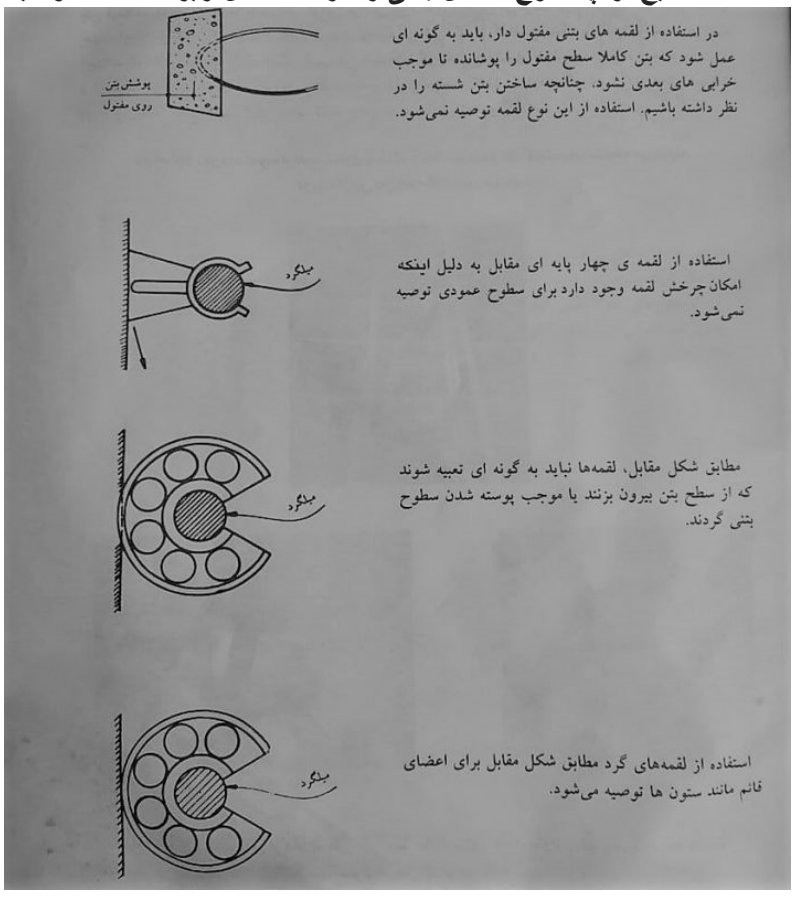
در تصاویر زیر نحوه‌ی بستن آرماتورهای ریشه انتظار در فونداسیون گسترده از زوایای مختلف دیده می‌شود.

در تصاویر زیر آرماتورهای انتظار دیوار برشی و ستون را در فونداسیون گسترده ملاحظه می‌نمایید.
در خصوص دیوارهای برشی در مبحث دیوارهای بتن آرمه تشریح کامل آنها آمده است.

قطعات فاصله نگهدار یا لقمه برای آرماتور بندی ستون:
جهت پوشش یکنواخت بتن روی میلگردها، از لقمه‌هایی به شکل‌ها و جنس‌های مختلف استفاده می‌شود.
لقمه‌ها باید قبل از عملیات بتن‌ریزی (بعد از عملیات آرماتوربندی و قبل از قالب‌بندی) در فواصل موردنظر به میلگرد یا شبکه‌ی میلگرد متصل گردیده تا موجب جلوگیری از حرکت و تغییر مکان میلگردها شده و پوشش یکنواخت بتن که به آن کاور (cover) گفته می‌شود در همه جا به صورت یکسان رعایت شود.
در شکل‌های زیر چند نمونه از لقمه‌های مورد استفاده در آرماتوربندی را ملاحظه می‌نمایید.



استفاده صحیح از چند نوع لقمه‌ی بتنی را در شکل‌های زیر مشاهده خواهید نمود.



در استفاده از لقمه‌های بتنی مفتول‌دار، باید به گونه‌ای عمل شود که بتن کاملاً سطح مفتول را پوشانده تا موجب خرابی‌های بعدی نشود.
چنانچه ساختن بتن شسته را در نظر داشته باشیم استفاده از این نوع لقمه توصیه نمی‌شود.
استفاده از لقمه‌ی چهار پایه‌ای مقابل به دلیل اینکه امکان چرخش لقمه وجود دارد برای سطوح عمودی توصیه نمی‌شود.
مطابق شکل مقابل، لقمه‌ها نباید به گونه‌ای تعبیه شوند که از سطح بتن بیرون بزنند یا موجب پوسته شدن سطوح بتنی گردند.
استفاده از لقمه‌های گرد مطابق شکل مقابل برای اعضای قائم مانند ستون‌ها توصیه می‌شود.
از آنجایی که براساس محاسبات و طراحی قطعات بتن آرمه، محل استقرار آرماتورهای کششی در پی‌های بتن آرمه در دورترین تارها با در نظر گرفتن پوشش بتن (کاور) تعیین می‌گردد، لازم است از لقمه‌های مناسب جهت ایجاد پوشش یکنواخت استفاده شود و توصیه می‌شود که از گذاشتن سنگ یا تکه آجر به عنوان لقمه اجتناب شود زیرا از یک طرف ممکن است این لقمه‌ها با کوچکترین فشاری لغزش پیدا نموده و جابه‌جا شوند و از طرف دیگر به عنوان یک ماده‌ی زائد در مخلوط بتن موجب کاهش مقاومت گردند.
قبل از انجام عملیات بتن‌ریزی باید سطح کف، کاملاً از هرگونه مواد زائد و خارجی عاری گردند.
در تصاویر زیر چند نمونه از لقمه‌گذاری با سنگ و تکه آجر را در کف فونداسیون ملاحظه می‌نمایید.
که باید از این نوع لقمه‌گذاری پرهیز شود.

تقاطع ستون و تیر بتن آرمه و نحوه آرماتور بندی آن:
به طور کلی سه حالت برای تقاطع ستون و تیر وجود خواهد داشت.

- تیر از ستون عریض‌تر باشد.
- ستون عریض‌تر از تیر باشد.
- تیر و ستون هم عرض باشند.

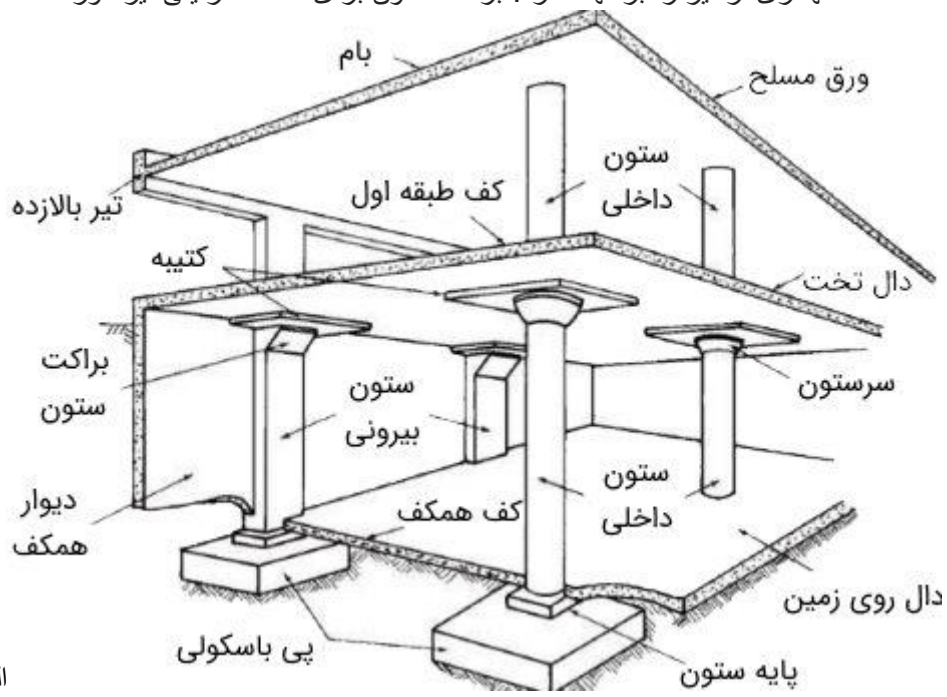
در اتصال تیر با ستون کناری نیز ممکن است حالتی شبیه به یکی از شرایط بالا وجود داشته باشد.

در هر حالت تقاطع تیر و ستون بتن آرمه شرایط زیر باید در نظر گرفته شود.
آرماتورهای ستون پایینی باید در امتداد اولیه‌ی خود و بدون خم‌شدگی تا قسمت بالایی تیر ادامه پیدا کند مطابق شکل مقابل.
برای میلگردهای اصلی هر عضو (ستون یا تیر) تعداد میلگردهای استاندارد تعیین شده دقیقا اجرا گردد.
جزئیات نقشه های اجرایی باید به گونه‌ای ترسیم و اجرایی شوند که موجب افزایش سرعت عمل و سهولت کار گردند (حدالامکان یک تصویر سه بعدی از اعضا ترسیم شود).

اجزای ستون بتنی چه هستند؟

ستون‌های بتنی معمولا دارای ساختاری ساده هستند. با این وجود، نوع سازه (ساختمان، پل، سوله)، محل اجرا (فونداسیون، طبقات بالایی، اطراف سازه) و عضوهای مجاور (دال، دیوار، تیر) بر روی ساختار ستون تاثیر می‌گذارند. از مهمترین اجزای ستون بتنی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- »**سرستون** :(Capital)« بخش بالایی ستون است که بارهای اعمال شده از روسازه را به طور مستقیم تحمل می‌کند. سرستون معمولا در ستون‌های نگهدارنده دال‌های تخت به همراه کتیبه یا بدون کتیبه ساخته می‌شود.
- »**کتیبه** :(Drop Panel)« یک بخش مستطیلی شکل بین سرستون و دال بتنی است که با توزیع بهتر بارهای اعمال شده، از برش و گسیختگی دال جلوگیری می‌کند. کتیبه معمولا از سرستون بزرگتر است.
- **«پایه ستون» (Pedestal)**: بخش پایینی ستون است که از اجزای دیگر ستون نگهداری می‌کند. در صورت استفاده از پایه ستون می‌توان ضخامت فونداسیون را کاهش داد.
- »**بدنه** :(Shaft)« بخش بلند و باریک ستون است که بین پایه و سرستون قرار دارد. در برخی از موارد، ضخامت بخش بالایی و یا پایینی بدنه با نزدیک شدن به سقف یا کف افزایش می‌یابد. این کار به منظور بهبود عملکرد بهتر ستون در انتقال بار و یا بهبود ظاهر سازه انجام می‌گیرد.
- »**میلگرد** :(Reinforcement Bar)« اکثر ستون‌های بتنی از آرماتورهای طولی و عرضی تشکیل می‌شوند. آرماتورها، علاوه بر تقویت مقاومت کششی بتن، امکان اتصال عضوهای دیگر مانند فونداسیون، دال، تیر و دیوار به ستون را فراهم می‌کنند.
- »**براکت** :(Bracket)« بخش بیرون زده ستون‌های بیرونی (روی محیط خارجی) سازه است که وظیفه نگهداری از تیر را برعهده دارد. براکت ستون برای مقاصد تزئینی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



المان‌های مختلف مورد استفاده در سازه بتن مسلح

روش های اجرای ستون بتنی کدام هستند؟

ستون‌های بتنی و دیگر عضوهای مورد استفاده در سازه‌های بتنی، معمولا به روش پیش ساخته یا برجا اجرا می‌شوند. در روش پیش‌ساخته، ساخت ستون در کارخانه صورت می‌گیرد. در مرحله بعد، با انتقال ستون پیش ساخته به محل پروژه، عضوهای بتنی دیگر به آن متصل می‌شوند. ارتفاع ستون‌های پیش ساخته معمولا معادل ارتفاع یک یا دو طبقه از ساختمان است. استفاده از روش پیش ساخته برای اجرای ستون بتنی سازه‌های متوسط و بزرگ، سرعت ساخت

سازه را افزایش و هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد. به علاوه، کیفیت عضو های ساخته شده توسط این روش بسیار بالا است.

نمونه‌ای از نحوه به کارگیری ستون بتنی پیش ساخته

در اجرای ستون بتنی به روش برجا، تمام مراحل ساخت در محل پروژه انجام می‌شود. در این مقاله، تمرکز ما بر روی مراحل و الزامات اجرای ستون بتنی با استفاده از روش برجا است. به منظور آشنایی و درک بهتر هر یک از مراحل این روش، ابتدا باید با انواع ستون‌های بتنی آشنا شوید.

انواع ستون بتنی کدام هستند؟

ستون‌های بتنی دارای انواع متعددی هستند. معیار های مختلفی برای تقسیم‌بندی انواع ستون بتنی وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به روش ساخت (برجا یا پیش‌ساخته)، شکل (مستطیلی، دایره‌ای، قوسی)، نوع آرماتور مورد استفاده (تنگ‌دار، دورپیچ‌دار، کامپوزیت)، نوع بارگذاری (محوری، خارج از محور) و ضریب لاغری (بلند و کوتاه) اشاره کرد. توجه داشته باشید که جزئیات اجرای ستون بتنی با توجه به نوع آن مشخص می‌شود. در ادامه به معرفی انواع ستون بتنی بر اساس معیار های مختلف می‌پردازیم.

انواع ستون بتنی بر اساس شکل کدام هستند؟

ستون‌های بتنی بر اساس شکل سطح مقطع به انواع مستطیلی/مربعی، دایره‌ای، Lشکل، Tشکل، Vشکل، شش ضلعی، قوسی، Yشکل و Y شکل قوسی تقسیم می‌شوند. مقاطع مستطیلی را می‌توان به عنوان متداول‌ترین مقاطع در اجرای ستون بتنی در نظر گرفت. شکل مقطع، پارامتر بسیار مهمی در مرحله قالب‌بندی است. هرچه شکل مقطع ستون پیچیده‌تر باشد، قالب‌بندی آن و نیاز به نیروی کار ماهر نیز بیشتر خواهد بود.

ستون بتنی مستطیلی چه کاربردی دارد؟

ستون‌های بتنی با مقطع مستطیلی یا مربعی اغلب در ساختمان‌هایی با فضاهای چهارضلعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. قالب‌بندی و اجرای ستون بتنی مستطیلی بسیار ساده‌تر از موارد دیگر است. به طور کلی، مقاطع مستطیلی به دلیل ساختار ساده، سرعت اجرای بالا و استحکام خوب، گزینه مناسب و مقرون به صرفه‌ای برای ساخت ستون هستند.

ستون بتنی دایره ای چه کاربردی دارد؟

ستون‌های بتنی با مقطع دایره‌ای، معمولا در شمع‌کوبی‌ها و ساخت سازه‌هایی با طبقات بلند مورد استفاده قرار می‌گیرند. از کاربردهای ستون‌های دایره‌ای می‌توان به ساخت فضای بیرونی مسقف، سالن‌های نمایش و خروجی اضطراری با سطح مقطع بزرگ اشاره کرد. این ستون‌ها در ساخت پایه‌های پل نیز به کار می‌روند. علاوه بر این کاربردها، اجرای ستون بتنی دایره‌ای با پرداخت ویژه یا شیارهای مخصوص، ظاهر زیبایی را برای سازه فراهم می‌کند.

ستون بتنی L شکل چه کاربردی دارد؟

ستون‌های بتنی با مقطع L شکل معمولا در گوشه‌های دیوارهای مرزی سازه به کار می‌روند. ویژگی این ستون‌ها مانند ستون‌های مستطیلی/مربعی است. ستون‌های L شکل به ندرت در سازه‌های بتنی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ستون بتنی T شکل چه کاربردی دارد؟

ستون‌های بتنی با مقطع T شکل، با توجه به الزامات طراحی و در سازه‌هایی نظیر پل ساخته می‌شوند. ویژگی این ستون‌ها مشابه ستون‌های مستطیلی/مربعی است.

ستون بتنی V شکل چه کاربردی دارد؟

ستون‌های بتنی با مقطع V شکل معمولا در فضاهای چند ضلعی (گوشه‌هایی با **زاویه حاده** (مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساخت این نوع ستون‌ها نیازمند بتن‌ریزی بیشتری نسبت به انواع دیگر است.

ستون بتنی شش ضلعی چه کاربردی دارد؟

ستون‌های بتنی با مقطع شش ضلعی، نوعی از ستون‌های سفارشی با ظاهر منحصر به فرد هستند. این ستون‌ها معمولا برای نگهداری از سقف‌های بلند در سازه‌هایی نظیر سالن نمایش، سینما، ایوان‌های بزرگ و غیره به کار می‌روند.

ستون منحنی شکل چه کاربردی دارد؟

ستون‌های بتنی با مقطع منحنی شکل در سازه‌هایی با دیوارهای منحنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اجرای ستون بتنی منحنی در شرایطی که امکان ساخت انواع دیگر ستون فراهم نباشد صورت می‌گیرد. قالب‌بندی این ستون‌ها نسبت به مقاطع دیگر دشوارتر است.

ستون بتنی Y شکل و ستون بتنی Y شکل قوسی چه کاربردی دارند؟

ستون‌های بتنی با مقطع Y شکل اغلب برای ساخت پایه‌های پل یا روگذر اجرا می‌شوند. در صورتی که ترافیک روی این سازه‌ها زیاد باشد، لبه‌های بالایی ستون را به صورت قوسی می‌سازند تا ظرفیت باربری عضو فشاری افزایش پیدا کند.

انواع ستون بتنی بر اساس نوع میلگرد مورد استفاده کدام هستند؟

در هنگام اجرای ستون بتنی معمولا انواع مختلفی از **میلگردها** و آرماتورهای مختلفی نظیر آرماتور طولی، تنگ، دورپیچ، آرماتور انتظار، خاموت و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به نحوه بستن آرماتورهای طولی، ستون‌های بتنی به سه نوع تنگ دار، دورپیچ دار و کامپوزیت تقسیم‌بندی می‌شود.

- **ستون بتنی تنگ دار** :در این ستون، آرماتورهای اصلی (طولی) توسط چندین تنگ (آرماتور عرضی) در فاصله نزدیک به هم بسته می‌شوند.
- **ستون بتنی دورپیچ دار**: در این ستون، آرماتورهای عرضی از نوع دورپیچ یا اصطلاحا اسپیرال هستند.
- **ستون بتنی کامپوزیت** :در این ستون، تیرآهن‌ها یا لوله‌های دارای/بدون میلگرد طولی نقش آرماتورهای اصلی را بازی می‌کنند.

انواع ستون بتنی بر اساس بارگذاری کدام هستند؟

ستون‌های بتنی معمولا تحت بارگذاری فشاری قرار می‌گیرند. با این وجود، محل اعمال بار بر روی سطح مقطع تمام ستون‌های بتنی مشابه یکدیگر نیست. بر این اساس، ستون‌های بتنی به دو نوع ستون‌های تحت بار محوری و خارج از محور تقسیم‌بندی می‌شوند.

- **ستون بتنی تحت بار محوری** :در این ستون، محور اعمال نیروی فشاری بر روی مرکز جرم سطح مقطع قرار دارد. در واقع، برآیند بار فشاری بر روی مرکز هندسی مقطع ستون اعمال می‌شود.
- **ستون بتنی تحت بار خارج از محور** :در این ستون، محور اعمال نیروی فشاری بر روی مرکز جرم سطح مقطع قرار نمی‌گیرد. در این شرایط، دو حالت اصلی وجود دارد.
  - **بار تک محوری** :بار فقط در یکی از جهت‌های عمودی یا افقی بر مقطع ستون اعمال می‌شود.
  - **بار دو محوری** :اعمال بار از هر دو جهت بر روی ستون صورت می‌گیرد.

انواع ستون بتنی بر اساس لاغری کدام هستند؟

یکی دیگر از معیارهای تقسیم‌بندی ستون بتنی، ضریب لاغری آن است. ضریب لاغری در ستون بتن آرمه، نسبت بین طول موثر (طول بدنه بدون سرستون و کتیبه) به حداقل بعد جانبی است. این ضریب، توانایی ستون بتنی در تحمل کمانش را نمایش می‌دهد. مقدار ضریب لاغری از تقسیم طول ستون به **شعاع ژیراسیون** به دست می‌آید. بر این اساس، ستون‌های بتنی به دو نوع کوتاه و بلند تقسیم می‌شوند:

- **ستون بتنی کوتاه** :نسبت طول موثر به حداقل بعد سطح مقطع ستون کمتر از ۱۲ است. ستون کوتاه در اثر فشار خالص می‌شکند.
- **ستون بتنی بلند** :نسبت طول موثر به حداقل بعد سطح مقطع ستون بیشتر از ۱۲ است. ستون بلند در اثر خمش یا کمانش می‌شکند.

در رابطه با ویژگی‌های طراحی عضوهای مختلف سازه‌های بتن آرمه نظیر تیر، ستون و دال، یک فیلم آموزشی جامع در مجموعه فرادرس تهیه شده است که می‌توانند شما را با مفاهیم مرتبط با این حوزه آشنا کند. لینک این فیلم در ادامه آورده شده است.

- **برای مشاهده فیلم آموزش طراحی سازه‌های بتن آرمه + اینجا کلیک کنید.**

مراحل اجرای ستون بتنی چه هستند؟

اجرای ستون بتنی معمولا طی شش مرحله شامل پیکتاژ یا پیاده کردن نقشه بر روی زمین، آرماتوربندی، قالب‌بندی، بتن‌ریزی (جانمایی، پرداخت اولیه، عمل آوری)، باز کردن قالب و پرداخت نهایی انجام می‌گیرد. در ادامه، هر یک از مراحل اجرای ستون بتنی را معرفی می‌کنیم.

پیکتاژ ستون بتنی چگونه انجام می‌شود؟

پیکتاژ یا پیاده کردن نقشه بر روی زمین، اولین مرحله در اجرای ستون بتنی است. در این مرحله، محدوده اجرای ستون توسط رنگ یا گچ بر روی زمین مشخص می‌شود. دقت علامت‌گذاری، تاثیر زیادی بر روی اجرای صحیح ستون دارد. پیکتاژ ستون شامل دو مرحله زیر است:

- **پیاده کردن محل قرارگیری ستون بتنی بر روی فونداسیون** :پس از علامت‌گذاری محدوده و نقاط مرکزی، حفر ترانشه برای آماده‌سازی محل اجرای ستون بتنی و فونداسیون با دقت بالا انجام می‌گیرد. این مرحله نیازمند نظارت بالا و بررسی مداوم محل حفر ترانشه و اطمینان از مطابقت آن با طرح است. در صورتی که پیاده‌سازی ستون بر روی فونداسیون به خوبی انجام نگیرد، احتمالا المان‌های دیگر سازه نیز با خطا ساخته می‌شوند.
- **پیاده کردن محل قراگیری ستون بتنی بر روی ستون پایینی** :پس از اجرای ستون‌های متصل به فونداسیون و در هنگام بتن ریزی دال طبقات بالایی، باید تمهیدات لازم برای مشخص کردن محل دقیق ستون‌ها به منظور مطابقت راستا و سطح مقطع آن‌ها بر روی یکدیگر در نظر گرفته شود. استفاده از میلگردهای انتظار و ایجاد پایه ستون می‌تواند این فرآیند را ساده‌تر کند.

تعیین محل اجرای ستون بتنی در ترانشه‌های حفر شده برای اجرای فونداسیون

میلگردگذاری یا آرماتوربندی ستون چگونه انجام می‌شود؟

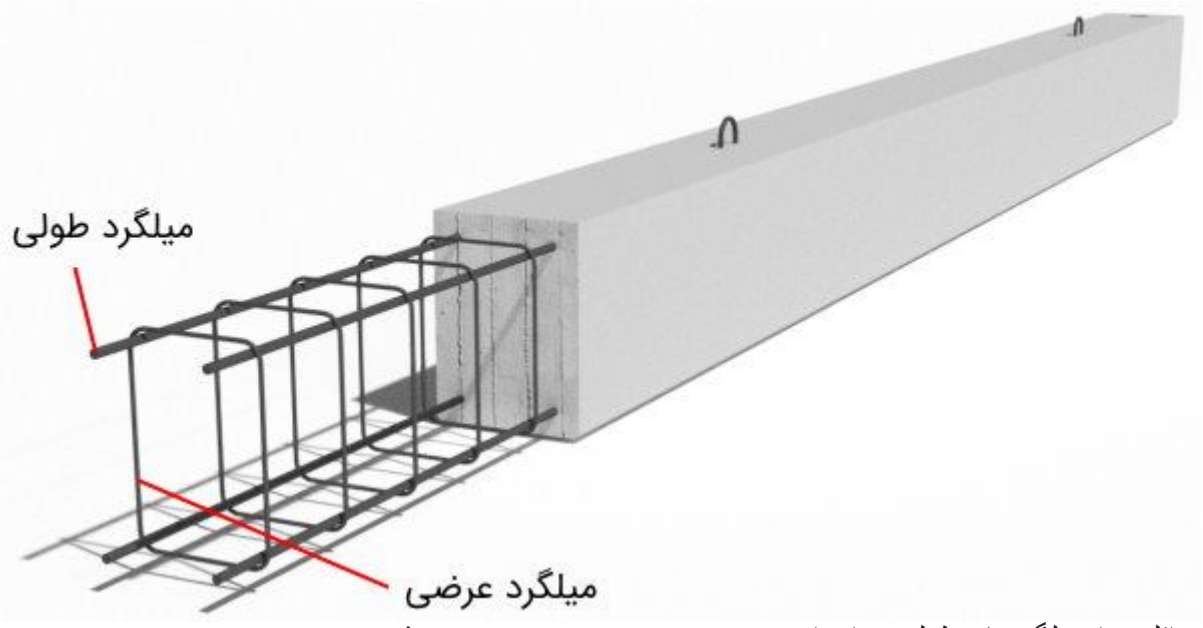
میلگردگذاری و آرماتوربندی، یکی از مهم‌ترین مراحل اجرای ستون بتنی است که طی سه مرحله اصلی بریدن، خم کردن و بستن انجام می‌شود. ستون‌های بتنی معمولا با استفاده از میلگردهای طولی (هم‌راستا با محور طولی) و میلگردهای عرضی (عمود بر محور طولی) ساخته می‌شوند. جانمایی میلگردها از اهمیت بالایی در اجرای صحیح ستون بتنی برخوردار است. به عنوان مثال، انحراف یک سانتی‌متری میلگردها از محل مشخص شده در طرح می‌تواند ظرفیت باربری ستون را به میزان ۲۰ درصد کاهش دهد.

خم کردن میلگردهای عرضی و بستن آن‌ها به میلگردهای طولی

تمام الزامات ضروری برای آرماتوربندی از جمله ابعاد، تعداد، محل قرارگیری و عیار میلگردهای مورد استفاده در ستون بتنی باید در طرح اجرایی آورده شده باشند. علاوه بر این، مشخص کردن آرایش و نوع وصله (پوششی، مکانیکی یا جوشی) در طرح نیز ضروری است. در این بخش، الزامات اجرایی میلگردگذاری در ستون‌های بتنی را مطابق با مبحث نهم مقررات ملی ساختمان مورد بررسی قرار می‌دهیم.

آرماتور طولی در ستون بتنی چگونه اجرا می‌شود؟

آرماتور طولی، مجموعه میلگردهایی است که در راستای طول ستون بتنی و به منظور افزایش مقاومت در برابر بارهای فشاری و کششی (ناشی از بارهای جانبی، خارج از محور و خمشی) نصب می‌شود. به کارگیری این نوع آرماتور، شکل‌پذیری ستون بتنی را افزایش می‌دهد و از شکست ناگهانی آن جلوگیری می‌کند. از دیگر ویژگی‌های آرماتورهای طولی می‌توان به کاهش اثر خزش و جمع‌شدگی ناشی از بارهای تکراری اشاره کرد.



حداقل تعداد میلگردهای طولی در اجرای ستون بتنی به صورت زیر تعیین می‌شود:

- ۳ عدد میلگرد داخل تنگ‌های مثلثی
- ۴ عدد میلگرد داخل تنگ‌های مستطیلی یا دایره‌ای
- ۶ عدد میلگرد داخل دورپیچ، ستون‌های قاب‌های خمشی ویژه محصور شده یا دورگیرهای دایره‌ای

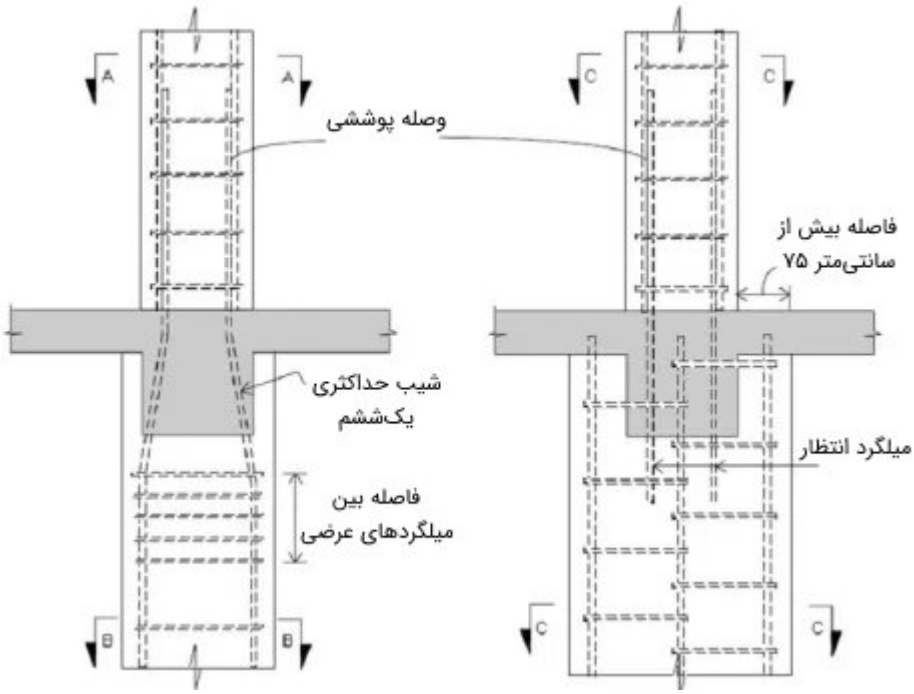
نکته :مساحت آرماتورهای طولی نباید کمتر از ۱ درصد و بیشتر از ۸ درصد سطح مقطع ناخالص ستون بتنی باشد. این محدودیت باید در محل وصله‌های پوششی نیز رعایت شود.

آرماتور طولی خم شده در ستون بتنی چگونه اجرا می‌شود؟

آرماتور طولی خم شده در اجرای ستون بتنی زمانی استفاده می‌شود که سطح مقطع ستون (معمولا طبقه همکف یا زیرزمین) از ستون بالایی بیشتر باشد. در این شرایط، به منظور ایجاد پیوستگی بین دو ستون، آرماتورهای طولی بین آن‌ها با رعایت الزامات زیر خم می‌شوند:

- شیب قسمت مایل در آرماتور طولی خم شده نسبت به محور ستون نباید بیشتر از ۱:۶ باشد.
- در صورت وجود تورفتگی یا بیرون‌زدگی (فاصله سطوح خارجی) بیشتر از ۷۵ میلی‌متر، خم کردن آرماتورهای طولی مجاز نیست.
- برای تورفتگی یا بیرون‌زدگی‌های بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر می‌توان از آرماتورهای انتظار مجزا و وصله‌های پوششی برای اتصال آرماتورهای دو ستون به یکدیگر استفاده کرد.

تصویر زیر، حالت‌های مناسب اتصال آرماتورهای دو ستون در هنگام استفاده از آرماتورهای طولی خم شده یا عدم استفاده از آن‌ها را نمایش می‌دهد.



حالت‌های استفاده (تصویر چپ) و عدم استفاده (تصویر راست) آرماتور طولی خم شده بین دو ستون با سطح مقطع متفاوت

وصله آرماتورهای طولی ستون بتنی چگونه اجرا می‌شود؟

در ساختمان‌های چند طبقه، امکان استفاده از میلگردهای طولی بلند (هم اندازه با ارتفاع کلی ساختمان) وجود ندارد. از این‌رو، معمولا میلگردهایی هم اندازه با ارتفاع هر طبقه برای آرماتوربندی ستون مورد استفاده قرار می‌گیرند. به منظور اطمینان از انتقال مناسب نیروها بین میلگردها در طبقات مختلف، این المان‌ها به یکدیگر وصله استفاده می‌شود. روش‌های مختلفی نظیر به کارگیری **وصله‌های پوششی، مکانیکی، جوشی و اتکایی** برای این کار وجود دارد. استفاده از تمام این روش‌ها در ستون‌های بتنی بلامانع است. اجرای وصله در محل اتصال ستون به تیر مجاز نیست. الزامات اجرایی وصله آرماتورهای طولی در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۹، بند ۹-۲۱-۴ و فصل ۹-۲۰ آورده شده‌اند.

طول اورلب چیست؟

استفاده از وصله پوششی، متداول‌ترین روش اتصال میلگردها محسوب می‌شود. در این روش، میلگردها به صورت اتصالی یا غیر اتصالی بر روی هم قرار می‌گیرند (تصویر زیر). به طول همپوشانی دو میلگرد، طول اورلب می‌گویند. حداقل طول اورلب برای انتقال مناسب نیرو، ۳۰۰ میلی‌متر است. در صورت استفاده از تنگ یا دورپیچ می‌توان طول اورلب را در ضریب کمتر از یک (۰/۸۳ برای تنگ و ۰/۷۵ برای دورپیچ) ضرب کرد.

وصله پوششی اتصالی (تصویر بالا) و غیر اتصالی (تصویر پایین)

آرماتور عرضی در ستون بتنی چگونه اجرا می‌شود؟

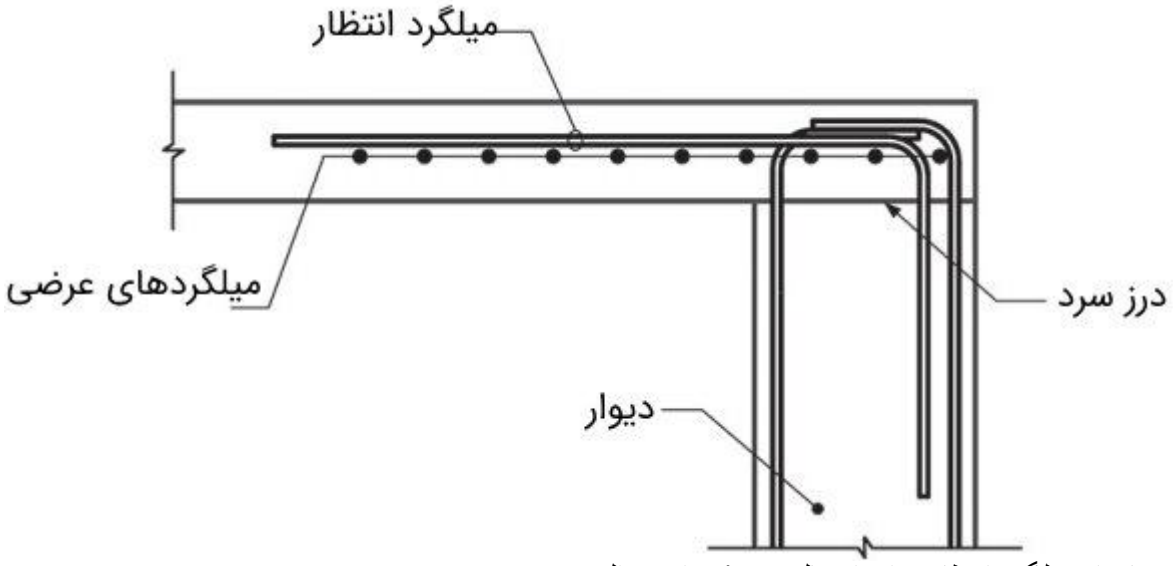
آرماتور عرضی، مجموعه‌ای میله‌های فولادی است که به صورت عمود یا مایل نسبت به آرماتورهای طولی نصب می‌شوند. این آرماتورها، وظیفه مقاومت در برابر بارهای برشی و پیچشی درون ستون بتنی را برعهده دارند.
آرماتورهای عرضی با افزایش شکل‌پذیری و بهبود محصورشدگی بتن، از شکست جانبی ستون جلوگیری می‌کند. به علاوه، بستن این المان‌ها به آرماتورهای طولی (توسط سیم‌های فولادی)، مانع از جابجایی میلگردها می‌شود.

استفاده از دورپیچ به عنوان آرماتور عرضی برای تقویت ستون و نگهداشتن آرماتور طولی

به طور کلی، نصب آرماتورهای عرضی توسط تنگ، دورگیر یا دورپیچ در اطراف آرماتورهای طولی الزامی است؛ مگر آنکه بر اساس آزمایش‌ها و تحلیل‌ها، مقاومت کافی ستون بدون این المان‌ها تایید باشد. الزامات طراحی و اجرایی آرماتورهای عرضی نظیر خاموت‌ها، تنگ‌ها، دورپیچ‌ها و دورگیرها به طور کامل در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۹، بندهای ۹-۲۱-۶-۱ تا ۹-۲۱-۶-۴ و ۹-۱۲-۶-۵ تا ۹-۱۲-۶-۷ آورده شده‌اند.

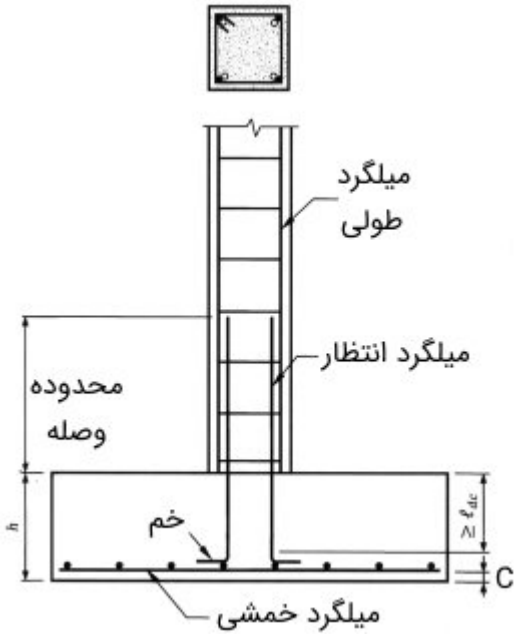
میلگرد انتظار یا میلگرد ریشه در ستون بتنی چیست؟

آرماتور انتظار یا آرماتور ریشه، یکی دیگر از آرماتورهای پرکاربرد در اجرای ستون بتنی است. در ساخت بسیاری سازه‌های بتنی، به دلیل محدودیت‌های اجرایی یا حجم بالای بتن‌ریزی، امکان ساخت عضوهای سازه به صورت یکجا وجود ندارد. در این حالت، به منظور مقابله با مشکلاتی نظیر ایجاد درز سرد و کاهش استحکام سازه، میلگردهایی بین دو لایه مجاور تعبیه می‌شوند. به این میلگردها که وظیفه انتقال بار بین عضوهای مجاور بتنی را برعهده دارند، **میلگرد انتظار** می‌گویند.



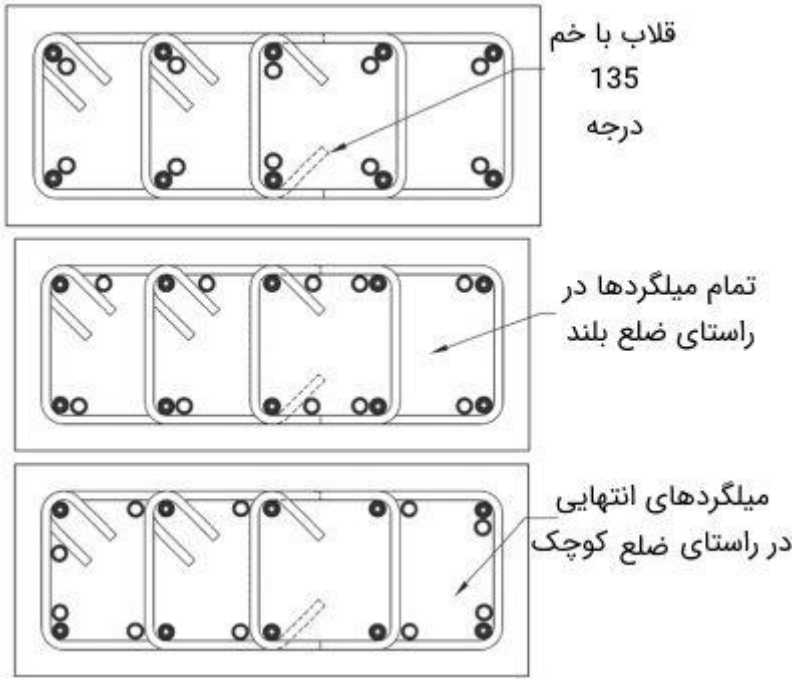
استفاده از میلگرد انتظار برای اتصال ستون/دیوار و دال

در ستون‌های بتنی، میلگردهای انتظار برای ایجاد اتصال به عضوهای دیگر نظیر تیر، ستون بالایی، دال و دیوار مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این وجود، ایجاد اتصال مناسب بین روسازه و فونداسیون، متداول‌ترین کاربرد میلگرد انتظار در اجرای ستون بتنی است.



نمای جانبی از نحوه اجرای مناسب میلگردهای مختلف در ستون بتنی

تصویر بالا، نحوه اتصال ستون به فونداسیون باسکولی را نمایش می‌دهد. در اجرای میلگرد انتظار ستون بتنی، پارامترهایی مانند طول موثر، خم و بیرون‌زدگی میلگرد از اهمیت بالایی برخوردار هستند. در مجموع، آرماتوربندی از مهم‌ترین مراحل اجرای ستون بتنی است. در این مرحله، انتخاب الگوی مناسب (مانند تصویر زیر) می‌تواند فرآیند اجرا را تسهیل ببخشد و عملکرد ستون در مقاومت و توزیع بارهای مختلف را تضمین کند.



دید از بالای مناسب‌ترین الگوها (از بالا به پایین) برای اجرای میلگردهای مختلف در ستون بتنی

قالب بندی ستون بتنی چگونه انجام می‌شود؟

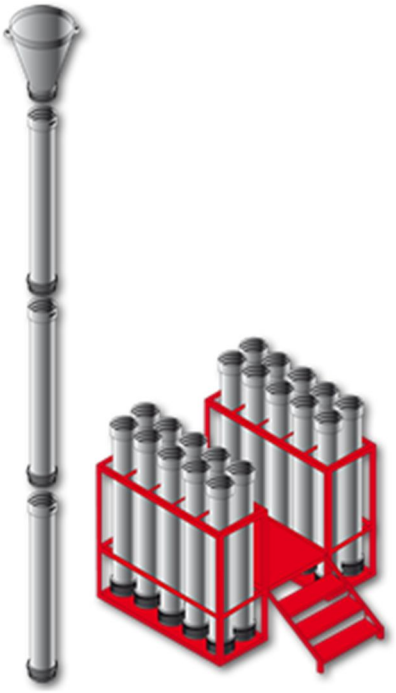
به سر هم کردن و آماده‌سازی قالب برای شروع عملیات بتن‌ریزی، قالب‌بندی می‌گویند. روش‌ها و تجهیزات مختلفی برای قالب‌بندی ستون وجود دارد. به دلیل انعطاف‌پذیری بالای قالب‌های چوبی، این تجهیزات به طور گسترده در ساخت ستون‌های بتنی با شکل‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. البته، به نظر می‌رسد با گذشت زمان، قالب‌های چوبی جای خود را به قالب‌های مدولار یا صنعتی بدهند؛ چراکه قالب‌های مدولار نسبت به قالب‌های چوبی از سرعت نصب بالاتر و هزینه‌های عملیاتی پایین‌تری بهره می‌برند.

نمونه‌ای از قالب‌بندی ستون بتنی Y شکل قوسی توسط تجهیزات مدولار

در اغلب موارد، ستون‌های بتن مسلح به دلیل ضریب لاغری و حجم بتن‌ریزی نسبتا بالا در معرض بارهای جانبی قرار می‌گیرند. از این‌رو، قالب مورد استفاده برای اجرای این عضوها باید دارای اتصالات محکم، تکیه‌گاه‌های مقاوم، استحکام بالا و انعطاف‌پذیری مناسب باشد.

بتن ریزی ستون بتنی چگونه انجام می‌گیرد؟

بتن‌ریزی، یکی از مراحل حساس در اجرای ستون بتنی است. در این مرحله، پس از اتمام قالب‌بندی، مخلوط بتن با استفاده از تجهیزاتی نظیر پمپ بتن، ترمی یا چرخ دستی به درون قالب ریخته می‌شود. در صورت زیاد بودن ارتفاع ستون (نوع بلند)، بتن‌ریزی به صورت مرحله‌ای انجام می‌گیرد.

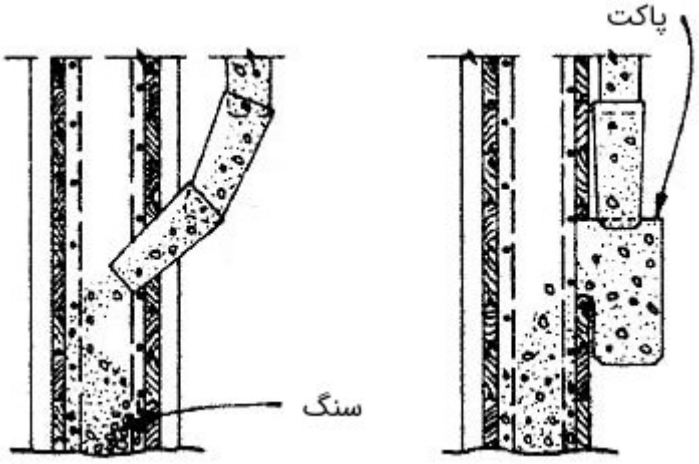


قیف و لوله‌های ترمی مورد استفاده برای بتن‌ریزی ستون بتنی

در هنگام ریختن بتن در قالب ستون، توجه به نکات زیر ضروری است:

- رعایت فاصله زمانی بین بتن‌ریزی لایه‌های مختلف (حداکثر ۳۰ دقیقه در دمای معمولی و ۲۰ دقیقه در هوای گرم)
- توقف بتن‌ریزی با رسیدن به سطح پایینی دال و ادامه عملیات همزمان با بتن‌ریزی دال و تیر

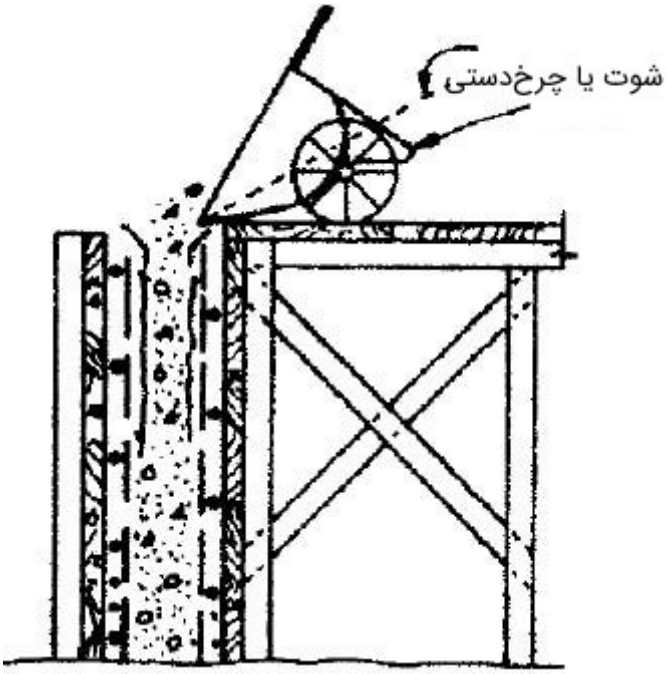
- تراکم مناسب هر لایه توسط ویبراتور
- رعایت ارتفاع سقوط آزاد (حداکثر ۱/۲ متر)
- بررسی عدم وجود آب در گوشه‌ها و انتهای ستون



روش درست (سمت راست) و نادرست (سمت چپ) بتن‌ریزی ستون

بتن ریزی دستی ستون بتنی چگونه انجام می‌شود؟

در صورتی که ارتفاع ستون و حجم بتن مورد نیاز برای ساخت آن کم باشد، استفاده از تجهیزات ماشینی ضرورتی نخواهد داشت. در این حالت، استفاده از تجهیزات دستی مانند چرخ دستی (فرغون) برای اجرای ستون بتنی گزینه مناسب‌تری خواهد بود. تصویر زیر نمونه‌ای از بتن‌ریزی دستی ستون را نمایش می‌دهد.



فرآیند بتن‌ریزی ستون، علاوه بر جانمایی بتن در قالب، شامل مراحل دیگری نظیر پرداخت اولیه و عمل آوری نیز می‌شود. در پرداخت اولیه، تراز کردن سطح بالایی ستون توسط ماله و دیگر تجهیزات پرداخت، امکان اجرای مناسب دیگر عضو های بتنی بر روی ستون را فراهم می‌کند.

عمل آوری ستون بتنی چگونه انجام می‌شود؟

عمل‌آوری، فرآیندی برای کنترل رطوبت و دمای بتن ریخته شده جهت رسیدن به خواص مکانیکی مد نظر است. روش‌های مختلفی برای عمل‌آوری ستون بتنی وجود دارند. این روش‌ها به دو گروه اصلی روش‌های آب‌رسانی و عایقی تقسیم می‌شوند.

- **روش آب‌رسانی** :در این روش، یک سطح آبی به صورت مستقیم (آب‌پاشی) یا غیر مستقیم (پوشش مخصوص) بر روی بتن ایجاد می‌شود.
- **روش عایقی** :در این روش، پوشش‌ها یا مواد عایق، از تبخیر آب در حین عمل‌آوری جلوگیری می‌کنند.

استفاده از روش آبرسانی

برای حفظ رطوبت ستون بتنی جهت عمل آوری بهتر

انتخاب روش و زمان مناسب برای عمل آوری ستون بتنی به نوع بتن، نسبت آب به سیمان، افزودنی‌های مورد استفاده و شرایط محیطی بستگی دارد.

باز کردن قالب ستون بتنی چه زمانی انجام می‌گیرد؟

قالب ستون زمانی باز می‌شود که بتن به اندازه کافی سخت شده و توانایی تحمل وزن خود (به همراه بارهای زنده) را داشته باشد. به طور کلی، باز کردن قالب ستون با توجه نوع بتن، دمای محیط و شرایط عمل آوری، معمولا بین یک تا سه روز پس از بتن‌ریزی انجام می‌گیرد. با این وجود، نباید نگهدارنده‌ها را تا حداقل هفت روز پس از بتن‌ریزی باز کرد.

در نهایت، انتخاب زمان مناسب باز کردن قالب ستون بتنی به نظر کارشناسان بستگی دارد. از آنجایی که وجود قالب می‌تواند به عمل‌آوری ستون کمک کند، باز کردن آن پس از ۶ تا ۱۴ روز (حداقل زمان عمل‌آوری پیشنهادی در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان) گزینه مناسبی است.

پرداخت نهایی ستون بتنی چگونه انجام می‌شود؟

پردخت نهایی سطح ستون، پس از باز کردن قالب و گیرش نهایی انجام می‌شود. این مرحله، به دو روش خشک (از بین بردن اثرات قالب بر روی بتن) و مرطوب (ایجاد سطح صیقلی برای بتن) صورت می‌گیرد. پرداخت ستون بتنی، باعث افزایش مقاومت در برابر سایش و کاهش نفوذپیری می‌شود.

معرفی فیلم آموزش طراحی سازه‌های بتن آرمه

امروزه، اکثر سازه‌ها با استفاده بتن، بخصوص بتن مسلح ساخته می‌شوند. ویژگی‌های منحصر به فرد سازه‌های بتن آرمه باعث گسترش کاربرد آن‌ها در سازه‌های مهندسی شده است. به همین دلیل، اهمیت طراحی و اجرای مناسب این سازه‌ها روز به روز در حال افزایش است. منظور آشنایی دانشجویان، مهندسان و علاقه‌مندان به این حوزه، فرادرس، آموزش جامعی را به مدت ۵ ساعت و ۴۷ دقیقه در قالب هفت درس تهیه کرده است.

درس‌های یکم تا هفتم این فرادرس به ترتیب به آموزش با مفاهیم طراحی سازه‌های بتن مسلح، روش‌های طراحی، طراحی خمشی تیر، طراحی برشی و پیچشی عضوها، **طراحی ستون** و تئوری چسبندگی (محاسبه طول مهاری میلگرد) می‌پردازد.

- **برای مشاهده فیلم آموزش طراحی سازه‌های بتن آرمه** + **اینجا کلیک کنید**.

الزامات طراحی و اجرای ستون بتنی چه هستند؟

الزامات اجرایی و طراحی ستون بتنی در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش ۱۳۹۹، فصل ۹-۱۲ آورده شده‌اند. در این بخش، بر اساس این استاندارد و استاندارد بین‌المللیACI ، به برخی از سوالات مهم در مورد طراحی و اجرای ستون‌های بتنی پاسخ می‌دهیم.

ابعاد استاندارد ستون بتنی چقدر هستند؟

هیچ ابعاد استانداردی برای اجرای ستون بتنی وجود ندارد؛ چراکه عوامل متعددی نظیر نوع ستون، فاصله بین دو ستون، ابعاد آرماتور طولی، ابعاد آرماتور عرضی، بار مورد انتظار (مقاومت مورد نیاز) و نقش ستون در معماری سازه بر روی ابعاد آن تاثیرگذار هستند. از این‌رو، باید ابعاد ستون بتنی را با توجه به این پارامترها طراحی کرد و ایمنی آن را مورد تحلیل قرار داد. با توجه به گستردگی استفاده از ستون‌های بتن آرمه با سطح مقطع مستطیلی، الزامات طراحی برای ابعاد این ستون‌ها را در این بخش مورد بررسی قرار می‌دهیم.

برای ساختمان‌های یک طبقه، در صورت استفاده از بتن با عیار M15 (طرح اختلاط ۱:۲:۴)، اجرای ستون بتنی با ابعادی کمتر از ۲۳*۲۳ سانتی‌متر مجاز نیست. البته این ابعاد به عنوان یک معیار حداقلی در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال، برای ساختمان‌های یک و نیم طبقه در صورت طراحی ابعاد ۲۳*۲۳ سانتی‌متر باید از بتنی با عیار

M20(طرح اختلاط ۱:۱/۵:۳) استفاده کرد. اگر در این حالت نیز از بتن M15 استفاده شود، حداقل ابعاد مورد نیاز به ۳۰*۲۳ افزایش می‌یابد. جدول زیر، ابعاد پیشنهادی ستون بتنی در ساختمان‌های چند طبقه با اسکلت‌های مختلف را نمایش می‌دهد.

ابعاد (سانتی‌متر)	تعداد طبقات	اسکلت
70*70	۱ تا ۱۰	**10طبقه**
75*75	1تا ۷	**20طبقه**
60*60	۸ تا ۱۴	
45*45	۱۵ تا ۲۰	
80*80	۱ تا ۱۰	**30طبقه**
65*65	۱۱ تا ۲۰	
47*47	21تا ۳۰	

ابعاد پیشنهادی در جدول بالا، محافظه‌کارانه هستند) **ضریب ایمنی** بالایی دارند). با توجه پارامترهای مختلف می‌توان از ستون‌هایی با ابعاد ۳۰*۳۰ سانتی‌متر تا ۱۲۰*۱۲۰ سانتی‌متر در سازه‌هایی با اسکلت بتنی استفاده کرد.

حداکثر فاصله دو ستون بتنی چقدر است؟

فاصله مرکز به مرکز دو ستون بتنی معمولا نباید بیشتر از ۴ تا ۵ متر باشد. با افزایش این فاصله، ابعاد مورد نیاز برای اجرای ستون بتنی نیز افزایش می‌یابد. به طور کلی، در دو حالت طراحان مجبور به افزایش ابعاد ستون بتنی هستند:

۱. افزایش فاصله بین دو ستون نیازمند افزایش ابعاد ستون و عمق تیر است.
۲. افزایش ارتفاع سازه (تعداد طبقات) با ابعاد ستون رابطه مستقیم دارد.

فاصله زمانی بتن ریزی سقف و ستون چقدر است؟

بتن‌ریزی عضوهای بتنی، معمولا پس از گیرش مناسب هر عضو انجام می‌شود. در استانداردهای مختلف، به فاصله زمانی مناسب بین بتن‌ریزی ستون و دیگر عضوهای سازه اشاره مستقیم نشده است. البته مطابق استانداردهای ACI-318و ACI-301 ، بتن‌ریزی عضوهای نگهداری شده (دال و تیر) بر روی ستون یا دیوار، پیش از گیرش اولیه آن‌ها (حداقل دو ساعت پس از جانمایی بتن) مجاز نیست.

در مورد فاصله زمانی مناسب برای بتن‌ریزی ستون بر روی دال نیز هیچ قانون یا محدودیت خاصی وجود ندارد. در بسیاری از پروژه‌ها، بتن‌ریزی دال و ستون در یک روز انجام می‌گیرد. پارامترهای موثر بر این فاصله زمانی، سختی کافی دال، ایجاد پیوند مناسب بین بتن عضوها، درزهای اجرایی و محدودیت‌های زمانی پروژه هستند.

روش های دسته بندی ستونها

- بر اساس شکل
- بر اساس نوع آرماتور
- بر اساس نوع بارگذاری
- بر اساس نسبت لاغری

۱ -براساس شکل:

ستون مربعی یا مستطیلی

این نوع ستون در ساختمان های معمولی استفاده می شود. این نوع از انواع ستون های ساختمان تنها در صورتی که فضا مربعی یا مستطیلی باشد، کاربرد دارند. به این طریق ساخت و قالب گیری ستون های مستطیلی یا مربعی نسبت به ستون های دایره ای بسیار آسان تر است. این امر اساساً به دلیل سادگی کار با قالب بتن و جلوگیری از سقوط بتن هنگام بتن ریزی است. قالب گیری ستون های مستطیلی و مربعی بهتر انجام می شود و همچنین هزینه کمتری در پی دارد.

دایره ای

که به طور ویژه طراحی می شوند. آن ها غالبا در شمع کوبی و نمای ساختمان ها استفاده می شوند. چرا از این ستونها در نما استفاده می کنیم؟ از این ستون ها برای حذف لبه ها استفاده می شود. همچنین در مکان هایی همچون ایوان ها،

تراس ها و سالن های کنفرانس مورد استفاده قرار می گیرد. نمونه دیگر از این ستونها را می توان در پایه های پل ها بیابید؛ زیرا در آنجا شما نیاز ندارید که آن ها را با چیزی تراز کنید. از دیگر مزیت های دایره ای جنبه زیبایی آنها است.

نوع ال

غالبا در گوشه های دیوارهای دور تا دوری و مرزی استفاده می شوند و خصوصیاتی مشابه ستونهای مستطیلی یا مربعی دارند. این نوع از ستونها به ندرت مورد استفاده قرار می گیرند.

نوع T

در ساخت پل ها و در موارد دیگر بسته به الزامات طراحی استفاده می شوند. این ستونها هم مشخصاتی مشابه با ستون مستطیلی یا مربعی دارند.

نوع V

همان طور که از نامش پیداست،به شکل V است و غالبا در صورتی که فضا ذوزنقه ای باشد مورد استفاده قرار می گیرد. این نوع نیازمند بتن بیشتری در مقایسه با سایر ستونهاست.

شش ضلعی

به طور کلی ستون های تغییر یافته هستند. شش وجه دارند و زیبایی قابل قبولی برای نما ایجاد می کنند. از این ستونها غالبا در ایوان ها، سالن های اجلاس، سالن سینما و ... استفاده می شود.

قوسی

این نوع هنگامی استفاده می شوند که فضا قوسی شکل است. این نوع زمانی کاربرد دارد که ساخت ستونهای مربعی، مستطیلی یا دایره ای ممکن نباشد. این نوع به ندرت مورد استفاده قرار می گیرند زیرا قالب بندی آن دشوار است.

نوع Y

غالبا در ساخت پل ها، روگذرها و ... مورد استفاده قرار می گیرند. در شکل ۳، ستون نوع Y یکی از انواع ستونهای ساختمان نشان داده شده است.

نوع Yبا قوس

مشابه ستون نوع Y است اما وجوه و یا لبه های منحنی شکل دارد. این نوع از ستونها غالبا در زیر پل ها و روگذرها استفاده می شوند؛ یعنی جایی که تراکم ساخت ستونها بیشتر برای مقاومت در برابر بارهای سنگین وارده از قسمت فوقانی ضرورت دارد. در شکل ۴ ستونهای نوع Y با قوس یکی از انواع ستونهای ساختمان نشان داده شده است.

۲ـطبقه بندی ستون ها بر اساس نوع آرماتور

بسته به نوع آرماتور مورد استفاده، ستون های آرماتور بندی شده به انواع زیر طبقه بندی می شوند:

تنگ دار

هنگامی که میلگردهای اصلی و طولی با میلگردهای تنگ جانبی نزدیک به هم محصور شده باشند، ستون از نوع تنگ دار خواهد بود.

مارپیچ

هنگامی که میلگردهای اصلی و طولی با آرماتور مارپیچی ممتد و کم فاصله محصور شده باشند، ستون از نوع مارپیچی خواهد بود.

مرکب

هنگامی که آرماتور طولی به شکل مقطع فولادی یا لوله ای یا بدون میلگردهای طولی باشند، ستون مرکب نامیده می شود.

۳ـطبقه بندی ستون ها بر اساس نوع بارگذاری

بر اساس نوع بارگذاری ستون ها به سه نوع تقسیم بندی می شوند:

تحت بار محوری

هنگامی که راستای اعمال نیروی فشاری بر مرکز ثقل مقطع عرضی ستون منطبق باشد، به آن، ستون تحت بار محوری گفته می شود.

تحت بار خارج از مرکز (تک محوری یا دو محوری)

هنگامی که راستای اعمال نیروی فشاری بر مرکز ثقل مقطع عرضی ستون منطبق نباشد، ستون تحت بار خارج از مرکز قرار می گیرد.

تک محوری

ما محورهای Y و X را می شناسیم. هنگامی که بار به صورت خارج از مرکز نسبت به یکی از دو محور Y و X (هرکدام از آن ها) وارد شود، به آن ستون با بار خارج از مرکز گفته می شود. (تک محوری)

دو محوری

اگر بار بر روی دو محور خارج از مرکز اثر کند، به این معنی که بار بر روی هیچکدام از محورهایY یا X اثر نکند؛ به آن ستون با بار خارج از مرکز گفته می شود. (دو محوری)

۴ـطبقه بندی ستون ها بر اساس نسبت لاغری

بسته به نسبت لاغری (نسبت طول مؤثر به حداقل بعد جانبی ستون) به شرح زیر دسته بندی می شوند.

کوتاه :

اگر نسبت طول مؤثر ستون به کوچکترین بعد جانبی آن کمتر از ۱۲ باشد، **ستون کوتاه** نامیده می شود. ستون کوتاه با خرد شدن دچار فروپاشی می شود.

بلند :

اگر نسبت طول مؤثر به کوچکترین بعد جانبی ستون از ۱۲ بیشتر باشد، ستون بلند نامیده می شود. به دلیل خمش یا کمانش دچار شکست می شود.

اجرای ستون در ساختمانهای بتنی:

ساختمانهایی با اسکلت بتنی و فلزی ، عضو انتقال دهنده بار طبقات بالای خود به فونداسیون یا سقف زیر خود است
ارتفاع سقوط بتن هنگام بتن ریزی ستون از ۱/۲ متر بیشتر نباشد زیرا باعث تفکیک دانه بندی بتن می گردد بهترین مقطع برای ستون دایره می باشد مقاومت فشاری ، خمشی و پیچشی ستون ها از طبقات پایین به سمت بالا کمتر می شود

آرماتور بندی ستون های بتنی:

برای اجرای ستونهای اولین طبقه قبل از بتن ریزی فونداسیون ، میلگردهای اصلی در قالب آرماتورهای ریشه در فونداسیون نصب شده اند و به صورت میلگردهای انتظار اولین ستونهای ساختمان را شکل می دهند
میلگردهای انتظار به جزییات نقشه های اجرایی در جای خود نصب شده اند و با اجرای خاموت ها و سنجاق ها روی آن ها آماده قالب بندی می شوند
فاصله خاموت ها از یکدیگر در ابتدا و انتهای ستونها در هر طبقه تا یک اندازه مشخص و محاسبه شده کمتر از فاصله خاموت ها نسبت به هم در ناحیه وسط ستونها می باشد این در ساختمانهای بتنی ستونها را **اعضای فشاری** و خاموت آنها را **تنگ** می نامند
حداقل تعداد میلگردهای طولی در قطعات فشاری با مقاطع مربع یا مستطیل چهار عدد با مقاطع مثلثی سه عدد و با مقاطع دایره ۶ عدد می باشد در ستونهایی با مقاطع دایره به جای خاموت از میلگرد دورپیچ ساده استفاده می کنند که قطر آنها نباید از ۶ میلیمتر کمتر باشد
هنگام اجرای آرماتور بندی ستونها از تمیز بودن سطح میلگرد ها از هر نوع آلودگی باید اطمینان حاصل گردد
براي آرماتوربندي ستون مراحل زير انجام مي‌شود:

۱ خم‌زدن ريشه ستون
۲ انتقال خاموت‌ها از محل ساخت خاموت به محل ستون
۳ جاگذاشتن خاموت‌ها در داخل ريشه ستون
۴ انتقال ميلگردهاي طولي ستون از محل آماده‌شدن به محل ستون
۵ مشخص‌كردن محل قرارگيري خاموت‌ها بر روي ميلگرد طولي با استفاده از گچ
۶ بستن ميلگردهاي طولي ستون با ميلگرد ريشه هم‌قطر بوسيله سيم
۷ انتقال خاموت‌ها به محل نشانه‌گذاري‌شده با گچ و بستن آن‌ها به ميلگرد
۸ ديلم زدن

۱ خم‌زدن ريشه ستون:

براي اين كه ستون با پي در ارتباط باشد تعدادي از ميلگردها را به عنوان ميلگردهايي كه ميلگردهاي ستون بايد به آن‌ها پيوند زده شود در داخل پي قرار مي‌دهند اين ميلگردها را ريشه ستون در داخل پي گوييم. براي اين كه ستون طبقه بالا با ستون طبقه پايين در ارتباط باشد ميلگردهاي ستون طبقه پايين را تا ارتفاعي از كف طبقه بالا ادامه مي‌دهند و بعد ميلگردهاي را به آن‌ها پيوند مي‌زنند.
از زمان اجراشدن اين ريشه تا زمان اجراشدن علت محيط كارگاه و جابه‌جايي انواع و اقسام وسايل در اين محيط و عوامل ديگر اين ريشه‌ها ممكن است از حالت و راستاي اوليه خود خارج شوند به همين دليل براي اجراي ستون اين ميلگردها بايد به راستاي اوليه خود بازگردند براي اين منظور عموماً با آچار F خم زده مي‌شوند يا ممكن است از لوله استفاده شود.
نحوه خم‌زدن به اين ترتيب است كه ميلگرد در داخل دهانه آچار F قرار مي‌گيرد و بسته به جهتي كه بايد تحت آن جهت دوران كند آچار F را اهرم كرده آچار F را در آن جهت دوران مي‌دهيم يا ميلگرد را درون لوله قرار مي‌دهيم و خم مي‌زنيم

۲ انتقال خاموت‌ها از محل ساخت خاموت به محل ستون

در محيط كارگاه يك فضا اختصاص به درست كردن خاموت‌ها دارد. در اين فضا ميلگردها خم زده مي‌شوند و به صورت خاموت درمي‌آيند براي اين منظور وسيله مخصوصي در محيط كارگاه ساخته مي‌شود اين وسيله عبارت است از يك تخته كه بر روي آن چند صفحه ميخ شده است و بر روي صفحات نيز ميلگردهاي كوچكي جوش داده شده اند تعداد ميلگردها بر روي صفحه و همچنين فاصله صفحات از يكديگر به اندازه خاموت بستگي دارد.

محل احداث ستون با محل ستون ممكن است چند طبقه فاصله داشته باشد بعد از ساخته‌شدن خاموت‌هاي مربوط به يك ستون آنها به ريسماني كه قلابي به آن وصل است قرار مي‌دهند و به بالا مي‌كشند اين كار در چند مرحله صورت مي‌گيرد.

۳ جاگذاشتن خاموت‌ها در داخل ريشه ستون

بعد از انتقال خاموت‌ها به محل ستون آنها در داخل ريشه جا گذاشته مي‌شوند. اين كار ممكن است با اعمال نيرو توسط ديلم يا چكش صورت گيرد تعداد خاموت‌ها را نقشه تعيين مي‌كند.

۴ انتقال ميلگردهاي طولي ستون از محل آماده‌شدن به محل ستون

در محيط كارگاه يك فضا اختصاص به بريدن ميلگردها دارد بريدن ميلگردها به ۲ روش صورت مي‌گيرد:

۱ -قيچي

۲ -به وسيله هوا

معمولاً براي بريدن ميلگردهاي خيلي نازك از قيچي استفاده مي‌شود.

براي بريدن ميلگردهاي با قطر بالا از هوا استفاده مي‌شود.

براي بريدن ميلگرد به اين صورت عمل مي‌شود:

از آنجايي كه كليه ميلگردهاي يك ستون و يا حتي كليه ستونهاي يك طبقه داراي يك ارتفاع هستند به همين دليل براي برش چندين ميلگرد را در كنار هم طوري قرار مي‌دهند كه ابتدا و انتهاي آنها كاملاً در يك راستا باشد براي قرار دادن ابتدا و انتهاي ميلگردها در يك راستا از ضربه با چكش استفاده مي‌شود. سپس بسته به اندازه موردنياز ميلگردها را با گچ شماره‌گذاري مي‌كنند و سپس يكي‌يكي از محل نشانه گذاشته شده توسط گچ در داخل دستگاه قرار داده مي‌شوند و بريده مي‌شوند.

محل احداث ستون با محل برش ميلگردها ممكن است چند طبقه فاصله داشته باشد براي انتقال ميلگردها از يك ريسمان كه يك قلاب به يك سر آن وصل است استفاده مي‌كنند و آن را از مكان برش ميلگرد به ميلگرد مي‌بندند و يك نفر كه در آن محل است ميلگرد را به بالا مي‌كشد و در كنار ستون قرار مي‌دهد.

۵ مشخص‌كردن محل قرارگيري خاموت‌ها بر روي ميلگرد طولي با استفاده از گچ

براي اين كه مشخص شود خاموت بايد در چه محلي به ميلگرد طولي ستون پيوند زده شوند قبل از قراردادن ميلگردهاي طولي در ريشه محل قرارگيري خاموت‌ها را بر روي ميلگرد توسط گچ و با توجه به نقشه علامت مي‌زنند تا آرماتوربند بداند خاموت را بايد در چه محلي به ميلگرد طولي ببافد.

۶ بستن ميلگردهاي طولي ستون با ميلگرد ريشه هم‌قطر بوسيله سيم

در اين مرحله يك نفر ميلگردهاي طولي را بلند مي‌كند و آن‌ها را در محل مربوط و در كنار ريشه مربوط قرار مي‌دهد و نفر ديگر با سيم ريشه و ميلگرد را به هم اتصال مي‌دهد.

۷ انتقال خاموت‌ها به محل نشانه‌گذاري‌شده با گچ و بستن آن‌ها به ميلگرد

در اين مرحله خاموت‌ها يكي‌يكي بهه محل نشانه‌گذاري‌شده توسط گچ منتقل مي‌شوند براي اين كار از ديلم استفاده مي‌شود. يك نفر در كنار خاموت‌ها مي‌ايستد و براي جداسازي يك خاموت ديلم را در فضاي بين دو خاموت قرار مي‌دهد و با ديلم به بالا ضربه مي‌زند و بدين‌وسيله يك خاموت را از مجموعه خاموت‌هاي فشرده‌شده به هم جدا مي‌كند سپس اين خاموت با ديلم به محل نشانه‌گذاري‌شده توسط گچ منتقل مي‌شود و در آنجا توسط آرماتوربند به ميلگردها بسته مي‌شود.

براي بستن خاموت به ميلگرد از ۲ نوع گره استفاده مي‌شود.

۱ -گره پروانه‌اي

۲ -گره ساده

گره پروانه‌اي در جايي استفاده مي‌شود كه ميلگرد در گوشه خاموت قرار گرفته باشد براي ساير ميلگردها از گره ساده استفاده مي‌شود.

طريقه زدن گره پروانه‌اي به اين صورت است كه ابتدا نوك سيم را از كنار ميلگرد كه به طرف داخل ستون است عبور مي‌دهيم اگر سيم را از بالاي خاموت عبور داديم بايد نوك سيم از پايين ساق ديگر خاموت عبور كند سپس نوك سيم به طرف بالا خم زده شود به طوري كه رويه ميلگرد را بپيمايد سپس نوك سيم به محل اوليه كه از آنجا وارد ستون شد برده شود و از پايين گرفته شود سپس دو سر سيم توسط انبر به هم گره زده شوند. در مورد نحوه گره‌زدن با انبر ذكر اين نكته ضروري است كه به ازاي هر ۲ بار گره‌زدن، انبر بايد به طرف انسان گره‌زننده كشيده شود يعني خود گره نيز بايد كشيده شود تا سيم فضاي خالي با ميلگرد نداشته باشد (سيم خود را آزاد نكند). براي بستن خاموت به ميلگرد از سيم استفاده مي‌شود اين سيم انواع مختلفي دارد نامگذاري سيم بر اساس قطر سيم صورت مي‌گيرد. محل گره سيم بايد فاقد هرگونه ضرب‌ديدگي و زخم باشد زيرا در غير اين صورت پس از بتن‌ريزي به علت فشار جانبي بتن گره پاره مي‌شود.

۸ ديلم زدن

علي‌رغم خم‌زدن ريشه ستون در همان مراحل اوليه توسط آچار F موقعي كه بستن خاموت‌ها تمام شد باز ممكن است بين ريشه و ميگلرد هم‌راستايي وجود نداشته باشد زيرا در مرحله اول تنها يك گره بين ميلگرد و ريشه زده مي‌شد. در

اين مرحله با ديلم ريشه را به ميلگرد نزديك مي‌كنند سپس ريشه را به ميلگرد مي‌بندند.
نكته: بعضي از پيوندها با سيم‌ها ممكن است نيروي بسيار زيادي را تحمل كنند به طوري كه سيم توانايي عمق اين نيرو را نداشته باشد به همين دليل سيم را دولايه مي‌كنند و سپس پيوند مي‌زنند.

قالب بندی ستون های بتنی:

پس از کنترل نهایی آرماتور بافته شده ستون ها مرحله قالب بندی ستون ها اجرا می گردد
برای قالب بندی ستون ها از قالب های چوبی ، فلزی و پلاستیکی استفاده می کنند
بعد از اين كه آرماتوربندي ستون تمام شد نوبت به قالب‌بندي ستون مي‌رسد. براي قالب‌بندي ستون مراحل زير انجام مي‌شود.

۱ بستن رامكا
۲ درست‌كردن قالب
۳ تميزكردن قالب
۴ روغن‌زدن قالب
۵ بستن قالب
۶ شاقول‌كردن قالب و بستن آن‌ها توسط شمع

اينك هر كدام از عناوين گفته‌شده را توضيح مي‌دهيم:

۱ بستن رامكا

رامكاها ميلگردهايي هستند كه به اندازه مقطع ستون بريده مي‌شوند و در واقع هدايت‌كننده قالب‌گذاري هستند يعني قالب ستون تا جايي داخل مي‌رود كه به رامكا اتصال پيدا كند. به طور كلي هدف از بستن رامكاها را مي‌توان به صورت زير بيان كرد.

۱ در يك راستا قرار گرفتن قالب
۲ مقطع را به اندازه نقشه ساختن
۳ چنانچه ستونهاي يك رديف داراي مقطع يك اندازه باشند در يك راستا قرار گرفتن تمامي ستون‌هاي آن رديف

توضيح در مورد ۳: چنانچه ستون‌هاي يك رديف داراي مقطع هم‌اندازه باشند مي‌توان به اين صورت عمل كرد:
رامكاهاي ستون ابتدا و ستون انتها را مي‌بندند سپس دو رامكا را با نخ از يك سر به هم وصل مي‌كنند براي ستون‌هاي ديگر يك سر رامكا را به نخ متصل مي‌كنند و به اين ترتيب رامكاهاي ديگر را مي‌بندند.
نحوه بستن رامكاها را مي‌توان به اين صورت بيان كرد.
تعدادي از رامكا كه بايد بيرون از ميلگرد قرار گيرد توسط نقشه تعيين مي‌شود سپس اين مقدار توسط شاقول مشخص مي‌شود و رامكا تا نخ شاقول بيرون آورده مي‌شود.

۲ درست‌كردن قالب

تخته‌هاي يك‌اندازه‌اي با يك مقطع از بيرون سفارش داده مي‌شوند.
چوب‌هايي به نام چهارتراش از بيرون سفارش داده مي‌شوند.
چوب‌هايي به نام چهارتراش از بيرون سفارش داده مي‌شوند. و بسته به ابعاد مقطع ستون تخته‌ها در كنار هم قرار مي‌گيرند و توسط چهارتراش به هم وصل مي‌شوند بدين ترتيب يك قالب ساخته مي‌شود.
براي ساختن قالب تخته‌ها را روي قالب اول مي‌گذارند سپس چهارتراش را طوري نصب مي‌كنند كه چهارتراش دو قالب روي هم قرار نگيرد و بر هم منطبق نشود.
نكته: پخ‌دادن به ستون: اگر قالب به منظور بتن‌ريزي ستون باشد در گوشه قالب يك ۳ گوشه نصب مي‌كنند اين كار سبب مي‌شود كه پس از بتن‌ريزي گوشه‌هاي ستون پخ پيدا كند دليل اين امر اين است كه اولاً در محيط كارگاه لوازم و وسايل زيادي جابه‌جا مي‌شوند كه اين امر سبب پريدن لبه ستون مي‌شود براي جلوگيري از اين امر گوشه‌هاي ستون را پخ مي‌دهند ثانياً وقتي در ابتداي يك رديف ستون مي‌ايستيم بايد تمام آن‌ها را در يك راستا ببينيم كه اگر لبه‌ها تيز باشند اگر خطايي وجود داشته باشد را به خوبي مشخص مي‌كنند براي جلوگيري از اين امر گوشه ستون را پخ مي‌دهند.

۳ تميزكردن قالب

چنانچه قالب‌هاي مورد استفاده براي بتن‌ريزي تازه ساخته نشده باشند و از قالب‌هايي استفاده شود كه قبلاً براي بتن‌ريزي استفاده شده بودند بايد تكه‌هاي بتن كه از بتن‌ريزي قبلي بر روي قالب مانده‌اند را از قالب جدا كرد سپس با جارو خرده بتن را از روي قالب تميز كرد.

۴ روغن‌زدن قالب

قبل از بستن قالب با سطوح داخلي قالب در تماس با بتن را روغن‌زني كرد تا پس از بتن‌ريزي و گرفتن بتن بتوان قالب را راحت‌تر از بتن جدا كرد.

۵ بستن قالب

سيستم نگهدارنده قالب در قالب‌هاي چوبي عبارت است از گوه و سنجاق.
سيستم نگهدارنده قالب در قالب‌هاي فلزي عبارت است ازپين.

يك قالب را تا نوك رامكا قرار مي‌دهند سپس قالب كناري را به قالب قرار داده شده وصل مي‌كنند. با ميخ دو لبه قالب را به هم وصل مي‌كنند سپس دو قالب ديگر را نيز به همين ترتيب به يكديگر و به دو قالب وصل مي‌شوند.
در مرحله بعد در قالب روبروبي از طرف چهارتراش توسط سنجاق به هم متصل مي‌شوند سپس فضاي خالي بين سنجاق و چهارتراش توسط گوه پوشانده مي‌شود و گوه‌ها را چكش مي‌زنند تا سنجاق را محكم نگه دارد.
در حقيقت وجود سنجاق به اين دليل است كه پس از بتن‌ريزي به علت فشار جانبي بتن قالب‌ها از هم باز شوند.
نكته: بعضي از ستونها در كنار ساختمان قرار مي گيرند يعني از ۳ يا ۲ طرف به كف اتصال دارند و از طرف‌هاي ديگر با فضاي بيرون ساختمان در تماس هستند براي قالب‌بندي اين‌گونه ستونها ابتدا بايد براي آن طرفي كه به كف ارتباط ندارد يك تكيه‌گاه درست كرد تا قالب روي آن قرار گيرد اين تكيه‌گاه را توسط چهارتراش به وجود مي‌آورند چهارتراش را در لبه قرار مي‌دهند و توسط سيم به ميلگردها وصل مي‌كنند در هر طرفي كه كف ندارند بايد اين كار صورت گيرد چهارتراش‌ها توسط سنجاق ممكن است به هم متصل شوند.

۶ شاقول‌كردن قالب و بستن آن‌ها توسط شمع

پس از بستن قالب بايد قالب را تراز كرد يعني مطمئن شد كه هر چهار طرف قالب در يك خط مستقيم بالا رفته‌اند براي اين منظور قالب را شاقول مي‌كنند.
شاقول وسيله‌اي است مركب از يك مخروط كه يك نخ به آن متصل است بر روي مخروط يك صفحه نازك كوچك نيز قرار دارد نخ به يك چوب وصل مي‌شود اين چوب بايد اندازش كاملاً مشخص باشد.
براي شاقول‌كردن به اين صورت عمل مي‌كنند:
ابتدا يك شمع چوبي را به قالب وصل مي‌كنند سپس چوب را كه كاملاً به قالب چوبي وصل مي‌كنند مخروط در پايين قرار مي‌گيرد نخ بايد كاملاً ساكن بايستد همان اندازه كه چوب طول دارد نخ بايد از قالب فاصله داشته باشد.
چنانچه قالب شاقول نباشد توسط شمع كه از قبل وصل شده است قالب را فشار مي‌دهند تا قالب كاملاً تراز شود.
براي فشاردادن شمع به قالب مي‌توان زير شمع گوه نصب كرد تا توسط ضربه‌زدن به گوه فشار لازم توسط شمع به قالب وارد مي‌شود يا مي‌توان توسط يك اهرم به زير شمع فشار آورد و نيروي لازم را تأمين كرد.

تنظیم ارتفاع ستون بتنی

پس از قالب بندی ، ستونها با استفاده از جکهای تنظیم شاقول می شوند
چنانچه ارتفاع از ۳ متر بیشتر باشد در دو مرحله قالب بندی و بتن ریزی می شود
در ستونهای بتنی مرتفع با کاربری های خاص از قالب بالا رونده استفاده می شود

بتن ریزی ستونها

مهم ترین مرحله اجرا ستونهای بتنی می باشد زیرا ستونها با بتن ریزی جهت بار گذاری سقف و ستون طبقات بالا آماده میشوند
روند بتن ریزی برای تمامی اعضای ساختمان های بتنی باید طوری باشد که بتن در هنگام ریختن و جای گرفتن حالت خمیری خود را حفظ کند و به راحتی به فضاهای بین میلگرد ها راه یابد
پس از بتن ریزی مرحله نخست ستونها از وسایل مناسب جهت تراکم استفاده می شود به گونه ای که ارتعاش در حجم بتن ایجاد شده و باعث پر شدن تمام نقاط گردد و تمامی میلگردها توسط بتن احاطه گردند

ویبراتور باید تا حد امکان به صورت قائم وارد بتن گردیده و به آرامی از آن بیرون کشیده شود تا حباب هوا داخل بتن باقی نماند
میله باید به راحتی به انتهای قالب برسد و از بین میلگردها عبور کند
تراکم بتن می باید پیش از گیرش سیمان صورت بپذیرد
مدفون کردن لوله های آب ، فاضلاب بخاری و گاز در بتن ستونها ممنوع است

قالب برداری ستون های بتنی

قرار دادن لوله های پلاستیکی داخل ستون ها و دیوارها برای عبور میل مهارهای قالب به شرط پر کردن آن ها با ملات ماسه سیمان پس از قالب برداری مجاز است
قالب برداری ستونهای بتنی به دمای محیط بستگی دارد و چنان چه در فصول گرم بتن ریزی صورت گرفته باشد روز بعد از بتن ریزی قالب برداری امکان پذیر است
بعد از حدود يك نصفه روز بتن خود را مي‌گيرد و بايد قالب درآورده شود.
سنجاق‌ها باز مي‌شوند و در محل اتصال يك قالب به قالب ديگر گوه گذاشته مي‌شود تا اين درز باز شود و قالب‌ها از هم جدا شوند.
يك نفر در بالاي آن مي‌ايستد و تخته را با پا هل مي‌دهد تا از بتن جدا شود

میلگرد تقویتی از انواع میلگردهای پرکاربرد در ساختمان سازی است که از شمش فولادی نورد گرم تولید می شود و تا ۱۸۰ درجه امکان خم کاری در آن وجود دارد.

متداول ترین انواع آرماتوربندی میلگردهای تقویتی کدامند؟

میلگرد تقویتی اتکا، میلگرد تقویتی سنجاقی، میلگرد تقویتی راستا، میلگرد تقویتی خرک، میلگرد تقویتی خاموت، میلگرد تقویتی رکابی.

فرمول محاسبه وزن میلگرد تقویتی چیست؟

تعداد میلگردهای تقویتی مورد استفاده در کل پروژه × وزن کلی یک میلگرد تقویتی × طول کلی یک میلگرد تقویتی

نقش اصلی میلگرد تقویتی اتکا در سازه چیست؟

نقش اصلی میلگرد تقویتی اتکا در سازه این است که کشش ناشی از خمش را در بخش های پایینی و بخش های فوقانی سازه تحمل می کند.

پس از بتن ریزی فونداسیون ،

برای آرماتوربندی ستون مراحل زیر انجام می‌شود:

۱. خم‌زدن ریشه ستون
۲. انتقال خاموت‌ها از محل ساخت خاموت به محل ستون
۳. جاگذاشتن خاموت‌ها در داخل ریشه ستون
۴. انتقال میلگردهای طولی ستون از محل آماده‌شدن به محل ستون
۵. مشخص کردن محل قرارگیری خاموت‌ها بر روی میلگرد طولی با استفاده از گچ
۶. بستن میلگردهای طولی ستون با میلگرد ریشه هم‌قطر بوسیله سیم
۷. انتقال خاموت‌ها به محل نشانه‌گذاری‌شده با گچ و بستن آن‌ها به میلگرد
۸. دیلم زدن

برای قالب‌بندی ستون مراحل زیر انجام می‌شود :

۱. بستن رامکا
۲. درست کردن قالب
۳. تمیز کردن قالب
۴. روغن‌زدن قالب
۵. بستن قالب
۶. شاقول کردن قالب و بستن آن‌ها توسط شمع

عناصر قالب های تیر

عناصر اصلی قالب تیر عبارتند از :
۱- قالب کف
۲- قالب بدنه
۳- شمع

قالب های کف و بدنه متشکل از قالب رویه ، پشت بند و وادار می باشند .

۸) دیلم زدن

- علی‌رغم خم‌زدن ریشه ستون در همان مراحل اولیه توسط آچار Fموقعی که بستن خاموت‌ها تمام شد باز ممکن است بین ریشه و میلگرد هم‌راستایی وجود نداشته باشد زیرا در مرحله اول تنها یک گره بین میلگرد و ریشه زده می‌شد. در این مرحله با دیلم ریشه را به میلگرد نزدیک می‌کنند سپس ریشه را به میلگرد می‌بندند.

نکته: بعضی از پیوندها با سیم‌ها ممکن است نیروی بسیار زیادی را تحمل کنند به طوری که سیم توانایی عمق این نیرو را نداشته باشد به همین دلیل سیم را دولایه می‌کنند و سپس پیوند می‌زنند.

برای بستن خاموت به میلگرد از ۲ نوع گره استفاده می‌شود:

۱- گره پروانه‌ای

۲- گره ساده

- ✓ گره پروانه‌ای در جایی استفاده می‌شود که میلگرد در گوشه خاموت قرار گرفته باشد برای سایر میلگردها از گره ساده استفاده می‌شود.

- ✓ طریقه زدن گره پروانه‌ای به این صورت است که ابتدا نوک سیم را از کنار میلگرد که به طرف داخل ستون است عبور می‌دهیم اگر سیم را از بالای خاموت عبور دادیم باید نوک سیم از پایین ساق دیگر خاموت عبور کند سپس نوک سیم به طرف بالا خم زده شود به طوری که رویه میلگرد را بپیماید سپس نوک سیم به محل اولیه که از آنجا وارد ستون شد برده شود و از پایین گرفته شود سپس دو سر سیم توسط انبر به هم گره زده شوند.

خاموت مارپیچ یا اسپیرال :

❖اصول خاموت گذاری مارپیچ به صورت زیر می باشد :

- مارپیچ باید از میلگرد پیوسته ساخته شود.
- در هر گام مارپیچ، فاصله آزاد بین میلگردها باید بین ۲/۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.
- قطر میلگردهای مصرفی در مارپیچ نباید از ۶ میلی‌متر کمتر باشد.
- گام مارپیچ نباید از $\frac{1}{6}$ قطر هسته بتنی داخل مارپیچ تجاوز نماید.

انواع ستون های بتنی از نظر شکل مقطع :

۱- ستون‌هایی با مقطع مربع، (حداقل ابعاد مقطع ۳۰ ×۳۰ سانتی‌متر).
۲- ستون با مقطع مربع مستطیل، (حداقل ابعاد ۴۰ ×۲۵ سانتی‌متر).
۳- ستون‌های با مقطع چند ضلعی منتظم، (حداقل طول ضلع ۲۰سانتی‌متر).
۴- ستون‌هایی با مقطع دایره (استوانه‌ای)، (حداقل قطر مقطع ۲۵سانتی‌متر).

۱. آجر فشاری همراه با ملات ماسه سیمان
۲. قالب چوبی
۳. قالب فلزی (شامل قالب های تمام فلزی و یا ترکیب قالب چوبی و فلزی به صورت توام)
۴. قالب نایلونی

در ادامه هر کدام از این انواع قالب بندی را توضیح خواهیم داد:

فهرست مطالب

- ۱ -قالب بندی آجری
- ۲ -قالب بندی چوبی
- ۳ -قالب بندی فلزی
- ۴ -قالب بندی نایلونی

۱ -قالب بندی آجری

قالب بندی آجری یکی از رایج ترین انواع قالب بندی است. در این نوع قالب بندی، قالب از ساخت دیوار کوچک آجری حاصل می شود. البته نوع چینش آجر نیز مهم است. طبق یک قانون سرانگشتی اگر عمق پی کم تر از ۵۰ سانتی متر باشد، قالب نیم آجره و برای عمق میان ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر بایستی از دیوار یک آجره استفاده شود. البته استفاده از این قالب نیم آجره مشروط بر این امر است که یک طرف قالب خاک وجود داشته باشد. در غیر این صورت از قالب فلزی و چوبی به صورت توام استفاده می شود.

عرض قالب بندی ها به شکل زیر است:

- قالب بندی های نیم آجره: عرض ۱۰ تا ۱۱ سانتی متر
- قالب بندی های یک آجره: عرض ۲۰ تا ۲۲ سانتی متر

در مورد ملات ماسه سیمان مصرفی در قالب بندی های آجری بایستی دقت داشت که عیار ملات، می بایست حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد. بیش تر از این نیز نیاز نیست و اسراف تلقی می شود.
نکته ظریفی که درباره قالب بندی های آجری وجود دارد، این است که اگر ابعاد پی به صورت a×b باشد و ما از قالب بندی آجری ۱۰ سانتی متری استفاده کنیم، ابعاد نهایی پی به اندازه (a+20)×(b+20) خواهد شد.
به همین دلیل قالب است که بتن مگر معمولا ۱۰ سانتی متر از حد ابعاد پی فراتر می رود. البته ضخامت بتن مگر کلا بین ۵ تا ۱۰ سانتی متر است و از این رو این ده سانتی متر آن چنان حجمی هم نخواهد داشت.

۲ -قالب بندی چوبی

قالب بندی چوبی نیز بعضا در ساختمان های مختلف استفاده می شود. البته این نوع قالب بندی اندکی قدیمی تر است و امروزه مانند گذشته متداول نیست. انواع چوبی هایی که می توان از آن برای قالب بندی استفاده کرد عبارتند از:

- چوب سفید روسی
- چوب جنگلی
- ۵ لایی
- ۷ لایی
- ۵ و ۷ لایی روکش دار

در قالب بندی چوبی، از وسایل خاصی برای قالب بندی استفاده می شود. به صورت خلاصه اجزای قالب بندی چوبی عبارتند از:

۱. تخته قالب بندی (با ضخامت ۲/۵ تا ۷/۵ سانتی متر، عرضی در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر و طولی در حدود ۲ تا ۳ متر)
۲. پشت بند فرعی
۳. پشت بند اصلی
۴. شمع مایل یا قائم

البته بایستی خاطرنشان کنیم که معمولا در پی ها، تخته ها افق بوده و پشت بندهای فرعی به شکل قائم قرار گرفته اند. در این پی ها معمولا از پشت بند اصلی استفاده نمی گردد.

۳ -قالب بندی فلزی

قالب بندی های فلزی بر دو نوع هستند. یک نوع از آن ها به صورت قالب های چوبی و فلزی و نوع دیگر قالب های تمام فلزی هستند. در قالب های چوبی و فلزی، قالب اصلی فلزی بوده و اتصالات به کمک پیچ ها است. با این حال پشت بندهای این قالب (شامل پشت بند اصلی، فرعی و شمع) همگی چوبی هستند.
در مقابل، قالب تمام فلزی هنگامی استفاده می شود که شکل قالب پایه به شکلی خاص بوده و و قالب در این حالت به صرت پیش ساخته است. معمولا اتصالات این قالب ها جوش بوده و به نسبت کم تر از پیچ اشتفاده می شود. طبق فهرست بها این قالب ها پس از ۲۴ بار استفاده مستهلک می شوند. این بدین معنا است که بایستی در هر بار آنالیز، ۱/۲۴ قیمت قالب را به عنوان هزینه استهلاک منظور نماییم.

۴ -قالب بندی نایلونی

در قالب بندی نایلونی ، در صورتی که جنس خاک زمین از نوع دج یا سنگ باشد، می توان زمین را به صورت دقیق مانند پنیر برید. در این موارد دیواره های پی از جنس سنگ یا دج بسیار پایدار هستند. در این موارد از لحاظ پایداری مشکل نداریم و همان دیوار کنده شده، حکم قالب را دارد. منتها برای این که در هنگام بتن ریزی آب بتن در نرود، از یک لایه نایلونی به عنوان قالب استفاده می نماییم. (قالب بندی نایلونی)

قالب فلزی

قالب‌های فلزی روز به روز در پروژه‌های ساختمانی بیشتری استفاده می‌شوند. قالب‌های فلزی در کنار ابعاد کوچک‌تری که دارند، از مقاومت بسیار بهتری برخوردار هستند و در برابر فشار ناشی از بتن شکل خود را از دست نخواهند داد. مقاومت بالا این امکان را می‌دهد که بارها و بارها از آن‌ها استفاده کرد. به دلیل مهندسی شدن این قالب‌ها، رعایت دقیق‌ترین استانداردها در ساخت اسکلت‌های بتنی ممکن خواهد شد. در واقع دقت کار با این قالب‌ها بسیار بالاتر است.

قالب پلاستیکی

قالب‌های پلاستیکی از جدیدترین در نوع خود هستند. استفاده از آن‌ها در داخل کشور بسیار کم دیده می‌شود. استفاده از پلاستیک‌ها به دلیل انعطاف پذیری بالا و همچنین سبک وزن بودن می‌تواند مزایای زیادی در پی داشته باشد. در هر صورت هزینه بالای این نوع از قالب نقطه ضعف بزرگی است و بسیاری دیگر انواع قالب‌ها را ترجیح می‌دهند.

انواع قالب بندی بر اساس شکل

قالب‌ها را صرف نظر از مصالحی که در ساخت آن‌ها به کار می‌برند، می‌توان به شکل‌های مختلفی در آورد. قالب‌ها می‌توانند مربعی، مستطیلی و دایره‌ای باشند. قالب‌های مربعی و مستطیلی و دایره بیشتر در اجرای ستون‌ها و تیرها استفاده می‌شوند.

انواع قالب بندی بر اساس موقعیت

قالب بندی‌ها با شکل و مصالح مختلف را می‌توان در بخش‌های مختلفی از اسکلت ساختمان اجرا کرد. قالب‌ها را از نظر موقعیت مکانی می‌توان در چند دسته زیر قرار داد.

- قالب بندی فونداسیون
- قالب بندی ستون
- قالب بندی تیر
- قالب بندی دیوار
- قالب بندی سقف

اصطلاحات قالب بندی

در ادامه رایج‌ترین اصطلاحات به کار رفته در فرآیند قالب بندی توضیح داده شده‌اند.

- **سه گوش** :قطعه چوب باریک با مقطع مثلثی است که برای پخ نمودن گوشه‌های عضو بتنی در گوشه‌های قالب به کار برده می‌شود. گوشه‌های تیز آسیب پذیر هستند.
- **زبانه آزاد** :نوار باریک با جنس چوب است که در شکاف عرضی موجود در محل درز دو قطعه مجاور چوبی قرار داده می‌شود و موجب چفت شدن آن‌ها به یکدیگر می‌شود.
- **روکش قالب** :ورقه‌های نازکی از جنس پلاستیک چوب یا فیبر هستند که در رویه قالب یعنی سطحی که با بتن در تماس است کوبیده می‌شود و سطح بتن را صاف و یکدست می‌کند.
- **تخته کوبی رویه قالب** :آن قسمت از قالب که مستقیماً با بتن تماس دارد.
- **کلاف قالب** :سیم یا پیچی است که دو قطعه مقابل را به یکدیگر متصل نموده تاز باز شدن آن‌ها جلوگیری کند.
- **پشت‌بند** :قطعه چوبی است که به صورت افقی و یا قائم برای سخت کردن قالب به پشت آن کوبیده می‌شود.
- **دریچه نظافت** :برای تمیز کردن کف قالب ستون، دریچه‌ای در پایین آن نصب می‌کنند که به دریچه نظافت موسوم است.
- **پشت‌بند قائم** :به اعضای قائمی اطلاق می‌شود که در پشت قالب وجود دارند و کلاف‌های قالب از دور یا میان آن‌ها عبور می‌کنند. مهارهای مایل نگهدارنده قالب دیوار نیز به این اعضا تکیه می‌کنند.
- **دستک** :یک عضو فشاری.
- **کمرکش** :به چهار تراشه‌ای گفته می‌شود که به صورت افقی در پشت‌بندهای قائم نصب می‌شوند و مهارهای مایل را به آن‌ها تکیه می‌کنند. سختی طولی قالب نیز توسط کمر کش‌ها زیادتر می‌شود.
- **تکیه گاه مهار یا پابند** :به قطعه چوبی گفته می‌شود که برای تامین نقطه اتکا بر روی قطعه اصلی نصب می‌شود.
- **مهار مایل** :یک عضو فشاری است که برای نگه داشتن تعادل قالب، به صورت مایل در پشت آن قرار داده می‌شود.
- **لقمه** :قطعه کوچک بتنی است که ما بین میلگردها و قالب قرار می‌گیرد. برای تامین فاصله مناسب برای پوشش بتن روی میلگرد استفاده می‌شود.
- **پاخور- رامکا** :برای قرار گیری لبه پایینی قالب اصلی در محل خود، قبل از قرار دادن قالب، باید قالب‌های کوچک موقت در محل دقیق دیوار یا ستون قرار داده شود و پس از گیرش بتن، این قالب‌ها را باز نموده و قالب اصلی در محل خود قرار داده می‌شود.
- **یوغ** :حلقه‌هایی که محیط قالب‌های گرد را در بر می‌گیرد و از باز شدن آن‌ها جلوگیری می‌کند.
- **چپ و راست – مهار** :یک قطعه چوبی مورب برای مهار قالب
- **پایه** :شمع سبکی به طول مشخص

نکات مهم در قالب بندی

تا به این جا به پرسش قالب بندی چیست و انواع قالب کدام ها هستند؟ پرداخته شد. در انتخاب و اجرای انواع مختلف قالب‌ها باید اصول و نکات مهمی را مورد توجه قرا داد که در زیر به مواردی از آن‌ها اشاره شده است.

- اول از همه در انتخاب نوع قالب از نظر جنس باید به نوع پروژه و بودجه در دسترس توجه شود و از با توجه به اینکه قالب بندی و برداری هزینه‌های زیادی در پی دارند، سعی شود کمترین هزینه را به کارفرما تحمیل کرد.
- صفحات و اندازه قالب‌ها باید به اندازه کافی به هم چسبیده و متصل شوند تا از خارج شدن شیره بتن، که باعث ایجاد حفره‌هایی در سطح بتن می‌شود و همچنین خراب یا به اصطلاح کرمو شدن بتن جلوگیری شود.
- قبل از بتن‌ریزی قالب‌ها را باید در کلیه جهات عمودی و افقی، کنترل نمود و از استحکام پشت‌بندها، دستک‌ها و تیر های نگهدارنده قالب مطمئن شد.
- در موقع بتن‌ریزی قالب‌ها را باید پیوسته کنترل کرد و در صورت لزوم آن‌ها را تنظیم و یا تقویت کرد.
- قبل از بتن‌ریزی کلیه قسمت‌های داخلی قالب را باید کنترل نمود و آن را از هر گونه اشیا اضافی، نظیر خرده‌های چوب پاک کرد.
- اگر ارتفاع بتن‌ریزی بیش از ۱/۵ متر باشد باید از وسایلی نظیر ناودان‌های فلزی و یا لوله‌های لاستیکی استفاده کرد تا از جدا شدن دانه‌های شن و ماسه و دوغاب سیمان از هم جلوگیری شود.
- در موقع ویبره کردن بتن باید انتهای ویبراتور تا حد پایین بتن پایین برد و حتی بتن ریخته شده قبلی را تا حداکثر ۲۰ سانتی‌متر ویبره کرد. باید توجه داشت که ویبره کردن بتن ریخته شده قبلی، به ویژه در صورتی که بتن سخت شده باشد، احتمال دارد موجب باز شدن و شکستگی قالب به ویژه در دیوارها شود.
- یادآوری می‌شود که ویبره کردن بتن ریخته شده قبلی در صورتی که بتن به حالت پلاستیکی درآید برای بتن ضرری نخواهد داشت.
- هنگامی که بتن‌ریزی با پمپ و از ته قالب انجام می‌شود باید توجه داشت که پر کردن قالب از بتن با سرعت زیاد صورت گیرد تا از سخت شدن آن قبل از پر شدن قالب جلوگیری شود. در صورتی که قدرت پمپ و میزان بتن‌ریزی به اندازه‌ای کم باشد که بتن شروع به گرفتن کند فشار زیادی به سطوح داخلی قالب وارد آمده و ممکن است باعث باز شدن و یا شکستگی شود.

قالب های بتن را میتوان علاوه بر جنس ماده به کار رفته در آن، بر اساس اجزای ساختمان نیز دسته بندی نمود:

۱. قالب بندی دیوار
۲. قالب بندی تیر
۳. قالب بندی ستون
۴. قالب بندی فوندانسیون
۵. قالب سقف

ترتیب و روش برداشتن قالب

۱. ابتدا قالب های عمودی برای سکوها، دیوارها و تیر های بزرگ برداشته میشوند زیرا هیچ باری را تحمل نمیکنند.
۲. پس از آن دال ها و قالب های زیرین برداشته میشوند.

در آخر نیز تیر ها و پایه های اطمینان، پس از گذشت زمان مجاز برداشته میشوند.

قالب بندی چیست ؟

یکی از پر اهمیت ترین مراحل و عملیات های اجرای سازه های بتنی ، قالب بندی می باشد. می تواند تاثیر گذارترین بخش از فرآیند اجرای سازه بتنی از منظر اقتصادی و زمانی اجرا به شمار آید. از این رو رعایت نکات اجرایی ، نگهداری ، کیفیت اجرا ، به کارگیری بهترین نوع قالب و هماهنگ با نوع پروژه ، تاثیر فراوانی بر کل پروژه دارد. قالب بندی برای ساختمان ها از نظر بزرگی و کوچکی ساختمان متفاوت است در ساختمانهای کوچک معمولا برای قالب بندی فونداسیون از آجر استفاده می شود

قالب بندی فونداسیون

در سیستم قالب بندی فونداسیون از پنل‌های قالب بندی جهت اجرای فونداسیون‌های بتنی، سکوها و ... استفاده می‌شود. به کمک سایزهای مختلف موجود قالب‌ها، می‌توان پنل‌های قالب بندی را در اشکال مختلف با توجه به نوع و نقشه سازه در فونداسیون ایجاد کرد. با توجه به ضخامت دیوار و فشار بتن می‌توان از قطعات تکمیلی مانند انواع میان بلت برای حفظ مقاومت استفاده نمود.

اولین اقدام در اجرای یک پروژه گود برداری شروع عملیات قالب بندی فونداسیون است. برای این امر، ابتدا خطوط، آکس بندی شده و حدود قالب فونداسیون در روی زمین، خط کشی و میخ گذاری شده و سپس عملیات قالب بندی فونداسیون آغاز می‌شود

معمولا سطح تماس بتن و تخته قالب بندي را بوسيله روغن هاي معدني چرب مي كنند. ماليدن روغن به روي قالب بدان علت است كه اولا تخته كه در ابتدا كاملا خشك است ، آب بتن مجاور خود را نمكيده و موجب فساد بتن نشود و در ثاني در موقع باز كردن قالب ، تخته ها براحتي از بتن جدا شوند و موجب تخريب گوشه هاى بتن نشوند و در صورت مناسب بودن ، براي قالب بندي بعدي مورد استفاده قرار گيرند . در موقع ماليدن روغن به قالب ها بايد كاملا دقت شود كه آرماتور ها به روغن آغشته نشود زيرا در اين صورت روغن مانع چسبيدن بتن به دور ميلگرد گرديده و جسم يكپارچه تشكيل نداده و بتن و آرماتور هر يك به تنهايي كار مي كنند و موجب ضعف در همگن بودن بتن و فولاد مي گردد . **وقتي قالب ها بسته شدند فونداسيون آماده بتن ريزي مي شود.**

براي احداث يك سازه بتن مسلح، بايد بتن تازه در قالبهايي ريخته شود، تا پس از پر كردن تمام حجم قالبها و سفت شدن، به شكل لازم درآيد .**از مهمترين گامها در احداث سازه‌هاي بتني، نحوه قالب‌بندي است** .به همين دليل بايد مجري و پيمانكار سازهاي بتني كاملاً در جريان امور مربوط به قالب‌بندي، از وسايل گرفته، تا مشخصات و رواداريهاي ابعاد و روشهاي اجرا قرار داشته باشند.

پس از استقرار قالبها در محل مربوط، بايد آنها را مورد بازرسي قرار داد و درزهايي كه احتمالاً باعث بيرون زدن شيره بتن خواهند شد، پر شوند.

پايداري از مهمترين خصوصياتي است كه بايد درقالب‌بندي رعايت شود. كافي نبودن مهاربندي پايه‌هاي اطمينان و يا مهاربندي افقي سكوها، عدم تنظيم تراز بتن‌ريزي كه منجر به پر شدن يك قسمت از قالب و خالي ماندن قسمت ديگر مي‌شود، تكيه‌گاه نامناسب زير پايه‌هاي اطمينان، عدم به كارگيري كارگران ماهر، خوب نبستن قطعات قالب به يكديگر، درنظر نگرفتن بارهاي زنده و مرده وارد به قالبها و لغزش لايه خاك مجاور قالب مي‌تواند باعث خرابي قالبها گردد.

انواع قالب بندی در اجرای فونداسیون:

فونداسیون یا پی ساختمان یکی از اجزای ضروری هر سازه به شمار می آید و وظیفه آن تحمل فشار ناشی از ستون ها و انتقال این نیرو به زمین است. پی سازی بنا با توجه به نوع سازه و محلی که قرار است در آن اجرا شود تحت شرایط متفاوتی انجام می شود تا استحکام و مقاومت سازه تامین گردد. فونداسیون اولین مرحله ساخت بنا است و باید استانداردهای لازم در اجرای آن رعایت شود.

در قالب بندی فونداسیون از قالب های چوبی، فلزی و آجری استفاده می شود که هر کدام دارای ویژگی های منحصر بفرد خود هستند. در سیستم قالب بندی، پنل های مختلفی برای قالب گذاری به کار می روند که بر اساس نوع سازه و نقشه اجرایی می توان آنها را در اشکال مختلف ایجاد نمود. برای پی سازی ساختمان پس از گودبرداری باید خطوط آکس بندی شده و محل قرارگیری قالب در روی زمین مشخص شود تا بتوان بر اساس آن فونداسیون را اجرا نمود.

از جمله نکاتی که در قالب بندی فونداسیون باید به آنها توجه کرد به شرح ذیل می باشند:

قالب ها را باید محکم و فیکس کرد و از استحکام آنها اطمینان حاصل نمود.

توجه به ابعاد فونداسیون در انتخاب قالب امری بسیار ضروری است.

طراحی و ساخت قالب ها باید به گونه ای باشد که راحت و به سرعت بتوان آنها را نصب و یا باز کرد. در این صورت به میزان قابل توجهی در وقت و هزینه صرفه جویی خواهد شد.

به منظور جلوگیری از هدر رفتن شیره بتن، درزبندی مناسب باید انجام شود.

برای ارتقاء کیفیت سطح بتن و استحکام قالب ها باید از روغن قالب استفاده نمود.

قالب ها باید از دوام و استحکام بالایی برخوردار باشند تا بدون از هم گسیختگی و یا نشت شیره بتن بتوانند فشار و بارهای وارده را تحمل نمایند.

با توجه به اینکه فونداسیون نما است یا خیر باید نسبت به تعیین کیفیت مصالح ساختمانی و قالب بندی توجه لازم معطوف گردد.

ساخت قالب ها و نصب آنها باید به نحوی باشد که بتوان به ابعاد، شکل و نمای بتن مورد نظر دست یافت.
شاقول بودن فونداسیون و رعایت کاور آرماتورها نیز از جمله نکات مهم در قالب بندی فونداسیون به شمار می آیند.
قالب ها باید به گونه ای انتخاب شوند که بتوان آنها را با امکانات در دسترس حمل نموده و جا به جا کرد.

قالب بندی دیوار

در قالب بندی سازه بتن دیوار بدلیل سرعت دادن به کار و همچنین داشتن ضریب تکرار بالا قالب بتن از پنلهای سایز بزرگتر استفاده میگردد.
در این روش قالب بتن توسط لوله های داربستی به صورت افقی و سولجرها در راستای عمودی مهار می گردند.
استفاده از سولجر به منظور افزایش مقاومت پانل در برابر نیروهای جانبی بتن و همچنین سهولت در جابجائی پانل ها می باشد.
دیوارها پس از نصب در محل مورد نظر عموماً توسط جک های دوپیچ شاقول کننده تنظیم می گردند. در مواردی که جابجائی قالب بتن به صورت یکپارچه انجام نمی پذیرد و ضخامت دیوار کم است به جای استفاده از سولجر از لوله های داربستی به صورت عمودی و واشر دو لوله استفاده می گردد
دیوارهاي برشي غالبا به دو صورت ، دوطرفه و یک طرفه حائل ، قالب بندی میشود طرح قالب بندی در دیوار بتنی وابسته به سه مورد مهم : ارتفاع دیوار ، مهار فشار جانبی بتن و پایداری مجموعه قالب میباشد. **سیستم قالب دیوار دوطرفه**

این سیستم در جایی که امکان دسترسی به دو طرف دیوار وجود داشته باشد، مورد استفاده قرار میگیرد. جهت قالب بندی دیوار دوطرفه ، قالب های مدولار در دو طرف آرماتور های بسته شده، بوسیله پین و گوه و گیره متوسط (کلیپس) نصب شده و بوسیله بلت های تمام رزوه که در فاصله یک متر عرضی و ۵۰ سانت عمودی بسته میشود مانع از دفرمه شدن و جداشدن دو ردیف قالب بتن از همدیگر بر اثر فشارهای جانبی بتن میشوند . از پروفیل یا لوله به عنوان پشت بندهای افقی و از سولجر برای پشت بند عمودی استفاده میگردد که در فواصل ۱ متری از یکدیگر قرار گرفته و نیروی هیدرواستاتیک را در قالب دیوار مهار میکند. پشت بندهای لوله و سولجر ضمن ایجاد استحکام بعلت یکپارچه نمودن قالبها سبب سهولت در جابجایی قالب دیوار نیز میشود . بنابراین اجزاء تشکیل دهنده ترکیب قالب دیوار عبارتند از :
قالب مدولار (سوراخدار و بدون سوراخ و معمولا پنلهای سایز بزرگ)، سولجر ، پین و گوه ،بلت تمام رزوه ، مهره بلت (خروسک)، واشر کاس ، واشر دولوله ،بلت عصایی (جهت اتصال سولجر به قالب بتن)، گیره متوسط (کلیپس) و لوله داربستی

سیستم قالب دیوار دوطرفه

این سیستم در جایی که امکان دسترسی به دو طرف دیوار وجود داشته باشد، مورد استفاده قرار میگیرد. جهت قالب بندی دیوار دوطرفه ، قالب های مدولار در دو طرف آرماتور های بسته شده، بوسیله پین و گوه و گیره متوسط (کلیپس) نصب شده و بوسیله بلت های تمام رزوه که در فاصله یک متر عرضی و ۵۰ سانت عمودی بسته میشود مانع از دفرمه شدن و جداشدن دو ردیف قالب بتن از همدیگر بر اثر فشارهای جانبی بتن میشوند . از پروفیل یا لوله به عنوان پشت بندهای افقی و از سولجر برای پشت بند عمودی استفاده میگردد که در فواصل ۱ متری از یکدیگر قرار گرفته و نیروی هیدرواستاتیک را در قالب دیوار مهار میکند. پشت بندهای لوله و سولجر ضمن ایجاد استحکام بعلت یکپارچه نمودن قالبها سبب سهولت در جابجایی قالب دیوار نیز میشود . بنابراین اجزاء تشکیل دهنده ترکیب قالب دیوار عبارتند از :
قالب مدولار (سوراخدار و بدون سوراخ و معمولا پنلهای سایز بزرگ)، سولجر ، پین و گوه ،بلت تمام رزوه ، مهره بلت (خروسک)، واشر کاس ، واشر دولوله ،بلت عصایی (جهت اتصال سولجر به قالب بتن)، گیره متوسط (کلیپس) و لوله داربستی

سیستم قالب بندی دیوار یک طرفه

سیستم قالب بندی یکطرفه یا حائل ، در مواردی که قالب بندی پشت دیوار ممکن نیست(مثل سمت کوه در جاده ها)و یا اساساً نیاز به قالب بندی پشت دیوار نمی باشد، اجرا میگردد. از آنجاییکه در دیوار یکطرفه امکان استفاده از بلت وجود ندارد بنابراین به جای بلت باید از انکربلت استفاده شود. برخلاف بلت که قالب های دو طرف را به هم متصل می کند، انکربلت داخل قالب بتن کار گذاشته شده و پس از سخت شدن بتن مرحله قبلی می تواند برای تحمل فشار جانبی بتن قسمت های بالاتر مورد استفاده قرار می گیرد. برای پائین ترین قسمت دیوار، انکربلت ها معمولاً در شالوده نصب می‌گردند. جهت پايداري و شاقول كردن مجموعه قالب بندي در ديوارهاي يک طرفه تا ارتفاع ۴ متر از جک هاي دوبل (شاقول كننده) كه بازوهاي آنها بصورت تلسكوپي تنظيم مي شود، استفاده ميگردد و در ديوارهاي يكطرفه كه بيش از ۴ متر ارتفاع داشته باشند، از شمعهاي حمايتي كه از تركيب سولجر وپيچهاي تنظيم در دو نوع چپ گرد و راست گرد(دوپيچ) ، متصل به ابتدا و انتهاي سولجر، استفاده مي گردد. ضمنا براي قالب بندي ديوارهاي بتني در ارتفاعات بالا از براكت و متعلقات آن استفاده مي شود. جک های دوبله (شاقول کننده) ، براکت و خرپای قائم پشت بند ، از دیگر اجزای سیستم قالب یک طرفه دیوار هستند.

شرایط قالب‌بندی

قالب‌ها باید به نحوی ساخته و نصب شوند تا شکل، اندازه، وضعیت و نمای بتن مورد نظر حاصل شود.
قالب‌ها باید به اندازه كافي محكم باشند تا فشار یا وزن بتن تازه و دیگر بارها را تحمل کنند، بدون آنکه دچار تابیدگی، نشت شیره، گسیختگی یا به مخاطره انداختن کارگران شوند.
قالب‌ها باید طوری طراحی و ساخته شوند که به آسانی و با سرعت، قابل نصب و باز کردن باشند، تا از اتلاف وقت و پول جلوگیری شود.
قالب‌ها باید حتی‌الامکان با وسایل و امکانات موجود قابل حمل و جابجایی باشند.
قالب‌ها باید درزبندی شده باشند، تا از نشت شیره بتن جلوگیری شود.

مصالح مورد استفاده در ساخت قالب

قالب اجزاي بتني را مي‌توان از مصالح مختلفي تهيه نمود. ويژگيهاي تعدادي از آنها به شرح زير است:
قالب آجري : اين نوع قالب براي شالوده ها وديوارهاي حايل مجاور خاك مورد استفاده قرار مي‌گيرد. براي اجرا بسته به ارتفاع بتن در قالب و نيز نيروهاي وارده، يك ديوار به ضخامت ۱۰ يا ۲۰ سانتيمتري احداث مي‌شود. براي جلوگيري از كرمو شدن بتن و مكيده شدن آب آن توسط آجر قبل از بتن‌ريزي بايد يك لايه ورق نايلوني روي سطح ديوار نصب كرد، در صورتي كه امكان انجام دادن اين كار نباشد، بايد سطح آجرها را كاملاً آب پاشي نمود. همچنين بايد دقت نمود تا آب در قالب‌ها جمع نشود.
در این نوع قالب بندی حدود آکس های سازه و قالب باید توسط نقشه بردار مشخص شود. برای جلوگیری از کوچکترین خطا در اجرای این نوع قالب بندی بهتر است گوشه آکس ها و قالب ها میخ گذاری گردد و مرز قالب ها بعد از آنکه با رسیمان مشخص شد رنگ آمیزی شود. علاوه بر آن سطح زمین باید از ترازی یکنواخت برخوردار باشد که این امر با نقشه برداری انجام می شود. هنگام قالب بندی آجری باید یک لایه نازک از سیمان در جداره داخلی قالب اجرا گردد اما در صورت عدم این کار می توان از پلاستیک نیز استفاده نمود. پشت قالب آجری را می توان با خاک پر کرد.

مزایا:

الف) به گودبرداری نیاز ندارد.
ب) سرعت اجرای خوب است.
پ) به علت چسبندگی قالب آجری به شالوده ضخامت شالوده بیشتر و در نتیجه ظرفیت باربری شالوده افزایش می یابد.
ت) قیمت تمام شده آن نسبت به دیگر قالب ها کمتر است.
ث) شالوده در برابر عوامل مخرب نسبتا محفوظ است.

معایب:

الف)پس از چیدمان امکان به هم خوردن قالب و تغییر در ابعاد و اندازه های آن وجود ندارد.
ب)نمی توان روی قسمت های که فاقد کیفیت مناسب هستند کنترلی انجام داد.
پ)یکبار مصرف هستند.

قالب چوبي : قالب چوبی همانطور که از نامش پیداست از جنس چوب است. قالب ها به اندازه ای ساخته می شوند که بتوان آنها را به مکان مورد نظر حمل نمود. بتن ریزی در این قالب ها به دقت کافی نیاز دارد تا آسیبی به لبه آنها وارد نشود.قالب های چوبی در برابر قالب های فلزی وزن سبک تری دارند اما مقاومت آنها در برابر رطوبت چندان بالا نمی باشد.

مزایا:

الف)مقاومت نسبتا خوبی دارد.
ب)سبک وزن هستند.

پ)قابلیت اتصال به صورت ساده و طویل شدن با استفاده از میخ و پیچ را دارند.
ت)عایق حرارت هستند.
ث)هزینه کمتری دارند.
ج)چندین بار قابل استفاده هستند.

معایب:

الف)تکرار پذیری کم (۱۰مرتبه)

این قالب نیز بعضا در ساختمان های مختلف استفاده می شود. البته این نوع قالب بندی اندکی قدیمی تر است و امروزه مانند گذشته متداول نیست. انواع چوبی هایی که می توان از آن برای قالب بندی استفاده کرد عبارتند از:

چوب سفید روسی
چوب جنگلی
۵ لایی
۷ لایی
۵ و ۷ لایی روکش دار

در قالب بندی چوبی، از وسایل خاصی برای قالب بندی استفاده می شود. به صورت خلاصه اجزای قالب بندی چوبی عبارتند از:

تخته قالب بندی (با ضخامت ۲/۵ تا ۷/۵ سانتی متر، عرضی در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر و طولی در حدود ۲ تا ۳ متر)
پشت بند فرعی
پشت بند اصلی
شمع مایل یا قائم

برای ساخت هر سازه، قالب های مختلفی نیاز است تا بتوان اسکلت بتنی بنا را ایجاد کرد. به منظور ساخت یک بتن مرغوب، می توان از یک قالب فلزی بتن مقاوم استفاده کرد تا بتوانیم اسکلت بتنی استانداردی برای بنا بسازیم. از اینرو برای ساخت هر سازه ای، وجود قالب فلزی و همچنین داربست مدولار بسیار مهم می باشد.

قالب فلزی : امروزه قالب فلزی بتن نقش بسیار مهمی در پروژه های عمرانی دارد .قالب های فلزی برای نگهداری بتن، مقاومت و استحکام لازم را دارند و با وجود فشاری که با ریختن بتن درون قالب فلزی، وارد می شود، باز هم مقاوم هستند و شکل خود را از دست نمی دهند

این قالب در مقایسه با قالب های چوبی و آجری از استحکام و سطح شاقولی مناسب تری برخوردار می باشد. امروزه این نوع قالب ها از جمله رایج ترین قالب های مورد استفاده در پی ریزی ساختمان هستند زیرا به راحتی می توان آنها را حمل نمود و در هر نوع سیستم اجرایی به کار برد.

کاربرد:

نیاز به مقاومت بیشتر قالب یا حجم زیاد کار وتنوع سطوح وابعاد کم

مزایا:

الف)سرعت بالای اجرا
ب)سطوح صاف بتن ریزی
پ)مقاومت بالا
ت)مقاوم در برابر آتش سوزی
ث)امکان تغییر در ظرفیت و مقاومت

معایب:

الف)عایق حرارت نیستند و تبادل گرمایی بالا دارند.
ب)بهای اولیه آن بالا می باشد.

قالب بتنی

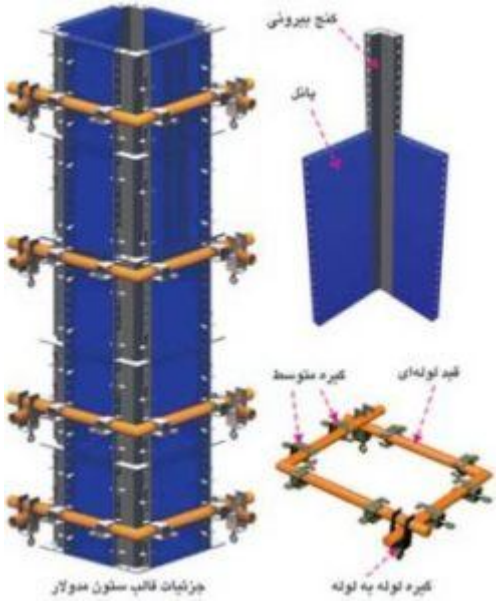
بدیهی است که بتن از جمله پر کاربرد ترین مصالح ساختمان به شمار می رود .بتن ها در ابتدا حالت خمیر گونه دارند و با گذر زمان سفت می شوند. این ماده بتنی خمیری شکل را در قالب های مخصوص با شکل خاص می ریزند تا پس از سرد و خشک شدن، شکل خاصی که مد نظر است را بگیرد. از آنجایی که تهیه قالب های بتنی هزینه بسیار زیادی دارد، توجه به نوع و کیفیت آن بسیار حائز اهمیت می باشد. قالب ها از جنس چوب، پلاستیک، فولاد، فایبرگلاس و ... تهیه می شوند.

آن چه که در **قالب بندی بتن** باید مورد توجه قرار گیرد، استحکام قالب ها و مهاربندی صحیح آن ها می باشد. در جهت افزایش استقامت داربست، استفاده از پشت بندهای طولی و عرضی الزامی می باشد. نحوه قرارگیری قالب بتن باید به گونه ای باشد که از خارج شدن بتن از میان آن ها جلوگیری به عمل آید. برای اجرای قالب بتنی، قالب ها باید خنک

باشند. در صورتی که قالب بندی ها داغ باشند، کیفیت بتن را کاهش داده و باعث تغییر رنگ آن می شود. این امر باعث می شود بتن شکل مناسب خود را از دست دهد.

قالب مدولار چیست؟

نام دیگر قالب بتن، قالب مدولار می باشد. این نوع قالب بندی در اندازه های مختلفی تولید شده و در قالب بندی سازه های بتنی مورد استفاده قرار می گیرد.



اتصالات قالب بتن

در جهت اتصال قالب بتنی و ایجاد یک سازه بتنی مناسب به قطعاتی نیاز می باشد. از جمله قطعات مورد نیاز برای انجام این کار کلمپس، گیره متوسط و بلند، گیره لوله به لوله، میان بلت، بلت عصایی، گیره متوسط، مغزی چدنی و غیره می باشد.

قالب یوبوت

از قالب یوبوت در جهت ایجاد حفره درون دال بتنی استفاده می شود. انجام این کار می تواند باعث حذف بتن ناکارآمد شده و به سبک تر شدن دال نیز کمک می کند. به طور کلی چهار مدل قالب یوبوت موجود می باشد که شامل قالب یوبوت تک، قالب یوبوت دوبل، قالب یوبوت بادی و قالب یوبوت پلی استایرن می باشد.

قالب وافل

یکی از سازه های مدرن که می توان در ساختمان سازی مورد استفاده قرار داد، قالب وافل می باشد. قالب وافل نمونه ای از قالب های سقفی می باشد. این قالب ها با ظاهر مشبک مانند خود باعث پوشاندن قسمت زیادی از سقف می شود. استفاده از این قالب ها به تجهیزات ساختمانی هیچ گونه آسیبی وارد نمی کند. این گونه قالب ها مکعبی شکل بوده و توخالی می باشند. از مزایای استفاده از این قالب ها می توان به ایجاد ایمنی در برابر زلزله، مقاومت در برابر آتش سوزی، به عنوان عایق در برابر صوت و گرما، حذف انواع بلوک و تیرچه و کاهش هزینه های آرماتوربندی و قالب بندی اشاره کرد. استفاده از این قالب ها معایبی نیز به همراه دارد. برای مثال از آن جایی که قالب وافل سبک می باشد، در مناطقی که بادهای شدید می وزد، امکان استفاده از آن ها وجود ندارد. هم چنین برای پر کردن قالب های آن نیاز به خاک مناسب می باشد.

.قالب لغزنده

قالب لغزان یا قالب لغزنده نمونه ای از روش های قالب بندی است که در آن قالب در فواصل زمانی منظم و با حرکت مقطعی به سمت جلو یا در جهت بالا حرکت می کند. در این روش قالب بندی، سطح قالب لغزنده در تماس با بتون بوده و از آن جدا نمی شود و همان گونه که از نام آن پیداست، بر روی بتن لیز می خورد.

کاربرد:

این قالب عموما هیدرولیک بوده و بتن ریزی یکنواخت در ارتفاع یا در سطح افقی از آنها استفاده می شود و با تنظیم سرعت حرکت قالب های لغزنده می توان بتن ریزی بعضی از سازه های بتنی را به صورت پیوسته انجام داد.

انواع:

الف)قالب های لغزنده قایم :برای سازه های قایم :سیلوها، تاسیسات ذخیره سازی مواد، هسته های مقاوم -دیوار برشی، دودکش ها،برج های مخابراتی، مراقبت و....

ب)قالب های لغزنده افقی :در کارهای نظیر پوشش تونل ها لوله های آب کانال های زهکشی از قطعات پیش ساخته روکش کانال ها و...استفاده می شود.

قالب ستون

به طور کلی می توان گفت ستون بخش مهمی از یک سازه به شمار می آید و از این رو دقت در اجرای آن مخصوصا در زمان بروز زلزله بسیار حائز اهمیت می باشد .قالب های ستون از دو جزء اساسی و اصلی تشکیل شده اند . این دو جزء شامل جدار قالب یا پنل های فلزی و کلاف قید می باشد

تخته قالب بندی

استفاده از تخته قالب بندی در اجرای ساختمان های بتنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از آن جایی که بتن قبل از سفت شدن به شکل روان می باشند، در جهت شکل گیری نیاز به قالب دارند. استفاده از تخته های قالب بندی در گذشته بیش تر رواج داشت و امروزه استفاده از قالب بندی فلزی تا حدودی استفاده از آن ها را کاهش داده است. استفاده از تخته قالب بندی در مقایسه با قالب فلزی مزایایی به همراه دارد. برای مثال استفاده از تخته قالب بندی نسبت به قالب فلزی هزینه کم تری در بر داشته و مقرون به صرفه می باشد. از آن جایی که این گونه قالب ها وزن سبک تری دارند، از سرعت بالاتری برای اجرا برخوردار هستند. توجه داشته باشید از تخته های قالب بندی با کیفیت استفاده نمایید. چرا که در صورتی که این تخته ها از جنس مرغوبی برخوردار نباشد، نمی توانند وزن بتن را تحمل کنند و همین امر باعث تغییر شکل بتن می شود. از تخته قالب بندی در قالب بندی پی ها، قالب بندی ستون، قالب تیرهای اصلی و قالب بندی سقف استفاده می شود.

تجهیزات قالب بندی

از جمله تجهیزات مورد نیاز قالب بندی می توان به بلت عصایی، بولت دو سر دنده، میان بلت، واشر دو لوله،واشر کاس، گیره بلند، گیره متوسط، آب بند چدنی، آب بند فلزی، پیچ و مهره چدنی جک سقفی، رزوه جک سقفی، پایه جک سقفی قابل رگلاژ و سرجک سقفی قابل رگلاژ می باشد.

-

	8	16	24و بیشتر
دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)			
18	12	9	قالب‌های قائم،ساعت
6	4	3	قالب زیرین،شبانه روز
15	10	7	پایه‌های اطمینان،شبانه روز
15	10	7	قالب زیرین،شبانه روز
21	14	10	پایه‌های اطمینان،شبانه روز

دال‌ها

تیرها

انواع قالب بندی

قالب‌بندی را می‌توان از لحاظ متریال استفاده شده، موقعیت قالب‌بندی و شکل آن در دسته‌های مختلف تقسیم کرد. یکی از انواع آن‌ها، قالب‌بندی فلزی می‌باشد که دارای کاربردهای بسیار زیادی در صنعت ساختمان سازی است. البته لازم به ذکر است که هر یک از روش‌های قالب‌بندی، به نحوه خاصی اجرا می‌شود و کاربردهای متفاوتی نیز دارد. قالب‌بندی از لحاظ جنس را می‌توان در دسته‌های زیر تقسیم‌بندی کرد.

- قالب‌بندی چوبی
- قالب‌بندی فلزی
- قالب‌بندی پلاستیکی

هر کدام از این انواع، دارای ویژگی‌های خاص خود هستند، اما در مقابل دارای نقاط ضعف و یا معایبی نیز می‌باشند. در این دسته‌بندی، نوع سازه و نقشه اجرایی مشخص کننده پنل‌های لازم برای قالب‌بندی است و برای پی سازی ساختمان، پس از گودبرداری، باید خطوط آکس‌بندی شده و محل قرارگیری قالب‌ها بر روی زمین مشخص شوند تا بتوان عملیات فونداسیون را بر روی زمین اجرا کرد.

قالب‌بندی فلزی

یکی از انواع قالب‌بندی برای پی‌سازی ساختمان، قالب‌بندی فلزی یکی از انواع قالب‌بندی‌ها است که در برابر قالب‌های چوب و آجری، از استحکام بسیار بالاتری برخوردار است و بیشتر فعالان در زمینه ساختمان سازی، این روش را

بهترین نوع قالب‌بندی معرفی می‌کنند. امروزه از این نوع از قالب‌بندی، یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای پی ریزی ساختمان‌ها می‌باشد، زیرا به راحتی می‌توان آن‌ها را حمل نمود و برای هر نوع سیستمی از آن استفاده کرد.
قالب‌بندی فلزی دارای مزایای بسیار زیادی است که از میان آن‌ها می‌توان به دوام و استحکام بالا، سهولت اتصال، سرعت بالای اجرا، قابلیت استفاده مجدد، بهره‌وری بالا و ... اشاره کرد. برای پروژه‌هایی که تنوع ابعاد و سطوح کم است اما در مقابل، حجم کاری بالا می‌باشد، قالب‌بندی فلزی بهترین گزینه ممکن است.
هرچند قیمت اولیه قالب‌های فلزی بسیار بالا است، اما در مقابل دارای طول عمر بسیار بالایی هستند و می‌توان از آن‌ها برای مدت زمان زیادی استفاده کرد. البته لازم به ذکر است، برای جلوگیری از اثرات نامطلوب آب و هوایی، باید این قالب‌ها را عایق‌بندی کنید. استفاده از قالب‌بندی فلزی، به شکل روز افزونی در حال افزایش است و بیشتر از سایر موارد دیگر از آن‌ها برای پروژه‌های ساختمانی استفاده می‌شود. قالب‌های فلزی در ابعاد بسیار کوچکی هستند و مقاومت بسیار بالایی در برابر فشارهای ناشی از بتن دارند. همچنین این قالب‌ها، در طی فشارهای وارده شکل خود را از دست نمی‌دهند که این یکی از مزایای بسیار مهم آن‌ها می‌باشد. در واقع، با توجه به مهندسی شدن این نوع از قالب‌ها، دقت کاری بسیار بالاتر می‌رود.

اجزای قالب‌بندی فلزی

برای قالب‌بندی فلزی از قطعات مختلفی استفاده می‌کنند که این قطعات می‌توانند در پروژه‌های مختلف با توجه به نقشه و نوع ساختمان، مختلف باشند. اما به طور کلی از مهم‌ترین قطعات استفاده شده برای این روش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- بولت چدنی
- واشر کاس
- تسمه بلت
- گیره بلند میان برد فلزی دنده درشت
- جک دو پیچ

انواع قالب‌بندی فلزی

قالب‌بندی فلزی، با توجه به نوع استفاده از آن در پروژه‌های مختلف، دارای انواع متفاوتی است که هر کدام دارای ویژگی‌های خاص خود هستند و باید متناسب با نوع پروژه، قالب‌بندی مناسبی را انتخاب کنید. انواع قالب‌بندی فلزی، به شرح زیر می‌باشد.

- قالب ثابت
- قالب رونده
- قالب لغزان

بتن ریزی بعد از قالب بندی

بتن آماده، توسط ماشین‌های حمل بتن (میکسر) برای شما آورده می‌شود و بعد از انجام انواع قالب بندی در ساختمان، باید به سراغ بتن‌ریزی بروید، اما برای انجام این کار، لازم است تا نکات زیر را حتما به یاد داشته باشید.
۱-از افزودن آب به بتن حمل شده، بدون اجازه مهندس ناظر، اکیداً خودداری کنید. معمولا کارگران برای سهولت کار خود و روانی بیشتر بتن، به آن آب می‌افزایند که این امر از مقاومت بتن به شدت می‌کاهد. لذا توجه به این امر، بسیار حائز اهمیت می‌باشد.
۲ -معمولاً مقداری از بتن در ابتدای تخلیه از میکسر، دارای دانه‌بندی نامناسبی می‌باشد. باید دقت شود این بتن که دارای کیفیت نامناسب جهت بتن ریزی می‌باشد، مورد مصرف کارهای ساختمانی قرار نگیرد.
۳ -در روش قالب‌بندی فلزی باید، قبل از بتن‌ریزی، حتماً درون قالب‌های فونداسیون که آرماتور گذاری شده است، از خاک‌های ریزشی و نخاله های ساختمانی کاملاً پاکسازی شود.
۴ -در زمان بتن ریزی استفاده از دستگاه ویبره الزامی است، پیمانکاران موظف هستند، قبل از آغاز بتن ریزی از سلامت دستگاه ویبره خود اطمینان حاصل نمایند.
۵ – برای آنکه آجرهای قالب‌بندی فونداسیون، آب شیرآبه بتن را جذب نکند استفاده از پوشش پلاستیکی (کاور) الزامی است.
۶ -قبل از اینکه فرایند بتن‌ریزی آغاز شود، برای اینکه آب بتن سریعا توسط بستر خارج نشود، لازم است بستر بتن-ریزی مرطوب شود، البته باید مراقب بود تا آب در کف پی جمع نشود و فقط رطوبت وجود داشته باشد.
استفاده از دستگاه لرزاننده بتن (ویبراتور) برای خارج کردن هوای بتن و بالا بردن مقاومت بتن لازم و ضروری می‌باشد و بتن‌ریزی بدون لرزاندن آن عملا بتن مناسبی را حاصل نخواهد شد.

قالب برداری

قالب باید وقتی برداشته شود که بتن قادر به تحمل تنش‌ها و تغیر شکل‌های وارده باشد. در صورت نیاز و تمایل می‌توان پس از گیرش اولیه بتن فونداسیون و با اطلاع مهندس ناظر ساختمان نسبت به جمع آوری قالب بندی آجری برای استفاده مجدد آجر آن در ساختمان اقدام نمود.

الف: چنانچه زمان قالب‌برداري در طرح، تعيين و تصريح نشده باشد، قالب‌ها و پايه‌ها نبايد قبل از سپري شدن مدتهاي مندرج در جدول زير برداشته شوند:

شرح نوع قالب‌بندي		دماي مجاور سطح بتن (درجه سلسيوس)			
		۲۴ و بالاتر	۱۶	۸	۰
قالبهاي قائم (ساعت)		۹	۱۲	۱۸	۳۰
دالها	قالب زيرين (شبانه روز)	۳	۴	۶	۱۰
	پايه‌هاي اطمينان (شبانه روز)	۷	۱۰	۱۵	۲۵
تيرها	قالب زيرين (شبانه روز)	۷	۱۰	۱۵	۲۵
	پايه‌هاي اطمينان (شبانه روز)	۱۰	۱۴	۲۱	۳۶

در صورتي كه آزمايش نمونه‌هاي آگاهي (نگهداري شده در كارگاه) حاكي از رسيدن مقاومت بتن به (۷۰٪) مقاومت ۲۸ روزه موردنظر باشد، مي‌توان قالب سطوح زيرين را برداشت، ولي برداشتن پايه‌هاي اطمينان در صورتي مجاز است كه علاوه بر رعايت ساير محدوديت‌ها، مقاومت بتن به مقاومت ۲۸ روزه رسيده باشد.

حداقل زمان لازم براي قالب‌برداري

براى استفاده از جدول بالا، بايد به نكات زير دقت داشته باشيد.

- حين سخت شدن بتن، دماي محيط به كمتر از صفر درجه سانتيگراد تنزل ننمايد
- در صورت تنزل دماي محيط به كمتر از صفر درجه سانتيگراد، بايد ارقام جدول متناسباً و حداقل به ميزان مدت يخبندان افزايش يابند.
- هنگام قالب‌برداري سطوح قائم، جهت حفظ بتن در برابر گرما يا سرماي محيط بلافاصله پس از قالب‌برداري عمل آوردن بتن به روش مقتضي صورت پذيرد.
- در صورت استفاده از سيمان زودگير، ارقام جدول فوق قابل كاهش مي‌يابد. هنگام استفاده از مواد درگير كننده در ساخت بتن، بايد ارقام جدول فوق افزايش يابند.
- اگر ملاحظات خاصي براي پرهيز از ترك‌هاي زود هنگام يا تقليل تغيير شكلهاي ناشي از وارفتگي مد نظر باشد، بايد ارقام جدول را افزايش داد.
- به علاوه چنانچه عمل آوردن تسريع شده يا قالب‌بندي خاصي نظير قالبهاي لغزان مطرح باشد، ممكن است مقادير فوق را كاهش داد.
- ب: برداشتن قالبها و پايه‌ها در مدتهاي كمتر از مقادير مندرج در جدول فوق فقط به شرط آزمايش ميسر است

قالب بندی پلی ودد(Play Wood)

قالب پلی ودد از ترکیب چوب و ترموپلاستیک ها تشکیل شده است. وجود پلاستیک بر روی سطح چوب سبب افزایش مقاومت این کامپوزیت ها در برابر رطوبت می شود.

مزیت های قالب پلی ودد

۱. کامپوزیت ها قابل بازیافت هستند و چوب و پلاستیک بازیافتی آن با ارزش و قابل استفاده مجدد می باشد.
۲. جذب رطوبت بسیار کم است
۳. سختی و خشکی مطلوب بوده و مقاوم در برابر تاثیرات بیرونی
۴. کامپوزیت ها به روش سنتی تولید می شود
۵. در برابر فشار حداقل تغییر شکل را خواهد داشت

قالب پلیمری ـ قالب فایبر گلاس

فایبرگلاس از ترکیب الیاف شیشه و مواد پلیمری تشکیل شده است. پشم شیشه به منظور ماده تقویت کننده و مواد پلیمری جهت مواد زمینه مورد استفاده قرار می گیرد. قالب پلیمری جهت قالب بندی سقف مجوف کاربرد دارد. یک نوع قالب پلیمری دیگر به نام قالب یوبوت وجود دارد به طوری که محصولی با پایه پلی پروپلین می باشد. هدف از استفاده این قالب سبک سازی دال ها در سقف و پی های گسترده ی بتنی است.

قالب برداری :

۱. زمانی باید عملیات قالب برداری انجام شود که بتن امکان تحمل نیروی های وارده را داشته باشد. زیرا نباید تغییر شکل بتن ها از تغییر شکل پیش بینی شده، بیشتر شود.

۲. نباید قبل از برداشتن، قطعات بتنی و سایر اعضا، پایه‌ها و قالبهای باربر را جمع آوری کنیم. زیرا این پایه ها مقاومت اعضا را تحمل میکنند.

۳. در زمان این عملیات باید دقت شود که مراحل به ترتیب انجام شوند. نباید هیچ ضربه ای به قطعات وارد شود. اعضا نباید بار ناگهانی دریافت کنند.زیرا در غیر اینصورت بتن صدمه دیده و دیگر کارایی لازم را نخواهد داشت.

۴. در صورتی که نیاز بود قالب برداری سریعتر انجام شود؛ باید برای نگهداری بتن ها راه حل پیدا کنیم.

۵.شمع برداری نیز باید به شکلی انجام شود که از ضربه خوردن برون محوری یا برون مرکزی جلوگیری شود.

انواع قالب بندی از نظر جنس قالب

در این نوع دسته بندی، قالب‌بندی را بر اساس جنس قالب‌ها از یکدیگر جدا می‌کنند که تقسیم‌بندی زیر را نتیجه می‌دهد:

- قالب بندی چوبی
- قالب بندی فولادی
- قالب بندی آلومینیومی
- قالب بندی تخته سه لا
- قالب بندی پلاستیکی (پلیمر)
- قالب بندی فایبرگلاس

انواع قالب بندی از نظر کاربرد قالب

در این نوع از دسته بندی قالب ها، برای جدا کردن قالب بندی‌ها نوع کاربردشان را در نظر می‌گیریم که دسته‌های زیر را پیش رویمان قرار می‌دهند:

- قالب بندی سقف
- قالب بندی ستون
- قالب بندی دیوار
- قالب بندی فونداسیون

نکات مهم در قالب‌بندی

اگرچه در قالب بندی بتن باید نکات زیادی رعایت شود؛ اما موارد زیر، اصلی‌ترین نکات مهم در قالب بندی است که رعایت آن‌ها، ارکان اصلی یک ساخت و ساز موفق است. در ساخت قالب باید:

- استحکام به قدری باشد که وزن بار مورد نیاز تحمل شود.
- تکیه‌گاه کافی به کار رفته باشد تا قالب شکل خود را حفظ کند.
- اتصالات ضدنشتی باشند.
- از مواد قابل استفاده مجدد، استفاده شود.
- وزن سازه تا حد امکان سبک باشد.
- مراقب بود که در قالب و بتن، اعوجاج به وجود نیاید.
- از ثبات قالب‌ها اطمینان حاصل شود.

دستورالعمل‌های کلی در قالب بندی

۱.

۱. قالبها باید کاملاً محکم بوده و بخوبی مهاربندی شده باشند. تعبیه پشت‌بندها و تقویت‌کننده‌های طولی و عرضی به منظور افزایش پایداری و استقامت قالب و داربست ضروری است.
۲. قالب‌ها باید طوری بهم جفت شوند تا از خارج شدن شیره بتن از درز آنها جلوگیری گردد.
۳. در مورد قالبهای فلزی باید به تغییرات دما و اختلاف زیاد دما در سطح داخلی قالب و بتن ریخته شده توجه داشت. لازم است این‌گونه قالب ها را در جاهای مناسب و در زیر سایه انبار کرد تا از تابش مستقیم نور خورشید محافظت گردند تا دمای آنها بالا نرود، در اینصورت باید توسط آب‌پاشی دمای آنها کاهش یابد. همچنین پس از بتن‌ریزی نیز باید سطوح خارجی قالب فلزی از تابش مستقیم نور خورشید محافظت شود. همچنین بهتر است تا سطوح خارجی قالب‌ها را با رنگ سفید رنگ‌آمیزی نمود.
۴. استفاده از قالب‌های چوبی ساخته شده با تخته چندلا نسبت به قالبهای فلزی ارجحیت دارد. در مورد این قالبها باید به میزان جذب آب آنها توجه شود. لازم است این قالبها قبل از بتن ریزی کاملاً چرب و روغنکاری شده باشند. در صورتی که مدت زیادی از روغنکاری قالبها گذشته باشد، ممکن است گردوغبار زیادی به خود جذب کرده باشند که لازم است تمیز گردند.

۵. روغن مصرفی باید باعث تغییر کیفیت سطح بتن نشود.
۶. روغنکاری قالب برای جلوگیری از اشکالات زیر انجام می‌شود:
   - هنگامی که هوا بین سطح بتن و قالب محبوس می‌شود، حفره‌های کوچک در سطح تماس در بتن به وجود می‌آید.
   - در صورت جذب نامنظم آب بتن توسط قالب، بر سطح بتن رنگ غیر یکنواخت پدید می‌آید.
   - در هنگام قالب برداری، جدا شدن قالب از سطح بتن به سختی انجام می‌پذیرد و امکان صدمه خوردن سطح بتن وجود دارد.
۷. سطوح قالب باید بطور یکنواخت و کامل روغنکاری شود. البته نه آنقدر که از سطوح قالب چکه کند. روغن مصرفی بهتر است دارای ویسکوزیته پایین باشد.
۸. در مورد قالب بندی و قالب برداری به آبا مراجعه شود.
۹. باز کردن قالبها با توجه به زمان لازم برای عمل آوری بتن صورت گیرد. لذا لازم است قالبها تا حد امکان سریعتر و بدون اینکه خسارتی به بتن وارد آید شل گردند و سپس آب در سطوح نمایان بالایی ریخته شده تا از سطوح جانبی بتن به پایین سرازیر گردد. بویژه در دیوار یا ستون لازم است رطوبت مورد نیاز را از فاصله قالب و بتن (با آزاد کردن قالب) به بتن رسانید تا کیفیت سطحی بتن آسیب نبیند.
۱۰. در صورت استفاده از قالب های فلزی توصیه می‌شود تا در حداقل زمان ممکن باز شوند و عمل‌آوری مرطوب در مورد قطعه اجرا شده ادامه یابد
۱۱. قالب چوبی نمی تواند از تبخیر آب جلوگیری کند و در صورت استفاده باید آنها را با پوشش مناسب و مرطوب حفاظت کرد.
۱۲. داخل قالبها قبل از بتن‌ریزی باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه مواد زائد باشد. وجود مواد زائد مانند دانه‌های سنگی، ضایعات میلگرد، سیم و میخ قالب بندی، تکه‌های چوب و... باعث اثرات نامطلوب بر روی بتن خواهد شد.

قالب بندی فلزی (فولاد و آلومینیوم)

قالب بندی فلزی، معمولا هنگامی به کار می‌رود که در ساخت و ساز خود به مرحله قالب بندی سقف رسیده‌ایم. قالب‌های فولادی، به دلیل عمر طولانی و قابلیت چندین بار استفاده، محبوبیت زیادی دارند.
استفاده از قالب بندی فلزی، از جمله قالب‌های فولادی، پرهزینه اما برای پروژه‌های متعدد مفید است و زمانی که قصد داریم از قالب خود چندین بار استفاده کنیم، گزینه خوبی هستند. استفاده از فولاد در قالب بندی سقف، بسیار رایج است.
در قالب بندی فولادی، از پین و گوه برای اتصال قالب‌ها به یکدیگر استفاده می‌شود.
برخی از ویژگی‌های اصلی قالب‌های فولادی به شرح زیر است:

- قوی و بادوام، با طول عمر بالا
- سطح صافی روی بتن ایجاد می‌کند و باعث زیبایی می‌شود
- ضدآب است
- از لانه زنبوری شدن بتن پیشگیری می‌کند
- به راحتی نصب و برچیده می‌شود
- برای سازه‌های منحنی مناسب هستند

راهنماي زمان قالب‌برداري

	نوع قالب بندي	دماي مجاور سطح بتن (درجه سيلسيوس)			
		۲۴ و بيشتر	۱۶	۸	۰
	قالب قائم (ستون) ساعت	۹	۱۲	۱۸	۳۰
دالها	قالب زيرين، شبانه‌روز، پايه‌هاي اطمينان، شبانه‌روز	۹	۱۲	۱۸	۳۰
تيرها	قالب زيرين، شبانه‌روز،	۷	۱۰	۱۵	۲۵
	پايه‌هاي اطمينان، شبانه‌روز	۱۰	۱۴	۲۱	۲۶

حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

نوع قالب بندی / شرح		دمای مجاور سطح بتن(درجه سلسیوس)			
		۲۴ و بیشتر	۱۶	۸	۰
قالب های قائم، ساعت		۹	۱۲	۱۸	۳۰
دال‌ها	قالب زیرین، شبانه روز	۳	۴	۶	۱۰
	پایه‌های اطمینان، شبانه روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
تیرها	قالب زیرین، شبانه روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
	پایه‌های اطمینان، شبانه روز	۱۰	۱۴	۲۱	۳۶

رواداری‌های ساختمان‌های بتنی متعارف

ردیف	شرح			رواداری
۱	انحراف از امتداد قائم	الف	در لبه و سطح ستون‌ها، پایه‌ها، دیوارها، نبش‌ها و کنج‌ها	۶ میلی‌متر و در هر ۳ متر طول
				حداکثر ۲۵ میلی‌متر در کل طول
		ب	برای گوشه نمایان ستون‌ها، درزهای کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم	۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول
				حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول
۲	انحراف سطوح یا ترازهای مشخص شده در نقشه‌ها	الف	در سطح زیرین دال‌ها، سطح زیرین تیرها، نبش‌ها و کنج‌ها قبل از برچیدن حایل‌ها	۶ میلی‌متر در هر ۳ متر طول
				۹ میلی‌متر در هر چشمه یا هر ۶ متر طول
		ب	در محل درگاه‌ها، زیرسری‌ها، جان پنه‌های نمایان شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم	۶ میلی‌متر در هر ۶ متر طول
				حداکثر ۱۲ میلی‌متر در کل طول
۳	انحراف ستون‌ها، دیوارها و تیغه‌های جداکننده از موقعیت مشخص شده در پلان ساختمان		در هر چشمه	۱۲ میلی‌متر
			در هر ۶ متر طول	۱۲ میلی‌متر
			حداکثر در کل طول	۲۵ میلی‌متر
۴	انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کف و دیوار و غلاف ها			۶ ± میلی‌متر

۵	اختلاف در ابعاد ستونها، مقطع عرضی ستون‌ها و تیرها و ضخامت دال‌ها و دیوارها	الف	در جهت تقصانی	۱۲ میلی‌متر
		ب	در جهت اضافی	
۶	شالوده‌ها	الف	اختلاف اندازه‌های در پلان	تقصانی: ۱۲ میلی‌متر
				اضافی: ۵۰ میلی‌متر
		ب	جابه جایی یا خروج از مرکز	دو درصد عرض شالوده در امتداد طول مورد نظر مشروط بر آنکه بیش از ۵۰ میلی‌متر نباشد
		ب	ضخامت	کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده: ۵ درصد
				افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده: محدودیتی ندارد
۷	پنه‌ها	الف	در تعداد معدودی پنه	ارتفاع پنه: ۱/۵ ± میلی‌متر
		ب	در پنه‌های متوالی	کف پنه: ۳ ± میلی‌متر

بولت عصایی

بولت عصایی برای اتصال سولجر به لوله پشت بند افقی به کار می‌رود.

مهره خروسکی (مهره بولت)

برای اینکه دیوارهای دو طرفه هنگام بتن ریزی از هم باز نشوند از بولت در وسط دیوار استفاده می شود. مهره خروسکی سر بولت و پشت واشر قرار می گیرد.

هم چنین از مهره خروسکی در اتصال سولجر یا لوله توسط بولت عصایی به پانل دیوار نیز استفاده می شود. کیفیت پایین مهره خروسکی سبب باز شدن قالب بندی هنگام بتن ریزی می شود.

واشر کاس (واشر تخت)

اگر در قالب بندی دیوار از سولجر به عنوان پشت بند عمودی استفاده می کنید باید از واشر کاس استفاده کنید.

هنگام بستن قالب دیوارهای بتنی واشر کاس همراه با مهره خروسکی (مهره بولت) پشت سولجر قرار می گیرد و با ایجاد سطح اتکای زیاد نیرو را توزیع می کند تا لهیدگی ایجاد نشود.

واشر دولوله

اگر در قالب بندی دیوار از لوله داربست به عنوان پشت بند عمودی استفاده می کنید باید از واشر دو لوله استفاده کنید. واشر دو لوله هنگام بستن قالب دیوار بتنی پشت لوله ها قرار می گیرد.

سولجر در قالب بندی

در سازه های سنگین و مرتفع که عرض المان بتنی بیشتر از ۲۰ سانتی متر باشد برای نگهداری قالب از سولجر استفاده می شود. سولجرها توسط بولت عصایی ، واشر کاس و مهره بولت به قالب بسته می شوند.

سولجر مقاومت قالب بتن در برابر فشارهای جانبی را افزایش می دهد و پس از باز کردن قالب، بتن سطح صافی خواهد داشت.

در قالب بندی دیوار به عنوان پشت بند عمودی کاربرد دارد. در کفراژبندی تیر و دال به وسیله داربست های مدولار نقش یک عضو باربر را به عهده دارد.

گاهی اوقات به دلیل سبکی و مقاوم بودن سولجر از آن به عنوان شمع حمایتی استفاده می کنند.

سولجرها به صورت ناودانی دوبل از ورق St37 به ضخامت ۳ میلی متر تولید می شوند. طول و عرض مقطع سولجرها ۱۵ سانتی متر است.

جک سقفی

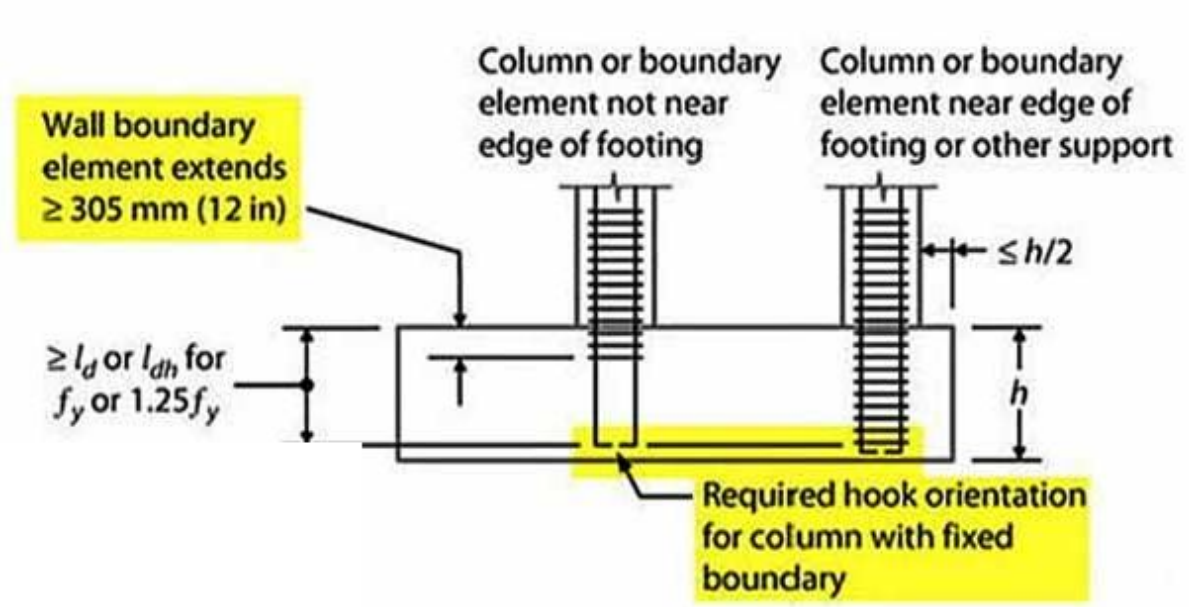
هنگام کفراژبندی سقف های دال بتنی و تیرچه بلوک ازجک های سقفی به عنوان پایه های موقت استفاده می شود.

این جک ها توان باربری حدود ۱/۵ تن را دارند و معمولاً در ارتفاع ۳، ۳/۵ ، ۴/۵ و ۵ متری طراحی و تولید می شوند.

جک های سقفی از دولوله داخلی و بیرونی تشکیل شده اند که قطر لوله داخلی ۵ سانتی متر و قطر لوله خارجی ۶ سانتی متر است. روی لوله داخلی سوراخ هایی در فواصل ۱۰ سانتی متری جهت تنظیم ارتفاع وجود دارد.

از سر جک های بدون صلیب یا سر جک های T شکل (صلیبی) یا U شکل (عراقی) بنابر نیاز پروژه استفاده می شود.

برای کفراژ بندی زیر تیرهای بتنی از اتصال سر جک T شکل بر روی جک های سقفی استفاده می شود. برای ارتفاع های بیش از ۴ متر استفاده از داربست های مدولار نسبت به جک سقفی ارجحیت دارد.



اجرای سازه بتنی به روش قاب های پیوسته و یا قالب تونلی، از حدود 40 سال پیش در جهان متداول شده است و تاکنون مورد بازنگری های فنی از سوی طراحان، مجریان، انبوه سازان و سازندگان قالب قرار گرفته و نسبت به زمان ابداع آن تحولات بسیاری را پشت سر گذاشته است .نام قالب تونلی به دلیل نحوه ی اجرای این سیستم و شکل قالب های فلزی آن و اجرای هم زمان دیوارها و سقف ها به آن اطلاق می شود .این روش که نوعی تولید صنعتی ساختمان بتن مسلح محسوب می شود، با نام های دیگری مانند " سازه ی بتن آرمه با قاب پیوسته "یا" سازه بتن مسلح یکپارچه "نیز شناخته می شود .این روش ساخت سازه، بیشتر در بلند مرتبه سازی استفاده می شود .روش قالب تونلی، مانند دیگر روش های ساخت صنعتی، از چهار معیار مزیت کاهش زمان، کاهش هزینه ، ارتقای کیفیت و افزایش ایمنی کارکنان برخوردار است. در این سیستم از دیوارها به عنوان عناصر باربر استفاده می شود و سقف ها نیز به صورت دال بتنی درجا ساخته می شوند .با توجه به این نکته که تمامی دیوارهای خارجی و داخلی به طور همزمان اجرا می شود و به نحو مناسبی با کف و سقف درگیر می شوند، ترکیب دیوارها و دالهای بتنی کف یک مجموعه واحد با یکپارچگی و انجام بسیار را تشکیل می دهند و در مقابل نیروهای جانبی باد و زلزله به خوبی رفتار می کنند .این سیستم به طور معمول از شالوده بتنی ، دیوارها و سقف های بتنی اجرا شده در محل کارگاه، قاب ها یا پیش قاب های درها و پنجره ها که قبل از بتن ریزی در دیوارها نصب می شود و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی کار گذاشته شده در دیوار و سقف، تشکیل می شود.

برای اجرای کلیه قسمت ها، قالب های یکپارچه فلزی که در آن تمام پیش بینی های لازم برای مسیرهای توزیع تاسیسات، نصب در و پنجره و غیره به عمل آمده است، طراحی و ساخته می شود .دیوارها و سقف ها به صورت همزمان بتن ریزی می شود و پس از برداشت قالب، ساختمان آماده نصب
سرویس ها، اجرای رنگ و نصب شیشه است .به طور کلی تمام دیوارها، سقف ها و جداکننده ها از بتن مسلح بوده و پس از قالب برداری، هیچ گونه عملیات بنایی در آن صورت نمی گیرد .مزایا) شاخص های برتر (اقتصادی و فنی روش های صنعتی تولید ساختمان که از مزایای روش قاب بتنی
پیوسته) قاب تونلی (نیز محسوب می شود، شامل موارد زیر است:

مزایای اقتصادی

-1سرعت ساخت
-2کاهش هزینه ساخت
-3بازگشت سریعتر سرمایه
-4افزایش طول عمر ساختمان
-5کاهش اتلاف مصالح
-6کاهش نیروی انسانی

مزایای فنی

-1مقاومت بیشتر در برابر زلزله

-2امکان کنترل دقیق تر اجرا و رعایت کیفیت مورد نظر بر اساس استانداردها
-3قابلیت استفاده از مصالح پیش ساخته و یا نیمه پیش ساخته
-4امکان طراحی و ساخت مدولار

ویژگی های فنی سیستم قاب بتنی پیوسته

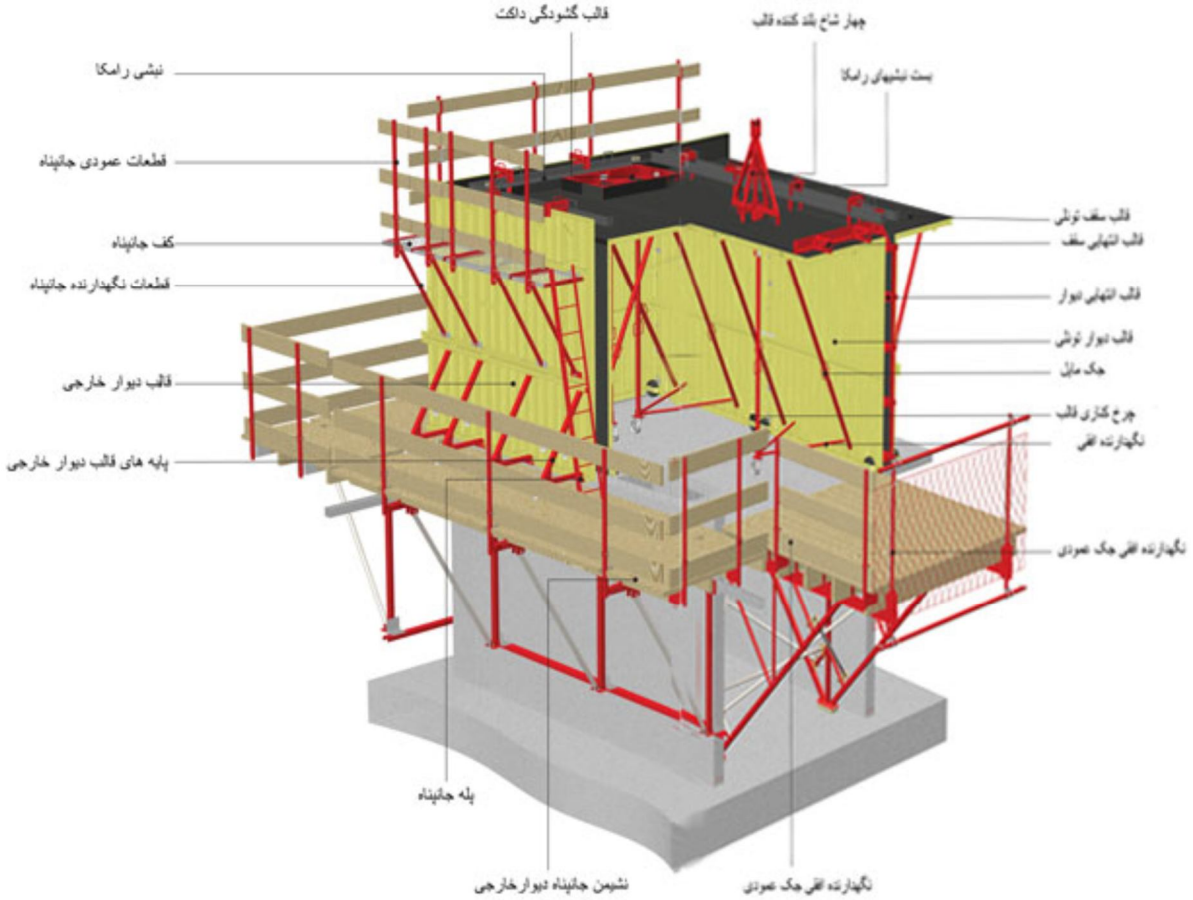
-1یکپارچگی سیستم و رفتار مناسب لرزه ای آن به دلیل عملکرد جعبه ای سازه
-2تغییر ماهیت تمرکز تنش از حالت گره ای و متمرکز به صورت گسترده به علت تبدیل سازه از سیستم دال -تیر-ستون به سیستم دال – دیوار
-3عملکرد مطلوب سقف سازه به صورت دیافراگم صلب و قابلیت انتقال بارهای قائم و جانبی به دیوارها
-4افزایش درجه نامعینی سازه و تأخیر بیشتر در تشکیل لولاهای خمیری در اعضاء و در نتیجه قابلیت تحمل بیشتر نیروها و لنگرها
-5تقارن سازه ای و منظم بودن ساختمان در مقطع و پلان

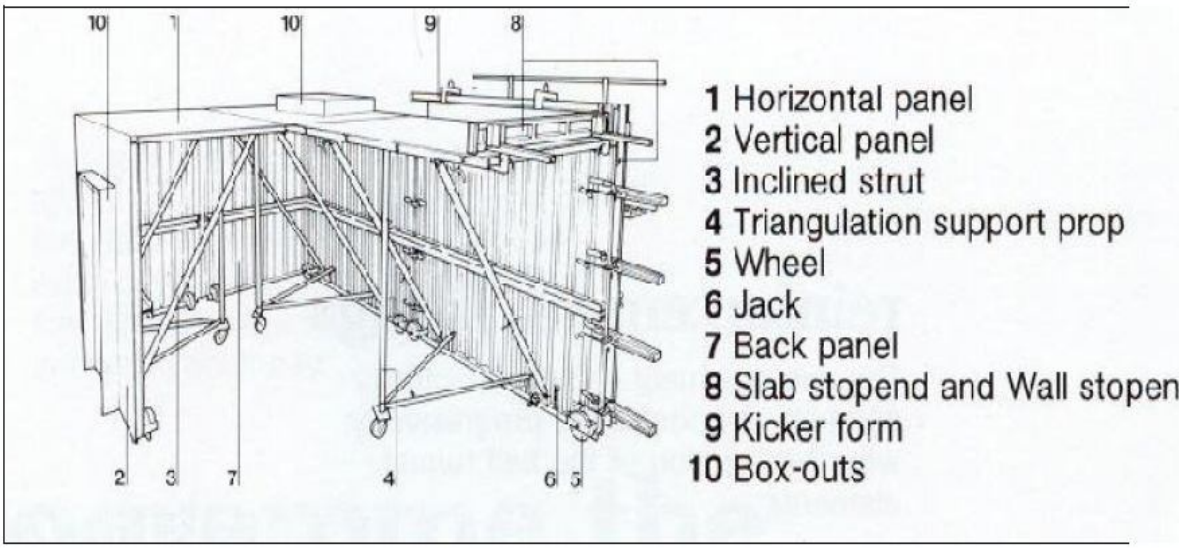
مشخصات سیستم قالب بندی

برای اجرای ساختمان های قاب بتنی پیوسته از نوعی سیستم قالب بندی فلزی استفاده می شود که قالب ها با وجود بزرگ بودن، به سرعت بسته شده و با دقت در محل خود اجرا می شوند و علاوه بر آن دوام بیشترو کیفیت بهتری دارند .مهمتر از همه امکان تکرار یک دور کامل اجرا در 24 یا 48 ساعت)با توجه به تعداد واحدها در یک طبقه (است که در هیچ یک از سیستم های قالب بندی فلزی و چوبی متداول امکان آن وجود ندارد .این سیستم قالب بندی نسبت به سایر سیستم ها، از نظر تعداد درز تفاوت های زیادی دارد .برای مثال در این سیستم سطوح تا 20 مترمربع به طور یکپارچه بدون درز پوشانده می شوند. قطعات بزرگ و سبک دیوارهای خارجی و داخلی، با سرعت زیاد به وسیله جرثقیل برجی در محل خود قرار داده شده و توسط پیچ به یکدیگر متصل می شوند .به طور مثال طی 5 ساعت، یک مجموعه قالب برای اجرای دو واحد مسکونی 84 مترمربعی بسته می شود .فرم لبه های قالب در سقف و جزئیات اتصال آنها به ریل ها و دیواره ها در کناره سقف ها، کیفیت بسیار خوبی را در بتن تمام شده ایجاد می کند . هر قالب در صورت نگهداری و تعمیر صحیح و به موقع، تا 200 بار قابل استفاده است و بعد از یک تعمیر اساسی، این روند دوباره تکرار می شود .قالب ها در این سیستم سبک تر از دیگر سیستم های قالب بندی هستند و وزن قالب دیوار و سقف به ترتیب برابر 68 و 48 کیلوگرم بر مترمربع است. در این سیستم قالب بندی، قبل از بتن ریزی و بدون نشت دوغاب، کلیه اجزا مانند بازشو پنجره ها با جزئیات خاصی، در داخل قالب فلزی به طور کامل تثبیت می شوند .قابل ذکر است که به دلیل پیچیدگی نصب این نوع قالب ها، باید برای قالب بندی از نیروی انسانی آموزش دیده استفاده شود .استفاده از نیروی ماهر و متخصص علاوه بر کاهش زمان باعث کاهش هزینه و افزایش ایمنی می شود.

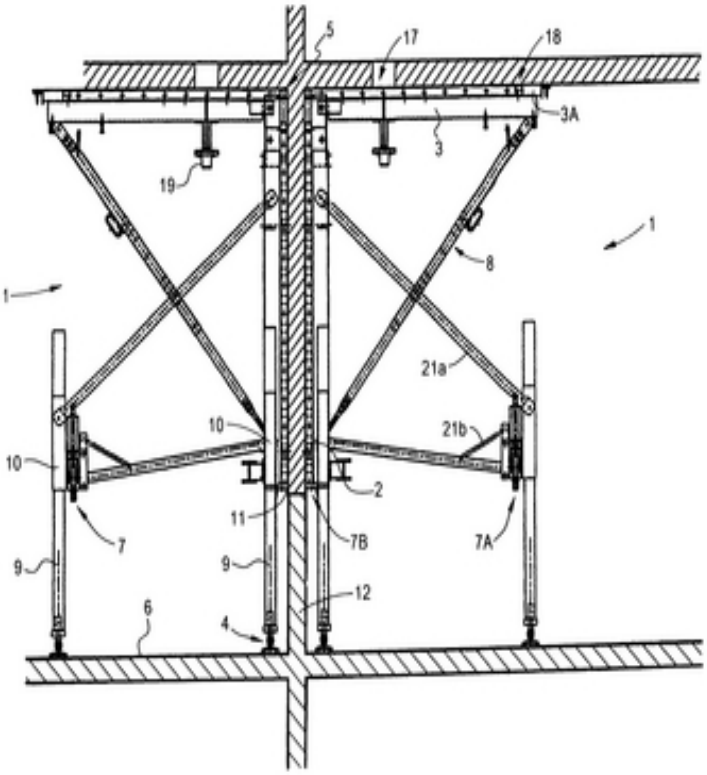
بررسی سیستم از نظر اقتصادی

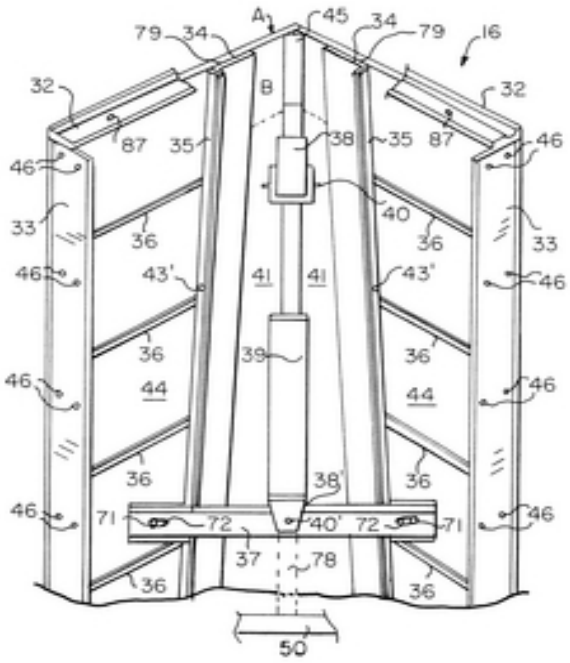
از آنجا که این سیستم بر اساس ایجاد صندوقه های مقاوم بتنی شکل گرفته است، میزان مصرف بتن و میلگرد مهم ترین عامل در برآورد هزینه اجرای این روش است. مهم ترین نکته ای که در این زمینه قابل ذکر است، امکان استفاده مجدد قالب ها و قطعات در یک دوره زمانی 24 ساعته است .این خصوصیت در بین اکثر سیستم های قالب بندی منحصر به فرد است .این مزیت منجر به کاهش تعداد قالب های مورد نیاز در پروژه، بدون افزایش مدت زمان اجرای آن یعنی کاهش هزینه ها خواهد شد .نکته دیگری که در زمینه این قالب ها قابل ذکر است، سبکی آنها نسبت به قالب های متداول است.

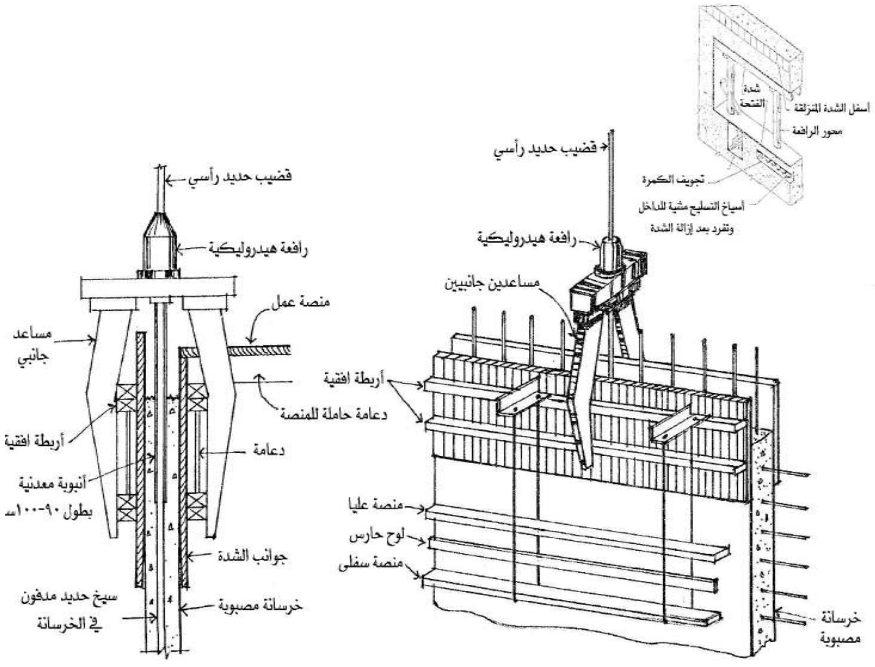

قالب گشودگی داکت
چهار شاخ بلند کننده قالب
نبشی رامکا
بست نبشیهای رامکا
قطعات عمودی جانبناه
قالب سقف توشی
قالب انتهایی سقف
کف جانبناه
قطعات نگهدارنده جانبناه
قالب انتهایی دیوار
قالب دیوار توشی
قالب دیوار خارجی
جک مایل
چرخ کناری قالب
نگهدارنده افقی
پایه های قالب دیوار خارجی
نگهدارنده افقی جک عمودی
پله جانبناه
نشیمن جانبناه دیوار خارجی
نگهدارنده افقی جک عمودی


10
1
10
9
8
2
3
7
4
6
5
1 Horizontal panel
2 Vertical panel
3 Inclined strut
4 Triangulation support prop
5 Wheel
6 Jack
7 Back panel
8 Slab stopend and Wall stopen
9 Kicker form
10 Box-outs

17 1 2005


5
17
18
3A
3
19
1
8
1
21a
10
21b
10
2
11
7B
7A
7
9
9
12
6
4


A
45
34
79
16
79
34
32
32
8
87
35
38
35
87
46
46
40
33
36
36
33
46
43'
41
41
43'
46
36
39
36
46
44
44
46
36
38'
36
46
71
72
40'
72
71
46
37
78
36
36
50



الشكل رقم (٥ -٣): الشدة المنزلقة.