

planyab.com

روش های اجرایی ساختمان

ساختمان های بتن آرمه

آرمان بابائی



**\*\* منابع :**

- 1- اجرای ساختمان های بتن آرمه --- دکتر مهدی قالبافان
- 2- بتن و اجرای آن (نشریه شماره 130 مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن) --- دکتر علی اکبر رضانیانپور
- 3- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران ، طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه
- 4- تکنولوژی بتن --- دکتر علی اکبر رضانیانپور
- 5- مبحث دوازدهم- مقررات ملی ساختمان ، ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

**\*\* سرفصل :**

\* آشنایی با مسایل اولیه کارگاهی و تجهیز کارگاه ، تهیه و انبار کردن مصالح ، ماشین آلات لازم در کارگاه و بررسی موضوعات ایمنی در کارگاه

\* بررسی اصول قالب بندی ، طرح قالب ها و شمع ها و پشت بندها ، نحوه اجرای قالب بندی در قطعات مختلف (پی ، ستون ، تیر ، تاوه و سطوح شیبدار) ، باز کردن قالب ها و مقررات ساختمانی مربوط به آن

\* آشنایی با نقشه های آرماتورگذاری ، بریدن و خم کردن آرماتورها ، چیدن و بستن آرماتورها در قالب ها ، شبکه های پیش ساخته

\* آشنایی با نحوه تولید و انتقال بتن و ماشین آلات لازم

\* بررسی روش های مختلف بتن ریزی در قالب ها ، متراکم کردن بتن ، بتن ریزی در شرایط جوی مختلف ، نحوه اجرای درزهای انبساط و انقطاع

\* بررسی عوامل موثر در عمل آوری و محافظت بتن

\* آشنایی با آزمایشات مختلف کارگاهی و وسایل مورد نیاز برای کنترل کیفیت بتن

\* بررسی روش های تعیین مقاومت ساختمان پس از اجرا

\* آشنایی مختصر با ساختمان های پیش ساخته و نحوه تهیه قطعات پیش ساخته

**\*\* اشکال مختلف اجرا :**

انجام هر طرح ساختمانی یا پروژه عمرانی مشتمل بر سه مرحله متمایز به شرح زیر است :

- \* تهیه طرح
- \* اجرای طرح
- \* نظارت بر اجرای طرح

-- با توجه به بزرگی و کوچکی طرح و ماهیت آن ، اهمیت مراحل سه گانه فوق تغییر کرده و گاه بنا به ضرورت ممکن است گستره یکی از مراحل بسیار محدود شده و حتی با مراحل دیگر انجام شود.

\*\* اجرای طرح های مختلف به صورت های گوناگون انجام می پذیرد :

الف- با هزینه و زیر نظر مستقیم صاحب کار یا قائم مقام او ( کارفرما یا مجری طرح )

ب- تحت پیمان مدیریت اجرا ، به هزینه صاحب کار :

مدیریت اجرایی شخصی حقیقی یا حقوقی است که سازماندهی عملیات اجرایی به عهده او واگذار می شود.

ج- تحت پیمان اجرا :

در این حالت ، اجرای کار تحت شرایط مالی مشخصی به پیمانکار واگذار می شود.

**\*\* آشنایی با طرح و تنظیم برنامه اجرا :**

-- اجرای هر سازه با آشنایی سازنده با طرح آغاز می شود که سازنده و اجرا کننده باید :

**شماره 1:** نقشه های اجرایی ، مشخصات فنی ، عمومی و خصوصی ، دستورالعملها ، یادآوری ها ، فهرست مقادیر و سایر مدارک فنی مربوط به پروژه را مطالعه نماید تا با کم و کیف کار آشنا شود و ضمن آشنایی با حجم اقلام کار از مجموعه مورد احداث ، تجسم فضایی دقیقی به دست آورد.

**شماره 2:** از محل کارگاه بازدید به عمل آورده و با محیط کارگاهی آشنایی حاصل نماید. برای آشنایی با محیط ، جمع آوری اطلاعات مربوط به **موارد زیر** بسیار مفید خواهد بود :

## الف) عوارض سطحی از قبیل :

\* طبیعت و میزان محل های احتمالی پر شده با زباله ، خاک دستی و ...

\* محل قرار گیری و نوع رگه های سنگ

\* مسیرهای عبور جریان های آب و احیانا گودال های آبگیر در سطح کارگاه

\* توپوگرافی و به عبارت دیگر تغییرات رقوم خاک در سطح کارگاه

\* سازه های موجود در محل کارگاه و در مجاورت آن

\* خاکریزهای نزدیک ، خط ساحلی و عوارض مشابه

\* راه های دسترسی (راه آهن ، اتومبیل ، کشتی) به کارگاه



ب) عوارض زیرزمینی از قبیل :

\* مسیر فاضلاب ، قنات ، تونل ، زیرزمین و یا سایر سازه های زیرزمینی

\* خط لوله نفت ، گاز و آب ، خطوط تلفن و کابل های زیرزمینی برق

\* شالوده های موجود در محوطه کارگاه یا زمین های مجاور

ج) اطلاعات مربوط به گمانه ها و سایر اطلاعات از قبیل تاریخچه رفتار سازه های مجاور ، نشست های خاک و غیره

**شماره 3:** مجموعه عملیاتی را که باید از ابتدا تا انتهای کار به انجام برسند در نظر گرفته و آنها را به عمل های اصلی تجزیه نماید. در اجرای سازه های بتنی صرف نظر از عمل های تامین راه دسترسی ، پیاده کردن نقشه ، پی کنی و گودبرداری **عمل های اصلی عبارتند از :**

- \* قالب بندی
- \* آرماتوربندی
- \* بتن ریزی
- \* قالب برداری

شماره 4: بررسی هر یک از عمل های اصلی فوق و تقسیم آن به تعدادی عمل جزئی

بطور مثال : عمل بتن ریزی به جزء عملیات های زیر تقسیم می شوند :

\* تعیین نسبت های بهینه اختلاط

\* مخلوط کردن بتن

\* حمل بتن

\* ریختن بتن

\* جا دادن بتن

\* متراکم کردن بتن

\* مراقبت بتن

**شماره 5:** پیش بینی نیروی انسانی ، مصالح ، وسایل و تجهیزات لازم و نیز نحوه انجام هر جزء عمل

**شماره 6:** مبدأ و منابع تهیه مصالح ، چگونگی تهیه مصالح ، وسیله و نحوه حمل مصالح به کارگاه ، روش ها و امکانات انبار کردن و نگهداری مصالح در کارگاه ، روش ها و وسایل برداشت مصالح از انبار و چگونگی کنترل کیفیت و مشخصات مصالح را بررسی نماید.

**شماره 7:** امکان و نحوه تامین وسایل و تجهیزات لازم وسایل مربوط به آنها از قبیل تعمیرات ، لوازم یدکی و سایر لوازم آنها را مطالعه کند. ممکن است برخی ماشین آلات تنها برای فعالیت خاصی مورد نیاز باشد ، لذا لازم است که جدول برنامه ریزی بکارگیری ماشین آلات فوق را تهیه نماید.

**شماره 8:** منابع ، امکانات ، روش ها و ضوابط تامین نیروی انسانی لازم و شرایط و تبعات اشتغال آنها از قبیل چگونگی امکان ، دسترسی آنان به امکانات شهری و وسایل رفاهی را باید مورد بررسی قرار داد.

**شماره 9:** پس از انجام مطالعات و بررسی های فوق و شناخت نسبی امکانات و محدودیت های موجود ، طرح سازماندهی عملیات اجرایی باید به گونه ای تهیه شود که بتوان با انجام کمترین هزینه و وقت ، بیشترین کار را انجام داد.

**شماره 10:** این برنامه باید تمام مراحل کار از تجهیز و سازمان دادن کارگاه تا گردش کار در مدت اجرا و بالاخره برچیدن کارگاه پس از اتمام کار را در بر گیرد.

**شماره 11:** با توجه به متغیر بودن شرایط کار و امکانات و محدودیت هایی که بر عملیات اجرایی اثر می گذارند ، احتمال دارد که برنامه فوق دچار تغییراتی شود. لذا برنامه باید قابل انعطاف باشد. در فواصل زمانی معین ، با توجه به شرایط روز ، برنامه باید اصلاح شود.

**شماره 12:** مدت اجرا : مدت زمان اجرا از زمان تحویل زمین تا تحویل کار انجام شده محاسبه می گردد. عوامل زیر در تنظیم برنامه اجرای کار موثر هستند :

\* انتخاب محوطه کارگاه

\* چگونگی سازمان دادن کارگاه

\* تداوم تدارک مصالح اولیه و تجهیزات

\* نوع مصالح اولیه تهیه بتن

\* آب و هوای منطقه و مشکلات ناشی از بکار گیری نیروی انسانی

**\*\* مدیریت اجرا و نیروی انسانی:**

-- نخستین نیازهای کارکنان ، خوراک ، مسکن و بهداشت باید در محل کارگاه به بهترین نحو ممکن برآورده گردد.

-- کیفیت و کمیت خوراک در کارگاه ، محل مناسب غذاخوری ، زمان کافی و منظم برای صرف غذا از اهمیت شایانی برخوردار است.

-- محل سکونت کارکنان باید در محیط مناسبی که حتی المقدور مصون از تغییرات جوی (باد ، باران و سرما و گرما) است انتخاب شود. به خصوص در مواردی که کارگاه از مراکز شهری دور است.

-- حضور شخصی که به کمک های اولیه آگاه باشد و نیز وجود برخی داروهای ضروری ، بسیار مهم بوده که گاه به نجات جان انسانی منجر می شود.

-- اوقات فراغت باید به نحو مناسبی پر شود. یک سالن مجهز به تلویزیون و سائز سرگرمی ها و یا یک چایخانه مناسب بسیار مفید است.

-- امر آموزش به هنگام کار که باید از سوی مهندسان و سایر مسولان فنی صورت پذیرد ضمن تاثیر بر تسریع کار باعث تربیت افرادی متخصص و نیمه متخصص در منطقه در پایان کار می شود.

-- مشخص کردن حدود اختیارات و مسولیتها از اهمیت بسیاری برخوردار است. بر این اساس تنظیم رابطه بین کارگران و سرکارگران و مهندسان پروژه می تواند از ایجاد بحث و جدل بین گروه های مختلف کاری جلوگیری کند.



**-- مشخصات یک مدیر خوب در کارگاه :**

- 1- ارشاد کننده و مهربان باشد.
- 2- همکاران خود را خوب شناخته و با هر همکار به مقتضیات شخصیت وی رفتار کند.
- 3- تا حد امکان تشویق را علنی و تنبیه را در خفا انجام دهد. تشویق و تنبیه به موقع از ابزار مهم و موثر مدیریت است.
- 4- با انصاف باشد و در صورت دستور دادن به دیگری ، امکانات وی را مدنظر قرار دهد.
- 5- اختیار بدهد و مسولیت بخواهد. تا خود فرصت کافی برای تصمیم گیری در مورد مسایل مهم داشته باشد.
- 6- همکاران رده بالا را در جریان تصمیمات و دلایل اتخاذ آنها قرار دهد.
- 7- به پیشنهاد های همکاران توجه کافی داشته و در صورت مناسب بودن ، آنها را بکار بندد.
- 8- نمونه خوبی از نظم و ترتیب و وظیفه شناسی برای سایرین باشد.

**\*\* (مبحث دوازدهم - مقررات ملی ساختمان - ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا) \*\***

**\*\* وسایل حفاظت فردی:**

-- وسایل حفاظت فردی وسایلی است از قبیل کلاه ایمنی ، کفش و پوتین ایمنی ، ماسک تنفسی ، نقاب و عینک حفاظتی ، کمر بند ایمنی ، طناب مهار ، طناب نجات ، دستکش ایمنی ، چکمه و نیم چکمه لاستیکی و لباس ایمنی که کارگران و سایر کسانی که در کارگاه ساختمانی فعالیت و یا به دلایلی وارد کارگاه می شوند ، باید متناسب با نوع کار خود ، آنها را مورد استفاده قرار دهند.

\* **کلاه ایمنی**: برای حفاظت در مقابل سقوط فرد از ارتفاع و یا سقوط وسایل و مصالح استفاده می شود.

\* **کمر بند ایمنی**: برای کارهایی از قبیل جوشکاری و سیم کشی در ارتفاع بیش از 5/3 متر که امکان تعبیه سازه های حفاظتی برای جلوگیری از سقوط کارگران وجود نداشته باشد باید کمر بند ایمنی و طناب مهار استفاده شود.

**توجه**: کارگران مقنی که در عمق چاه کار می کنند باید مجهز به کمر بند ایمنی و طناب نجات باشند. انتهای آزاد طناب نجات باید در بالای چاه به نقطه ثابتی محکم شود تا به محض بروز خطر امکان بالا کشیدن و نجات کارگر وجود داشته باشد.

\* **عینک و نقاب حفاظتی**: برای جوشکاری ، برشکاری ، آهنگری و ماسه پاشی (*Sandblast*)

\* **ماسک تنفسی حفاظتی**: برای جلوگیری از انتشار گردوغبار ، گازها و بخارهای شیمیایی مواد زیان آور استفاده می شود.

\* **کفش و پوتین ایمنی**: برای مقابله با خطر پاها در مقابل سقوط اجسام ، اجسام داغ و برنده استفاده می شود.

\* **چکمه و نیم چکمه لاستیکی**: در محل های مرطوب و یا در مواردی که کار ساختمانی الزاما باید در آب انجام شود.

\* **دستکش حفاظتی**: برای حفاظت دست کارگرانی که با اشیاء داغ و برنده و یا مواد خورنده و تحریک کننده پوست سروکار دارند باید دستکش های حفاظتی استاندارد و ساقه دار از جنس چرم ، برزنت یا لاستیک به تناسب نوع کار استفاده شود.

\* **لباس کار**: کلیه کارگران باید دارای لباس کار مناسب باشند:

1- برای جوشکاری و مشاغل مشابه آن که کارگران در معرض پرتاب جرقه و سوختگی قرار دارند باید لباس کار مقاوم در برابر جرقه و آتش تهیه شود.

2- برای کارگرانی که در هوای بارانی و محیط های بسیار مرطوب کار می کنند باید لباس کار ضد آب و سرپوش مناسب تهیه و تحویل گردد.

**\*\* وسایل و سازه های حفاظتی :**

**- نردۀ حفاظتی در کارگاه ساختمانی :**

کلیه پرتگاه ها در قسمت های مختلف کارگاه ساختمانی و محوطه اطراف آن که احتمال خطر سقوط افراد را دارند باید تا زمان پوشیده شدن و محصور شدن نهایی با نصب حفاظ ها و نرده های حفاظتی محکم و مناسب بطور موقت حفاظت گردد.

\* پلکان ها ، سطوح شیبدار ، دهانه های باز در کف طبقات ، چاه های آسانسور ، اطراف سقف ها و دیوارهای باز و نیمه تمام طبقات ، محل های عبور لوله های عمودی تاسیسات ، چاه های در دست حفاری آب و فاضلاب و غیره

\* نردۀ حفاظتی ، حفاظی است قائم که برای جلوگیری از سقوط افراد که ارتفاع سقوط بیش از 120 سانتیمتر باشد باید نصب گردد.

\* ارتفاع نردۀ حفاظتی از کف طبقه یا سکوی کار نباید از 90 سانتیمتر کمتر و از 110 سانتیمتر بیشتر باشد.

\* ارتفاع نردۀ راه پله نباید از 75 سانتیمتر کمتر و از 85 سانتیمتر بیشتر باشد.

\* نردۀ حفاظتی باید در فواصل حداکثر 2 متر دارای پایه های عمودی بوده و اجزای سازه آن چنان باشد که بتواند در برابر حداقل 100 کیلوگرم فشار و ضربه وارده در تمام جهات مقاومت نماید.

**- راهرو سرپوشیده موقت :**

سازه ای است حفاظتی که بصورت موقت در پیاده روها یا سایر معابر عمومی برای جلوگیری از خطرهای ناشی از پرتاب شدن مصالح ، وسایل و تجهیزات ساختمانی ایجاد می شود.

\* ارتفاع راهروی سرپوشیده نباید کمتر از 5/2 متر و عرض آن کمتر از 5/1 متر باشد.

\* راهرو باید فاقد هرگونه مانع بوده و دارای نور کافی باشد.

\* سقف راهرو باید توانایی تحمل هرگونه ریزش و سقوط احتمالی مصالح ساختمانی را با حداقل فشار 700 کیلوگرم بر متر مربع داشته باشد.

\* لبه بیرونی سقف راهرو باید دارای دیواره شیب داری از چوب یا توری فلزی مقاوم به ارتفاع حداقل یک متر باشد و زاویه این حفاظ می تواند حداکثر 45 درجه باشد.



**- سرپوش حفاظتی :**

سرپوش حفاظتی پوششی است حفاظتی از قبیل توری یا تخته که برای جلوگیری از آسیب ناشی از سقوط اشیا در دیواره اطراف ساختمان نصب می گردد. سرپوش حفاظتی باید چنان طراحی و ساخته شود که در اثر ریزش مصالح یا ابزار بر روی آن هیچ گونه خطری متوجه افرادی که در زیر آن قرار دارند نگردد.

**- سقف موقت :**

برای سقف های موقت که بصورت سکوهای کار مورد استفاده قرار گیرند باید از تخته هایی به ضخامت 5 سانتیمتر و عرض 25 سانتیمتر که محکم به یکدیگر بسته شده باشند استفاده گردد.

**- تورهای ایمنی :**

در مواردیکه نصب نرده های حفاظتی در ارتفاع بیش از 5/3 متر امکان پذیر نباشد باید برای جلوگیری از سقوط افراد از تورهای ایمنی استفاده شود.

**\*\* وسایل دسترسی :**

منظور از وسایل دسترسی ، وسایلی است موقتی از قبیل داربست ، نرده بان ، راه پله و راه شیب دار موقت که برای دسترسی کارگران به قسمت های مختلف ساختمان در دست احداث ، تعمیر ، بازسازی و یا تخریب مورد استفاده قرار می گیرد.

**\*\* بتن و مواد متشکله آن \*\*****\* خواص بتن :**

-- در ابتدای اختلاط ، بتن حالت خمیری دارد و پس از انجام عملیاتی از قبیل ریختن در قالب ، لرزاندن و مراقبت آن ، با گذشت زمان این خمیر گرفته و سخت شده و شکل قالب را به خود می گیرد. بنابراین بتن در دو حالت خمیری و سخت شده باید بتواند انتظاراتی را که طراح سازه از آن دارد برآورده سازد ، که خلاصه آن به شرح زیر است :

**الف) ویژگی های بتن تازه :**

1- **قابلیت حمل** : بتن باید در عین روانی بصورت خمیری نسبتاً سفت باشد تا ضمن حمل و نقل ، اجزای تشکیل دهنده آن از جدا نشوند.

2- **قابلیت ریختن** : باید بتوان به سهولت بتن را بدون اینکه انسجام آن به هم بخورد در محل مورد نظر ریخت.

3- **قابلیت جادادن** : باید بتوان به راحتی بتن را در قالب جا داد به طوری که تمام گوشه ها و زوایای قالب ها و دور میلگردها توسط بتن پر شود.

4- **قابلیت تراکم** : باید بتوان حتی المقدور هوای موجود در بتن تازه را خارج کرده و آن را متراکم نمود.

5- **قابلیت پرداخت** : باید بتوان به راحتی سطح بتن تازه را صاف نمود.

((بدیهی است این قابلیت ها باید در ارتباط با وسایل و تجهیزات مورد استفاده ارزیابی شود.))

**ب) ویژگی های بتن سخت شده :**

1- مقاومت به نیروهای واده و تلاش های حاصله

2- پایایی و دوام

\*\* مقاومت به عوامل محیطی ، نظیر عوامل شیمیایی ، یخ بندان ، تر و خشک شدن های متوالی و غیره

**ج) کنترل کیفیت مصالح :**

-- تامین ویژگی های مطلوب بتن به نوع مصالح و نیز به نحوه کاربرد مصالح بستگی دارد. تحقیق و کنترل کیفیت بتن از طریق آزمایش های مناسب زیر ، میسر است :

\*\* آزمایش های مطالعاتی ، قبل از انجام عملیات ساختمانی به منظور شناسایی مصالح و تعیین ضوابط و شرایط کاربرد و نسبت های اختلاط آنها برای تهیه بتن

\*\* آزمایش های کنترل ، جهت حصول اطمینان از کیفیت مصالح و بتن ساخته شده در حین احداث بنا یا ساخت قطعه بتنی

**(1) سیمان****الف ( خواص فیزیکی سیمان :**

- الف-1) نرمی ذرات سیمان
- الف-2) زمان گیرش سیمان
- الف-3) سلامت سیمان
- الف-4) حرارت ناشی از عمل هیدراسیون
- الف-5) مقاومت فشاری

ب) نمونه برداری از سیمان پرتلند :

برای انجام آزمایش های فوق از محموله های سیمان وارد به کارگاه نمونه برداری می شود :

\*\* از محل تخلیه سیمان از سیلو ، به ازای هر یک صد تن 5 کیلوگرم نمونه گرفته می شود.

\*\* از انبارهای کیسه سیمان ، به ازای هر 5 تن سیمان کیسه ای ، یا کمتر ، یک کیسه به عنوان نمونه گرفته می شود.

**\*\* ضوابط انبار کردن سیمان :**

-- در انبار کردن سیمان باید به دو نکته اساسی توجه شود :

1- رطوبت هوا و همچنین رطوبت موجود در زمین ، جذب سیمان نشود و آن را فاسد نکند.

2- در اثر وزن سیمان های قسمت بالا ، سیمان های موجود در زیر کلوخ نشوند.



**\*\*** سیمان کیسه ای باید روی کف خشک ، که دست کم به اندازه 10 سانتیمتر از سطح اطراف خود بالاتر باشد ، قرار گیرد.

**\*\*** در مناطق خشک ، حداکثر تعداد کیسه سیمان که می توان بر روی هم انبار کرد 12 پاکت است ، مشروط بر اینکه ارتفاع کل آنها از 8/1 متر تجاوز نکند. اعداد فوق در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از 90% به ترتیب 8 پاکت و 2/1 متر می باشد.

**\*\*** در مناطق خشک ، کیسه های سیمان باید نزدیک به یکدیگر ، با فاصله های 5 تا 8 سانتیمتر از یکدیگر قرار داده شوند تا عبور جریان هوا از بین کیسه ها موجب خشک شدن سیمان بشود. در مناطق شرجی و با رطوبت نسبی بیش از 90% کیسه های سیمان باید به یکدیگر چسبانده شود.

**\*\*** کیسه های سیمان در همه مناطق باید حداقل 30 سانتیمتر از دیوارها و 60 سانتیمتر از سقف فاصله داشته باشد.

**\*\*** سیمان های کیسه ای باید در مناطق با رطوبت نسبی حداکثر 90% ، 45 روز پس از تولید ، و در سایر نقاط 90 روز پس از تولید مصرف شود.

**\*\*** در موقع مصرف اگر مشاهده گردید که سیمان کلوخه شده است ، باید کلوخه ها با دست و یا کوچکترین فشار به پودر سیمان تبدیل گردد. همچنین پاکت هایی که سیمان آن کلوخه شده است با یک بار غلتانیدن باید به پودر تبدیل شوند. در غیر اینصورت باید تحت آزمایش قرار گیرند.

**\*\*** در خصوص سیمان های فله که در سیلو نگهداری می شوند ، از آنجائیکه انتقال سیمان از مخزن کامیون به داخل سیلو به کمک هوای فشرده صورت می گیرد و در نتیجه سیمان به تدریج متورم می شود ، نباید بیش از 80% ظرفیت اسمی سیلو پر شود.

**\*\*** سیمان نگهداری شده در سیلو باید حداکثر 90 روز پس از تولید مصرف شود. و اگر بنا به دلایل غیر قابل اجتناب این مهم امکان پذیر نباشد ، باید قبل از مصرف تحت آزمایش قرار گیرد.

**\*\* مصالح سنگی :**

75% حجم بتن را مصالح سنگی تشکیل می دهد.

--**مصالح سنگی ریزدانه (ماسه):** با قطر کوچکتر از 5 میلیمتر است اما حد پایین اندازه ماسه 0/07 میلیمتر یا کمی کمتر است.

--**مصالح سنگی درشت دانه (شن):** با قطر بزرگتر از 5 میلیمتر بوده و حداکثر اندازه آن بستگی به مشخصات هندسی سازه و فاصله آرماتورها دارد.

\*\* خواص مصالح سنگی :

الف - نمونه برداری:

- کارگاهی

- آزمایشگاهی

ب- شکل و بافت دانه های سنگی :

\* مطلوب ترین شکل هندسی برای سنگدانه های مورد مصرف در بتن دانه های مدور گوشه دار می باشد.

\* دانه های سوزنی و پولکی شکل ضعیف تر از سایر دانه های سنگی می باشند که :

-- دانه ها شکننده تر می باشند.

-- تمایل به قرار گرفتن در یک سطح دارند و آب و حباب هوا در زیر آن ها جمع می شوند.

\*\* حداکثر میزان سنگدانه های پولکی و سوزنی در مصالح سنگی شنی 10-15% وزن مصالح است.  
 \*\* بافت سطحی دانه های شن از نظر صافی و زبری در چسبندگی سیمان با دانه ها موثر است و بر روی مقاومت بتن تاثیر می گذارد.

### ج) جنس و مقاومت مصالح سنگی :

-- مصالح سنگی باید دارای مقاومت کافی و در مقابل گرما ، سرما ، رطوبت و خشکی پایدار باشد.  
 -- بهترین نوع مصالح سنگی برای بتن ، سنگ های آذرین می باشند.

### د) جذب آب :

جذب آب سنگدانه باعث می شود که همراه جذب آب موجود در ملات سیمان ، بخشی از سیمان نیز به داخل سنگدانه نفوذ کرده و باعث افزایش چسبندگی شود ، اما افزایش میزان جذب آب ممکن است روند سخت شدن سیمان را با مشکل مواجه کند.

**\*\* حداکثر اندازه قطر سنگدانه :**

بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه های درشت نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد :

- یک پنجم کوچکترین بعد مقطع
- یک سوم ضخامت دال
- سه چهارم حداقل فاصله آزاد میلگردها
- سه چهارم ضخامت پوشش روی میلگردها
- 38 میلیمتر در بتن آرمه

### ضوابط انبار کردن مصالح سنگی :

**\*\* حتی المقدور در معرض گرد و خاک و خار و خاشاک نباشد.**

**\*\* دیواره های حد فاصل دانه های مختلف باید آنقدر محکم باشد تا به خوبی بتواند ضربه های ناگهانی ناشی از تخلیه مصالح جدید را تحمل نماید.**

**\*\* شن و ماسه باید در محلی انبار شود که سطح آن دارای شیب ملایمی به سمت خارج باشد تا آب های زه کشی شده به خارج هدایت شود.**

**\*\* باید 50 سانتیمتر قسمت پایین توده ماسه هیچ وقت مصرف نشود. زیرا این قسمت همیشه به علت زه کشی قسمت های فوقانی حاوی مقدار زیادی گل و لای و دانه های ریزتر از 75 میکرون بوده که برای بتن مناسب نیست.**

**\*\* کیفیت آب در بتن :**

آب باید عاری از مواد آلی ، قلیایی ، اسیدی و چربی باشد که وجود این مواد باعث :

- مختل نمودن در گیرش سیمان
- اثر نامطلوب در مقاومت بتن
- ایجاد لکه در سطح بتن
- خوردگی در میلگردهای موجود

**\*\* آب آشامیدنی معمولاً برای ساخت بتن مناسب است.**

**\*\* آنجا که کیفیت آن مورد تردید است باید نمونه هایی از آن برای انجام آزمایش گیرش سیمان و تعیین مقاومت فشاری سیمان (نمونه های مکعبی) ساخته شده و نتایج با نتایج نمونه های ساخته شده با آب شناخته شده مقایسه شود.**



**\*\* آب دریا با میزان نمک حداکثر 5/3% برای بتن غیر مسلح قابل استفاده است.**

**\*\* مقاومت اولیه بتن ساخته شده با آب دریا ممکن است بیشتر از مقاومت بتن معمولی باشد ولی بعد از 28 روز کمتر از خواهد شد که این کاهش با کم نمودن مقدار نسبت آب به سیمان قابل جبران است.**

**\*\* در صورت دسترسی نداشتن به آب مناسب ، می توان از آب دریا برای ساخت بتن مسلح استفاده کرد ولی ممکن است باعث خوردگی فولاد شود.**

**\*\* برای سازه های دریایی برای جلوگیری یا کاهش خطر خوردگی فولاد ، حداقل پوشش بتن روی میلگردها 5/7 سانتیمتر و حداکثر نسبت آب به سیمان باید 44/0 باشد.**

**\*\*** برای ساخت بتن پیش تنیده نباید از آب دریا استفاده نمود.

**\*\*** مقدار رس و لای و مواد معلق در آب حداکثر 2/0% است.

**\*\*** وجود خزه باعث کاهش چسبندگی بین دانه های سنگی و خمیر سیمان ، ایجاد هوا در بتن و در نهایت کاهش مقاومت فشاری بتن خواهد شد.

**\*\*** آب حاوی 05/0 درصد کلرور قابل استفاده است.

**\*\*** آب حاوی 1/0 درصد سولفات قابل استفاده است.

**\*\* اختلاط بتن \*\***

\* ساخت بتن با دست به هیچ وجه مجاز نیست. لازم است بتن با ماشین ساخته شود. برای تولید بتن با کیفیت یکنواخت و رضایت بخش باید مواد تشکیل دهنده آن را به طور کامل مخلوط کرد به طوریکه ظاهر بتن یکنواخت باشد و همه مصالح آن به صورت همگن پخش شوند. زمان لازم برای اختلاط به عوامل متعدد از قبیل اندازه پیمانانه ، روانی مخلوط ، اندازه و دانه بندی سنگدانه ها و یا بازدهی مخلوط کن بستگی دارد. از اختلاط بسیار طولانی باید خودداری کرد زیرا ممکن است سنگدانه ها سائیده شود.

\* در کارگاه برای ساختن بتن از بتونیرهای با ظرفیت های مختلف از 100 تا 800 لیتر استفاده می شود. بتونیرها دارای منبعی به شکل دو مخروط ناقص که از قاعده به همدیگر متصل شده اند ، می باشند. در داخل منبع ، تیغه های فولادی نصب شده که باعث اختلاط مناسب بتن درون آن می شود. منبع فوق و تیغه های داخل آن از فولاد ضد سایش می باشد. زمان اختلاط بتن پس از اضافه کردن آخرین جزء بتن بین 1/5 تا 3 دقیقه است.

**\*\* بتن آماده به دو صورت ساخته می شود :**

الف- بتن در یک کارگاه مرکزی ساخته شده و سپس توسط کامیون های بهم زن به محل کار حمل می شود. مانع گردنده ، مانع تشکیل کریستال های لازم برای سخت شدن بتن می شود. سرعت بهم زدن بین 2 تا 6 دور در دقیقه است.

ب- مصالح در کارگاه مرکزی پیمانه شده و عمل اختلاط از ابتدا تا انتها در کامیون مخصوص صورت می گیرد. سرعت مخلوط کردن بین 4 تا 16 دور در دقیقه است.

**\*\* آماده سازی وسایل و محل بتن ریزی :**

**\*\* قبل از عملیات بتن ریزی باید قالب ها و میلگردها و بطور کلی همه وسایل بتن ریزی تمیز گردد. باید خاک اره ، میخ ، تکه های چوبی و هر نوع زباله ای که ممکن است در درون قالب ها باشد ، جمع آوری شود.**

**\*\* کلیه پوشش ها و مواد زیان آور روی میلگردها از قبیل گل میخ و لایه اکسید شده سطحی باید پاک شود.**

**\*\* انتقال بتن :**

\* انتقال بتن ، مرحله ای مهم در طی ساخت سازه های بتنی است و اغلب به انتخاب روش انتقال یا چگونگی استفاده از آن در کارگاه توجه کافی نمی شود. اگر از دستگاه انتقال بطور نادرست استفاده شود به کیفیت بتن صدمه وارد می شود.

\* جهت انتقال بتن ، روش های مختلفی وجود دارد. از چرخ های دستی گرفته تا پمپ بتن.

\* عوامل زیاد در انتخاب روش انتقال بتن موثر می باشند : طبیعت کارگاه ، شرایط زمین ، حجم کار ، فاصله ای که باید طی شود ، ارتفاع بارگیری و تخلیه ، اندازه دانه های سنگی و میزان کارایی بتن از جمله این عوامل هستند.

**\*\* روش ها و وسایل مختلف انتقال بتن :**

- ارابه و چرخ دستی
- دمپرها
- کامیون مجهز به حمل بتن
- کامیون کمپرسی
- کامیون های بتن آماده
- جرثقیل به همراه استفاده از دلوها و جام ها
- پمپاژ بتن

**\*\* در بعضی از کارگاه ها چندین روش انتقال و یا ترکیبی از آنها بکار برده می شود.**

**\*\* ارابه و چرخ دستی :**

برای کارهایی با حجم کم در فواصل کوتاه ، هنوز از ارابه و چرخ دستی استفاده می شود. یک چرخ دستی می تواند 30 لیتر بتن را حمل کند. استفاده از آن باعث بالا رفتن هزینه حمل و نقل می شود. برای بازدهی بیشتر می توان مسیر چرخ دستی را مسطح کرد تا از جدا شدن دانه های بتن جلوگیری شود.

**\*\* دمپرها :**

دمپرها را اغلب به عنوان وسیله ای موثر برای انواع کارهای ساختمانی می شناسند. زیرا از دمپرها می توان برای حمل مصالح دیگر به غیر از بتن نیز استفاده نمود. دمپرها به حجم های مختلف از 3/0 تا 75/0 متر مکعب ساخته می شود. انواع دمپر با تخلیه به طرف جلو یا طرفین وجود دارد و تخلیه آن بصورت دستی یا هیدرولیکی انجام می گیرد. اگرچه دمپرها قادر به حرکت در مسیر ناهموارند ولی بایستی سعی شود مسیر آن تا حدی هموار گردد تا از جداشدگی دانه های بتن و سرریز شدن آن جلوگیری شود.



**\*\* کامیون مجهز به حمل کننده بتن :**

ظرفیت این نوع کامیون معمولاً 2 تا 3 متر مکعب است و اغلب برای کارهای با حجم زیاد و مسافت حمل طولانی با مسیر هموار، مورد استفاده قرار می گیرد. تخلیه آنها به صورت هیدرولیکی و با ارتفاع زیاد (2 متر) انجام می شود. این نوع کامیون ها مجهز به سطح شیبدار (ناودانی) بوده و بتن را می توانند مستقیماً بر سطح زمین جای دهند. برای کاهش جداشدگی دانه های بتن در هنگام حمل و کنترل میزان تخلیه معمولاً پره ها یا همزن هایی بر روی کامیون نصب می کنند تا در حین تخلیه، بتن دوباره مخلوط می شود.

**\*\* کامیون کمپرسی :**

کامیون کمپرسی روباز که از عقب یا طرفین کار تخلیه را انجام می دهد. معمولاً برای حمل بتن ضعیف خشک به کار برده می شود. آنها باید مجهز به روکش برزنتی باشند تا از بتن در مقابل باران محافظت کرده یا از تبخیر رطوبت بتن در هوای گرم جلوگیری شود.

**\*\* کامیون های آماده :**

امروزه این نوع کامیون ها ، حمل بیش از 50% بتن مورد نیاز در صنعت ساختمان سازی را به عهده دارند.

**\*\* جرثقیل به همراه استفاده از دلوها :**

استفاده از دلوها همراه با جرثقیل های برجی هنوز متداول ترین روش انتقال و توزیع بتن در بیشتر کارگاه ها به شمار می روند. دلوها معمولا دارای ظرفیتی کمتر از 1 متر مکعب بوده و در اندازه های مختلف از 2/0 تا 1 متر مکعب موجودند و حجم های 5/0 و 75/0 متر مکعب کاربرد بیشتری دارند.

**\*\* پمپاژ بتن :**

در سال های اخیر استفاده از پمپاژ بتن بسیار رایج شده است و تقریباً حدود 10% انتقال بتن در کارگاه های ساختمانی به وسیله پمپاژ بتن انجام می گیرد. استفاده از جرثقیل های جدید با سیستم بازوی تا شونده و لوله های سبک وزن ، انعطاف بیشتری به روش انتقال بتن به وسیله پمپ را داده است.

-- از مزایای مهم پمپاژ بتن ، انتقال عمودی و افقی بتن است. بنابراین فقط یک روش برای انتقال بتن از مخلوط کن تا محل بتن ریزی کفایت می کند. بیشتر پمپ ها قابلیت انتقال بتن تا 60 متر عمودی و یا 300 متر افقی را دارند. البته پمپاژ عمودی و افقی به طور همزمان سبب کاهش فواصل مذکور می گردد.

-- بعضی از پمپ ها با فشار زیاد می توانند بتن را بیش از 300 متر ارتفاع یا به فاصله 650 متر افقی منتقل کند.

-- بازدهی پمپ تابع عواملی از قبیل نوع پمپ ، طول افقی و عمودی لوله ، تعداد خم های لوله و مخلوط بتن است.  
بازدهی پمپ ها بین 30 تا 100 متر مکعب در ساعت است.

-- قطر لوله های خروجی پمپ ها 4 تا 5 اینچ است.

-- طبق مقررات ملی حداکثر نسبت اندازه سنگدانه ها به کوچکترین قطر داخلی لوله انتقال بتن نباید از مقادیر زیر تجاوز کند :

الف- 33/0 برای سنگدانه های تیز گوشه

ب- 4/0 برای سنگدانه های گرد گوشه

## \*\* مشخصات بتن قابل پمپاژ :

طرح مخلوط بتن نه تنها باید بر اساس ضوابط تعیین شده باشد بلکه باید قابلیت پمپاژ را نیز داشته باشد. اصولاً چنین مخلوط مستعد آب آوری یا جدا شدن دانه ها نبوده و مقاومت اصطکاکی آن در مقابل لوله پمپ کم است. بطور کلی **بتن قابل پمپاژ باید دارای شرایط زیر باشد :**

- اسلامپ آن حدود 75 میلیمتر باشد.
- مقدار سیمان آن حداقل 280 کیلوگرم برای یک متر مکعب باشد.
- دانه بندی مصالح سنگی باید پیوسته و با حداقل تخلخل باشد.
- مقدار ماسه مصرفی به مقدار 50-75 کیلوگرم بیشتر از حالت معمول باشد.
- 15% ماسه باید از الک شماره 50 (300 میکرون) گذشته باشد.
- از مصرف مصالح سنگی خرد شده و پولکی خودداری شود.

**\*\* نکات قابل توجه برای انتقال بتن :**

در حین انتقال بتن ممکن است مشکلات زیادی بروز کند که بر روی کارایی یا یکنواختی بتن تاثیر بگذارد. به محض آنکه بتن مخلوط گردید ، شروع به سخت شدن می کند و قبل از آنکه زیاد سخت شود و غیر قابل متراکم کردن ، گردد باید بتن ریزی انجام پذیرد. **شرایط زیر اثر مستقیم در کیفیت نهایی بتن دارند :**

1- هوای گرم یا بادهای شدید بتن را در هنگام حمل خشک می کنند. بنابراین حمل کننده های روباز مانند کامیون ، دمپر ، دلو و چرخ دستی باید پوشیده شوند. (برزنت برای پوشش مناسب است)

2- باران شدید سبب خیس شدن مخلوط بتن می گردد. و در این حالت نیز پوشش بتن ضروری است.

3- اگر حمل کننده نشت داشته باشد ، ملات در هنگام حمل خارج شده و باعث کاهش کارایی بتن می گردد.

4- اگر بتن به سرعت انتقال نیابد یا بتن به سرعت سخت شود ، ممکن است بتن ریزی به سختی انجام گیرد. چنین موردی بیشتر در هوای گرم مشاهده می شود.

5- آلودگی بتن توسط روغن یا گرد و غبار ناشی از وسایل یا وزش باد سبب کیفیت بتن می گردد.

6- استفاده نادرست از سطح شیبدار و خطوط لوله (هنگام پمپاژ) باعث جدا شدگی دانه های بتن می شود. این عارضه در مسیر های طولانی یا جاده های ناهموار نیز اتفاق می افتد.

7- پوسته ملات باقیمانده در حمل کننده به سرعت خشک می شود لذا بلافاصله باید تمیز گردد. این عمل را می توان در فواصلی که تولید بتن متوقف می شود یا در پایان هر روز انجام داد.

## \*\* بتن ریزی :

ریختن بتن تا آنجا که ممکن است باید در محل نهایی به سرعت و به طور موثر صورت گیرد ، به نحوی که از جدا شدن دانه های آن جلوگیری شده و کاملاً بتوان آنرا متراکم کرد. برای ریختن بتن توصیه های کلی زیر را باید رعایت کرد :

-- بتن ها تا حد امکان نزدیک و یا در محل ریزش نهایی ساخته شود.

-- بتن در لایه های یکنواخت ریخته شود.

-- از ریختن بتن در توده های بزرگ باید اجتناب کرد.

-- بتن را تا آنجا که ممکن است باید با سرعت ریخت ولی سرعت ریختن بتن نباید بیشتر از سرعت تراکم و گنجایش وسایل متراکم کردن باشد.



## \*\* بتن ریزی ستون ها ، تیرها و دیوارها :

-- در ستون ها و تیرها بتن ریزی باید به طریقی انجام پذیرد که به دیواره ها و سطوح قالب برخورد نکند. همچنین از برخورد ضربه های شدید با میلگردها اجتناب گردد. زیرا ممکن است محل میلگردها تغییر کند.

-- در دیوارها و ستون ها ، بتن ریزی باید در لایه های افقی با ضخامت یکنواخت صورت گیرد و هر لایه قبل از ریختن لایه بعدی به طور کامل متراکم شود. میزان و سرعت بتن ریزی باید چنان باشد که هنگام ریختن لایه جدید ، لایه قبلی در حالت خمیری باشد. عدم رعایت این مهم باعث ایجاد اتصال سرد و در نهایت عدم یکپارچگی بتن خواهد شد.

-- در دیوارها و ستون ها هیچ یک از لایه ها نباید از 45 سانتیمتر بیشتر باشد. زیرا وزن بتن در بالای لایه ، خروج هوای محبوس شده در لایه های زیر را حتی با استفاده از لرزاننده تقریبا غیر ممکن می سازد.

-- در بتن ریزی ستونها و دیوارها تا حد امکان باید ارتفاع سقوط بتن را محدود نمود. این ارتفاع برای جلوگیری از جدا شدن دانه ها به 9/0 تا 2/1 متر محدود می شود.

**\*\* بتن ریزی در دال ها :**

بتن ریزی در دال ها باید در یک جهت و بطور متوالی انجام شود. بتن نباید در نقاط مختلف سطح و بصورت پراکنده ریخته و سپس پخش و تسطیح شود. بتن نباید در یک محل و در حجم زیاد تخلیه و سپس به طور افقی در طول قالب حرکت داده شود.

**\*\* متراکم کردن بتن :**

پس از انتقال و ریختن بتن مقداری هوای محبوس یا فضای خالی در بتن وجود خواهد داشت که توسط عمل تراکم مقداری هوای محبوس باید به کمتر از یک درصد برسد. **برای وپیره کردن باید به نکات زیر توجه شود :**

-- وپیره کردن بتن باید بلافاصله بعد از بتن ریزی شروع شود و هیچ وقت نباید بتنی را که شروع به سخت شدن نموده است وپیره کرد.

-- فرو رفتن شیلنگ وپیراتور در بتن باید به آرامی و تحت تاثیر وزن خود شیلنگ باشد.

-- شیلنگ وپیراتور باید به طور عمودی در بتن قرار گیرد و بطور عمودی از آن خارج شود و هیچ وقت نباید شیلنگ وپیراتور به طور افقی در بتن حرکت کند.

-- از تماس شیلنگ با بدنه قالب و میلگردها خودداری شود.

-- از به جریان آوردن بتن با وپیراتور خودداری گردد.

-- از فروکردن شیلنگ وپیراتور در بالای یک توده بتن خودداری گردد.

-- باید اطمینان حاصل شود که شیلنگ ویبراتور حدود 100 میلیمتر به داخل لایه قبلی وارد شود. (برای اتصال و پیوستگی لایه ها)

-- قطر میله ویبراتورها بین 25 تا 75 میلیمتر است. میله هایی با قطر 100 تا 150 میلیمتر نیز وجود دارد. ولی استفاده از آنها عمدتاً به بتن ریزی های حجیم کارهای ساختمانی بزرگ همانند ساختمان سدها محدود می گردد.

-- شعاع عمل ، موثر بودن هر ویبراتور ، بستگی به کارایی بتن و مشخصات میله ویبراتور دارد. هر چقدر قطر میله و میزان فرکانس آن بزرگتر باشد شعاع عمل نیز بزرگتر خواهد بود.

**\*\* شرایط لازم برای تراکم مناسب بتن :**

-- موضوع زمان تراکم بستگی به کارایی بتن و اندازه میله و ویراتور دارد و معمولاً این زمان بین 5 تا 30 ثانیه می باشد.

**\*\* نکات زیر در تشخیص تراکم کمک می کند :**

-- تحکیم اولیه بسیار سریع بوده و سطح بتن پایین می رود ولی ممکن است هوای محبوس هنوز خارج نشده باشد.

-- وقتی خروج حباب های هوا هنگام تراکم متوقف گردید ، نشان دهنده کفایت تراکم است.

-- صورت ظاهر بتن نیز مشخص کننده میزان تراکم بتن است. یک لایه نازک از ملات براق در روی سطح نشان دهنده تراکم مناسب است.

-- به طور کلی خطر کم متراکم شدن بسیار بیشتر از بیش از حد متراکم کردن است. بنابراین در صورت تردید در پایان دادن به عمل تراکم نباید عجله کرد. چون تراکم بیش از حد بهتر از تراکم خیلی کم است.

**\*\* شمشه کشی :** پس از متراکم کردن بتن و قبل از آنکه بتن شروع به سخت شدن نماید ، باید روی آن را به وسیله شمشه تسطیح نمود.

**\*\* ماله کشی و پرداخت بتن :** عبارت است از زدودن بتن اضافی روی سطح بتن ، از بین بردن نقاط پست و بلند سطح بتن ، و در اثر ماله کشی قدری دوغاب سیمان بالازده و سطح محافظی برای سطوح پایین تر ایجاد می نماید. به محض نمایان شدن دوغاب سیمان باید از ماله کشی خودداری شود.

-- در اثر ماله کشی ، درشت دانه ها که استخوان بندی اصلی بتن را تشکیل می دهند به سطوح پایین تر رفته و در نتیجه تراکم بهتری در سطوح فوقانی بتن ایجاد می شود.

-- با ماله کشی از ایجاد ترک های پلاستیکی و ترک های حرارتی به مقدار زیاد جلوگیری می شود. برای جلوگیری از ترک ها لازم است ماله کشی در چند نوبت انجام گیرد. نوبت های بعدی زمانی است که بتن قدری شروع به سخت شدن کرده و ترک های پلاستیک شروع به نمودار شدن می کنند.

**\*\* عمل آوری بتن \*\***

عمل آوری فرآیندی است که طی آن از افت رطوبت بتن جلوگیری می شود و دمای بتن در حد رضایتبخشی حفظ می شود. عمل آوری بتن در حصول ویژگی های مطلوب بتن سخت شده اهمیتی زیاد دارد و خصوصا در موارد زیر جلوگیری از افت رطوبت بسیار مهم است :

1- هنگامی که نسبت آب به سیمان بتن کم باشد.

2- هنگامی که کسب مقاومت سیمان روند سریعی داشته باشد.



**\*\* محافظت بتن باید بلافاصله پس از تراکم آن شروع شود تا از بروز شرایط زیان آور زیر جلوگیری شود :**

\* خشک شدن بتن بوسیله باد گرم و تابش آفتاب

\* شسته شدن بتن بوسیله باران یا آبهای جاری

\* سرد شدن سریع در چند روز اول پس از بتن ریزی

\* گرادیان حرارتی زیاد در درون بتن

\* کم شدن دما یا یخ زدگی

## \*\* روش های عمل آوری :

-- انتخاب روش یا مجموعه ای از روش ها برای عمل آوری بتن به عواملی از قبیل دسترسی به وسایل لازم برای عمل آوردن ، شکل و اندازه سطح بتن ، اهمیت نمای ظاهری و ملاحظات اقتصادی بستگی دارد.

-- در صورتیکه تسریع کسب مقاومت بتن و کاهش مدت زمان عمل آوری آن لازم باشد ، **از روشهای پروراندن بتن می توان استفاده کرد. این روش ها عبارتند از :**

- \* بخار تحت فشار زیاد
- \* بخار تحت فشار اتمسفر
- \* گرمای همراه با رطوبت

**\*\* مدت عمل آوری :**

-- مدت زمان لازم برای مراقبت بتن در برابر کاهش رطوبت به عواملی از قبیل نوع سیمان ، مقاومت مورد نیاز ، نسبت سطح نمایان بتن به حجم آن ، رطوبت هوا ، دمای بتن و شرایط محیطی آبی بتن بستگی دارد.

\* برای بتن های کم سیمان با مواد پوزولانی ( که در سازه های حجیم به کار می رود ) مدت مذکور ممکن است سه هفته یا بیشتر شود.

\* برای مخلوط های پر سیمان به ویژه اگر سیمان نوع 3 مصرف شود ، این دوره ممکن است فقط چند روز باشد.

\* دوره عمل آوری در همه شرایط و تا حد امکان باید طولانی باشد ، زیرا معمولاً خواص مطلوب بتن با عمل آوردن بهبود می یابد.

\* عمل آوری باید بر اساس ضوابط آئین نامه انجام گیرد و در طی آن دمای هیچ قسمت از سطح بتن نباید از 5 درجه سانتیگراد کمتر باشد.

\* حداقل زمان عمل آوری معمولاً بین 3 تا 10 روز می باشد که بستگی به شرایط محیطی پس از ریختن بتن ، درجه حرارت محیط و نوع سیمان مصرفی دارد.

**\*\* کنترل کفایت عمل آوری :**

-- کنترل کفایت عمل آوری معمولا توسط دستگاه نظارت انجام می گیرد.

\* معمولا نمونه های عمل آوری شده در کارگاه در همان زمان و از همان بتنی قالب گیری می شوند که نمونه های آزمایشی عمل آمده در آزمایشگاه تهیه می شوند و مورد آزمایش فشاری قرار می گیرند.

\* عمل آوری در صورتی قابل قبول است که مقاومت فشاری نمونه های کارگاهی در سن مشخص حداقل معادل 85 درصد مقاومت نظیر نمونه های عمل آمده در آزمایشگاه و یا به اندازه 4 نیوتن بر میلیمتر مربع بیشتر از مقاومت مشخصه باشد. در غیر اینصورت باید اقداماتی برای بهبود روش های عمل آوری بکار رفته انجام گیرد.

**\*\* بتن ریزی و عمل آوری در هوای گرم :**

در هوای گرم باید توجهی ویژه نسبت به مواد تشکیل دهنده بتن ، روش های تولید ، نقل و انتقال ، بتن ریزی و عمل آوری نمود تا از بروز دمای زیاد در بتن و نیز از تبخیر آب که می تواند مقاومت ، قابلیت بهره برداری و پایایی قطعه یا سازه را تقلیل دهد جلوگیری شود. رعایت موارد زیر در بتن ریزی در هوای گرم لازم است :

\* دپو کردن سنگدانه ها در سایه و دور از تابش مستقیم آفتاب و آب پاشی

\* پوشانیدن لوله های آب

\* آب پاشی قالب ها قبل از بتن ریزی

\* رنگ کردن تمام لوله ها و مخزن های آب با رنگ سفید

\* انجام بتن ریزی در شب

\* مقدار سیمان تا حد امکان برای کاهش حرارت هیدراسیون کاهش می یابد.

\* نوع و دانه بندی مصالح سنگی باید طوری باشد که میزان جذب آب زیاد نباشد.

\* استفاده از مواد افزودنی دیرگیر کننده برای افزایش زمان گیرش و کاهش خطر کم شدن کارایی بتن

\* از یخ به عنوان قسمتی از آب اختلاط می توان استفاده نمود. هنگام مصرف یخ باید توجه نمود تا کل یخ قبل از کامل شدن مخلوط آب شده باشد.

\* باد شکن های موقت برای کاهش سرعت باد روی سطح بتن برپا شود.

\* سایبان های موقت برای کاهش دمای سطح بتن ساخته شود.

\* با حذف وقفه های حین اجرا ، فاصله زمانی بتن ریزی و آغاز عمل آوری بتن کاهش یابد.

\* به طور کلی در هوای گرم عمل آوری مرطوب و پیوسته در سراسر دوره مراقبت باید انجام گیرد.

\* در هوای گرم در هنگام بتن ریزی هیچ قسمت از بتن نباید دمایی بیشتر از 30 درجه سانتیگراد داشته باشد. دمای بالای محیط در بتن تازه سبب هیدراسیون سریع بتن تازه و سرعت گیرش و مقاومت نهایی پایین تر بتن سخت شده به علت عدم تشکیل یکنواخت ژل می گردد.

\* حرارت بالا به همراه رطوبت نسبی پایین بتن باعث :

-- تبخیر شدید و سریع آب مخلوط می شود.

-- کارایی کاهش می یابد.

-- باعث افزایش جمع شدگی و ترک های سطحی می شود.

**\*\* عمل آوری و بتن ریزی در هوای سرد :**

\* کلیه مصالح قطعه بتن آرمه اعم از مصالح سنگی ، آب اختلاط ، میلگردها و نیز کلیه سطوحی که بتن با آنها در تماس است باید از هرگونه یخ زدگی عاری باشد.

\* توصیه می شود که هنگام بتن ریزی دمای هیچ قسمت از بتن تازه از 10 درجه سانتیگراد کمتر نباشد ولی این دما نباید از 5 درجه سانتیگراد به عنوان حداقل دمای مجاز کمتر باشد.

\* بتن در 3 روز اول پس از ریخته شدن به طور مداوم گرما تولید می کند. اگر از اتلاف گرمای آن جلوگیری شود به خوبی عمل خواهد آمد.

\* قالب ها تا حدی بتن را محافظت می کند اما برای حفاظت بیشتر از چادرهای برزنتی استفاده شود.

\* اگر دمای محیط به کمتر از 15 درجه برسد ، ضروری است از وسایل گرم کننده استفاده شود.



**\*\* به طور کلی دمای مورد نیاز بتن را می توان به روش های زیر تامین کرد :**

\* گرم کردن آب اختلاط و سنگدانه ها (در صورتی که آب بیش از 40 درجه سانتیگراد گرم شود باید آن را قبل از تماس با سیمان ، با سنگدانه ها مخلوط کرد)

\* افزایش عیار سیمان در مخلوط بتن

\* مصرف سیمان تیپ 3

\* پوشاندن سطوح بتن با مصالح عایق بندی

\* محافظت بتن تازه ریخته شده در برابر وزش باد

\* گرم کردن محیط اطراف بتن تازه ریخته شده با بخاری

\* مصرف مواد افزودنی تسریع کننده فاقد کلرید

\* حداکثر نسبت آب به سیمان 5/0 می باشد. در صورتیکه از مواد روان کننده استفاده نمی شود ، اسلامپ بتن نباید بیش از 50 میلیمتر باشد.

**\*\* پایایی و دوام بتن \*\***

اعضای بتنی باید طوری طراحی و ساخته شوند که بتوانند فولاد را در برابر خطر خوردگی حفظ کنند و همچنین در شرایط اقلیمی بهره برداری، در عمر مفید از پیش تعیین شده به نحو رضایت بخشی انجام وظیفه نمایند. لذا برای نیل به هدف فوق باید کلیه عوامل موثر بر مراحل مختلف طرح و اجرا مورد توجه قرار گیرد.

**\*\* از مشخصه های اصلی موثر بر دوام بتن :**

\* مقدار پوشش بتن آرماتور

\* نوع سیمان مصرفی

\* نفوذناپذیری بتن در برابر (آب، اکسیژن، دی اکسید کربن و سایر مواد مضر)

**\*\* برای کاهش نفوذپذیری بتن عوامل زیر موثر هستند :**

\* مصرف مقدار مناسب سیمان

\* کاهش نسبت آب به سیمان

\* تراکم کافی

\* آبیگری مناسب سیمان در فرآیند صحیح عمل آوری بتن

**\*\* عوامل مختلف بر کاهش یا افزایش دوام بتن موثر هستند که اهم آنها عبارتند از :**

**\* یخبندان های متناوب :** بتن هایی که تحت اثر همزمان رطوبت و یخبندان دوره ای قرار می گیرد که ممکن است صدمات زیادی ببیند که می توان با اعمال شرایط زیر آن را تقریباً مقاوم کرد :

- نسبت آب به سیمان کم (عامل موثر بر دوام بتن است)
- ایجاد حباب های هوای عمدی در بتن
- متراکم کردن دقیق بتن
- بهره گیری از مصالح مناسب با توجه به شرایط محیطی

**\* عوامل شیمیایی مخرب و خورنده :** عمر سازه را می توان با افزایش مقدار پوشش بتن ، کاهش نسبت آب به سیمان و تراکم مناسب افزایش داد.

-- برای مقابله با حمله سولفات ها ، استفاده از پوزولان به میزان 15 تا 25 درصد وزن سیمان می تواند مفید باشد.

## \*\* سایش و فرسایش \*\*

در بعضی مواقع سطح بتن دچار فرسایش می شود. این موضوع به خصوص در کف محوطه های صنعتی ممکن است پدید آید که رعایت نکات زیر برای افزایش دوام بتن در مقابل سایش مفید است :

- انتخاب مقاومت مناسب برای بتن
- ساختن بتن با حداقل فضای خالی
- استفاده از سنگدانه های سخت و مقاوم
- استفاده از کف های دولایه : در لایه فوقانی کف هایی که در معرض شرایط محیطی قرار دارند باید از بتنی با مقاومت زیاد (حداقل 35 نیوتن بر میلیمتر مربع) استفاده کرد. در این گونه موارد باید حداکثر دانه های موجود در لایه های فوق به 5/12 میلیمتر محدود گردد.
- پرداخت سطح
- عمل آوری سطح بتن

**\*\* خوردگی آرماتور :**

برای مقابله با خوردگی آرماتور در بتن باید نکات زیر رعایت گردد :

**الف- ساخت بتن با نفوذپذیری کم که باعث :**

\* کاهش هدایت الکتریکی  
 \* کاهش میزان نفوذ اکسیژن

**ب- پوشش مناسب روی فولاد :**

\* برای سازه های دریایی در ترازهای نزدیک به آب دریا ، حداقل پوشش بتن 75 میلیمتر پیشنهاد می گردد.

\* برای بتن عرشه پلها و سازه های مجاور آنها در صورت استفاده از مواد شیمیایی یخ زدا حداقل پوشش بتن 50 میلیمتر و نسبت آب به سیمان معادل 4/0 توصیه می گردد.

## ج- محدود کردن مقدار کلریدها در مواد تشکیل دهنده بتن :

- \* از آب دریا در ساخت بتن استفاده نشود.
- \* مواد افزودنی فاقد کلرید باشد.
- \* سنگدانه ها را نباید با آب دریا شست.
- \* محدود کردن مقدار کل کلرید در بتن به 5 درصد وزن سیمان

## د- زهکشی خوب :

\* در مناطقی که سازه با شرایط خوردگی شدید مواجه است بویژه در عرشه پلها در مناطق سردسیر (بدلیل استفاده از مواد یخ زدا) باید جزئیات زهکشی به دقت طراحی شود.

**\*\* قالب بندی \*\***

هزینه قالب بندی ممکن است به یک سوم کل مخارج ساختمان های بتنی برسد. بنابراین طرح و ساختن قالب را نمی توان کم اهمیت تلقی نمود. قالب بندی و طریق ساخت و استفاده از آن ، نقش عمده ای را در نمای پایانی دارد. معمولا از قالبها به دفعات زیاد استفاده می شود و بنابراین قالب ها از هر نوع موادی که ساخته شده باشند نیاز به توجه خاصی در جابه جایی ، تمیزی و انبار کردن دارند.

**\*\* شرایط قالب بندی :**

- \* قالب ها باید به نحوی ساخته و نصب شوند تا شکل ، اندازه ، وضعیت و نمای بتن مورد نظر حاصل گردد.
- \* قالب ها باید به اندازه کافی محکم باشند تا فشار یا وزن بتن تازه و دیگر بارها را تحمل کنند ، بدون آنکه دچار تابیدگی ، تراوش ، گسیختگی یا به مخاطره افکندن کارگران شوند.



\* قالب ها باید طوری طراحی و ساخته شوند که به آسانی و با سرعت قابل نصب و برداشتن باشند.

\* قالب ها باید بدون آسیب وارده به خود یا به بتن قابل ضربه خوردن باشند.

\* قالب ها باید قابل حمل و جابه جایی با وسایل موجود یا در صورت لزوم با نیروی انسانی باشند.

\* ترتیب قرار گرفتن قالب ها به نحوی باشد که راه برای حمل بتن و مصرف آن را فراهم کند و همچنین در محیط کار باعث ایمنی مورد لزوم گردد.

\* درز بین قالب ها باید کاملاً محکم باشد تا از تراوش دوغاب سیمان جلوگیری شود.

**\*\* انواع مصالح قالب :**

قالب اجزای بتنی را می توان از مصالح مختلفی تهیه نمود. ویژگی های این قالب ها به شرح زیر هستند :

**الف) قالب آجری :**

این نوع قالب برای شالوده ها و دیوار های حایل مجاور خاک مورد استفاده قرار می گیرد. برای اجرا با توجه به ارتفاع بتن در قالب و نیز نیروهای وارده یک دیوار 11 یا 22 سانتیمتری احداث می شود. برای جلوگیری از کرم شدن بتن و مکیده شدن آب توسط آجر ، قبل از بتن ریزی ، آجرها آب پاشی می شوند.

### ب) قالب چوبی :

چوب و تخته چندلا متداولترین مصالح برای ساخت قالب به شمار می روند ، زیرا به آسانی قابل برش و ساخت در کارگاه هستند. این مصالح برای تمام کارهای قالب بندی از ساختن قاب قالب تا جدار آن و پایه های اطمینان مورد استفاده قرار می گیرد.

### \* انواع قالب های چوبی عبارتند از :

- 1- قالب خام ، که بدون رنده کردن سطوح آن مورد استفاده قرار می گیرد.
- 2- قالب رنده شده ، برای سطوحی که صافی و زیبایی آنها مدنظر است مورد استفاده قرار می گیرد.
- 3- قالب ممتاز ، که پس از رنده شدن ، درزهای آن بتونه شده و سپس سمباده می شوند.

### ج) قالب فولادی :

در مواردی که حجم کار زیاد و تنوع سطوح و ابعاد کم باشد ، استفاده از قالب های فولادی کاملاً به صرفه خواهد بود. برای ساخت دیوارهای بتنی ، سدهای بتنی ، پوشش بتنی کانال ها و تونل ها و نیز ساخت اجزای پیش ساخته از قالب فولادی استفاده می شود.

\* قالب های فولادی بسیار محکم و مقاوم بوده و به دلیل امکان استفاده از اتصالات خاص ، می توان به سهولت و با سرعت آنها را برپا داشته و از هم جدا کرد.

\* در هوای سرد و گرم باید این قالبها حتی المقدور عایق شده و از تغییرات حرارتی آن جلوگیری شود.

**\*\* مصالح دیگر قالب بندی :**

قبلا برای شکل های پیچیده از چوب و تخته چندلا استفاده می شد ولی امروزه فلز منبسط شده ، پلی استایرن منبسط شده یا پلی اورتان جایگزین شده اند.

**\*\* نصب قالب ها :**

اگرچه قالب ها سازه ای موقتی هستند ، به آسانی جدا و جابه جا می شوند ، اما قالب بندی باید طوری طراحی گردد که در مقابل فشارها و نیروهایی که در هنگام بتن ریزی بر آن وارد می شود مقاومت نماید.

**\*\* رعایت نکات زیر در قالب بندی ضروری است :**

\* اطمینان حاصل شود که شمع ها ، داربست ها و تیرهای افقی نگهدارنده ، تکیه گاه ها و قیدهای دیوار در فواصل مورد نیاز قرار گرفته اند.

\* باید مطمئن شد که شمع و داربست ها به نحو مطلوبی مهاربندی و محکم شده اند.

\* اطمینان حاصل شود که سکوی کار و مسیر دسترسی مناسب برای افراد بتن ریز در محل مورد نیاز پیش بینی شده باشد.

\* گرد و خاک ، پوشال ، سیم بست های بریده شده ، میخ ها و غیره را باید از درون قالب خارج نمود.

\* باید وزن قالب های پیش ساخته با ابعاد بزرگ مشخص شود و قبل از حمل آنها ، ظرفیت جرتقیل و شعاع کار آن کنترل گردد. معمولاً نقاطی برای بلند کردن قالب ها بر روی آنها تعبیه می شود و برای اجتناب از پیچش این نوع قالب ها از تیرهای مخصوص بلند کردن استفاده می شود.

**\*\* کنترل ایمنی و صحت عملیات قالب بندی :**

باید پس از عملیات قالب بندی و قبل از شروع بتن ریزی بازرسی دقیقی صورت گیرد و به سوالهای زیر پاسخ داده شود :

-- آیا تمام درزها آب بندی شده اند تا شیرة سیمان خارج نشود؟

-- آیا قالب بندی کاملا شاقول بوده و هم تراز است؟

-- آیا تمام شمع ها شاقول شده اند و در فاصله صحیح قرار گرفته اند؟

-- آیا شمع ها و بست ها کاملا محکم شده اند؟

-- آیا قالب برداری بدون آسیب رساندن به بتن امکان پذیر است؟

-- آیا آرماتوربندی بر اساس نقشه های اجرایی است؟

-- آیا آرماتورها دارای پوشش بتنی مناسبی هستند ، آیا تعداد جداکننده ها کافی است؟

-- آیا قالب ها تمیز هستند و هیچگونه آشغال و ذرات چرب و غیره بر روی آن ها مشاهده نمی شود؟

-- آیا تمام تجهیزات مورد نیاز ، مانند وپراتور ، روشنایی ، دلوها و غیره آماده است؟

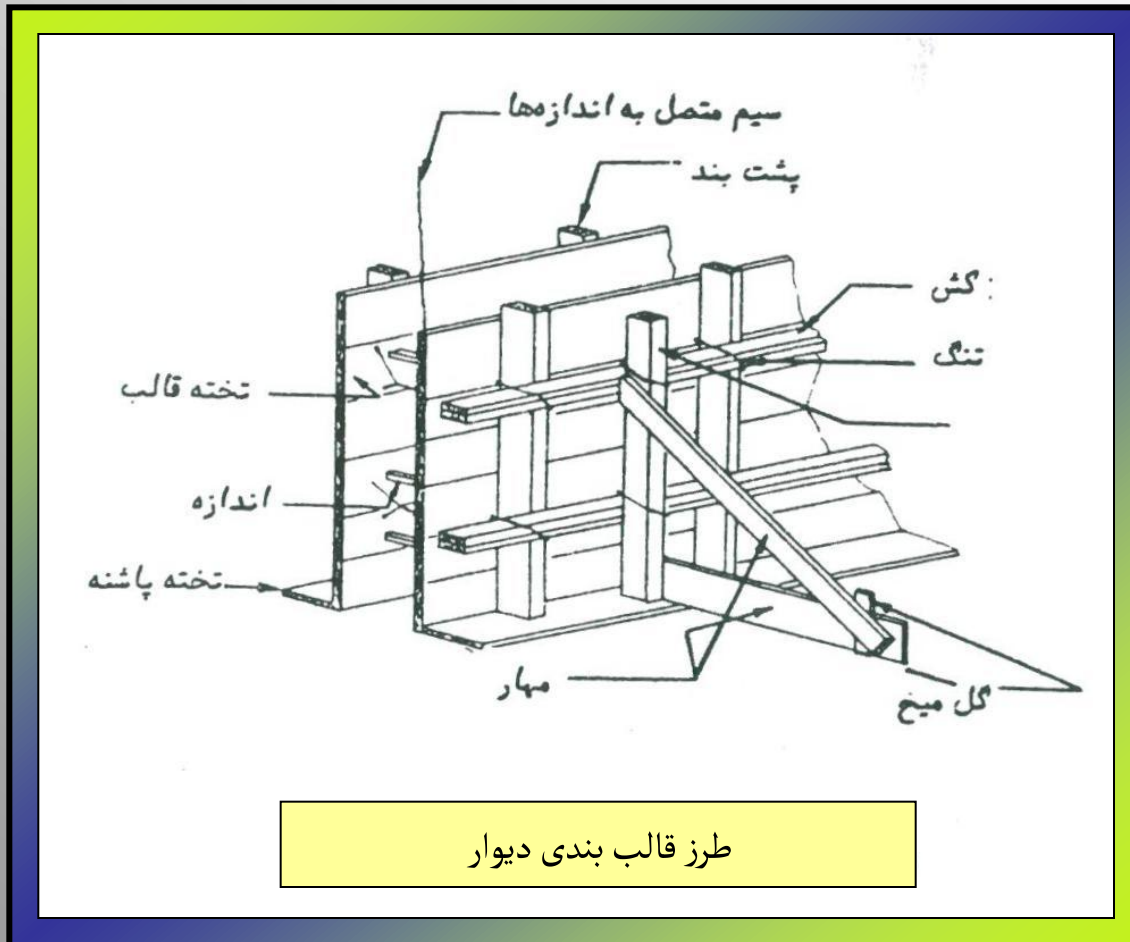
-- آیا وسایل عمل آوری تهیه شده است؟

**خسته نباشید ...**



## \*\* قالب بندی \*\*

\* قالب دیوارها از قسمت های زیر تشکیل شده است :



**الف- تخته قالب :**

تخته قالب به سطح بتن شکل می دهد. تخته قالب باید تا حد امکان صاف باشد. با توجه به اینکه بتن به هنگام ریختن در قالب به صورت خمیری است. تخته های قالب باید آب بند باشند. تخته های قالبی که با فاق و زبانه به هم متصل می شوند ، سطحی صاف و آب بند ایجاد می کنند. تخته قالب معمولا به ضخامت 5/2 سانتیمتر است.

**ب- چهارتراش پشت بند :**

بتن خمیری به تخته های قالب فشار وارد می کند. در صورتی که تقویت نشوند تغییر شکل می دهند. برای جلوگیری از تغییر شکل تخته قالب از چهارتراش استفاده می شود که عمود در درز تخته های قالب میخ شده و به استحکام قالب می افزاید. این چهارتراش ها که پشت بند نامیده می شود ، معمولا در اندازه های  $5 \times 10$  و  $5/7 \times 15$  سانتیمتر است.

**ج- چهارتراش کش :**

چنانچه فاصله پشت بندها از یکدیگر زیاد باشد (از  $2/1$  تا  $5/1$  متر تجاوز کند) باید آن ها را در جهت عمود بر آنها تقویت کرد. این تقویت توسط چهارتراش های مضاعف افقی به نام چهارتراش کش تامین می گردد. از دو چهارتراش کش همچنین برای وصل قالب های پیش ساخته استفاده می شود تا آن ها را در امتداد صحیح قرار دهد. در نصب چهارتراش های کش باید مراقبت کرد تا چهارتراش ها در طول خود اندکی یکدیگر را بپوشانند تا بدین ترتیب به استحکام سیستم افزوده شود. هر چهارتراش کش غالبا از جنس و به اندازه چهارتراش های پشت بند می باشد.

**د- مهار :**

انواع مختلفی از مهار وجود دارد که به کمک آنها مجموعه قالب بندی را در جای خود ثابت نگاه می دارند. معمول ترین نوع مهار از یک چوب مایل و یک چوب افقی تشکیل می شود ، که هر دو از یک طرف به وسیله تخته ای به هم میخکوب شده و از طرف دیگر به چهارتراش های قائم یا افقی کوبیده و محکم شده اند. عضو مایل زاویه ای حدود 30 درجه با عضو افقی دارد.

**ه- پاشنه :**

تخته پاشنه به پی یا باید میخکوب شده و با دقت در جای خود قرار داده می شود تا ابعاد صحیح دیوار و امتداد آن حفظ شود. چهارتراش های قائم (پشت بندها) به تخته پاشنه وصل می شود.

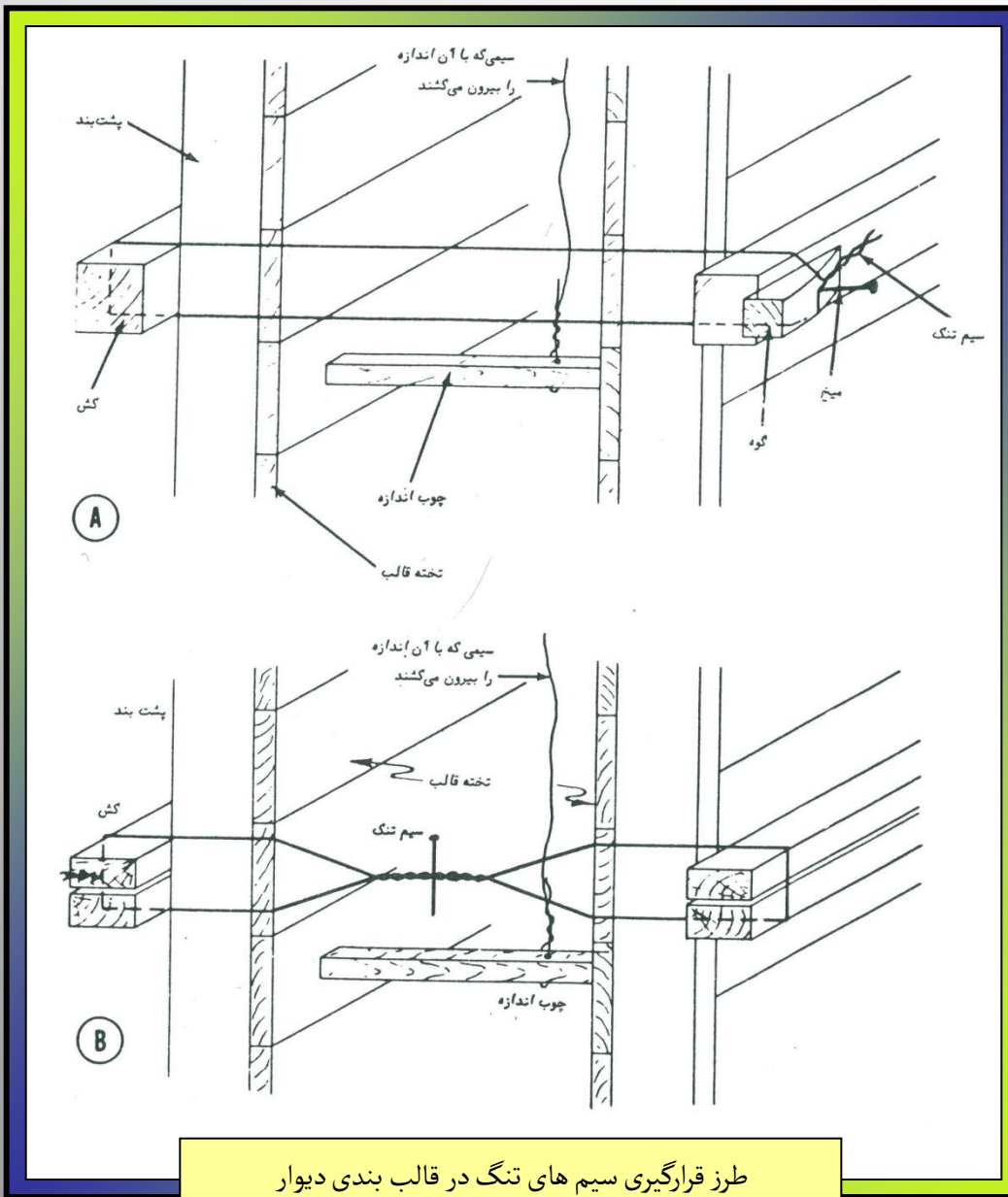
**و- چوب اندازه :**

برای حفظ دقیق فاصله بین دو تخته قالب ، تکه چوب هایی به ضخامت دیوار بریده و بین تخته قالب ها قرار می دهند. به این چوب ها که با اصطکاک در جای خود باقی می مانند و پس از ریختن بتن باید از داخل آن خارج شود ، چوب اندازه گویند.

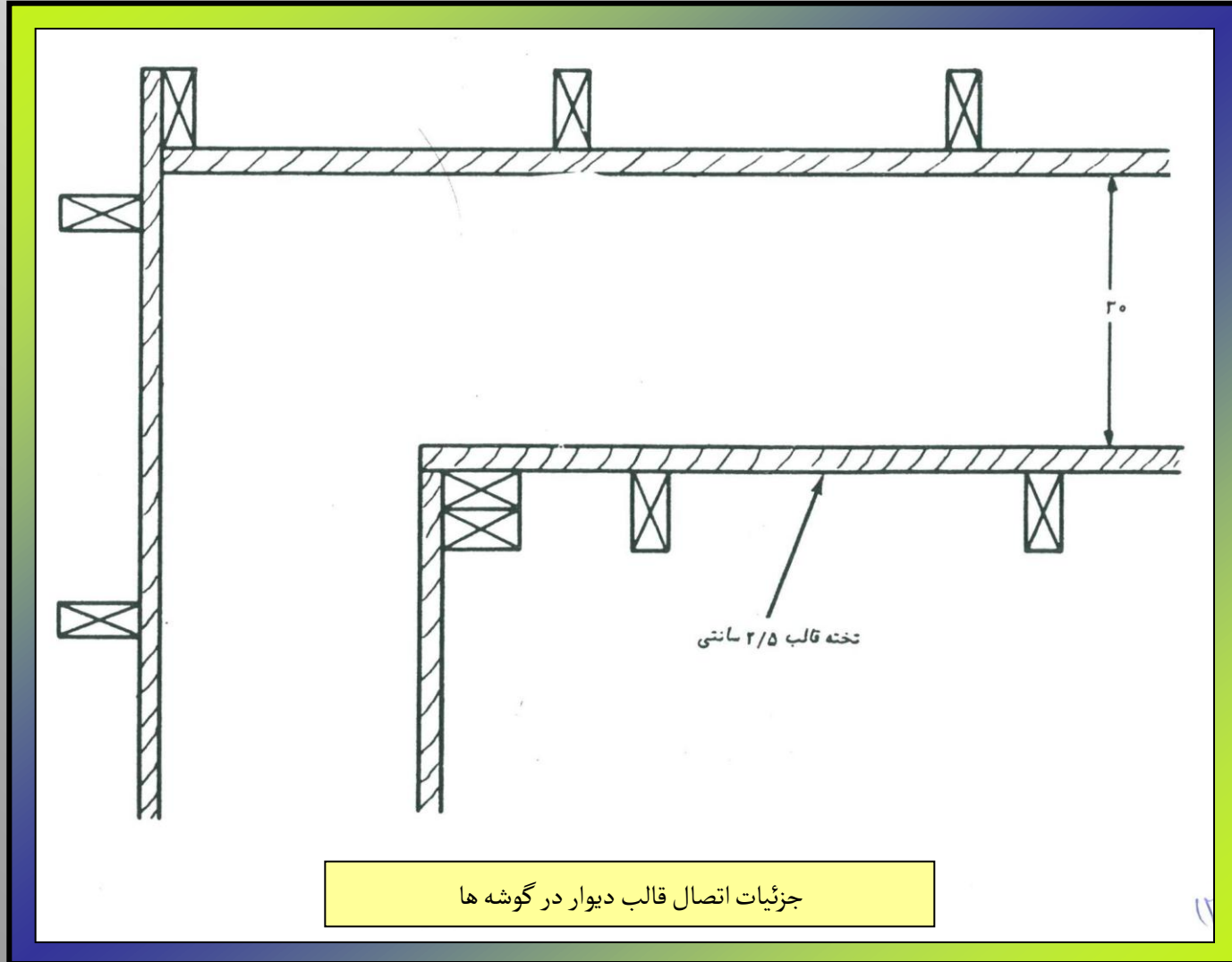
**ز- تنگ :**

سیم تنگ عضو کششی قالب بوده و برای ثابت نگهداشتن قالب در برابر فشار بتن تازه است.

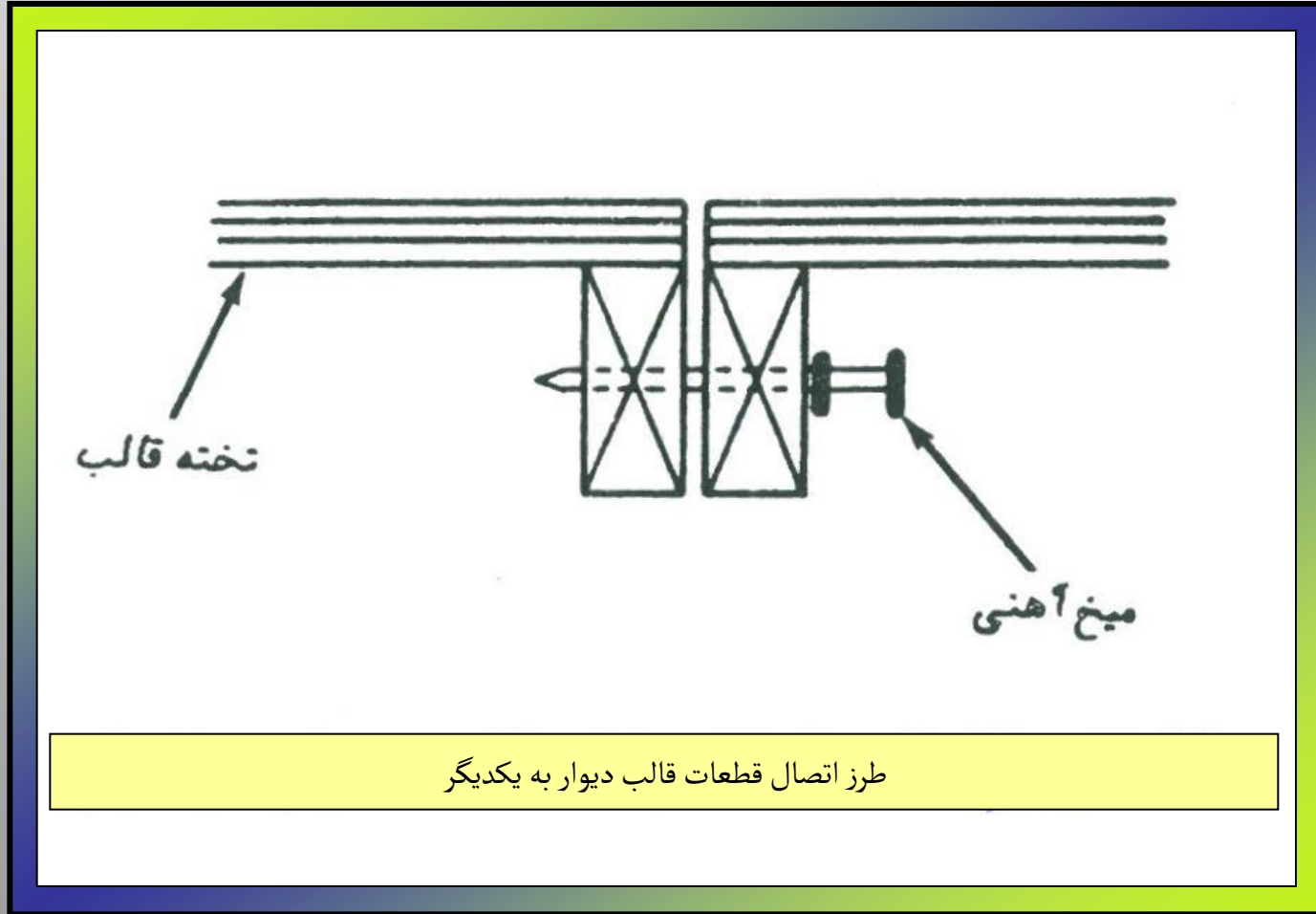
-- قالب دیوارها را باید به طول حداکثر 3 متر ساخت تا بتوان به آسانی با آن کار کرد. این قالب ها با کوبیدن تخته به روی چهارتراش پشت بند ساخته می شوند.



طرز قرارگیری سیم های تنگ در قالب بندی دیوار



جزئیات اتصال قالب دیوار در گوشه ها





**\*\* قالب ستون ها :****الف- تخته های قالب :**

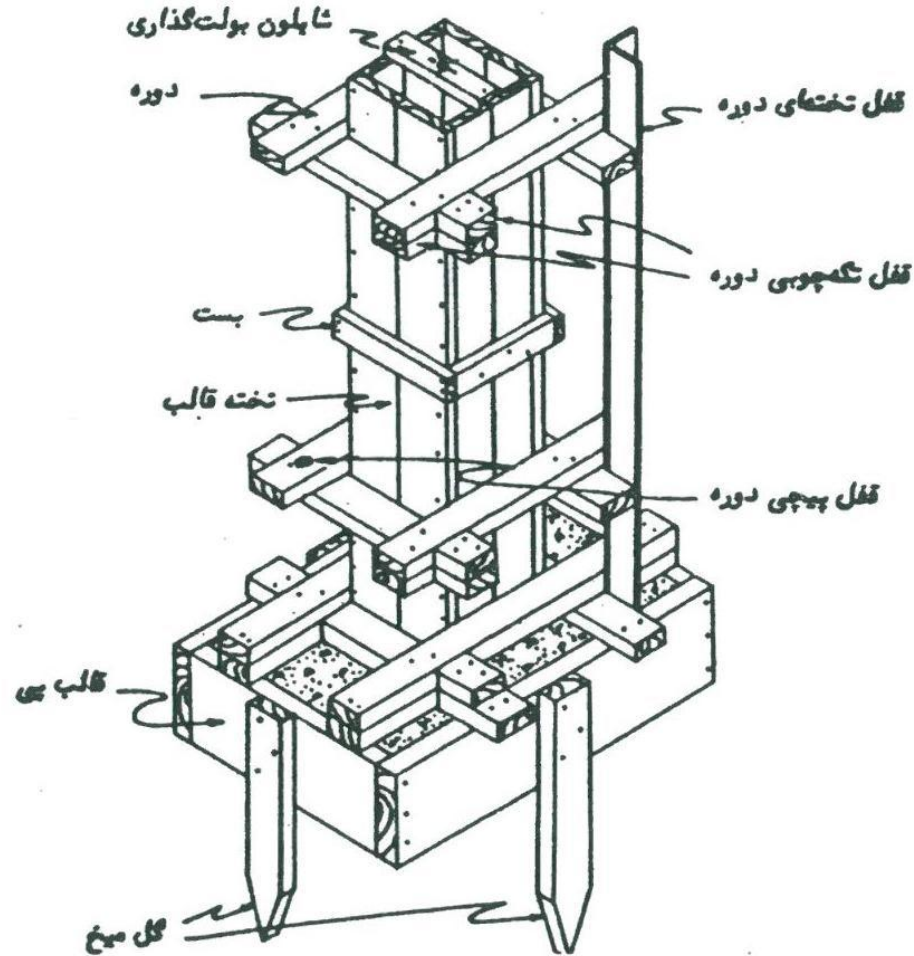
در قالب بندی ستون ها ، تخته های قالب به صورت قائم ساخته می شود تا در کار اهر کشی صرفه جویی شود. این قالب ها در چهار گوشه قالب باید با میخ کوبیده شوند تا آب بندی قالب بهتر شود.

**ب- بست :**

بست ها ، تخته های باریکی هستند که عمود بر درز تخته های قالب کوبیده می شوند تا چندین تخته قالب را به هم متصل کنند.

**ج- دوره :**

از چهارچوب مستطیل شکل برای استحکام قالب ستونها استفاده می گردد. دوره ها به طور افقی دور تخته های قالب ستون قرار گرفته و از تغییر شکل قالب در اثر فشار بتن جلوگیری می نماید.



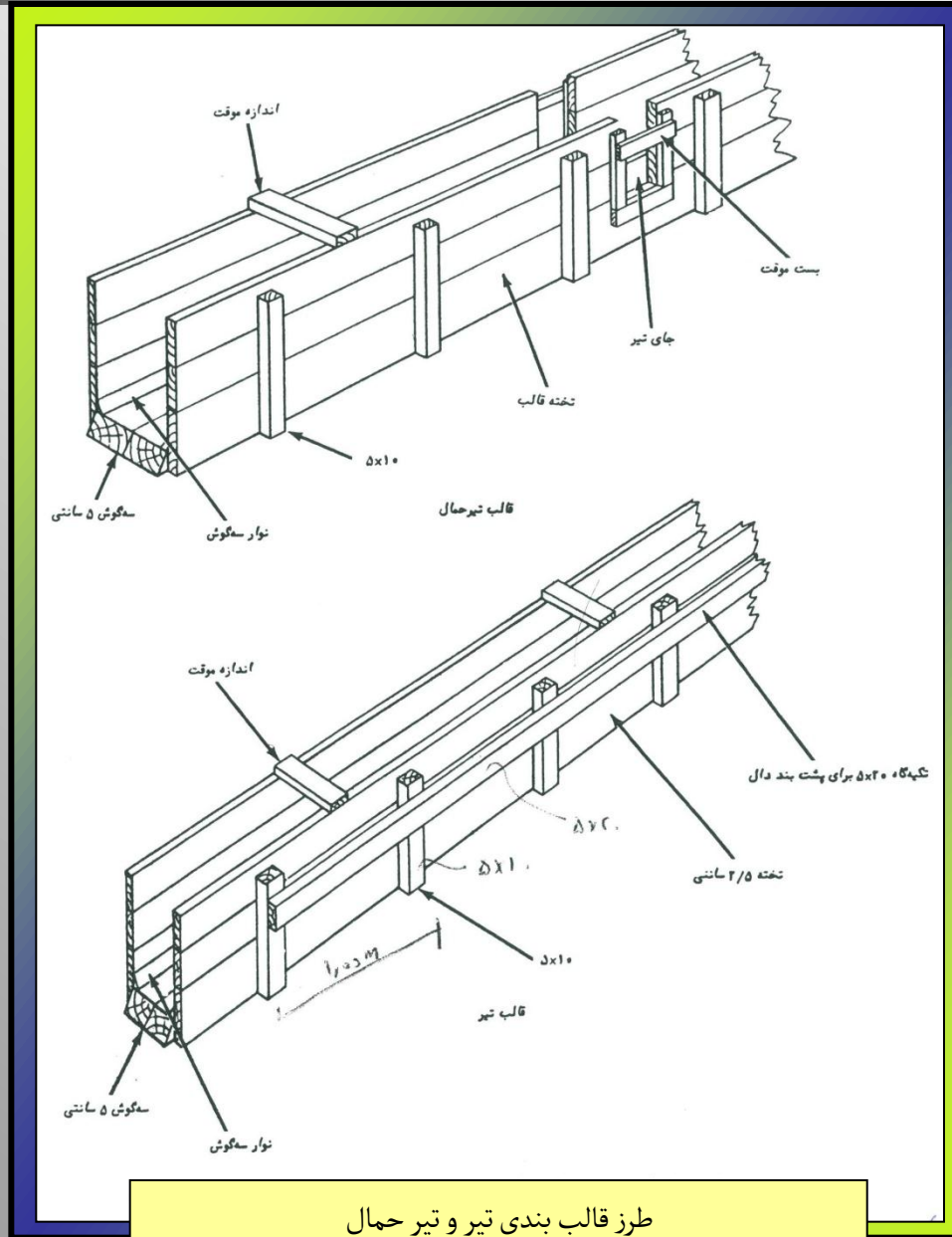
طرز قالب بندی ستون

**\*\* قالب تیرها :**

-- عرض کف قالب تیرها به عرض تیر بوده و در تمام عرض یکپارچه است. قالب دیواره ها باید از تخته های  $5/2$  سانتیمتری با استفاده از پشت بندهای  $5 \times 10$  به فاصله حداکثر یک متر از هم ساخته شود.

-- برای اتصال قالب سقف به قالب تیر از تخته های به ابعاد  $5/2 \times 10$  به عنوان تکیه گاه استفاده کرده که این تکیه گاه بر روی چهارتراش های پشت بند قالب دیواره تیر میخ می شود.

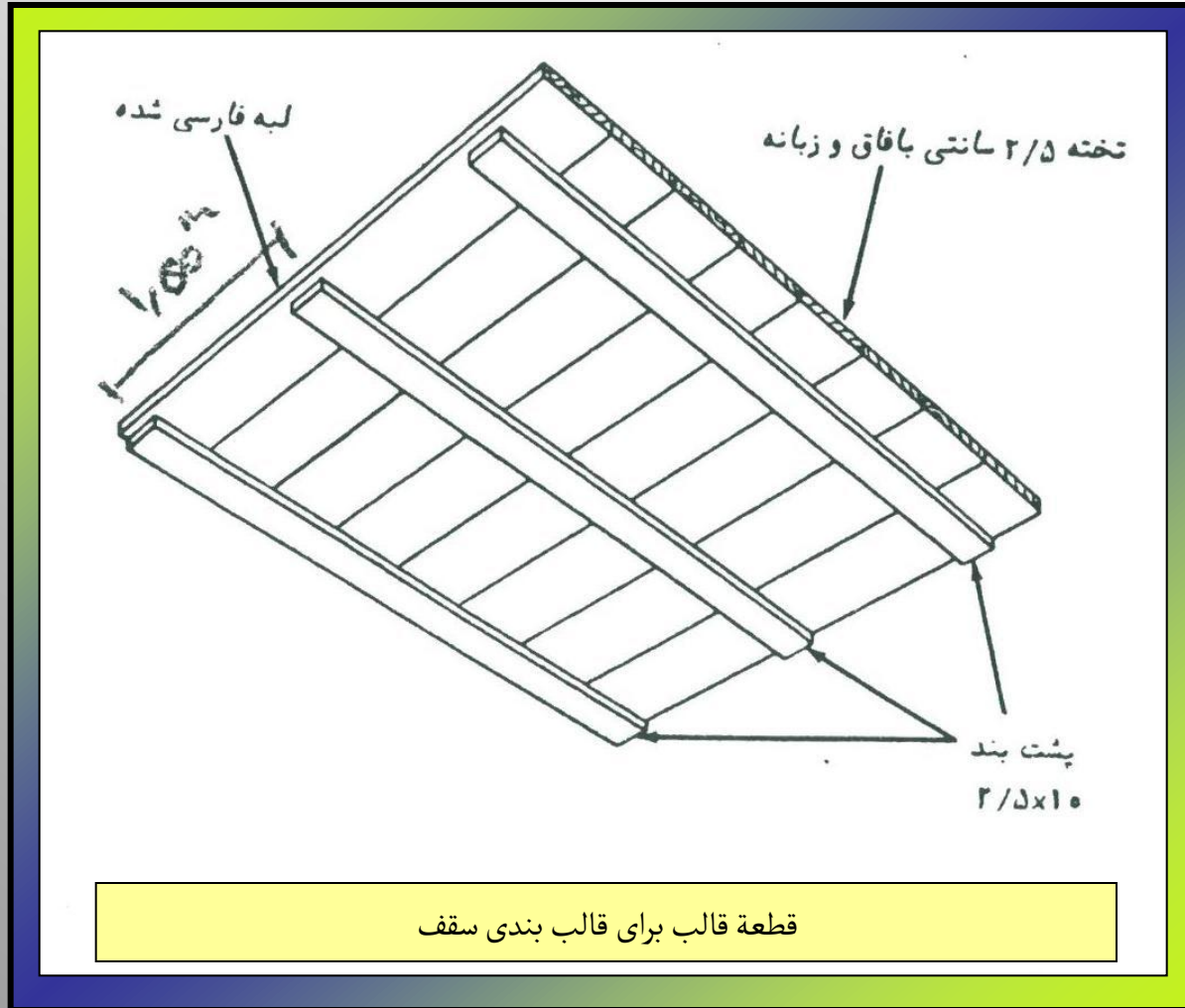
**\*\* روش های اجرایی ساختمان - ساختمان های بتن آرمه \*\***



طرز قالب بندی تیر و تیر حمل

**\*\* قالب سقف :**

در قالب بندی سقف ، تخته های 25 میلیمتری بر روی بست هایی به ابعاد  $10 \times 5/2$  سانتیمتر که به فاصله یک متر از هم قرار دارند ، به هم چسبیده و کوبیده می شوند. وزن روی این قالب ها به پشت بندهایی که از چهارتراش  $15 \times 5$  می باشند ، منتقل می شوند. فاصله بین این پشت بندها بستگی به ضخامت سقف بتنی و دهانه پشت بندها دارد.





**\*\* قالب پی :**

-- عمق پی غالباً کم است. بنابراین احتیاج به طرح قالب پی بر اساس مقاومت نیست. در صورت امکان باید پی کنی را طوری انجام داد که نیازی به قالب بندی پی نباشد، در غیراینصورت باید برای پی قالب ساخت.

-- در بیشتر موارد پی ستون ها بصورت منفرد و به شکل مربع یا مربع مستطیل می باشد. در این صورت، قالب های چهار طرف پی ستون را باید ساخته و بصورت یکپارچه در جای نصب کرد.

-- می توان تخته هایی به ضخامت  $5/2$  سانتیمتر را به پشت بندهای قائمی (خود چهارتراش های  $50 \times 50$ ) در فواصل 60 سانتیمتری با میخ کوبید.

-- چهار جزء قالب توسط دو تنگ که از سیم نجاری نمره 8 یا 9 ساخته می شود و به دور چهارتراش های میانی پیچیده می شود، به هم متصل می شوند.

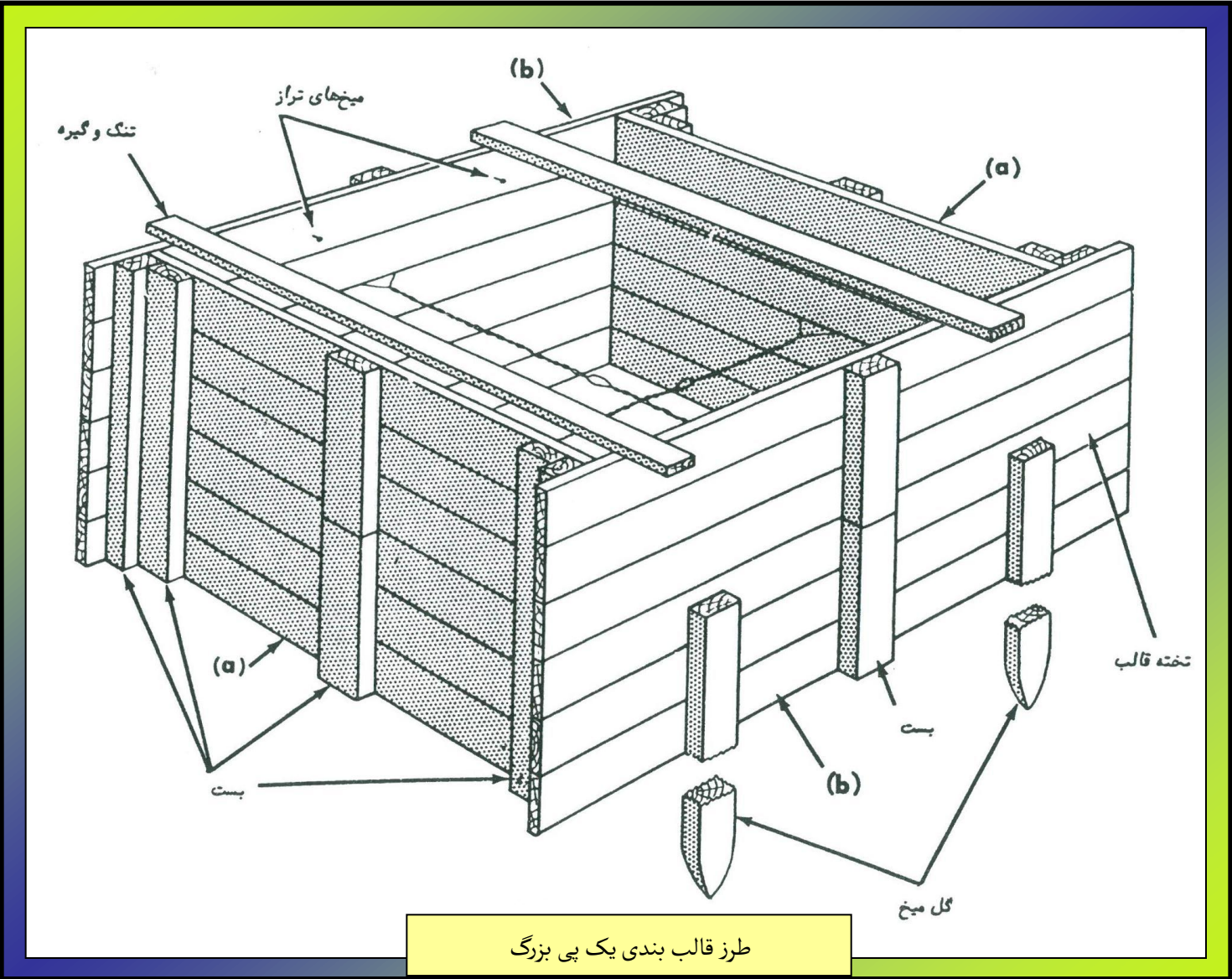


-- کلیه میخ ها باید از خارج به داخل کوبیده شود تا بیرون کشیدن آن ها در هنگام برچیدن قالب آسان باشد.

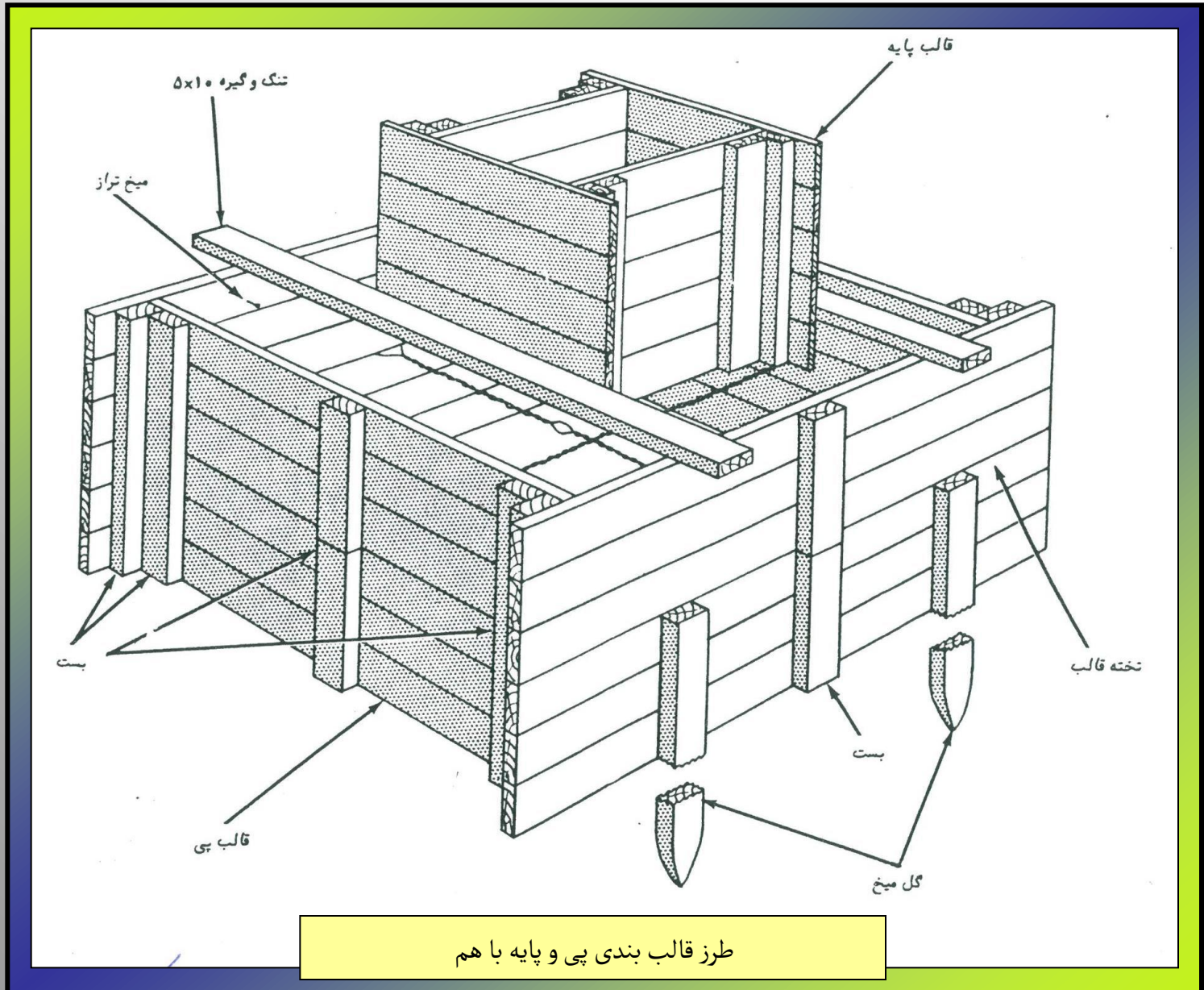
-- در قالب های بزرگ (بزرگتر از  $25/1 \times 25/1$ ) باید با استفاده از گل میخ های چوبی که به قالب متصل است به داخل زمین کوبیده شود. این گل میخ های چوبی معمولاً از تخته های  $5/2 \times 6$  سانتیمتری ساخته می شوند.

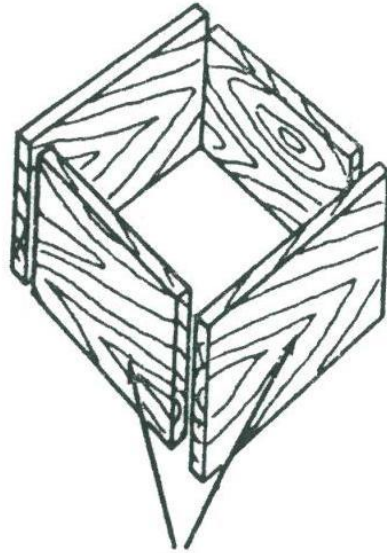
-- در صورتیکه عمق پی کمتر از 30 سانتیمتر و مقطع آن کوچکتر از  $60 \times 60$  سانتیمتر باشد، قالب را می توان با استفاده از تخته های  $5/2$  سانتیمتری و بدون استفاده از پشت بند ساخت.

**\*\* روش های اجرایی ساختمان - ساختمان های بتن آرمه \*\***

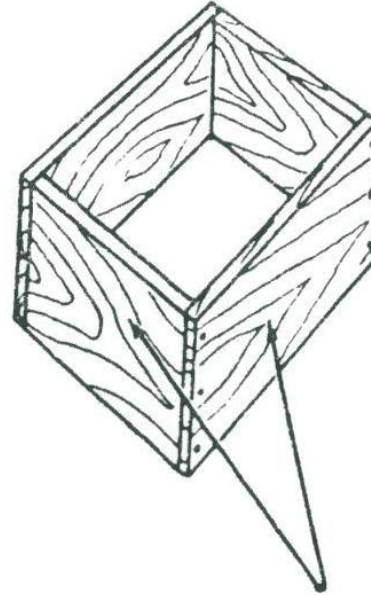


طرز قالب بندی یک پی بزرگ





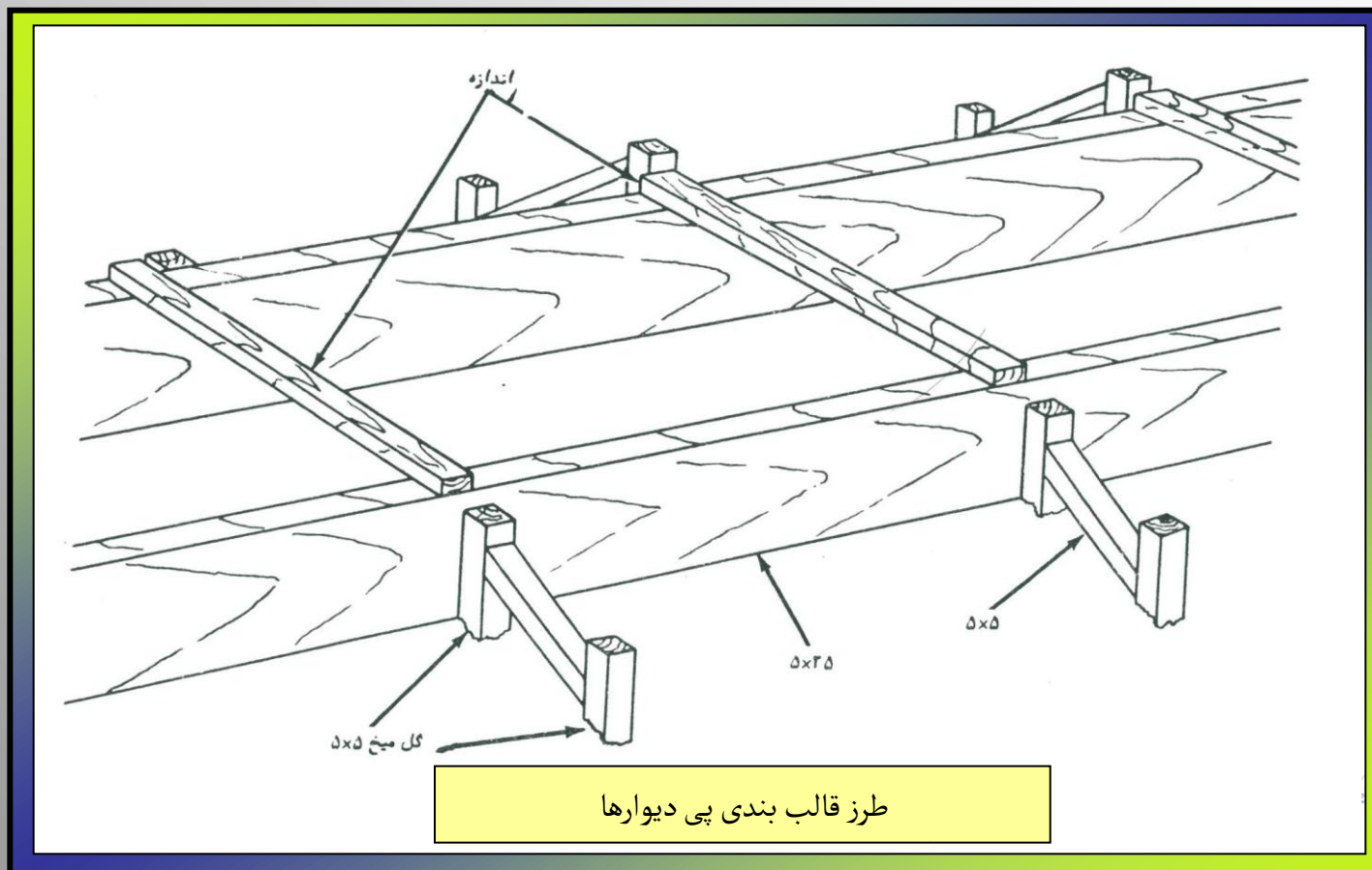
قطعات قالب

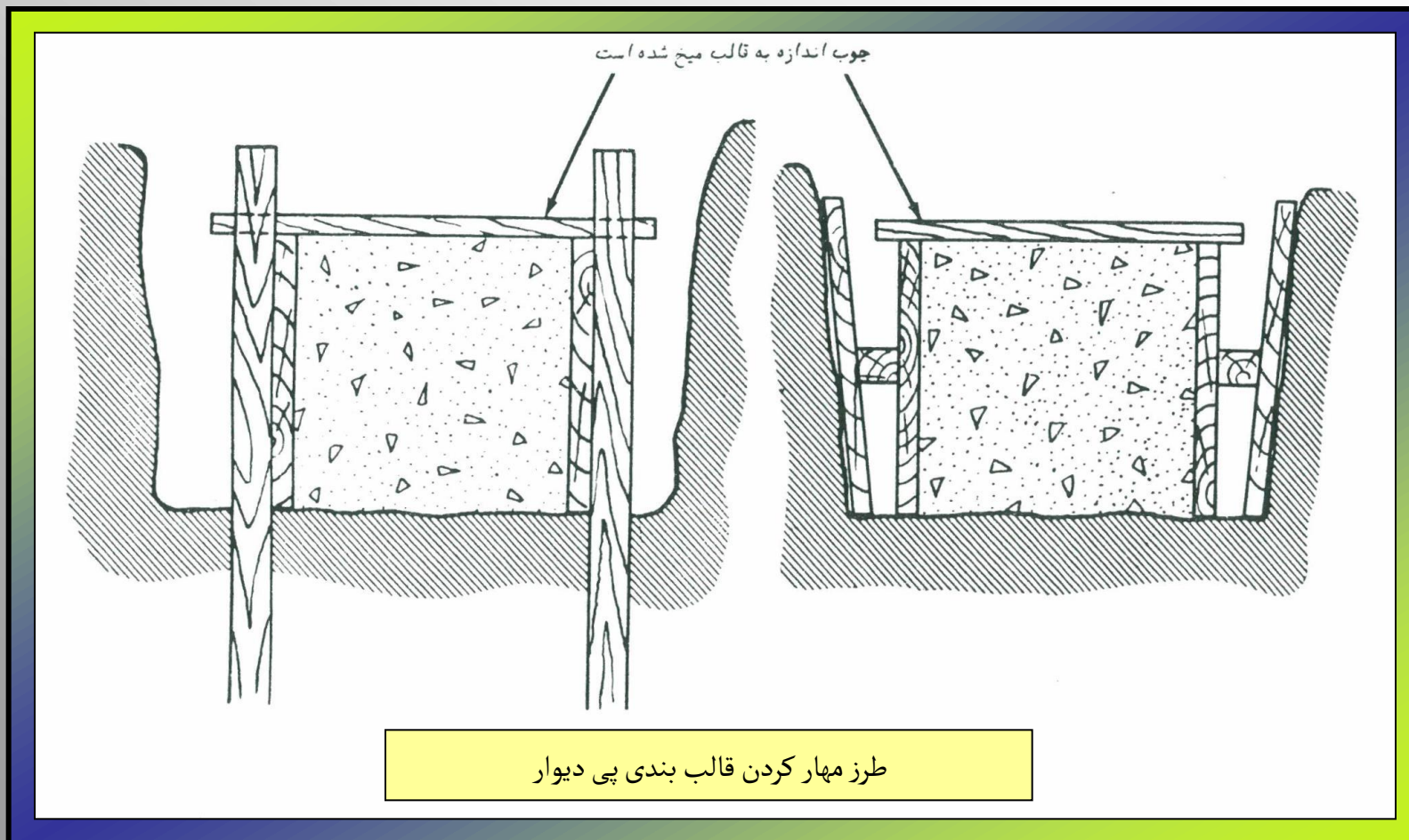


قطعات قالب میخ شده بهم

طرز قالب بندی یک پی کوچک

\* قالب بندی پی دیوار \*





**\*\* طرح قالب :**

-- قالب اعضای بتنی باید بتوانند بتن خمیری شکل را تا هنگامی که بتن سخت شده است در جای خود نگاه دارند. استحکام و استواری قالب عامل مهمی در طرح قالب می باشد. قالب بندی را باید برای تمام وزنی که انتظار می رود به آن وارد شود ، طرح نمود ، که می توان از وزن مرده قالب ، وزن بتن خمیری ، وزن کارگران و وزن لوازم و تجهیزاتی که ممکن است بر روی قالب قرار گیرد نام برد.

-- سادگی بستن و برچیدن نیز عامل مهمی در طرح اقتصادی قالب است.

**\* اساس طرح قالب :**

-- خمیری بودن بتن تازه به قالب فشار وارد می کند. طرح قالب بر اساس بیشترین فشاری است که هنگام بتن ریزی بر قالب وارد می شود. این فشار به سرعت بتن ریزی و درجه حرارت محیط بستگی دارد. مقدار فشار هیدرواستاتیکی ناشی از بتن تازه تا پایان گرفتن بتن که حدود 5/1 ساعت طول می کشد ، رو به افزایش است. لذا با توجه به سرعت بتن ریزی ، درجه حرارت محیط در هنگام بتن ریزی و جنس مصالح قالب می توان قالب را طراحی نمود.



\* طراحی قالب دیوارها:

-- مراحل طرح قالب به شرح زیر است :

1- جنس تخته و الوارهای موجود برای قالب ، چهارتراش های قائم و افقی ، تخته های تکیه گاه و سیم های تنگ باید مشخص شود.

2- تعیین سرعت تولید بتن :

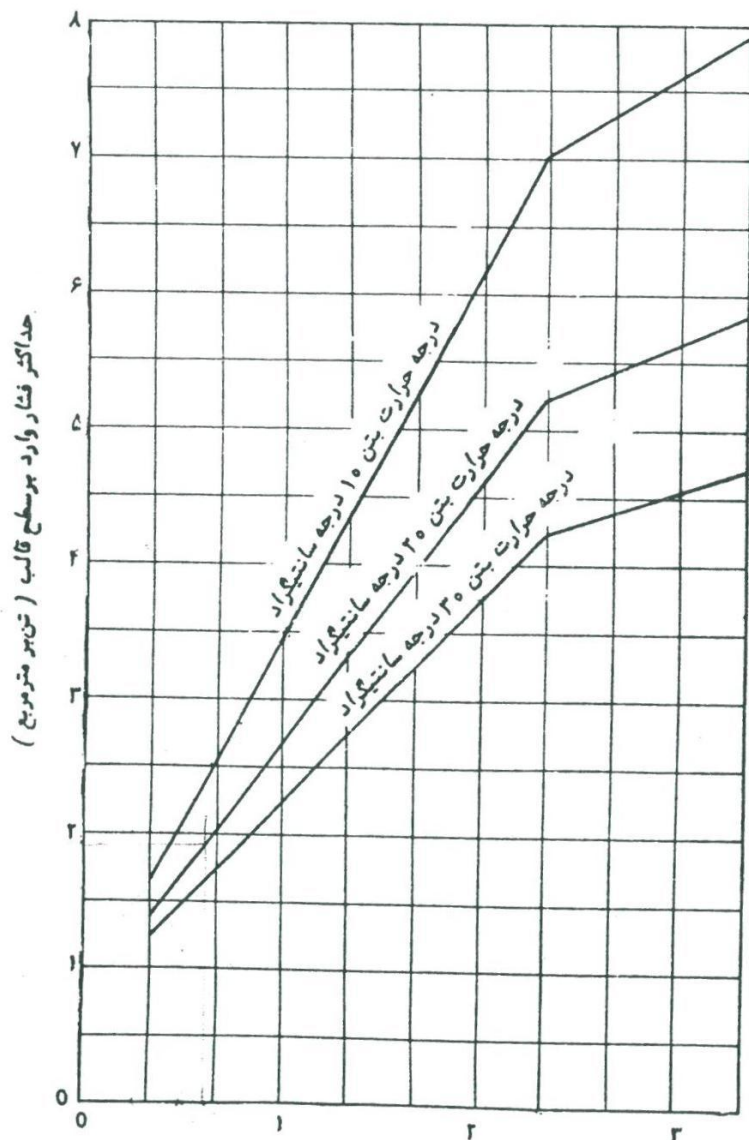
$$\text{سرعت تولید بتن} = \frac{\text{حجم بتنی که هر بار تولید می شود}}{\text{مدت زمان بتن سازی (دقیقه)}} \times 60$$

3- تعیین سطح افقی درون قالب

4- تعیین سرعت پر شدن قالب (متر ارتفاع در ساعت):

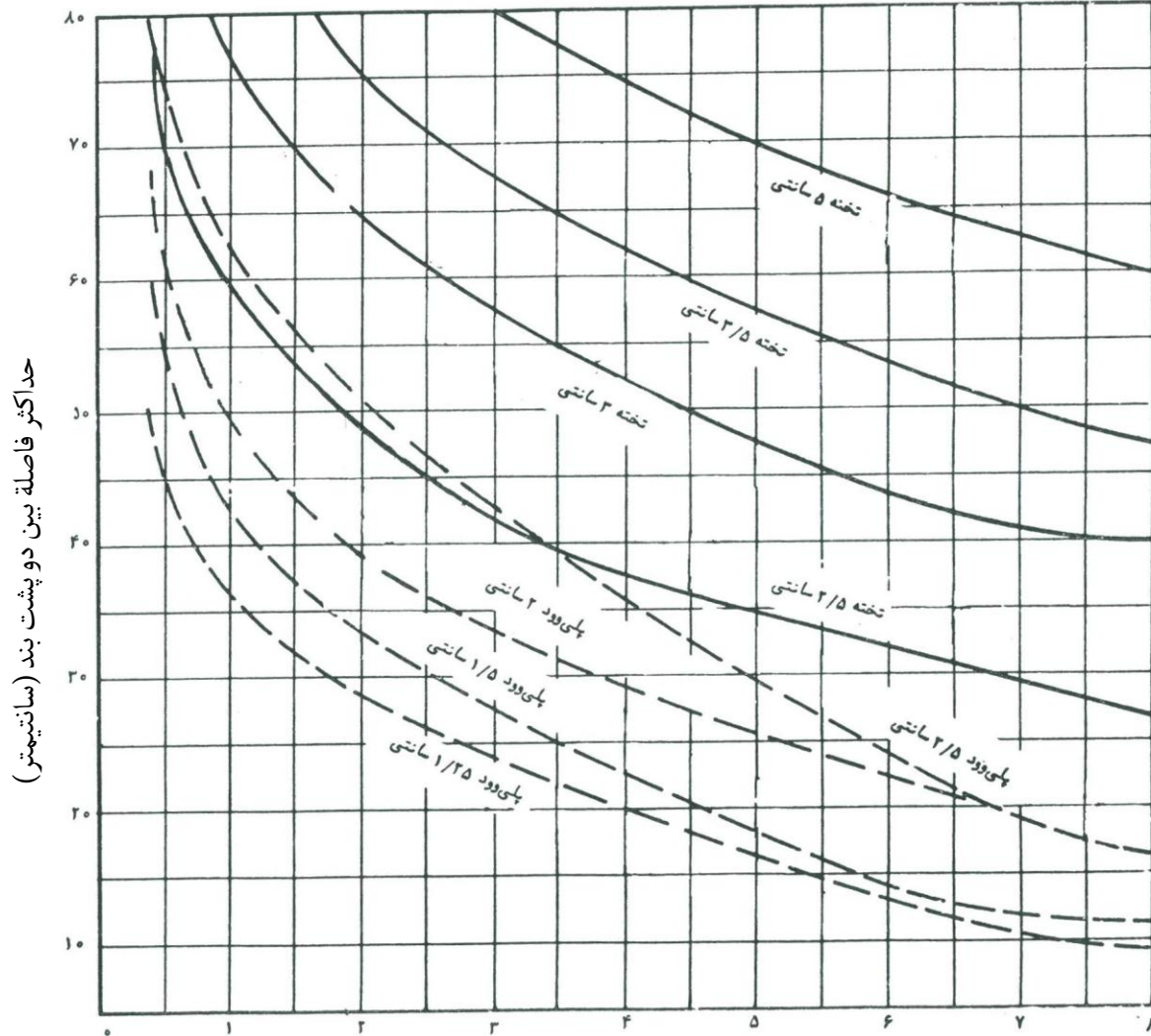
$$\text{سرعت پر شدن قالب دیوار (متر ارتفاع در هر ساعت)} = \frac{\text{سرعت تولید بتن (متر مکعب در ساعت)}}{\text{سطح افقی درون قالب (متر مربع)}}$$

5- تعیین درجه حرارت محل بتن ریزی



6- تعیین بیشترین فشار ناشی از بتن خمیری با استفاده  
از شکل شماره 1

شکل شماره 1- سرعت پر شدن قالب (متر ارتفاع در یک ساعت)



حداکثر فشار وارد بر سطح قالب (تن بر متر مربع)

(حداکثر فاصله مجاز بین پشت بندها 80 سانتیمتر است)

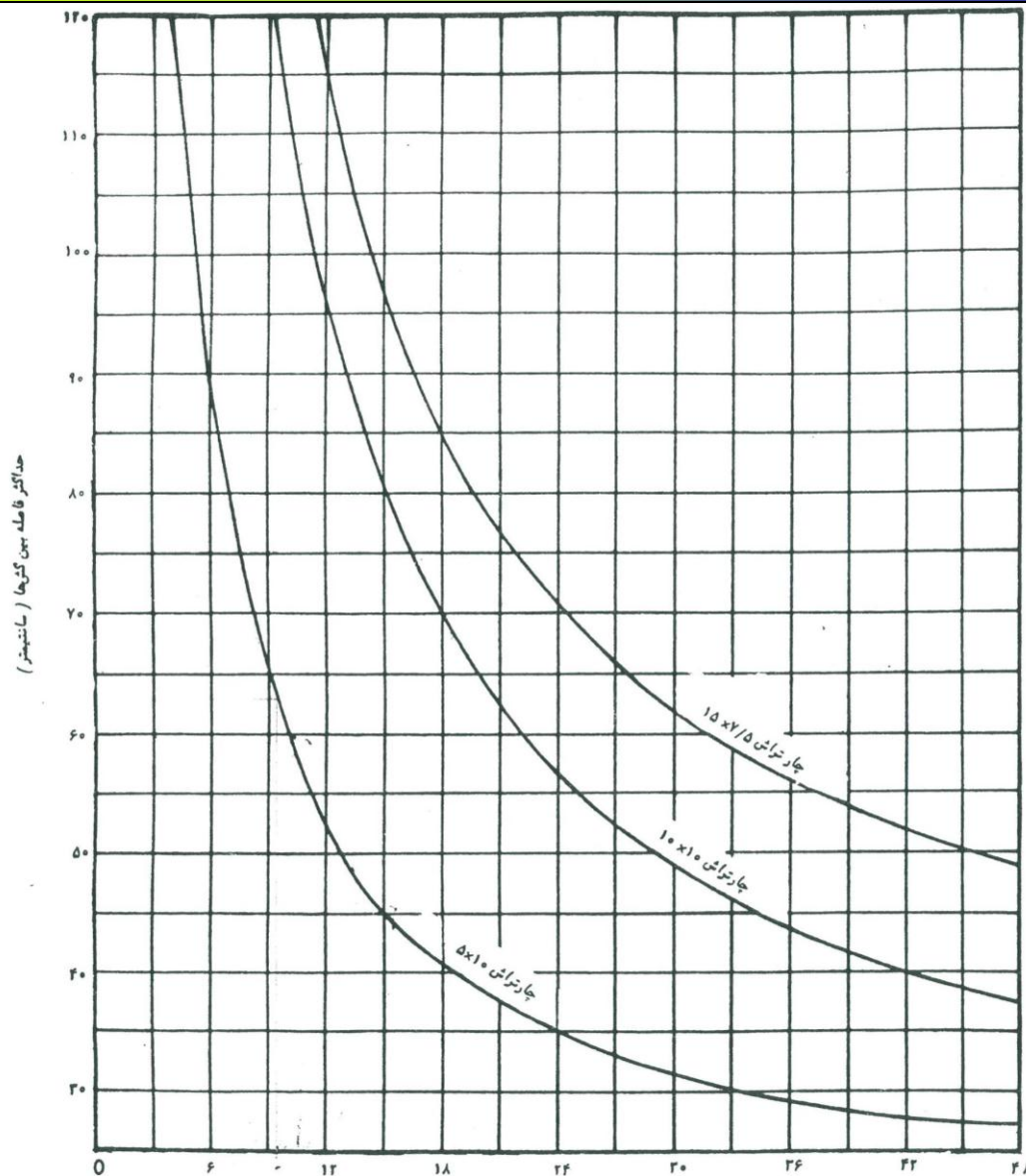
7- تعیین حداکثر فاصله بین چهارتراش های قائم از شکل شماره

2

شکل شماره 2- دیاگرام تعیین فاصله حداکثر بین پشت بندها

8- تعیین نیروی یکنواخت وارد بر هر چهارتراش قائم (پشت بند)

فاصله بین چهارتراش ها  $\times$  فشار حداکثر بتن = نیروی یکنواخت وارد بر هر چهارتراش قائم پشت بند



بار یکنواخت وارد بر پشت بند (100 کیلوگرم در یک متر طول)

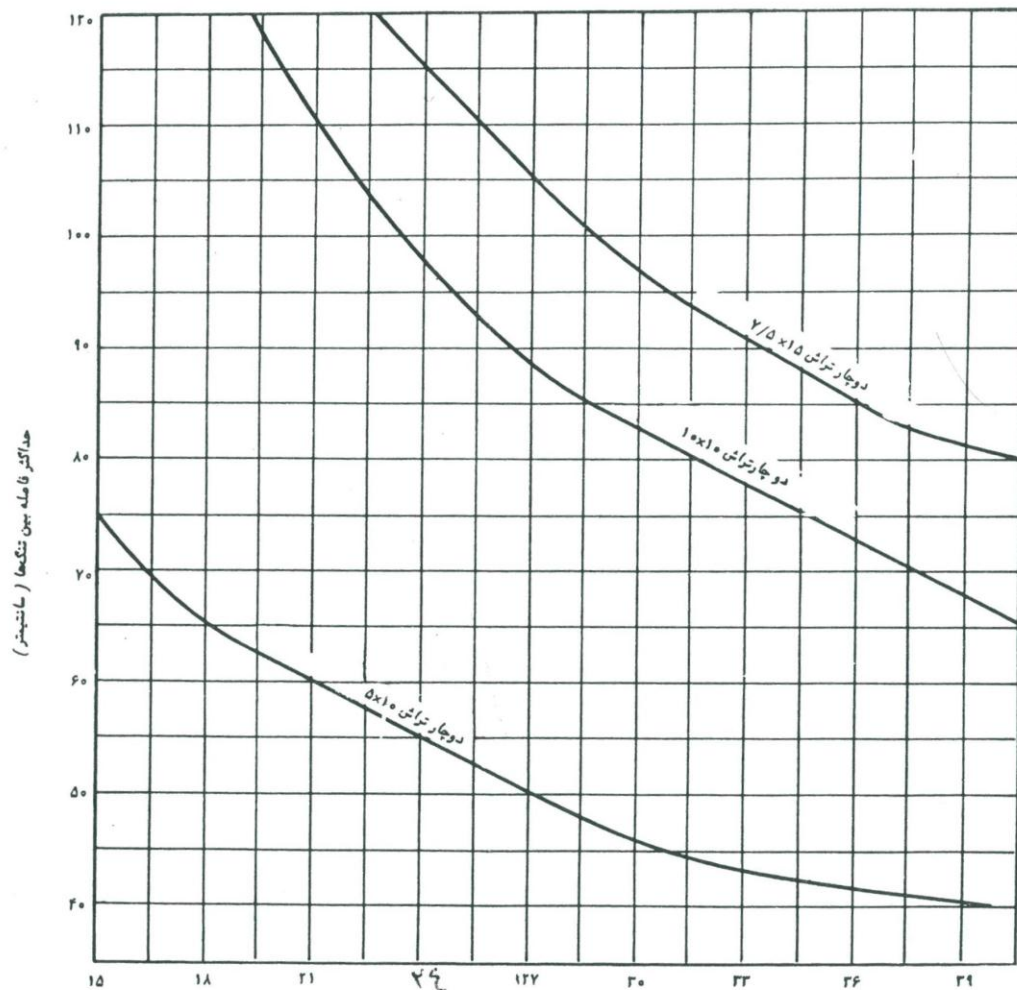
حداکثر فاصله مجاز بین کش ها 120 سانتیمتر

9- تعیین حداکثر فاصله بین چهارتراش های کش با استفاده از شکل شماره 3

شکل شماره 3- دیاگرام تعیین فاصله حداکثر بین کش ها

10- تعیین نیروی یکنواخت وارد بر چهارتراش های افقی کش

فاصله بین کش ها (متر) × حداکثر فشار وارد بر سطح قالب = نیروی یکنواخت وارد بر چهار تراش افقی (کیلوگرم در متر طول)



بار یکنواخت وارد بر کش (100 کیلوگرم در یک متر طول)

حد اکثر فاصله مجاز بین تنگ ها 120 سانتیمتر

11- تعیین حداکثر فاصله بین تنگها با توجه به اندازه چهارتراش کش و بار یکنواخت وارد بر کش از شکل شماره 4

شکل شماره 4- دیاگرام تعیین فاصله حداکثر بین تنگ ها



12- تعیین حداکثر فاصله بین تنگها با توجه به مقاومت سیم تنگ و نیروی یکنواخت وارد بر کش ها

$$\text{مقاومت گسیختگی سیم (کیلوگرم)} \\ \text{نیروی یکنواخت وارد بر کش (کیلوگرم در متر)} \\ \text{فاصله بین تنگها (متر)} =$$

13- مقایسه نتایج بندهای 12 و 13 و انتخاب حداقل مقدار به عنوان حداکثر فاصله بین تنگ ها

14- حداکثر فاصله بدست آمده برای تنگ ها و حداکثر فاصله برای پشت بندهای قائم را مقایسه نموده و در صورتیکه فاصله تنگها از فاصله پشت بندها کمتر باشد ، فاصله بین پشت بندها را کمتر و برابر حداکثر فاصله بین تنگها انتخاب می گردد. تنگ ها در محل تقاطع کش ها و پشت بندها بسته می شود.

15- تعیین تعداد پشت بندهای قائم و افقی

16- مدت زمان لازم برای بتن ریزی با تقسیم ارتفاع قالب به سرعت پر شدن قالب تعیین می گردد.

\* طرح قالب ستون ها :

طرح قالب چوبی ستون ها به صورت زیر انجام می گیرد :

1- مشخص نمودن مصالح موجود برای تخته قالب و بست چوبی و دوره (مصالح استاندارد برای قالب ستونها ، چهارتراش های  $5 \times 10$  و تخته  $5/2$  سانتیمتری می باشد.)

2- مشخص نمودن ارتفاع ستون

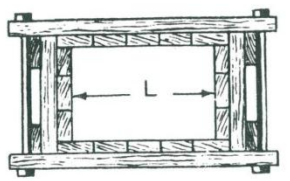
3- تعیین بزرگترین بعد مقطع ستون

4- فاصله بین دوره ها با استفاده از جدول 1 تعیین می گردد.

L = اندازه بزرگترین ضلع ستون (اینچ)

ارتفاع فوت	16"	18"	20"	24"	28"	30"	32"	36"
1'	12"	11"	9"	8"	6"	6"	6"	6"
2'	13"	12"	10"	8"	7"	7"	7"	6"
3'	14"	12"	11"	9"	8"	8"	8"	7"
4'	15"	13"	12"	10"	9"	9"	9"	8"
5'	18"	15"	14"	12"	11"	11"	11"	10"
6'	20"	16"	15"	13"	12"	12"	12"	11"
7'	21"	18"	16"	14"	13"	13"	13"	12"
8'	29"	26"	24"	22"	20"	20"	20"	18"
9'	30"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
10'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
11'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
12'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
13'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
14'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
15'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
16'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
17'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
18'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
19'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"
20'	31"	28"	26"	24"	23"	23"	23"	21"

جدول 1- اندازه فواصل دوره های ستون از هم بر اساس ارتفاع دوره بر حسب اینچ



\* طرح قالب سقف :

قالب چوبی سقف های بتنی را باید مطابق مراحل زیر طرح کرد :

الف) مصالح موجود برای تخته قالب و پشت بند آن و کش ها و بست ها و تیرک ها مشخص گردد. معمولاً تخته 25 میلیمتری برای تخته قالب و تخته 5/2×10 سانتیمتر برای بست ها و چهارتراش های 5×15 ، 5×20 ، 10×10 ، 10×15 برای پشت بندها و کش ها و چهارتراش 10×10 برای تیرک ها (پایه ها) به کار می رود.

ب) وزن کل وارد بر قالب سقف محاسبه گردد. (وزن بتن سقف با توجه به ضخامت لایه بتن و وزن بارهای زنده ناشی از افراد و وسایلی که روی سقف قرار می گیرند معادل 250 کیلوگرم بر واحد سطح در نظر می گیرند).

ج) تعیین فاصله بین پشت بندها با استفاده از جدول شماره 1

جدول شماره 1 - فاصله بین پشت بندها چنانچه پشت بند چهار تراش  $5 \times 15$  باشد \*

دهانه پشت بند به متر							ضخامت سقف بتنی (سانتیمتر)
۳/۰	۲/۷۰	۲/۴۰	۲/۱۰	۱/۸	۱/۵	۱/۲	
۰/۷۵	۰/۹	۱/۲	۱/۲۰	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱۰
۰/۷۵	۰/۹	۰/۹	۱/۰۵	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱۲/۵
۰/۶۰	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۷۵	۰/۹	۱/۲	۱۵

\* اعداد جدول براساس مقاومت پشت بندها و بدون در نظر گرفتن خیز تخته قالب محاسبه شده اند.

د) تعیین محل کش ها

و) فاصله بین تیرک ها که بار از کش ها به آن منتقل می شود. که فاصله تیرک ها (حداکثر دهانه کش ها) از جدول شماره 2 تعیین می گردد.

جدول شماره 2 - حداکثر دهانه کشها به متر

فاصله کشها به متر						ضخامت سقف بتنی ( سانتیمتر )
برای چهارتراش ۱۰ × ۱۵			برای چهار تراش ۵ × ۲۰			
۲/۱	۱/۸	۱/۵	۲/۱۰	۱/۸	۱/۵	
۱/۶۵	۱/۸	۱/۹۵	۱/۳۵	۱/۵	۱/۶۵	۱۰
۱/۵	۱/۶۵	۱/۸۰	۱/۳۵	۱/۵	۱/۶۵	۱۲/۵
۱/۵	۱/۵	۱/۶۵	۱/۲۰	۱/۳۵	۱/۵	۱۵
۱/۳۵	۱/۵	۱/۶۵	—	—	—	۱۷/۵
۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۵	—	—	—	۲۰

مثال) دهانه یک سقف بتن آرمه 4 متر و ضخامت آن 5/12 سانتیمتر است. تخته و چهارتراش های موجود برای قالب بندی عبارتند از:

تخته به ضخامت 5/2 سانتیمتر، چهارتراش های 5/2×10، 5×15، 10×10، 5×20، فاصله بین پشت بندها، کش ها و تیرک ها را محاسبه نمایید.

حل:

$$\text{کیلوگرم } 565 = 250 + 315 = \text{وزن بتن} + \text{بار زنده} = \text{مقدار بار وارده بر واحد سطح}$$

- فاصله بین پشت بندها با بکارگیری چهارتراش 5×15 و با قرار دادن یک چهارتراش کش در وسط دهانه سقف (دهانه موثر پشت بندها 2 متر می شود). با استفاده از جدول شماره 1 10/1 متر می گردد.

- فاصله بین چهارتراش کش 5×20 را 2 متر در نظر می گیریم.

- فاصله بین تیرک ها (استفاده از چهارتراش 10×10) برابر 5/1 متر بدست می آید.

**\* قالب برداری :**

- قالب باید موقعی برداشته شود که بتن بتواند تنش های موثر را تحمل کند و تغییر شکل آن از تغییر شکل های پیش بینی شده تجاوز نکند.
- پایه ها و قالب های باربر نباید قبل از آنکه اعضاء و قطعات بتنی مقاومت کافی را برای تحمل وزن خود و بارهای وارد کسب کنند برچیده شوند.
- عملیات قالب برداری و برچیدن پایه ها باید گام به گام ، بدون اعمال نیرو و ضربه و طوری باشد که اعضاء و قطعات بتنی تحت اثر بارهای ناگهانی قرار نگیرند. بتن صدمه نبیند و ایمنی و قابلیت بهره برداری قطعات مخدوش نشود.
- در صورتی که قالب برداری قبل از پایان دوره مراقبت انجام پذیرد باید تدابیری برای مراقبت بتن پس از قالب برداری اتخاذ گردد.



\* زمان قالب برداری :

الف) در صورتی که زمان قالب برداری در طرح ، تعیین و تصریح نشده باشد باید زمان های داده شده در جدول شماره 3 را به عنوان حداقل زمان لازم برای برچیدن قالب ها و پایه ها ملاک قرار داد.

ب) برچیدن قالب ها و پایه ها در مدت زمان کمتر از زمان های داده شده فوق فقط به شرط آزمایش قبلی میسر است.

ج) در صورتی که آزمایش نمونه های شاهد (نگهداری شده در کارگاه) حاکی از رسیدن مقاومت بتنی به حداقل هفتاد درصد مقاومت بیست و هشت روزه مورد نظر باشد ، می توان قالب های سطوح زیرین را برداشت ولی برچیدن پایه های اطمینان در صورتی مجاز است که علاوه بر مراعات کلیه محدودیت ها ، بتن به مقاومت 28 روزه مورد نظر رسیده باشد.

## جدول شماره 3 - حداقل زمان لازم برای قالب برداری\*

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

\* زمانهای داده شده در صورتی معتبرند که شرایط زیر برقرار باشد:

- بتن با سیمان پرتلند معمولی یا ضد سولفات تهیه شده باشد.
- در صورتی که در ضمن سخت شدن بتن دمای محیط به کمتر از صفر درجه سلسیوس تنزل کند زمانهای داده شده را باید به تناسب و حداقل به اندازه مدت یخپندان افزایش داد.
- در صورت استفاده از سیمان با مقاومت زودرس با مقاومت زودرس می توان زمانهای داده شده را کاهش داد.
- در صورت استفاده از مواد کندگیر کننده باید زمانهای داده شده را افزایش داد.
- پس از قالب برداری سطوح قائم باید بلافاصله عمل آوردن بتن به روش مقتضی برای محافظت آن در برابر گرما یا سرمای محیط شروع شود.
- در صورتی که ملاحظاتی خاص برای جلوگیری از ترکهای پیش رس یا حذف آنها (به خصوص در اعضا و قطعات با ضخامتهایی متفاوت یا رویارو با دماهای مختلف)، یا تقلیل تغییر شکلهای ناشی از وارفتگی مورد نظر باشد، باید زمانهای داده شده را افزایش داد.
- در صورتی که عمل آوردن تسریع شده یا قالب بندی خاصی نظیر قالبهای لغزان مورد نظر باشد تقلیل زمانهای داده شده امکان پذیر است.

\* برداشتن پایه های اطمینان :

الف) برای تیرهای با دهانه تا هفت متر برداشتن کل قالب و داربست و زدن پایه های اطمینان مجاز است ولی برای دهانه های بزرگتر از هفت متر ، تنظیم قالب و داربست باید طوری انجام گیرد که برداشتن قالب ها بدون جابه جایی پایه های اطمینان میسر شود.

ب) در صورت تکیه کردن مجموعه قالب بندی طبقه فوقانی روی طبقه تحتانی فقط وقتی می توان پایه های اطمینان طبقه زیرین را برچید که بتن طبقه بالا مقاومت لازم را به دست آورده باشد. توصیه می شود پایه های اطمینان همیشه در دو طبقه متوالی وجود داشته باشد و تا حد امکان هر دو پایه اطمینان نظیر در دو طبقه ، روی هم و در امتدادی واحد قرار گیرند.

ج) برداشتن پایه های اطمینان باید بدون اعمال فشار و ضربه و طوری باشد که بار به تدریج از روی آن حذف شود. (در دهانه های بزرگ از وسط دهانه به سمت تکیه گاه و در کنسول ها از لبه به طرف تکیه گاه). برداشتن بار از روی پایه های اطمینان در دهانه های بزرگ و قطعاتی که نقش سازه ای حساسی دارند باید با وسایل قابل کنترل انجام پذیرد ، به طوری که در صورت لزوم در هر لحظه بتوان باربرداری را متوقف کرد.

\*آرماتوربندی :

یک ساختمان بتنی هر قدر که خوب محاسبه شود و مصالح خوب به کار رود ، لیکن اگر آرماتوربندی خوب نباشد ، محل خم و قطع میلگردها ، وصله کردن میلگردها و قلاب ها و قطر خم آنها مطابق آئین نامه نباشد و اگر در آرماتوربندی ، آرماتورها دقیقا در محل خود قرار نگیرند و فاصله آنها از یکدیگر رعایت نشود و در نتیجه بتن نتواند از لای آرماتورها عبور کند و همچنین اگر مقدار پوشش بتن روی آرماتور کافی نباشد ، قطعا اجرای ساختمان با مشکل مواجه خواهد شد.

طبقه بندی آرماتورها :

- بر اساس آئین نامه بتن ایران ، آرماتورها بر اساس مقاومت مشخصه طبقه بندی می شود. مقاومت مشخصه بر اساس مقدار تنش تسلیم آن تعیین می شود و معادل مقداری است که حداکثر 5 درصد مقادیر اندازه گیری شده برای تنش تسلیم ممکن است کمتر از آن باشد. طبقه بندی میلگردها عبارتند از:

S220 , S300 , S350 , S400

- اعداد بیانگر حداقل مقاومت مشخصه میلگرد بر حسب مگاپاسکال می باشد.

جدول شماره 4 – مشخصات مکانیکی میلگردهای تولیدی در ایران

نوع میلگرد	حداقل مقاومت تسلیم (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	حداقل مقاومت نهایی کششی (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	حداقل ازدیاد طول نسبی %
AI	2400	3700	25
AII	3000	5000	19
AIII	4000	6000	16

\* بریدن میلگردها :

بهتر است میلگردها با وسایل مکانیکی بریده شوند.

\* خم کردن میلگردها :

- کلیه میلگردها باید بصورت سرد خم شوند ، مگر آنکه دستگاه نظارت روش دیگری را مجاز بداند.

- خم کردن میلگردها باید حتی المقدور بطور مکانیکی به وسیله ماشین مجهز به فلکه خم کن با یک عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد ، بطوریکه قسمت خم شده دارای شعاع انحنای ثابتی باشد.

- برای خم کردن میلگردها باید از فلکه هایی استفاده شود که قطر آنها برای نوع فولاد مورد نظر مناسب باشد.

- در شرایطی که دمای میلگردها از 5 درجه سانتیگراد کمتر باشد باید از خم کردن آنها خودداری کرد.
- خم کردن میلگردهایی که یک سر آنها در بتن قرار دارد مجاز نیست مگر آن که در طرح مشخص شده باشد یا دستگاه نظارت اجازه دهد.
- باز و بستن خم ها به منظور شکل دادن مجدد به میلگردها مجاز نیست.
- میلگردها نباید در معرض هیچ نوع آلودگی یا اثر زیان آور بر چسبندگی آنها از قبیل گل ، روغن و سایر پوشش های غیر فلزی مضر قرار گیرد.
- میلگردها نباید در معرض خوردگی ، به میزانی که به کاهش سطح مقطع آنها منجر شود ، قرار گیرند.

\* شرایط رویه میلگردها :

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 ، زنگ پوسته شده و برف و یخ عاری است.

\* جاگذاری و بستن آرماتورها :

- آرماتورها باید قبل از بتن ریزی مطابق نقشه های اجرایی در جای خود قرار گیرند و طوری بسته و نگه داشته شوند که از جابه جایی آنها جلوگیری شود.

- جنس ، ابعاد ، تعداد و فاصله لقمه ها و خرک ها و سایر قطعات مورد استفاده برای تثبیت موقعیت میلگردها در جای صحیح باید طوری باشد که مانعی در برابر ریختن بتن و نقطه ضعیفی در مقاومت و پایداری آن ایجاد نشود.

- برای به هم بستن آرماتورها به وسیله عناصر غیرسازه ای باید از مفتول ها یا اتصال دهنده ها و گیره های فولادی استفاده کرد. باید توجه شود که انتهای برجسته سیمها و گیره ها در قشر بتن محافظ واقع نشوند.



\* محدودیت فاصله میلگردها :

- فاصله آزاد بین هر دو میلگرد موازی واقع در یک سفره نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کمتر باشد:

الف) قطر میلگرد بزرگتر

ب)  $33/1$  برابر قطر اسمی بزرگترین سنگدانه

ج) 25 میلیمتر

- فاصله آزاد بین هر دو سفره نباید از 25 میلیمتر و نه از قطر بزرگترین میلگرد کمتر باشد.

- در اعضای فشاری با خاموت های بسته یا دورپیچ ، فاصله آزاد بین هر دو میلگرد طولی نباید از  $5/1$  برابر قطر بزرگترین میلگرد و نه از 40 میلیمتر کمتر باشد.

- در دال ها فاصله میلگردها نباید از دو برابر ضخامت دال و نه از 350 میلیمتر تجاوز کند.

- ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

الف) قطر میلگردها

ب) بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه

همچنین ضخامت پوشش بتنی محافظ میلگردها متناسب با شرایط محیطی و نوع قطعه موردنظر نباید از مقادیر جدول شماره 5 کمتر باشد.

جدول شماره 5 - مقادیر حداقل پوشش بتن (میلیمتر)\*

نوع شرایط محیطی					نوع قطعه
فوق العاده شدید	بسیار شدید	شدید	متوسط	ملايم	
۷۵	۶۵	۵۰	۴۵	۳۵	تیرها و ستونها
۶۰	۵۰	۳۵	۳۰	۲۰	دالها، دیوارها و تیرچه‌ها
۵۵	۴۵	۳۰	۲۵	۲۰	پوسته‌ها و صفحات پلیسه‌ای

\* مقادیر داده شده در جدول را می‌توان به اندازه ۵ میلیمتر برای بتنهای رده C35 و C40 یا ۱۰ میلیمتر برای بتنهای رده بالاتر کاهش داد. مشروط بر آن که ضخامت پوشش به هر حال از ۱۵ میلیمتر کمتر نشود. این مقادیر را باید برای میلگردهای با قطر بیشتر از ۳۶ میلیمتر به اندازه ۱۰ میلیمتر افزایش داد.

\* مهار میلگردها :

روش های متداول برای مهار میلگردها در بتن عبارتند از :

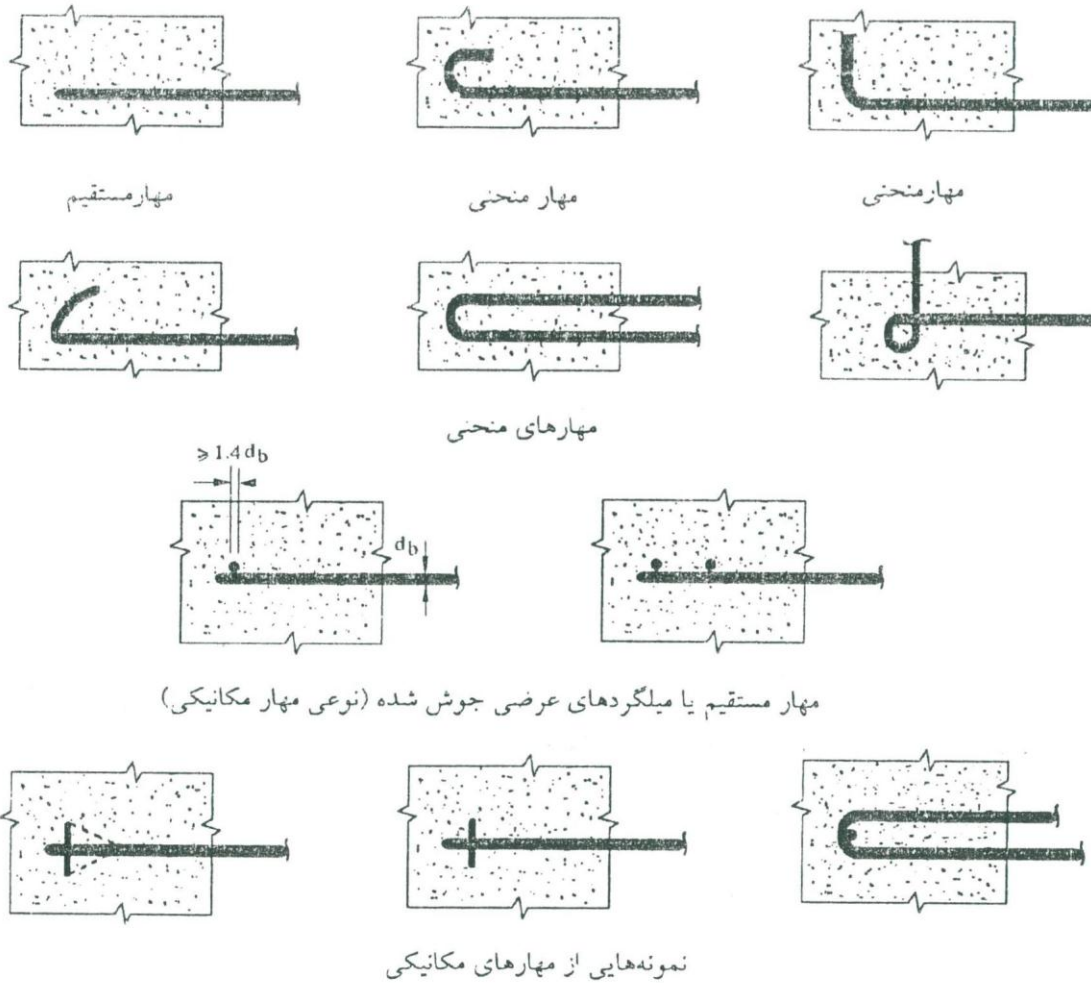
الف) مهار مستقیم

ب) مهارهای منحنی (نظیر قلاب ها و حلقه ها)

ج) مهارهای مکانیکی

د) ترکیبی از مهارهای فوق

شکل شماره 1 - انواع مهارها



\* در مهار میلگردها باید ضوابط کلی به شرح زیر رعایت شود :

- برای میلگردهای ساده در کشش استفاده از مهارهای مستقیم مجاز نیست.
- در مهار میلگردهای تحت فشار با استفاده از مهارهای منحنی ، نباید قلاب ها را موثر دانست.

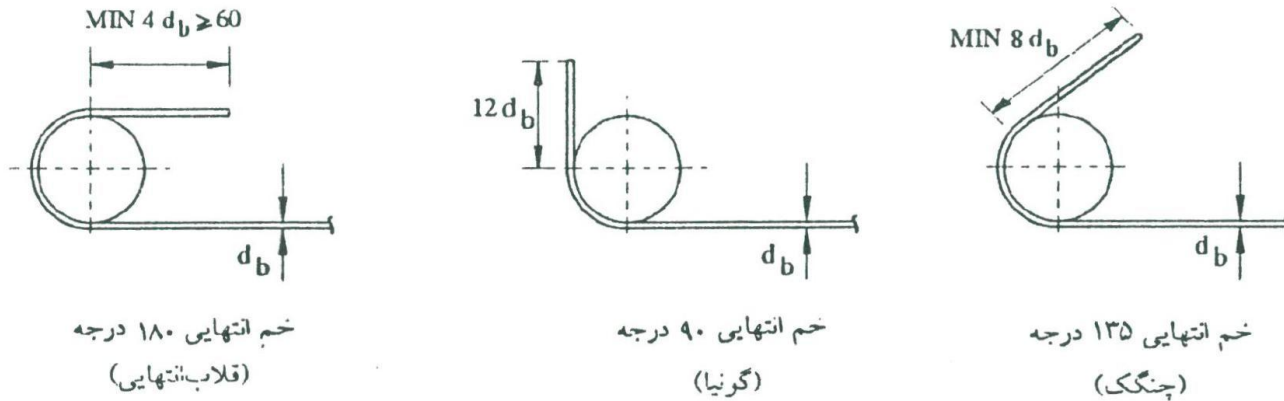
\* قلاب های استاندارد :

هر یک از خم های مشروحه زیر ، قلاب استاندارد تلقی می شود :

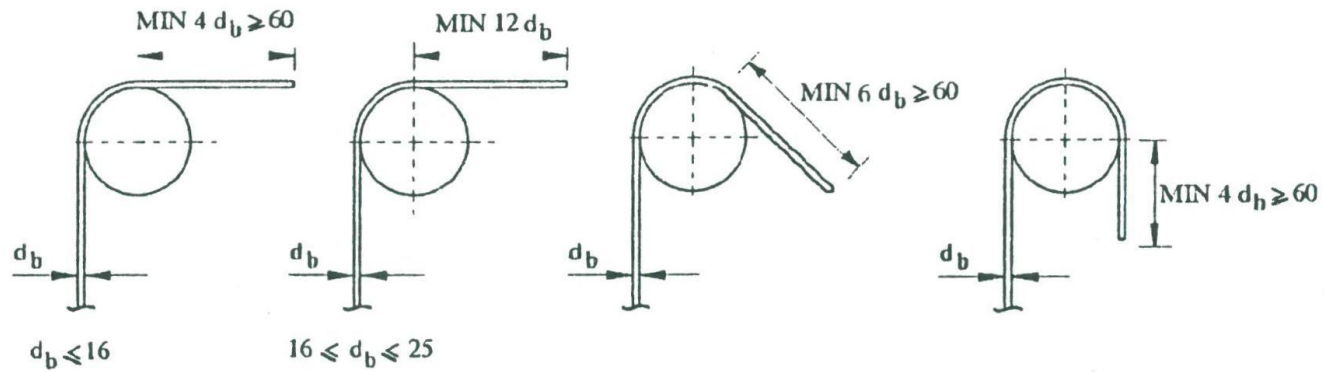
الف) میلگردهای اصلی :

- خم نیمدایره (قلاب انتهایی 180 درجه) به اضافه حداقل  
میلگرد
- 4 طول مستقیم ولی نه کمتر از 60 میلیمتر در انتهای آزاد
- خم 90 درجه (گونیا) به اضافه طول مستقیم برابر حداقل
- 12 در انتهای آزاد میلگرد
- خم 135 درجه (چنگک) به اضافه طول مستقیم حداقل
- 8 در انتهای آزاد میلگرد

شکل شماره 2 - قلابهای استاندارد



قلابهای استاندارد برای میلگرد (به جز خاموتها)



قلابهای استاندارد برای خاموتها

ب) خاموت ها :

6  $d_b$  طول مستقیم ولی نه کمتر از 60 میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد ، برای  
- خم 90 درجه (گونیا) به اضافه حداقل  
میلگردهای به قطر 16 میلیمتر و کمتر

12  $d_b$  طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد برای میلگردهای به قطر بیشتر از 16  
- خم 90 درجه (گونیا) به اضافه حداقل  
میلیمتر و کمتر از 25 میلیمتر

6  $d_b$  طول مستقیم ولی نه کمتر از 60 میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد  
- خم 135 درجه (چنگک) به اضافه حداقل

\* حداقل قطر خم در قلاب استاندارد :

الف) برای میلگردهای تحت کشش به جز خاموت و تنگ :

$d_b$  6 ----- برای میلگردهای 10 تا 25 میلیمتر

$d_b$  8 ----- برای میلگردهای بزرگتر از 25 تا 36 میلیمتر

$d_b$  10 ----- برای میلگردهای بزرگتر از 36 تا 57 میلیمتر

ب) برای قلاب های خاموت و تنگ :

$d_b$  4 ----- برای میلگردهای به قطر 16 میلیمتر و کوچک تر

$d_b$  6 ----- برای میلگردهای به قطر بزرگتر از 16 تا 25 میلیمتر



\* وصله میلگردها:

روش های متداول برای وصله میلگردها عبارتند از :

- وصله های پوششی (تماسی یا غیرتماسی)

- وصله های جوشی

- وصله های مکانیکی

- وصله های اتکایی

**\* وصله پوششی :**

وصله پوششی با قرار دادن دو میلگرد در مجاورت یکدیگر در یک طول مشخص انجام می گیرد. در وصله های پوششی تماسی دو میلگرد در تماس کامل با هم قرار می گیرند ولی در وصله های پوششی غیرتماسی می توان دو میلگرد را به فاصله حداکثر معادل مقادیر زیر قرار داد :

(1) در اعضای خمشی ، فاصله محور تا محور دو میلگرد وصله شونده نباید از { طول لازم برای وصله پوششی و یا 150 میلیمتر بیشتر باشد.

(2) سایر اعضا ، فاصله محور تا محور دو میلگرد وصله شونده ، نباید از 5 برابر قطر میلگرد کوچکتر ، بیشتر باشد.

(3) در وصله های پوششی غیرتماسی باید با میلگردهای عرضی عمود بر میلگردهای وصله شونده محصور شوند.

\* وصله های جوشی :

روشهای متداول برای وصله های جوشی عبارتند از :

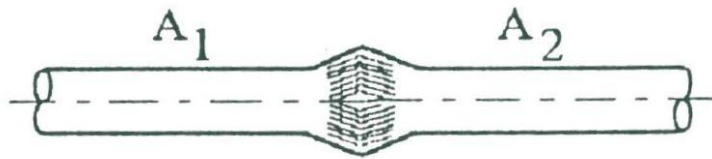
(الف) اتصال جوشی نوک به نوک خمیری (جوش الکتریکی تماسی)

(ب) اتصال جوشی ذوبی یا الکتروود (جوش با قوس الکتریکی)

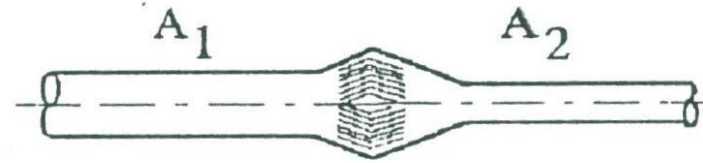
- وصله های جوش شده از نقطه نظر انتقال تنش بسیار خوب تلقی می شوند به شرط آن که با کیفیت بسیار عالی و تحت نظارت کامل انجام شود.

- اتصال جوشی نوک به نوک خمیری فقط در شرایط کارخانه ای و در صورتی مجاز است که قطر میلگردها از 10 میلیمتر برای فولادهای گرم نورد شده و یا 14 میلیمتر برای فولادهای سرد اصلاح شده کمتر نباشد و نسبت سطح مقطع دو میلگرد وصله شونده از 5/1 تجاوز نکند.

شکل شماره 3- جوش نوک به نوک



$$A_1 = A_2$$



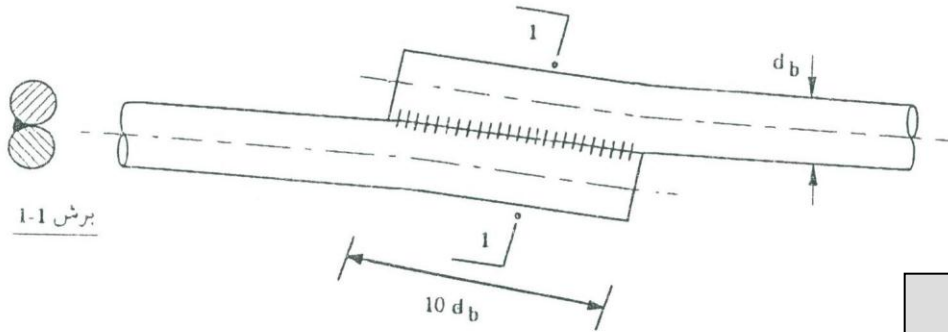
$$\frac{A_1}{A_2} \leq 1.5$$

- اتصال جوشی ذوبی با الکتروود در صورتی مجاز است که برای هر نوع فولاد از الکتروود و روش جوشکاری مناسب آن استفاده شود.

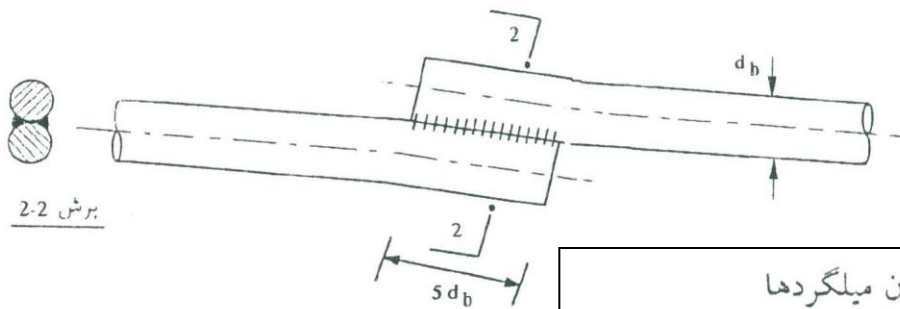
\* اتصال جوشی ذوبی با الکتروود به طور معمول به یکی از روش های زیر انجام می گیرد:

الف) اتصال جوشی پهلوی به پهلوی با جوش از یک رو یا دو رو که فقط برای میلگردهای گرم نورد شده با قطر 6 تا 36 میلیمتر مجاز است. در این روش طول نوار جوش از یک رو نباید کمتر از 10 برابر قطر میلگرد کوچکتر باشد و طول نوار جوش دو رو نباید کمتر از 5 برابر قطر میلگرد کوچکتر اختیار شود.

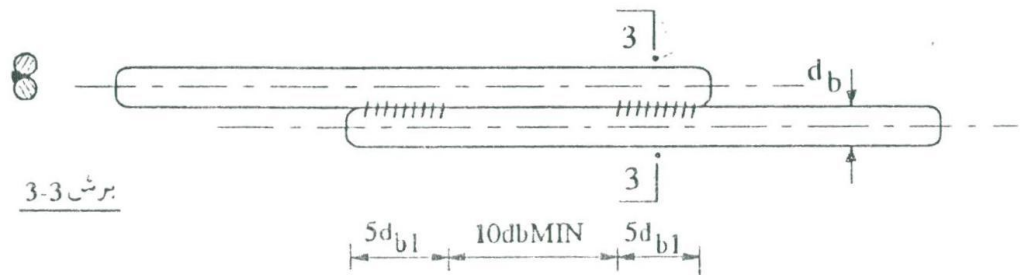
اتصال با نوار جوش یکطرفه



شکل (۵-۸) اتصال با نوار جوش دو طرفه



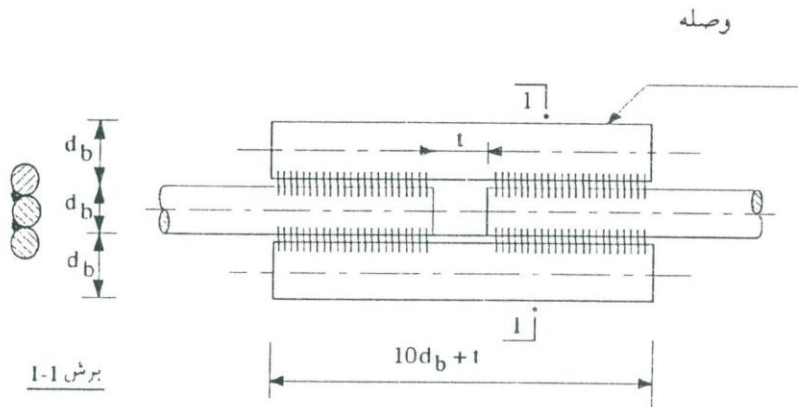
اتصال با نوار جوش بدون خم کردن میلگردها



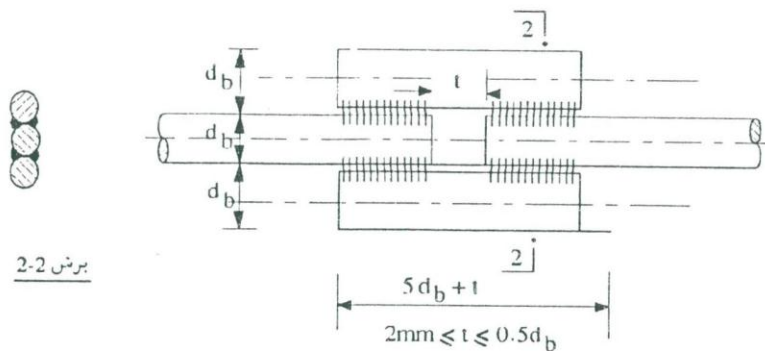
شکل شماره 4- اتصال جوشی پهلو به پهلو

ب) اتصال جوشی با وصله یا وصله های جانبی اضافه با جوش از یک رو یا دو رو ، فقط برای میلگردهای گرم نورد شده مجاز است. حداقل طول نوار جوش برای اتصال هر میلگرد به وصله یا وصله ها مشابه اتصال جوشی پهلو به پهلو است.

وصله های جوش شده از یک رو



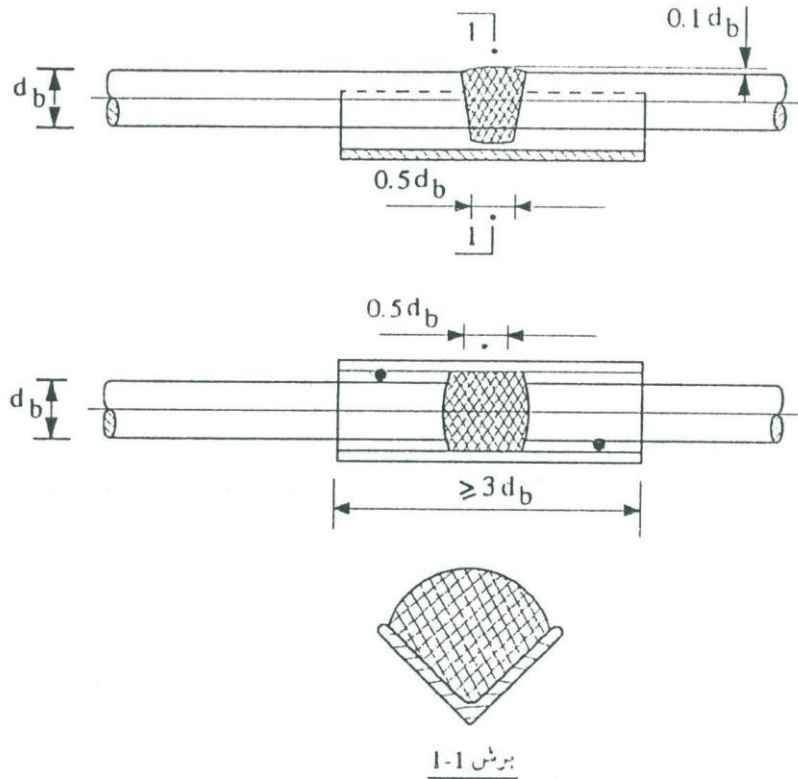
شکل (۸-۸) وصله های جوش شده از پشت و رو



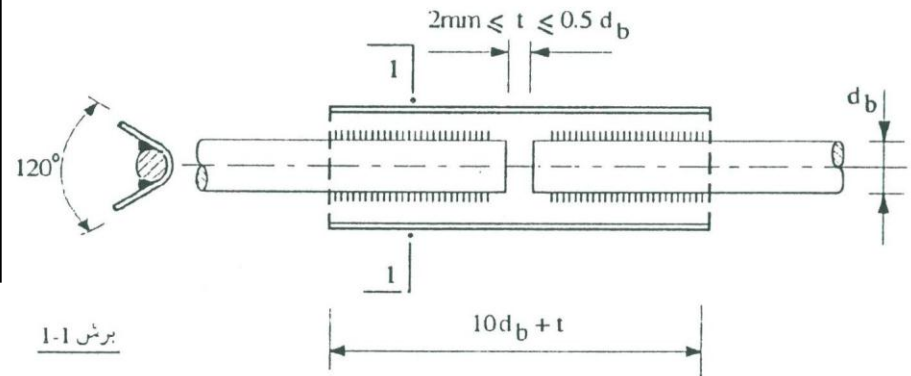
ج) اتصال جوشی نوک به نوک با پشت بند که در آن فاصله دو سر میلگردهای وصله شونده از هم باید معادل نصف آنها باشد و طول پشت بند نباید کمتر از 3 برابر قطر میلگردها برای فولادهای گرم نورد شده یا 8 برابر قطر میلگردها برای فولادهای سرد اصلاح شده اختیار شود. در این حالت دو سر دو میلگرد به هم جوش داده نمی شود. معمولاً وصله های جانبی از همان میلگردهای متصل شونده اختیار می شوند. همچنین استفاده از قطعه ای تسمه فولادی خم شده به زاویه 120 درجه در امتداد عرضی به عنوان وصله جانبی امکان پذیر است.



اتصال نوک به نوک با پشت بند نبشی

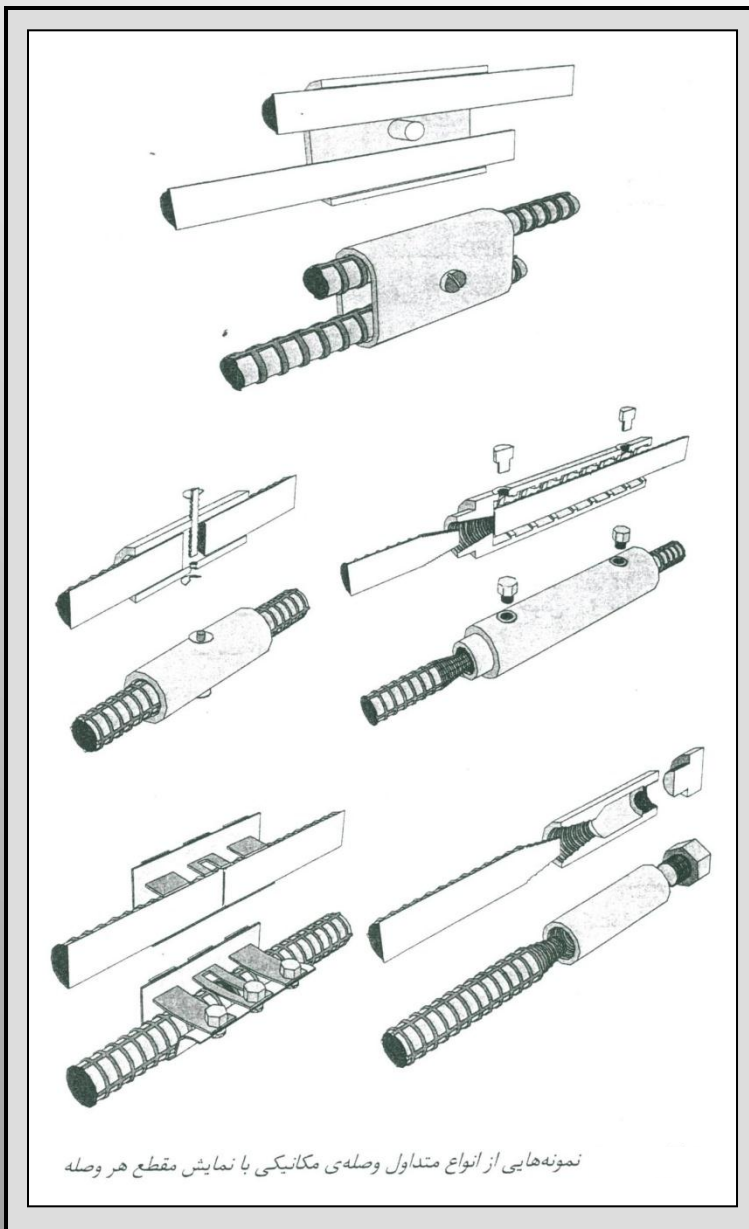


اتصال با یک وصله جانبی



### \* وصله مکانیکی :

وصله مکانیکی یک وسیله مکانیکی است که عمدتاً با پیچ کردن و ایجاد اصطکاک بین جداریه آن و میلگردها انتقال تنش کششی یا فشاری را از یک میلگرد به میلگرد بعدی فراهم می کند. وصله های مکانیکی ممکن است میلگردها را نوک به نوک و یا پهلو به پهلو در امتداد یکدیگر قرار دهند. همچنین امکان متصل کردن میلگردها با قطرهای متفاوت به صورت نوک به نوک یا پهلو به پهلو نیز توسط وصله های مکانیکی مخصوص فراهم است. طول لازم برای وصله های مکانیکی بستگی به جنس فلز وصله ، نحوه انتقال تنش در وصله و سایر مشخصات آن داشته و به قطر میلگردهای وصله شونده نیز وابسته است. این طول بر اساس نوع وصله مکانیکی و قطر میلگرد ، معمولاً توسط شرکت های تولید کننده تعیین می شوند.

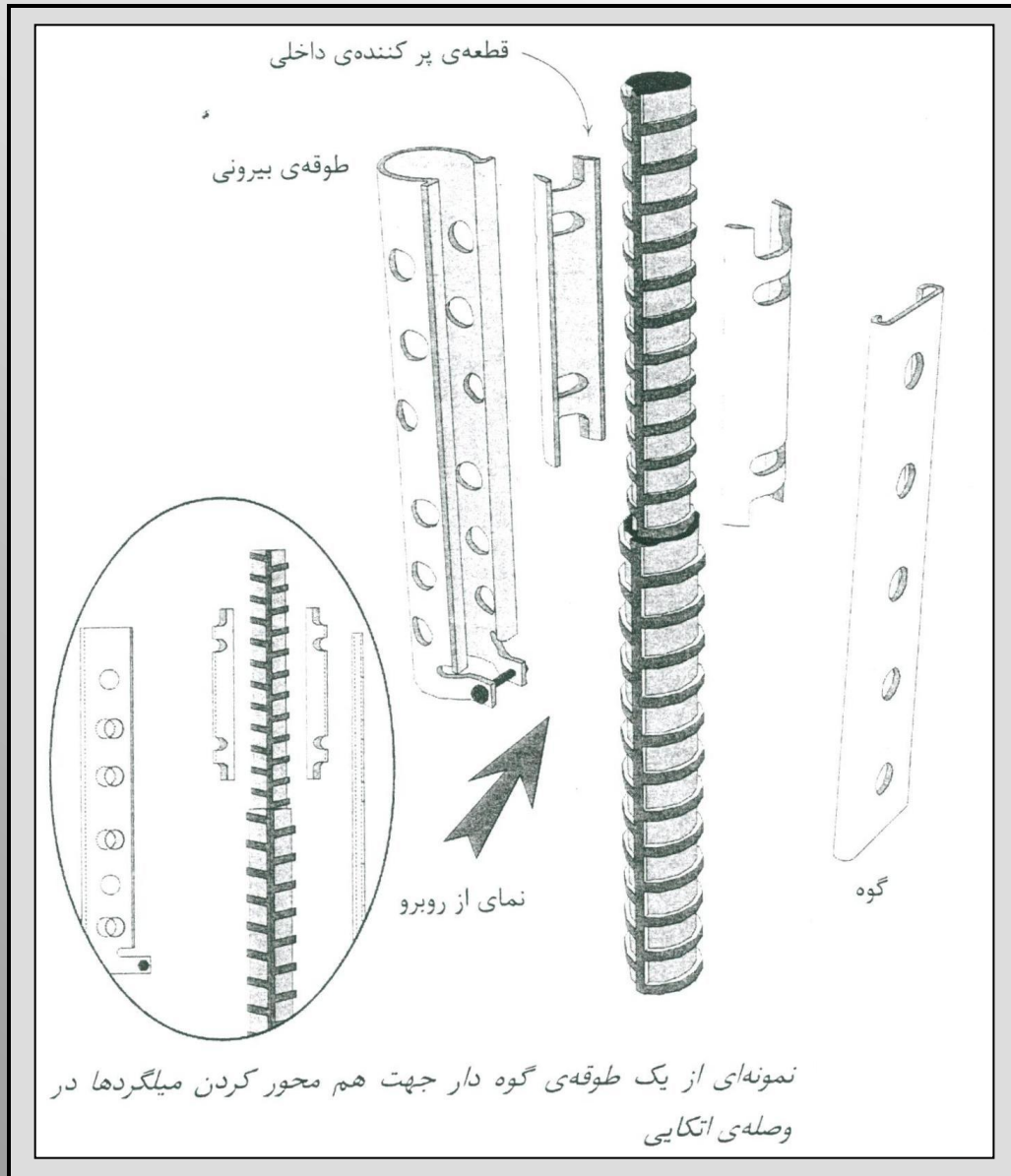


نمونه‌هایی از انواع متداول وصله‌ی مکانیکی با نمایش مقطع هر وصله

\* وصله های با انتهای اتکایی :

- وصله های با انتهای اتکایی برای انتقال تنش فشاری در میلگردهایی که فقط برای فشار مورد نیاز هستند قابل کاربرد می باشند. در وصله اتکایی ، انتهای میلگردها باید به صورت گونیا بریده شوند.

- وصله های با انتهای اتکایی باید فقط در اعضای با خاموت بسته یا دورپیچ به کار برده شوند.



\* گروه میلگردها :

در استفاده از گروه میلگردهای متوازی که در آنها میلگردها در تماس با هم بسته می شوند تا بصورت یک واحد عمل کنند ، ضوابط زیر باید رعایت شوند :

الف- تعداد میلگردهای هر گروه نباید از 4 در مورد گروه های قائم تحت فشار و 3 در سایر موارد تجاوز کند.

ب- در کلیه موارد تعداد میلگردهای هر گروه در محل وصله ها نباید بیشتر از 4 باشد.

ج- در گروه میلگردهای مرکب از بیش از دو میلگرد ، نباید محورهای کلیه میلگردها در یک صفحه واقع شوند. همین طور تعداد میلگردهایی که محور های آنها در یک صفحه واقع می شوند جز در محل وصله ها نباید بیش از دو باشند.

د- در تیرها نباید میلگردهای با قطر بزرگتر از 36 میلیمتر را بصورت گروهی بکار برد.