



◀ فصل سوم:

## مراحل اجرای سازه‌های بتنی

هدف کلی: آشنایی با مراحل اجرای سازه‌های بتنی  
هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند

- ۱- هدف از گودبرداری را بیان کند؛
- ۲- پی‌کنی را شرح دهد؛
- ۳- هدف از قالب‌بندی را توضیح دهد؛
- ۴- انواع قالب از نظر جنس مصالح را نام ببرد؛
- ۵- فرم‌های رایج میلگرد مصرفی در بتن مسلح را نام ببرد؛
- ۶- حداقل پوشش بتن برای محافظت میلگردها را بیان کند؛

## پیش‌آزمون

### سؤالات تشریحی

۱ - علت استفاده از قالب را شرح دهید.

.....

۲ - خاکبرداری و پی‌کنی چه تفاوت‌هایی دارند؟

.....

۳ - چند نوع قالب می‌شناسید؟

.....

۴ - عملکرد گوه در قالب‌بندی چیست؟

.....

۵ - علت استفاده از پایه‌های اطمینان چیست؟

.....

۶ - میلگردها را به چه روش‌هایی وصله می‌کنند؟

.....

۷ - رکابی در میلگردگذاری چیست؟

.....

### ۳-۱- خاکبرداری

در شروع عملیات ساختمانی برای رسیدن به سطح مناسب مورد نظر برای پی‌سازی، گاهی لازم است زمین را از مصالحی همچون قلوه سنگ، شن، ماسه و مصالح سست و ریزشی و لغزشی پاک نمود. به مجموعه عملیاتی که طی آن خاک نامناسب، با هر جنس و کیفیتی، از محل ساختمان برداشت می‌شود تا به سطح و عمق مناسب برای پی‌سازی برسند را خاکبرداری می‌گویند.

#### ۳-۱-۱- گودبرداری

منظور از گودبرداری، کندن و حفر زمین از سطح طبیعی آن با عمقی بیش از ۲ متر است. حداکثر عمق گودبرداری، تا روی پی باید در نظر گرفته شود. اگر محل گودبرداری کوچک باشد حفاری با وسایل دستی مانند: بیل و کلنگ انجام می‌گیرد. در غیر این صورت حفاری با وسایل مکانیکی (ماشین) مانند: لودر، بیل مکانیکی و... استفاده شود.



شکل ۳-۱- خاکبرداری با دست



شکل ۳-۲- خاکبرداری با ماشین



### ۳-۱-۱-۱- هدف از گودبرداری

هدف از گودبرداری عبارت است از:

- رسیدن به سطح (عمق) مورد نظر در طراحی معماری ساختمان
- رسیدن به زمین مناسب جهت اجرای پی ساختمان

مراحل گودبرداری در زمین‌های محدود و نامحدود متفاوت است؛ که در ذیل به شرح مختصری از آن پرداخته شده است.

### ۳-۱-۱-۲- گودبرداری در زمین‌های محدود

منظور از زمین محدود، زمین نسبتاً کوچکی است که اطراف آن ساختمان‌هایی وجود داشته باشد. گودبرداری‌هایی که در مجاورت بناهای موجود ایجاد می‌شوند، نباید به هیچ عنوان به پایداری این بناها چه در مرحله‌ی اجرا و چه در مرحله‌ی بهره‌برداری، آسیب وارد کنند. در این موارد برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های گود و ایجاد پایداری لازم در آنها قبل از اقدام به عملیات ساختمانی، می‌توان از سازه نگهبان موقت استفاده کرد.



شکل ۳-۳ - سازه نگهبان

سازه‌های نگهدارنده موقت را با توجه به نوع خاک، ارتفاع گود و فشار ناشی از ساختمان‌های مجاور می‌توان به شکل‌ها و روش‌های گوناگون اجرا کرد.



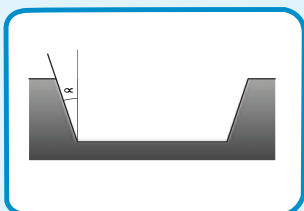
شکل ۳-۴- گودبرداری در زمین‌های محدود  
در تصاویر بالا اجرای سازه‌های نگهدارنده برای محافظت از ریزش ساختمان‌های مجاور نشان داده شده است

جدول شماره ۱-۳-  
اندازه زاویه  $\alpha$   
برای زمین‌های متفاوت

اندازه زاویه $\alpha$ (بر حسب درجه)	نوع زمین
۵	زمین دج
۱۰	زمین سفت
۳۰	زمین متوسط
۴۵	زمین ماسه‌ای
بیش‌تر از ۴۵	زمین سست و خاک دستی

۳-۱-۱-۳- گودبرداری در زمین‌های نامحدود

منظور از زمین نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی نباشد. برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های محل گودبرداری به داخل گود، معمولاً دیواره‌ی اطراف باید دارای شیب ملایم مانند شکل زیر باشد که با خط عمود زاویه‌ای به اندازه‌ی  $\alpha$  می‌سازد. اندازه‌ی این زاویه بستگی به نوع خاک محل گودبرداری دارد. هر قدر خاک محل سست‌تر باشد، اندازه‌ی زاویه  $\alpha$  بزرگ‌تر خواهد شد.



شکل ۳-۵- زاویه شیب  
خاکبرداری



شکل ۳-۶- گودبرداری در زمین‌های نامحدود



شکل ۳-۷- گودبرداری در زمین‌های نامحدود

### ۳-۱-۲- پی کنی

منظور از پی کنی، کندن محل پی‌های ساختمان و دیوارهای حایل، پایه پله‌ها در محوطه‌ی ساختمان و نظایر آن با دست یا ماشین آلات مناسب می‌باشد.



شکل ۳-۸- پی کنی



شکل ۹-۳- پی کنی در زمین‌های نامحدود

در رابطه با گودبرداری و پی کنی رعایت نکات زیر الزامی است:

- شکل و نوع حفاظت بدنه به عوامل مختلفی نظیر جنس خاک، عمق گودبرداری، مدت زمان لازم تداوم عملیات، وجود آب‌های زیرزمینی و غیره خواهد داشت و با توجه به عوامل یاد شده استفاده از سپر، حایل‌های نگهدارنده و پشت بند توصیه می‌شود.
- پی کنی و گودبرداری در محل‌هایی که در آن پی‌سازی پیش‌بینی شده می‌تواند طوری صورت گیرد که تا حد امکان به قالب‌بندی نیاز نبوده و بتوان از جبهه‌ی خاکبرداری شده با استفاده از پلاستیک یا روش‌های مشابه تأیید شده، استفاده نمود.



شکل ۱۰-۳- استفاده از پلاستیک در پی

- پی کنی و گود برداری باید تا رسیدن به بستر مناسب ادامه یابد.
- مصالح نامناسب و سست با مصالح مناسب و تأیید شده جایگزین شود.
- در صورتی که قسمتی از کف گود برداری شده سنگی و قسمتی دیگر خاکی باشد، برای استقرار سازه پی، باید بستر مناسب ساخته شود.

### ۲-۳- قالب‌بندی

برای احداث یک سازه بتن آرمه، باید بتن خمیری در قالب‌هایی ریخته شود تا پس از پرکردن تمام حجم قالب و سفت شدن، به شکل لازم درآید. قالب‌بندی یکی از قسمت‌های اجرایی بسیار دشوار و پرهزینه در سازه‌های بتن آرمه است. به طوری که می‌توان گفت معمولاً ۳۵ تا ۶۵ درصد مخارج ساخت هر سازه بتنی به قالب‌بندی آن اختصاص می‌یابد.



شکل ۱۱-۳- قالب‌بندی



شکل ۱۲-۳- اجزاء قالب‌بندی



شکل ۱۳-۳- پشت بند قالب





شکل ۱۴-۳- ویبراتور یا لرزاننده بتن داخل قالب

به مجموعه‌ای که برای نگهداری بتن در شکل مورد نظر تا زمان سخت شدن و رسیدن به مقاومت کافی، به کار می‌رود، **مجموعه قالب‌بندی** می‌گویند.  
**مجموعه قالب‌بندی شامل:** رویه قالب، بدنه قالب، پشت بندها، کلاف‌ها، میله‌های تنظیم و نظایر آن است.

### ۱-۲-۳- عملکردهای قالب

#### ■ قالب باید:

- بتن را در شکل مورد نظر نگه‌دارد؛
- به سطح آن نمای دلخواه دهد؛
- وزن بتن را تا زمان سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل کند؛
- بتن را در مقابل صدمات مکانیکی حفظ کند؛
- از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری نماید؛
- عایقی مناسب در برابر سرما و گرمای محیط باشد؛
- میلگردها و سایر قطعاتی را که داخل بتن قرار می‌گیرند در محل مورد نظر نگاه‌دارد؛
- در برابر نیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت کند؛
- بدون آسیب رساندن به بتن از آن جدا شود.

### ۲-۲-۳- انواع مصالح قالب

مصالح مناسب برای قالب باید با توجه به ملاحظات اقتصادی، ایمنی و سطح تمام شده مورد نظر، انتخاب شود.

- ۱- آجری      ۲- چوبی      ۳- فلزی      ۴- فایبر گلاس

**۱) قالب آجری:** در اغلب ساختمان‌های مسکونی کوچک برای پی‌سازی از قالب‌های آجری استفاده می‌شود.

زنجاب کردن بتن یعنی آجرها را قبل از به کار بردن، باید با آب اشباع کرد. در غیر این صورت آب ملات توسط آجر مکیده شده و ملات سخت می‌شود.



شکل ۱۵-۳- استفاده از قالب آجری برای اجرای پی

این دیوارها در بعضی از مواقع پس از خودگیری بتن برداشته شده و در اغلب موارد به عنوان قالب دائمی در زمین باقی می‌ماند. در اجرای خوب، معمولاً آجرها را زنجاب کرده و از ملات سیمانی جهت اندود نمای داخلی استفاده می‌کنند.

**۲) قالب چوبی:** چوب به علت سبکی و سهولت کاربرد آن یکی از متداول‌ترین و قدیمی‌ترین مصالح مصرفی در قالب‌بندی است. چوب مورد مصرف در قالب باید، صاف، بدون پیچ و تاب، سالم و بدون گره باشد. قالب‌های چوبی در تیرها و سقف کاربرد وسیع دارند. بعضی قالب‌های چوبی به صورت پیش‌ساخته و یا به صورت قطعاتی آماده در محل اجرا، به یکدیگر متصل می‌شوند.

**۳) قالب فلزی:** با پیشرفت صنعت قالب‌سازی، استفاده از قالب‌های فلزی در دنیا رواج بیشتری یافته است. امروزه در اغلب موارد و بر حسب نوع کار برای ساختن قطعات بتنی از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود. قالب‌های فلزی در مجموع گران‌تر از قالب‌های چوبی می‌باشند و هنگامی مقرون به صرفه خواهند بود که چندین ساختمان مشابه را بخواهند پشت سرهم بتن‌ریزی کنند. در این صورت از یک قالب به دفعات متعدد استفاده می‌شود. بعضی از این قالب‌ها ۱۰ هزار بار ضریب تکرار دارند و از کیفیت و کارایی بسیار بالایی برخوردار هستند.



شکل ۱۶-۳- استفاده از قالب چوبی برای اجرای تیر بتنی



شکل ۱۷-۳- استفاده از قالب فلزی برای اجرای پایه پل



شکل ۱۹-۳- اجرای دیوار بتنی  
فایبر گلاس برای

۴) قالب‌هایی از جنس مواد شیمیایی (فایبرگلاس، پلی اتیلن و...): این قالب‌ها معمولاً در قسمت بدنه‌ی قالب کاربرد زیادی دارد. اما گاهی نگه دارنده‌ها و پشت‌بندها نیز از فایبرگلاس و پلی اتیلن ساخته می‌شود. مزیت ویژه‌ی آن‌ها سبکی، نفوذ ناپذیری و سرعت اجرایی زیادی است.



شکل ۱۸-۳- استفاده از قالب فایبرگلاس برای اجرای پی بتنی



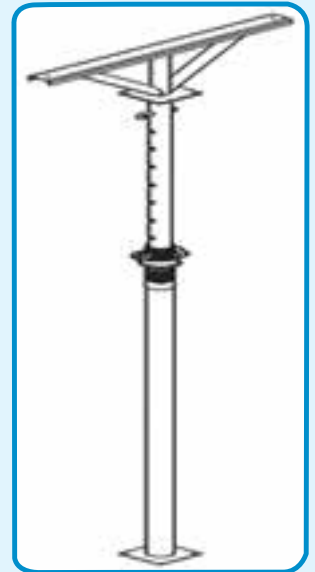
شکل ۲۰-۳- قالب رونده (لغزنده)

### برای مطالعه ...

۵) قالب‌های رونده و لغزنده: قالب‌های لغزنده بیش تر در بتن ریزی‌های پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت بتن به گونه‌ای طراحی می‌شود تا در زمان معین که قالب آن را در بر می‌گیرد، مقاومت اولیه را کسب کرده و نیاز به وجود قالب را از دست بدهد. سرعت پیشروی قالب ۲ تا ۳ سانتی متر در دقیقه است. کاربرد این گونه قالب معمولاً در بتن ریزی کندوهای سیلو، منابع آب و برج‌های مخابراتی است.

### ۳-۲-۳- داربست و شمع‌های قالب

شمع وسیله‌ای است که برای نگهداری و استقرار قالب‌های سقفی و ثابت نگاه داشتن ستون‌های تکی استفاده می‌شود. شمع‌ها معمولاً از چوب یا لوله‌های فلزی ساخته می‌شود. در شمع‌های فلزی، در طول لوله سوراخ‌هایی تعبیه شده که بتوان از طریق آن‌ها ارتفاع شمع را تنظیم کرد.



شکل ۲۲-۳- شمع فلزی کامل  
تنظیم ارتفاع



شکل ۲۱-۳- استفاده از شمع‌های فلزی جهت نگهداری قالب‌ها

شمع‌های چوبی که برای اجرای سقف‌های بتنی درجا و نگه‌داشتن قالب تیرهای بتن مسلح استفاده می‌شود، بیش‌تر از چوب‌های صاف و بدون گره ساخته شده به صورت منفرد یا همراه با دستک‌های چوبی به کار می‌روند. برای تنظیم ارتفاع شمع‌های چوبی از وسیله‌ای به نام گوه استفاده می‌شود. که به صورت دوتایی در زیر شمع چوبی قرار داده می‌شود.



شکل ۲۳-۳- سوراخ‌های روی  
شمع فلزی جهت تعیین ارتفاع مناسب



شکل ۲۴-۳- استفاده از شمع‌های چوبی جهت نگهداری قالب‌ها



شکل ۲۵-۳- استفاده از گوه جهت  
تنظیم ارتفاع

### ■ داربست‌های سقفی

نگهداری قالب سقف به هنگام اجرا با توجه به موقعیت آن به چند طریق امکان‌پذیر است. یک روش استفاده از نگهدارنده‌های خاصی است که می‌توان برای کار در ارتفاع بالا یا برای ستون‌های عمودی یا برای سقف‌های کم‌ارتفاع در ساختمان‌های چند طبقه روی پایه‌ها قرار گیرد.



شکل ۳-۲۶- داربست فلزی

### ■ ۳-۲-۴- قالب‌بندی اجزاء مختلف سازه

■ قالب‌ها را می‌توان بر اساس کاربردهای مختلف دسته‌بندی کرد. که از آن جمله است:

#### ۱- قالب فونداسیون



شکل ۳-۲۷- قالب چوبی برای اجرای پی



شکل ۳-۲۸- قالب فلزی برای اجرای پی

## ۲- قالب ستون



شکل ۳-۲۹- قالب آجری برای اجرای پی



شکل ۳-۳۰- اجرای قالب پی با استفاده از بلوک بتنی



شکل ۳-۳۱- قالب فایبرگلاس برای اجرای پی



شکل ۳-۳۳- قالب فلزی برای ستون بتنی با مقطع دایره



شکل ۳-۳۲- قالب فلزی برای ستون بتنی با مقطع چهارگوش



شکل ۳-۳۴- قالب فلزی برای ستون

### ۳- قالب دیوار



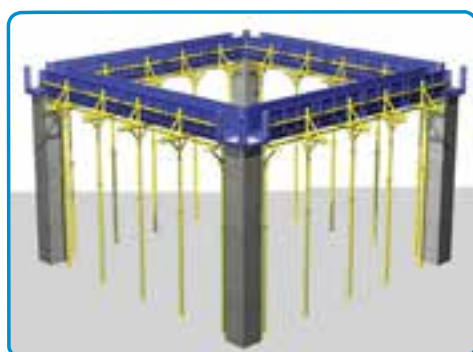
شکل ۳-۳۶- قالب فایبر گلاس  
برای اجرای دیوار بتنی



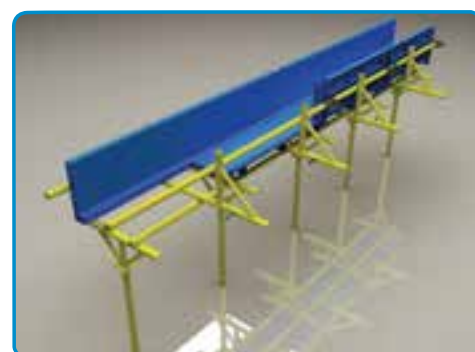
شکل ۳-۳۵- قالب فلزی برای اجرای دیوار بتنی



### ۴- قالب تیر و دال



شکل ۳-۳۷- استفاده از قالب فلزی برای اجرای تیر بتنی



شکل ۳-۳۹- استفاده از قالب  
چوبی برای اجرای تیر



شکل ۳-۳۸- استفاده از قالب فلزی برای اجرای دال بتنی

### ۵- قالب پله



شکل ۳-۴۰- استفاده از قالب فلزی برای اجرای پله بتنی



شکل ۳-۴۱- استفاده از قالب چوبی برای اجرای پله بتنی

### ۶-۲-۳- قالب برداری

مدت زمان لازم از موقع بتن‌ریزی تا هنگام جداسازی قالب‌ها در کارهای مختلف متفاوت است. قالب باید وقتی برداشته شود که بتن قادر به تحمل تنش‌ها و تغییر شکل‌های وارده باشد. این مدت به نوع بتن استفاده شده، آب و هوا، وضعیت محیطی محل اجرا و نحوه‌ی عمل آوردن بتن، بستگی دارد. عملیات قالب‌برداری و جمع کردن پایه‌ها باید گام به گام بدون ضربه و اعمال فشار، چنان صورت گیرد که اعضاء و قطعات، تحت بارهای ناگهانی قرار نگیرند، بتن صدمه نبیند و خدشه‌ای به ایمنی و قابلیت بهره‌برداری قطعات وارد نشود.



شکل ۳-۴۲- قالب برداری



پس از جداسازی قالب نیز باید تا مدتی از برخورد هرگونه جسمی به سازه‌ی بتنی جلوگیری شود. برای پیشگیری از بروز تغییر شکل‌های تابع زمان در قطعات بتن آرمه تازه قالب‌برداری شده، پس از برداشتن قالب، پایه‌هایی در زیر آن‌ها باقی گذاشته می‌شوند که پایه‌های اطمینان نام دارند. حداکثر فاصله بین دو پایه اطمینان ۳ متر می‌باشد.



شکل ۴۳-۳- استفاده از پایه‌های اطمینان پس از قالب‌برداری سقف

جدول شماره ۲-۳- حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

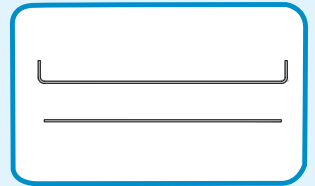
دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)				نوع قالب بندی	
صفر تا ۷ درجه	۸ تا ۱۵ درجه	۱۶ تا ۲۳ درجه	۲۴ درجه و بیش‌تر	قالب‌های قائم	
۳۰ ساعت	۱۸ ساعت	۹ ساعت	۹ ساعت	قالب‌زیرین	دالها
۱۰ شبانه روز	۶ شبانه روز	۴ شبانه روز	۳ شبانه روز	پایه‌های اطمینان	
۲۵ شبانه روز	۱۵ شبانه روز	۱۰ شبانه روز	۷ شبانه روز	قالب‌زیرین	تیرها
۲۵ شبانه روز	۱۵ شبانه روز	۱۰ شبانه روز	۷ شبانه روز	پایه‌های اطمینان	
۲۶ شبانه روز	۲۱ شبانه روز	۱۴ شبانه روز	۱۰ شبانه روز		

### ۳-۳- آرماتور بندی

در قسمت‌های مختلف قطعات بتنی، آرماتور را به شکل‌های مختلف فرم داده، داخل قالب قرار می‌دهند. سپس بتن آماده را که از قبل تهیه شده است داخل قالب ریخته تا آرماتورها به طور کامل در آن دفن شوند. تنها خصوصیتی که موجب می‌شود بتن و فولاد بایکدیگر نیروها را تحمل کنند؛ خاصیت چسبندگی بین آن دو می‌باشد. در این قسمت به شرح مختصری درباره آرماتورگذاری و قوانین حاکم بر آن پرداخته خواهد شد.

#### ۳-۳-۱- فرم‌های رایج میلگرد مصرفی

(۱) میلگرد طولی (راستا) و عرضی: برای افزایش مقاومت کششی بتن به کار برده می‌شود.



شکل ۳-۴۴- میلگرد طولی

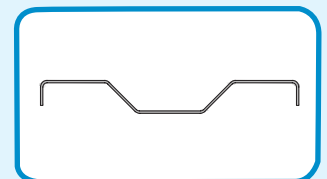


شکل ۳-۴۶- میلگرد طولی کف پی



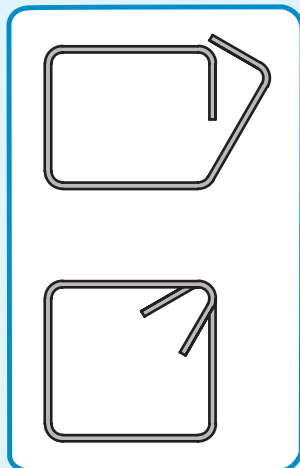
شکل ۳-۴۵- میلگرد طولی در تیر

(۲) میلگرد ادکا: برای تحمل لنگرهای مثبت و منفی دو تکیه گاه‌های تیر (تیر یکسره) و برای تحمل نیروی برشی کاربرد دارد.



شکل ۳-۴۷- میلگرد ادکا

۳) خاموت (تنگ): برای جلوگیری از بیرون زدگی آرماتورهای طولی در اثر کمانش و تحمل نیروهای برشی و گسترش ترک استفاده می شود.



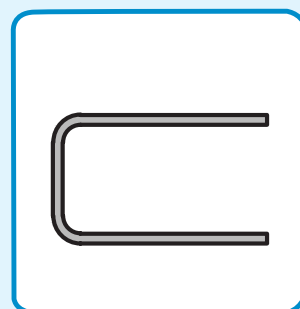
شکل ۴۹-۳- خاموت



شکل ۴۸-۳- خاموت

۴) رکابی: برای امتداد نگاه داشتن آرماتورهای طولی یا عمودی در بتن ریزی دیوارهای بتنی کاربرد دارد.

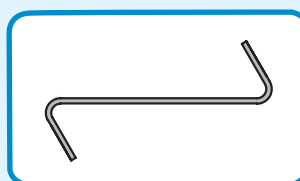
۵) سنجاقک: برای تقویت مقاومت برشی خاموت ها و اتصال کامل بین میلگردهای طولی و خاموت کاربرد دارد.



شکل ۵۱-۳- رکابی

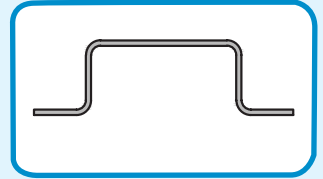


شکل ۵۰-۳- کاربرد سنجاقک در میلگرد گذاری ستون



شکل ۵۲-۳- سنجاقک

۶) **خرک:** برای نگهداری (مونتاز) و حفظ فاصله بین دو شبکه میلگرد در فونداسیون‌ها و بتن ریزی‌های کف استفاده می‌گردد.



شکل ۳-۵۴- خرک



شکل ۳-۵۵- استفاده از خرک در میلگرد گذاری دال



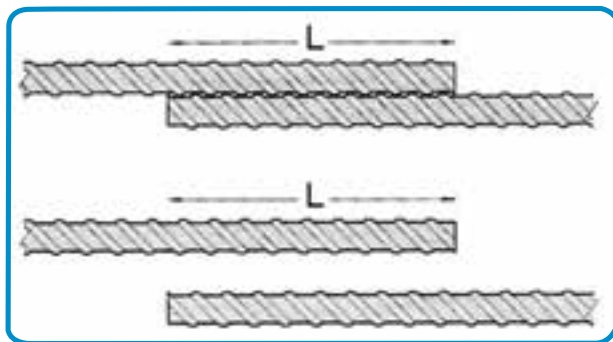
شکل ۳-۵۳- استفاده از خرک در میلگرد گذاری پی

### ۲-۳-۳- وصله میلگردها

چنانچه نیاز به افزایش طول میلگرد باشد، از وصله کردن و اضافه نمودن میلگردی دیگر، به میلگرد اصلی، امکان پذیر است. روش‌های متداول برای وصله میلگردها عبارت‌اند از:

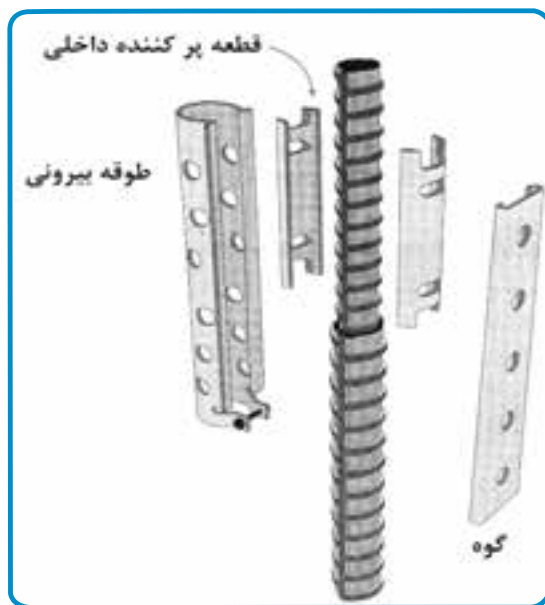
- ۱- وصله‌های پوششی
- ۲- وصله‌های اتکائی
- ۳- وصله‌های جوشی
- ۴- وصله‌های مکانیکی

۱- **وصله‌های پوششی:** وصله پوششی با قرار دادن دو میلگرد در مجاورت یکدیگر در یک طول مشخص انجام می‌گیرد. طولی که دو میلگرد باید در مجاورت هم قرار داده شوند، به نام «طول وصله»، و یا «طول پوشش» خوانده می‌شود.



شکل ۳-۵۶- وصله پوششی

۲- وصله های اتکائی: که با بر روی هم قرار دادن دو انتهای میلگردهای فشاری عملی می گردد.

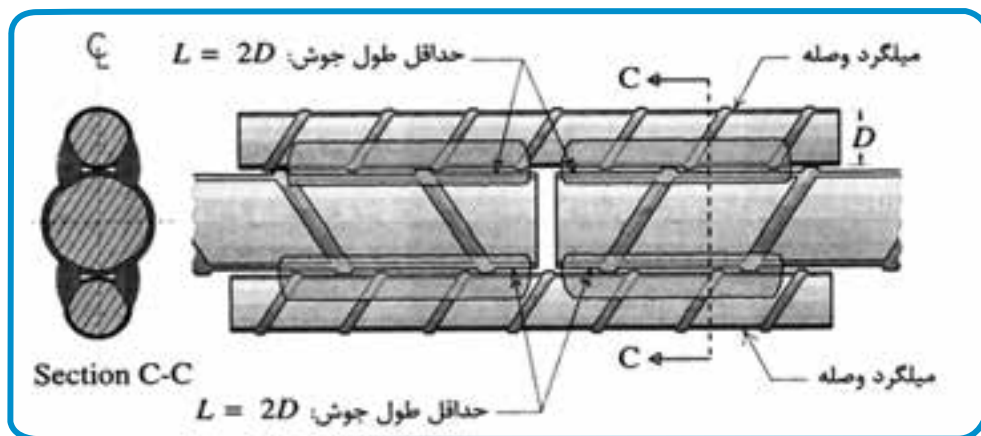


شکل ۵۷-۳- وصله اتکائی

۳- وصله های جوشی: که با جوش دادن دو میلگرد به یکدیگر انجام می شود؛

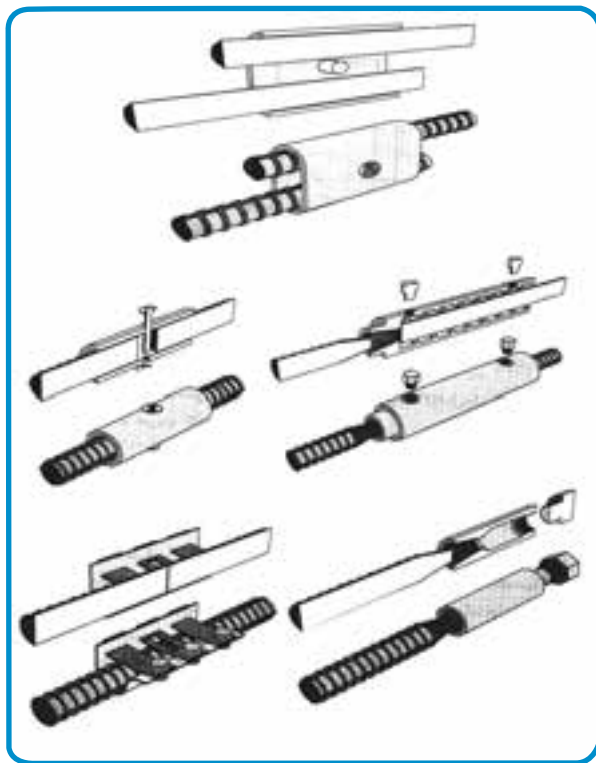
■ باید به یکی از روش های زیر انجام شود.

- اتصال سر به سر (نوک به نوک) مستقیم
- اتصال سر به سر (نوک به نوک) غیر مستقیم
- اتصال پوششی جوش شده



شکل ۵۸-۳- اتصال پوششی جوش شده

۴- وصله‌های مکانیکی: که با به‌کارگیری وسایل مکانیکی خاص حاصل می‌شود.



شکل ۵۹-۳- وصله مکانیکی

### ۳-۳-۳- فاصله میلگردها

فاصله آزاد دو میلگرد موازی نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کم‌تر باشد:

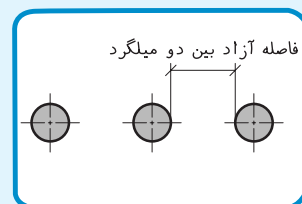
۱- قطر میلگرد بزرگتر

۲- ۲۵ میلی‌متر

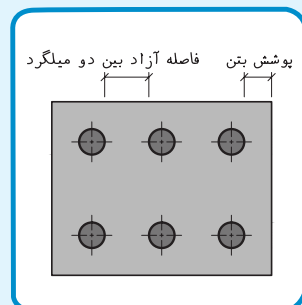
۳-  $\frac{1}{33}$  برابر قطر اسمی بزرگ‌ترین سنگدانه بتن

### ۳-۳-۴- پوشش بتن روی میلگردها (Cover)

حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی یا عرضی تا نزدیک‌ترین سطح آزاد بتن را پوشش بتن می‌گویند. پوشش بتن، حفاظت فولاد را در مقابل عوامل طبیعی، اکسید شدن و تأثیر مواد شیمیایی و همچنین حریق، به عهده دارد. مقدار این پوشش در آئین نامه بتن



شکل ۶۰-۳- فاصله آزاد میلگردها



شکل ۶۱-۳- پوشش بتن

روی میلگردها



شکل ۶۳-۳- فاصله نگهدار

مسلح هر کشوری فرق می کند. ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها بر حسب وضعیت محیطی، کیفیت بتن و نوع قطعه مورد نظر نباید از مقادیر مندرج در جدول زیر کم تر باشد.



شکل ۶۲-۳- فاصله نگهدار

جدول شماره ۳-۳- مقادیر حداقل پوشش بتنی

نوع شرایط محیطی	نوع قطعه	مقادیر				
		ملايم	متوسط	شدید	بسیار شدید	فوق العاده شدید
تیرها و ستون ها		۳۵	۴۵	۵۰	۶۵	۷۵
دالها، دیوارها و تیرچه ها		۲۰	۳۰	۳۵	۵۰	۶۰
پوسته ها، صفحات پلیسه ای		۱۵	۳۵	۳۰	۴۵	۵۵

\* اعداد جدول بر حسب میلی متر محاسبه شده است

**تذکر:** با توجه به توصیه آئین نامه ایران، پوشش بتنی برای کف فونداسیون ۷۵ میلی متر است.

■ ضخامت پوشش بتن روی میلگردها نباید کم تر از مقادیر زیر انتخاب شود:

- قطر میلگردها
- بزرگترین اندازه اسمی سنگ دانه ها تا ۳۲ میلی متر و یا ۵ میلی متر بیش تر از بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه بیش تر از ۳۲ میلی متر

## برای مطالعه ...

### انواع شرایط محیطی:

الف: شرایط محیطی ملایم: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن هیچ نوع عامل مهاجم از قبیل رطوبت، تعریق، تر و خشک شدن متناوب، یخ زدن و ذوب شدن، سرد و گرم شدن متناوب، تماس با خاک مهاجم یا غیر مهاجم، مواد خورنده، فرسایش شدید، عبور وسایل نقلیه یا ضربه موجود نباشد.

ب: شرایط محیطی متوسط: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی، در معرض رطوبت و گاهی تعریق قرار می‌گیرند.

ج: شرایط محیطی شدید: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی، در معرض رطوبت یا تعریق شدید یا تر و خشک شدن متناوب یا یخ زدن و ذوب شدن، سرد و گرم شدن متناوب نه چندان شدید، قرار می‌گیرند.

د: شرایط محیطی بسیار شدید: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی، در معرض گازها، آب و فاضلاب ساکن با حداکثر ۵، مواد خورنده، یا رطوبت همراه با یخ زدن و آب شدن شدید، قرار می‌گیرند.

### ۵-۳-۳- خم کردن میلگردها

کلیه میلگردها باید با رعایت مقررات تعیین شده در آئین نامه و به صورت سرد خم شود. خم کردن میلگرد باید حتی المقدور به طور مکانیکی به وسیله ماشین مجهز به فلکه خم کن و با یک عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد. طوری که قسمت خم شده دارای شعاع و انحنا ثابتی باشد.





۱



۲



۳

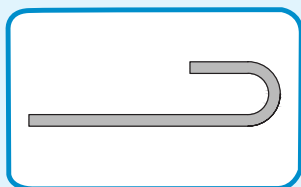


۴

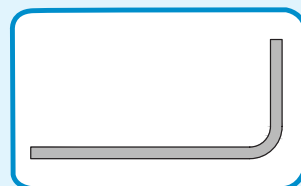


۵

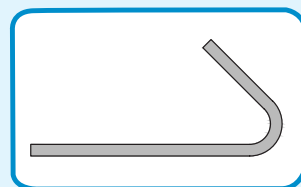
شکل ۳-۶۴ - خم کردن میلگرد



شکل ۳-۶۵ - خم نیم دایره



شکل ۳-۶۶ - خم گونیا



شکل ۳-۶۷ - خم چنگک

تذکر: باز و بسته کردن خم ها به منظور شکل دادن مجدد به میلگردها مجاز نیست.

■ فرم خم های استاندارد:

- خم نیم دایره (۱۸۰ درجه)

- خم گونیا (۹۰ درجه)

- خم چنگک (۱۳۵ درجه)

## سوالات چهار گزینه‌ای ...

۱) چرا سطح قالب آجری پی را با پلاستیک می پوشانند؟

- الف - جلوگیری از تبخیر سریع بتن پی
- ب - جلوگیری از جذب آب بتن توسط آجرها
- ج - جلوگیری از نفوذ رطوبت زمین به بتن
- د - عایق بندی بهتر فونداسیون

۲) علائم روبرو به ترتیب شماره، عبارت است از:



- الف - خاموت - رکابی - خرک - ادکا
- ب - رکابی - خرک - خاموت - ادکا
- ج - ادکا - خاموت - رکابی - خرک
- د - رکابی - خرک - ادکا - خاموت

۳) علت رعایت پوشش بتن در سازه‌های بتنی چیست؟

- الف - حفاظت از میلگردها
- ب - حفاظت از دانه بندی
- ج - جهت زیبایی سازه بتنی
- د - بالا رفتن مقاومت کششی

۴) آرماتور خاموت چه مقاومتی در بتن را افزایش می دهد؟

- الف - مقاومت کششی
- ب - مقاومت فشاری
- ج - مقاومت برشی
- د - مقاومت خمشی

۵) برای حفظ فاصله بین دو شبکه میلگرد در فونداسیون‌ها، از میلگرد به فرم ..... استفاده می‌شود.

الف - خرک

ب - راستا

ج - خاموت

د - ادکا

۶) نقش میلگرد به فرم رکابی در دیوار برشی چیست؟

الف - برای تقویت مقاومت برشی

ب - حفظ فاصله شبکه میلگرد

ج - برای تقویت مقاومت خمشی

د - در امتداد نگه‌داشتن میلگرد طولی یا عمودی

۷) در میلگردهای اصلی، حداقل طول قلاب انتهایی برای خم ۹۰ درجه، چه قدر است؟

الف -  $20 d_b$

ب -  $15 d_b$

ج -  $10 d_b$

د -  $5 d_b$

۸) حداقل پوشش آزاد بتن در ستون‌ها ..... است.

الف -  $4/5$  سانتی‌متر

ب -  $5$  سانتی‌متر

ج -  $2/5$  سانتی‌متر

د -  $3/5$  سانتی‌متر

۹) زمان لازم برای باز کردن قالب ستون‌ها ..... تا ..... ساعت است.

الف - ۱۲ - ۳۰

ب - ۱۲ - ۱۸

ج - ۹ - ۳۰

د - ۹ - ۱۸

۱۰) حداکثر فاصله بین دو پایه اطمینان چه قدر است؟

الف - ۲ متر

ب - ۳ متر

ج - ۴ متر

د - ۵ متر

### سوالات تشریحی ...

- ۱ - چهار مورد از عملکرد قالب را بیان کنید.
- ۲ - هدف از گودبرداری چیست؟
- ۳ - اصطلاحات زیر را تعریف کنید.  
الف) خاکبرداری      ب) پی کنی
- ۴ - انواع قالب از نظر جنس مصالح را نام ببرید.
- ۵ - عملکرد گوه در قالب بندی چیست؟
- ۶ - علت استفاده از پایه‌های اطمینان را بیان کنید.
- ۷ - منظور از وصله میلگرد چیست؟ انواع آن را نام ببرید.
- ۸ - علت استفاده از فرم سنجاقک در میلگرد گذاری چیست؟
- ۹ - وصله جوشی را به طور کامل شرح دهید.
- ۱۰ - پوشش بتن را تعریف کنید.