

# واحد کار سوّم

## پی سازی ساده و کنترل فونداسیون

هدف کلی:  
اجرای پی ساده و کنترل فونداسیون

هدف های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- نکات ایمنی در پی سازی را توضیح دهد.
- ۲- انواع پی سازی را توضیح دهد.
- ۳- مصالح مورد نیاز پی سازی را نام ببرد.
- ۴- ابزار و وسایل پی سازی ساده را نام ببرد.
- ۵- روش های پی سازی را شرح دهد.
- ۶- اصول کنترل فونداسیون در مراحل قالب بندی و آرماتور گذاری و بتن ریزی را توضیح دهد.
- ۷- اصول پی سازی ساده را شرح دهد.
- ۸- پی سنگی را اجرا کند.
- ۹- پی آجری را اجرا کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۵	۱۵	۲۰



### پیش آزمون (۳)



- ۱- چه عاملی بین کرسی چینی و زمین قرار می گیرد؟  
 (الف) دیوار (ب) فونداسیون (ج) پی (د) موارد ب و ج
- ۲- معمولاً لباس کار بنا از چه رنگی انتخاب می شود؟  
 (الف) سیاه (ب) سفید و روشن (ج) سرمه ای (د) قهوه ای
- ۳- برای عملیات بتن ریزی از چه نوع کفشی استفاده می شود؟  
 (الف) پوتین (ب) کتانی (ج) چکمه لاستیکی (د) راحتی
- ۴- زاویه شیب پی شفته آهکی چند درجه است؟  
 (الف) ۳۰ درجه (ب) ۴۵ درجه (ج) ۶۰ درجه (د) ۹۰ درجه
- ۵- آهک در پی شفته آهکی بهتر است به چه صورت مصرف شود؟  
 (الف) سنگ آهک (ب) پودر آهک شکفته (ج) شیرهای آهک (د) خمیر آهک
- ۶- کدام یک از پی های زیر مورد استفاده ی چندانی ندارند؟  
 (الف) پی شفته آهکی (ب) پی بتنی (ج) پی آجری (د) پی سنگی
- ۷- پی مورد استفاده برای دیوارهای باربر آجری، پی..... می باشد؟  
 (الف) پی نواری (ب) پی تکی (ج) پی باسکولی (د) پی گسترده
- ۸- پی سازی را توضیح دهید.  
 جواب در دو سطر:

.....  
 .....

- ۹- پی مورد استفاده در کنار رودخانه یا کوه برای جلوگیری از ریزش کدام است؟  
 (الف) پی شفته آهکی (ب) پی بتنی (ج) پی آجری (د) پی سنگی
- ۱۰- ملات مورد استفاده در پی سنگی، ملات..... می باشد.  
 (الف) ماسه و سیمان (ب) باتارد (ج) گل آهک (د) موارد الف و ب
- ۱۱- به نظر شما مقاوم ترین نوع سنگ مصنوعی کدام است؟  
 (الف) آجر (ب) سنگ (ج) فولاد (د) بتن
- ۱۲- دلیل استفاده از بتن مگر در کف پی را شرح دهید.  
 جواب در یک سطر:

.....

۱۳- متداول ترین نوع پی در ساختمان کدام است؟

- الف) آجری      ب) بتنی      ج) سنگی      د) بتن مسلح
- ۱۴- دلیل اجرای پی ها به صورت پلکانی یا هرم ناقص را بنویسید.
- جواب در یک سطر:

۱۵- عبارت « بتن آرمه » یعنی چه؟

جواب در یک سطر:

۱۶- بهترین نوع پی برای ساختمان های معمولی در مناطق زلزله خیز کدام است؟

- الف) منفرد      ب) کلاف شده      ج) باسکولی      د) صفحه ای
- ۱۷- پی مشترک را شرح دهید.
- جواب در یک سطر:

۱۸- پی مورد استفاده در ساختمان های بزرگ و آسمانخراش ها، کدام نوع پی است؟

- الف) منفرد      ب) کلاف شده      ج) باسکولی      د) صفحه ای

۱۹- درجه حرارت پخت سنگ آهک چند درجه سانتی گراد می باشد؟

- الف) ۸۰۰ درجه      ب) ۹۰۰ درجه      ج) ۱۰۰۰ درجه      د) ۱۱۰۰ درجه

۲۰- شن مورد استفاده در بتن بهتر است به چه صورت باشد؟

- الف) گرد گوشه      ب) تیز گوشه      ج) پولکی      د) لاشه

۲۱- در اسکله های بنادر و ساختمان های دریایی از چه نوع سیمانی استفاده می کنند؟

- الف) معمولی      ب) متوسط      ج) زودگیر      د) ضد سولفات

۲۲- برای افزایش مقاومت کششی بتن از ..... استفاده می شود.

- الف) سیمان      ب) شن      ج) میلگرد      د) ماسه

۲۳- آیا برای ساختن بتن می توان از آب شور استفاده کرد؟

بلی ☐ خیر ☐

۲۴- برای جابه جایی مصالح از ..... استفاده می شود؟

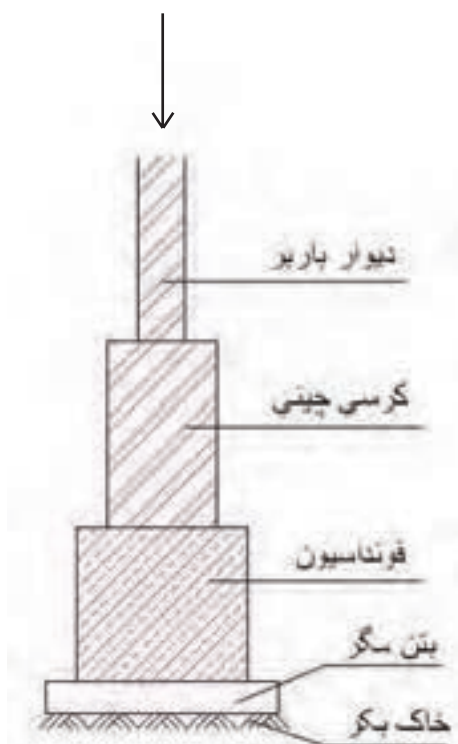
- الف) بیل      ب) فرقون      ج) زنبه      د) موارد ب و ج

۲۵- برای پخش ملات دیوار از ..... استفاده می شود؟

- الف) ماله      ب) تیشه      ج) کمچه      د) تراز

### ۱-۳- نکات ایمنی در پی سازی:

نیروی وارده



شکل ۱-۳

هدف اصلی پی سازی، انتقال بار از دیوار باربر و کرسی چینی به زمین می باشد. پس از شناسایی زمین مورد نظر از طریق علم مکانیک خاک و پی بردن به جنس آن و نوع خاک، میزان ظرفیت باربری آن تعیین شده و نوع پی لازم برای آن طراحی می شود. البته لازم است بدانیم که نوع پی مورد استفاده، به نوع ساختمان نیز بستگی دارد. به عنوان مثال پی مورد استفاده برای دیوارهای آجری باربر، پی نواری می باشد. مطابق شکل ۱-۳

به طور کلی افراد در زمینه های شغلی خود باید راه های مقابله علمی و عملی و جهت جلوگیری از بروز حوادثی که در انتظار آنهاست را داشته و همواره این اصل را در نظر بگیرند که:

«اول ایمنی بعد کار».

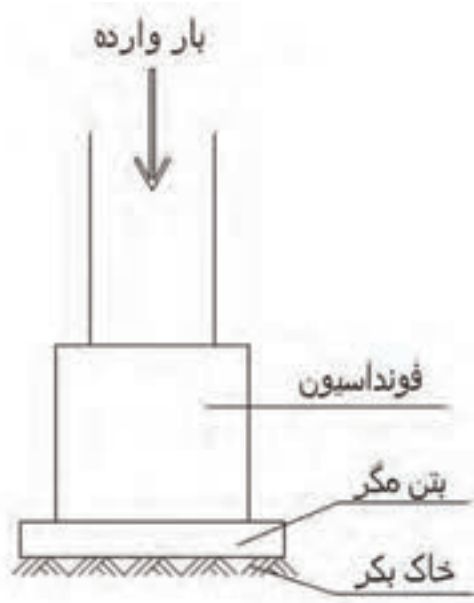
در پی سازی، ابزار و وسایلی مانند بیل، کمچه، ماله و... و همچنین مصالح مصرفی مثل آجر، سنگ، میلگرد و... مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده نادرست از هر یک از این وسایل و مصالح می تواند خطرات جدی و جبران ناپذیری را به همراه داشته باشد. پس لازم است رعایت نکات ایمنی را جدی گرفته و از وسایل ایمنی برای هر کار استفاده شود.

شکل ۲-۳ کارگران را در هنگام استفاده از قیچی آرماتور چینی برقی با استفاده از وسایل ایمنی نشان می دهد



شکل ۲-۳

### ۳-۲- انواع پی سازی:



شکل ۳-۳

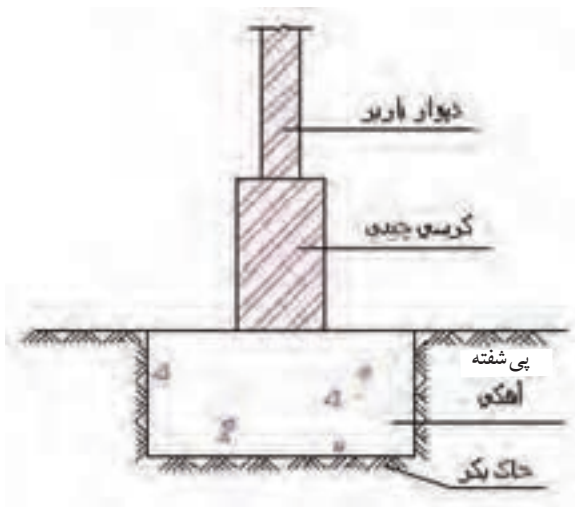
مجموعه بخش‌هایی از ساختمان که با خاک در تماس است و انتقال بار ساختمان و زمین، از طریق آن صورت می‌گیرد، «پی» نام دارد<sup>۱</sup>.

منظور از پی سازی، پر کردن محل‌های پی‌کنی شده با مصالح مقاوم و سخت است. انتخاب هر یک از انواع مصالح مورد مصرف در پی سازی بستگی به مقاومت زمین و نوع ساختمان مورد اجرا دارد. در شکل ۳-۳ شماتیک کلی پی نمایش داده شده است.

در حالت کلی پی‌های مورد استفاده در ساختمان به دو صورت زیر تقسیم بندی می‌شوند.

### پی‌ها از نظر مصالح مصرفی:

پی‌های مورد استفاده در ساختمان سازی از مصالح مختلفی مانند شفته آهک، سنگ، آجر، بتن و بتن مسلح ساخته می‌شوند که به توضیح آن‌ها می‌پردازیم:



شکل ۴-۳

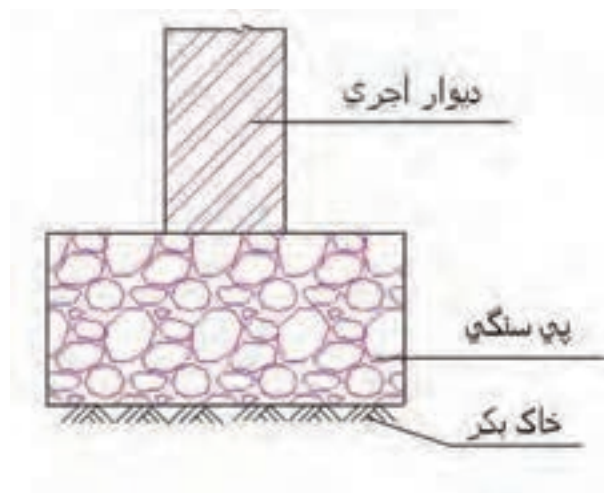
### پی شفته آهکی:

این گونه پی‌ها از مخلوط کردن شن، ماسه، خاک، مقدار معینی آهک شکفته و آب به وجود می‌آیند و برای ساختمان‌های کوچک و با ارتفاع کم ( حداکثر تا ۲ طبقه) استفاده می‌شود.

در شکل ۴-۳ شماتیک تصویر پی شفته آهکی را ملاحظه می‌کنید.

### - پی سنگی:

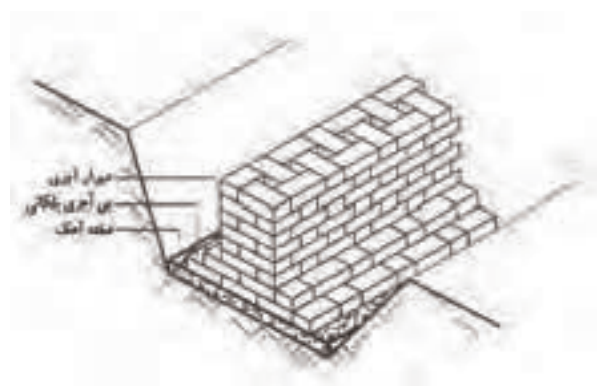
در ساختمان‌های کوچک با بار وارده‌ی کم و در مناطقی که سنگ طبیعی فراوان بوده و در نتیجه سنگ‌ها به صورت ارزان یافت می‌شوند از این نوع پی استفاده می‌شود. ملات اینگونه پی‌ها، ماسه سیمان می‌باشد. در شکل ۳-۵ تصویر شماتیک پی سنگی را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۵

### - پی آجری:

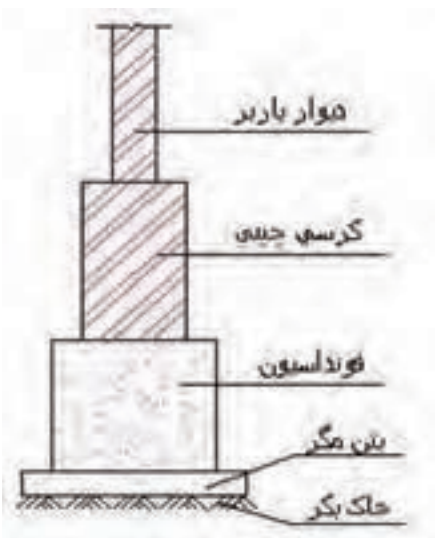
مصلح مورد استفاده در این نوع پی‌ها، آجر فشاری مرغوب و ملات ماسه سیمان و یا ملات باتارد می‌باشد. از این نوع پی برای ساختمان‌های کوچک و کم‌ارتفاع استفاده می‌شود. در شکل ۳-۶ تصویر شماتیک پی آجری را ملاحظه می‌کنید.



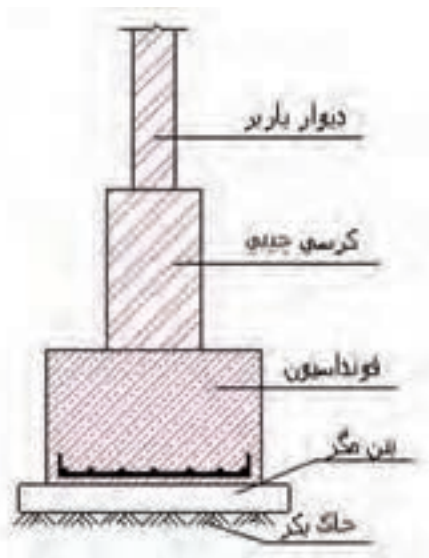
شکل ۳-۶

### - پی بتنی (غیر مسلح):

از این نوع پی برای ساختمان‌های سبک و یک طبقه از نوع نواری آن استفاده می‌کنند. زاویه‌ی پخش بار در این نوع پی‌ها ۴۵ درجه بوده و می‌توان برای صرفه‌جویی در بتن به صورت پلکانی یا شیب‌دار اجرا کرد. در شکل ۳-۷ تصویر شماتیک پی بتنی غیر مسلح را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۷



شکل ۸-۳

- پی بتن مسلح (بتن آرمه):

این نوع پی بهترین نوع پی سازی و متداول ترین آن می باشد. امروزه پی سازی اکثر ساختمان های چند طبقه را با بتن آرمه می سازند. پخش بار در این گونه پی ها ۳۰ تا ۴۵ درجه می باشد.

در شکل ۳-۸ تصویر شماتیک پی بتن مسلح را ملاحظه می کنید.

**پی ها از نظر شکل کلی آن (سیستم ساخت):**

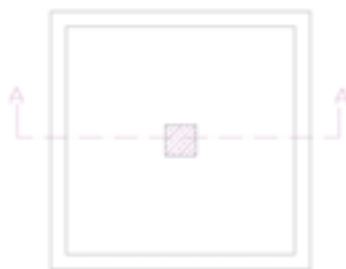
باتوجه به مقاومت زمین، مقدار بار وارده از ساختمان و همچنین نوع اسکلت ساختمان، نوع پی طراحی و محاسبه می شود.

- پی های تکی (منفرد):

پی تکی معمولاً در مواقعی استفاده می شود که بار وارده از ساختمان نسبتاً کم بوده و تعداد طبقات آن در حدود ۳ الی ۴ طبقه باشد و از طرفی احتمال نشست غیر یکنواخت زمین نیز وجود نداشته باشد. یعنی نوع خاک زمینی که ساختمان بر روی آن بنا می گردد، یکنواخت بوده و مقاومت آن در همه جا یکسان باشد.

در ساختمان های اسکلت فلزی و بتنی چون تمام بارها به ستون وارد می گردد و ستون ها بار را به پی منتقل می کنند، لازم است پی از نوع بتن آرمه (بتن + فولاد) باشد. در این گونه پی های بتن آرمه که از نوع منفرد آن به کار می رود.

سطح مقطع پی ها می تواند مربع، مربع مستطیل، چند گوشه، دایره و یا شکل دیگری نیز باشد. در شکل ۳-۹ پلان و در شکل ۳-۱۰ مقطع یک پی منفرد بتن آرمه را ملاحظه می کنید.



شکل ۹-۳



شکل ۱۰-۳



- پی کلاف شده:

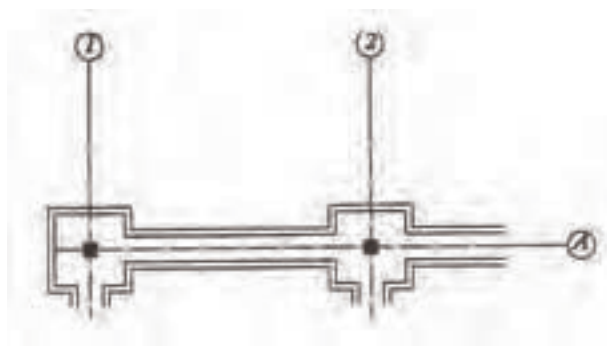
اتصال دو پی منفرد توسط شناژ (تیر بتن آرمه) را پی کلاف شده می‌نامند. در مناطق زلزله‌خیز بهترین نوع پی برای ساختمان‌های مسکونی معمولی به حساب می‌آید. شکل ۳-۱۱ قسمتی از پلان پی کلاف شده را نمایش می‌دهد. نحوه‌ی اتصال بین شناژ و پی، به چهار صورت زیر انجام می‌گیرد:

الف- سطح بالایی شناژ و سطح بالایی پی در یک امتداد قرار می‌گیرد. (طبق قوانین و مقررات ملی ساختمان، شناژ را فقط می‌توان به این صورت اجرا نمود.) مطابق شکل ۳-۱۲

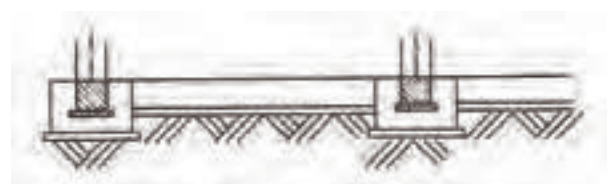
ب- سطح زیر شناژ با سطح زیر پی در یک امتداد قرار می‌گیرد. مطابق شکل ۳-۱۳

ج- سطح زیر و روی شناژ در بین پی قرار می‌گیرد. مطابق شکل ۳-۱۴

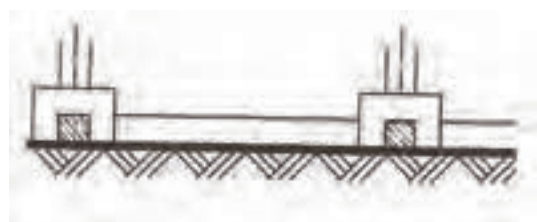
د- سطح زیر و روی شناژ، در راستای سطح بالا و پایین پی قرار می‌گیرد. در این حالت ارتفاع شناژ و پی با یکدیگر برابر است. مطابق شکل ۳-۱۵



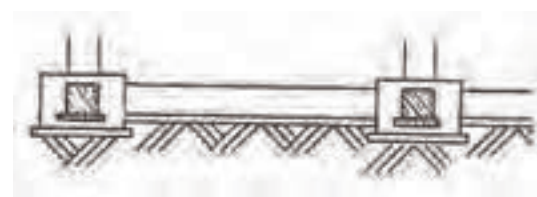
شکل ۳-۱۱



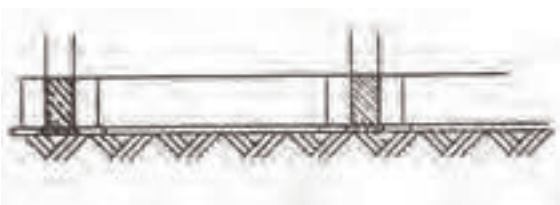
شکل ۳-۱۲



شکل ۳-۱۳



شکل ۳-۱۴



شکل ۳-۱۵





شکل ۳-۱۶

#### - پی های نواری:

پی های نواری، به پی هایی اطلاق می شود که طول آن نسبت به پهنای آن زیاد باشد. این گونه پی ها بار وارده را در جهت طول پخش کرده و به خاک انتقال می دهند. پی های نواری را هنگامی می سازند که زیر یک ردیف ستون (در ساختمان های اسکلت فلزی یا بتن آرمه) یا در زیر یک دیوار (در ساختمان های آجری) و یا زیر ستون و دیوار توأماً قرار گرفته باشند. موارد استفاده از این نوع پی ها نسبتاً زیاد است به خصوص در مواقعی که فاصله ی پی ها از یکدیگر کم بوده، اطراف ساختمان را زمین های همسایه احاطه کرده و امکان گسترش پی از هر چهارطرف امکان پذیر نباشد.

در شکل ۳-۱۶ آرماتورگذاری پی نواری را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۱۷

#### - پی های مشترک (دوبل):

چنانچه یک پی برای دو یا چند ستون احداث شود، پی را مشترک می نامند.

#### موارد استفاده ی پی مشترک:

در موارد زیر از پی مشترک استفاده می شود:

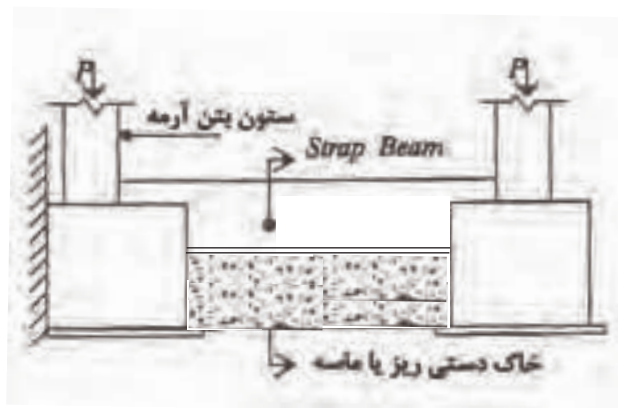
- نزدیکی فاصله ی پی ها به یکدیگر

- پی در کنار زمین همسایه باشد

- برای ستون های مجاور درز انبساط (ستون

کناری) و ستون میانی پی مشترک احداث می شود، در این حال پی به شکل دوزنقه ساخته می شود که قاعده ی بزرگ آن در جهت بار بیشتر و قاعده ی کوچک آن در جهت بار کمتر قرار داده می شود. در شکل ۳-۱۷ نمونه ای از پی مشترک پس از اجرا را ملاحظه می کنید.

### - پی باسکولی (Strap Beam):

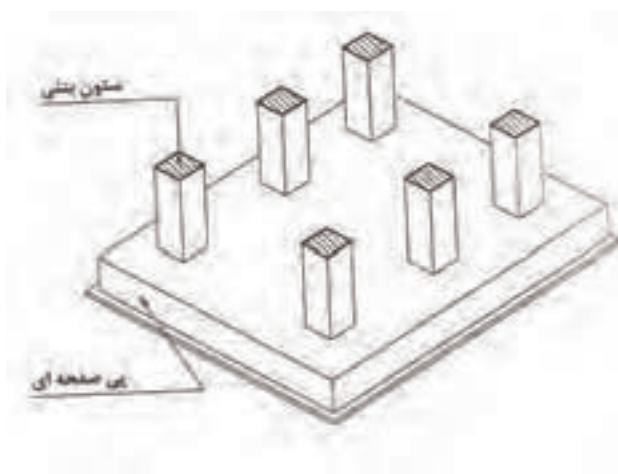


شکل ۳-۱۸

در زمان اجرای پی کلاف شده، هر گاه بر روی دو پی که در مجاورت یکدیگر قرار دارند، دو نیروی غیر یکنواخت وارد شود، آن‌ها را با استفاده از قانون اهرم توسط شناژ طوری به یکدیگر متصل می‌نمایند تا فشار در زیر هر دو پی به یک اندازه وارد شود. این نوع پی، پی باسکولی نام دارد. در این نوع پی تعداد آرماتورهای بالای شناژ را تقویت می‌کنیم.

در شکل ۳-۱۸ تصویر مقطع پی باسکولی را ملاحظه می‌کنید.

### - پی صفحه‌ای (پی گسترده):



شکل ۳-۱۹

از این گونه پی‌ها در مواردی استفاده می‌شود که بارهای وارده از ساختمان بسیار زیاد بوده (بار آسمان خراش‌ها) و یا مقاومت زمین به قدری کم باشد که جهت انتقال بار به خاک، تمام سطح زیر ساختمان لازم باشد. پی صفحه‌ای به صورت یکپارچه از بتن آرمه در سرتاسر زیر ساختمان ساخته می‌شود که کلیه ی ستون‌ها و دیوارها بر روی آن قرار می‌گیرد. در بعضی از مواقع که بار بسیار زیاد باشد، سطح پی را بزرگ‌تر از سطح ساختمان روی آن می‌سازند تا پخش بار در سطح بزرگتری انجام گیرد. پی‌های صفحه‌ای به صورت‌های مختلف ساخته می‌شود مانند پی صفحه‌ای ساده، صفحه با دیوار محیطی، صفحه‌ای با تیر، صفحه‌ای با دیوار بتنی در یک جهت و صفحه‌ای با دیوار بتنی در دو جهت در شکل ۳-۱۹ ایزومتریک پی گسترده را ملاحظه می‌کنید.

### ۳-۳ - مصالح مورد نیاز پی سازی:

برای ساخت هر یک از پی‌های مورد استفاده در ساختمان، نیاز به مصالح با کیفیت خوب و عالی خواهیم داشت.

هر یک از مصالح مورد استفاده باید مطابق با استاندارد و ضوابط مقررات ملی ساختمان باشد تا بتواند نیازهای مورد نظر را برآورده نماید. مصالح مورد استفاده در پی‌سازی شامل شن، ماسه، سیمان، آهک، آب، میلگرد، سنگ و خاک می‌باشد. در مورد مصالح شن، ماسه، سیمان و آب در واحد کار اول توضیح داده‌ایم. مشخصات آهک، سنگ، میلگرد و خاک را بایکدیگر مورد بحث و بررسی قرار می‌دهیم.

#### • آهک:

از پختن سنگ آهک که کربنات کلسیم  $\text{CaCO}_3$  نام دارد، حاصل می‌شود. سنگ آهک را در درجه حرارت ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت می‌دهند تا آهک زنده  $\text{CaO}$  حاصل شود. (مطابق شکل ۳-۲۰)



شکل ۳-۲۰



شکل ۳-۲۱

آهک زنده پس از ترکیب با آب در کارگاه به آهک شکفته  $\text{Ca(OH)}_2$  تبدیل می‌شود. (مطابق شکل ۳-۲۱) از آهک شکفته در پی‌های شفته آهکی، ملات باتارد (حرام‌زاده) و... استفاده می‌شود.

## • سنگ لاشه:



شکل ۲۲-۳

این سنگ‌ها را در حین عملیات استخراج (شکل ۳-۲۲) یا در طی مراحل مختلف قواره‌کردن (شکل ۳-۲۳) سنگ‌ها به دست می‌آورند. سنگ‌های لاشه شکل خاصی نداشته و دارای بر یا سطح مشخصی نیستند. سنگ‌های لاشه‌ی بزرگ‌تر از ۱۵ سانتی‌متر را می‌توان به عنوان پُرکننده در دیوارها و پی‌های سنگی به کار برد سنگ مورد استفاده در پی‌سازی باید مرغوب بوده و دارای مشخصات زیر باشد:



شکل ۲۳-۳

- بافت سنگ سالم بوده و در آن شیار، ترک و رگه‌های سُست نبوده و عاری از خلل و فرج و پوسیدگی باشد.

- آب در آن اثر نگذارد و مکش آب نباید بیش از

۸٪ وزن سنگ باشد.

- در برابر عوامل جوی مانند یخ‌زدگی، فرسایش

و ... پایدار باشد.

- دارای مقاومت فشاری متناسب با مورد مصرف

خود باشد.

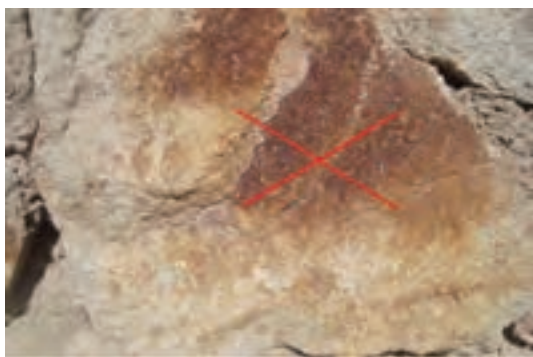


شکل ۲۴-۳

در شکل ۳-۲۴ نمونه ای از سنگ مرغوب

وقابل استفاده و در شکل ۳-۲۵ سنگ نامرغوب و

غیرقابل استفاده را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۵-۳

نکته‌ی مهم: حداقل مقاومت فشاری سنگ مورد استفاده در پی‌سازی  $150 \text{ Kg/cm}^2$  می‌باشد.







شکل ۲۶-۳

### • میلگرد (آرماتور):

دلیل مصرف میلگرد در بتن، افزایش دوام، مقاومت کششی و برشی بتن است. اکثر میلگردها از نورد گرم فولاد ساخته می‌شوند. مقاومت آن‌ها در حدود ۲۴۰۰-۱۶۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است. میلگردها با توجه به نوع آلیاژ و شکل ظاهری، انواع مختلفی دارند و در ایران از سه نوع آن با قطرهای مختلف ۶ تا ۳۲ میلیمتر استفاده می‌شود.

شکل ۲۶-۳ میلگردهای مصرفی در بتن آرمه را

نمایش می‌دهد.



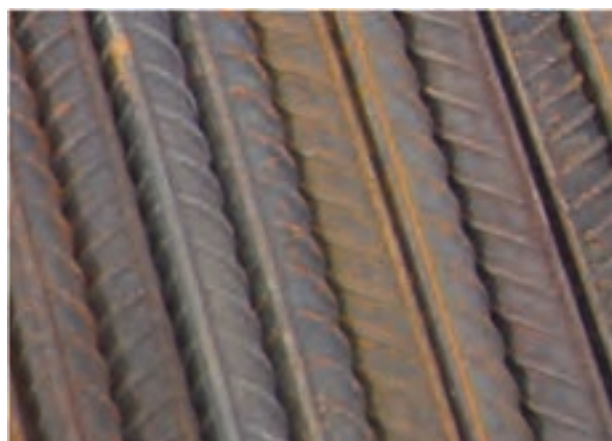
شکل ۲۷-۳

### - میلگردهای نرم (AI):

این نوع میلگردها دارای علامت اختصاری  $\emptyset$  و مقطع دایره با سطح کاملاً صاف هستند که به آن‌ها میلگرد ساده (مفتول) می‌گویند.

این نوع میلگردها اصولاً به صورت کلاف وارد

بازار کار می‌شوند. مطابق شکل ۲۷-۳



شکل ۲۸-۳

### - میلگرد آج‌دار (AII):

این نوع میلگردها دارای علامت اختصاری  $\Phi$

هستند و به دلیل داشتن سطح آج‌دار درگیری بهتری با بتن دارند. مطابق شکل ۲۸-۳

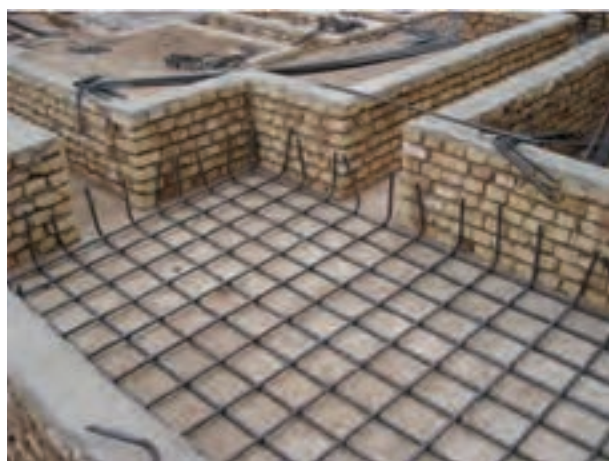
### - میلگرد آج‌دار تابیده یا پیچیده (AIII):

این نوع میلگردها دارای علامت اختصاری  $\bar{\Phi}$

هستند و مقاومت کششی و فشاری این نوع میلگردها بیشتر از انواع ساده و آج‌دار می‌باشد.

در جدول ۳-۱ مقاومت کششی و فشاری انواع میلگردهای مصرفی آورده شده است:

ردیف	عنوان	علامت اختصاری	مقاومت کششی و فشاری ۲mm/ Kg
۱	میلگرد ساده	AI (Φ)	۲۳
۲	میلگرد آجدار	AII (Φ)	۳۲
۳	میلگرد آجدار پیچیده	AIII (Φ̄)	۴۲ تا ۵۰



شکل ۳-۳۰

برای گیرداری بهتر بین میلگرد و بتن، انتهای میلگردها را در ناحیه‌ی تکیه‌گاه به شکل‌های گوناگون خم می‌کنند.

در شکل ۳-۳۰ آرماتورگذاری پی کلاف شده با خم ۹۰ درجه را نشان می‌دهد.

برای دانستن حداقل و حداکثر اندازه‌ی این خم‌ها، می‌توانید به آیین‌نامه‌ی بتن ایران (آبا) مراجعه کنید.

#### • خاک:

بر اثر سایش و خرد شدن سنگ‌ها و توده‌های بزرگ پوسته‌ی زمین ناشی از عوامل طبیعی و جوی و یا خرد کردن مصنوعی آن‌ها به وسیله‌ی دستگاه سنگ‌شکن، سنگ‌ریزه و خاک حاصل می‌شود. خاک‌ها را از نظر چسبندگی به دو گروه خاک‌های چسبنده و غیرچسبنده تقسیم می‌نمایند.

همچنین خاک‌ها را با توجه به اندازه‌ی ذرات آن‌ها به شن، ماسه، رس و لای تقسیم‌بندی می‌نمایند.

مطابق شکل ۳-۳۱



شکل ۳-۳۱

### ۳-۴- ابزار و وسایل مورد نیاز در پی سازی ساده:

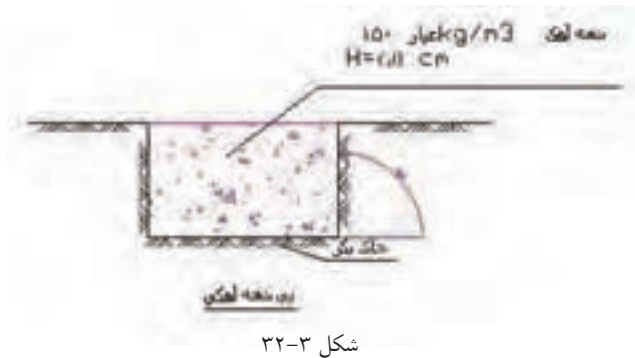
برای ساخت هر یک از پی های مورد استفاده در ساختمان، نیاز به وسایل مناسب آن می باشد تا بتوان عملیات اجرایی مورد نظر را با دقت و سرعت عمل بالا انجام داد. این وسایل در واحد کار اول کاملاً توضیح داده شده اند.

### ۳-۵- دستورالعمل اجرای انواع پی از نظر نوع مصالح:

پس از پایان عملیات پی کنی، پی را با مصالح مناسب می سازند تا بتواند فشار وارده را تحمل نموده و به صورت یکنواخت به زمین منتقل نماید.

#### پی سازی با شفته آهک:

در پی سازی با شفته آهک، باید شن و ماسه و خاک رس مرغوب با یکدیگر مخلوط شده و آب گرفته شود. سپس شیره ی آهک با عیار ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم برای هر متر مکعب را باید به آخوره مخلوط اضافه کرده و ورز داد تا به حالت خمیری در آمده و در داخل پی ریخت. مطابق شکل ۳-۳۲



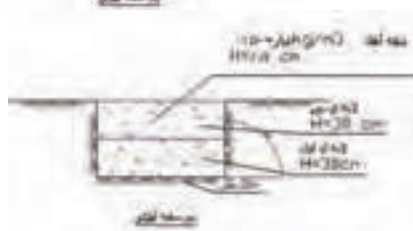
شکل ۳-۳۲

نکته ی مهم:

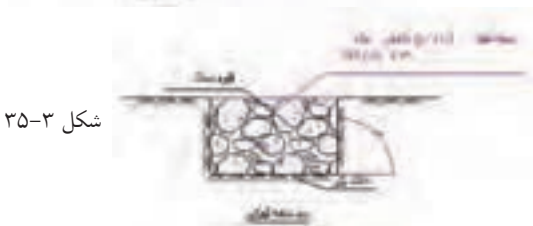
در پی سازی با شفته آهک، زاویه کف پی نسبت به دیوار پی باید ۹۰ درجه باشد.



شکل ۳-۳۳



شکل ۳-۳۴



شکل ۳-۳۵



شکل ۳-۳۶

اجرای پی شفته آهکی مطابق زیر انجام می شود:  
- کف پی را آب می پاشند تا مرطوب شود و لایه ی اول شفته آهک را در داخل پی به ارتفاع حداکثر ۳۰ سانتی متر می ریزند. مطابق شکل ۳-۳۳  
- پس از آن که شفته ی لایه ی اول مقداری از آبش را از دست داد و اصطلاحاً دونم شد، کوبیده شده و لایه ی دوم ریخته می شود. مطابق شکل ۳-۳۴  
در صورت لزوم می توان به صورت یکنواخت به شفته ی داخل پی، لاشه سنگ نیز اضافه کرد. مطابق شکل ۳-۳۵  
شفته ی آهکی که با دوغاب ساخته شده و خوب عمل آوری شده باشد، دارای مقاومت ۷ روزه معادل ۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و مقاومت ۲۸ روزه حدوداً ۱۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع خواهد بود که این مقاومت برای بستر پی ساختمان کاملاً مناسب است. شکل ۳-۳۶  
تصویر پی شفته ی آهکی را نشان می دهد.



## \* نکات مهم اجرایی در هنگام شفته ریزی:



شکل ۳-۳۷

- آهک باید حتماً به صورت دوغاب با خاک درشت دانه مخلوط گردد و مخلوط شفته آهک در کنار پی ساخته شود تا به راحتی بتوان آن را به داخل محل پی منتقل کرد. مطابق شکل ۳-۳۷



شکل ۳-۳۸

- آهک مصرفی در شفته حتماً باید به صورت کامل شکفته شده باشد و پس از سرند شدن برای تهیه ی شفته مورد استفاده قرار بگیرد (شکل ۳-۳۸) و از سنگ آهک به هیچ عنوان نمی توان در پی شفته آهکی استفاده کرد.



شکل ۳-۳۹

- توجه شود که بر روی شفته ی آهک اجرا شده تا زمانی که شفته آهک به مقاومت ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی مترمربع نرسیده است بارگذاری صورت نگیرد. (شفته ی آهکی زمانی به مقاومت ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می رسد که اثر کفش شما بر روی آن باقی نماند). مطابق شکل ۳-۳۹

### پی سازی با سنگ لاشه:



شکل ۳-۴۰

در پی های سنگی از سنگ های طبیعی استفاده می شود. البته در مناطقی که سنگ فراوان و ارزان در دسترس باشد از این نوع در محل هایی استفاده می شود که ارتفاع پی زیاد باشد.

از جمله می توان به پی دیوارهایی که در کنار رودخانه یا کوه، برای جلوگیری از ریزش اجرا می شود اشاره نمود. در شکل ۳-۴۰ پی سنگی اجرا شده را ملاحظه می کنید.

### - ملات پی سنگ لاشه:

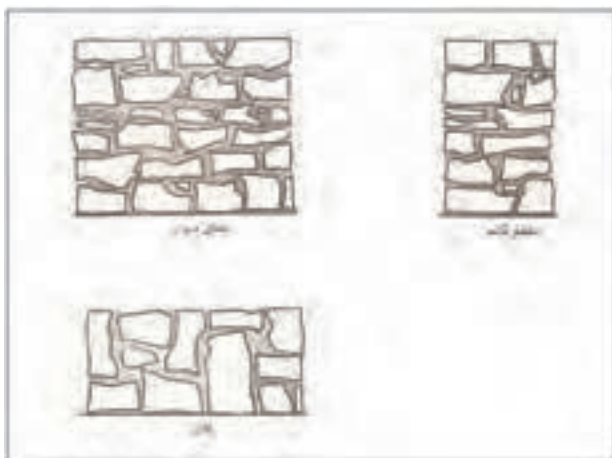


شکل ۳-۴۱

ملات پی سنگ لاشه باید از ملات های آبی مانند ملات ماسه و آهک، ملات باتارد (حرام زاده) و چنانچه میزان بار وارده و فشار بعدی زیاد باشد از ملات ماسه و سیمان استفاده شود. سطح این نوع پی سازی باید از هر طرف حداقل ۱۵ سانتی متر از دیوار که روی آن ساخته می شود وسیع تر باشد.

در شکل ۳-۴۱ اجرای پی سنگی را ملاحظه می کنید.

### - اجرای پی با سنگ لاشه:



شکل ۳-۴۲

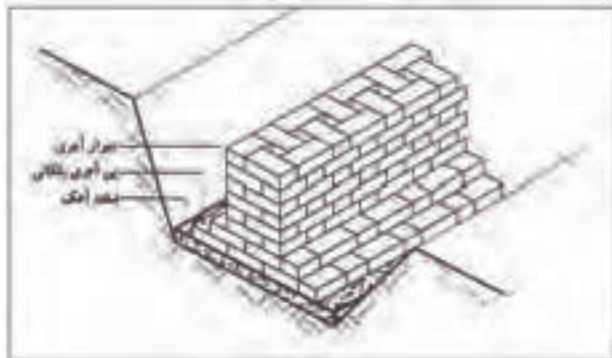
قبل از شروع پی سازی، کف پی را مرطوب کرده و سپس ملات را با ضخامت بیش از ۴ سانتی متر در کف پی پهن کرده و قطعات سنگ لاشه را بر روی یکدیگر قرار می دهند.

دقت شود در هنگام چیدن سنگ ها بندهای عمودی سنگ ها بر روی یکدیگر قرار نگیرند.

در شکل ۳-۴۲ نحوه ی روی هم گذاری سنگ ها در پی سنگی را ملاحظه می کنید.

## پی‌سازی با آجر:

از این نوع پی‌سازی در ساختمان‌های کوچک که بار وارده بسیار کم است استفاده می‌شود. برای اجرای این نوع پی ابتدا یک لایه ملات شفته آهک به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر روی زمین می‌ریزند.



شکل ۳-۴۳

عیار آهک در ملات شفته آهک ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در متر مکعب می‌باشد. پس از آن‌که شفته آهک آب خود را از دست داد پی آجری را با ملات ماسه آهک، ماسه سیمان و یا باتارد اجرا می‌کنند. زاویه‌ی پخش بار در این نوع پی حدود ۴۵ درجه است بنابراین می‌توان برای صرفه‌جویی در مصالح و وقت، پی آجری را به صورت پلکانی اجرا نمود. مطابق شکل ۳-۴۳

لازم به ذکر است پیوند صحیح در آجرچینی و عدم وجود بند برشی در پی باعث مقاومت بیشتر این نوع پی در مقابل بارهای وارده خواهد گردید.

دو غاب‌ریزی با ملات ماسه و سیمان با نسبت حجمی سه به یک (سه پیمانه ماسه و یک پیمانه سیمان) پس از اجرای هر مرحله دیوار چینی باعث استحکام پی باربر آجری خواهد شد.

در شکل ۳-۴۴ دیوار باربر آجری ۲/۵ آجره را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۳-۴۴

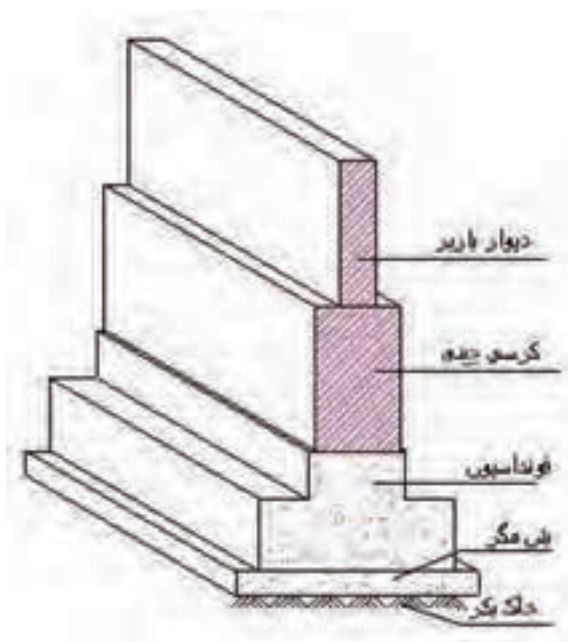
دقت شود پس از اجرای حداکثر ۱ متر ارتفاع دیوار چینی، عملیات دو غاب‌ریزی انجام گرفته و مجدداً دیوار چینی انجام می‌شود.



### پی سازی با بتن (غیر مسلح):

بتن را می توان یکی از مقاوم ترین و مستحکم ترین سنگ های مصنوعی دانست، لذا پی هایی که با بتن ساخته می شوند، بهترین پی در کارهای ساختمانی به شمار می آیند. از پی بتنی غیرمسلح برای ساختمان های سبک و یک طبقه از نوع نواری آن استفاده می کنند.

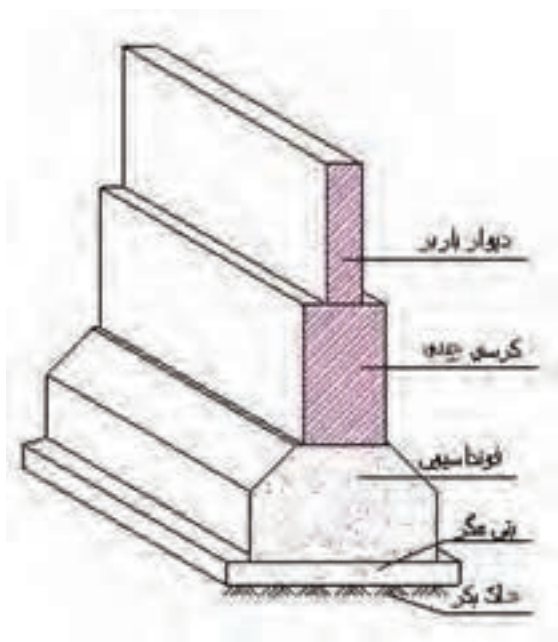
مواد تشکیل دهنده ی بتن عبارت از شن، ماسه، سیمان و آب می باشد.



شکل ۳-۴۵

برای اجرای آن، پس از پایان عملیات پی کنی، کف پی را به اندازه ی تقریبی ۱۰ سانتی متر بتن مگر (بتن با عیار ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب) می ریزند که سطح خاک و بتن اصلی را از هم جدا کند. پس از خودگیری بتن مگر قالب بندی پی را انجام می دهند. بعد از آماده شدن قالب ها عمل بتن ریزی اصولی همراه با ویبراسیون انجام می شود.

در بسیاری از موارد برای مصرف کمتر بتن، پی ها را به صورت پلکانی (شکل ۳-۴۵) و یا شیب دار (شکل ۳-۴۶) اجرا می نمایند.

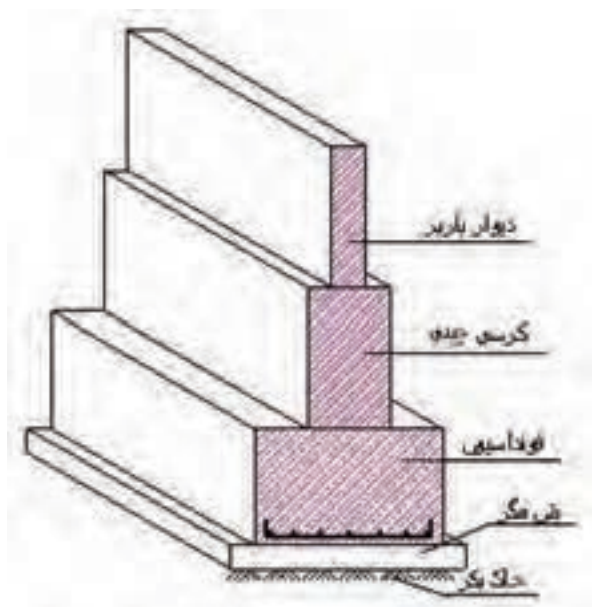


شکل ۳-۴۶



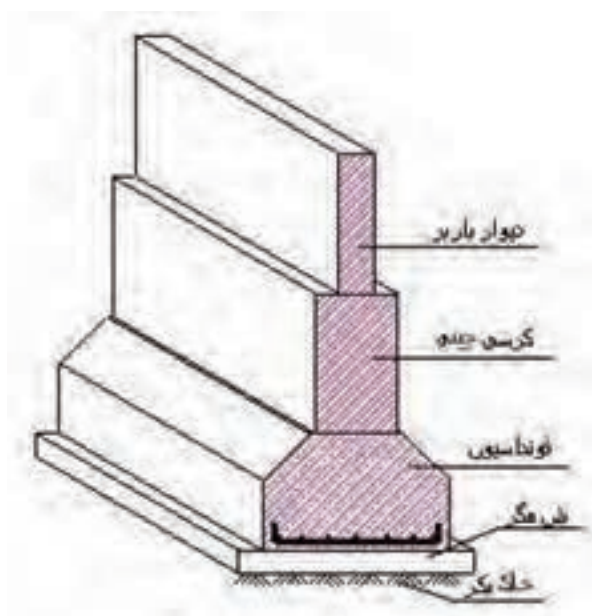
## پی سازی با بتن مسلح:

این نوع پی بهترین نوع پی سازی و متداول ترین آن می باشد. امروزه پی سازی اکثر ساختمان های چند طبقه را با بتن آرمه می سازند. مواد تشکیل دهنده ی بتن آرمه (بتن مسلح) از شن، ماسه، سیمان، آب و آرماتور می باشد.



شکل ۳-۴۷

پخش بار در این گونه پی ها ۳۰ تا ۴۵ درجه بوده، بنابراین جهت صرفه جویی در زمان و هزینه ی اجرا می توان این نوع پی سازی را به صورت پلکانی (شکل ۳-۴۷) و یا به صورت هرم ناقص (شکل ۳-۴۸) ساخت.



شکل ۳-۴۸

در پی سازی با بتن مسلح پس از اجرای قالب بندی روی بتن مگر، داخل قالب را آرماتورگذاری کرده و عملیات بتن ریزی همراه با ویبراسیون کامل اجرا می گردد. در پی های بتن مسلح عیار سیمان ۳۰۰ تا ۳۵۰ کیلو گرم در متر مکعب می باشد.

در شکل ۳-۴۹ عملیات بتن ریزی پی را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۴۹

### ۳-۶- اصول کنترل فونداسیون در مرحله ی قالب بندی، آرماتور بندی و بتن ریزی:

مهم ترین مسئله هنگام اجرای کارهای ساختمانی اعم از پی سازی، قالب بندی، آرماتور گذاری و بتن ریزی، کنترل آن در هنگام اجرا است تا اشتباه رخ ندهد. در نتیجه بهترین و در عین حال ساده ترین راه برای مواجه نشدن اشتباه، کنترل در هنگام اجرا است. کنترل ابعاد فونداسیون با استفاده از میخ های ذخیره (میخ آف) صورت می گیرد. برای کنترل ابعاد بدین صورت عمل می شود که با استفاده از ریسمان کار، گوشه های ساختمان را پیدا کرده و با استفاده از نقشه ی فونداسیون، اجرای قالب بندی کنترل می شود. مطابق شکل ۳- ۵۰



شکل ۳-۵۰

پس از کنترل قالب بندی، پی مورد نظر آرماتور گذاری شده و با توجه به نقشه کنترل می شود. مطابق شکل

۳- ۵۱



شکل ۳-۵۱

لازم به ذکر است که در هنگام عملیات بتن ریزی، برای اجرای اصولی نظارت و کنترل مداوم تا پایان بتن ریزی لازم است.

### ۳-۷- اصول پی سازی ساده:

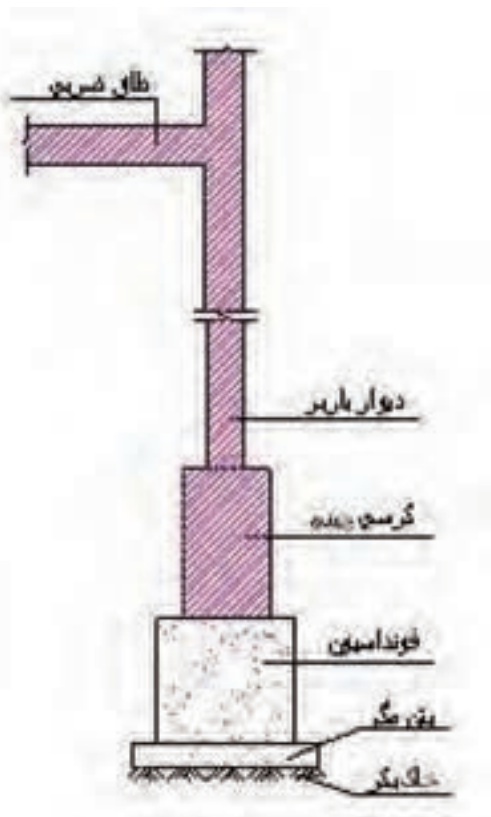
بارهای وارده از سقف ساختمان به ستون‌ها و یا دیوارها و سپس به مستی (کرسی) و نهایتاً به پی ساختمان وارد می‌شود.

پی نیز بارهای وارده را به زمین منتقل می‌کند. در نتیجه پی عامل انتقال بارهای ساختمان به زمین است.

پی باید به گونه‌ای طرح و اجرا شود که بتواند صدها تن وزن ساختمان، اشیایی را که در آن قرار دارد و وزن افرادی که از آن استفاده و در آن رفت و آمد می‌کنند را تحمل نماید. غیر از طرح و اجرا باید به جنس مصالح پی توجه شود که از موغوب‌ترین نوع آن باشد و نحوه‌ی ساخت آن کاملاً اصولی و فنی باشد. ابعاد پی (طول و عرض و ارتفاع) بستگی به مقاومت زمین، نیروهای وارده به پی، جنس و مقاومت مصالح آن دارد.

در شکل ۳-۵۲ ترسیمی شماتیک از باربری پی نمایش داده شده است.

از دیگر اصولی که هنگام پی‌سازی باید رعایت شود این است که قبل از پی‌سازی باید کف پی را آماده نمود، بدین صورت که کف پی باید کاملاً مسطح و عاری از هر گونه مواد زاید باشد. همچنین نباید با خاک دستی یا با مصالح غیر مقاوم پوشیده باشد. برای آماده‌سازی نهایی کف پی، آن را با بتن سبک (مگر) به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر صاف می‌نمایند. در شکل ۳-۵۳ بتن مگر اجرا شده جهت اجرای پی بتن مسلح را نمایش می‌دهد.



شکل ۳-۵۲



شکل ۳-۵۳





شکل ۵۴-۳

در پی‌ها با سایر مصالح بنایی، کف پی را به وسیله‌ی کمپکتور یا غلطک متراکم کرده و با شفته‌ریزی در ضخامت کم تسطیح می‌شود.  
شکل ۵۴-۳ یک نمونه از کمپکتور را نمایش می‌دهد.



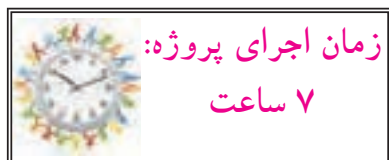
شکل ۵۵-۳

در پی‌سازی آجری، آجرها باید کاملاً زنجاب شده (قرار دادن آجرها در آب و یا پاشیدن آب بر روی آجرها تا اینکه آجرها آبدیده شده و در زمان پی‌سازی آب ملات را به خود جذب نکنند، زنجاب کردن نام دارد) و در بین ملات قرارگیرد. در شکل ۵۵-۳ اجرای آجرکاری در قالب‌بندی را نمایش می‌دهد.

در هنگام پی‌سازی با سنگ، باید سنگ‌ها در بین ملات قرار گرفته، عاری از مواد زاید باشد.  
شکل ۵۶-۳ نحوه‌ی سنگ چینی را نمایش می‌دهد.



شکل ۵۶-۳



## کار کارگاهی: دستورالعمل اجرای پی سنگی:



تجهیزات و وسایل ایمنی برای تمرین پی سازی با سنگ:

جدول وسایل کار		
ردیف	نام	تعداد
۱	بیل دسته بلند	۱ عدد
۲	فرقون	۱ عدد
۳	استانبولی	۱ عدد

جدول ابزار بنایی		
ردیف	نام وسیله	تعداد
۱	کمچه	۱ عدد
۲	تیشه	۱ عدد
۳	ریسمان کار	۱ عدد
۴	تیشه ی دو سر	۱ عدد
۵	شاقول	۱ عدد
۶	شمشه ۱/۵ متری (آهنی)	۲ عدد
۷	شیلنگ تراز	۱ عدد

### نکات مهم ایمنی!



- ۱- در موقع عملیات سنگ چینی از لباس کار مناسب استفاده کنید.
- ۲- از دستکش لاستیکی مناسب استفاده کنید.
- ۳- برای انجام کار درست و اصولی از کفش های کتانی مناسب استفاده کنید.
- ۴- از بلند کردن سنگ های بزرگ به تنهایی خودداری کنید.
- ۵- از کلاه ایمنی استاندارد استفاده کنید.

جدول وسایل حفاظتی و ایمنی			
ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار مناسب	اندازه ی بدن	۱ دست
۲	دستکش لاستیکی	اندازه ی دست	۱ جفت
۳	کفش کتانی	اندازه ی پا	۱ جفت
۴	کلاه ایمنی	استاندارد	۱ عدد

جدول مصالح مورد نیاز پروژه			
ردیف	نام	مقدار	مشخصات
۱	سنگ لاشه	به اندازه ی کافی	سنگ های تیز گوشه و تخت
۲	گچ	برای نصب دو شمشه	گچ ساختمانی تیز
۳	ماسه شسته	۳۰۰ کیلو گرم	ماسه ی رد شده از الک شماره ی ۴
۴	سیمان	۵۰ کیلو گرم	سیمان پرتلند

## - مراحل انجام کار:

به لباس کار مجهز شوید و وسایل ایمنی و ابزار کار را از انبار تحویل گرفته و با رعایت نکات ایمنی مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.



شکل ۳-۵۷

• پس از ساختن و حمل ملات به محل اجرای کار و ریختن در محل کار، با استفاده از کمچه ملات را در محل اجرای پی پهن کنید. مطابق شکل ۳-۵۷



شکل ۳-۵۸

• سنگ لاشه‌ی ابتدای پی را به صورت شاقولی در محل خود قرار دهید. در این مرحله دقت کنید سنگ انتخابی دارای بر و نبش کاملاً صاف باشد. مطابق شکل ۳-۵۸



شکل ۳-۵۹

• سنگ لاشه‌ی انتهای پی را به فاصله‌ی ۱/۵ متر از هم در محل خود قرار دهید. در این مرحله نیز دقت کنید سنگ انتخابی دارای بر و نبش کاملاً صاف باشد. مطابق شکل ۳-۵۹



شکل ۳-۶۰

• سنگ لاشه‌ی انتهای پی را به صورت شاقولی تنظیم کنید. مطابق شکل ۳-۶۰

- سنگ‌های لاشه‌ی ابتدا و انتها را ریسمان‌کشی کنید. مطابق شکل ۳-۶۱



شکل ۳-۶۱

- بقیه‌ی سنگ‌های رج اوّل را متناسب با ابعاد و ضخامت سنگ‌های ابتدا و انتها به صورت اصولی در کنار هم قرار دهید. عرض پی ۵۰ سانتی‌متر است. مطابق شکل ۳-۶۲



شکل ۳-۶۲

- ملات رج دوّم را بر روی رج اوّل ریخته و آن را به صورت غوطه‌ای و با استفاده از کمچه پهن کنید. مطابق شکل ۳-۶۳



شکل ۳-۶۳

- سنگ‌های ابتدا و انتهای رج دوّم را با قرار دادن سنگ‌های دارای بر و نبش صاف و رعایت پیوند به صورتی که بندهای عمودی بین سنگ‌ها در دو ردیف متوالی بر روی هم قرار نگیرند، در محل مناسب خود قرار داده و آن‌ها را شاقول کنید. مطابق شکل ۳-۶۴



شکل ۳-۶۴

- دوّمین رج را ریسمان کشی نموده و سنگ‌ها را با رعایت ابعاد و پیوند صحیح بر روی رج اوّل قرار دهید. مطابق شکل ۶۵-۳



شکل ۶۵-۳

- سنگ‌های نمای پشت و جلوی پی را در محل مناسب قرار دهید. مطابق شکل ۶۶-۳



شکل ۶۶-۳

- شمشه‌های ابتدا و انتهای کار را به وسیله‌ی شاقول به صورت شاقولی تنظیم نموده و آن‌ها را با گچ، محکم کنید. مطابق شکل ۶۷-۳



شکل ۶۷-۳

- ملات رج سوّم را بر روی دیوار ریخته و با استفاده از کمچه پهن کنید. مطابق شکل ۶۸-۳



شکل ۶۸-۳



- ریسمان‌کار را به شمشه بسته و سنگ چینی رج سوم را اجرا کنید. مطابق شکل ۳-۶۹



شکل ۳-۶۹

- رج چهارم را نیز مطابق ضوابط اجرا کنید. مطابق شکل ۳-۷۰



شکل ۳-۷۰

- بر روی آخرین رج یک لایه ملات به ضخامت ۲ تا ۳ سانتی متر ایجاد کنید. دقت کنید که پی باید در راستای طولی و عرضی تراز بوده و ارتفاع آن ۸۰ سانتی متر باشد. مطابق شکل ۳-۷۱



شکل ۳-۷۱

- شمشه‌های ابتدا و انتها را با احتیاط کامل از ابتدا و انتهای پی جدانموده و تمیز کنید. مطابق شکل ۳-۷۲



شکل ۳-۷۲

- پس از کنترل کار توسط هنرآموز مربوطه، پی را جمع‌آوری کرده و مصالح را در محل مناسب قرار داده، وسایل و ابزار کار را شسته و به انبار تحویل دهید.



## کار کارگاهی: دستورالعمل اجرای پی آجری:



تجهیزات و وسایل ایمنی برای تمرین پی سازی با آجر:

جدول وسایل کار		
ردیف	نام	تعداد
۱	بیل دسته بلند	۱ عدد
۲	فرقون	۱ عدد
۳	استانبولی	۱ عدد

جدول ابزار بنایی		
ردیف	نام وسیله	تعداد
۱	کمچه	۱ عدد
۲	تیشه	۱ عدد
۳	ریسمان کار	۱ عدد
۴	شاقول	۱ عدد
۵	تراز	۱ عدد
۶	شمشه ۱ متری	۲ عدد
۷	شیلنگ تراز	---
۸	شمشه ملات	۱ عدد
۹	گونیا	۱ عدد



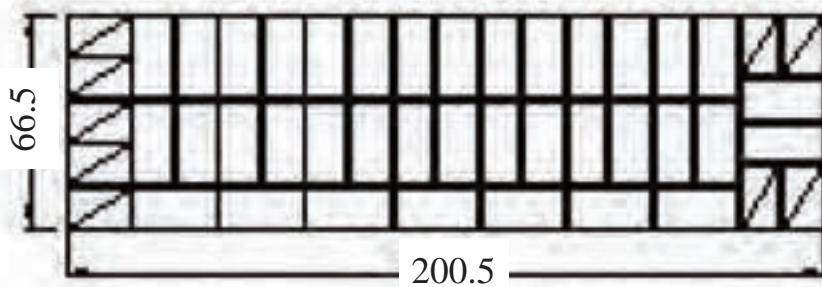
### نکات مهم ایمنی!

- ۱- در موقع عملیات آجر چینی از لباس کار مناسب استفاده کنید.
- ۲- از دستکش لاستیکی مناسب استفاده کنید.
- ۳- برای انجام کار درست و اصولی از کفش های کتانی مناسب استفاده کنید.
- ۴- از کلاه ایمنی استاندارد استفاده کنید.

جدول وسایل حفاظتی و ایمنی			
ردیف	نام	مشخصات	تعداد
۱	لباس کار مناسب	اندازه ی بدن	۱ دست
۲	دستکش لاستیکی	اندازه ی دست	۱ جفت
۳	کفش کتانی	اندازه ی پا	۱ جفت
۴	کلاه ایمنی	استاندارد	۱ عدد

جدول مصالح مورد نیاز پروژه			
ردیف	نام	مقدار	مشخصات
۱	آجر فشاری	۴۶۰ عدد	آجرهای مرغوب گل بهی
۲	ماسه شسته	۳۲۰ کیلو گرم	ماسه ی رد شده از الک ۴
۳	سیمان پرتلند معمولی	۵۵ کیلو گرم	سیمان پرتلند معمولی
۴	گچ	برای نصب چهار عدد شمشه	گچ تیز

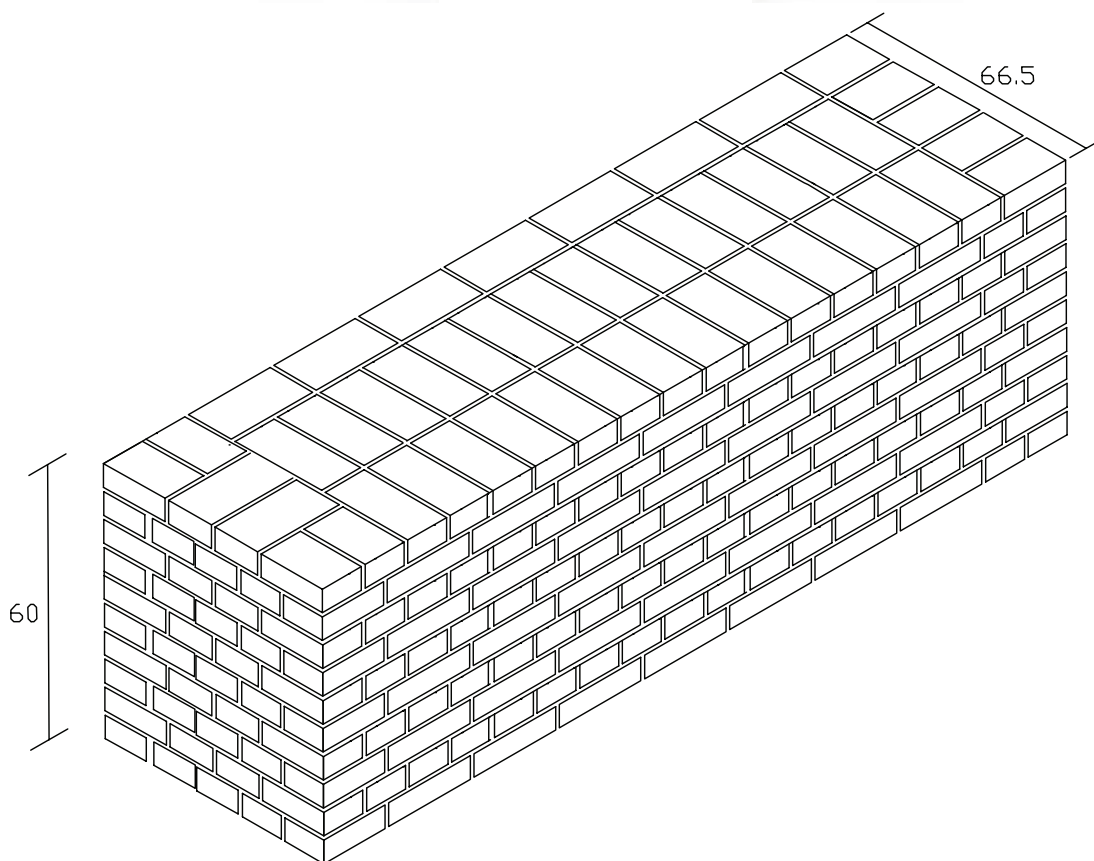




پلان رج های فرد



پلان رج های زوج



ایزومتریک پی آجری

## - مراحل انجام کار:

به لباس کار مجهز شوید و وسایل ایمنی و ابزار کار را از انبار تحویل گرفته و با رعایت نکات ایمنی مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.



شکل ۳-۷۳

- پس از ساختن و حمل ملات به محل اجرای کار و ریختن در محل کار، با استفاده از کمی ملات را در محل اجرای پی پهن کنید. مطابق شکل ۳-۷۳



شکل ۳-۷۴

- با توجه به نقشه‌ی کار، سه قدی ابتدای پی را در محل مناسب قرار داده و با استفاده از تراز به صورت ضربدری، سطح آن را تراز کنید. مطابق شکل ۳-۷۴



شکل ۳-۷۵

- سه قدی انتهای پی را نیز با رعایت فاصله‌ی ۲۰۰/۵ سانتی متر، مطابق نقشه‌ی کار در محل خود قرار داده و آن را تراز کنید. مطابق شکل ۳-۷۵



شکل ۳-۷۶

- عملیات سر و ته برداری را با دقت انجام دهید. مطابق شکل ۳-۷۶



شکل ۷۷-۳

- با استفاده از شمشه و تراز آجرهای ابتدا و انتها رابا یکدیگر تراز کنید. مطابق شکل ۷۷-۳



شکل ۷۸-۳

- بین اولین و آخرین آجر، ریسمان کشی کنید. مطابق شکل ۷۸-۳



دقت کنید!

- ۱- آجر مورد استفاده در این حالت باید دارای بر و نبش کاملاً صاف باشد. ترجیحاً از آجرهای سفال استفاده کنید.

- ۲- ریسمان کار را به قدری جابه جا کنید تا کاملاً کشیده شده و مماس بر لبه‌ی آجرها باشد.



شکل ۷۹-۳

- بقیه‌ی آجرها را مطابق نقشه‌ی کار، در محل خود قرار دهید. مطابق شکل ۷۹-۳



شکل ۸۰-۳

- شمشه را در ابتدای پی قرار داده و لبه‌ی آن را نسبت به طول پی، با استفاده از گونیای فلزی، گونیا کنید. مطابق شکل ۸۰-۳



شکل ۳-۸۱

• مطابق نقشه‌ی کار، سه قدی پشت کار را در کنار شمشه قرار داده و با استفاده از متر، عرض پی را به فاصله‌ی ۵۶/۵ سانتی‌متر تنظیم کنید. مطابق شکل ۳-۸۱



شکل ۳-۸۲

• با توجه به نقشه‌ی کار، آجرهای عرض پی را در کنار شمشه قرار دهید. مطابق شکل ۳-۸۲



شکل ۳-۸۳

• شمشه را در انتهای پی قرار داده و لبه‌ی آن را نسبت به طول پی، با استفاده از گونیای فلزی، گونیا کنید. مطابق شکل ۳-۸۳



• با توجه به نقشه‌ی کار، سه قدی پشت کار را در کنار شمشه قرار داده و با استفاده از متر، عرض پی را به فاصله‌ی ۵۶/۵ سانتی‌متر تنظیم کنید. مطابق شکل ۳-۸۴

شکل ۳-۸۴

- مطابق نقشه‌ی کار، سه قدی های عرض دیوار را در کنار شمشه قرار دهید. مطابق شکل ۳- ۸۵



شکل ۳-۸۵

- با در نظر گرفتن عرض پی با اندازه‌ی ۵۶/۵ سانتی متر پشت کار را نیز مطابق نقشه‌ی کار، آجر چینی کنید.

- در این حالت توجه داشته باشید که پی در راستای عرض نیز کاملاً تراز باشد. مطابق شکل ۳- ۸۶



شکل ۳-۸۶

- فضاها‌ی داخل پی را با توجه به نقشه کار پر کنید. مطابق شکل ۳- ۸۷



شکل ۳-۸۷

- ملات رج دوم را بر روی کار با استفاده از کمچه پهن کنید. برای این که بتوانید ضخامت ملات را به اندازه‌ی ۱ سانتی متر تنظیم کنید، می توانید از شمشه ملات استفاده کنید. مطابق شکل ۳- ۸۸



شکل ۳-۸۸



- پس از قرار دادن سه قدی های ابتدا و انتهای کار مطابق نقشه، آن‌ها را به صورت شاقولی تنظیم کنید.  
مطابق شکل ۸۹-۳



شکل ۸۹-۳

- بین سه قدی های ابتدا و انتهای کار، ریسمان کشی کرده و نمای جلو رج دوم را مطابق با نقشه‌ی کار و به صورت اصولی با رعایت پیوند صحیح آجری، بر روی رج اول قرار دهید. مطابق شکل ۹۰-۳



شکل ۹۰-۳

- مطابق نقشه کار، آجرهای پشت کار را در محل خود قرار داده و فضا های داخل پی را پر کنید. مطابق شکل ۹۱-۳



شکل ۹۱-۳

- شمشه‌های ابتدا و انتهای کار را به صورت شاقولی در محل خود با استفاده از گچ، نصب کنید. مطابق شکل ۹۲-۳



شکل ۹۲-۳



شکل ۳-۹۳

- ملات رج سوّم را به صورت اصولی با استفاده از کمچه پهن کنید. مطابق شکل ۳-۹۳



شکل ۳-۹۴

- ریسمان‌کار را به شمشه متصل نموده و فاصله ارتفاع یک رج (  $6/5$  سانتی‌متر از رج قبلی) را با استفاده از متر تنظیم کنید. مطابق شکل ۳-۹۴



شکل ۳-۹۵

- رج سوّم را مطابق رج اوّل با توجه به نقشه‌ی کار آجرچینی کنید. مطابق شکل ۳-۹۵



- عملیات آجرچینی را تا ۱۰ رج با رعایت اصول آجرچینی ادامه دهید. توجه داشته باشید که پیوند رج‌های فرد، مانند رج اوّل و رج‌های زوج مانند رج دوّم می‌باشد. مطابق شکل ۳-۹۶

شکل ۳-۹۶





شکل ۳-۹۷

- شمشه‌های ابتدا و انتهای کار را با دقت و احتیاط کامل از پی جدا کنید. مطابق شکل ۳-۹۷



- پس از کنترل کار توسط هنر آموز مربوطه، پی را جمع آوری کرده، مصالح را در محل مناسب قرار دهید، وسایل و ابزار کار را را شسته و به انبار تحویل نمائید. مطابق شکل ۳-۹۸

شکل ۳-۹۸



### آزمون پایانی (۳)



- ۱- هدف کلی از ساختن پی را شرح دهید؟  
جواب در یک سطر:

.....

- ۲- پی ساختمان بر چه اساسی طراحی می شود؟ توضیح دهید.  
جواب در دو سطر:

.....

.....

- ۳- پی چیست؟  
جواب در یک سطر:

.....

- ۴- انواع پی ها از نظر سیستم ساخت کدامند؟ نام ببرید.  
جواب در دو سطر:

.....

.....

- ۵- شفته آهک چیست؟  
جواب در یک سطر:

.....

۶- زاویه ی کف پی نسبت به دیوار آن در پی شفته آهکی چند درجه است؟

الف) ۳۰ (ب) ۴۵ (ج) ۶۰ (د) ۹۰

۷- مقاومت ۷ روزه ی شفته آهک تقریباً ..... کیلوگرم بر سانتی متر مربع و مقاومت ۲۸ روزه ی آن ..... کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد.

الف) ۵-۱۰ (ب) ۴-۸ (ج) ۱/۵ - ۴/۵ (د) ۶-۸

۸- به چه صورت می توان فهمید که مقاومت پی شفته آهکی ۱/۵ کیلو گرم بر سانتی متر مربع است و می توان

بر روی آن بارگذاری کرد؟

جواب در یک سطر:

۹- در صورتی که میزان بار وارده به پی سنگی زیاد باشد، استفاده از کدام نوع ملات لازم است؟

الف) ماسه آهک (ب) ماسه سیمان (ج) باتارد (د) گل آهک

۱۰- عیار سیمان در پی های بتن مسلح چقدر است؟

الف) ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب (ب) ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب

(ج) ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب (د) ۳۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب

۱۱- پی کلاف شده را تعریف نمایید؟

جواب در دو سطر:

۱۲- در چه صورت از پی مشترک استفاده می شود؟

جواب در یک سطر:

۱۳- مشخصات سنگ خوب برای پی سازی سنگی را ذکر نمایید؟

جواب در دو سطر:

۱۴- چرا ابتدا و انتهای آرماتورهای مورد استفاده در بتن آرمه را خم می کنند؟

جواب در یک سطر:

۱۵- بهترین روش برای جلوگیری از اشتباه در هنگام عملیات ساختمانی چیست؟

الف) تجربه (ب) دقت (ج) کنترل (د) نظم