

واحد کاراؤل

توانایی تشخیص انواع پی های ساختمانی

هدف کلی

تشخیص انواع پی و زمین زیر آن

هدف های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار باید بتواند:

- ۱- خاک را تعریف کند.
- ۲- انواع خاک را از نظر دانه بندی نام ببرد.
- ۳- انواع زمین را نام ببرد.
- ۴- پی را تعریف نماید.
- ۵- انواع پی را از نظر مصالح مصرفی شرح دهد.
- ۶- انواع پی را از نظر سیستم ساخت توضیح دهد.
- ۷- عوامل تأثیرگذار در تشخیص پی را نام ببرد.

ساعات آموزش

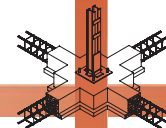
۷

نظری

۸

عملی





پیش آزمون (۱)

سؤالات تشریحی

- ۱- سه نمونه از زمین های اطراف خود را که می شناسید، نام ببرید.
- ۲- عوامل مؤثر در مقاومت خاک را نام ببرید.
- ۳- به نظر شما ساختمان سازی روی چه زمین هایی نمی تواند مناسب باشد؟ توضیح دهید.
- ۴- نقش پی در ساختمان را با یک مثال نشان دهید.
- ۵- انتخاب نوع مصالح به کار رفته در ساخت پی به چه عواملی بستگی دارد؟ نام ببرید.
- ۶- در ساختمان هایی با مصالح بنایی، وزن بنا چگونه به زمین منتقل می شود؟ توضیح دهید.
- ۷- خاک را تعریف کنید؟
- ۸- عوامل تأثیرگذار در محاسبه ی ابعاد پی را نام ببرید.
- ۹- آیا می توانید توضیح دهید وظیفه ی پی در ساختمان چیست؟

پاسخ:





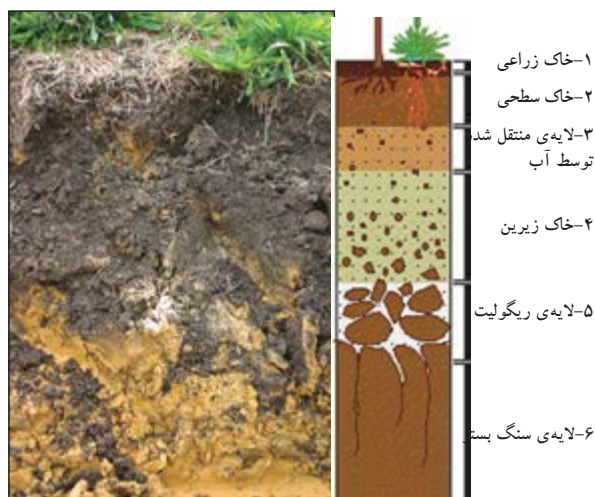
سؤالات چهارگزینه‌ای

- ۱- دیوار حائل به منظور کدام یک از گزینه‌های زیر به کار نمی‌رود؟
(الف) مقابله با حرکت خاک
(ب) مقابله با نیروی جانبی
(ج) مانع رطوبت
(د) حرکت کوه
- ۲- در صورتی که ارتفاع دیوار حائل بیش از $1/5$ تا 2 متر باشد، برای جلوگیری از واژگونی چه می‌کنند؟
(الف) از پشت بند استفاده می‌کنند.
(ب) دیوار به صورت پله‌ای ساخته می‌شود.
(ج) دیوار ثقلی ساخته می‌شود.
(د) سه گزینه صحیح است.
- ۳- در ساختمان‌های پیش ساخته‌ی صنعتی از چه نوع عایقی بر روی دیوارها استفاده می‌شود؟
(الف) پلی اورتان
(ب) ساندویچ پانل
(ج) سیپورکس
(د) بلوک بتنی سبک
- ۴- آخرین عضوی که بار سقف را به زمین منتقل می‌کند..... نام دارد.
(الف) ستون
(ب) سقف
(ج) دیوار
(د) پی
- ۵- ملات مصرفی در بنایی با سنگ از نوع..... و با نسبت..... است.
(الف) ملات باتارد-نسبت $1:6$
(ب) ملات ماسه و سیمان-نسبت $1:5$
(ج) ملات ماسه و سیمان-نسبت $1:1$
(د) ملات باتارد-نسبت $1:2$

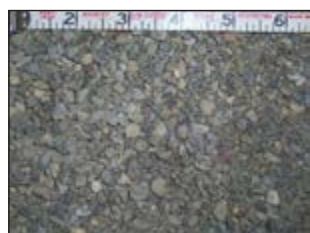
۱-۱- خاک



شکل ۱-۱ خاک طبیعی



شکل ۱-۲ لایه‌های مختلف خاک با دانه‌بندی متفاوت



شکل ۱-۳ ماسه، مخصوص راه سازی



شکل ۱-۴ ماسه، مخصوص ساختمان سازی



شکل ۱-۵ ماسه‌ی ساحلی مخصوص زمین‌های بازی

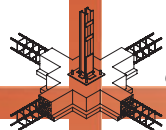
۱-۱-۱- تعریف خاک: خاک‌ها مخلوطی از مواد معدنی و آلی هستند که از تجزیه و تخریب سنگ‌ها در نتیجه‌ی هوازدگی به وجود می‌آیند. البته نوع و ترکیب خاک‌ها در مناطق مختلف بر حسب شرایط آن ناحیه متفاوت است.

شکل ۱-۱ خاک طبیعی را نشان می‌دهد. از نظر کشاورزی و یا کارهای ساختمانی و راه‌سازی، مقدار آبی که خاک‌ها می‌توانند جذب کنند دارای اهمیت بسیاری است که این مقدار در درجه‌ی اول بستگی به اندازه‌ی دانه‌های خاک دارد. هرچه دانه‌های خاک ریزتر باشد، آب بیشتری را به خود جذب می‌کند که این خصوصیت برای کارهای ساختمان‌سازی مناسب نیست. به طور کلی خاک خوب از دانه‌بندی ریز و درشت تشکیل شده است (شکل ۱-۲). تشکیل خاک‌ها به گذشت زمان، مقاومت سنگ اولیه یا مادر سنگ، آب و هوا، فعالیت موجودات زنده و بالاخره توپوگرافی (عوارض طبیعی زمین) ناحیه‌ای که خاک در آن تشکیل شده بستگی دارد.

به عبارت دیگر: «خاک» به قشر عظیم و پراکنده‌ی سیار و یا ثابت که از ذرات مختلف و با اندازه‌ها و شکل‌های گوناگون تشکیل می‌شود، گویند.

۱-۱-۲- طبقه‌بندی خاک: اندازه و شکل دانه‌های خاک تا حدودی در رفتار خاک‌ها موثرند. بنابراین طبقه‌بندی خاک‌ها براساس اندازه‌ی دانه‌های آن خواهد بود. بعضی از دانه‌های خاک قابل رویت است و بعضی دیگر از دانه‌ها را باید به وسیله‌ی ذره‌بین‌های قوی مشاهده نمود. در مورد خاک‌هایی که دانه‌های آن بسیار ریز است از خاصیت خمیری خاک در طبقه‌بندی آن‌ها استفاده می‌شود.

شکل‌های ۱-۳ و ۱-۴ و ۱-۵ برخی از انواع خاک را نشان می‌دهد.



۱-۱-۳-انواع خاک: خاک‌ها بر اساس اندازه‌ی قطر ذراتشان به دو دسته‌ی درشت‌دانه و ریزدانه طبقه‌بندی می‌شوند.

قلوه سنگ، شن و ماسه از گروه خاک‌هایی هستند که اندازه‌ی دانه‌های آن درشت بوده و به آسانی قابل رویت‌اند. این نوع خاک‌ها به نام خاک‌های «درشت‌دانه» مشهوراند (شکل‌های ۱-۶ و ۱-۷ و ۱-۸).



شکل ۱-۶ قلوه سنگ



شکل ۱-۷ شن

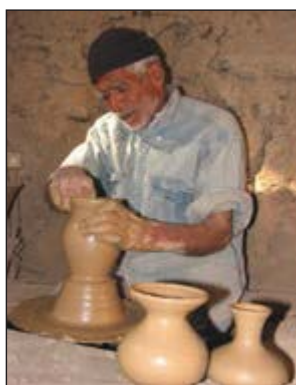


شکل ۱-۸ ماسه

لای، رس، کلوئیدها^۱ و لجن از گروه خاک‌هایی هستند که اندازه‌ی دانه‌های آن بسیار ریز بوده و به آسانی قابل رویت نمی‌باشند و به نام خاک‌های «ریزدانه» مشهوراند (شکل‌های ۱-۹ و ۱-۱۰ و ۱-۱۱).



شکل ۱-۹ لای



شکل ۱-۱۰ رس



شکل ۱-۱۱ لجن



شکل ۱-۱۲ رطوبت درخاک

۱-۱-۴-مقاومت خاک: هر قدر خاک دارای دانه‌بندی پیوسته و رطوبت مناسبی باشد، از مقاومت باربری بهتری برخوردار بوده و امکان ساخت و ساز را در حجمی بالاتر میسر می‌سازد و در صورت عدم پیوستگی دانه‌بندی خاک و درصد زیاد رطوبت در آن، ساختن بنا امکان‌پذیر نیست (شکل ۱-۱۲).

۱- ذراتی به قطر کم‌تر از ۲ میکرون مانند رس‌ها و هوموس‌ها (مواد آلی) که در خاک موجودند و خاصیت جذب آب را در خاک ایجاد می‌نمایند.
* ۱ میکرون برابر است با ۰/۰۰۱ میلی‌متر

۱-۲- نوع زمین از نظر ساختمان سازی

مهم ترین مسأله‌ای که قبل از احداث هر بنا و ساختمانی بسیار حائز اهمیت است، شناخت کامل زمین از نظر مقاومت و نوع خاک (مکانیک خاک) آن است. چه بسا در صورت عدم توجه به این موضوع ممکن است باعث خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری شود.

لذا برای اینکه عوامل مختلف (از قبیل حفره‌ها، مسیرقنوات، چاه‌های فاضلاب و تشکیلات زمین شناسی) در طرح به حد کفایت شناخته شوند، باید با به کارگرفتن وسایل و امکانات لازم، خاک را برای تعیین مقاومت، جهت ساخت و ساز آزمایش نمود (شکل‌های ۱-۱۳ و ۱-۱۴).

۱-۲-۱- زمین‌های با خاک دستی: به آن دسته از زمین‌هایی اطلاق می‌گردد که از بقایای ساختمان‌هایی که در اثر عوامل طبیعی مانند زلزله و رانش زمین و سیل و... و عوامل غیرطبیعی چون تخریب بناهای قدیمی و... به جا مانده‌اند. این نوع زمین‌ها دارای معایب فراوان بوده و برای ساخت و ساز توصیه نمی‌شود (شکل ۱-۱۵).

۱-۲-۲- زمین‌های ماسه‌ای: به آن دسته از زمین‌هایی گفته می‌شود، که از مقاومت فشاری در حدود $1/5$ تا 2 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع برخوردار بوده و امکان ساخت و ساز را بر روی آن با رعایت اصول ایمنی فراهم می‌سازد. ولی تا حد امکان باید از ساختن بنا روی زمین‌های ماسه‌ای، بدون در نظر گرفتن شرایط خاص اجتناب شود. نمونه‌ی این زمین‌ها را می‌توان به وفور در کناره‌های ساحل دریا مشاهده نمود (شکل ۱-۱۶).



شکل ۱-۱۳- کندن زمین با وسایل مکانیکی



شکل ۱-۱۴- آزمایشگاه مکانیک خاک



شکل ۱-۱۵- خاک دستی



شکل ۱-۱۶- زمین ماسه‌ای

⚠ - زمین‌های ماسه‌ای می‌تواند بار ساختمان یک طبقه را تحمل کند.



شکل ۱۷-۱ زمین دج

۳-۲-۱- زمین‌های دج: به آن دسته از زمین‌هایی که از شن‌های ریز و درشت و خاک تشکیل شده باشد و مقاومت فشاری آن حدود ۴/۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع پیش‌بینی گردد، زمین دج گفته می‌شود. این نوع زمین‌ها به رنگ‌های زرد و سرخ و سیاه وجود دارد و برای ساخت و ساز بسیار مناسب است (شکل ۱۷-۱).

به علت اینکه دانه‌های خاک زمین‌های دج از پیوستگی خوبی برخوردار است، به سختی با (کلنگ، پتک، مته دستی و کمپرسور) کنده می‌شود.

⚠️ - مناسب‌ترین خاک برای ساختمان‌سازی
خاکی به رنگ سیاه قهوه‌ای است که نفوذآب در آن کم و به سختی صورت پذیرد.



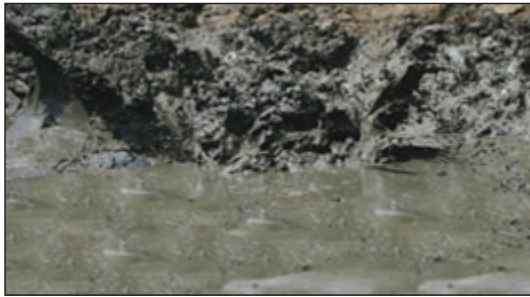
شکل ۱۸-۱ زمین مخلوط

۴-۲-۱- زمین‌های مخلوط: به آن دسته از زمین‌هایی که از قلوه سنگ، شن، ماسه و خاک رس تشکیل شده و چنانچه عناصر متشکله‌ی آن کاملاً درهم فشرده و متراکم شده باشند زمین‌های مخلوط گویند. مقاومت فشاری این نوع زمین‌ها در حدود ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است و در صورتی که از تراکم مناسب برخوردار نباشد، برای ساختن بنا مناسب نیست (شکل ۱۸-۱).



شکل ۱۹-۱ زمین سنگی

۵-۲-۱- زمین‌های سنگی: به زمین‌های موجود در دامنه‌ی کوه‌ها که از تخته سنگ‌های بزرگ و یکپارچه تشکیل شده و دارای مقاومت فشاری حدود ۴۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است، اطلاق می‌گردد. اگر این زمین‌ها از سنگ‌های گچی و آهکی باشد، برای ساخت و ساز مناسب نیست. به علت سختی زیاد این زمین‌ها پی‌کنی با هزینه‌ی بسیار سنگین صورت می‌پذیرد (شکل ۱۹-۱).



شکل ۲۰-۱ زمین لجنی

۶-۲-۱- زمین های نامناسب: به آن دسته از زمین هایی اطلاق می شود که تنها با وسایل و ماشین آلات جدید و با تکنیک پیشرفته ی امروزی می توان از آن بهره برداری نمود. درغیراین صورت هرگونه ساخت و ساز به روش قدیمی بر روی آن ممکن نیست. این زمین ها عبارتند از: زمین های باتلاقی، هوموسی (خاک و برگ) و لجن زار (شکل ۲۰-۱).



شکل ۲۱-۱ زمین رسی

۷-۲-۱- زمین های رسی: این نوع زمین ها در صورتی که خشک و بی آب بوده و فشرده شوند، دارای مقاومت فشاری حدود ۴ تا ۵ کیلوگرم برسانتی مترمربع است، بنابراین قابلیت ساختن بنا در آن مقدور می باشد. درغیراین صورت هرگز برای ساخت و ساز پیشنهاد نمی شود چون با ازدیاد رطوبت، مقاومت فشاری آن شدیداً کاهش می یابد (شکل ۲۱-۱).



بیش تر بدانیم

علت اصلی ریختن این ساختمان، تراوش آب باران به زیرشمع ها، از بین رفتن اصطکاک شمع ها با خاک و در نتیجه بریده شدن آن ها و در نهایت فرو افتادن این ساختمان ۱۳ طبقه است.



۱- حفاری قسمت جنوبی و دپوی خاک در قسمت شمالی ساختمان

۲- بارش باران و تراوش آب به زیر پی ساختمان

۳- تغییر مکان ناگهانی ساختمان و گسیخته شدن شمع ها در اثر فشار جانبی متغیر

۴- شکسته شدن شمع ها و سقوط ساختمان به سمت جنوبی

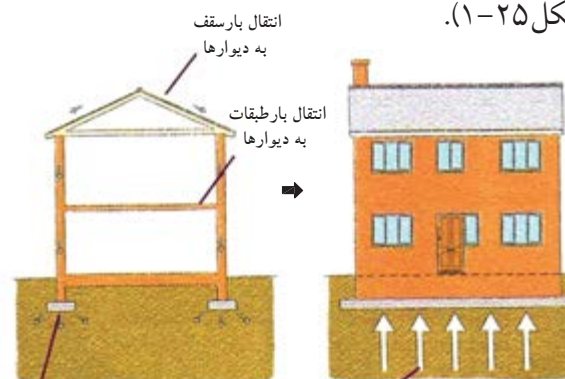
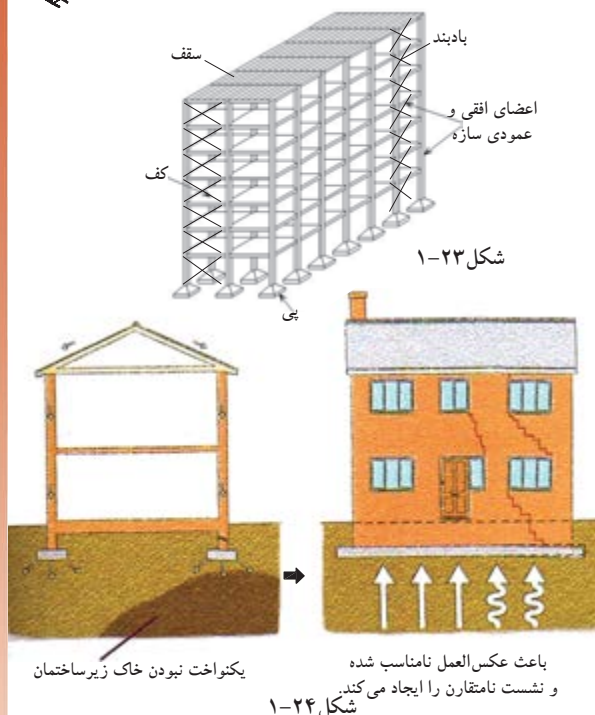
شکل ۲۲-۱ ریزش ساختمان ۱۳ طبقه در شانگهای چین

۵- سقوط ساختمان به طور یکپارچه و بدون از هم گسیختگی ترکیب ساختمان



۱-۳- پی‌های ساختمانی

پی به عنوان یکی از اعضای باربر ساختمان وظیفه‌ی توزیع و انتقال وزن ساختمان به زمین را دارد (شکل ۱-۲۳). طراحی یک پی مناسب، به خصوصیات خاک زیر آن از یک طرف و مقدار وزن سازه‌ی روی آن از طرف دیگر بستگی دارد (شکل ۱-۲۴ و شکل ۱-۲۵).



عکس‌العمل خاک نسبت به بارگذاری ساختمان
یکنواخت خواهد بود. شکل ۱-۲۵
انتقال بار کل ساختمان از پی به زمین



شکل ۱-۲۶



شکل ۱-۲۷

سازه: به مجموعه‌ی اعضای افقی، عمودی و مورب ساختمان، که نقش انتقال بارهای قائم و جانبی (مرده، زنده، باد، زلزله) زمین را به عهده دارد، اطلاق می‌شود.

شکل ۱-۲۶ اجرای پی سنگی یک ساختمان و شکل ۱-۲۷ یک سازه‌ی اسکلت بتنی را نشان می‌دهد.

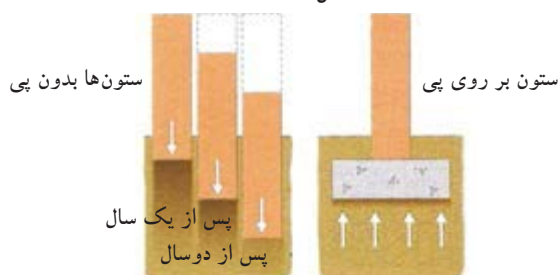
گاهی پی‌ها برحسب شرایط اقلیمی و بارگذاری چندین متر زیر سطح زمین احداث می‌شوند.

۱-۳-۱- تعریف پی (شالوده یا فنداسیون):

پی حد فاصل بین ساختمان (بنا) و زمین است. به بیانی دیگر ساختمان به وسیله‌ی پی به زمین متصل شده و بارهای قائم وارده را که شامل وزن حاصل از ستون‌ها، دیوارها، سقف‌ها و ... و همچنین بارهای افقی (باد و زلزله) را دریافت کرده و به یک نسبت مشخصی پخش و به زمین منتقل می‌کند.



شکل ۱-۲۸



شکل ۱-۲۹ تاثیر بار بر روی پی و زمین



شکل ۱-۳۰ آهک سرنده (الک شده و آماده برای ساخت شفته)



شکل ۱-۳۱ اجرای شفته آهک در فونداسیون

شکل ۱-۲۸ ارتباط پی با زمین و ساختمان را

نشان می دهد.

ساختمان های بدون پی به مرور زمان دچار نشست شده و در نتیجه این نشست در ساختمان ترک ایجاد می گردد و مقاومت بنا در برابر بارهای وارده از بین می رود (شکل ۱-۲۹).

ابعاد پی بستگی کامل به وزن بنا، نیروهای وارد بر آن (مرده و زنده و بارهای جانبی)، نوع خاک و مقاومت فشاری زمین دارد.

۱-۳-۱-۱- بارمرده: عبارتست از وزن اجزای ثابت ساختمان که شامل وزن دیوارها، ستون ها، سقف ها و بازشوها و ...

۱-۳-۱-۲- بارزنده: عبارتست از وزن افرادی که از ساختمان استفاده می نمایند و اشیای مرتبط به آنها که قابل جابه جایی و تغییر است مانند مبلمان و ...

۱-۳-۱-۳- بارهای جانبی: نیروهای حاصل از عوامل طبیعی مانند باد، طوفان و رانش زمین و زلزله.

پی ها را از نظر نوع مصالح مصرفی و سیستم ساخت آن می توان به دو گروه تقسیم نمود:

۱-۳-۲- انواع پی از نظر مصالح مصرفی:
این پی ها شامل: الف) پی شفته ای، ب) پی آجری، ج) پی سنگی، د) پی فلزی، ه) پی بتنی.

الف) پی شفته ای: این نوع پی ساده ترین و درعین حال ابتدایی ترین پی برای ساختمان های کوچک با طبقات کم آجری (مصالح بنایی) است. «شفته»، خمیری است از مخلوط خاک، شن، گردآهک و آب که در هر مترمکعب خاک آن بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم گردآهک به کار می رود و گاهی در صورت لزوم مقداری قلوه سنگ به آن می افزایند (شکل های ۱-۳۰ و ۱-۳۱).



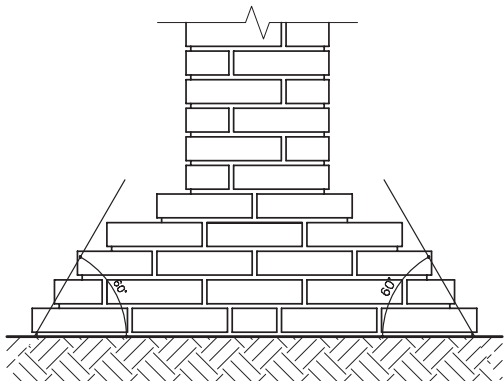
شکل ۱-۳۲ پی سنگی با سنگ لاشه



شکل ۱-۳۳ پی سنگی



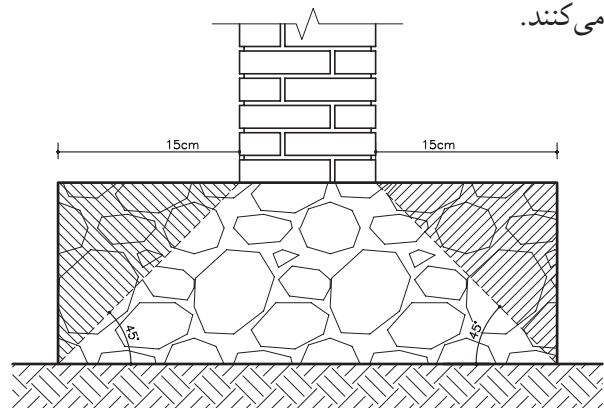
شکل ۱-۳۵ پی آجری



شکل ۱-۳۶ زاویه‌ی پخش بار در پی‌های آجری ۶۰ درجه است.

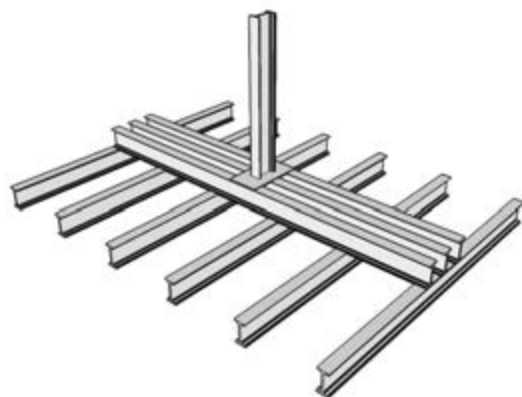
ب) پی سنگی: این پی با استفاده از سنگ‌های طبیعی در مناطقی که سنگ با قیمت ارزان در دسترس است ساخته می‌شود. سنگی که برای این گونه پی‌ها انتخاب می‌گردد باید سالم (نپوسیده) بوده و از انواع سنگ‌های لاشه‌ی شکسته باشد (شکل‌های ۱-۳۲ و ۱-۳۳). سنگ‌های قلوه‌ای به علت صیقلی و مدوربودن آن برای پی‌سازی مناسب نیست زیرا حالت ناپایداری به پی می‌دهد. سطح پی‌های سنگی نسبت به دیوارهای روی آن وسیع‌تر بوده و به عنوان ریشه از هر طرف دیوار حداقل ۱۵ سانتی‌متر گسترش داشته باشد. زاویه‌ی پخش بار در پی‌های سنگی ۴۵ درجه است (شکل ۱-۳۴).

پی سازی با سنگ با دو نوع ملات صورت می‌گیرد: چنانچه فشاربار وارده کم باشد از ملات گل و آهک و اگر بار زیاد باشد از ملات ماسه و سیمان استفاده می‌کنند.

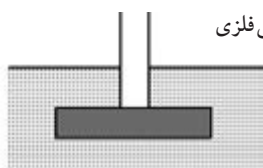


شکل ۱-۳۴ زاویه‌ی پخش بار در پی‌های سنگی ۴۵ درجه است.

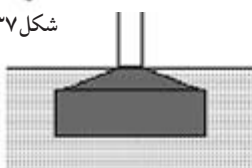
ج) پی آجری: از پی‌های آجری در مواقعی استفاده می‌شود که ساختمان کوچک و بار وارده‌ی آن نیز کم باشد (شکل ۱-۳۵). این پی نیز مانند پی‌های سنگی دارای ریشه‌ای به اندازه‌ی ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر از طرفین دیوار روی آن است. برای این منظور لازم است که عرض پی‌کنی آجری نیز ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر از عرض دیوار بیش‌تر باشد. این مقدار اضافه در عرض پی‌کنی عمل آجرچینی در داخل پی را آسان‌تر می‌نماید. برای صرفه‌جویی در مصرف آجر بهتر است شکل پی به صورت پلکانی اجرا شود این عمل باعث می‌شود که بار با زاویه‌ی ۶۰ درجه به زمین منتقل شود (شکل ۱-۳۶).



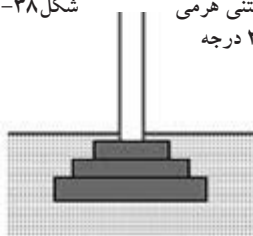
شکل ۱-۳۷ پی فلزی



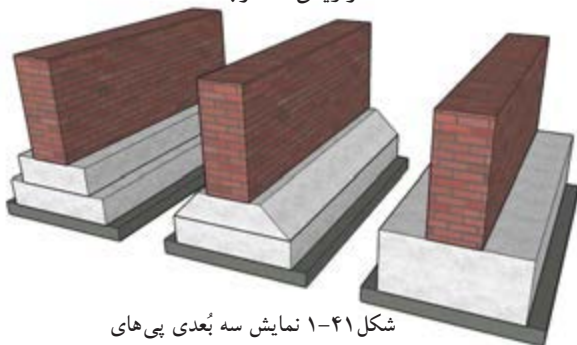
شکل ۱-۳۸ پی بتنی ساده



شکل ۱-۳۹ پی بتنی هرمی
با زاویه ۳۰ درجه



شکل ۱-۴۰ پی بتنی پلکانی با
زاویه ۴۵ درجه



شکل ۱-۴۱ نمایش سه بُعدی پی‌های
بتنی نواری ساده، هرمی، پلکانی



شکل ۱-۴۲ پی بتن مسلح

د) پی فلزی: در صورتی که بارهای وارده بر ستون زیاد و مقاومت فشاری زمین (خاک)، از حد مجاز کم‌تر باشد، گاهی برای ستون‌های فولادی از پی‌های باشبکه‌ی فولادی (شکل ۱-۳۷) استفاده می‌شود اما امروزه جهت صرفه‌جویی اقتصادی امکان استفاده از پی‌های فلزی مقدور نمی‌باشد. لذا پی‌های بتن مسلح جایگزین این نوع پی‌ها گردیده است.

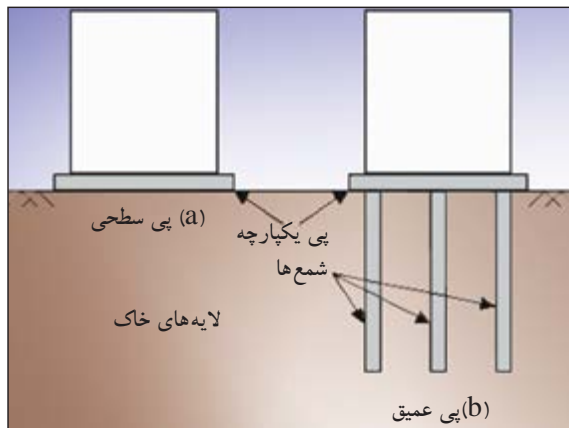
ه) پی بتنی (بتن مسلح)^۱: بتن را می‌توان یکی از مقاوم‌ترین و مستحکم‌ترین سنگ‌های مصنوعی دانست. لذا پی‌هایی که با بتن ساخته می‌شوند بهترین پی در کارهای ساختمانی به شمار می‌آیند. امروزه توصیه می‌شود که پی کلیه‌ی ساختمان‌ها را با بتن مسلح بسازند.

در مناطق زلزله‌خیزی نظیر شهرهای جنوب خراسان، دامنه‌های سلسله جبال البرز، قزوین، برای ساختمان‌های سبک و یک طبقه نیز پی‌های بتنی از نوع نواری اجرا می‌گردد. زاویه‌ی پخش بار در پی‌های بتنی بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است لذا می‌توان این گونه پی‌ها را پلکانی و یا به صورت هرم ناقص (شکل‌های ۱-۳۸ و ۱-۳۹ و ۱-۴۰) ساخت و از مصرف اضافی بتن صرفه جویی نمود.

شکل ۱-۴۱ تصویر سه بُعدی از پی نواری بتنی به شکل‌های متفاوت را نشان می‌دهد.

ضمناً باید توجه داشت چنان چه پی از نوع بتن مسلح باشد ابتدا باید مطابق نقشه‌ی اجرایی آرماتور (میلگردگذاری) در قالب پیش‌بینی شده قرار داده، سپس بتن‌ریزی صورت گیرد (از پی‌های بتن مسلح در ساختمان‌های اسکلت فلزی و اسکلت بتنی استفاده می‌شود) (شکل ۱-۴۲).

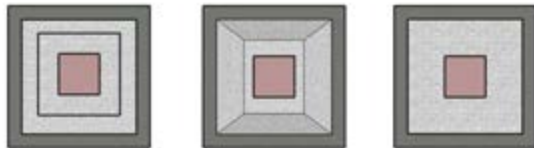
۱- به بتن مسلح شده با میلگرد (آرماتور)، بتن آرمه یا بتن مسلح گفته می‌شود.



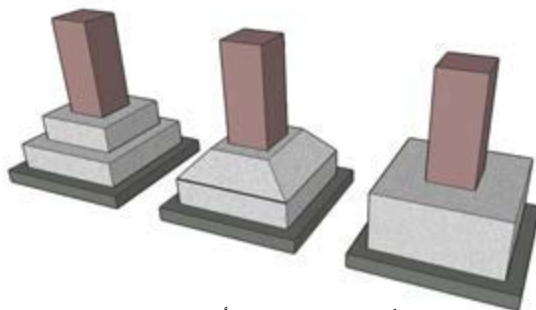
شکل ۱-۴۳ پی های سطحی و غیر سطحی



شکل ۱-۴۵ پی تکی (منفرد)



شکل ۱-۴۶ پلان (نمای بالا) از پی های بتنی مسلح منفرد ساده، هرمی، پلکانی



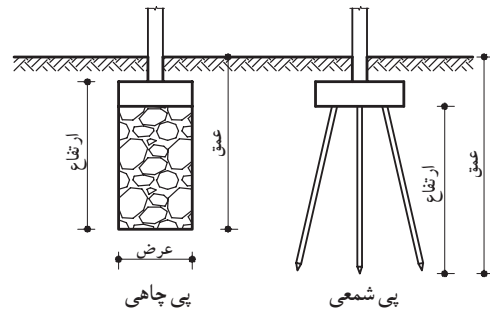
شکل ۱-۴۷ نمایش سه بُعدی پی های بتنی مسلح منفرد ساده، هرمی، پلکانی

۳-۳-۱- انواع پی از نظر سیستم ساخت:

پی ها از نظر سیستم ساخت به دو دسته کلی پی های سطحی^۱ و پی های غیر سطحی^۲ (عمیق) تقسیم می شود (شکل ۱-۴۳):

- پی های سطحی شامل: تکی یا منفرد، نواری، صفحه ای یا گسترده یا رادیه ژنرال، مشترک، باسکولی و پی کلاف شده می باشد.

- پی های غیر سطحی شامل: پی های نیمه عمیق یا چاهی، عمیق یا شمعی است (شکل ۱-۴۴).



شکل ۱-۴۴ پی های غیر سطحی

الف) پی های سطحی

- پی تکی (منفرد)^۳: معمولاً از پی های تکی در مواقعی استفاده می شود که بار وارده از طرف ساختمان نسبتاً کم بوده و تعداد طبقات ۳ الی ۴ طبقه باشد از طرفی احتمال نشست غیر یکنواخت زمین^۴ وجود نداشته باشد (شکل ۱-۴۵).

در ساختمان های اسکلت فلزی چون تمام بارها ابتدا به ستون ها وارد می شود و ستون ها بار را به پی ها منتقل می نمایند، لازم است پی از نوع بتن مسلح (بتن آرمه) استفاده گردد. در این گونه موارد پی های بتن مسلح از نوع تکی (منفرد) اجرا می شود.

سطح مقطع پی های تکی (منفرد) دارای شکل های مربع، مربع مستطیل، چندضلعی، دایره است که برای صرفه جویی در مصرف مصالح می توان آن را به صورت پلکانی یا شیب دار اجرا نمود (شکل های ۱-۴۶ و ۱-۴۷).

۱- Shallow Foundation

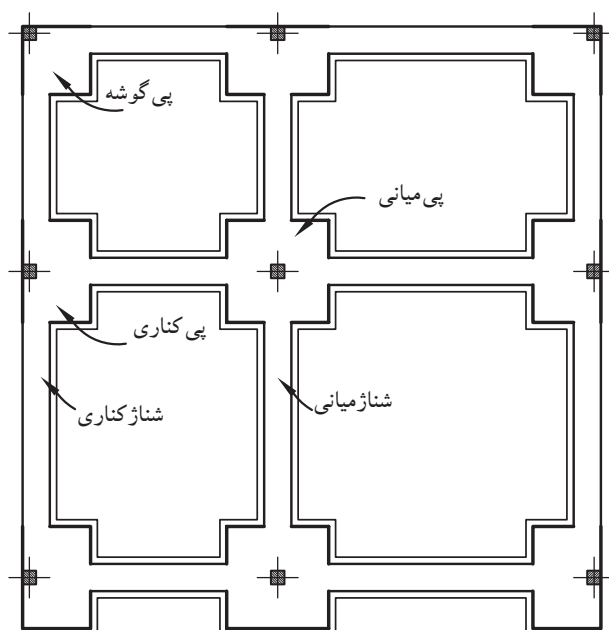
۲- Deep Foundation

۳- Pad Foundation

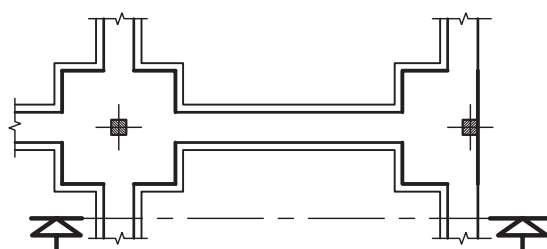
۴- به دلیل نامتوازن بودن بار ستون ها، در صورت نشست یکنواخت زمین و در هنگام زلزله، احتمال جابه جایی سطحی پی های تکی (بدون کلاف بندی) وجود دارد، بنابراین امروزه پی ها را به صورت پی های تکی کلاف بندی شده، اجرا می کنند.



شکل ۴۸-۱ آرماتورگذاری پی تکی کلاف بندی شده



شکل ۴۹-۱ پلان پی تکی کلاف بندی شده



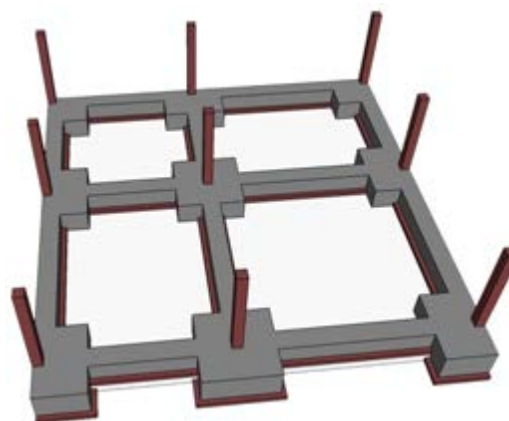
قسمتی از پلان فنداسیون



شکل ۵۱-۱ برش (پی و شناژ دارای ارتفاع های متفاوت اند.)

- پی تکی کلاف شده: هرگاه پی های تکی (منفرد) توسط شناژهایی از بتن مسلح (آرمه) به یکدیگر متصل و کلاف گردند، پی را «کلاف شده» می نامند (شکل ۴۸-۱).

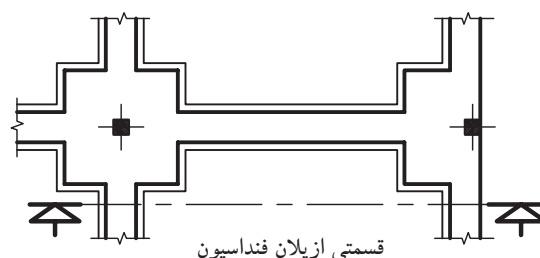
پی های کلاف شده بهترین نوع پی در مناطق زلزله خیز به شمار می رود. زیرا در هنگام زلزله شناژها از جابه جایی پی ها جلوگیری نموده و باعث می شوند که در فاصله ی پی ها از یکدیگر تغییری حاصل نگردد (شکل های ۴۹-۱ و ۵۰-۱).



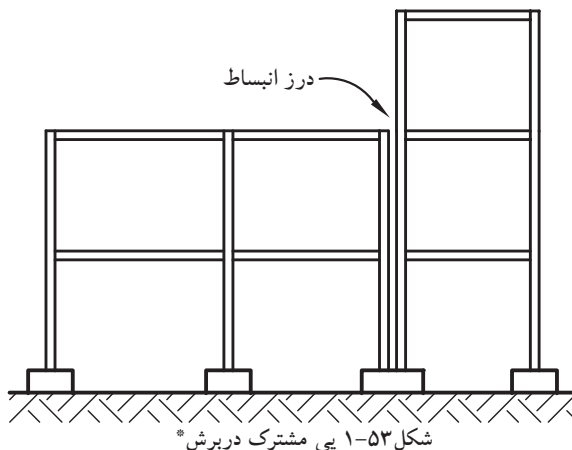
شکل ۵۰-۱ نمایش سه بعدی پی تکی کلاف بندی شده

اتصال و یا کلاف پی و شناژ به دو صورت انجام می شود:

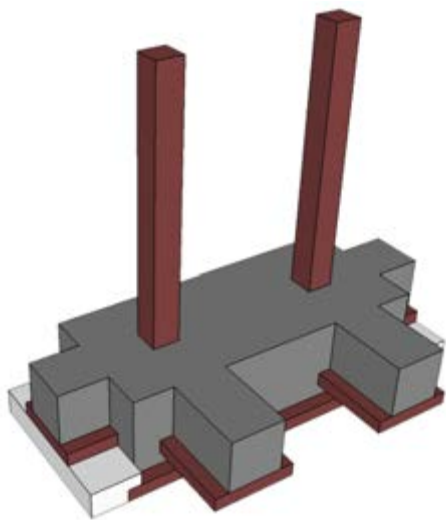
- ۱- ارتفاع شناژ کمتر از ارتفاع پی باشد (شکل ۵۱-۱).
- ۲- ارتفاع شناژ و پی یکی باشد (شکل ۵۲-۱).



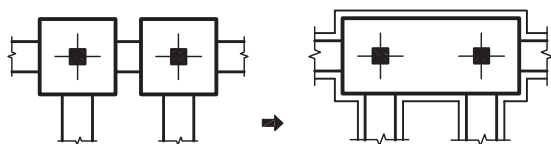
شکل ۵۲-۱ برش (پی و شناژ هم ارتفاع اند.)



* در این برش، پناهی بار وارده‌ی متغیر، نیاز به پی باسکولی^۱ است تا پی مورد نظر تعادل و ایستایی خود را حفظ نماید.



تصویر سه بُعدی پی مشترک مستطیل



(۱)

(۲)

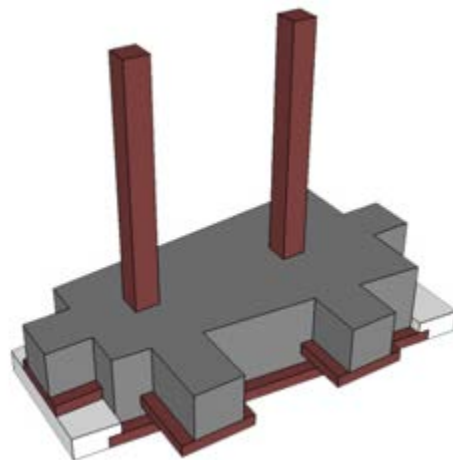
شکل ۱-۵۴ پی مشترک مستطیل

- پی مشترک (مربک): هرگاه برای دو یا چند ستون یک پی ساخته شود «پی مشترک» گویند (شکل ۱-۵۳). پی مشترک وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که:

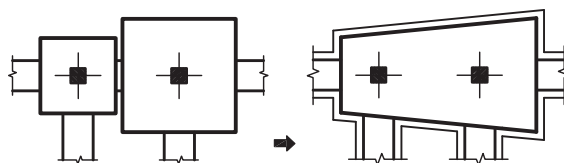
۱- فاصله‌ی پی‌ها از یکدیگر کم بوده به طوری که حجم پی‌ها یکی می‌شود.

۲- یکی از پی‌ها در کنار زمین همسایه قرار گرفته باشد.

۳- وقتی که به علت طول زیاد یک بنا نیاز به ایجاد درز انبساط (ژوئن) باشد، در این صورت باید برای ستون‌های مجاور درز انبساط نیز پی مشترک در نظر گرفته شود. لازم به توضیح است چنانچه بخواهیم برای دو پی با بارهای مختلف پی مشترک طرح نماییم پی مزبور به شکل دوزنقه خواهد بود که قاعده‌ی کوچک در طرف بار کم‌تر و قاعده‌ی بزرگ آن در جهت بار بیش‌تر قرار می‌گیرد (شکل ۱-۵۴ و ۱-۵۵).



تصویر سه بُعدی پی مشترک دوزنقه‌ای



(۱)

(۲)

شکل ۱-۵۵ پی مشترک دوزنقه

۱- به تعریف پی باسکولی، در صفحه‌ی ۱۸ رجوع شود.