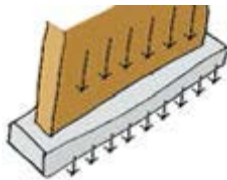
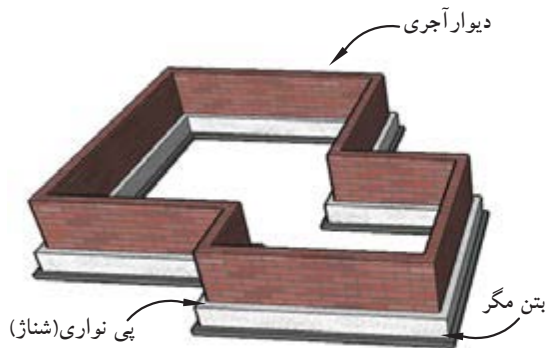




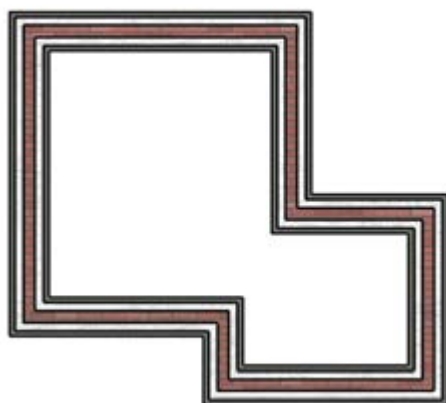
شکل ۱-۵۶ پی بتن مسلح نواری شبکه ای زیرستون



شکل ۱-۵۷ انتقال بار از دیوار به پی



شکل ۱-۵۸ نمایش سه بُعدی پی بتن مسلح نواری با دیوار آجری



شکل ۱-۵۹ پلان پی نواری با دیوار آجری

- پی نواری: با اتصال پی های یک ردیف ستون و یا پی زیر یک دیوار باربر، پی نواری ایجاد می گردد که نسبت طول به عرض آن بسیار زیاد است. معمولاً پی هایی که در آن ها نسبت طول به عرض آن بزرگ تر از ۴ تا ۵ باشد، به عنوان پی نواری در نظر گرفته می شوند.

در زمین هایی که خطر رانش به وسیله ی خاک وجود داشته باشد از این گونه پی ها استفاده می شود. این پی ها بار وارده را در جهت طول پخش کرده و به خاک منتقل می کند و بنا را در مقابل لرزش ها و رانش های زمین مقاوم می نماید (شکل ۱-۵۶ و ۱-۵۷).

پی های نواری در موارد زیر قابل اجرا هستند:

۱- زیر یک ردیف ستون در ساختمان های اسکلت فلزی یا بتن مسلح.

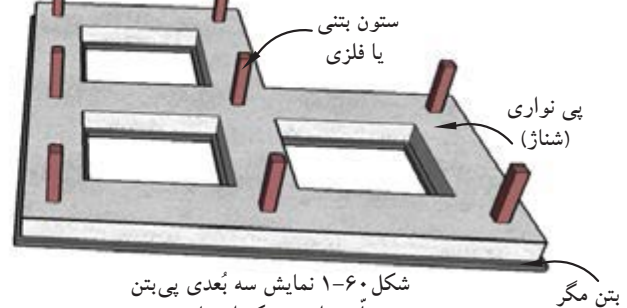
۲- در زیر دیوار باربر در ساختمان های آجری

۳- زیر ستون و دیوار تواما.

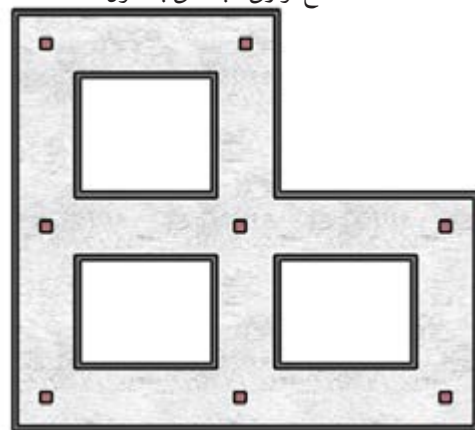
چنان چه این پی ها در هر دو امتداد عمود

برهم قرار گیرند، پی نواری شبکه ای ایجاد

می گردد (شکل های ۱-۵۸ و ۱-۵۹ و ۱-۶۰ و ۱-۶۱).



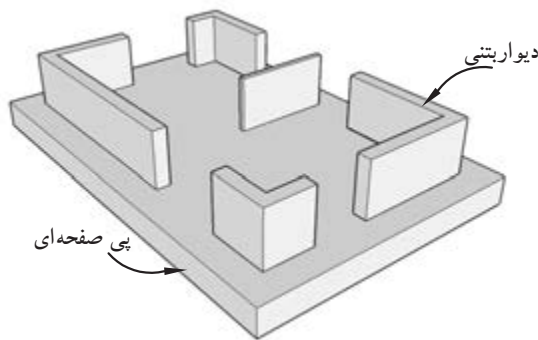
شکل ۱-۶۰ نمایش سه بُعدی پی بتن مسلح نواری شبکه ای با ستون



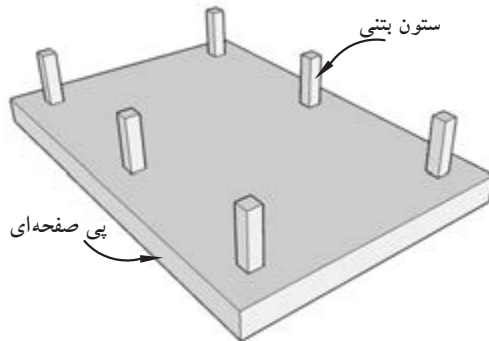
شکل ۱-۶۱ پلان پی نواری شبکه ای با ستون فلزی یا بتنی



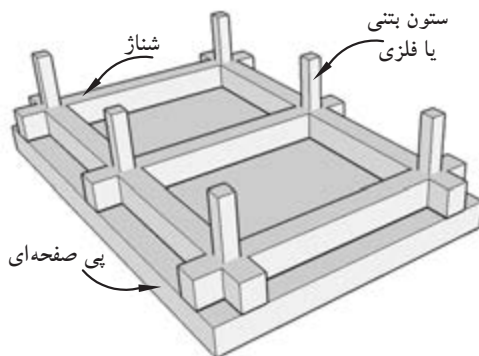
شکل ۱-۶۲ پی بتن مسلح یکپارچه (رادیه ژنرال)



شکل ۱-۶۳ پی یکپارچه با دیوار محیطی



شکل ۱-۶۴ پی یکپارچه ساده با ستون بتنی یا فلزی



شکل ۱-۶۵ پی یکپارچه با شناژ

- پی صفحه‌ای (گسترده یا رادیه ژنرال): از این گونه پی‌ها در مواردی استفاده می‌شود که بارهای وارده از ساختمان بسیار زیاد بوده (مثل آسمان خراش‌ها) و یا مقاومت فشاری زمین (خاک) به قدری کم باشد که جهت انتقال بار به (زمین) زیرپی به تمام سطح زیرین ساختمان نیاز باشد (شکل ۱-۶۲).

رادیه ژنرال به صورت یکپارچه و از بتن مسلح (آرمه) در سرتاسر زیر ساختمان ساخته می‌شود و کلیه ستون‌ها و دیوارها بر روی آن قرار می‌گیرد. در بعضی مواقع که بار بسیار زیاد باشد سطح پی را بزرگ‌تر از سطح ساختمان روی آن می‌سازند تا پخش فشار در سطح بزرگ‌تری انجام پذیرد. پی‌های گسترده به صورت‌های مختلف ساخته می‌شود که فقط به ذکر نام آن‌ها می‌پردازیم.

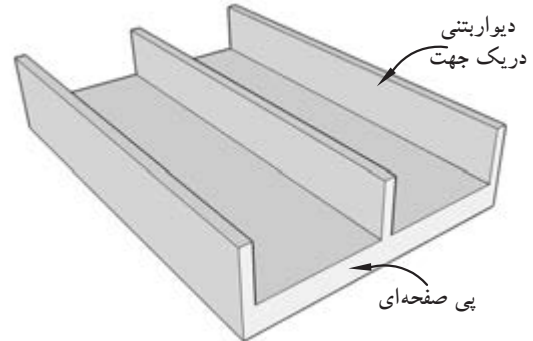
- پی صفحه‌ای با دیوار محیطی (شکل ۱-۶۳)،

- پی صفحه‌ای ساده (شکل ۱-۶۴)،

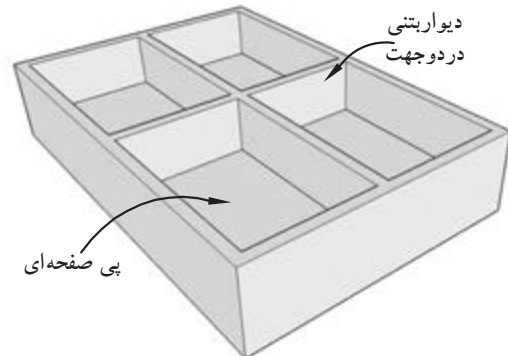
- پی صفحه‌ای با شناژ (شکل ۱-۶۵)،

- پی صفحه‌ای با دیوار بتنی در یک جهت (شکل ۱-۶۶)،

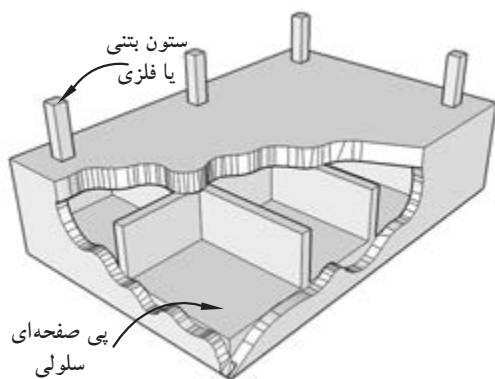
- پی صفحه‌ای با دیوار بتنی در دو جهت (شکل ۱-۶۷).



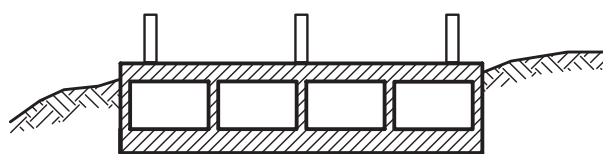
شکل ۱-۶۶ پی یکپارچه با دیوار بتنی در یک جهت



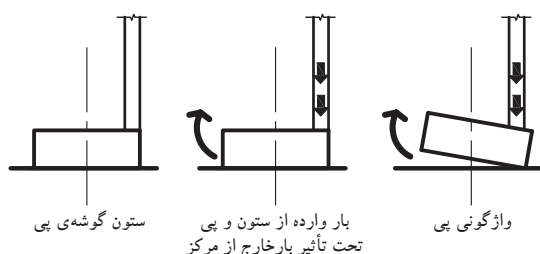
شکل ۱-۶۷ پی یکپارچه با دیوار بتنی در دو جهت



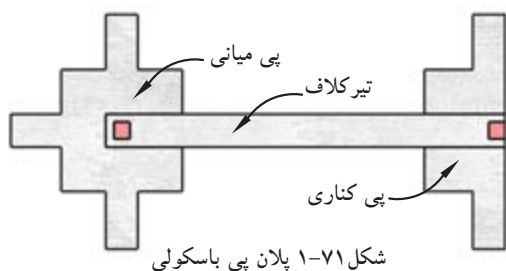
شکل ۱-۶۸ پی یکپارچه‌ی سلولی



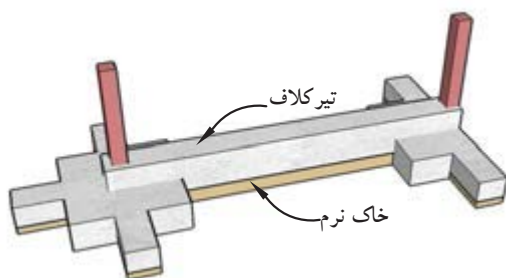
شکل ۱-۶۹ برش پی یکپارچه‌ی سلولی



شکل ۱-۷۰ اثر نیرو در پی گوشه و یا پی کناری



شکل ۱-۷۱ پلان پی باسکولی



شکل ۱-۷۲ نمایش سه بُعدی پی باسکولی

در شکل‌های ۱-۶۸ و ۱-۶۹ نیز پی صفحه‌ای سلولی به صورت سه بُعدی و برشی از آن را نشان می‌دهد.

- پی باسکولی: چنانچه ستونی در گوشه و یا میان سطح پی منفرد قرار داشته باشد، نیروی وارده از ستون برگوشه‌ی پی وارد می‌شود. این گونه پی‌ها تحت بار خارج از مرکز قرار گرفته و باعث چرخش و واژگونی آن می‌شود (شکل ۱-۷۰).

بنابراین جهت جلوگیری از واژگونی پی مذکور آن را با یک تیر رابط (شناژ) به پی منفرد داخلی متصل می‌کنند (شکل ۱-۷۱).

بدین ترتیب، «پی باسکولی» نوعی پی (مرکب) است که متشکل از دو پی منفرد و یک تیر رابط است. این کار ممکن است برای جلوگیری از نشست نامساوی ستون‌ها مورد توجه قرار بگیرد.

تیر رابط، برای انتقال لنگر ناشی از خروج از مرکز ستون خارجی به پی ستون داخلی به کار می‌رود، به طوری که در زیر هر دو پی تنش یکنواخت ایجاد شود. تیر رابط نباید با زمین در تماس باشد تا فشاری از خاک بر آن وارد نیاید و توزیع نیرو را در پی‌ها تغییر ندهد.

شکل ۱-۷۲ تصویر سه بُعدی از پی باسکولی را نشان می‌دهد.





شکل ۱-۷۳ پی چاهی در حال اجرا

## ب) پی های غیرسطحی:

- پی نیمه عمیق (چاهی)<sup>۱</sup>: چنان چه خاک زیر بنا جهت ساختمان سازی مناسب نباشد، مخزن هایی به شکل چاه به عمق تا ۱۰ متر ایجاد نموده، سپس قسمتی از آن را با مصالح مناسب پرمی نمایند و پی مورد نظر را بر روی آن قرار می دهند (شکل های ۱-۷۳ و ۱-۷۴).



شکل ۱-۷۴ پی چاهی کامل



شکل ۱-۷۵ پی شمعی

- پی عمیق (شمعی)<sup>۲</sup>: اگر پی کنی و پی سازی در عمق ۱۰ متر و یا بیش تر باشد، به دلیل سستی خاک (زمین)، پی سازی به روش های معمولی امکان پذیر نیست، باید از پی های شمعی استفاده کرد. معمولاً این شمع ها از جنس چوب به قطر ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر و به ارتفاع ۸ تا ۱۰ متر و در ارتفاع بیش تر از ۱۰ متر از جداره ی فلزی (به قطر ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر) ساخته شده و مورد استفاده قرار می گیرد، قابل توضیح است که چون چوب و فلز به کار رفته پس از گذشت زمانی می پوسند، لذا لازم است از قطعات پیش ساخته ی بتنی و یا بتن (درجا) که به صورت استوانه ای با قطر ۲۵ تا ۴۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ متر استفاده گردد، سپس پی مورد نظر را بر روی شمع ها قرار می دهند. (اجرای پی های شمعی به تکنیک و مهارت خاصی نیاز دارد) (شکل های ۱-۷۵ و ۱-۷۶).

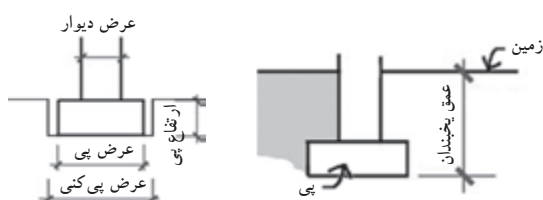


شکل ۱-۷۶ پی شمعی

## ۱-۴- پی‌کنی و خاک‌برداری

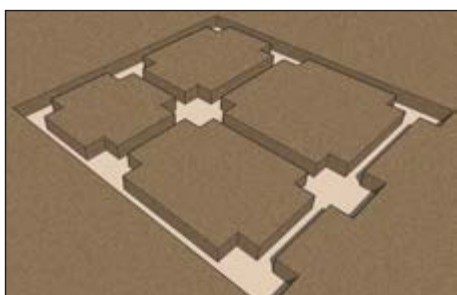


شکل ۱-۷۷ پی‌کنی برای پی‌نواری



شکل ۱-۷۸

شکل ۱-۷۹



شکل ۱-۸۰ پی‌کنی متناسب با ابعاد مشخص شده‌ی پی در نقشه روی زمین اجرا می‌شود.



شکل ۱-۸۱ پی‌کنی از نوع پی‌کلاف‌بندی شده (پی‌منفرد و شناژ) جداره‌های اطراف پی نقش قالب را ایفاء می‌کنند.

به منظور دسترسی به بستری مناسب جهت انتقال وزن ساختمان به زمین «پی‌کنی» صورت می‌گیرد. پی‌کنی در زمین‌هایی که از نظر جنس و مقاومت زمین و وجود آب‌های سطحی و عمقی با هم تفاوت دارند، فرق می‌کند (شکل ۱-۷۷).

به‌طور خلاصه پی‌کنی به دلایل زیر انجام می‌شود:

- ۱- دسترسی به زمین سخت و مقاوم.
- ۲- محافظت پی ساختمان از اثرات جوی مانند یخ‌زدگی و عوامل محیطی مانند ضربات ناشی از حمل و نقل ماشین‌آلات سنگین مخصوصاً در ساختمان‌های صنعتی.
- ۳- جلوگیری از لغزش ساختمان در اثر نیروهای جانبی.

### ۱-۴-۱- ابعاد پی‌کنی: ابعاد و عمق پی‌کنی به ابعاد

و ارتفاع پی و شرایط اقلیمی بستگی دارد (شکل ۱-۷۸). یعنی در مناطقی که در زمستان آب و هوای خیلی سرد دارند و یا میزان بارندگی زیاد است و خطر یخ‌زدگی برای پی وجود دارد، عمق پی را بیش‌تر از مناطق معتدل و گرمسیر در نظر می‌گیرند (شکل ۱-۷۹).

به هر حال در هر نوع آب و هوایی عمق پی‌کنی نباید کم‌تر از ۵۰ سانتی‌متر باشد. طول و عرض پی‌کنی نیز با توجه به نوع قالب‌بندی (مثلاً قالب آجری) حدوداً ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر بزرگ‌تر از ابعاد پی در نظر گرفته می‌شوند (شکل‌های ۱-۸۰ و ۱-۸۱ و ۱-۸۲).



شکل ۱-۸۲ قالب‌بندی آجری در اطراف پی



## ۱-۵- گودبرداری



شکل ۸۳-۱ پیاده کردن نقشه روی زمین



شکل ۸۴-۱ زمین گودبرداری شده



شکل ۸۵-۱ گودبرداری با لودر در زمین نامحدود

جدول ۱-۱

نوع خاک	زاویه به درجه	شیب به درصد	شیب به نسبت
زمین دج	۵	۱۰	۱ به ۱۱
زمین سفت	۱۰	۲۰	۱ به ۶
زمین متوسط	۳۰	۷۰	۲ به ۳
زمین ماسه‌ای	۴۵	۱۰۰	۱ به ۱
زمین دستی و سست	بیش از ۴۵	—	—

بعد از پیاده کردن نقشه و کنترل آن چنانچه یک یا چند طبقه از بنا پایین تر از سطح طبیعی زمین قرار داشته باشد باید گودبرداری انجام شود. گاهی ممکن است عمق گودبرداری به چندین متر برسد (شکل ۸۳-۱).

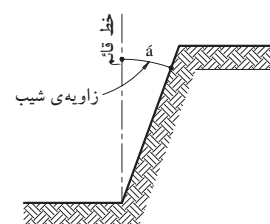
متناسب با عمق گودبرداری و موقعیت زمین (محدود یا نامحدود) گودبرداری ممکن است معمولاً با وسایلی مانند بیل مکانیکی و یا لودر و در صورت محدودیت زمین و عدم دسترسی به ماشین آلات از وسایل دستی مانند بیل و کلنگ و فرغون و در عمق زیاد یا منطقه وسیع مثل پارکینگ‌های زیرزمینی، انبارهای بزرگ زیرزمینی و غیره با کمک سایر ماشین آلات ساختمانی انجام می‌گیرد (شکل ۸۴-۱).

### ۱-۵-۱- گودبرداری در زمین‌های نامحدود: منظور

از زمین‌های نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ گونه ساختمانی نباشد. برای گودبرداری این گونه زمین‌ها از ماشین آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر، و ... استفاده شده، سپس خاک با شیب متناسب برداشته می‌شود و خاک‌های حاصل از گودبرداری با کامیون به خارج از محوطه حمل می‌گردد (شکل ۸۵-۱).

برای جلوگیری از ریزش دیواره‌ها، گودبرداری با شیب ملایمی انجام می‌گیرد که این مقدار شیب به جنس زمین بستگی دارد. هرچه قدر خاک گود سست و ریزشی تر باشد مقدار زاویه ی شیب نیز بیش تر خواهد بود (شکل ۸۶-۱).

در جدول ۱-۱ مقدار زوایای شیب دیواره‌ها، هنگام گودبرداری، انواع زمین‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۸۶-۱





شکل ۸۷-۱ گودبرداری دستی (با بیل و کلنگ)



شکل ۸۸-۱ مهاربندی با پشت بند خاکی ستونی



شکل ۸۹-۱ مهاربندی با پشت بندهای افقی و مایل (فضایی)



شکل ۹۰-۱ مهاربندی با شمع چوبی

## ۲-۵-۱- گودبرداری در زمین‌های محدود:

گودبرداری در چنین زمین‌هایی به مراتب از گودبرداری در زمین‌های نامحدود مشکل‌تر است. زیرا اولاً در بیش‌تر مواقع فضای کافی جهت حرکت ماشین‌آلات خاک‌برداری وجود ندارد، ثانیاً چنان‌چه گودبرداری از سطح پی ساختمان‌های مجاور پایین‌تر باشد رعایت مسائل ایمنی جهت جلوگیری از ریزش زمین و تخریب ساختمان مجاور ضروری است (شکل ۸۷-۱).

برای ایجاد امنیت در چنین مواقعی باید گودبرداری را با رعایت فاصله‌ی مناسب از دیوار مجاور و مهار کردن دیوارهای ساختمان مجاور با شمع‌های چوبی یا فلزی اجرا نمود.

در شکل ۸۸-۱ مهاربندی (سازه نگهبان<sup>۱</sup>)، دیواره‌های ساختمان مجاور را با پشت بندهای خاکی به شکل ستون نشان می‌دهد.

شکل ۸۹-۱ مهاربندی جداره‌ها توسط پشت بندهای افقی و مایل را در گودهایی با عرض کم نشان می‌دهد. در شکل ۹۰-۱ مهاربندی توسط شمع‌های چوبی و یا فلزی و همچنین پشت بندهای خاکی اجرا شده است. این شمع‌ها به صورت مایل و با زاویه‌ی ۴۵ درجه مستقر می‌شوند.

شکل ۹۱-۱ نیز مهاربندی توسط دیوار مانع را نشان می‌دهد. معمولاً در زمین‌های ماسه‌ای و سست به دلیل ریزشی بودن دیوارها مهاربندی افقی عملی نیست بنابراین استفاده از دیواره‌های چوبی یا فلزی مقرون به صرفه خواهد بود.



شکل ۹۱-۱ مهاربندی با دیوار مانع چوبی

۱- به منظور جلوگیری از ریزش خاک و تبعات منفی احتمالی ناشی از خاک‌برداری، سازه‌های موقتی را برای مهار خاک دیواره‌ی گودبرداری اجرا می‌کنند که به آن «سازه نگهبان» می‌گویند. هدف از سازه‌های نگهبان عبارتند از: حفظ اموال و جان انسان‌های خارج و داخل گود و ایجاد شرایط امن کاری است.



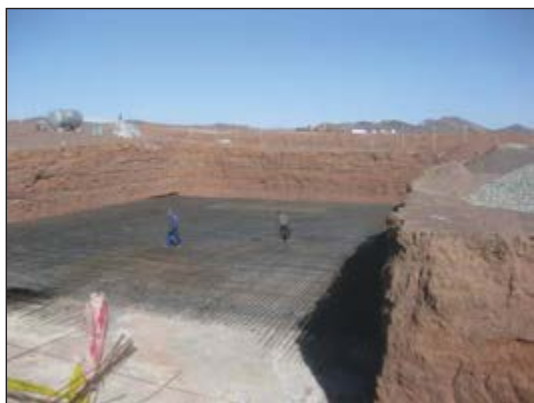
## ۱-۶- عوامل تأثیرگذار در انتخاب نوع پی



شکل ۹۲-۱ پی کلاف بندی



شکل ۹۳-۱ پی نواری



شکل ۹۴-۱ پی گسترده

با توجه به اینکه دربخش‌های قبلی با چگونگی تشخیص نوع خاک و نحوه استفاده از آن و همچنین بازمین و انواع پی و چگونگی تشخیص آن درساختمان‌سازی آشنا شدید، حال دراین قسمت لازم است به عواملی که درانتخاب نوع پی که به طراح کمک می‌کند، اشاره شود.

از جمله عوامل قابل توجه، آگاهی یافتن ازشرایط اقلیمی و آب وهوایی، موقعیت جغرافیایی و اطلاع از وضعیت اقتصادی و فرهنگی مردم آن منطقه است که به کمک آن می‌توان دریافت که کدام مکان، باچه نوع کاربری و با چه میزان سرمایه‌گذاری، دارای قابلیت ساخت و ساز می‌باشد.

علاوه برتوجه به مسایل فنی، مانند نوع خاک و مقاومت آن، میزان باروارده از ساختمان به زمین و ... که همگی تعیین کننده نوع پی و اندازه‌ی آن است، براین اساس، شرایط ساخت بنا برای هر مکان با توجه به قرارگیری آن در شهر یا روستا، در کویر یا کوهستان، در جلگه یا سواحل دریا، در منطقه‌ی جنوب یا در شمال و مناطق معتدل زلزله‌خیز نیز متفاوت بوده و توجه به آن از نکات حائز اهمیت می‌باشد.

بنابراین با تعیین شرایط به‌دست‌آمده توسط مهندسین مشاور اعم از نقشه‌برداران، زمین‌شناسان، شهرسازان (طراحان شهری و برنامه‌نویسان)، معماران و معماران‌منظر، مهندسین محاسب و متره و برآورد و اجرا و.... وضعیت ساخت و ساز تعیین گردیده و با بازدید از محل و نوع بنا به تشخیص نوع پی (فنداسیون) آن نیز می‌پردازند.

شکل‌های ۹۲-۱ تا ۹۴-۱ چند نمونه از انواع پی را با توجه به شرایط اقلیمی و نوع بنا و جنس زمین نشان می‌دهد.





## خلاصه ی واحدکار (۱)

### ۱-۱- خاک

پی به عنوان یکی از اعضای باربر ساختمان وظیفه ی توزیع و انتقال وزن ساختمان به زمین زیرش را دارد. به طوری که طراحی یک پی مناسب، به خصوصیات خاک زیر آن از یک طرف و مقدار وزن سازه ی روی آن از طرف دیگر بستگی دارد.

۱-۱-۱- تعریف خاک: «خاک» به قشر عظیم و پراکنده ی سیّار و یا ثابت که توده ای از ذرات مختلف و با اندازه ها و شکل های گوناگون تشکیل می شود، گویند.

۱-۱-۲- طبقه بندی خاک: اندازه و شکل دانه های خاک تا حدودی در رفتار خاک ها موثرند. بنابراین طبقه بندی خاک ها براساس اندازه ی دانه های آن خواهد بود.

۱-۱-۳- انواع خاک: خاک ها براساس اندازه ی قطر ذراتشان، به دو دسته ی درشت دانه و ریزدانه تقسیم می شوند. قلوه سنگ، شن و ماسه از گروه خاک های درشت و لای و رس و کلوئیدها و لجن از گروه خاک هایی هستند که اندازه ی دانه های آن بسیار ریز می باشند.

۱-۱-۴- مقاومت خاک: هرچه قدر دانه بندی خاک دارای پیوستگی خاص و دارای درصد خوبی از رطوبت باشد، از مقاومت باربری بهتری برخوردار بوده و امکان ساخت و ساز را در حجمی بالاتر میسر می سازد.

### ۱-۲- نوع زمین از نظر ساختمان سازی

۱-۲-۱- زمین های با خاک دستی: زمین هایی که از بقایای ساختمان هایی که در اثر عوامل جوی مانند زلزله و رانش زمین و سیل و... و عوامل غیرجوی چون تخریب بناهای قدیمی و... خراب شده اند، به وجود می آیند. این نوع زمین ها دارای معایب فراوان بوده و برای ساخت و ساز توصیه نمی شود.

۱-۲-۲- زمین های ماسه ای: دارای مقاومت فشاری در حدود ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم بر سانتی مترمربع بوده و امکان ساخت و ساز را بر روی آن با رعایت اصول ایمنی فراهم می سازد. کناره های ساحل دریا نمونه ای از این زمین هاست.

۱-۲-۳- زمین های دج: به زمین هایی از شن های ریز و درشت خاک با مقاومت فشاری در حدود ۴/۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر سانتی مترمربع، گفته می شود. این نوع زمین ها به رنگ های زرد و سرخ و سیاه وجود دارد و برای ساخت و ساز بسیار مناسب است.

۱-۲-۴- زمین های مخلوط: زمین هایی از قلوه سنگ، شن، ماسه و خاک رس با مقاومت فشاری در حدود ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم بر سانتی مترمربع بوده و در صورتی که از تراکم مناسب برخوردار نباشد، برای ساخت و ساز مناسب نیست.

۱-۲-۵- زمین های سنگی: دارای مقاومت فشاری حدود ۴۰ کیلوگرم بر سانتی مترمربع است. اگر چنانچه این زمین ها از نوع سنگ های گچی و آهکی تشکیل نشده باشند برای ساخت و ساز مناسب است.

۱-۲-۶- زمین های نامناسب: 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.

۱-۲-۷- زمین های رسی: این نوع زمین ها در صورتی که خشک و بی آب بوده و فشرده شوند مقاومت فشاری آن حدود ۴ تا ۵ کیلوگرم بر سانتی مترمربع خواهد بود. بنابراین قابلیت ساخت و ساز در آن فراهم است و در غیر این صورت با ازدیاد رطوبت، مقاومت فشاری آن شدیداً کاهش می یابد.



### ۱-۳-۱ پی‌های ساختمانی و انواع آن

۱-۳-۱-۱- تعریف پی (شالوده یا فنداسیون): بنا به وسیله‌ی پی به زمین متصل شده و بارهای وارده را از بنا که شامل وزن حاصل از ستون‌ها و دیوارها و سقف‌ها و ... را دریافت کرده و به یک نسبت مشخصی پخش و به زمین منتقل می‌کند. ابعاد پی بستگی به وزن بنا، نیروهای وارد بر آن (مرده و زنده و بارهای جانبی)، نوع خاک و مقاومت فشاری زمین دارد.

#### ۱-۳-۲ انواع پی از نظر مصالح مصرفی:

الف) پی شفته‌ای: برای ساختمان‌های کوچک ۲ یا ۳ طبقه‌ی آجری استفاده می‌شود. شفته خمیری است از مخلوط خاک، شن، گردآهک و آب که در هر متر مکعب خاک آن بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم گردآهک به کار می‌رود. ب) پی آجری: از پی‌های آجری در مواقعی که ساختمان کوچک و بارورده‌ی آن نیز کم باشد، استفاده می‌شود. برای صرفه‌جویی در مصرف آجر بهتراست شکل پی به صورت پلکانی اجرا شود این عمل باعث می‌شود که بارها زاویه‌ی ۶۰ درجه به زمین منتقل شود.

ج) پی سنگی: این پی با استفاده از سنگ‌های طبیعی در مناطقی که سنگ با قیمت ارزان در دسترس است ساخته می‌شود. سنگ‌های قلوه‌ای به علت صیقلی و مدور بودن آن برای پی‌سازی مناسب نیست. زاویه‌ی پخش بار در پی‌های سنگی ۴۵ درجه است.

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

د) پی فلزی: در صورتی که بارهای وارده بر ستون زیاد و مقاومت فشاری زمین (خاک)، از حد مجاز کم تر باشد استفاده می‌شود.

ه) پی بتنی (بتن مسلح): بتن را می‌توان یکی از مقاوم‌ترین و مستحکم‌ترین سنگ‌های مصنوعی دانست. حتی 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.

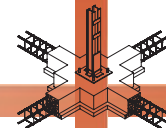
۱-۳-۲-۱ انواع پی از نظر سیستم ساخت: پی‌ها از نظر سیستم ساخت به دو دسته‌ی کلی، پی‌های سطحی و پی‌های غیر سطحی (عمیق) تقسیم می‌شود:

#### الف) پی‌های سطحی

- پی تکی (منفرد): معمولاً از پی‌های تکی در مواقعی مورد استفاده می‌شود که بار وارده از طرف ساختمان نسبتاً کم بوده و تعداد طبقات ۳ الی ۴ طبقه باشد از طرفی احتمال نشست غیر یکنواخت زمین وجود نداشته باشد.

- پی تکی کلاف شده: هرگاه پی‌های تکی (منفرد) توسط شناژهایی از بتن مسلح (آرمه) به یکدیگر متصل و کلاف گردند، پی را «کلاف شده» می‌نامند. پی‌های کلاف شده بهترین نوع پی در مناطق زلزله‌خیز به شمار می‌رود.

- پی نواری: با اتصال پی ستون‌های یک ردیف و یا پی زیر یک دیوار باربر، پی نواری ایجاد می‌گردد که نسبت طول به عرض آن بسیار زیاد است. در زمین‌هایی که خطر رانش به وسیله‌ی خاک وجود داشته باشد از این گونه پی‌ها استفاده می‌شود. این پی‌ها بار وارده را در جهت طول پخش کرده و به خاک منتقل می‌کند.



- پی صفحه‌ای (گسترده یا رادیه ژنرال): از این گونه پی‌ها در مواردی استفاده می‌شود که بارهای وارده از ساختمان بسیار زیاد بوده و یا مقاومت فشاری زمین (خاک) به قدری کم باشد که جهت انتقال بار به زمین زیرپی به تمام سطح زیرین ساختمان نیاز باشد.

- پی مشترک: هرگاه برای دو یا چند ستون یک پی ساخته شود «پی مشترک» گویند. پی مشترک وقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که:

۱- فاصله‌ی پی‌ها از یکدیگر کم بوده به طوری که سطح پی‌ها یکدیگر را بپوشاند.

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.

- پی باسکولی: چنانچه ستونی در گوشه و یا میان سطح پی منفرد قرار داشته باشد، نیروی وارده از ستون بر گوشه‌ی پی وارد می‌شود. این گونه پی‌ها تحت بار خارج از مرکز قرار گرفته و باعث چرخش و واژگونی آن می‌گردد. بنابراین جهت جلوگیری از واژگونی پی مذکور آن را با یک تیر رابط (شناژ) به پی منفرد داخلی متصل می‌کنند. بدین ترتیب یک «پی باسکولی» متشکل است از دو پی منفرد و یک تیر رابط است.  
(ب) پی‌های غیرسطحی:

- پی نیمه عمیق (چاهی): در این نوع پی‌ها یک مخزن به شکل چاه به عمق تا ۱۰ متر ایجاد شده سپس قسمتی از آن را با مصالح انتخابی پرمی‌کنند و پی مورد نیاز را روی آن قرار می‌دهند.

- پی عمیق (شمعی): اگر پی‌کنی و پی‌سازی در عمق ۱۰ متر و یا بیش‌تر باشد، به دلیل سستی خاک (زمین)، پی‌سازی به روش‌های معمولی امکان‌پذیر نیست، بلکه باید از پی‌های شمع‌ی استفاده کرد.

#### ۴-۱- پی‌کنی و خاک‌برداری

به منظور دسترسی به بستری مناسب جهت انتقال وزن ساختمان به زمین «پی‌کنی» صورت می‌گیرد. به طور خلاصه پی‌کنی به دلایل زیر انجام می‌شود:

۱- دسترسی به زمین سخت و مقاوم.

۲- محافظت پی ساختمان از اثرات جوی مانند یخ‌زدگی و عوامل محیطی مانند ضربات ناشی از حمل و نقل ماشین‌آلات سنگین مخصوصاً در ساختمان‌های صنعتی.

۳- جلوگیری از لغزش ساختمان در اثر نیروهای جانبی.

#### ۵-۱- گودبرداری

بعد از پیاده کردن نقشه و کنترل آن چنانچه، یک یا چند طبقه از بنا پایین‌تر از سطح طبیعی زمین قرار داشته باشد باید گودبرداری انجام شود. گاهی ممکن است عمق گودبرداری به چندین متر برسد.

۱-۵-۱- گودبرداری در زمین‌های نامحدود: منظور از زمین‌های نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی نباشد. برای گودبرداری این گونه زمین‌ها از ماشین‌آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر و ... استفاده می‌شود و خاک با شیب متناسب برداشته می‌شود.

۲-۵-۱- گودبرداری در زمین‌های محدود: گودبرداری در چنین زمین‌هایی با مهاربندی (سازه نگهبان) دیواره‌های ساختمان مجاور با پشت‌بندهای خاکی به شکل ستونی، با پشت‌بندهای افقی و مایل در گودهایی با عرض کم، مهاربندی توسط شمع‌های چوبی و گاهی فلزی و یا با پشت‌بندهای خاکی و هم‌چنین با مهاربندی توسط دیوار مانع انجام می‌شود. معمولاً در زمین‌های ماسه‌ای و سست به دلیل ریزشی بودن دیوارها مهاربندی افقی عملی نیست، بنابراین استفاده از دیواره‌های چوبی یا فلزی مقرون به صرفه تر خواهد بود.





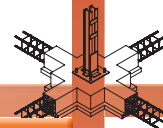
## آزمون پایانی (۱)

### سؤالات تشریحی

- ۱- خاک را تعریف کنید و انواع آن را از نظر ساختمان سازی نام ببرید.
- ۲- مناسب ترین خاک در ساختمان سازی دارای چه ویژگی هایی است؟ توضیح دهید.
- ۳- مواد تشکیل دهنده ی زمین های مخلوط را نام برده و بگویید مقاومت فشاری آن چه قدر است؟
- ۴- هدف از پی کنی چیست؟ شرح دهید.
- ۵- پی را تعریف کرده و وظایف آن را نام ببرید.
- ۶- پی های بتنی نسبت به سایر پی ها چه مزیتی دارد؟ شرح دهید.
- ۷- چرا همواره سعی می شود که سطح پی ها را پایین تر از سطح زمین قرار دهند؟ توضیح دهید.
- ۸- چه عواملی در تعیین ابعاد پی موثر است؟ نام ببرید.
- ۹- در چه شرایطی از پی مشترک استفاده می شود؟ توضیح دهید.
- ۱۰- شناژبندی پی های منفرد به چه منظور انجام می گیرد؟ شرح دهید.
- ۱۱- انواع بارهای وارد بر ساختمان را نام ببرید.
- ۱۲- برای تعیین نوع پی، چه عواملی را باید مدنظر قرارداد؟ توضیح دهید.
- ۱۳- انواع مهاربندی در زمین های محدود را نام ببرید.

پاسخ:





## سوالات چهارگزینه‌ای

- ۱- مناسب‌ترین پی برای مقاوم‌سازی ساختمان درمقابل زلزله کدام است؟  
 الف) پی منفرد (ب) پی نواری  
 ج) پی باسکولی (د) پی کلاف شده
- ۲- بارهای قابل جابه‌جایی در ساختمان را چه می‌نامند؟  
 الف) بار مرده (ب) بار زنده (ج) بار جانبی (د) بار زلزله
- ۳- زاویه‌ی پخش بار در پی‌های بتنی چند درجه است؟  
 الف) ۳۰ تا ۴۵ درجه (ب) ۳۰ تا ۶۰ درجه (ج) ۴۵ تا ۶۰ درجه (د) ۶۰ تا ۹۰ درجه
- ۴- برای ساختمان‌های بلند (آسمان خراش‌ها) چه نوع پی به کار می‌رود؟  
 الف) پی منفرد (ب) پی صفحه‌ای (ج) پی نواری (د) پی بتنی
- ۵- پی‌های نواری به پی‌هایی گفته می‌شود که در آن.....  
 الف) طول پی نسبت به عرض آن زیاد باشد. (ب) بار وارده از ساختمان به آن نسبتاً کم باشد.  
 ج) سطح مقطع آن مربع یا دایره باشد. (د) بار وارده از ساختمان به آن نسبتاً زیاد باشد.
- ۶- به زمین‌هایی که از شن‌های ریز و درشت و خاک تشکیل شده، زمین .... نامند.  
 الف) خاک دستی (ب) مخلوط (ج) دج (د) ماسه‌ای
- ۷- در زمین‌های سست و با تحمل باربری کم از چه نوع پی استفاده می‌شود؟  
 الف) پی رادیه ژنرال (ب) پی نواری (ج) پی بتنی منفرد (د) پی باسکولی
- ۸- ابعاد پی بستگی به..... دارد.  
 الف) نیروهای وارد بر آن (ب) وزن بنا (ج) نوع خاک و مقاومت زمین (د) هر سه مورد
- ۹- زیردیوارهای باربر آجری از پی ..... استفاده می‌شود.  
 الف) پی نقطه‌ای (ب) پی نواری (ج) پی گسترده (د) پی مرکب
- ۱۰- کدام یک از ماسه‌های زیر جهت تهیه‌ی بتن مناسب‌تر است؟  
 الف) رودخانه‌ای (ب) بادی (ج) شکسته (د) طبیعی
- ۱۱- ساختمان سازی بر روی کدام یک از زمین‌های نام برده، به هیچ عنوان توصیه نمی‌گردد؟  
 الف) دج (ب) سنگی (ج) رسی (د) مخلوط
- ۱۲- در زمین‌های با ظرفیت باربری ناچیز مانند (زمین‌های با خاک دستی، باتلاقی، شنی و...) از چه نوع پی‌هایی استفاده می‌شود؟  
 الف) پی‌های بتنی (ب) پی‌های گسترده (ج) پی‌های شمعی (د) پی‌های سنگی
- ۱۳- انواع پی از نظر سیستم ساخت عبارتند از:  
 الف) نواری - بتنی - نقطه‌ای - صفحه‌ای  
 ج) تکی - مشترک - شفته‌ای - کلاف شده - سنگی  
 (ب) آجری - بتنی - سنگی - فلزی  
 (د) تکی - نواری - صفحه‌ای - کلاف شده - مشترک



تحقیق کنید . . .

راجع به نوع اسکلت ساختمان مدرسه با کمک هنرآموز خود تحقیقی به عمل آورید که در آن مشخص شود نوع اسکلت بنا از نوع اسکلت فلزی، اسکلت بتنی یا ساختمان بنایی است؟  
پس از مشخص شدن نوع بنا در مورد آن نوع سازه، شروع به جمع آوری اطلاعات نمایید.

پاسخ:





## بیشتر بدانیم ... (مطالعه آزاد)

### مهارت روش صحیح مطالعه:

نتیجه تحقیقات بیانگر آن است که بیشترین اطلاعات از طریق مطالعه به دست می آید، بنابراین مطالعه مهم ترین شیوهی یادگیری است که با خواندن، یادداشت برداری، مرور کردن و تمرکز همراه است.

### روش صحیح مطالعه (پس ختام):

نام این روش با استفاده از روش مخفف سازی از شش کلمه‌ی زیر ساخته شده است:

- \* پیش خوانی (با بررسی کلی فصل، عنوان‌ها و تیترها در شب قبل از حضور در کلاس)
- \* سؤال گذاری (ساختن سؤال از عنوان‌ها و تیترها و مطالب مهم، بلافاصله بعد از پیش خوانی)
- \* خواندن (خواندن دقیق مطالب به همراه یادداشت برداری از کلمه‌ها و فرمول‌ها)
- \* تفکر
- \* امتحان
- \* مرور

### مهارت تقویت حافظه:

حافظه عبارت است از حفظ، نگهداری و ضبط اطلاعات مختلف در ذهن.

مؤثرترین روش انتقال اطلاعات به حافظه بلند مدت «مرور» است. ۸۰ درصد مطالب، پس از ۲۴ ساعت از ذهن خارج می شود، مگر آن که با مرورهای کوتاه مدت و به موقع، به حافظه‌ی بلندمدت منتقل شوند.

مهم ترین اصل در مرور، رعایت فواصل درست مرور می باشد. بهترین زمان مرور عبارت است از:

- \* اولین مرور ۲۴ ساعت پس از اولین یادگیری
- \* دومین مرور یک هفته بعد
- \* سومین مرور یک ماه بعد
- \* چهارمین مرور چهار ماه بعد