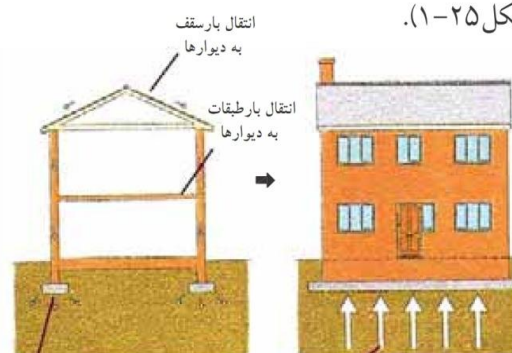


۱-۳- پی های ساختمانی

پی به عنوان یکی از اعضای باربر ساختمان وظیفه ی 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 سازه ی روی آن از طرف دیگر بستگی دارد (شکل ۱-۲۴ و شکل ۱-۲۵).



عکس العمل خاک نسبت به بارگذاری ساختمان
یکنواخت خواهد بود.

شکل ۱-۲۵

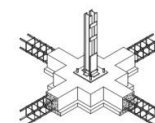
سازه: به مجموعه ی اعضای افقی، عمودی و مورّب ساختمان، که نقش انتقال بارهای قائم و جانبی (مرده، زنده، باد، زلزله) زمین را به عهده دارد، اطلاق می شود.

شکل ۱-۲۶ اجرای پی سنگی یک ساختمان و شکل ۱-۲۷ یک سازه ی اسکلت بتنی را نشان می دهد.

گاهی پی ها برحسب شرایط اقلیمی و بارگذاری چندین متر زیر سطح زمین احداث می شوند.

۱-۳-۱- تعریف پی (شالوده یا فنداسیون):

پی حد فاصل بین ساختمان (بنا) و زمین است. به بیانی دیگر ساختمان به وسیله ی پی به زمین متصل شده و بارهای قائم وارده را که شامل وزن حاصل از ستون ها، دیوارها، سقف ها و ... و همچنین بارهای افقی (باد و زلزله) را دریافت کرده و به یک نسبت مشخصی پخش و به زمین منتقل می کند.



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:

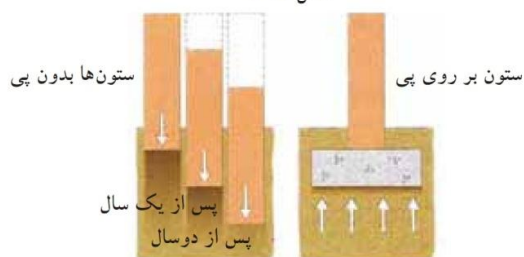
۱-۳-۲- انواع پی از نظر مصالح مصرفی:

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 ۱-۲۸



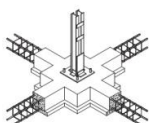
شکل ۱-۲۹ تاثیر بار بر روی پی و زمین



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



شکل ۱-۳۱ اجرای شفته آهک در فنداسیون



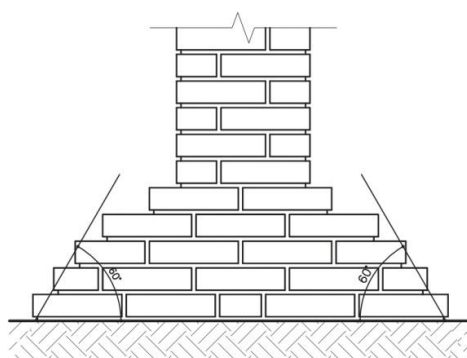
شکل ۱-۳۲ پی سنگی با سنگ لاشه



شکل ۱-۳۳ پی سنگی



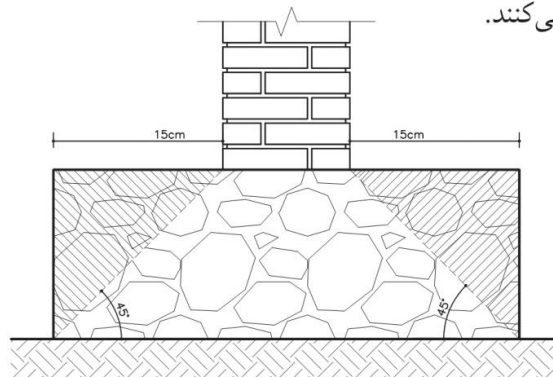
شکل ۱-۳۵ پی آجری



شکل ۱-۳۶ زاویه ی پخش بار در پی های آجری ۶۰ درجه است.

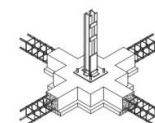
ب) پی سنگی: این پی با استفاده از سنگ های طبیعی در مناطقی که سنگ با قیمت ارزان در دسترس است ساخته می شود. سنگی که برای این گونه پی ها انتخاب می گردد باید سالم (نیوسیده) بوده و از انواع سنگ های لاشه ی شکسته باشد (شکل های ۱-۳۲ و ۱-۳۳). سنگ های قلوه ای به علت صیقلی و مدور بودن آن برای پی سازی مناسب نیست زیرا حالت ناپایداری به پی می دهد. سطح پی های سنگی نسبت به دیوارهای روی آن وسیع تر بوده و به عنوان ریشه از هر طرف دیوار حداقل ۱۵ سانتی متر گسترش داشته باشد. زاویه ی پخش بار در پی های سنگی ۴۵ درجه است (شکل ۱-۳۴).

پی سازی با سنگ با دو نوع ملات صورت می گیرد: چنانچه فشار بار وارده کم باشد از ملات گل و آهک و اگر بار زیاد باشد از ملات ماسه و سیمان استفاده می کنند.

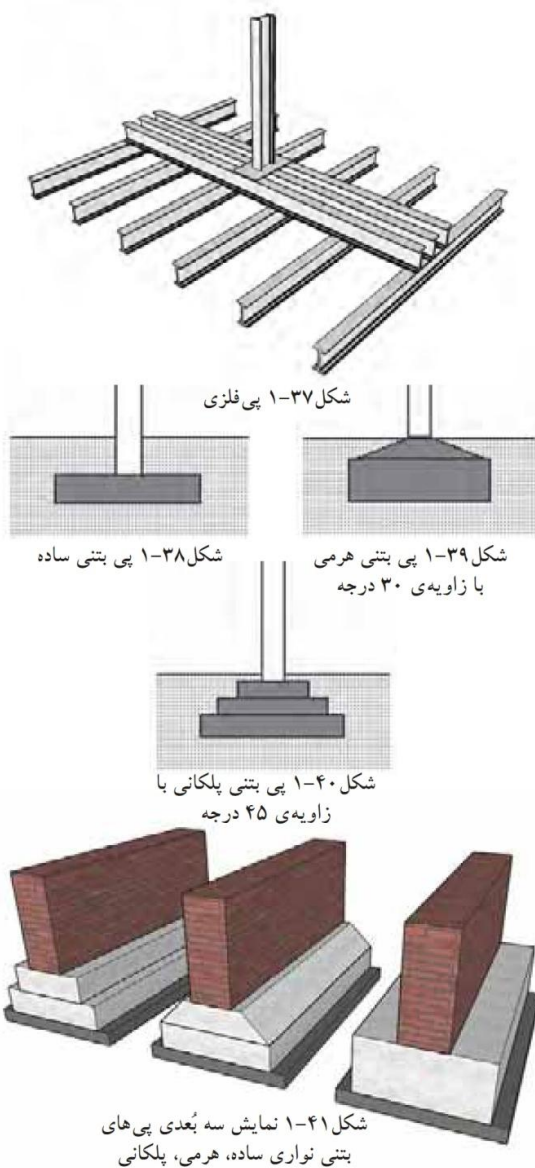


شکل ۱-۳۴ زاویه ی پخش بار در پی های سنگی ۴۵ درجه است.

ج) پی آجری: از پی های آجری در مواقعی استفاده می شود که ساختمان کوچک و بار وارده ی آن نیز کم باشد (شکل ۱-۳۵). این پی نیز مانند پی های سنگی دارای ریشه ای به اندازه ی ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر از طرفین دیوار روی آن است. برای این منظور لازم است که عرض پی کنی آجری نیز ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر از عرض دیوار بیش تر باشد. این مقدار اضافه در عرض پی کنی عمل آجرچینی در داخل پی را آسان تر می نماید. برای صرفه جویی در مصرف آجر بهتر است شکل پی به صورت پلکانی اجرا شود این عمل باعث می شود که بار با زاویه ی ۶۰ درجه به زمین منتقل شود (شکل ۱-۳۶).



د) پی فلزی: در صورتی که بارهای وارده بر ستون زیاد و مقاومت فشاری زمین (خاک)، از حد مجاز کم تر باشد، گاهی برای ستون های فولادی از پی های باشبکه ی فولادی (شکل ۳۷-۱) استفاده می شود اما امروزه جهت صرفه جویی اقتصادی امکان استفاده از پی های فلزی مقدور نمی باشد. لذا پی های بتن مسلح جایگزین این نوع پی ها گردیده است.



ه) پی بتنی (بتن مسلح)^۱: 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. امروزه توصیه می شود که پی کلیدی ساختمان ها را با بتن مسلح بسازند.

در مناطق زلزله خیزی نظیر شهرهای جنوب خراسان، دامنه های سلسله جبال البرز، قزوین، برای ساختمان های سبک و یک طبقه نیز پی های بتنی از نوع نواری اجرا می گردد. زاویه ی پخش بار در پی های بتنی بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است لذا می توان این گونه پی ها را پلکانی و یا به صورت هرم ناقص (شکل های ۳۸-۱ و ۳۹-۱ و ۴۰-۱) ساخت و از مصرف اضافی بتن صرفه جویی نمود.

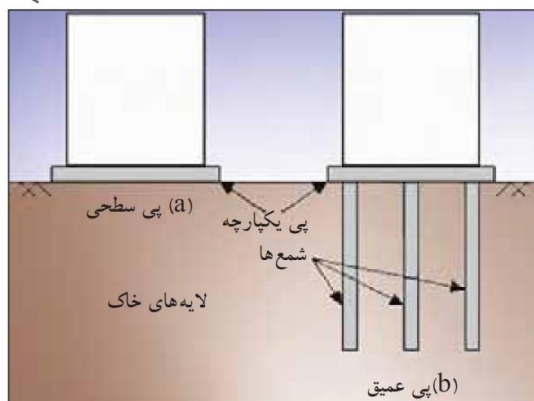
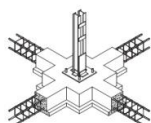
شکل ۴۱-۱ تصویر سه بُعدی از پی نواری بتنی به شکل های متفاوت را نشان می دهد.

ضمناً باید توجه داشت چنان چه پی از نوع بتن مسلح باشد ابتدا باید مطابق نقشه ی اجرایی آرماتور (میلگردگذاری) در قالب پیش بینی شده قرار داده، سپس بتن ریزی صورت گیرد (از پی های بتن مسلح در ساختمان های اسکلت فلزی و اسکلت بتنی استفاده می شود) (شکل ۴۲-۱).



شکل ۴۲-۱ پی بتن مسلح

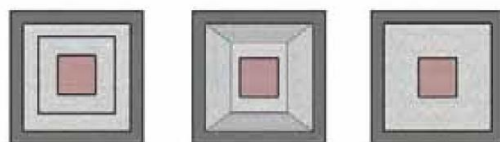
۱- به بتن مسلح شده با میلگرد (آرماتور)، بتن آرمه یا بتن مسلح گفته می شود.



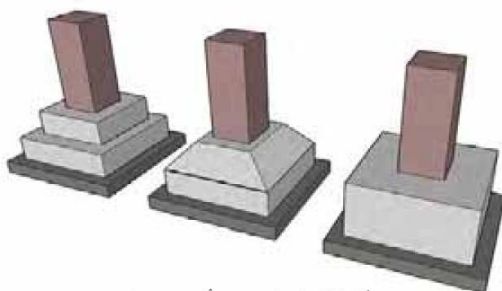
شکل ۱-۴۳ پی های سطحی و غیر سطحی



شکل ۱-۴۵ پی تکی (منفرد)



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



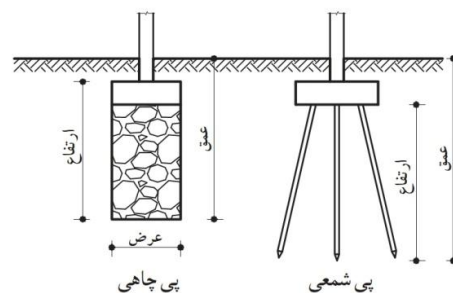
شکل ۱-۴۷ نمایش سه بُعدی پی های بتنی مسلح منفرد ساده، هرمی، پلکانی

۳-۱-۳-۳- 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.

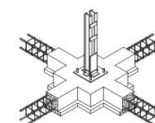
سطح مقطع پی های تکی (منفرد) دارای شکل های مربع، مربع مستطیل، چندضلعی، دایره است که برای صرفه جویی در مصرف مصالح می توان آن را به صورت پلکانی یا شیب دار اجرا نمود (شکل های ۱-۴۶ و ۱-۴۷).

۱- Shallow Foundation

۲- Deep Foundation

۳- Pad Foundation

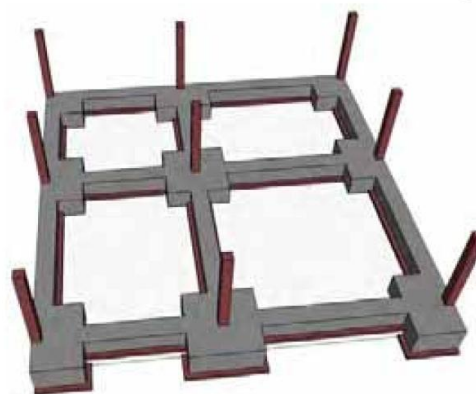
۴- به دلیل نامتوازن بودن بار ستون ها، در صورت نشست یکنواخت زمین و در هنگام زلزله، احتمال جابه جایی سطحی پی های تکی (بدون کلاف بندی) وجود دارد، بنابراین امروزه پی ها را به صورت پی های تکی کلاف بندی شده، اجرا می کنند.



شکل ۴۸-۱ آرماتورگذاری پی تکی کلاف بندی شده

- 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).

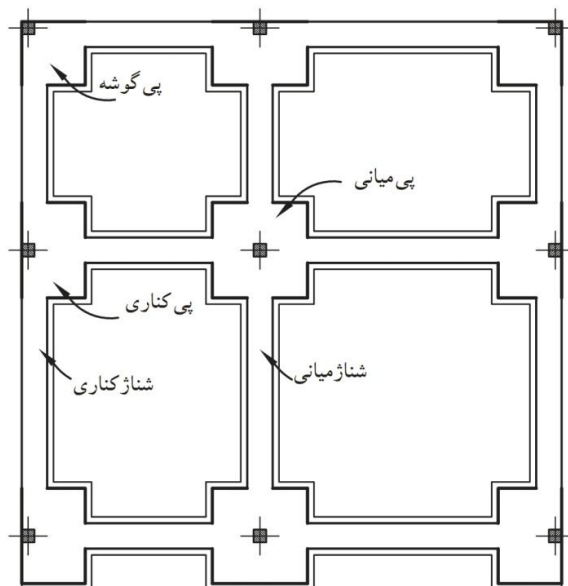


شکل ۵۰-۱ نمایش سه بعدی پی تکی کلاف بندی شده

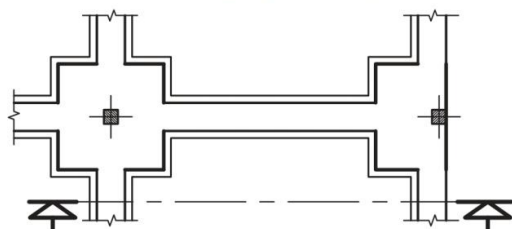
اتصال و یا کلاف پی و شناژ به دو صورت انجام می شود:

۱- ارتفاع شناژ کمتر از ارتفاع پی باشد (شکل ۵۱-۱).

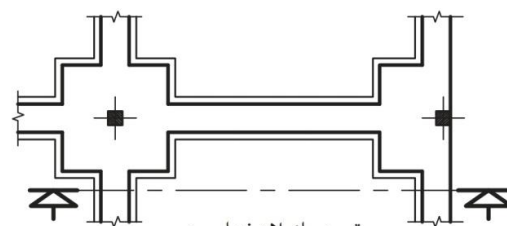
۲- ارتفاع شناژ و پی یکی باشد (شکل ۵۲-۱).



شکل ۴۹-۱ پلان پی تکی کلاف بندی شده



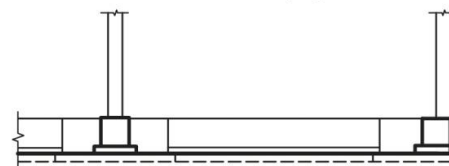
قسمتی از پلان فنداسیون



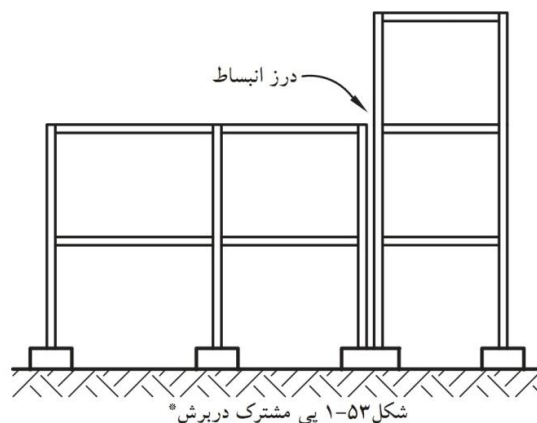
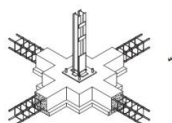
قسمتی از پلان فنداسیون



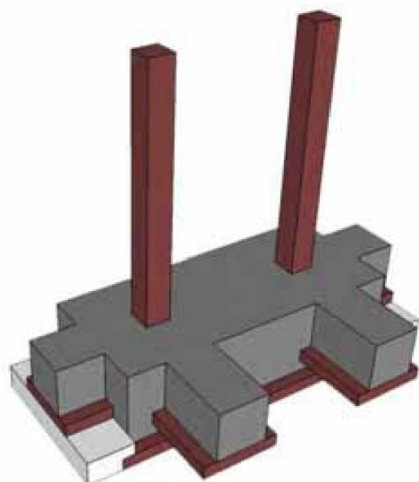
شکل ۵۱-۱ برش (پی و شناژ دارای ارتفاع های متفاوت اند).



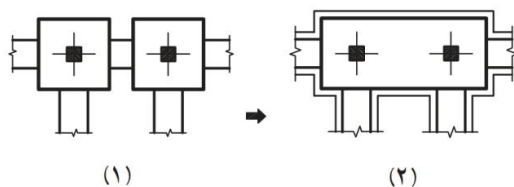
شکل ۵۲-۱ برش (پی و شناژ هم ارتفاع اند).



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



تصویر سه بُعدی پی مشترک مستطیل

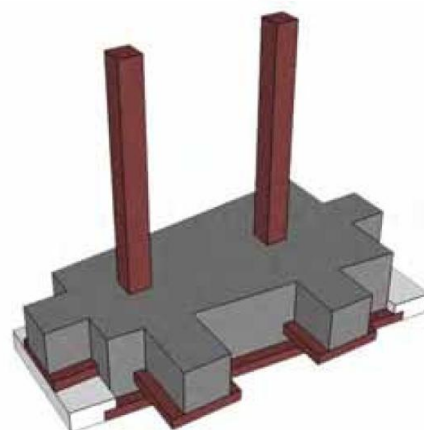


شکل ۵۴- پی مشترک مستطیل

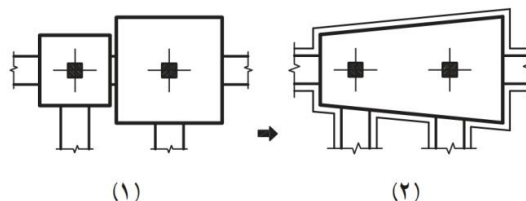
- پی مشترک (مركب): هرگاه برای دو یا چند ستون یک پی ساخته شود «پی مشترک» گویند (شکل ۵۳-۱). پی مشترک وقتی مورد استفاده قرار می گیرد که:

- ۱- فاصله ی پی ها از یکدیگر کم بوده به طوری که حجم پی ها یکی می شود.
- ۲- یکی از پی ها 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 ستون های 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 قاعده ی کوچک در طرف بار کم تر و قاعده ی بزرگ آن در جهت بار بیش تر قرار می گیرد (شکل ۵۴-۱ و ۵۵-۱).

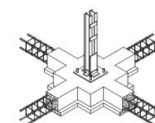


تصویر سه بُعدی پی مشترک دوزنقه ای

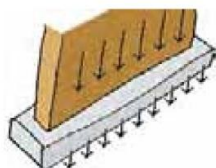


شکل ۵۵- پی مشترک دوزنقه

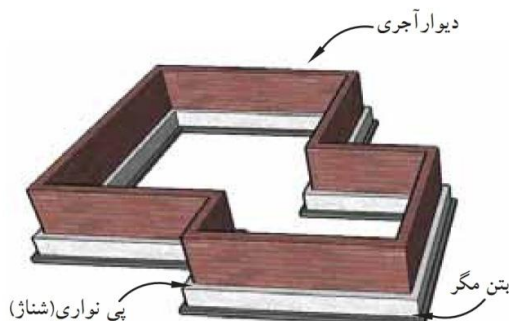
۱- به تعریف پی باسکولی، در صفحه ی ۱۸ رجوع شود.



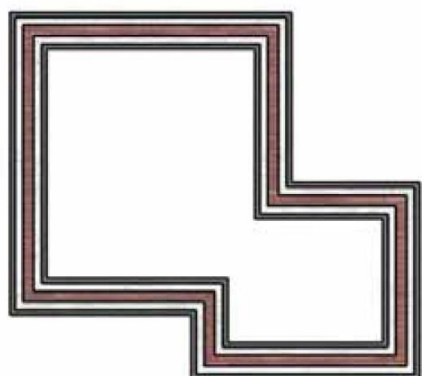
شکل ۵۶-۱ پی بتن مسلح نواری شبکه ای زیرستون



شکل ۵۷-۱ انتقال بار از دیوار به پی



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



شکل ۵۹-۱ 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 ۵۶-۱ و ۵۷-۱).

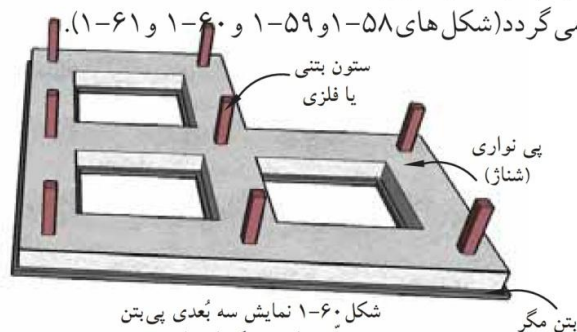
پی های نواری در موارد زیر قابل اجرا هستند:

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

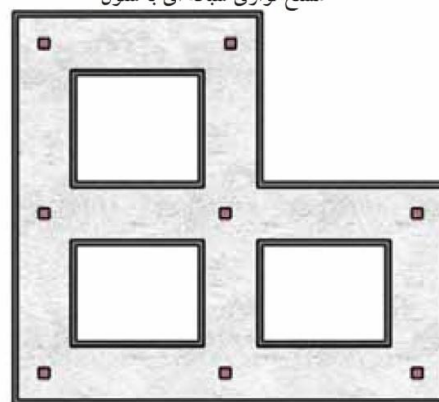
۲- در زیر دیوار باربر در ساختمان های آجری

۳- زیر ستون و دیوار تواما.

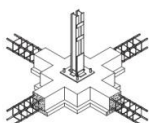
چنانچه این پی ها در هر دو امتداد عمود بر هم قرار گیرند، پی نواری شبکه ای ایجاد می گردد (شکل های ۵۸-۱ و ۵۹-۱ و ۶۰-۱ و ۶۱-۱).



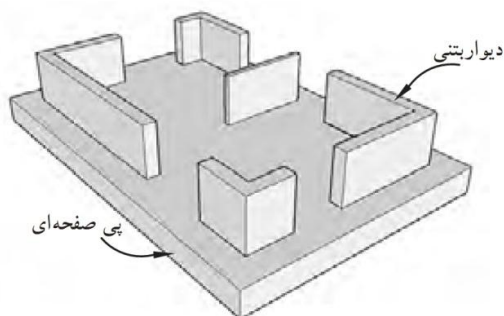
شکل ۶۰-۱ نمایش سه بُعدی پی بتن مسلح نواری شبکه ای با ستون



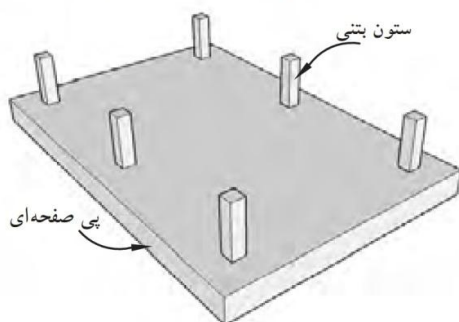
شکل ۶۱-۱ پلان پی نواری شبکه ای با ستون فلزی یا بتنی



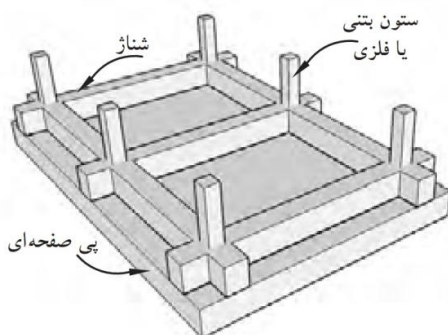
شکل ۱-۶۲ پی بتن مسلح یکپارچه (رادیه ژنرال)



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 صفحه ای (گسترده یا رادیه ژنرال): از این گونه پی ها در مواردی استفاده می شود که بارهای وارده از ساختمان بسیار زیاد بوده (مثل آسمان خراش ها) و یا مقاومت فشاری زمین (خاک) به قدری کم باشد که جهت انتقال بار به (زمین) زیر پی 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 می شود و کلیه ستون ها و دیوارها بر روی آن قرار می گیرد. در بعضی مواقع که بار بسیار زیاد باشد سطح پی را بزرگ تر از سطح ساختمان روی آن می سازند تا پخش فشار در سطح بزرگ تری انجام پذیرد. پی های گسترده به صورت های مختلف ساخته می شود که فقط به ذکر نام آن ها می پردازیم.

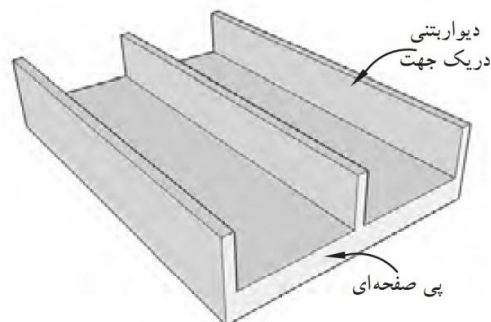
- پی صفحه ای با دیوار محیطی (شکل ۱-۶۳)،

- پی صفحه ای ساده (شکل ۱-۶۴)،

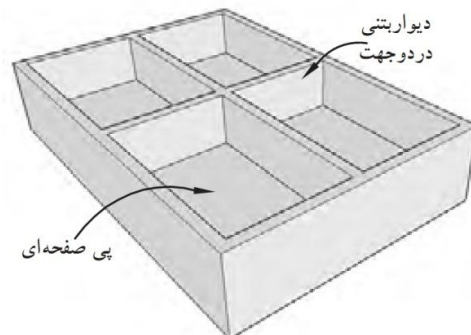
- پی صفحه ای با شناژ (شکل ۱-۶۵)،

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

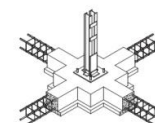
- پی صفحه ای با دیوار بتنی در دو جهت (شکل ۱-۶۷).



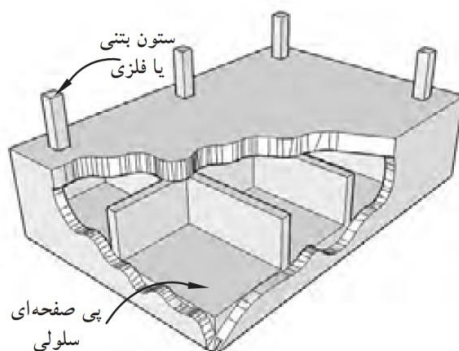
شکل ۱-۶۶ پی یکپارچه با دیوار بتنی در یک جهت



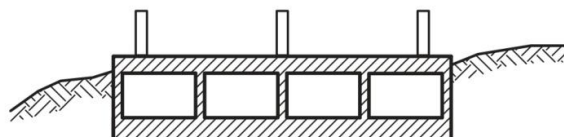
شکل ۱-۶۷ پی یکپارچه با دیوار بتنی در دو جهت



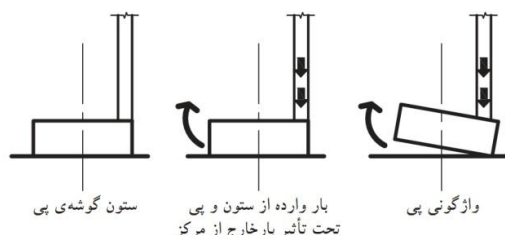
در شکل های ۱-۶۸ و ۱-۶۹ نیز پی صفحه ای سلولی به صورت سه بُعدی و برشی از آن را نشان می دهد.



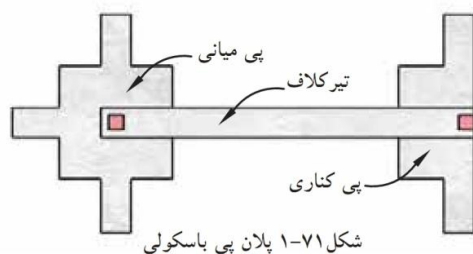
شکل ۱-۶۸ پی یکپارچه ی سلولی



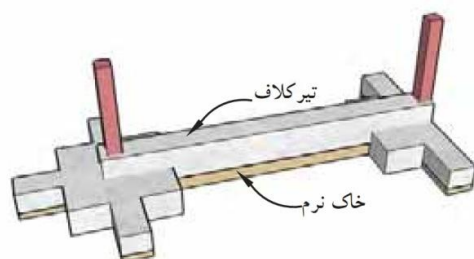
شکل ۱-۶۹ برش پی یکپارچه ی سلولی



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

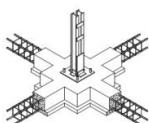
- پی باسکولی؛ چنانچه ستونی در گوشه و یا میان سطح پی منفرد قرار داشته باشد، نیروی وارده از ستون بر گوشه ی پی وارد می شود. این گونه پی ها تحت بار خارج از مرکز قرار گرفته و باعث چرخش و واژگونی آن می شود (شکل ۱-۷۰).

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

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

تیر رابط، برای انتقال لنگر ناشی از خروج از مرکز ستون خارجی به پی ستون داخلی به کار می رود، 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 پی ها تغییر ندهد.

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



شکل ۱-۷۳ پی چاهی در حال اجرا

ب) پی های غیر سطحی:

- پی نیمه عمیق (چاهی)^۱: 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)^۲: 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

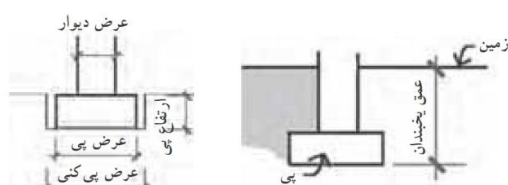
۱- Hole Foundation
۲- Pile Foundation



۱-۴- پی کنی و خاک برداری

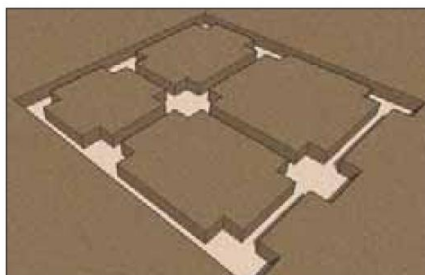


شکل ۱-۷۷ پی کنی برای پی نواری



شکل ۱-۷۸

شکل ۱-۷۹



شکل ۱-۸۰ پی کنی متناسب با ابعاد مشخص شده پی در نقشه روی زمین اجرا می شود.



شکل ۱-۸۱ پی کنی از نوع پی کلاف بندی شده (پی منفرد و شناژ) جداره های اطراف پی نقش قالب را ایفاء می کنند.

به منظور دسترسی به بستری مناسب جهت انتقال وزن ساختمان به زمین «پی کنی» صورت می گیرد. پی کنی در زمین هایی که از نظر جنس و مقاومت زمین و وجود آب های سطحی و عمقی با هم تفاوت دارند، فرق می کند (شکل ۱-۷۷).

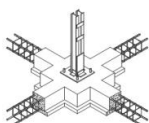
به طور خلاصه پی کنی به دلایل زیر انجام می شود:

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

۱-۴-۱- ابعاد پی کنی: ابعاد و عمق پی کنی 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 یخ زدگی برای پی وجود دارد، عمق پی را بیش تر از مناطق معتدل و گرمسیر در نظر می گیرند (شکل ۱-۷۹). به هر حال در هر نوع آب و هوایی عمق پی کنی نباید کم تر از ۵۰ سانتی متر باشد. طول و عرض پی کنی نیز با توجه به نوع قالب بندی (مثلاً قالب آجری) حدوداً ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر بزرگ تر از ابعاد پی در نظر گرفته می شوند (شکل های ۱-۸۰ و ۱-۸۱ و ۱-۸۲).



شکل ۱-۸۲ قالب بندی آجری در اطراف پی



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	-	-

۵-۱- گودبرداری

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).

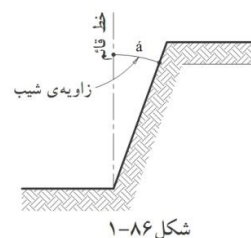
متناسب با عمق گودبرداری و موقعیت زمین (محدود یا نامحدود) گودبرداری ممکن است معمولاً با وسایلی مانند بیل مکانیکی و یا لودر و در صورت محدودیت زمین و عدم دسترسی به ماشین آلات از وسایل دستی مانند بیل و کلنگ و فرغون و در عمق زیاد یا منطقه وسیع مثل پارکینگ‌های زیرزمینی، انبارهای بزرگ زیرزمینی و غیره با کمک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

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

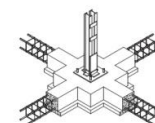
از زمین‌های نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی نباشد. برای گودبرداری این‌گونه زمین‌ها از ماشین‌آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر، و ... استفاده شده، سپس خاک با شیب متناسب برداشته می‌شود و خاک‌های حاصل از گودبرداری با کامیون به خارج از محوطه حمل می‌گردد (شکل ۸۵-۱).

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 ریزشی‌تر باشد مقدار زاویه‌ی شیب نیز بیش‌تر خواهد بود (شکل ۸۶-۱).

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



شکل ۸۶-۱



۲-۵-۱- گودبرداری در زمین های محدود:

گودبرداری در چنین زمین هایی به مراتب از گودبرداری در زمین های نامحدود مشکل تر است. زیرا اولاً در بیش تر مواقع فضای کافی جهت حرکت ماشین آلات خاک برداری وجود ندارد، ثانیاً چنانچه گودبرداری از سطح پی ساختمان های مجاور پایین تر 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 فاصله ای مناسب از دیوار مجاور و مهار کردن دیوارهای ساختمان مجاور با شمع های چوبی یا فلزی اجرانمود.

در شکل ۸۸-۱ مهاربندی (سازه نگهدارنده)، دیواره های ساختمان مجاور را با پشت بندهای خاکی به شکل ستون نشان می دهد.

شکل ۸۹-۱ مهاربندی جداره ها توسط پشت بندهای افقی و مایل را در گودهایی با عرض کم نشان می دهد. در شکل ۹۰-۱ مهاربندی توسط شمع های چوبی و یا فلزی و همچنین پشت بندهای خاکی اجرا شده است. این شمع ها به صورت مایل و با زاویه ای ۴۵ درجه مستقر می شوند.

شکل ۹۱-۱ نیز مهاربندی توسط دیوار مانع را نشان می دهد. معمولاً در زمین های ماسه ای و سست به دلیل ریزشی بودن دیوارها مهاربندی افقی عملی نیست بنابراین استفاده از دیوارهای چوبی یا فلزی مقرون به صرفه خواهد بود.



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)

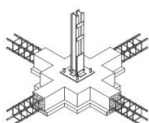


شکل ۹۰-۱ مهاربندی با شمع چوبی



شکل ۹۱-۱ مهاربندی با دیوار مانع چوبی

۱- به منظور جلوگیری از ریزش خاک و تبعات منفی احتمالی ناشی از خاک برداری، سازه های موقتی را برای مهار خاک دیواره ی گودبرداری اجرا می کنند که به آن «سازه نگهدارنده» می گویند. هدف از سازه های نگهدارنده عبارتند از: حفظ اموال و جان انسان های خارج و داخل گود و ایجاد شرایط امن کاری است.



۱-۶- عوامل تأثیرگذار در انتخاب نوع پی

با توجه به اینکه دربخش های قبلی با چگونگی تشخیص نوع خاک و نحوه ی استفاده از آن و همچنین بازمین و انواع پی و چگونگی تشخیص آن درساختمان سازی آشنا شدید، حال دراین قسمت لازم است به عواملی که درانتخاب نوع پی که به طراح کمک می کند، 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 می توان دریافت که کدام مکان، باچه نوع کاربری و با چه میزان سرمایه گذاری، دارای قابلیت ساخت و ساز می باشد.

علاوه برتوجه به مسایل فنی، مانند نوع خاک و مقاومت آن، میزان باروارده از ساختمان به زمین و ... که همگی تعیین کننده ی نوع پی و اندازه ی 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 منطقه ی جنوب یا در شمال و مناطق معتدل زلزله خیز نیز متفاوت بوده و توجه به آن از نکات حائز اهمیت می باشد.

بنابراین با تعیین شرایط به دست آمده توسط مهندسین مشاور اعم از نقشه برداران، زمین شناسان، شهرسازان (طراحان شهری و برنامه نویسان)، معماران و معماران منظر، 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 می پردازند.

شکل های ۱-۹۲ تا ۱-۹۴ چند نمونه از انواع پی را با توجه به شرایط اقلیمی و نوع بنا و جنس زمین نشان می دهد.



شکل ۱-۹۲ پی کلاف بندی



شکل ۱-۹۳ پی نواری



شکل ۱-۹۴ پی گسترده