www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

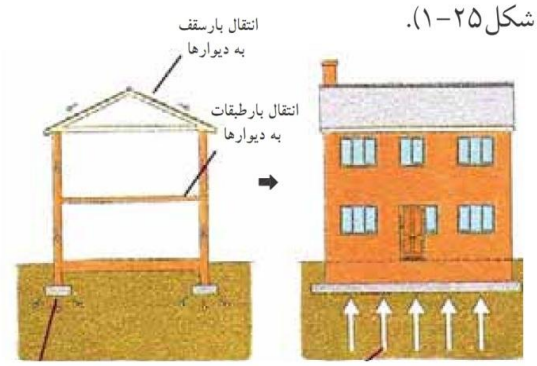
بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

۳-۱-پی‌های ساختمانی

پی به عنوان یکی از اعضای باربر ساختمان وظیفه‌ی توزیع و انتقال وزن ساختمان به زمین را دارد (شکل۲۳-۱). طراحی یک پی مناسب، به خصوصیّات خاک زیرآن ازیک طرف و مقدار وزن سازه‌ی روی آن از طرف دیگر بستگی دارد(شکل۲۴-۱ و شکل۲۵-۱).



عکس‌العمل خاک نسبت به بارگذاری ساختمان یکنواخت خواهد بود. انتقال بارکل ساختمان از پی به زمین

شکل۲۵-۱

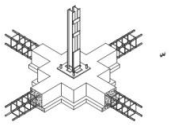
سازه: به مجموعه‌ی اعضای افقی، عمودی ومورّب ساختمان، که نقش انتقال بارهای قائم وجانبی(مرده،زنده،باد،زلزله)زمین را به عهده دارد، اطلاق می‌شود.

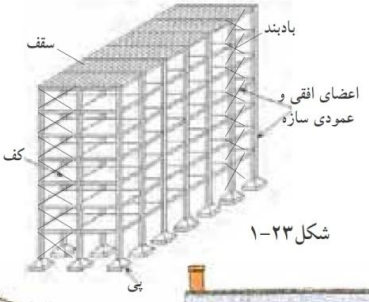
شکل۲۶-۱ اجرای پی سنگی یک ساختمان و شکل۲۷-۱ یک سازه‌ی اسکلت بتنی را نشان می‌دهد.

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

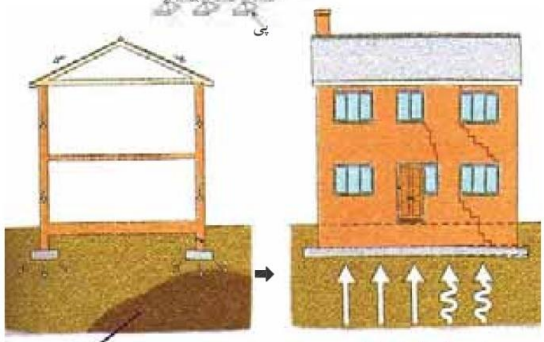
۱-۳-۱-تعریف پی (شالوده یا فنداسیون):

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، دیواها، سقف‌ها و ... و هم‌چنین بارهای افقی (باد و زلزله) را دریافت کرده و به یک نسبت مشخصی پخش و به زمین منتقل می‌کند.





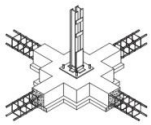
شکل۲۳-۱



شکل۲۴-۱

شکل۲۶-۱

شکل۲۷-۱



شکل۲۸-۱ ارتباط پی با زمین و ساختمان را نشان می‌دهد.

ساختمان‌های بدون پی به مرورزمان دچار نشست شده و در نتیجه این نشست در ساختمان ترک ایجاد می گردد و مقاومت بنا در برابر بارهای وارده از بین می‌رود (شکل۲۹-۱).

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

۱-۱-۳-۱- بارمرده: عبارتست از وزن اجزای ثابت ساختمان که شامل وزن دیوارها، ستون‌ها، سقف‌ها وبازشوهاو... .

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

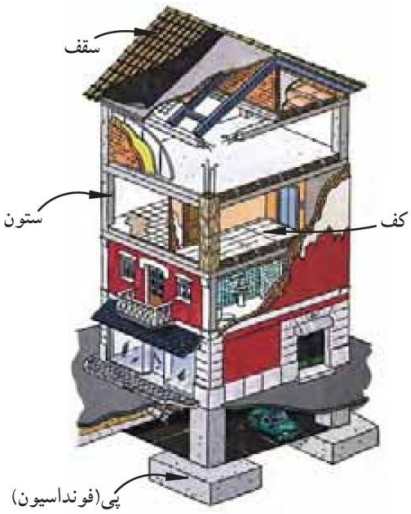
۳-۱-۳-۱- بارهای جانبی: نیروهای حاصل از عوامل طبیعی مانند باد، طوفان و رانش زمین و زلزله.

پی‌ها را ازنظرنوع مصالح مصرفی وسیستم ساخت آن می‌توان به دوگروه تقسیم نمود:

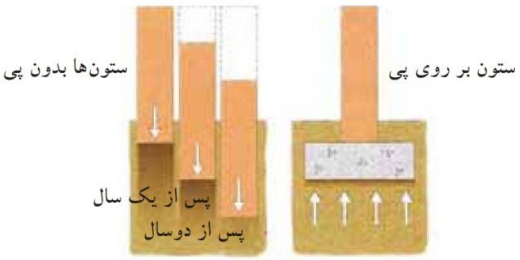
۲-۳-۱-انواع پی از نظر مصالح مصرفی:

این پی‌ها شامل: الف)پی‌شفته‌ای، ب)پی‌آجری، ج)پی‌سنگی، د)پی‌فلزی، ه)پی‌بتنی.

الف)پی شفته‌ای: این نوع پی ساده‌ترین و درعین حال ابتدایی‌ترین پی برای ساختمان‌های کوچک با طبقات کم آجری(مصالح بنایی)است. «شفته»، خمیری است از مخلوط خاک، شن، گردآهک و آب که درهر مترمکعب خاک آن بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم گردآهک به کارمی‌رود و گاهی در صورت لزوم مقداری قلوه سنگ به آن می‌افزایند(شکل های ۳۰-۱ و ۳۱-۱).



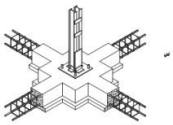
شکل۲۸-۱



شکل۲۹-۱ تاثیر بار بر روی پی و زمین

شکل۳۰-۱ آهک سرند (الک)شده وآماده برای ساخت شفته

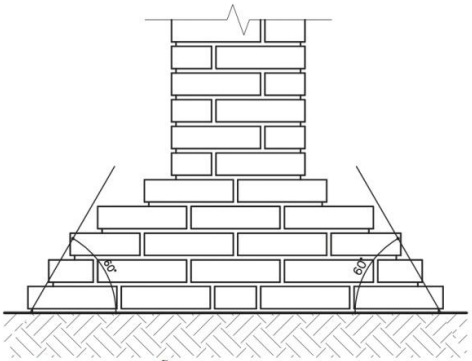
شکل۳۱-۱ اجرای شفته آهک درفنداسیون



شکل۳۲-۱ پی‌سنگی با سنگ لاشه

شکل۳۳-۱ پی‌سنگی

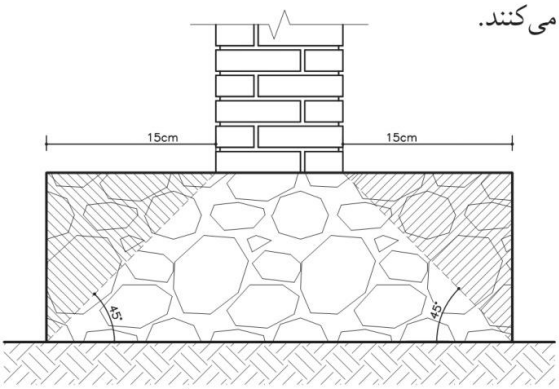
شکل۳۵-۱ پی‌آجری



شکل۳۶-۱ زاویه‌ی پخش بار در پی‌های آجری ۶۰ درجه است.

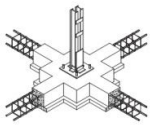
ب)پی سنگی: این پی با استفاده از سنگ‌های طبیعی درمناطقی که سنگ با قیمت ارزان در دسترس است ساخته می‌شود. سنگی که برای این گونه پی‌ها انتخاب می‌گردد باید سالم (نپوسیده) بوده و از انواع سنگ‌های لاشه‌ی شکسته باشد(شکل‌های۳۲-۱و۳۳-۱).سنگ‌های قلوه‌ای به علت صیقلی و مدوّربودن آن برای پی‌سازی مناسب نیست زیرا حالت ناپایداری به پی می‌دهد. سطح پی‌های سنگی نسبت به دیوارهای روی آن وسیع‌تر بوده و به عنوان ریشه ازهر طرف دیوار حداقل ۱۵ سانتی‌متر گسترش داشته باشد. زاویه‌ی پخش بار در پی‌های سنگی ۴۵ درجه است(شکل۳۴-۱).

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

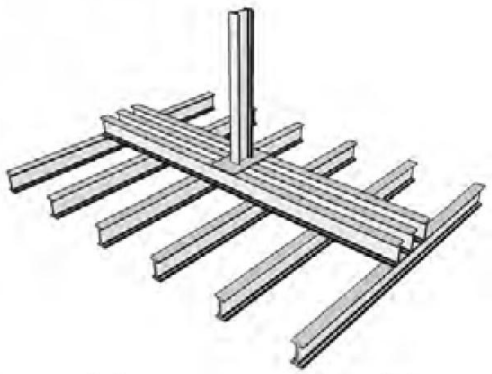


شکل۳۴-۱ زاویه‌ی پخش بار در پی‌های سنگی ۴۵ درجه است.

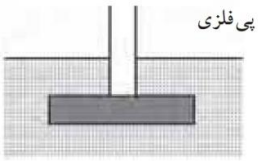
ج)پی‌آجری: از پی‌های آجری درمواقعی استفاده می‌شود که ساختمان کوچک و بار وارده‌ی آن نیز کم باشد(شکل۳۵-۱). این پی نیز مانند پی‌های سنگی دارای ریشه‌ای به اندازه‌ی ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر از طرفین دیوار روی آن است. برای این منظور لازم است که عرض پی‌کنی آجری نیز۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر از عرض دیوار بیش‌تر باشد. این مقدار اضافه درعرض پی‌کنی عمل آجرچینی در داخل پی را آسان‌ترمی‌نماید. برای صرفه‌جویی در مصرف آجر بهتراست شکل پی به صورت پلکانی اجرا شود این عمل باعث می‌شود که بار با زاویه‌ی۶۰ درجه به زمین منتقل شود(شکل۳۶-۱).



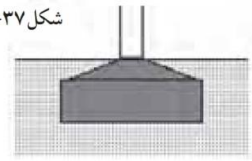
د)پی فلزی: درصورتی‌که بارهای وارده بر ستون زیاد و مقاومت فشاری زمین (خاک)، از حد مجازکم‌تر باشد، گاهی برای ستون‌های فولادی از پی‌های باشبکه‌ی فولادی(شکل۳۷-۱)استفاده می‌شود اما امروزه جهت صرفه‌جویی اقتصادی امکان استفاده از پی‌های فلزی مقدور نمی‌باشد. لذا پی‌های بتن مسلّح جایگزین این نوع پی‌ها گردیده است.



شکل۳۷-۱ پی‌فلزی



شکل۳۸-۱ پی بتنی ساده



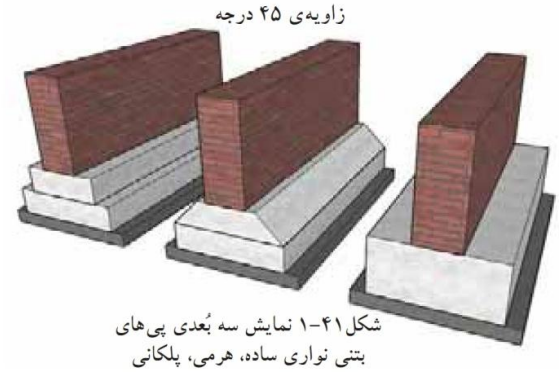
شکل۳۹-۱ پی بتنی هرمی با زاویه‌ی ۳۰ درجه

ه)پی بتنی(بتن مسلّح[1]): بتن را می‌توان یکی از مقاوم‌ترین ومستحکم‌ترین 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 مسلّح بسازند.

درمناطق 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 درپی‌های بتنی بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است لذا می‌توان این گونه پی‌ها را پلکانی و یا به صورت هرم ناقص(شکل‌های۳۸-۱ و۳۹-۱ و۴۰-۱) ساخت و از مصرف اضافی بتن صرفه جویی نمود.

شکل۴۱-۱تصویرسه بُعدی از پی نواری بتنی به شکل‌های متفاوت را نشان می‌دهد.

شکل۴۰-۱ پی بتنی پلکانی با زاویه‌ی ۴۵ درجه

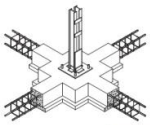


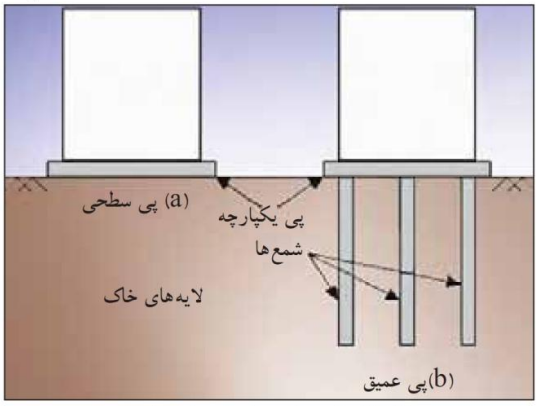
شکل۴۱-۱ نمایش سه بُعدی پی‌های بتنی نواری ساده، هرمی، پلکانی

شکل۴۲-۱ پی‌بتن مسلّح

ضمناً باید توجه داشت چنان چه پی از نوع بتن مسلّح باشد ابتدا باید مطابق نقشه‌ی اجرایی آرماتور (میلگردگذاری) در قالب پیش‌بینی شده قرار داده، سپس بتن‌ریزی صورت گیرد(از پی‌های بتن مسلّح در ساختمان‌های اسکلت فلزی و اسکلت بتنی استفاده می‌شود)(شکل۴۲-۱).

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

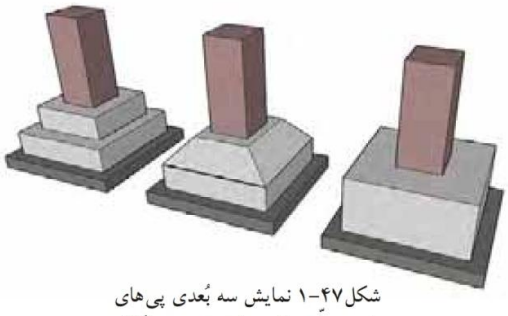




شکل۴۳-۱ پی‌های سطحی و غیرسطحی

شکل۴۵-۱ پی تکی(منفرد)

شکل۴۶-۱ پلان(نمای بالا) از پی‌های بتنی مسلّح منفرد ساده، هرمی، پلکانی

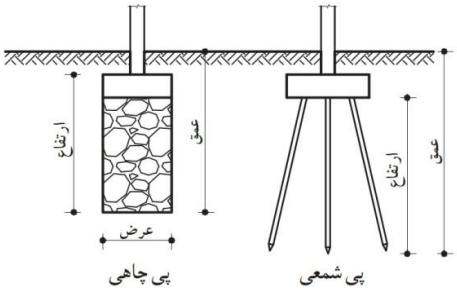

شکل۴۷-۱ نمایش سه بُعدی پی‌های بتنی مسلّح منفرد ساده، هرمی، پلکانی

۳-۳-۱-انواع پی از نظر سیستم ساخت:

پی‌ها از نظر سیستم ساخت به دو دسته‌ی کلّی پی‌های سطحی[1] و پی‌های غیرسطحی[2] (عمیق) تقسیم می‌شود(شکل۴۳-۱):

-**پی‌های سطحی شامل**: تکّی یا منفرد، نواری، صفحه‌ای یا گسترده یا رادیه ژنرال، مشترک، باسکولی و پی کلاف شده می‌باشد.

-**پی‌های غیرسطحی شامل**: پی‌های نیمه عمیق یا چاهی، عمیق یا شمعی است(شکل۴۴-۱).



شکل۴۴-۱ پی‌های غیرسطحی

الف)پی‌های سطحی

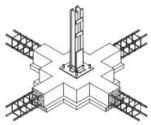
-*پی تکی(منفرد)*[3]: معمولاً از پی‌های تکی در مواقعی استفاده می‌شود که بارواردہ ازطرف ساختمان نسبتاً کم بوده و تعداد طبقات ۳ الی ۴ طبقه باشد ازطرفی احتمال نشست غیریکنواخت زمین[4] وجود نداشته باشد (شکل۴۵-۱).

درساختمان‌های اسکلت فلزی چون تمام بارها ابتدا به ستون‌ها وارد می‌شود و ستون‌ها بار را به پی‌ها منتقل می‌نمایند، لازم است پی ازنوع بتن مسلّح(بتن آرمه) استفاده گردد. دراین گونه موارد پی‌های بتن مسلّح ازنوع تکی(منفرد) اجرا می‌شود.

سطح مقطع پی‌های تکی(منفرد) دارای شکل‌های مربع، مربع مستطیل، چندضلعی، دایره است که برای صرفه‌جویی درمصرف مصالح می‌توان آن‌را به صورت پلکانی یا شیب‌دار اجرا نمود(شکل‌های۴۶-۱ و۴۷-۱).

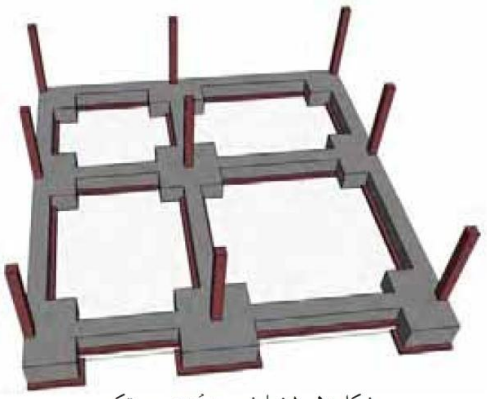
۱- Shallow Foundation
۲- Deep Foundation
۳- Pad Foundation

۴-به دلیل نامتقارن بودن بارستون‌ها، درصورت نشست یکنواخت زمین و درهنگام زلزله، احتمال جابه‌جایی سطحی پی‌های تکی(بدون کلاف‌بندی)وجود دارد، بنابراین امروزه پی‌ها را به صورت پی‌های تکی کلاف‌بندی شده، اجرا می‌کنند.



-*پی تکی کلاف شده:* هرگاه پی‌های تکی (منفرد) توسط شناژهایی از بتن مسلّح (آرمه) به یکدیگر متصل و کلاف گردند، پی را «کلاف‌شده» می‌نامند (شکل۴۸-۱).

پی‌های کلاف‌شده بهترین نوع پی در مناطق زلزله‌خیز به شمار می‌رود. زیرا درهنگام زلزله شناژها از جابه‌جایی پی‌ها جلوگیری نموده و باعث می‌شوندکه در فاصله‌ی پی‌ها از یکدیگر تغییری حاصل نگردد (شکل‌های ۴۹-۱ و ۵۰-۱).

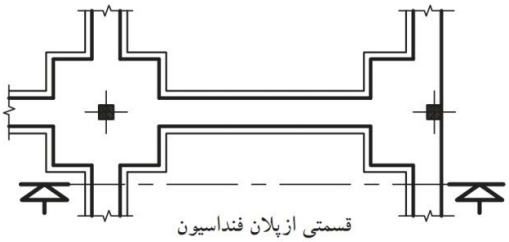


شکل۵۰-۱ نمایش سه بُعدی پی تکی کلاف بندی شده

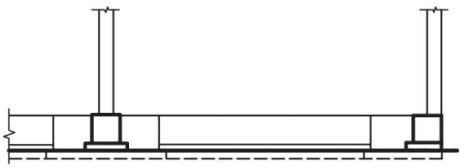
اتصال و یا کلاف پی و شناژبه دو صورت انجام می شود:

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

۲-ارتفاع شناژ و پی یکی باشد(شکل۵۲-۱).

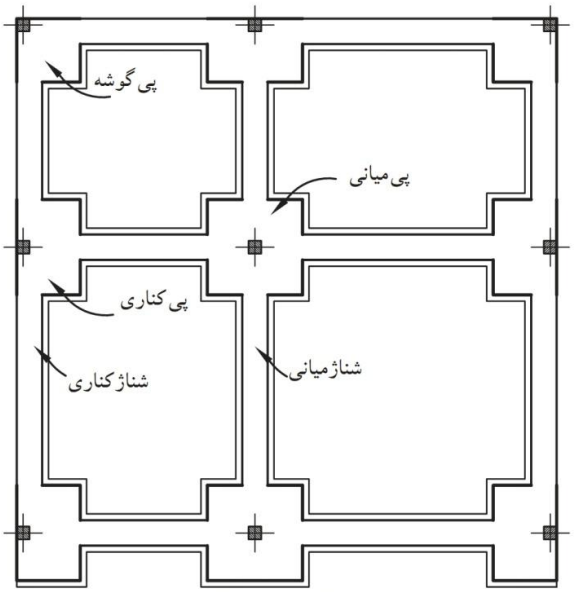


قسمتی ازپلان فنداسیون

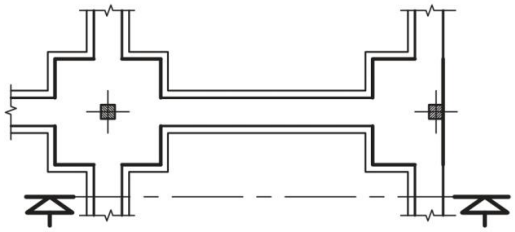


شکل۵۲-۱ برش(پی‌وشناژ هم ارتفاع اند.)

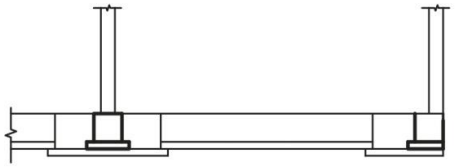
شکل۴۸-۱ آرماتورگذاری پی تکی کلاف‌بندی شده



شکل۴۹-۱ پلان پی تکی کلاف‌بندی شده

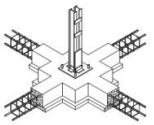


قسمتی از پلان فنداسیون



شکل۵۱-۱ برش(پی‌وشناژ دارای ارتفاع‌های متفاوت‌اند.)

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

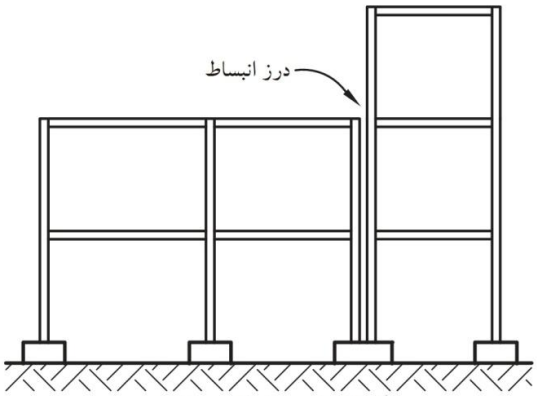


-***پی مشترک(مرکب)***: هرگاه برای دو یاچند ستون یک پی ساخته شود «پی‌مشترک» گویند (شکل۵۳-۱). پی مشترک وقتی مورد استفاده قرار می‌گیردکه:

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

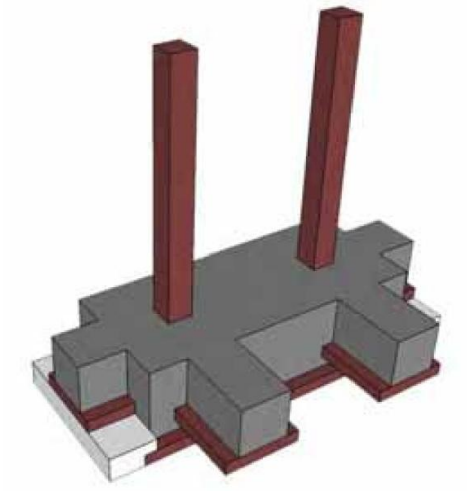
۲-یکی از پی‌ها درکنارزمین همسایه قرارگرفته باشد.

۳-وقتی که به علت طول زیاد یک بنا نیاز به ایجاد درز انبساط(ژوئن) باشد، دراین صورت باید برای ستون‌های مجاورِ درز انبساط نیز پی مشترک در نظر گرفته شود. لازم به توضیح است چنان‌چه بخواهیم برای دو پی با بارهای مختلف پی‌مشترک طرح نماییم پی مزبور به شکل ذوزنقه خواهد بود که قاعده‌ی کوچک در طرف بار کم‌تر و قاعده‌ی بزرگ آن در جهت بار بیش‌تر قرارمی‌گیرد(شکل۵۴-۱و۵۵-۱).

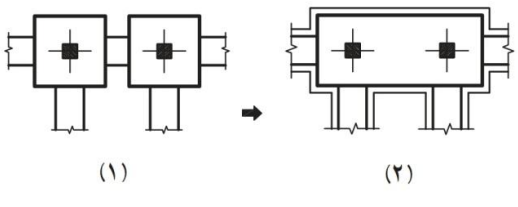


شکل۵۳-۱ پی مشترک دربرش*

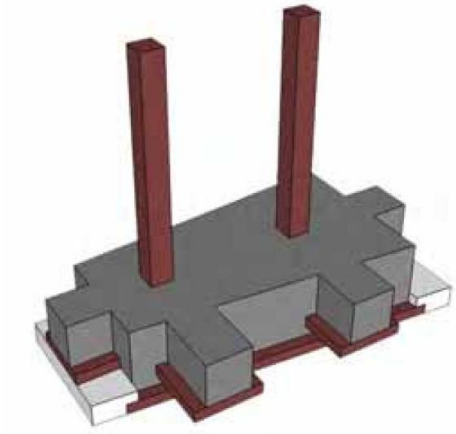
* دراین برش، بنابه بار وارده‌ی متغیر، نیاز به پی باسکولی[1] است تا پی مورد نظر تعادل و ایستایی خود را حفظ نماید.



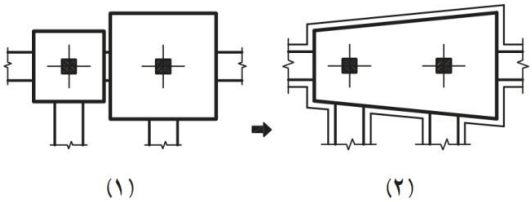
تصویرسه بُعدی پی‌مشترک مستطیل



شکل۵۴-۱ پی مشترک مستطیل



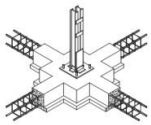
تصویرسه بُعدی پی‌مشترک ذوزنقه‌ای



شکل۵۵-۱ پی مشترک ذوزنقه

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

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



-*پی نواری*[1]: با اتصال پی‌های یک ردیف ستون و یا پی زیر یک دیوار باربر، پی نواری ایجاد می‌گردد که نسبت طول به عرض آن بسیار زیاد است. معمولاً پی‌هایی که درآن‌ها نسبت طول به عرض آن بزرگ‌تر از۴ تا ۵ باشد، به عنوان پی نواری در نظرگرفته می‌شوند.

در زمین‌هایی که خطر رانش به وسیله‌ی خاک وجود داشته باشد از این گونه پی‌ها استفاده می‌شود. این پی‌ها بار وارده را درجهت طول پخش کرده و به خاک منتقل می‌کند و بنا را در مقابل لرزش‌ها و رانش‌های زمین مقاوم می‌نماید(شکل۵۶-۱و۵۷-۱).

پی‌های نواری در موارد زیر قابل اجرا هستند:

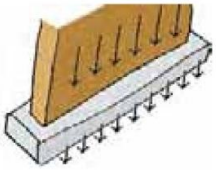
۱- زیریک ردیف ستون درساختمان‌های اسکلت فلزی یا بتن‌مسلّح.

۲-درزیر دیوار باربر در ساختمان‌های آجری

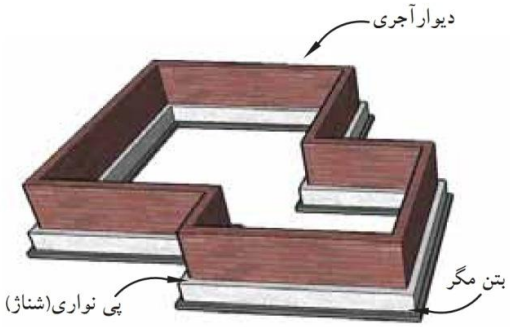
۳- زیرستون و دیوار تواما.

چنان‌چه این پی‌ها در هر دو امتدادعمود برهم قرار گیرند، پی نواری شبکه‌ای ایجاد می‌گردد(شکل‌های۵۸-۱و۵۹-۱ و ۶۰-۱ و۶۱-۱).

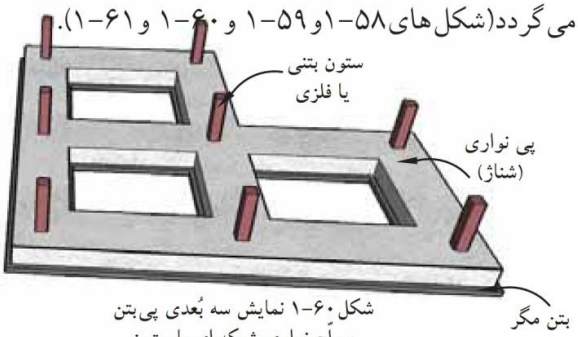
شکل۵۶-۱ پی‌بتن مسلّح نواری شبکه ای زیرستون



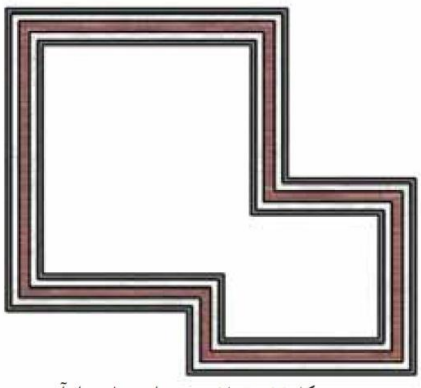
شکل۵۷-۱ انتقال بار از دیوار به پی



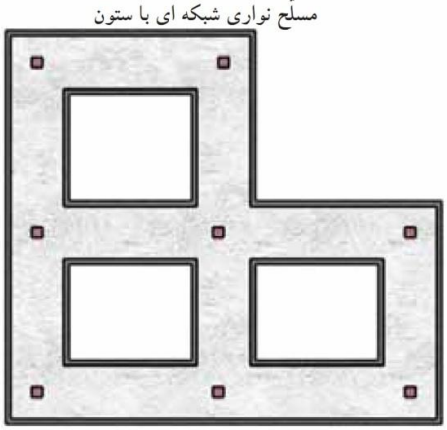
شکل۵۸-۱ نمایش سه بُعدی پی‌بتن مسلّح نواری با دیوار آجری



شکل۶۰-۱ نمایش سه بُعدی پی‌بتن مسلّح نواری شبکه ای با ستون

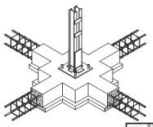


شکل۵۹-۱ پلان پی نواری با دیوارآجری



شکل۶۱-۱ پلان پی نواری شبکه ای با ستون فلزی یا بتنی

۱- Strip Foundation

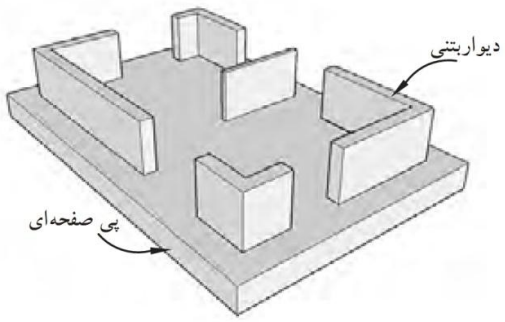


شکل۶۲-۱ پی‌بتن مسلّح یکپارچه(رادیه ژنرال)

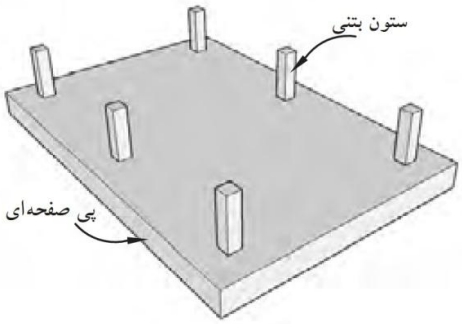
-پی صفحه‌ای(گسترده یا رادیه ژنرال)[1]: ازاین گونه پی‌ها درمواردی استفاده می‌شود که بارهای وارده از ساختمان بسیار زیاد بوده (مثل آسمان خراش‌ها) و یا مقاومت فشاری زمین(خاک) به قدری کم باشد که جهت انتقال بار به (زمین) زیرپی به تمام سطح زیرین ساختمان نیاز باشد(شکل۶۲-۱).

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

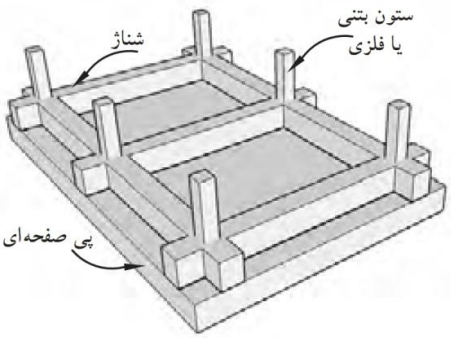
-پی‌صفحه‌ای با دیوار محیطی(شکل۶۳-۱)،
-پی‌صفحه‌ای ساده (شکل۶۴-۱)،
-پی‌صفحه‌ای باشناژ (شکل۶۵-۱)،
-پی‌صفحه‌ای بادیواربتنی دریک جهت(شکل۶۶-۱)،
-پی‌صفحه‌ای با دیواربتنی دردوجهت(شکل۶۷-۱).



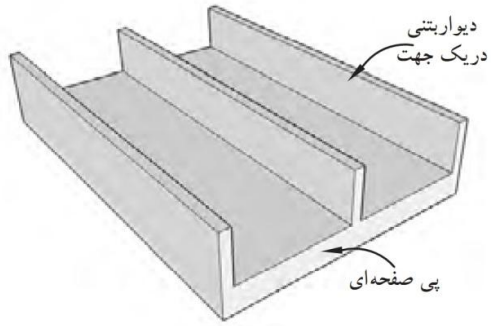
شکل۶۳-۱ پی‌یکپارچه با دیوار محیطی



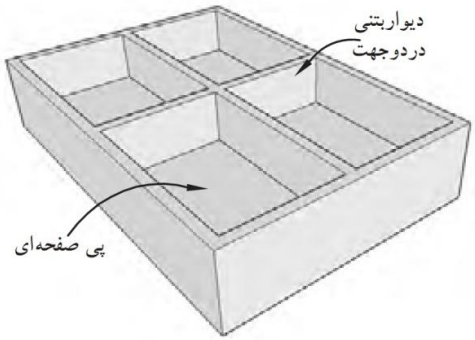
شکل۶۴-۱ پی‌یکپارچه ساده با ستون بتنی یا فلزی



شکل۶۵-۱ پی‌یکپارچه با شناژ



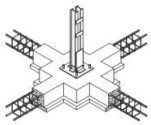
شکل۶۶-۱ پی‌یکپارچه با دیواربتنی دریک جهت



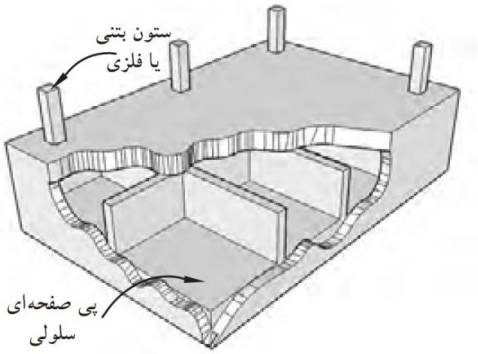
شکل۶۷-۱ پی‌یکپارچه با دیواربتنی دردوجهت

۱- Mat Foundation

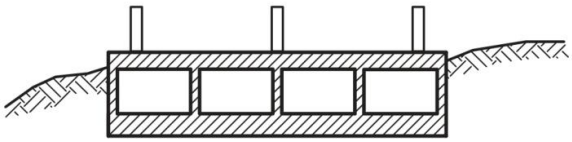
www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



درشکل های۶۸-۱و۶۹-۱ نیز پی صفحه‌ای سلولی به صورت سه بُعدی و برشی از آن را نشان می‌دهد.

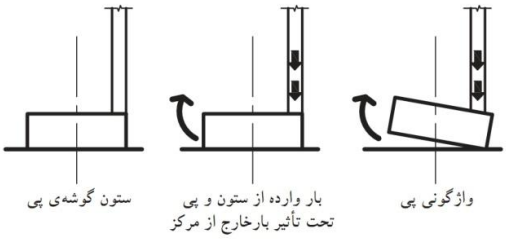


شکل۶۸-۱ پی یکپارچه‌ی سلولی



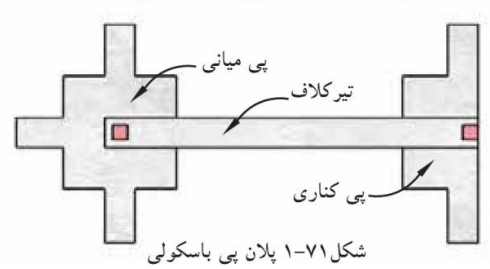
شکل۶۹-۱ برش پی یکپارچه‌ی سلولی

-*پی باسکولی*[1]: چنان‌چه ستونی درگوشه و یا میان سطح پی منفرد قرار داشته باشد، نیروی وارده از ستون برگوشه‌ی پی وارد می‌شود. این‌گونه پی‌ها تحت بار خارج از مرکز قرار گرفته و باعث چرخش و واژگونی آن می‌شود(شکل ۷۰-۱).



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

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

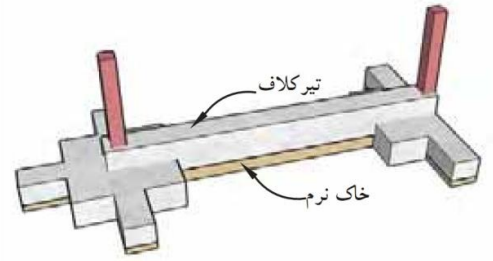


شکل ۷۱-۱ پلان پی باسکولی

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.

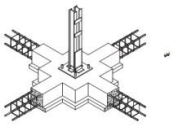
تیررابط، برای انتقال لنگر ناشی از خروج از مرکز ستون خارجی به پی ستون داخلی به کارمی‌رود، به طوری که در زیر هر دو پی تنش یکنواخت ایجاد شود. تیر رابط نباید با زمین درتماس باشد تا فشاری از خاک برآن وارد نیاید و توزیع نیرو را درپی‌ها تغییر ندهد.

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



شکل۷۲-۱ نمایش سه بُعدی پی باسکولی

۱-Cantilever Footing



ب)پی های غیرسطحی:

-*پی نیمه عمیق(چاهی)*[1]: چنان چه خاک زیربناجهت ساختمان‌سازی مناسب نباشد، مخزن‌هایی به شکل چاه به عمق تا ۱۰ مترایجاد نموده، سپس قسمتی از آن را با مصالح مناسب پرمی‌نمایند و پی مورد نظر را بر روی آن قرارمی دهند(شکل های ۷۳-۱ و ۷۴-۱).

شکل۷۳-۱ پی چاهی در حال اجرا

شکل۷۴-۱ پی چاهی کامل

-*پی عمیق(شمعی)*[2]: اگر پی‌کنی و پی‌سازی در عمق ۱۰ متر و یا بیش‌تر باشد، به دلیل سستی خاک (زمین)، پی‌سازی به روش‌های معمولی امکان‌پذیر نیست، باید از پی‌های شمعی استفاده کرد. معمولاً این شمع‌ها از جنس چوب به قطر ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و به ارتفاع ۸ تا ۱۰ متر و در ارتفاع بیش‌تر از ۱۰متر ازجداره‌ی فلزی (به قطر ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر)ساخته شده و مورد استفاده قرار می گیرد، قابل توضیح است که چون چوب و فلز به کاررفته پس از گذشت زمانی می پوسند، لذا لازم است ازقطعات پیش ساخته‌ی بتنی و یا بتن (درجا) که به صورت استوانه‌ای با قطر۲۵ تا۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ تا۳۰ متراستفاده گردد، سپس پی موردنظر را بر روی شمع‌ها قرار می‌دهند. (اجرای پی‌های شمعی به تکنیک و مهارت خاصی نیازدارد)(شکل های۷۵-۱و ۷۶-۱).

شکل۷۵-۱ پی شمعی

شکل۷۶-۱ پی شمعی

۱- Hole Foundation
۲- Pile Foundation

۴-۱-پی کنی و خاک‌برداری

به منظور دسترسی به بستری مناسب جهت انتقال وزن ساختمان به زمین «پی کنی» 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 ۷۷-۱).

به‌طورخلاصه پی‌کنی به دلایل زیرانجام می شود:

۱-دسترسی به زمین سخت و مقاوم.

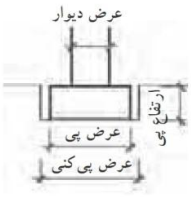
۲-محافظت پی ساختمان ازاثرات جوی مانند یخ‌زدگی و عوامل محیطی مانندضربات ناشی ازحمل و نقل ماشین‌آلات سنگین مخصوصاً درساختمان‌های صنعتی.

۳-جلوگیری از لغزش ساختمان در اثر نیروهای جانبی.

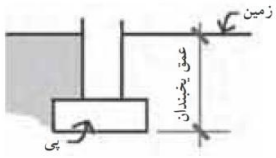
۱-۴-۱-ابعاد پی کنی: ابعاد و عمق پی‌کنی به ابعاد و ارتفاع پی و شرایط اقلیمی بستگی دارد(شکل ۷۸-۱). یعنی درمناطقی که درزمستان آب و هوای خیلی سرد دارند و یا میزان بارندگی زیاد است و خطر یخ‌زدگی برای پی وجود دارد، عمق پی را بیش‌تر از مناطق معتدل و گرمسیر درنظرمی‌گیرند(شکل ۷۹-۱).

به هرحال درهرنوع آب و هوایی عمق پی‌کنی نباید کم‌تراز ۵۰ سانتی‌متر باشد. طول و عرض پی‌کنی نیز با توجه به نوع قالب‌بندی (مثلاً قالب‌آجری) حدوداً ۱۰ الی ۱۵سانتی‌متر بزرگ‌تر از ابعاد پی درنظر گرفته می‌شوند(شکل های ۸۰-۱ و ۸۱-۱ و ۸۲-۱).

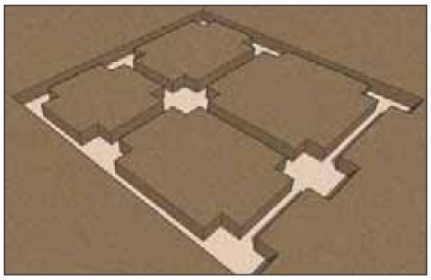
شکل ۷۷-۱ پی کنی برای پی‌نواری



شکل ۷۸-۱



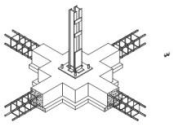
شکل ۷۹-۱



شکل ۸۰-۱ پی کنی متناسب با ابعاد مشخص شده‌ی پی درنقشه روی زمین اجرا می‌شود.

شکل ۸۱-۱ پی کنی از نوع پی کلاف‌بندی شده(پی‌منفرد و شناژ) جداره‌های اطراف پی نقش قالب را ایفاء می کنند.

شکل ۸۲-۱ قالب بندی آجری در اطراف پی



۵-۱-گودبرداری

بعد از پیاده کردن نقشه و کنترل آن چنان‌چه یک یا چندطبقه از بنا پایین‌تر 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 بیل‌مکانیکی و یا لودر و درصورت محدودیت زمین و عدم دسترسی به ماشین‌آلات از وسایل‌دستی مانند بیل و کلنگ و فرغون و درعمق زیاد یا منطقه وسیع مثل پارکینگ‌های زیرزمینی، انبارهای بزرگ زیرزمینی وغیره با کمک سایر ماشین‌آلات ساختمانی انجام می‌گیرد(شکل ۸۴-۱).

۱-۵-۱-گودبرداری درزمین‌های نامحدود:منظور از زمین‌های نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی نباشد. برای گودبرداری این‌گونه زمین‌ها از ماشین‌آلاتی مانند بیل‌مکانیکی، لودر، و ... استفاده شده، سپس خاک با شیب متناسب برداشته می‌شود وخاک‌های 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 مقدارشیب به جنس زمین بستگی دارد. هرچه‌قدر خاک گود سست و ریزشی‌تر باشد مقدار زاویه‌ی شیب نیز بیش‌ترخواهد بود (شکل ۸۶-۱).

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

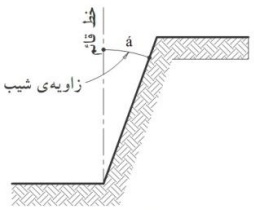
شکل۸۳-۱ پیاده‌کردن نقشه روی زمین

شکل۸۴-۱ زمین گوبرداری شده

شکل۸۵-۱ 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 به۳
زمین ماسه‌ای	۴۵	۱۰۰	۱به۱
زمین دستی و سست	بیش از۴۵	–	–



شکل۸۶-۱

۲-۵-۱-گودبرداری در زمین‌های محدود:

گودبرداری درچنین زمین‌هایی به مراتب از گودبرداری درزمین های نامحدود مشکل تراست .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 مجاورضروری است(شکل ۸۷-۱).

برای ایجاد امنیت درچنین مواقعی بایدگودبرداری را با رعایت فاصله‌ی مناسب از دیوار مجاور و مهارکردن دیوارهای ساختمان مجاور با شمع های چوبی یا فلزی اجرانمود.

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

شکل۸۹-۱مهاربندی جداره‌هاتوسط پشت‌بندهای افقی و مایل را درگودهایی با عرض کم نشان می‌دهد.

درشکل۹۰-۱ مهاربندی توسط شمع‌های چوبی و یا فلزی و هم‌چنین پشت‌بندهای خاکی اجرا شده است. این شمع‌ها به صورت مایل و با زاویه‌ی ۴۵ درجه مستقر می‌شوند.

شکل۹۱-۱ نیز مهاربندی توسط دیوار مانع را نشان می‌دهد. معمولاً درزمین‌های ماسه‌ای و سست به دلیل ریزشی بودن دیوارها مهاربندی افقی عملی نیست بنابراین استفاده از دیواره‌های چوبی یا فلزی مقرون به صرفه خواهد بود.

شکل۸۷-۱ گودبرداری دستی (با بیل و کلنگ)

شکل۸۸-۱ مهاربندی با پشت بند خاکی ستونی

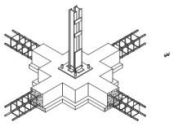
شکل۸۹-۱ مهاربندی باپشت بندهای افقی و مایل(فضایی)

شکل۹۰-۱ مهاربندی باشمع چوبی

شکل۹۱-۱ مهاربندی بادیوار مانع چوبی

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

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



۶-۱-عوامل تأثیرگذار در انتخاب نوع پی

با توجه به اینکه دربخش‌های قبلی با چگونگی تشخیص نوع خاک و نحوه‌ی 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 طرّاح 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 می توان دریافت که کدام مکان، باچه نوع کاربری و با چه میزان سرمایه‌گذاری، دارای قابلیت ساخت و ساز می باشد.

علاوه برتوجه به مسایل فنّی، مانند نوع خاک و مقاومت آن، میزان بارواردہ از ساختمان به زمین و ... که همگی تعیین کننده‌ی نوع پی و اندازه‌ی آن است، براین اساس، شرایط ساخت بنا برای هرمکان با توجه به قرارگیری آن در شهر یا روستا، در کویر یا کوهستان، درجلگه یا سواحل دریا، در منطقه‌ی جنوب یا درشمال و مناطق معتدل زلزله‌خیز نیزمتفاوت 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 می پردازند.

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

شکل۹۲-۱پی کلاف بندی

شکل۹۳-۱ پی نواری

شکل۹۴-۱ پی گسترده

نظرات، پیشنهادات، انتقادات و درخواست های شما،

برای ما بسیار ارزشمند است!

Mehdi.Jouhari.1986@Gmail.Com