واحد کار اوّل

توانایی تشخیص انواع پی‌های ساختمانی

هدف کلی

تشخیص انواع پی و زمین زیر آن

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس‌ازگذراندن این واحدکار باید بتواند:

۱-خاک را تعریف کند.
۲-انواع خاک را از نظر دانه‌بندی 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	
نظری	۷
عملی	۸

پیش آزمون (۱)

سؤالات تشریحی

۱-سه نمونه از زمین‌های اطراف خود را که می‌شناسید، نام ببرید.
۲-عوامل مؤثر در مقاومت خاک را نام ببرید.
۳-به نظرشما ساختمان‌سازی روی چه زمین‌هایی نمی‌تواند 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 ساختمان‌هایی با مصالح بنایی، وزن بنا چگونه به زمین منتقل می‌شود؟ توضیح دهید.
۷-خاک را تعریف کنید؟
۸-عوامل تأثیرگذار درمحاسبه‌ی ابعاد پی را نام ببرید.
۹-آیا می‌توانید توضیح دهید وظیفه‌ی 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-درصورتی که ارتفاع دیوار حائل بیش از ۱/۵تا۲ 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 بارسقف را به زمین منتقل می کند.... 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-نسبت۱:۶

ب) ملات ماسه و سیمان- نسبت۱:۵

ج) ملات ماسه و سیمان- نسبت۱:۱

د) ملات باتارد-نسبت۱:۲

۱-۱-خاک

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.

شکل۱-۱ خاک طبیعی را نشان می‌دهد.

ازنظر کشاورزی و یا کارهای ساختمانی و راه‌سازی، مقدارآبی که خاک‌ها می‌توانند جذب کنند دارای اهمیّت 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 ساختمان سازی مناسب نیست. به طورکلی خاک خوب از دانه‌بندی ریز و درشت تشکیل شده است(شکل۲-۱). تشکیل خاک‌ها به گذشت زمان، مقاومت سنگ اولیّه یا مادرسنگ، 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 قشرعظیم و پراکنده‌ی سیّار و یا ثابت که از ذرات مختلف و با اندازه‌ها و شکل‌های گوناگون تشکیل می‌شود، گویند.

۲-۱-۱-طبقه‌بندی خاک: اندازه وشکل 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 ازخاصیّت خمیری خاک درطبقه‌بندی آن‌ها استفاده می‌شود.

شکل‌های ۳-۱ و۴-۱ و۵-۱ برخی ازانواع خاک را نشان می‌دهد.

شکل۱-۱ خاک طبیعی

شکل۲-۱ لایه‌های مختلف خاک با دانه‌بندی متفاوت

شکل۳-۱
ماسه، مخصوص راه سازی

شکل۴-۱
ماسه، مخصوص ساختمان سازی

شکل۵-۱
ماسه‌ی ساحلی مخصوص زمین های بازی

۳-۱-۱-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 «درشت دانه» مشهوراند(شکل‌های۶-۱ و۷-۱ و۸-۱).

شکل۶-۱ قلوه سنگ

شکل۷-۱ شن

شکل۸-۱ ماسه

لای، رس، کلوئیدها[1] و لجن از گروه خاک‌هایی هستند که اندازه‌ی دانه‌های آن بسیارریز بوده و به آسانی قابل رویت نمی‌باشند و به نام خاک‌های«ریزدانه»مشهوراند(شکل‌های۹-۱ و۱۰-۱ و۱۱-۱).

شکل۹-۱ لای

شکل۱۰-۱ رس

شکل۱۱-۱ لجن

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

شکل۱۲-۱ رطوبت درخاک

۱- ذراتی به قطرکم‌تر از ۲ میکرون مانند رس‌ها و هوموس‌ها(مواد آلی)که درخاک موجوداند و خاصیت جذب آب را درخاک ایجاد می‌نماید.

* ۱ میکرون برابر است با۱ / میلی‌متر

۲-۱-نوع زمین از نظر ساختمان سازی

مهم‌ترین مسأله‌ای که قبل از احداث هر بنا و ساختمانی بسیارحائز اهمیت است، شناخت کامل زمین از نظر مقاومت و نوع خاک (مکانیک خاک) آن است. چه بسا درصورت عدم توجه به این موضوع ممکن است باعث خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری شود.

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

شکل۱۳-۱ کندن زمین با وسایل مکانیکی

شکل۱۴-۱ آزمایشگاه مکانیک خاک

۱-۲-۱-زمین‌های با خاک‌دستی: به آن دسته از زمین‌هایی اطلاق می‌گردد که از بقایای ساختمان‌هایی که دراثرعوامل 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(شکل۱۵-۱).

شکل۱۵-۱ خاک دستی

۲-۲-۱-زمین‌های ماسه‌ای:به آن‌دسته از زمین هایی گفته می‌شود، که از مقاومت فشاری در حدود ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع 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 نظرگرفتن شرایط خاص اجتناب شود. نمونه‌ی این زمین‌ها را می‌توان به وفور در کناره‌های ساحل دریا مشاهده نمود(شکل۱۶-۱).

شکل۱۶-۱ زمین ماسه ای

-زمین‌های ماسه‌ای می‌تواند بار ساختمان یک‌طبقه را تحمل کند.

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 وساز بسیار مناسب است(شکل۱۷-۱).

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

شکل۱۷-۱ زمین دج

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

۴-۲-۱-زمین‌های مخلوط: به آن دسته از زمین‌هایی که از قلوه سنگ، شن، ماسه و خاک رس تشکیل شده و چنان‌چه عناصرمتشکله‌ی آن کاملاً درهم فشرده و متراکم شده باشند زمین‌های مخلوط گویند. مقاومت فشاری این نوع زمین‌ها درحدود ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع است و در صورتی‌که از تراکم مناسب برخوردار نباشد، برای ساختن بنا مناسب نیست(شکل۱۸-۱).

شکل۱۸-۱ زمین مخلوط

۵-۲-۱-زمین‌های سنگی: به زمین‌های موجود دردامنه‌ی کوه‌ها که از تخته سنگ‌های بزرگ و یکپارچه تشکیل شده ودارای مقاومت فشاری حدود ۴۰ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع است، اطلاق می‌گردد. اگر این زمین‌ها از سنگ‌های گچی و آهکی باشد،برای ساخت و ساز مناسب نیست. به علت سختی زیادِ این زمین‌ها پی‌کنی با هزینه‌ی بسیارسنگین صورت می‌پذیرد(شکل۱۹-۱).

شکل۱۹-۱ زمین سنگی

۶- ۲- ۱-زمین های نامناسب: به آن دسته از زمین‌هایی اطلاق می‌شود که تنها با وسایل و ماشین‌آلات جدید و با تکنیک پیشرفته‌ی امروزی می‌توان از آن بهره‌برداری نمود. درغیراین صورت هرگونه ساخت وساز به روش قدیمی بر روی آن ممکن نیست. این زمین‌ها عبارتند از: زمین‌های باتلاقی، هوموسی(خاک و برگ) و لجن زار(شکل ۲۰-۱).

شکل ۲۰-۱ زمین لجنی

۷-۲-۱-زمین‌های رسی: این نوع زمین‌ها در صورتی که خشک و بی‌آب بوده و فشرده شوند، دارای مقاومت فشاری حدود ۴ تا ۵ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع است، بنابراین قابلیت ساختن بنا درآن مقدور می‌باشد. درغیراین‌صورت هرگز برای ساخت وساز پیشنهادنمی‌شود چون با ازدیاد رطوبت، مقاومت فشاری آن شدیداً کاهش می‌یابد(شکل ۲۱-۱).

شکل ۲۱-۱ زمین رسی

بیش‌تر بدانیم

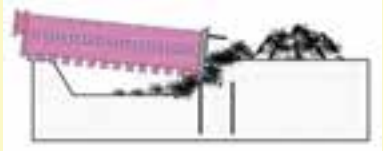
علت اصلی ریختن این ساختمان، تراوش آب باران به زیرشمع‌ها، از بین رفتن اصطکاک شمع‌ها با خاک و در نتیجه بریده شدن آن‌ها و در نهایت فرو افتادن این ساختمان ۱۳ طبقه است.

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 شمع‌ها در اثر فشار جانبی متغیر

۴-شکسته شدن شمع‌ها و سقوط ساختمان به سمت جنوبی

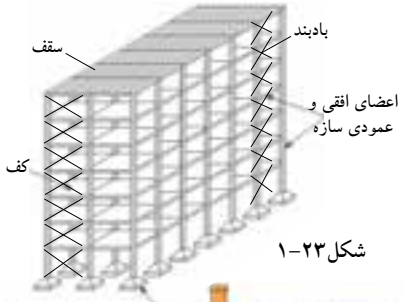


۵-سقوط ساختمان به طور یکپارچه و بدون از هم گسیختگی ترکیب ساختمان

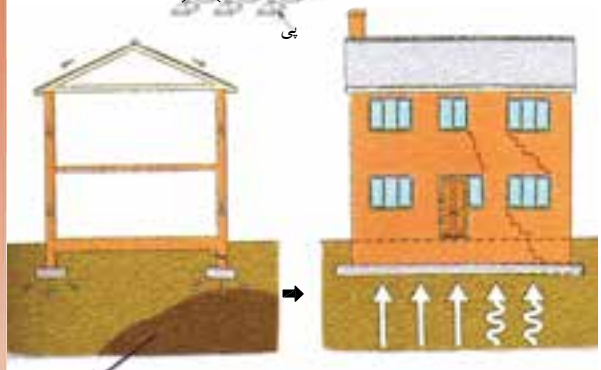
شکل ۲۲-۱ ریزش ساختمان ۱۳ طبقه در شانگهای چین

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).

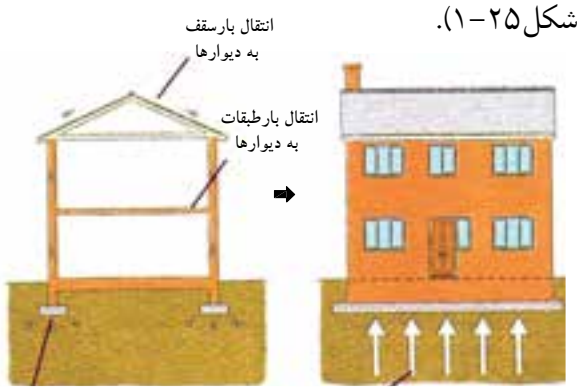


شکل۲۳-۱


یکنواخت نبودن خاک زیرساختمان

باعث عکس‌العمل نامناسب شده و نشست نامتقارن را ایجاد می‌کند.

شکل۲۴-۱



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.

شکل۲۶-۱

شکل۲۷-۱

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.

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...

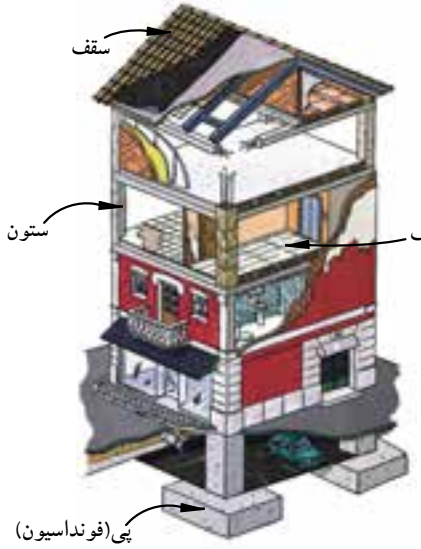
۳-۱-۳-۱- بارهای جانبی: نیروهای حاصل از عوامل طبیعی مانند باد، طوفان و رانش زمین و زلزله.

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 های۳۰-۱ و۳۱-۱).



شکل۲۸-۱

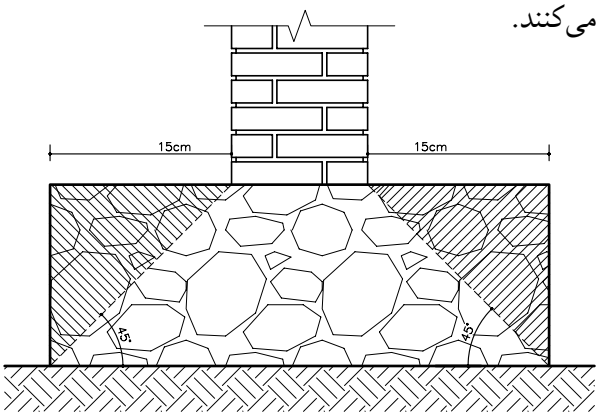
شکل۲۹-۱ تاثیر بار بر روی پی و زمین

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

شکل۳۱-۱ اجرای شفته آهک درفنداسیون

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(شکل‌های ۳۲-۱و۳۳-۱).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(شکل ۳۴-۱).

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.



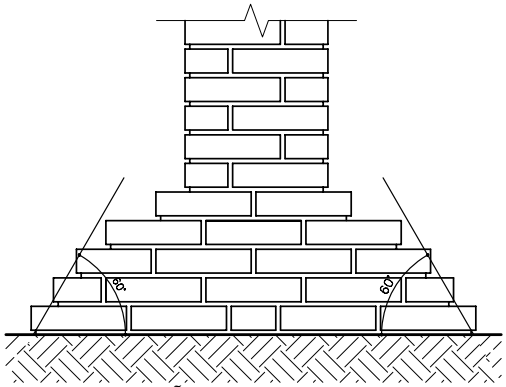
شکل۳۴-۱ زاویه‌ی پخش بار در پی‌های سنگی ۴۵ درجه است.

ج)پی آجری: 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).

شکل۳۲-۱ پی‌سنگی با سنگ لاشه

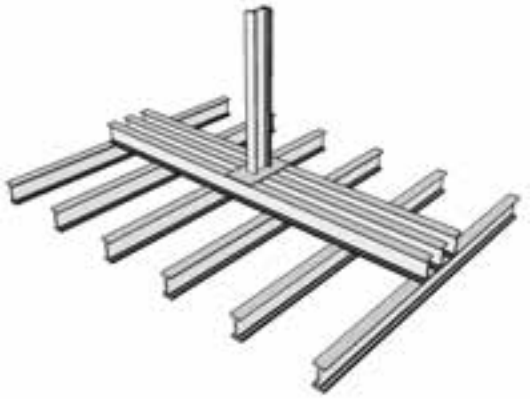
شکل۳۳-۱ پی‌سنگی

شکل۳۵-۱ پی‌آجری

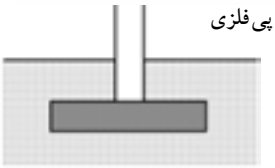


شکل۳۶-۱ زاویه‌ی پخش بار در پی‌های آجری ۶۰ درجه است.

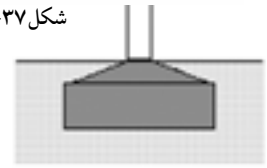
د)پی‌فلزی: درصورتی‌که بارهای وارده بر ستون زیاد و مقاومت فشاری زمین (خاک)، از حد مجازکم‌تر باشد، گاهی برای ستون‌های فولادی از پی‌های باشبکه‌ی فولادی(شکل۳۷-۱)استفاده می‌شود اما امروزه جهت صرفه‌جویی اقتصادی امکان استفاده از پی‌های فلزی مقدور نمی‌باشد. لذا پی‌های بتن مسلّح جایگزین این نوع پی‌ها گردیده است.



شکل۳۷-۱ پی‌فلزی



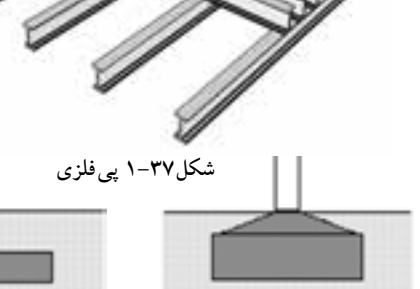
شکل۳۸-۱ پی بتنی ساده



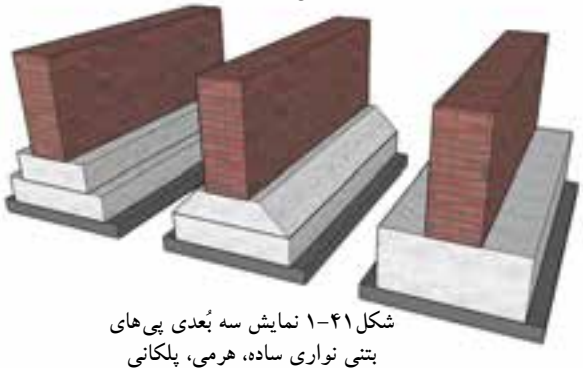
شکل۳۹-۱ پی بتنی هرمی با زاویه‌ی ۳۰ درجه

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.



شکل۴۰-۱ پی بتنی پلکانی با زاویه‌ی ۴۵ درجه



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

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

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).

شکل۴۲-۱ پی‌بتن مسلّح

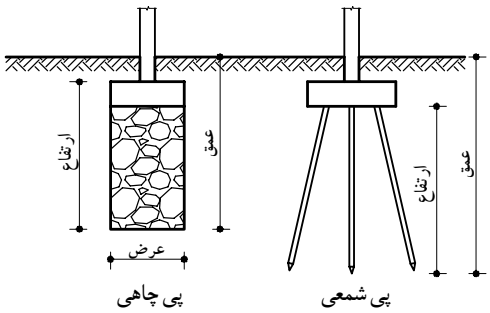
۱-به بتن مسلّح شده با میلگرد(آرماتور)، بتن آرمه یا بتن مسلّح گفته می‌شود.

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).



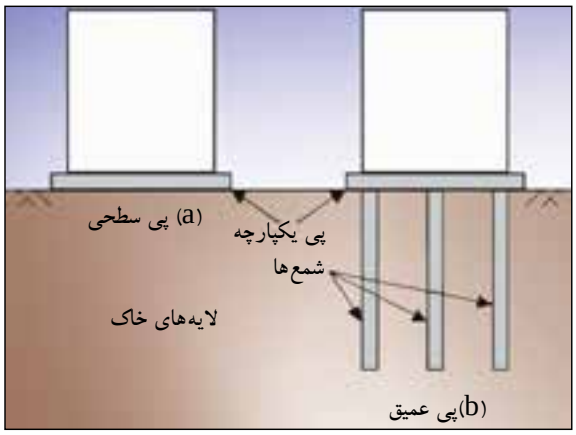
شکل۴۴-۱ پی‌های غیرسطحی

الف)پی‌های سطحی

-*پی تکی(منفرد)*[3]: معمولاً از پی‌های تکی در مواقعی استفاده می‌شود که بارورده 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.

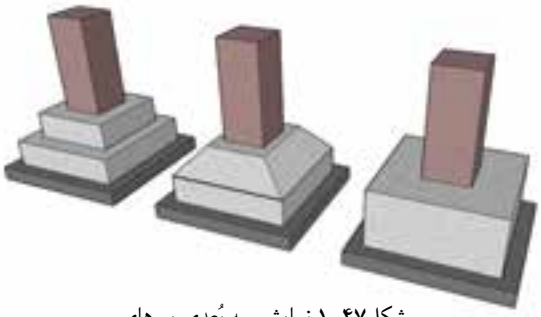
سطح مقطع پی‌های تکی(منفرد) دارای شکل‌های مربع، مربع مستطیل، چندضلعی، دایره است که برای صرفه‌جویی درمصرف مصالح می‌توان آن‌را به صورت پلکانی یا شیب‌دار اجرا نمود(شکل‌های۴۶-۱ و۴۷-۱).



شکل۴۳-۱ پی‌های سطحی و غیرسطحی

شکل۴۵-۱ پی تکی(منفرد)

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



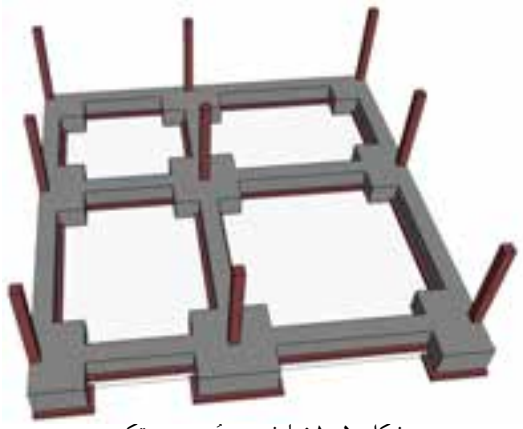
شکل۴۷-۱ نمایش سه بُعدی پی‌های بتنی مسلّح منفرد ساده، هرمی، پلکانی

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.

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

-*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).

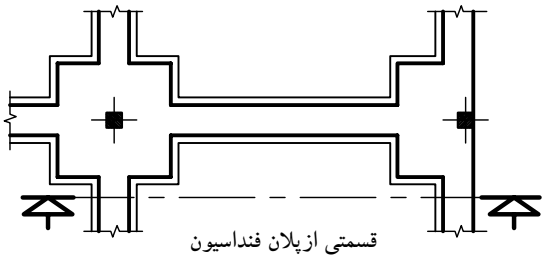


شکل۵۰-۱ نمایش سه بُعدی پی تکی کلاف بندی شده

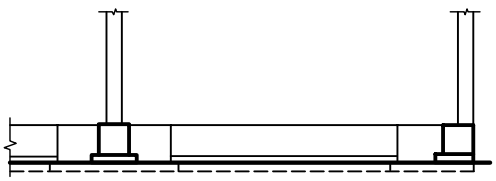
اتصال و یا کلاف پی و شناژبه دو صورت انجام می شود:

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

۲-ارتفاع شناژ و پی یکی باشد(شکل۵۲-۱).

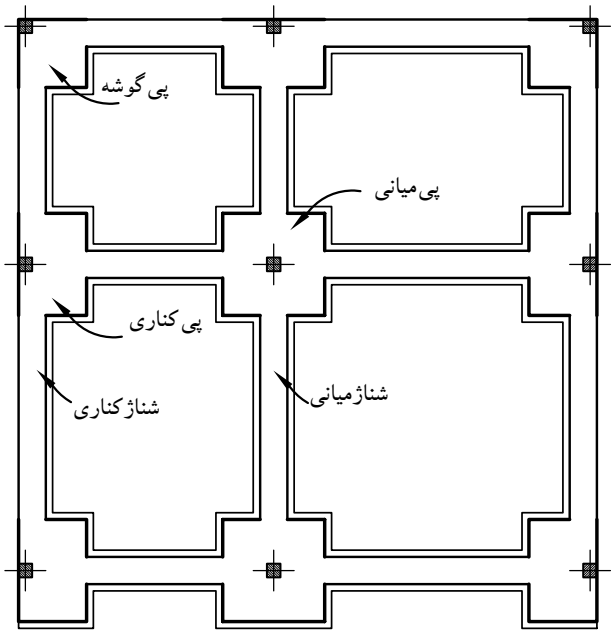


قسمتی ازپلان فنداسیون

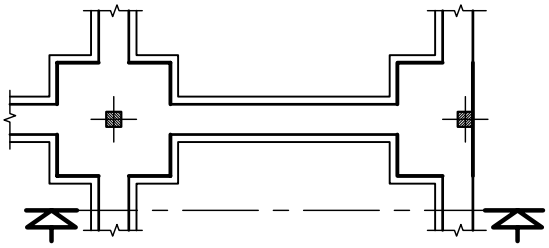


شکل۵۲-۱ برش(پی‌وشناژ هم ارتفاع اند.)

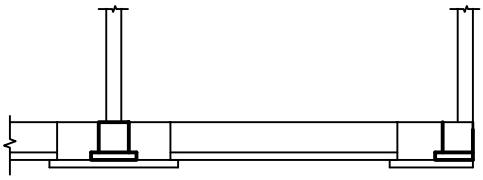
شکل۴۸-۱ آرماتورگذاری پی تکی کلاف‌بندی شده



شکل۴۹-۱ پلان پی تکی کلاف‌بندی شده



قسمتی از پلان فنداسیون



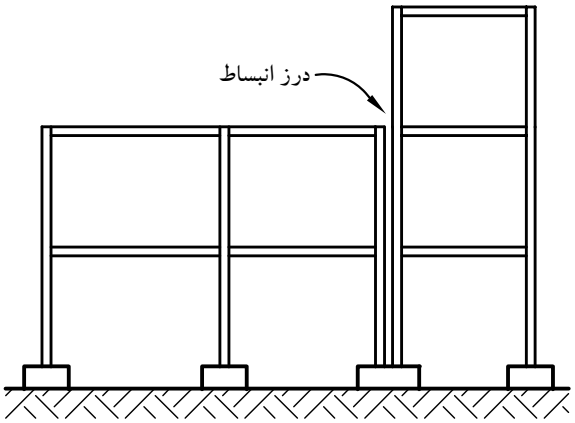
شکل۵۱-۱ برش(پی‌وشناژ دارای ارتفاع‌های متفاوت‌اند.)

-*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.

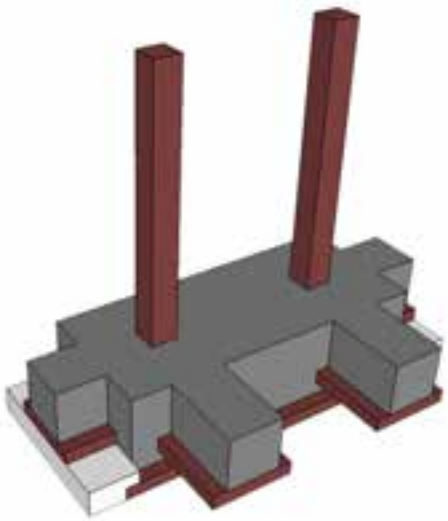
۲-یکی از پی‌ها درکنارزمین همسایه قرارگرفته باشد.

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).

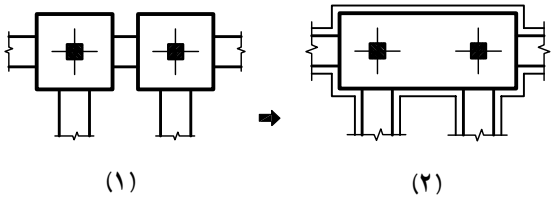


شکل۵۳-۱ پی مشترک دربرش*

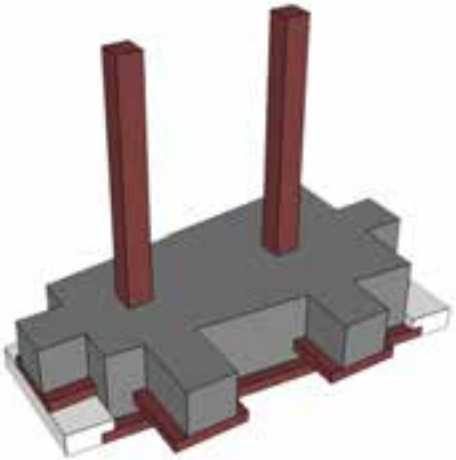
* دراین برش، بنابه بار وارده‌ی متغیر، نیاز به پی باسکولی[1] است تا پی مورد نظر تعادل و ایستایی خود را حفظ نماید.



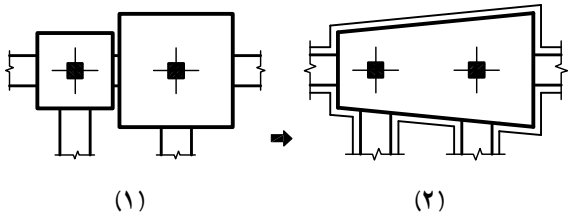
تصویرسه بُعدی پی‌مشترک مستطیل



شکل۵۴-۱ پی مشترک مستطیل



تصویرسه بُعدی پی‌مشترک ذوزنقه‌ای



شکل۵۵-۱ پی مشترک ذوزنقه

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

-*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:

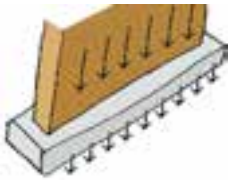
۱- زیریک ردیف ستون درساختمان‌های اسکلت فلزی یا بتن‌مسلّح.

۲-درزیر دیوار باربر در ساختمان‌های آجری

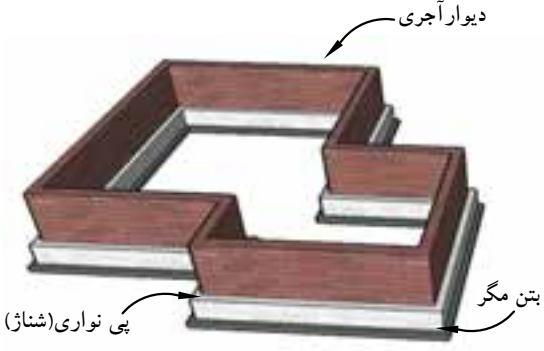
۳- زیرستون و دیوار تواما.

چنان‌چه این پی‌ها در هر دو امتدادعمود برهم قرار گیرند، پی نواری شبکه‌ای ایجاد می‌گردد(شکل‌های۵۸-۱و۵۹-۱ و ۶۰-۱ و ۶۱-۱).

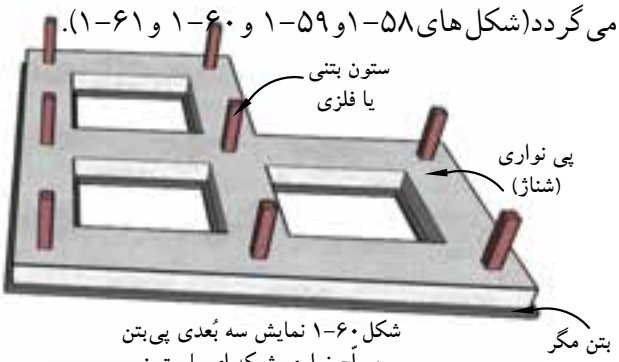
شکل۵۶-۱ پی‌بتن مسلّح نواری شبکه ای زیرستون



شکل۵۷-۱ انتقال بار از دیوار به پی

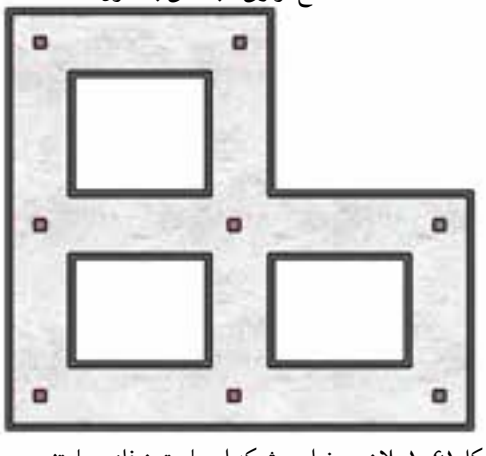


شکل۵۸-۱ نمایش سه بُعدی پی‌بتن مسلّح نواری با دیوار آجری



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

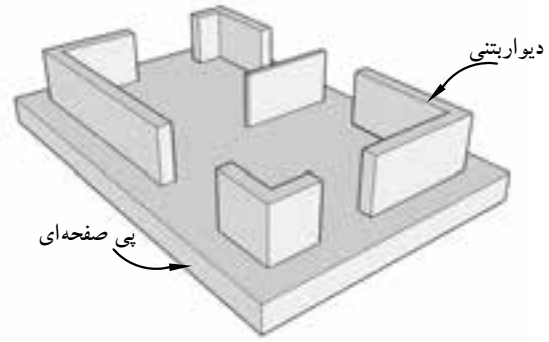
۱- Strip Foundation

-*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(شکل ۶۲-۱).

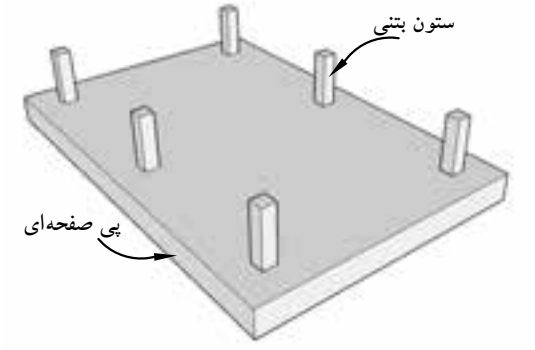
رادیه ژنرال به صورت یکپارچه و از بتن مسلّح(آرمه) در سرتاسر زیرساختمان ساخته می‌شود و کلیه ستون‌ها و دیوارها بر روی آن قرارمی‌گیرد. در بعضی مواقع که بار بسیار زیاد باشد سطح پی را بزرگ‌تر از سطح ساختمان روی آن می‌سازند تا پخش فشار درسطح بزرگ‌تری انجام پذیرد. پی‌های گسترده به صورت‌های مختلف ساخته می‌شود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

-پی صفحه‌ای با دیوار محیطی(شکل ۶۳-۱)،
-پی صفحه‌ای ساده (شکل ۶۴-۱)،
-پی صفحه‌ای باشناژ (شکل ۶۵-۱)،
-پی صفحه‌ای بادیواربتنی دریک جهت(شکل ۶۶-۱)،
-پی صفحه‌ای با دیواربتنی دردوجهت(شکل ۶۷-۱).

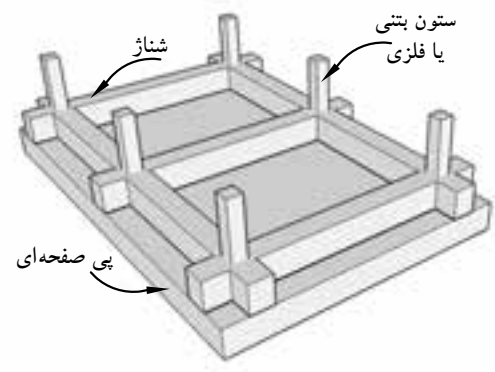
شکل ۶۲-۱ پی‌بتن مسلّح یکپارچه(رادیه ژنرال)



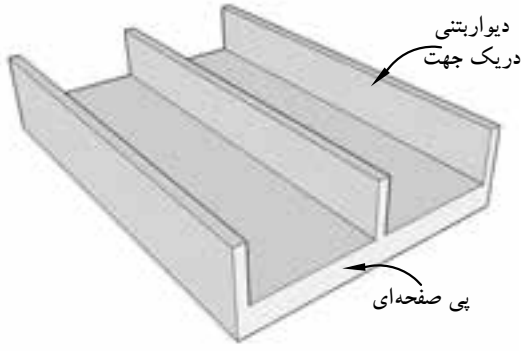
شکل ۶۳-۱ پی‌یکپارچه با دیوار محیطی



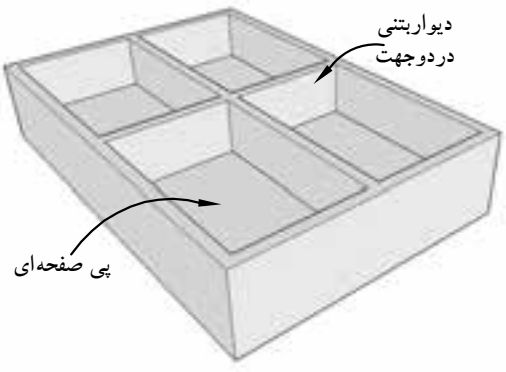
شکل ۶۴-۱ پی‌یکپارچه ساده با ستون بتنی یا فلزی



شکل ۶۵-۱ پی‌یکپارچه با شناژ



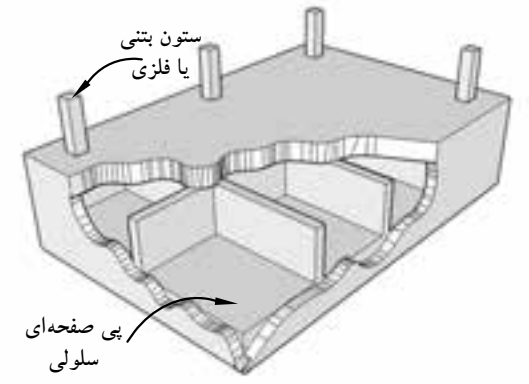
شکل ۶۶-۱ پی‌یکپارچه با دیواربتنی دریک جهت



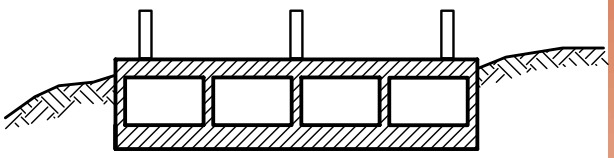
شکل ۶۷-۱ پی‌یکپارچه با دیواربتنی دردوجهت

۱- Mat Foundation

درشکل‌های۶۸-۱و۶۹-۱ نیزپی صفحه‌ای سلولی به صورت سه بُعدی و برشی از آن را نشان می‌دهد.

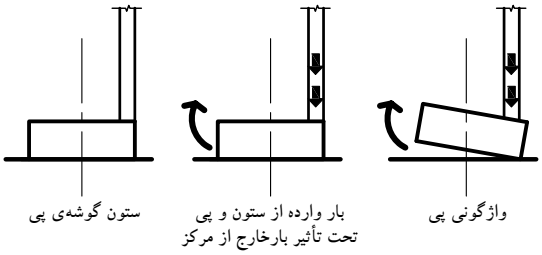


شکل۶۸-۱ پی یکپارچه‌ی سلولی



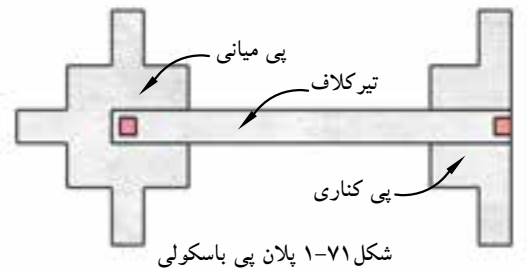
شکل۶۹-۱ برش پی یکپارچه‌ی سلولی

-*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).



شکل۷۰-۱ اثر نیرو در پی گوشه و یا پی کناری

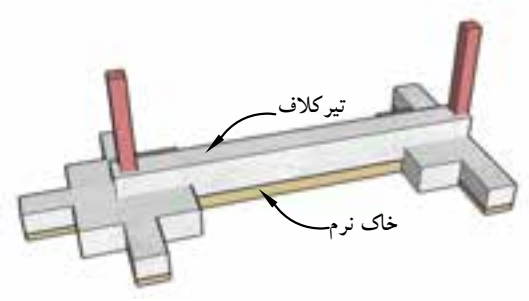
بنابراین جهت جلوگیری از واژگونی پی مذکور آن را با یک تیر رابط (شناژ) به پی منفرد داخلی متصل می‌کنند(شکل ۷۱-۱).



شکل۷۱-۱ 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.



شکل۷۲-۱ نمایش سه بُعدی پی باسکولی

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

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)، پی سازی به روش های معمولی امکان پذیر 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 سانتی متر 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 می‌شود:

۱-دسترسی به زمین سخت و مقاوم.

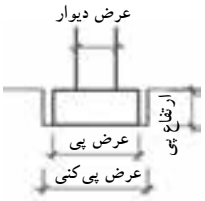
۲-محافظت پی ساختمان ازاثرات جوی مانند یخ‌زدگی و عوامل محیطی مانندضربات ناشی ازحمل و نقل ماشین‌آلات سنگین مخصوصاً درساختمان‌های صنعتی.

۳-جلوگیری از لغزش ساختمان در اثر نیروهای جانبی.

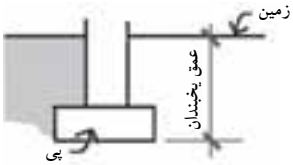
۱-۴-۱-ابعاد پی کنی: ابعاد و عمق پی‌کنی به ابعاد و ارتفاع پی و شرایط اقلیمی بستگی دارد(شکل ۷۸-۱). یعنی درمناطقی که درزمستان آب و هوای خیلی سرد دارند و یا میزان بارندگی زیاد است و خطر یخ‌زدگی برای پی وجود دارد، عمق پی را بیش‌تر از مناطق معتدل و گرمسیر درنظرمی‌گیرند(شکل ۷۹-۱).

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(شکل‌های ۸۰-۱ و ۸۱-۱ و ۸۲-۱).

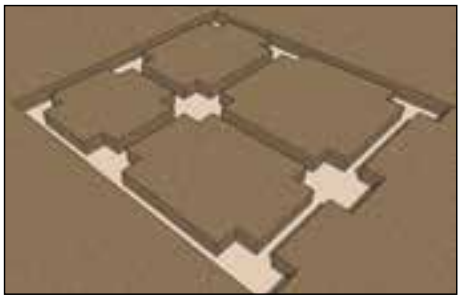
شکل۷۷-۱ پی‌کنی برای پی‌نواری



شکل۷۸-۱



شکل۷۹-۱



شکل۸۰-۱ پی‌کنی متناسب با ابعاد مشخص شده‌ی پی درنقشه روی زمین اجرا می‌شود.

شکل۸۱-۱ پی‌کنی از نوع پی‌کلاف‌بندی شده(پی‌منفرد و شناژ) جداره‌های اطراف پی نقش قالب را ایفاء می‌کنند.

شکل۸۲-۱ 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(شکل۸۳-۱).

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(شکل۸۴-۱).

شکل۸۳-۱ پیاده‌کردن نقشه روی زمین

شکل۸۴-۱ زمین گوبرداری شده

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(شکل۸۵-۱).

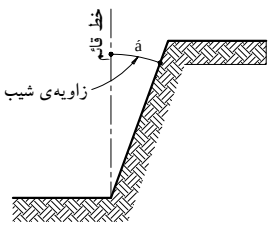
شکل۸۵-۱ گودبرداری با لودر در زمین نامحدود

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 (شکل۸۶-۱).

درجدول۱-۱ مقدار زوایای شیب دیواره‌ها، هنگام گودبرداری، انواع زمین‌ها را نشان می‌دهد.

جدول۱ -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(شکل۸۷-۱).

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.

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.

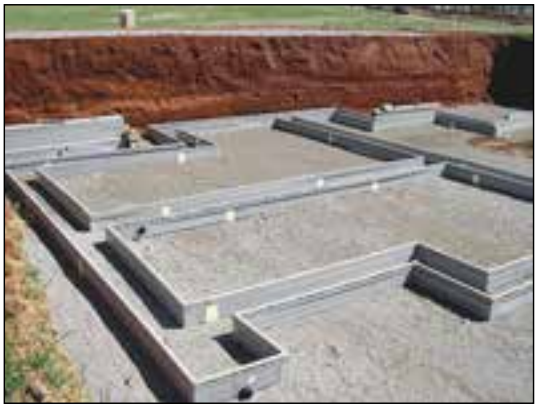
از جمله عوامل قابل توجه، آگاهی یافتن ازشرایط اقلیمی و آب وهوایی، موقعیت جغرافیایی و اطلاع از وضعیت اقتصادی و فرهنگی مردم آن منطقه است که به کمک آن می توان دریافت که کدام مکان، باچه نوع کاربری و با چه میزان سرمایه‌گذاری، دارای قابلیت ساخت و ساز می‌باشد.

علاوه برتوجه به مسایل فنّی، مانند نوع خاک و مقاومت آن، میزان بارورده 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 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.

شکل۹۲-۱پی کلاف بندی



شکل۹۳-۱ پی نواری

شکل۹۴-۱ پی گسترده

۱-۱-خاک

پی به عنوان یکی از اعضای باربر ساختمان وظیفه‌ی توزیع و انتقال وزن ساختمان به زمین زیرش را دارد. به طوری‌که طراحی یک پی مناسب، به خصوصیّات خاک زیرآن ازیک طرف و مقدار وزن سازه‌ی روی آن از طرف دیگر بستگی دارد.

۱-۱-۱-تعریف خاک: «خاک» به قشرعظیم و پراکنده‌ی سیّار و یا ثابت که توده‌ای از ذرات مختلف و با اندازه‌ها و شکل‌های گوناگون تشکیل می‌شود، گویند.

۱-۱-۲-طبقه‌بندی خاک: اندازه وشکل دانه های خاک تا حدودی در رفتار خاک‌ها موثرند. بنابراین طبقه‌بندی خاک‌ها براساس اندازه‌ی دانه‌های آن خواهد بود.

۱-۱-۳-انواع خاک: خاک‌ها براساس اندازه‌ی قطر ذراتشان، به دو دسته‌ی درشت‌دانه و ریزدانه تقسیم می‌شوند. قلوه سنگ، شن و ماسه از گروه خاک‌های درشت و لای و رس و کلوئیدها و لجن از گروه خاک‌هایی هستند که اندازه‌ی دانه‌های آن بسیارریز می‌باشند.

۱-۱-۴-مقاومت خاک: هرچه‌قدر دانه‌بندی 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 میسّر می‌سازد.

۱-۲-نوع زمین از نظر ساختمان سازی

۱-۲-۱-زمین‌های با خاک‌دستی: زمین‌هایی که از بقایای ساختمان‌هایی که در اثر عوامل جوی مانند زلزله و رانش زمین و سیل و... و عوامل غیرجوی چون تخریب بناهای قدیمی و... خراب شده‌اند، به وجود می‌آیند. این نوع زمین‌ها دارای معایب فراوان بوده و برای ساخت و ساز توصیه نمی‌شود.

۱-۲-۲-زمین‌های ماسه‌ای: دارای مقاومت فشاری درحدود ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع بوده و امکان ساخت و ساز را بر روی آن با رعایت اصول ایمنی فراهم می‌سازد. کناره‌های ساحل دریا نمونه‌ای ازاین زمین‌هاست.

۱-۲-۳-زمین‌های دج: به زمین‌هایی از شن‌های ریز و درشت خاک با مقاومت فشاری درحدود ۴/۵ تا ۳۰ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع، گفته می‌شود. این نوع زمین‌ها به رنگ‌های زرد و سرخ و سیاه وجود دارد و برای ساخت وساز بسیار مناسب است.

۱-۲-۴-زمین‌های مخلوط: زمین‌هایی از قلوه سنگ، شن، ماسه و خاک رس با مقاومت فشاری درحدود ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع بوده و درصورتی‌که از تراکم مناسب برخوردار نباشد، برای ساخت وساز مناسب نیست.

۱-۲-۵-زمین‌های سنگی: دارای مقاومت فشاری حدود ۴۰ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع است. اگر چنان‌چه این زمین‌ها از نوع سنگ‌های گچی وآهکی تشکیل نشده باشندبرای ساخت وساز مناسب است.

۱-۲-۶-زمین‌های نامناسب: هرگونه ساخت وساز به روش قدیمی بر روی آن ممکن نیست. این زمین‌ها عبارتند از: زمین‌های باتلاقی، هوموسی(خاک و برگ) و لجن‌زار.

۱-۲-۷-زمین‌های رسی: این نوع زمین‌ها درصورتی‌که خشک و بی‌آب بوده و فشرده شوند مقاومت فشاری آن حدود ۴ تا ۵ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع خواهدبود. بنابراین قابلیت ساخت وساز در آن فراهم است و درغیراین‌صورت با ازدیاد رطوبت، مقاومت فشاری آن شدیداً کاهش می‌یابد.

۳-۱-پی‌های ساختمانی و انواع آن

۱-۳-۱-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 دیواها 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 برآن(مرده و زنده و بارهای‌جانبی)، نوع خاک و مقاومت فشاری زمین دارد.

۲-۳-۱-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 درهرمترمکعب خاک آن بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم گردآهک به کارمی‌رود.

ب)پی آجری: از پی‌های آجری درمواقعی که ساختمان کوچک و باروارده‌ی آن نیزکم باشد، استفاده می‌شود. برای صرفه‌جویی در مصرف آجر بهتراست شکل پی به صورت پلکانی اجرا شود این عمل باعث می‌شود که باربا زاویه‌ی ۶۰ درجه به زمین منتقل شود.

ج)پی‌سنگی: 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 مدوّربودن 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 باشدملات سنگ‌ها را از نوع گل و آهک و اگر بار زیاد باشد از ملات ماسه و سیمان استفاده می‌کنند.

د)پی‌فلزی: درصورتی‌که بارهای وارده برستون زیاد و مقاومت فشاری زمین(خاک)، ازحدمجازکم‌ترباشد استفاده می‌شود.

ه)پی بتنی(بتن مسلّح): بتن را می‌توان یکی از مقاوم‌ترین ومستحکم‌ترین 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 درپی‌های بتنی بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است.

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

الف)پی‌های سطحی

-*پی تکی(منفرد):* معمولاً از پی‌های تکی درمواقعی مورد استفاده می‌شود که باروارده ازطرف ساختمان نسبتاً کم بوده و تعداد طبقات ۳ الی ۴ طبقه باشد ازطرفی احتمال نشست غیریکنواخت زمین وجود نداشته باشد.

-*پی تکی کلاف شده:* هرگاه پی‌های تکی (منفرد) توسط شناژهایی از بتن مسلّح (آرمه) به یکدیگر متصل و کلاف گردند، پی را «کلاف‌شده» می‌نامند. پی‌های کلاف‌شده 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 درجهت طول پخش کرده و به خاک منتقل می‌کند.

-*پی صفحه‌ای(گسترده یا رادیه ژنرال):* ازاین گونه پی‌ها درمواردی 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 یاچند ستون یک پی ساخته شود «پی‌مشترک» گویند. پی مشترک وقتی مورد استفاده قرار می‌گیردکه:

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

۲-یکی از پی‌ها درکنارزمین همسایه قرارگرفته باشد.

۳-وقتی که به علت طول زیاد یک بنا نیاز به ایجاد درز انبساط(ژوئن) باشد.

-*پی باسکولی:* 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 قرارگرفته 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 نیمه‌عمیق(چاهی):* دراین 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 قرارمی‌دهند.

-*پی‌عمیق(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-پی کنی و خاک‌برداری

به منظور دسترسی به بستری مناسب جهت انتقال وزن ساختمان به زمین «پی کنی» صورت می‌گیرد. به‌طور خلاصه پی‌کنی به دلایل زیرانجام می‌شود:

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.

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 بایدگودبرداری انجام شود. گاهی ممکن است عمق گودبرداری به چندین متر برسد.

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 می‌شود و خاک با شیب متناسب برداشته می‌شود.

۲-۵-۱-گودبرداری در زمین‌های محدود:گودبرداری درچنین زمین‌هایی بامهاربندی(سازه‌نگهبان)دیواره‌های ساختمان مجاوربا پشت‌بندهای خاکی به شکل ستونی، باپشت‌بندهای افقی و مایل درگودهایی 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 درزمین‌های ماسه‌ای و سست به دلیل ریزشی بودن دیوارها مهاربندی افقی عملی نیست، بنابراین استفاده از دیواره‌های چوبی یا فلزی مقرون به صرفه‌ترخواهد بود.

آزمون پایانی (۱)

سؤالات تشریحی

۱-خاک را تعریف کنید و انواع آن را از نظر ساختمان‌سازی نام ببرید.
۲-مناسب‌ترین خاک در ساختمان‌سازی دارای چه ویژگی‌هایی است؟ توضیح دهید.
۳-مواد تشکیل دهنده‌ی زمین‌های مخلوط را نام برده و بگویید مقاومت فشاری آن چه‌قدر است؟
۴-هدف از پی‌کنی چیست؟ شرح دهید.
۵-پی را تعریف کرده و وظایف آن را نام ببرید.
۶-پی‌های بتنی نسبت به سایر پی‌ها چه مزیتی دارد؟ شرح دهید.
۷-چرا همواره سعی می‌شود که سطح پی‌ها را پایین‌تر از سطح زمین قراردهند؟ توضیح دهید.
۸-چه عواملی در تعیین ابعاد پی موثر است؟ نام ببرید.
۹-درچه شرایطی از پی مشترک استفاده می‌شود؟ توضیح دهید.
۱۰-شناژبندی پی‌های منفرد به چه منظور انجام می‌گیرد؟ 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 زمین‌های محدود را نام ببرید.

پاسخ:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

سؤالات چهارگزینه‌ای

۱-مناسب‌ترین پی برای مقاوم‌سازی ساختمان درمقابل زلزله کدام است؟
الف) پی‌منفرد ب) پی‌نواری
ج) پی‌باسکولی د) پی‌کلاف شده

۲-بارهای قابل جابه‌جایی در ساختمان را چه می‌نامند؟
الف) بارمرده ب) بارزنده ج) بارجانبی د) بارزلزله

۳-زاویه‌ی پخش بار در پی‌های بتنی چند درجه است؟
الف) ۳۰تا ۴۵درجه ب) ۳۰تا ۶۰درجه ج) ۴۵تا ۶۰درجه د) ۶۰تا ۹۰درجه

۴-برای ساختمان‌های بلند(آسمان خراش‌ها)چه نوع پی به کار می‌رود؟
الف) پی‌منفرد ب) پی‌صفحه‌ای ج)پی‌نواری د) پی‌بتنی

۵-پی‌های نواری به پی‌هایی گفته می‌شود که درآن.....
الف) طول پی نسبت به عرض آن زیاد باشد. ب) بارواردہ ازساختمان به آن نسبتاً کم باشد.
ج) سطح مقطع آن مربع یا دایره باشد. د) بارواردہ ازساختمان 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) پی‌رادیه ژنرال ب)پی‌نواری ج)پی‌بتنی منفرد د)پی‌باسکولی

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 باربرآجری از پی ..... استفاده می شود.
الف) پی‌نقطه ای ب) پی‌نواری ج)پی‌گسترده د)پی‌مرکب

۱۰-کدام‌یک از ماسه‌های زیر جهت تهیه‌ی بتن مناسب‌تر است؟
الف)رودخانه‌ای ب)بادی ج)شکسته د)طبیعی

۱۱-ساختمان سازی بر روی کدام‌یک از زمین‌های نام برده، به هیچ عنوان توصیه نمی‌گردد؟
الف) دج ب)سنگی ج)رسی د)مخلوط

۱۲-درزمین‌های 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 ب)آجری- بتنی-سنگی-فلزی
ج) تکی-مشترک-شفته‌ای- کلاف شده-سنگی د)تکی-نواری-صفحه‌ای-کلاف‌شده-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 جمع‌آوری اطلاعات نمایید.

پاسخ:.....

بیشتر بدانیم . . . (مطالعه آزاد)

مهارت روش صحیح مطالعه:

نتیجه تحقیقات بیانگر آن است که بیشترین اطلاعات از طریق مطالعه به‌دست می‌آید، بنابراین مطالعه مهم‌ترین شیوه‌ی یادگیری است که با **خواندن**، **یادداشت‌برداری**، **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:

- **پیش‌خوانی** (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 پیش‌خوانی)
- **خواندن** (خواندن دقیق مطالب به همراه یادداشت‌برداری 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 می‌شود، مگر آن‌که با مرورهای کوتاه مدت و به موقع، به حافظه‌ی بلندمدت منتقل شوند.

مهم‌ترین اصل در مرور، رعایت فواصل درست مرور می‌باشد. 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

واحد کاردوّم

الف-توانایی ترسیم پلان آکس‌بندی ومرکبی کردن آن
ب-توانایی ترسیم پلان فنداسیون، اندازه‌گذاری ومرکبی کردن آن

هدف کلی

رسم پلان‌های آکس‌بندی، ستون‌گذاری و فنداسیون و ترسیم جزئیات اتصال ستون به فنداسیون

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس‌ازگذراندن این واحدکار باید بتواند:

۱-هدف از ترسیم پلان آکس‌بندی را بیان نماید.
۲-روش ترسیم پلان آکس‌بندی را شرح دهد.
۳-با استفاده از پلان معماری و علائم اختصاری، پلان آکس‌بندی و ستون‌گذاری را ترسیم نماید.
۴-پلان فنداسیون را تعریف کند.
۵-دلایل استفاده از صفحات زیرستون را شرح دهد.
۶-انواع اتصالات ستون به فونداسیون را نام ببرد.
۷-جزئیات اتصال ستون به فنداسیون را ترسیم نماید.

ساعات آموزش	
نظری	۱۱
عملی	۱۸

پیش آزمون (۲)

سؤالات تشریحی

۱-ملات‌های مورد استفاده در پی‌های سنگی را نام ببرید؟
۲-پی‌های نواری را تعریف کنید.
۳-انواع پی‌هارا از نظر سیستم ساخت ترسیم نمایید.
۴-مراحل انتقال بار را از یک ساختمان به زمین، با رسم شکل توضیح دهید.
۵-آیا می‌توانید انواع بارهای وارد بر ساختمان را نام ببرید؟
۶-نقشه‌های سازه، چگونه نقشه‌هایی هستند؟
۷-انواع نقشه های سازه را نام ببرید.
۸- انواع پی‌های گسترده را نام ببرید.
۹-اسکلت را تعریف کنید.

پاسخ:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

سؤالات چهارگزینه‌ای

۱-کدام‌یک از موارد زیر بار مرده نیست؟
الف) دیوار ب) سقف
ج) جان پناه د) مبلمان
۲-کدام‌یک از زمین‌ها، قابلیت بارگذاری جهت ساختمان‌سازی را داراست؟
الف) خاک دستی ب) کلنگی ج) لای د) لجنی
۳-عبارت«رادیه‌ژنرال» را به کدام‌یک از پی‌های زیرمی‌گویند؟
الف) پی‌منفرد ب) پی‌صفحه‌ای ج)پی‌نواری د) پی‌بتنی
۴-هرگاه ساختمانی فاقد اسکلت بوده و دیوارها باربر باشند از کدام نوع پی استفاده می‌شود؟
الف) پی شفته‌ای ب) پی‌گسترده ج)پی‌نواری د) پی‌بتنی
۵-هدف از اجرای بادبند در ساختمان اسکلت فلزی چیست؟
الف) برای نگه‌داری بهتر دیوارها ب) برای مقابله با نیروهای باد و زلزله
ج) برای انتقال بهتر نیروها به فنداسیون‌ها د) برای جلوگیری از باد درساختمان
۶-مقاومت خاک با کدام یک از عوامل زیر رابطه‌ی مستقیم دارد؟
الف) وزن مخصوص ب) شکل دانه‌ها ج) رطوبت د)فضای‌خالی‌بین‌دانه‌بندی
۷-مقاومت فشاری در زمین‌های ماسه‌ای .... کیلوگرم برسانتی‌مترمربع است.
الف) ۲-۱/۵ ب) ۵-۴ ج) ۳۰-۴/۵ د) ۵-۲/۵
۸-سطح پی‌های سنگی نسبت به دیواره‌های روی آن از هر طرف چند سانتی‌متر است؟
الف) ۳۰ سانتی‌متر ب) ۲۵ سانتی‌متر ج) ۱۵ سانتی‌متر د) ۱۰ سانتی‌متر
۹-برای قالب‌بندی پی تکی در ساختمان‌های کوچک کدام‌یک از مصالح زیرمناسب‌تر است؟
الف) سنگ ب) آجر ج) فلز د) چوب
۱۰-شیب گودبرداری برای زمین‌های ماسه‌ای چند درصد است؟
الف) ۲۰درصد ب) ۷۰درصد ج) ۱۰۰درصد د) ۱۰درصد

۱-۲-ساختمان‌های اسکلت فلزی

تاریخچه‌ی استفاده از فولاد به عنوان مصالح سازه‌ای به ساخت پلی در انگلستان به سال ۱۷۷۹-۱۷۷۵برمی‌گردد. از اواخر قرن هجدهم میلادی، تولیدات صنعتی برای احداث پل‌ها، کارخانجات، سیلوهای گندم و حتی ساختمان‌های مسکونی مورد استفاده قرار گرفت. پل رودخانه‌ی سورن در انگلستان به عنوان اولین نمونه، با مصالح مدرن، یعنی تیرچدنی بنا گردید. شکل ۱-۲ تصویر، یک پل فلزی را نشان می‌دهد.

امروزه نیز در ساخت اسکلت ساختمان‌ها از فلزات استفاده می‌شود. «اسکلت» ساختمان به عنوان سازه‌ی ساختمان، اعضای باربری هستند که بارهای ساختمان را تحمل و به پی و زمین منتقل می‌کنند. این اعضاء شامل تیرها، ستون‌ها و بادبندها است، که در ساخت آن‌ها از فولاد استفاده می‌شود(شکل ۲-۲).

شکل ۱-۲پل رودخانه سورن در انگلستان

شکل ۲-۲ اسکلت فلزی

۱-۱-۲-انتقال باردرساختمان‌های‌اسکلت فلزی:

سازه‌های فولادی مشتمل بر تعدادی تیر و ستون به شکل قاب و نیز شامل تعدادی تقویت‌کننده، به منظور ایستایی و مقاومت بیش‌تر می‌باشد.

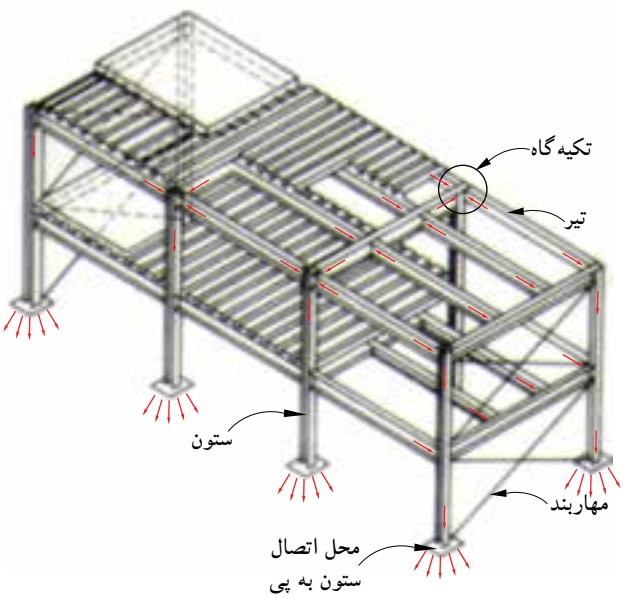
بدیهی است انتقال بارهای افقی و قائم از طریق این اجزاء صورت می‌گیرد. به‌این‌صورت که:

-سقف، بارهای عمودی را تحمل کرده و به صورت افقی، از طریق تیرها به تکیه‌گاه‌های تیر منتقل می‌کند.

-سیستم باربر قائم (ستون‌ها)، بارها را از تکیه‌گاه‌های دو سرتیر به فنداسیون انتقال می‌دهد.

-هم‌چنین سیستم‌های مهاربندی قائم و افقی (بادبندها)، بارهای جانبی ناشی از باد، زلزله، فشارزمین و ... را به فنداسیون‌ها منتقل می‌نمایند.

-و درنهایت فنداسیون‌ها نیزمجموع نیروهای قائم(بارمرده و زنده)و نیروهای جانبی(باد، زلزله و رانش زمین) را به زمین منتقل می‌نمایند(شکل ۳-۲).



شکل۳-۲

۲-۱-۲-مزایا و معایب ساختمانهای فلزی:

احداث ساختمان به منظور رفع احتیاج انسان‌ها صورت گرفته و مهندسین سازه و معماری مسئولیت تهیه‌ی نقشه‌ها و اجرای مناسب بنا را برعهده دارند، محور اصلی مسئولیت عبارتند از: ایمنی، زیبایی و اقتصاد.

با توجه به این که ساختمان‌های احداثی در کشور ما اکثراً به صورت فلزی یا بتنی بوده و ساختمان‌های بنّایی غیرمسلّح با محدودیت خاص طبق آئین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ زلزله ایران ساخته می‌شود، آشنایی با مزایا و معایب ساختمان‌ها می‌تواند درتصمیم‌گیری مالکین و مهندسین نقش اساسی داشته باشد.

شکل۴-۲

الف)مزایای ساختمان فلزی:

۱- مقاومت زیاد فولاد در برابر نیروهای وارده.
۲- خواص یکنواخت فولاد.
۳- دوام.
۴- خواص ارتجاعی.
۵- شکل‌پذیری.
۶- پیوستگی مصالح.
۷- مقاومت متعادل مصالح.
۸- مقاومت اسکلت بنا درمقابل انفجار.
۹- تقویت‌پذیری و امکان مقاوم‌سازی.
۱۰- شرایط آسان ساخت و نصب.
۱۱- سرعت نصب.
۱۲- جلوگیری از هدر رفتن مصالح.
۱۳- وزن کم.
۱۴-سطح اشغال کم‌تر.

شکل۵-۲

ب)معایب ساختمانهای فلزی :

۱-مقاومت کم فولاد در دمای زیاد(۵۰۰ تا۶۰۰ درجه سانتی‌گراد).
۲-خوردگی و اکسیده شدن فلز در مقابل عوامل خارجی.
۳-تغییر شکل قطعات فلزی در اثر بار وارده.
۴-اجرای نامناسب اتصالات مانند جوش و پیچ (شکل۶-۲).

شکل۶-۲

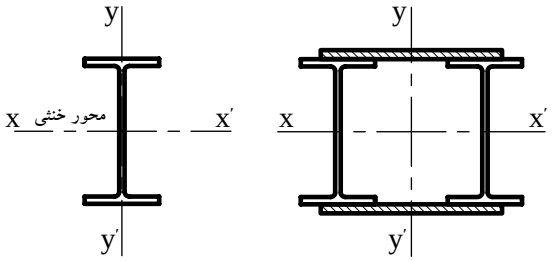
۲-۲-پلان آکس بندی[۱]

تعیین محل ستون‌ها در ساختمان‌های اسکلتی (فلزی و بتنی) از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. برای این منظور هماهنگی کامل بین مهندس معمار و مهندس محاسب لازم است تا طرحی زیبا و مقرون به صرفه تهیه شود(شکل۷-۲).

شکل۷-۲

۱-۲-۲-تعریف پلان آکس بندی: پلانی که در آن محل قرارگیری، امتداد و فاصله‌ی ستون‌ها رابه کمک خطوط محوری(آکس) نشان می‌دهد، را «پلان آکس‌بندی» گویند. منظور از خط‌آکس، خطی است فرضی که از محل تار خنثی مقطع پروفیل می‌گذرد.

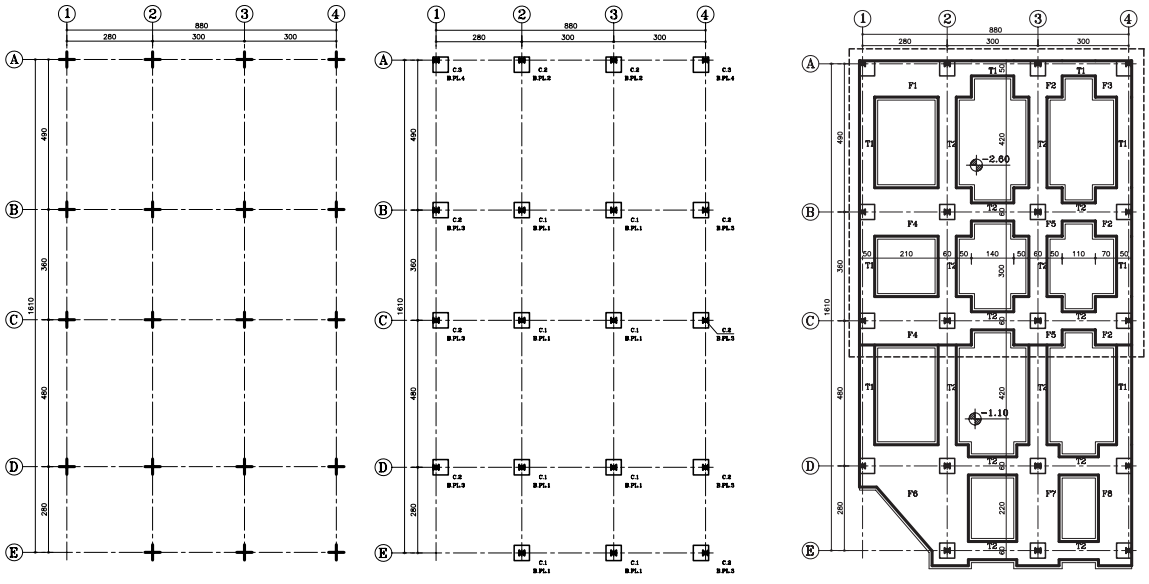
شکل۸-۲ انطباق خط‌آکس بر محورهای تقارن پروفیل‌های تکی و زوج را نشان می‌دهد.



پروفیل تکی- ستون　　پروفیل زوج-ستون

شکل۸-۲

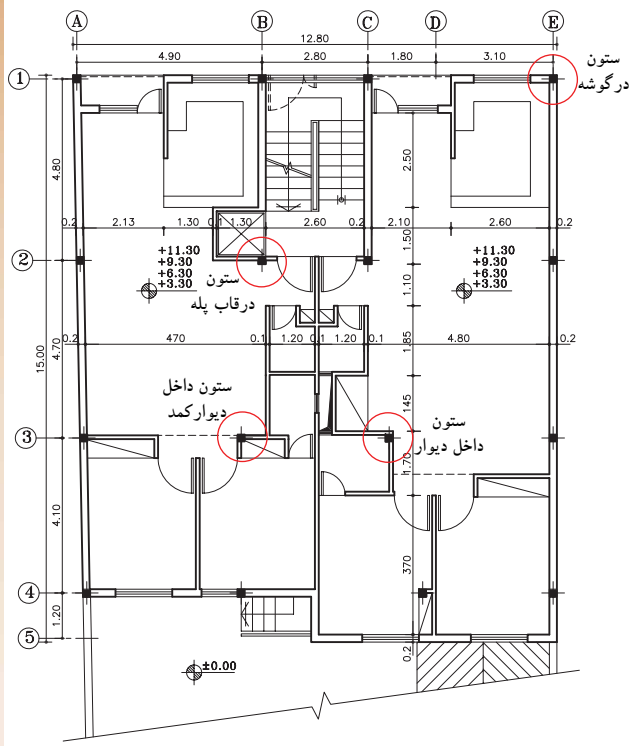
۲-۲-۲-اهمیت و کاربرد پلان آکس‌بندی: این پلان درعین سادگی از اهمیت بالایی برخوردار است و به عنوان یک پلان پایه، مبنای ترسیم سایر پلان‌های محاسباتی مانند پلان ستون‌گذاری، پلان فنداسیون، پلان تیرریزی و... بوده و به درک بهتر نقشه‌های معماری کمک بسیار می‌نماید(شکل۹-۲).



پلان آکس بندی　　پلان ستون‌گذاری　　پلان فنداسیون

شکل۹-۲

۱- Axis Plan



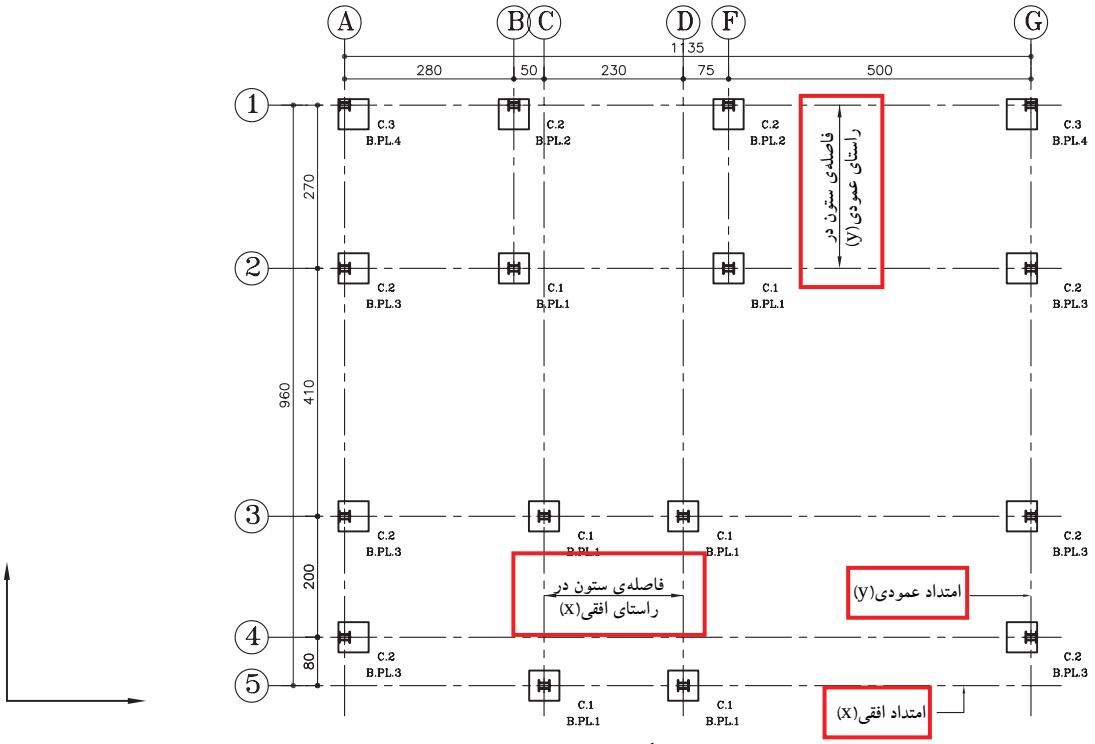
شکل ۱۰-۲ محل قرارگیری ستون‌ها
در قسمت‌های مختلف یک ساختمان

۳-۲-۲-تعیین محل ستون در پلان: محل ستون باید طوری انتخاب گردد که مکمل زیبایی طرح بوده و ارتباط منطقی بین فضاها را حفظ کند و حتی الامکان سعی شود ستون‌ها در داخل دیوارها، داکت‌ها، کمدهای دیواری و ... مخفی شوند.

علاوه برآن، می‌توان ایمنی درگوشه‌های ساختمان و قاب پله را با قراردادن ستون تأمین نمود. هم‌چنین باید دقت شود محل قرارگیری ستون‌در فضای پارکینگ‌ها مانع از حرکت ماشین‌هانگردد وفضاهای بدون استفاده ایجاد نکند (شکل ۱۰-۲).

۴-۲-۲-فاصله‌ی ستون‌ها: فاصله‌ی ستون‌ها متناسب با ابعاد و مقاطع تیرها و ستون‌هادرحدمعقول و انتخاب می‌گردد.که معمولاًبین ۲تا۶متردرنظرگرفته می‌شود (شکل ۱۱-۲).

هم‌چنین بهتراست فاصله‌ی بین ستون‌ها درپلان یکسان باشد. این‌کار باعث سهولت دراجراشده و از اشتباه عوامل انسانی می‌کاهد. علاوه براین کنترل محاسبات و عملیات اجرایی‌آسان‌ترو مقاومت و یکپارچگی سازه بیشتر خواهد شد.



شکل ۱۱-۲

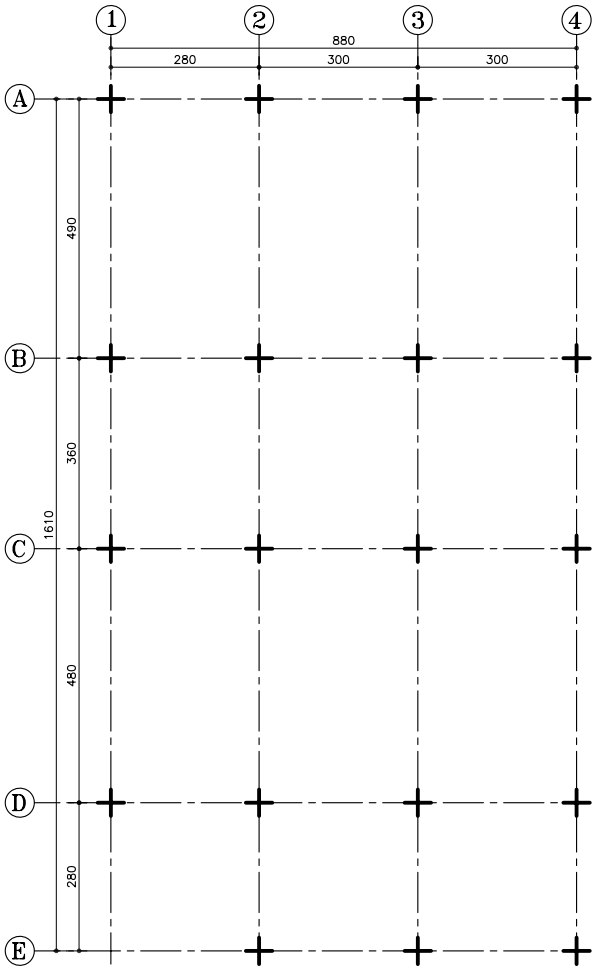
۵-۲-۲-امتداد ستون‌ها: باید سعی شود که آکس ستون‌ها در امتدادهای افقی و عمودی هم محور بوده تا جایی که مقدور باشد از پراکندگی ستون درپلان جلوگیری شود.

زیرا ساختمان‌هایی در مقابل نیروهای جانبی مقاوم‌ترند که دارای شکل متقارن بوده و شکستگی‌ها و پیش‌آمدگی‌های کم‌تری در پلان و نما دارند.

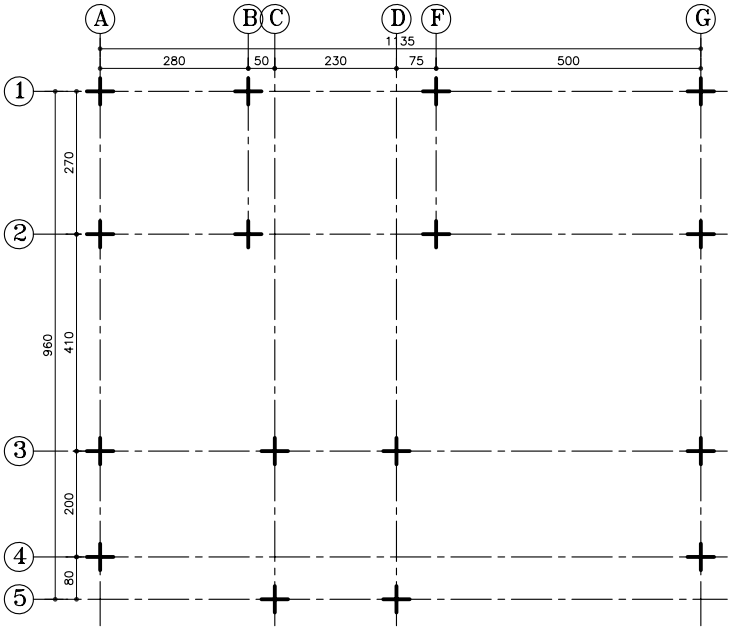
بنابراین برای نمایش نکات ذکر شده از پلان آکس‌بندی استفاده می‌شود.

شکل ۱۲-۲ پلان آکس‌بندی‌ای را نشان می‌دهد که ستون‌ها هم در راستای افقی و هم در راستای عمودی هم محور می‌باشند.

شکل ۱۳-۲ نیز پلان آکس‌بندی‌ای را نشان می دهد که ستون‌ها درراستای محورعمودی هم محورنمی باشند. به عنوان مثال محورهای عمودی(B)و(C).



شکل۱۲-۲ پلان آکس‌بندی با راستای منظم ستون‌ها



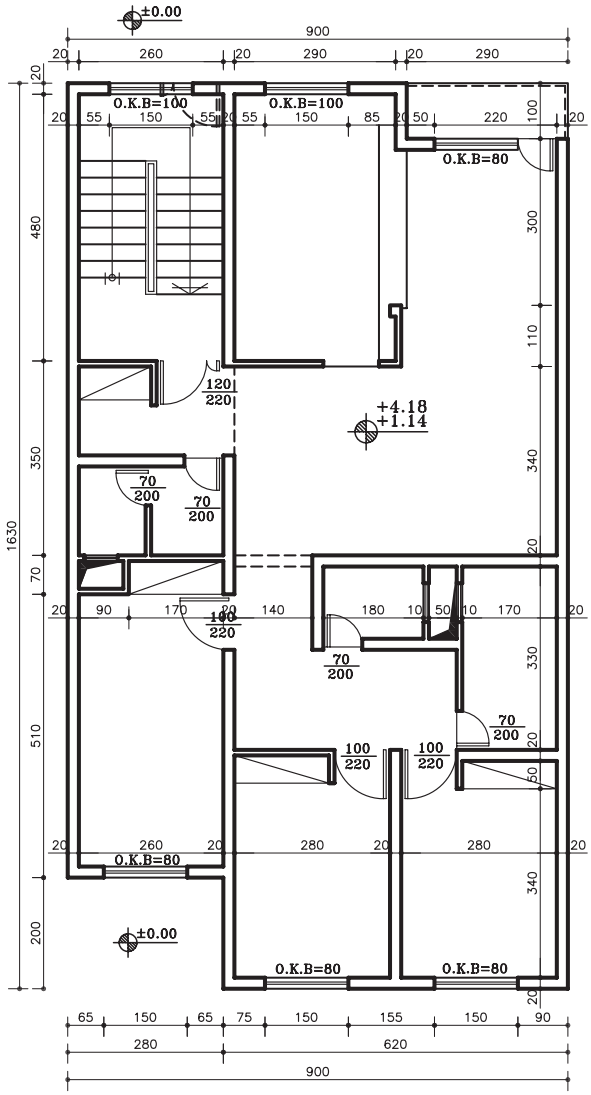
شکل۱۳-۲ پلان آکس‌بندی با راستای نامنظم ستون‌ها

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

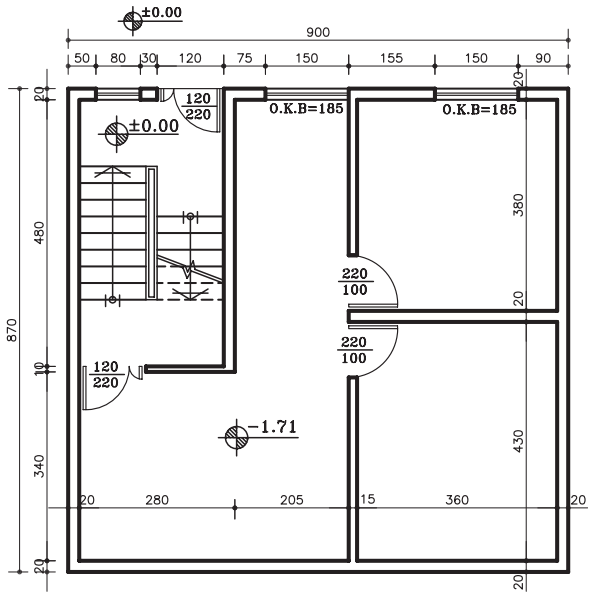
۶-۲-۲-دستورالعمل تعیین محل ستون درپلان معماری:

پس از طراحی و ترسیم پلان معماری، یک نسخه از نقشه‌ی مذکور دراختیار مهندس محاسب قرارمی‌گیرد. مهندس محاسب نیز با توجه به شرایط حد و مرز زمین و موقعیت دیوارها و تیغه‌بندی داخلی درطبقات و هم‌چنین فضای پارکینگ، موقعیت و محل ستون‌ها را در پلان با علامت (+) مشخص می‌نمایند.

شکل۱۴-۲ پلان‌های زیرزمین و طبقات یک ساختمان مسکونی است، که جهت تعیین محل ستون‌ها و ترسیم پلان آکس بندی، ارائه شده است.



پلان تیپ طبقات



پلان زیرزمین

شکل۱۴-۲

در هنگام تعیین محل ستون‌ها توجه به نکات زیر ضروری است:

–محل ستون‌ها درداخل دیوار، داکت‌ها و کمد دیواری درنظرگرفته می شوند تا دردرون دیوارها مخفی بمانند.

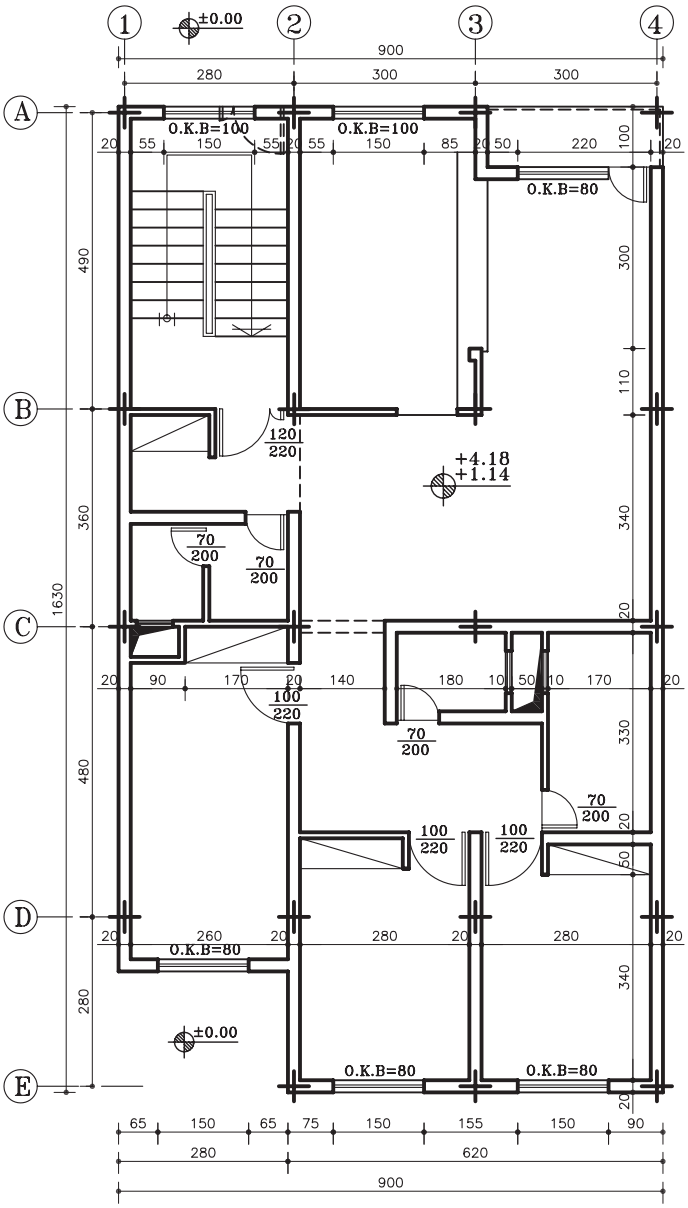
–بهتراست امتدادهای طولی و عرضی ستون‌ها هم محور باشد(شکل۱۵–۲).

–در صورت امکان فاصله‌ی ستون‌ها یکسان درنظر گرفته‌شود.

–فاصله‌ی ستون‌ها طبق اندازه و ضوابط استاندارد تعیین گردد.

–درساختمان‌های چند طبقه با پلان‌های متفاوت، توجه به قرارگیری ستون‌ها درکلیه طبقات لازم و ضروری است.

–به قرارگیری ستون درقاب پله‌ها و مسیرهای حرکتی اتومبیل در پارکینگ توجه شود.

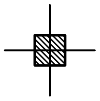


پلان تیپ طبقات

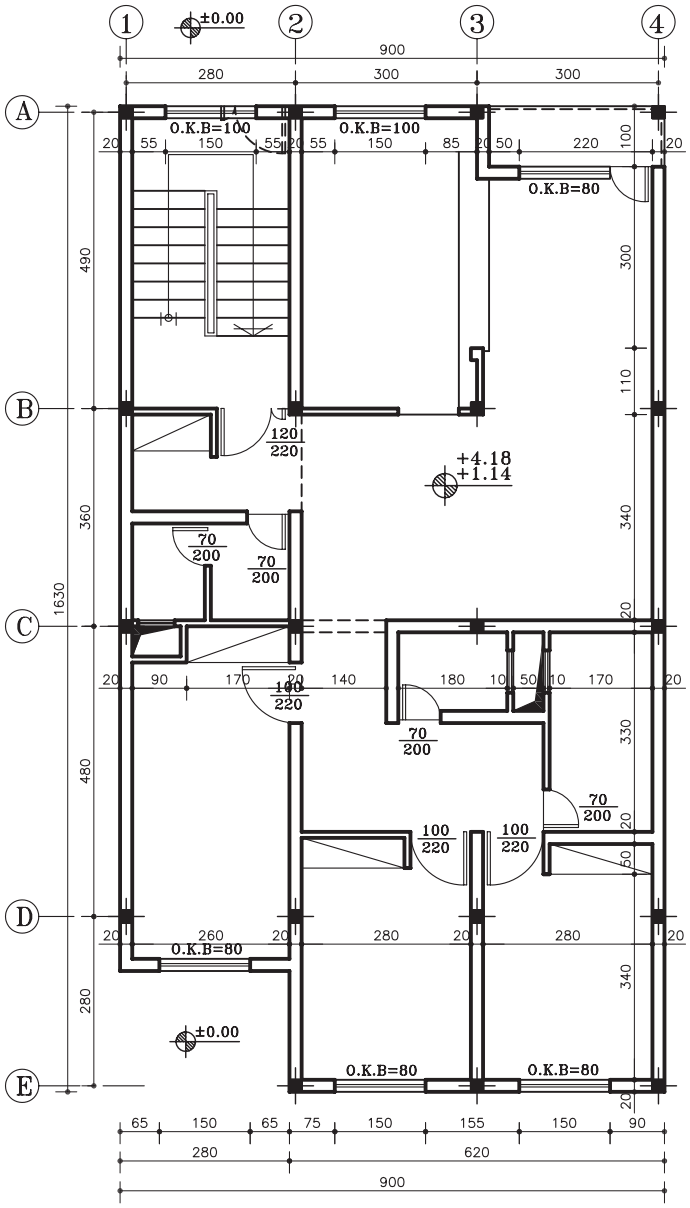
شکل ۱۵–۲

گاهی درپلان‌های معماری شکل ستون‌ها را مطابق با شکل۱۶-۲ نشان می‌دهند.

درشکل۱۷-۲ در محل تلاقی آکس‌ها، ستون‌ها را با توجه به شکل۱۶-۲ نشان می‌دهد.



شکل۱۶-۲



پلان تیپ طبقات

شکل۱۷-۲

۷-۲-۲-دستورالعمل ترسیم پلان آکس‌بندی:

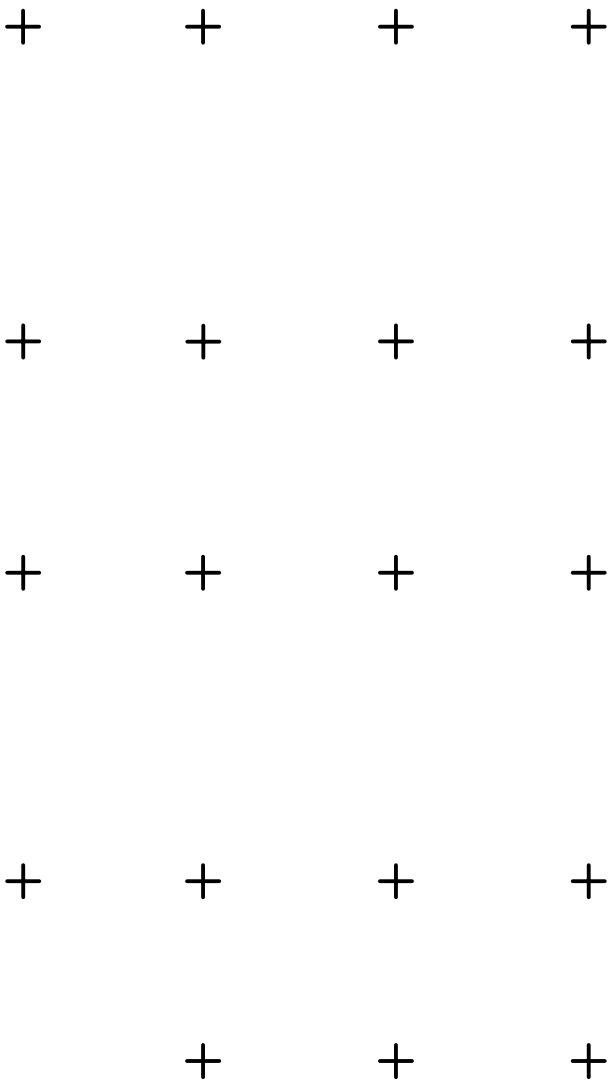
پس از تعیین محل ستون ها روی پلان معماری به ترسیم پلان آکس‌بندی می‌پردازیم:

مراحل انجام کار:

۱-ابتدا بر روی کاغذ پوستی و از روی نقشه‌ی معماری مانند شکل۱۵-۲، محل ستون‌ها را که با علامت(+)مشخص نموده‌اید، علامت‌گذاری نمایید. (شکل۱۸-۲)

تذکر: علامت(+)، محل برخورد آکس‌های افقی و عمودی در مرکز مقطع ستون می‌باشد.

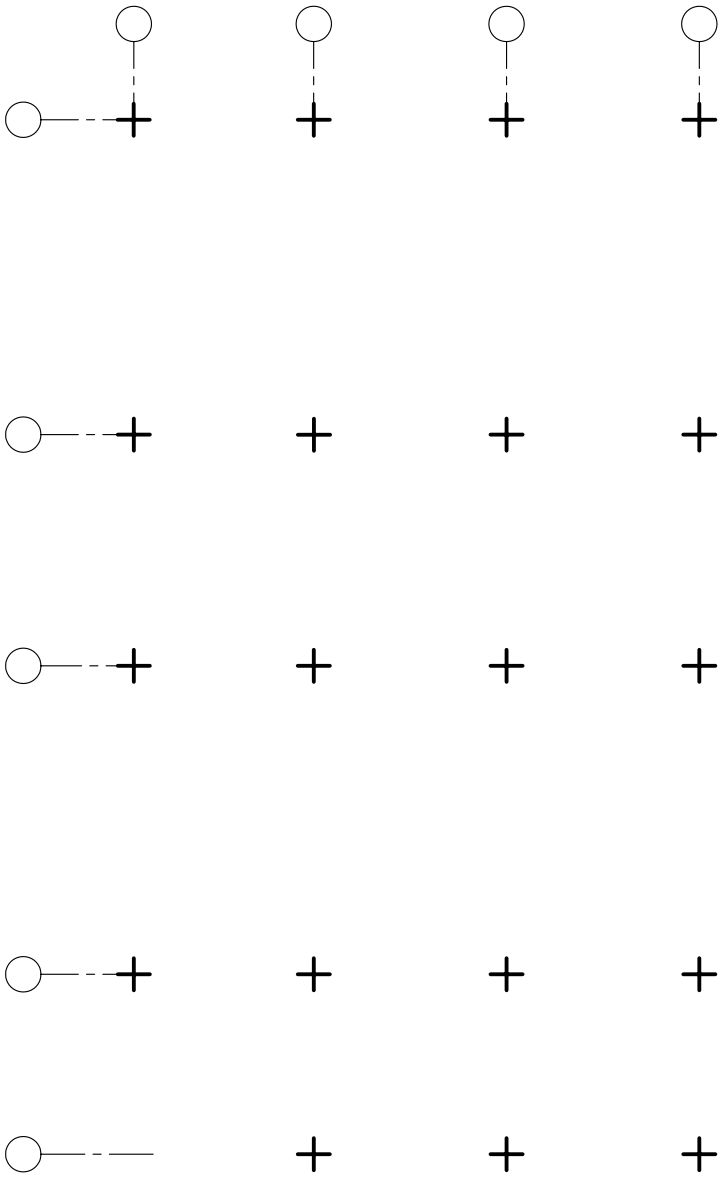
تذکر: درنقشه‌های معماری می‌توان از علامت (⊕) نیز برای تعیین محل ستون‌ها استفاده نمود.



شکل۱۸-۲

۲-سپس آکس‌های افقی و عمودی را از آخرین ستون در ردیف محورها تا بیرون پلان ادامه دهید. از خط مختلط که در شکل۱۹-۲ نشان داده شده است در ترسیم محورها استفاده نمایید.

سپس در انتهای هریک از محورهای افقی و عمودی ترسیم شده دایره‌ای را به قطری مناسب مقیاس نقشه، ترسیم کنید به طوری که از پلان ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر فاصله داشته باشد.



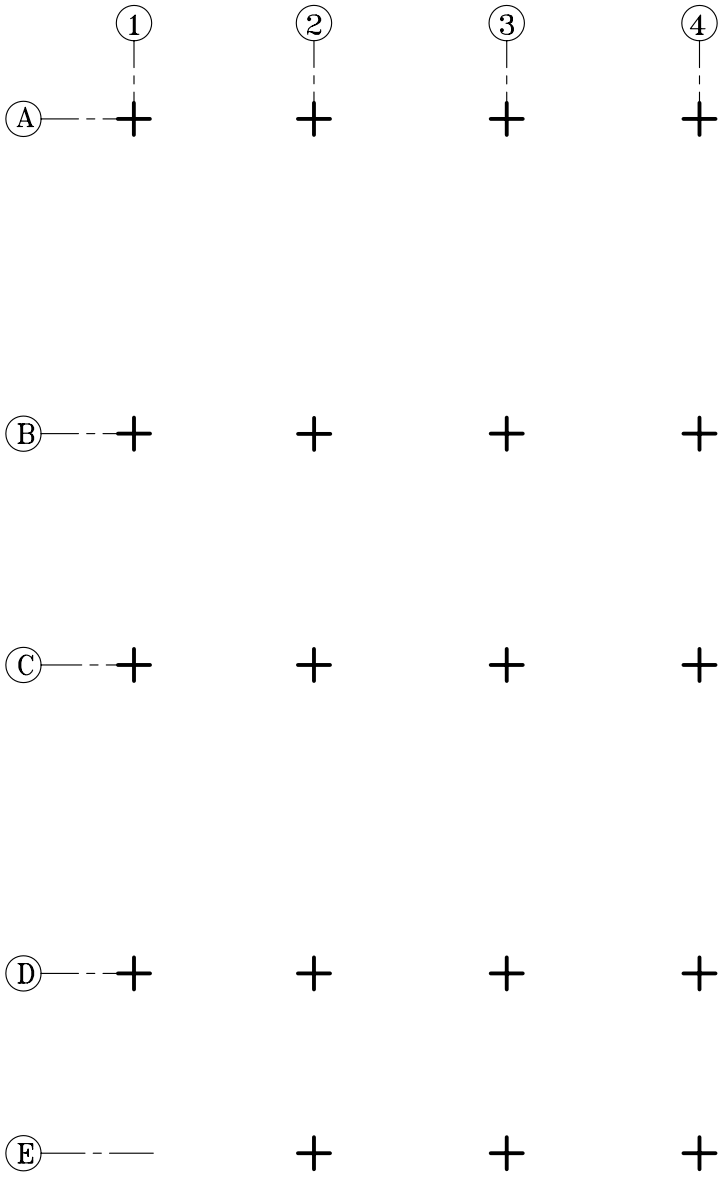
شکل۱۹-۲

> تذکر: نام‌گذاری آکس‌های افقی و عمودی قراردادی است.

۳-دراین مرحله محورهای عمودی و افقی نامگذاری می‌شوند و معمولاً«حروف لاتین» برای محورهای افقی و«اعداد» برای محورهای عمودی و یا بلعکس، می‌باشد(شکل ۲۰-۲).

بدین وسیله به راحتی می‌توان مشخصات ستون‌ها را به دست آورد.

مثلاً ستونی که در محل تلاقی آکس‌های A و2 قراردارد ستون (A2)نامیده می‌شود.

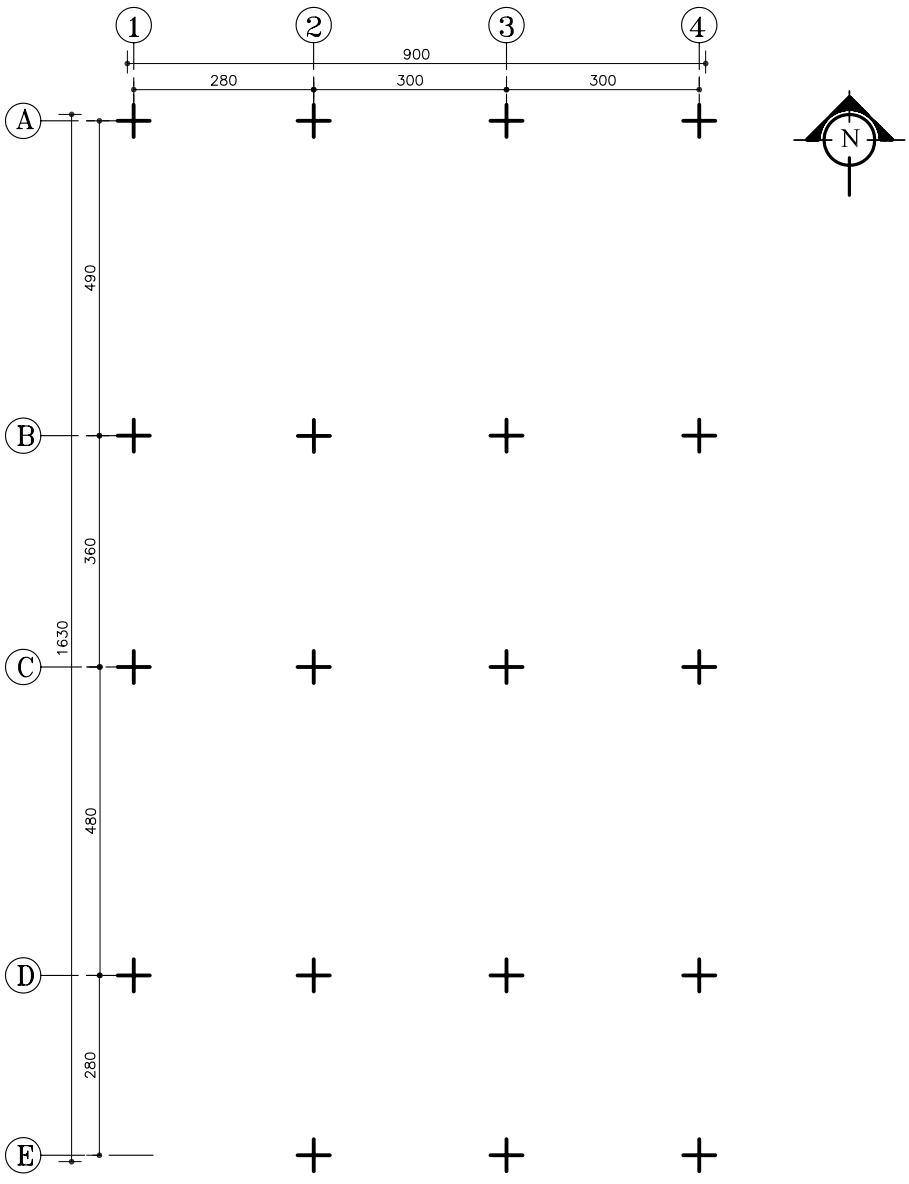


شکل ۲۰-۲

۴-فاصله‌ی بین آکس‌ها را اندازه‌گذاری نمایید. اندازه‌گذاری را در دو مرحله یکی اندازه‌گذاری بین هریک از محورها(جزیی) و دیگری اندازه‌گذاری کلی انجام دهید(شکل ۲۱-۲).

گاهی بر اساس شرایط طرح و پلان معماری، ممکن است محل ستون‌ها دریک راستا نبوده و پلان ستون‌گذاری و آکس‌بندی، پلان کاملاً منظمی نباشد.

در آخر علامت شمال و زیرنویس نقشه را قرار دهید.



پلان آکس بندی

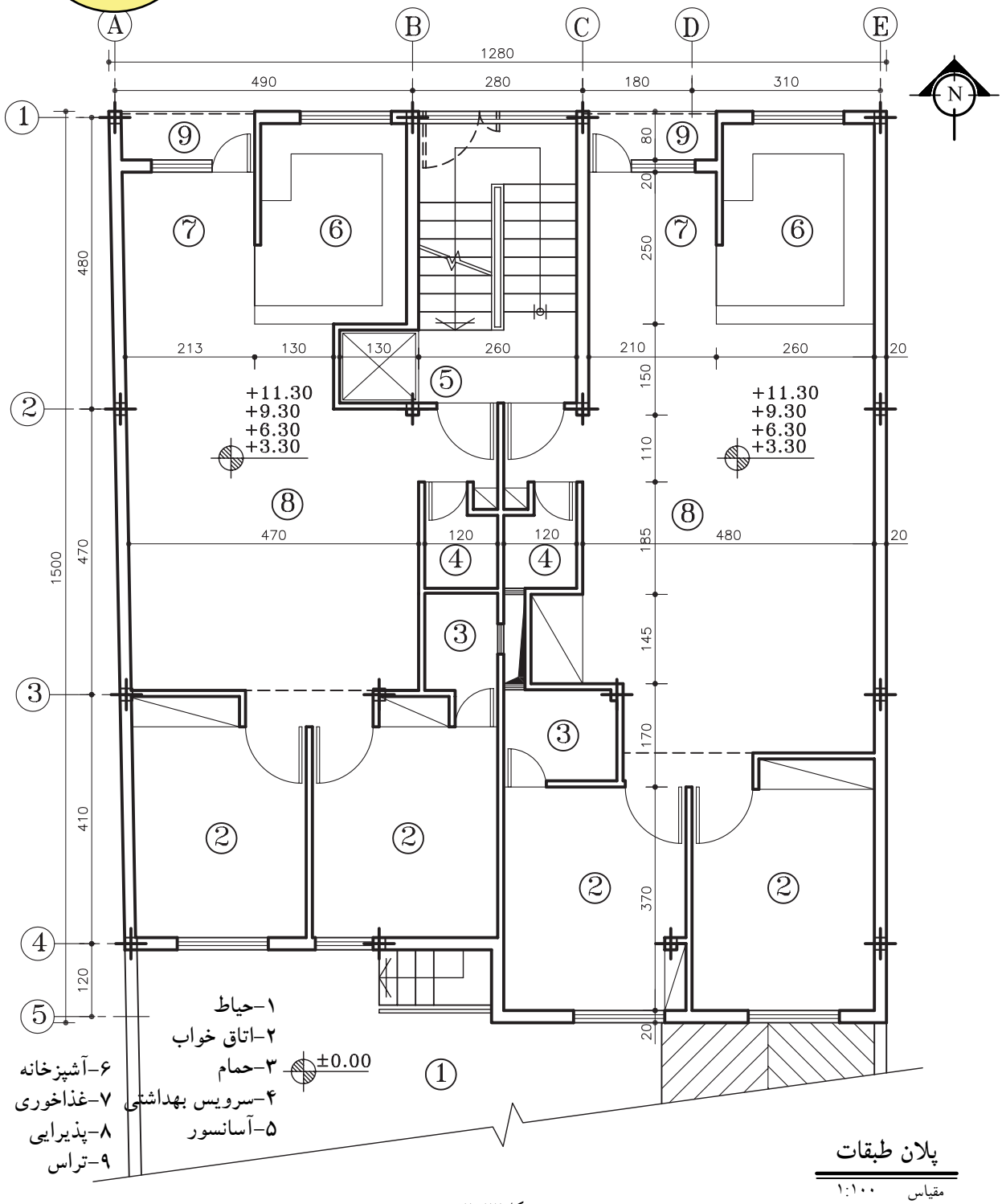
مقیاس ۱:۱۰۰

تذکر: اندازه‌ی نقشه به دلیل جا نشدن در صفحه، کمی کوچک‌تر از مقیاس نوشته شده می‌باشد.

شکل ۲۱-۲

ساعت عملی
۲۰ دقیقه

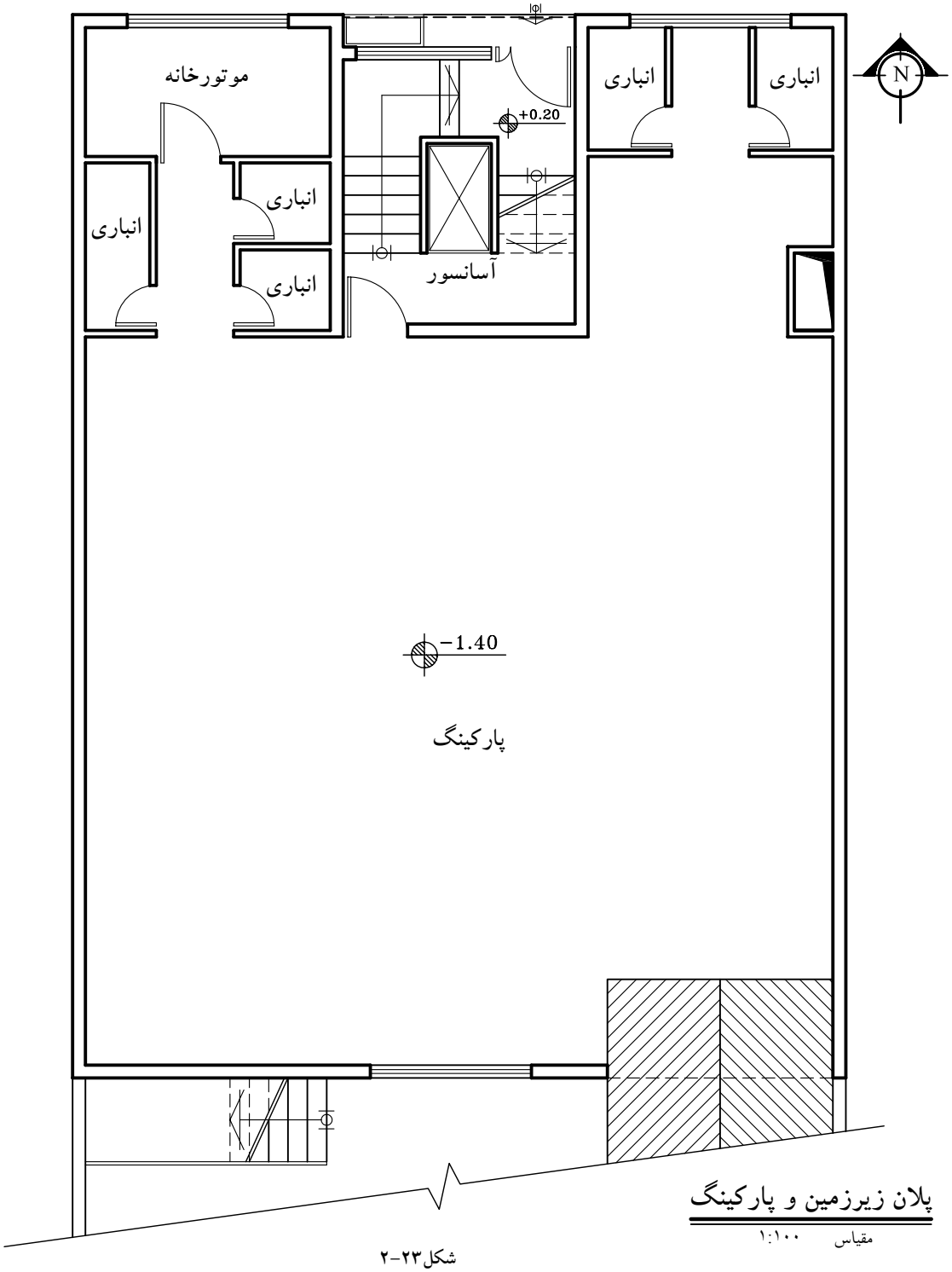
تمرین کارگاهی ۱: شکل ۲۲-۲ پلان طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. در این پلان محل ستون‌ها و محورهای افقی و عمودی آن مشخص گردیده است، پلان آکس بندی آن را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$ ترسیم نمایید.



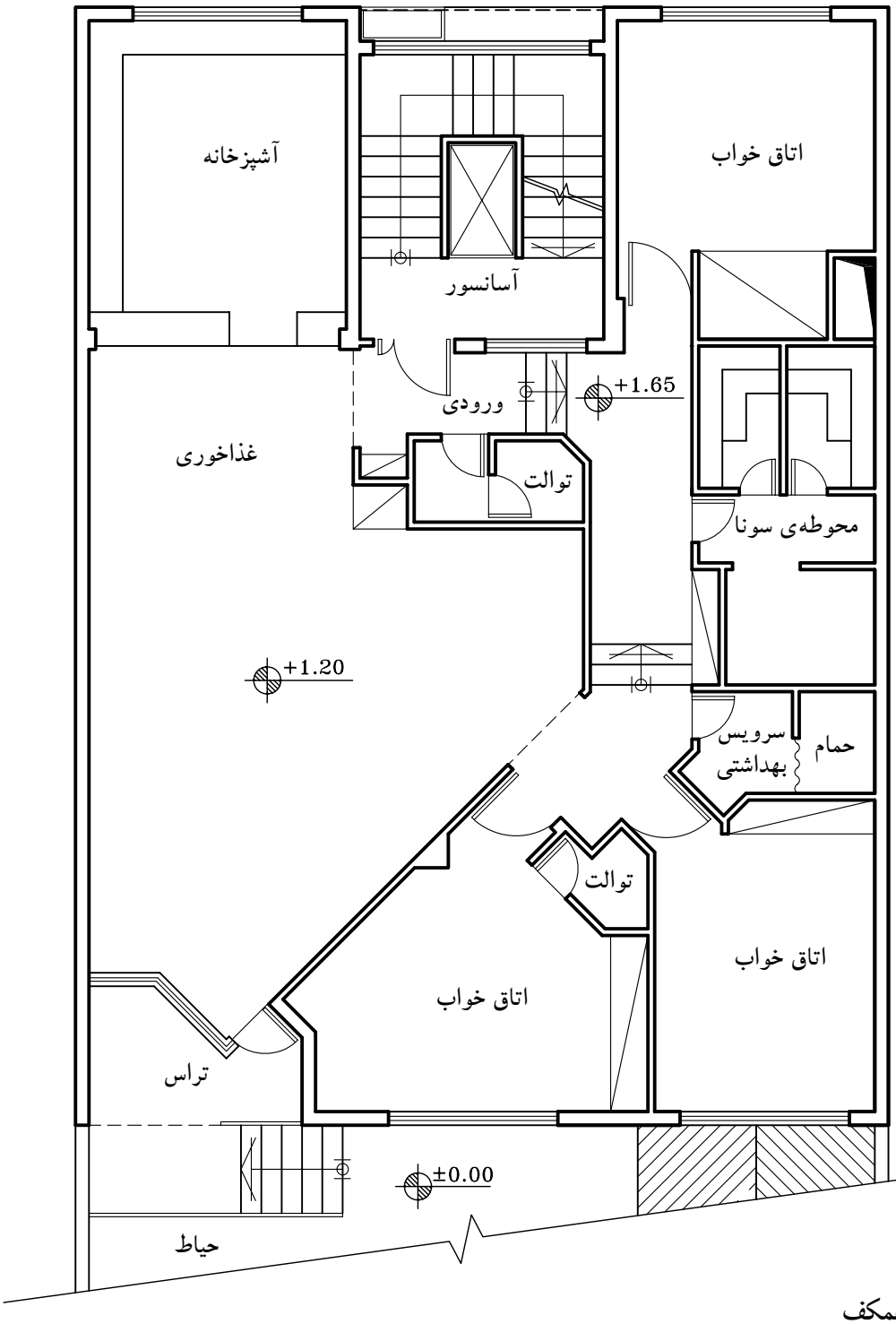
شکل ۲۲-۲

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

تمرین کارگاهی۲: شکل های۲۳-۲ و۲۴-۲ و۲۵-۲، به ترتیب پلان پارکینگ، پلان همکف و پلان تیپ طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به نکات گفته شده محل ستون‌ها را تعیین کرده و پلان آکس‌بندی آن را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$ ترسیم نمایید.



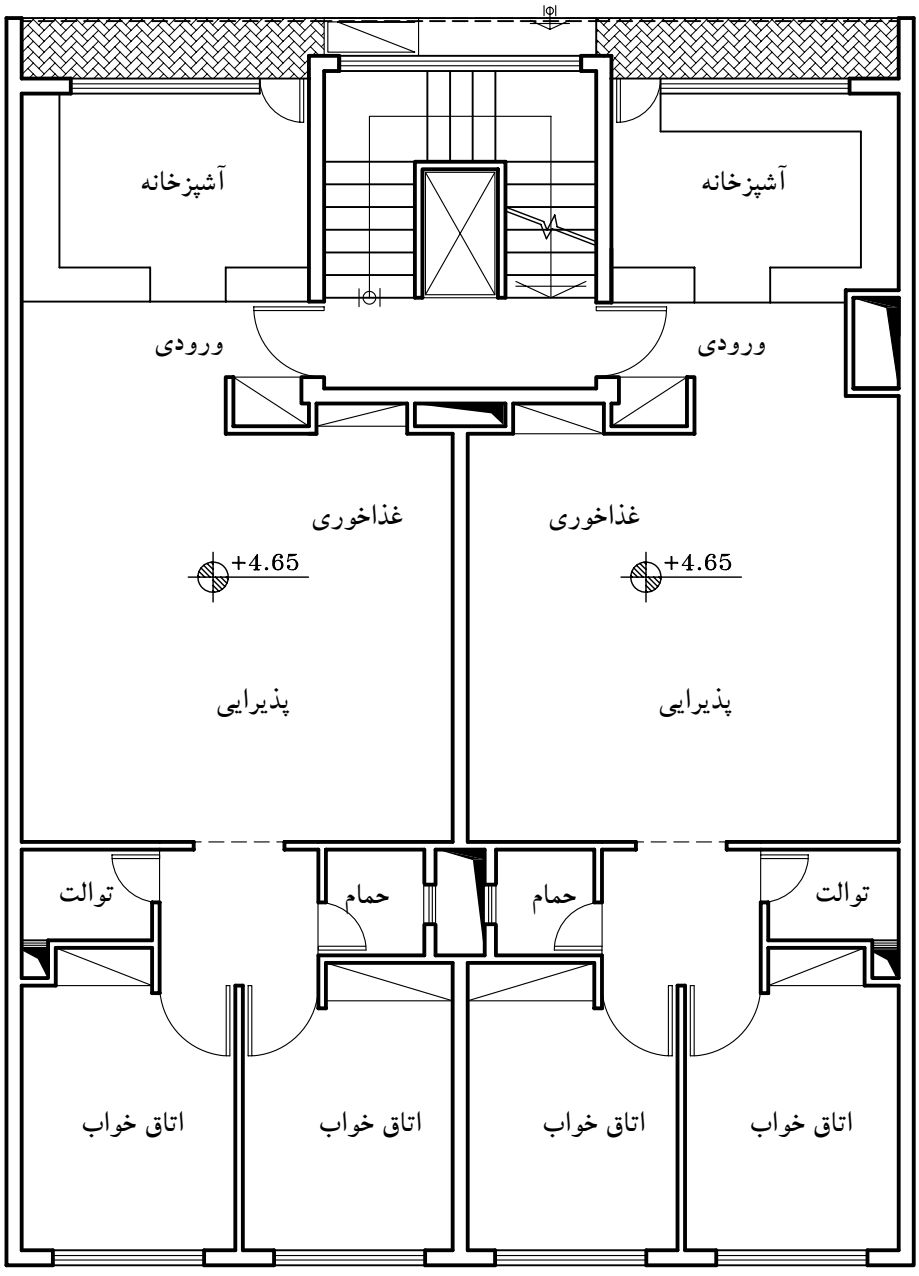
شکل۲۳-۲



پلان همکف

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۲۴-۲



پلان تیپ طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۲۵-۲

۳-۲-پلان ستون گذاری[۱]

پس از ترسیم پلان آکس بندی، «پلان ستون گذاری» دومین نقشه‌ای است که برای اطلاعاتی مانند شکل و موقعیت ستون‌ها و محل قرارگیری بادبندها، تیپ‌بندی ستون‌ها، محل بیس پلیت و تیپ‌بندی آن ترسیم می گردد.

درترسیم این نقشه لازم است از پلان آکس‌بندی استفاده نموده، تا بتوان بیس‌پلیت را ترسیم و محل بادبندها را تعیین کرد.

۱-۳-۲-مقاطع فولادی:

برای ساختن ستون‌ها و تیرهای سقف و بادبندها در ساختمان‌های اسکلت فلزی از پروفیل‌های فولادی استفاده می‌شود(شکل ۲۶-۲).

در کشور ما معمولاً«ستون‌ها» با استفاده از تیرآهن های INP دوبل(متصل به هم یا پابسته- جدا از هم یا پاباز) و یا ازتیرآهن بال پهن تکی IPB و یا تیرآهن نیم پهن IPE ، ساخته می‌شود هم‌چنین برای«اتصالات» از نبشی و تسمه و برای «زیرستون» از پلیت استفاده می‌شود.

درشکل ۲۷-۲ تصویر سه بُعدی و نمای بالای دو ستون مذکور را نشان می دهد.

الف)تیرآهن I شکل: مهم‌ترین نوع پروفیل‌های ساختمانی است که به سه صورت معمولی (INP) و یا بال پهن (IPB) و یا نیمه بال پهن (IPE) درساختمان به کار می‌رود(شکل ۲۸-۲).

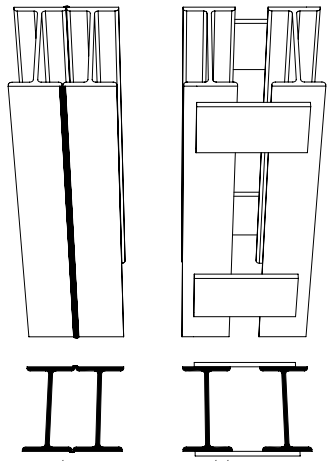
درساختمان، INP نسبت به IPE استفاده‌ی بیش تری دارد و در بازار با حداقل اندازه‌ی جان، ۸۰میلی‌متر و حداکثر، ۶۰۰میلی‌مترعرضه می‌شود.

نام گذاری این تیرآهن ها به صورت زیرانجام می‌گیرد: INP200 و یاIPB200 .

دراین‌مثال، INP و یا IPB نشان‌دهنده‌ی نوع تیرآهن و عدد 200 بعد از آن، اندازه‌ی ارتفاع جان تیرآهن را نشان می‌دهد که برحسب میلی‌متر عرضه می‌شود (شکل ۲۹-۲).

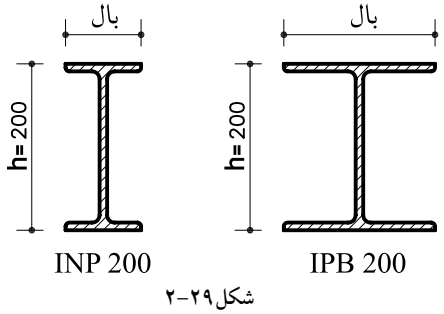
انواع پروفیل　　انواع آرماتور

شکل ۲۶-۲



شکل ۲۷-۲

شکل ۲۸-۲



شکل ۲۹-۲

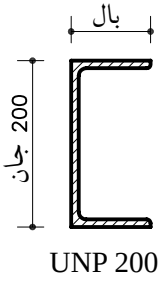
۱- Column Plan

ب)تیرآهن ناودانی: این تیرآهن با علامت UNP یا [نشان داده می‌شود و در بازار از ارتفاع ۳۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر موجود می‌باشد. بیش‌تر برای ساختن ستون، تیرهای باربر و موارد دیگر به کار می‌رود(شکل ۳۰-۲).

نام‌گذاری این تیرآهن‌ها به‌صورت زیرانجام می‌گیرد: UNP200 (شکل ۳۱-۲).

علامت UNP نشان‌دهنده‌ی نوع تیرآهن ناودانی و عدد200 بعد ازآن اندازه‌ی جان تیرآهن را نشان می‌دهد که برحسب میلی‌مترمشخص شده است.

شکل ۳۰-۲



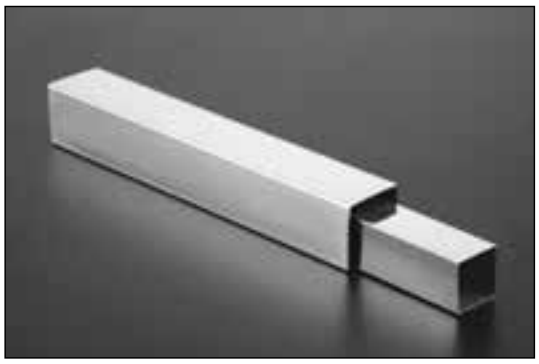
UNP 200

شکل ۳۱-۲

ج)پروفیل‌های قوطی: این پروفیل‌ها، توخالی یا مجوف هستند، که با مقطع دایره، مربع و مستطیل در اندازه‌های مختلف و درحالت‌های سبک، نیمه سبک و سنگین دربازارموجود است. ازاین پروفیل‌ها برای ساختن ستون‌ها و... استفاده می‌کنند(شکل‌های ۳۲-۲ و۳۳-۲).

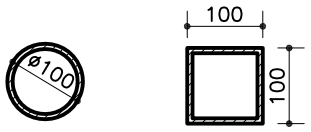
نام‌گذاری‌این تیرآهن‌ها به‌صورت زیرانجام می‌گیرد: □100 و یا ○100 (شکل ۳۴-۲).

○ ویا □ نشان‌دهنده‌ی نوع پروفیل قوطی با مقطع مربع یا دایره و عدد 100 بعد از آن اندازه‌ی ضلع(قوطی مربع) و اندازه‌ی قطر(قوطی دایره)را نشان می‌دهد که بر حسب میلی‌مترمشخص شده است.



شکل ۳۲-۲پروفیل قوطی با مقطع مربع

شکل۳۳-۲پروفیل قوطی با مقطع دایره



○ 100 □ 100

شکل۳۴-۲

تذکر: این نوع پروفیل‌ها را با ضخامت‌های مختلف جداره‌تولید می‌کنند.

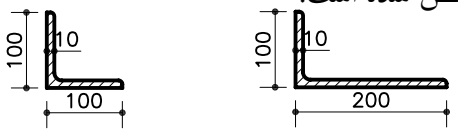
د)نبشی: یکی از مهم‌ترین پروفیل‌های ساختمانی است که به دو صورت، بال‌های مساوی و یا با بال‌های نامساوی به بازار عرضه می‌شود. نبشی به ابعاد ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر جهت اتصالات پل‌ها(تیرها) به ستون‌ها و یا تیرآهن‌ها به تیرهای باربر و اتصال ستون‌ها به صفحات در فنداسیون و هم‌چنین در ساخت ستون، خرپا و بادبند کاربرد دارد.

شکل۳۵-۲ نبشی دو بال مساوی و شکل۳۶-۲ نبشی دوبال نامساوی را نشان می‌دهد.

نام گذاری نبشی ها به صورت زیر انجام می گیرد:

L100×100×10 (شکل۳۷-۲).

L علامت نبشی، و عدد100 اندازه‌ی دوبال نبشی و 10 ضخامت آن را نشان می‌دهد که برحسب میلی‌متر مشخص شده است.

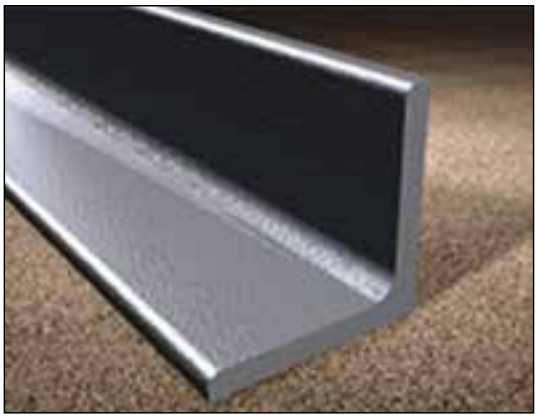


L200×100×10
نبشی دو بال نامساوی

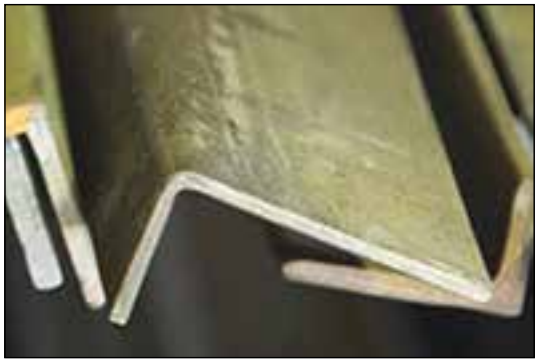
L100×100×10
نبشی دو بال مساوی

شکل۳۷-۲

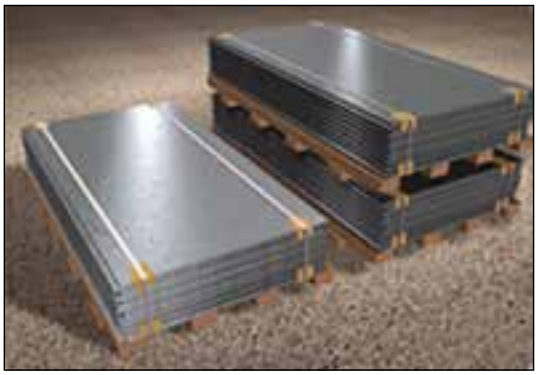
ه)پلیت: ورق‌های فولادی با ضخامت حداکثر ۳۰ میلی‌متر و با ابعاد ۱×۲متر و ۱/۵×۶متر موجود در بازار موجود است که برای ساخت ورق اتصال تیرآهن‌ها به یکدیگر، صفحه‌ی زیرستون‌ها، خرپاها، تقویت تیرهای باربر و اتصالات دیگر به کارمی‌رود. از این ورق‌ها صفحات فولادی با قطعات کوچک‌تر و با ابعاد متفاوت بریده می‌شود و در اتصالات به کارمی‌رود (شکل۳۸-۲). در شکل۳۹-۲ نیزنمونه‌هایی از پلیت‌های به کار رفته در اتصالات را نشان می‌دهد.



شکل۳۵-۲ نبشی دو بال مساوی



شکل۳۶-۲ نبشی دو بال نامساوی

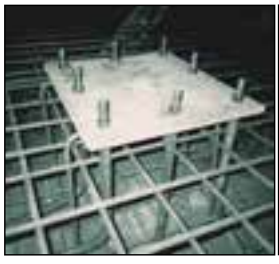


شکل۳۸-۲

اتصال بادبندی

اتصال تیر به ستون
به صورت لچکی

اتصال تیر به ستون به صورت
ورق تقویت کننده

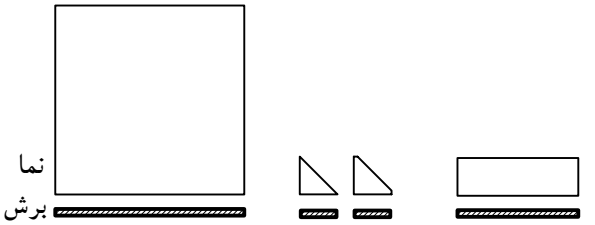


بیس پلیت
درمحل اتصال ستون به پی

شکل۳۹-۲

به طورمثال برای نام‌گذاری شکل ۴۰-۲با عنوان PL500×500×20، نشان‌دهنده‌ی صفحه‌ی زیرستون به ابعاد500 میلی‌متردر500 میلی متر و باضخامت20 میلی متر است.

پلیت با ابعاد کوچک‌تر و به شکل مثلثی نشان داده شده در شکل ۴۱-۲ را «لچکی» می‌نامند و پلیت اتصال نشان داده شده در شکل۴۲-۲ را «تسمه» نام‌گذاری می‌کنند.



PL500×500×20
بیس پلیت
(صفحه‌ی زیرستون)

شکل۴۰-۲

$\frac{1}{2}$PL100×100×10
لچکی

شکل۴۱-۲

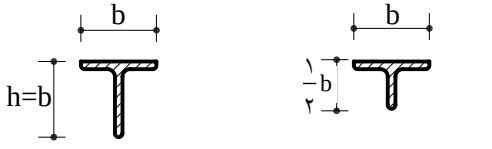
PL200×100×10
تسمه

شکل۴۲-۲

و)**سپری:** از این نوع پروفیل در ساختمان خرپا هم‌چنین در اسکلت گل‌خانه‌ها و سقف‌های شیشه‌ای و هم‌چنین نورگیر زیرزمین‌ها جهت نصب آجرهای شیشه‌ای فضای باز بالای آن و در ساخت بادبندها و... مصرف می‌گردد(شکل۴۳-۲).

شکل۴۴-۲نیزنحوه‌ی نام‌گذاری پروفیل سپری را نشان می‌دهد.

شکل۴۳-۲



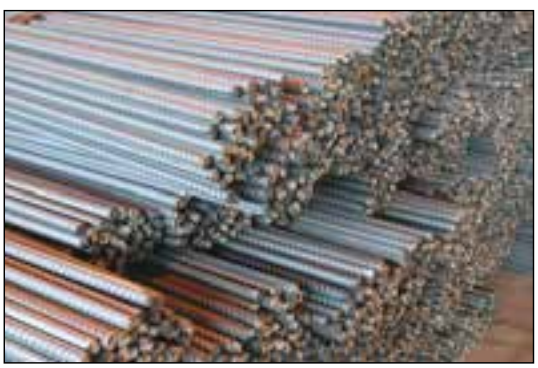
T100×100×10
سپری بال نامساوی

T100×50×10
سپری بال مساوی

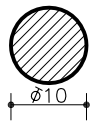
شکل۴۴-۲

و)**آرماتور و مفتول:** آرماتور(میلگرد) و مفتول‌ها نیزدرساختمان به شکل‌های مختلف استفاده می‌شود. البته درساختمان‌هایی که اسکلت آن فولادی می‌باشد میلگرد استفاده‌ی بسیار کم‌تری نسبت به ساختمان‌هایی که از بتن ساخته‌می‌شوند، دارد. میل‌گرد به قطر ۵ تا ۲۲۰ میلی‌متر تهیه می‌شوند(شکل۴۵-۲).

برای نام‌گذاری میلگردها،Ø علامت اختصاری قطرمیلگرد و عدد 10 نشان‌دهنده‌ی اندازه‌ی قطرآن به میلی‌مترمی‌باشد(شکل۴۶-۲).



شکل۴۵-۲



شکل۴۶-۲

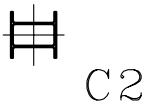
علامت اختصاری میلگرد ساده Ø ، میلگردآج‌دار Ø و میلگرد آج دار پیچیده Ø می‌باشد.

درشکل۴۷-۲ انواع پروفیل‌ها را با مقاطع مختلف نشان می‌دهد.

شکل۴۷-۲

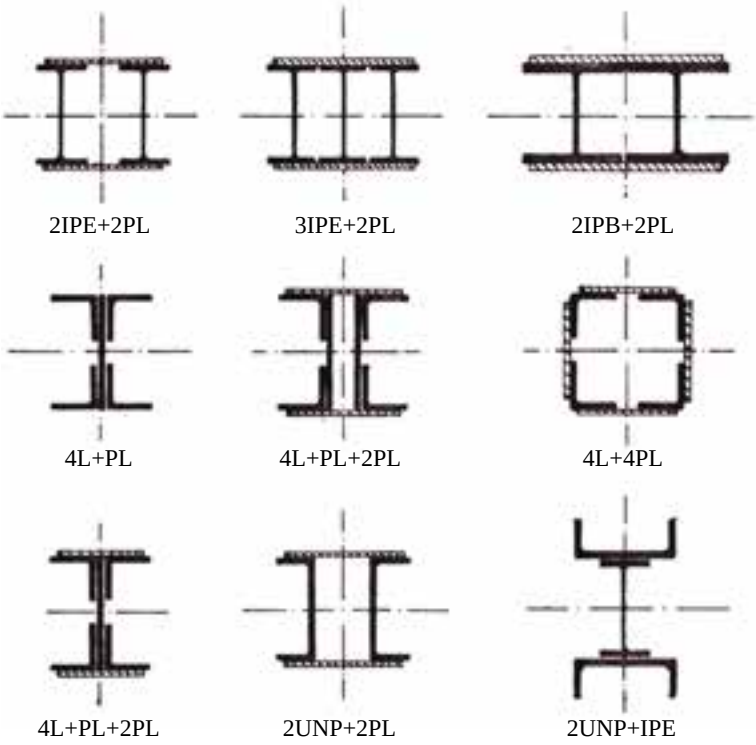
۲-۳-۲-ستون(Column):

معمولاً در پلان ستون‌گذاری، شکل ستون را مطابق با شکل۴۸-۲ نشان داده و با حرف C مخفف کلمه Column نام‌گذاری می‌کنند و بنابر میزان تحمل بار وارده، ارتفاع ستون و نوع شکل مقطع ستون، آن را تیپ‌بندی کرده و به صورت C2,C1,...معرفی می‌نمایند.



شکل۴۸-۲

ستون‌ها از انواع پروفیل‌ها و به شکل مرکب ساخته می‌شوند و دارای مقاطع مختلف درساختمان می‌باشند(شکل۴۹-۲).



شکل۴۹-۲ ستون با مقطع مرکب

۲-۳-۲-صفحه‌ی زیرستون(Base plate):

ستون‌ها درساختمان، نقش انتقال بارهای وارد شده به فنداسیون را به صورت نیروی فشاری[۱]، کششی[۲] و برشی[۳] به عهده دارند.

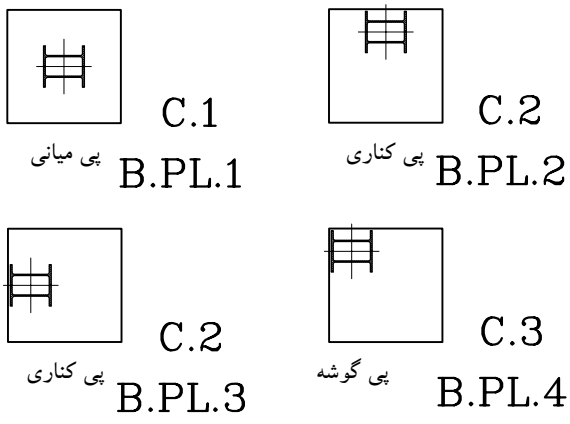
ستون فلزی به علت مقاومت بسیار زیاد، تنش‌های بزرگی را تحمل می‌کند به گونه‌ای که بتن فنداسیون قابلیت تحمل این تنش‌ها را ندارد. بنابراین صفحه‌ی زیرستون واسطه‌ای است که ضمن افزایش سطح تماس ستون با پی، سبب می‌گردد، توزیع نیروهای ستون درحد قابل‌تحمل برای بتن باشد. به صفحه‌ی واسط بین ستون و پی، «صفحه‌ی زیرستون» یا «base plate» می‌گویند (شکل ۵۰-۲).

شکل ۵۰-۲

الف)علامت بیس‌پلیت درپلان ستون‌گذاری:

این صفحات ورق‌های فولادی به ابعاد حداقل 20×500×500 میلی‌متر می‌باشد که در نقشه‌ی ستون‌گذاری با مربعی به همین ابعاد در مقیاس مناسب نشان داده می‌شود. برای معرفی این صفحات از حروف مخفف(B.PL) و برای تفکیک تیپ‌های مختلف از B.PL1 و B.PL2,... استفاده می‌شود.

درشکل ۵۱-۲ نحوه‌ی ترسیم بیس‌پلیت و تیپ‌بندی آن را در ستون‌های میانی، کناری و گوشه نشان می‌دهد.



شکل ۵۱-۲

۲-۳-۴-بادبند(Bracing):

بادبندها، اعضای کششی و فشاری برای مقابله با نیروهای جانبی(باد و زلزله) هستند و مانع کج شدن اسکلت ساختمان درهنگام اعمال نیروی جانبی می‌گردند.

محل قرارگیری بادبندها درساختمان به صورت متقارن تعیین می‌گردد. به این معنی که درهرچهارطرف ساختمان باید به کارگرفته شوند تا تعادل درساختمان برقرار شود.

شکل ۵۲-۲ نمونه‌ای از بادبند را نشان می‌دهد.

شکل ۵۲-۲ بادبند ضربدری

۱-نیروی فشاری: این نیرو در امتداد ارتفاع پی وارد می‌شود و سبب فشرده شدن و کاهش ارتفاع آن می‌گردد.
۲-نیروی کششی: این نیرو در امتداد طولی پی وارده شده و سبب کشش و افزایش طول آن می‌گردد.
۳-نیروی برشی: این نیرو که در اثر از هم گسیختگی قسمتی از پی که تحت تأثیر نیروی کششی قرارگرفته ایجاد می‌شود.

برحسب دلایل معماری می‌توان از انواع بادبند استفاده کرد. به طورمثال درجاهایی که می‌خواهیم از پنجره یا نورگیر و حتی در استفاده کنیم بادبند ۸ شکل باز بهترین گزینه خواهد بود(شکل۵۳-۲).

شکل۵۳-۲

بادبندها دارای اشکال زیرمی‌باشد:

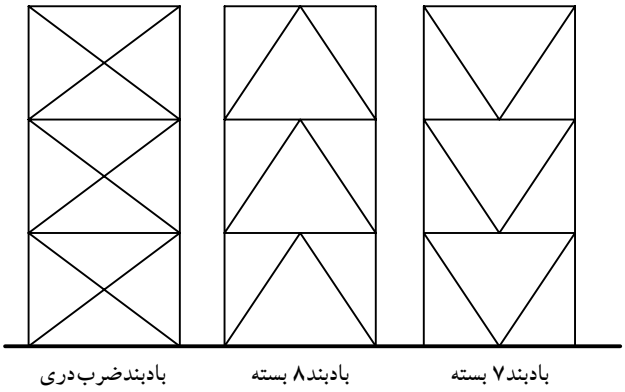
ـ بادبند ضربدری.

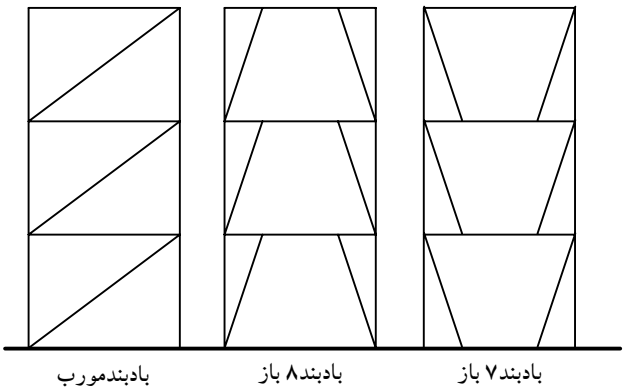
ـ بادبند ۷ شکل شامل ۷ شکل باز و بسته است.

ـ بادبند ۸ شکل شامل ۸ شکل باز و بسته است.

-بادبند مورب

شکل۵۴-۲ انواع بادبندها را نشان می‌دهد.





شکل۵۴-۲

الف)تعیین محل بادبندها درپلان: باتوجه به پلان‌های معماری(پلان زیرزمین، پلان پارکینگ و پلان طبقات) محل بادبندها را درپلان، مطابق با ضوابط طراحی، تعیین می‌کنند. در انتخاب محل بادبندها باید نکات زیر را رعایت نمود.

۱-حتی‌الامکان محل بادبندها، داخل دیوارها تعیین شود تا به نمای خارجی و فضاهای داخلی بنا لطمه‌ای وارد نکند.

۲-تعیین بادبندها در دیواره‌های خارجی که در معرض مستقیم نیروهای جانبی قرار دارد ازاهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

۳-اطراف جعبه‌ی پله و آسانسور و دیوارهای داخلی مکان‌های خوبی برای قرارگیری بادبندهاست.

۴-بادبند بهتر است در راستای دو محور افقی و عمودی قرار گیرد.

۵-درصورت محدودیت در قراردادن بادبند در نمای بیرونی، ازشکل‌های مختلف بادبندها استفاده شود.

شکل‌های ۲-۵۵ و۲-۵۶ دو نمونه بادبند را در دیوار نما نشان می‌دهد.

شکل۲-۵۵

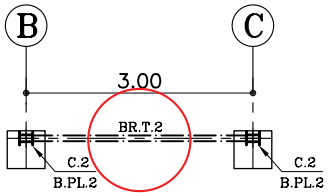
شکل۲-۵۶

ب)علامت بادبند در پلان ستون‌گذاری: پس از تعیین محل دقیق بادبندها درپلان معماری با استفاده از خط مختلط متوسط، آن را در پلان ستون‌گذاری ترسیم می‌نمایند.

سپس، جهت معرفی انواع بادبندها، آن را از نظر شکل، نوع پروفیل و اندازه‌ی طول آن، تیپ‌بندی و با حروف مخفف(BR) معرفی می‌نمایند.

درشکل۲-۵۷نمونه‌ای از تیپ‌بندی بادبند را نشان می‌دهد.

شکل۲-۵۸ بزرگنمایی قسمتی از بادبند را در محل اتصال به پلیت وسط نشان می‌دهد.



شکل۲-۵۷

شکل۲-۵۸

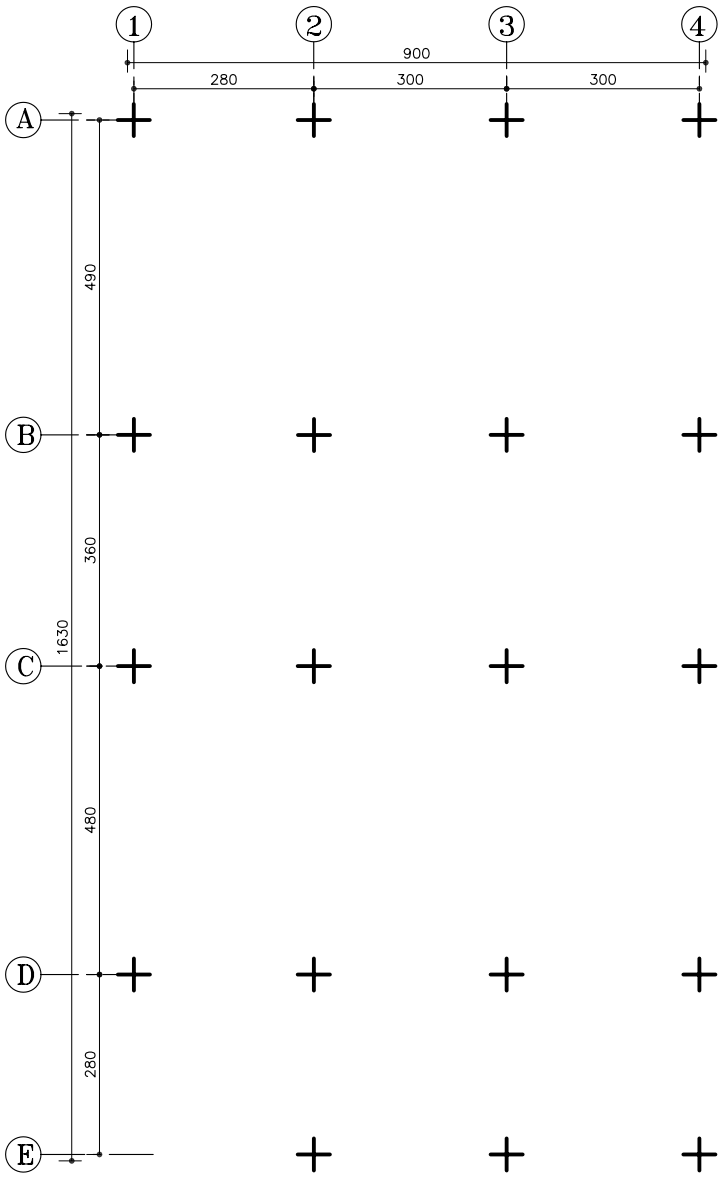
۵-۳-۲-دستورالعمل ترسیم پلان ستون‌گذاری:

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

مبنای ترسیم پلان ستون‌گذاری یک نقشه، پلان آکس‌بندی آن نقشه است. بنابراین، پس از تعیین محل ستون‌ها و ترسیم پلان آکس‌بندی آن به ترسیم پلان ستون‌گذاری، مطابق با دستورالعمل زیرمی‌پردازیم:

مراحل انجام کار:

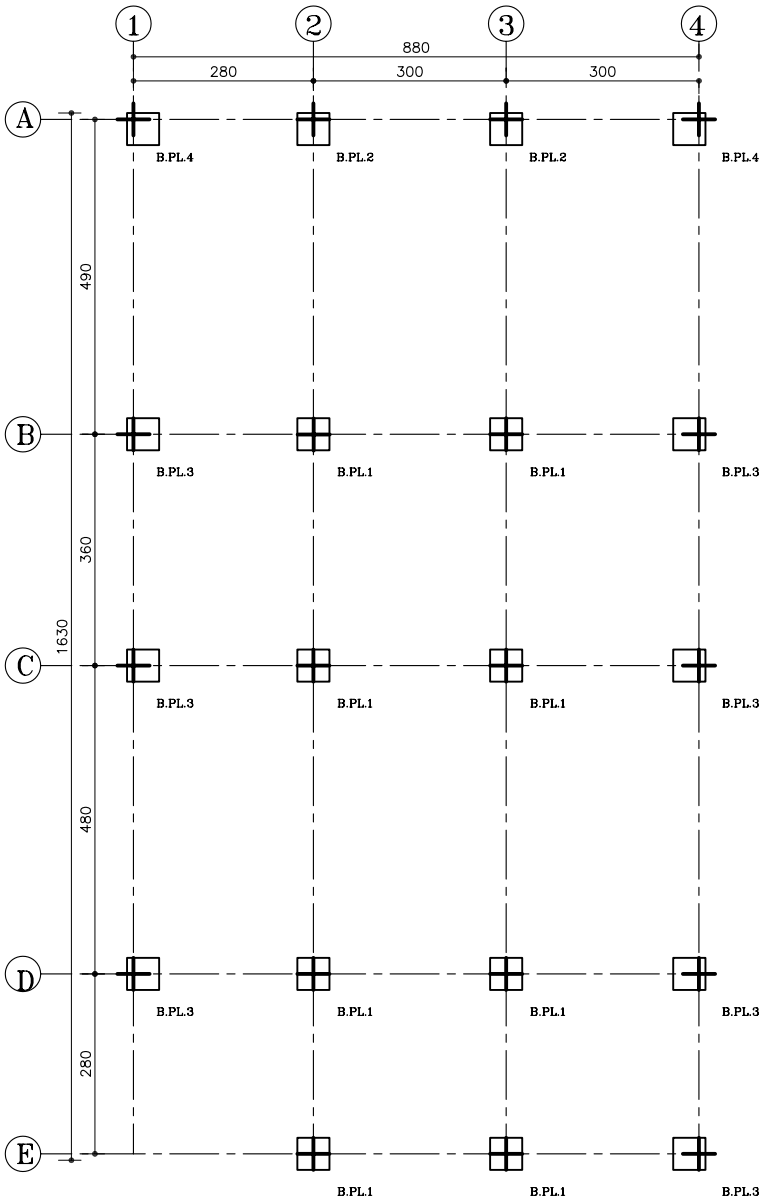
۱-ابتدا پلان آکس‌بندی را مطابق با دستورالعمل ۷-۲-۲ ترسیم نمایید(شکل۵۹-۲).



شکل۵۹-۲

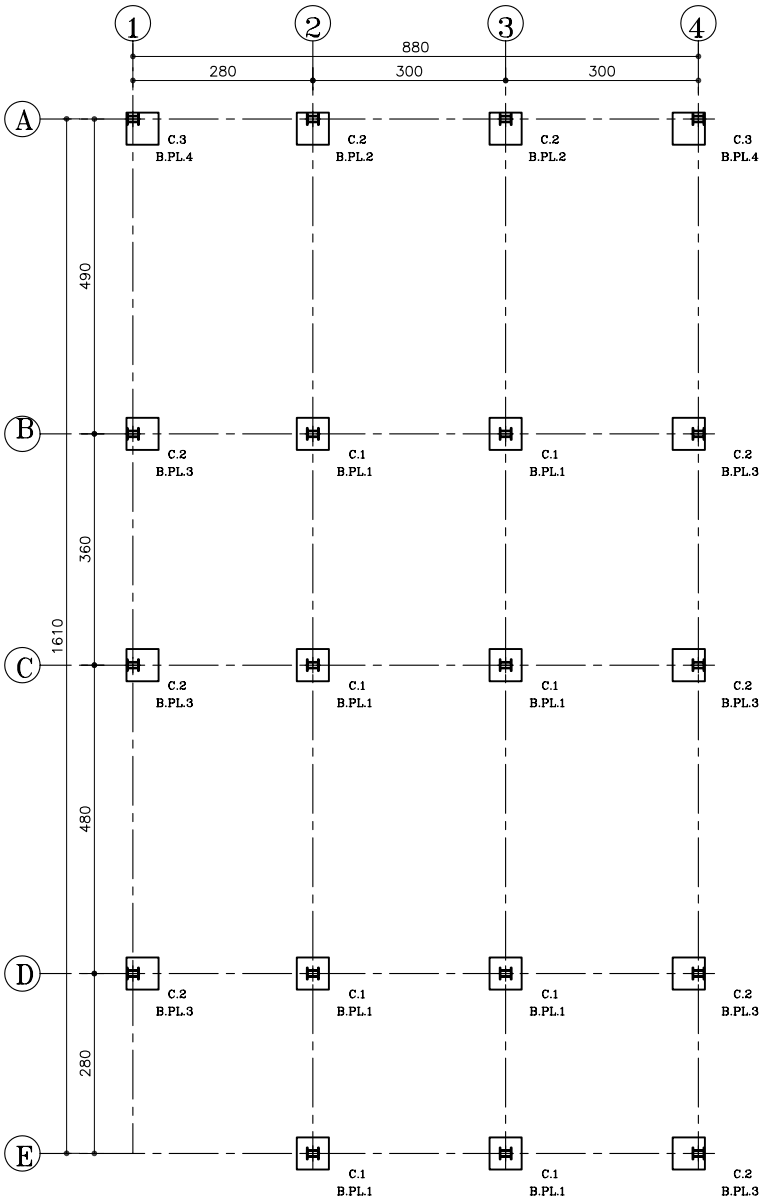
۲-با خطوط ممتد متوسط، صفحات زیرستون (صفحه‌ی بیس پلیت) را ترسیم و تیپ‌بندی نمایید.

می‌توان برای ترسیم دقیق این صفحات در محل، از شابلن نیز استفاده نمود(شکل ۶۰-۲).



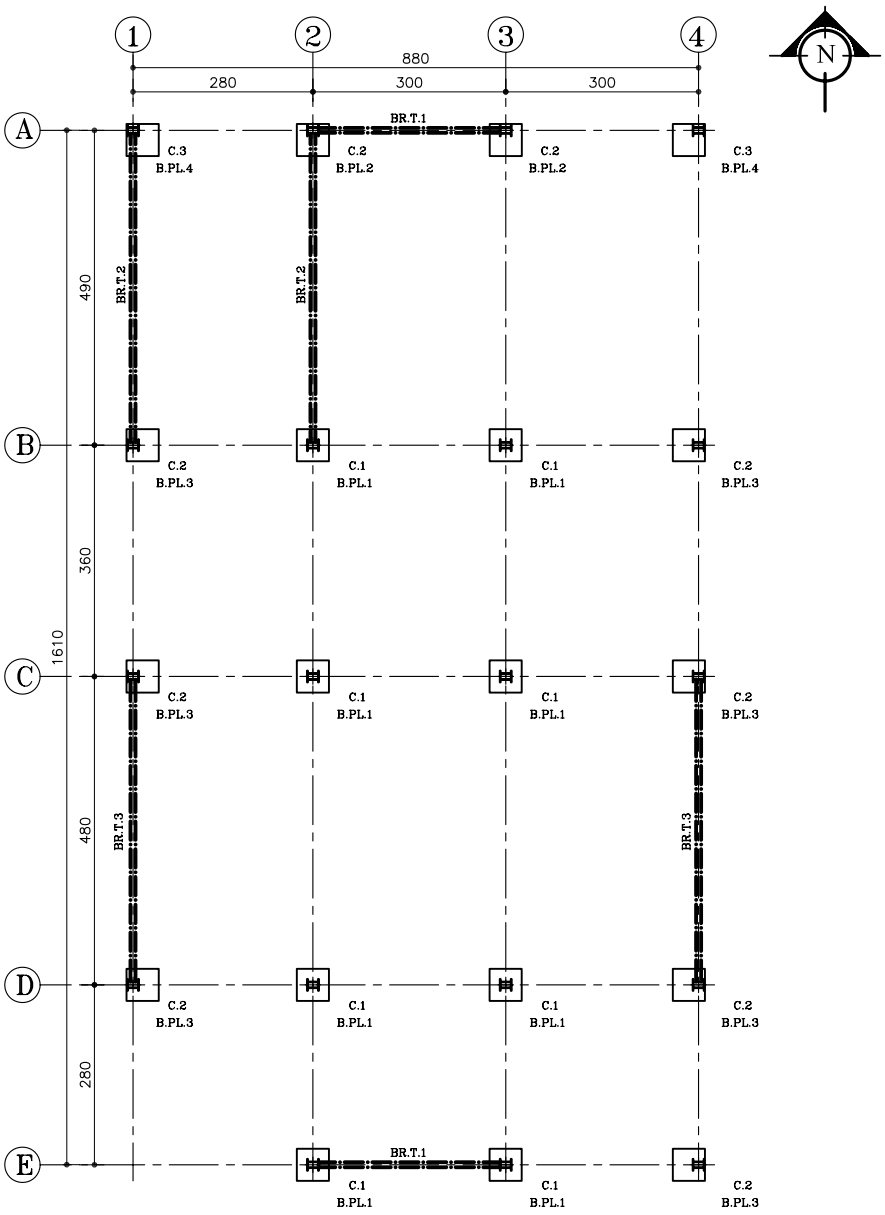
شکل ۶۰-۲

۳-سپس مطابق با شکل ۶۱-۲، ستون‌ها را با توجه به محل قرارگیری آن، درمحل تقاطع آکس‌ها، قرار داده و تیپ‌بندی نمایید.



شکل ۶۱-۲

۴-پس از تعیین محل بادبند و نوع آن، باکمک خط مختلط ضخیم، بادبندها را ترسیم و تیپ‌بندی کنید.
در انتها، علامت شمال و زیرنویس نقشه را نیزقرار دهید(شکل ۶۲-۲).



پلان ستون‌گذاری و بادبند

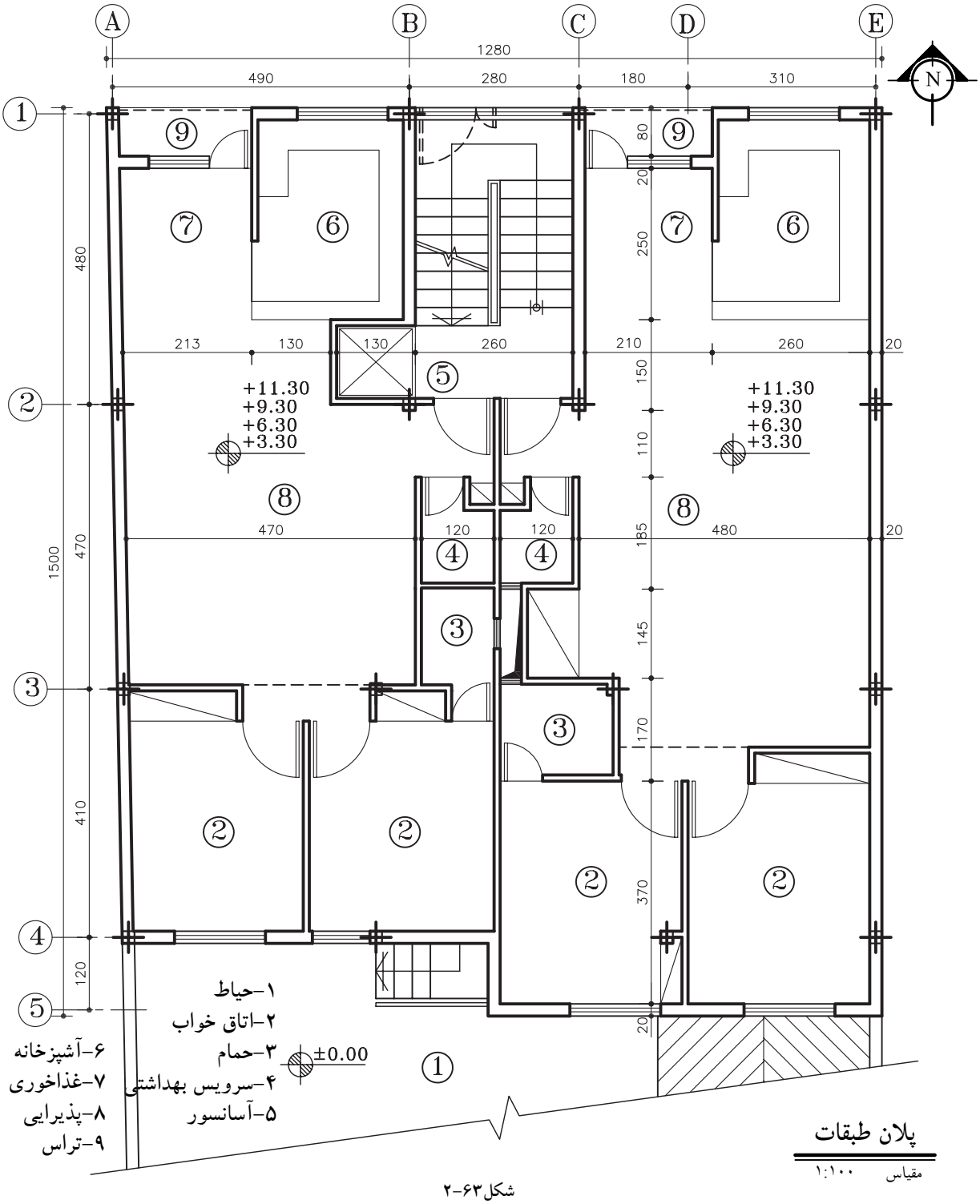
مقیاس ۱:۱۰۰

تذکر: اندازه‌ی نقشه به دلیل جا نشدن در صفحه، کمی کوچک‌تر از مقیاس نوشته شده می‌باشد.

شکل ۶۲ -۲

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

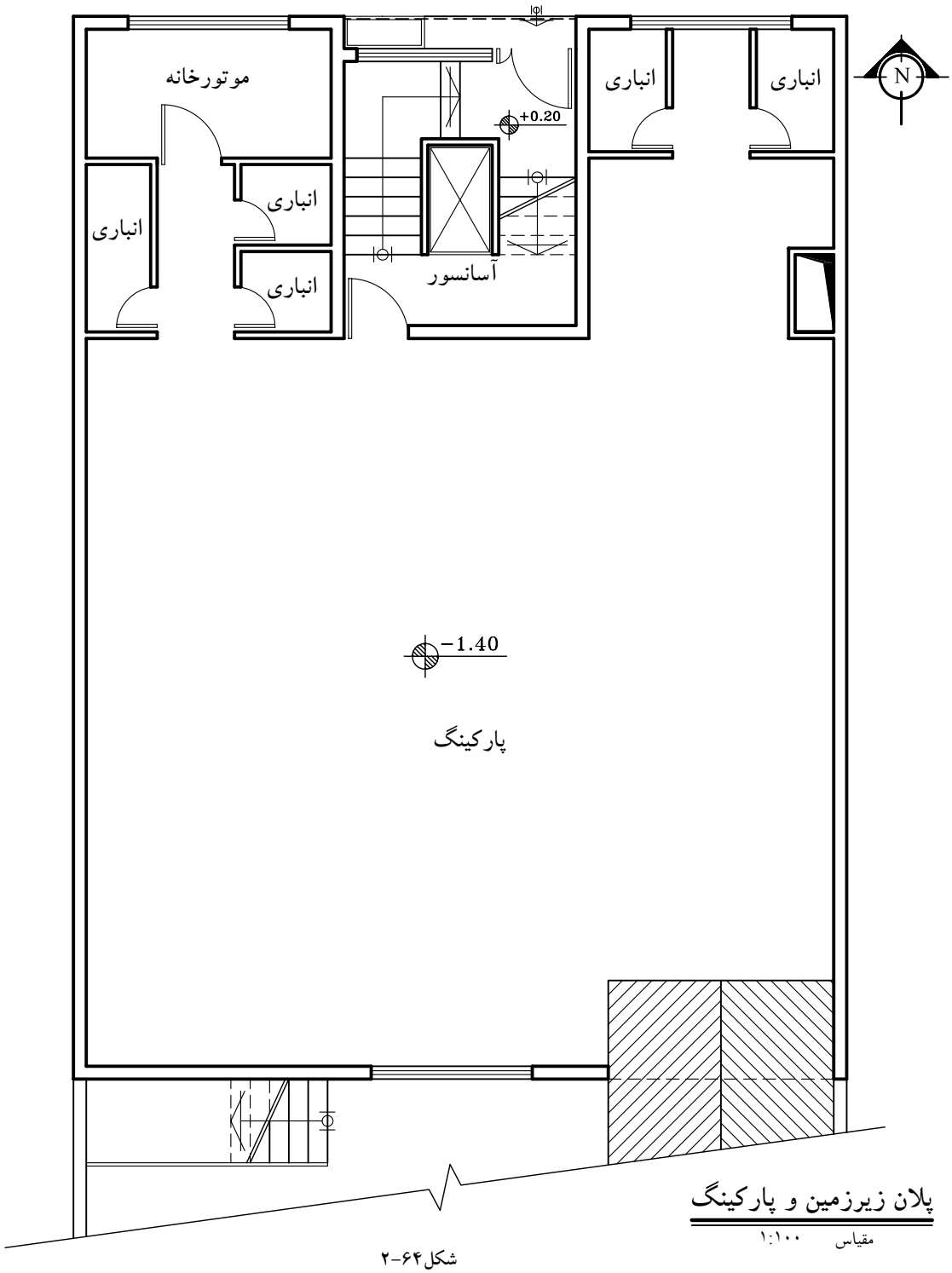
تمرین کارگاهی۳: پلان ستون‌گذاری و بادبند شکل۶۳-۲ را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$ ترسیم نمایید.



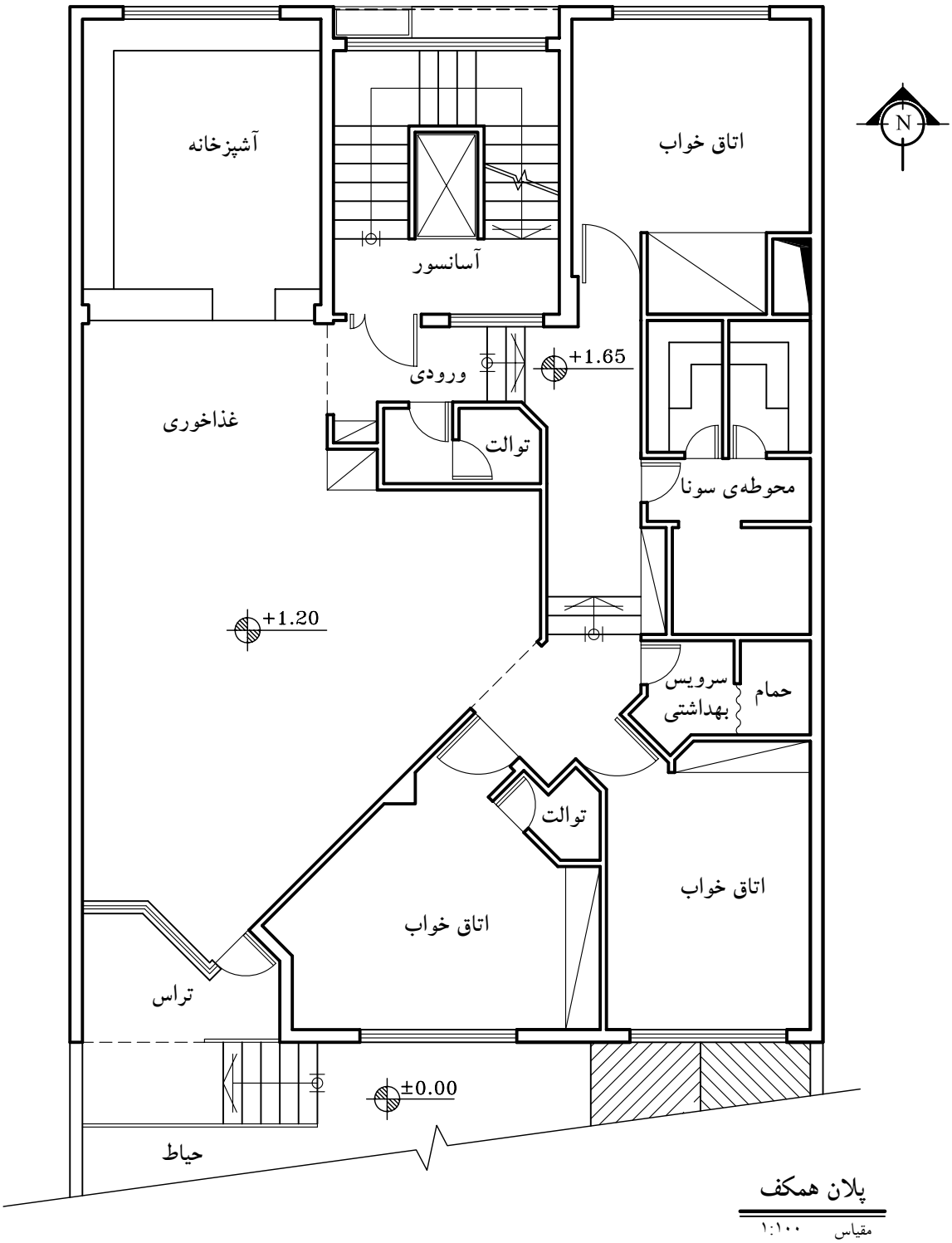
شکل۶۳-۲

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

تمرین کارگاهی۴: شکل های۶۴-۲ و۶۵-۲ و۶۶-۲، به ترتیب پلان پارکینگ، پلان همکف و پلان تیپ طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. پلان ستون گذاری آن را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$ ترسیم نمایید.



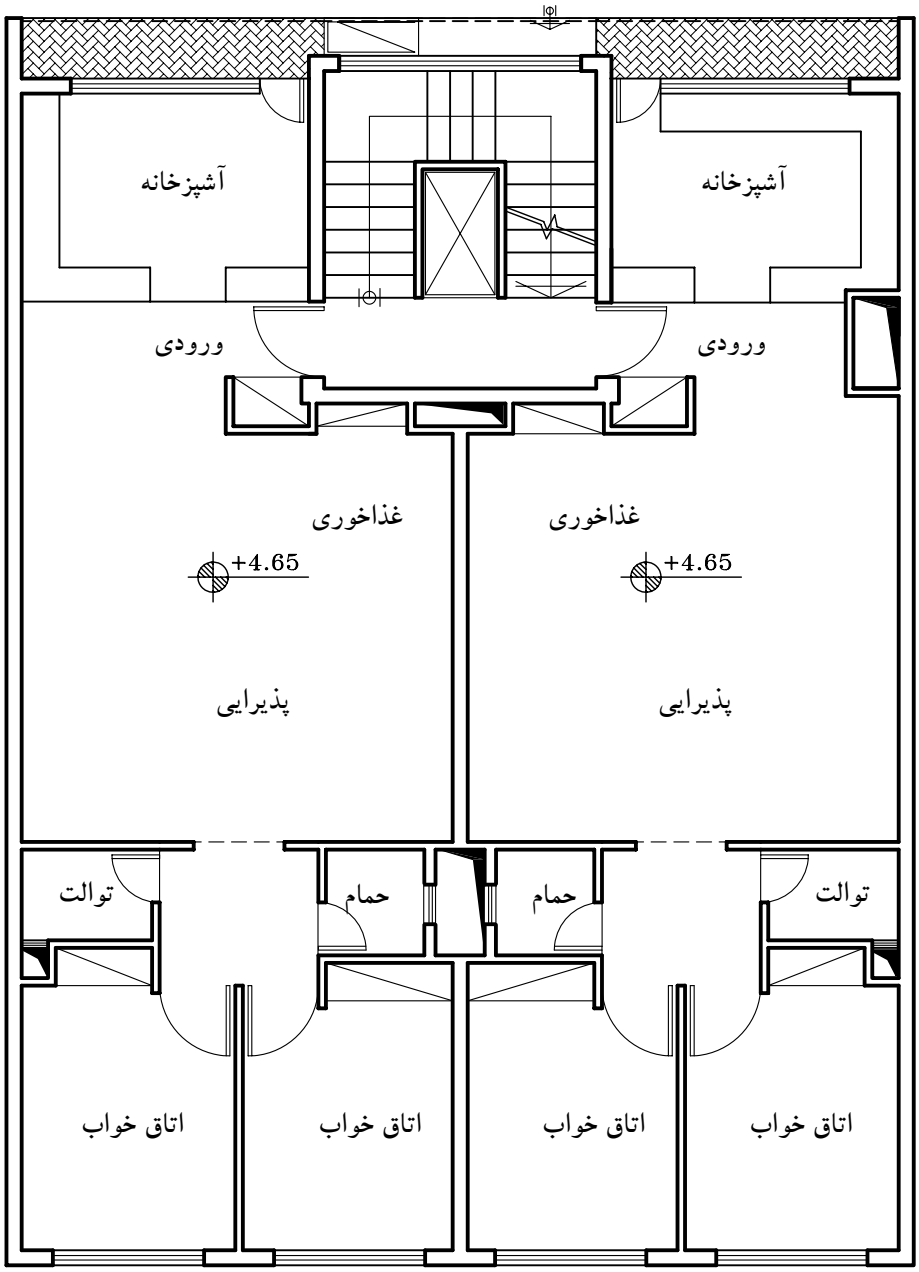
شکل۶۴-۲



پلان همکف

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۶۵-۲



پلان تیپ طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل ۶۶-۲

۴-۲-پلان فنداسیون[۱]

پلانی است که درآن نوع، ابعاد، تعداد و موقعیت پی‌ها را نسبت به شمال زمین و امتدادهای طولی و عرضی زمین مشخص می‌کند.

برای ترسیم پلان فنداسیون باید پلان آکس بندی و سطح زیربنا را ترسیم نموده سپس با توجه به شرایط زمین و محدوده‌ی آن و محورهای طولی و عرضی (آکس)، اقدام به ترسیم پی‌ها، شناژها، به صورت محدود و نامحدود نمود.

دراین حالت فرض می‌شود که بتن‌ریزی درکف گودبرداری(بتن مگر)انجام شده و درترسیم پلان فنداسیون ابعاد پی و شناژها نشان داده می‌شود.

شکل۶۷-۲

۱-۴-۲-بتن مگر: بتنی است با عیار[۲] کم، که در زیرفنداسیون ریخته می‌شود. به بتن مگر، بتن«پاکیزگی» یا« رگلاژ»[۳] نیز می‌گویند (شکل۶۷-۲).

میزان سیمان مصرفی دربتن مگر ۱۰۰تا ۱۵۰کیلوگرم سیمان بر مترمکعب است که جهت آماده‌سازی بستر خاک‌برداری شده، قبل از مرحله‌ی فنداسیون اجرا می‌گردد. حداقل ضخامت بتن‌مگر ۱۰سانتی‌متر و از هرطرف ۱۰تا ۱۵سانتی‌متر بیش‌تر از فنداسیون ریخته می‌شود(شکل۶۸-۲).

شکل۶۸-۲

نکات اجرایی، برای بتن مگر:

-قبل از اجرای بتن‌مگر حتماً خاک بستر را مرطوب نمایید تا آب بتن جذب خاک نگردد و کیفیت آن پایین نیاید.

-بتن‌مگر جهت پاک‌سازی کف و اجرای دقیق‌تر فاصله‌گذاری آرماتور نسبت به کف انجام می‌گردد، بنابراین به تمیز و یکنواخت بودن سطح آن دقت کنید تا آرماتوربندی بهتری داشته باشید.

-معمولاً بتن‌مگر توسط دستگاه‌های مخلوط‌کن (بتونیر) کوچک ساخته می‌شود. دقت نمایید که حداقل دو دقیقه پس از اضافه‌کردن آب، بتن درون دستگاه به خوبی مخلوط شود.

-حدود۱۰ساعت بعد از ریختن بتن، با توجه به دمای هوا، سطح آن را مرطوب نگه داشته و بعد ازگذشت یک روز می‌توان عملیات بعدی را شروع کرد.

۱- Foundation Plan

۲-عیار: میزان سیمان مصرفی در یک مترمکعب بتن را عیارگویند.

۳- رگلاژ: تسطیح کردن کف قالب بتنی فنداسیون و یکنواخت نمودن بستر پی را رگلاژگویند.

۲-۴-۲-شناژ: در فنداسیون‌های تکی(منفرد) و جدا ازهم دریک سازه، باید پی‌ها را درامتداد عمود برهم (راستای افقی و راستای عمودی)، به وسیله‌ی کلاف‌های رابطی به هم متصل نمود، به طوری که کلاف‌ها مانع از حرکت دو پی نسبت به هم گردند.

به این کلاف‌ها که از جنس بتن بوده و جهت اتصال پی‌ها به یکدیگر استفاده می‌شوند«شناژ»گویند (شکل‌های ۲-۶۹ و ۲-۷۰و ۲-۷۱و ۲-۷۲و ۲-۷۳).

شکل ۲-۶۹

نکات اجرایی، برای شناژ:

-ابعاد مقطع شناژ باید متناسب با ابعاد پی باشد. حداقل ابعاد شناژ ۳۰ سانتی‌متر است به شرطی که سطح فوقانی شناژ با سطح فنداسیون هم سطح باشد.

-تعداد میلگردهای طولی شناژها باید حداقل چهارمیلگرد با قطر۱۴ میلی‌متر باشد.

-میلگردهای عرضی(خاموت‌ها) جهت محافظت از میلگردهای طولی در مقابل خطرکمانش، باید دارای حداقل قطر ۸ میلی‌متر و با فاصله‌ی ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر درنظرگرفته شوند.

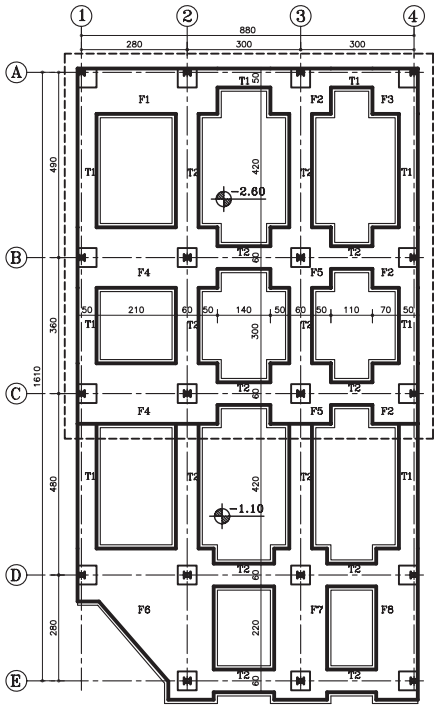
شکل ۲-۷۱ عبور میلگردهای شناژ درپی

شکل ۲-۷۰ میلگردگذاری درپی کلاف‌بندی

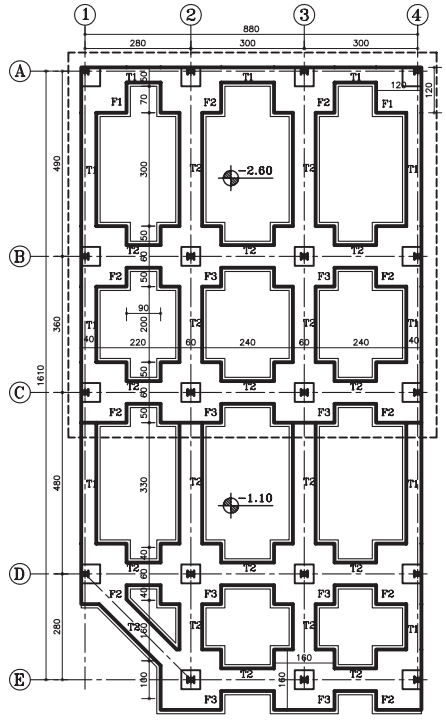
شکل ۲-۷۳ پی و شناژ بعد از بتن‌ریزی

شکل ۲-۷۲ پی و شناژ قبل از بتن‌ریزی

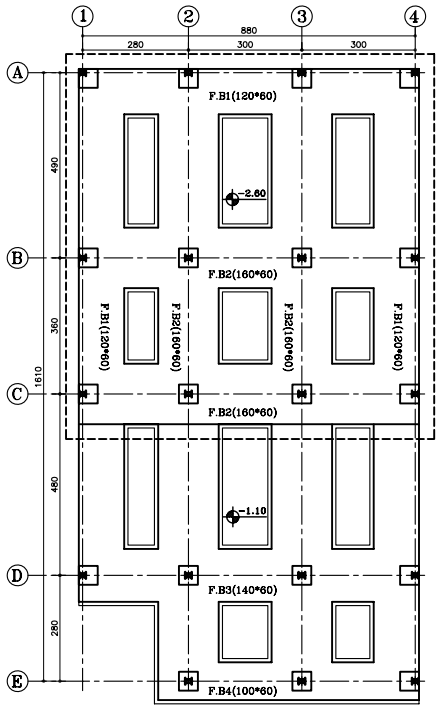
۳-۴-۲-پی: پس از تعیین محل ستون‌ها در ساختمان‌های اسکلتی و تعیین نوع پی در فنداسیون (کلاف‌بندی، نواری و یا گسترده)، باید پلان فنداسیون مورد نظر ترسیم شود. متناسب با نوع پی‌ها، شکل پلان فنداسیون‌ها متفاوت بوده و علائم و نحوه‌ی ترسیم هریک، قواعد خاص خود را دارد. بنابراین دراین قسمت با انواع نقشه‌های پلان فنداسیون آشنا خواهید شد. شکل۷۴-۲ چند نوع پلان فنداسیون را نشان می‌دهد.



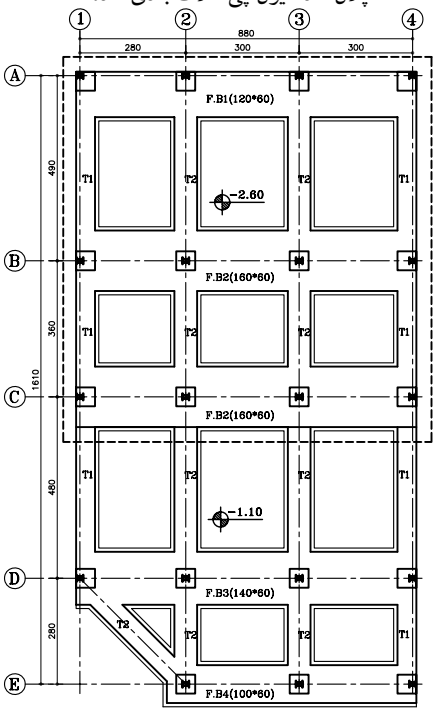
پلان فنداسیون با پی مشترک



پلان فنداسیون پی کلاف بندی شده



پلان فنداسیون نواری



پلان فنداسیون نواری با شناژ همسطح

شکل۷۴-۲

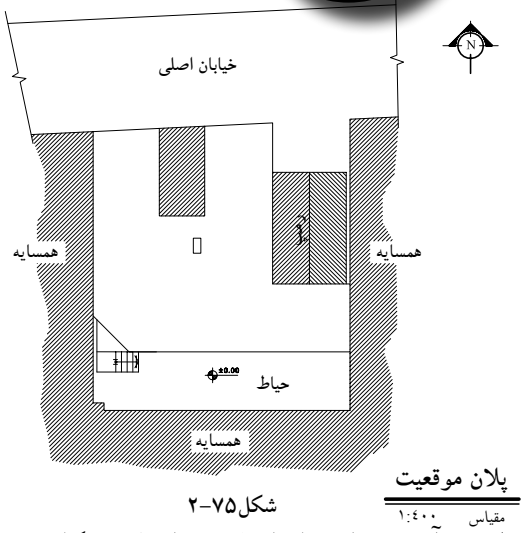
۴-۴-۲-دستورالعمل ترسیم پلان فنداسیون کلاف بندی شده:

ساعت عملی
۷۰ دقیقه

قبل از شروع ترسیم پلان فنداسیون، وجودنقشه های معماری، مانند پلان موقعیت و پلان‌های اصلی ساختمان و هم‌چنین نقشه‌های آکس‌بندی و ستون‌گذاری طرح لازم و ضروری است.

پلان موقعیت و یا پلان‌های اصلی بنا، سطح زیربنا و امتدادهای طولی و عرضی بنا را که با دیوار همسایه‌ی مجاور یا گذرها (خیابان) مشترک است، را نشان می‌دهد (شکل۷۵-۲).

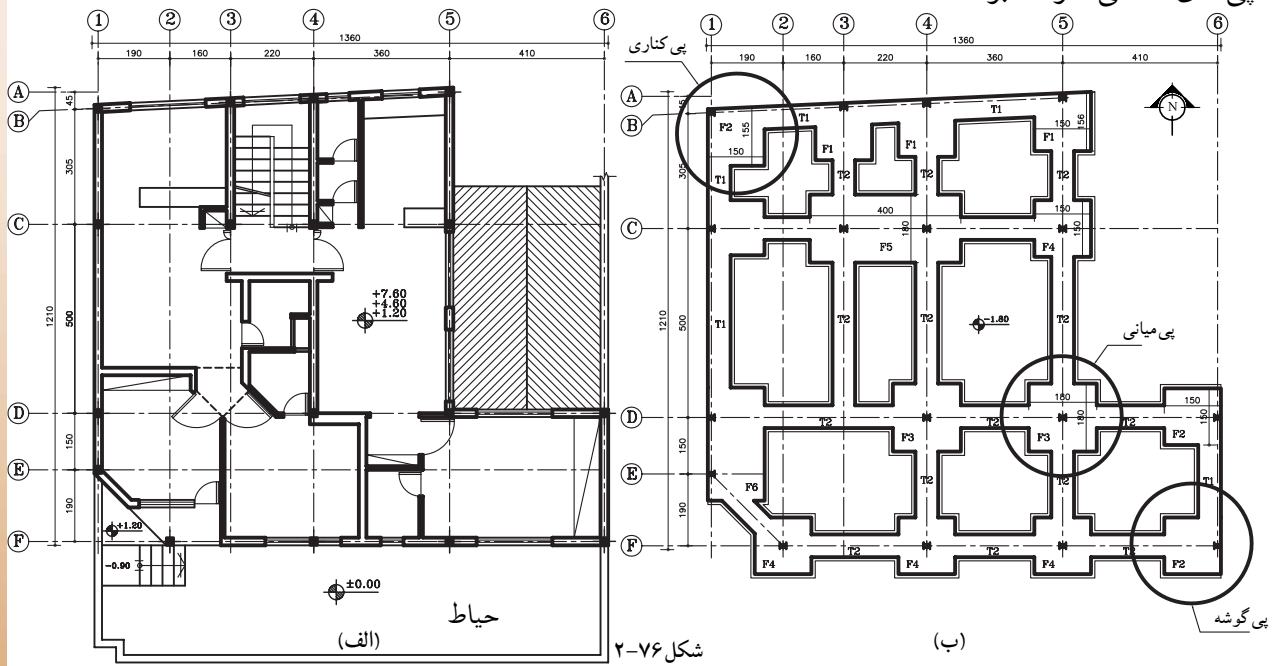
این هم‌جواری‌ها، ابعاد پی‌ها را در کناره‌ها محدود کرده به‌طوری‌که شکل پی درنقاط کناری بنا به‌طورکامل اجرا نخواهدشد. ابعادپی، متناسب با میزان بارواردہ و مقاومت زمین(خاک) زیرین محاسبه خواهد شد.



شکل۷۵-۲

در شکل۷۶-۲ پلان فنداسیون نقطه‌ای را نشان می‌دهد که درآن پی‌های داخلی(پی میانی)به شکل مربع کامل نمایش داده شده و ستون درمرکز محورها قرارگرفته است. این پی‌ها از چهارطرف به پی‌های کناری خود کلاف شده است و بارگیری آن از چهارسو انجام می‌شود.

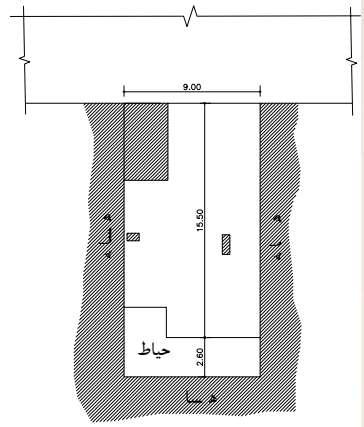
اما پی‌های هم‌جوار با دیوارهمسایه که دردوطرف بنا قرارگرفته‌اند، از سه طرف به پی‌های کناری خود،کلاف گردیده و بارگیری آن از سه جهت می‌باشد. هم‌چنین پی‌هایی که درچهارگوشه‌ی بنا قراردارند، متناسب با هم‌جواری‌شان با خیابان و همسایه، بارخود را از دوجهت دریافت کرده و طبق محاسبات، ابعاد آن کوچک‌تراز پی‌های داخلی خواهد بود.



شکل۷۶-۲

با این مقدمه، پلان فنداسیون پلان موجود را ترسیم می‌نماییم. در شکل۷۷-۲ پلان موقعیت و شکل۷۸-۲، پلان طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد، که در آن محل قرارگیری ستون‌ها مشخص شده است.

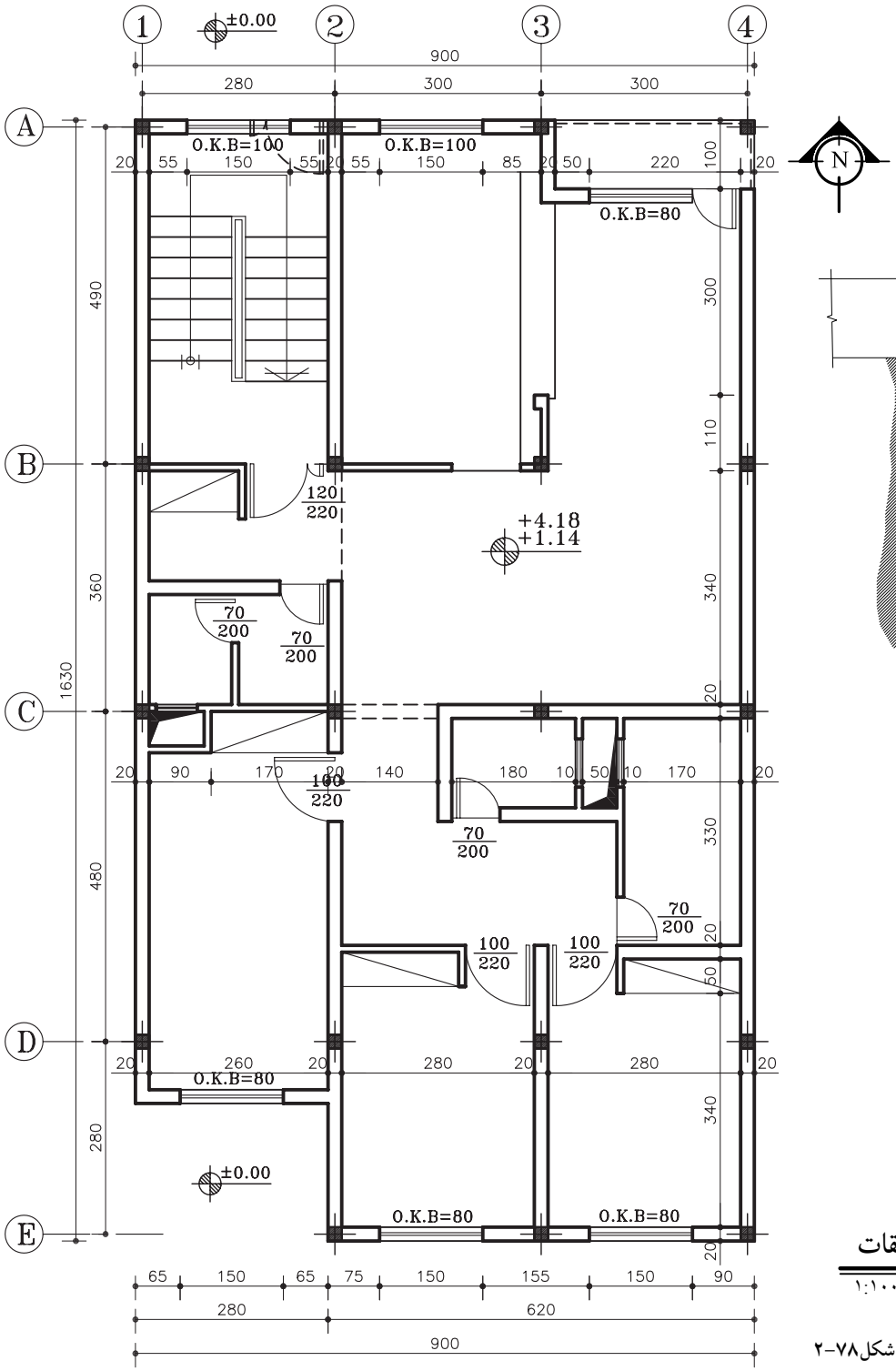
با توجه به پلان موقعیت، این بنا از شمال به خیابان اصلی و از شرق و غرب به ساختمان‌های مجاور محدود و ضلع جنوبی بنا نیز به حیاط منتهی گردیده است.



پلان موقعیت

مقیاس ۱:۵۰۰

شکل۷۷-۲



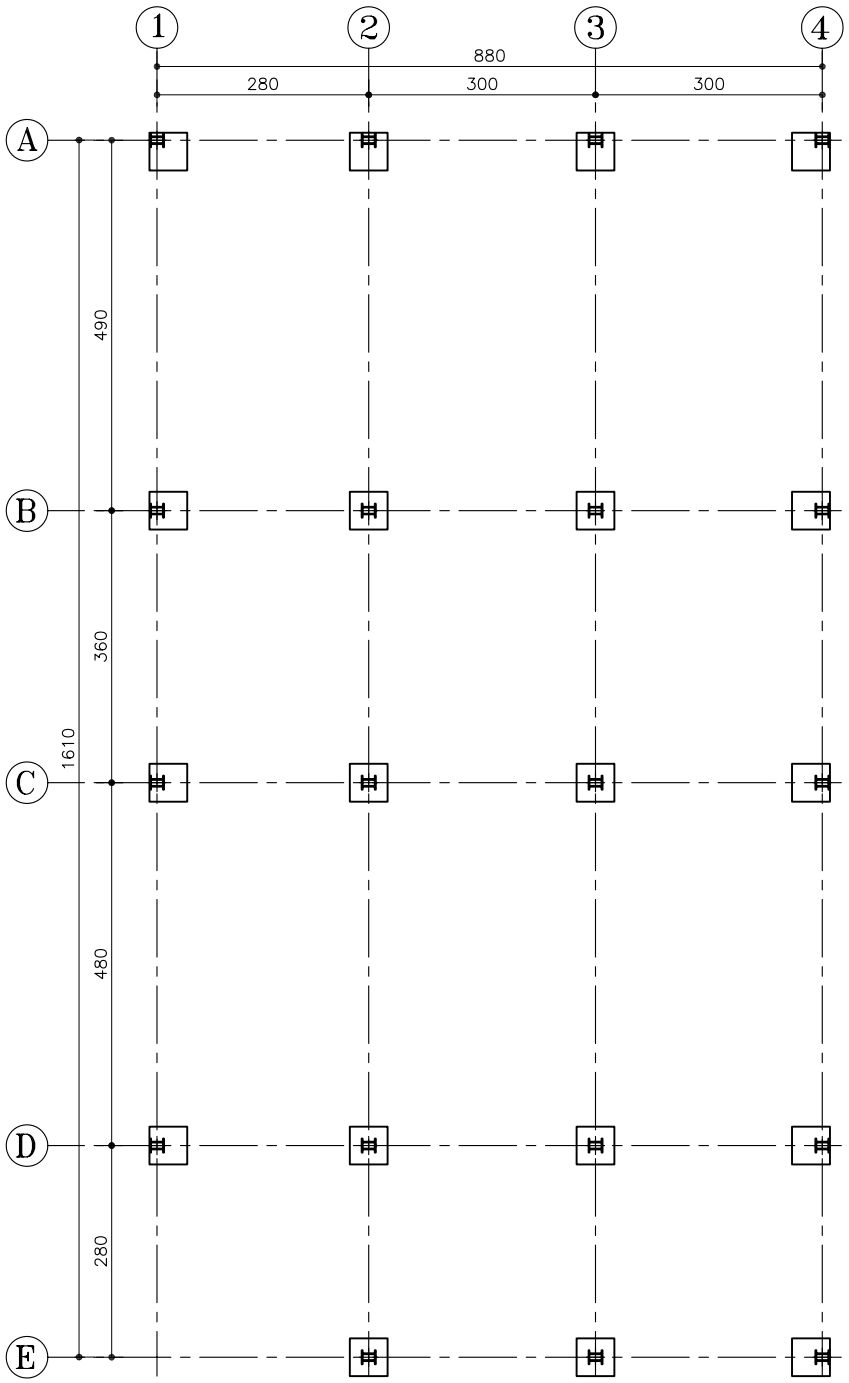
پلان طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۷۸-۲

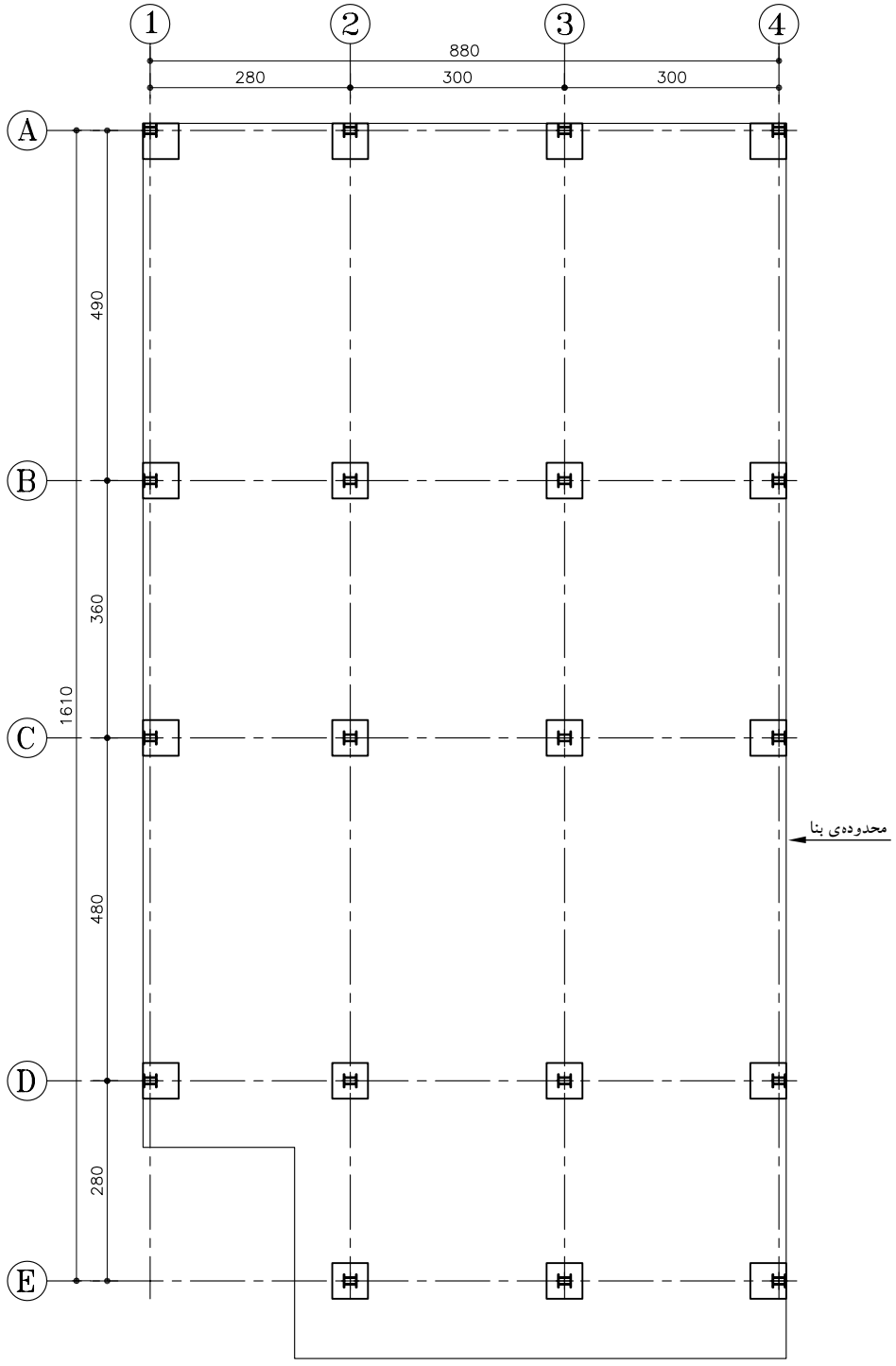
الف)مراحل ترسیم پلان فنداسیون:

۱-مبنای ترسیم پلان فنداسیون، پلان آکس‌بندی است. ابتدا پلان اکس‌بندی را با توجه به نحوه‌ی قرارگیری ستون‌ها ترسیم کنید سپس ستون‌ها را در محل‌های مشخص شده قرار دهید و صفحه‌ی زیرستون‌ها را رسم نمایید(شکل ۷۹-۲).



شکل ۷۹-۲

۲-محدوده‌ی سطح زیربنا را از روی پلان داده شده مشخص کرده و با خط ممتد نازک رسم کنید (شکل ۸۰-۲).

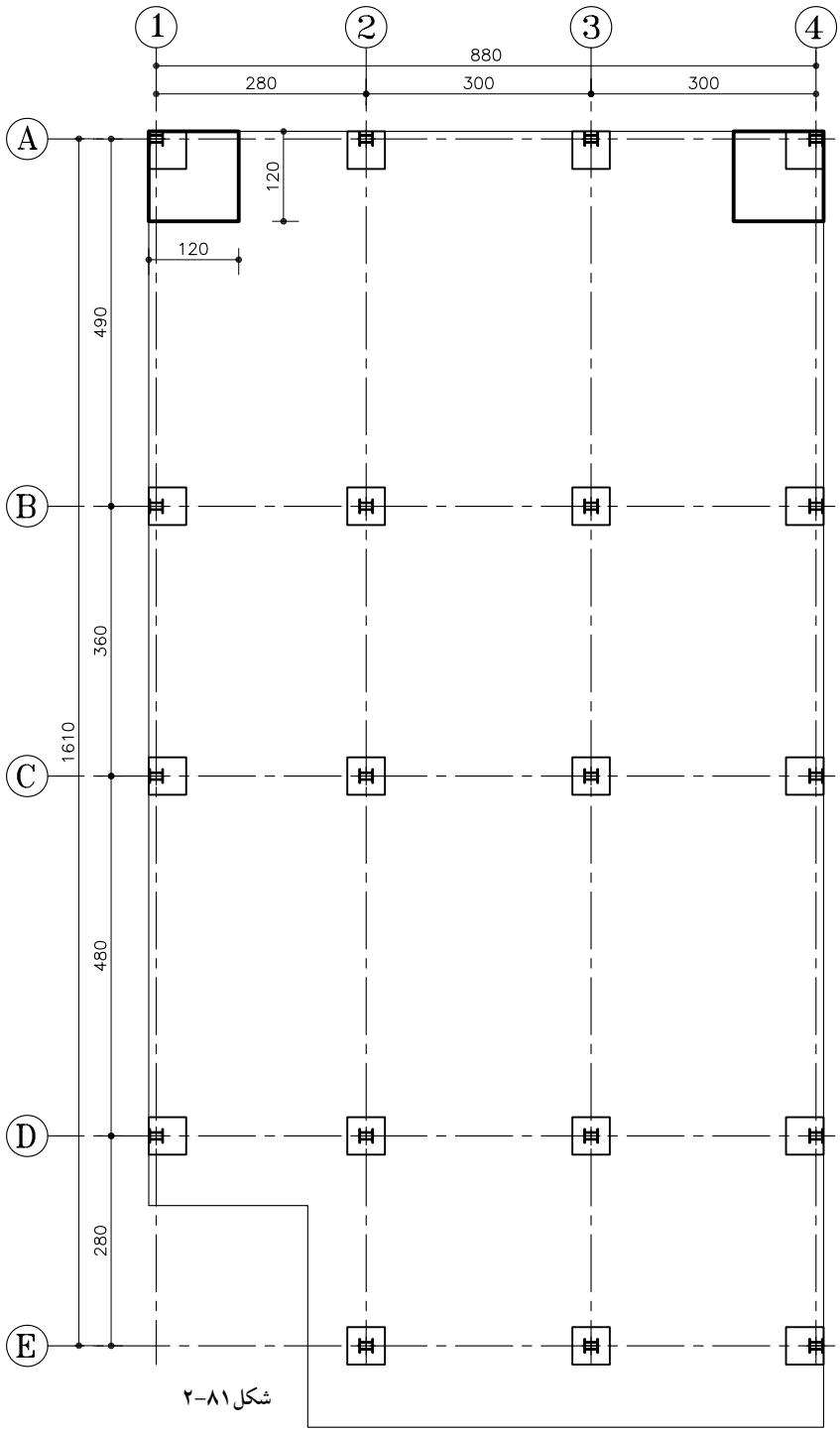


شکل ۸۰-۲

تذکر۱: در این پلان، پی‌های هم‌جوار با خیابان که در دو گوشه‌ی شمال نقشه قراردارند، ازنوع پی‌های گوشه است و پی‌های جنوبی به دلیل قرارداشتن در درون ملک به صورت کامل ترسیم و اجرا می‌شود.

تذکر۲: ابعاد پی گوشه ۶۰×۱۲۰×۱۲۰ در نظر گرفته شود.

۳-برای ترسیم پی‌ها باید طبق مشخصاتی که مهندس محاسب دراختیار شما قرارمی‌دهد عمل نمایید. درترسیم پی‌های گوشه، باید لبه‌ی بیرونی پی را منطبق بر مرز پلان نموده به‌طوری‌که ستون برگوشه‌ی بیرونی پی قراربگیرد(شکل ۸۱-۲).



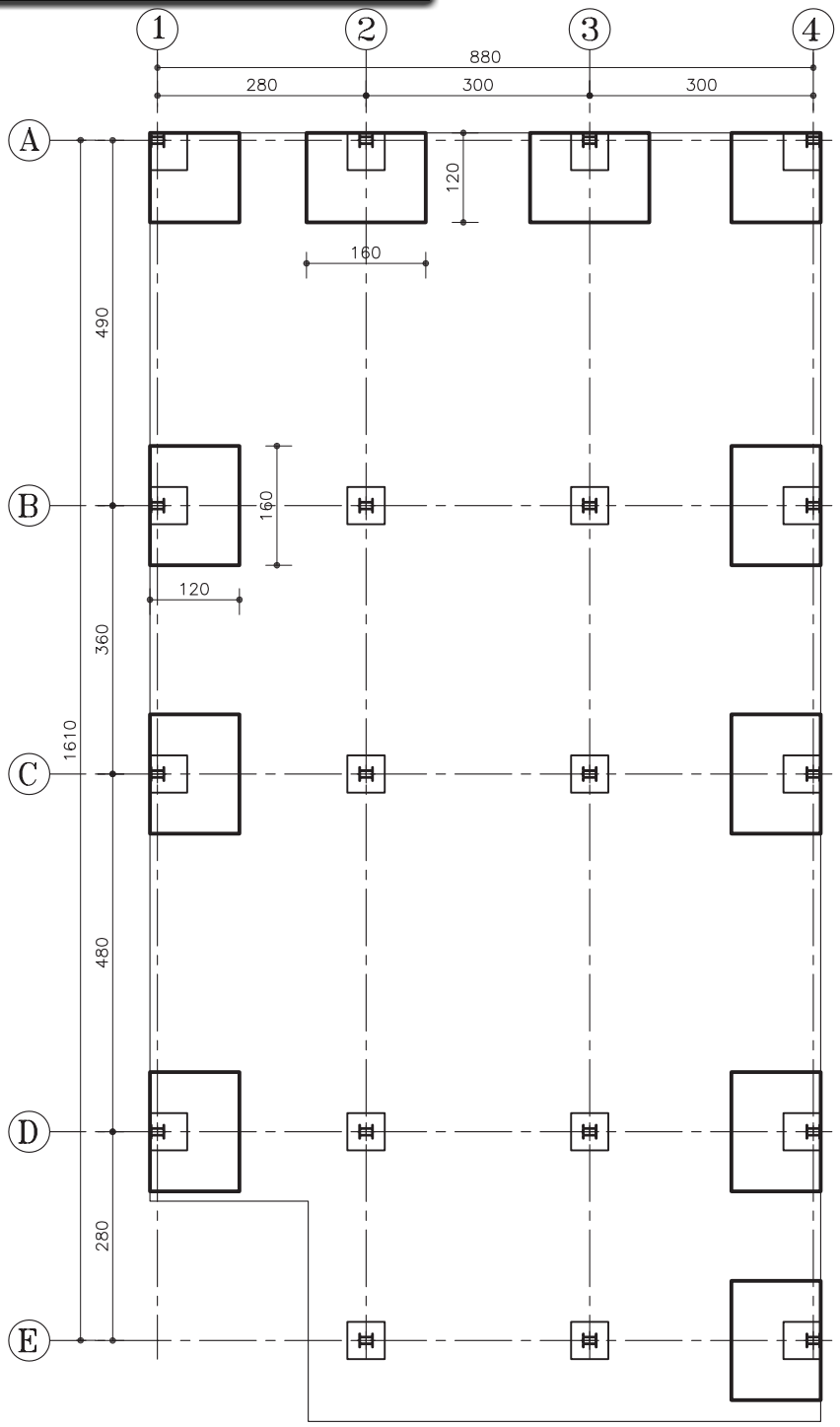
شکل ۸۱-۲

۴-حال برای ترسیم پی‌های کناری، باید یک بُعد ازپی را برامتداد مشخص شده‌ی مرز پلان مذکور منطبق نمایید(شکل ۸۲-۲).

ابعادقراردادی درترسیم این پی ها ۶۰×۱۲۰×۱۶۰ در نظرگرفته شود.

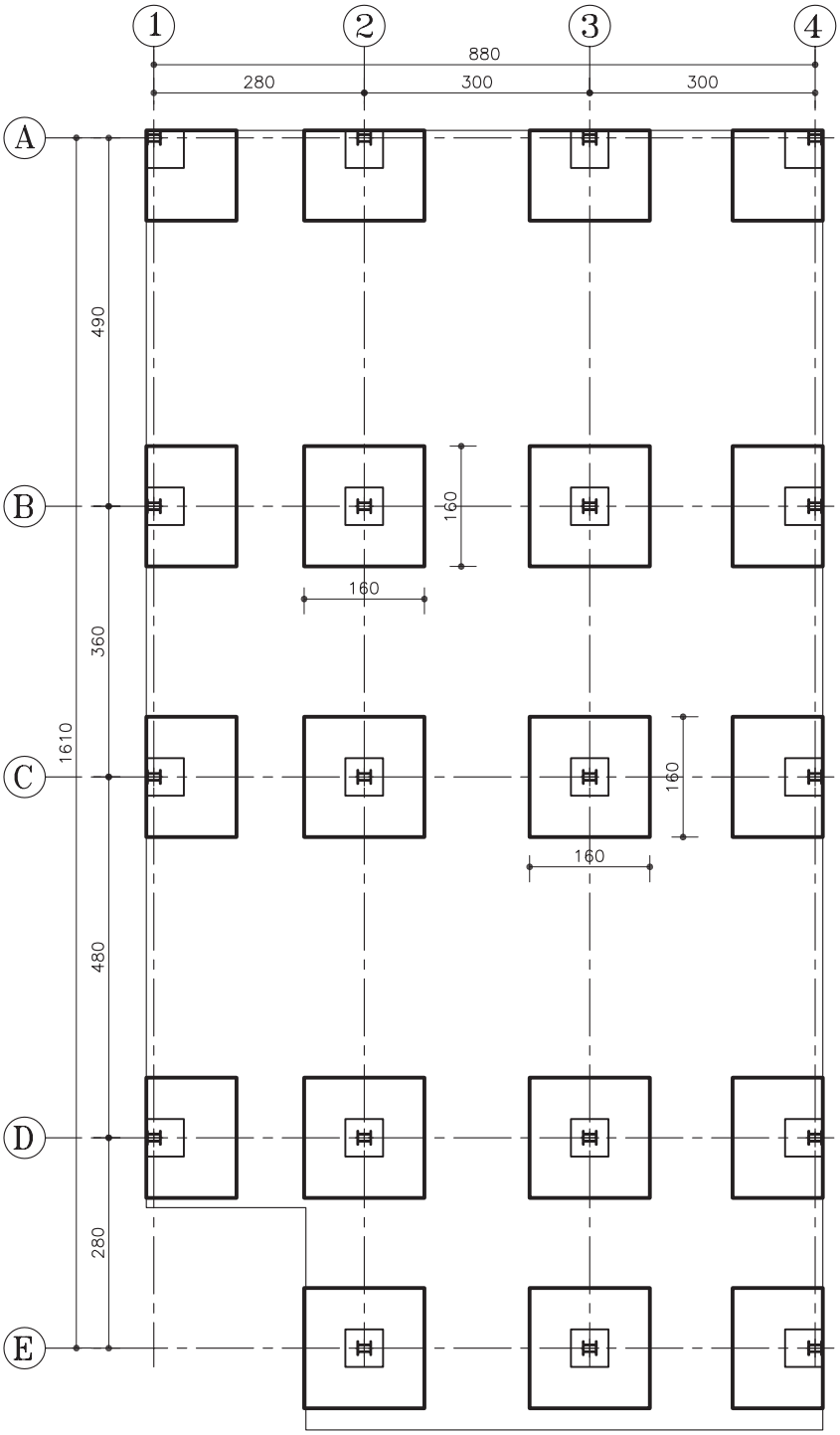
تذکر۱: در ترسیم پی‌ها از خطوط ممتد کلفت و پر رنگ استفاده گردد.

تذکر۲: ابعاد پی‌ها با توجه به محاسبات انجام شده توسط مهندس محاسب، درنظرگرفته می‌شود.



شکل ۸۲-۲

۵-پی‌های میانی را نیز طوری ترسیم نمایید که آکس ستون برآکس پی منطبق شود(شکل۸۳-۲).
اندازه‌ی این پی‌هارا ۶۰×۱۶۰×۱۶۰درنظربگیرید.



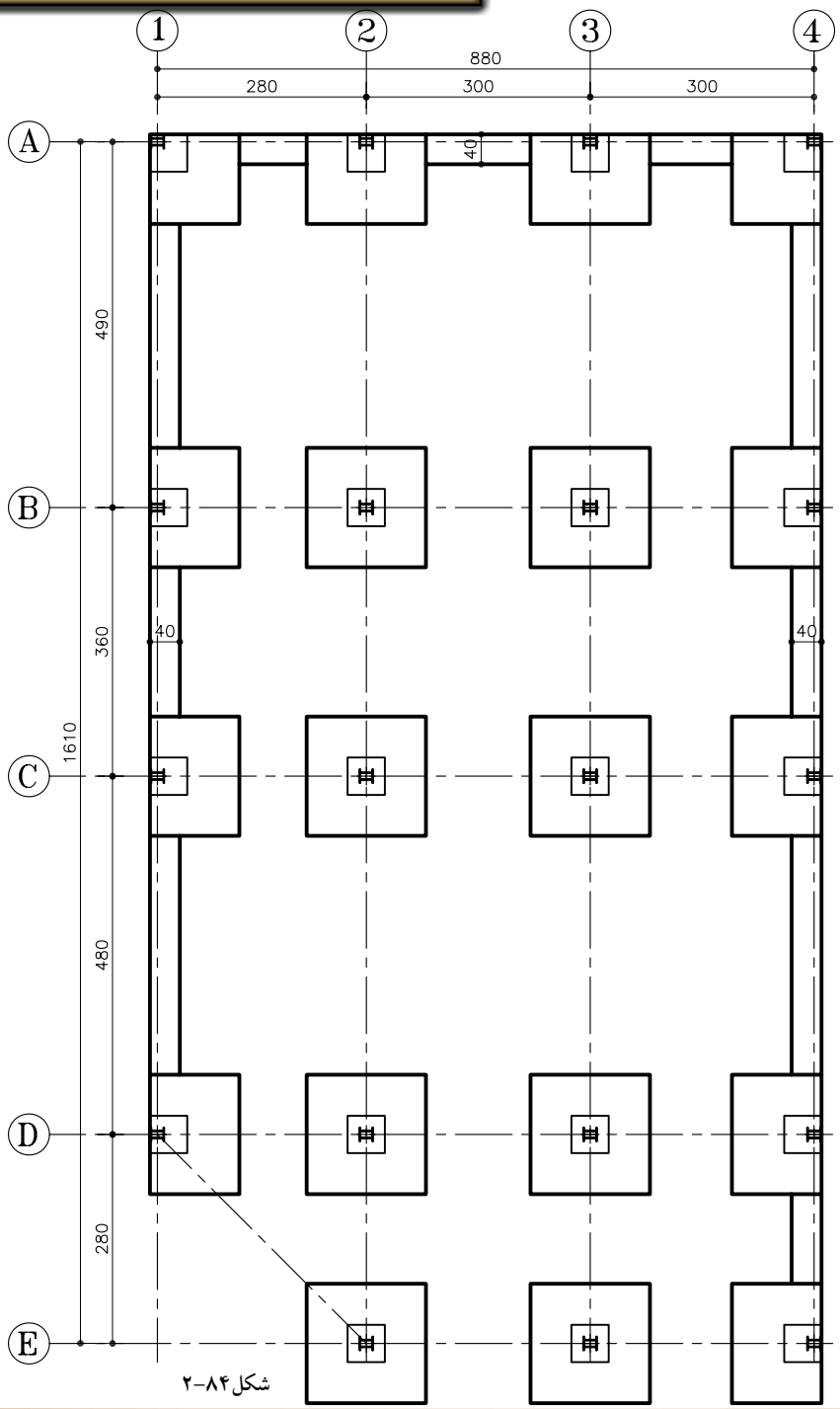
شکل۸۳-۲

۶-برای اتصال پی‌ها به یکدیگر، ابتدا شناژهای طولی و عرضی کناری را ترسیم کنید. توجه داشته باشید، نباید شناژها از لبه‌ی مرز پلان خارج شود (شکل۸۴-۲). شناژها دراین نقشه در قسمت فوقانی هم‌سطح با پی‌ها نیستند.

ابعاد قراردادی شناژ را ۴۰×۴۰درنظربگیرید.

تذکر۱: در صورتی که سطح فوقانی شناژهم سطح با سطح پی باشد، خط مشترک بین شناژ و پی را پاک نمایید و اگر شناژ در سطحی پایین‌تر از سطح پی قرار دارد، خط باقی خواهد ماند.

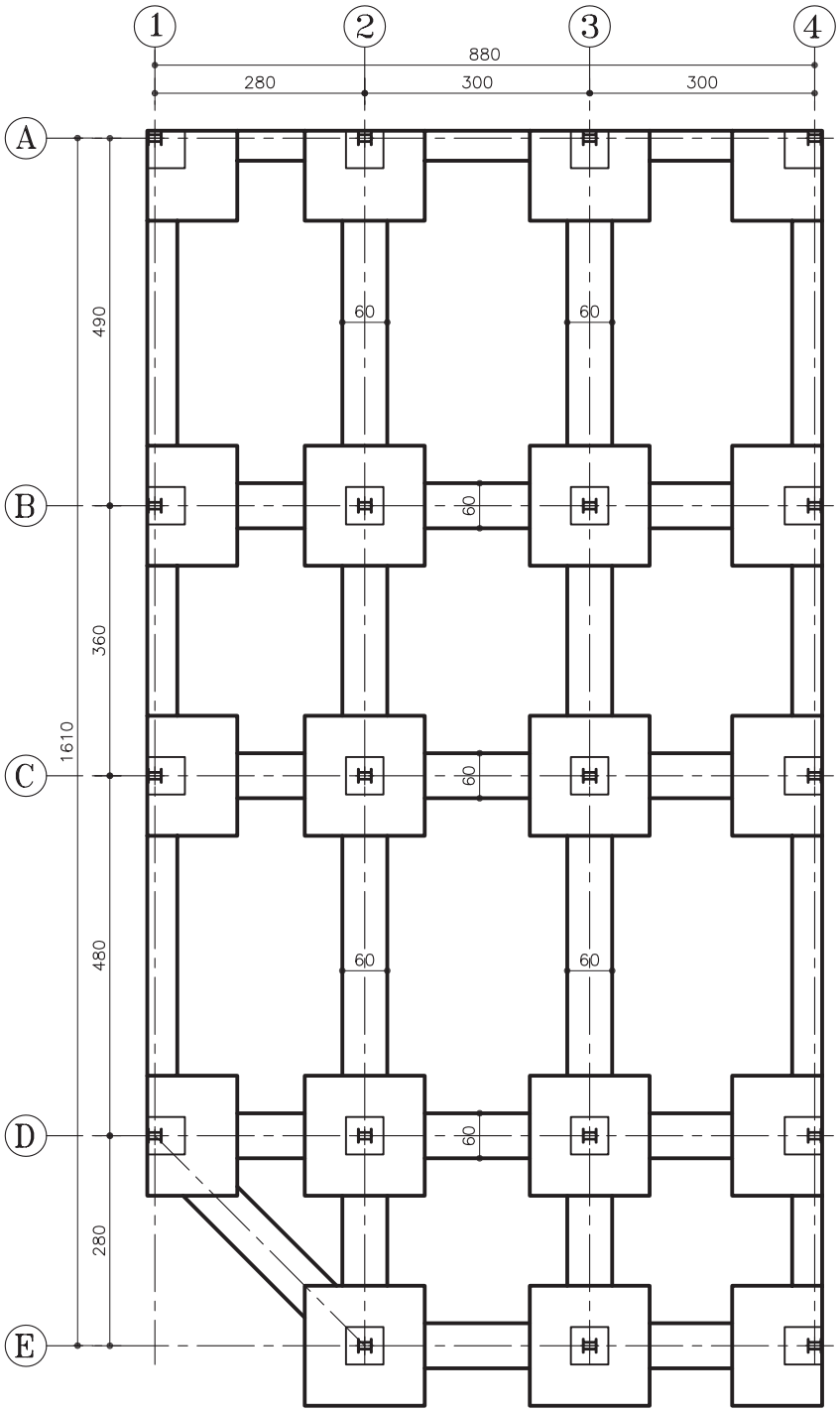
تذکر۲: درترسیم شناژها از خطوط ممتد متوسط استفاده شود.



شکل۸۴-۲

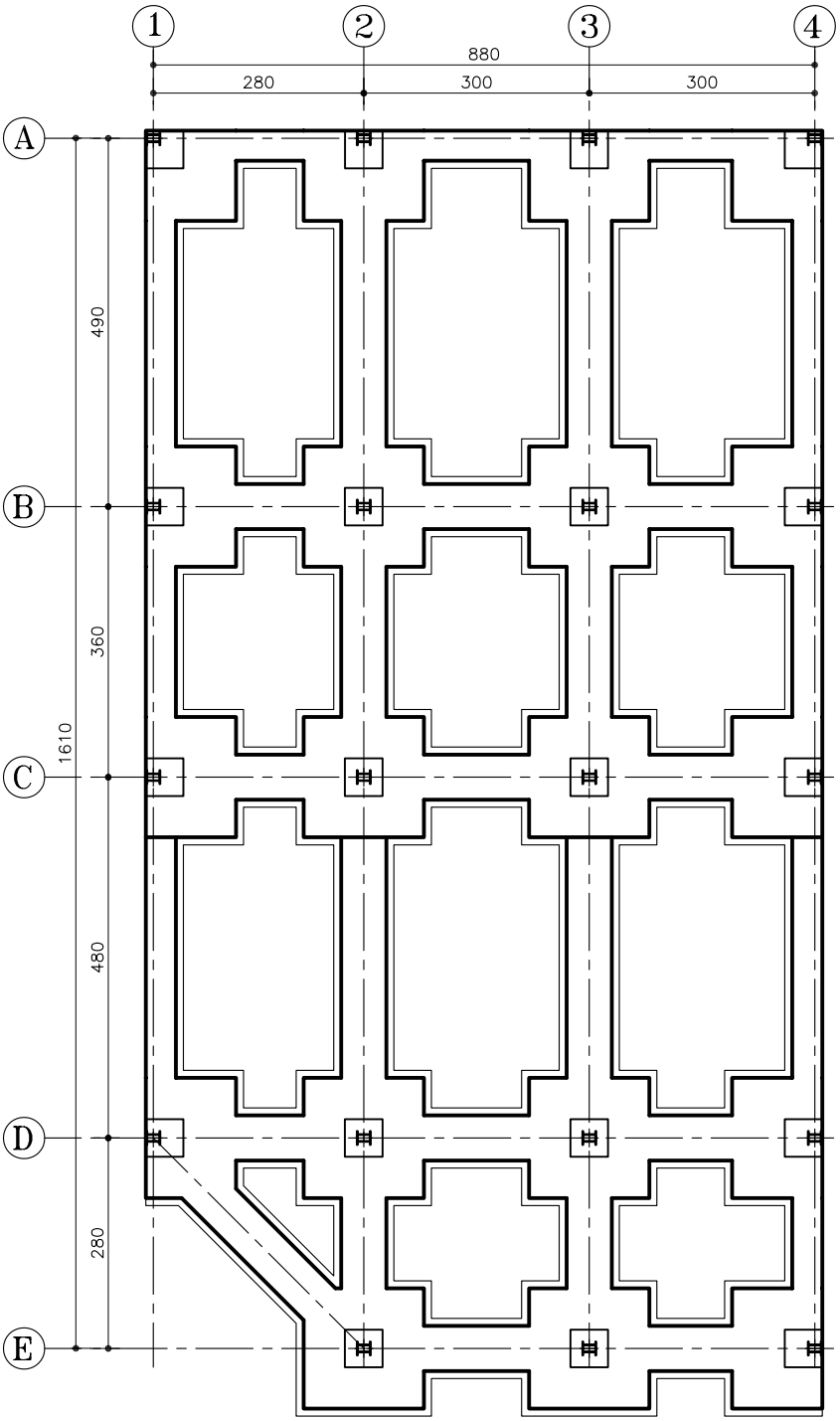
۷-سپس شناژهای طولی و عرضی میانی را ترسیم نمایید. عرض شناژ، باید از دو طرف نسبت به محورهای افقی و عمودی یکسان در نظرگرفته شوند(شکل۸۵-۲).
ابعاد قراردادی شناژ را ۴۰×۶۰درنظربگیرید.

تذکر: برای ترسیم خطوط شناژهای مورب نیز، باید نسبت به آکس مورّبی که از مرکزستون عبور می‌کند، تبعیت نماید.



شکل۸۵-۲

۸-ترسیم بتن‌مگر آخرین مرحله ازترسیم پلان خواهد بود. دورتادور ازلبه‌ی پی و شناژها را با فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متر و با خطوط ممتد نازک، خطوط بتن مگر را نشان دهید و در ادامه خطوط بین پی وشناژ پاک کنید(شکل ۸۶-۲).



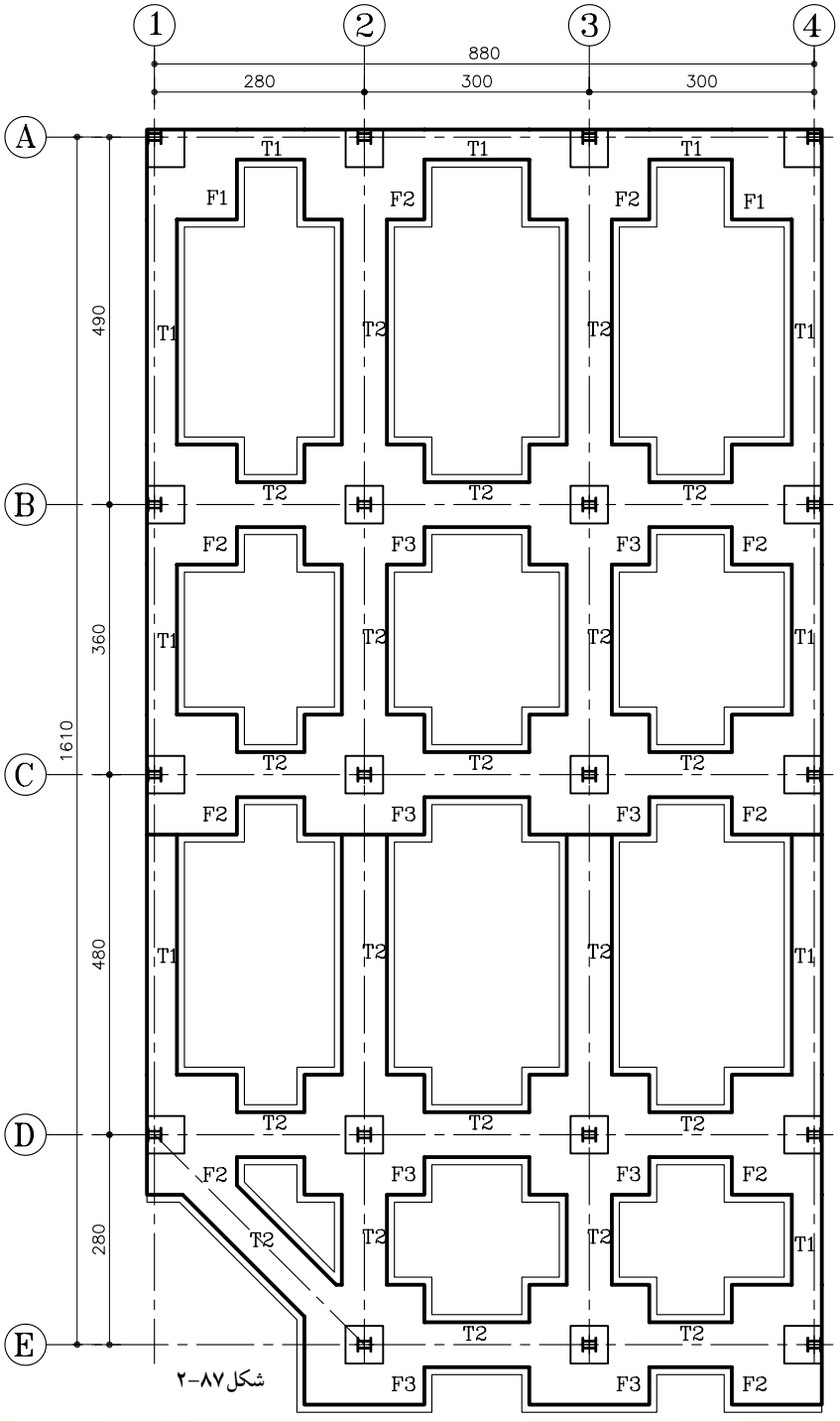
شکل ۸۶-۲

ب)مراحل نام‌گذاری پی‌ها و شناژها(تیپ بندی):

۹-پس از ترسیم کامل پلان فنداسیون باید پی‌ها و شناژها نام‌گذاری شوند.

در پی‌های منفرد، معمولاً آن‌ها را با حرف F (مخفف کلمه‌ی Footing) نشان می‌دهند و برای متمایزکردن تیپ‌های مختلف پی‌ها از اعداد نیز استفاده می‌شود مانند ..., F2, F1

شماره‌گذاری نقشه‌ها ازگوشه‌ی سمت چپ و از بالای نقشه شروع می‌شود. در صورتی که عرض شناژ در پلان متغیر ترسیم شده باشد، آن‌ها را نیز نام‌گذاری (تیپ بندی) می‌کنیم. شناژها با حرف T.B. (مخفف کلمه‌ی Tie Beam) و یا به‌طوراختصار باحرف T نشان داده می‌شوند. مانند T.B.1, T.B.2,...(شکل ۸۷-۲).



شکل ۸۷-۲

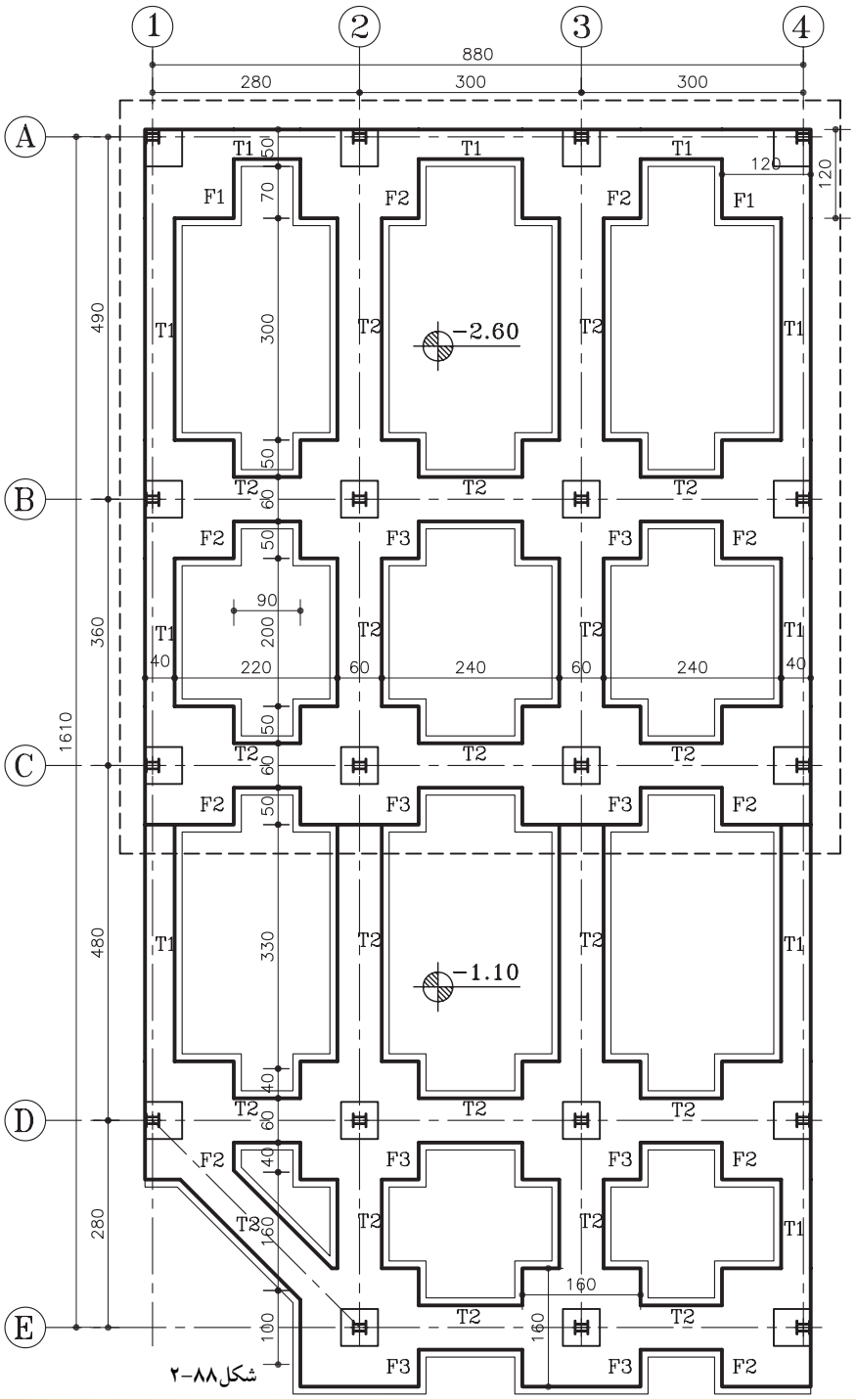
ج)مراحل اندازه‌گذاری پلان:

یکی ازاندازه‌های مورد لزوم دراین پلان، اندازه های بین ستون‌ها است. که قبلاً در پلان اکس‌بندی انجام شده است. بنابراین ازتکرار آن صرف نظر می‌کنیم.

۱۰-ازاندازه های ضروری درپلان می توان به اندازه‌ی طولی وعرضی کلی زیربنا، ابعادپی‌ها وشناژها اشاره کرد.

شکل ۸۸- ۲اندازه گذاری رابه طورکامل نشان می‌دهد.

۱۱-سپس کدهای ارتفاعی سطوح غیرهم سطح را نشان دهید. به طورمثال کُدارتفاعی زیرپی‌ها که نشان دهنده‌ی خاک برداری و کُدارتفاعی بالای پی و شناژها، جهت تنظیم ارتفاع قالب مورد نیاز است.



د)جدول پوزیسیون بندی پلان:

۱۲-جهت ارائه‌ی اطلاعات مربوط به ابعاد پی‌ها و شناژهای رابطی که درپلان فنداسیون ترسیم شده‌اند، از جدولی استفاده می‌شود که به آن «جدول تیپ‌بندی پی ها» گفته می‌شود. دراین جدول طول و عرض و ارتفاع پی‌ها، عرض و ارتفاع شناژها، به همراه نام و شماره‌ی پوزیسیون و تعداد آن مشخص گردیده است(جدول ۱-۲).

جدول ۱-۲

	POS	N	a×b×h
پی گوشه	F1	2	120×120×60
پی کناری	F2	9	160×120×60
پی میانی	F3	8	160×160×60
شناژکناری	T1	-	40×40
شناژمیانی	T2	-	60×40

ه)اطلاعات دیگر:

دراین نقشه‌ها لازم است اطلاعات دیگری نیز به مجری داده شود. ازجمله:

-مقاومت زمین که برای محاسبه‌ی پی درنظرگرفته شده است.

-مقاومت و نوع بتن مصرفی.

-مشخص‌کردن تراز مبناء درصورت لزوم.

-شماره‌ی نقشه‌هایی که مربوط به آرماتوربندی پی های منفرد است.

-مشخص‌کردن خطوط برش بر روی پی و شناژ.

-درج علامت شمال در سمت راست نقشه و نوشتن عنوان نقشه و مقیاس ترسیم در زیرآن.

به نام‌گذاری قطعات و اعضای سازه‌ای که از نظرشکل، اندازه‌ی طول، شماره‌ی قطرمیلگرد و... مشابه به هم هستند«پوزیسیون‌بندی» می نامند.

پوزیسیون‌بندی فنداسیون یعنی دسته‌بندی پی‌ها و شناژهای با ابعاد مشابه به هم، به منظور خلاصه‌کردن اطلاعات هر یک ازآن‌ها.

خودآزمایی۱: پلان فنداسیون پی منفرد از تمرین کارگاهی ۳ را ترسیم نمایید. ابعاد پی گوشه ۶۰×۱۰۰×۱۰۰ و ابعاد پی کناری ۶۰×۱۰۰×۱۲۰ و ابعاد پی میانی ۶۰×۱۲۰×۱۲۰ و عرض شناژها ۶۰ سانتی‌متر در نظرگرفته شود.

خودآزمایی۲: پلان فنداسیون پی منفرد از تمرین کارگاهی ۴ را ترسیم نمایید.

بیش‌تر بدانیم

مهندسان هخامنشی راز استفاده از عدد پی(۳/۱۴) را ۲۵۰۰سال پیش برای ساخت حجم‌های مخروطی کشف کرده بودند.آن ها در ساخت سازه های سنگی و ستون های مجموعه‌ی تخت جمشید، که دارای شکل مخروطی است، از این عدد استفاده می‌کردند. دقت و ظرافت درساخت ستون‌های استوانه‌ای تخت جمشید، نشان می دهد که مهندسان این سازه، عدد پی را تا چندین رقم اعشار محاسبه کرده اند. مهندسان هخامنشی، ابتدا مقاطع دایره ای را به چندین بخش مساوی تقسیم کرده، سپس در داخل هر قسمت تقسیم شده، هلالی معکوس را رسم می‌کردند. این کار آن ها را قادر می‌ساخت که مقاطع بسیار دقیق ستون های با مقطع دایره ای را به دست بیاورند. این محاسبات، مهندسان سازه‌ی تخت جمشید را در محاسبه‌ی ارتفاع ستون ها، نحوه‌ی ساخت آن‌ها، فشاری که باید ستون‌ها تحمل کنند و توزیع تنش درمقاطع ستون‌ها یاری می کرد.

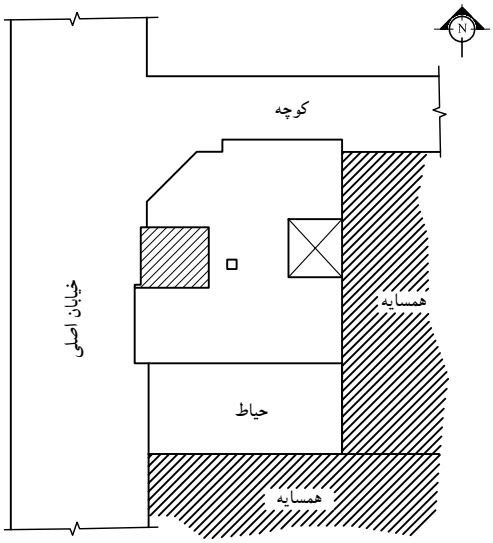
تمرین کارگاهی۵: شکل‌های۸۹-۲ و۹۰-۲ پلان موقعیت و پلان طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به پلان موقعیت این ساختمان، موارد خواسته شده را ترسیم نمایید.

موارد خواسته شده:

-رسم پلان آکس بندی با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$

-رسم پلان ستون‌گذاری و تیپ‌بندی آن با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$

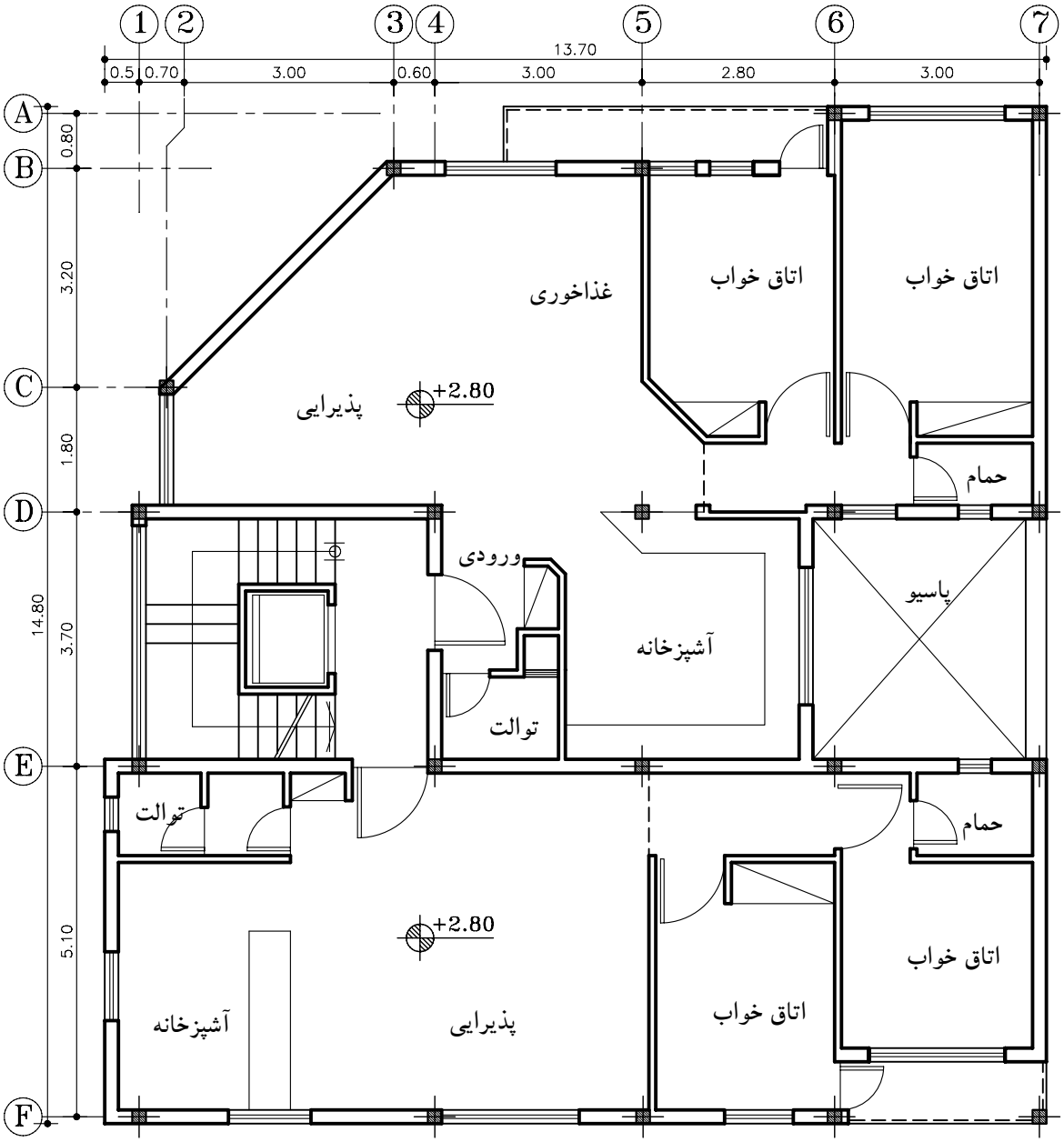
-رسم پلان فنداسیون منفرد کلاف‌بندی شده با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$، مشخصات نوع و ابعاد پی را طبق جدول ۱-۲ درنظر بگیرید.



پلان موقعیت

مقیاس ۱:۴۰۰

شکل۸۹-۲



پلان طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

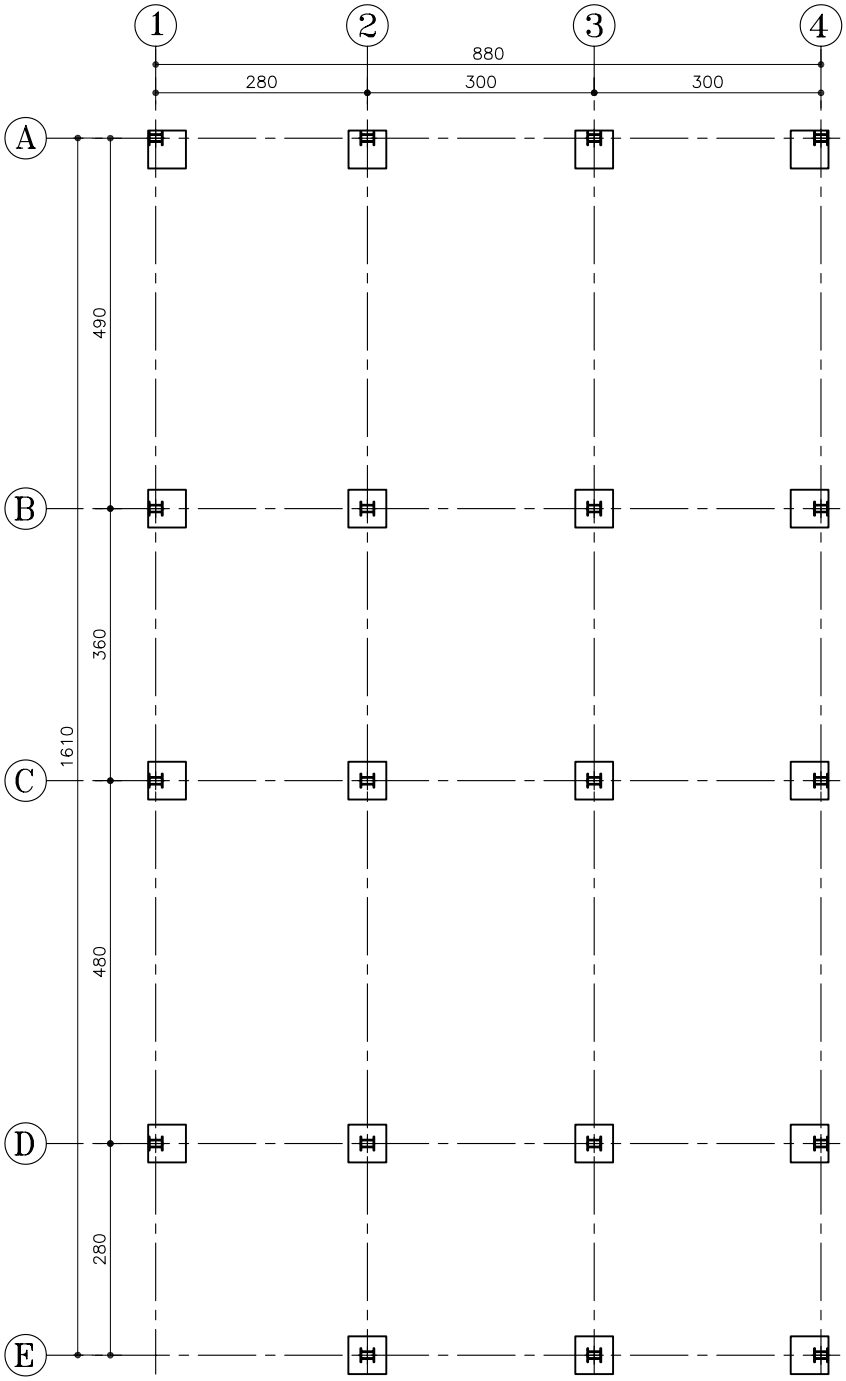
شکل ۹۰ -۲

۵-۴-۲-دستورالعمل ترسیم پلان فنداسیون نواری:

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

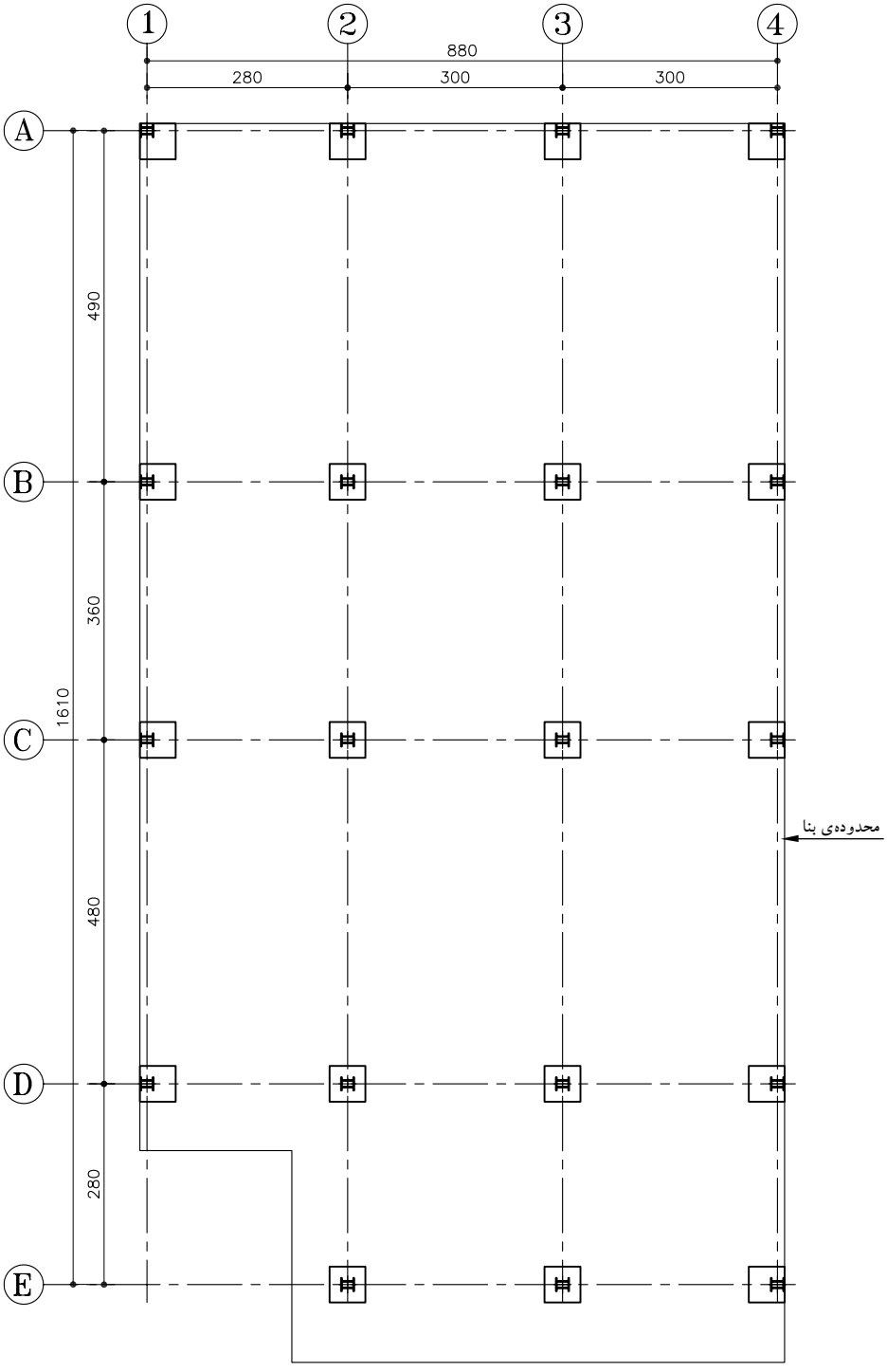
درصورتی‌که نوع پی، از نوع نواری باشد، باید پلان فنداسیون نواری را مطابق با ابعاد محاسبه شده‌ی پی‌ها ترسیم نمود.

الف)مراحل ترسیم پلان: ۱-مبنای ترسیم پلان فنداسیون، پلان آکس‌بندی است. ابتدا پلان اکس‌بندی را با توجه به نحوه‌ی قرارگیری ستون‌ها ترسیم کرده و ستون‌ها را در محل‌های مشخص شده رسم نمایید(شکل ۹۱-۲).



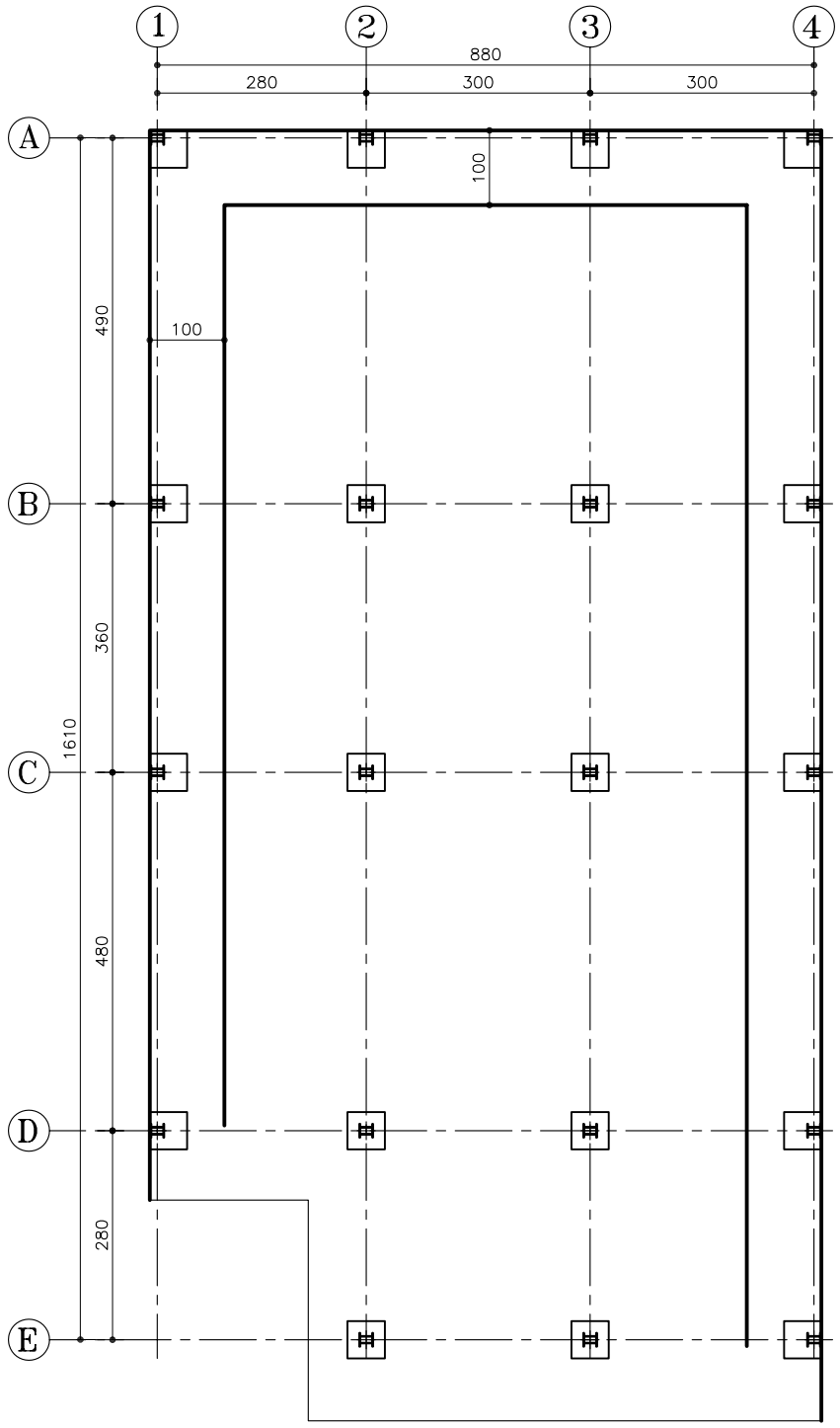
شکل ۹۱-۲

۲-محدوده‌ی سطح زیربنا را از روی پلان داده شده مشخص کرده و با خط ممتد نازک رسم کنید (شکل ۹۲-۲).



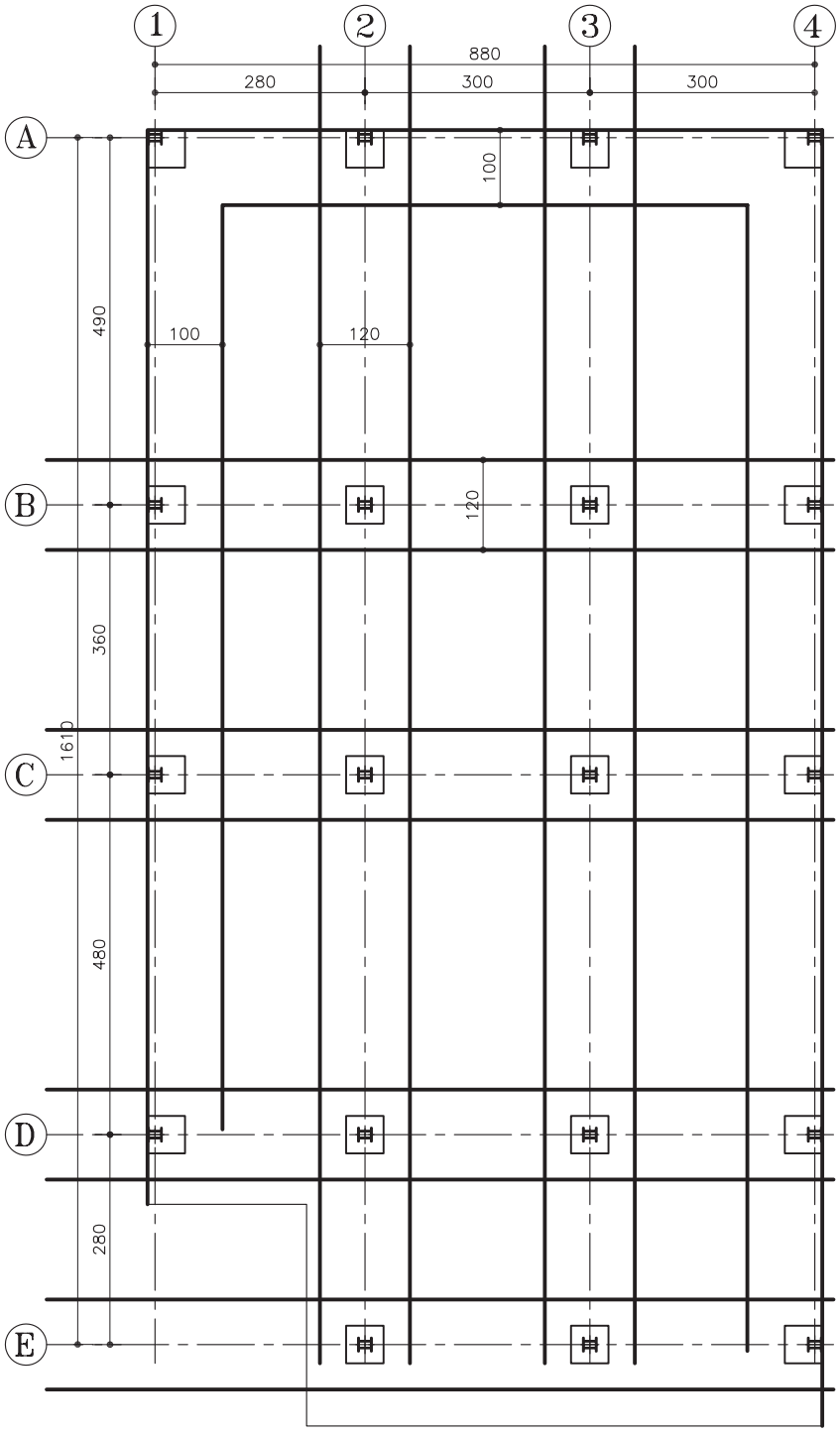
شکل ۹۲-۲

۳-برای ترسیم پی‌ها باید مطابق مشخصاتی که مهندس محاسب دراختیاررسّام قرارمی‌دهد، عمل نمود.
ابتدا پی‌های نواری کناری را مطابق با اندازه‌ی داده شده رسم کنید. لبه‌ی پی‌ها منطبق برلبه‌ی محدوده‌ی زمین بوده و از آن خارج نگردد.
دراین‌مثال عرض پی‌های کناری را ۱۰۰ سانتی‌متر درنظربگیرید(شکل۹۳-۲).



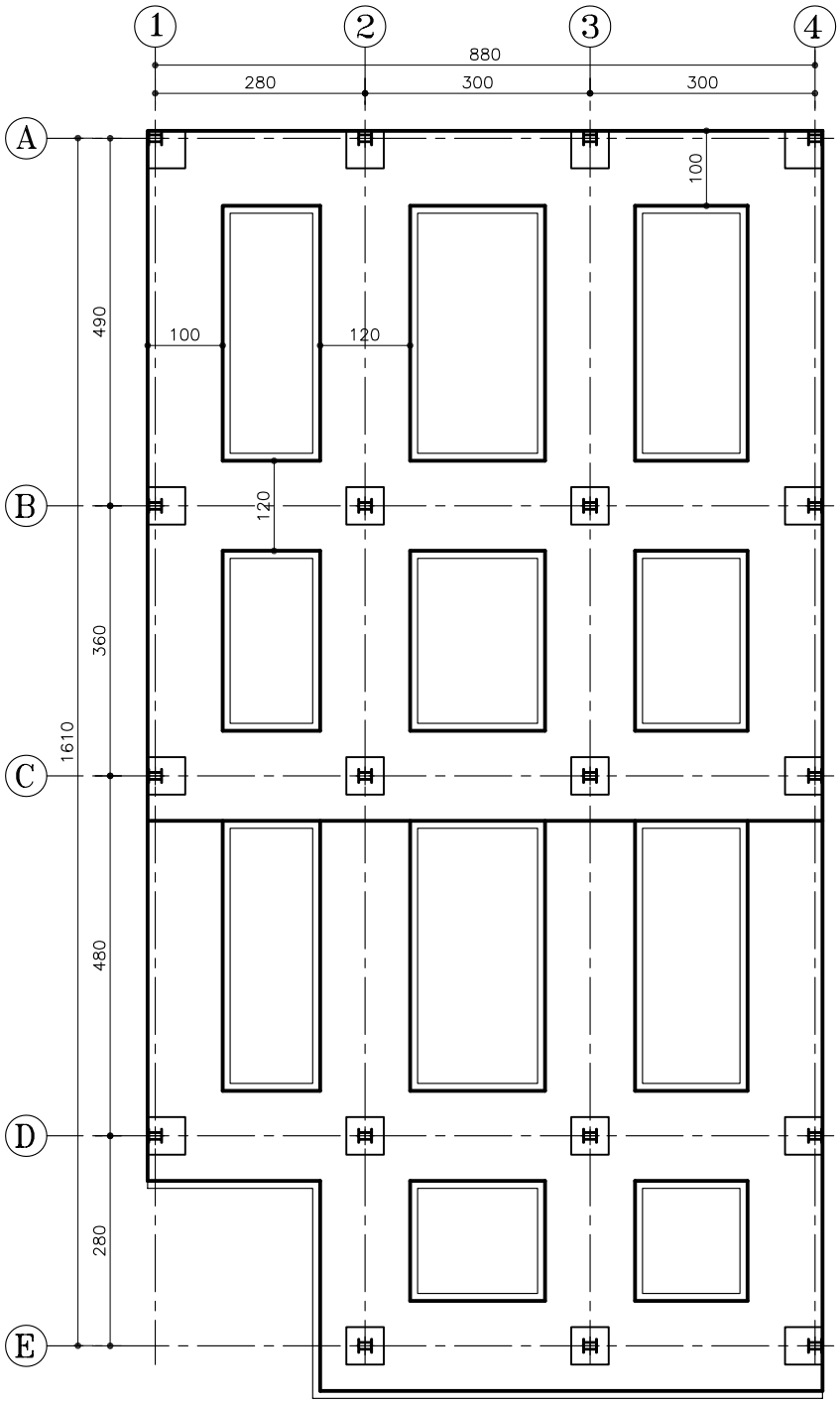
شکل۹۳-۲

۴-پی‌های نواری میانی را در دو جهت طول و عرض زمین، مطابق باشکل ۹۴-۲ و باعرض ۱۲۰سانتی‌متر ترسیم کنید.



شکل ۹۴-۲

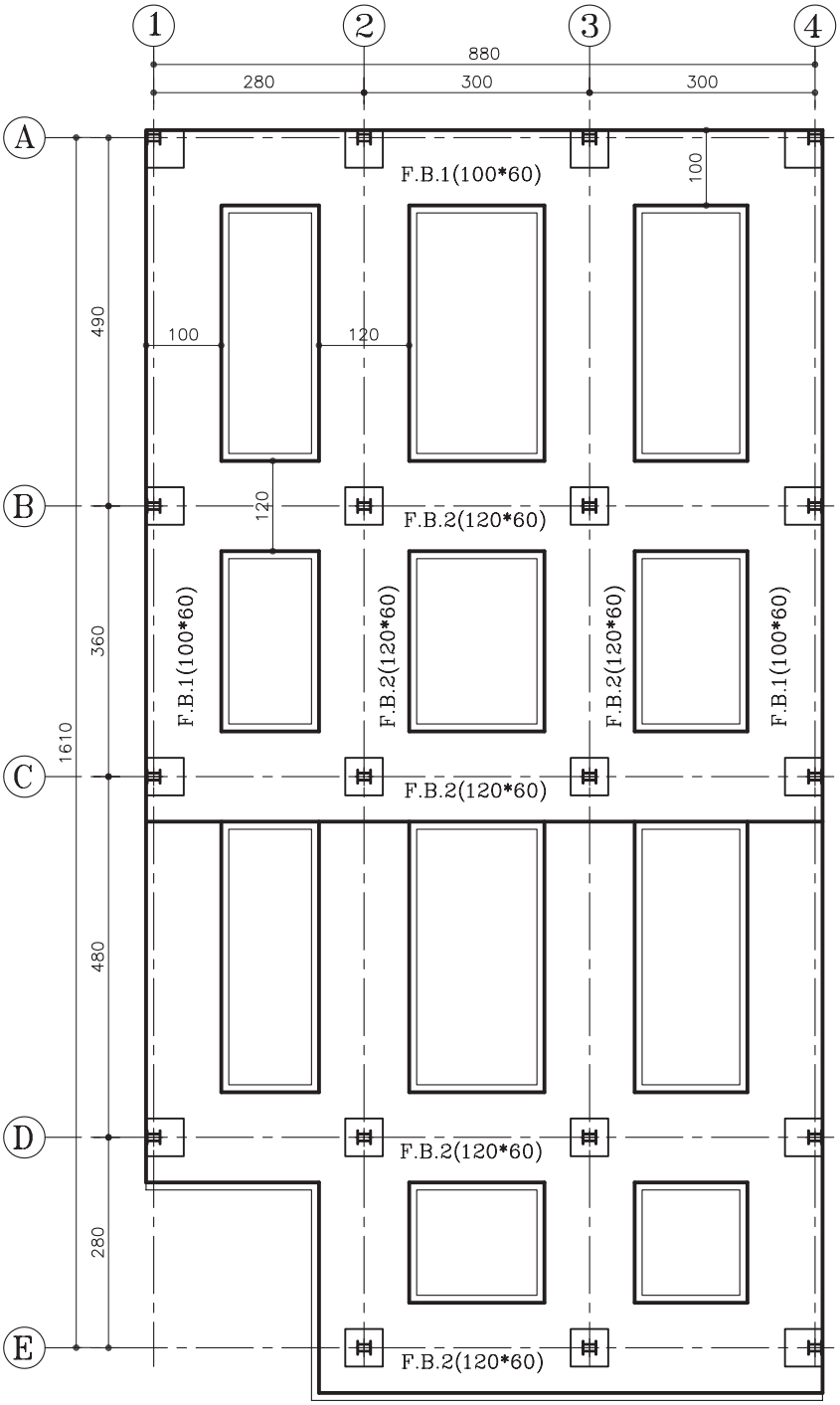
۵-خطوط اضافی را که درمحل تلاقی پی‌ها ایجاد شده، پاک کرده و نقشه را کامل کنید(شکل۹۵-۲).



شکل۹۵-۲

ب)مراحل نام‌گذاری پی‌های نواری:

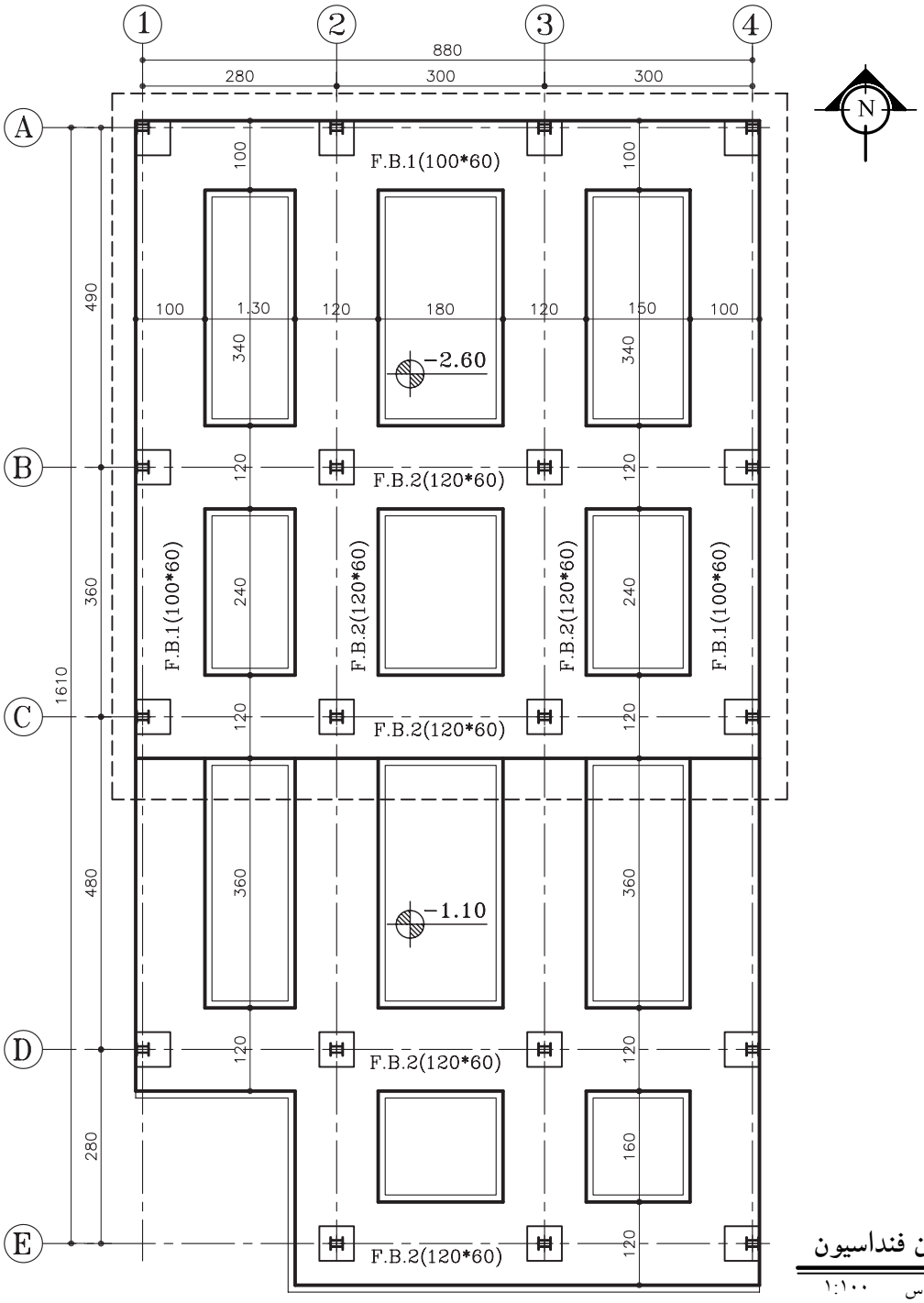
۶-ابتدا پی‌های نواری عرضی را باحرف F.B.(مخفف کلمه‌ی Foundation Beam) و از بالای نقشه به پایین نام‌گذاری کرده و تیپ‌های مختلف آن را به صورت F.B.1 و F.B.2 و... نشان دهید. پی‌های نواری طولی را نیز از چپ به راست و به همین ترتیب نام‌گذاری کنید (شکل ۹۶-۲).



شکل ۹۶-۲

ج)مراحل اندازه‌گذاری پلان:

۷-همانند مراحل قبل فاصله‌ی بین آکس‌ها را اندازه‌گذاری کنید و اندازه‌ی طولی و عرضی پلان را بر روی خط اندازه بنویسید، کدهای ارتفاعی سطوح غیرهم‌سطح را نیز نشان دهید(شکل۹۷-۲).



پلان فنداسیون

مقیاس ۱:۱۰۰

د)جدول پوزیسیون بندی پلان فنداسیون نواری:

۹-این جدول، جهت ارائه‌ی اطلاعات مربوط به ابعاد پی‌های نواری ترسیم می‌شوند و درآن عرض و ارتفاع پی‌ها، به همراه نام و شماره‌ی پوزیسیون و تعداد آن مشخص می‌گردد(جدول ۲-۲).

جدول ۲-۲

POS	N	b×h
F.B.1	-	100×60
F.B.2	-	120×60
...	-	...
...	-	...
...	-	...

ه)اطلاعات دیگر:

دراین نقشه‌ها لازم است اطلاعات دیگری نیز به مجری داده شود. ازجمله:

-مقاومت زمین که برای محاسبه‌ی پی درنظرگرفته شده است.

-مقاومت و نوع بتن مصرفی

-مشخص‌کردن تراز مبناء درصورت لزوم

-شماره‌ی نقشه‌هایی که مربوط به آرماتوربندی پی‌ها است.

-مشخص‌کردن خطوط برش بر روی پی.

-درج علامت شمال در سمت راست نقشه و نوشتن عنوان نقشه و مقیاس ترسیم در زیرآن.

خودآزمایی۳: پلان فنداسیون پی‌نواری از تمرین کارگاهی۳ را ترسیم نمایید. عرض پی‌نواری کناری را۱۲۰سانتی‌متر و پی‌نواری میانی را۱۴۰سانتی‌متر درنظر بگیرید.

خودآزمایی۴: پلان فنداسیون پی‌نواری از تمرین کارگاهی۴ را ترسیم نمایید. عرض پی‌نواری کناری ۱۰۰ سانتی‌متر و عرض پی‌میانی ۱۳۰سانتی‌متر است.

بیش‌تر بدانیم

گنبد سلطانیه: این گنبد درسال ۷۱۲-۷۰۲ هجری قمری به دستور الجایتو(سلطان محمد خدابنده) در شهرسلطانیه، پایتخت ایلخانیان بنا شد.

بنای عظیم سلطانیه کالبدی عظیم و هشت ضلعی است که گنبدی نیم‌کره مانند به ارتفاع ۵۴ متر و قطر ۲۵ متر با پی‌ها و جرزهایی با پهنای ۷ متر را داراست. سطح خارجی گنبد ازکاشی‌های آبی روشنی که با زیبایی هرچه تمام‌تر پوشیده شده و برفراز هر یک از رئوس این پیکره‌ی هشت ضلعی مناره‌ای ظریف قرار داشت. گر چه درگذر زمان، پوسته‌ی خارجی گنبد و هشت مناره‌ی انتهایی آن به شدت آسیب دیده‌اند، اما هنوز می‌تواند تصویری از این آرامگاه بی‌مانند و شاکله‌ی آن را در زمان بر پایی خود مجسم کند.

گنبد سلطانیه به عنوان بزرگ‌ترین گنبد آجری جهان گونه‌ای کاملاً خاص و ابتکاری از سازه‌ی گنبدها را با طرح جناغی ارائه می‌کند که از نوع دو پوسته‌ی پیوسته است.

پی‌های این ساختمان عظیم نیز بسیار سطحی است و آن به دلیل مقاومت عالی زمین می‌باشد. پی‌ها در قسمت شمال بنا از سطح طبیعی زمین حدود ۱/۵ متر پایین‌تر رفته است ولی در سایر قسمت‌ها عمق پی‌ها از ۵۰-۶۰ سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند، پی‌های مزبور از بلوک‌های سنگی منظم به ابعاد ۲۰-۲۵ سانتی‌متر و ملات گچ و آهک ساخته شده است.

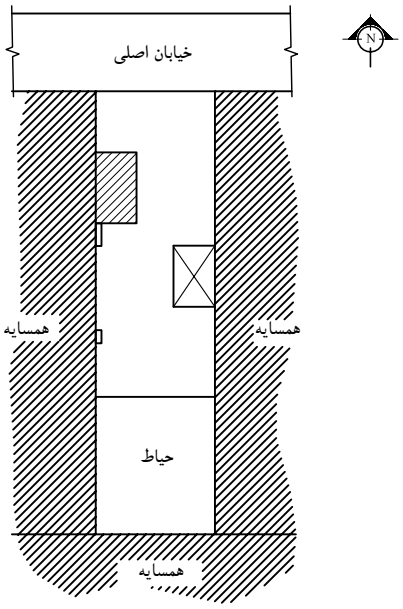
تمرین کارگاهی۶: شکل‌های۹۸-۲ و ۹۹-۲ پلان موقعیت و پلان طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به پلان موقعیت این ساختمان، موارد خواسته شده را ترسیم نمایید.

موارد خواسته شده:

-رسم پلان آکس بندی با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$

-رسم پلان ستون‌گذاری و تیپ‌بندی آن با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$

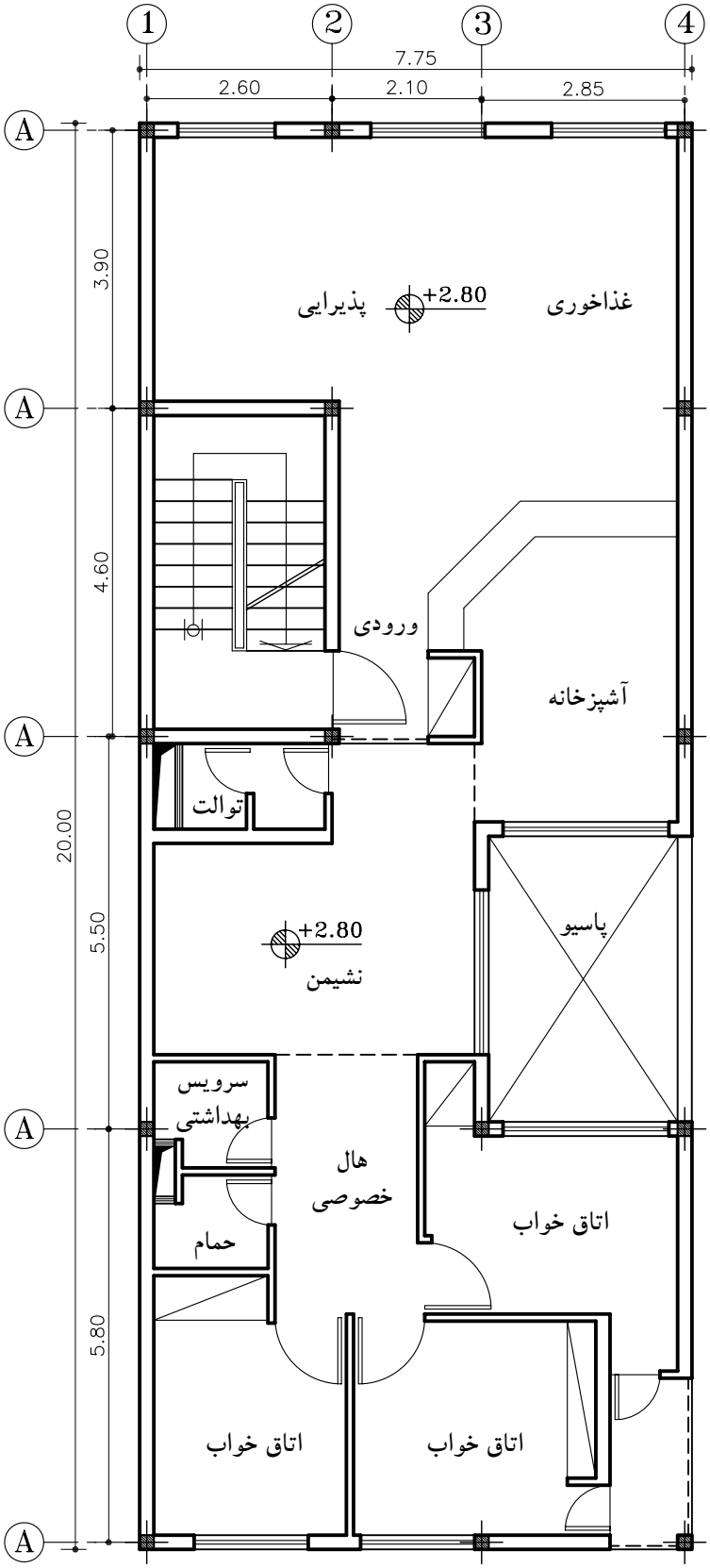
-رسم پلان فنداسیون نواری با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$، مشخصات نوع و ابعاد پی را طبق جدول۲-۲ درنظر بگیرید.



پلان موقعیت

مقیاس ۱:۴۰۰

شکل۹۸-۲



پلان طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

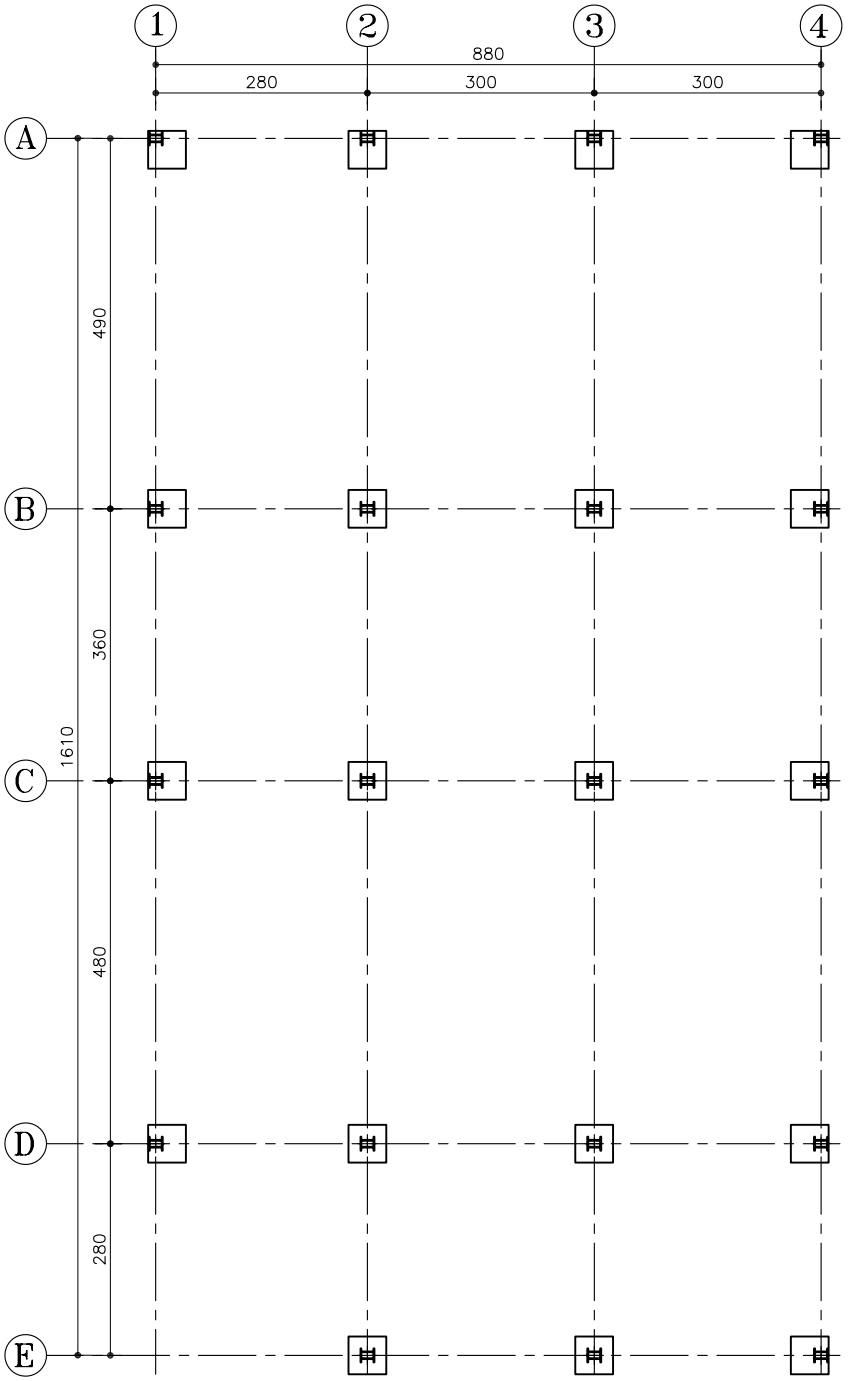
شکل ۹۹-۲

۶-۴-۲-دستورالعمل ترسیم پلان فنداسیون نواری با شناژبندی غیرهمسطح:

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

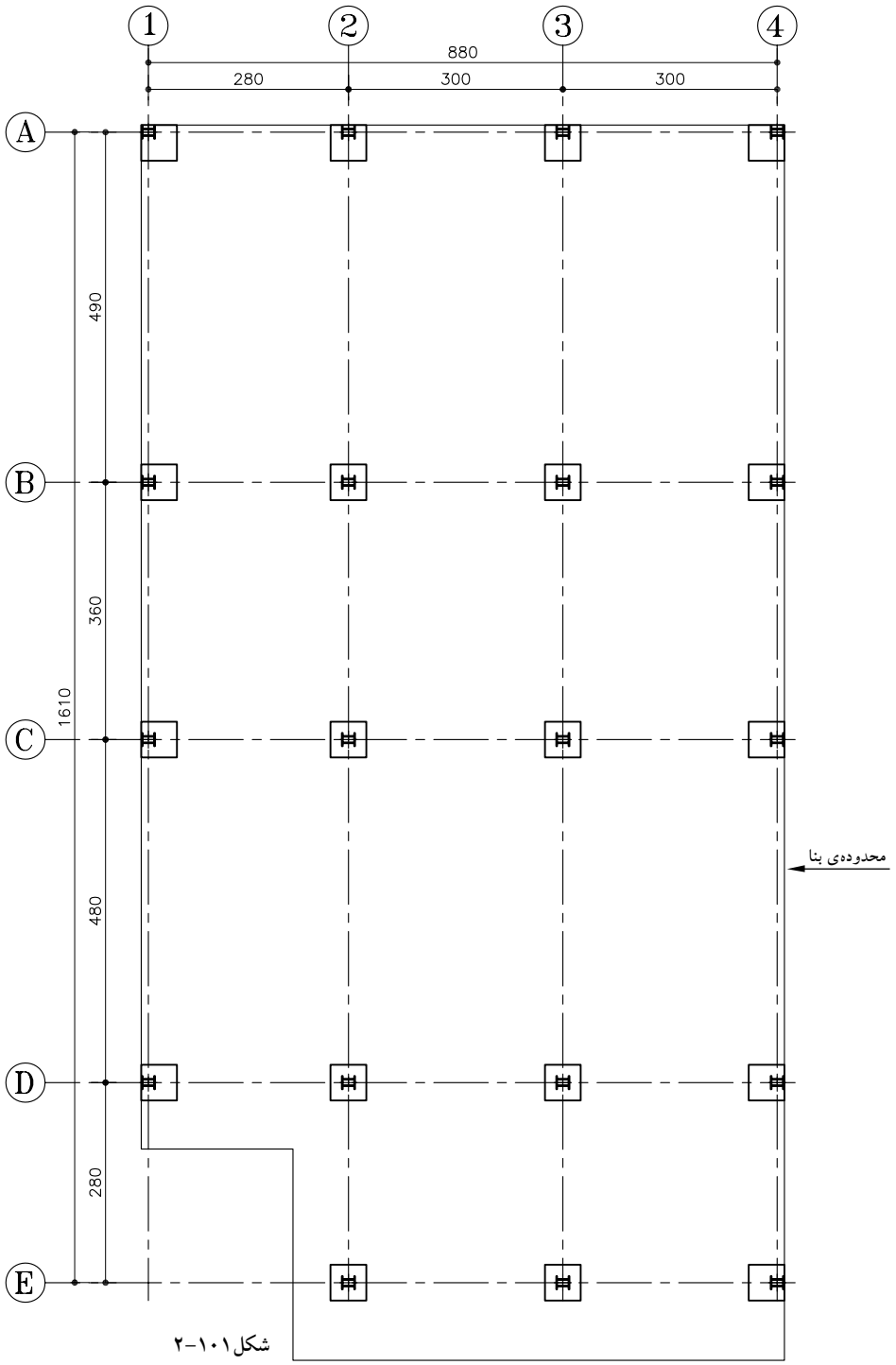
این نوع پی، از نوع نواری است و شناژها به صورت کلاف‌های عرضی، پی‌های نواری را به هم متصل می‌نماید.

الف)مراحل ترسیم پلان: ۱-مبنای ترسیم پلان فنداسیون، پلان آکس‌بندی است. ابتدا پلان اکس‌بندی را با توجه به نحوه‌ی قرارگیری ستون‌ها ترسیم کرده و ستون‌ها را در محل‌های مشخص شده رسم نمایید(شکل ۱۰۰-۲).



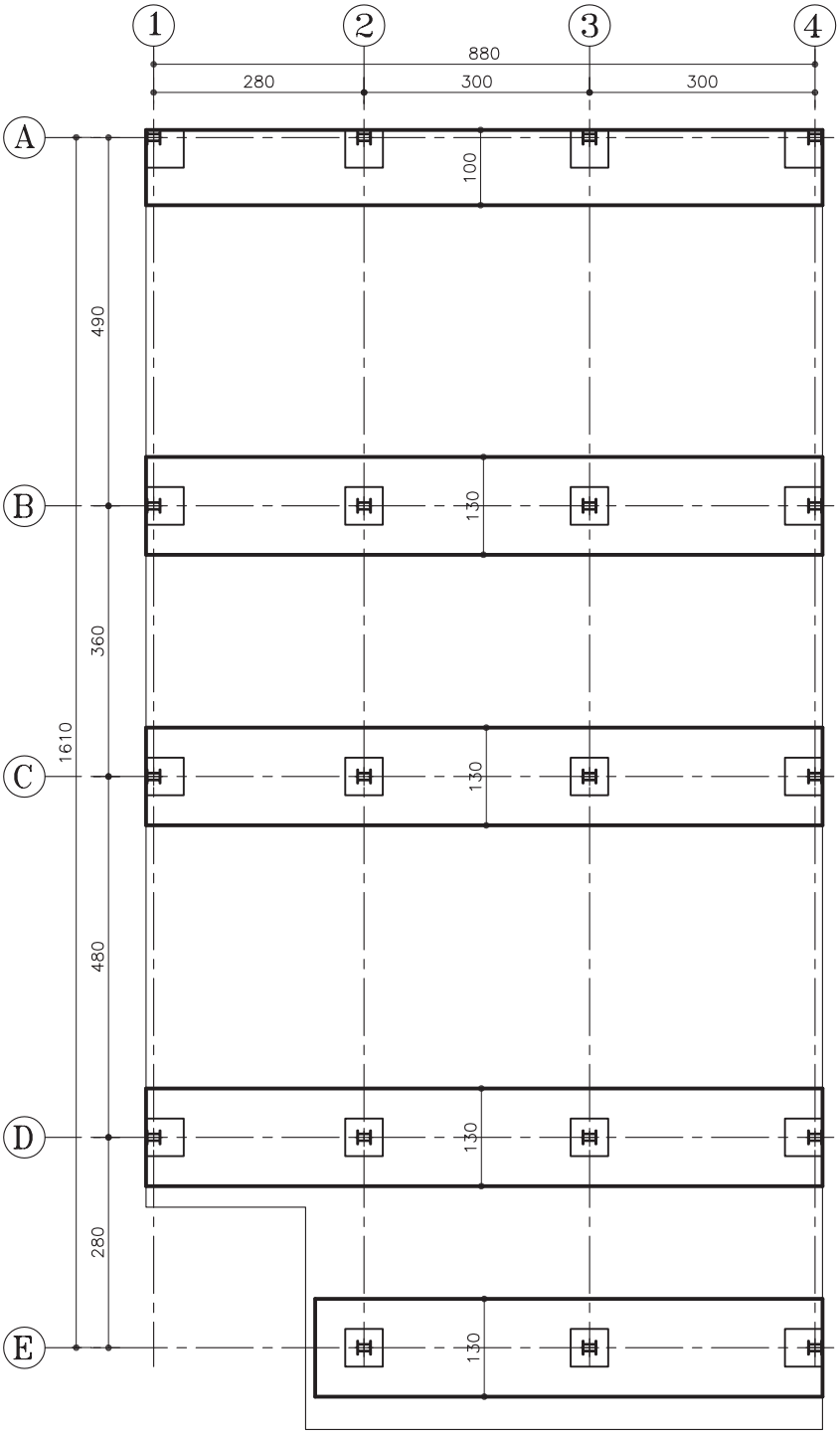
شکل ۱۰۰-۲

۲-محدوده‌ی سطح زیربنا را از روی پلان داده شده مشخص کرده و با خط ممتد نازک رسم کنید (شکل ۱۰۱-۲).



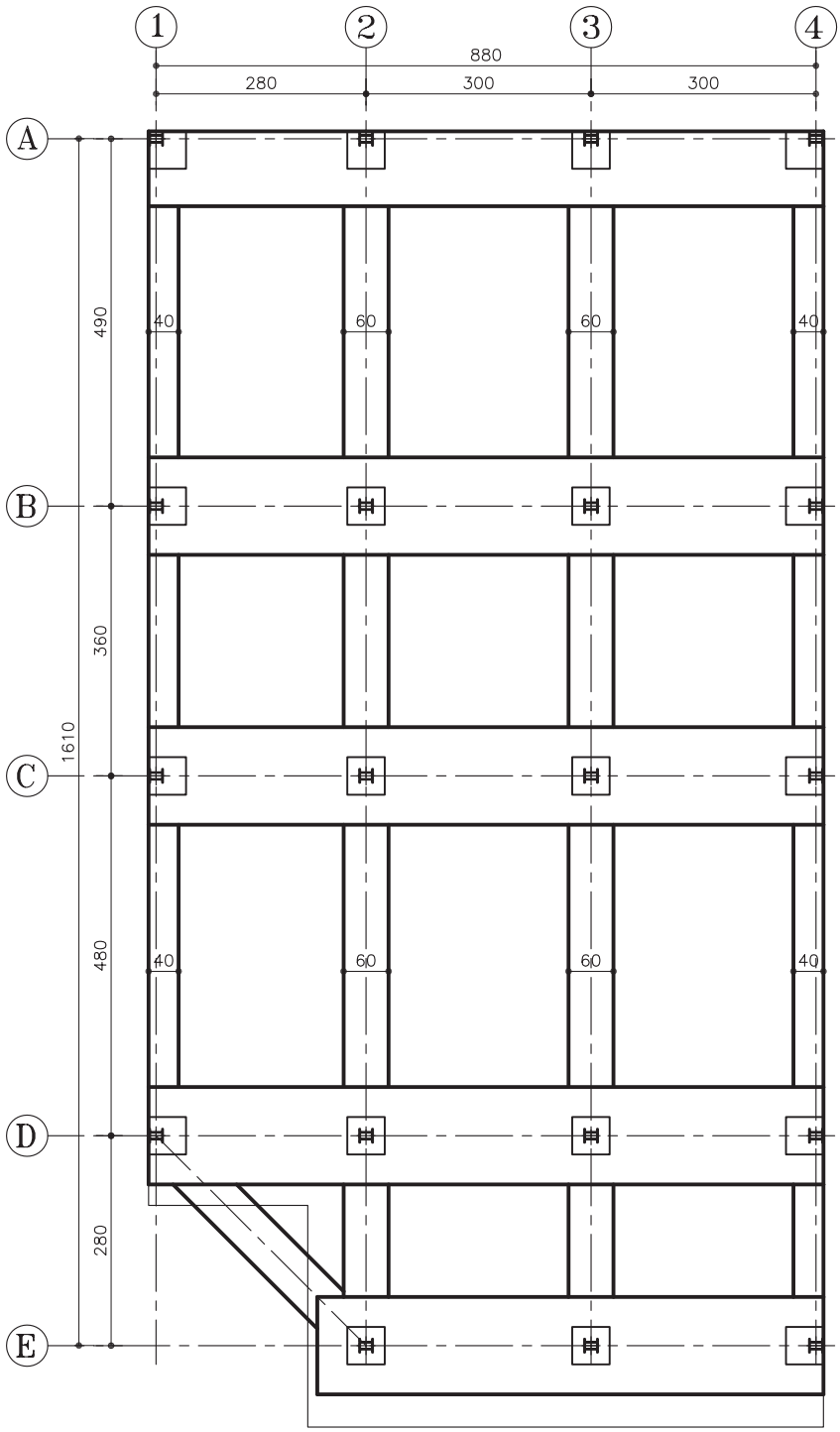
شکل ۱۰۱-۲

۳-مطابق با مشخصات نقشه وابعاد محاسبه شده‌ی پی، ابتدا پی‌های نواری را در راستای عرض نقشه، مطابق با اندازه‌ی داده شده رسم کنید. لبه‌ی پی‌های کناری منطبق برلبه‌ی محدوده‌ی زمین باشد. دراین‌مثال عرض پی‌های کناری ۱۰۰سانتی‌متر و عرض پی‌های میانی را ۱۳۰ سانتی‌متر درنظربگیرید(شکل ۱۰۲-۲).



شکل ۱۰۲-۲

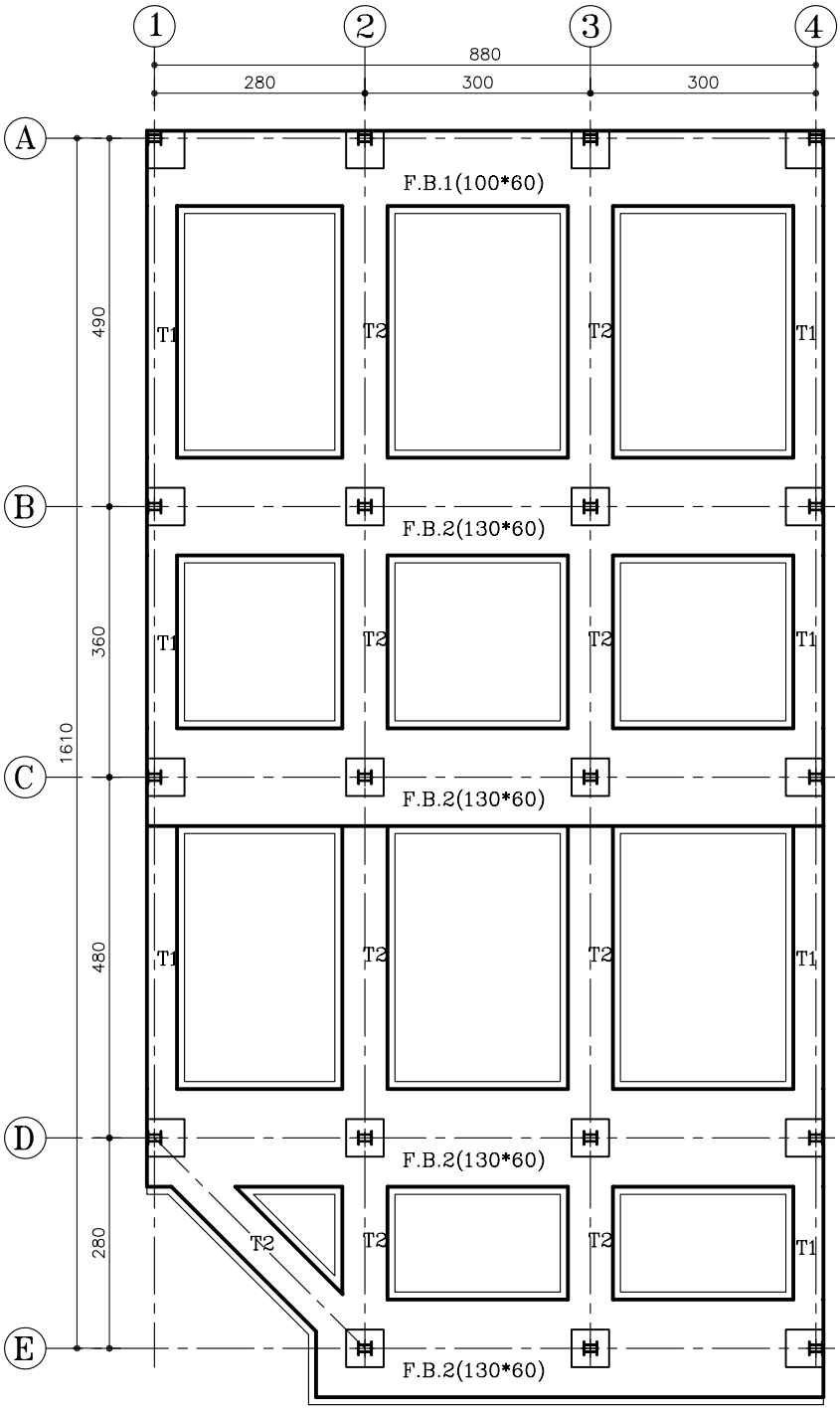
۴-سپس در راستای طول نقشه کلاف‌های عرضی (شناژ) را برای اتصال پی‌های نواری ترسیم کنید. عرض شناژهای کناری را ۴۰ سانتی‌متر و شناژهای میانی را ۶۰ سانتی‌متر درنظربگیرید(شکل۱۰۳-۲).



شکل۱۰۳-۲

ب)مراحل نام‌گذاری پی‌های نواری:

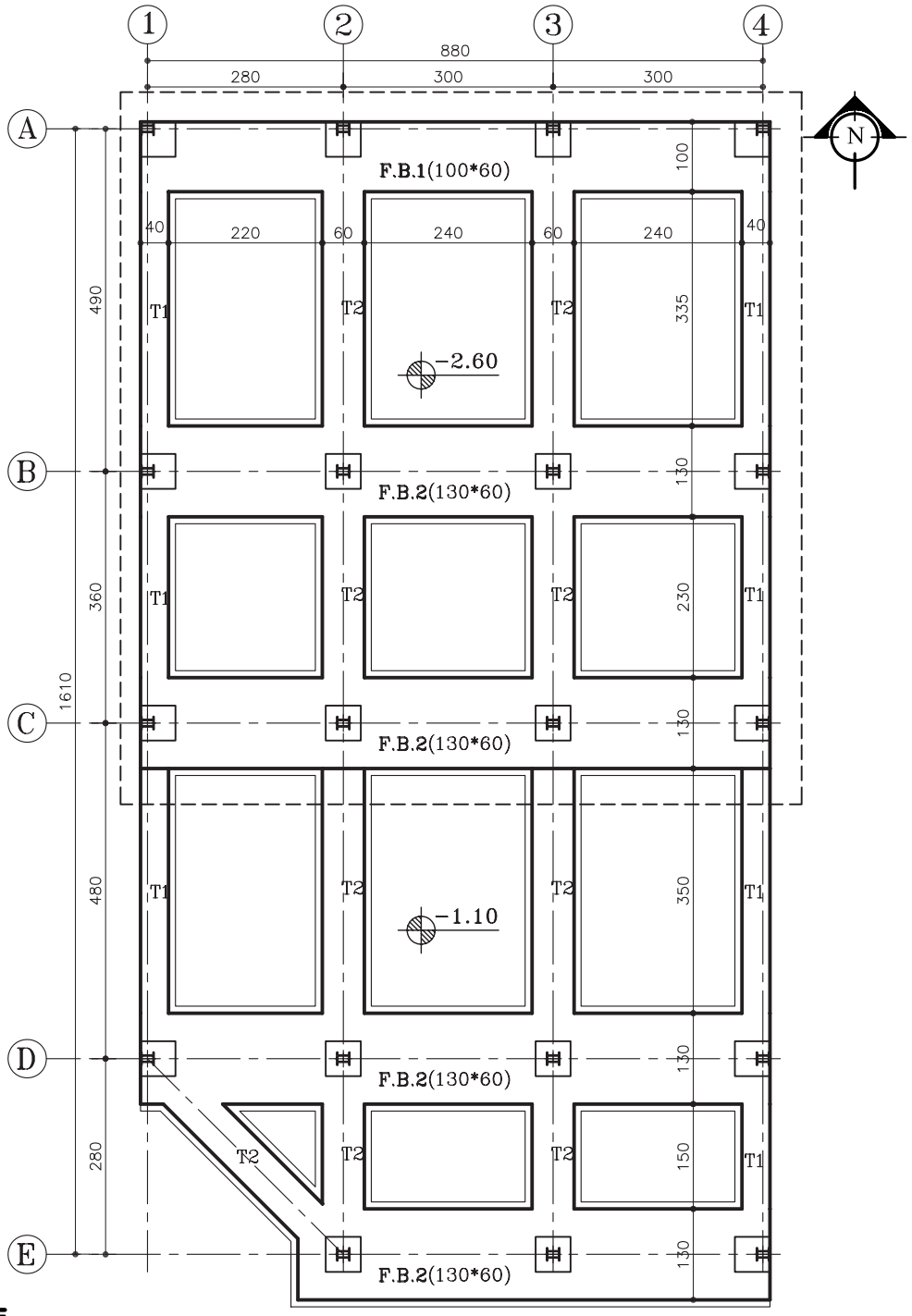
۵-ابتدا پی‌های نواری عرضی و از بالای نقشه به پایین نام‌گذاری کرده و تیپ‌های مختلف آن را به صورت F.B.1 و F.B.2 و... نشان دهید. سپس شناژهاراباحرفT نام‌گذاری کرده و تیپ‌های مختلف را شماره‌گذاری نمایید(شکل۱۰۴-۲).



شکل۱۰۴-۲

ج)مراحل اندازه‌گذاری پلان:

۶-اندازه‌ی طولی وعرضی کلی پلان را ترسیم و کدهای ارتفاعی سطوح غیر هم‌سطح را نیز نشان دهید (شکل۱۰۵-۲).



پلان فنداسیون

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۰۵-۲

د)جدول پوزیسیون بندی پلان:

۷-این جدول، جهت ارائه‌ی اطلاعات مربوط به ابعاد پی‌های نواری با شناژهای غیرهم‌سطح ترسیم می‌شوند و درآن عرض و ارتفاع پی‌ها و شناژها، به همراه نام و شماره‌ی پوزیسیون و تعداد آن مشخص گردیده است(جدول۳-۲).

جدول۳-۲

POS	N	b×h
F.B.1	-	100×60
F.B.2	-	130×60
T1	-	40×50
T2	-	60×50
...	-	...

ه)اطلاعات دیگر:

دراین نقشه‌ها لازم است اطلاعات دیگری نیز به مجری داده شود. ازجمله:

-مقاومت زمین که برای محاسبه‌ی پی درنظرگرفته شده است.

-مقاومت و نوع بتن مصرفی

-مشخص‌کردن تراز مبناء درصورت لزوم

-شماره‌ی نقشه‌هایی که مربوط به آرماتوربندی پی ها است.

-مشخص‌کردن خطوط برش بر روی پی.

-درج علامت شمال در سمت راست نقشه و نوشتن عنوان نقشه و مقیاس ترسیم در زیرآن.

خودآزمایی۵: پلان فنداسیون پی نواری با شناژ غیرهم‌سطح ازتمرین کارگاهی ۳ صفحه‌ی ۶۲ را ترسیم نمایید.

خودآزمایی۶: پلان فنداسیون پی نواری با شناژ غیرهم‌سطح ازتمرین کارگاهی ۴ صفحه‌ی ۶۳ را ترسیم نمایید.

بیش‌تر بدانیم

(اجرای غلط)

عدم جوش پیوسته - لوچه

ضعیف بودن جوش و عدم اتصال مناسب

اتصال نامناسب و ضعیف ستون به بیس پلیت

(اجرای صحیح)

جوش پیوسته و مناسب

اتصال مناسب بادبند به پلیت

اتصال مناسب و جوش صحیح

شکل۱۰۶-۲

ساعت عملی
۴۰ دقیقه

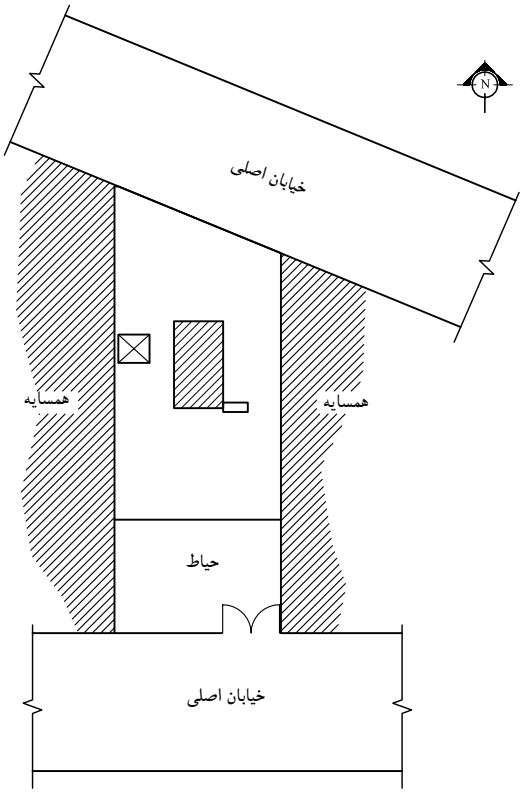
تمرین کارگاهی۷: شکل‌های۱۰۷-۲ و۱۰۸-۲ پلان موقعیت و پلان طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به پلان موقعیت این ساختمان، موارد خواسته شده را ترسیم نمایید.

موارد خواسته شده:

-رسم پلان آکس بندی با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$.

-رسم پلان ستون‌گذاری و تیپ‌بندی آن با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$.

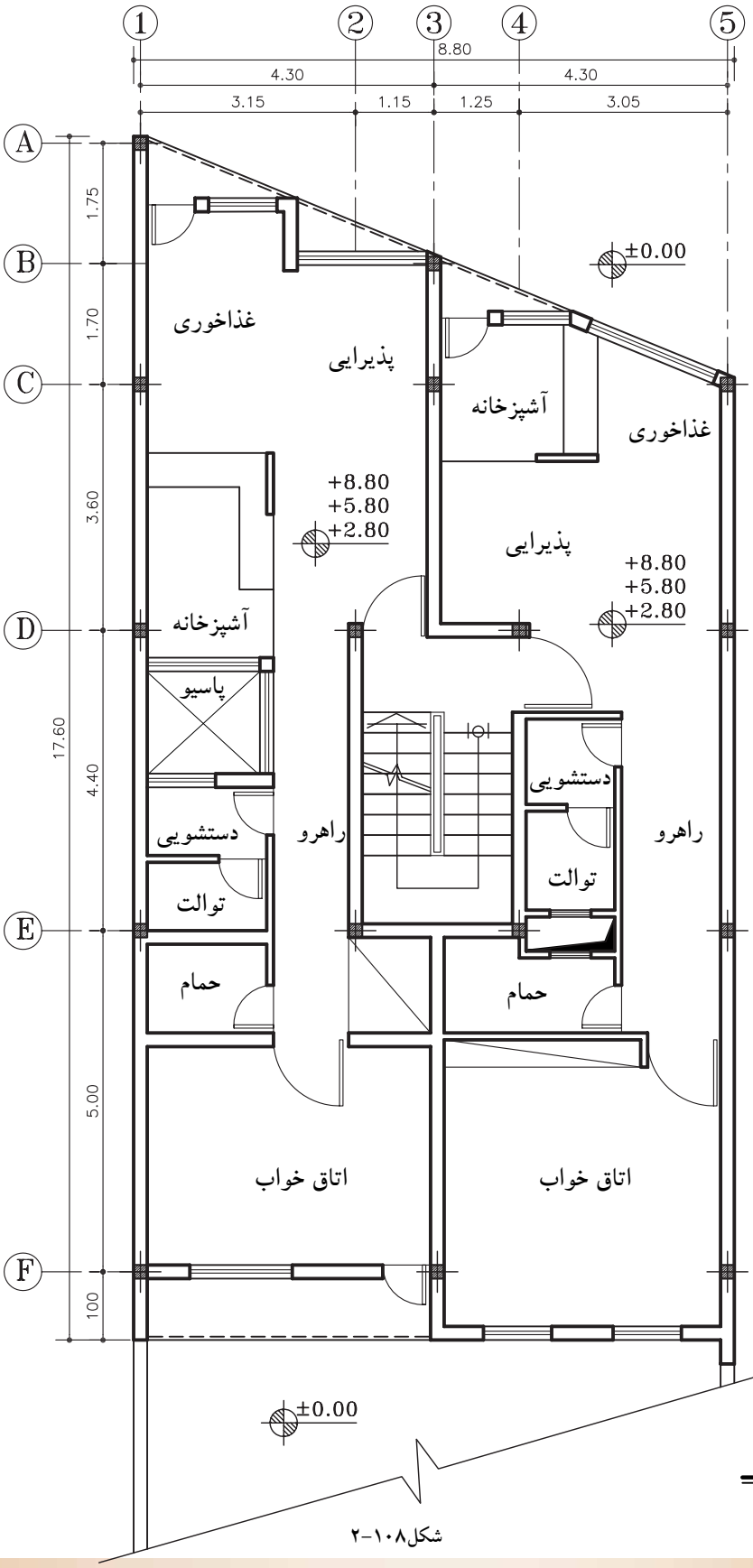
-رسم پلان فنداسیون با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$، مشخصات نوع و ابعاد پی را طبق جدول۳-۲ درنظر بگیرید.



پلان موقعیت

مقیاس ۱:۴۰۰

شکل۱۰۷-۲



پلان طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۰۸-۲

۵-۲-آرماتورگذاری پلان فنداسیون

امروزه تقریباً تمامی پی‌های ساختمانی از جنس بتن مسلّح می‌باشد. بتن از جمله مصالح ساختمانی است که مقاومت کششی خیلی کمی دارد، به همین دلیل استفاده از آرماتور(میلگرد)، درقسمت‌هایی از پی که تحت‌تأثیر نیروی کششی قرار می‌گیرند، اجتناب‌ناپذیر است. حتی برای افزایش مقاومت فشاری و برشی بتن نیز از آرماتور استفاده می‌شود(شکل ۱۰۹-۲).

طبق توصیه‌ی کلیه‌آیین‌نامه‌های ساختمانی بهتر است از آرماتور آج‌دار به جای آرماتور ساده در بتن استفاده نمود تا پیوستگی و یکپارچگی بهتری بین آن‌ها به وجودآمده به صورت جسم همگن عمل نمایند (شکل ۱۱۰-۲).

آرماتورگذاری پلان فنداسیون شامل آرماتورگذاری پی‌ها و شناژهای رابط است. شکل‌های ۱۱۱-۲ نمونه‌های مختلف از آرماتورگذاری پی,شناژ را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰۹-۲

شکل ۱۱۰-۲ آرماتور آج دار

آرماتورگذاری پی نواری

آرماتورگذاری پی نواری

آرماتورگذاری شناژ

آرماتورگذاری پی منفرد (مش گذاری)

شکل ۱۱۱-۲

۱-۵-۲-دستورالعمل ترسیم آرماتورگذاری در پی منفرد:

ساعت عملی
۵۰ دقیقه

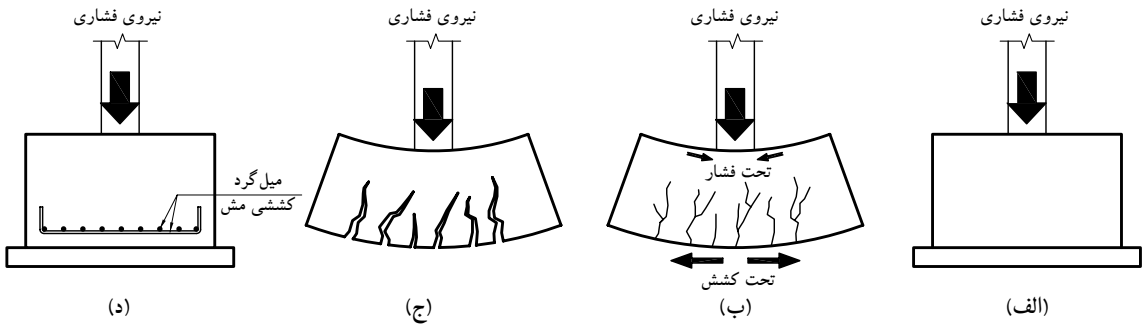
درپی‌های‌منفرد، آرماتورگذاری با آرماتورهای آج‌دار به صورت شبکه‌ای و در کف پی صورت می‌گیرد (شکل ۱۱۲-۲).

شکل ۱۱۲-۲

به شبکه‌های افقی و عمودی از آرماتورهای به کاررفته درپی‌های منفرد، «شبکه‌ی‌حصیری»یا «مش» می‌گویند.

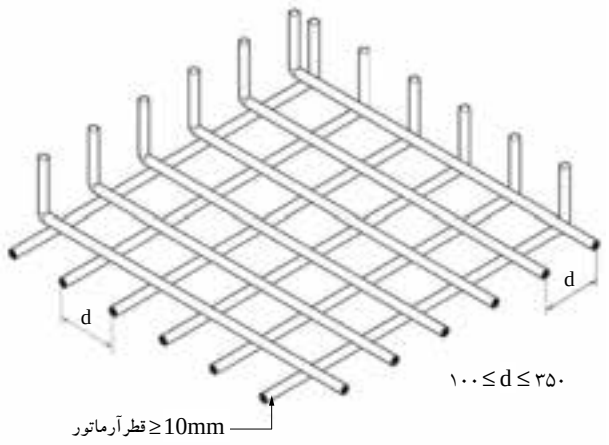
آرماتورهای کششی مذکور، در ناحیه‌ی کششی پی(کف) قرار داده می‌شوند و درصورتی‌که ارتفاع پی بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر باشد، حداقل به اندازه‌ی $\frac{۱}{۳}$ ازآن آرماتورها درناحیه‌ی فوقانی پی نیز قرارمی‌گیرند.

شکل ۱۱۳-۲ (الف تا د) مراحل تأثیر نیرو بر روی پی و علل قرارگیری آرماتور در پی را نشان می‌دهد.



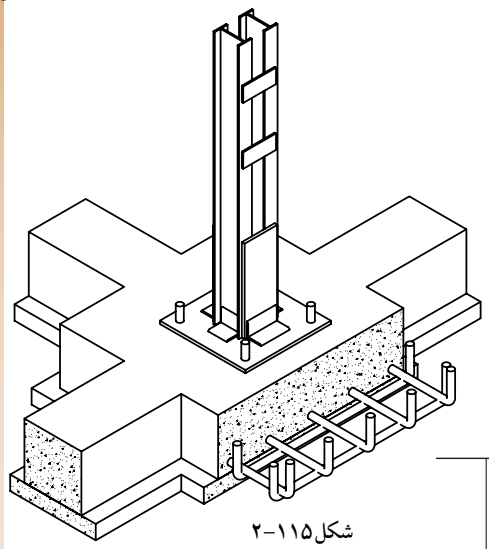
شکل ۱۱۳-۲

طبق آیین‌نامه قطرآرماتورها در پی‌ها نباید کم‌تراز ۱۰ میلی‌متر و فاصله‌ی محور تا محور آن‌ها از یکدیگر نباید کم‌تر از ۱۰۰میلی‌متر و بیش‌تر از ۳۵۰ میلی‌متر در نظرگرفته شود(شکل ۱۱۴-۲).



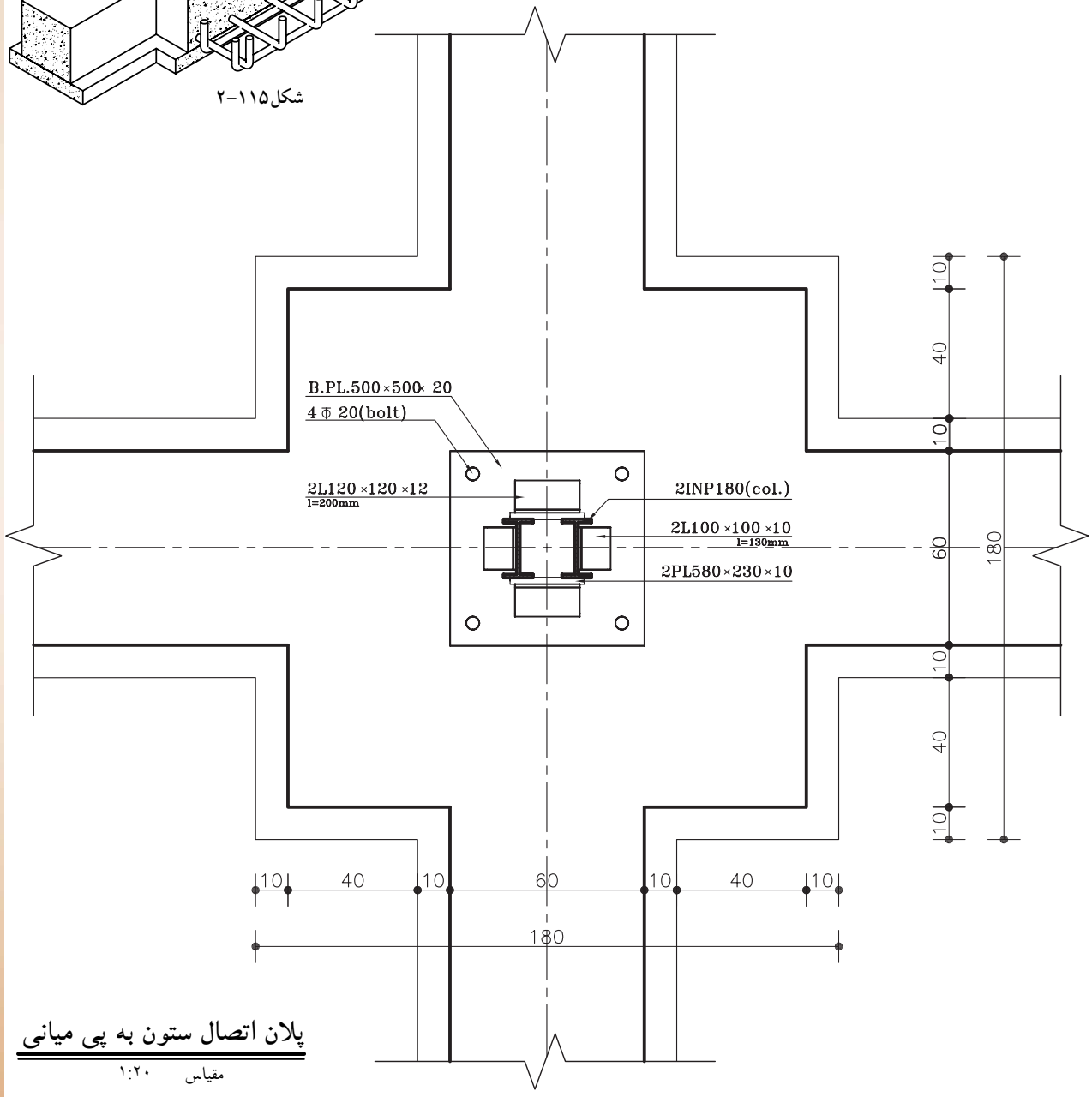
شکل ۱۱۴-۲

در شکل۱۱۵-۲ تصویر سه بُعدی از پی تکی را نشان می‌دهد. در این تصویر، بخشی از پی بریده شده تا شبکه‌ی مش داخل آن دیده شود.



شکل۱۱۵-۲

شکل۱۱۶-۲ نمایی ازبالا،(پلان)پی میانی رانشان می‌دهد



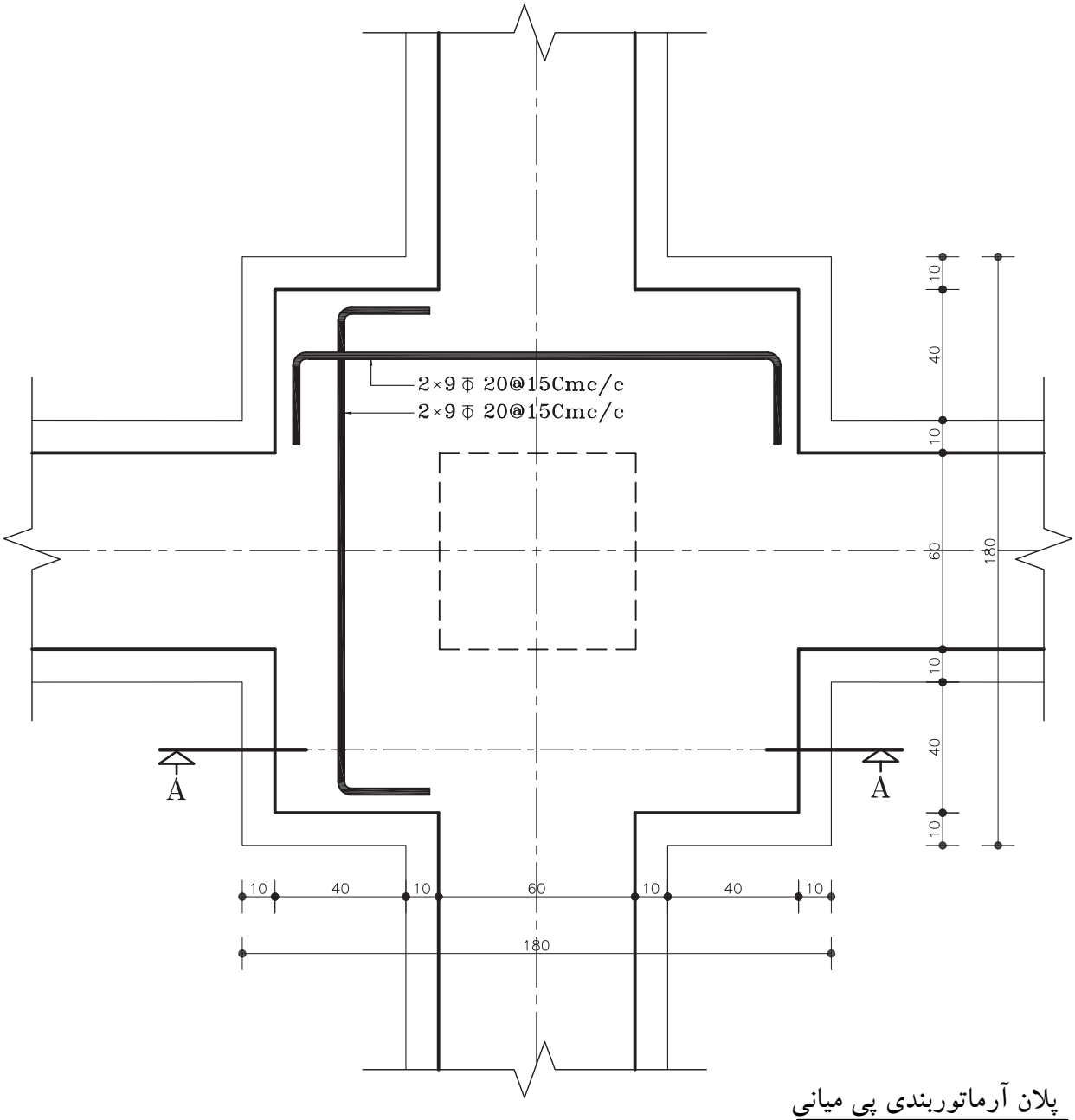
پلان اتصال ستون به پی میانی

مقیاس ۱:۲۰

شکل۱۱۶-۲

شکل۱۱۷-۲ پلان آرماتوربندی پی میانی رانشان می‌دهد.

می‌خواهیم برش قائم(برش AA) از پی را بامقیاس $\frac{۱}{۱۰}$ یا $\frac{۱}{۲۰}$ ترسیم کرده وسپس آن رااندازه‌گذاری نماییم.



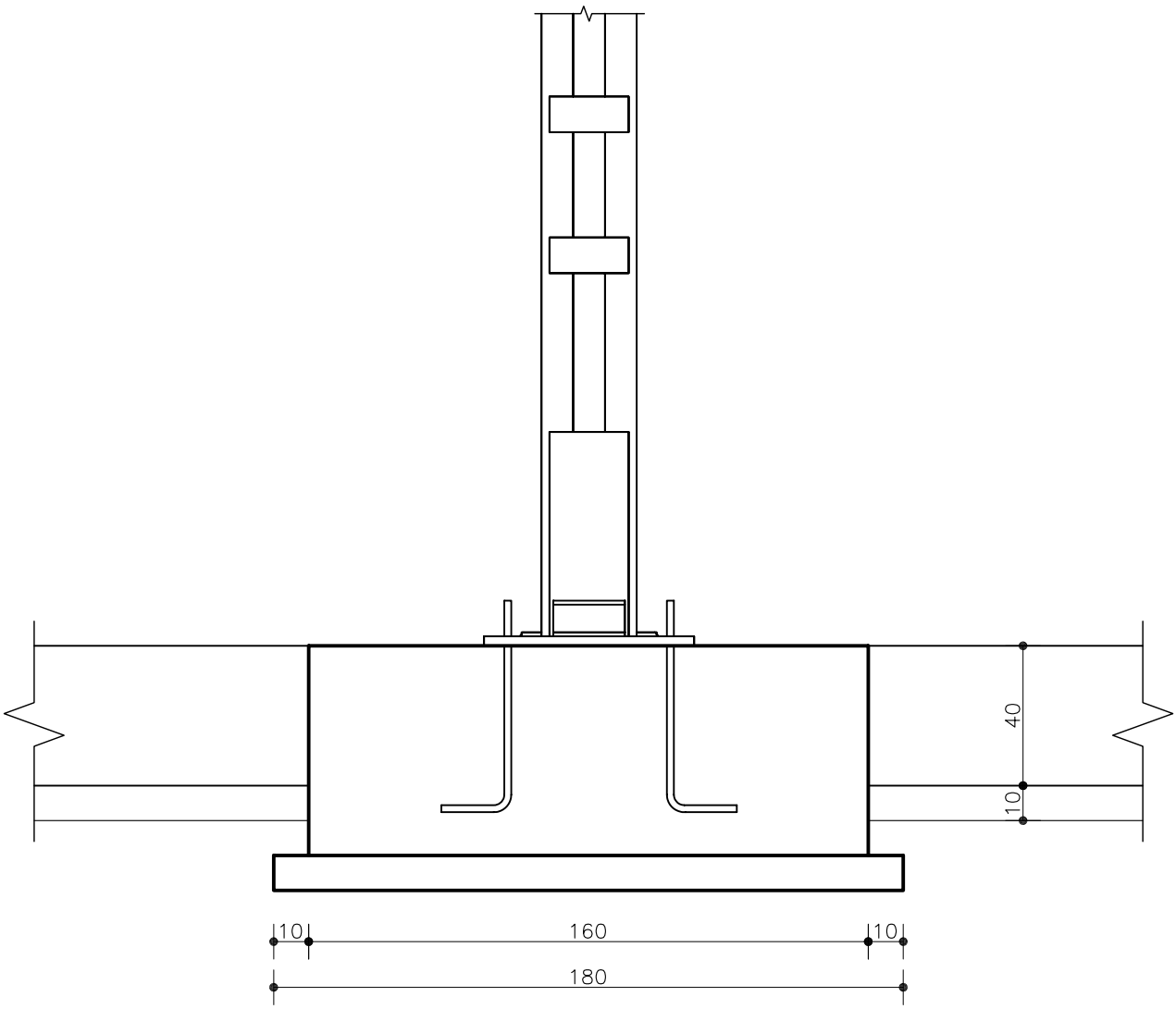
پلان آرماتوربندی پی میانی

مقیاس ۱:۲۰

شکل۱۱۷-۲

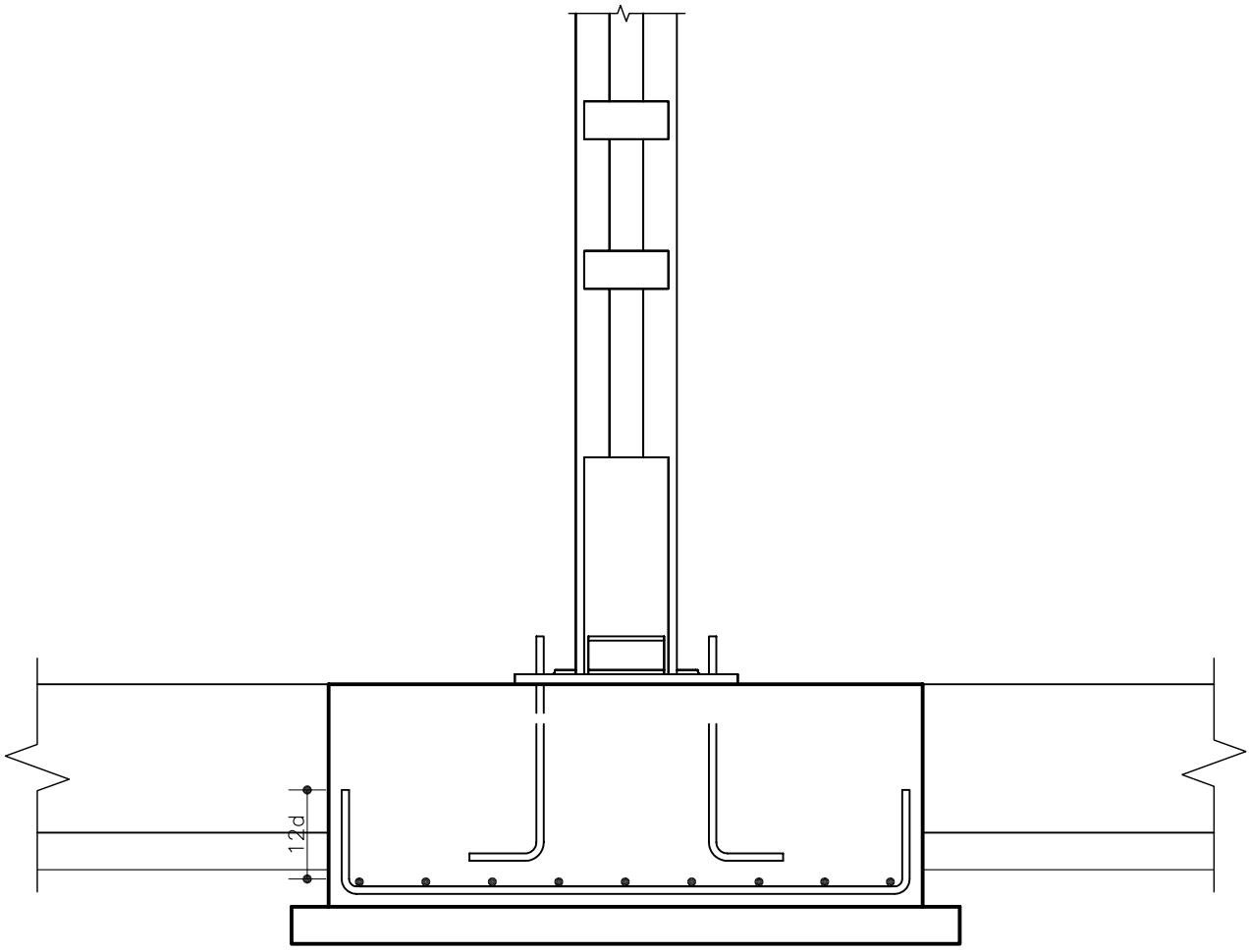
مراحل انجام کار:

۱-مطابق خط برش مشخص شده درشکل۱۱۷-۲، ابتدا باید سطوح برش خورده‌ی پی را با خطوط کلفت ممتد ترسیم کرده و جزئیات نمای ستون را بر روی پی ترسیم نمایید(شکل۱۱۸-۲).



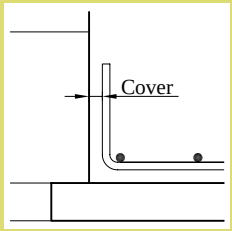
شکل۱۱۸-۲ مرحله‌ی اوّل

۲-آرماتورهای شبکه‌ی مش را درکف مطابق با شکل۱۱۹-۲ رسم کنید.



شکل۱۱۹-۲ مرحله‌ی دوّم

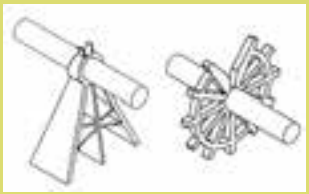
پوشش بتن یا(Cover):



شکل۱۲۰-۲ پوشش بتن

آرماتورهای مش را با فاصله‌ای از کف پی و دیواره‌های جانبی قالب قرارمی‌دهند، که به این فاصله، پوشش یا«cover» می‌گویند (شکل ۱۲۰-۲).

پوشش بتنی روی آرماتورها برابر است با حداقل فاصله‌ی بین رویه‌ی آرماتورهای طولی یا عرضی، تا نزدیک‌ترین سطح آزاد بتن. این فاصله جهت محافظت بتن در مقابل خوردگی ایجاد می‌شود. ضخامت پوشش بتنی آرماتورها متناسب با شرایط جوّی یا نوع قطعه‌ی مورد نظر بوده و نباید ازمقادیر زیر وجدول۴-۲ کم‌تر باشد.


شکل۱۲۱-۲ لقمه یا فاصله نگه‌دار

- قطر آرماتورها و $\frac{4}{3}$ بزرگ‌ترین اندازه‌ی اسمی سنگدانه‌ها.

این فاصله را در کف پی با قطعات مکعب شکل بتنی و یا قطعات پیش‌ساخته ایجاد می‌کنند به این قطعات «فاصله نگه‌دار یا لقمه[1]» می‌گویند (شکل ۱۲۱-۲).

جدول۴-۲

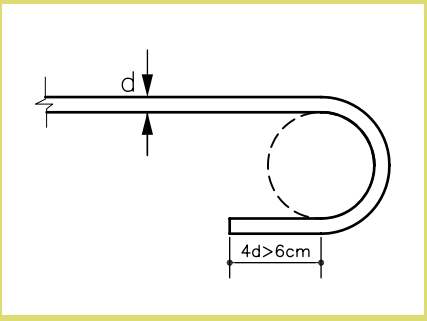
	نوع شرایط محیطی(میلی‌متر)				
	ملایم	متوسط	شدید	بسیارشدید	فوق العاده شدید
تیرها و ستون‌ها	۳۵	۴۵	۵۰	۶۵	۷۵
دال‌ها و دیوارها و تیرچه‌ها	۲۰	۳۰	۳۵	۵۰	۶۰
شالوده‌ها	۴۰	۵۰	۶۰	۷۵	۹۰

قلاب سرآرماتورها:

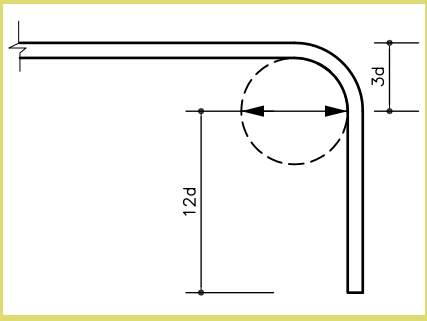
برای افزایش چسبندگی بین آرماتورها و بتن باید در انتهای آرماتورهای فولادی قلاب ایجاد کرد. حداقل اندازه‌ی قلاب‌های استاندارد در حالت‌های متفاوت اجرایی بدین شرح هستند:

الف)آرماتورهای اصلی: خم ۱۸۰درجه براراست با حداقل 4Φ طول مستقیم و نه کم‌تر از ۶۰میلی‌متر در انتهای آزاد آرماتور(شکل ۱۲۲-۲).

- خم ۹۰ درجه (گونیا)برابر است باحداقل 12Φ در انتهای آزاد آرماتور(شکل ۱۲۳-۲).

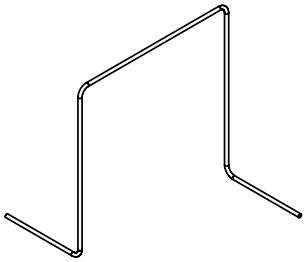


شکل۱۲۲-۲ خم نیم‌دایره-۱۸۰ درجه



شکل۱۲۳-۲ خم گونیا-۹۰ درجه

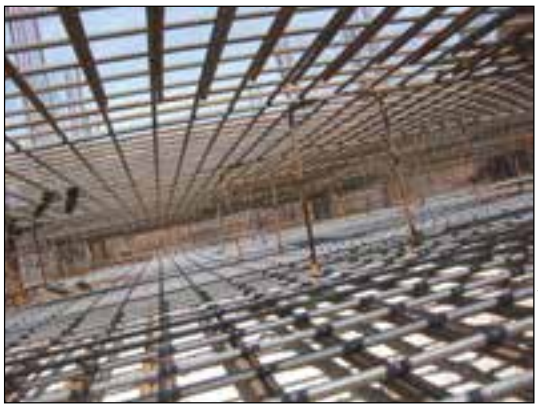
۳-شبکه‌ی مش فوقانی پی را نیز مانند شبکه‌ی زیرین ترسیم کنید.



شکل۱۲۴-۲ تصویر سه بُعدی از خرک

این شبکه با آرماتورهایی به نام خرک نگه‌داری می‌شوند. درشکل۱۲۴-۲ نمونه‌ای ازخرک را نشان می‌دهد.

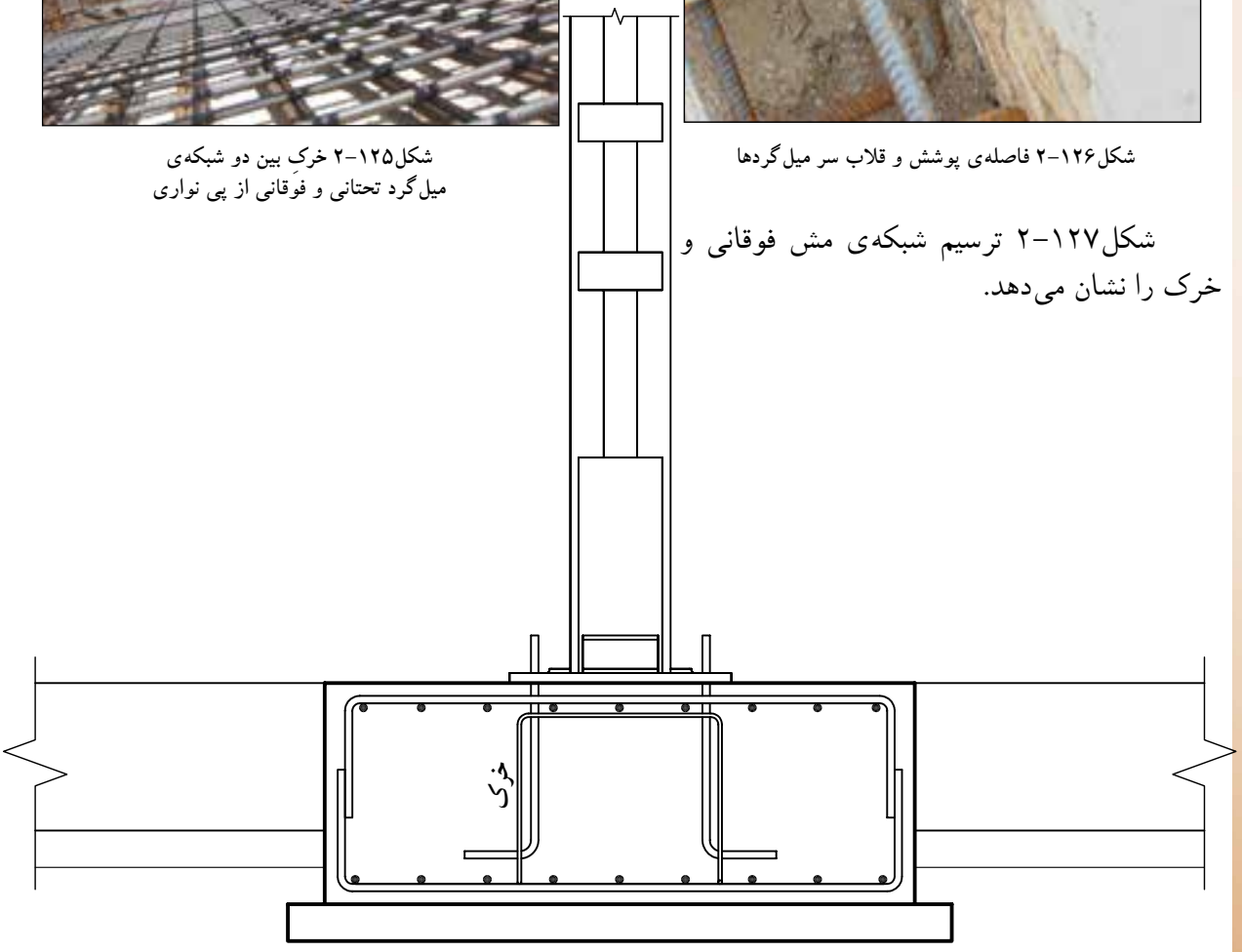
تذکر: ازخرک‌ها برای تنظیم‌فاصله‌ی ثابت بین آرماتورهای کلاف تحتانی با فوقانی استفاده می‌شود.



شکل۱۲۵-۲ خرکِ بین دو شبکه‌ی میل‌گرد تحتانی و فوقانی از پی نواری

شکل۱۲۶-۲ فاصله‌ی پوشش و قلاب سر میل‌گردها

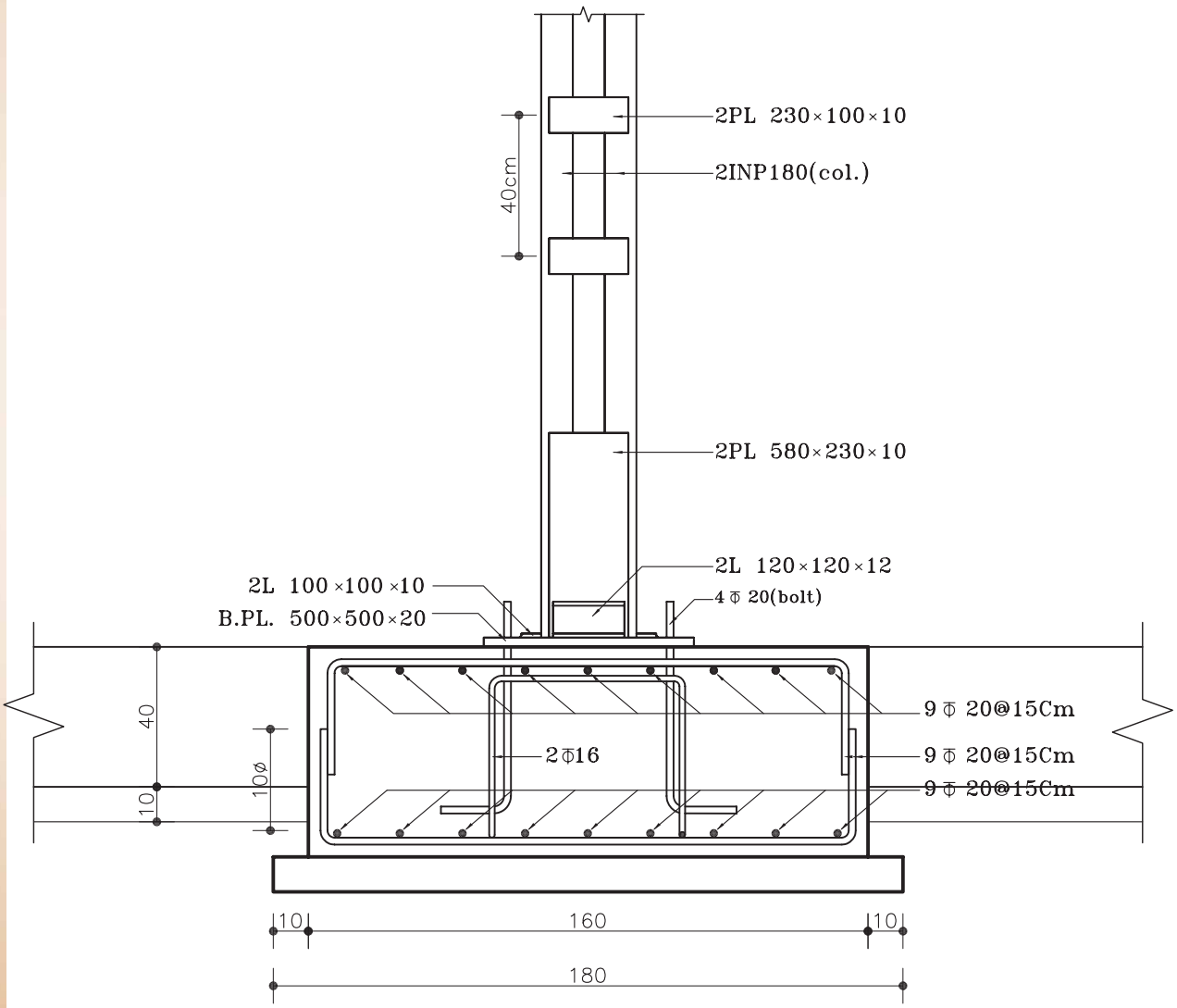
شکل۱۲۷-۲ ترسیم شبکه‌ی مش فوقانی و خرک را نشان می‌دهد.



شکل۱۲۷-۲ مرحله‌ی سوّم

۴-اطلاعات نقشه رامطابق با شکل۱۲۸-۲ به طور کامل بر روی نقشه بنویسید.

۵-سپس نقشه را به طور کامل اندازه‌گذاری کنید و عنوان نقشه و مقیاس ترسیم آن را نیز بنویسید.



SECTION AA

Sc. 1:20

شکل۱۲۸-۲ مرحله‌ی چهارم

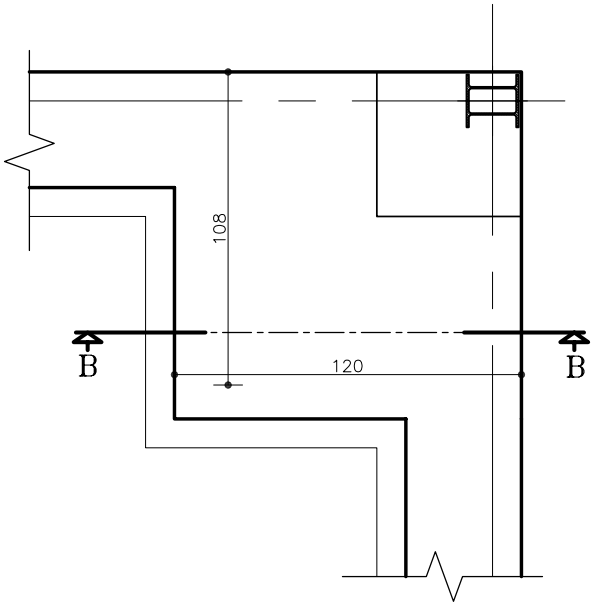
خودآزمایی۷: پلان آرماتورگذاری پی گوشه را با توجه به مشخصات دستورالعمل ۱-۵-۲ ترسیم نمایید.

خودآزمایی۸: پلان آرماتورگذاری پی کناری را با توجه به مشخصات دستورالعمل ۱-۵-۲ ترسیم نمایید.

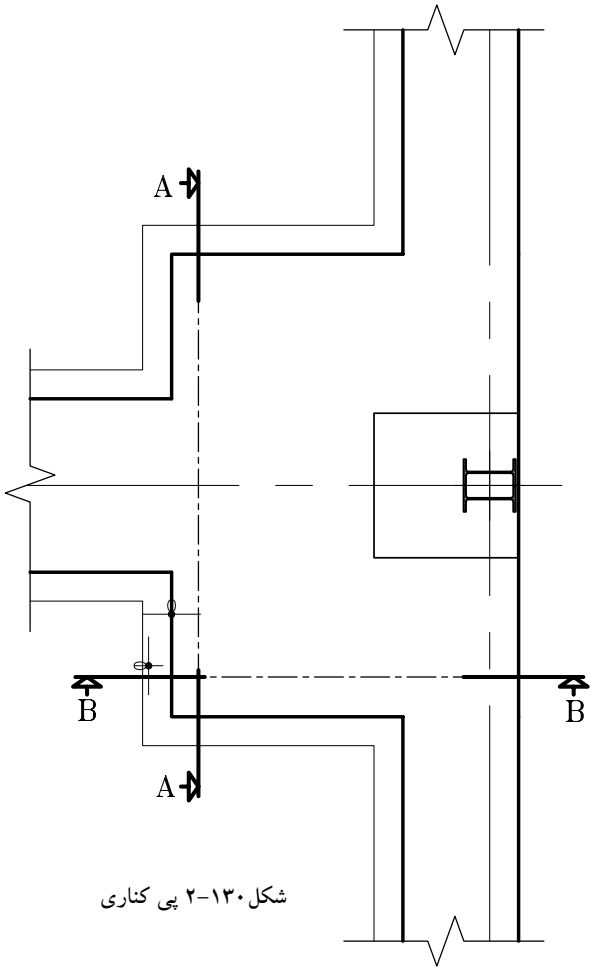
خودآزمایی۹: از روی پلان پی گوشه برش BB را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰}$ رسم نمایید و نحوه‌ی آرماتورگذاری را در آن نشان دهید.

خودآزمایی۱۰: بر روی پلان پی کناری دو برش طولی و عرضی مشخص شده است. آن‌ها را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰}$ رسم نمایید.

تذکر۱: توجه داشته باشید خطوط برشی را که در این پلان‌ها مشخص می‌نمایید، باید در پلان فنداسیون اصلی نیز نشان داده شود.



شکل۱۲۹-۲ پی گوشه



شکل۱۳۰-۲ پی کناری

ساعت عملی
۷۰ دقیقه

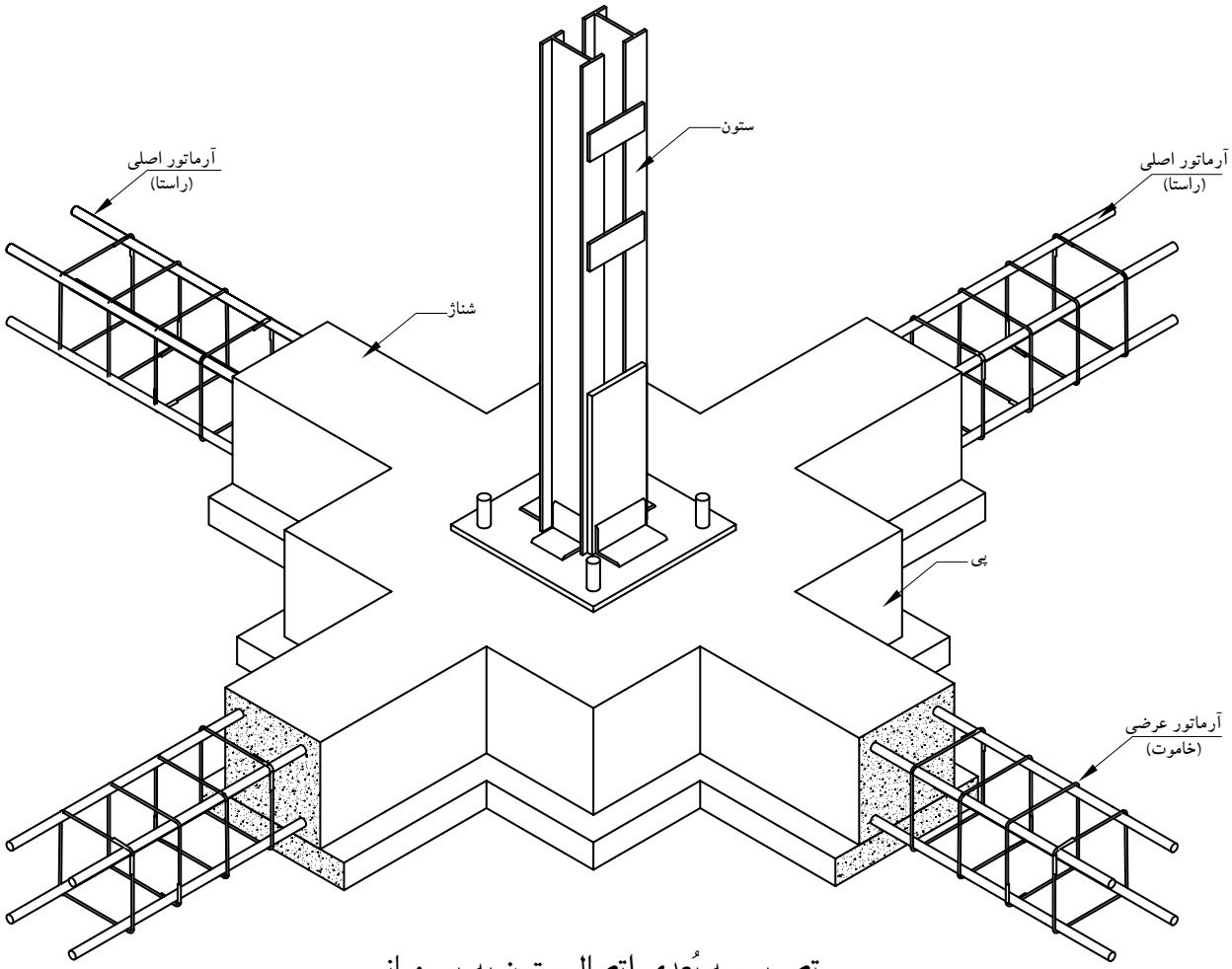
۲-۵-۲-دستورالعمل ترسیم آرماتورگذاری در شناژ:

برای جلوگیری از جابه‌جایی افقی و نشست نامساوی پی‌ها، آن‌ها را با شناژهای بتنی کلاف می‌کنند.

شناژها با مقطعی مربع یا مستطیل و حداقل ۴ آرماتور راستا در طول و تعدادی خاموت در عرض تشکیل شده‌اند.

شکل ۱۳۱-۲ تصویر سه بُعدی ازاتصال شناژ به پی میانی را نشان می‌دهد.

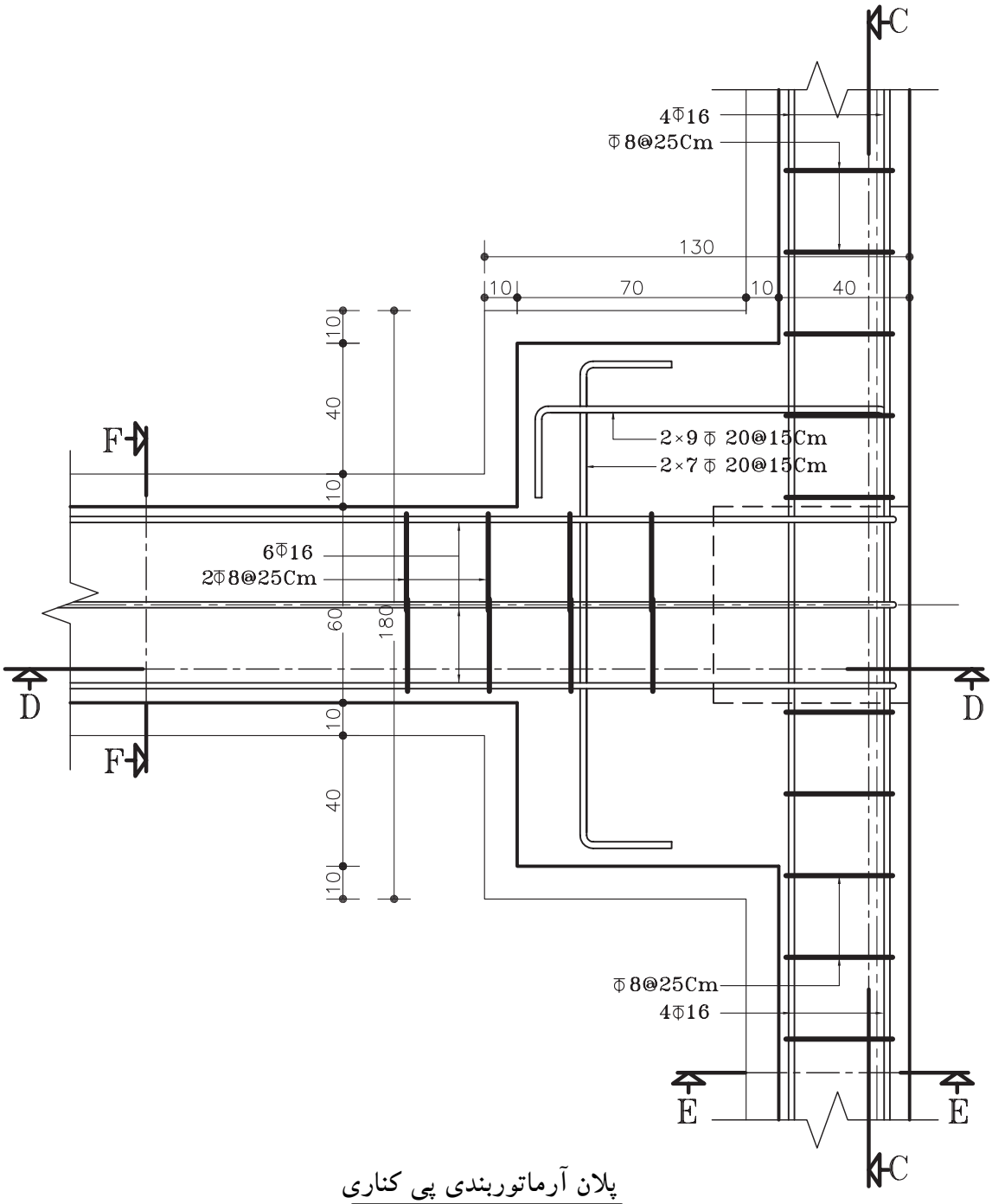
برای نمایش آرماتورهای داخل شناژ بخشی از شناژها بریده شده است.



تصویر سه بُعدی اتصال ستون به پی میانی

شکل ۱۳۱-۲

شکل ۱۳۲-۲ پلان آرماتورگذاری شناژ پی کناری را نشان می‌دهد. می‌خواهیم برش‌های مشخص شده از این پی را ترسیم نماییم.

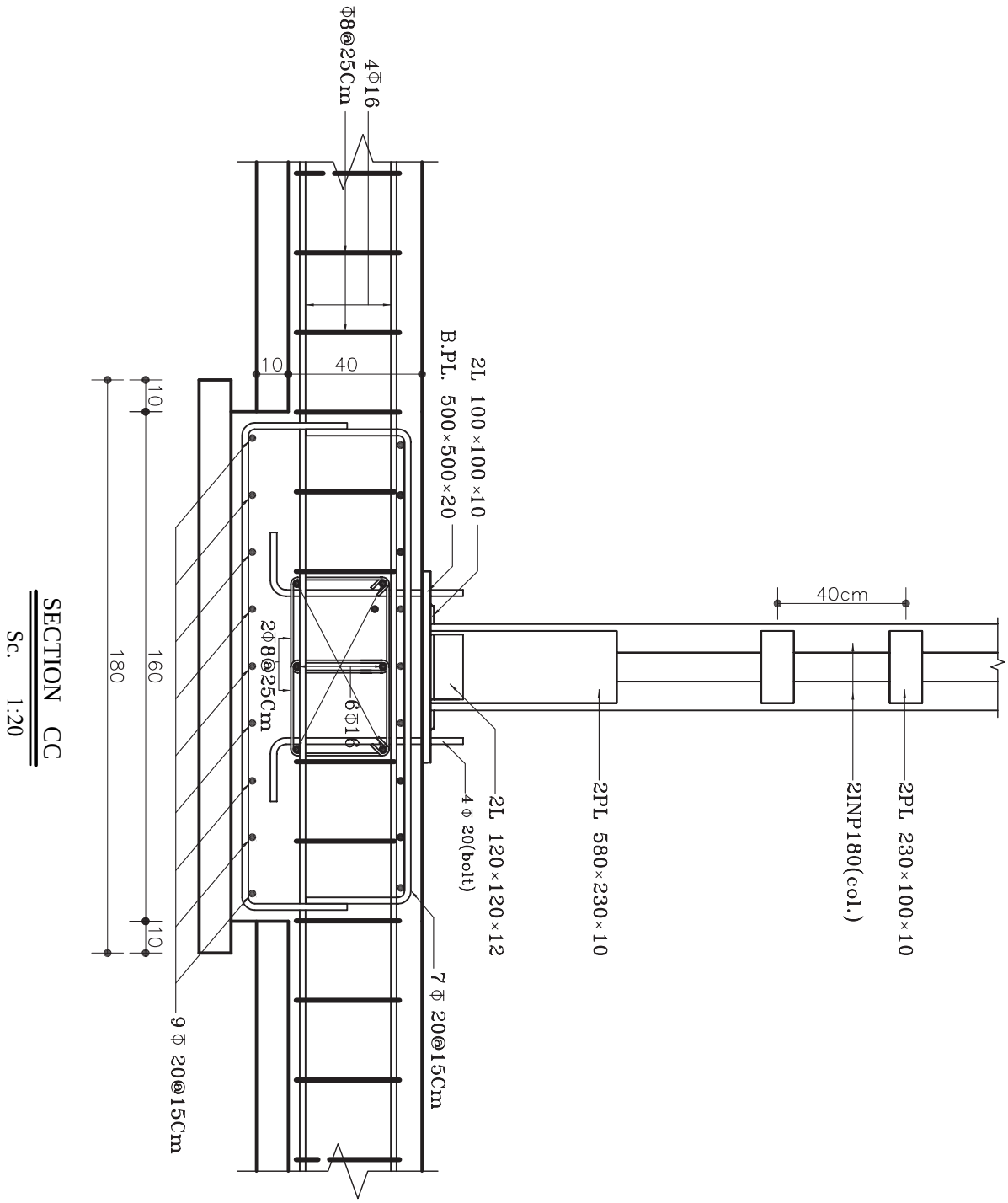


پلان آرماتوربندی پی کناری

مقیاس ۱:۲۰

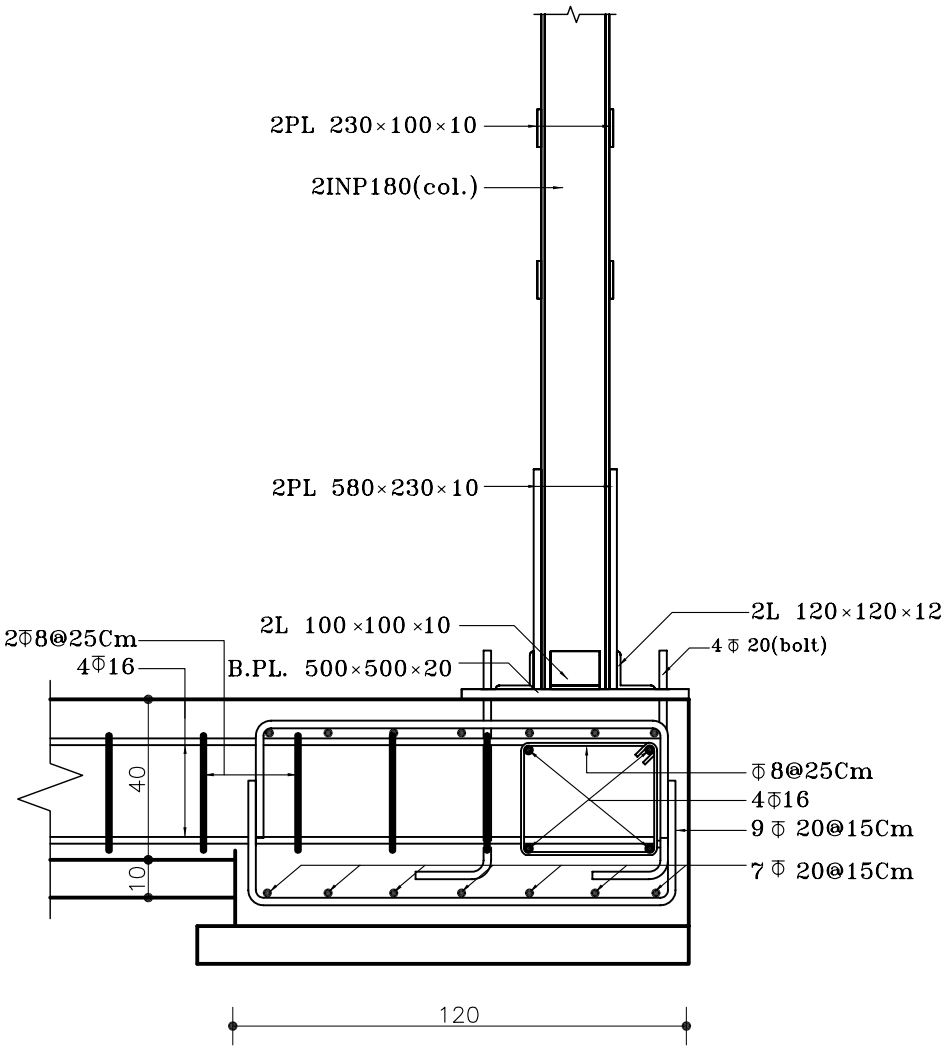
شکل ۱۳۲-۲

شکل۱۳۳-۲برشCCازپی کناری رانشان می‌دهد.



شکل۱۳۳-۲

شکل ۱۳۴-۲برش DD ازپی کناری رانشان می‌دهد.



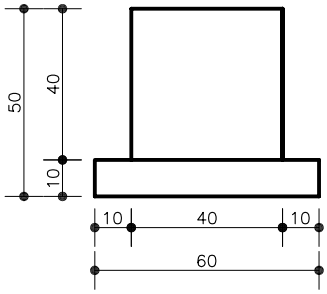
SECTION DD

Sc. 1:20

شکل ۱۳۴-۲

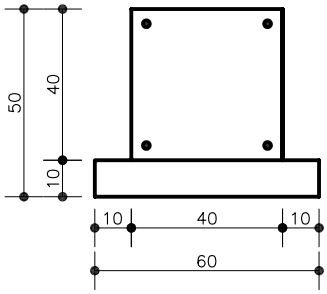
برای ترسیم برش EE مطابق مراحل زیرعمل نمایید.

۱-ابتدا سطوح برش خورده‌ی شناژ و بتن‌مگر زیرآن را با خطوط ممتد ضخیم ترسیم نمایید(شکل۱۳۵-۲).



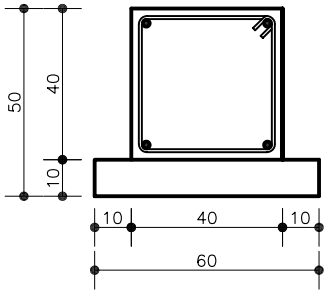
شکل۱۳۵-۲ مرحله‌ی اوّل

۲-سپس مقطع دایره‌ای شکل ازآرماتورهای طولی شناژ را که در شکل۱۳۱-۲ نیزآن‌ها را به صورت سه بُعدی نشان داده، رسم نمایید(شکل۱۳۶-۲).



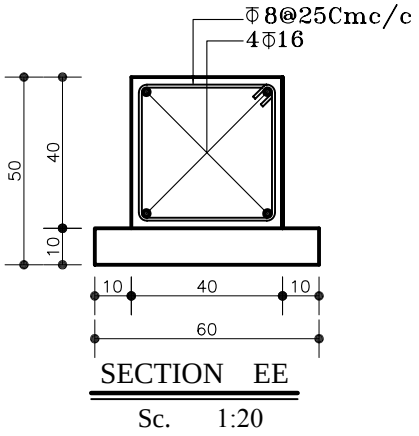
شکل۱۳۶-۲ مرحله‌ی دوّم

۳-آرماتور عرضی (خاموت) حلقه شده دور آرماتورهای اصلی مطابق شکل۱۳۷-۲ ترسیم کنید.



شکل۱۳۷-۲ مرحله‌ی سوّم

۴-اندازه‌گذاری و پوزیسیون‌بندی‌های لازم را بر روی نقشه بنویسید. عنوان نقشه و مقیاس آن‌را نیز مشخص نمایید(شکل۱۳۸-۲).

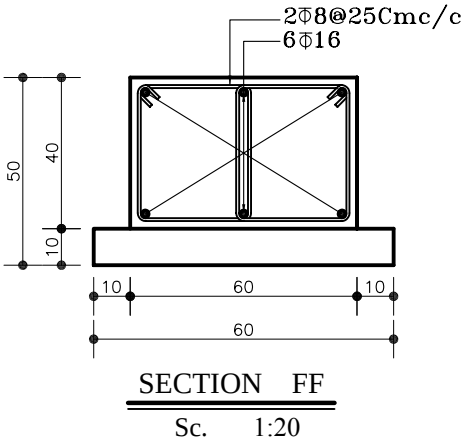


شکل۱۳۸-۲ مرحله‌ی چهارم

شکل۱۳۹-۲ نیز برش FF از شناژ میانی رانشان می‌دهد.

خودآزمایی۱۱: پلان آرماتورگذاری پی گوشه و شناژهای متصل به آن را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰}$ ترسیم کنید.

شکل‌های ۱۴۰-۲ تا۱۴۵-۲ مراحل خم آرماتور، اتصال خاموت‌ها در شناژ و مرحله‌ی بتن‌ریزی در پی را نشان می‌دهد.



شکل۱۳۹-۲

شکل۱۴۱-۲ بستن خاموت دورآرماتور اصلی شناژ

شکل۱۴۰-۲ خم آرماتور و ساخت خاموت

شکل۱۴۳-۲ آرماتورهای شناژ و پی

شکل۱۴۲-۲ قلاب سرخاموت و بستن آن با مفتول

شکل۱۴۵-۲ مرحله‌ی بتن‌ریزی داخل پی

شکل۱۴۴-۲ بُلت و شبکه‌های فوقانی و تحتانی پی

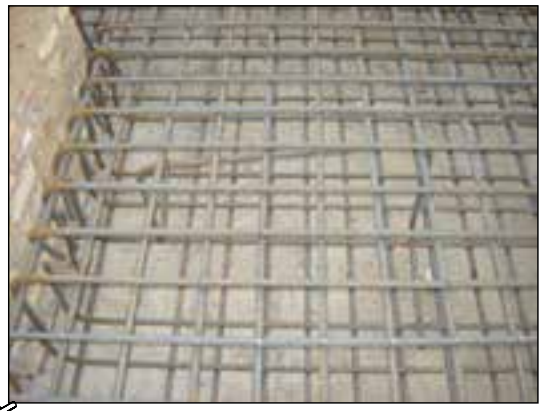
ساعت عملی
۷۰ دقیقه

۳-۵-۲-دستورالعمل ترسیم آرماتورگذاری در پی‌های نواری:

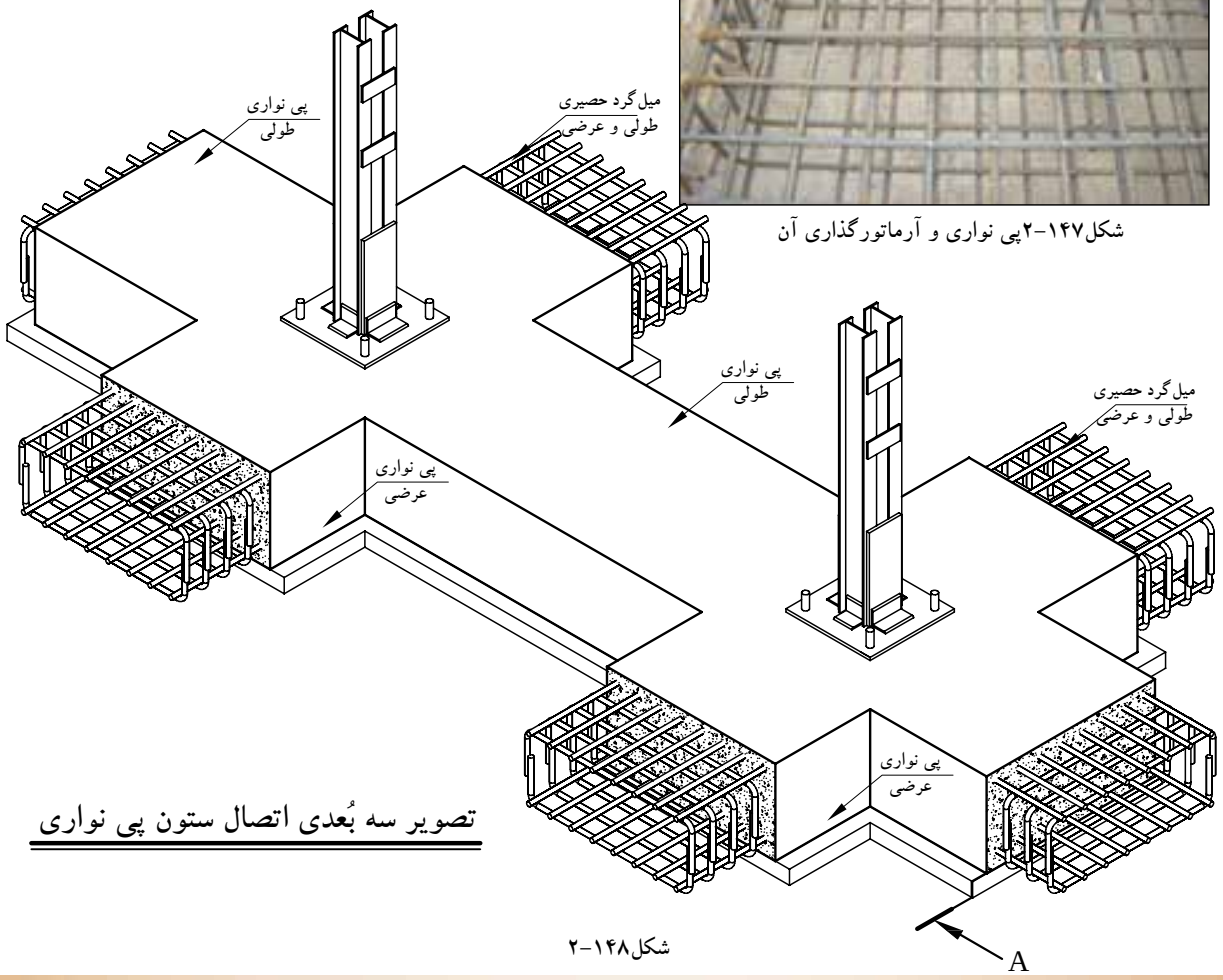
این نوع پی، بار بیش از یک ستون را تحمل می‌کند و همواره در معرض بارهای نامتقارن از طرف ستون‌های میانی قرار دارند. به همین دلیل دارای دو ردیف آرماتور در کف و بالای پی است که به صورت شبکه‌ای اجرا می‌شوند(شکل۱۴۶-۲ و ۱۴۷-۲).

شکل۱۴۸-۲آرایش آرماتورها را در پی نواری به صورت سه بُعدی نشان می‌دهد.

شکل۱۴۶-۲پی نواری و آرماتورگذاری آن



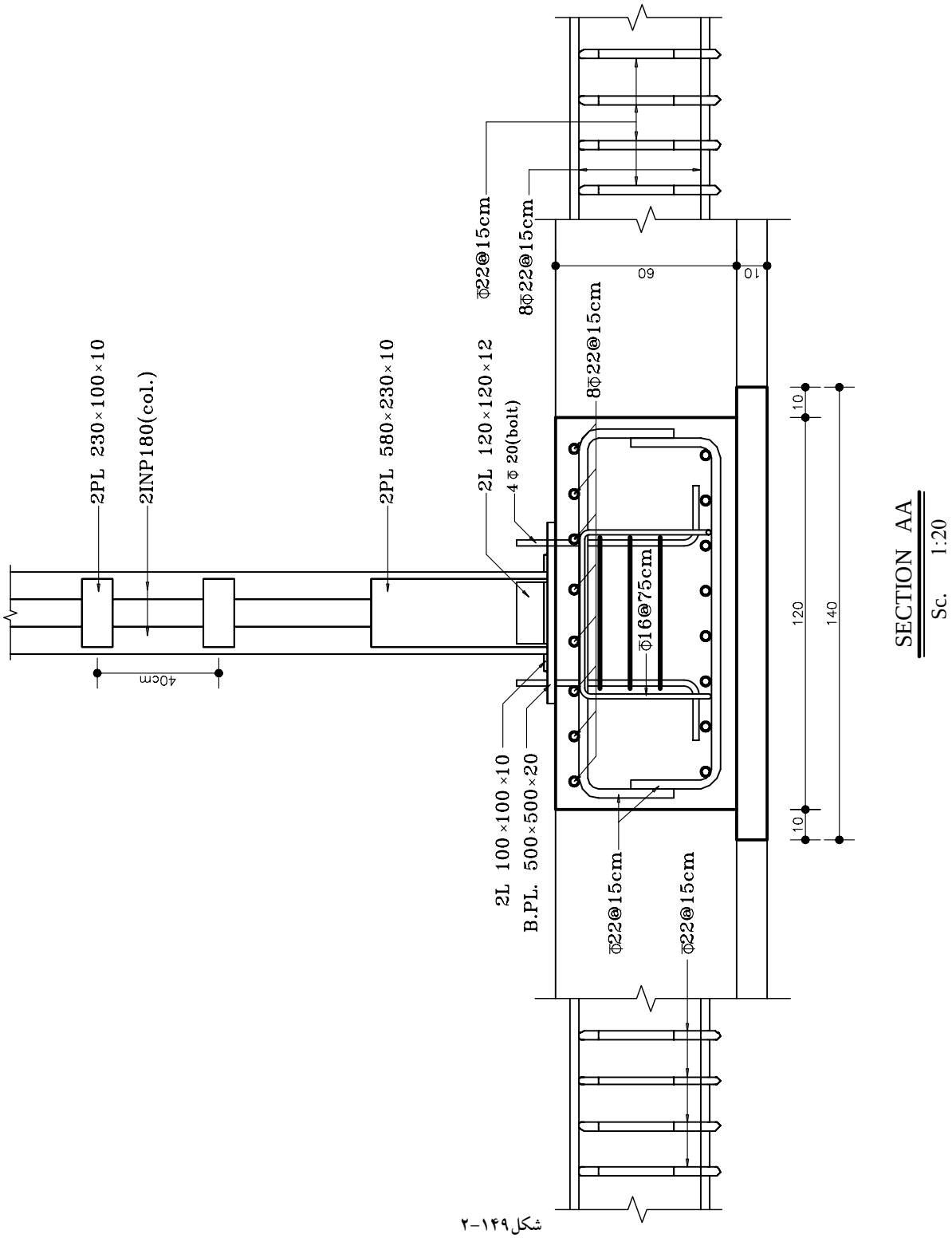
شکل۱۴۷-۲پی نواری و آرماتورگذاری آن



تصویر سه بُعدی اتصال ستون پی نواری

شکل۱۴۸-۲

شکل۱۴۹-۲ جهت نمایش آرایش آرماتورها در پی‌های نواری، برش قائمی رسم و مشخصات پی و آرماتورها روی آن تعیین شده است.



شکل۱۴۹-۲

ساعت عملی
۷۰ دقیقه

۴-۵-۲-دستورالعمل ترسیم آرماتورگذاری در پی‌های صفحه‌ای[۱]:

آرماتورگذاری در پی‌های صفحه‌ای نیز همانند پی‌های نواری، در دو سفره (شبکه) آرماتور در سطح فوقانی و تحتانی پی انجام می‌گیرد. در این پی‌ها برای بهتر نشان‌دادن آرایش آرماتورها علاوه بر ترسیم برش‌های قائم از پلان پی نیز استفاده می‌شود.

شکل ۱۵۰-۲تصویرآرماتورگذاری پی صفحه‌ای را نشان می‌دهد.

شکل ۱۵۱-۲ و شکل ۱۵۲-۲ آرماتورگذاری پی صفحه‌ای با ستون‌های بتنی را نشان می‌دهد.

شکل ۱۵۰-۲آرماتورگذاری پی صفحه‌ای

شکل ۱۵۱-۲آرماتورگذاری پی صفحه‌ای با ستون‌های بتنی

شکل ۱۵۲-۲آرماتورگذاری پی صفحه‌ای با ستون‌های بتنی

مراحل انجام کار:

۱-برای ترسیم پلان پی صفحه‌ای، ابتدا پلان آکس‌بندی راترسیم نمایید. بهتراست برای نشان‌دادن کامل آرماتورها، دو پلان یکی جهت نمایش آرماتورهای زیرین و دیگری جهت نمایش آرماتورهای فوقانی، ترسیم کنید.

۲-سپس آرماتورهای طولی و عرضی را بر روی پلان‌ها رسم نمایید.

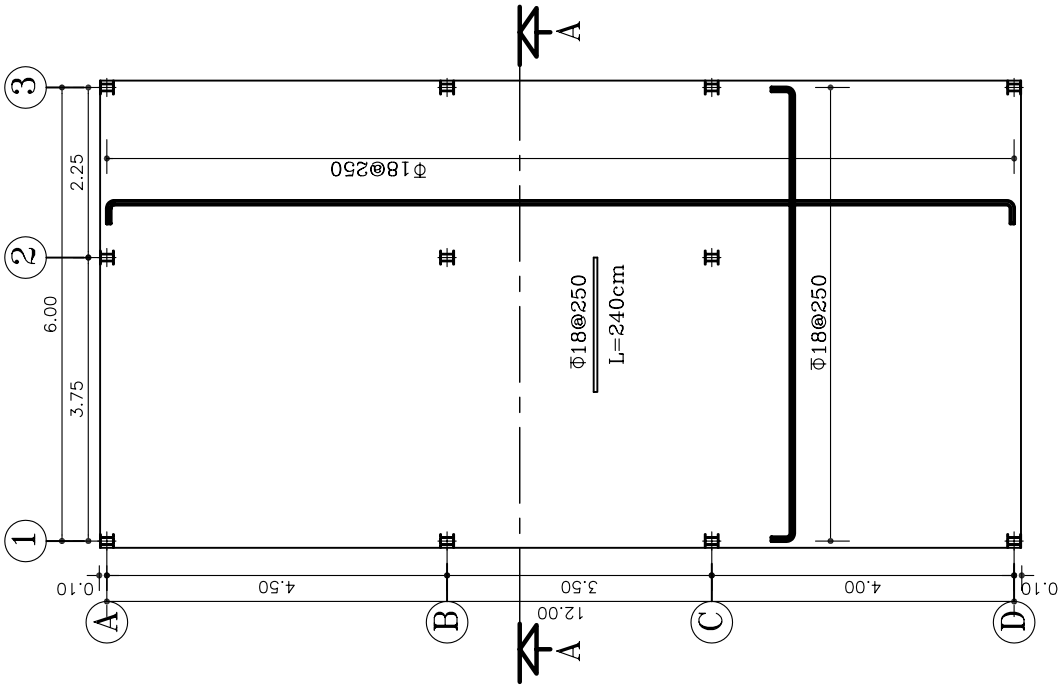
۳-کلیه اندازه‌ها و مشخصات آرماتورها را در پلان‌ها بنویسید.

۴-سپس محل مناسبی از پلان را برای ترسیم برش قائم مشخص کرده و برش قائم را بامقیاس بزرگ‌تر رسم کنید.

شکل ۱۵۳-۲الف و شکل ۱۵۳-۲ب نحوه‌ی آرماتورگذاری شبکه‌ی فوقانی(top) و تحتانی(bott) از یک فنداسیون صفحه‌ای(گسترده) را نشان می‌دهد.

شکل ۱۵۴-۲ نیز برش قائم AA را که درپلان‌های فوق، محل آن مشخص گردیده، نشان می‌دهد.

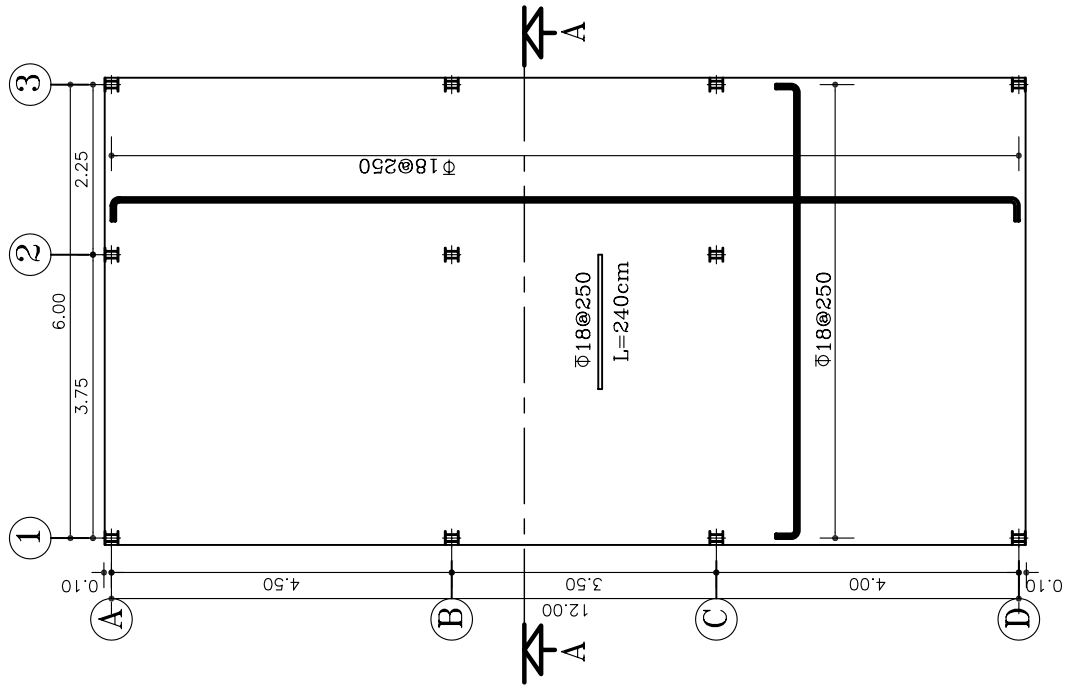
۱-پی گسترده یا رادیه ژنرال



پلان آرماتورهای تحتانی

مقیاس ۱:۱۰۰

(الف)

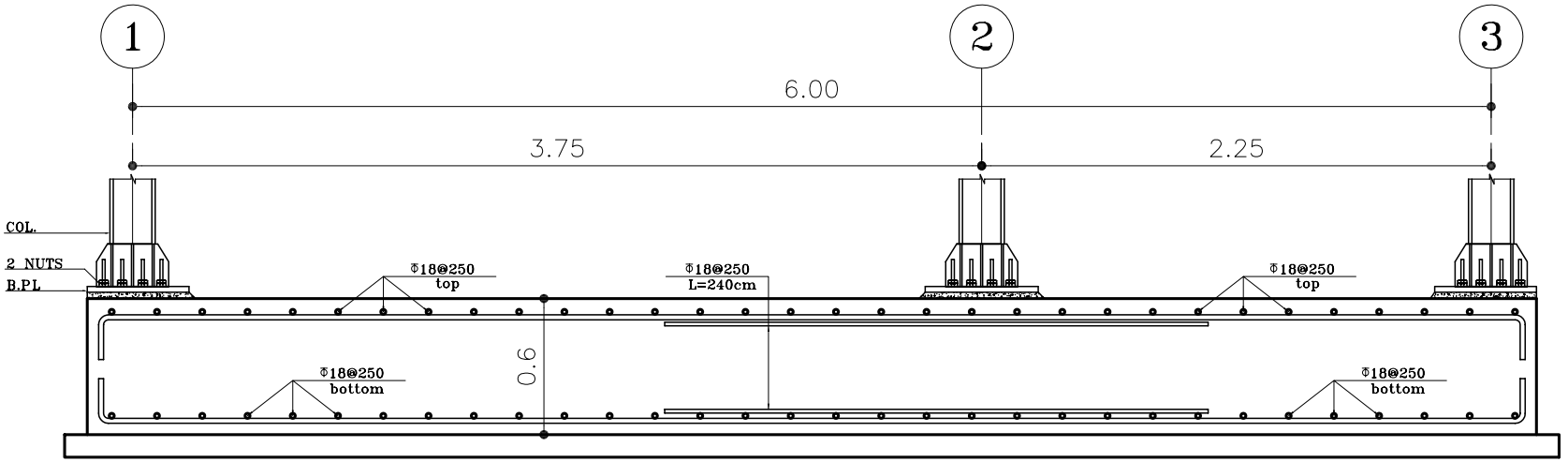


پلان آرماتورهای فوقانی

مقیاس ۱:۱۰۰

(ب)

شکل۱۵۳-۲



شکل ۱۵۴-۲

SECTION AA

ساعت عملی
۷۰ دقیقه

تمرین کارگاهی۸: شکل۱۵۵-۲ پلان فنداسیون، پی منفرد کلاف‌بندی شده را نشان می‌دهد. برش‌های تعیین شده را با مقیاس $\frac{۱}{۱۰}$ ترسیم نمایید.

مشخصات نقشه:

آرماتورهای داخل پی:

-مش تحتانی و فوقانی 2Φ18@15cm c/c

-آرماتور خرک Φ16

-بلت(bolt) 4Φ20

آرماتورهای داخل شناژ:

-آرماتورهای راستا 6Φ14

-خاموت(دوبل) Φ8@25cm c/c

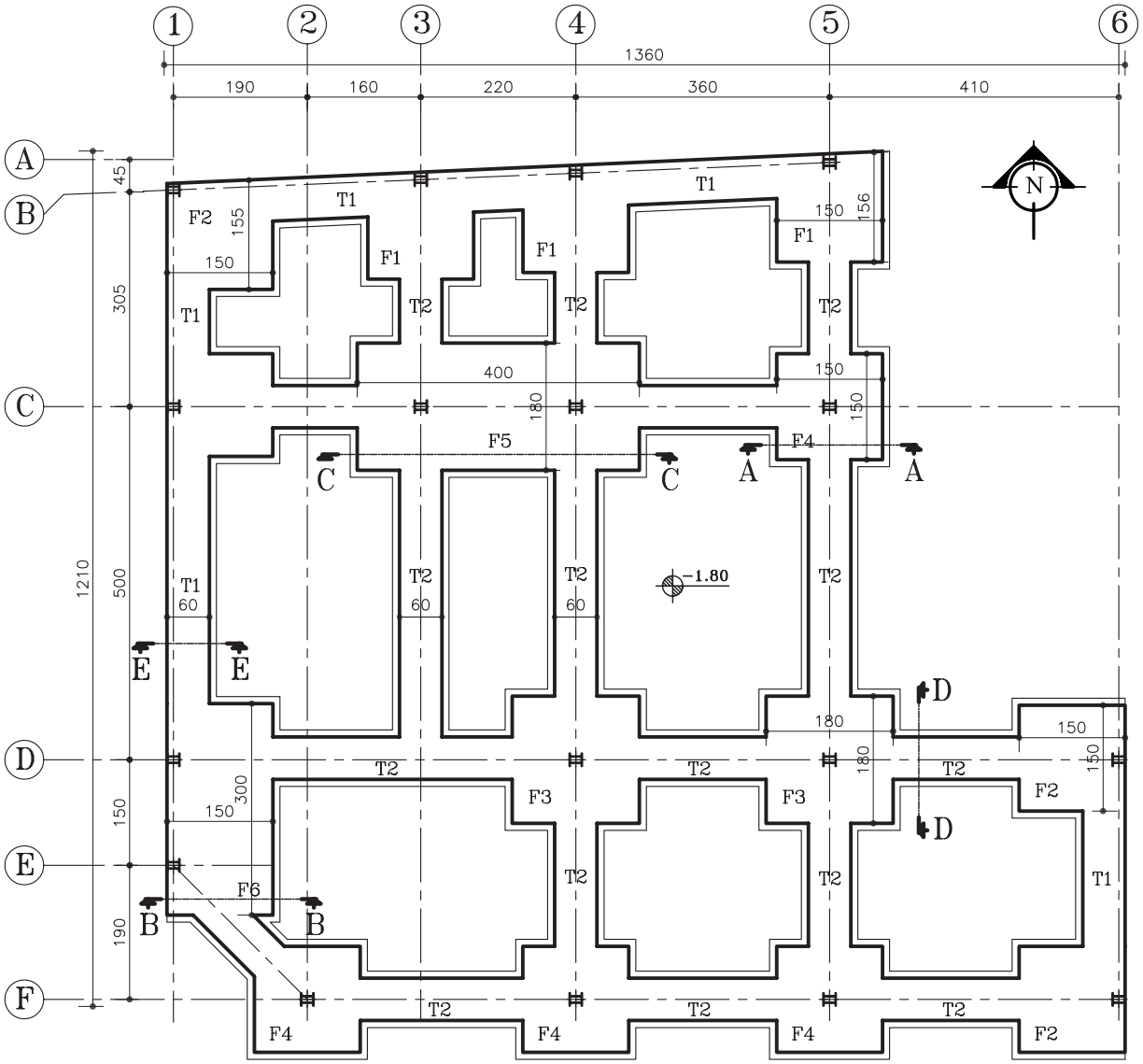
ابعادپی‌ها:

F4 = 150×150×60

F5 = 400×180×60

F6 = 300×150×60

T1 ,T2 = 60×60



پلان فنداسیون

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۵۵-۲

تمرین کارگاهی۹: شکل۱۵۶-۲ و شکل۱۵۷-۲ پلان موقعیت و آکس بندی از یک زمین جنوبی را نشان می دهد. با توجه به مشخصات نقشه، موارد خواسته شده‌ی زیر را ترسیم نمایید.

مشخصات نقشه:

-ابعادپی:

F1=120×120×60

F2=150×150×60

F3=180×180×60

T1= 50×40

T2= 60×40

-آرماتور پی:

F1=Φ16@15cm c/c (top & bott)

F2=Φ18@15cm c/c (top & bott)

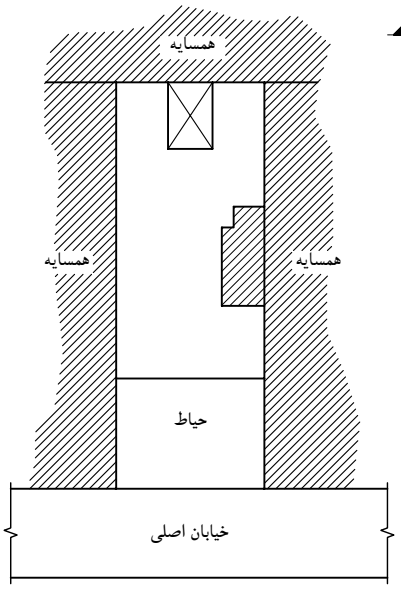
F3=Φ18@15cm c/c (top & bott)

-آرماتور شناژ:

T1= 4Φ14

T2= 6Φ14

خاموت Φ8@25 cm c/c



پلان موقعیت

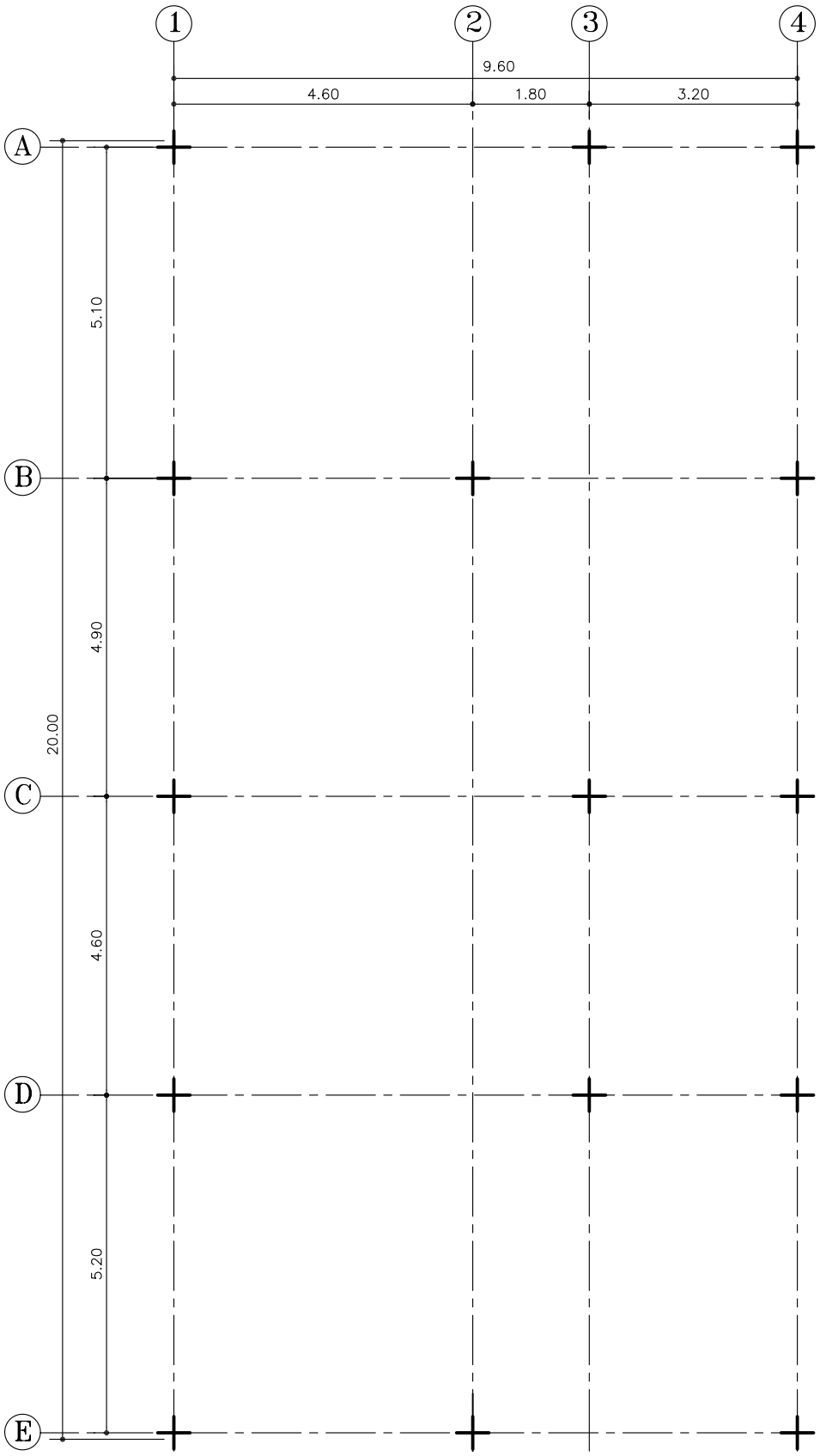
مقیاس ۱:۴۰۰

شکل۱۵۶-۲

موارد خواسته شده:

-رسم پلان فنداسیون کلاف‌بندی شده، با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$

-رسم نقشه‌های آرماتورگذاری سه تیپ پی و شناژها با توجه به مشخصات داده شده‌ی فوق با مقیاس $\frac{۱}{۲۰}$.



پلان آکس‌بندی

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۵۷-۲

ساعت عملی
۱۰۰ دقیقه

تمرین کارگاهی ۱۰: شکل۱۵۸-۲ و شکل۱۵۹-۲ پلان موقعیت و آکس‌بندی از یک زمین جنوبی را نشان می دهد. فنداسیون این بنا در امتدادهای عرضی دارای پی‌های نواری (FB) است که با شناژهای رابط(T) به یکدیگرمتصل شده‌اند. مشخصات این پی شامل:

مشخصات نقشه:

-پی نواری کناری(آکس A و E):

FB1= 490×120×60

FB3= 980×120×60

آرماتور طولی Φ16@15cm c/c (top & bott)

آرماتور عرضی Φ14@15cm c/c (top & bott)

-پی نواری میانی(آکس Bو Cو D):

FB2= 980×120×60

آرماتور طولی Φ18@15cm c/c (top & bott)

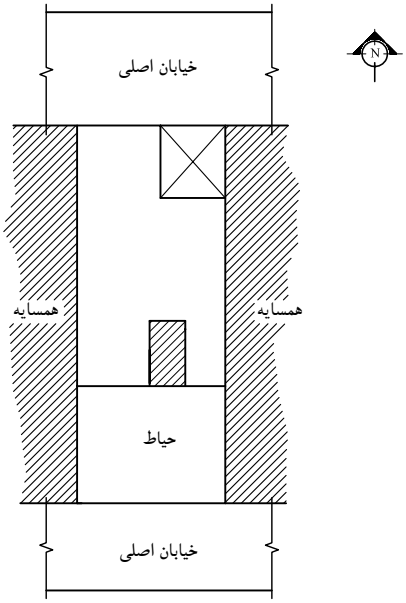
آرماتور عرضی Φ14@15cm c/c (top & bott)

-شناژ رابط(T1):

T1=60×40

6Φ14

Φ8@25 cm c/c



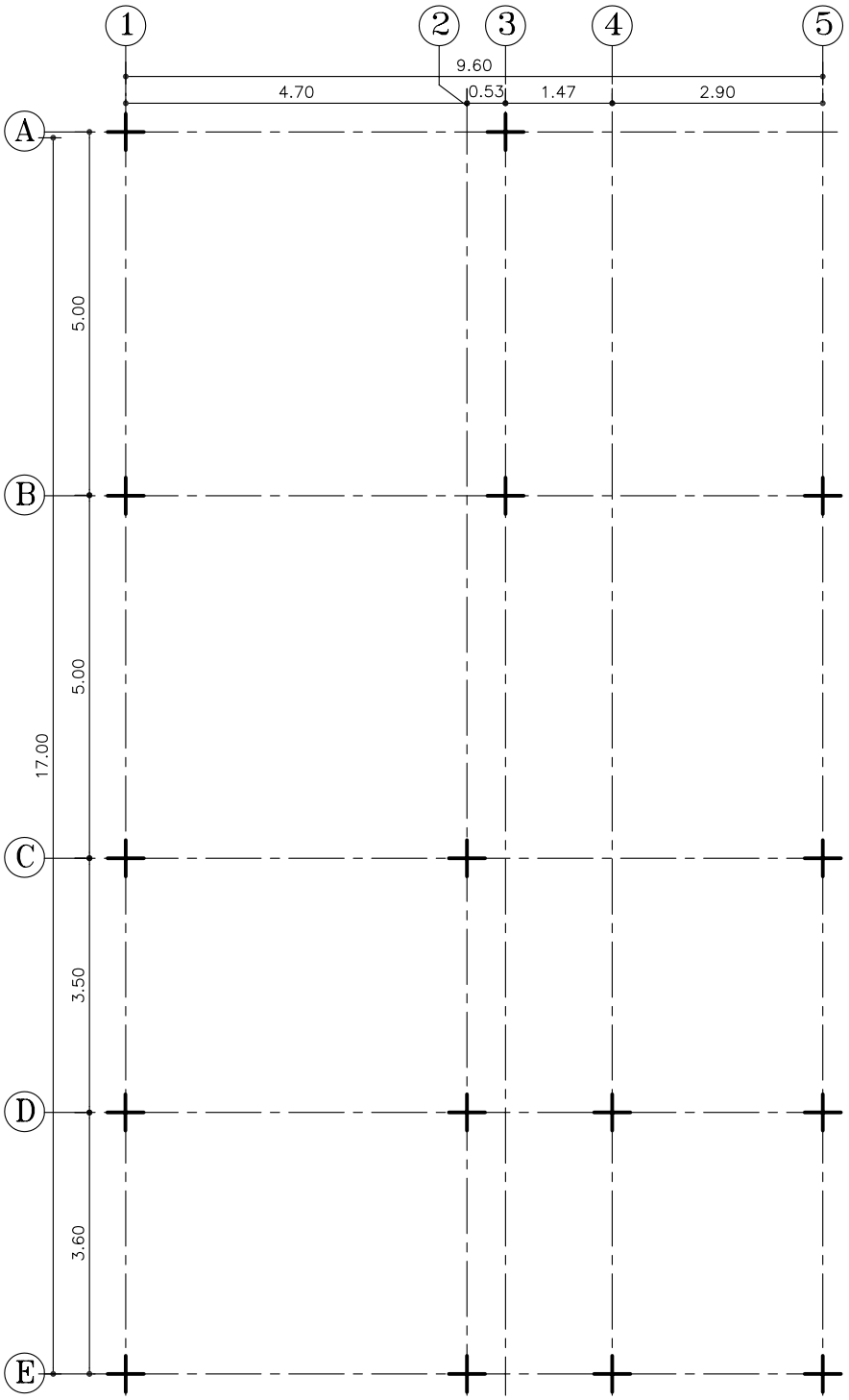
پلان موقعیت
مقیاس ۱:۴۰۰

شکل۱۵۸-۲

موارد خواسته شده:

- رسم پلان فنداسیون نواری با شناژ غیرهم سطح با مقیاس $\frac{1}{100}$

-رسم نقشه‌های آرماتورگذاری تیپ‌های پی نواری FB1 و FB2 و شناژ T1 با توجه به مشخصات داده شده‌ی فوق با مقیاس $\frac{1}{20}$.



پلان آکس‌بندی

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۵۹-۲

۶-۲-اتصال ستون به فنداسیون

جهت اتصال ستون فلزی به فنداسیون بتنی از صفحه‌ی فلزی زیرستون یا بیس‌پلیت استفاده می‌شود (شکل ۱۶۰-۲).

۱-۶-۲-عملکرد بیس پلیت: بتن معمولی دارای مقاومت فشاری ۲۱۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع می‌باشد که ۸ تا ۱۲برابر مقاومت کششی آن است. درحالی که حداقل مقاومت فشاری فولادهای ساختمانی ۲۳۰۰ کیلوگرم برسانتی‌مترمربع است(یعنی هرواحدسطح فولاد، حدوداً ده برابر، واحد سطح بتن، نیرو تحمل می‌کند.)

بنابراین در محل اتصال ستون به فنداسیون بایستی، صفحه‌ی میانی بین ستون فلزی و بتن قراربگیرد تا نیروی ستون را در سطح وسیع‌تری پخش نماید به طوری که بتن تاب و تحمل تنش‌های فشاری به وجودآمده درسطح تماس با صفحه‌ی زیرستون را داشته باشد.

صفحه‌ی زیرستون، از یک طرف به ستون جوش داده می‌شود و از طرفی دیگر از طریق آرماتورهایی به نام بُلت به فنداسیون متصل می‌گردند (شکل ۱۶۱-۲).

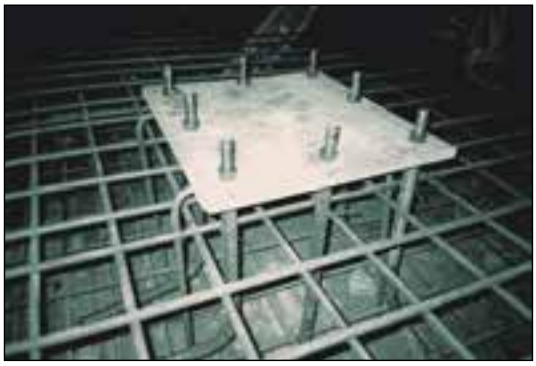
ابعاد این صفحات که شامل طول، عرض و ضخامت می‌باشند، برحسب نوع و مقدار نیروی پای ستون با محاسبات فنّی تعیین می‌گردد که معمولاً در کارهای معمولی برای سهولت در اجرا آن را به شکل مربع و با سوراخ های قرینه درچهارگوشه انتخاب می‌کنند.

> ⚠ **تذکر۱:** قبل از اتصال ستون به صفحه‌ی زیرستون باید انتهای ستون سنگ خورده و صاف باشد تا تمام نقاط سطح مقطع ستون با صفحه‌ی زیر آن تماس کامل داشته باشد و عمل انتقال نیرو به خوبی انجام گیرد.

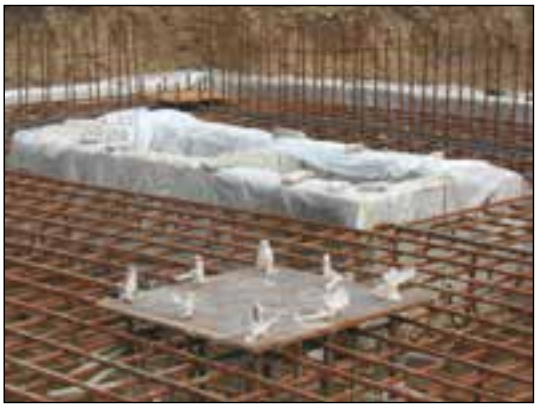
شکل ۱۶۲-۲ نحوه‌ی پوشیده شدن سرآرماتورهای بُلت را با نایلون، قبل از بتن‌ریزی نشان می‌دهد.

شکل ۱۶۳-۲ نحوه‌ی نصب بیس‌پلیت را درمحل نشان می‌دهد.

شکل ۱۶۰-۲



شکل ۱۶۱-۲



شکل ۱۶۲-۲

شکل ۱۶۳-۲

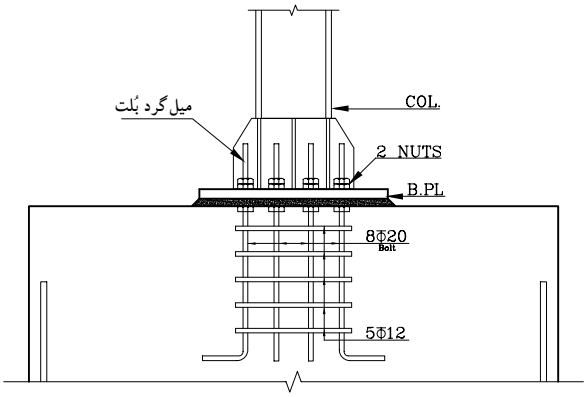
۲-۶-۲-بُلت(BOLT):

کاراتصال صفحه‌ی زیرستون با پی بتنی به وسیله‌ی آرماتور مهار به نام بُلت(Bolt) صورت می‌گیرد. در حالی که صفحه‌ی زیرستون، تنها فشار را تحمل می‌کند، بُلت نقش عمده‌ای نداشته و تنها پایه را درمحل خود ثابت نگه می‌دارد.

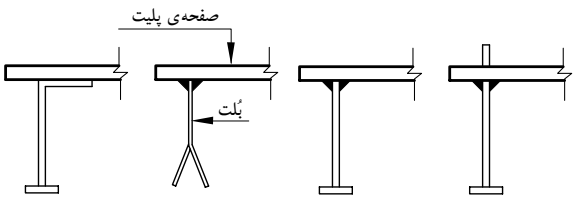
بلت، آرماتور آج‌داری است که با حداقل قطر ۲۰ میلی‌متر، که برای ایجاد اتصال بیش‌تر، انتهای آن را که داخل بتن قرار می‌گیرد، قلاب استاندارد یا مهار انتهایی می‌نمایند و سردیگر آن را به طول ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر رزوه کرده تا با مهره به صفحه‌ی زیرستون مهارشود. تعداد بلت‌ها بسته به نوع کار حداقل دوعدد آرماتور استفاده می‌شود و تعداد، قطر و طول دقیق آن‌ها با توجه به نوع اتصال ستون به فنداسیون و با توجه به محاسبات فنی تعیین می‌گردد(شکل ۱۶۴-۲).

درکارهای سبک نیزبرای اتصال آرماتور به صفحه‌ی زیرستون از جوش استفاده می‌شود.

شکل۱۶۵-۲ انواع اتصال بلت به صفحه‌ی بیس‌پلیت را به وسیله‌ی جوش نشان می‌دهد.



شکل۱۶۴-۲



شکل۱۶۵-۲

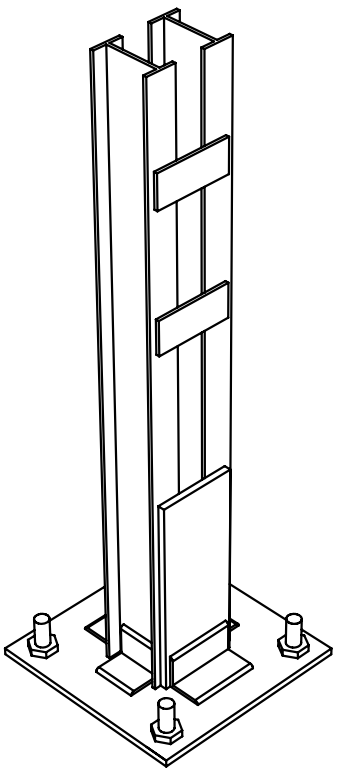
۳-۶-۲-انواع اتصالات ستون به بیس پلیت:

اتصال ستون به بیس پلیت به دو صورت انجام می‌شود:

الف)اتصال ساده یا مفصلی.

ب)اتصال گیردار.

الف)اتصال ساده(مفصلی): درصورتی که پای ستون نیرو را به صورت فشاری و برشی به فنداسیون منتقل کند از این نوع اتصال استفاده می‌شود(شکل ۱۶۶-۲).

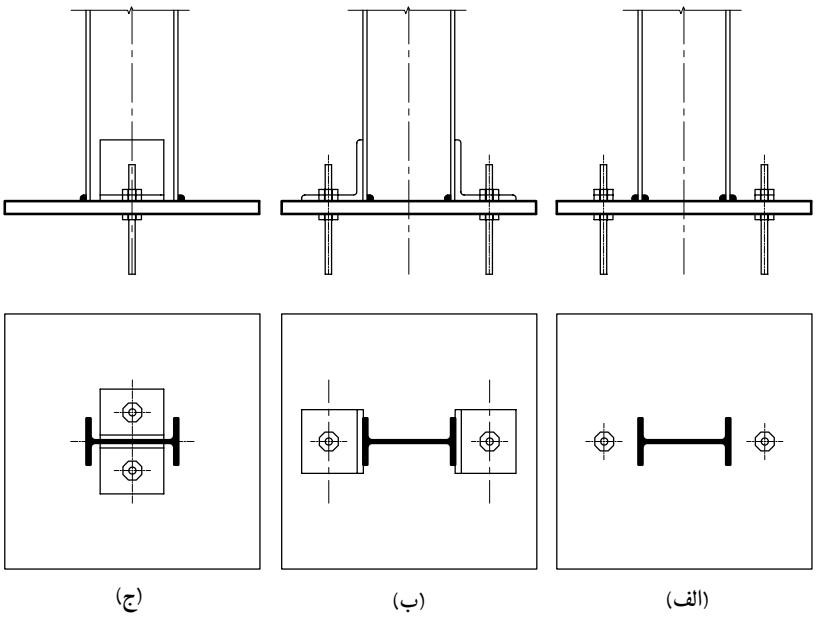


شکل۱۶۶-۲ اتصال مفصلی ساده

شکل۱۶۷-۲الف ستون، مستقیماً به صفحه‌ی زیرآن جوش داده شده است و صفحه‌ی زیرستون به وسیله‌ی دو بلت به پی متصل است.

شکل۱۶۷-۲ب بادوعدد نبشی ازیک طرف به بال ستون جوش شده و از طرف دیگر با دو بلت به فنداسیون اتصال دارد.

شکل۱۶۷-۲ج دوعدد نبشی به جان ستون جوش شده و به وسیله‌ی بُلت‌هایی به صفحه‌ی زیرستون و فنداسیون متصل شده است.



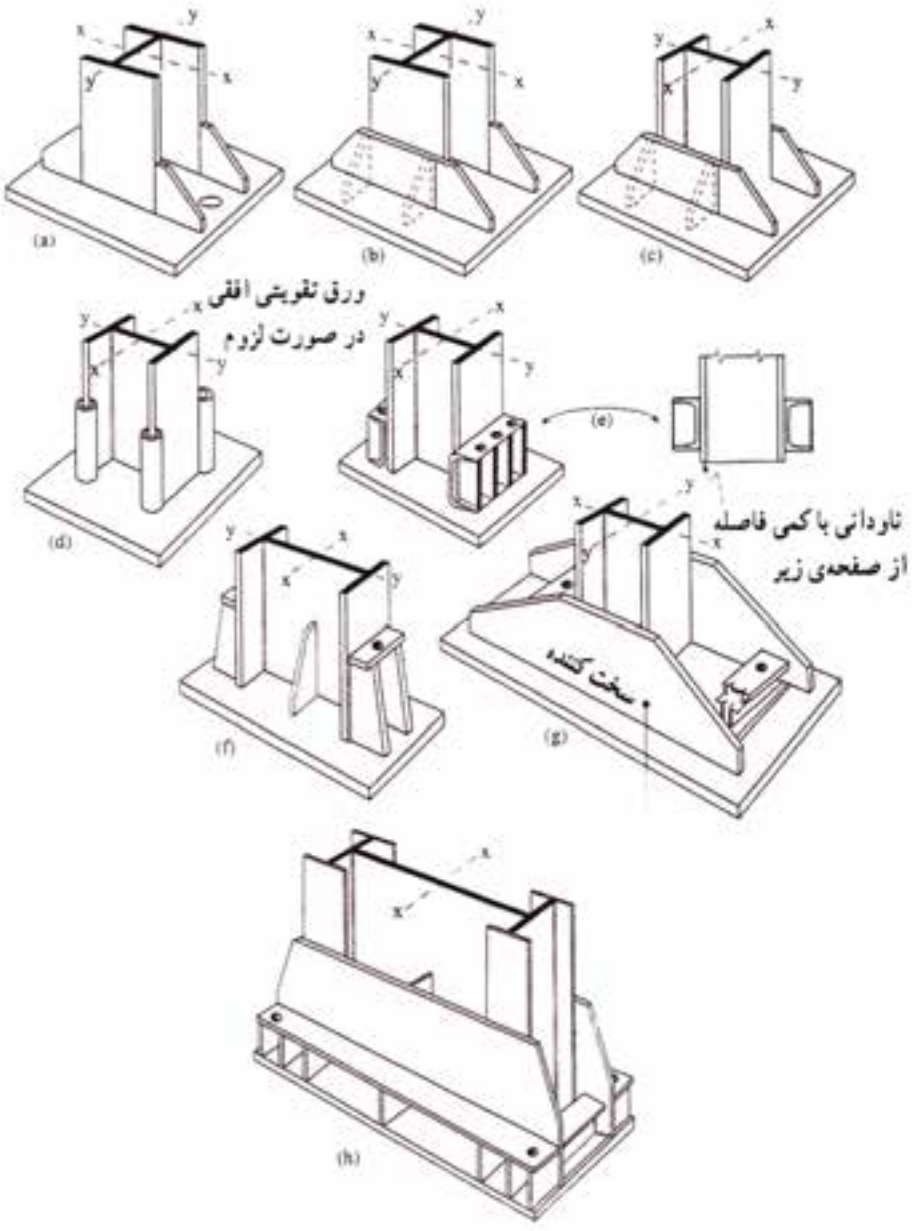
شکل۱۶۷-۲

ب)اتصال گیردار: چنان‌چه بخواهیم ستون‌ها، علاوه بر نیروهای فشاری و برشی، لنگرهای خمشی را نیز انتقال دهند از اتصال گیردار استفاده می‌شود.

شکل۱۶۸-۲ یک نوع اتصال گیردار را درپای ستون نشان می‌دهد.

شکل۱۶۸-۲ اتصال گیردار

لازم به ذکر است که اتصال ستون به صفحه‌ی زیرآن طبق نظرمهندس محاسب و باتوجه به پروفیل‌های سازنده‌ی ستون‌ها به شکل‌های متنوعی طرح می‌شوند (شکل‌های ۱۶۹-۲).

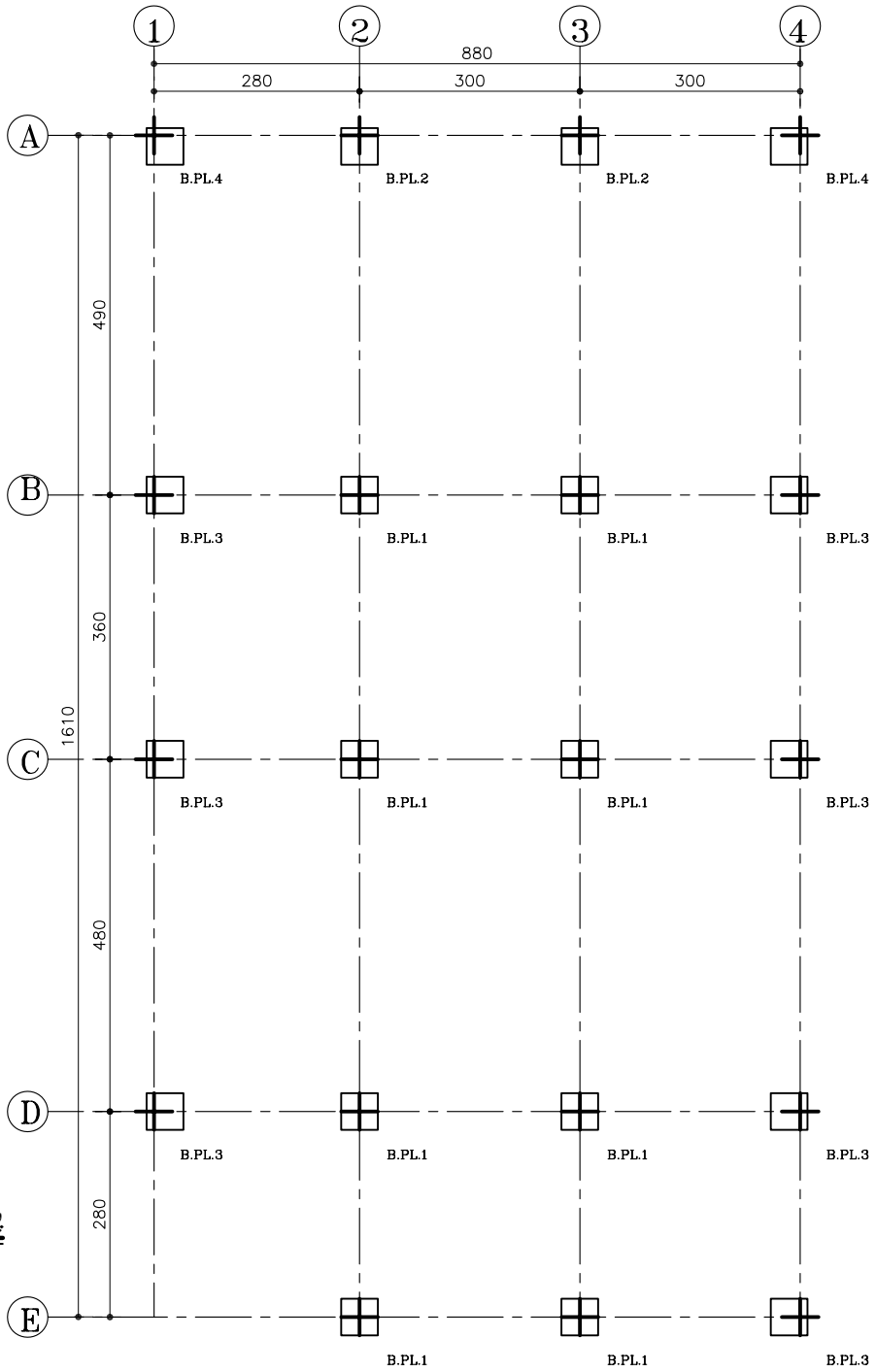


شکل۱۶۹-۲ انواع اتصال گیردار در کف ستون

ساعت عملی
۷۰ دقیقه

۴-۶-۲-دستوالعمل تیپ‌بندی صفحات زیرستون (دراتصال مفصلی):

این صفحات براساس موقعیت قرارگیری شان در پلان و مقدار باری که به آن‌ها وارد شده، دسته‌بندی می‌شوند. شکل ۱۷۰-۲ پلان تیپ‌بندی بیس‌پلیت را نشان می‌دهد.



پلان تیپ‌بندی بیس‌پلیت

مقیاس ۱:۱۰۰

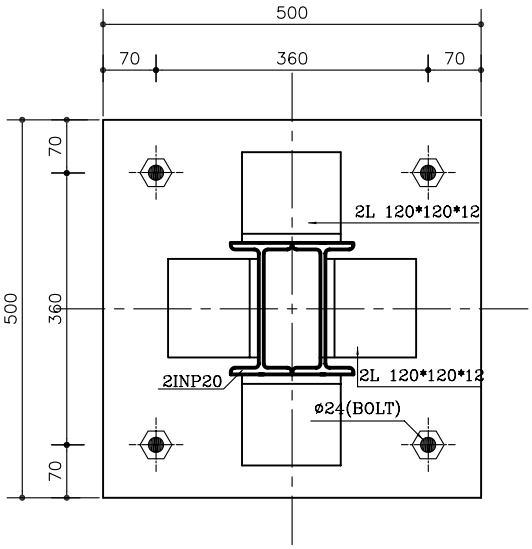
شکل ۱۷۰-۲

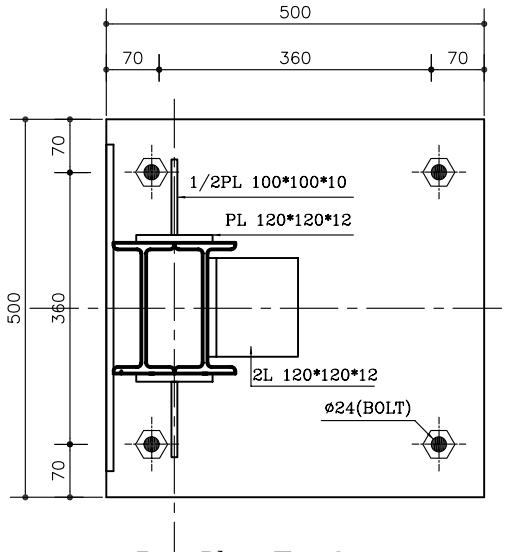
شکل‌های ۱۷۱-۲ (الف تا د) موقعیت ستون را بر روی صفحه‌ی زیرستون درحالت‌های گوشه، کنار و میان نشان می‌دهد.

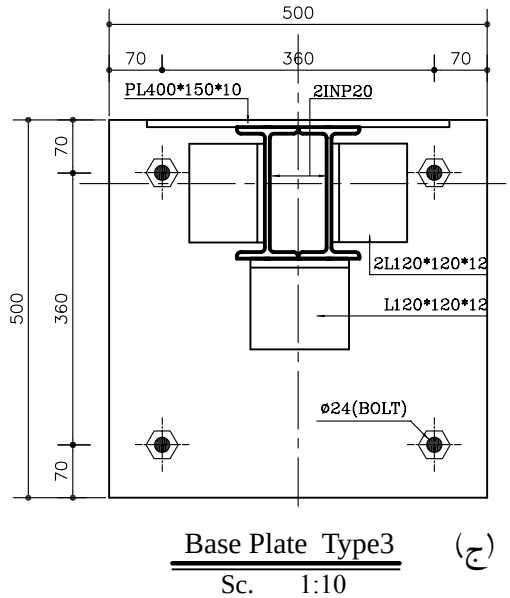
شکل ۱۷۱-۲(الف)موقعیت صفحه‌ی‌ستون میانی را نشان می‌دهد.

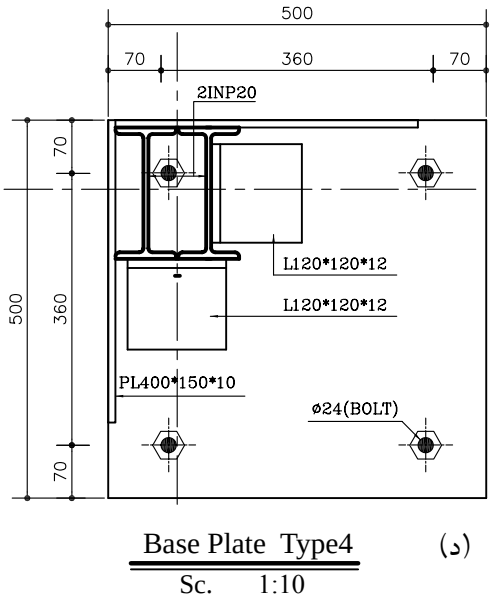
شکل ۱۷۱-۲(ب و ج) موقعیت صفحه‌ی ستون کناری را نسبت به محورهای آکس در راستای طولی و عرضی، نشان می‌دهد.

شکل ۱۷۱-۲(د) موقعیت صفحه‌ی ستون گوشه را نسبت به محورهای آکس دراتصال ساده(مفصلی) نشان می‌دهد.









شکل ۱۷۱-۲

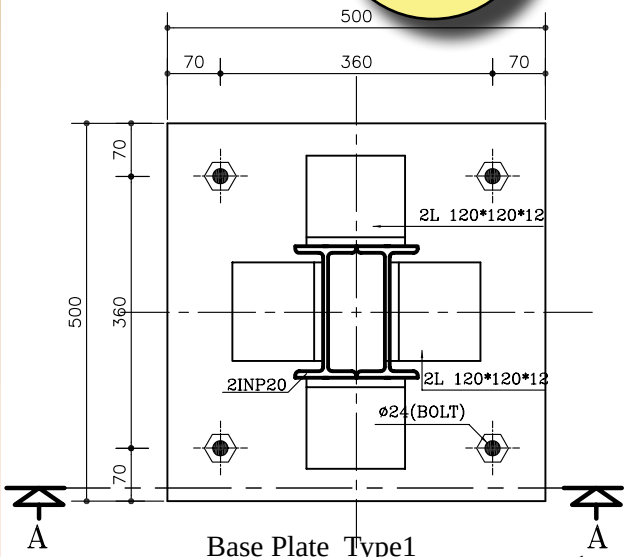
ساعت عملی
۴۰ دقیقه

۵-۶-۲-دستوالعمل ترسیم نمای اتصال ستون به بیس پلیت(دراتصال مفصلی):

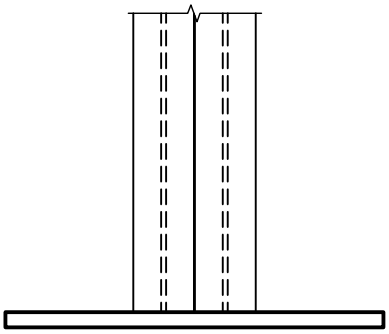
به عنوان مثال ازپلان شکل ۱۷۲-۲، استفاده کرده و نحوه‌ی اتصال ستون به بیس پلیت راترسیم می‌نماییم.

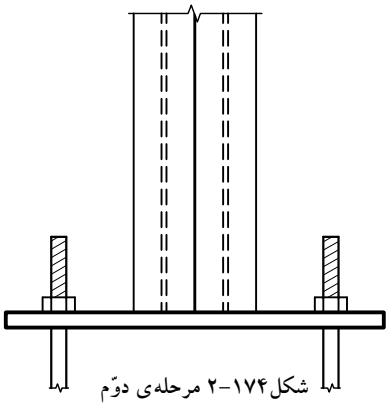
مراحل انجام کار:

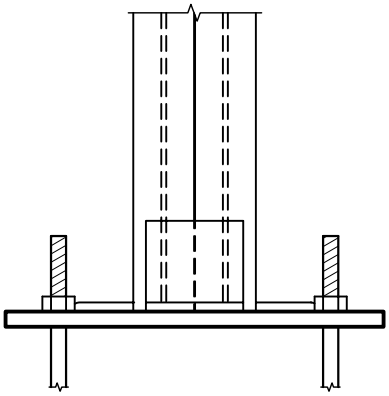
۱-ابتدا بیس پلیت برش‌خورده را با خطوط ممتد ضخیم ترسیم کنید(شکل ۱۷۳-۲).
سپس نمای بال ستون را برروی آن ترسیم نمایید.
۲-آرماتور بلت را ترسیم کنید(شکل ۱۷۴-۲).
۳-نبشی‌های روی بال و داخل جان تیرآهن ستون را ترسیم نمایید(شکل ۱۷۵-۲).
۴-نقشه را پوزیسیون‌بندی کرده و اطلاعات لازم را بنویسید(شکل ۱۷۶-۲).

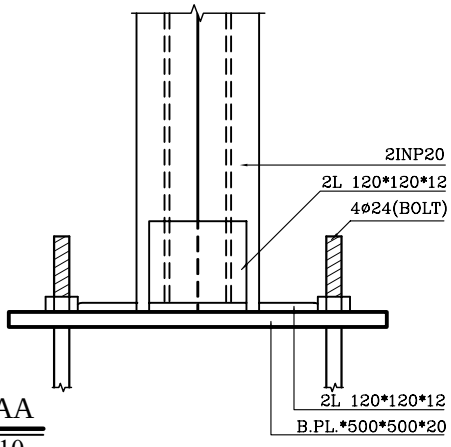


شکل ۱۷۲-۲


شکل ۱۷۳-۲ مرحله‌ی اوّل


شکل ۱۷۴-۲ مرحله‌ی دوّم


شکل ۱۷۵-۲ مرحله‌ی سوّم



شکل ۱۷۶-۲ مرحله‌ی چهارم

برش مشخص شده‌ی BB از شکل۱۷۷-۲ را ترسیم می‌نماییم.

مراحل انجام کار:

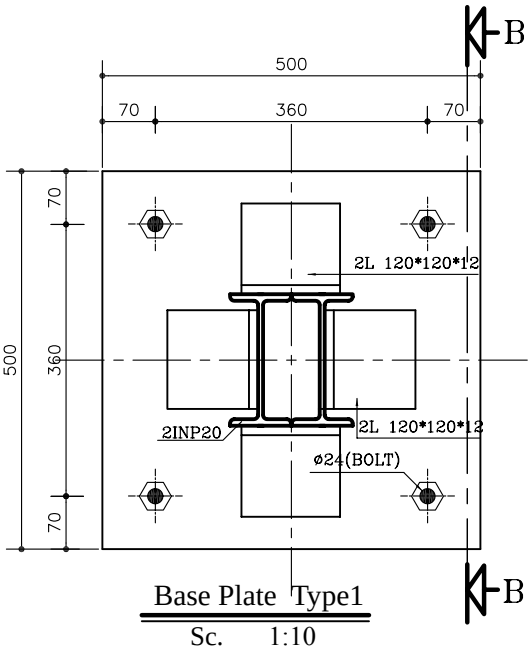
۱-ابتدا بیس‌پلیت برش‌خورده را با خطوط ممتد ضخیم ترسیم کنید(شکل۱۷۸-۲).

سپس نمای جان‌ستون را بر روی آن ترسیم نمایید.

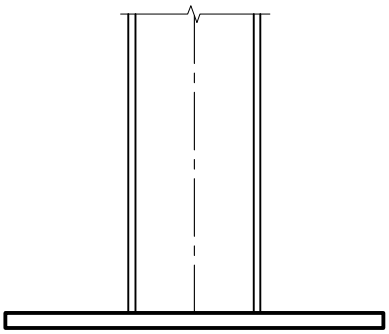
۲-آرماتور بلت را ترسیم کنید(شکل۱۷۹-۲).

۳-نبشی‌های روی بال وداخل جان تیرآهن ستون را ترسیم نمایید(شکل ۱۸۰-۲).

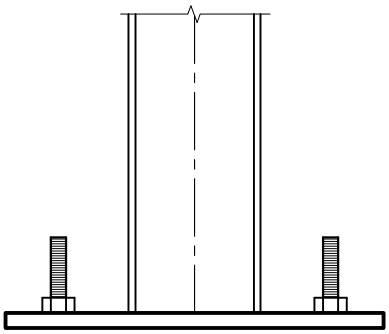
۴-نقشه را پوزیسیون‌بندی کرده و اطلاعات لازم را بنویسید(شکل ۱۸۱-۲).



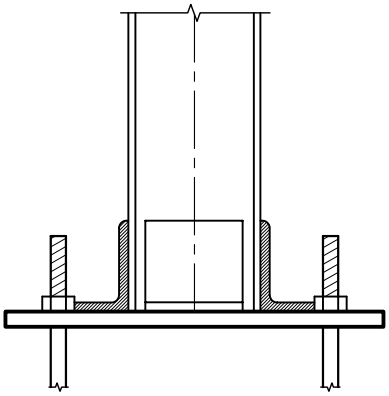
شکل۱۷۷-۲



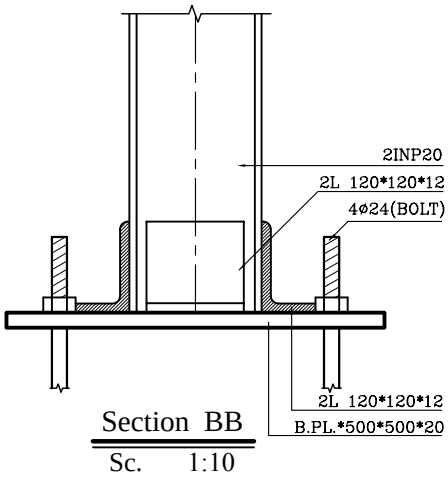
شکل۱۷۸-۲ مرحله‌ی اوّل



شکل۱۷۹-۲ مرحله‌ی دوّم



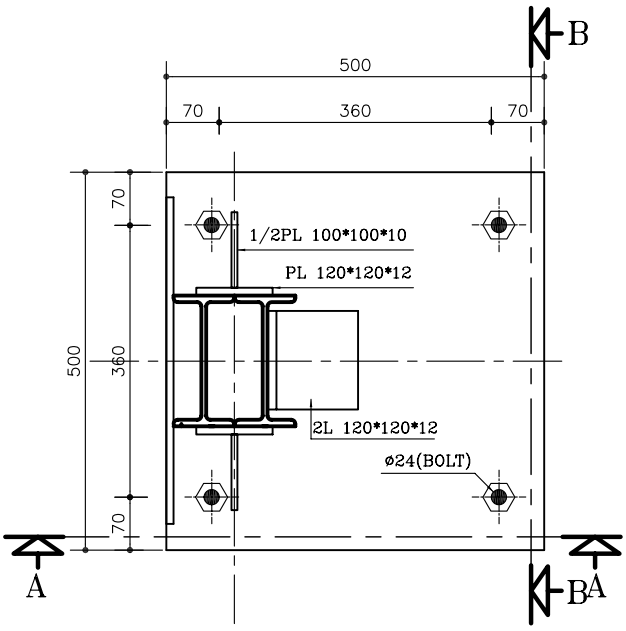
شکل۱۸۰-۲ مرحله‌ی سوّم



شکل۱۸۱-۲ مرحله‌ی چهارم

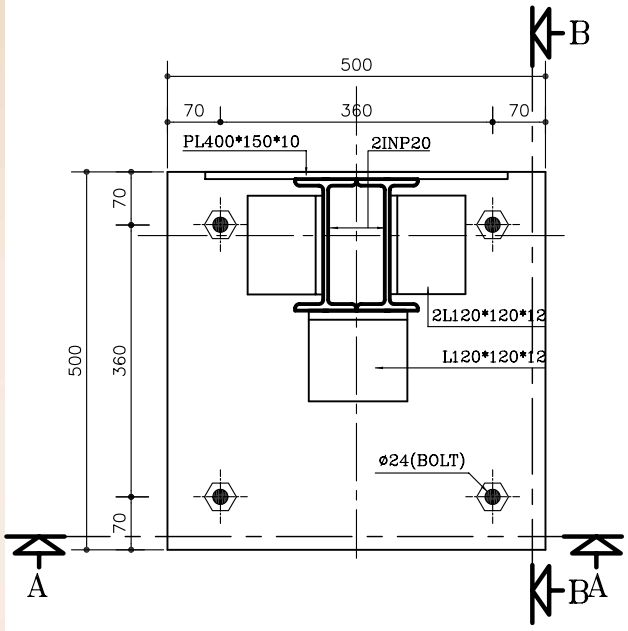
ساعت عملی
۷۰ دقیقه

تمرین کارگاهی۱۱: برش‌های AA و BB از انواع بیس‌پلیت‌های (اتصال ساده)در شکل‌های زیر را ترسیم نمایید.



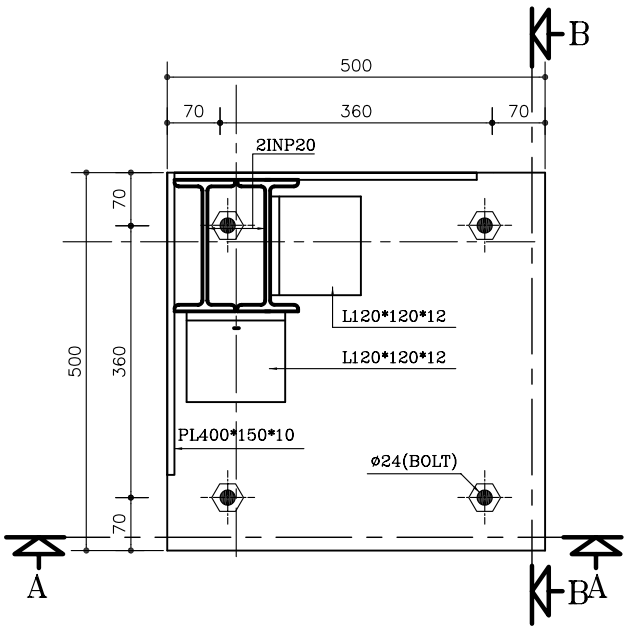
Base Plate Type2
Sc. 1:10

شکل۱۸۲-۲



Base Plate Type3
Sc. 1:10

شکل۱۸۳-۲



Base Plate Type4
Sc. 1:10

شکل۱۸۴-۲

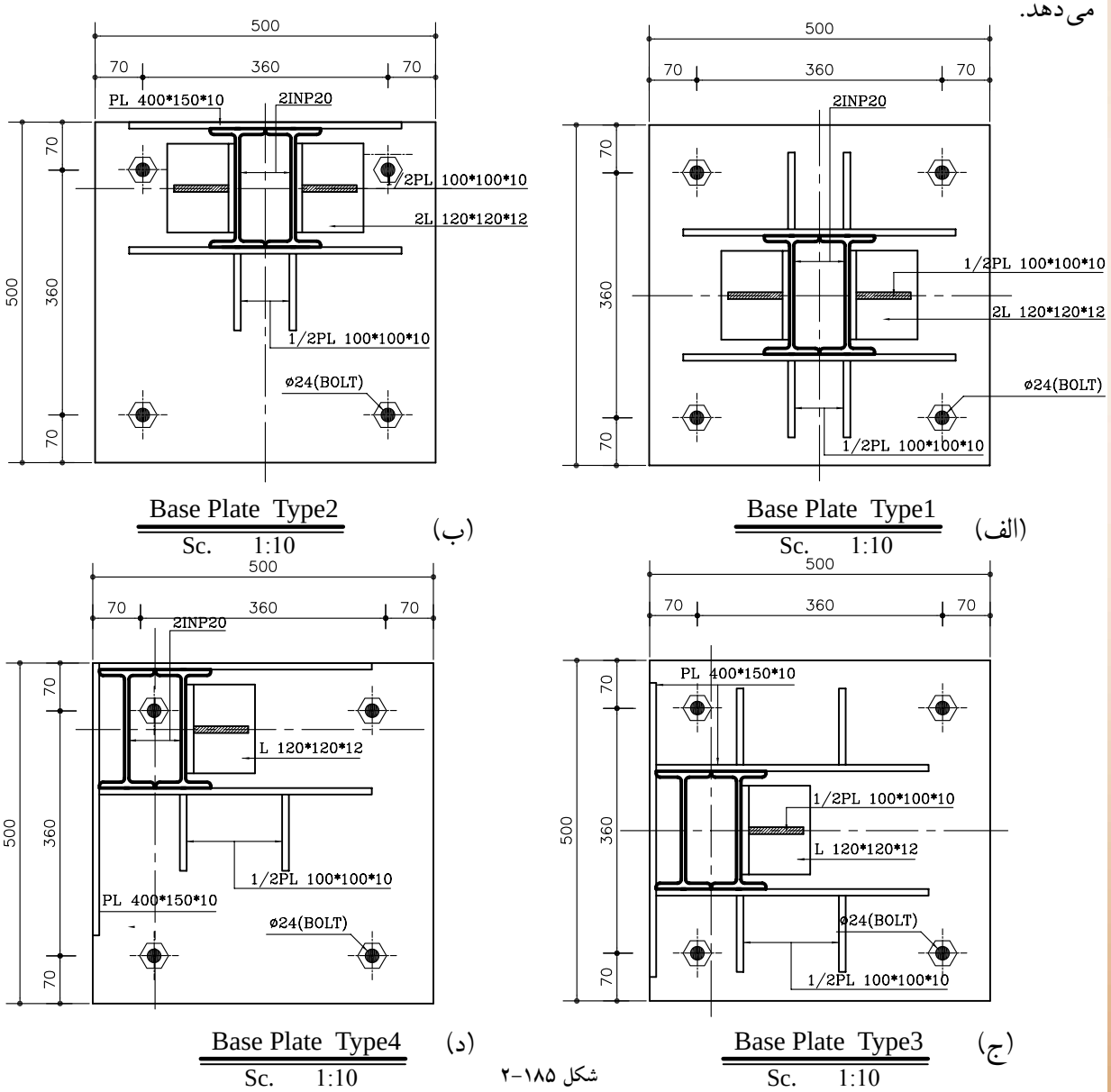
ساعت عملی
۷۰ دقیقه

۶-۶-۲-دستوالعمل تیپ‌بندی صفحات زیرستون (دراتصال گیردار):

شکل۱۸۵-۲(الف)موقعیت صفحه‌ی ستون میانی را در اتصال گیردار نشان می‌دهد.

شکل۱۸۵-۲(ب و ج)موقعیت صفحه‌ی ستون کناری را نسبت به محورهای آکس در راستای طولی و عرضی، نشان می‌دهد.

شکل۱۸۵-۲ (د)موقعیت صفحه‌ی ستون گوشه را نسبت به محورهای آکس در اتصال گیردار نشان می‌دهد.



شکل ۱۸۵-۲

ساعت عملی
۱۰۰ دقیقه

تمرین کارگاهی ۱۲: شکل ۱۸۶-۲ و شکل ۱۸۷-۲ پلان موقعیت و پلان طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. فنداسیون این بنا در امتدادهای عرضی دارای پی‌های نواری(FB) است که با شناژهای رابط(T) به یکدیگر متصل شده‌اند. مشخصات این پی شامل:

مشخصات نقشه:

-پی نواری کناری و میانی:

FB1=490×120×60

آرماتور طولی Φ16@15cm c/c (top & bott)

آرماتور عرضی Φ14@15cm c/c (top & bott)

-شناژ رابط(T1):

T1=60×40

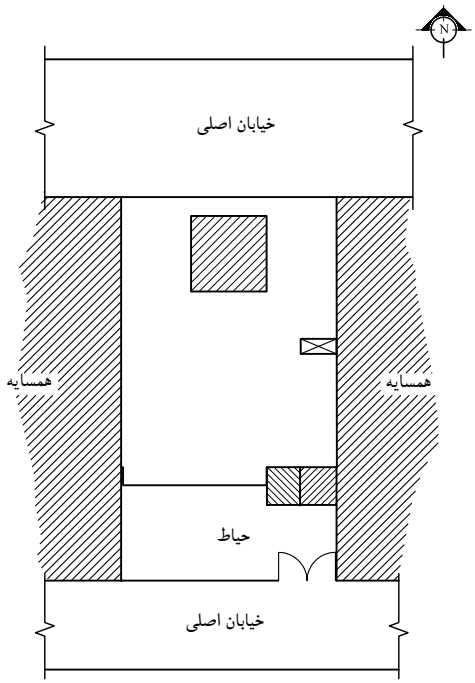
آرماتور طولی 6Φ14

آرماتور عرضی(خاموت) Φ8@25 cm c/c

موارد خواسته شده:

- رسم پلان فنداسیون با مقیاس $\frac{1}{100}$

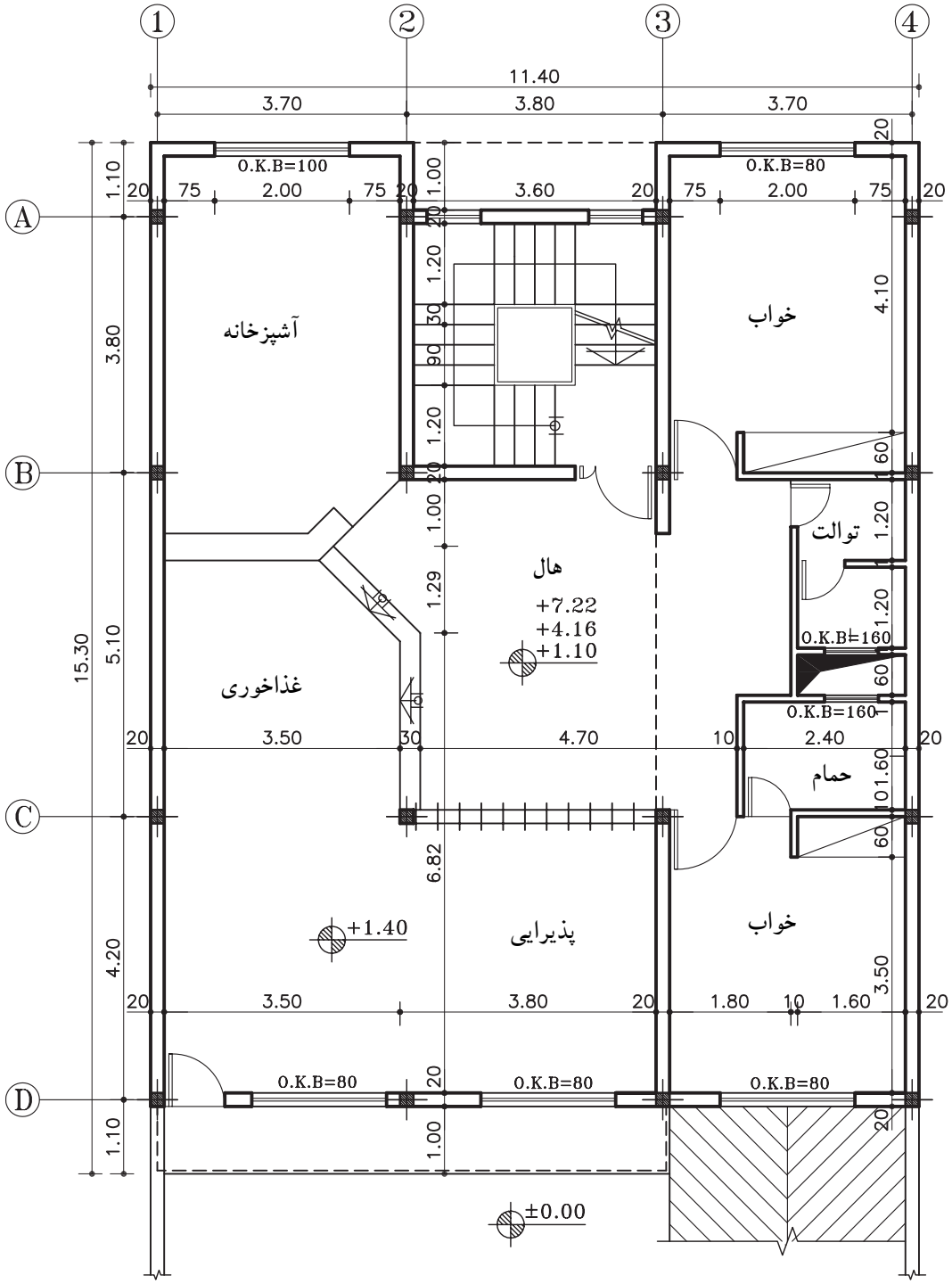
-رسم نقشه‌های میل‌گردگذاری تیپ پی نواری FB1 و شناژ T1 با توجه به مشخصات داده شده‌ی فوق با مقیاس $\frac{1}{20}$.



پلان موقعیت

مقیاس ۱:۴۰۰

شکل ۱۸۶-۲



پلان تیپ طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۸۷-۲

ساعت عملی
۱۰۰ دقیقه

تمرین کارگاهی۱۳: شکل۱۸۸-۲ و شکل۱۸۹-۲ پلان موقعیت و پلان طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به مشخصات نقشه، موارد خواسته را ترسیم نمایید.

مشخصات نقشه:

-ابعادپی:

پی گوشه	F1=120×120×60
پی کناری	F2=150×150×60
پی میانی	F3=180×180×60
شناژ کناری	T1=50×40
شناژ میانی	T2=60×40

-آرماتور پی:

F1=Φ16@15cm c/c (top & bott)

F2=Φ18@15cm c/c (top & bott)

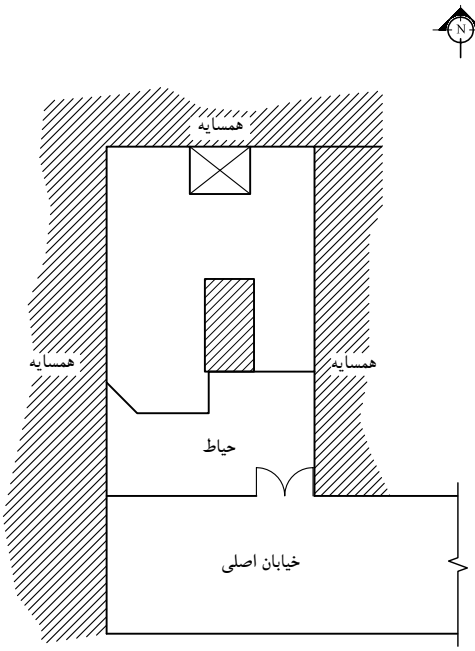
F3=Φ18@15cm c/c (top & bott)

-آرماتور شناژ:

T1= 4Φ14

T2=6Φ14

خاموت Φ8@25 cm c/c

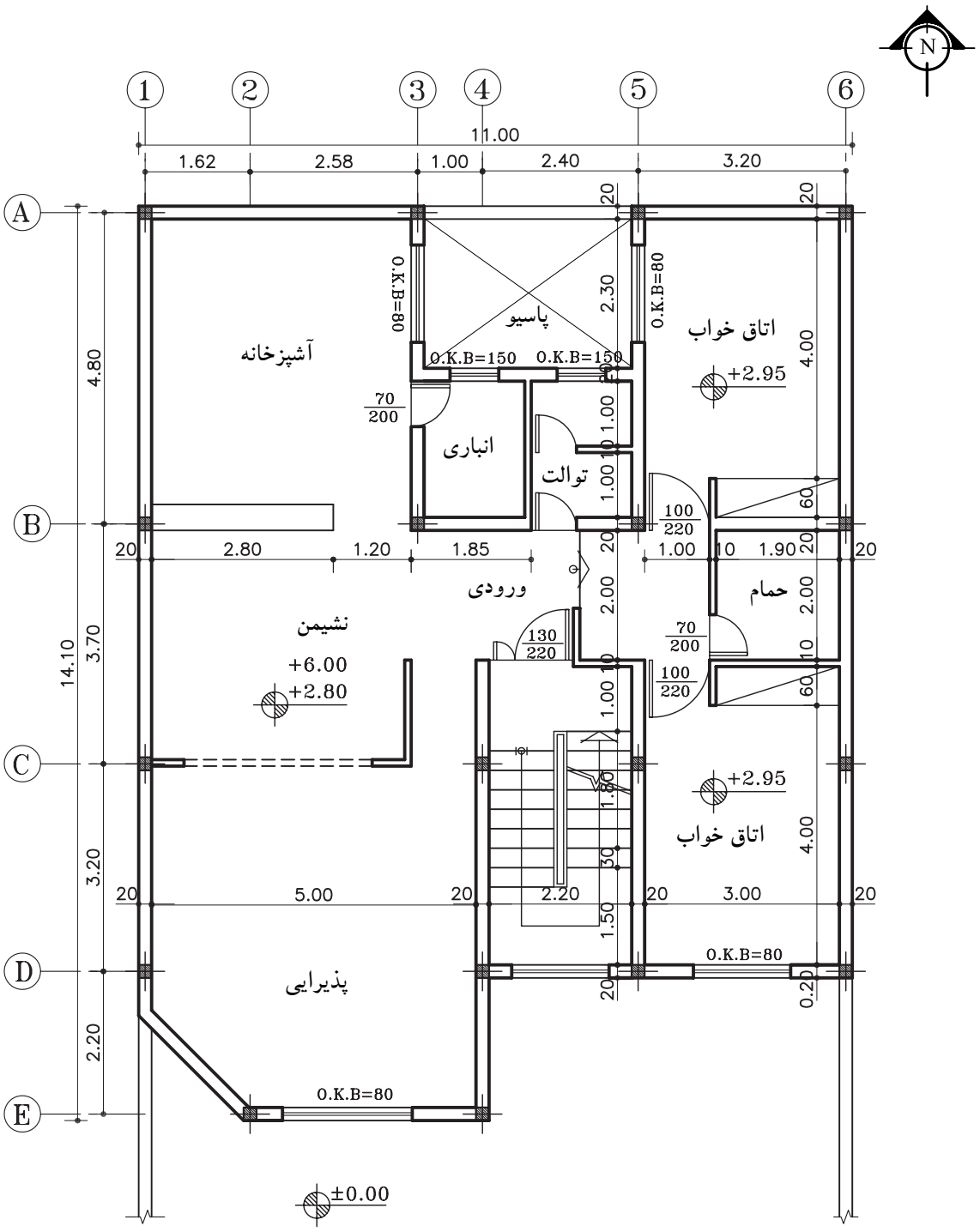


پلان موقعیت
مقیاس ۱:۴۰۰

شکل۱۸۸-۲

موارد خواسته شده:

- رسم پلان ستون‌گذاری و تیپ‌بندی بیس‌پلیت با مقیاس $\frac{۱}{۱۰}$
- رسم پلان فنداسیون با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$
- رسم نقشه‌های آرماتورگذاری سه تیپ پی و شناژها با توجه به مشخصات داده شده‌ی فوق با مقیاس $\frac{۱}{۲۰}$.

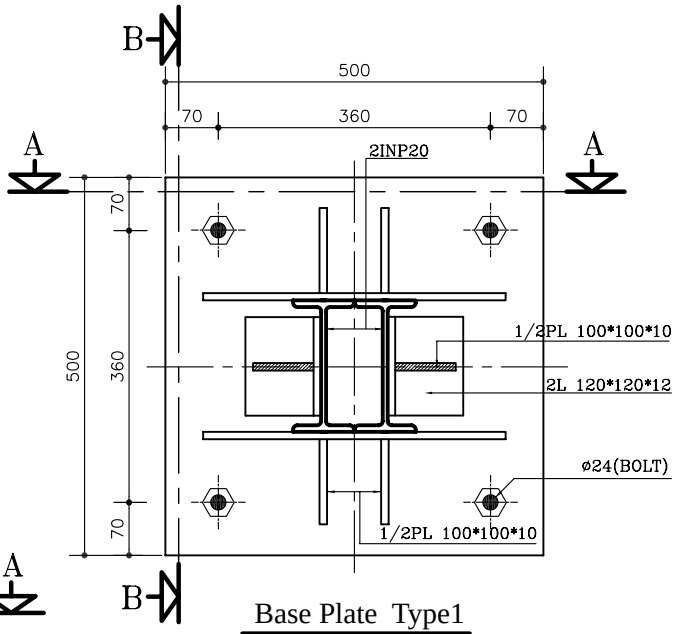


پلان طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل ۱۸۹-۲

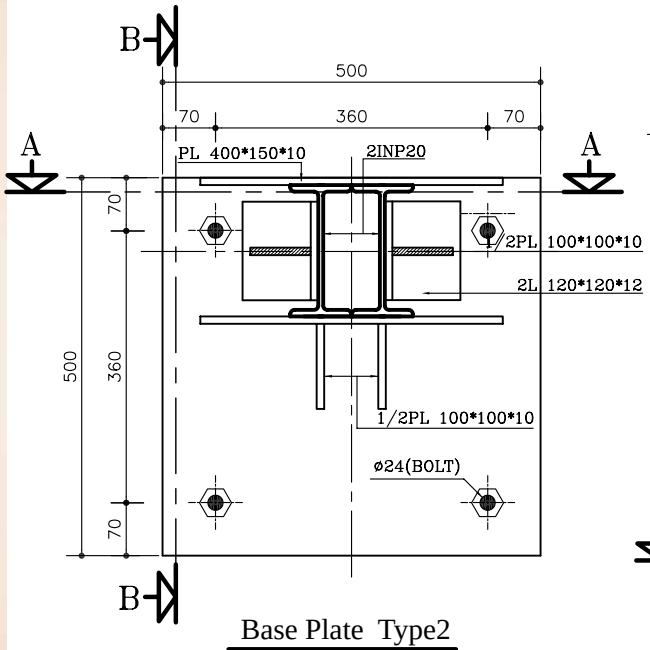
تمرین کارگاهی۱۴: برش‌های AA و BB از انواع بیس‌پلیت‌های (اتصال گیردار) در شکل‌های زیر را ترسیم نمایید.



Base Plate Type1

Sc. 1:10

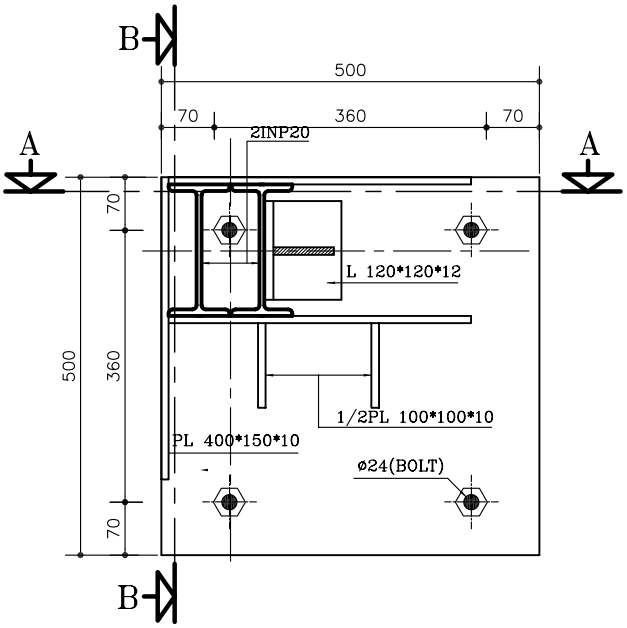
شکل ۱۹۰-۲



Base Plate Type2

Sc. 1:10

شکل ۱۹۱-۲



Base Plate Type4

Sc. 1:10

شکل ۱۹۲-۲

تمرین کارگاهی ۱۵: شکل ۱۹۳-۲ و شکل ۱۹۴-۲ و شکل ۱۹۵-۲، پلان‌های موقعیت، پارکینگ و طبقات یک ساختمان مسکونی را نشان می‌دهد. این ساختمان دارای ۳ طبقه‌ی مسکونی با پارکینگ می‌باشد. باتوجه به مشخصات نقشه، مواردخواسته شده را ترسیم نمایید.

مشخصات نقشه:

-ابعادپی:

پی گوشه	F1=120×120×60
پی کناری	F2=150×150×60
پی میانی	F3=180×180×60
شناژ کناری	T1=50×40
شناژ میانی	T2=60×40

-آرماتور پی:

F1=Φ16@15cm c/c (top & bott)

F2=Φ18@15cm c/c (top & bott)

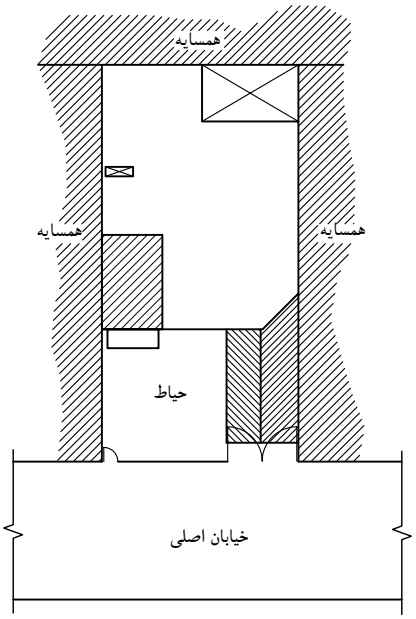
F3=Φ18@15cm c/c (top & bott)

-آرماتورشناژ:

T1= 4Φ14

T2=6Φ14

خاموت Φ8@25 cm c/c



پلان موقعیت

مقیاس ۱:۴۰۰

شکل۱۹۳-۲

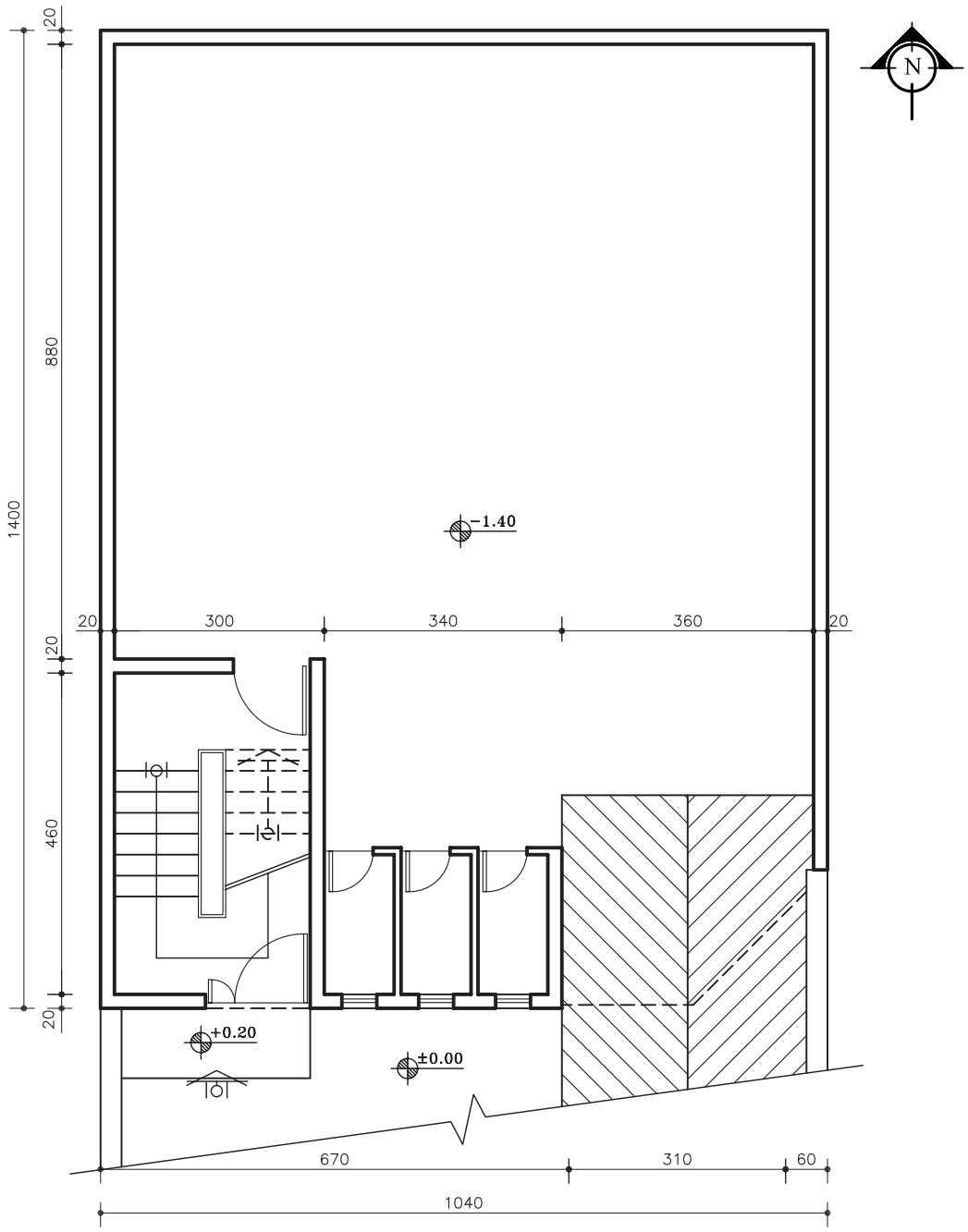
مواردخواسته شده: ابتدا با توجه به طرح، محل ستون‌ها و بادبندها را مشخص نموده، سپس پلان‌های زیررا ترسیم نمایید.

-رسم پلان آکس‌بندی با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$.

-رسم پلان ستون‌گذاری، بادبند و بیس‌پلیت و تیپ‌بندی آن‌ها با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$.

- رسم پلان فنداسیون کلاف‌بندی با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰}$

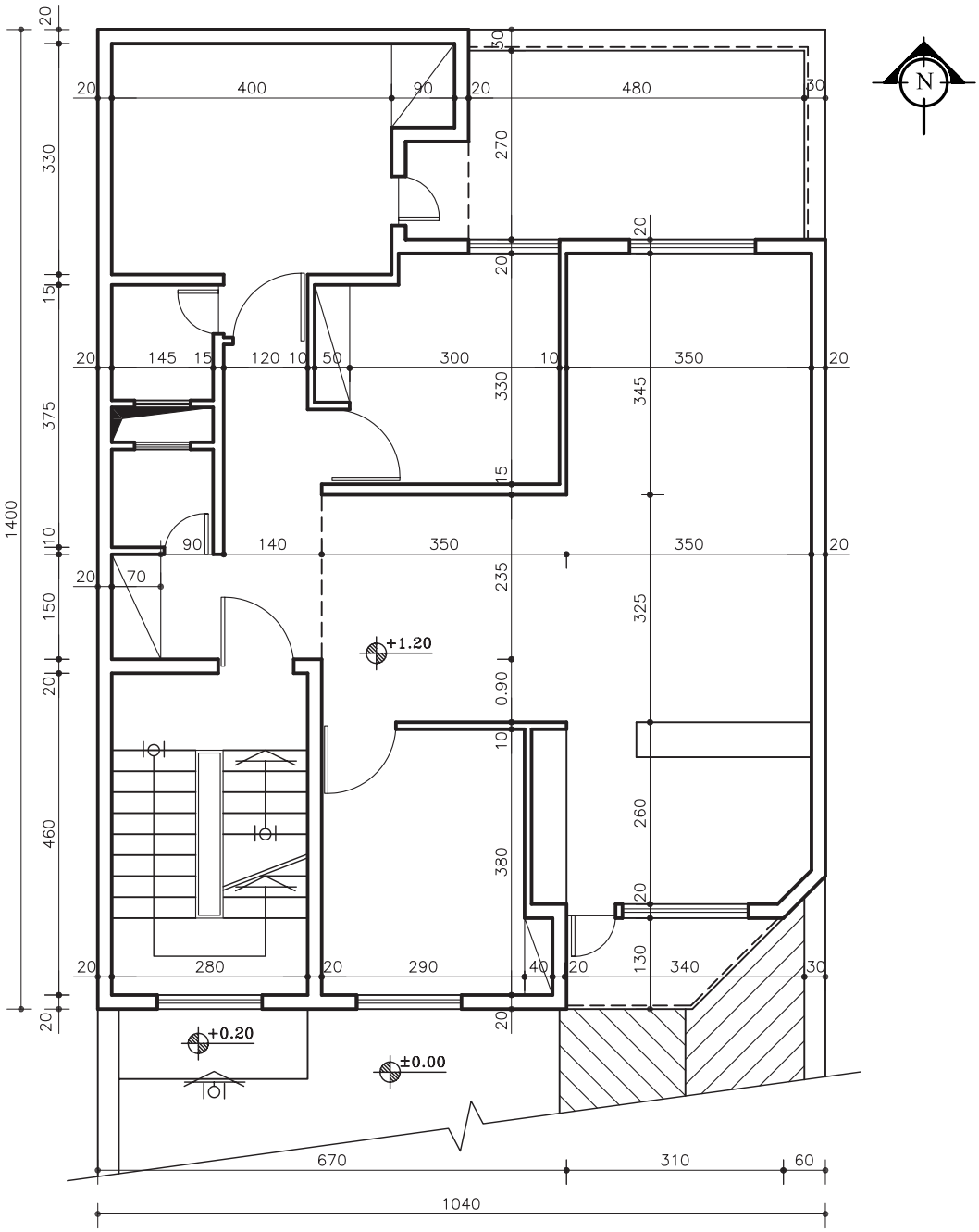
- رسم نقشه‌های آرماتورگذاری تیپ‌های پی و شناژها با توجه به مشخصات داده شده‌ی فوق با مقیاس $\frac{۱}{۲۰}$.



پلان پارکینگ

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۹۴-۲



پلان طبقات

مقیاس ۱:۱۰۰

شکل۱۹۵-۲

خلاصه‌ی واحدکار(۲)

۲-۱-ساختمان‌های اسکلت فلزی

«اسکلت» ساختمان به عنوان سازه‌ی ساختمان، اعضای باربری هستند که بارهای ساختمان را تحمل و به پی و زمین منتقل می‌کنند. این اعضاء شامل تیرها، ستون‌ها و بادبندها است، که در ساخت آن‌ها از فولاد استفاده می‌شود.

۲-۱-۱-انتقال باردرساختمان‌های‌اسکلت فلزی: بدیهی است انتقال بارهای افقی و قائم از طریق این اجزاء صورت می‌گیرد:

-سقف، بارهای عمودی را تحمل کرده و به صورت افقی، از طریق تیرها به تکیه‌گاه‌ها منتقل می‌کند.

-سیستم باربر قائم (ستون‌ها)، بارها را از تکیه‌گاه‌های دو سرتیر به فنداسیون انتقال می‌دهد.

-هم‌چنین سیستم‌های مهاربندی قائم و افقی (بادبندها)، بارهای جانبی ناشی از باد، زلزله، فشارزمین و ... را به فنداسیون‌ها منتقل می‌نمایند.

-و درنهایت فنداسیون‌ها نیز بارحاصل از تجمع تمام نیروهای افقی و قائم (بارمرده و زنده) و نیروهای جانبی (باد، زلزله و رانش زمین) را به زمین منتقل می‌نماید.

۲-۲-پلان آکس بندی

۲-۲-۱-تعریف پلان آکس‌بندی: پلانی که در آن محل قرارگیری، امتداد و فاصله‌ی ستون‌ها رابه کمک خطوط محوری(آکس) نشان می‌دهد،«پلان اکس‌بندی» گویند.

۲-۲-۲-اهمیت وکاربرد پلان آکس‌بندی: این پلان به عنوان یک پلان پایه، مبنای ترسیم سایرپلان‌های محاسباتی مانند پلان ستون‌گذاری، پلان فنداسیون، پلان تیرریزی و... بوده و به درک بهتر نقشه‌های معماری کمک بسیار می‌نماید.

۲-۲-۳-تعیین محل ستون درپلان: محل ستون باید طوری انتخاب گردد، تا درداخل دیوارها، داکت‌ها، کمدهای دیواری و ... مخفی شوند. علاوه برآن، ایمنی درگوشه‌های ساختمان و قاب پله را با قراردادن ستون می‌توان تأمین کرد. هم‌چنین باید دقت شود محل قرارگیری ستون‌ها در فضای پارکینگ‌ها مانع از حرکت ماشین‌ها و ایجاد فضاهای پرت گردد.

۲-۲-۴-فاصله‌ی ستون‌ها: این فاصله در ساختمان‌های معمولی بین۲ تا ۶ متر درنظرگرفته می‌شود. هم‌چنین بهتراست فاصله‌ی بین ستون‌ها درپلان یکسان باشد و باید فاصله‌ی ستون‌ها، برای حرکت اتومبیل درپارکینگ به دقت رعایت شود.

۲-۲-۵-امتداد ستون‌ها: باید سعی شود که آکس ستون‌ها در امتدادهای افقی و عمودی هم محور باشد. چرا که ساختمان‌هایی درمقابل نیروهای جانبی مقاوم‌ترند که دارای شکل متقارن بوده و شکستگی‌ها و پیش‌آمدگی‌های کم‌تری درپلان و نما دارند.

۲-۳-پلان ستون گذاری

«پلان ستون‌گذاری» دومین نقشه‌ای است که برای اطلاعاتی مانند شکل و موقعیت ستون‌ها و محل قرارگیری بادبندها، تیپ‌بندی ستون‌ها، محل‌بیس‌پلیت وتیپ‌بندی آن‌ترسیم می‌گردد.

۲-۳-۱-مقاطع فولادی: درکشور ما معمولاً «ستون‌ها» را از تیرآهن‌های INP دوبل (دوتایی) و یا تیرآهن بال پهن تکی IPE ، تیرآهن نیم پهن IPB، هم‌چنین برای «اتصالات» از نبشی و تسمه و برای «زیرستون» از پلیت استفاده می‌شود.

الف)تیرآهن: مهم‌ترین نوع پروفیل‌های ساختمانی است که به دو صورت معمولی (INP) و یا بال پهن (IPB) (دارای ارتفاع و بال مساوی می باشد) در ساختمان به کار می‌رود. نام‌گذاری‌این‌تیرآهن‌ها به صورت INP200 و یا IPB200 انجام می گیرد.

ب)تیرآهن ناودانی: این تیرآهن با علامت UNP یا [نشان داده می‌شود و در بازار از ارتفاع ۳۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر موجود می‌باشد. نام‌گذاری این تیرآهن‌هابه‌صورت UNP200 انجام می گیرد.

ج)پروفیل‌های قوطی: این پروفیل‌ها، توخالی یا مجوف هستند و برای ساختن ستون‌ها استفاده می‌کنند. نام‌گذاری این تیرآهن‌ها به صورت□100 و یا ○100 انجام می گیرد.

د)نبشی: نبشی به ابعاد ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر جهت اتصالات پل‌ها(تیرها) به ستون‌ها و یا تیرآهن‌ها به تیرهای باربر و اتصالات ستون‌ها به صفحات در فنداسیون هم‌چنین در ساخت ستون و خرپا به کارمی‌رود.

ه)پلیت: ورق های فولادی با ضخامت حداکثر ۳۰ میلی‌متر و با ابعاد ۱×۲متر و ۱/۵×۶متر موجود در بازار که برای ساخت ورق اتصال تیرآهن‌ها به یکدیگر، صفحه‌ی زیرستون‌ها، خرپاها، تقویت تیرهای باربر و اتصالات دیگر به کارمی‌رود.

و)سپری: از این نوع پروفیل درساختمان خرپا هم‌چنین در اسکلت گل‌خانه‌ها و سقف‌های شیشه‌ای و هم‌چنین در نورگیر زیرزمین‌ها جهت آجرهای شیشه ای درفضای بالا مصرف می گردد.

و)آرماتور و مفتول: آرماتور(میلگرد) و مفتول‌ها نیز درساختمان به شکل گسترده استفاده می‌شود. میلگرد به قطر ۵ تا ۲۲۰ میلی‌متر تهیه می‌شوند.

۲-۳-۲-ستون(Column): معمولاً درپلان ستون‌گذاری، با حرف C مخفف کلمه Column نام‌گذاری می‌کنند و بنابر میزان تحمل بار وارده، ارتفاع ستون و نوع شکل مقطع ستون، آن را تیپ‌بندی کرده وبه صورتC1,C2,... معرفی می‌کنند.

۳-۳-۲-صفحه‌ی زیرستون(Base plate): ستون‌ها درساختمان، نقش انتقال بارهای وارد شده به فنداسیون را به صورت نیروی فشاری، کششی و برشی به عهده دارند. صفحه‌ی زیرستون واسطه‌ای است که ضمن افزایش سطح تماس ستون با پی، سبب می‌گردد توزیع نیروهای ستون درحد قابل‌تحمل برای بتن باشد. به صفحه‌ی واسط بین ستون و پی«صفحه‌ی زیرستون» یا «base plate» می‌گویند.

۴-۳-۲-بادبند(Bracing): بادبندها، اعضای کششی و فشاری برای مقابله با نیروهای جانبی(بادوزلزله) هستند و مانع کج شدن اسکلت ساختمان درهنگام اعمال نیروی جانبی می‌گردند. محل قرارگیری بادبندها درساختمان به صورت متقارن تعیین می‌گردد. به این معنی که درهرچهارطرف ساختمان باید به کار گرفته شوند تا تعادل درساختمان برقرار شود.

الف)تعیین محل بادبندها درپلان: در انتخاب محل بادبندها باید نکات زیر را رعایت نمود.

۱-حتی‌الامکان محل بادبندها، داخل دیوارها تعیین شود.

۲-اطراف جعبه‌ی پله و آسانسور و دیوارهای داخلی مکان‌های خوبی برای قرارگیری بادبندهاست.

۳-بادبند بهتر است در راستای محورهای افقی و هم عمودی قرار بگیرند.

۴-درصورت محدودیت در قراردادن بادبند در نمای بیرونی، از انواع بادبندها از نظرشکل استفاده شود.

ب)علامت بادبند در پلان ستون‌گذاری: جهت معرفی انواع بادبندها، آن را از نظر شکل و اندازه، تیپ‌بندی و با حروف مخفف(BR) معرفی می‌نمایند.

۲-۴-پلان فنداسیون

پلانی است که درآن نوع، ابعاد، تعداد و موقعیت پی‌ها را نسبت به شمال زمین و امتدادهای طولی و عرضی زمین مشخص می‌کند.

۲-۴-۱-بتن مگر: بتن با عیارکم سیمان، که در زیرفنداسیون ریخته می‌شود، «بتن‌مگر» می‌نامند. میزان سیمان مصرفی دربتن‌مگر ۱۰۰تا۱۵۰کیلوگرم سیمان برمترمکعب و ضخامت آن ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر و از هرطرف نیز ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر بیش‌تر از فنداسیون ریخته می‌شود.

۲-۴-۲-شناژ: درفنداسیون‌های نقطه‌ای و جدا ازهم دریک سازه، بایدپی‌ها را درامتداد عمود برهم (راستای افقی و راستای عمودی)، به وسیله‌ی کلاف‌های رابطی به هم متصل نمود، به طوری که کلاف‌ها مانع از حرکت دو پی نسبت به هم گردند. به این کلاف ها که از جنس بتن بوده و جهت اتصال پی‌ها به یکدیگر استفاده می‌شوند«شناژ»گویند.

-حداقل ابعاد شناژ ۳۰ سانتی‌متر است.

-تعداد آرماتورهای طولی شناژها باید حداقل چهارآرماتور با قطر۱۴ میلی‌متر باشد.

-آرماتورهای عرضی(خاموت‌ها) جهت محافظت از آرماتورهای طولی در مقابل خطرکمانش، باید دارای حداقل قطر ۸ میلی‌متر و با فاصله‌ی ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر درنظرگرفته شوند.

۲-۵-آرماتورگذاری پلان فنداسیون

بتن از جمله مصالح ساختمانی است که مقاومت کششی خیلی کمی دارد، به همین دلیل استفاده از آرماتور در قسمت‌هایی از پی که تحت‌تأثیر نیروی کششی قرارمی‌گیرند، اجتناب‌ناپذیراست. حتی برای افزایش مقاومت فشاری و برشی بتن نیز از آرماتور استفاده می‌شود.

۲-۵-۱-دستورالعمل ترسیم آرماتورگذاری در پی منفرد: درپی‌های‌منفرد، آرماتورگذاری به صورت شبکه‌ای از آرماتورهای آج‌دار درکف پی است. به شبکه‌های افقی و عمودی از آرماتورهای به کار رفته در پی‌های منفرد را «شبکه‌ی حصیری» یا «مش» می‌گویند. درپی‌ها نباید قطر آرماتورها کم‌تر از ۱۰ میلی‌متر و فاصله‌ی محور تا محور آن‌ها از یکدیگر نباید کم‌تر از ۱۰۰میلی‌متر و بیش‌تر از ۳۵۰ میلی‌متر در نظرگرفته شود.

۲-۶-اتصال ستون به فنداسیون

۲-۶-۱-عملکرد بیس پلیت: درمحل اتصال ستون به فنداسیون بایستی، صفحه‌ی میانی بین ستون فلزی و بتن قراربگیرد تا نیروی ستون را در سطح وسیع‌تری پخش نماید به طوری که بتن تاب و تحمل تنش‌های فشاری به وجودآمده درسطح تماس با صفحه‌ی زیرستون را داشته باشد. ابعاد این صفحات که شامل طول، عرض و ضخامت می‌باشند، برحسب نوع و مقدار نیروی پای ستون با محاسبات فنّی تعیین می‌گردد.

۲-۶-۲-بُلت(BOLT): کار اتصال‌صفحه‌ی زیرستون با پی بتنی به وسیله‌ی آرماتور مهار به نام(بلت Bolt) صورت می‌گیرد. در حالی که صفحه‌ی زیرستون، تنها فشار را تحمل می‌کند، بُلت نقش عمده‌ای نداشته و تنها پایه را درمحل خود ثابت نگه می‌دارد. طبق آیین‌نامه حداقل قطر بلت،۲۰ میلی‌متر می‌باشد.

۲-۶-۳-انواع اتصالات ستون به فنداسیون:

اتصال ستون به بیس پلیت به دو صورت انجام می‌شود:

الف)اتصال ساده یا مفصلی، ب)اتصال گیردار.

آزمون پایانی (۲)

سؤالات تشریحی

۱-پلان آکس‌بندی به چه منظورترسیم می‌شود؟
۲-درجدول فنداسیون چه نوع مشخصاتی از پی را ارائه می‌دهد؟
۳-پوزیسیون‌بندی را تعریف کنید.
۴-انواع اتصال ستون فلزی به فنداسیون بتنی را نام ببرید.
۵-آرماتور بلت چیست و دارای چه مشخصات آیین‌نامه‌ای است؟
۶-هدف از اجرای شناژ در پی‌های کلاف‌بندی چیست؟
۷-نکات اجرایی برای بتن مگررا توضیح دهید؟
۸-میزان سیمان مصرفی در بتن مگرچه قدر است؟
۹-منظور از جمله‌ی«عیار بتن ۳۰۰ کیلوگرم» چیست؟
۱۰-پوشش بتن را تعریف کنید و بگویید، میزان پوشش از چه مقادیری نباید کم‌تر باشد.
۱۱-عامل اصلی دربه کارگیری بیس پلیت زیرستون فلزی چیست؟
۱۲-بادبند را تعریف کنید و انواع آن را از نظر شکل نام ببرید.

پاسخ:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

سؤالات چهارگزینه‌ای

۱-هدف از اجرای بادبند در ساختمان اسکلت فلزی چیست؟
الف) برای نگه‌داری بهتر دیوارها ب) برای مقابله با نیروهای باد
ج) برای انتقال بهتر نیروها به فنداسیون د) برای جلوگیری از تخریب درساختمان

۲-تیرآهن معمولی را با کدام علامت اختصاری زیر نشان می‌دهند ؟
الف) IBP ب) IPE ج) CNP د) UNP

۳-هرگاه ابعاد یک پی منفرد cm ۱۴۰×۱۴۰باشد، مساحت بتن مگر زیر این پی چه‌قدر است؟
الف)۲/۲۵ مترمربع ب)۱/۹۶مترمربع ج) ۲/۵۶مترمربع د)۲/۸۹مترمربع

۴- منظور از پلان آکس‌بندی چیست؟
الف) شماره‌گذاری ستون‌ها ب) تعیین فاصله‌ی ستون‌ها
ج)مشخص‌کردن وضعیت اتصال ستون‌ها د) تعیین محل ستون‌ها و فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر

۵-وجود بادبند در اسکلت، باعث مقاومت ساختمان در مقابل نیروی ..... می‌شود.
الف) باد ب) زلزله ج) نیروهای افقی د) هرسه مورد

۶-منظور از بتن با عیار ۳۵۰ چیست؟
الف) ۳۵۰ کیلوگرم سیمان دریک مترمکعب بتن ب) ۳۵۰ لیترآب دریک مترمکعب بتن
ج) ۳۵۰ کیلوگرم وزن یک مترمکعب بتن د) ۳۵۰ لیترحجم هرمترمکعب بتن

۷-از قالب‌بندی آجری بیش‌تر در کجا استفاده می‌شود؟
الف) قالب‌بندی پی‌ها ب) قالب‌بندی دیوارها ج) قالب‌بندی تیرها د) قالب‌بندی ستون‌ها

۸-نقش آرماتور در سازه‌های بتن مسلّح چیست؟
الف) ایجاد و افزایش مقاومت کششی بتن ب) افزایش مقاومت فشاری بتن
ج) افزایش مقاومت برشی در بتن د) هرسه مورد

۹-حداکثر فاصله‌ی ستون‌ها درساختمان‌های فلزی چندمتر است؟
الف) ۴متر ب) ۵متر ج) ۶متر د) ۵/۵متر

۱۰-منظور از....، محورهای خنثی است که درمحاسبه‌ی مقاومت خمشی اعضای سازه‌ای مورد استفاده است؟
الف) آکس ب) بال تیرآهن ج) جان تیرآهن د) فاصله‌ی ستون

۱۱-دراتصالات ساختمان‌های اسکلت فلزی، از چه نوع پروفیلی استفاده می‌شود؟
الف)INP ب)نبشی و تسمه ج) سپری د) ناودانی

۱۲-حداقل قطرآرماتور اصلی شناژ چندمیلی‌متر است؟
الف)۱۲mm ب) ۱۴mm ج) ۸mm د) ۱۰mm

۱۳-F.B.2 نمایش‌گر تیپ‌بندی پی‌های .... می‌باشد.
الف) نواری ب) نقطه‌ای
ج) کلاف‌های عرضی میانی د) شناژهای کناری

فهرست منابع و مآخذ

۱-رابین، بری-ترجمه‌ی اردشیراطیابی- ساختمان سازی(۵جلدی)، انتشارات جویبار، تهران۱۳۷۵.

۲-قالیبافیان، مهدی-دستورالعمل‌طرح، محاسبه و تهیه‌ی نقشه‌های اجرایی سازه‌ی ساختمان‌ها(سازه‌ی فلزی- جلداول)، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۸۲.

۳-قالیبافیان، مهدی-دستورالعمل طرح، محاسبه و تهیه‌ی نقشه‌های اجرایی سازه‌ی ساختمان‌ها(سازه‌ی بتنی- جلددوم)، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۸۲.

۴-ماهرالنقش، محمود-اصول عملی ساختمان، انتشارات نیل، بهمن۱۳۴۳.

۵-طاحونی، شاپور-طراحی سازه های فولادی، نشر علم و ادب، تابستان۱۳۸۳.

۶- زمرشیدی، حسین-تعمیر و نگه‌داری ساختمان، سال ۱۳۷۳.

۷-مبحث۸ (مقررات ملی ساختمان)-وزارت مسکن و شهرسازی.

۸-مبحث۹ (مقررات ملی ساختمان)-وزارت مسکن و شهرسازی.

۹-مبحث۱۰ (مقررات ملی ساختمان)-وزارت مسکن و شهرسازی.

۱۰-درس فنی سال اول ساختمان- کد۴۰۹.

۱۱-درس فنی سال سوم ساختمان-کد۶۲۹.

۱۲-تکنولوژی و کارگاه۲- کد۳۹۵/۵.

۱۳-عناصر و جزییات-کد۴۸۸/۴.

۱۳-خاک و تکنولوژی ساختمان۱-کد۳۵۵/۸.

فهرست رشته‌های مهارتی که می‌توانند از پودمان رسم فنّی ساختمان استفاده کنند.

ردیف	نام رشته‌ی مهارتی	شماره‌ی رشته‌ی مهارتی	کد رایانه‌ای رشته‌ی مهارتی
۱	نقشه‌کشی ساختمان	۱-۱۱-۱۰۱-۳۰۸	۶۱۸۴
۲	ساختمان سازی	۱-۱۱-۱۰۲-۳۱۰	۶۱۸۵
۳	معماری داخلی	۱-۱۱-۱۰۲-۳۱۱	۶۱۸۸
۴	تزیینات داخلی	۱-۱۱-۱۰۲-۳۱۲	۶۱۸۹