فهرست مندرجات

عناوین **صفحه**

بخش اول: بتن و سازه‌های بتنی

فصل اول: شناخت بتن و مصالح تشکیل دهنده آن

۱-۱- بتن و اهمیت شناخت آن ۳
۱-۲- مصالح تشکیل دهنده بتن ۳
۱-۲-۱- مصالح سنگی مصرفی در بتن ۴
۱-۱-۲-۱- ماسه در بتن : ۴
۲-۱-۲-۱- شن در بتن ۵
۲-۲-۱- سیمان در بتن ۷
۱-۲-۲-۱- انواع سیمان : ۸
۲-۲-۲-۱- مواد افزودنی (مضاف) ۹
۳-۲-۱- آب در بتن ۱۰
۴-۲-۱- فولاد در بتن ۱۱
۱-۴-۲-۱- انواع میلگردهای مصرفی در بتن ۱۱
۲-۴-۲-۱- مشخصات هندسی میلگردها ۱۲

فصل دوم: اجزای ساختمان‌های بتن آرمه

۱-۲- معایب و محاسن سازه‌های بتن آرمه ۱۹
۲-۲- فونداسیون‌های بتنی ۲۱
۱-۲-۲- پی‌های سطحی ۲۲
۱-۱-۲-۲- پی‌های نواری زیر دیوار: ۲۲
۲-۱-۲-۲- فونداسیون‌های منفرد: ۲۲
۳-۱-۲-۲- پی‌های مرکب: ۲۳
۱-۲-۲-۲- شمع‌های منفرد: ۲۶
۲-۲-۲-۲- گروه شمع‌ها: ۲۶
۱-۳-۲- شناژهای افقی ۲۶
۴-۲- ستون‌های بتنی ۲۷
۲-۳-۲- شناژهای قائم ۲۷
۵-۲- دیوارهای بتنی ۲۸
۱-۵-۲- دیوار حایل: ۲۸
۲-۵-۲- دیوارهای باربر: ۲۸
۳-۵-۲- دیوارهای برشی: ۲۸

۲-۵-۴- دیوارهای غیر باربر: ۲۹
۲-۶- تیرهای بتنی ۲۹
۲-۶-۱- تیر ساده: ۲۹
۲-۶-۲- تیر ممتد: ۲۹
۲-۶-۳- تیر کنسولی یا طره‌ای: ۲۹
۲-۶-۴- تیر پوششی یا فرعی: ۳۰
۲-۷- سقف‌های بتنی ۳۰
۲-۷-۱- دال یک طرفه: ۳۰
۲-۷-۲- دال دو طرفه: ۳۱
۲-۷-۲-۱- دال صفحه تخت ۳۱
۲-۷-۲-۲- دال تخت با پهنه یا سر ستون ۳۱
۲-۷-۲-۳- دال مشبک یا دال با تیرچه دو طرفه ۳۲
۲-۷-۲-۴- دال دوطرفه با تیر ۳۲
۲-۸-پله‌های بتنی ۳۳

فصل سوم: مراحل اجرای سازه‌های بتنی

۳-۱- خاکبرداری ۳۹
۳-۱-۱- گودبرداری ۳۹
۳-۱-۱-۱- هدف از گودبرداری ۴۰
۳-۱-۱-۲- گودبرداری در زمین های محدود ۴۰
۳-۱-۱-۳- گودبرداری در زمین‌های نامحدود ۴۱
۳-۱-۲- پی کنی ۴۲
۳-۲- قالب‌بندی ۴۴
۳-۲-۱- عملکردهای قالب ۴۵
۳-۲-۲- انواع مصالح قالب ۴۵
۳-۲-۳- داربست و شمع‌های قالب ۴۸
۳-۲-۴- قالب‌بندی اجزاء مختلف سازه ۴۹
۳-۲-۶- قالب برداری ۵۲
۳-۳- آرماتور بندی ۵۴
۳-۳-۲- وصله میلگردها ۵۶
۳-۳-۵- خم کردن میلگردها ۶۰

بخش دوم: نقشه‌های سازه و جزئیات اجرایی

فصل چهارم: پلان آکس‌بندی و ستون‌گذاری

۴-۱- مقدمه ۶۶
۴-۲- چگونگی تعیین محل ستون‌ها ۶۶
۴-۳- مراحل ترسیم پلان آکس‌بندی ۶۹
۴-۴- مراحل ترسیم پلان ستون‌گذاری ۷۴

فصل پنجم: پلان فونداسیون

۵-۱- تعریف ۷۸
۵-۲- مراحل ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده ۷۸
۵-۳- مراحل ترسیم پلان فونداسیون نواری ۸۹
۵-۴- مراحل ترسیم پلان فونداسیون گسترده ۹۵

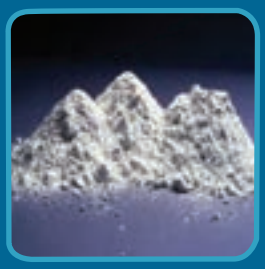
فصل ششم: پلان تیرریزی

۶-۱- ترسیم پلان تیرریزی ۹۸

فصل هفتم: جزئیات اجرایی

۷-۱- مقدمه ۱۱۰
۷-۲- تعاریف پایه ۱۱۰
۷-۲-۱- قانون نظام مهندسی ۱۱۰
۷-۲-۲ - مقررات ملی ساختمان ۱۱۰
۷-۲-۳- آیین نامه ۱۱۰
۷-۳- قلاب های استاندارد ۱۱۱
۷-۴- فونداسیون های بتنی ۱۱۳
۷-۴-۱- ترسیم جزئیات فونداسیون کلاف شده ۱۱۳
۷-۴-۱-۱- فونداسیون تیپ F-۱ (فونداسیون گوشه) ۱۱۵
۷-۴-۱-۲- فونداسیون تیپ F-۳ (فونداسیون کناری) ۱۱۷
۷-۴-۱-۱- فونداسیون تیپ F-۱ (فونداسیون گوشه) ۱۱۷
۷-۴-۱-۳- فونداسیون تیپ F-۵ (فونداسیون میانی) ۱۱۹
۷-۴-۲- ترسیم جزئیات فونداسیون نواری ۱۲۲
۷-۵- ستون‌های بتنی ۱۳۰
۷- ۵-۱- ترسیم جزئیات میلگردهای انتظار ستون (در پی کلاف شده) ۱۳۳
۷- ۵-۲- ترسیم جزئیات میلگردهای انتظار ستون (درپی نواری) ۱۳۴
۷- ۵-۳- ترسیم جزئیات ستون بتنی ۱۳۵
۷-۶- تیرهای بتنی ۱۳۹
۷- ۶-۱- اصول ترسیم پلان تیرریزی اجرائی ۱۴۱
۷- ۶-۲- ترسیم جزئیات تیر بتنی ۱۴۲
۷-۷- سقف‌های تیرچه و بلوک بتنی ۱۴۶
۷-۷-۱- مراحل اجرای سقف تیرچه و بلوک ۱۴۶
۷-۷-۲- جزئیات اجرای سقف تیرچه و بلوک ۱۵۱
۷-۸- پله بتنی ۱۵۲

منابع و مآخذ ۱۵۴



فصـــل اول:

شناخت بتـــن و مصالح تشکیل دهنده آن

هدف کلی: آشنایی با بتن و اجزای تشکیل دهنده آن

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

۱- خواص بتن را بیان کند؛
۲- مشخصات مصالح سنگی را بیان کند؛
۳- سیمان را تعریف کند و انواع آن‌را نام ببرد؛
۴- مشخصات آب مصرفی در سیمان را شرح دهد؛
۵- انواع میلگرد مصرفی در بتن را نام ببرد؛

پیش آزمون

سؤالات تشریحی

۱ - بتن از چه مصالحی تشکیل شده است؟

۲ - سیمان چیست؟

۳- علت استفاده از میلگرد در بتن چیست؟

۴ - به نظر شما چرا از آب برای ساخت بتن استفاده می‌کنند؟

۵ - میلگردها را به چه شکل‌هائی دیده‌اید؟

۱-۱- بتن و اهمیت شناخت آن

امروزه مصرف بتن روز به روز درکارهای مختلف ساختمانی افزایش می‌یابد و لزوم شناخت بیشتر مصالح تشکیل دهنده بتن همراه با تکنولوژی ساخت، در تمام جوامع مهندسی پذیرفته شده است.

بتن یا سنگ مصنوعی که در ساختمان‌های امروزی، مورد مصرف بسیار دارد، تکامل آن پس از یک سلسله تحقیقات و اکتشافات به‌خصوص ماده اصلی آن یعنی سیمان صورت گرفت تا به شکل امروزی پدید آمد.

تعریف: بتن از ترکیب مقدار معین وحساب شده از آب، سیمان، ماسه، شن و بعضی مواد مضاف و افزودنی دیگر به‌دست می‌آید. پس از این که آب به مخلوط مصالح سنگی و سیمان افزوده شد، سیمان و آب با هم وارد فعل و انفعالات شیمیایی حرارت‌زا می‌شوند. در اثر این فعل و انفعالات ماده‌ی ژله مانند و چسبنده‌ای به وجود می‌آید که مصالح مختلف داخل مخلوط را به هم پیوند داده به صورت جسم سختی در می‌آید. عمل اختلاط بتن باید به‌وسیله دستگاه بتن‌ساز انجام شود.

شکل ۱-۱- بتـــن

۲-۱- مصالح تشکیل دهنده بتن

مصالح مصرفی در بتن عبارت‌اند از: سیمان، مصالح سنگی درشت دانه(شن)، مصالح سنگی ریز دانه(ماسه) و آب. علاوه بر این مصالح، مواد اصلاح کننده خواص بتن، یعنی مواد افزودنی نیز می‌توانند در بتن استفاده شوند.

۱-۲-۱- مصالح سنگی مصرفی در بتن

دانه‌های سنگی به دو دسته دانه‌های درشت یا شن و دانه‌های ریز یا ماسه تقسیم می‌شود. مصالح سنگی (شن و ماسه) در در مجموع حدود $\frac{۳}{۴}$ تا $\frac{۲}{۳}$ حجم بتن را اشغال می‌کند. ۶۰ تا ۷۰ درصد از کل دانه‌ها، شن، و ۳۰ الی ۴۰ درصد دانه‌ها را ماسه تشکیل می‌دهد.

تذکر: مصالح سنگی ریز و درشت مصرفی در بتن باید تمیز، سخت و عاری از مواد شیمیایی جذب شده، پوشش‌های رسی، گچی و مواد ریز دیگری باشد که بر چسبندگی آن‌ها با خمیر سیمان اثر می‌گذارد.

۱-۱-۲-۱- ماسه در بتن :

دانه‌های سنگی ریزتر از ۵ میلی‌متر را ماسه می‌گویند.
ماسه ها را بر اساس قطر دانه به سه‌دسته با مشخصات درج شده در جدول زیر تقسیم می‌کنند.

جدول شماره ۱-۱ دسته بندی ماسه

نام دسته ماسه	اندازه قطر دانه‌ها (بر حسب میلی‌متر)
درشت	۲ تا ۵
متوسط	۰/۵ تا ۲
نرمه	۰/۰۷۵ تا ۰/۵

تذکر: میزان گل و لای مجاز برای دانه‌های ماسه حداکثر ۳ درصد می‌باشد.

دانه‌های ریزتر از ۴/۷۶ میلی‌متر را ماسه و بزرگ‌تر از ۴/۷۶ تا۶۰ میلی‌متر را شن می‌گویند. با کمی تقریب در کارگاه، دانه‌های ریزتر از ۵ میلی‌متر را ماسه و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر، شن محسوب می‌شود.

شکل ۲-۱- دانه‌های سنگی

شکل ۳-۱- دانه‌بندی شن و ماسه

شکل ۴-۱- ماسه در بتن

۲-۱-۲-۱- شن در بتن

دانه‌های سنگی بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر و کوچک‌تر از ۶۰ میلی‌متر را **شن** می‌گویند.

شکل ۵-۱- شن

■ **طبقه‌بندی شن:**

الف) شن طبیعی: سنگ‌های بزرگ بر اثر عوامل جوی و حرکت سیلاب‌ها از کوه‌ها جدا شده، خرد می‌شوند و در بستر رودخانه‌ها ته‌نشین می‌شوند؛ به سنگ‌های ته‌نشین شده با قطر ۵ تا ۶۰ میلی‌متر شن طبیعی گفته می‌شود. شن طبیعی دارای گوشه‌های مدور بوده و معمولاً در هنگام ته‌نشین شدن در بستر رودخانه‌ها، با ماسه و قلوه سنگ (سنگ درشت تر از شن) مخلوط است.

جدول شماره۲-۱ دسته بندی شن طبیعی

نام دسته شن	اندازه قطر دانه ها (بر حسب میلی متر)
درشت	۲۵ تا ۶۰
بادامی	۱۲ تا ۲۵
نخودی	۵ تا ۱۲

ب) شن شکسته: سنگ‌هایی با اندازه‌های مناسب در کارخانه به‌وسیله‌ی دستگاه‌های سنگ‌شکن، خرد شده و توسط الک‌های متوالی، دانه‌بندی می‌شود. به محصول به‌دست آمده، شن شکسته می‌گویند.

◁ **تذکر(۱):** میزان گل ولای مجاز برای دانه‌های شن حداکثر ۱ درصد می‌باشد.

◁ **تذکر(۲):** قطر دانه‌های شن برای ساخت بتن معمولی بین ۵ تا ۲۲ میلی‌متر است

برای مطالعه ...

طبق مشخصات و ضوابط مشخص شده درآئین‌نامه بتن ایران (آبا)، بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت نباید از هیچ‌کدام از مقدار زیر بزرگ‌تر باشد:

الف : $\frac{۱}{۵}$ کوچکترین بعد داخلی قالب بتن

ب : $\frac{۱}{۳}$ ضخامت دال

ج : $\frac{۳}{۴}$ حداقل فاصله آزاد بین میلگردها

د : $\frac{۳}{۴}$ ضخامت پوشش روی میلگردها

ه : ۳۸ میلی‌متر در بتن مسلح

شکل و بافت سطحی و ظاهری دانه‌ها

دانه‌های موجود در طبیعت (شن و ماسه) را از نظر شکل ظاهری می‌توان به پنج دسته تقسیم کرد:

۱- دانه‌های گرد: دانه‌هائی هستند که در اثر فرسایش در طبیعت شکل آن‌ها گرد و سطح آن‌ها صاف شده است.

۲ – دانه‌های نامنظم: معمولاً دارای سطح صاف و صیقلی هستند ولی شکل آن‌ها کاملاً گرد نیست.

۳ – دانه‌های گوشه‌دار: دارای سطح صاف نیستند، همچنین شکل هندسی مشخصی نداشته و اکثراً دارای گوشه‌های مشخص و تیز هستند.

۴ – دانه‌های پولکی شکل: دانه‌هایی هستند که ضخامت آن‌ها نسبت به دو بُعد دیگر آن‌ها کم است.

۵ – دانه‌های سوزنی شکل: دانه‌هایی هستند که طول آن‌ها نسبت به دو بُعد دیگر به میزان قابل توجهی بیش‌تر است.

اصولاً در بتن‌سازی از دانه‌های گرد، نامنظم و گوشه‌دار استفاده می‌شود. دانه‌های گرد در مقایسه با دانه‌های نامنظم و گوشه‌دار، در بتن کم‌ترین مصرف سیمان را دارد. از نظر مقاومت نهائی بتن، بتنی که با دانه‌های گوشه‌دار ساخته می‌شود به دلیل امکان درگیر شدن بهتر با دانه‌ها با یکدیگر و برقراری اصطکاک بهتر بین آن‌ها، مقاوم‌تر خواهد بود.

شکل ۶-۱- دانه‌های گرد

شکل ۷-۱- دانه‌های نا منظم

شکل ۸-۱- دانه‌های گوشه دار

شکل ۹-۱ – دانه‌های پولکی

۲-۲-۱- سیمان در بتن

سیمان اصطلاحاً به ماده‌ای اطلاق می‌شود که با انجام واکنش شیمیایی با آب (واکنش هیدراتاسیون) نقش چسباندن مصالح سنگی به یکدیگر و تولید جسم سخت بتن را ایفا می‌کند. عمده مواد اولیه سیمان از خاک رس و آهک تشکیل شده است.

شکل ۱۰-۱- کارخانه سیمان

بـرای مطالعـه ...

اگر مخلوطی از سنگ آهک، خاک رس با گچ در کوره‌ای دوار با حرارت زیاد پخته شود، دانه‌هایی به رنگ سبز تیره در می‌آید که به آن کلینکـر گفته می‌شود. درشتی دانه‌های کلینکر بین ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر است. اگر کلینکر با مقدار کمی گچ از طریق آسیاب کردن به پودر تبدیل شود، محصول به‌دست آمده سیمان خواهد بود.

زمانی که سیمان با آب مخلوط شود واکنش شیمیایی آغاز می‌گردد و بر روی سطح هر دانه سیمان مواد حاصل از هیدراته شدن پدید می‌آید که در اثر اتصال این مواد به یکدیگر تمام دانه‌ها با هم ارتباط می‌یابند. در اثر این ارتباط بتن سفت و سخت می‌شود و سر انجام مقاومت حاصل می‌شود.

این واکنش‌های شیمیایی هیدراتاسیون نامیده می‌شود که با تولید حرارت همراه است. البته حرارت حاصل از هیدراتاسیون به سرعت از بین می‌رود. پس از قالب‌برداری دیوارهای با ضخامت ۲۰ سانتی‌متری و بیش‌تر، حتی پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان بتن‌ریزی، چنان‌چه لمس گردد، دمای بتن احساس می‌شود.

شکل ۱۱-۱- مراحل تولید سیمان

جدول ۳-۱
مواد تشکیل دهنده سیمان

مواد اولیـه در سیمـان	درصد
آهک	۶۳ درصد
سیلیس	۲۰ درصد
آلومین	۶ درصد
اکسید آهن	۳ درصد
اکسید منیزیم	۱/۵ درصد

شکل ۱۲-۱ - سیمان

۱-۲-۲-۱- انواع سیمان :

■ سیمان‌های مصرفی در بتن عبارت‌اند از: سیمان‌های پرتلند پنج‌گانه و سیمان‌های ویژه.

الف) سیمان پرتلند

سیمان پرتلند، سیمانی است که از آسیاب کردن کلینکر، به همراه مقدار مناسبی سنگ گچ یا سولفات کلسیم متبلور خام به دست می‌آید. مطابق استانداردهای ایران، سیمان پرتلند به پنج نوع زیر تقسیم می‌شود:

نوع ۱- سیمان پرتلند معمولی I : یک سیمان معمولی است که برای مصارف عمومی ساختمان به کار می رود.

نوع ۲- سیمان با حرارت زایی متوسط II : سیمان پرتلند اصلاح‌شده؛ سیمان با خصوصیات متوسط است که نسبت به نوع I حرارت کمتری آزاد کرده و برای مصرف در محیط‌هایی که احتمال حمله ضعیفی از سولفات وجود خواهد داشت، مناسب است.

نوع ۳- سیمان با تاب زیاد III : سیمان زودگیر؛ این سیمان برای ساخت بتن در هوای سرد به جهت آزاد کردن گرمای بیش‌تر و کم‌کردن دوره مراقبت مناسب است.

نوع ۴- سیمان با حرارت‌زایی کم IV: سیمان کندگیر؛ این سیمان معمولاً در هوای گرم به دلیل تولید حرارت کم‌تر و تسهیل در امر مراقبت از بتن، استفاده می‌شود.

نوع ۵- سیمان ضد سولفات V: این نوع سیمان یک سیمان ضد سولفات و یا مقاوم در مقابل حمله سولفات‌ها محسوب می‌شود. همچنین این سیمان تاحدودی خصوصیات دیرگیری داشته و نسبت به سیمان نوع اول، حرارت کم‌تری تولید می‌کند.

ب) سیمان‌های ویـــژه

امروزه سیمان را در انواع و رنگ‌های مختلف می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند که متداول‌ترین آن‌ها به شرح زیر است :

■ **سیمان پرتلند سفید**: اگر مواد خام سیمان پرتلند معمولی، اکسید آهن نداشته باشد، یا آن‌را از مواد خام جداکنند، رنگ سیمان سفید می‌شود. بدین ترتیب سیمان پرتلند سفید از آسیاب کردن کلینکر سیمان سفید با مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید.

■ **سیمان‌های رنگی**: این نوع سیمان از افزودن ۵ تا ۱۰ درصد مواد رنگی معدنی بی اثر شیمیائی به سیمان پرتلند معمولی یا سیمان سفید به دست می‌آید. از سیمان پرتلند معمولی برای ساخت

سیمان‌های پرتلند رنگی قرمز، قهوه‌ای و سیاه استفاده می‌شود. برای ساخت سیمان به رنگ‌های دیگر، از سیمان سفید استفاده می‌شود.

ج) سیمان پرتلند آمیخته

■ **سیمان پرتلند پوزولانی:** سیمان پرتلند پوزولانی، چسباننده‌ای آبی است که مخلوط کامل، یکنواخت و همگنی از سیمان پرتلند، پوزولان و سنگ گچ آسیاب شده می‌باشد.

■ **سیمان پرتلند روباره‌ای یا سرباره‌ای:** این سیمان از آسیاب کردن ۱۵ تا ۹۵ درصد سرباره‌ی کوره آهنگدازی فعال و غیر کریستالی، کلینکر سیمان پرتلند و مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می‌آید. این نوع سیمان پایداری بیشتری در برابر سولفات‌ها دارد و بتن ساخته شده با آن، نفوذ پذیری کم‌تر و دوام بیشتری دارد. این سیمان در برابر سیمان پرتلند معمولی، دیرگیرتر و گرمای آبگیری آن کم‌تر است.

د) سیمان پرتلند بنایی

استفاده از این سیمان در بتن و بتن آرمه مجاز نمی‌باشد و فقط در ملات و مانند آن به‌کار می‌رود.

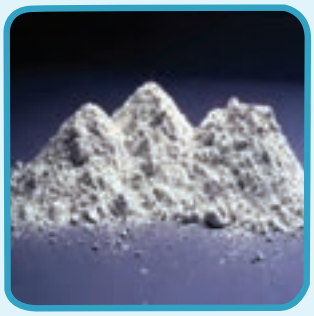
۲-۲-۲-۱- مواد افزودنی (مضاف)

مواد مضاف، مواد شیمیایی خاصی هستند که به صورت محلول و یا پودر عرضه می‌شوند. مواد مضاف به بتن افزوده می‌شود تا بعضی از ویژگی‌های بتن تازه یا سخت شده را تغییر دهد.

حداکثر میزان مصرف این مواد ۵ درصد وزن سیمان است. برخی از این مواد عبارت‌اند از:

- مواد افزودنی کندگیر کننده
- مواد افزودنی تندگیر کننده
- مواد افزودنی حباب هواساز
- مواد افزودنی نگهدارنده آب
- مواد افزودنی کاهنده جذب آب

تذکر: منظور از بتن با عیار $۲۵۰\ kg/m^3$ ، این است که در هر متر مکعب بتن، ۲۵۰ کیلوگرم سیمان استفاده شده است.



شکل ۱۳-۱- سیمان پرتلند پوزولانی

پوزولان: یکنواخت کننده ی حباب های هوا و گسترش دهنده ی منظم حباب های هوا در تمامی حجم بتن می باشد؛ که علاوه بر آن مقاومت بتن را در مقابل زمین های شوره زار افزایش داده سطح خارجی بتن را صاف و مسطح می کند.

شکل۱۴-۱- آب در بتن

در بتن

آب به سه صورت در بتن به کارمی‌رود:

۱- آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه‌ها

۲- آب به عنوان یکی از اجزاء تشکیل دهنده بتن

۳- آب مصرفی برای عمل آوردن بتن

آب یکی از اجزاء اصلی بتن محسوب و نقش مهمی را در بتن ایفا می‌کند. بدون وجود آب، سیمان هیدراته نمی‌شود (واکنش‌های شیمیایی لازم با سیمان انجام نمی‌شود) وخمیر چسبنده‌ای که سبب انسجام بتن می‌شود، تولید نگردیده، لذا یکپارچگی و سخت شدن مصالح بتن انجام نمی‌شود. قسمتی از آبی که در بتن مصرف می‌شود (حدود ۲۵ درصد وزن سیمان)، جذب ذرات سیمان شده و در واکنش‌های شیمیایی به‌کار گرفته می‌شود. اما در عمل، ساخت بتن با این نسبت آب امکان‌پذیر نیست؛ زیرا چنین بتنی به اندازه‌ای سفت است که کار کردن با آن میسر نمی‌باشد. به همین جهت باید نسبت آب به سیمان $(\frac{W}{C})$ را تا آنجایی افزایش داد که به سهولت بتوان با بتن کار کرد. لذا این نسبت را تا ۴۰ الی ۶۰ درصد وزن سیمان افزایش می‌دهند. اما در همین محدوده باز هم هر چه این نسبت را کم‌تر بگیرند، بهتر خواهد بود. زیرا مازاد آب که در واکنش شیمیایی شرکت نمی‌کند، جا اشغال کرده و در نهایت در بتن محبوس می‌شود و یا تبخیر شده و فضای خالی ایجاد می‌کند، یعنی در هر حال از حجم مفید بتن می‌کاهد.

آب مصرفی در ساخت بتن باید تمیز و صاف باشد و از مصرف آب حاوی مقدار زیادی از هر نوع ماده که قادر به صدمه زدن به بتن یا میلگرد است، از قبیل: روغن‌ها، اسیدها، قلیاها، املاح، مواد قندی ومواد آلی، خودداری می‌گردد. مقادیر مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن نباید از مقادیر حداکثر مجاز تجاوز کند.

توجه: هر آبی که PH (درجه اسیدیته) آن بین ۵ الی ۸/۵ بوده و طعم شوری نداشته باشد؛ هم چنین فاقد جلبک و مواد آلی باشد یا آب آشامیدنی که درصد املاح یون های سدیم و پتاسیم آن کم باشد برای استفاده در بتن مناسب است.

۴-۲-۱- فولاد در بتن

بتن ماده‌ای است که دارای مقاومت زیادی در فشار است. از این رو استفاده از آن برای قطعات تحت فشار مانند ستون‌ها و قوس‌ها بسیار مناسب است، ولی علی‌رغم مقاومت فشاری قابل توجه، مقاومت کششی کم و شکنندگی نسبتاً زیاد بتن، استفاده از آن‌را برای قطعاتی که کاملاً و یا به‌طور موضعی تحت کشش هستند محدود می‌نماید. برای رفع این محدودیت اعضاء بتنی را با قرار دادن فولاد در آن‌ها تقویت می‌کنند. ماده مرکبی که بدین ترتیب حاصل می‌شود **بتن آرمه** یا **بتن مسلح** می‌نامند. فولادی که برای این منظور در سازه‌های بتن آرمه بکار می‌رود معمولاً به شکل میلگرد یا سیم می‌باشد که آرماتور نامیده می‌شود. مطالب این بخش اساساً به فولادی که برای مسلح کردن بتن به کار می‌رود و به صورت میلگرد است، اختصاص دارد.

شکل۱۵-۱- فولاد در بتن

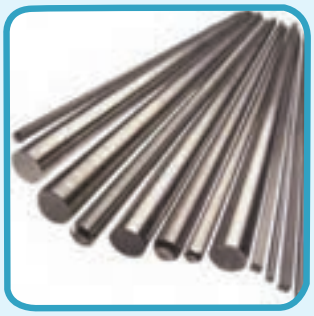
۱-۴-۲-۱- انواع میلگردهای مصرفی در بتن

■ **طبقه بندی میلگردها از نظر روش ساخت**

۱) فولاد گرم نورد شده

۲) فولاد سرد اصلاح شده

۳) فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه



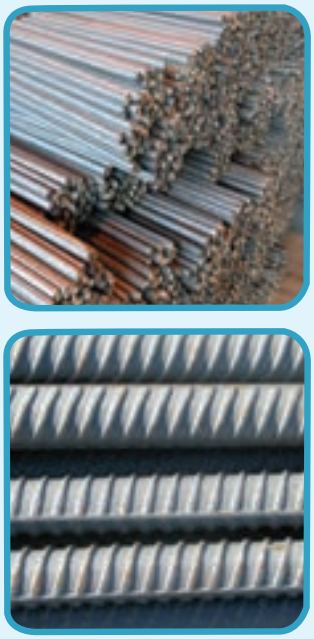
شکل۱۶-۱- میلگرد با رویه صاف

■ **طبقه‌بندی میلگردها از نظر شکل رویه**

۱) میلگرد با رویه صاف یا میلگرد ساده A I: استفاده از این نوع میلگرد به عنوان میلگرد سازه‌ای در سازه‌های بتن آرمه مجاز نیست.

۲) میلگرد با رویه آج‌دار A II: آج عبارت است از برجستگی‌هائی که به صورت طولی یا در امتدادی غیر از طول میلگرد در هنگام نورد بر روی آن ایجاد می‌شود.

۳) میلگرد با رویه آج‌دار پیچیده A III: این نوع میلگرد از پیچاندن میلگرد آج‌دار به‌دست می‌آید.

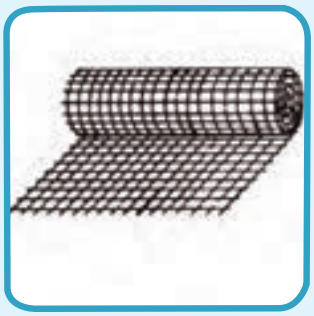


شکل۱۷-۱- میلگرد با رویه آجدار

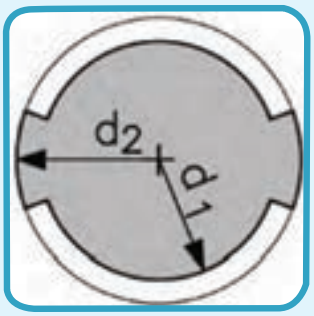
جدول شماره ۱-۱ دسته‌بندی ماسه		
عنوان	شکل	مقاومت کششی و فشاری مجاز (Kg/mm^2)
میلگرد ساده Ø یا A I		۲۴
میلگرد آج‌دار Ø یا A II		۳۰
میلگرد آج‌دار تابنده یا پیچیده Ø یا A III		۴۲ تا ۵۰

شکل ۱۸-۱ میلگرد کلاف

شکل ۱۹-۱ میلگرد شاخه‌ای



۱-۲۰ شبکه سیمی میلگرد



۱-۲۱ – قطر زمینه و قطر خارجی

میلگردها به سه صورت به بازار عرضه می‌گردند:

میلگردهای با قطر کم بین ۶ تا ۱۰ میلی‌متر می‌توانند به صورت شاخه‌ای یا به‌صورت قرقره و کلاف تهیه می‌شوند.

میلگردهای با قطر بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر به صورت شاخه‌های ۱۲ متری (۱۸ متری برای میلگردهای آمریکائی) عرضه می‌شوند.

برای مسلح کردن اعضاء بتنی، میلگردها را در محل کارگاه به یکدیگر می‌بندند و یا در کارخانه به نحو خاصی به یکدیگر جوش کرده و برای نصب به کارگاه حمل می‌کنند. به این نمونه از آرماتوربندی پیش ساخته، **شبکه سیمی جوش شده** می‌گویند که برای مسلح کردن دال‌ها و پوسته‌ها کاربرد فراوانی دارد.

۱-۲-۴-۲- مشخصات هندسی میلگردها

قطر زمینه (d۱) : قطر زمینه یعنی قطر میلگرد آج‌دار بدون در نظر گرفتن آج آن.

قطر خارجی (d۲): قطر خارجی یعنی قطر میلگردها با احتساب کامل آج.

قطر اسمی (M): قطر اسمی تقریباً میانگین قطر زمینه و قطر خارجی میلگرد است.

قطر اسمی از رابطه روبرو به دست می آید. $d_2 = 2\sqrt{\frac{M}{0.00785\pi L}}$

جدول ۵-۱- مشخصات قطر میلگردها میلگــردهای S340 و S400 (با آج یکنــواخت)		
قطر اسمی (M) (mm)	قطر زمینه (d1) (mm)	قطر خارجی (d2) (mm)
۶	۵/۷۵	۶/۷۵
۸	۷/۵۰	۹/۰۰
۱۰	۹/۳۰	۱۱/۳۰
۱۲	۱۱/۰۰	۱۳/۵۰
۱۴	۱۳/۰۰	۱۵/۵۰
۱۶	۱۵/۰۰	۱۸/۰۰
۱۸	۱۷/۰۰	۲۰/۰۰
۲۰	۱۹/۰۰	۲۲/۰۰
۲۲	۲۱/۰۰	۲۴/۰۰
۲۵	۲۴/۰۰	۲۷/۰۰
۲۸	۲۶/۵۰	۳۰/۵۰
۳۲	۳۰/۵۰	۳۴/۵۰
۳۶	۳۴/۵۰	۳۹/۵۰
۴۰	۳۸/۵۰	۴۳/۵۰

سؤالات چهار گزینه‌ای ...

۱) اصطلاح «بتن آرمه» یعنی:

الف- بتن غیر مسلح

ب - بتن ضد سولفات

ج - بتن مسلح

د - بتن سولفاته

۲) کدامیک از مواد زیر درصد بیشتری از حجم سیمان را به خود اختصاص می‌دهد؟

الف- سیلیس

ب - آهک

ج - گچ

د - آهن

۳) منظور از بتن با عیار $350kg/m^3$ چیست؟

الف - مقدار سیمان در هر مترمکعب بتن، ۳۵۰ کیلوگرم است.

ب - مقدار شن و ماسه در هر مترمکعب بتن، ۳۵۰ کیلوگرم است.

ج - مقدار سیمان در هر مترمکعب شن و ماسه، ۳۵۰ کیلوگرم است.

د - مقاومت بتن در هر مترمکعب را نشان می‌دهد.

۴) میلگردهای با قطر بیش از ۱۰ میلی‌متر، به چه صورت به بازار عرضه می‌گردند؟

الف- شاخه‌های ۱۲ متری

ب - شاخه‌های ۱۸ متری

ج - قرقره و کلاف شده

د - شبکه سیمی جوش‌شده

۵) برای ساختن بتن‌هایی که در مقابل تأثیر متوسط سولفات‌ها قرار می گیرد، از سیمان پرتلند ..... استفاده می‌شود.

الف- نوع یک

ب - نوع دو

ج - نوع سه

د - نوع پنج

۶) از آسیاب کردن کلینکر به همراه مقدار مناسبی سنگ گچ و سولفات کلسیم متبلور خام، چه ماده‌ای به‌دست می آید؟

الف- بتن

ب - سیمان

ج - شن شکسته

د - شن طبیعی

۷) جمله زیر را کامل کنید:

«بدون وجود ..... ، سیمان هیدراته نمی‌شود.»

الف- آلومین

ب - آهک

ج - سیلیس

د - آب

۸) دانه‌های سنگی بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر و کوچک‌تر از ۶۰ میلی‌متر را ..... می گویند.

الف- شن

ب - ماسه

ج - رس

د - لای

۹) نسبت مصالح سنگی موجود در بتن ..... می‌باشد.

الف – ۱/۲ تا ۱/۳

ب – ۲/۳ تا ۳/۴

ج – ۱/۲ تا ۳/۴

د – ۱/۳ تا ۳/۴

۱۰) استفاده از کدام نوع میلگرد در ساخت سازه های بتنی مجاز نمی باشد؟

الف – میلگرد ساده

ب – میلگرد آج‌دار و ساده

ج – میلگرد آج‌دار و پیچیده

د – میلگرد پیچیده و ساده

سؤالات تشریحی ...

۱ – مواد تشکیل دهنده بتن را نام ببرید.

۲ – انواع سیمان پرتلند را نام ببرید.

۳ – سیمان از چه موادی تشکیل شده است؟

۴ – مشخصات سیمان ضد سولفات چیست؟

۵ – چهار نمونه از مواد افزودنی سیمان را نام ببرید.

۶ – علت استفاده از میلگرد را در بتن شرح دهید.

۷ – آب مورد استفاده در بتن باید دارای چه خصوصیاتی باشد؟

۸ – میلگردها از نظر شکل رویه به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید.

۹ – منظور از قطر اسمی میلگرد چیست؟

۱۰ – میلگرد به چه صورتی در بازار عرضه می گردد؟ شرح دهید.

فصل دوم:

اجزای ساختمان‌های بتن آرمه

هدف کلی: آشنایی با اجزاء ساختمان‌های بتن آرمه

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

۱- معایب و محاسن سازه‌های بتن آرمه را بیان کند؛
۲- فونداسیون را تعریف کند؛
۳- انواع پی‌های سطحی را نام ببرد؛
۴- انواع پی‌ها را از نظر شکل ظاهری تشخیص دهد؛
۵- عملکرد تیر را تعریف کند؛
۶- انواع دیوارهای بتنی را نام ببرد؛
۷- عملکرد ستون را تعریف کند؛
۸- انواع سقف‌های بتنی را بیان کند؛

پیـــش آزمـــــون

سـؤالات تشریـحی

۱ – منظور از ساختمان با سازه‌های بتن آرمه چیست؟

۲ –بار ساختمان توسط چه اعضائی به زمین منتقل می‌شود؟

۳ – نقش تیر در ساختمان‌های بتنی چیست؟

۴ – انواع دیوارهای بتنی را نام ببرید.

۵ – انواع سقف‌های بتنی را نام ببرید.

۶ – در ساختمان‌های بتنی، وزن بنا چگونه به زمین منتقل می‌شود؟

۷ – نقش ستون در ساختمان چیست؟

۸ – چند نمونه از سقف‌های بتنی اجرا شده را که دیده‌اید، شرح دهید.

۱-۲- معایب و محاسن سازه‌های بتن آرمه

مصالح مختلفی مثل فولاد، چوب، مصالح بنائی و بتن ممکن است به عنوان گزینه‌هائی برای ساخت یک بنا مطرح باشند و این گزینه‌ها برای بسیاری از سازه‌های متداول، وجود دارند؛ اگرچه در ساخت اسکلت سازه‌های بلند، ممکن است به فولاد و بتن محدود گردند. با این وجود امروزه بتن آرمه به عنوان یک گزینه قابل اعتماد برای ساخت بسیاری از سازه‌های کوچک و بزرگ محسوب می‌گردد؛ به‌طوری که شاید بتوان از آن به عنوان مهم‌ترین ماده ساختمانی موجود با کاربردی فراگیر در تمام دنیا نام برد.

شکل ۱-۲- سازه‌های بتن آرمه

شکل ۲-۲- سازه های بتنی

موفقیت قابل توجه بتن آرمه نسبت به سایر مصالح ساختمانی و به خصوص فولاد در کاربرد فراگیر آن‌را می‌توان مرهون موارد زیر دانست:

- بتن مقاومت فشاری قابل قبولی در مقایسه با بسیاری از مصالح ساختمانی دیگر دارد.
- تمامی اجزاء تشکیل دهنده بتن به جز سیمان به عنوان مصالح محلی و ارزان قیمت محسوب می‌شوند. تقریباً در همه جا می‌توان آب، ماسه و شن را از فواصل نزدیک به محل بتن‌ریزی حمل نمود.
- بتن را می‌توان به سهولت به هر شکل دلخواه درآورد. با ساختن قالب مناسب، تقریباً هر گونه مقطع سازه‌ای و شکل معماری را می‌توان از بتن آرمه تولید کرد.
- بتن مقاومت خوبی در مقابل آتش، دارد. یک ساختمان بتن آرمه می تواند ساعت‌ها در مقابل آتش‌سوزی‌های مهیب مقاومت کند، بدون آن‌که فرو بریزد. این مسئله فرصت کافی برای مهار آتش و نیز تخلیه ساختمان از نفرات و اموال را فراهم می‌کند.
- بتن همچنین مقاومت خوبی در مقابل رطوبت و آب دارد.
- اجزاء بتن آرمه از صلبیت بالایی برخوردارند. به همین دلیل معمولاً ساکنان یک ساختمان بتن آرمه در هنگام وزش بادهای شدید و یا تحرک زیاد همسایگان، لرزه‌ای را احساس نمی‌کنند.
- اجزاء بتنی در مقایسه با سازه فولادی به صورت ذاتی به محافظت و نگهداری کم‌تری نیاز دارند.
- بتن در مقایسه با سایر مصالح ساختمانی، عمر بهره‌دهی بسیار طولانی دارد. تحت شرایط مشخص، یک سازه بتن آرمه می‌تواند برای همیشه بدون کاهش در ظرفیت باربری مورد استفاده قرار گیرد. این مسئله مبتنی بر این واقعیت است که بتن در طول زمان نه تنها کاهش مقاومت ندارد، بلکه با گذشت طولانی زمان با تحکیم بیشتر سیمان، افزایش مقاومت نیز دارد.
- بتن در بعضی از اجزاء سازه‌ای نظیر پی‌ها، دیوارهای زیرزمین و شمع‌ها، به عنوان تنها گزینه اقتصادی محسوب می‌شوند.

• اجرای بتن و سازه‌های بتن آرمه در مقایسه با سایر مصالح نظیر فولاد و یا حتی چوب نیاز به نیروهای اجرایی و کارگران با مهارت بالا ندارد.

از طرف دیگر برای بتن نقاط ضعفی را نیز می‌توان برشمرد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

– مقاومت کششی بتن بسیار پایین بوده و در حدود یک‌دهم مقاومت فشاری آن است.

– هزینه ساخت، اجرا ونگهداری قالب در حدود ۳۰ الی ۵۰ درصد کل هزینه اجرای سازه بتن‌آرمه بالغ می‌شود.

– کنترل کیفیت بتن یک کنترل کارگاهی است و نسبت به کنترل کیفیت فولاد که در کارخانه انجام می‌شود، به مراتب پایین‌تر خواهد بود.

۲-۲- فونداسیون‌های بتنی

تعریف فونداسیون: پی یا فونداسیون قسمتی از سازه است که غالباً پایین‌تر از سطح زمین قرار می‌گیرد و نیروهای ناشی از سازه را به خاک زیر آن انتقال می‌دهد.

بتن را می‌توان یکی از مقاوم‌ترین و مستحکم‌ترین سنگ‌های مصنوعی دانست. لذا پی‌هائی که با بتن ساخته می‌شوند، بهترین پی در کارهای ساختمانی به شمار می‌آیند. امروزه توصیه می‌شود که پی کلیه ساختمان‌ها را با بتن مسلح بسازند. به خصوص در مناطق زلزله خیزی نظیر شهرهای جنوب خراسان.

بـرای مطالعـه ...

سه اصل اساسی در طراحی فونداسیون‌ها باید رعایت شود:

۱– نشست کلی سازه به مقدار قابل قبول و جزئی محدود شود.

۲– قسمت‌های مختلف سازه تا حد امکان نباید دارای نشست‌های نامساوی باشند.

۳– در عمل برای محدود کردن نشست نیروهای ناشی از سازه را باید به لایه‌ای منتقل کرد که دارای مقاومت کافی باشد.

شکل ۳-۲- پی بتنی

(Foundation)

اگر مقاومت خاک نسبتاً بالا بوده و بارهای انتقالی از سازه به زمین چندان زیاد نباشد، انتقال بار را می توان در محدوده کوچکی از سطح زمین و در اطراف هر ستون به طور مجزا و یا در اطراف چند ستون به طور مشترک انجام داد. در این حالت عضو سازه‌ای مورد استفاده، پی نامیده می‌شود. معمولاً شالوده مفهومی کلی‌تر از پی در بر داشته و علاوه بر پی، شامل سایر اجزائی که بار را به زمین منتقل می‌دهند، نظیر شمع‌ها نیز می‌شوند. اگر چه اغلب به صورت عامیانه و رایج، کلمات شالوده و پی معادل یکدیگر به کار می روند.

به‌طورکلی پی‌های بتنی را به دو دسته تقسیم می‌کنند:
۱- پی‌های سطحی ۲- پی‌های عمیق

۲-۲-۱- پـی‌هـای سطحـی

در صورتی که زمینی که مستقیماً زیر سازه قرار دارد شرایط مطلوب داشته باشد، می‌توان پی‌ها را مستقیماً بر آن بنا نهاد و ابعاد پی را طوری انتخاب کرد که تنش مجاز خاک از حد مجاز بیشتر نشود. به چنین پی‌هائی اصطلاحاً **پی‌های سطحی** گفته می‌شوند.

پی‌های سطحی را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد:
الف) پی‌های زیر دیوار ب) پی‌های منفرد ج) پی‌های مرکب

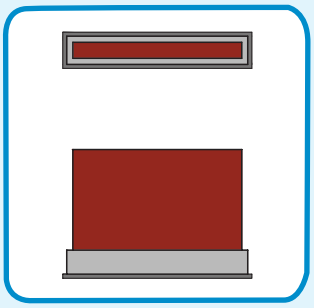
۲-۱-۲-۲- پی‌هـای نـواری زیـر دیـوار:

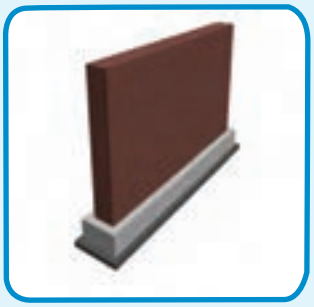
پی دیوار یک پی سرتاسری است که در زیر دیوارهای باربرآجری یا بتنی ساخته می‌شود.

۲-۱-۲-۲- فونداسیـون‌هـای منفـرد:

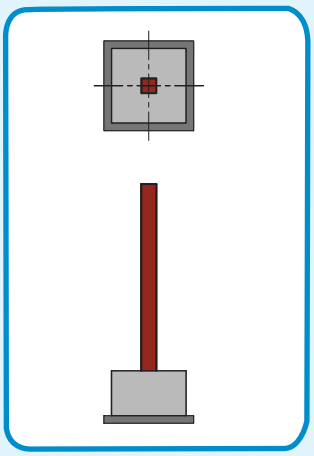
پی‌های منفرد متداول‌ترین نوع پی‌ها به شمار می‌روند و به طور مرکزی در زیر هر ستون قرار داده می‌شوند.

شکل ۲-۵- پی منفرد





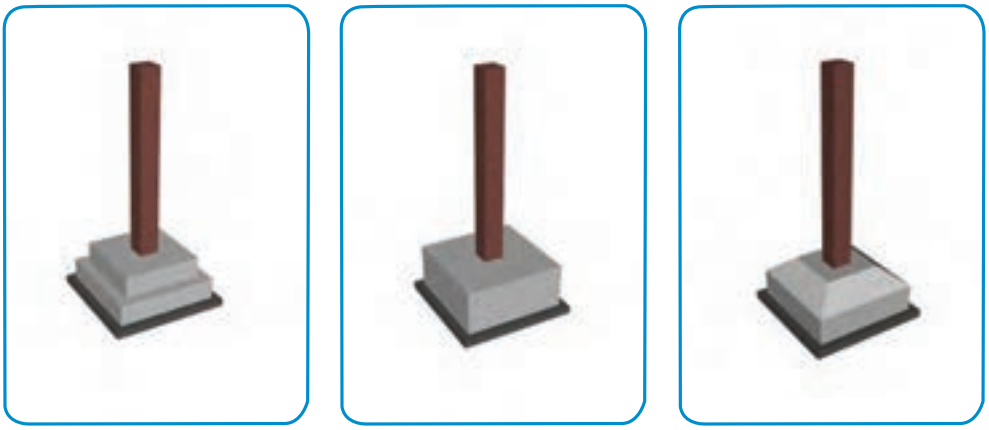
شکل ۲-۴- پی زیر دیوار



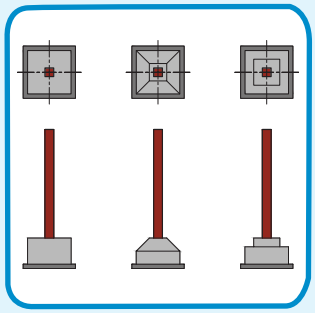
شکل ۲-۶- پی زیر دیوار

پی‌های منفرد معمولاً به شکل مربع ساخته شده اما در صورت محدودیت جا و یا در مواردی که لنگر قابل ملاحظه‌ای بر ستون اثر کند، از پی مستطیل شکل نیز استفاده می‌شود.

زاویه پخش بار در پی‌های بتنی ۳۰ تا ۴۵ درجه می‌باشد. لذا می‌توان این گونه پی‌ها را پلکانی یا به صورت هرم ناقص ساخت و در مصرف اضافی بتن صرفه جوئی نمود.



شکل ۷-۲- فرم‌های مختلف فونداسیون منفرد



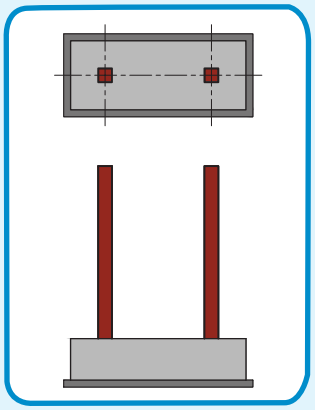
شکل ۸-۲- فرم‌های مختلف فونداسیون منفرد

۳-۱-۲-۲- پی‌هـای مرکـب:

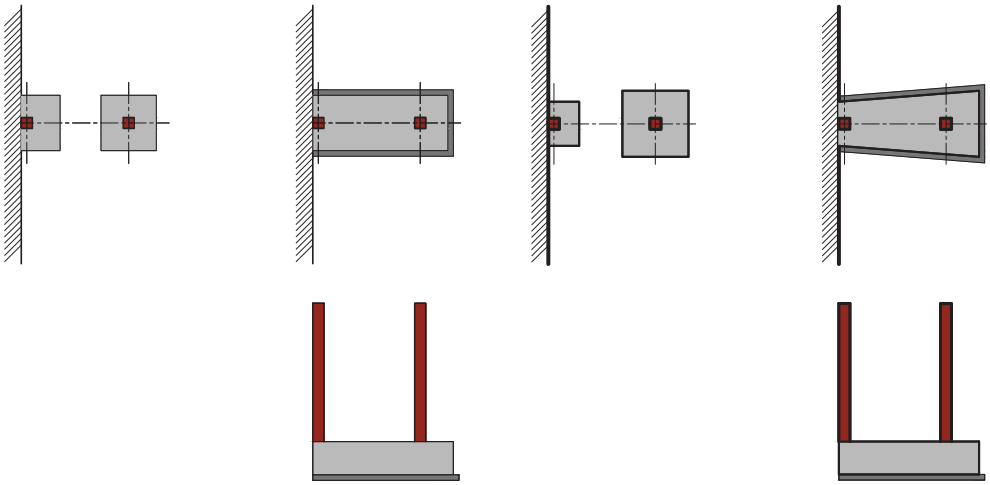
پی‌های مرکب به پی‌هایی اطلاق می‌شود که بیش از یک ستون بر آن‌ها تکیه می‌کند. این پی‌ها خود انواع مختلفی دارند که پی دو ستون، ساده‌ترین نوع آن‌ها است. این نوع پی که مشترک بین دو ستون است، در دو مورد استفاده می‌شود:

۱) هنگامی که دو ستون به اندازه‌ای به هم نزدیک باشند که پی‌های آن‌ها عملاً در یکدیگر تداخل کنند و یا اجرای آن‌ها به طور جداگانه امکان‌پذیر نباشد؛ به صورت مرکب اجرا می‌گردد.

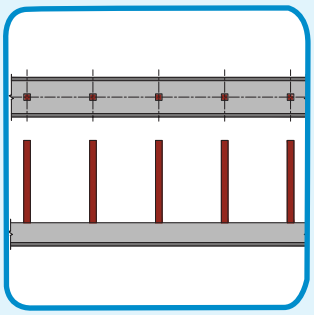
۲) هنگامی که یک ستون روی خط حریم زمین قرار گیرد، در لبه خارجی پی واقع می‌شود که در این حالت از نظر ایستایی و اصول مهندسی مناسب نیست. برای رسیدن به یک پایداری مناسب، یک پی مشترک برای این ستون و ستون داخلی مجاور آن ساخته می‌شود تا بدین ترتیب پایداری پی افزایش یابد (این روش زمانی کاربرد دارد که دو پی مجاور نزدیک به هم باشند). در این حالت پی دو ستون به اشکال مختلف اجرا می‌شوند که در شکل(۱۰-۲) دو نمونه آن آورده شده است.



شکل ۹-۲- پی مشترک دو ستون



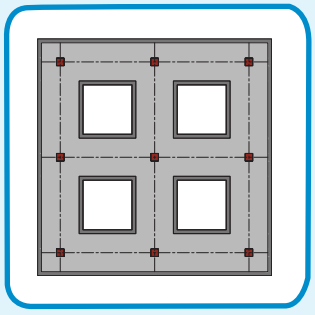
شکل ۱۰-۲- پـــی مشترک بین دو ستون در مجاورت دیوار همسایه



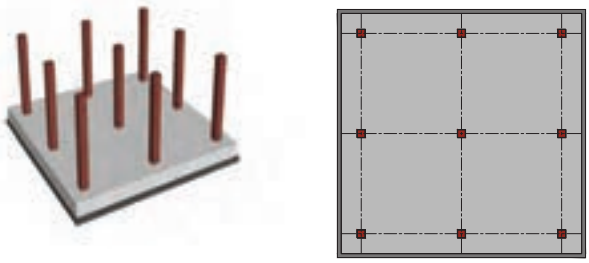
شکل ۱۲-۲- پی نواری

نوع دیگر پی‌های مرکب **پی‌های سرتاسری یا نواری** است؛ که ستون‌های یک ردیف را نگه می‌دارند. معمولاً وقتی که ظرفیت باربری خاک کم است به طوری که سطح قابل توجهی برای پی ستون‌ها لازم باشد، به جای استفاده از پی‌های منفرد از پی‌های نواری استفاده می‌شود. در این حالت، معمولاً پی‌های نواری در هر دو جهت ساختمان قرار داده می‌شوند و مجموعه نوارهای سراسری متقاطع، **پی مشبک** یا **پی شبکه‌ای** را به‌وجود می‌آورد.

نوع دیگر پی‌های مرکب، **پی‌های گسترده** یا **صفحه‌ای** می‌باشد. در مواردی که مقاومت خاک بسیار کم است به طوری که در صورت استفاده از پی‌های منفرد عملاً سطح پی قسمت عمده‌ی سطح زیر بنا را می‌پوشاند، به جای استفاده از پی‌های منفرد یا حتی پی‌های نواری از پی گسترده استفاده می‌شود. در این حالت، پی تشکیل می‌شود از یک صفحه ضخیم بتن آرمه که تمام سطح زیر بنا را پوشانده و تمام ستون‌ها روی آن قرار داده می‌شوند.



شکل ۱۳-۲- مشبک یا شبکه‌ای



شکل ۱۱-۲- پـــی گسترده

مزیت اساسی پی‌های نواری و گسترده نسبت به پی‌های منفرد این است که سختی و یکپارچگی این پی‌ها کمک بزرگی به کاهش نشست‌های نامساوی ستون‌ها می‌کند. از این رو در مواردی که سازه نسبت به نشست‌های نا مساوی بسیار حساس است استفاده از این نوع پی‌ها ارجحیت دارد.

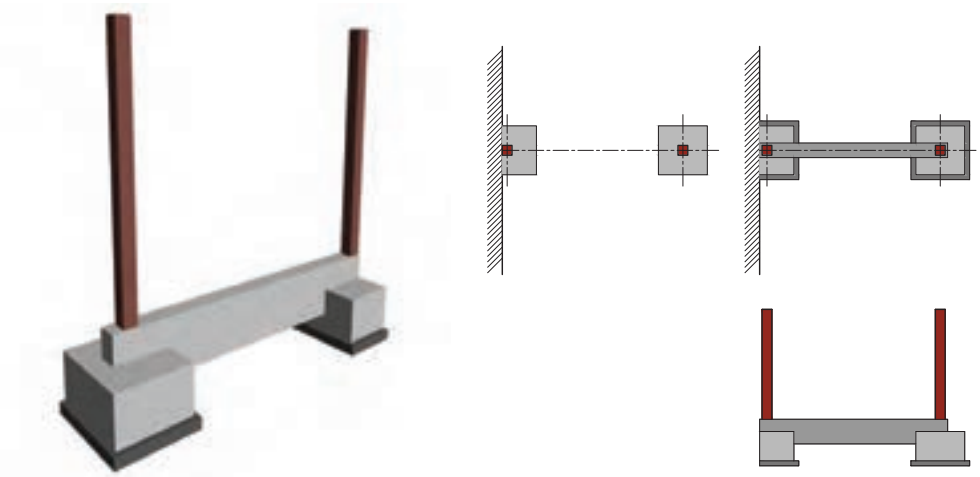
بـرای مطالعـه ...

در انواع پی‌ها گاهی اوقات از پایه (یا پدستال) در زیر ستون استفاده می‌شود. پایه‌ها به دلایل مختلفی ممکن است تعبیه شوند؛ که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

- افزایش مقاومت برشی پی
- کاهش طول مؤثر ستون
- تأمین ارتفاع کافی برای جا دادن آرماتورهای انتظار در پی

شکل ۱۵-۲- پدستال

نوع دیگر پی‌های مرکب، **پی باسکولی** است. به مجموعه‌ای از دو شالوده منفرد اطلاق می‌شود که با یک رابط قوی بتنی به یکدیگر مرتبط شده‌اند. این رابط که بخش باریکی از پی‌ها را به دیگری منتقل می‌کند، متکی بر خاک ساخته نمی‌شود. دلیل اصلی استفاده از پی باسکولی به جای انواع متداول پی مرکب، فاصله نسبتاً زیاد دو ستون مجاور هم است(که یکی از آن‌ها در کنار حریم زمین قرار می‌گیرد)؛ به طوری که استفاده از پی مشترک با پلان مستطیلی مقرون به صرفه نیست.



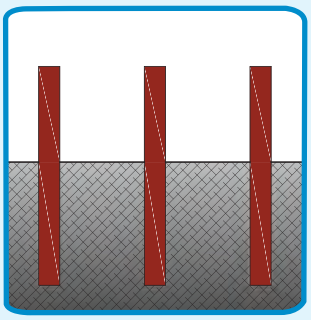
شکل ۱۴-۲- پی باسکولی

۲-۲-۲- پـــی‌های عمیـــق

چنان‌چه خاک نزدیک سطح زمین دارای شرایط مناسب نباشد، لازم است به‌وسیله پی‌های عمیق که معمول‌ترین آن‌ها پی‌های شمعی است، بار را به لایه‌های عمیق‌تر و محکم‌تر انتقال دهند. شمع‌ها ممکن است منفرد یا به صورت گروهی باشند.

۱-۲-۲-۲- شمـــع‌هـــای منفـــرد:

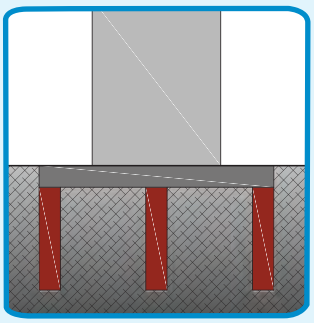
به شمعی اطلاق می‌شود که مستقیماً بار یک ستون را دریافت نموده و به زمین منتقل نماید.



شکل ۱۶-۲- شمع منفرد

۲-۲-۲-۲- گـــروه شمـــع‌هـــا:

به تعدادی شمع اطلاق می‌شود که بار خود را از یک یا چند ستون از طریق سر شمعی مشترک دریافت نموده و به زمین منتقل نمایند.



شکل ۱۷-۲- گروه شمع‌ها

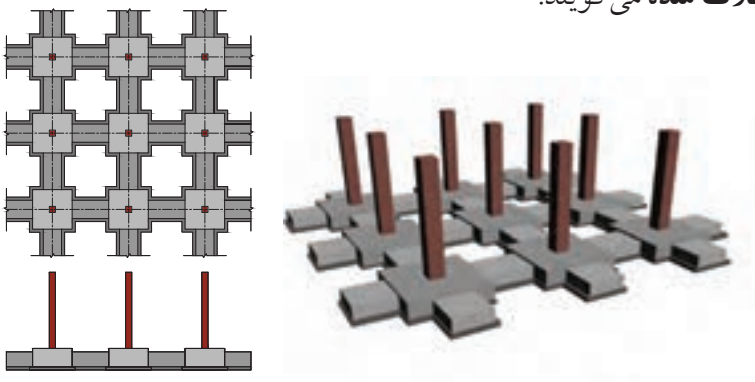
۳-۲- شناژهـــای بتنـــی

شناژ لغتی فرانسوی به معنی زنجیر می‌باشد. وجود شناژ به معنای یکپارچه شدن کلیه قسمت‌های ساختمان و یکنواخت شدن کلیه نشست‌ها می‌گردد.

شناژها به دو دسته تقسیم می‌شوند : ۱- شناژهای افقی ۲- شناژهای قائم

۱-۳-۲- شناژهـــای افقـــی

در سازه‌های بتنی، شناژهای افقی در آکس پی‌ها ساخته می‌شوند و پی‌های ساختمان را در حالت طولی و عرضی به یکدیگر متصل می‌نمایند. در این حالت به مجموعه پی و شناژها، **پی کلاف شده** می‌گویند.



شکل ۱۸-۲- پی کلاف شده

برای مطالعه ...

نوع دیگر شناژ افقی، شناژبندی افقی فوقانی می‌باشد. این شناژها در ساختمان‌هایی با مصالح بنایی، که دیوارها عناصر باربر عمودی هستند، روی دیوار (زیر سقف) اجرا می‌گردد. شناژبندی افقی فوقانی برای کلاف کردن شناژهای قائم به‌کار می‌رود.

۲-۳-۲- شناژهای قائم

برای مقاوم کردن ساختمان‌هایی با مصالح بنایی در مقابل زلزله و نشست‌های نامتقارن، از شناژ قائم استفاده می‌شود. کار این شناژها کلاف کردن پی نواری زیر دیوار (شناژهای تحتانی) و شناژ فوقانی (روی دیوار یا به عبارتی زیر سقف) ساختمان و ایجاد ارتباط کامل بین اعضای تحمل کننده بارهای فشاری است.

۲-۴- ستون‌های بتنی

معمولاً ستون به عضوی اطلاق می‌شود که برای تحمل بار فشاری و انتقال آن به فونداسیون به‌کار می‌رود و نسبت ارتفاع به حداقل بُعد مقطع آن از ۳ بیش‌تر است. اعضاء فشاری را می‌توان به عنوان پایه در ساختمان‌های اسکلت بتنی در نظر گرفت.

ابعاد حداقل برای مقابله با تأثیرات کمانش در نظر گرفته شده است.

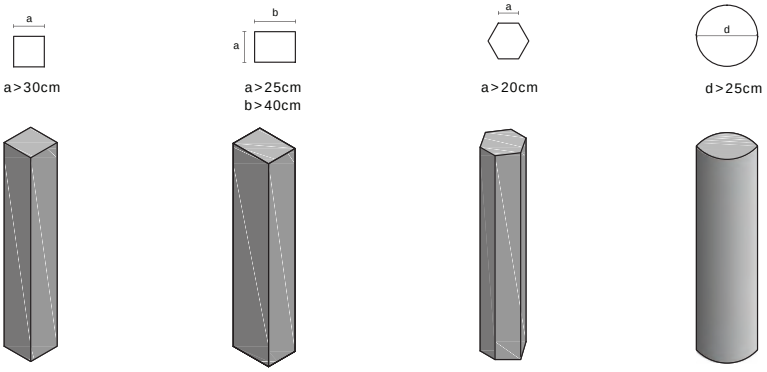
انواع ستون‌های بتنی از نظر شکل مقطع:

۱- ستون‌هایی با مقطع مربع، (حداقل ابعاد مقطع ۳۰ ×۳۰ سانتی‌متر).

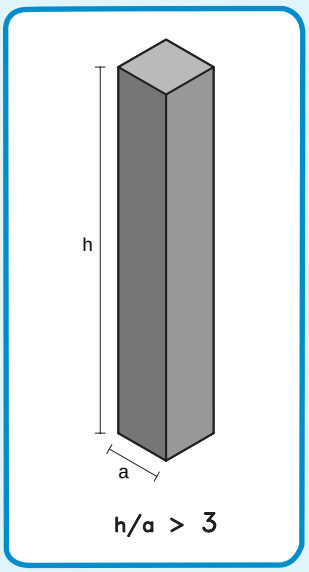
۲- ستون با مقطع مربع مستطیل، (حداقل ابعاد ۴۰ ×۲۵ سانتی‌متر).

۳- ستون‌های با مقطع چند ضلعی منتظم، (حداقل طول ضلع ۲۰سانتی‌متر).

۴- ستون‌هایی با مقطع دایره (استوانه‌ای)، (حداقل قطر مقطع ۲۵سانتی‌متر).



(Column)



شکل ۱۹-۲- ستون

۲-۵- دیوارهای بتنی

با توسعه‌ی استفاده از بتن در صنعت ساختمان، از همان ابتدا ساخت دیوارهای بتنی با استقبال روبرو بوده است. دیوار به عنوان یک عضو صفحه‌ای نازک قائم محسوب می‌شود؛ به طوری که ضخامت آن به مراتب کم‌تر از عرض و ارتفاع آن می‌باشد.

دیوارعبارت است از یک ساختار ممتد، یکپارچه، محکم و استوار که از جنس آجر، سنگ، بتن، چوب یا فلز و غیره می‌باشد؛ که ضخامت آن در مقایسه با طول و ارتفاع، نازک باشد. دیوار ساختمان یا محوطه را محصور و محافظت می‌نماید یا به عنوان مجزا کننده فضاها از یکدیگر عمل می‌کند.

دیوارها را از نظر رفتار سازه‌ای می‌توان به چهار دسته طبقه‌بندی کرد:

۱- دیوارهای حایل.

۲- دیوارهای باربر(بار قائم).

۳- دیوارهای برشی.

۴- دیوارهای غیر باربر.

۲-۵-۱- دیوار حایل:

دیواری است که به طور عمده زیر اثر بارهای عمود بر میان صفحه خود (فشار جانبی خاک یا آب) قرار می‌گیرد. در اکثر حالت‌ها، عامل پایداری در مقابل فشار، وزن خود دیوار است.

شکل ۲۰-۲- دیوار حایل

دیوارهای زیر زمین نیز نوعی از دیوار حایل است که در تعیین ضخامت آن‌ها علاوه بر نیروهای قائم، باید فشار جانبی خاک را نیز در نظر گرفت. حداقل ضخامت دیواره‌های زیرزمین ۲۰ سانتی‌متر (در نقاط مرطوب، حداقل ۳۰ سانتی‌متر) است.

۲-۵-۲- دیوارهای باربر:

دیواری است که علاوه بر وزن خود، بارهای قائمی را تحمل می‌کند که ناشی از عکس‌العمل سقف یا نظایر آن است. با توجه به اهمیت این دیوارها آئین نامه خاصی برای آن‌ها تدوین شده است.

۲-۵-۳- دیوارهای برشی:

دیوار برشی، دیواری است که بطور عمده تحت فشار بارهای افقی‌ای است که عمود بر صفحه آن وارد می‌آید. نقش عمده این دیوار مقابله با نیروهای افقی مؤثر (باد و زلزله) برسازه است.

شکل ۲۱-۲- دیوار باربر

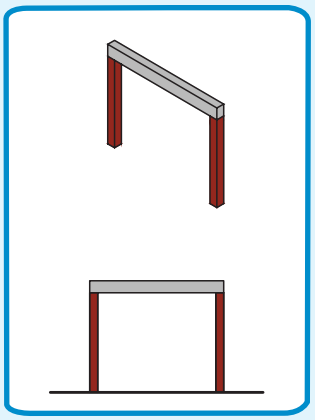
۲-۵-۴- دیوارهای غیر باربر:

شامل دیوارهای محیطی ساختمان، جدا ساز داخلی و دیوارهای محوطه می‌شود. در طراحی این دیوارها باید به عایق بودن آن‌ها در مقابل صدا و حرارت توجه کافی داشت. دیوارهای محوطه را در طول‌های زیاد نباید بدون تکیه‌گاه‌های جانبی به کار برد. مهم‌ترین باری که در طراحی این دیوار در نظر گرفته می‌شود، بار باد است. حداقل ضخامت دیوارهای بتنی غیر باربر ۱۰ سانتی‌متر تعیین شده است.

شکل ۲۲-۲- دیوار برشی

۲-۶- تیرهای بتنی

در یک ساختمان با اسکلت بتن آرمه، بارهای مرده و زنده سقف و طبقات ابتدا به تیرها، سپس از طریق تیرها به ستون انتقال داده می شوند. سپس ستون بارها را به سطح فونداسیون منتقل می کند.

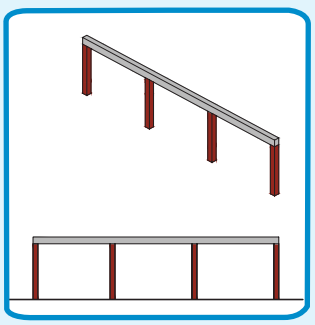


شکل ۲۳-۲- تیر ساده

تیرهای بتنی را از نظر نوع اتصال به تکیه‌گاه به چهار دسته تقسیم می‌کنند:

۲-۶-۱- تیر ساده:

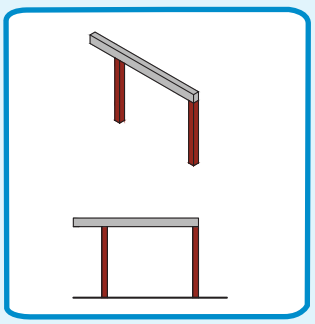
به تیرهائی با مقطع مربع یا مستطیل که بر روی دو تکیه‌گاه ساده (ستون یا دیوار) تکیه دارند، تیر ساده می‌گویند.



شکل ۲۴-۲- تیر ممتد

۲-۶-۲- تیر ممتد:

از این نوع تیرها برای پوشش چند دهانه متوالی استفاده می‌شود.



شکل ۲۵-۲- تیر کنسولی

۲-۶-۳- تیر کنسولی یا طره‌ای:

تیری که برای تحمل بار قسمت‌های جلو آمده سقف (نسبت به محور ستون‌ها) به کار می‌رود، را تیر کنسولی یا طره‌ای می‌گویند.

۲-۶-۴- تیر پوششی یا فرعی:

تیرهایی هستند که بار خود را به تیرهای اصلی منتقل می‌سازند.

۲-۷- سقف‌های بتنی

سقف یا کف قسمتی از سازه بتنی است که برای پوشش فضای مورد نظر به‌کار می‌رود. هدف از ساخت آن جدا کردن فضاهای مختلف از یکدیگر به صورت افقی است. متداول‌ترین نوع پوشش کف را در سازه‌های بتن آرمه، دال ها تشکیل می‌دهند.

تعریف: در بتن آرمه، دال به یک عضو سازه‌ای اطلاق می‌شود که ضخامت آن در مقایسه با دو بُعد دیگر آن کوچک بوده و برای انتقال بار در بام، کف‌های ساختمانی و پی‌ها به کار می‌رود. در چنین مواردی معمولاً پوشش کف متشکل است از تیرهای اصلی یا مجموعه‌ای از تیرهای اصلی و فرعی که دال‌ها در میان آن‌ها قرار می‌گیرند و سطح مورد نظر را می‌پوشانند.

■ **انواع دال‌های بتنی عبارت‌اند از :**

- دال یک طرفه
- دال دوطرفه

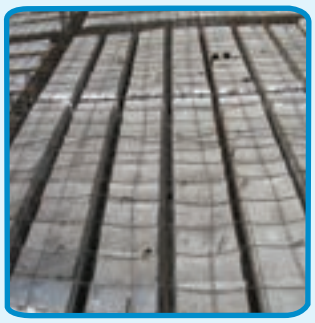
۲-۷-۱- دال یک طرفه:

در مواردی که دال فقط در یک جهت دارای تکیه‌گاه باشد، بار تنها در جهت عمود بر امتداد تکیه‌گاه حمل می‌شود؛ که در این حالت به آن **دال یک طرفه** می‌گویند. این سقف در مقابل نیروهای پیچشی مقاومت چندانی ندارد.

تذکـــر : سقف‌های تیرچه بلوک، دال یک طرفه‌ای است که درآن برای کاهش بار مرده، از بلوک‌های سفالی یا بتنی توخالی برای پر کردن حجم سقف، استفاده می‌شود.

شکل ۲۶-۲- دال یک طرفه

شکل ۲۷-۲- دال یک طرفه با تیر



شکل ۲۸-۲-سقف تیرچه و بلوک

۲-۷-۲- دال دو طرفه:

در یک دال دو طرفه بارهای وارد بر دال در دوجهت عمود بر هم به تکیه‌گاه ها منتقل می‌شوند.

دال‌های دو طرفه بسته به طول دهانه و شدت بارهای وارد، در انواع مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند که هر مورد از مزایای ویژه‌ای برخوردارند.

الف) دال صفحه تخت

ب) دال تخت با پهنه یا سر ستون

ج) دال مشبک یا دال با تیرچه دو طرفه

د) دال دوطرفه با تیر

> **تذکـــر** : چنان‌چه دال در هر دو راستای عمود برهم دارای تکیه‌گاه باشد ولی نسبت دهانه بزرگ‌تر به دهانه کوچک‌تر آن از ۲ بیش‌تر باشد؛ دال فقط در راستای دهانه کوچک‌تر عمل می‌کند. در این حالت دال، به صورت یک دال یک طرفه عمل می‌کند.

۲-۷-۲-۱- دال صفحه تخت

دال تخت یک دال ساده با ضخامت ثابت است که مستقیماً روی ستون قرار گرفته است. این دال برای پوشش سقف در ساختمان‌هایی با بارهای سبک، نظیر آپارتمان‌های مسکونی و با دهانه‌های ۴/۵ تا ۶ متر مناسب و اقتصادی است.

۲-۷-۲-۲- دال تخت با پهنه یا سر ستون

از آنجا که در دال تخت بار کف مستقیماً از دال به ستون‌ها منتقل می‌شود تنش‌های برشی قابل ملاحظه‌ای در دال به‌وجود می‌آید، به طوری که در بسیاری موارد ضخامت دال در محل ستون‌ها جوابگوی این تنش‌ها نخواهد بود. در چنین مواردی از روش‌های مختلفی برای تقویت دال استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها افزایش ضخامت دال در اطراف ستون‌ها است. به این ضخامت اضافی اصطلاحاً **پهنه** و به دال حاصله **دال تخت با پهنه** گفته می‌شود.

شکل ۲۹-۲- دال دو طرفه

شکل ۳۰-۲- دال یک‌طرفه

شکل ۳۱-۲- دال تخت

شکل ۳۲-۲- دال تخت با پهنه

راه حل دیگر استفاده از سر ستون یا ماهیچه ستون در انتهای ستون است. به چنین دال‌هائی **دال‌قارچی** نیز می‌گویند. از این نوع دال‌ها برای کف‌هایی با بارهای سنگین نظیر ساختمان‌های صنعتی، انبارها و نیز پارکینگ‌های طبقاتی، به خصوص اگر دهانه‌ها بزرگ باشند، استفاده می‌شود.

شکل ۳۳-۲- دال قارچی

۳-۲-۷-۲- دال مشبک یا دال با تیرچه دو طرفه

با افزایش دهانه دال، ضخامت آن نیز افزایش یافته و وزن کف عامل تعیین کننده‌ای در طراحی آن می‌شود. یک راه حل مناسب برای کاهش وزن و صرفه جویی در مصرف بتن، آن است که دال تخت ضخیم، در میانه‌های دهانه‌ها با یک دال کاملاً نازک با برآمدگی‌هایی در دو جهت عمود بر هم، جانشین شود. برای اجرا، با استفاده از قالب‌های جعبه‌ای شکل، فضاهای خالی در قسمت زیرین دال به‌وجود می‌آورند.

شکل ۳۴-۲- دال مشبک

۴-۲-۷-۲- دال دوطرفه با تیر

یک سیستم مناسب دیگر به خصوص برای دهانه‌های بزرگ، سیستم دال دو طرفه به همراه تیر است. در این حالت علاوه بر دال کف، بین بعضی از ستون‌ها و یا تمام آن‌ها از اعضای تیر نیز

شکل ۳۵-۲- دال مشبک

استفاده می‌شود. در این سیستم بارهای وارد بر دال، به صورت دو طرفه به تیرهای عمود بر هم انتقال داده شده و سپس از طریق تیر به ستون منتقل می‌شود.

شکل ۳۶-۲- دال دو طرفه با تیر

۸-۲-پله‌های بتنی

پله ساده‌ترین وسیله برای رسیدن به ارتفاعات مختلف در ساختمان یا محوطه است.

انواع پله‌های بتنی عبارت‌اند از :

- پله یک طرفه مستقیم
- پله دو طرفه
- پله‌ی بتنی دارای تیر باربر
- پلکان دالی شیب‌دار با پاگردهای چرخش
- پلکان دالی پیوسته با دو خم بتنی
- پلکان معلق یا طره‌ای بتنی
- پلکان حلزونی چشم دار بتنی
- پلکان های پیش ساخته (پلکان مستقیم پلکان دالی دو خم پلکان بدون پیشانی وپلکان حلزونی)

شکل ۳۷-۲- نمونه‌هائی از پله‌های بتنی

سؤالات چهـار گزینـه‌ای ...

۱) کدام‌یک از گزینه‌ها، وزن ساختمان را به زمین منتقل می‌کند؟

الف – دیوار

ب – فونداسیون

ج – تیر اصلی

د – ستون

۲) شکل مقابل کدام نوع پی را نشان می‌دهد؟

الف – باسکولی

ب – نواری زیر دیوار

ج – منفرد (تکی)

د – مشترک دو ستون

۳) پی بتنی را به طور کلی به چه دسته‌هائی تقسیم‌بندی می‌کنند؟

الف – نواری زیر دیوار، منفرد، مرکب

ب – باسکولی، نواری، گسترده

ج – منفرد، نواری، گسترده

د – سطحی، عمیق

۴) تیری که برای تحمل بار قسمت های جلو آمده سقف به کار می‌رود، ..... می‌گویند.

الف – تیر ساده

ب – تیر کنسولی یا طره‌ای

ج – تیر ممتد

د – تیر پوششی یا فرعی

۵) در چه صورت از پی صفحه‌ای (گسترده) استفاده می‌شود؟

الف – ستون‌ها ضعیف باشد.

ب – مقاومت زمین زیاد باشد.

ج – بارهای وارده از ساختمان ناچیز باشد.

د – مقاومت زمین بسیار کم باشد.

۶) دیوارهای برشی برای مقابله با نیروهای ..... استفاده می‌شوند.

الف – ناشی از عکس‌العمل سقف

ب – ناشی از فشار خاک

ج – باد و زلزله

د – ناشی از وزن خود دیوار

۷) حداقل ضخامت دیوارهای غیرباربر بتنی .....سانتی‌متر است.

الف – ۵

ب – ۱۰

ج – ۱۵

د – ۲۵

۸) پی باسکولی جزء کدام نوع از پی‌ها محسوب می‌شود؟

الف – پی مرکب

ب – پی گسترده

ج – پی کلاف شده

د – پی نواری

۹) د ر یک دال ..... بارهای وارده بر دال در دو جهت عمود بر هم به تکیه گاه منتقل می‌شوند.

الف – یک طرفه

ب – دو طرفه

ج – سه طرفه

د – چهار طرفه

۱۰) دیوارهای زیرزمین نوعی از دیوارهای ..... هستند، که حداقل ضخامت آن‌ها ..... می‌باشد.

الف – حائل – ۳۰ سانتی‌متر

ب – حائل – ۲۰ سانتی‌متر

ج – باربر – ۳۰ سانتی‌متر

د – باربر – ۲۰ سانتی‌متر

سـؤالات تشریحـی ...

۱ – معایب و محاسن سازه‌های بتن آرمه را بیان کنید.

۲ – نقش فونداسیون در ساختمان چیست؟

۳ – انواع پی‌های سطحی را نام ببرید.

۴ – پی‌های مرکب را به‌طور کامل شرح دهید.

۵ – عملکرد تیر در ساختمان‌های بتنی چیست؟

۶ – انواع دیوارهای بتنی را فقط نام ببرید.

۷ – دال بتنی را تعریف کنید.

۸ – انواع دال‌های دو طرفه بتنی را نام ببرید.

۹ – چهار نمونه از پله‌های بتنی را نام ببرید.

۱۰ – دال‌های قارچی در چه ساختمان‌هایی کاربرد دارند؟

فصل سوم:

مراحل اجرای سازه‌های بتنی

هدف کلی: آشنایی با مراحل اجرای سازه‌های بتنی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند

۱- هدف از گودبرداری را بیان کند؛
۲- پی کنی را شرح دهد؛
۳- هدف از قالب‌بندی را توضیح دهد؛
۴- انواع قالب از نظر جنس مصالح را نام ببرد؛
۵- فرم‌های رایج میلگرد مصرفی در بتن مسلح را نام ببرد؛
۶- حداقل پوشش بتن برای محافظت میلگردها را بیان کند؛

پیـــش آزمـــــــون

سـؤالات تشریـحی

۱ - **علت استفاده ازقالب را شرح دهید.**

۲ - **خاکبرداری و پی کنی چه تفاوت‌هائی دارند؟**

۳ - **چند نوع قالب می‌شناسید؟**

۴ - **عملکرد گوه در قالب‌بندی چیست؟**

۵ - **علت استفاده از پایه‌های اطمینان چیست؟**

۶ - **میلگردها را به چه روش‌هائی وصله می کنند؟**

۷ - **رکابی در میلگردگذاری چیست؟**

۱-۳- خاکبـــــرداری

در شروع عملیات ساختمانی برای رسیدن به سطح مناسب مورد نظر برای پی‌سازی، گاهی لازم است زمین را از مصالحی همچون قلوه سنگ، شن، ماسه و مصالحِ سست و ریزشی و لغزشی پاک نمود. به مجموعه عملیاتی که طی آن خاک نامناسب، با هر جنس و کیفیتی، از محل ساختمان برداشت می‌شود تا به سطح و عمق مناسب برای پی‌سازی برسند را خاکبرداری می‌گویند.

۱-۱-۳- گودبـــــرداری

منظور از گودبرداری، کندن و حفر زمین از سطح طبیعی آن با عمقی بیش از ۲ متر است. حداکثرعمق گودبرداری، تا روی پی باید در نظر گرفته شود.

اگر محل گودبرداری کوچک باشد حفاری با وسایل دستی مانند: بیل و کلنگ انجام می‌گیرد. در غیر این صورت حفاری با وسایل مکانیکی(ماشین) مانند: لودر، بیل مکانیکی و... استفاده شود.

شکل ۱-۳- خاکبرداری با دست

شکل ۲-۳- خاکبرداری با ماشین

۱-۱-۱-۳- هـــدف از گودبـــرداری

هدف از گودبرداری عبارت است از:

- رسیدن به سطح (عمق) مورد نظر در طراحی معماری ساختمان
- رسیدن به زمین مناسب جهت اجرای پی ساختمان

مراحل گودبرداری در زمین‌های محدود و نامحدود متفاوت است؛ که در ذیل به شرح مختصری از آن پرداخته شده است.

۲-۱-۱-۳- گودبـــرداری در زمیـــن های محـــدود

منظور از زمین محدود، زمین نسبتاً کوچکی است که اطراف آن ساختمان‌هایی وجود داشته باشد. گودبرداری‌هایی که در مجاورت بناهای موجود ایجاد می‌شوند، نباید به هیچ عنوان به پایداری این بناها چه در مرحله‌ی اجرا و چه در مرحله‌ی بهره‌برداری، آسیب وارد کنند. در این موارد برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های گود و ایجاد پایداری لازم در آن‌ها قبل از اقدام به عملیات ساختمانی، می‌توان از سازه نگهبان موقت استفاده کرد.

شکل ۳-۳ - سازه نگهبان

سازه‌های نگهبان موقت را با توجه به نوع خاک، ارتفاع گود و فشار ناشی از ساختمان‌های مجاور می‌توان به شکل‌ها و روش‌های گوناگون اجرا کرد.

شکل ۴-۳- گودبرداری در زمین های محدود
در تصاویر بالا اجرای سازه های نگهبان برای محافظت از ریزش ساختمان های مجاور نشان داده شده است

۳-۱-۱-۳- گودبـرداری در زمین‌هـای نامحـــدود

منظور از زمین نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی نباشد.برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های محل گودبرداری به داخل گود، معمولاً دیواره‌ی اطراف باید دارای شیب ملایم مانند شکل زیر باشد که با خط عمود زاویه‌ای به اندازه‌ی α می‌سازد. اندازه‌ی این زاویه بستگی به نوع خاک محل گودبرداری دارد. هر قدر خاک‌محل سست‌تر باشد، اندازه‌ی زاویه α بزرگ‌تر خواهد شد.

جدول شماره ۱-۳- انـدازه زاویـه α برای زمین‌های متفاوت

نوع زمین	اندازه زاویه α (برحسب درجه)
زمین دج	۵
زمین سفت	۱۰
زمین متوسط	۳۰
زمین ماسه‌ای	۴۵
زمین سست و خاک دستی	بیش‌تر از ۴۵

شکل ۵-۳ - زاویـه شیـب خاکبـــــرداری

شکل ۷-۳- گودبرداری در زمین‌های نامحـــدود

شکل ۶-۳- گودبرداری در زمین‌های نامحدود

۲-۱-۳- پـــی کنـــی

منظور از پی کنی، کندن محل پی‌های ساختمان و دیوارهای حایل، پایه پله‌ها در محوطه‌ی ساختمان و نظایر آن با دست یا ماشین آلات مناسب می باشد.

شکل ۸-۳- پی کنی

شکل ۹-۳- پی کنی در زمین های نامحدود

در رابطه با گودبرداری و پی کنی رعایت نکات زیر الزامی است:

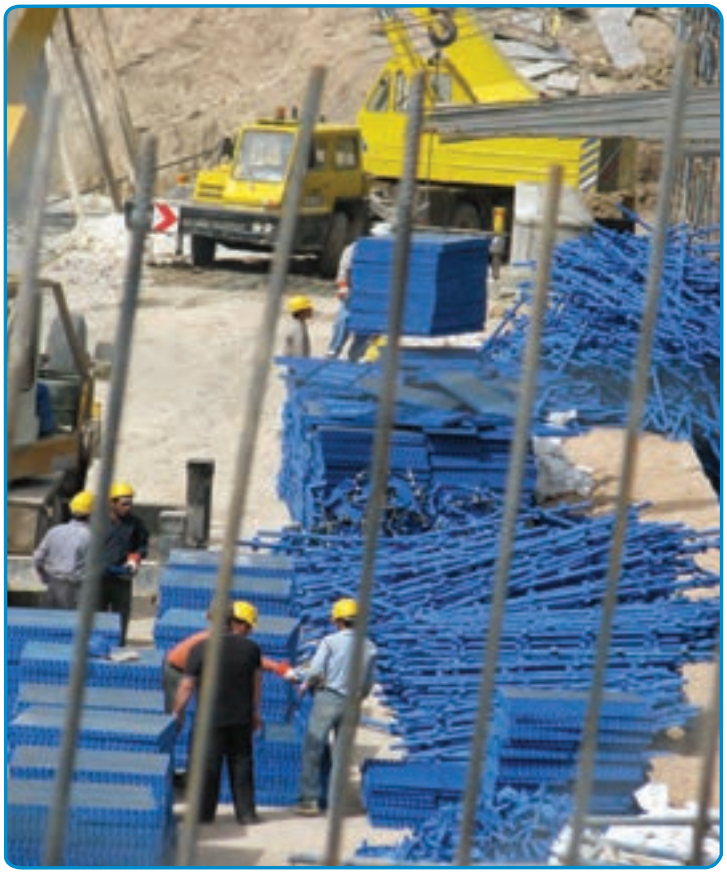
- شکل و نوع حفاظت بدنه به عوامل مختلفی نظیر جنس خاک، عمق گودبرداری، مدت زمان لازم تداوم عملیات، وجود آب‌های زیرزمینی و غیره خواهد داشت و با توجه به عوامل یاد شده استفاده از سپر، حایل‌های نگهدارنده و پشت بند توصیه می‌شود.
- پی‌کنی و گودبرداری در محل‌هایی که در آن پی‌سازی پیش‌بینی شده می‌تواند طوری صورت گیرد که تا حد امکان به قالب‌بندی نیاز نبوده و بتوان از جبهه‌ی خاکبرداری شده با استفاده از پلاستیک یا روش‌های مشابه تأیید شده، استفاده نمود.

شکل ۱۰-۳- استفاده از پلاستیک در پی

ـ پی کنی و گود برداری باید تا رسیدن به بستر مناسب ادامه یابد.
ـ مصالح نامناسب و سست با مصالح مناسب و تأیید شده جایگزین شود.
ـ در صورتی که قسمتی از کف گود برداری شده سنگی و قسمتی دیگر خاکی باشد، برای استقرار سازه پی، باید بستر مناسب ساخته شود.

۲-۳- قالب‌بندی

برای احداث یک سازه بتن آرمه، باید بتن خمیری در قالب‌هایی ریخته شود تا پس از پرکردن تمام حجم قالب و سفت شدن، به شکل لازم درآید. قالب‌بندی یکی از قسمت‌های اجرایی بسیار دشوار و پر هزینه در سازه‌های بتن آرمه است. به طوری که می‌توان گفت معمولاً ۳۵ تا ۶۵ درصد مخارج ساخت هر سازه بتنی به قالب‌بندی آن اختصاص می‌یابد.



شکل ۱۱-۳- قالب‌بندی

شکل ۱۲-۳- اجزاء قالب‌بندی

شکل ۱۳-۳- پشت بند قالب

به مجموعه‌ای که برای نگهداری بتن در شکل مورد نظر تا زمان سخت شدن و رسیدن به مقاومت کافی، به‌کار می‌رود، **مجموعه قالب‌بندی** می‌گویند.

مجموعه قالب‌بندی شامل: رویه قالب، بدنه قالب ، پشت بندها، کلاف‌ها، میله‌های تنظیم و نظایر آن است.

شکل ۱۴-۳- ویبراتور یا لرزاننده بتن داخل قالب

۱-۲-۳- عملکردهای قالب

- **قالب باید:**

ـ بتن را در شکل مورد نظر نگه‌دارد؛

ـ به سطح آن نمای دلخواه دهد؛

ـ وزن بتن را تا زمان سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل کند؛

ـ بتن را در مقابل صدمات مکانیکی حفظ کند؛

ـ از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری نماید؛

ـ عایقی مناسب در برابر سرما و گرمای محیط باشد؛

ـ میلگردها و سایر قطعاتی را که داخل بتن قرار می‌گیرند در محل مورد نظر نگاه دارد؛

ـ در برابر نیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت کند؛

ـ بدون آسیب رساندن به بتن از آن جدا شود.

۲-۲-۳- انواع مصالح قالب

مصالح مناسب برای قالب باید با توجه به ملاحظات اقتصادی، ایمنی و سطح تمام شده مورد نظر، انتخاب شود.

۱- آجری ۲- چوبی ۳- فلزی ۴- فایبر گلاس

۱) قالب آجری: در اغلب ساختمان‌های مسکونی کوچک برای پی‌سازی از قالب‌های آجری استفاده‌می‌شود.

زنجاب کردن بتن یعنی آجرها را قبل از به‌کاربردن، باید با آب اشباع کرد. در غیر این صورت آب ملات توسط آجر مکیده شده و ملات سخت می‌شود.

شکل ۱۵-۳- استفاده از قالب آجری برای اجرای پی

این دیوارها در بعضی از مواقع پس از خودگیری بتن برداشته شده و در اغلب موارد به عنوان قالب دائمی در زمین باقی می‌ماند. در اجرای خوب، معمولاً آجرها را **زنجاب** کرده و از ملات سیمانی جهت اندود نمای داخلی استفاده می‌کنند.

۲) قالب چوبی: چوب به علت سبکی و سهولت کاربرد آن یکی از متداول‌ترین و قدیمی‌ترین مصالح مصرفی در قالب‌بندی است. چوب مورد مصرف در قالب باید، صاف، بدون پیچ و تاب، سالم و بدون گره باشد. قالب‌های چوبی در تیرها و سقف کاربرد وسیع دارند. بعضی قالب‌های چوبی به صورت پیش‌ساخته و یا به صورت قطعاتی آماده در محل اجرا، به یکدیگر متصل می‌شوند.

۳) قالب فلزی: با پیشرفت صنعت قالب‌سازی، استفاده از قالب‌های فلزی در دنیا رواج بیشتری یافته است. امروزه در اغلب موارد و بر حسب نوع کار برای ساختن قطعات بتنی از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود. قالب‌های فلزی در مجموع گران‌تر از قالب‌های چوبی می‌باشند و هنگامی مقرون به صرفه خواهند بود که چندین ساختمان مشابه را بخواهند پشت سرهم بتن‌ریزی کنند. در این صورت از یک قالب به دفعات متعدد استفاده می‌شود. بعضی از این قالب‌ها ۱۰ هزار بار ضریب تکرار دارند و از کیفیت و کارآیی بسیار بالایی برخوردار هستند.

شکل ۱۶-۳- استفاده از قالب چوبی برای اجرای تیر بتنی

شکل ۱۷-۳- استفاده از قالب فلزی برای اجرای پایه پل

۴) قالب‌هایی از جنس مواد شیمیایی (فایبرگلاس، پلی اتیلن و...) : این قالب‌ها معمولاً در قسمت بدنه‌ی قالب کاربرد زیادتری دارد. اما گاهی نگه دارنده‌ها و پشت‌بندها نیز از فایبرگلاس و پلی اتیلن ساخته می‌شود. مزیت ویژه‌ی آن‌ها سبکی، نفوذ ناپذیری وسرعت اجرایی زیادی است.

شکل ۱۸-۳- استفاده از قالب فایبرگلاس برای اجرای پی بتنی

شکل ۱۹-۳- فایبر گلاس برای اجرای دیوار بتنی

برای مطالعه ...

۵) قالب‌های رونده و لغزنده: قالب‌های لغزنده بیش‌تر در بتن‌ریزی‌های پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت بتن به گونه‌ای طراحی می‌شود تا در زمان معین که قالب آن‌را در بر می‌گیرد، مقاومت اولیه را کسب کرده و نیاز به وجود قالب را از دست بدهد. سرعت پیشروی قالب ۲ تا ۳ سانتی‌متر در دقیقه است. کاربرد این گونه قالب معمولاً در بتن ریزی کندوهای سیلو، منابع آب و برج‌های مخابراتی است.

شکل ۲۰-۳- قالب رونده (لغزنده)

۳-۲-۳- داربست و شمع‌های قالب

شمع وسیله‌ای است که برای نگهداری و استقرار قالب‌های سقفی و ثابت نگاه داشتن ستون‌های تکی استفاده می‌شود. شمع‌ها معمولاً از چوب یا لوله‌های فلزی ساخته می‌شود. در شمع‌های فلزی، در طول لوله سوراخ‌هایی تعبیه شده که بتوان از طریق آن‌ها ارتفاع شمع را تنظیم کرد.

شکل ۲۱-۳- استفاده از شمع‌های فلزی جهت نگهداری قالب‌ها

شمع‌های چوبی که برای اجرای سقف‌های بتنی درجا ونگه‌داشتن قالب تیرهای بتن مسلح استفاده می‌شود، بیش‌تر از چوب‌های صاف و بدون گره ساخته شده به صورت منفرد یا همراه با دستک‌های چوبی به‌کار می‌روند. برای تنظیم ارتفاع شمع‌های چوبی از وسیله‌ای به نام گُوِه استفاده می‌شود. که به صورت دوتایی در زیر شمع چوبی قرار داده می‌شود.

شکل۲۴-۳- استفاده از شمع‌های چوبی جهت نگهداری قالب‌ها

شکل ۲۲-۳-شمع فلزی کامل تنظیم ارتفاع

شکل ۲۳-۳- سوراخ های روی شمع فلزی جهت تعیین ارتفاع مناسب

شکل ۲۵-۳- استفاده از گُوِه جهت تنظیم ارتفاع

داربست‌های سقفی

نگهداری قالب سقف به هنگام اجرا با توجه به موقعیت آن به چند طریق امکان‌پذیر است. یک روش استفاده از نگهدارنده‌های خاصی است که می‌توان برای کار در ارتفاع بالا یا برای ستون‌های عمودی یا برای سقف‌های کم‌ارتفاع در ساختمان‌های چند طبقه روی پایه‌ها قرار گیرد.

شکل ۲۶-۳- داربست فلزی

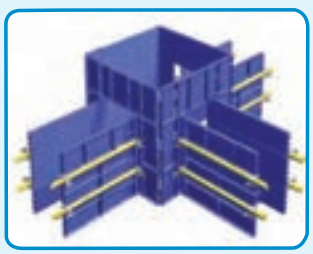
۴-۲-۳- قالب‌بندی اجزاء مختلف سازه

قالب‌ها را می توان براساس کاربردهای مختلف دسته‌بندی کرد.

که از آن جمله است:

۱- قالب فونداسیون

شکل ۲۷-۳- قالب چوبی برای اجرای پی



شکل ۲۸-۳- قالب فلزی برای اجرای پی

۲- قالب ستون

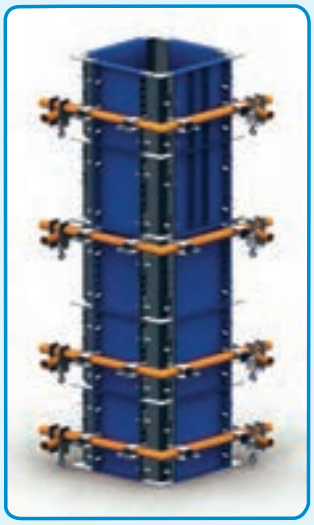
شکل ۲۹-۳- قالب آجری برای اجرای پی

شکل ۳۲-۳- قالب فلزی برای ستون بتنی با مقطع چهارگوش

شکل ۳۳-۳- قالب فلزی برای ستون بتنی با مقطع دایره

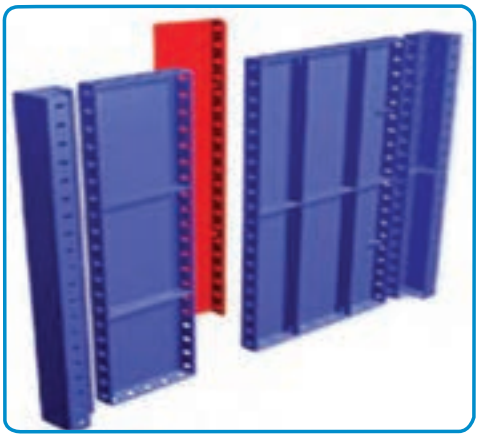
شکل ۳۰-۳- اجرای قالب پی با استفاده از بلوک بتنی

شکل ۳۱-۳- قالب فایبرگلاس برای اجرای پی



شکل ۳۴-۳- قالب فلزی برای ستون

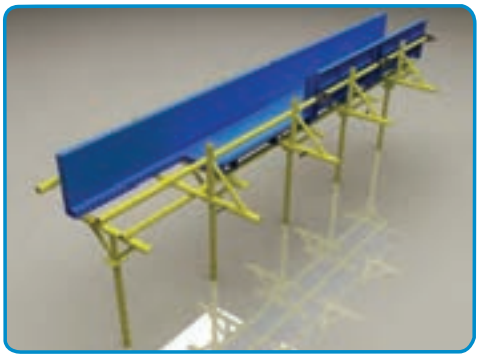
۳- قالب دیوار

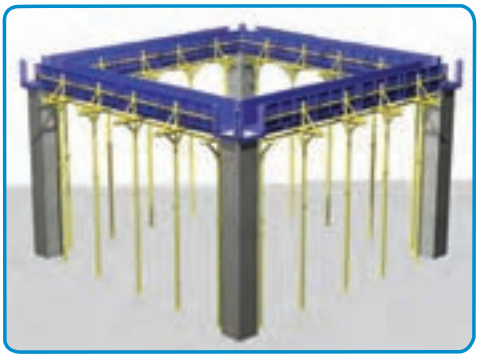


شکل ۳۵-۳- قالب فلزی برای اجرای دیوار بتنی

شکل ۳۶-۳- قالب فایبر گلاس برای اجرای دیوار بتنی

۴- قالب تیر ودال





شکل ۳۷-۳- استفاده از قالب فلزی برای اجرای تیر بتنی

شکل ۳۸-۳- استفاده از قالب فلزی برای اجرای دال بتنی

شکل ۳۹-۳- استفاده از قالب چوبی برای اجرای تیر

۵- قالب پله

شکل ۴۱-۳- استفاده از قالب چوبی
برای اجرای پله بتنی

شکل ۴۰-۳- استفاده از قالب فلزی
برای اجرای پله بتنی

۶-۲-۳- قـالب بـــــرداری

مدت زمان لازم از موقع بتن‌ریزی تا هنگام جداسازی قالب‌ها در کارهای مختلف متفاوت است. قالب باید وقتی برداشته شود که بتن قادر به تحمل تنش‌ها و تغییر شکل‌های وارده باشد. این مدت به نوع بتن استفاده شده، آب وهوا، وضعیت محیطی محل اجرا و نحوه‌ی عمل آوردن بتن، بستگی دارد. عملیات قالب‌برداری و جمع کردن پایه‌ها باید گام به گام بدون ضربه و اعمال فشار، چنان صورت گیرد که اعضاء و قطعات، تحت بارهای ناگهانی قرار نگرفته، بتن صدمه نبیند و خدشه‌ای به ایمنی و قابلیت بهره‌برداری قطعات وارد نشود.

شکل ۴۲-۳- قالب برداری

پس از جداسازی قالب نیز باید تا مدتی از برخورد هرگونه جسمی به سازه‌ی بتنی جلوگیری شود. برای پیشگیری از بروز تغییر شکل‌های تابع زمان در قطعات بتن آرمه تازه قالب‌برداری شده، پس از برداشتن قالب، پایه‌هایی در زیر آن‌ها باقی گذاشته می‌شوند که پایه‌های اطمینان نام دارند. حداکثر فاصله بین دو پایه اطمینان ۳ متر می‌باشد.

شکل ۴۳-۳- استفاده از پایه‌های اطمینان پس از قالب‌برداری سقف

جدول شماره ۲-۳- حداقل زمان لازم برای قالب‌برداری

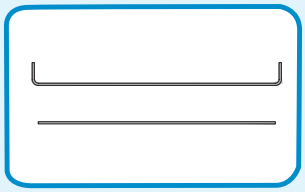
نوع قالب بندی		دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس)			
		۲۴ درجه و بیش‌تر	۱۶ تا ۲۳ درجه	۸ تا ۱۵ درجه	صفر تا ۷ درجه
قالب های قائم		۹ ساعت	۹ ساعت	۱۸ ساعت	۳۰ ساعت
دالها	قالب زیرین	۳ شبانه روز	۴ شبانه روز	۶ شبانه روز	۱۰ شبانه روز
	پایه های اطمینان	۷ شبانه روز	۱۰ شبانه روز	۱۵ شبانه روز	۲۵ شبانه روز
تیرها	قالب زیرین	۷ شبانه روز	۱۰ شبانه روز	۱۵ شبانه روز	۲۵ شبانه روز
	پایه های اطمینان	۱۰ شبانه روز	۱۴ شبانه روز	۲۱ شبانه روز	۲۶ شبانه روز

۳-۳- آرماتـــــور بنـــــدی

در قسمت‌های مختلف قطعات بتنی، آرماتور را به شکل‌های مختلف فرم داده، داخل قالب قرار می‌دهند. سپس بتن آماده را که از قبل تهیه شده است داخل قالب ریخته تا آرماتورها به طور کامل در آن دفن شوند. تنها خصوصیتی که موجب می شود بتن و فولاد بایکدیگر نیروها را تحمل کنند؛ خاصیت چسبندگی بین آن دو می‌باشد. در این قسمت به شرح مختصری درباره آرماتورگذاری و قوانین حاکم بر آن پرداخته خواهد شد.

۱-۳-۳- فـــرم‌های رایـج میلگـــرد مصرفـی

۱) میلگـــرد طولـی (راستا) و عرضـــی: برای افزایش مقاومت کششی بتن به کار برده می شود.

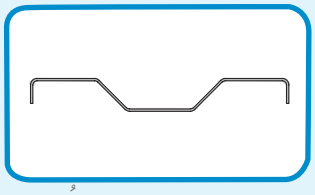


شکل ۴۴-۳- میلگرد طولی

شکل ۴۵-۳- میلگرد طولی در تیر

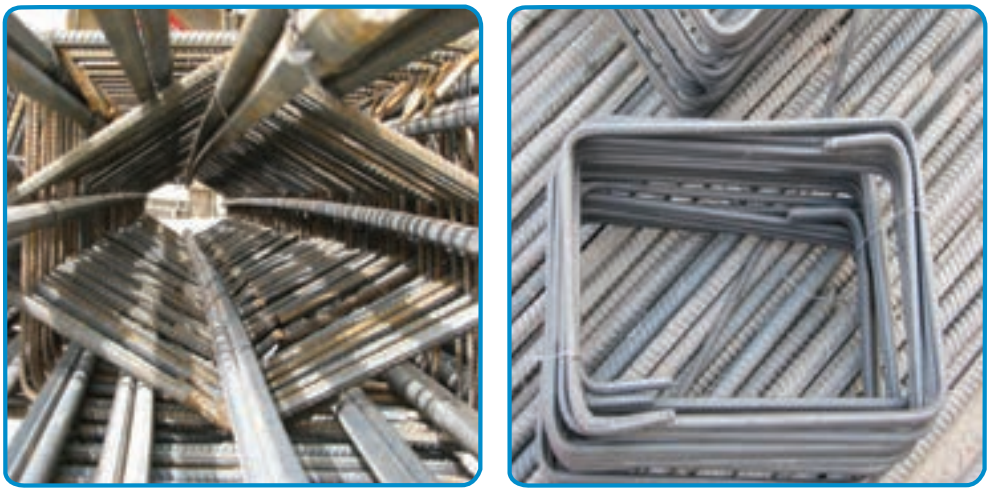
شکل ۴۶-۳- میلگرد طولی کف پی

۲) میلگـــرد اُدکـا: برای تحمل لنگرهای مثبت و منفی دو تکیه گاه‌های تیر (تیر یکسره) و برای تحمل نیروی برشی کاربرد دارد.

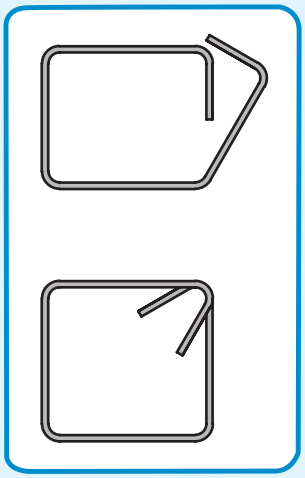


شکل ۴۷-۳- میلگرد اُدکا

۳) خاموت (تنگ): برای جلوگیری از بیرون زدگی آرماتورهای طولی در اثر کمانش و تحمل نیروهای برشی و گسترش ترک استفاده می شود.

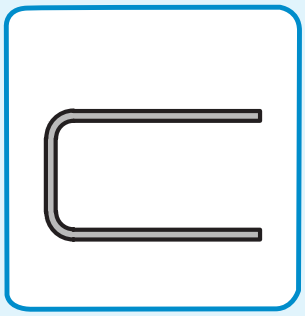


شکل ۴۸-۳-خاموت



شکل ۴۹-۳- خاموت

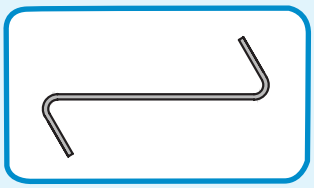
۴) رکابی: برای امتداد نگاه داشتن آرماتورهای طولی یا عمودی در بتن ریزی دیوارهای بتنی کاربرد دارد.



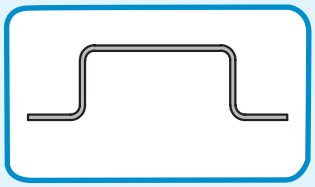
شکل ۵۱-۳- رکابی

۵) سنجاقک: برای تقویت مقاومت برشی خاموت ها و اتصال کامل بین میلگردهای طولی و خاموت کاربرد دارد.

شکل ۵۰-۳- کاربرد سنجاقک در میلگرد گذاری ستون



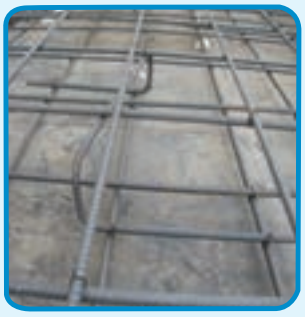
شکل ۵۲-۳- سنجاقک



۶) خـــرک: برای نگهداری (مونتاژ) و حفظ فاصله بین دو شبکه میلگرد در فونداسیون‌ها و بتن ریزی‌های کف استفاده می‌گردد.

شکل ۵۳-۳- استفاده از خرک در میلگرد گذاری پی

شکل ۵۴-۳- خرک



شکل ۵۵-۳- استفاده از خرک در میلگرد گذاری دال

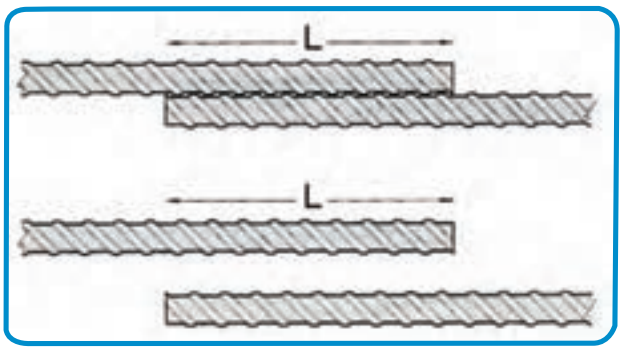
۲-۳-۳- وصلـــه میلگـردهـــا

چنان‌چه نیاز به افزایش طول میلگرد باشد، از وصله کردن و اضافه نمودن میلگردی دیگر، به میلگرد اصلی، امکان‌پذیر است. روش‌های متداول برای وصله میلگردها عبارت‌اند از:

۱- وصله‌های پوششی ۲- وصله‌های اتکائی

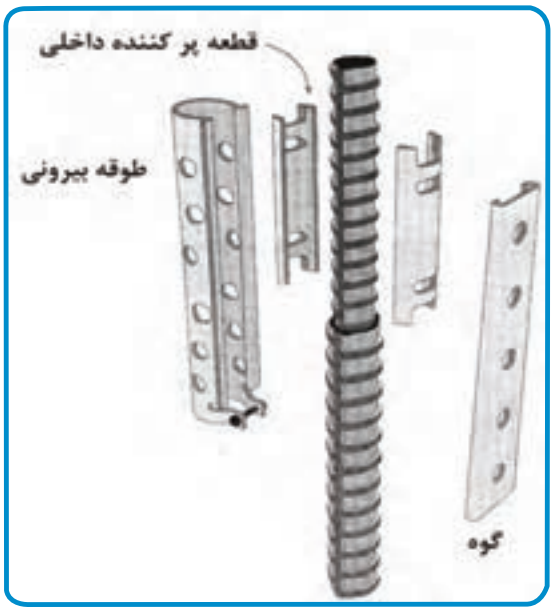
۳- وصله‌های جوشی ۴- وصله‌های مکانیکی

۱- وصله‌هـای پوششـــی: وصله پوششی با قرار دادن دو میلگرد در مجاورت یکدیگر در یک طول مشخص انجام می‌گیرد. طولی که دو میلگرد باید در مجاورت هم قرار داده شوند، به نام «طول وصله»، و یا «طول پوشش» خوانده می‌شود.



شکل ۵۶-۳- وصله پوششی

۲- وصله‌های اتکائی: که با بر روی هم قرار دادن دو انتهای میلگردهای فشاری عملی می‌گردد.

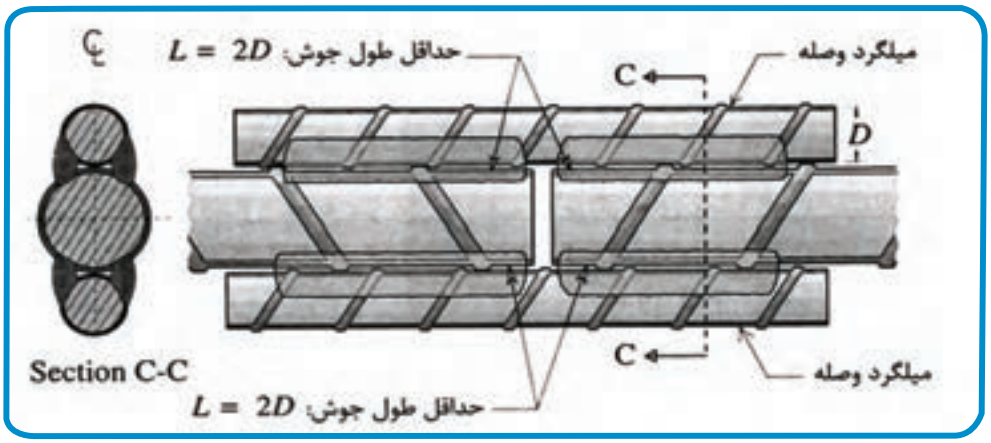


شکل ۵۷-۳- وصله اتکائی

۳- وصله‌های جوشی: که با جوش دادن دو میلگرد به یکدیگر انجام می‌شود؛

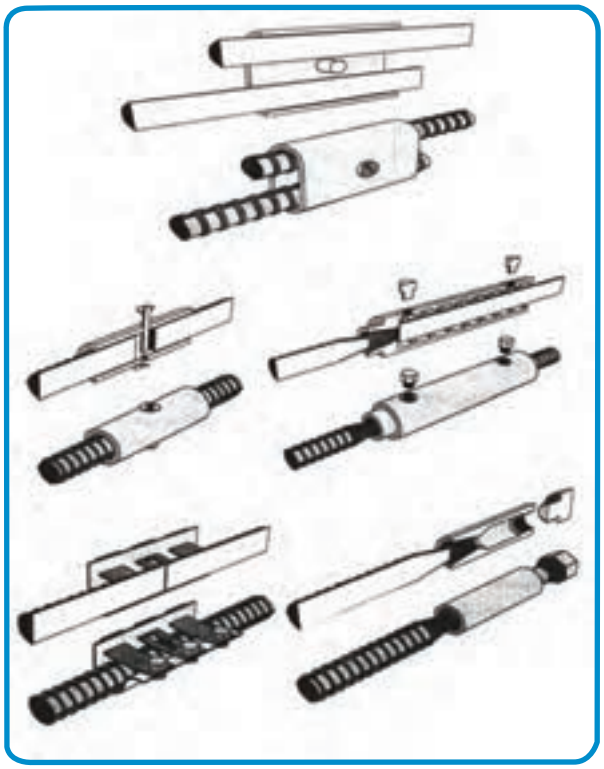
- باید به یکی از روش‌های زیر انجام شود.

- اتصال سر به سر (نوک به نوک) مستقیم
- اتصال سر به سر (نوک به نوک) غیر مستقیم
- اتصال پوششی جوش شده



شکل ۵۸-۳- اتصال پوششی جوش شده

۴- وصله‌هـای مکانیکـی: که با به‌کارگیری وسایل مکانیکی خاص حاصل می‌شود.



شکل ۵۹-۳- وصله مکانیکی

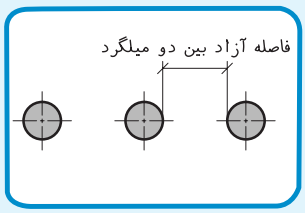
۳-۳-۳- فاصلـــه میلگـــــردهـا

فاصله آزاد دو میلگرد موازی نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کم‌تر باشد:

۱- قطر میلگرد بزرگتر

۲- ۲۵ میلی‌متر

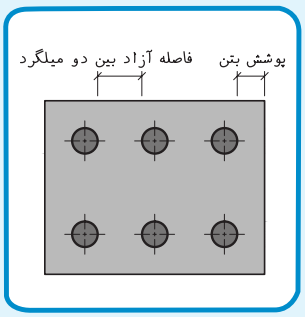
۳- ۱/۳۳ برابر قطر اسمی بزرگ‌ترین سنگدانه بتن



شکل ۶۰-۳- فاصله آزاد میلگردها

۴-۳-۳- پـوشش بتـــن روی میلگـــردها (Cover)

حداقل فاصله بین رویه میلگردها، اعم از طولی یا عرضی تا نزدیک‌ترین سطح آزاد بتن را پوشش بتن می‌گویند. پوشش بتن، حفاظت فولاد را در مقابل عوامل طبیعی، اکسیده شدن و تأثیـر مواد شیمیائـی و همچنین حریق، به عهده دارد. مقـدار این پوشش در آئین نامه بتـن



شکل ۶۱-۳- پوشش بتـــن روی میلگـردها

مسلح هر کشوری فرق می‌کند. ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها بر حسب وضعیت محیطی،کیفیت بتن و نوع قطعه مورد نظر نباید از مقادیر مندرج در جدول زیر کم‌تر باشد.

شکل ۶۲-۳- فاصله نگهدار

جدول شماره ۳-۳- مقادیر حداقل پوشش بتنی

نوع شرایط محیطی / نوع قطعه	ملایم	متوسط	شدید	بسیار شدید	فوق العاده شدید
تیرها و ستون‌ها	۳۵	۴۵	۵۰	۶۵	۷۵
دالها، دیوارهاوتیرچه‌ها	۲۰	۳۰	۳۵	۵۰	۶۰
پوسته‌ها،صفحات پلیسه‌ای	۱۵	۳۵	۳۰	۴۵	۵۵

* اعداد جدول بر حسب میلی متر محاسبه شده است

تذکـــر : با توجه به توصیه آئین‌نامه ایران، پوشش بتن برای کف فونداسیون ۷۵ میلی‌متر است.

■ **ضخامت پوشش بتن روی میلگردها نباید کم‌تر از مقادیر زیر انتخاب شود:**

- قطر میلگردها
- بزرگترین اندازه اسمی سنگ دانه‌ها تا ۳۲ میلی متر و یا ۵ میلی‌متر بیش‌تر از بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه بیش‌تر از ۳۲ میلی‌متر

شکل ۶۳-۳- فاصله نگهدار

بـرای مطالعـه ...

انـــواع شرایـط محیطـــی:

الف: شرایط محیطی ملایـم: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن هیچ نوع عامل مهاجم از قبیل رطوبت، تعریق، تر و خشک شدن متناوب، یخ زدن و ذوب شدن، سرد و گرم شدن متناوب، تماس با خاک مهاجم یا غیر مهاجم، مواد خورنده، فرسایش شدید، عبور وسایل نقلیه یا ضربه موجود نباشد.

ب: شرایط محیطی متوسط: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی، در معرض رطوبت و گاهی تعریق قرار می‌گیرند.

ج: شرایـط محیطی شدیـــد: به شرایطی اطلاق می‌شـود کـه در آن قطعـات بتنـی، در معـرض رطـوبت یا تعـریق شدیـد یا تـر و خشـک شدن متنـاوب یـا یـخ زدن و ذوب شـدن، سـرد و گـرم شـدن متنـاوب نـه چنـدان شدیـد، قرار می گیرند.

د: شرایط محیطـی بسیار شدیـد: به شرایطی اطلاق می شود که در آن قطعات بتنی، در معرض گازها، آب و فاضلاب ساکن با حداکثر ۵، مواد خورنده، یا رطوبت همراه با یخ زدن و آب شدن شدید، قرار می‌گیرند.

۵-۳-۳- خـــم کـــردن میلگـــــردهـا

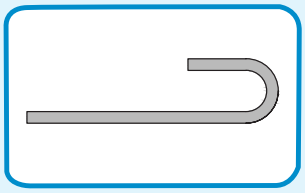
کلیه میلگردها باید با رعایت مقررات تعیین شده در آئین نامه و به صورت سرد خم شود. خم کردن میلگرد باید حتی المقدور به طور مکانیکی به‌وسیله ماشین مجهز به فلکه خم کن و با یک عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد. طوری که قسمت خم شده دارای شعاع و انحنای ثابتی باشد.

شکل ۶۴-۳- خم کردن میلگرد

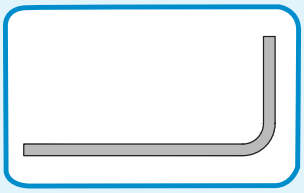
تذکر: باز و بسته کردن خم‌ها به منظور شکل دادن مجدد به میلگردها مجاز نیست.

فرم خم‌های استاندارد:

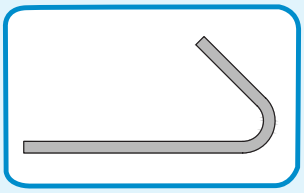
- خم نیم‌دایره (۱۸۰ درجه)
- خم گونیا (۹۰ درجه)
- خم چنگک (۱۳۵ درجه)



شکل ۶۵-۳- خم نیم‌دایره



شکل ۶۶-۳- خم گونیا



شکل ۶۷-۳- خم چنگک

سؤالات چهـار گزینـه‌ای ...

۱) چرا سطح قالب آجری پی را با پلاستیک می پوشانند؟

الف – جلوگیری از تبخیر سریع بتن پی

ب – جلوگیری از جذب آب بتن توسط آجرها

ج – جلوگیری از نفوذ رطوبت زمین به بتن

د – عایق بندی بهتر فونداسیون

۲) علائم روبرو به ترتیب شماره، عبارت است از:

الف – خاموت – رکابی – خرک – ادکا

ب – رکابی – خرک – خاموت – ادکا

ج – ادکا – خاموت – رکابی – خرک

د – رکابی – خرک – ادکا – خاموت

۳) علت رعایت پوشش بتن در سازه‌های بتنی چیست؟

الف – حفاظت از میلگردها

ب – حفاظت از دانه‌بندی

ج – جهت زیبایی سازه بتنی

د – بالا رفتن مقاومت کششی

۴) آرماتور خاموت چه مقاومتی در بتن را افزایش می‌دهد؟

الف– مقاومت کششی

ب – مقاومت فشاری

ج – مقاومت برشی

د – مقاومت خمشی

۵) برای حفظ فاصله بین دو شبکه میلگرد در فونداسیون‌ها، از میلگرد به فرم..... استفاده می‌شود.

الف – خرک

ب – راستا

ج – خاموت

د – اُدکا

۶) نقش میلگرد به فرم رکابی در دیوار برشی چیست؟

الف – برای تقویت مقاومت برشی

ب – حفظ فاصله شبکه میلگرد

ج – برای تقویت مقاومت خمشی

د – در امتداد نگه‌داشتن میلگرد طولی یا عمودی

۷) در میلگردهای اصلی، حداقل طول قلاب انتهائی برای خم ۹۰ درجه، چه‌قدر است؟

الف– $۲۰\ d_b$

ب – $۱۵\ d_b$

ج – $۱۰\ d_b$

د – $۵\ d_b$

۸) حداقل پوشش آزاد بتن در ستون‌ها ..... است.

الف – ۴/۵ سانتی‌متر

ب – ۵ سانتی‌متر

ج – ۲/۵ سانتی‌متر

د – ۳/۵ سانتی‌متر

۹) زمان لازم برای باز کردن قالب ستون‌ها..... تا ..... ساعت است.

الف – ۱۲ – ۳۰

ب – ۱۲ – ۱۸

ج – ۹– ۳۰

د – ۹ – ۱۸

۱۰) حداکثر فاصله بین دو پایه اطمینان چه‌قدر است؟

الف – ۲ متر

ب – ۳ متر

ج – ۴ متر

د – ۵ متر

سـؤالات تشریحـی ...

۱ – چهار مورد از عملکرد قالب را بیان کنید.

۲ – هدف از گودبرداری چیست؟

۳ – اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

الف) خاکبرداری ب) پی کنی

۴ – انواع قالب از نظر جنس مصالح را نام ببرید.

۵ – عملکرد گوه در قالب‌بندی چیست؟

۶ – علت استفاده از پایه‌های اطمینان را بیان کنید.

۷ – منظور از وصله میلگرد چیست؟ انواع آن را نام ببرید.

۸ – علت استفاده از فرم سنجاقک در میلگرد گذاری چیست؟

۹ – وصله جوشی را به طور کامل شرح دهید.

۱۰ – پوشش بتن را تعریف کنید.

فصـــل چهارم:

پلان آکس‌بندی و ستـــون‌گذاری

هدف کلی: رسم پلان های آکس‌بندی و ستون گذاری .

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

۱- هدف از ترسیم پلان آکس‌بندی را بیان نماید؛
۲- خطوط آکس را تعریف کند؛
۳- مراحل ترسیم پلان آکس‌بندی را شرح دهد؛
۴- با استفاده از پلان معماری، پلان آکس‌بندی را ترسیم نماید.
۵- روش ترسیم پلان ستون‌گذاری را شرح دهد؛
۶- با استفاده از پلان آکس‌بندی، پلان ستون گذاری را ترسیم نماید

۴-۱- مقدمه

همان‌طور که می‌دانید، ترسیمات فنی و نقشه‌ها را به دو گروه عمده‌ی نقشه‌های صنعتی و نقشه‌های ساختمانی، طبقه‌بندی می‌کنند. نقشه‌های ساختمانی نیز به چهار دسته به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱) نقشه‌های معماری، شامل: پلان موقعیت، پلان طبقات، نماها، مقاطع و ... .

۲) نقشه‌های سازه، شامل: پلان ستون‌گذاری، پلان فونداسیون، پلان تیرریزی و ... .

۳) نقشه‌های تأسیسات مکانیکی، شامل: نقشه‌های لوله کشی آب سرد و گرم، فاضلاب، تهویه و ... .

۴) نقشه‌های تأسیسات الکتریکی، شامل: نقشه‌های سیم کشی برق، روشنائی و ... .

شناخت استانداردها، قواعد نقشه‌کشی و همچنین مهارت در ترسیم از ضروریات اولیه نقشه‌کشی است. در این بخش سعی شده با زبان ساده و با استفاده از ترسیمات و تصاویر گویا، به روش گام به گام شما را با اصول نقشه‌کشی نقشه‌های سازه آشنا کنیم. در هرمرحله از درس تمرینات لازم برای تفهیم بهتر مطلب و ارتقای مهارت شما پیش‌بینی شده است.

۴-۲- چگونگی تعیین محل ستون‌ها

اولین گام در تهیه نقشه‌های سازه، تعیین محل ستون‌ها است. برای تعیین محلی مناسب برای ستون باید توجه خاص به پلان معماری ساختمان نمود. همچنین بر اساس نوع سازه انتخاب شده از طرف مهندس محاسب و بارهای وارد بر ساختمان، محدوده تقریبی محل ستون‌ها تعیین می‌گردد. برای تعیین جای دقیق‌تر ستون‌ها در پلان معماری، بهتر است به نکات زیر نیز توجه شود:

۱ – محل و فاصله ستون‌ها به صورتی تعیین شود که با حداقل تعداد ستون، کل بارهای ساختمان به زمین منتقل شود.

۲ – ستون‌ها حتی‌الامکان با فاصله مساوی از یکدیگر قرار گیرند.

۳ – محل ستون‌ها از زیبائی ساختمان و ارتباط بین آن‌ها نکاهد.

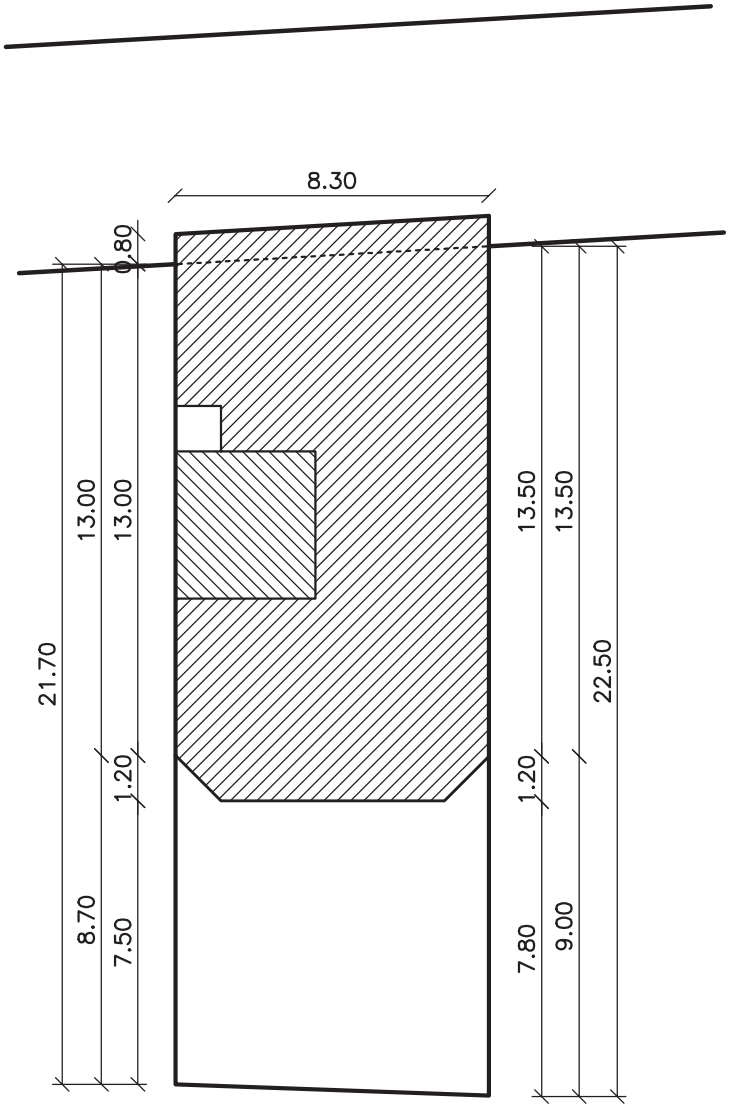
۴ – ستون‌ها حتی الامکان در درون دیوارها، جرزها و کمدهای دیواری مخفی شوند.

۵ – در تعیین محل ستون‌ها به قسمت‌های اساسی ساختمان (دستگاه پله، آسانسور، نورگیرها، داکت‌ها و...) توجه شود. بهتر است در چهار گوشه‌ی دستگاه پله ستون پیش‌بینی شود.

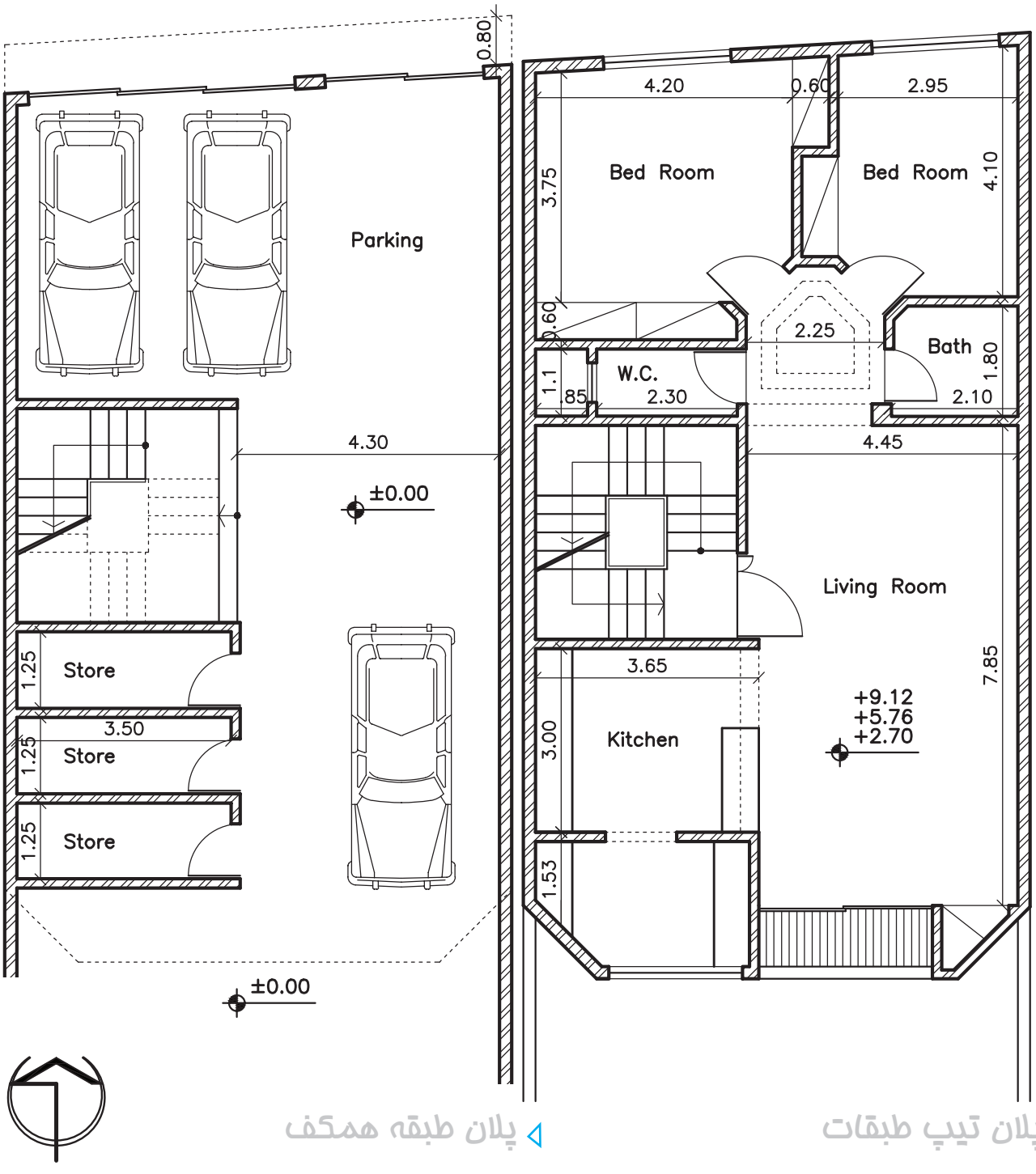
۶ – محل قرارگیری ستون‌ها در فضای پارکینگ، مانع از حرکت ماشین‌ها و ایجاد فضاهای پرت نگردد.

۷ – فاصله ستون‌ها در سازه‌های بتنی، برای یک ساختمان مسکونی، معمولاً بین ۲ تا ۷ متر در نظر گرفته می‌شود.

در ادامه پلان‌های یک ساختمان مسکونی چهار طبقه آورده شده است. مراحل ستون‌گذاری و ترسیم پلان آکس‌بندی نقشه، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



پلان موقعیت



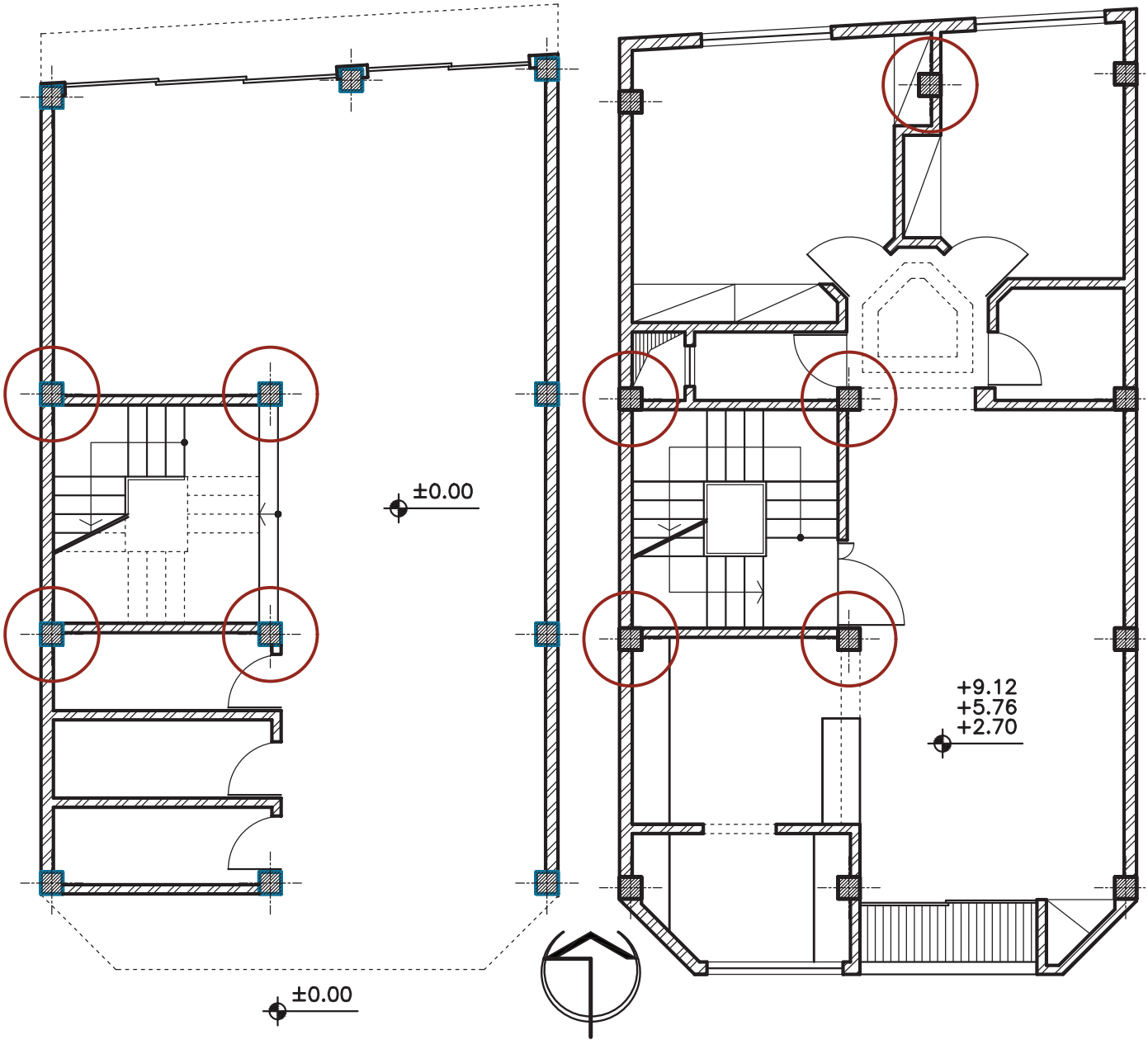
پلان طبقه همکف

پلان تیپ طبقات

۳-۴- مراحل ترسیم پلان آکس‌بندی

مرحله شماره (۱): تعیین محل ستون در پلان معماری

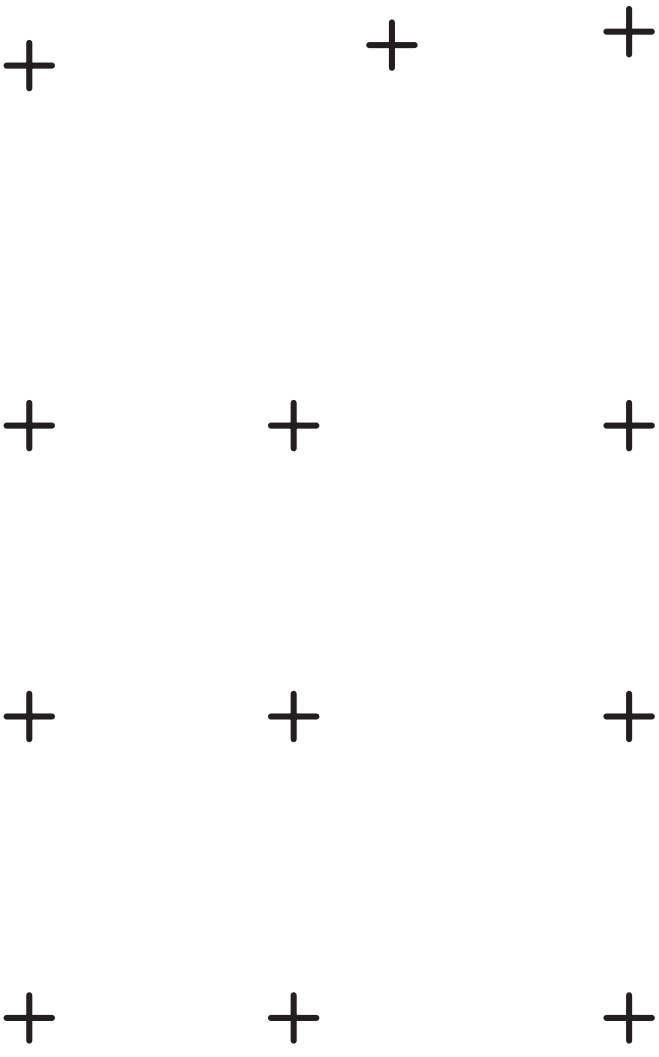
در پلان مورد بحث، ستون‌ها با توجه به نکات ذکر شده، جایگزین شده‌اند.



مرحله شماره (۲): ترسیم ستون ها

برای راحتی کار بهتر است از کاغذ پوستی برای ترسیم استفاده شود. ابتدا یکی از نقشه‌ها را روی میز بچسبانید. نقشه‌های سازه معمولاً به گونه‌ای ترسیم می‌شوند که علامت شمال زمین، رو به بالای شیت (صفحه نقشه) قرار گیرد. سپس کاغذ پوستی را روی آن قرار داده و محل ستون‌ها را با علامت (+) نشان دهید.

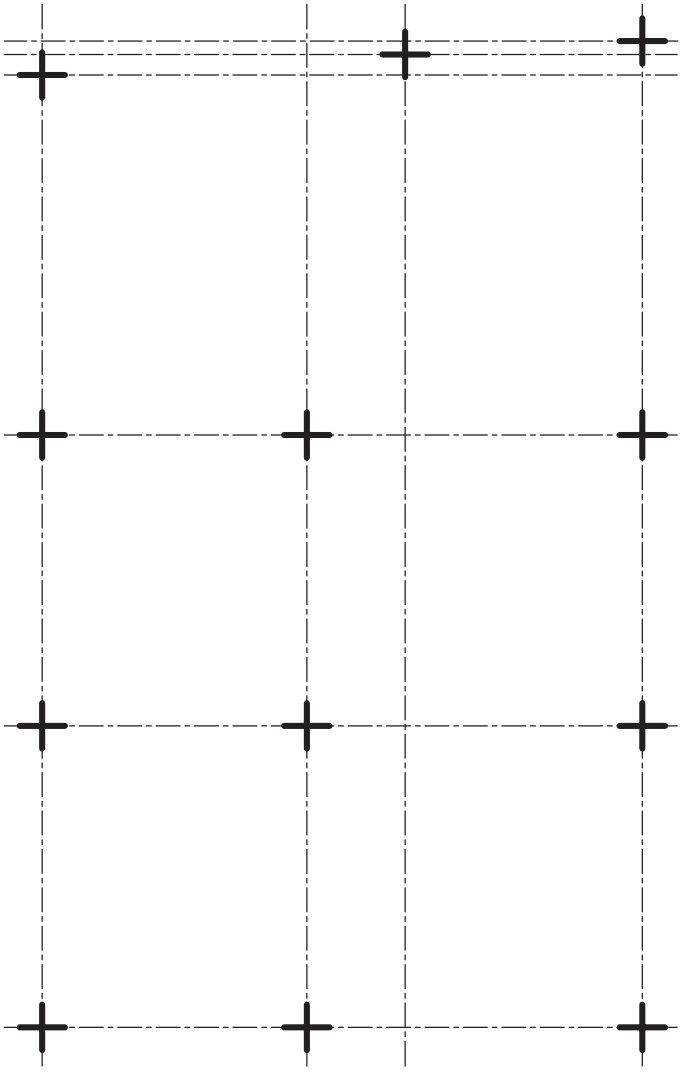
علامت (+) با خط پر ضخیم ترسیم می‌گردد.



مرحله شماره (۳): ترسیم خطوط آکس

در این مرحله خطوط آکس ترسیم می‌شود. همانطور که از نامش پیداست خط آکس خطی فرضی است که از وسط هر ستون می‌گذرد. خط آکس باید در راستای عمودی و افقی هر ستون ترسیم گردد. سعی کنید تا حد امکان ستون‌ها هم راستا در نظر گرفته شوند. البته تا جایی که در پلان معماری تأثیر منفی نگذارد.

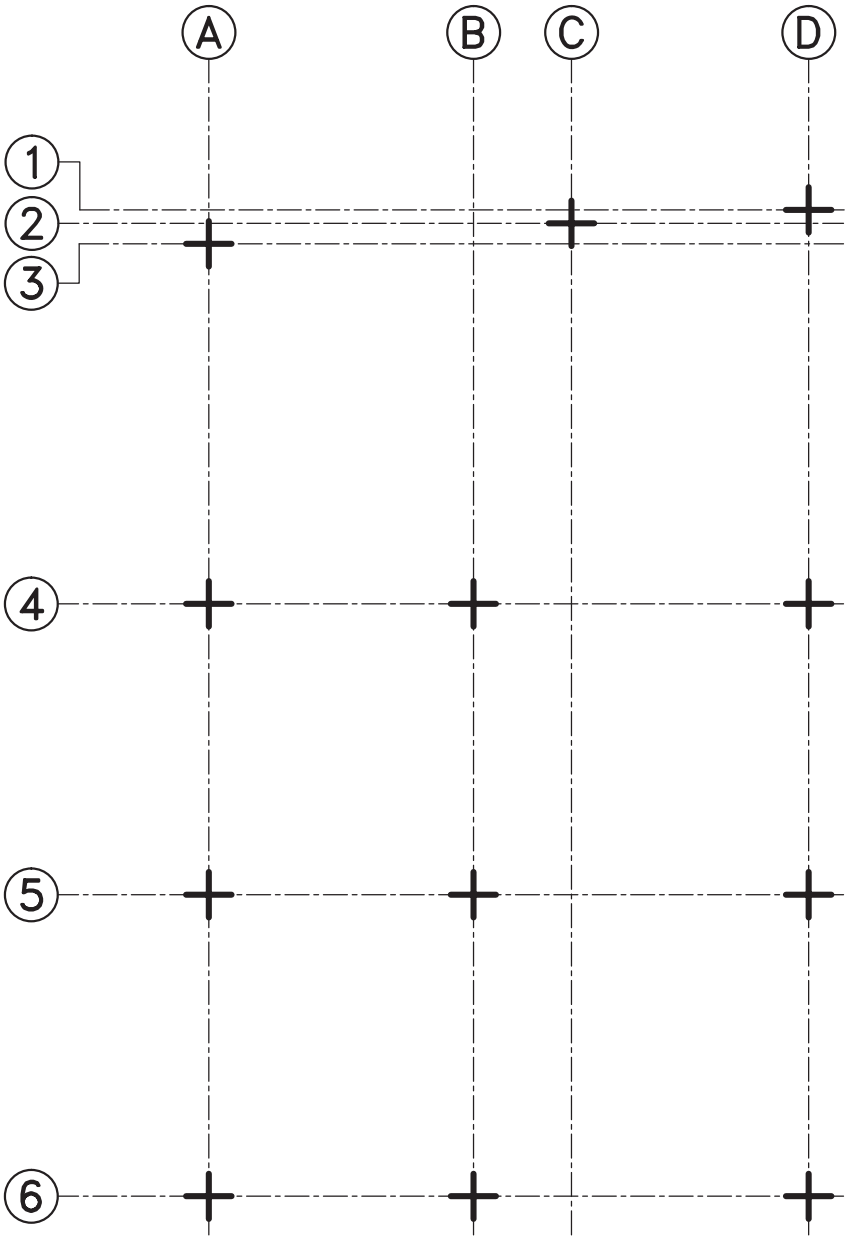
خط آکس با خط و نقطه نازک ترسیم می‌گردد.



مرحله شماره (۴): نام‌گذاری خطوط آکس

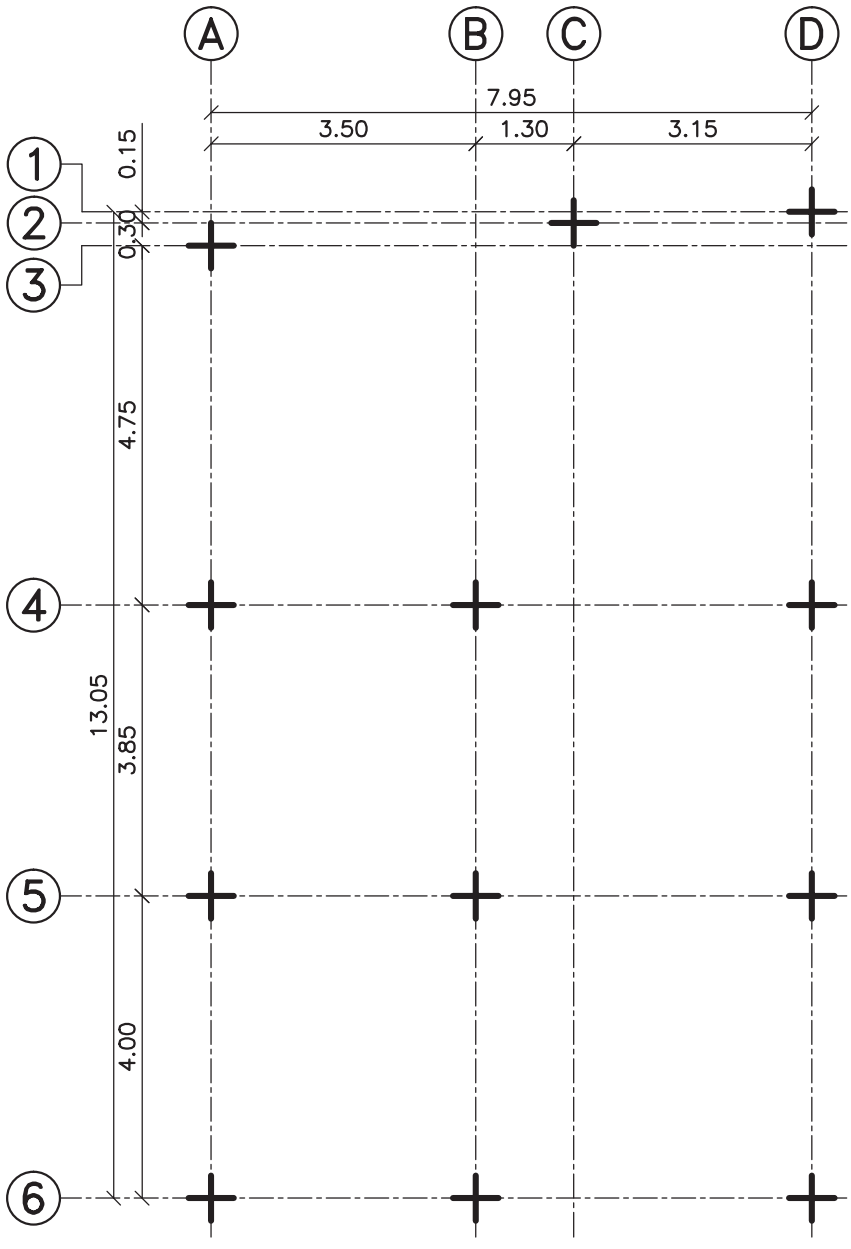
برای خواندن راحت‌تر هر ستون، آکس‌ها را در دو راستای عمودی و افقی با حروف لاتین و عدد، نام‌گذاری می‌کنند. برای این کار، خطوط آکس را در جهت بالا و سمت چپ نقشه به اندازه حدود ۲ سانتی‌متر از اولین خط آکس، ادامه داده و دایره‌ای با قطر تقریبی ۸ میلی‌متر در ادامه‌ی آن ترسیم کنید. سعی کنید دایره‌ها در یک راستا ترسیم شوند. اگر فاصله آکس‌ها به گونه‌ای بود که دایره‌ها با هم تداخل داشتند، به روش ترسیم شده برای آکس‌های ردیف ۱، ۲ و ۳ عمل نمایید.

دایره آکس با خط پر متوسط ترسیم می‌گردد.



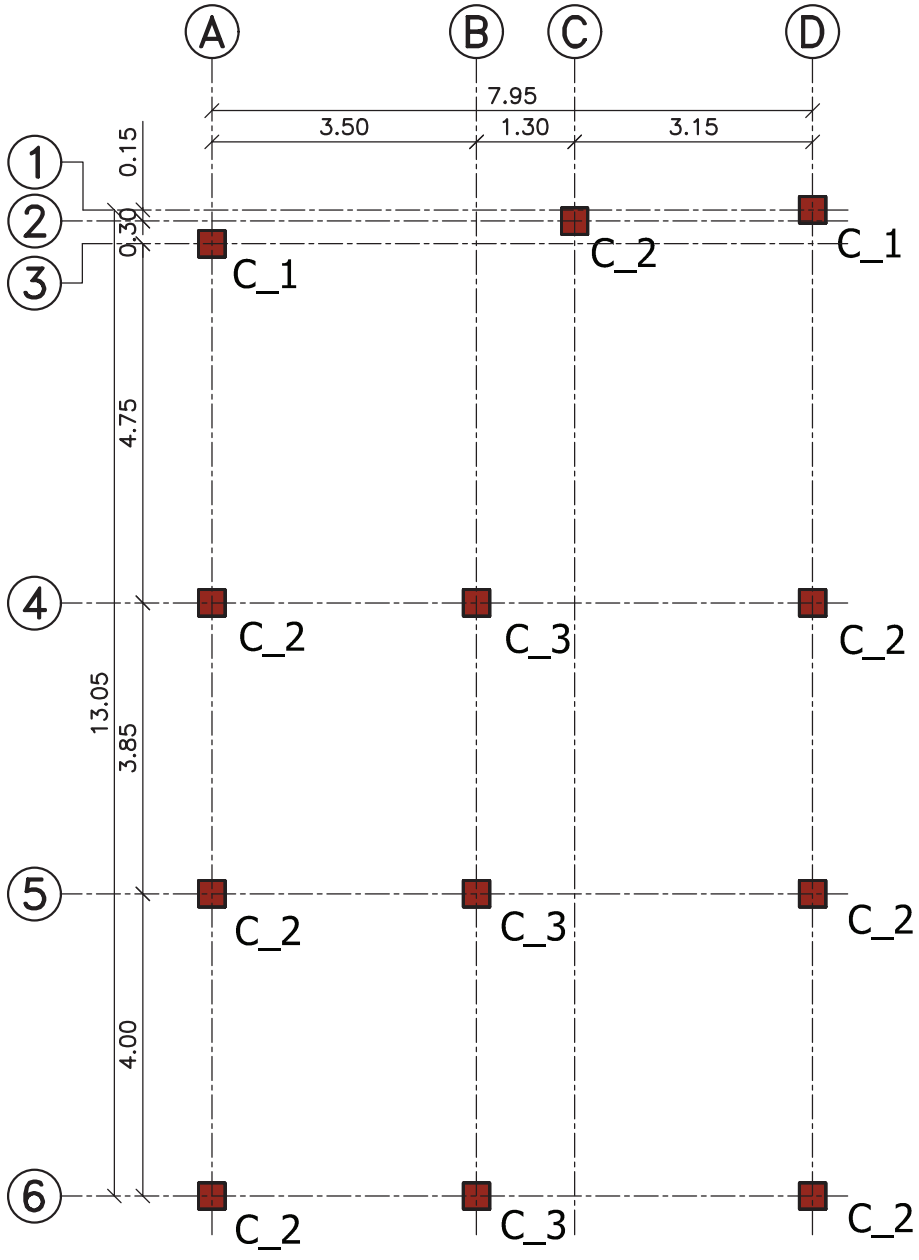
مرحله شماره (۵): اندازه‌گذاری خطوط آکس

آکس‌ها را باید در دو ردیف اندازه‌گذاری نمایید. در ردیف اول، فاصله بین آکس اول تا آکس آخر را نشان دهید. در ردیف دوم، فاصله بین آکس‌ها را مشخص کنید. بهتر است، اندازه‌ها تا دو رقم بعد از اعشار و بر حسب متر نوشته شوند.



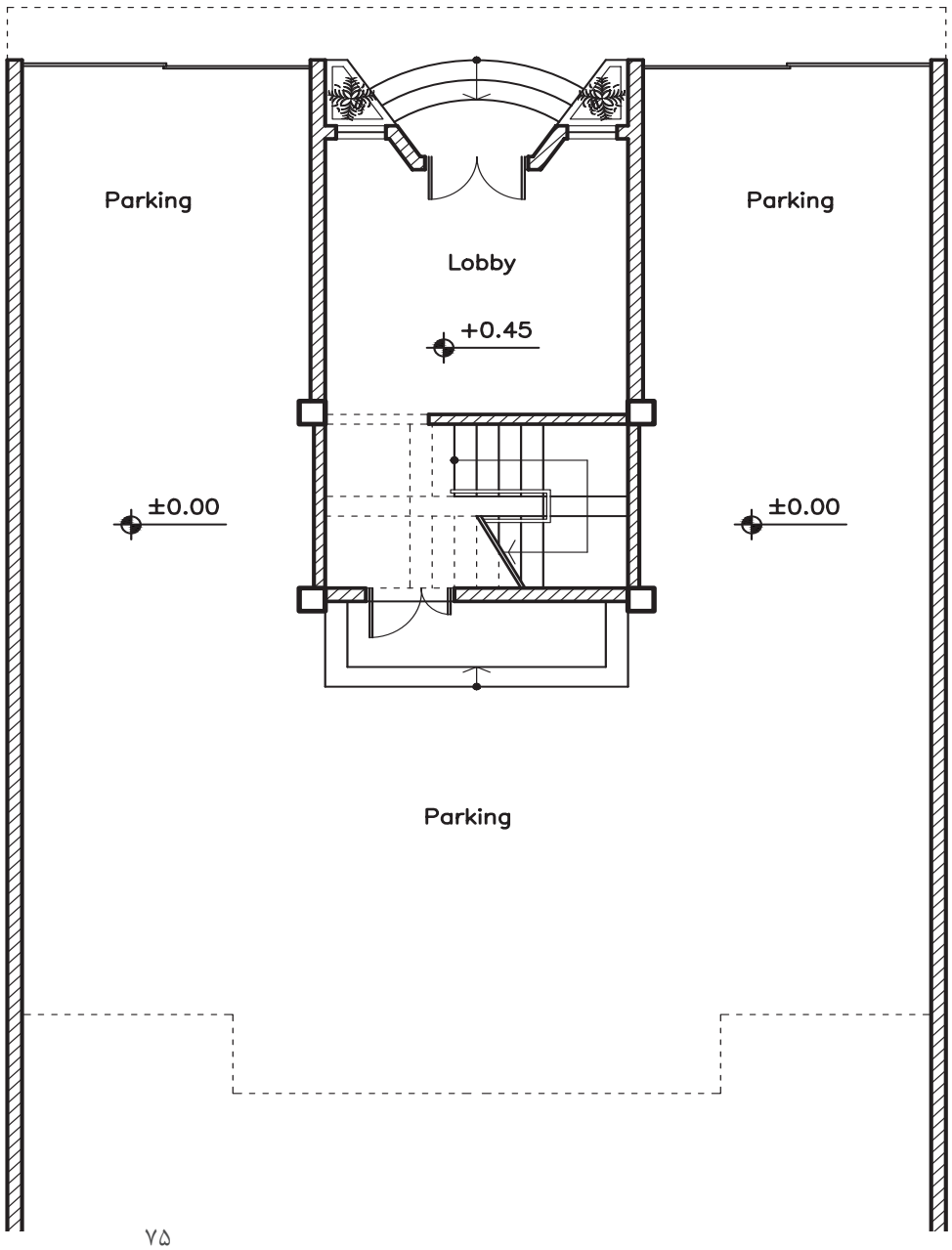
۴-۴- مراحل ترسیم پلان ستون‌گذاری

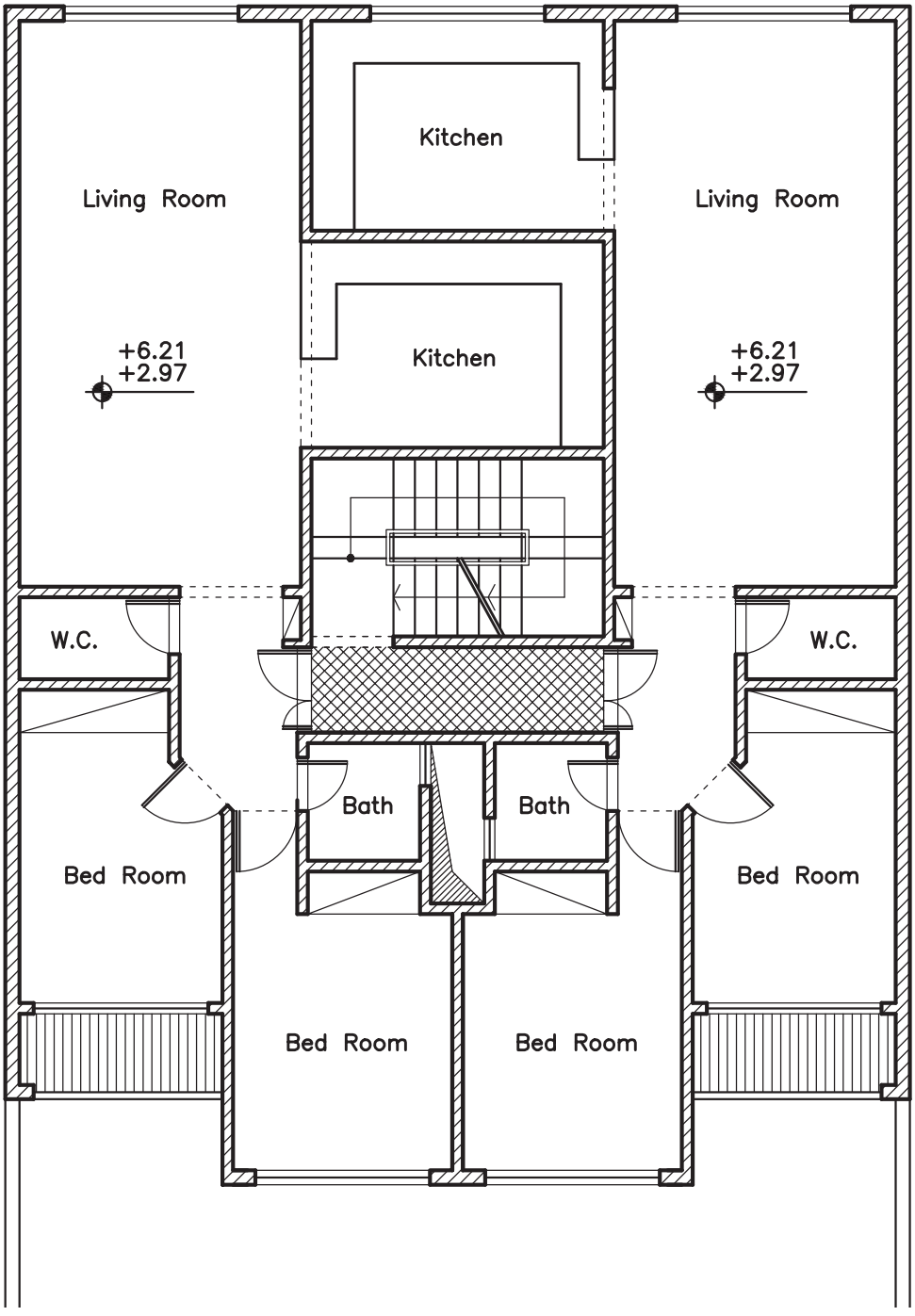
ابتدا پلان آکس‌بندی را طبق روش گفته شده ترسیم کنید؛ با این تفاوت که به جای گذاشتن علامت (+)، از یک مربع به ابعاد مشخص شده از طرف مهندس محاسب، برای نشان دادن محل ستون‌ها استفاده نمایید.سپس در کنار هر ستون تیپ ستون را مشخص کنید. ستون‌ها بر اساس ارتفاع، ابعاد و موقعیت قرارگیری از طرف مهندس محاسب، دسته‌بندی می‌شوند. از آن‌جائی که به ستون در لاتین Column گفته می‌شود، برای تیپ‌بندی ستون‌ها از حرف C استفاده می‌گردد. برای نشان دادن نوع تیپ آن نیز، عددی در کنار حرف C نوشته می شود. به طور مثال، عبارت «C-۱» نشان دهنده ستون تیپ شماره یک است.



تمرین کارگاهی:

در ادامه، پلان طبقه همکف و تیپ طبقات یک ساختمان سه طبقه آمده است. به کمک مربی خود، پلان را ستون‌گذاری نموده و پلان آکس‌بندی آن‌را ترسیم کنید.




Kitchen
Living Room
Living Room
+6.21
+2.97
Kitchen
+6.21
+2.97
W.C.
W.C.
Bath
Bath
Bed Room
Bed Room
Bed Room
Bed Room

فصل پنجم:

پلان فونداسیون

هدف کلی: رسم پلان فونداسیون کلاف شده، نواری و گسترده.

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

۱- فونداسیون گوشه، کناری و میانی را تعریف کند؛
۲- علت استفاده از بتن مگر را بیان کند؛
۳- مراحل ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده را شرح دهد؛
۴- با استفاده از پلان آکس بنـــدی ، پلان فونداسیون کلاف شده را ترسیم نماید؛
۵- روش ترسیم پلان فونداسیون نواری را شرح دهد؛
۶- با استفاده از پلان آکس بندی، پلان فونداسیون نواری را ترسیم نماید؛
۷- با استفاده از پلان آکس بندی، پلان فونداسیون گسترده را ترسیم نماید؛

۵-۱- تعریف

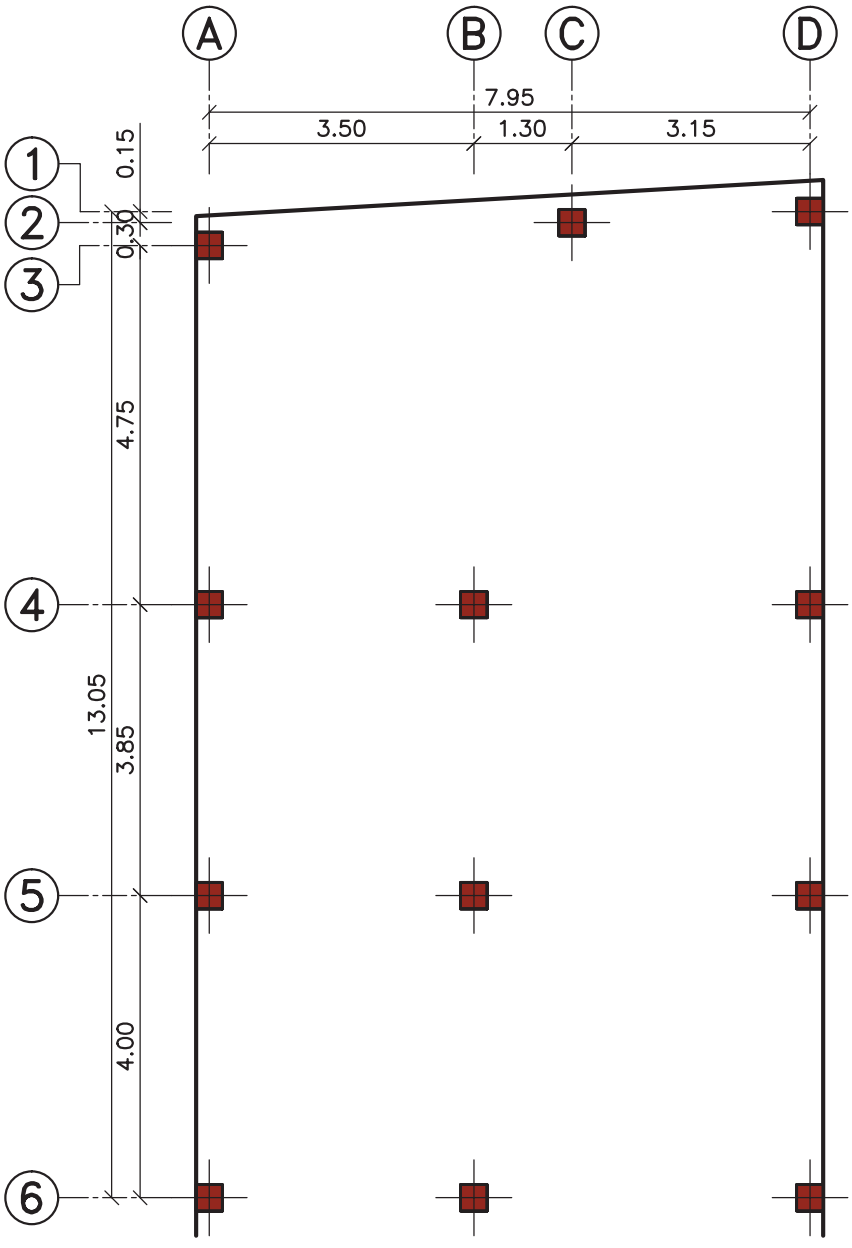
پلان فونداسیون یکی از نقشه‌های سازه است که در آن نوع، تعداد، ابعاد و موقعیت پی‌ها در زمین مشخص می‌شود. در فصل دوم، با انواع فونداسیون آشنا شدید. در این فصل با مراحل ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده، نواری و گسترده آشنا می‌شوید. در بین این سه نوع، فونداسیون نواری و بعد از آن فونداسیون گسترده بیشترین کاربرد را در ساختمان‌های مسکونی دارند. از آن‌جایی که فونداسیون اولین عضو سازه‌ای در اجرا می‌باشد، دقت در اجرای آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

۵-۲- مراحل ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده

لازم به ذکر است که ابعاد و اندازه‌ی پی‌های منفرد و شناژها در فونداسیون، با در نظر گرفتن نوع سازه، بارهای وارد بر ساختمان ، فاصله بین ستون‌ها، مقاومت و جنس زمین از طرف مهندس محاسب، تعیین می گردد.

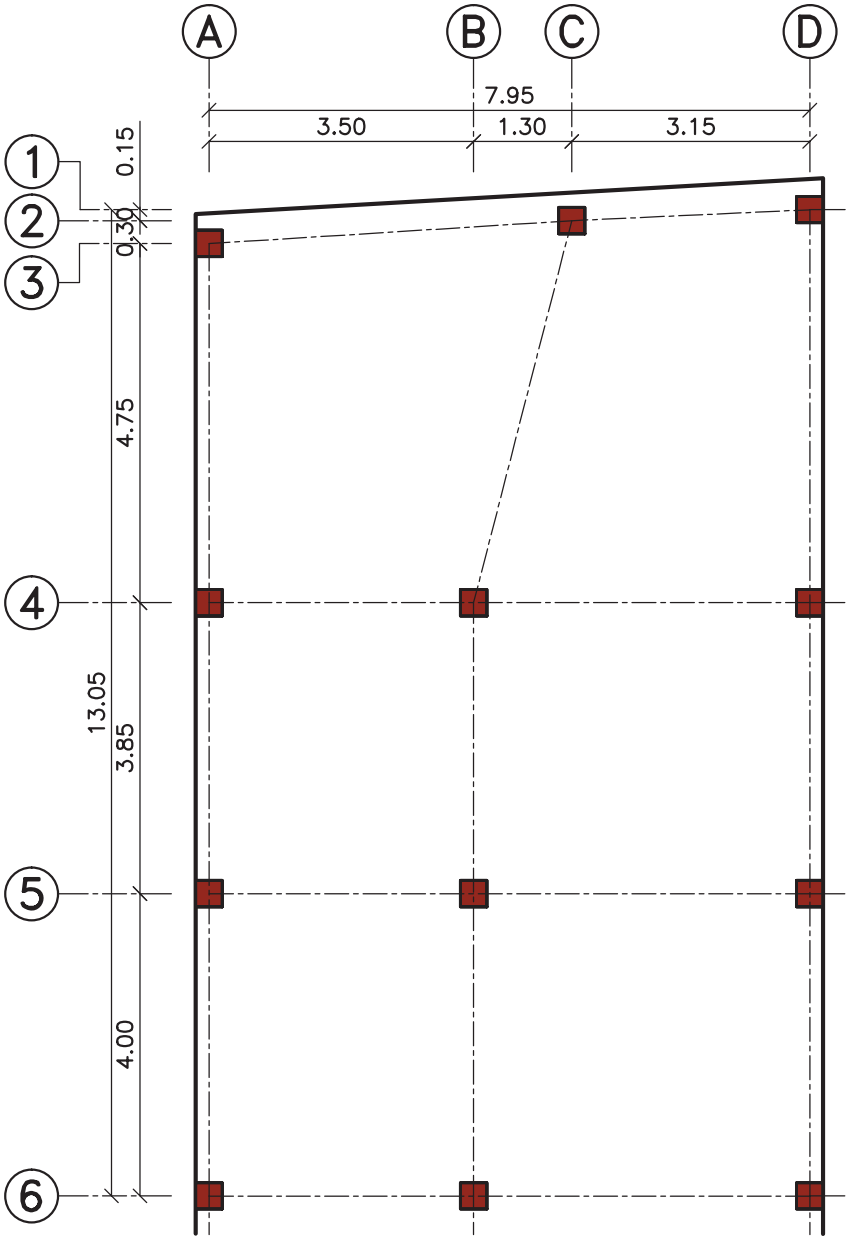
مرحله شماره (۱): ترسیم پلان ستون گذاری

برای پلان مورد بحث، پلان ستون‌گذاری را ترسیم کنید. جهت جلوگیری از شلوغ شدن نقشه بهتر است خطوط آکس داخل پلان ترسیم نشوند. ستون‌ها را با علامت ✚ نشان دهید. محدوده زمین را با خط پر ضخیم مشخص کنید.



مرحله شماره (۲): محور بندی ستون‌ها

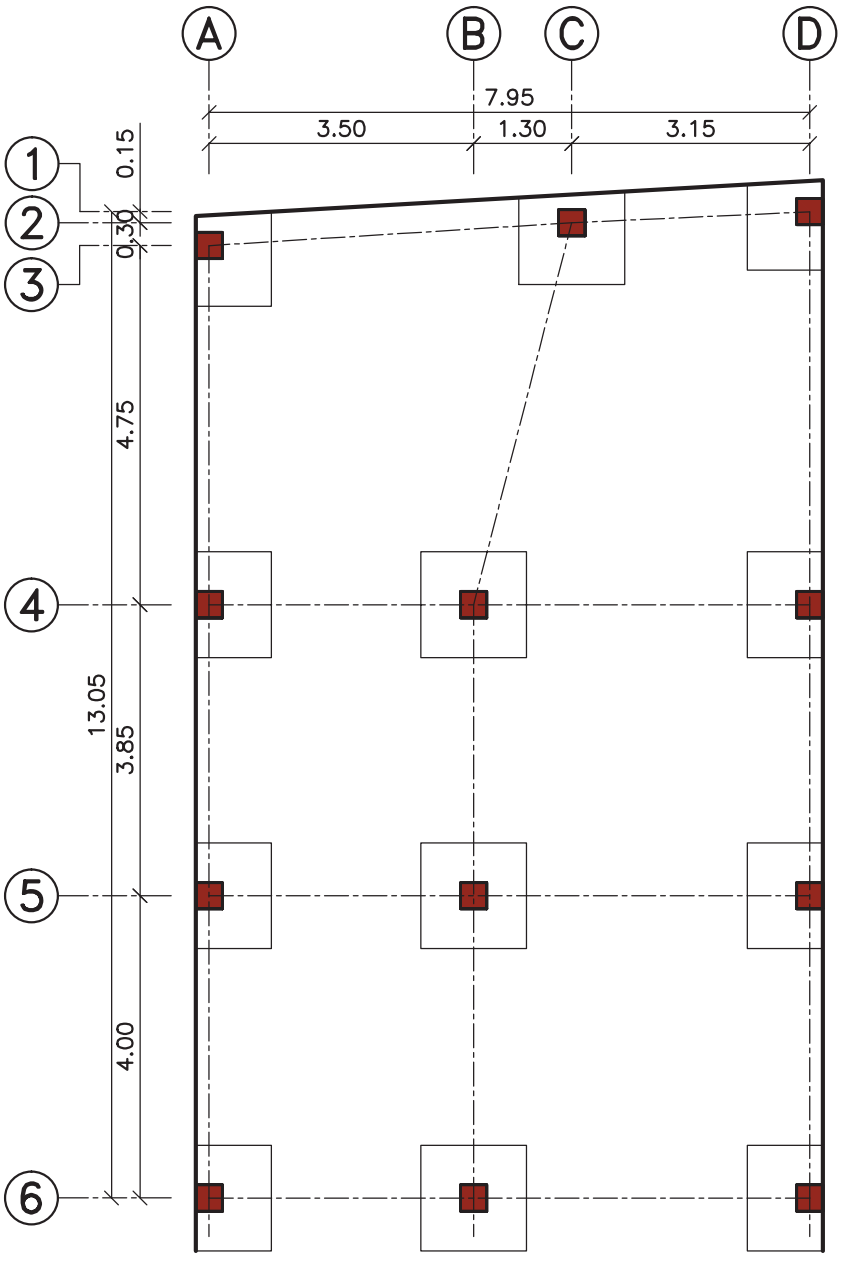
ستون‌های مجاور را با خط آکس به یکدیگر وصل نمایید.



مرحله شماره (۳): ترسیم فونداسیون‌های منفرد

برای هر ستون یک فونداسیون منفرد ترسیم کنید. ابعاد این پی‌ها با محاسبه به‌دست می‌آید. شما می‌توانید با نظر مربی خود اندازه‌ی مشخصی را برای هر پلان در نظر بگیرید. در این ساختمان ابعاد پی‌های منفرد به شرح زیر می‌باشد:

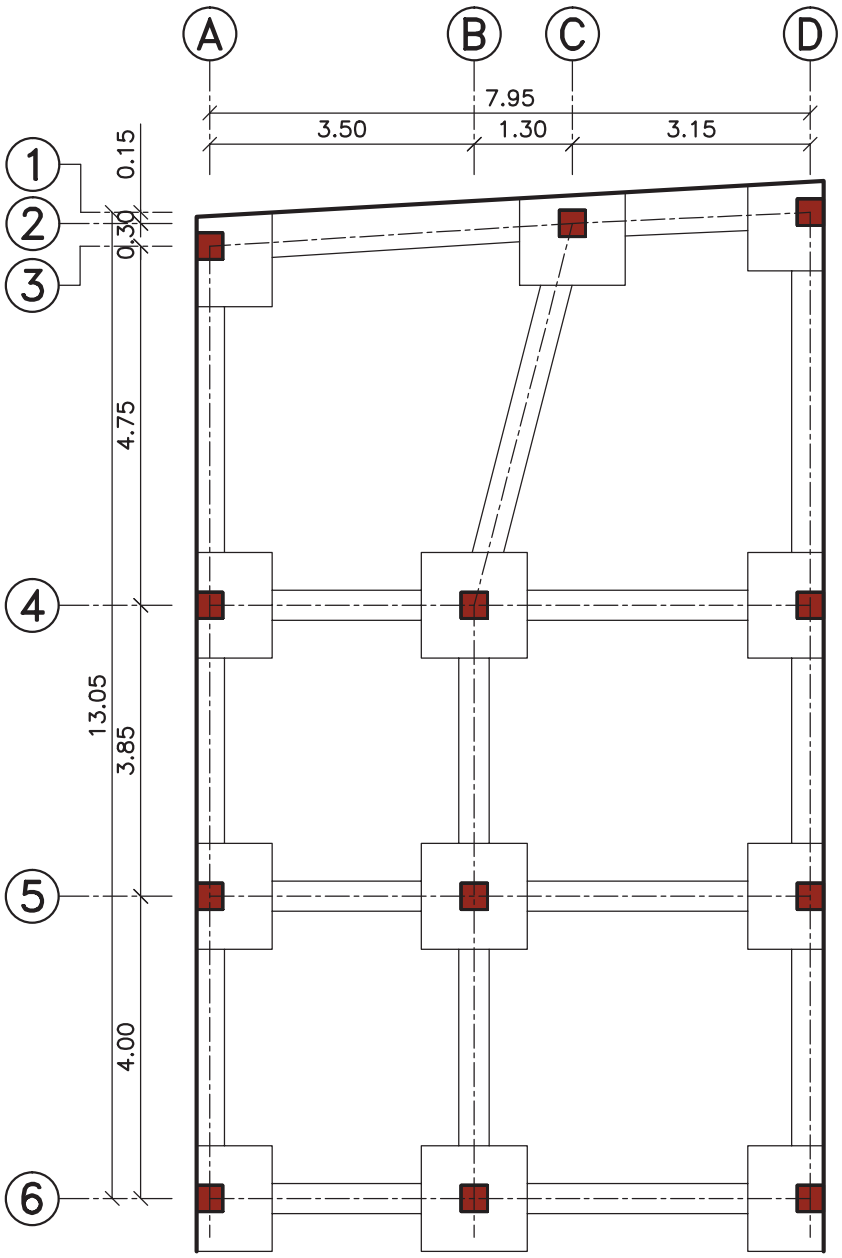
* پی‌های گوشه (پی‌هایی که در دو ضلع به محدوده زمین می‌چسبند) = ۱/۲۰×۱/۲۰ متر
* پی‌های کناری (پی‌هایی که در یک ضلع به محدوده زمین می‌چسبند) = ۱/۸۰×۱/۲۰ متر
* پی‌های میانی یا وسط (پی‌هایی که در وسط ساختمان قرار دارند) = ۱/۸۰×۱/۸۰ متر



مرحله شماره (۴): ترسیم شناژ

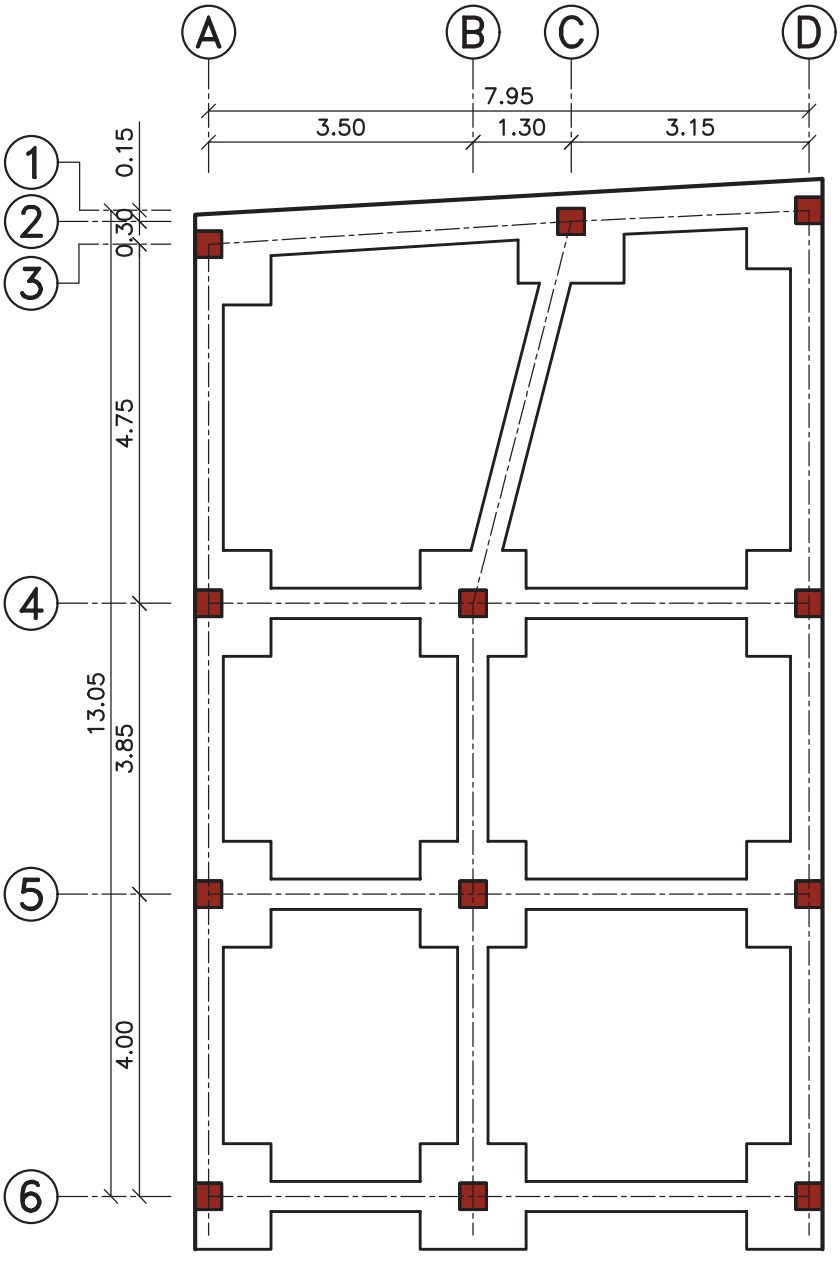
در این مرحله فونداسیـون‌های منفرد را با شناژ به هم وصل کنید. عرض شناژ ها ۰/۶۰ متر در نظر گرفته شده است.

پی و شناژ را با خط پر متوسط مشخص کنید.



مرحله شماره (۵): تصحیح اتصال پی و شناژ

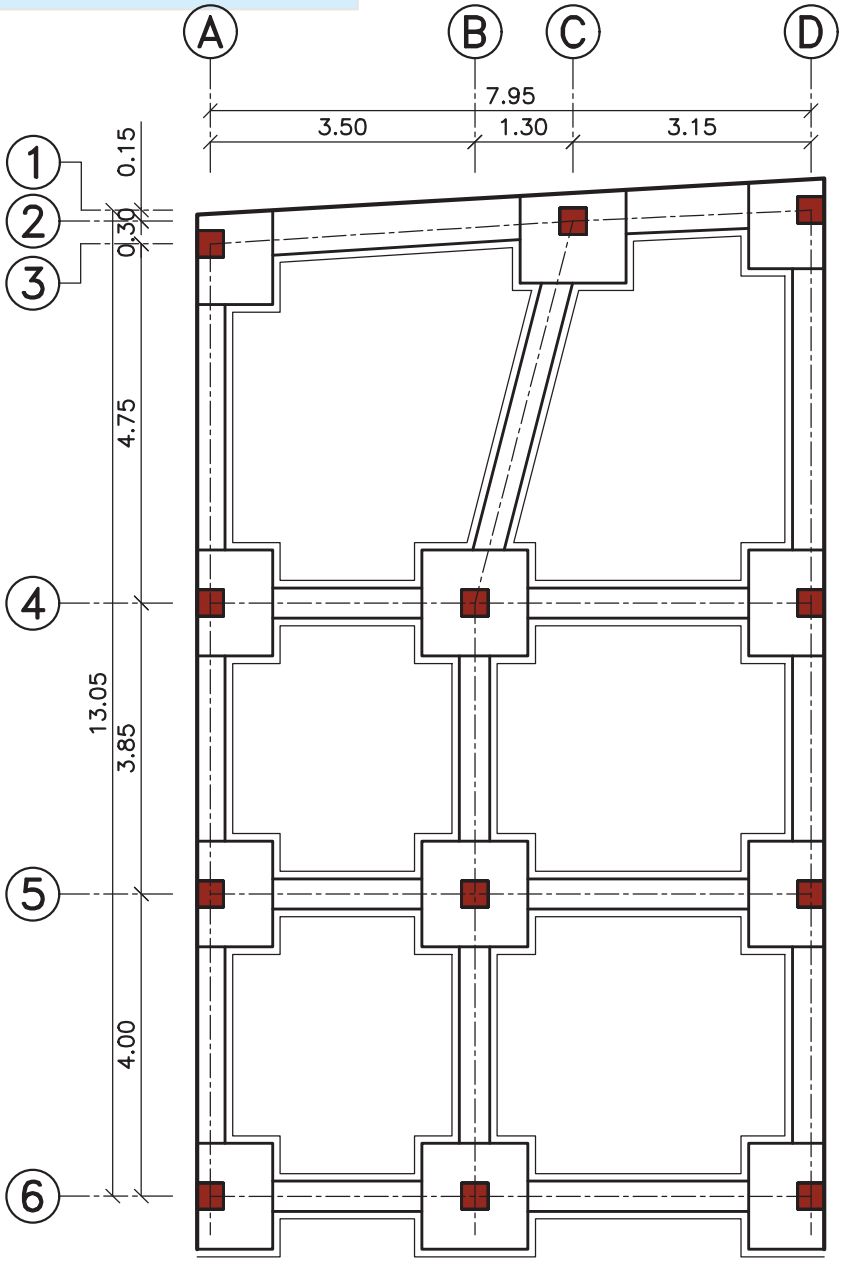
اگر ارتفاع پی و شناژ با هم مساوی باشد باید مرز میان شناژ و پی، مطابق شکل زیر پاک گردد. در این نقشه ارتفاع پی، ۰/۶۰ متر و ارتفاع شناژ، ۰/۴۰ متر محاسبه شده است. بنابراین از نقشه مرحله شماره (۴) برای ادامه کار استفاده کنید.



مرحله شماره (۶): ترسیم بتن مگر

برای محافظت از بتن پی در مقابل عوامل خورنده در خاک و همچنین ایجاد سطحی صاف و تراز زیر پی، بعد از مرحله پی‌کنی لایه‌ای به ضخامت ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر از بتن سبک (عیار ۱۵۰ یا ۱۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب بتن) می‌ریزند. به این بتن، **بتن مگر** یا **پاکیزگی** گفته‌می‌شود. همچنین برای آسان شدن اجرای قالب‌بندی فونداسیون‌ها، عرض بتن مگر از هر طرف به اندازه ۱۰ سانتی‌متر اضافه در نظر گرفته می‌شود. در این مرحله از ترسیمات باید بتن مگر که از لبه پی و شناژ ها حدود ۱۰ سانتی‌متر بزرگ‌تر است، ترسیم گردد.

بتن مگر را با خط پر نازک مشخص کنید.



مرحله شماره (۷): ترسیمات نهائی

در این مرحله باید فونداسیون‌ها را **تیپ بندی** نمود. پی‌ها بر اساس ابعاد و موقعیت قرارگیری آن‌ها از طرف مهندس محاسب، دسته‌بندی می‌شوند. برای تیپ‌بندی پی‌ها از حرف F (فونداسیون در لاتین Foundation) استفاده می‌گردد. برای نشان دادن نوع تیپ آن نیز، عددی در کنار حرف F نوشته می‌شود. به طور مثال، عبارت «F-۱»نشان دهنده فونداسیون تیپ شماره یک است.

لازم است کد ارتفاعی سطح روی فونداسیون‌ها نیز برروی پلان فونداسیون، مشخص شود.

سپس فضاهای خاکریزی شده را هاشور بزنید.

محل خاکریزی با خط پر نازک، هاشور زده می شود.

مرحله شماره (۸): تهیه جدول تیپ فونداسیون

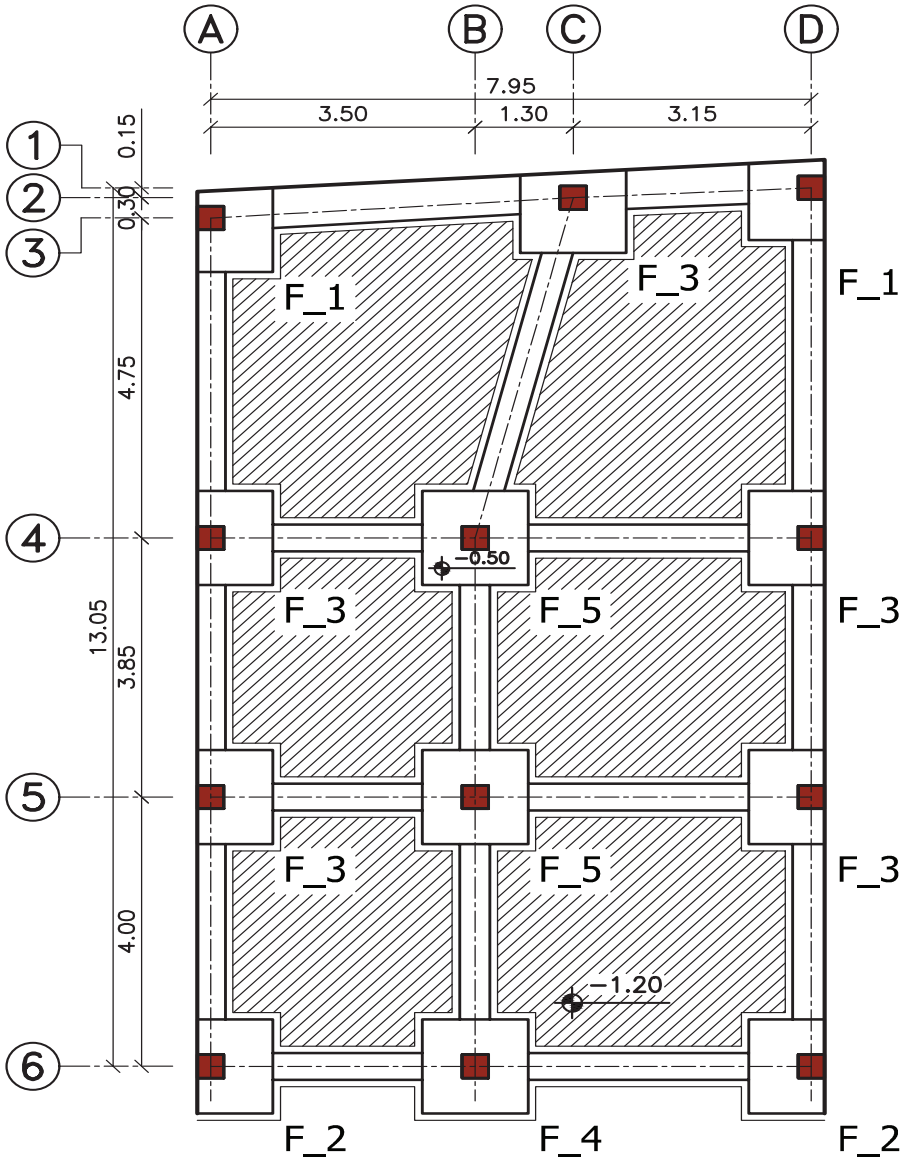
برای بیان ابعاد و مشخصات فونداسیون‌ها، جدولی به شکل زیر در کنار پلان فونداسیون تهیه کنید.

جدول تیپ فونداسیون				
POS	N	L (m)	W(m)	H (m)
F-۱	۲	۱/۲۰	۱/۲۰	۰/۶۰
F-۲	۲	۱/۸۰	۱/۲۰	۰/۶۰
F-۳	۱	۱/۸۰	۱/۲۰	۰/۶۰
F-۴	۵	۱/۸۰	۱/۸۰	۰/۶۰
F-۵	۲	۱/۸۰	۱/۸۰	۰/۶۰

* در زیر ستون POS ، تیپ فونداسیون نوشته می‌شود.
* در زیر ستون N ، تعداد مشابه تیپ مشخص شده در پلان یادداشت می‌شود.
* در زیر ستون L ، طول فونداسیون بر حسب متر مشخص می‌شود.
* در زیر ستون W ، عرض فونداسیون بر حسب متر مشخص می‌شود.
* در زیر ستون H ، ارتفاع فونداسیون بر حسب متر مشخص می‌شود.

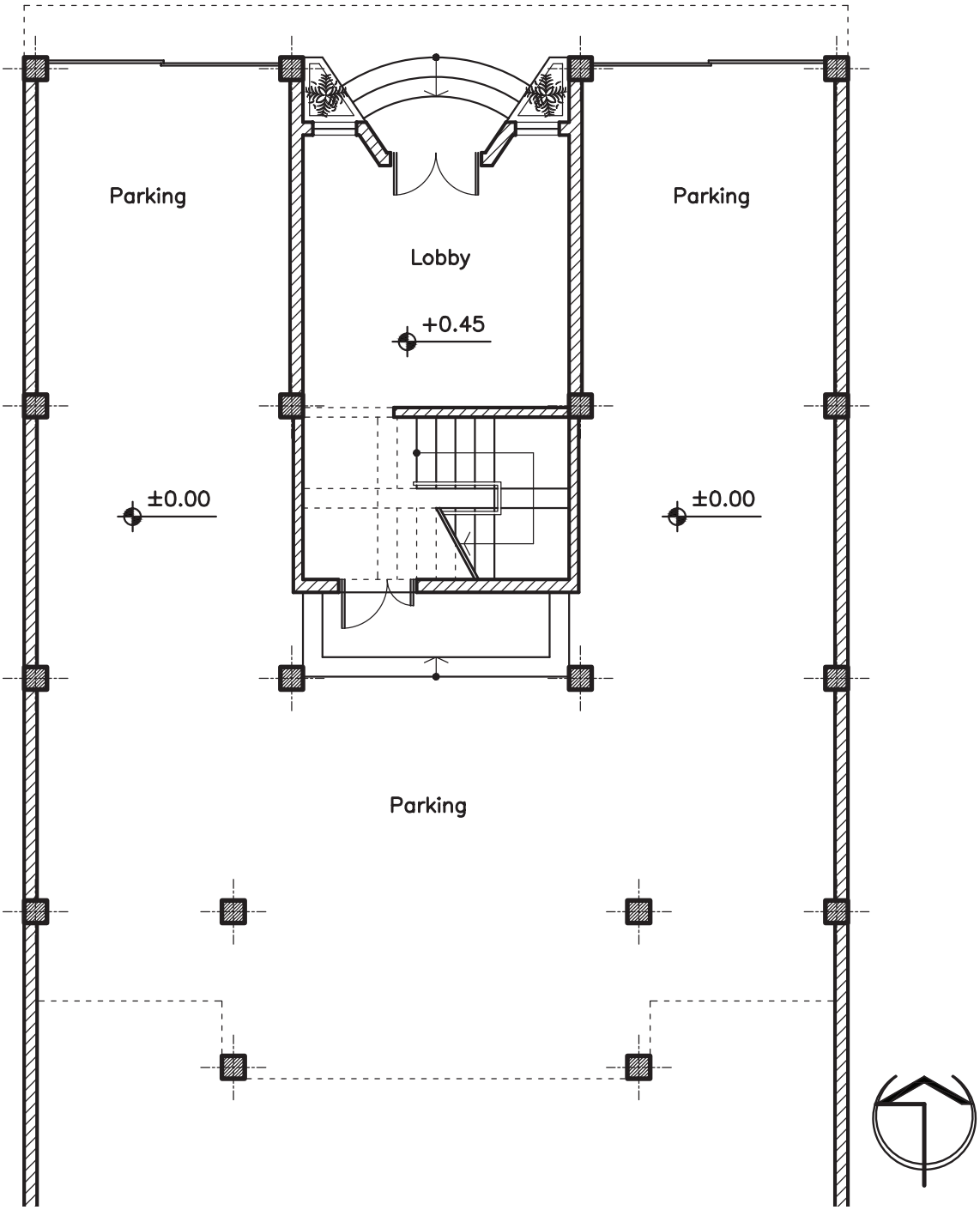
توجـــه: گاهی ممکن است یک ساختمان در یک سطح طراحی نشده باشد در این حالت پلان فونداسیون نیز در دو سطح متفاوت ایجاد می گردد.

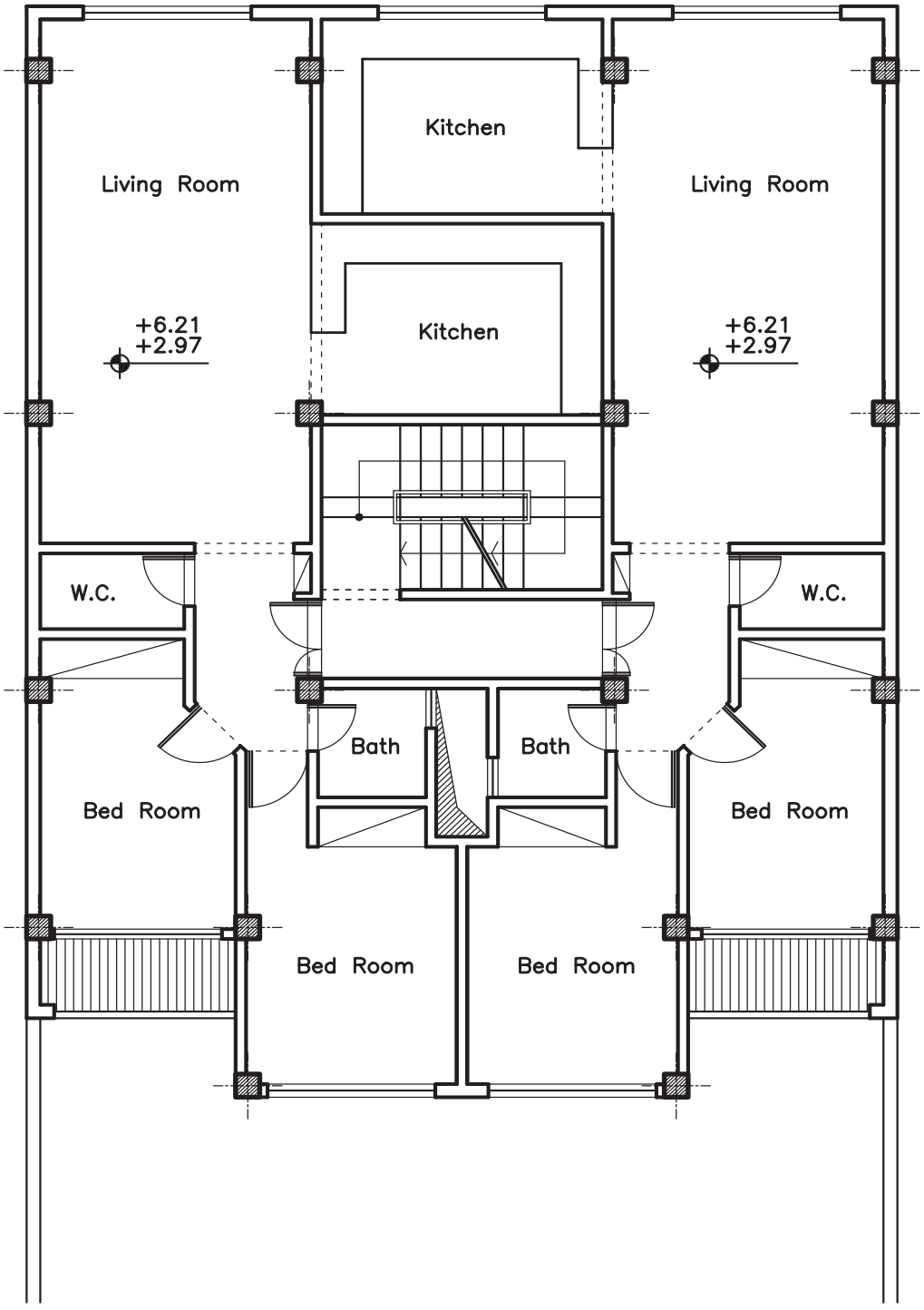
توجـــه: گذاشتن علامت شمال در کنار پلان فونداسیون الزامی است.



تمرین کارگاهی:

در ادامه، پلان طبقه همکف و تیپ طبقات یک ساختمان سه طبقه، آمده است. پلان فونداسیون کلاف شده‌ی آن‌را ترسیم کنید.



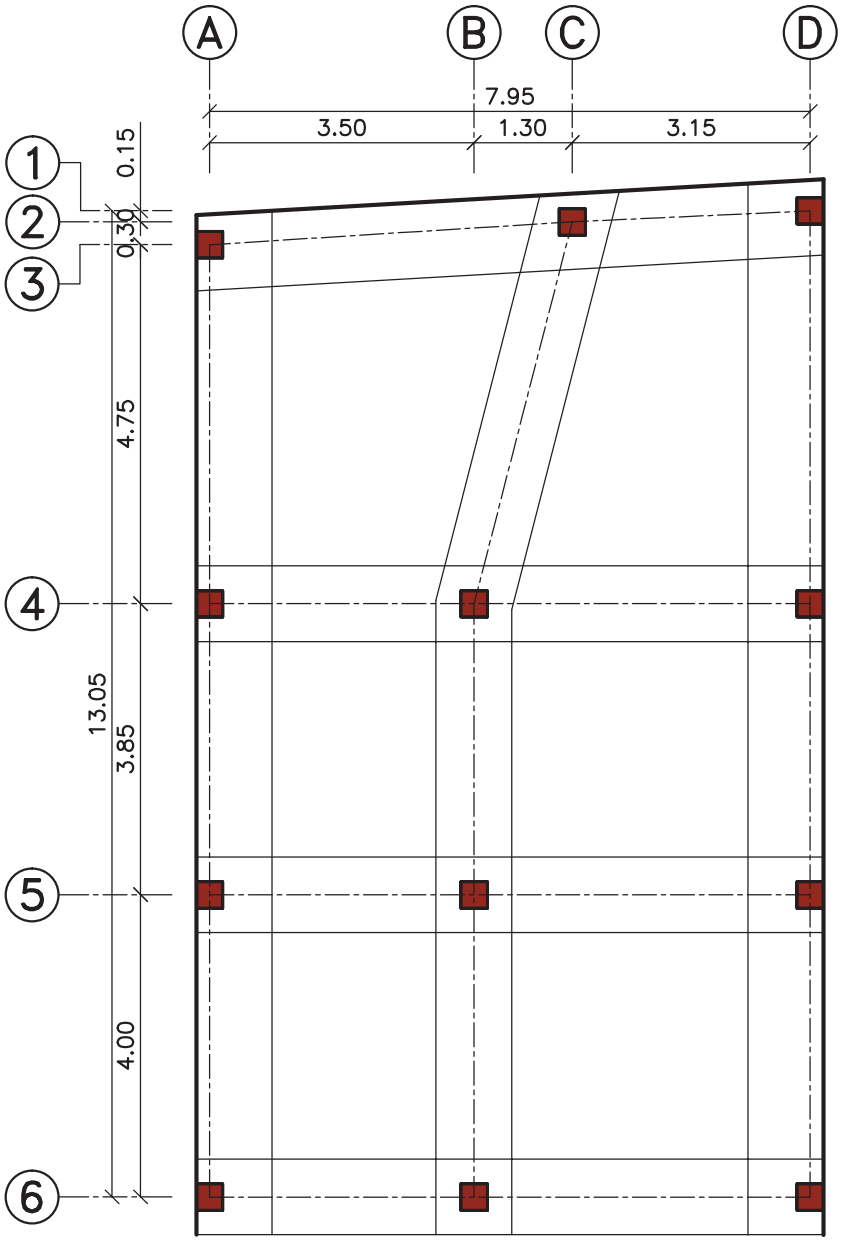

Kitchen
Living Room
Living Room
+6.21
+2.97
Kitchen
+6.21
+2.97
W.C.
W.C.
Bath
Bath
Bed Room
Bed Room
Bed Room
Bed Room

۳-۵- مراحل ترسیم پلان فونداسیون نواری

مرحله اول و دوم را مطابق ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده طی نمایید.

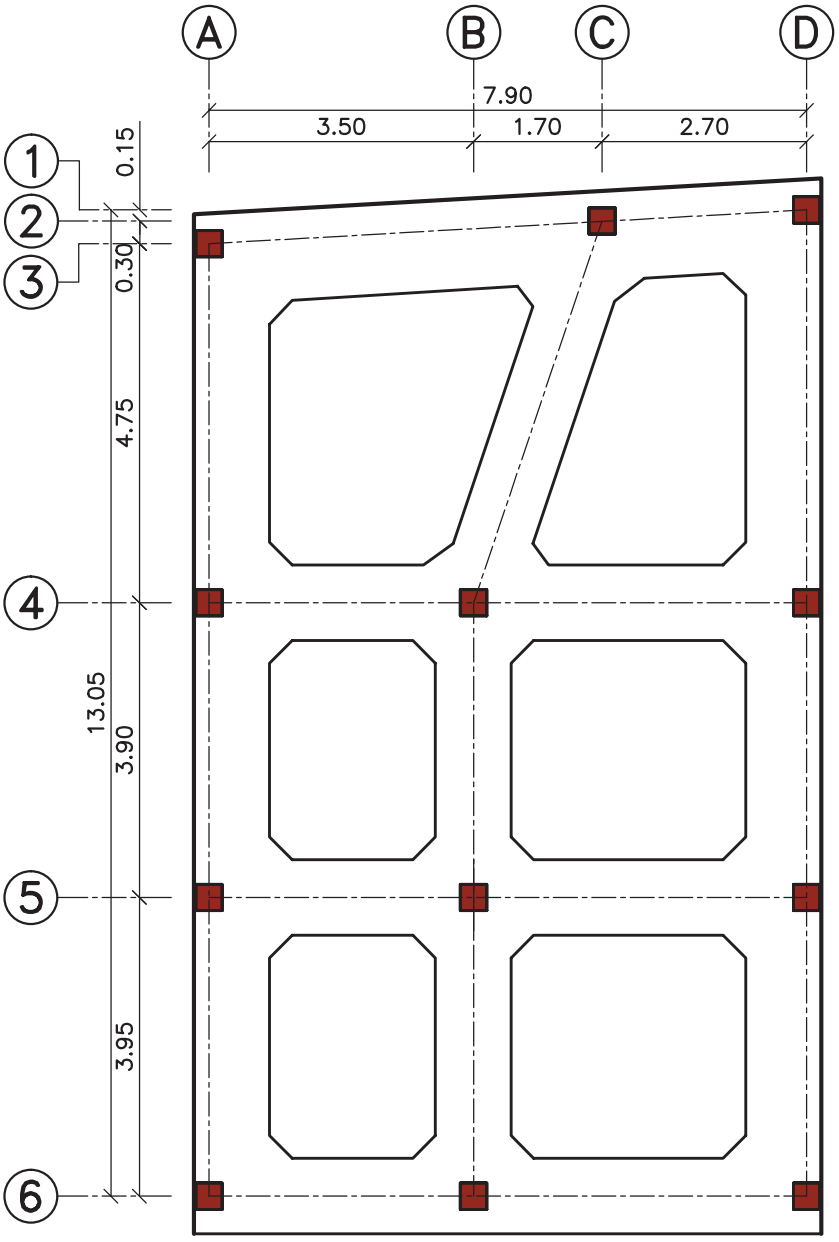
مرحله شماره (۳): ترسیم فونداسیون‌های نواری

در این مرحله ستون‌ها را با پی نواری به هم وصل کنید. در این پلان عرض پی‌ها طبق نظر مهندس محاسب ۱/۰۰ متر در نظر گرفته شده است.



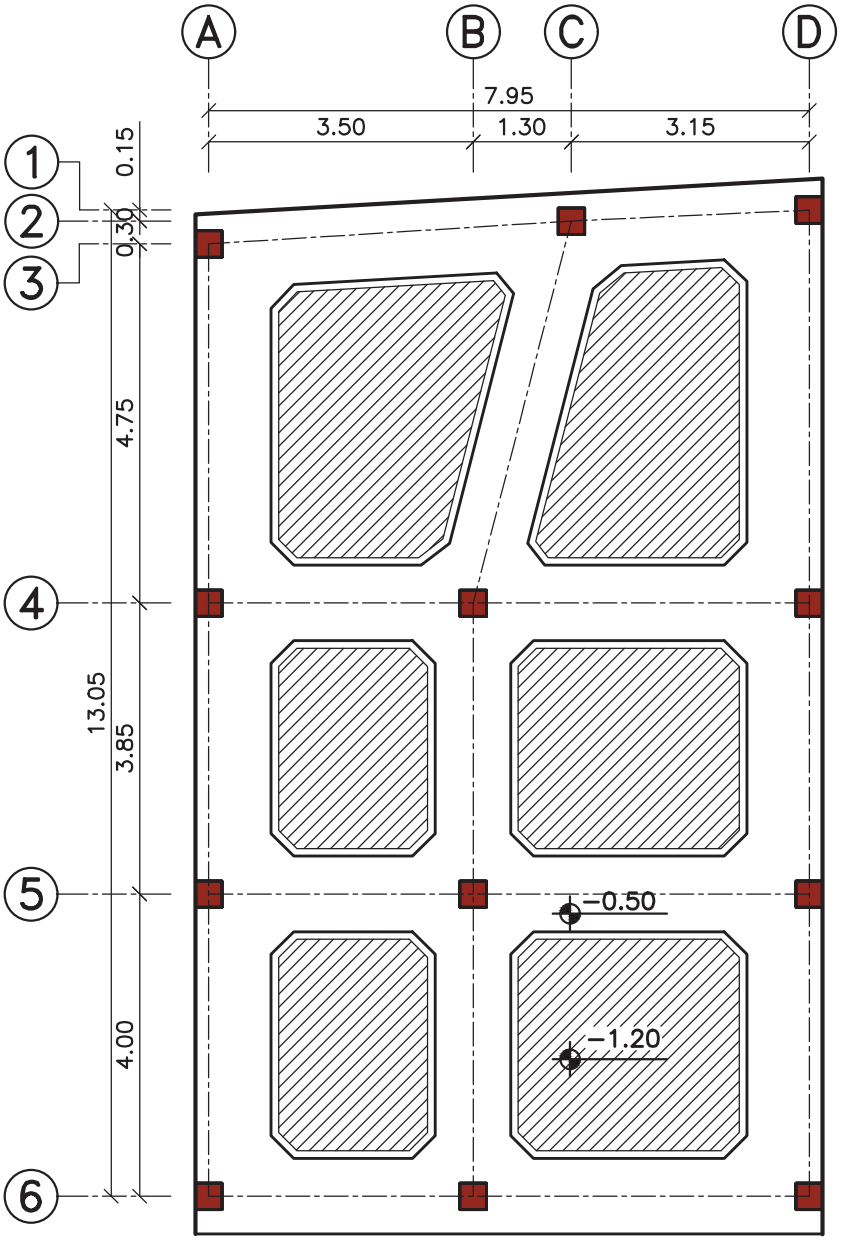
مرحله شماره (۴): پخ زدن گوشه‌ها

مطابق شکل زیر می‌توان با ایجاد پخ در محل تماس پی‌ها به یکدیگر، مقاومت برشی در گوشه‌ها را افزایش داد.



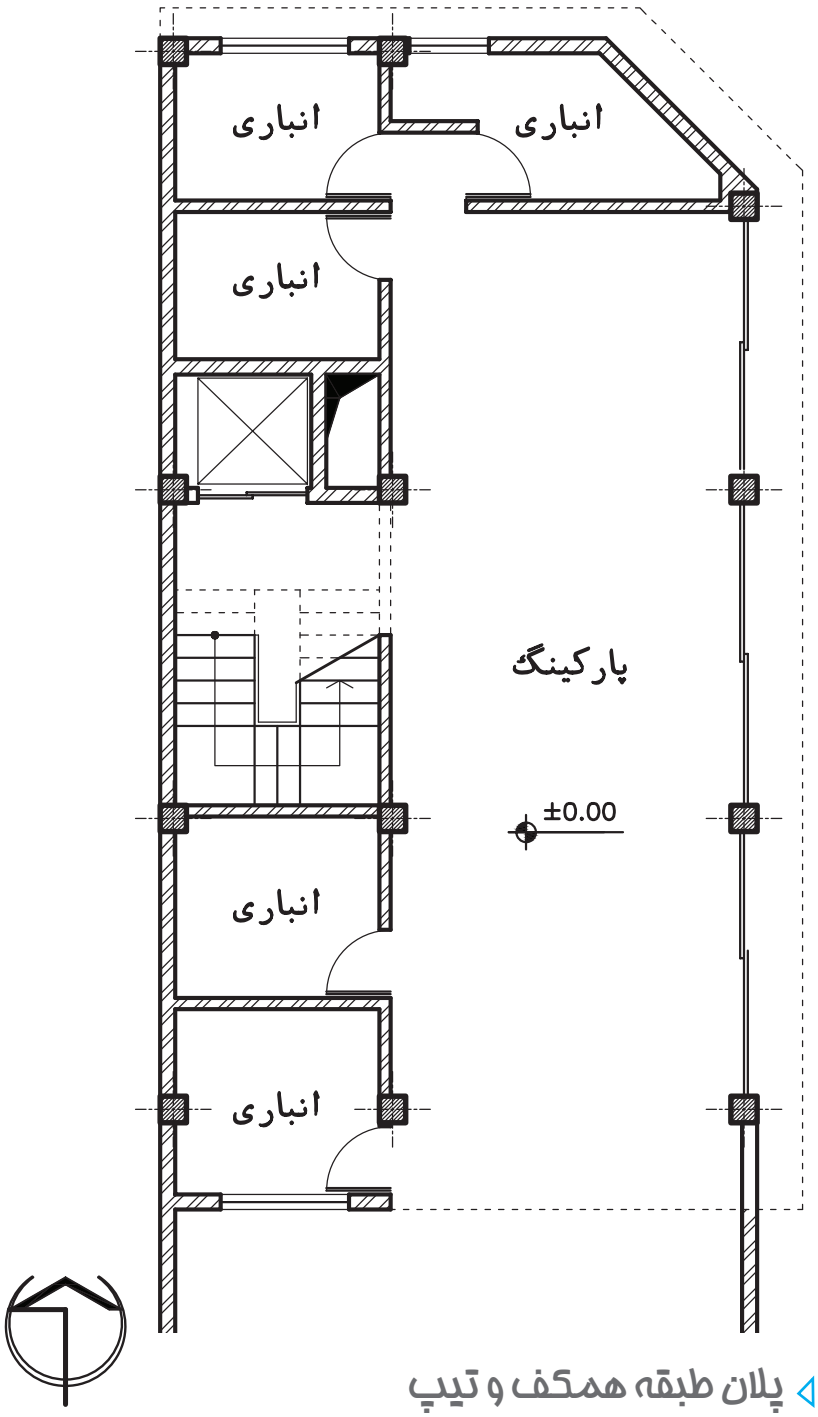
مرحله شماره (۵): ترسیم بتن مگر

در این مرحله از ترسیمات، باید ابتدا بتن مگر را ترسیم کنید، سپس فضاهای خاکریزی شده را هاشور بزنید.

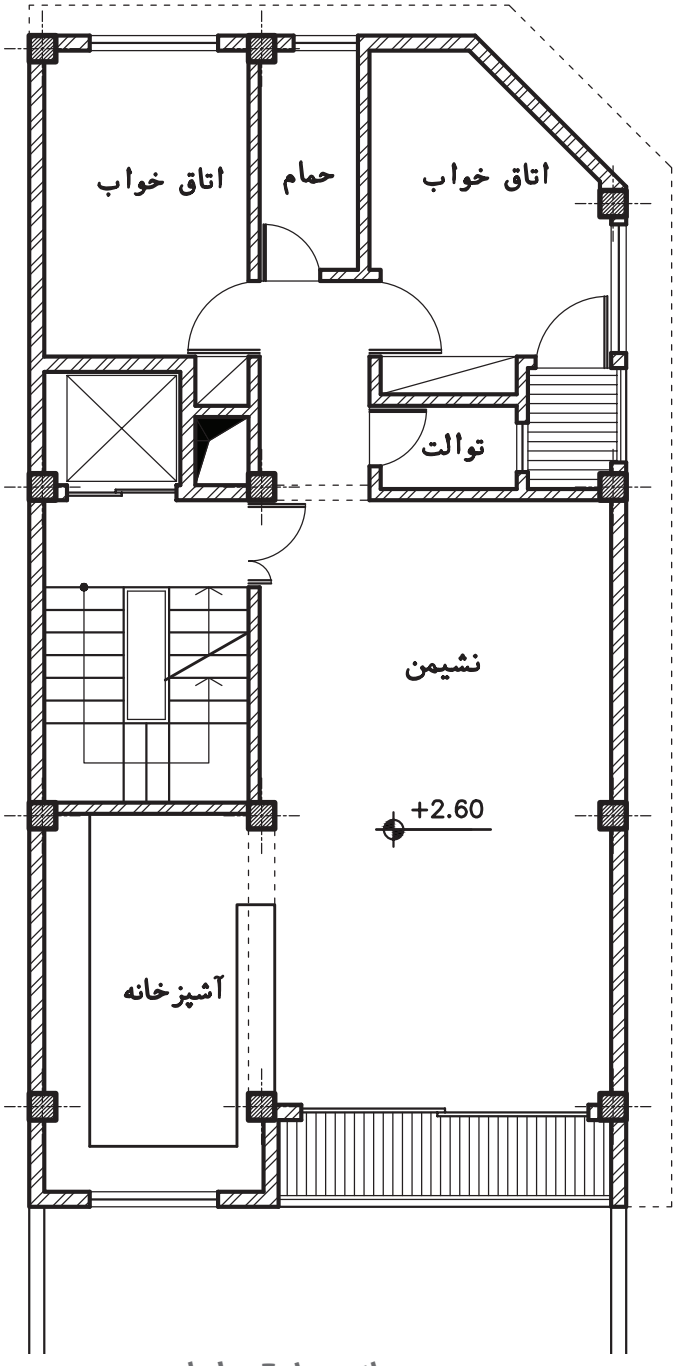


تمرین کارگاهی:

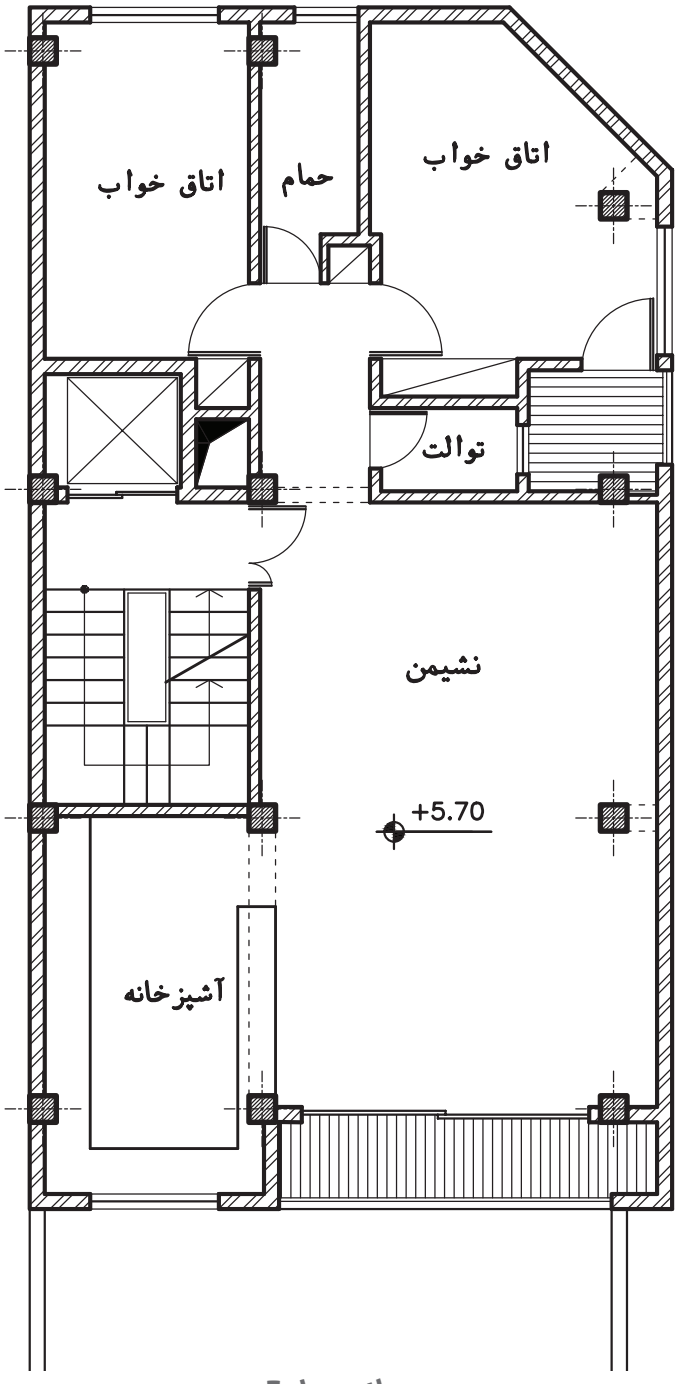
در ادامه، پلان طبقه همکف و تیپ طبقات یک ساختمان سه طبقه، آمده است. پلان فونداسیون نواری آن‌را ترسیم کنید.



پلان طبقه همکف و تیپ



پلان طبقه اول

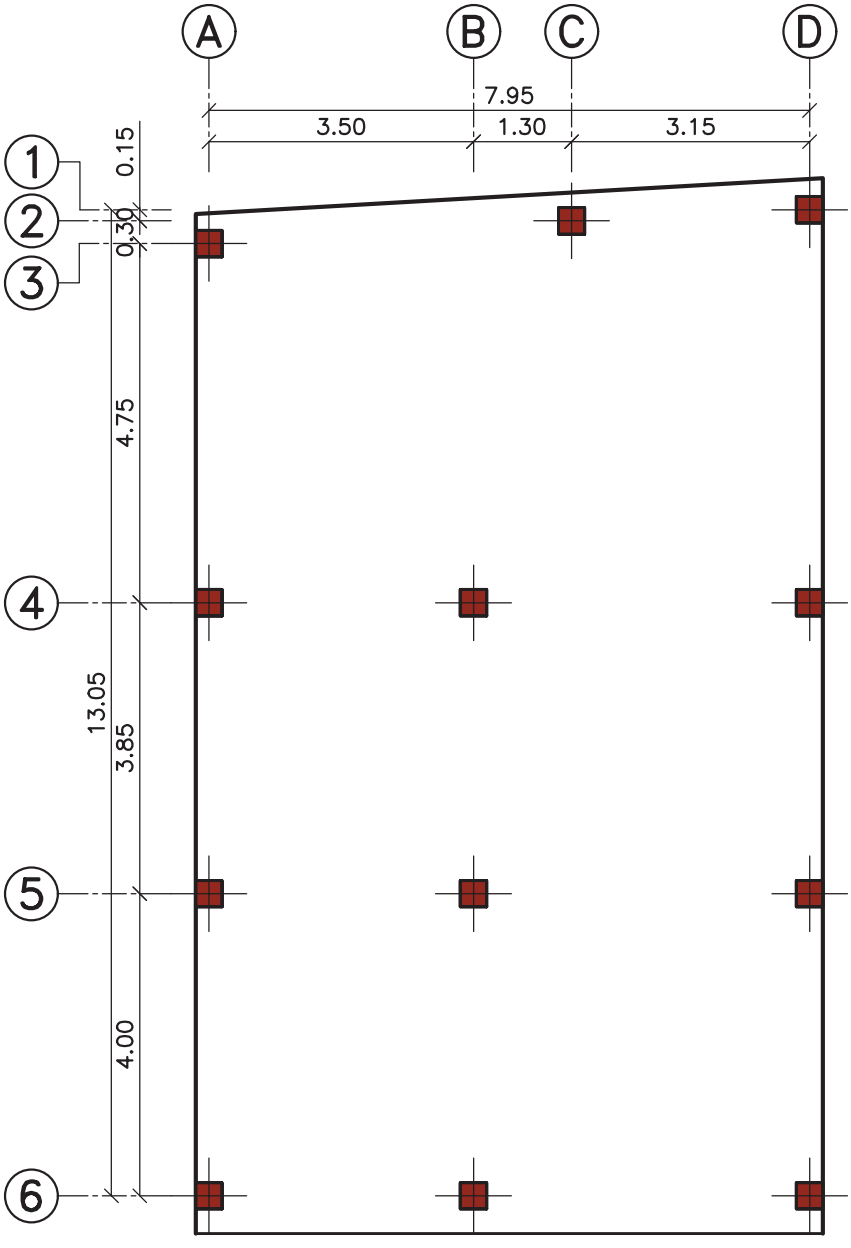


پلان طبقه دوم

۴-۵- مراحل ترسیم پلان فونداسیون گسترده

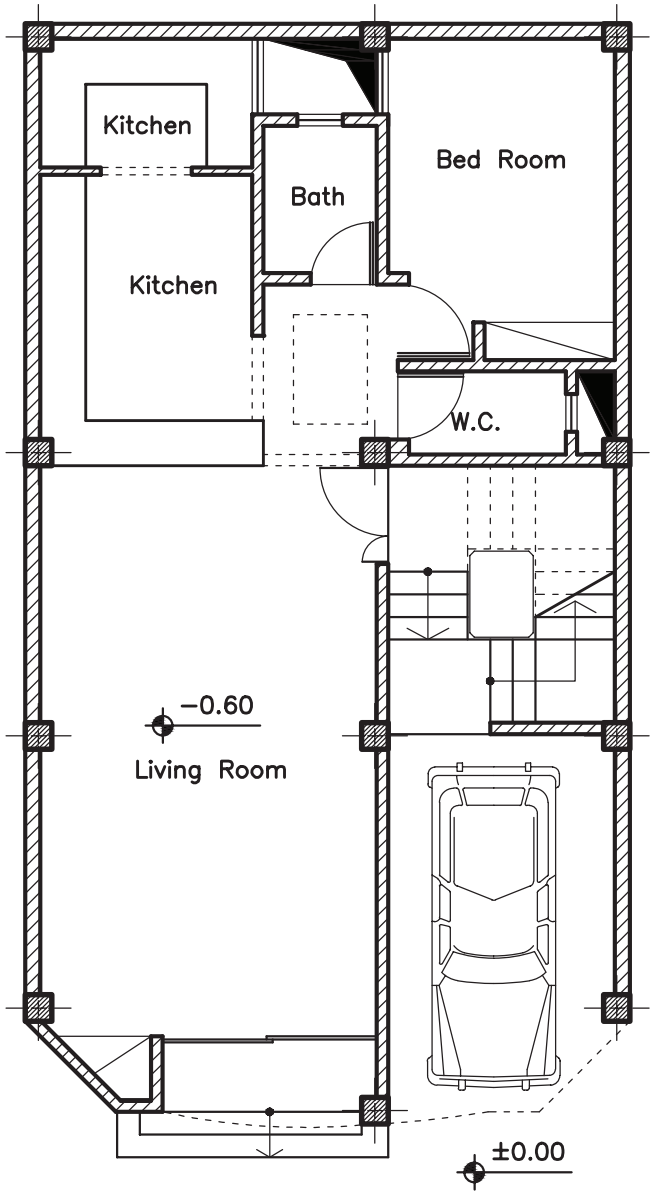
ابتدا مرحله اول را مطابق ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده طی نمایید.

فونداسیون گسترده به صورت صفحه‌ای در زیر کلیه ستون‌ها گسترده شده است. بنابراین معمولاً از سه طرف به لبه زمین محدود می‌گردد و از طرف حیاط با نظر مهندس محاسب ابعاد آن مشخص می‌شود. در این پلان بتن مگر ترسیم نمی‌گردد.



تمرین کارگاهی:

در ادامه، پلان همکف یک ساختمان دو طبقه، آمده است. پلان فونداسیون گسترده آن‌را ترسیم کنید.



فصل ششم:

پلان تیرریزی

هدف کلی: رسم پلان تیرریزی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

۱- شناژ مخفی را تعریف کند؛
۲- مراحل ترسیم پلان تیرریزی را شرح دهد؛
۳- با استفاده از پلان آکس‌بندی، پلان تیرریزی را ترسیم نماید.

۱-۶- ترسیم پلان تیرریزی

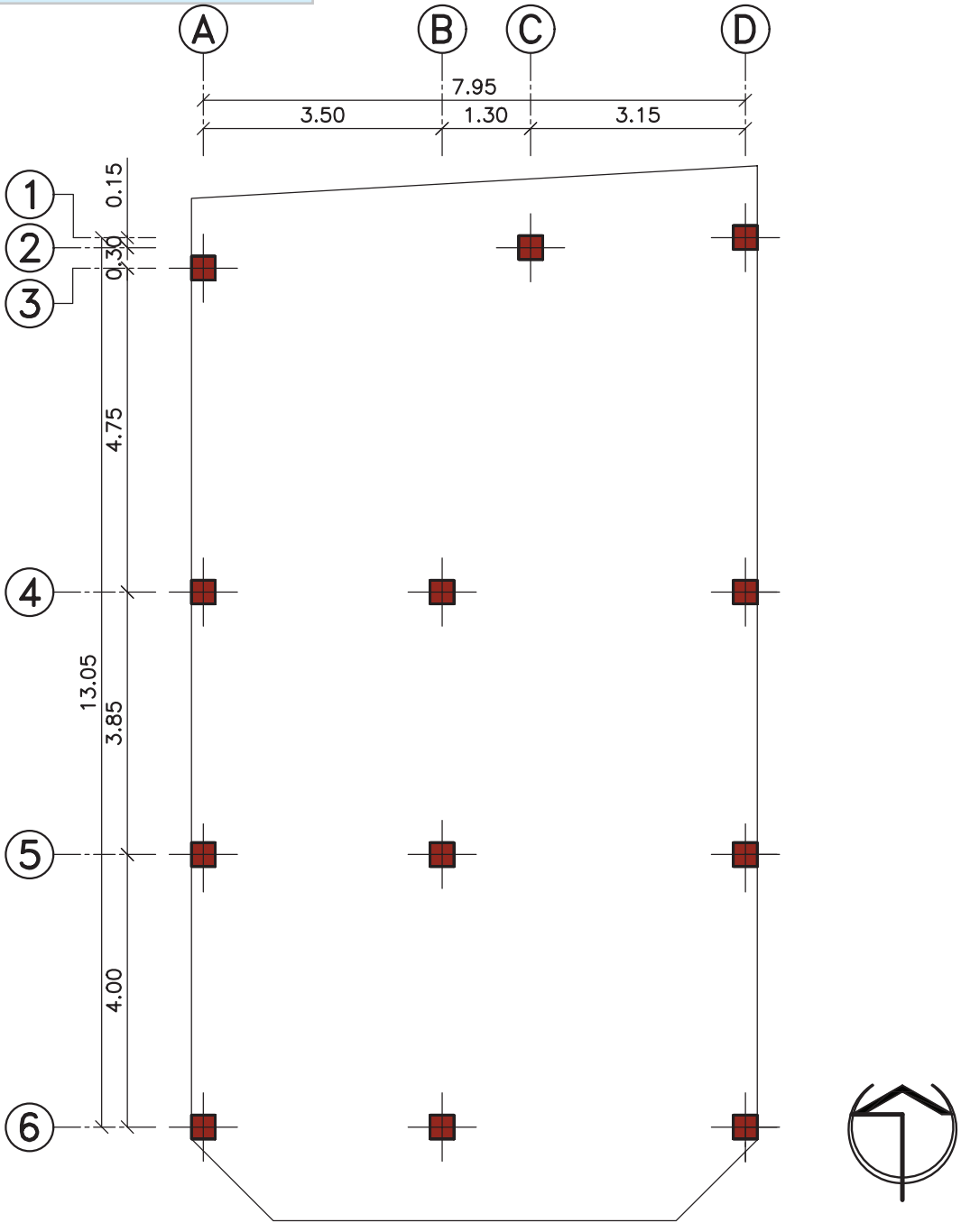
پلان تیرریزی یکی از نقشه‌های سازه است که در آن ابعاد، موقعیت و نحوه اجرای تیرها در سقف هر طبقه از ساختمان مشخص می‌شود. بنابر این می‌توان برای هر طبقه از ساختمان یک پلان تیرریزی منطبق با شکل سقف آن طبقه ترسیم کرد.
در این فصل با مراحل ترسیم پلان تیرریزی سقف تیرچه و بلوک که از متداول‌ترین نوع دال یک طرفه در ساختمان‌های مسکونی است آشنا می‌شوید.

شکل ۱-۳- خاکبرداری با دست

مرحله شماره (۱): ترسیم پلان ستون گذاری

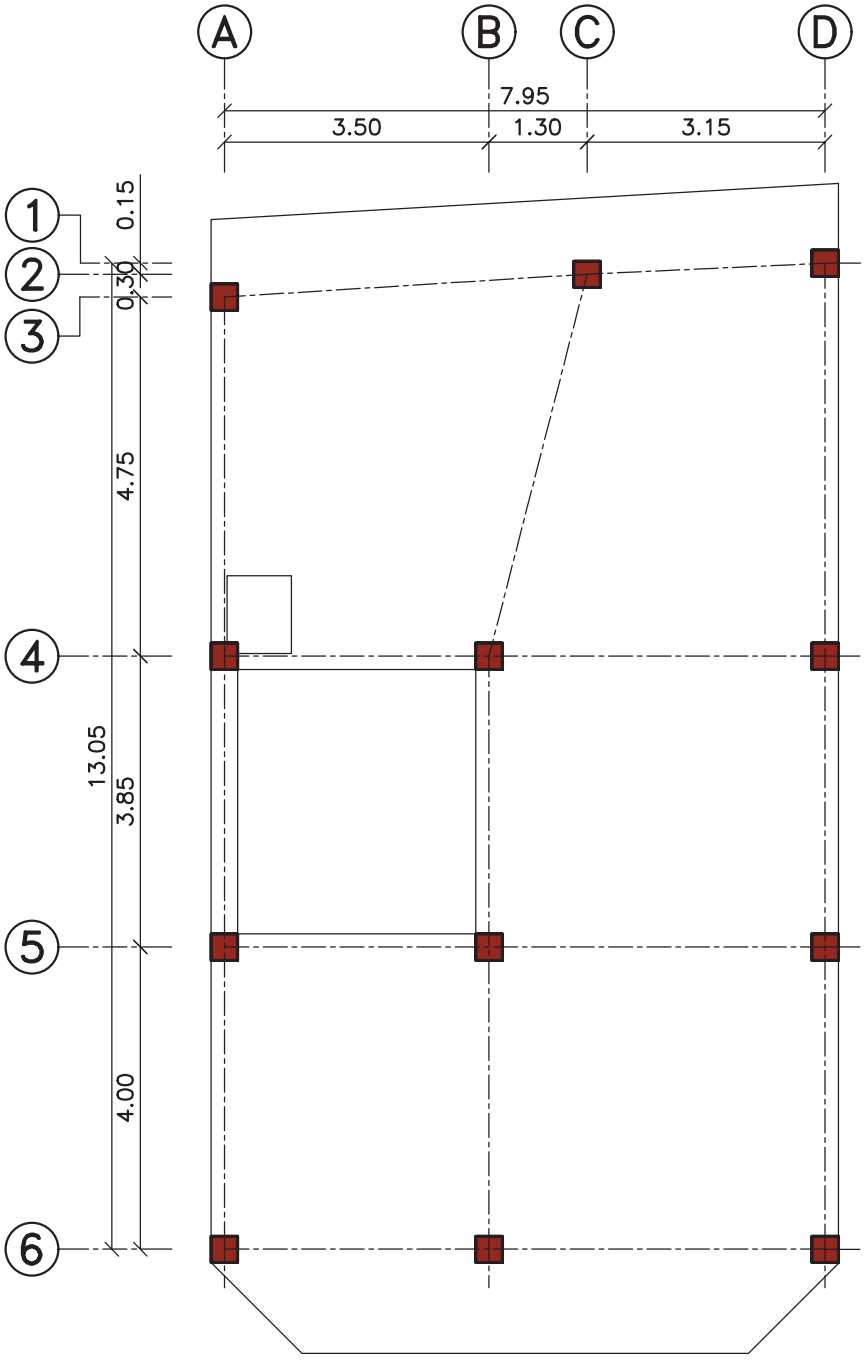
ابتدا پلان مورد نظر برای ترسیم پلان تیرریزی را روی میز بچسبانید. سپس کاغذ پوستی را روی آن قرار داده و پلان ستون‌گذاری را ترسیم کنید. جهت جلوگیری از شلوغ شدن نقشه بهتر است، خطوط آکس داخل پلان ترسیم نشوند. ستون ها را با علامت ⊕ نشان دهید. سپس محدوده سقف طبقه مورد نظر را با خط نازک ترسیم نمایید.

علامت (+) با خط پر ضخیم ترسیم می گردد.



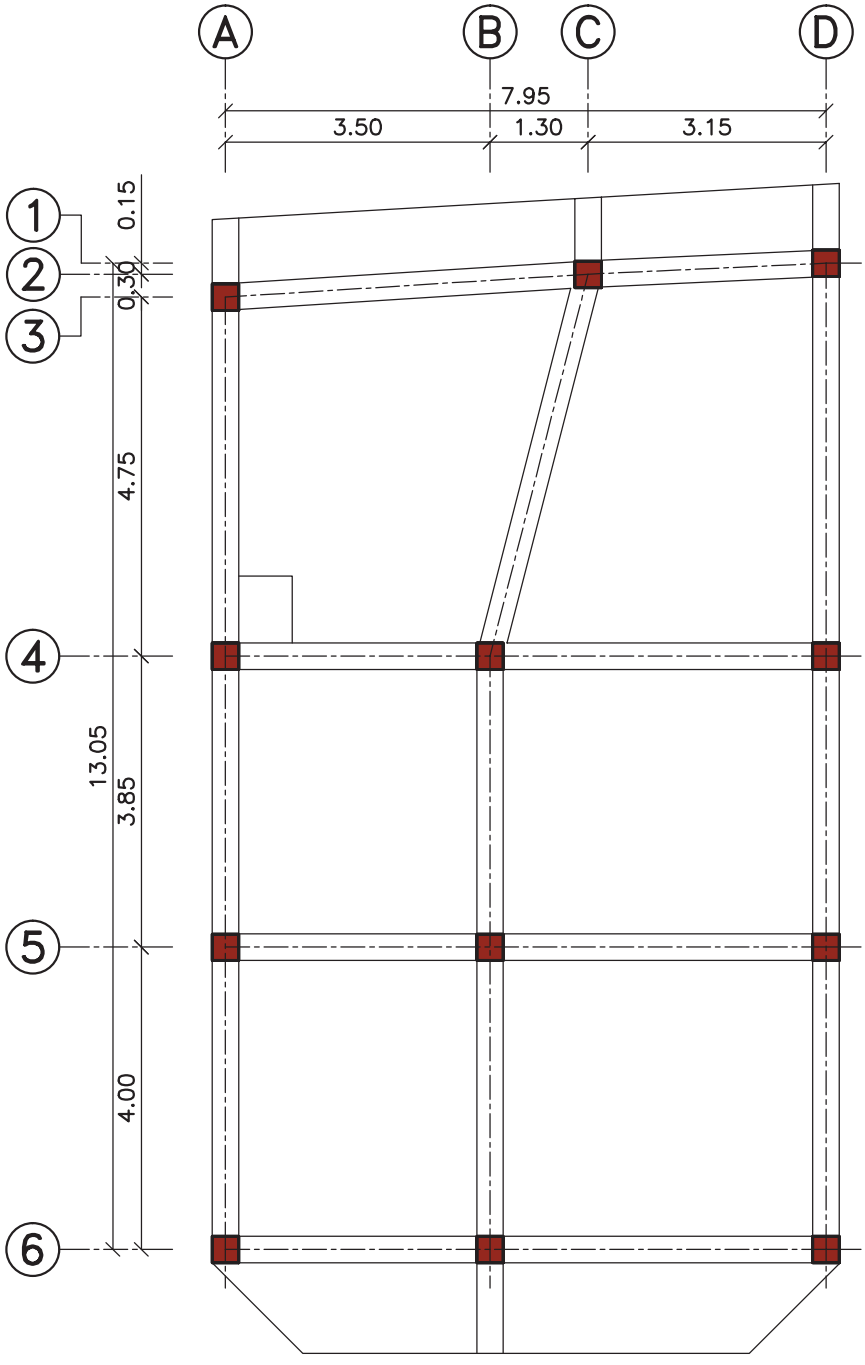
مرحله شماره (۲): محور بندی ستون ها

ستون های مجاور را با خط آکس به یکدیگر وصل نمایید. سپس موقعیت داکت، نورگیر، دستگاه پله، اختلاف سطح و یا هر عامل تأثیر گذار دیگر بر روی سقف را مشخص کنید.



مرحله شماره (۳): ترسیم تیرها

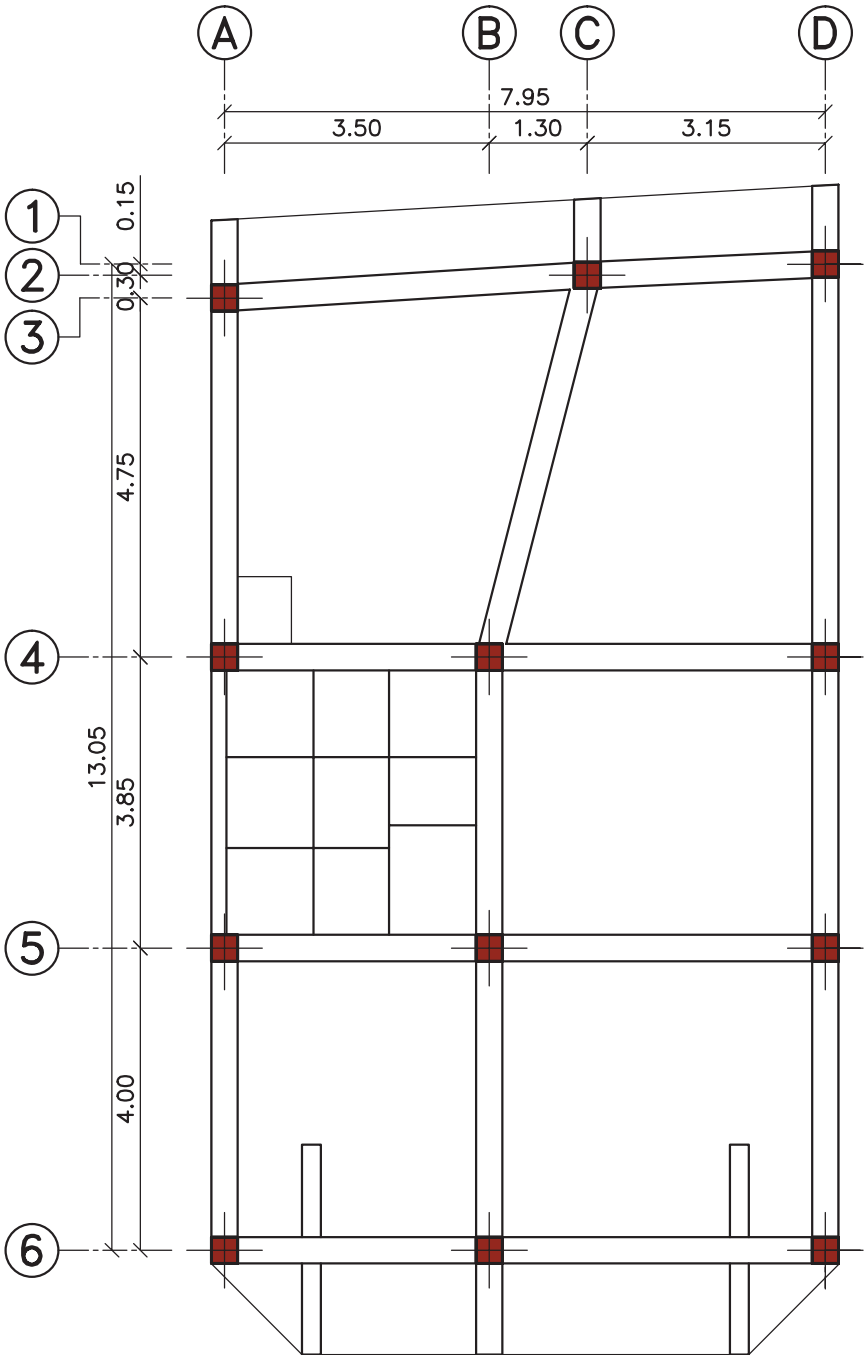
تیرها را طبق نظر مهندس محاسب ترسیم نمایید. معمولاً برای انتقال بهتر بار سقف به ستون ها، تیرها از هر ستون به ستون مجاور متصل می گردند. قسمت های بیرون زده از سقف که اصطلاحاً کنسول گفته می شوند؛ را نیز با امتداد دادن تیرها کامل کنید.



مرحله شماره (۴): ترسیم کنسول ها و پله

گاهی برای تحمل بار کنسول ها، محاسبه نشان می دهد که باید از تیرهای فرعی به شکل زیر استفاده شود.

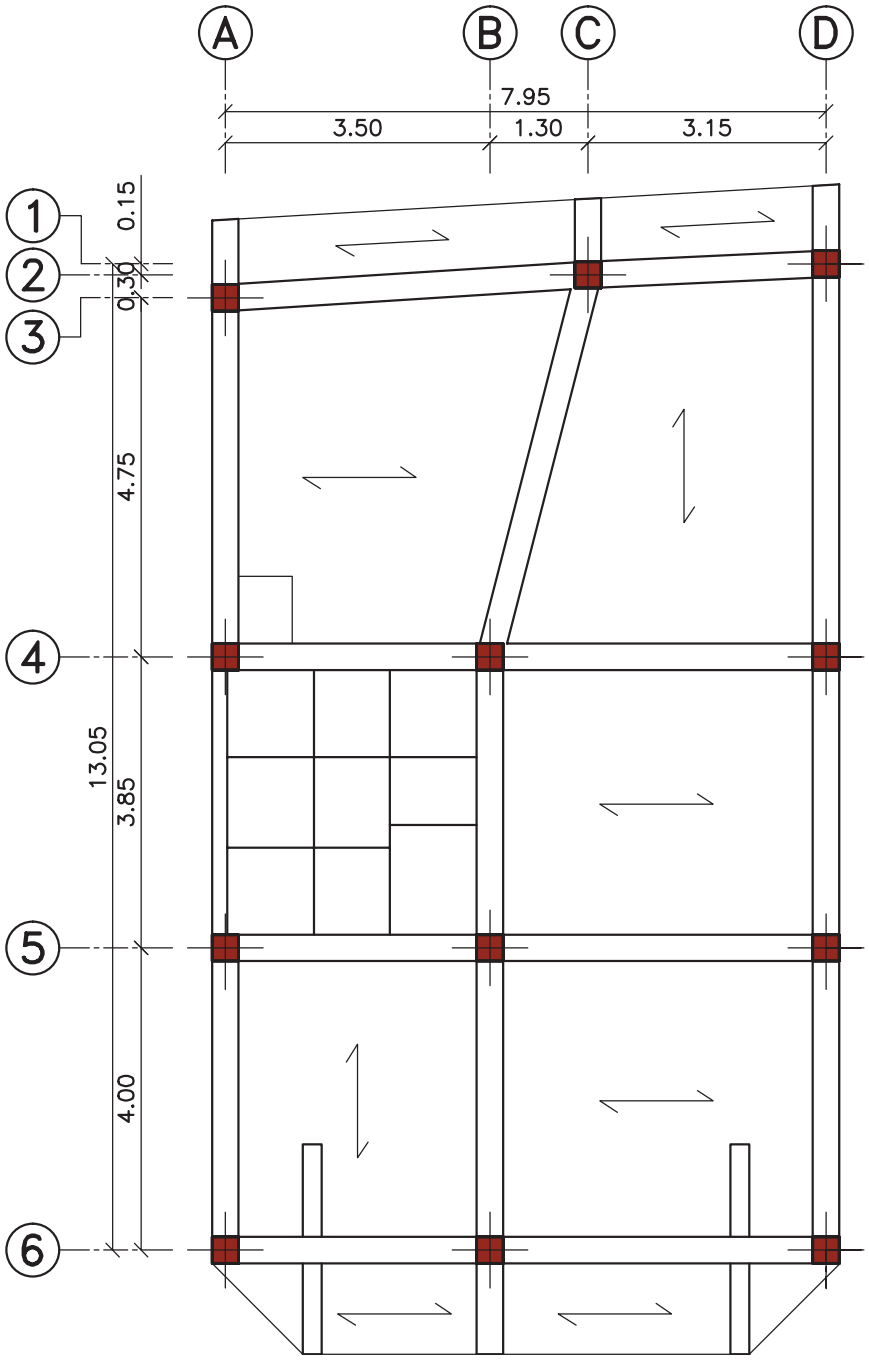
در اجرای پله، ابتدا سطح شیب داری (رامپ پله) مطابق شکل ایجاد می کنند. برای ترسیم این سطح کافی است شروع، خاتمه و دو طرف بازوی پله را با خطی نشان دهید.



مرحله شماره (۵): ترسیم جهت تیرچه‌ها

در سقف تیرچه و بلوک جهت اجرای تیرچه‌ها را با علامت ⟵ نشان می‌دهند. در هر دهانه، تیرچه در جهت طول بیشتر اجرا می‌گردد.

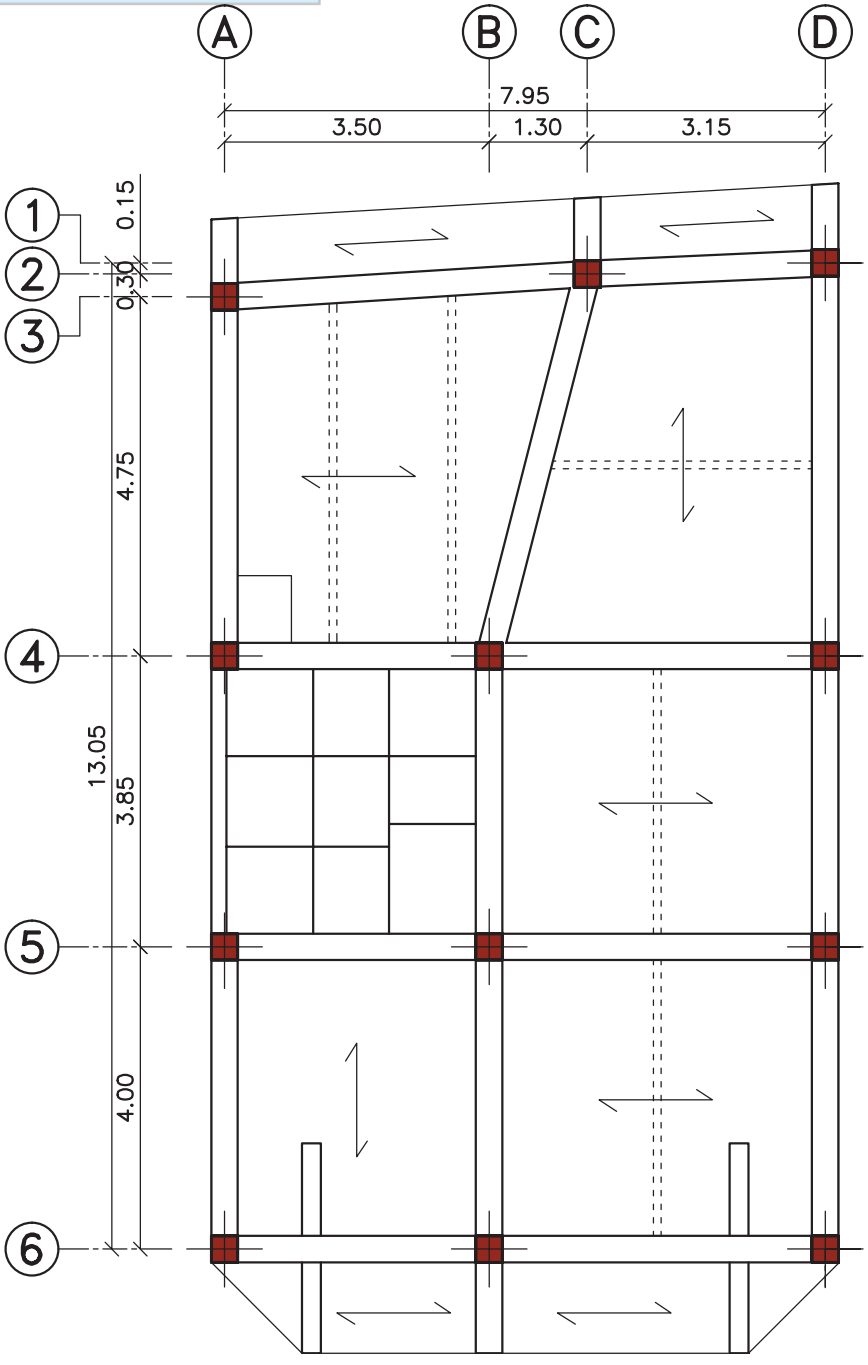
جهت تیرچه ها را با خط پر نازک مشخص کنید.



مرحله شماره (۶): ترسیم شناژ مخفی

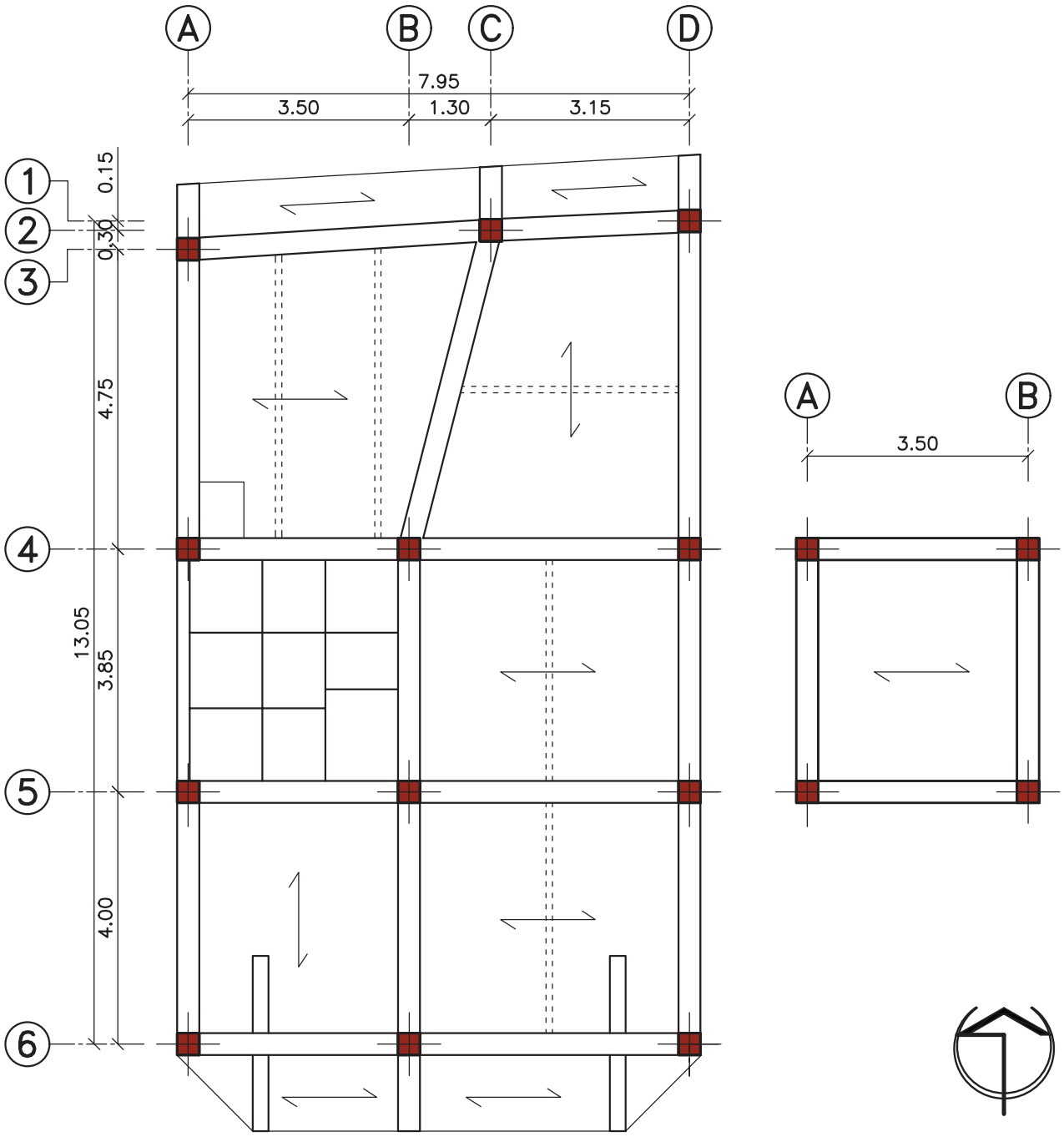
در سقف های تیرچه و بلوک، برای توزیع یکنواخت بار روی سقف و همچنین در محل هائی که بار منفرد وجود داشته باشد، کلاف میانی بتنی (شناژ مخفی) تعبیه می شود. طبق آیین نامه اجرائی سقف های تیرچه و بلوک، برای سقف هائی با بار زنده ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و طول دهانه بیشتر از ۴ متر (تا۷متر)، یک کلاف میانی باید در سقف ایجاد شود. شناژ مخفی با ضخامت ۱۰ سانتی متر، در وسط طول تیرچه و عمود بر جهت تیرچه ها تعبیه می گردد.

شناژ مخفی با خط چین نازک ترسیم می‌شود.



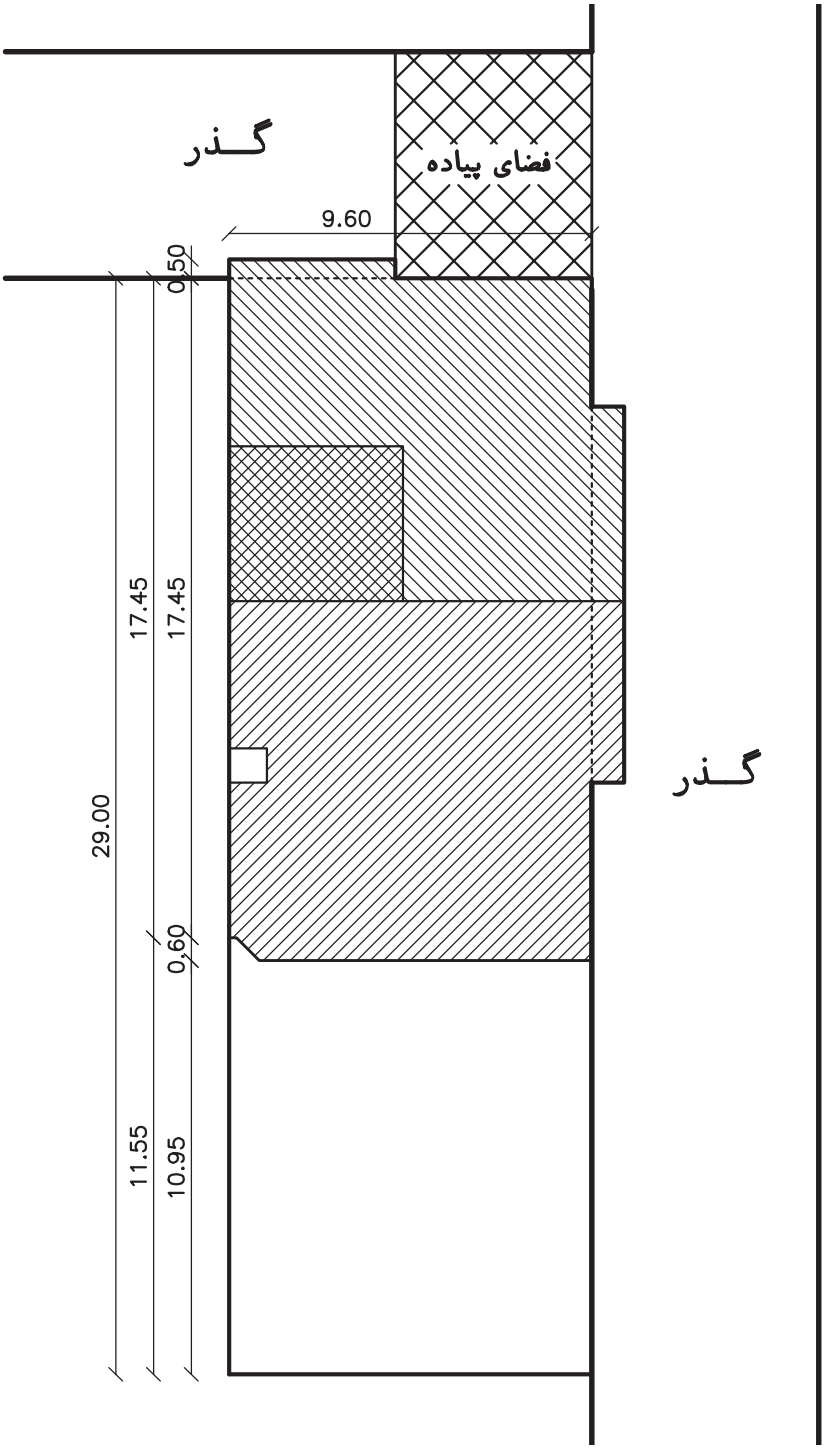
مرحله شماره (۷): ترسیم تیرریزی سقف اتاقک پله

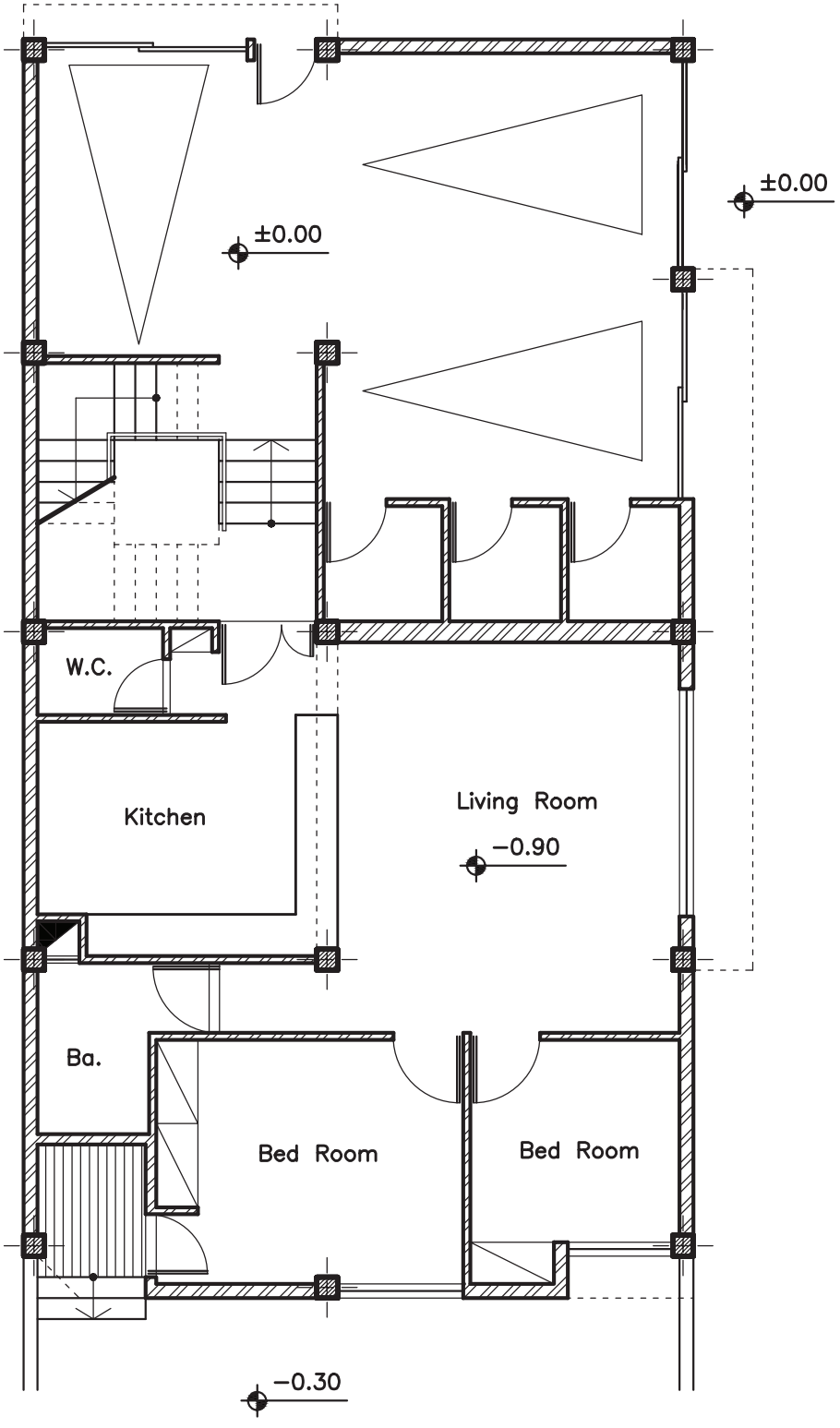
توجه: گذاشتن علامت شمال در کنار پلان تیرریزی الزامی است.

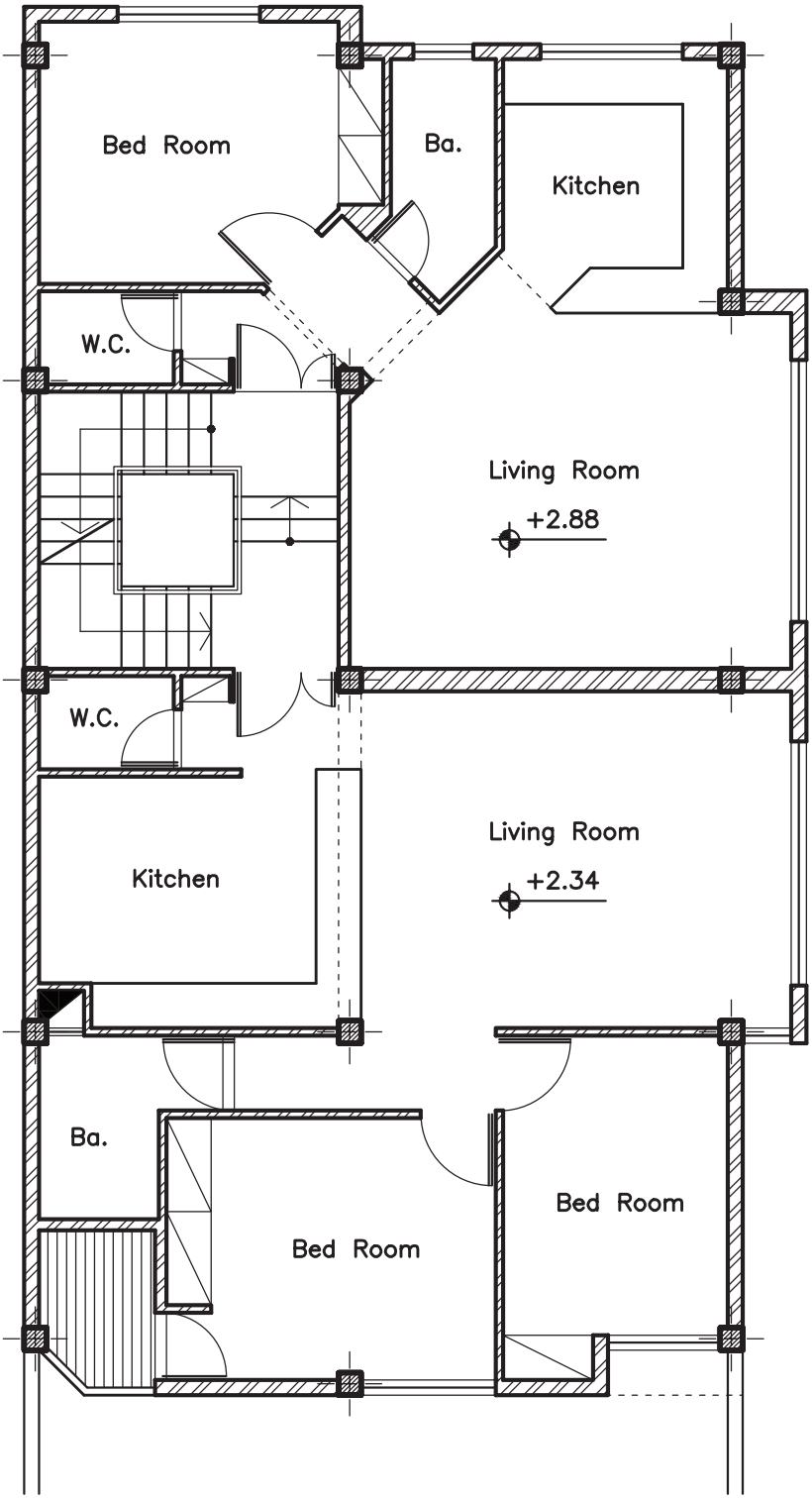


تمرین کارگاهی:

در ادامه، پلان طبقات یک ساختمان دو طبقه، آمده است. پلان تیرریزی هریک از طبقات را جداگانه ترسیم نموده و آن‌ها را با هم مقایسه نمایید.




±0.00
±0.00
W.C.
Kitchen
Living Room
−0.90
Ba.
Bed Room
Bed Room
−0.30


Bed Room
Ba.
Kitchen
W.C.
Living Room
+2.88
W.C.
Kitchen
Living Room
+2.34
Ba.
Bed Room
Bed Room

فصل هفتم:

جزئیات اجرایی سازه

هدف کلی: رسم جزئیات اجرایی سازه‌های بتنی.

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

۱- قانون نظام مهندسی را توضیح دهد؛
۲- انواع آیین‌نامه‌ها را نام ببرد؛
۳- خم‌های استاندارد میلگرد را شرح دهد؛
۴- با اصول ترسیم پلان اجرایی فونداسیون نواری آشنا شود؛
۵- جزئیات میلگرد گذاری در فونداسیون کلاف شده را بیان کند؛
۶- جزئیات میلگرد گذاری در ستون را بیان کند؛
۷- جزئیات میلگرد گذاری در تیرها را شرح دهد؛
۸- بتواند بر اساس استاندارد، میزان خم و قلاب میلگردها را بیان کند؛

۷-۱- مقدمه

ساخت و ساز و تولید ابنیه و ساختمان در سطح کشور توسط متولیان خصوصی و عمومی انجام می شود. به منظور رعایت اصول و قواعد طراحی و اجرایی و نحوه نظارت صحیح بر این عملکردها، دستورالعمل ها، ضوابط، آیین نامه ها و بخشنامه های اجرایی و مقررات ملی ساختمانی تدوین شده است و تحت پوشش قانون نظام مهندسی در کل کشور به اجرا در می‌آید. در این رابطه کلیه نهادهای قانونی و شخصیت‌های حقوقی اعم از خصوصی و عمومی طبق قانون نظام مهندسی و سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور مکلف به تبعیت از ضوابط مذکورند.

۷-۲- تعاریف پایه

۷-۲-۱- قانون نظام مهندسی

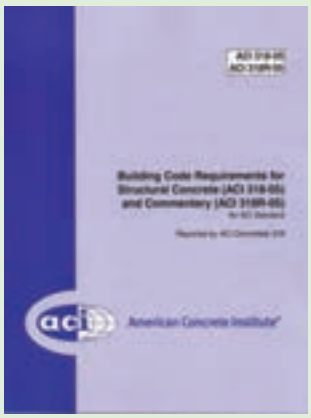
این قانون بیان کننده اهداف و فلسفه وجودی آیین نامه ها و مقررات ملی ساختمان در سطح کشور است و بر آموزش، کسب مهارت فنی و کنترل مقررات ملی ساختمان تأکید دارد

۷-۲-۲- مقررات ملی ساختمان

مجموعه ضوابط و دستورالعمل های فنی و اجرایی و ایمنی و اقتصادی و زیست محیطی است که معیار طراحی، اجرا، نظارت، کنترل و ارزیابی کیفی عملیات اجرایی طرح های عمرانی یا ساخت و تولید مصالح در کلیه زمینه ها و رشته های فنی و مهندسی وابسته به ساختمان را در بر می گیرد و توسط وزارت مسکن و شهرسازی ابلاغ می شود.

۷-۲-۳- آیین نامه

مجموعه روش ها و شیوه های فنی، اجرایی، ایمنی، اقتصادی و زیست محیطی است که معیار طراحی، اجرا، نظارت، کنترل و ارزیابی کیفی عملیات اجرایی طرح های عمرانی یا ساخت و تولید مصالح در کلیه زمینه ها و رشته های فنی و مهندسی وابسته به ساختمان را در بر می گیرد و توسط وزارت مسکن و شهرسازی ابلاغ می شود.



– طبقه بندی انواع آیین نامه ها

مجموعه قوانین و مقررات خاص مربوط به هر بخش یا عملیات اجرایی که توسط دستگاه اجرایی مربوطه ابلاغ می شود؛ شامل موارد زیر است:

الف) آیین نامه های ساخت، تولید، کنترل کیفیت مواد و مصالح، تجهیزات و ماشین آلات؛ مانند دستور العمل های مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و مؤسسه استاندارد کیفیت ایران.

ب) آیین‌نامه‌های اجرایی و مشخصات فنی عمومی کارهای عمرانی؛ مانند دستور العمل‌های نشریه شماره ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.

ج) آیین‌نامه‌های بارگذاری و شیوه های تحلیل بارهای وارد بر ساختمان؛ مانند آیین‌نامه حداقل بار وارد بر ساختمان ۵۱۹ ایران و آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله ۲۸۰۰ ایران ابلاغ شده توسط وزارت مسکن و شهرسازی ایران.

د) آیین‌نامه‌های طراحی و مقاطع اجرایی؛ مانند مباحث مختلف مقررات ملی ساختمان، آیین‌نامه بتن ایران (آبا) و آیین‌نامهACI (آیین‌نامه بتن آمریکا).

ه) آیین‌نامه‌های حفاظت و ایمنی در کارگاه‌های ساختمانی؛ مانند مصوبه شورای عالی حفاظت فنی وزارت کار و امور اجتماعی.

و) آیین‌نامه های نظارت و بازرسی فنی؛ مانند مباحث مختلف مقررات ملی ساختمان .

۳-۷- قلاب های استاندارد

در مبحث نهم از مقررات ملی ساختمان، هر یک از خم‌های زیر قلاب استاندارد تلقی می‌شوند:

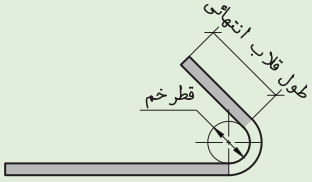
۱- میلگردهای اصلی :

– خم نیم دایره (۱۸۰°) به اضافه حداقل $4\ d_b$ طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد (این مقدار نباید از ۶۰ میلی‌متر کمتر گردد).

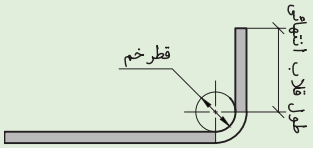
– خم گونیا (۹۰°) به اضافه حداقل $12\ d_b$ طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد.

منظور از d_b ۱۲، یعنی۱۲ برابر قطر میلگرد.

۲- میلگرد های خاموت :

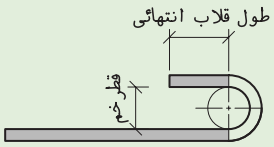


– برای میلگردهای به قطر ۱۶ میلی‌متر و کمتر: خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه حداقل $6\ d_b$ طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد (این مقدار نباید از ۶۰ میلی‌متر کمتر گردد).



– برای میلگـردهای به قطر بیشتر از ۱۶ میلی‌متـر و کمتر از ۲۵ میلی‌متر: خم ۹۰ درجـه (گونیا) به اضافه حداقل $12\ d_b$ طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد.

– خم ۱۳۵ درجه (چنگک) به اضافه حداقل $6\ d_b$ طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد (این مقدار نباید از ۶۰ میلی‌متر کمتر گردد).



> **توجـــــه:** قطر داخلی خم‌ها برای خاموت‌های به قطر کمتر از ۱۶ میلی‌متر نباید کمتر از $4\ d_b$ و برای خاموت‌های به قطر ۱۶ میلی‌متر و بیشتر نباید از مقادیر فوق کمتر اختیار شود.

■ **در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه)، مقادیر زیر برای خـم قلاب میلگردها آورده شده است.**

جدول شماره ۱-۷- حداقل قطر خم برای میلگردهای اصلی طبق آئین نامه ACI

قطر میلگرد	حداقل قطر خم
کمتر از ۲۸ میلی‌متر	$6\ d_b$
۲۸ تا ۳۴ میـلی‌متر	$8\ d_b$
۳۶ تا ۵۵ میـلی‌متر	$10\ d_b$

جدول شماره ۲-۷- حداقل قطر خم برای میلگردهای خاموت طبق آئین نامه ACI

قطر میلگرد	حداقل قطر خم
۱۶ میلی متر و کوچک‌تر	$4\ d_b$
بزرگ‌تر از ۱۶ میلی‌متر	طبق جدول ۱ – ۷

۴-۷- فونداسیون های بتنی

پی‌ها از مهم‌ترین اجزای سازه‌های بتن آرمه محسوب می‌شوند؛ زیرا انتقال بار کل سازه به زمین توسط آن‌ها صورت می‌گیرد و در صورت ایجاد کوچک‌ترین مشکلی در پی، کلیه اجزای سازه از قبیل تیر، ستون، دال و دیوار تحت تأثیر جدی قرار می‌گیرند. به همین منظور، فونداسیون‌هایی که معمولاً برای ساختمان های بتنی در نظر گرفته می شوند عموماً با محاسبات بیشتری همراه است. چه از نظر تعداد و نوع آرماتورها و چه از نظر پیوستگی بین شناژ و فونداسیون ها؛ این عمل باید بطور دقیق و اصولی انجام شود تا در اثر نشست های احتمالی و غیر یکنواخت ساختمان هیچگونه صدمه ای به بنا وارد نشود.

■ **در میلگرد گذاری پی و شناژ به نکات زیر توجه کنید (مبحث نهم از مقررات ملی ساختمان):**

– در پی‌ها، قطر میلگردها نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر باشد.

– فاصله محور تا محور میلگرها از یکدیگر، نباید کمتر از ۱۰ سانتی‌متر و بیشتر از ۳۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

– ابعاد شناژ رابط بین پی‌ها باید متناسب با ابعاد پی و حداقل ۳۰ سانتی‌متر اختیار شود؛ به گونه‌ای که سطح فوقانی آن با فونداسیون یکسان باشد.

– تعداد میلگردهای طولی شناژها باید حداقل چهار عدد آرماتور با قطر ۱۴ میلی‌متر باشد.

– میلگردهای طولی شناژ، باید توسط خاموت‌هائی به قطر حداقل ۸ میلی‌متر و با فواصل حداکثر ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر، به هم بسته شوند.

۱-۴-۷- ترسیم جزئیات فونداسیون کلاف شده

همان‌طور که گفته شد؛ به منظور تقویت پی بتنی در مقابل کشش، آن‌را با آرماتور مسلح می‌کنند. در پی‌های منفرد در اثر فشار و بار وارد شده از طرف ستون، سطح بالای آن به حالت فشار و سطح پایینی آن به حالت کشش در می‌آید. بنابراین شبکه‌ای از میلگردهای طولی و عرضی را در محدوده وارد شدن نیروی کششی یعنی سطح پایینی قرار می‌دهند. به این شبکه مِش یا حصیری کف گفته می شود.

> **توجـــــه:** با توجه به توصیه مبحث نهم از مقررات ملی ساختمان، حداقل پوشش بتن برای کف فونداسیون باید ۷۵ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

در تصاویر ارئه شده سعی گردیده تا مراحل میلگرد گذاری فونداسیون کلاف شده به اختصار بیان شود. در ادامه نحوه ترسیم جزئیات اجرایی فونداسیون‌های منفرد ساختمان مسکونی مورد بحث، آورده شده است.

برای ترسیم جزئیات سه تیپ از فونداسیون‌های موجود در پلان مورد بحث کتاب، سعی شده است تا هم زمان در پلان و برش، میلگردگذاری و روش ترسیم آن نمایش داده شود.

توجـــه: در ترسیم جزئیات از مقیاس‌های $\frac{1}{50}$، $\frac{1}{25}$، $\frac{1}{20}$ و $\frac{1}{10}$ استفاده می شود.

شکل ۳-۷- خم میلگرد در کنار و به هم بستن میلگردهای طولی و عرضی

شکل ۲-۷- اجرای میلگرد های طولی و عرضی کف پی

شکل ۱-۷-آماده سازی کف پی

شکل۵-۷-اجرای میلگردشناژها

شکل۴-۷-اجرای میلگردهای ریشه‌انتظار

۱-۱-۴-۷- فونداسیون تیپ F-۱ (فونداسیون گوشه)

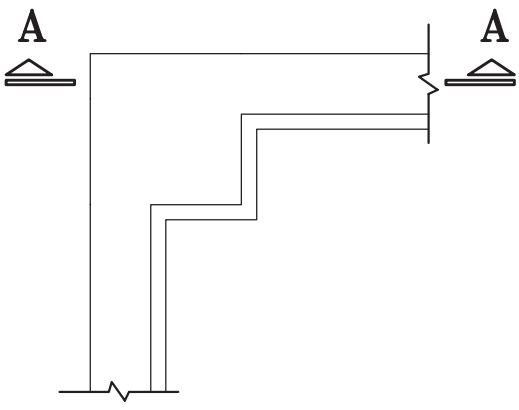
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و با خط پر نازک ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۲):** مهندس محاسب با در نظر گرفتن بارهای وارد بر پی، نوع و جنس زمین و نوع فونداسیون، تعداد و قطر میلگردها را محاسبه می‌کند. شما با در نظر گرفتن پوشش بتن در کف و دیواره‌های پی، میزان خم میلگرد (با توجه به قطر میلگرد و جداول ارائه شده) و همچنین فاصله میلگردها، میلگردهای طولی و عرضی کف فونداسیون را ترسیم نمائید.

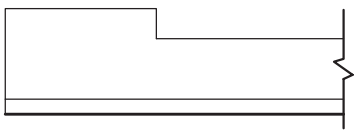
به‌طور مثال: مشخصات میلگرد کف از طرف مهندس محاسب ۲ × ۶ Ø ۱۶ @ ۱۸ cm اعلام شده است. یعنی در کف فونداسیون در ۲ جهت طولی و عرضی ۶ عدد میلگردآج‌دار با قطر ۱۶ میلی‌متر و فاصله ۱۸ سانتی‌متر از هم قرار گیرند.

- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی و خاموت شناژها را ترسیم کنید.

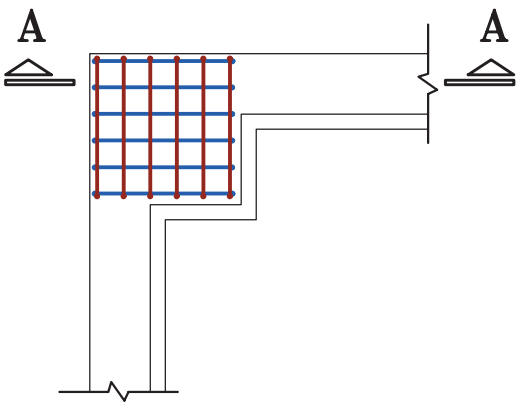
به‌طور مثال: میلگردهای طولی شناژ = ۴ Ø ۱۴

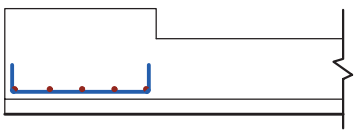
خاموت‌ها = Ø ۱۰ @ ۲۵ cm





مرحله شماره (۱)





مرحله شماره (۲)

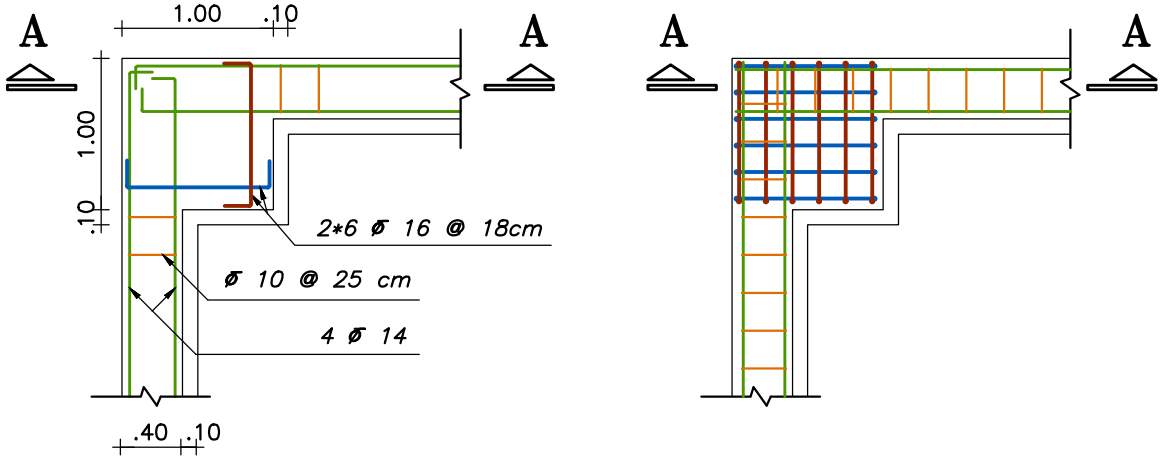
■ **مرحله شماره (٤):** همان‌طور که می‌بینید ترسیم تمام میلگردها نقشه را شلوغ و بیننده را سردرگم می‌کند. برای جلوگیری از هر گونه خطا در خواندن و اجرا کردن نقشه‌ها، باید آن‌ها را به‌طور مختصر نشان داد. به تصویر مربوط به مرحله چهارم دقت کنید.

– از میلگردهای طولی و عرضی کف فونداسیون، فقط یکی را به صورت خوابیده ترسیم کرده و مشخصات فنی آن‌را نشان دهید.

– از خاموت‌ها نیز فقط دو تای آن‌را در هر راستا، برای نشان دادن فاصله صحیح بین آن‌ها مشخص کرده و مشخصات فنی آن‌را معرفی نمائید.

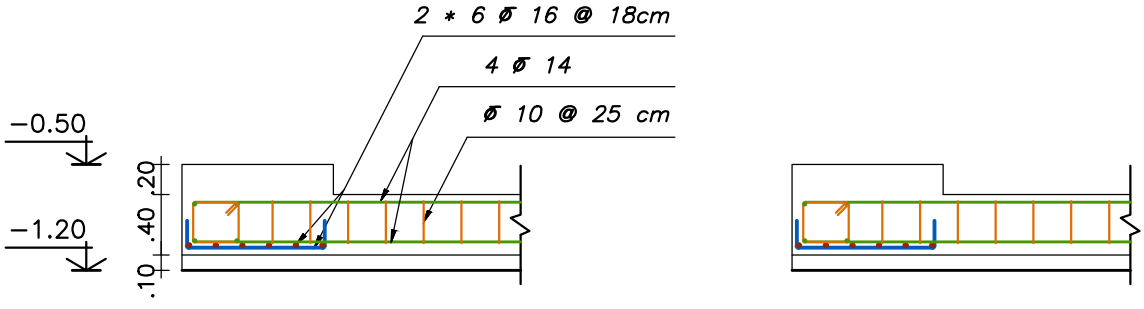
– جزئیات ترسیمی را اندازه‌گذاری کرده و کدهای ارتفاعی را بنویسید.

– نام و مقیاس ترسیم را زیر هر دتایل مشخص کنید.



Foundation Typ. F–1

SC:1:50



Section A–A

SC:1:50

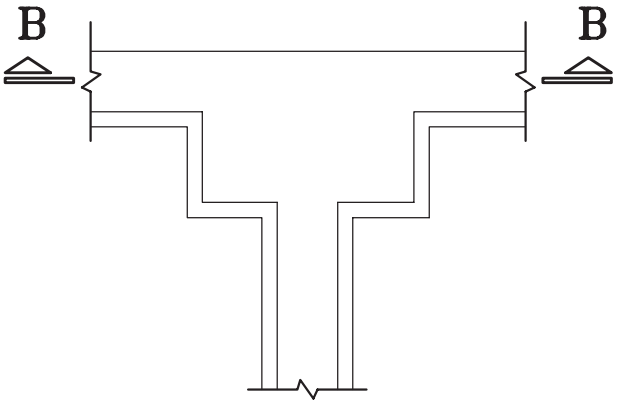
مرحله شماره (۳) مرحله شماره (۴)

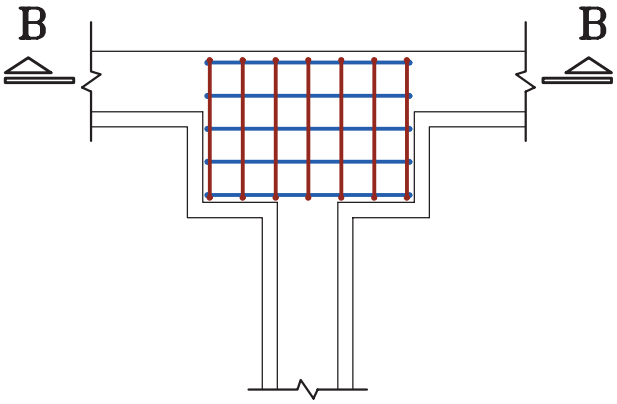
۲-۱-۴-۷- فونداسیون تیپ F-۳ (فونداسیون کناری)

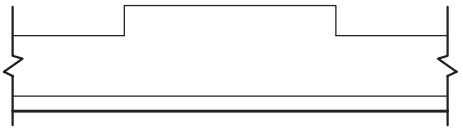
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و با خط پر نازک ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۲):** میلگردهای طولی و عرضی کف فونداسیون را ترسیم نمائید. مهندس محاسب مشخصات زیر را برای این فونداسیون محاسبه کرده است.

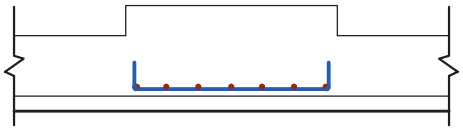
مشخصات میلگردهای طولی کف = ۵ Ø ۱۶ @ ۲۲ cm

مشخصات میلگردهای عرضی کف = ۷ Ø ۱۶ @ ۲۲ cm





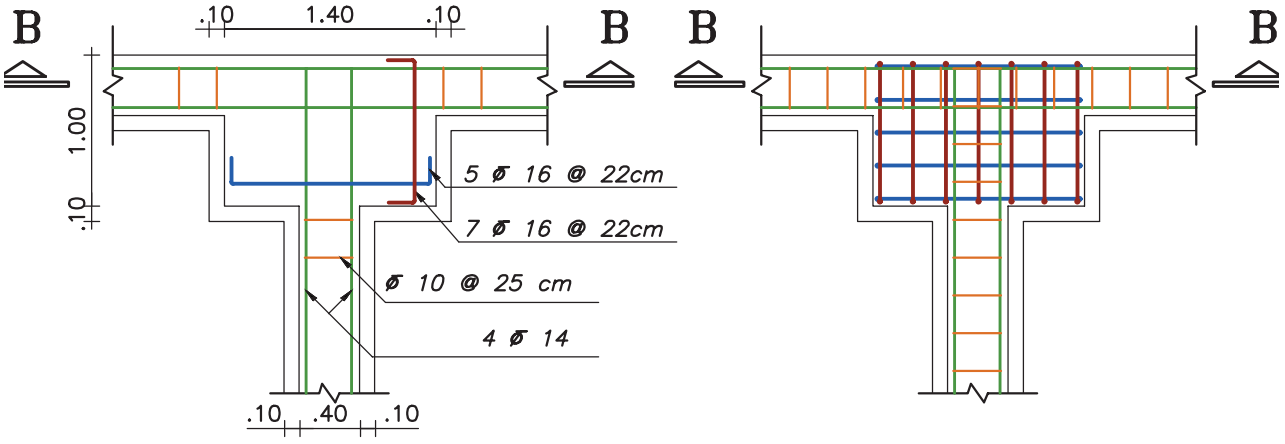




مرحله شماره (۱)

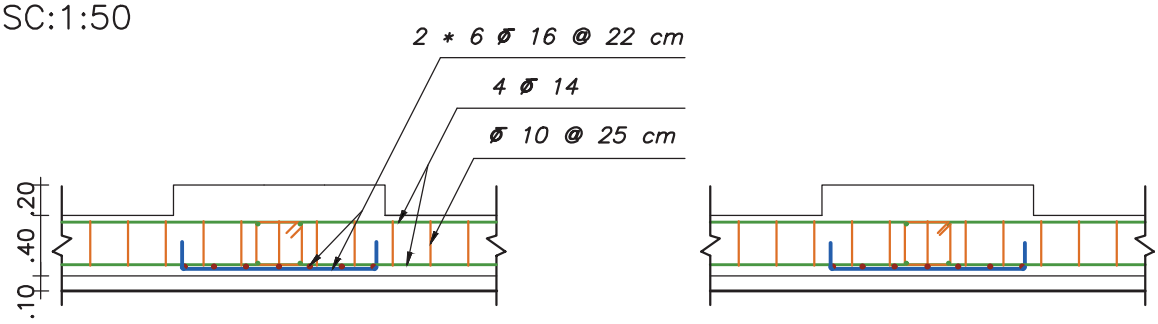
مرحله شماره (۲)

- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی و خاموت شناژها را مطابق مشخص قبل، ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۴):** ترسیمات را نهائی کنید.



Foundation Typ. F-5

SC:1:50



Section B-B

SC:1:50

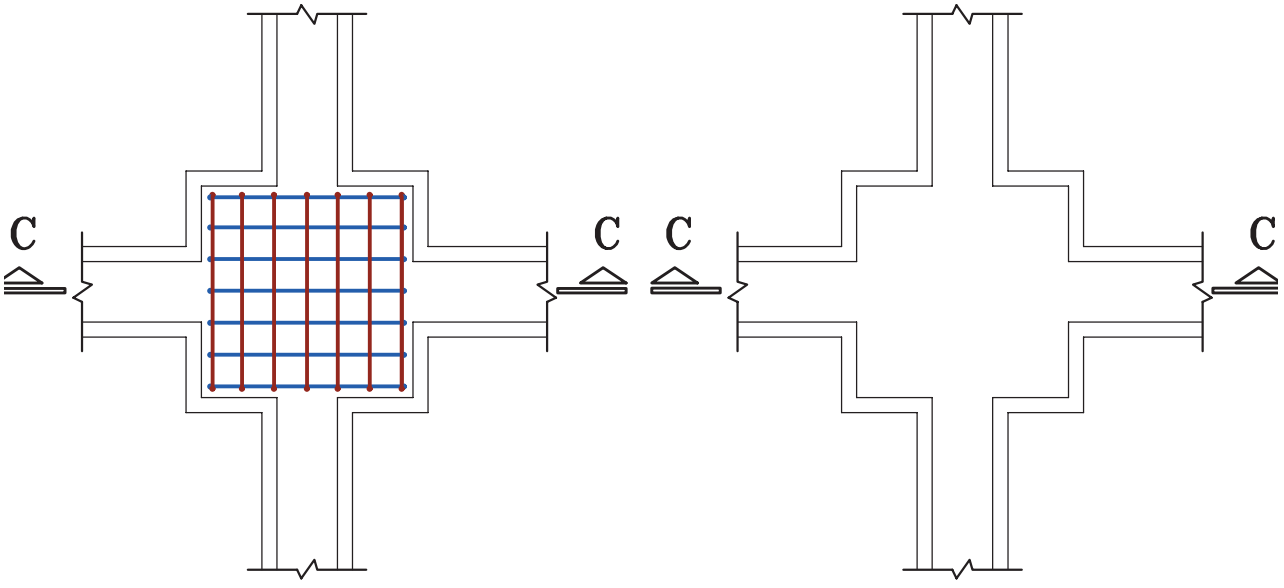
مرحله شماره (۳)

مرحله شماره (۴)

۳-۱-۴-۷- فونداسیون تیپ F-۵ (فونداسیون میانی)

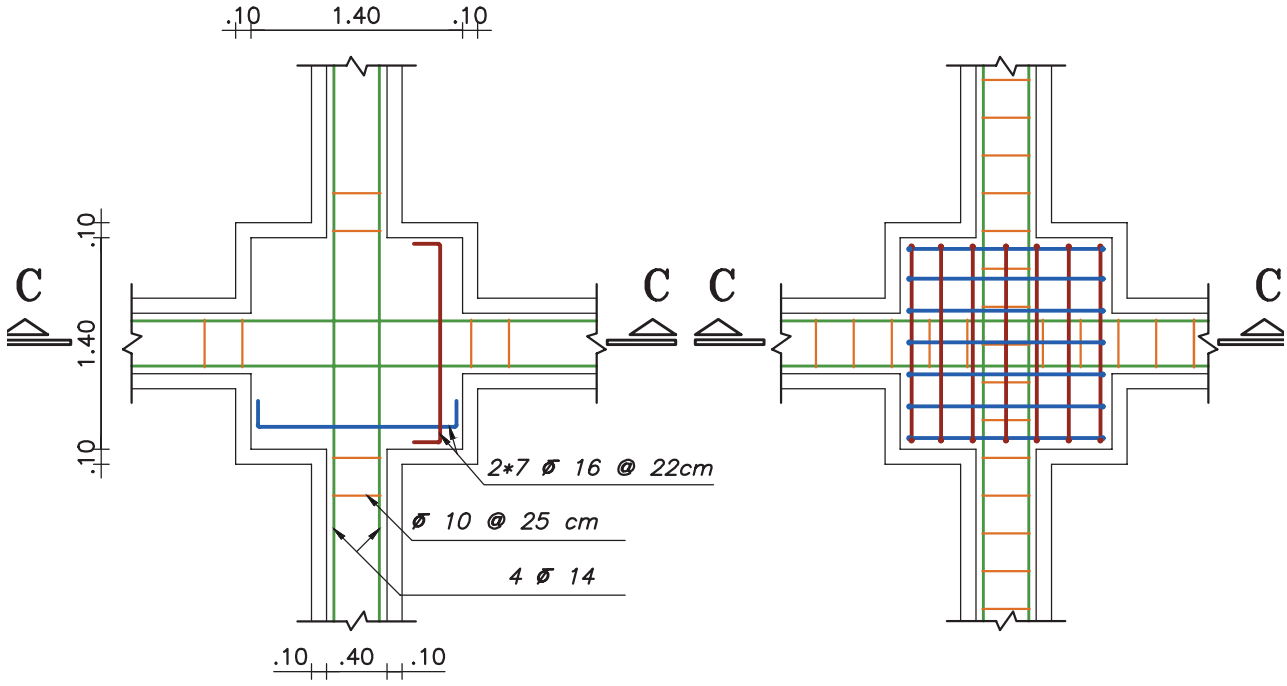
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و با خط پر نازک ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۲):** میلگردهای طولی و عرضی کف فونداسیون را ترسیم نمائید. مهندس محاسب مشخصات زیر را برای این فونداسیون محاسبه کرده است.

مشخصات میلگردهای طولی و عرضی کف = ۲ × ۷ Ø ۱۶ @ ۲۲ cm



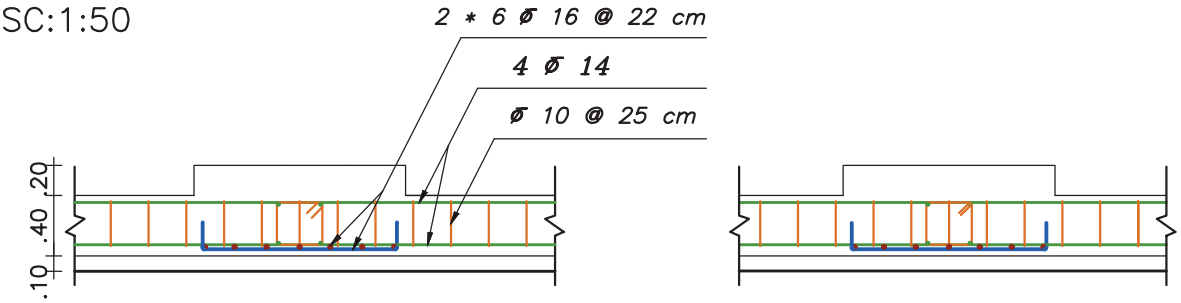
مرحله شماره (۱) — مرحله شماره (۲)

- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی و خاموت شناژها را مطابق مشخص قبل، ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۴):** ترسیمات را نهائی کنید.



Foundation Typ. F–5

SC:1:50



Section C–C

SC:1:50

مرحله شماره (۳)

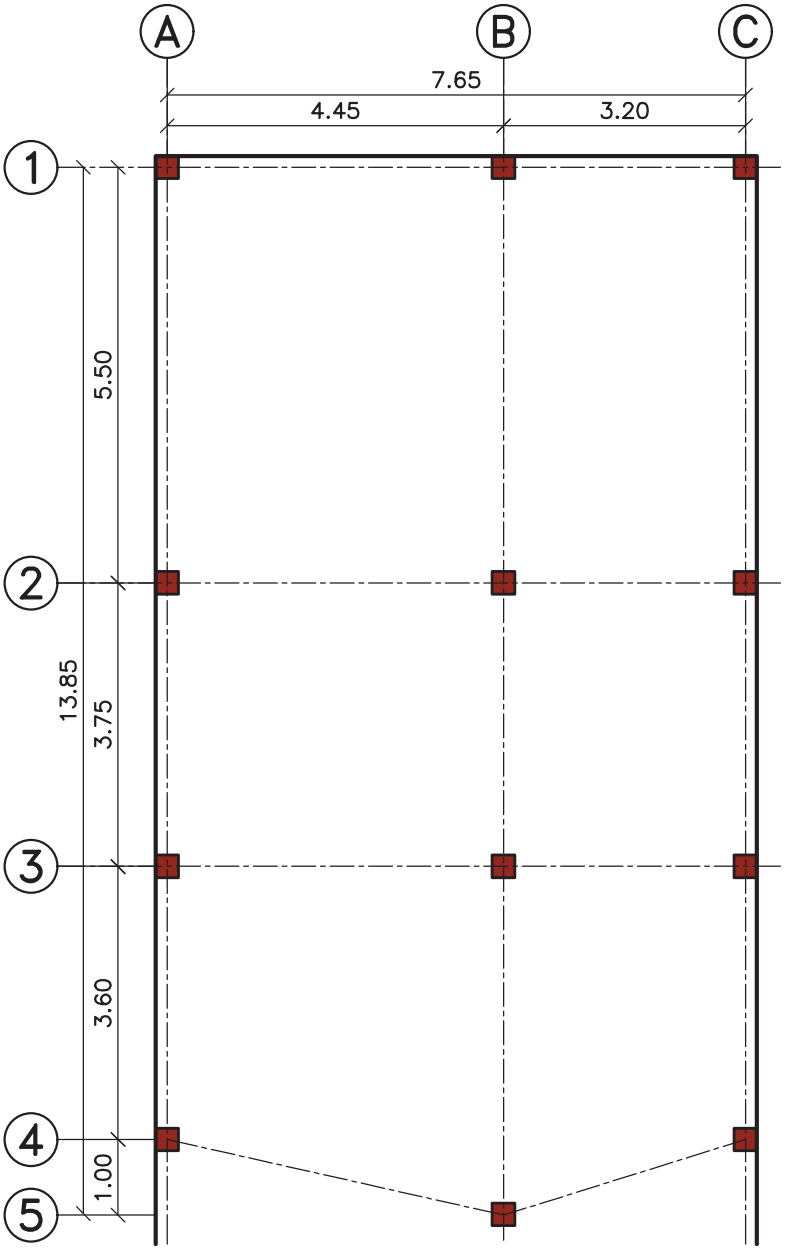
مرحله شماره (۴)

تمرین کارگاهی: پلان آکس بندی و محدوده ساخت یک ساختمان، آورده شده است.

۱) پلان فونداسیون کلاف شده‌ای با مشخصات زیر را ترسیم کنید.

۲) جدول تیپ مشخصات فونداسیون آن‌را تنظیم کنید.

۳) با نظر مربی خود، جزئیات اجرایی سه فونداسیون متفاوت را با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$، ترسیم کنید.



- **مشخصات ابعاد:**

عرض شناژ= ۰/۶۰ متر

– فونداسیون گوشه= ۱/۳۰ × ۱/۳۰ متر

– فونداسیون کناری= ۱/۳۰× ۲ متر

– فونداسیون میانی= ۲× ۲ متر

– ارتفاع پی و شناژ = ۰/۷۰ متر

- **مشخصات میلگرد:**

– پوشش بتن کف = ۷/۵ سانتی‌متر

– پوشش بتن دیواره‌ها = ۵ سانتی‌متر

– میلگرد کف فونداسیون= میلگرد آج‌دار شماره ۱۸ با فاصله ۲۰ سانتی‌متر

– میلگرد طولی شناژ= ۶ میلگرد آج‌دار شماره ۱۴

– میلگرد خاموت= میلگرد آج‌دار شماره ۱۰ با فاصله ۱۵ سانتی‌متر

۲-۴-۷- ترسیم جزئیات فونداسیون نواری

قبل از ترسیم جزئیات سعی گریده تا مراحل میلگرد گذاری فونداسیون نواری با ارائه چند تصویر به اختصار بیان شود. در ادامه نحوه ترسیم پلان اجرایی فونداسیون نواری ساختمان مسکونی مورد بحث، آورده شده است.

شکل ۶-۷- آماده سازی کف پی

شکل ۷-۷- آماده کردن میلگردهای طولی و عرضی

شکل ۸-۷- چیدن میلگردهای طولی و عرضی

شکل ۹-۷- به‌هم بستن میلگردها

شکل ۱۰-۷- رعایت پوشش بتن در کف و بدنه

شکل ۱۱-۷- قراردادن میلگردهای تقویتی

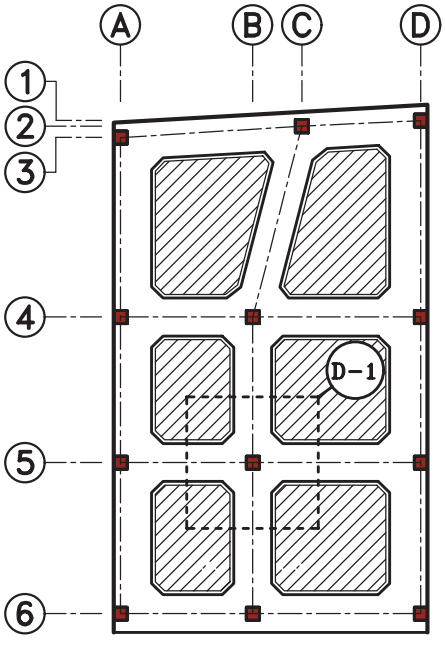
شکل۱۵-۷-میلگردگذاری‌پی‌نواری

شکل۱۴-۷-تکمیل‌میلگردگذاری محل‌اتصال‌ستون

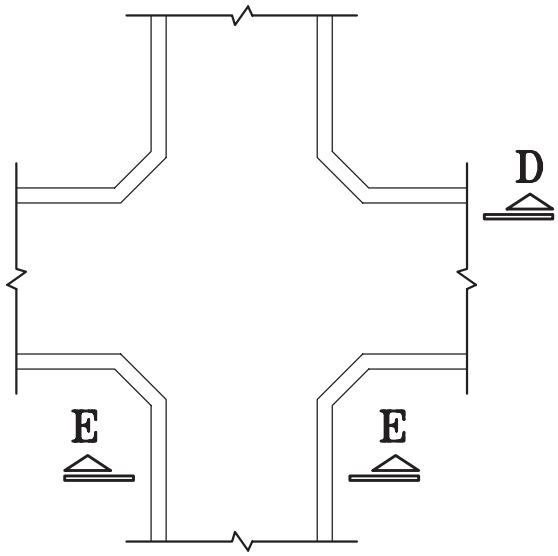
شکل ۱۳-۷- قرار دادن میلگردهای‌تقویتی‌پخ‌ها

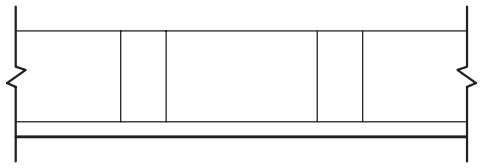
شکل۱۲-۷-میلگردگذاری‌شبکه‌بالایی

بهتر است قبل از ترسیم جزئیات، پلان کوچکی از موضوع مورد بحث، به عنوان کلید یا راهنما انتخاب کرده و محل جزئیات ترسیم شده را روی آن نشان دهید. از آن‌جائی که جزئیات در لاتین Detail نام دارد، برای نام‌گذاری جزئیات می‌توان از حرف D استفاده کرد. به طور مثال، عبارت «D_1» نشان دهنده جزئیات شماره یک می‌باشد.



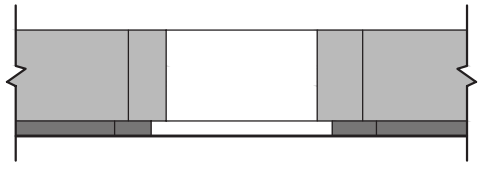
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و با خط پر نازک ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۲):** با در نظر گرفتن پوشش بتن در کف و دیواره‌های پی، میزان خم میلگرد (با توجه به قطر میلگرد و جداول ارائه شده) و همچنین فاصله میلگردها، میلگردهای طولی کف فونداسیون را در دو جهت عمودی و افقی ترسیم نمائید.





Section D–D

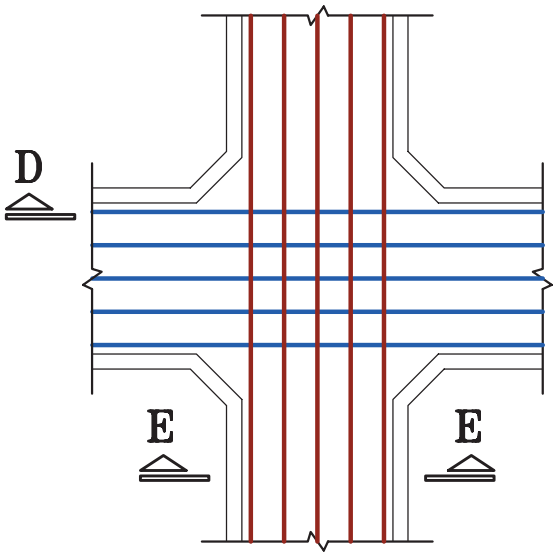
SC:1:50

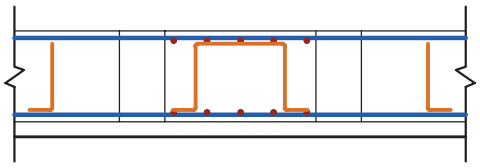


Section E–E

SC:1:50

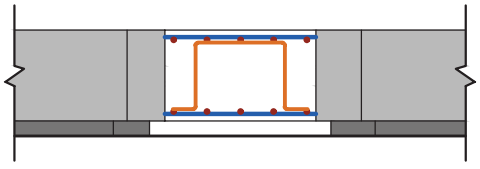
مرحله شماره (۱)





Section D–D

SC:1:50

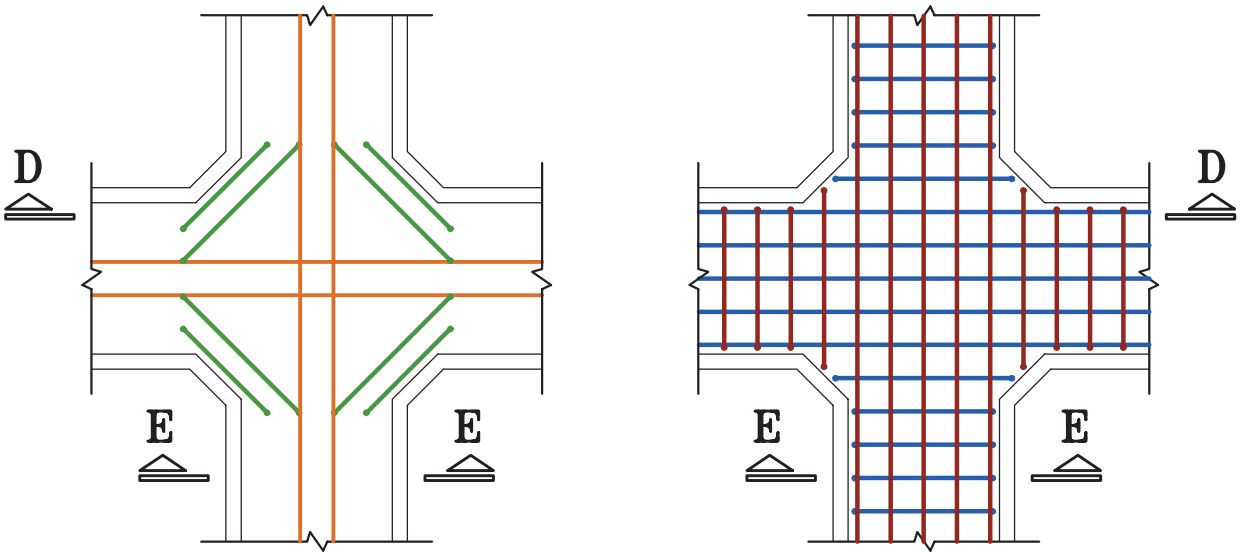


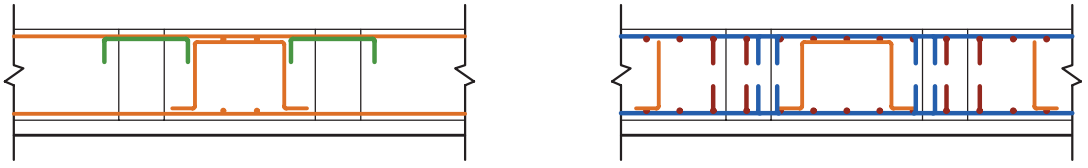
Section E–E

SC:1:50

مرحله شماره (۲)

- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای عرضی کف فونداسیون را در دو راستای عمودی و افقی ترسیم نمائید.
- **مرحله شماره (۴):** گاهی در محاسبات به میلگردهای بیشتری در محل اتصال ستون به فونداسیون نیاز می‌شود. در این مرحله میلگردهای تقویتی را جداگانه ترسیم کنید تا با موقعیت آن‌ها در کف ویا شبکه بالایی فونداسیون آشنا شوید.



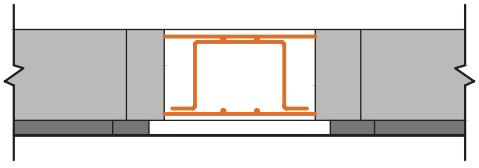


Section D–D

SC:1:50

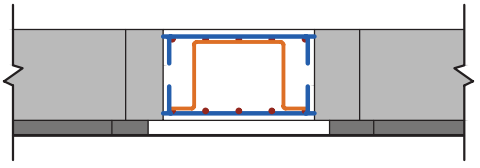
Section D–D

SC:1:50



Section E–E

SC:1:50



Section E–E

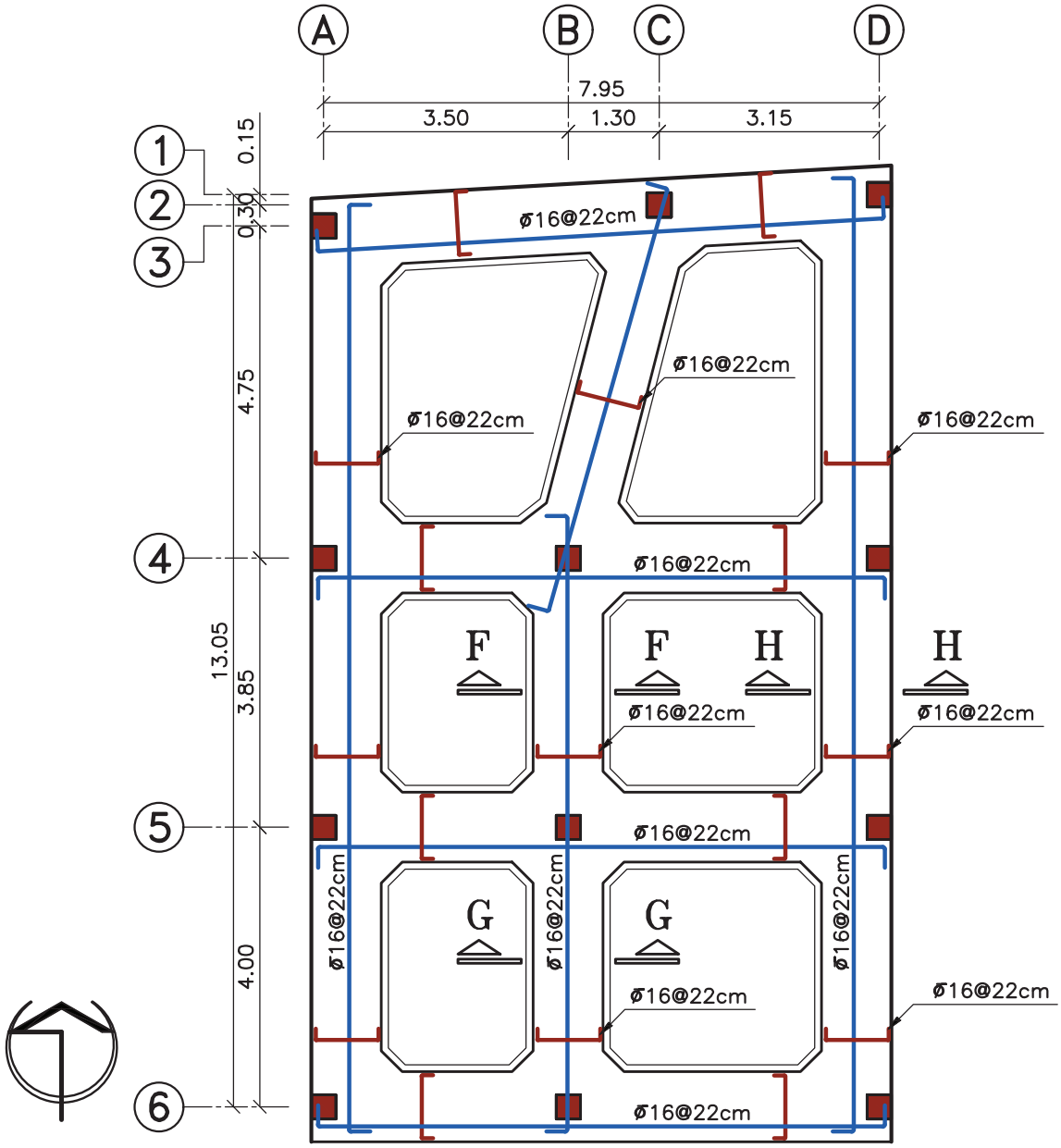
SC:1:50

مرحله شماره (۴)

مرحله شماره (۳)

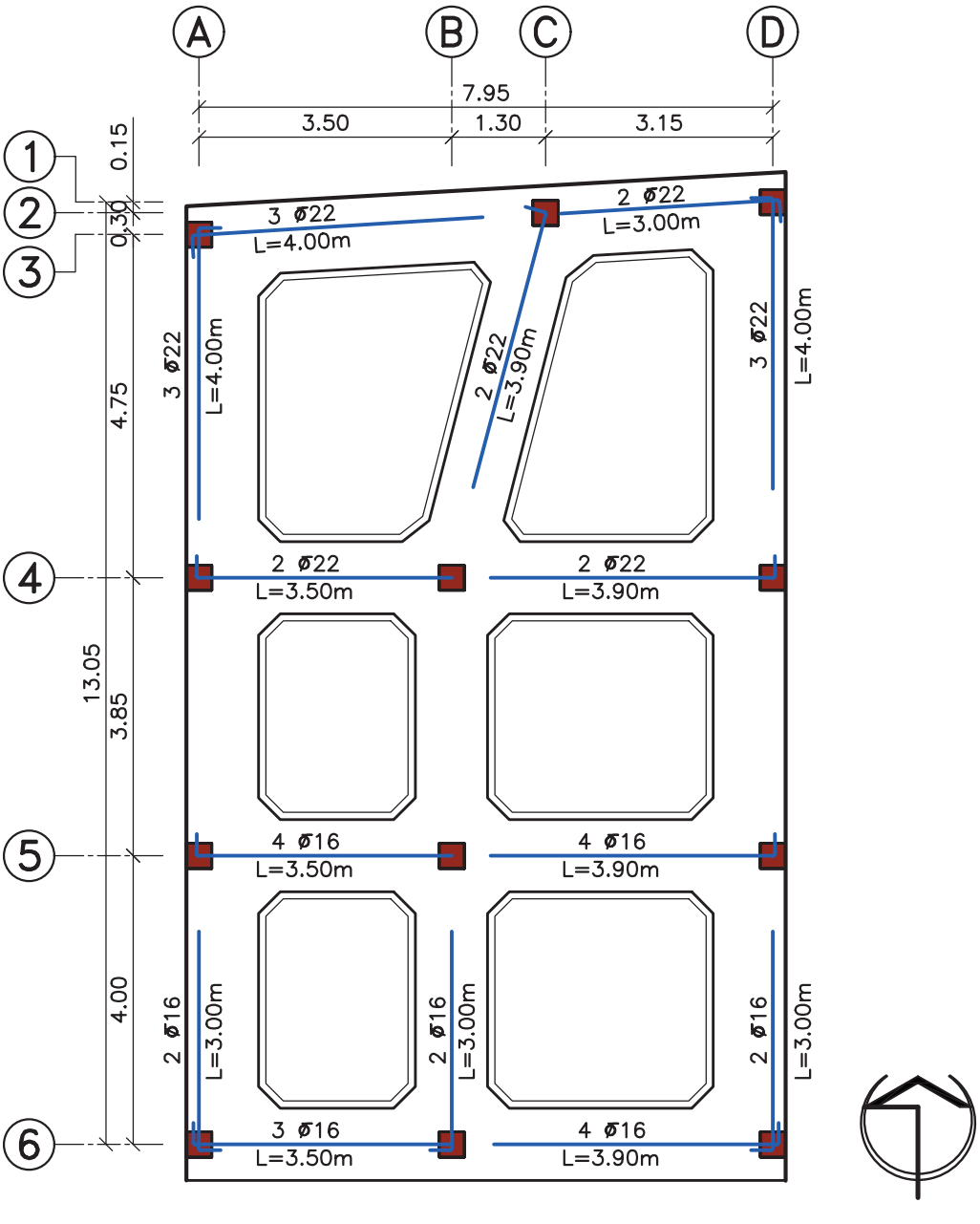
در پلان فونداسیون نواری جزئیات فونداسیون‌ها به‌صورت منفرد بیان نمی‌شوند؛ بلکه مشخصات میلگردگذاری در کل پلان ترسیم می‌شود. برای این که بتوان یک پلان فونداسیون نواری را برای اجرا آماده کرد، باید سه پلان فونداسیون مجزا ترسیم کرد. .

- **پلان شماره (۱):** در این پلان میلگردهای طولی و عرضی اصلی کف و شبکه بالایی پی ترسیم می‌شود. برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه از هر نمونه در هر راستا یک میلگرد را به‌صورت خوابیده (به حالتی که خم میلگرد کاملاً مشخص باشد) ترسیم کنید. سپس مشخصات قطر و فاصله تکرار آن‌ها را مشخص کنید. در چند نقطه نیز علامت برش را معین کنید تا در ادامه‌ی کار، جزئیات آن‌را نشان دهید.



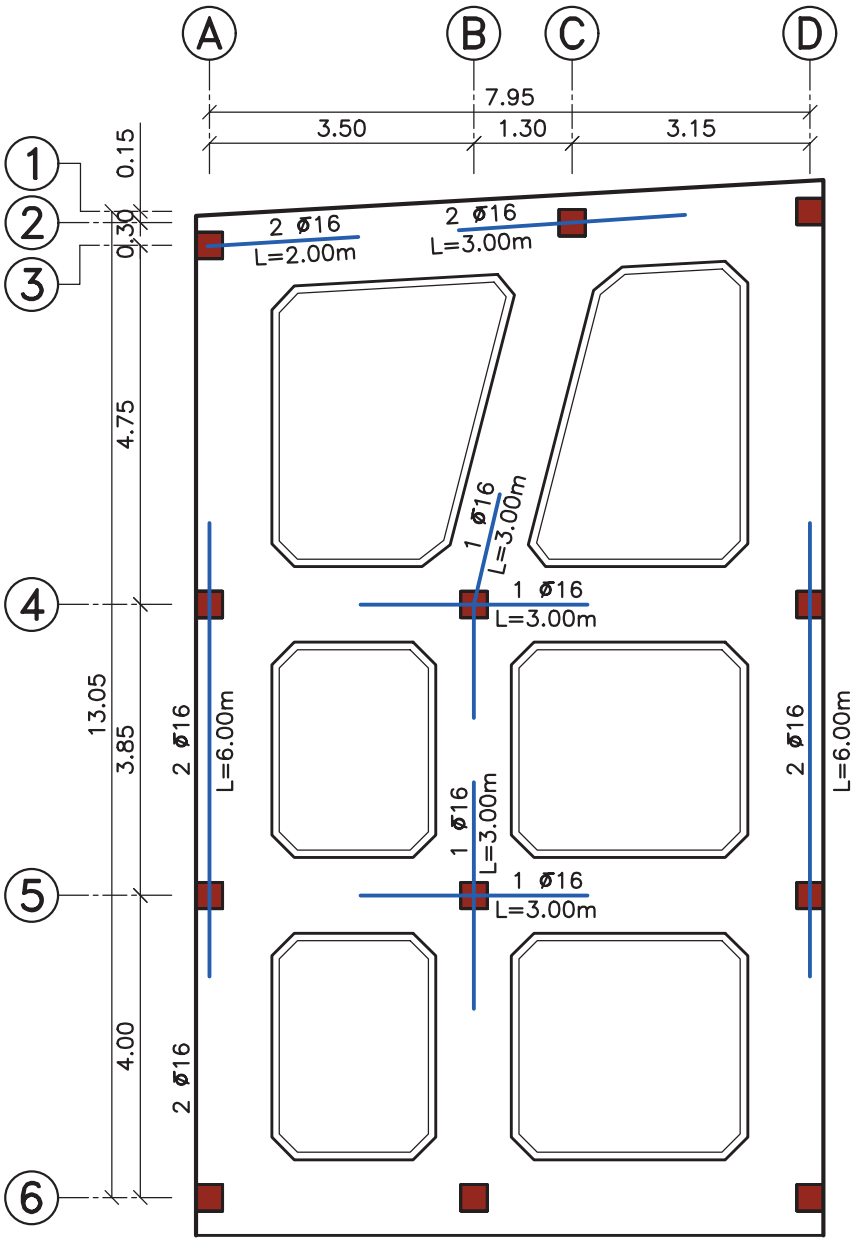
■ **پلان شماره (۲):**

در این پلان، میلگردهای تقویتی کف پی ترسیم می‌شود. روی هر میلگرد باید تعداد، قطر و طول آن مشخص شود.

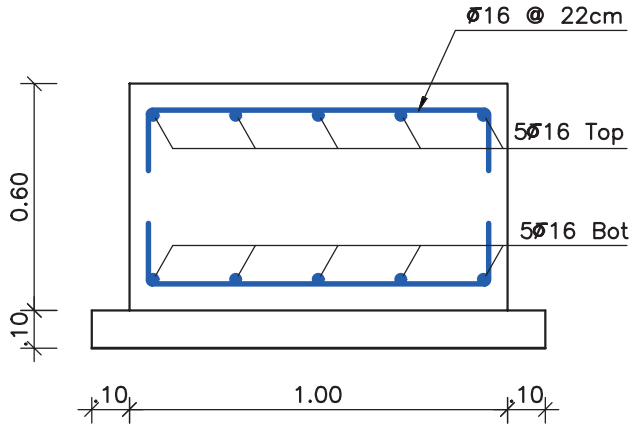


▪ پلان شماره (۳):

در این پلان، میلگردهای تقویتی شبکه بالایی پی ترسیم می‌شود. مانند پلان قبل، روی هر میلگرد تعداد، قطر و طول آن را مشخص کنید.

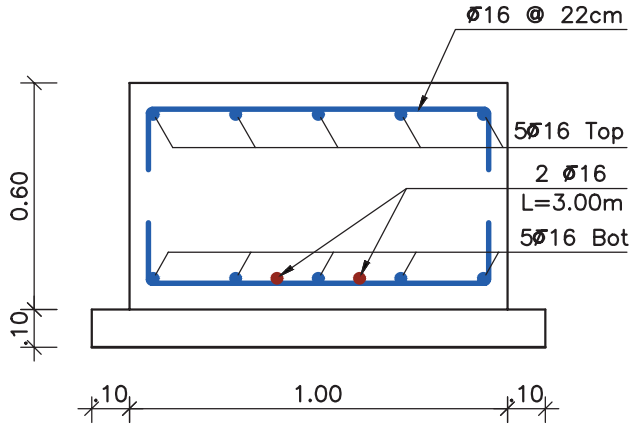


در آخر، جزئیات میلگرد گذاری برای مقاطع مشخص شده را ترسیم نمائید. مقیاس مناسب برای ترسیم جزئیات میلگرد گذاری در مقاطع $\frac{۱}{۱۰}$ می باشد.



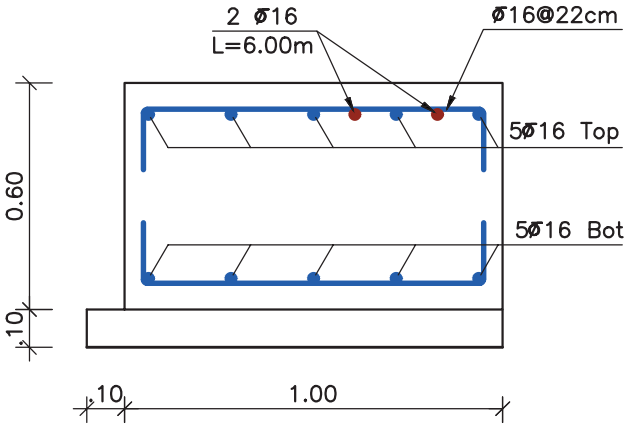
Section F–F

SC:1:20



Section G–G

SC:1:20



Section H–H

SC:1:20

۵-۷- ستون‌های بتنی

قبل از ترسیم جزئیات سعی گریده تا مراحل میلگرد گذاری ستون با ارائه چند تصویر به اختصار بیان شود. در ادامه نحوه ترسیم جزئیات آرماتور گذاری ستون‌های بتنی، آورده شده است. برای فهم بهترمطالب، جزئیات میلگرد گذاری در ستون تیپ ۳ پلان مورد بحث کتاب، به صورت گام به گام ترسیم شده است.

شکل۱۸-۷-تکمیل میلگردگذاری ستون

شکل۱۷-۷-اجرای خاموت وسنجاقک

شکل۱۶-۷-بتن ریزی ستون

شکل۱۹-۷-کار گذاشتن میلگردهای انتظار ستون،در فونداسیون

■ **در میلگرد گذاری ستون‌ها به نکات زیر توجه کنید (مبحث نهم از مقررات ملی ساختمان):**

– **حداقل تعداد میلگردهای طولی به شرح زیر است:**

الف) میلگرد داخل خاموت مدور یا مستطیلی، چهار عدد

ب) میلگرد داخل خاموت مثلثی، سه عدد

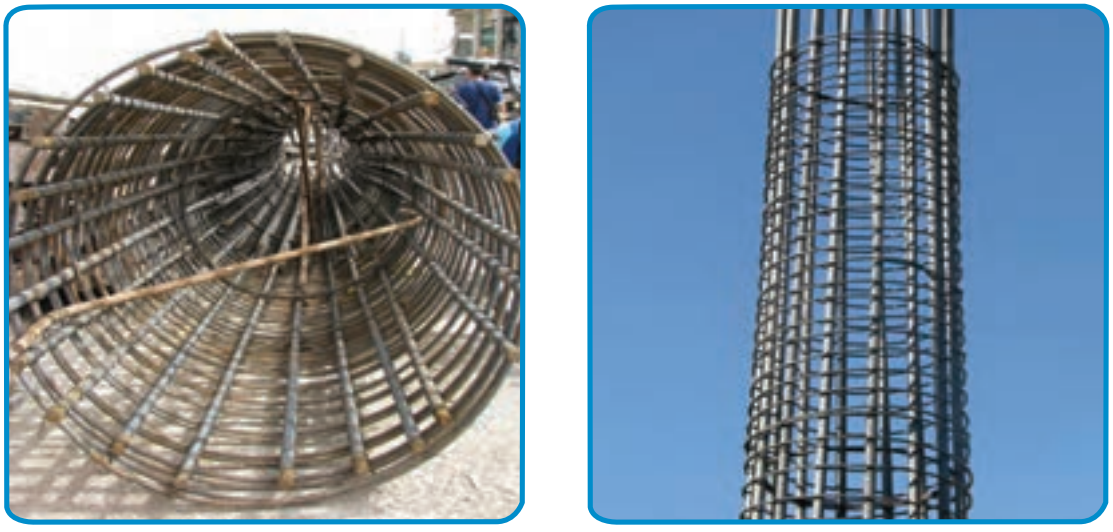
ج) میلگرد داخل خاموت مارپیچ، شش عدد

– مارپیچ باید از میلگرد پیوسته ساخته شود.

– در هر گام مارپیچ، فاصله آزاد بین میلگردها باید بین ۲/۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

– قطر میلگردهای مصرفی در مارپیچ نباید از ۶ میلی‌متر کمتر باشد.

– گام مارپیچ نباید از $\frac{1}{6}$ قطر هسته بتنی داخل مارپیچ تجاوز نماید.



شکل ۲۰-۷- میلگرد گذاری مارپیچ در ستون

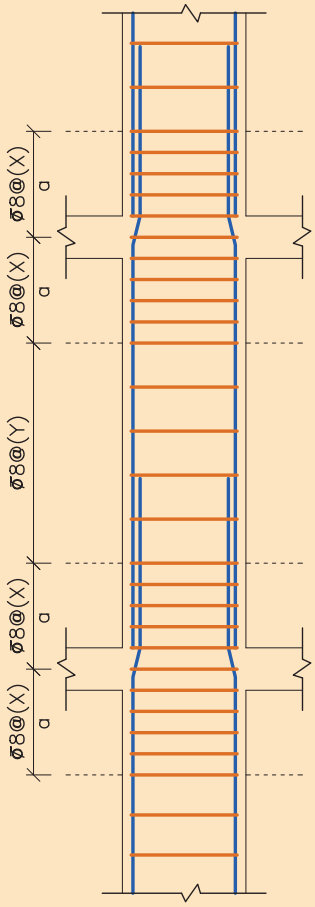
بـــرای مطالعـــه ...

در طراحی سازه ها، تنها مقاومت اعضاء سازه در برابر بارهای وارده، معیار نمی باشد و باید بر اساس رفتار سازه، معیارهای دیگری را نیز در نظر گرفت. یکی از معیارها، شکل پذیری انواع سازه ها به ویژه سازه های بتن آرمه است.

تعریف: شکل پذیری عبارت است از این که سازه در مقابل بارهای وارده به ویژه نیروی زلزله که به صورت دینامیکی وارد می شوند حالت ترد و شکننده پیدا نکند و در عین اعمال بار، به شکلی ظریف قادر به تغییر شکل و حرکت رفت و برگشتی نرم باشد. برای ایجاد شکل پذیری در انواع سازه ها ضوابط خاصی در آیین نامه ها ذکر شده است که در این جا به سبب اهمیت موضوع فقط تعدادی از ضوابط اجرایی مربوط به سازه های بتن آرمه بر اساس مقررات آیین نامه بتن ایران ذکر می شود.

– حداقل سطح مقطع میلگردهای طولی در ستون ها نسبت به سطح مقطع ستون ۱٪ و حداکثر آن با توجه به وصله میلگردها، ۳٪ می باشد.

– حداکثر تعداد و فاصله خاموت ها در ستون ها مطابق شکل زیر است.



$$a \leq \begin{cases} \dfrac{\text{ارتفاع آزاد ستون}}{۶} + \dfrac{\text{ارتفاع تیر}}{۲} \\ \dfrac{\text{ضلع بزرگتر ستون}}{۶} + \dfrac{\text{ارتفاع تیر}}{۲} \\ ۴۵\ \text{cm} + \dfrac{\text{ارتفاع تیر}}{۲} \end{cases}$$

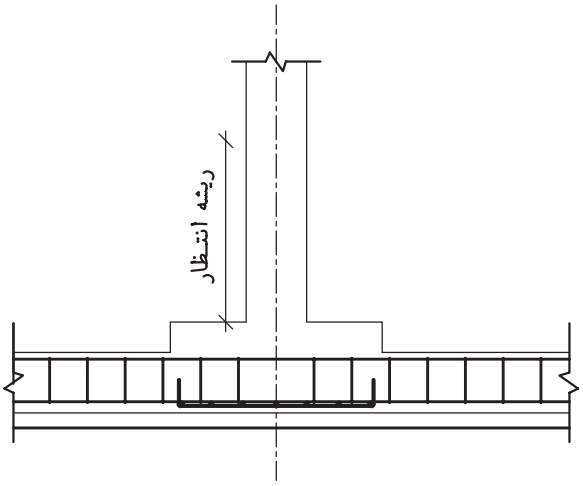
$$x \leq \begin{cases} ۸ \text{ برابر قطر کوچک ترین میلگرد} \\ ۲۴ \text{ برابر قطر خاموت ها} \\ \text{نصف کوچک ترین ضلع مقطع ستون} \\ ۲۵\ \text{cm} \end{cases}$$

$$y \leq \begin{cases} x۲ \\ ۳۶ \text{ برابر قطر خاموت ها} \\ ۱۲ \text{ برابر قطر کوچک ترین میلگرد طولی ستون} \\ \text{کوچک ترین ضلع مقطع ستون} \\ ۲۵\ \text{cm} \end{cases}$$

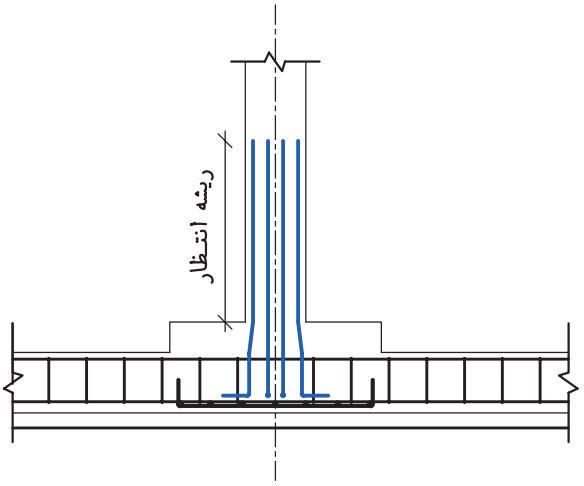
مقادیر فوق حداقل میلگرد مورد نظر در ستون ها می باشد و در صورتی که محاسبات سازه میلگرد برشی بیشتری را لازم داشته باشد، باید به مقدار لازم در ستون خاموت گذاری صورت گیرد.

۱- ۵-۷- ترسیم جزئیات میلگردهای انتظار ستون (در پی کلاف شده)

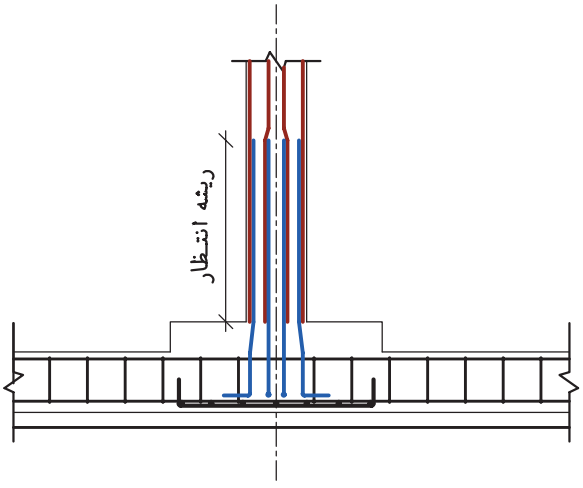
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون و ستون انتخاب شده را با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و با خط پر نازک ترسیم کرده و با توجه به ترسیمات قبلی، میلگردگذاری کف پی و شناژ را ترسیم نمائید.
- **مرحله شماره (۲):** میلگردهای انتظار را ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی ستون را با توجه به شکل ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۴):** خاموت‌های میلگرد اصلی ستون و انتظار را ترسیم کنید. فواصل بر اساس تو ضیحات شکل ۳۱-۳ در نظر گرفته شده است. با اندازه‌گذاری و معرفی میلگردها جزئیات تکمیل می‌شوند.



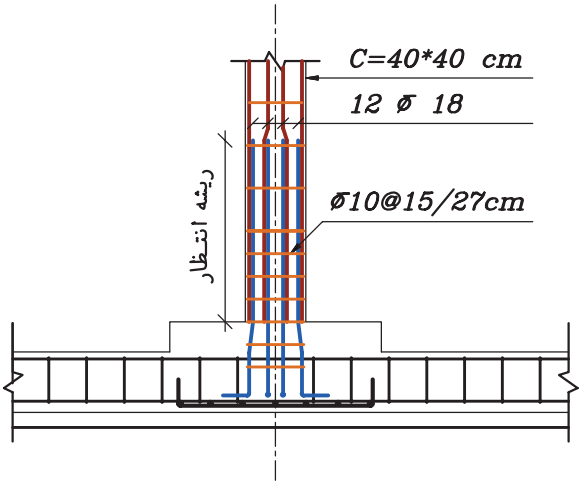
مرحله شماره (۱)



مرحله شماره (۲)



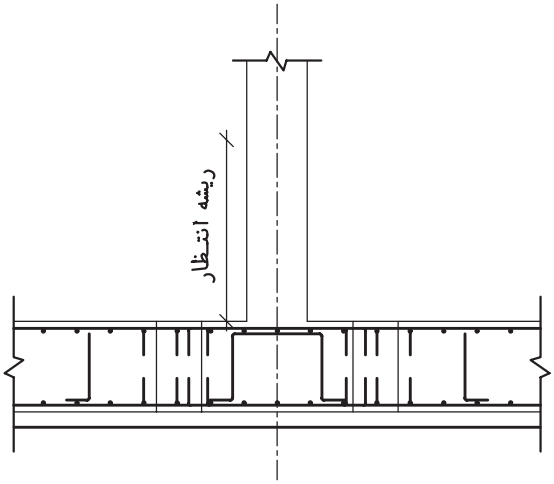
مرحله شماره (۳)



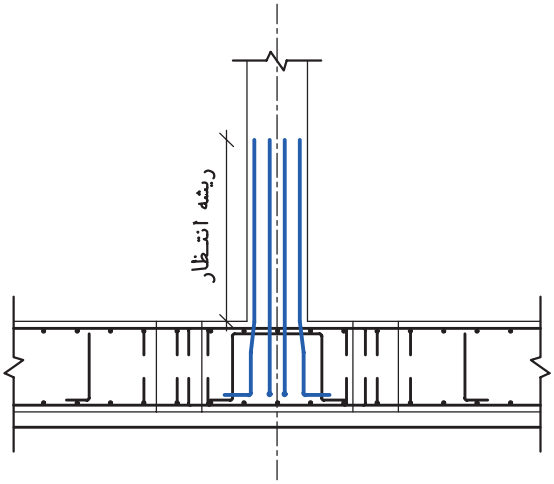
مرحله شماره (۴)

۲- ۵-۷- ترسیم جزئیات میلگردهای انتظار ستون (درپی نواری)

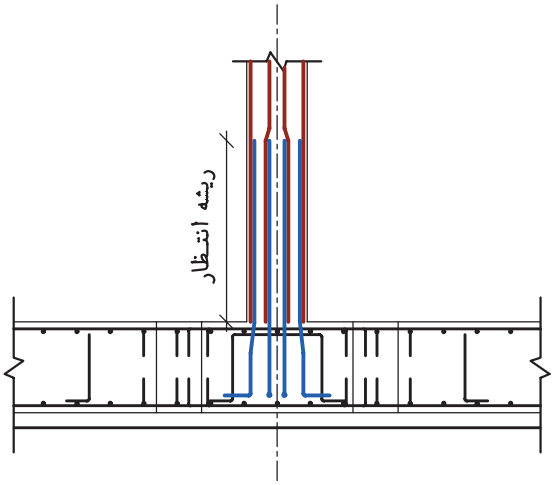
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون و ستون انتخاب شده را با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و با خط پر نازک ترسیم کرده و با توجه به ترسیمات قبلی، میلگردگذاری پی را ترسیم نمائید.
- **مرحله شماره (۲):** میلگردهای انتظار را ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی ستون را با توجه به شکل ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۴):** خاموت‌های میلگرد اصلی ستون و انتظار را ترسیم کنید. فواصل بر اساس توضیحات شکل ۳-۳۳ در نظر گرفته شده است. با اندازه‌گذاری و معرفی میلگردها جزئیات تکمیل می‌شوند.



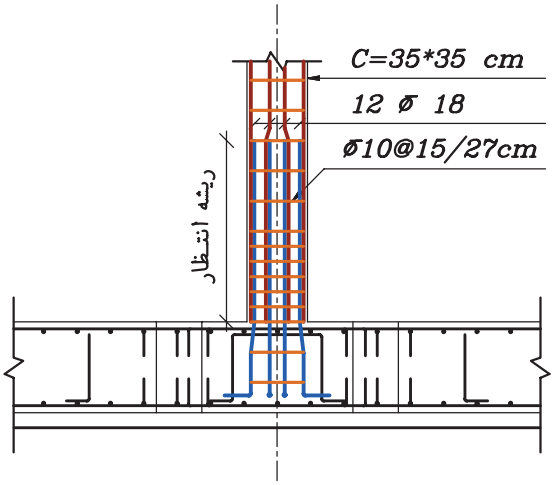
مرحله شماره (۱)



مرحله شماره (۲)



مرحله شماره (۳)



مرحله شماره (۴)

۳- ۵-۷- ترسیم جزئیات ستون بتنی

در این قسمت جزئیات میلگردگذاری ستون تیپ ۳ با محاسبات ساده و ترسیم فنی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. مهندس محاسب ساختمان، مشخصات زیر را برای میلگردگذاری ستون، مشخص کرده است:

پوشش بتنی ستون = ۵ سانتی‌متر

پوشش بتنی پی= ۷/۵ سانتی‌متر

ابعاد ستون طبقات همکف و اول = ۰/۴۰ × ۰/۴۰ متر

ابعاد ستون طبقه دوم = ۰/۳۵ × ۰/۳۵ متر

میلگردهای طولی ستون = ۱۲ عدد میلگرد آج‌دار به قطر ۱۸ و ۱۶ میلی‌متر

میلگردهای خاموت ستون = میلگرد آج‌دار به قطر ۱۰ میلی‌متر

با اعداد به‌دست آمده و رعایت نکات آیین‌نامه‌ای، جزئیات میلگردگذاری ستون به روش زیر، ترسیم می‌گردد.

■ **مرحله شماره (۱):** محدوده ستون انتخاب شده و محل اتصال تیرها را در طبقات، با دو مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و $\frac{۱}{۲۰}$ با خط پر نازک ترسیم کنید. سپس پوشش بتنی را به‌طور موقت با خط چین نازک مشخص کنید.

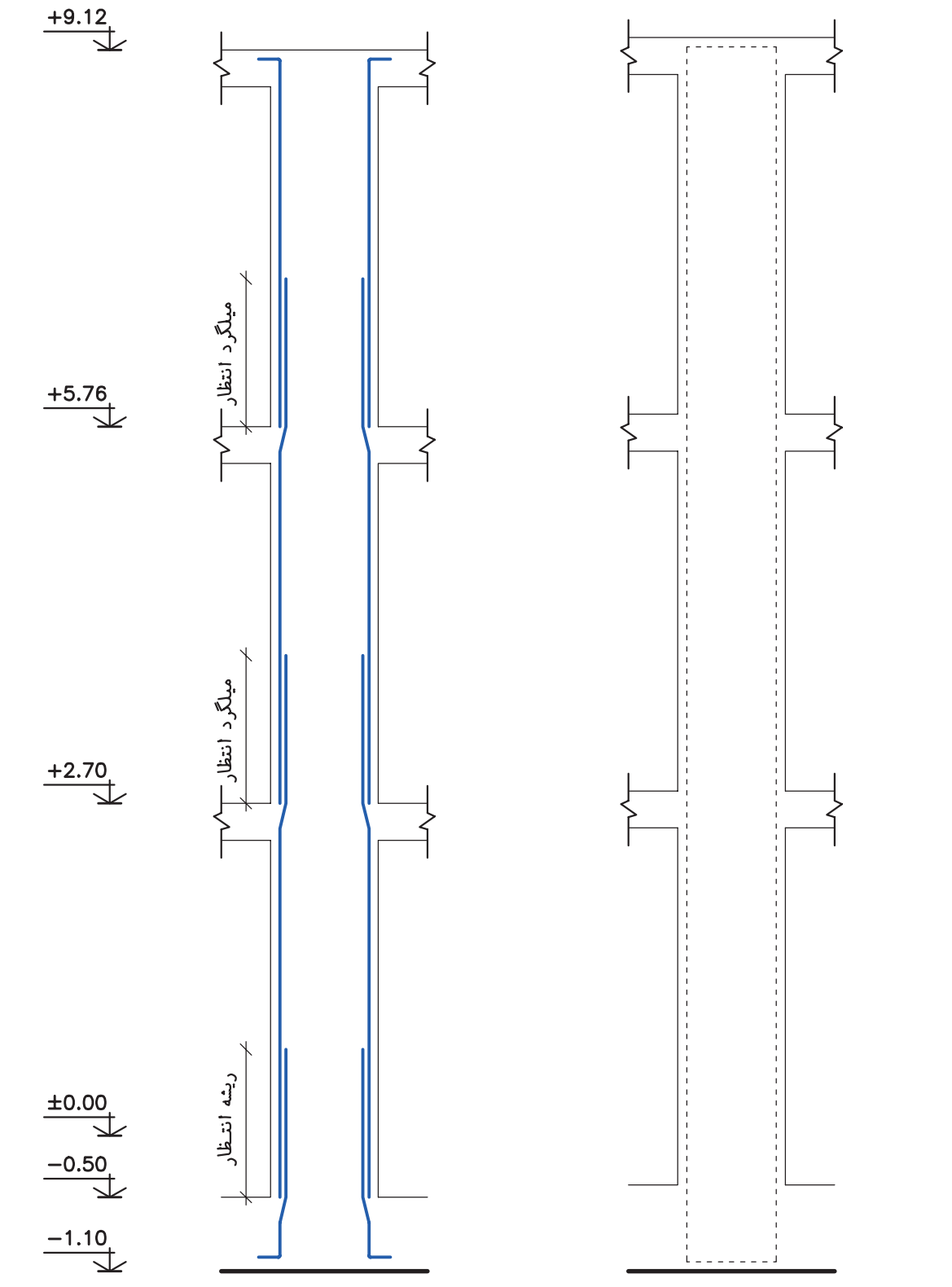
> **توجـــه:** در جزئیات ستون، فواصل عمودی با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و فواصل افقی با مقیاس $\frac{۱}{۲۰}$ ترسیم می‌شوند.

■ **مرحله شماره (۲):** میلگردهای طولی ستون، از روی کف هر طبقه شروع شده تا انتهای محدوده انتظار امتداد پیدا می‌کند. سپس میلگرد طبقه بعد، در محدوده انتظار، با میلگرد طبقه پایین‌تر در کنار یکدیگر قرا گرفته و امتداد پیدا می‌کند تا انتهای محدوده انتظار طبقه بعد ...

■ **مرحله شماره (۳):** با در نظر گرفتن مقدار a، x و y، میلگردهای خاموت را ترسیم کنید.

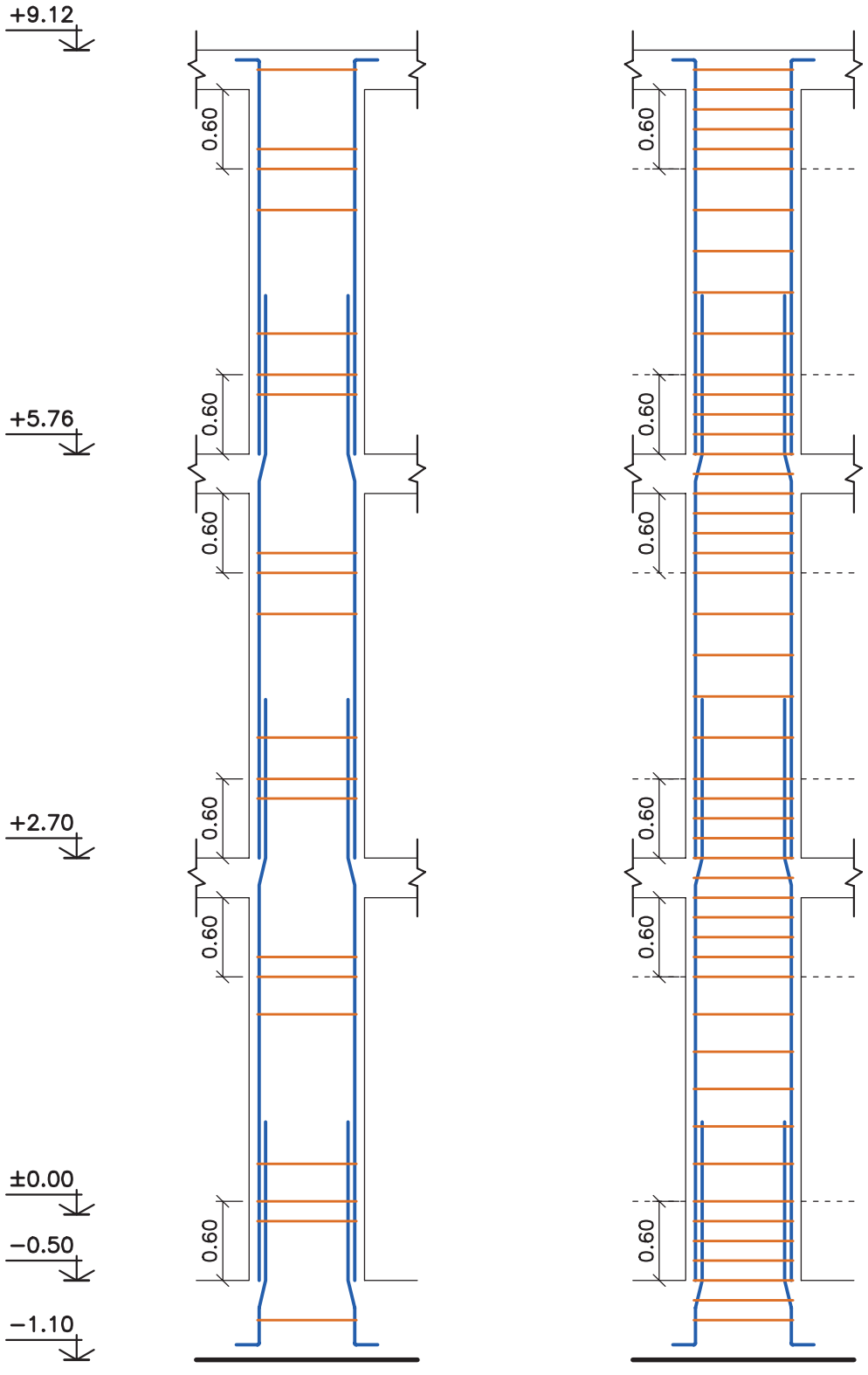
■ **مرحله شماره (۴):** برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه، بهتر است در مرز میان x و y یک خاموت ترسیم کنید. سپس برای نشان دادن فاصله خاموت بالایی و پایینی نیز دو خاموت با فاصله‌های مشخص شده برای x و y، رسم کنید. اولین و آخرین خاموت را هم نشان دهید.

■ **مرحله شماره (۵):** با اندازه‌گذاری فواصل، نوشتن کدهای ارتفاعی، معرفی میلگردها، معرفی نام جزئیات و نوشتن مقیاس زیر آن، ترسم را نهائی کنید. باید چند مقطع از ناحیه‌های مختلف ستون، با مقیاس $\frac{۱}{۱۰}$ ترسیم شود تا نحوه قرارگیری میلگردهای داخل ستون به‌طور دقیق مشخص گردد.



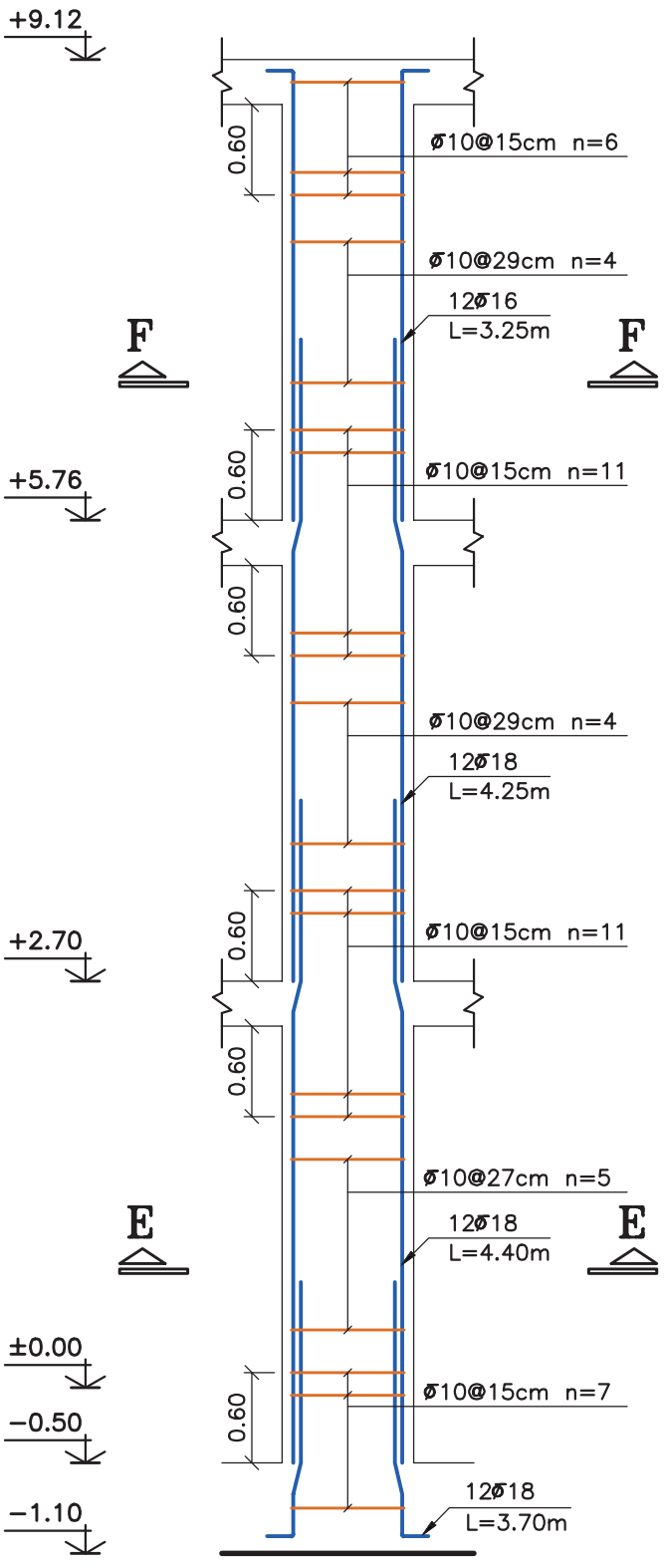
مرحله شماره (۱)

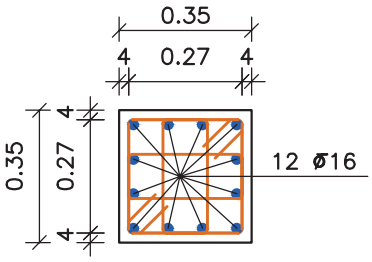
مرحله شماره (۲)



مرحله شماره (۳)

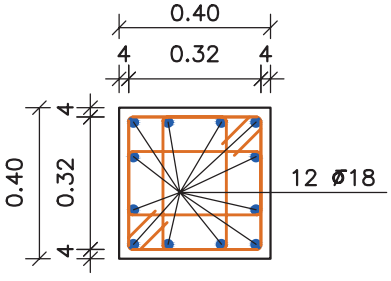
مرحله شماره (۴)





Section F–F

SC:1:20



Section E–E

SC:1:20

Column Typ. C–3

H Scale 1:20
V Scale 1:50

۶-۷- تیرهای بتنی

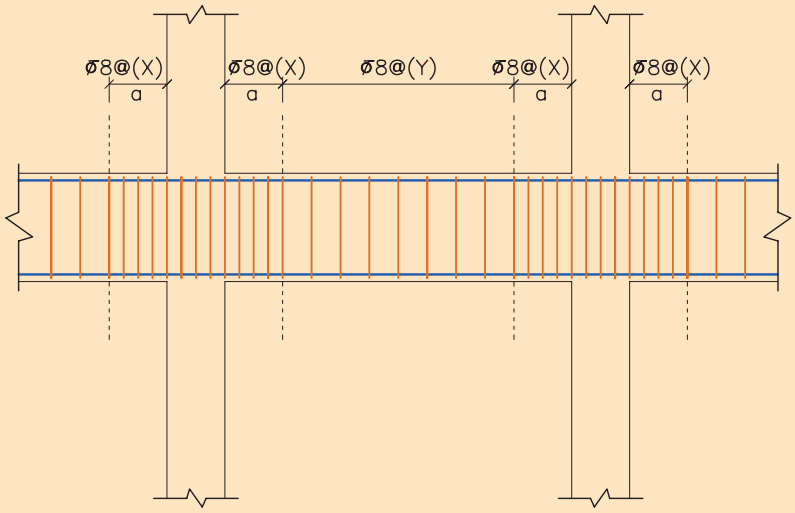
قبل از ترسیم جزئیات سعی گردیده تا مراحل میلگردگذاری تیر با ارائه چند تصویر به اختصار بیان شود. در ادامه نحوه ترسیم پلان تیرریزی اجرائی، آورده شده است. همچنین جزئیات میلگردگذاری در تیر تیپ ۱ پلان مورد بحث کتاب، به صورت گام به گام ترسیم شده است.

بـرای مطالعـه ...

■ **در ضوابط شکل پذیری، موارد زیر برای تیرها ذکر شده است.**

– حداکثر تعداد و فاصله خاموت‌ها در تیرهای بتنی مطابق شکل زیر است.

$$x \leq \begin{cases} ۸ \text{ برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد طولی ستون} \\ ۲۴ \text{ برابر قطر خاموت‌ها} \\ ۳۰\ \text{cm} \\ \dfrac{h - ۵\ \text{cm}}{۴} \end{cases}$$



$$a \geq ۲h$$

$$y \leq \frac{h - ۵}{۲}$$

مقادیر فوق حداقل میلگرد مورد نظر در تیرها می‌باشد و در صورتی که محاسبات سازه میلگرد برشی بیشتری را لازم داشته باشد، باید به مقدار لازم در تیر خاموت‌گذاری صورت گیرد.

شکل ۲۳-۷-جای گذاری میلگردها در محل اصلی

شکل ۲۲-۷- آماده کردن میلگردهای تیر روی زمین

شکل ۲۱-۷-قالب بندی تیرها

شکل ۲۶-۷-خم میلگردهای اصلی در انتهای محل قراگیری

شکل ۲۵-۷- بستن خاموت ها با مفتول

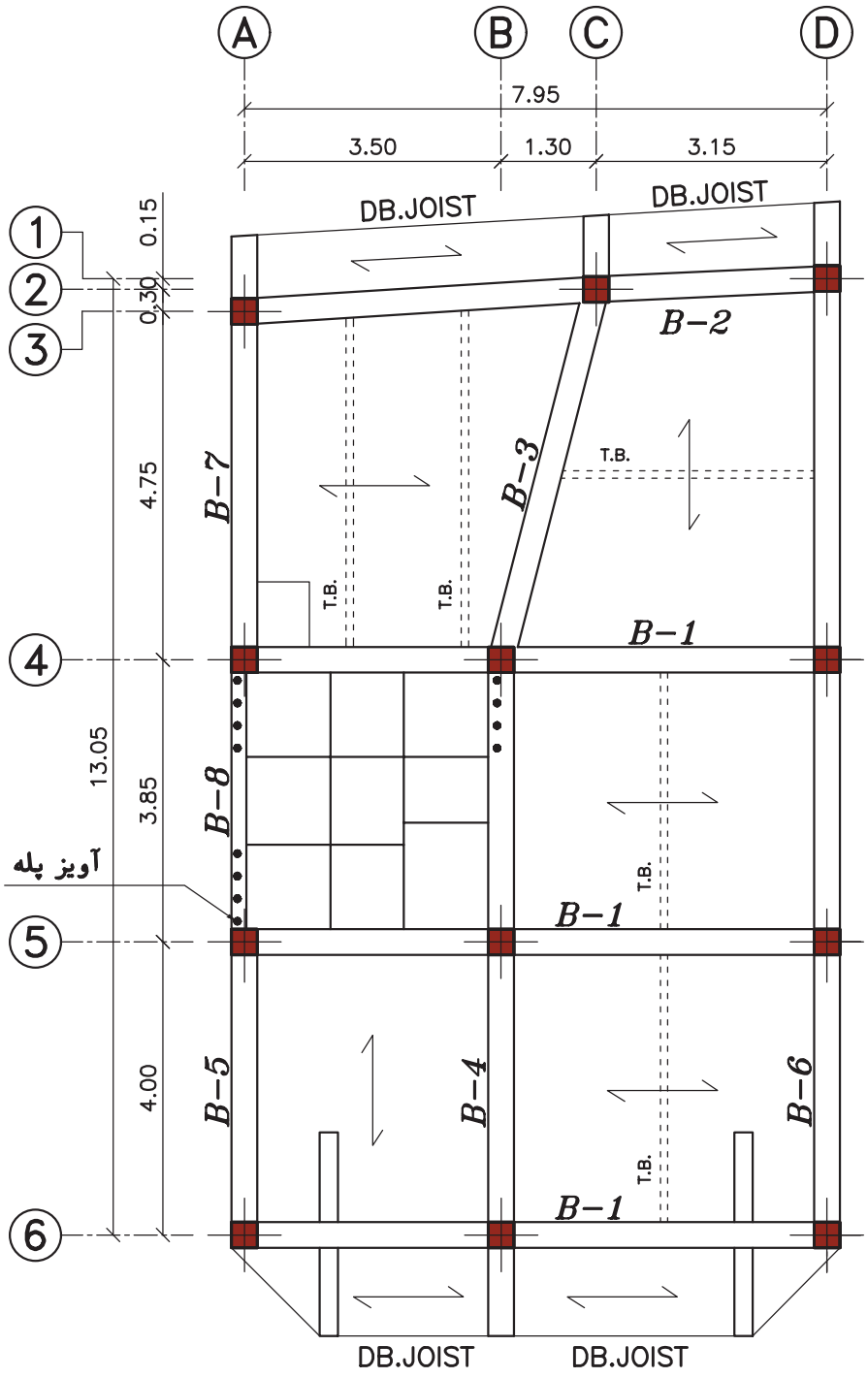
شکل ۲۴-۷-تنظیم فاصله بین خاموت ها

شکل ۲۷-۷-رعایت فاصله پوشش بتنی در کف

۱- ۶-۷- اصول ترسیم پلان تیرریزی اجرائی

ابتدا پلان تیرریزی یکی از طبقات پلان مورد نظر، را ترسیم نمائید. سپس:

- تیرها را بر اساس طول و ابعاد آن‌ها تیپ‌بندی نمائید. برای تیپ‌بندی تیرها از حرف B (تیر در لاتین Beam) استفاده می‌گردد. برای نشان دادن نوع تیپ آن نیز، عددی در کنار حرف B نوشته می‌شود. به‌طور مثال، عبارت «B_۱» نشان‌دهنده تیر تیپ شماره یک است.
- میلگردهای آویز پله را طبق نظر مهندس محاسب در محل مناسب ترسیم کنید.
- مقیاس، نام نقشه و ارتفاعی که این سقف باید اجرا گردد، را زیر پلان بنویسید.



Beam Plan Level:+2.70

SC:1:100

۲- ۶-۷- ترسیم جزئیات تیر بتنی

در این قسمت جزئیات میلگردگذاری تیر بتنی تیپ ۱ با محاسبات ساده و ترسیم فنی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.
مهندس محاسب ساختمان، مشخصات زیر را برای میلگردگذاری تیر، مشخص کرده است:

پوشش بتنی تیر = ۵ سانتی‌متر

ارتفاع تیر = ۳۰ سانتی‌متر

میلگردهای اصلی = ۶ عدد میلگرد آج‌دار به قطر ۱۶ میلی‌متر

میلگردهای خاموت = میلگرد آج‌دار به قطر ۱۰ میلی‌متر

با اعداد به‌دست آمده و رعایت نکات آیین نامه‌ای، جزئیات میلگردگذاری تیر به روش زیر، ترسیم می‌گردد.

■ **مرحله شماره (۱):** محدوده تیر انتخاب شده و محل اتصال ستون‌ها را، با دو مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و $\frac{۱}{۲۰}$ با خط پر نازک ترسیم کنید. سپس میلگردهای طولی تیر را بادر نظر گرفتن خم میلگرد در ابتدا و انتهای تیر، ترسیم کنید.

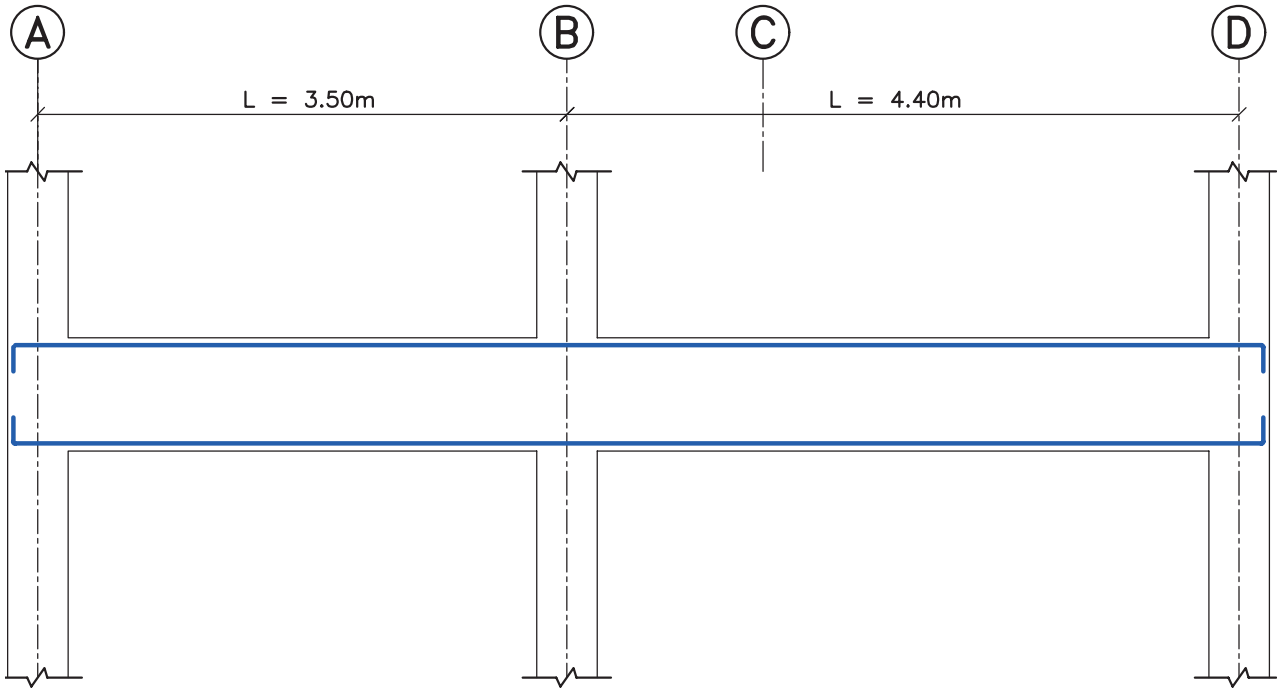
> توجـــه: در جزئیات تیر، بالعکس ستون، فواصل افقی با مقیاس $\frac{۱}{۵۰}$ و فواصل عمودی با مقیاس $\frac{۱}{۲۰}$ ترسیم می شوند.

■ **مرحله شماره (۲):** از آن جائی که تیر در محل اتصال به ستون در ناحیه بالایی تحت کشش قرار می‌گیرد، باید این منطقه را با اضافه کردن میلگرد در برابر کشش، تقویت نمود. به همین منظور، در محل اتصال تیر به ستون در ناحیه‌ی بالای تیر از میلگرد تقویتی به طول ۱/۳۳ برابر طول دهانه از هر طرف، استفاده می‌شود.
همچنین تیرها در وسط دهانه در ناحیه پایین تحت کشش قرار می‌گیرند. بنابراین از میلگردهای تقویتی به طول $\frac{۲}{۳}$ دهانه، در پایین و وسط دهانه قرار می‌دهند.

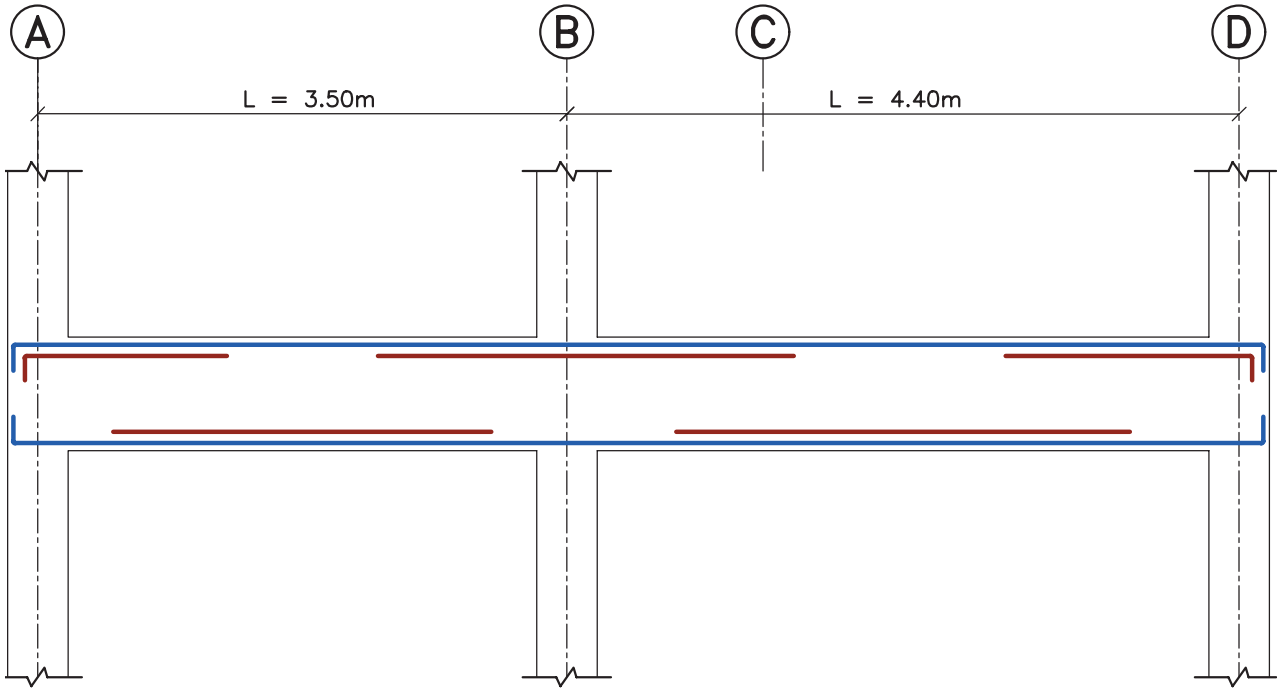
■ **مرحله شماره (۳):** با در نظر گرفتن مقدار a، x و y، میلگردهای خاموت را ترسیم کنید.

■ **مرحله شماره (۴):** برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه، بهتر است در مرز میان x و y یک خاموت ترسیم کنید. سپس برای نشان دادن فاصله خاموت در جهت راست و چپ، نیز دو خاموت با فاصله‌های مشخص شده برای x و y، رسم کنید. اولین و آخرین خاموت رو تیر را هم نشان دهید.

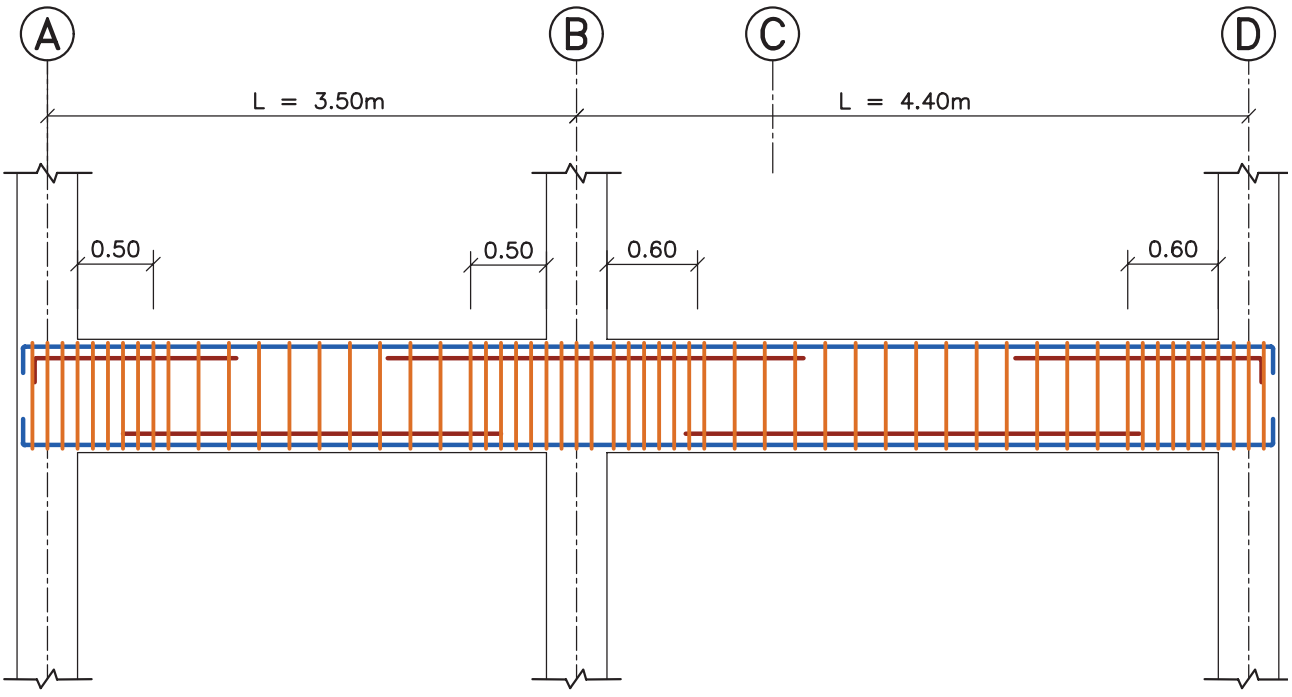
■ **مرحله شماره (۵):** با اندازه‌گذاری فواصل، نوشتن کدهای ارتفاعی، معرفی میلگردها، معرفی نام جزئیات و نوشتن مقیاس زیر آن، ترسم را نهائی کنید. باید چند مقطع از ناحیه‌های مختلف تیر، با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم شود تا نحوه قرارگیری میلگردهای اصلی و تقویتی، به‌طور دقیق مشخص گردد.



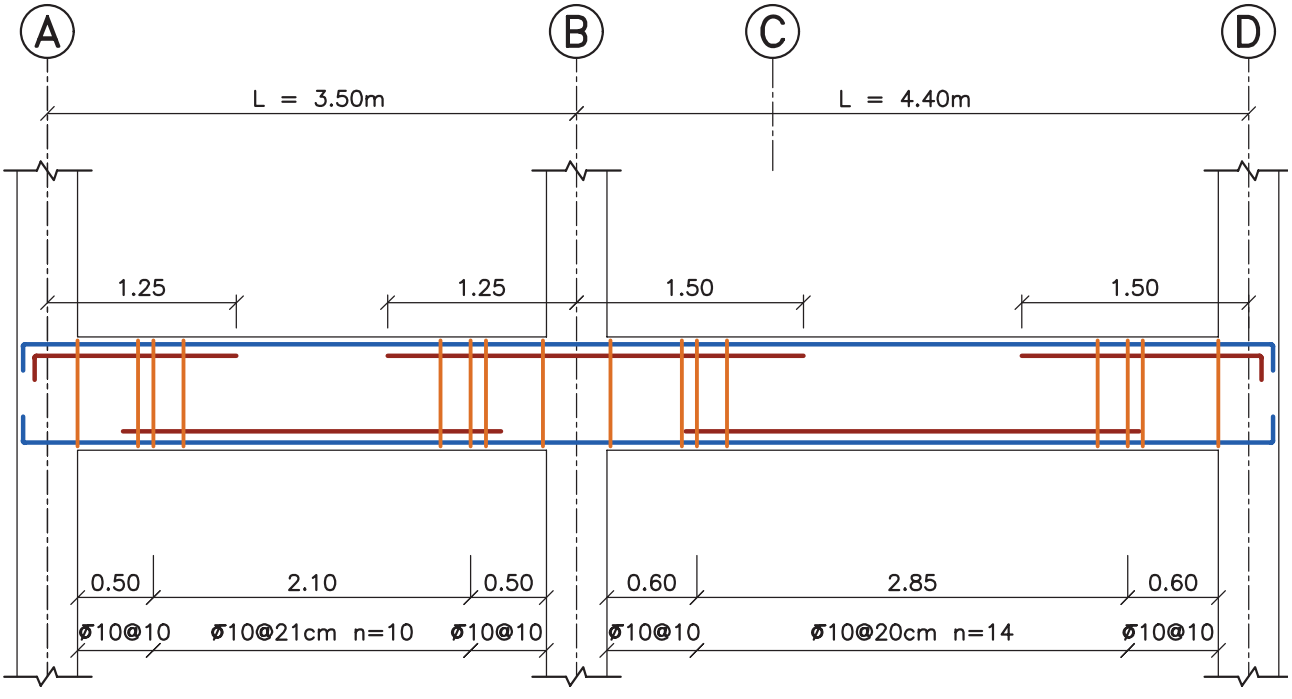
مرحله شماره (۱)



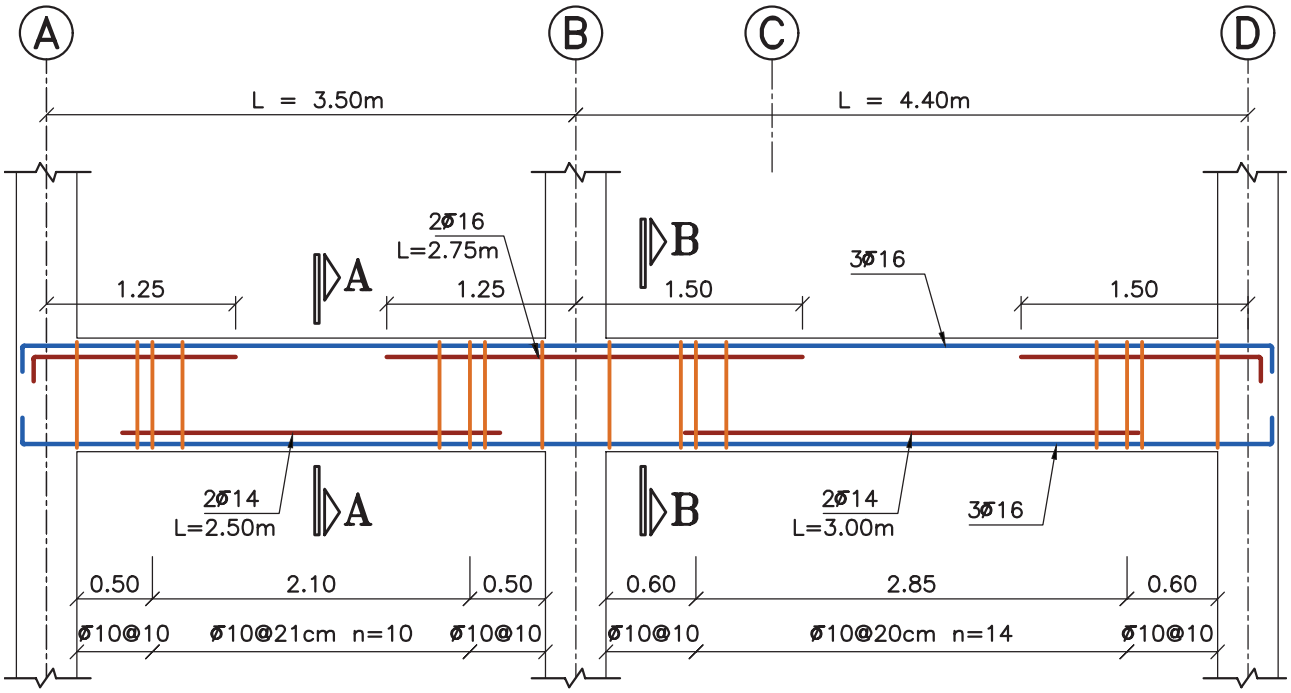
مرحله شماره (۲)



مرحله شماره (۳)

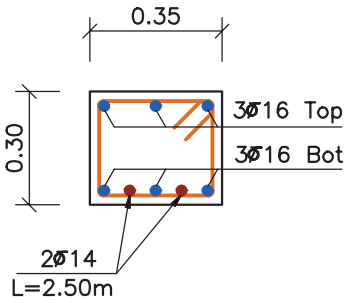


مرحله شماره (۴)



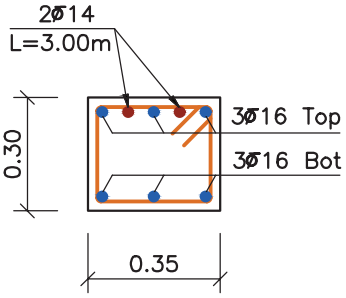
Beam Typ. B-1

Elev: 1.00
H Scale 1:50
V Scale 1:20



Section A-A

SC:1:20



Section B-B

SC:1:20

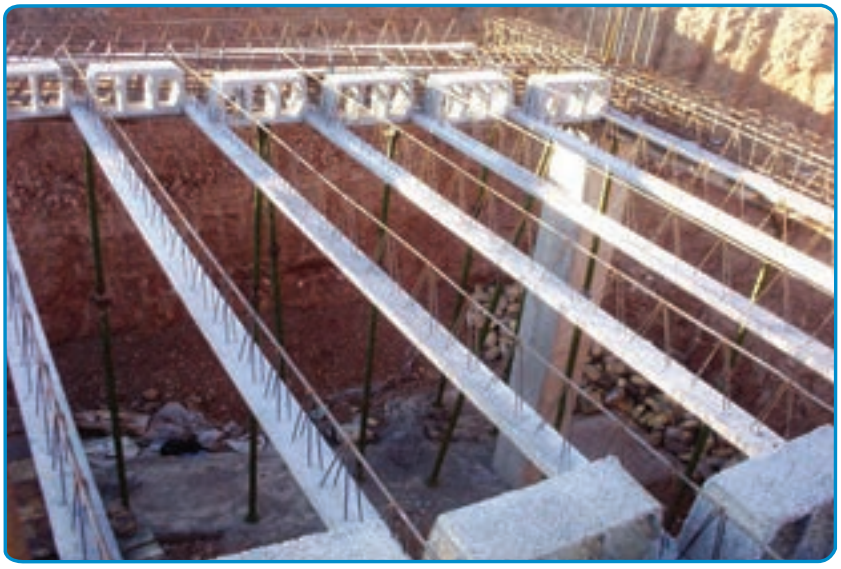
۷-۷- سقف‌های تیرچه و بلوک بتنی

فن سقف‌سازی با استفاده از تیرچه و بلوک، ترکیبی است از دو روش بتن پیش ساخته و بتن درجا؛ که در آن مزایای پیش‌ساختگی مانند سرعت ساخت، هزینه کم قالب‌بندی و آرماتوربندی، کیفیت خوب بتن پیش ساخته شده در کارخانه، باجنبه های مثبت بتن‌ریزی در محل، به خوبی تلفیق شده است.

علاوه بر موارد بالا مصرف کمتر فولاد در این نوع سقف در مقایسه با سقف طاق ضربی- تیرآهن، از دلایل عمده توسعه چشمگیر کاربرد آن در سال‌های اخیر در ایران است. در این قسمت، نحوه اجرا و ترسیم جزئیات اجرائی سقف تیرچه و بلوک به عنوان متداول‌ترین نوع سقف برای ساختمان‌های مسکونی در ایران بیان شده است.

۱-۷-۷- مراحل اجرای سقف تیرچه و بلوک

■ **نصب تیرچه:** قبل از نصب تیرچه‌ها، لازم است اختلاف سطح سقف‌های ساختمان و همچنین محل کنسول‌ها و تیغه‌بندی روی سقف و بازشوها و نیز محل عبور لوله های بخاری و ...، بر اساس نقشه‌های اجرایی، به دقت مورد بازرسی و کنترل قرارگیرند.
تنظیم فواصل تیرچه ها از یکدیگر، با نصب ۲ بلوک انتهایی در دو سر تیرچه انجام می‌شود و باید دقت شود تا بلوک‌های انتهایی روی تکیه گاه (تیر) قرار نگیرند.



■ **نصب تکیه گاه های موقت:** نصب تکیه گاه های موقت، بلافاصله بعد از نصب تیرچه‌ها صورت می گیرد. فاصله شمع های متوالی از یکدیگر، به استقامت تیرچه‌ها و شمع‌ها بستگی دارد و در موردتیرچه‌های خرپایی حدود $\frac{۱}{۲۰}$ متر است. خیز مناسبی نیز برابر $\frac{۱}{۳۰۰}$ دهانه به طرف بالا برای تیرچه‌ها در نظر گرفته می‌شود تا پس از وارد آمدن بار بر سقف، خیز در نظر گرفته شده حذف و سقف مسطح گردد.

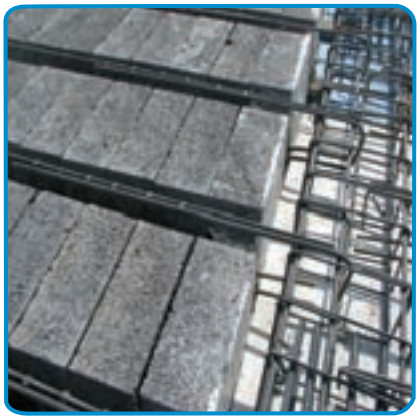
■ **نصب بلوک‌ها:** بعد از اجرای شمع‌بندی زیر تیرچه‌ها، قالب‌بندی تیرها و بازشوها، نصب بلوک آغاز می‌شود. از به‌کاربردن بلوک‌های نامنظم و شکسته در سقف باید خودداری گردد. همچنین باید در مجاورت تیرها و کلاف‌های بتنی از بلوک‌های ته‌بسته استفاده شود تا در حین بتن‌ریزی از پرشدن قسمت‌های خالی بلوک که موجب مصرف بیهوده بتن و سنگین شدن وزن سقف می‌شود، جلوگیری کرد.

■ **آرماتوربندی سقف:** آرماتوربندی سقف تیرچه و بلوک، شامل: شناژ مخفی (در فصل ششم آمده است)، میلگرد ممان منفی، میلگرد افت و حرارت، آرماتور محل بازشوها، کنسول‌ها و آویز سقف کاذب است.

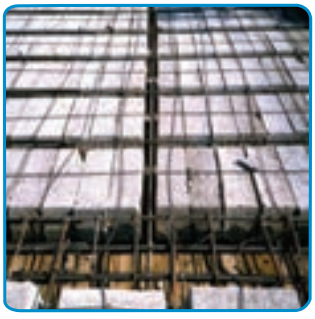
– میلگرد ممان منفی، روی تکیه‌گاه نصب می‌شود. این میلگرد که به میلگرد بالایی تیرچه متصل می‌شود، باید طوری نصب شود که تا فاصله $\frac{۱}{۵}$ دهانه آزاد از تکیه‌گاه به طرف داخل دهانه، ادامه داشته باشد.

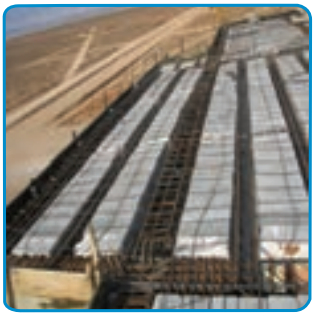
– میلگردهای افت (جمع‌شدگی) و حرارتی، بعد از نصب آرماتورهای کلاف میانی در محل بازشوها و کار گذاشتن میلگردهای منفی و کنسول‌ها اجرا می‌گردد. نقش این میلگردها، مقابله با تنش‌های ناشی از جمع‌شدگی و تغییر دما در بتن پوششی است. این میلگردها در دو جهت عمود بر هم، در روی سقف اجرا می‌شوند.

شکل ۳۰–۷–اجرای بازشو در سقف


شکل ۲۹–۷–میلگرد ممان منفی

شکل ۲۸–۷–شناژ مخفی


شکل ۳۴–۷– میلگردهای افت و حرارت


شکل ۳۳–۷– اجرای کنسول‌ها

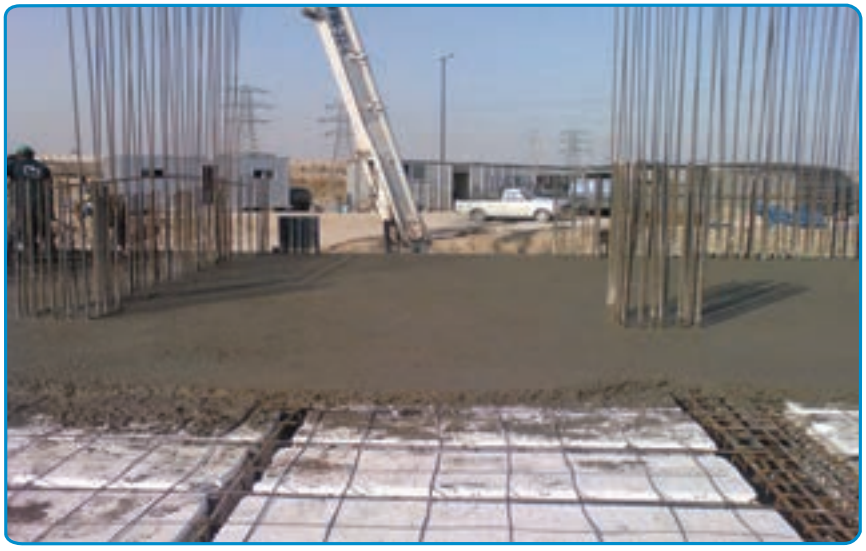
شکل ۳۲–۷–اجرای تیرهای فرعی کنسول

شکل ۳۱–۷–اجرای بازشو در سقف

▪ **تکمیل قالب بندی:** بعد از تکمیل کارهای مربوط به نصب بلوک و اجرای آرماتوربندی، محل‌های باقیمانده سقف قالب‌بندی می‌شوند؛ که شامل قالب‌بندی قائم دور سقف‌ها و دور بازشوها و حدفاصل تکیه‌گاه ها از سقف مورد اجرا است.

شکل۳۵-۷-تکمیل قالب‌بندی

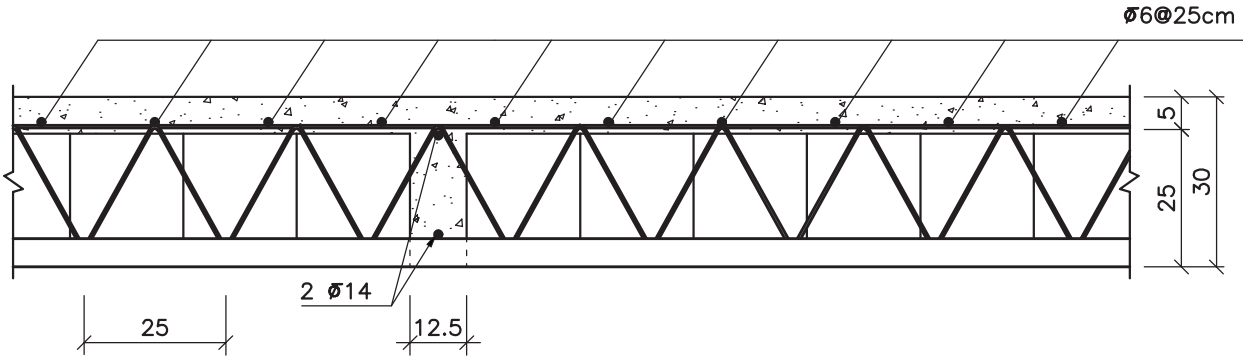
▪ **بتن‌ریزی سقف:** باید قبل از بتن‌ریزی ، ابتدا باید کلیه مواد و مصالح زاید از لابلای تیرچه‌ها، بلوک‌ها، سطوح میلگرد و داخل قالب‌ها پاک شوند. بعد از بازدید سقف و رفع نواقص، سطح کار به‌وسیله آب کاملاً شستشو می‌شود تا گرد و خاک احتمالی روی آن پاک گردد و بلوک‌ها از آب سیراب شوند.

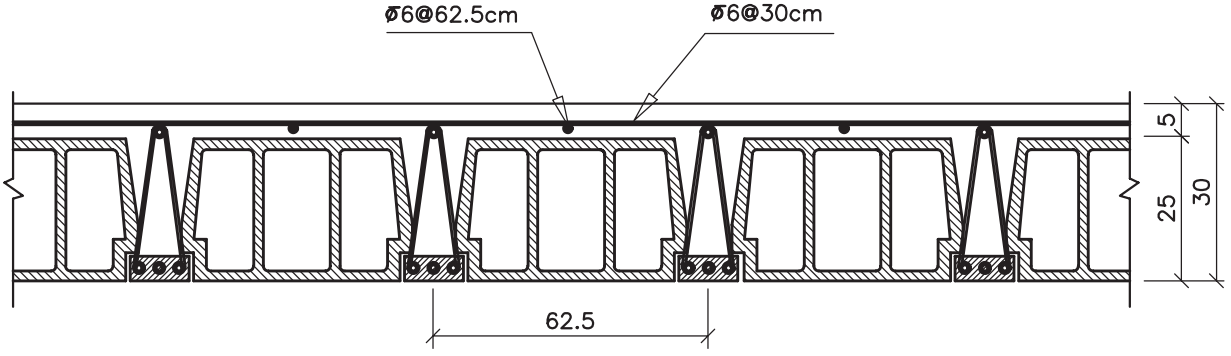


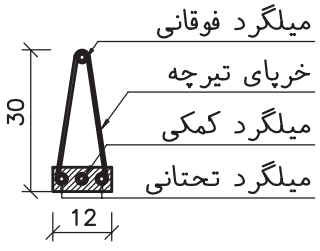
شکل۳۶-۷-بتن‌ریزی

۲-۷-۷- جزئیات اجرای سقف تیرچه و بلوک

با توجه به مطالب گفته شده، در تصویر زیر چند جزئیات اجرایی سقف تیرچه و بلوک آورده شده است.

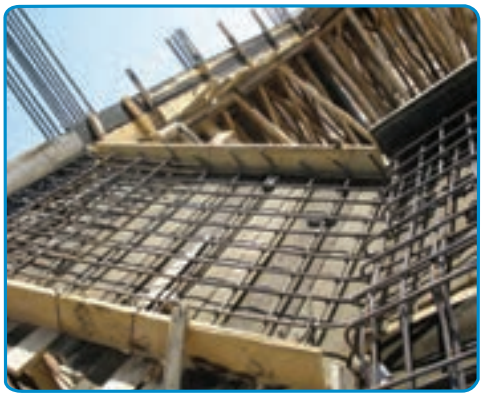






۸-۷- پله بتنی

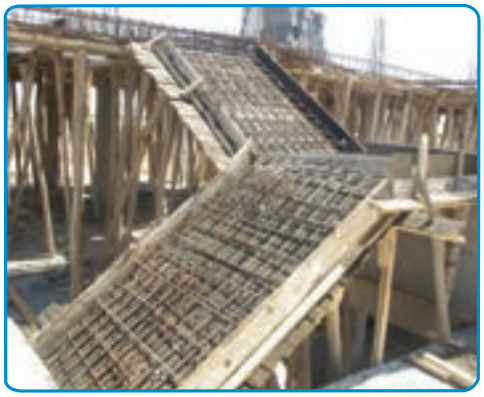
با توجه به مطالب گفته شده، در تصویر زیر چند جزئیات اجرایی راه‌پله بتنی (دال پله) آورده شده است.



شکل ۳۸-۷- اجرای میلگردهای دال پله

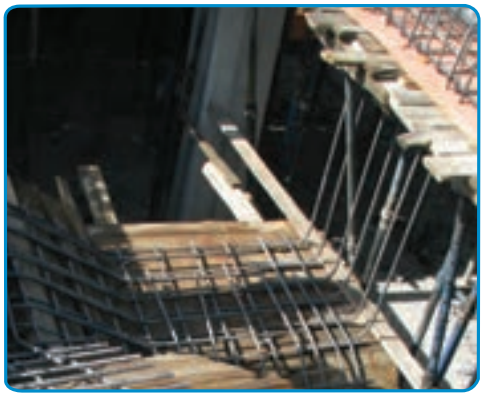
شکل ۳۷-۷- اجرای میلگردهای دال پله

شکل ۴۰-۷- اجرای میلگردهای دال پله

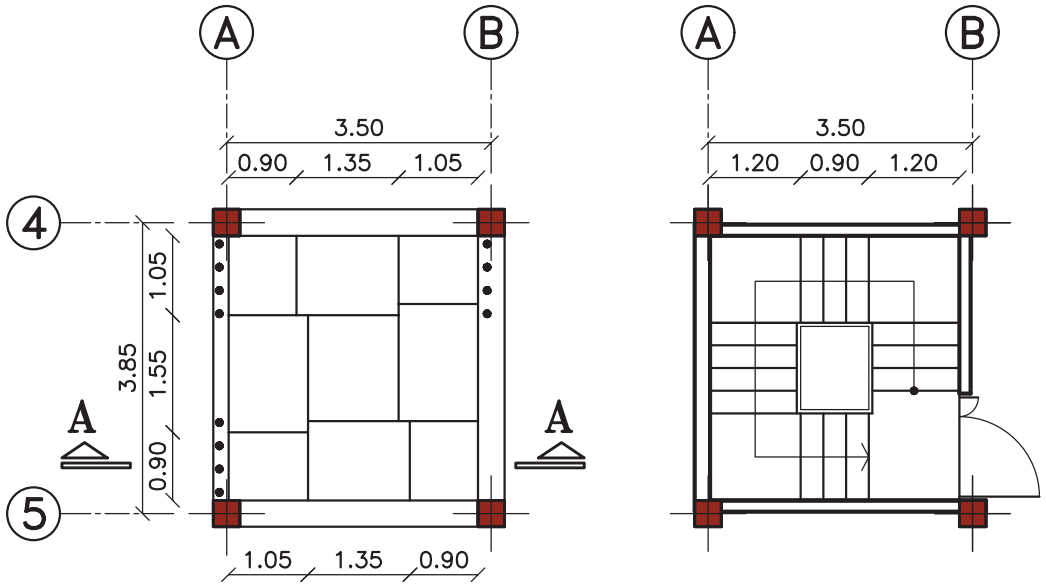


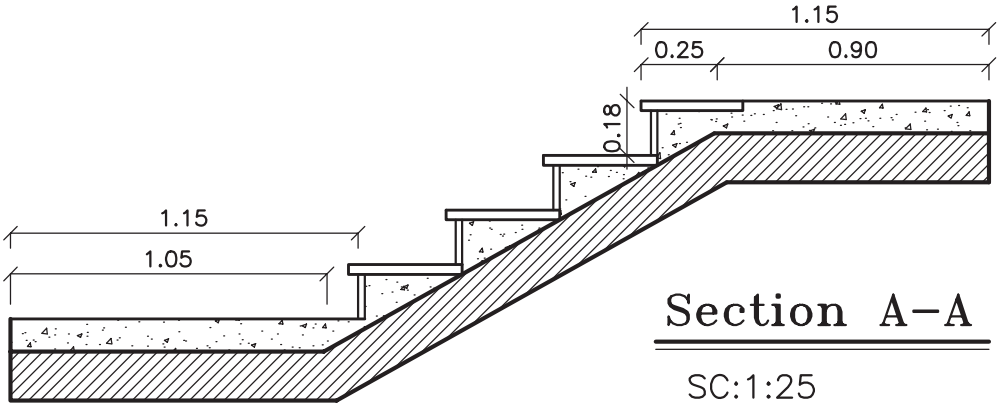
شکل ۳۹-۷- اجرای میلگردهای دال پله

شکل ۴۲-۷- بتن‌ریزی دال پله



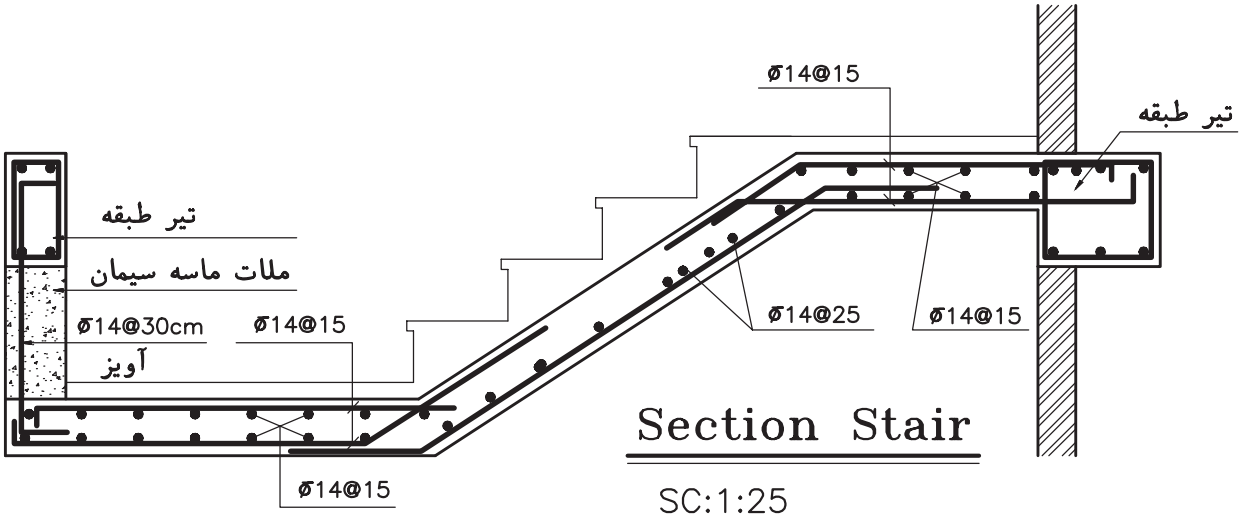
شکل ۴۱-۷- اجرای میلگردهای دال پله





Section A–A

SC:1:25



Section Stair

SC:1:25