

# اجزاءء ساختمان

## 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  |
| ۱-۲-۱-۱- ماسه در بتن :                | ۴  |
| ۱-۲-۱-۲- شن در بتن                    | ۵  |
| ۱-۲-۲- سیمان در بتن                   | ۷  |
| ۱-۲-۲-۱- انواع سیمان :                | ۸  |
| ۱-۲-۲-۲- مواد افزودنی (مضاف)          | ۹  |
| ۱-۲-۳- آب در بتن                      | ۱۰ |
| ۱-۲-۴- فولاد در بتن                   | ۱۱ |
| ۱-۲-۴-۱- انواع میلگردهای مصرفی در بتن | ۱۱ |
| ۱-۲-۴-۲- مشخصات هندسی میلگردها        | ۱۲ |

### فصل دوم: اجزای ساختمان‌های بتن آرمه

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

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

### فصل سوم: مراحل اجرای سازه‌های بتنی

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

### بخش دوم: نقشه‌های سازه و جزئیات اجرایی

#### فصل چهارم: پلان آکس بندی و ستون گذاری

|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| ۶۶ | مقدمه: ۴-۱                       |
| ۶۶ | چگونگی تعیین محل ستون‌ها: ۴-۲    |
| ۶۹ | مراحل ترسیم پلان آکس بندی: ۴-۳   |
| ۷۴ | مراحل ترسیم پلان ستون گذاری: ۴-۴ |

## فصل پنجم: پلان فونداسیون

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

## فصل ششم: پلان تیرریزی

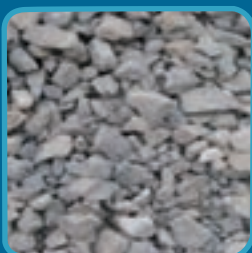
- ۹۸-۶-۱- ترسیم پلان تیرریزی ..... ۹۸

## فصل هفتم: جزئیات اجرایی

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

- ۱۵۴- منابع و مآخذ ..... ۱۵۴





◀ فصل اول:

## شناخت بتن 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 آن را 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 می کنند؟

.....

۵ - میلگردها را به چه شکل هائی دیده اید؟

.....

## ۱-۱- بتن و اهمیت شناخت آن

امروزه مصرف بتن روز به روز در کارهای 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 به خصوص ماده اصلی آن یعنی سیمان صورت گرفت تا به شکل امروزی پدید آمد.

**تعریف:** بتن از ترکیب مقدار معین و حساب شده از آب، سیمان، ماسه، شن و بعضی مواد مضاف و افزودنی دیگر به دست 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 به وسیله دستگاه بتن ساز انجام شود.

## ۱-۲- 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.



شکل ۱-۱- بتن



### 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.

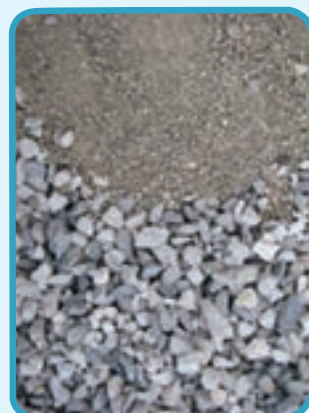
#### ۱-۲-۱-۱- ماسه در بتن :

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

| جدول شماره ۱-۱ دسته بندی ماسه           |               |
|---|---------------|
| اندازه قطر دانه‌ها<br>(بر حسب میلی‌متر) | نام دسته ماسه |
| ۵ تا ۲                                  | درشت          |
| ۲ تا ۰/۵                                | متوسط         |
| ۰/۵ تا ۰/۰۷۵                            | نرمه          |

◀ **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 تا ۶۰ 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 ۱-۲- دانه‌های سنگی



شکل ۱-۳- دانه بندی شن و ماسه



شکل ۱-۴- ماسه در بتن



شکل ۵-۱- شن

## ۲-۱-۲-۱- شن در بتن

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

### ■ 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 شماره ۲-۱ دسته بندی شن طبیعی       |             |
|---|-------------|
| اندازه قطر دانه ها<br>(بر حسب میلی متر) | نام دسته شن |
| ۶۰ تا ۲۵                                | درشت        |
| ۲۵ تا ۱۲                                | بادامی      |
| ۱۲ تا ۵                                 | نخودی       |

**ب) شن شکسته:** سنگ‌هایی با اندازه‌های مناسب در کارخانه به وسیله‌ی دستگاه‌های سنگ‌شکن، خرد شده و توسط الک‌های متوالی، دانه‌بندی می‌شود. به محصول به دست 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 در آئین نامه بتن ایران (آبا)، بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت نباید از هیچ کدام از مقدار زیر بزرگ‌تر باشد:

الف:  $\frac{1}{5}$  کوچکترین بعد داخلی قالب بتن

ب:  $\frac{1}{3}$  ضخامت دال

ج:  $\frac{3}{4}$  حداقل فاصله آزاد بین میلگردها

د:  $\frac{3}{4}$  ضخامت پوشش روی میلگردها

ه: ۳۸ میلی متر 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:** دانه‌هایی 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 بیش تر است.

اصولاً در بتن سازی 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 نامنظم



شکل ۸-۱- دانه‌های گوشه‌دار



شکل ۹-۱- دانه‌های پولکی



شکل ۱-۱۰- کارخانه سیمان

## 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.

### برای مطالعه ...

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 کلینکر 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 به دست 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 سرانجام 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 ۱-۱۱- مراحل تولید سیمان

### جدول ۱-۳ مواد تشکیل دهنده سیمان

| درصد     | مواد اولیه در سیمان |
|----------|---------------------|
| ۶۳ درصد  | آهک                 |
| ۲۰ درصد  | سیلیس               |
| ۶ درصد   | آلومین              |
| ۳ درصد   | اکسید آهن           |
| ۱/۵ درصد | اکسید منیزیم        |

## 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 می‌رود.

**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 کم کردن دوره مراقبت مناسب است.

**نوع ۴- سیمان با حرارت زایی 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 ویژه

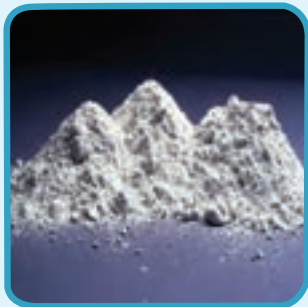
امروزه سیمان را در انواع و رنگ‌های مختلف می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند که متداول‌ترین آن‌ها به شرح زیر است :

■ **سیمان پرتلند سفید:** اگر مواد خام سیمان پرتلند معمولی، اکسید آهن نداشته باشد، یا آن را 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



شکل ۱-۱۲ - سیمان



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.

سیمان های پرتلند رنگی قرمز، قهوه ای و سیاه استفاده می شود. برای ساخت سیمان به رنگ های دیگر، از سیمان سفید استفاده می شود.

### ج) سیمان پرتلند آمیخته

■ **سیمان پرتلند پوزولانی:** سیمان پرتلند پوزولانی، چسباننده ای آبی است که مخلوط کامل، یکنواخت و همگنی از سیمان پرتلند، پوزولان و سنگ گچ آسیاب شده می باشد.

■ **سیمان پرتلند روباره ای یا سرباره ای:** این سیمان از آسیاب کردن ۱۵ تا ۹۵ درصد سرباره ی کوره آهن گدازی فعال و غیر کریستالی، کلینکر سیمان پرتلند و مقدار مناسبی سنگ گچ به دست می آید. این نوع سیمان پایداری بیشتری در برابر سولفات ها دارد و بتن ساخته شده با آن، نفوذ پذیری کم تر و دوام بیشتری دارد. این سیمان در برابر سیمان پرتلند معمولی، دیرگیرتر و گرمای آبگیری آن کم تر است.

### د) سیمان پرتلند بنایی

استفاده از این سیمان در بتن و بتن آرمه مجاز نمی باشد و فقط در ملات و مانند آن به کار می رود.

### ۲-۲-۱- مواد افزودنی (مضاف)

مواد مضاف، مواد شیمیایی خاصی هستند که به صورت محلول و یا پودر عرضه می شوند. مواد مضاف به بتن افزوده می شود تا بعضی از ویژگی های بتن تازه یا سخت شده را تغییر دهد.

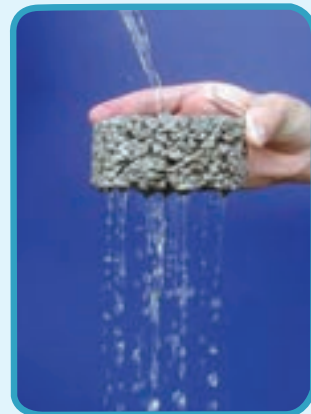
حداکثر میزان مصرف این مواد ۵ درصد وزن سیمان است. برخی از این مواد عبارت اند از:

- 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  $250 \text{ kg/m}^3$ ، این است که در هر متر مکعب بتن، ۲۵۰ کیلوگرم سیمان استفاده شده است.

## در بتن

- آب به سه صورت در بتن به کار می‌رود:
- ۱- آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه‌ها
  - ۲- آب به عنوان یکی از اجزاء تشکیل دهنده بتن
  - ۳- آب مصرفی برای عمل آوردن بتن



شکل ۱۴-۱- آب در 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) و خمیر 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 به کار 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 و مواد آلی، خودداری می‌گردد. مقادیر مواد زیان‌آور در آب مصرفی در بتن نباید از مقادیر حداکثر مجاز تجاوز کند.

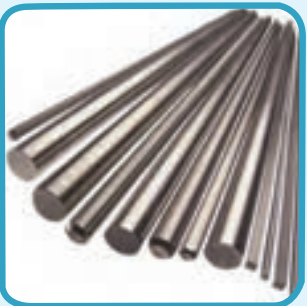
◀ **توجه:** هر آبی که PH (درجه اسیدیته) آن بین ۵ الی ۸/۵ بوده و طعم شوری نداشته باشد؛ هم چنین فاقد جلبک و مواد آلی باشد یا آب آشامیدنی که درصد املاح یون‌های سدیم و پتاسیم آن کم باشد برای استفاده در بتن مناسب است.

#### ۴-۲-۱- فولاد در بتن

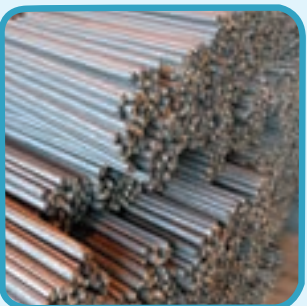
بتن ماده‌ای است که دارای مقاومت زیادی در فشار است. از این رو استفاده از آن برای قطعات تحت فشار مانند ستون‌ها و قوس‌ها بسیار مناسب است، ولی علی‌رغم مقاومت فشاری قابل توجه، مقاومت کششی کم و شکنندگی نسبتاً زیاد بتن، استفاده از آن را برای قطعاتی که کاملاً و یا به‌طور موضعی تحت کشش هستند محدود می‌نماید. برای 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.



شکل ۱۵-۱- فولاد در بتن



شکل ۱۶-۱- میلگرد با رویه صاف



شکل ۱۷-۱- میلگرد با رویه آجدار

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




##### ■ طبقه‌بندی میلگردها از نظر روش ساخت

- ۱) فولاد گرم نورد شده
- ۲) فولاد سرد اصلاح شده
- ۳) فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه

##### ■ 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 برجستگی‌هایی 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.



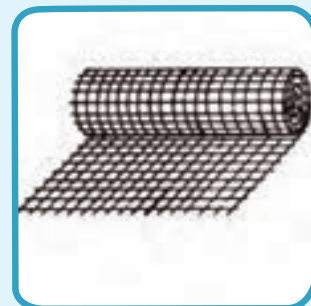
| جدول شماره ۱-۱ دسته‌بندی ماسه                  |   |   |
|--|---|---|
| مقاومت کششی و فشاری مجاز (Kg/mm <sup>2</sup> ) | شکل   | عنوان   |
| ۲۴   |  | میلگرد ساده<br>A I یا Ø                         |
| ۳۰   |  | میلگرد آج‌دار<br>A II یا Ø                      |
| ۴۲ تا ۵۰                         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



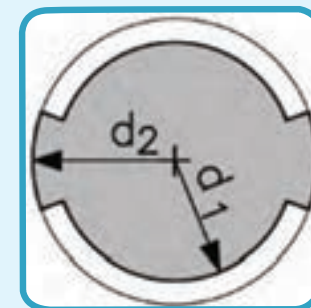
شکل ۱-۱۸ میلگرد کلاف



شکل ۱-۱۹ 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 به صورت 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.

### ۲-۴-۲-۱- مشخصات هندسی میلگردها

قطر زمینه (d<sub>1</sub>): قطر زمینه یعنی قطر میلگرد آج‌دار بدون در نظر گرفتن آج آن.

قطر خارجی (d<sub>2</sub>): قطر خارجی یعنی قطر میلگردها با احتساب کامل آج.

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

$$d_2 = 2\sqrt{\frac{M}{0.00785\pi L}}$$

قطر اسمی از رابطه روبرو به دست می‌آید.

جدول ۵-۱- مشخصات قطر میلگردها  
میلگردهای S340 و S400 (با آج یکنواخت)

| قطر خارجی<br>(d2)<br>(mm) | قطر زمینه<br>(d1)<br>(mm) | قطر اسمی<br>(M)<br>(mm) |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ۶/۷۵                      | ۵/۷۵                      | ۶                       |
| ۹/۰۰                      | ۷/۵۰                      | ۸                       |
| ۱۱/۳۰                     | ۹/۳۰                      | ۱۰                      |
| ۱۳/۵۰                     | ۱۱/۰۰                     | ۱۲                      |
| ۱۵/۵۰                     | ۱۳/۰۰                     | ۱۴                      |
| ۱۸/۰۰                     | ۱۵/۰۰                     | ۱۶                      |
| ۲۰/۰۰                     | ۱۷/۰۰                     | ۱۸                      |
| ۲۲/۰۰                     | ۱۹/۰۰                     | ۲۰                      |
| ۲۴/۰۰                     | ۲۱/۰۰                     | ۲۲                      |
| ۲۷/۰۰                     | ۲۴/۰۰                     | ۲۵                      |
| ۳۰/۵۰                     | ۲۶/۵۰                     | ۲۸                      |
| ۳۴/۵۰                     | ۳۰/۵۰                     | ۳۲                      |
| ۳۹/۵۰                     | ۳۴/۵۰                     | ۳۶                      |
| ۴۳/۵۰                     | ۳۸/۵۰                     | ۴۰                      |

## سوالات 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  $350 \text{ kg/m}^3$  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 جوش شده

۵) برای ساختن بتن‌هایی که در مقابل تأثیر متوسط سولفات‌ها قرار می‌گیرد، 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 به دست می‌آید؟

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 ..... می‌گویند.

الف - شن

ب - ماسه

ج - رس

د - لای

۹) نسبت مصالح سنگی موجود در بتن ..... می باشد.

الف -  $1/2$  تا  $1/3$

ب -  $2/3$  تا  $3/4$

ج -  $1/2$  تا  $3/4$

د -  $1/3$  تا  $3/4$

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

الف - میلگرد ساده

ب - میلگرد آج دار و ساده

ج - میلگرد آج دار و پیچیده

د - میلگرد پیچیده و ساده

## سوالات 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 خصوصاتی باشد؟
- ۸ - میلگردها از نظر شکل رویه به چند دسته تقسیم می شوند؟ 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؛

## پیش‌آزمون

### سؤالات تشریحی

- ۱ - منظور از ساختمان با سازه‌های بتن آرمه چیست؟  
.....  
.....
- ۲ - بار ساختمان توسط چه اعضای 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 گزینه‌هایی 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؛ به طوری 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



موفقیت قابل توجه بتن آرمه نسبت به سایر مصالح ساختمانی و به خصوص فولاد در کاربرد فراگیر آن را 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 می‌تواند 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.



شکل ۲-۲- سازه‌های بتنی



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 می‌توان 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 برداشته 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 می‌روند.

• 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 و نگهداری قالب در حدود ۳۰ الی ۵۰ درصد کل هزینه اجرای سازه بتن آرمه 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 پی‌هایی 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.

### برای مطالعه ...

- 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.

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

### ۲-۲-۱- پی‌های سطحی

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 پی‌هایی اصطلاحاً پی‌های سطحی گفته می‌شوند.

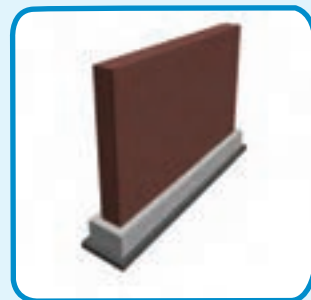
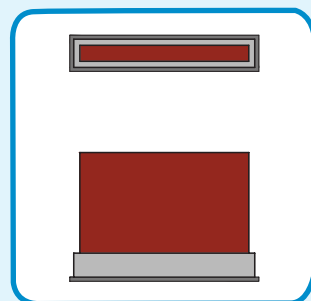
پی‌های سطحی را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد:  
 الف) پی‌های زیر دیوار (ب) پی‌های منفرد (ج) پی‌های مرکب

#### ۲-۲-۱-۱- پی‌های نواری زیر دیوار:

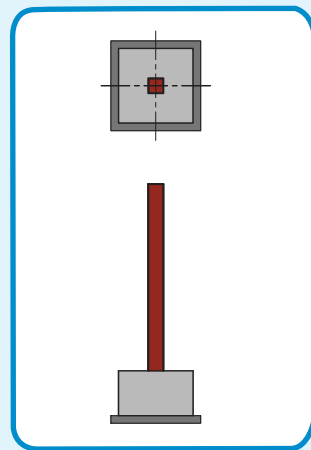
پی دیوار یک پی سرتاسری است که در زیر دیوارهای باربر آجری یا بتنی ساخته می‌شود.

#### ۲-۲-۱-۲- فونداسیون‌های منفرد:

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



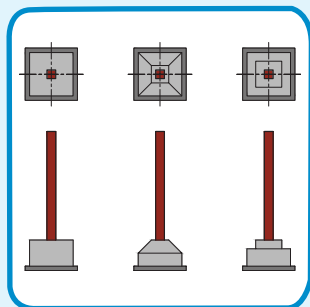
شکل ۲-۴- پی زیر دیوار



شکل ۲-۶- پی زیر دیوار



شکل ۲-۵- پی منفرد



شکل ۸-۲- فرم‌های مختلف  
فونداسیون منفرد

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.



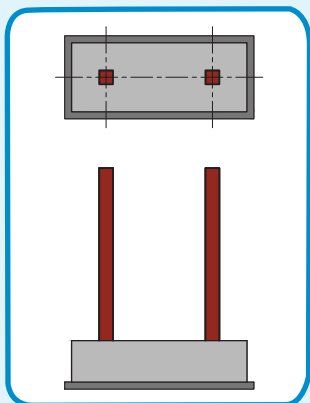
شکل ۷-۲- فرم‌های مختلف فونداسیون منفرد

### ۳-۱-۲-۲- پی‌های مرکب:

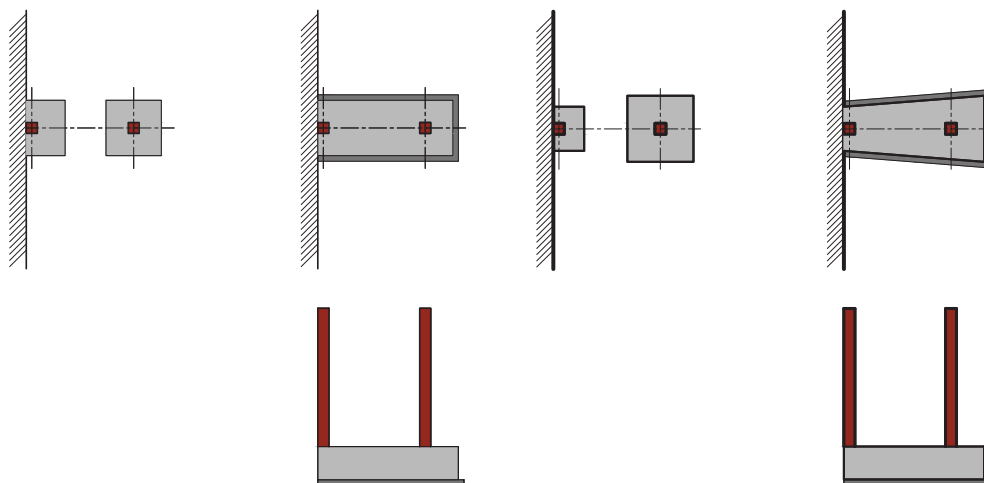
پی‌های مرکب به پی‌هایی اطلاق می‌شود که بیش از یک ستون بر آن‌ها تکیه می‌کند. این پی‌ها خود انواع مختلفی دارند که پی دو ستون، ساده‌ترین نوع آن‌ها است. این نوع پی که مشترک بین دو ستون است، در دو مورد استفاده می‌شود:

(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.



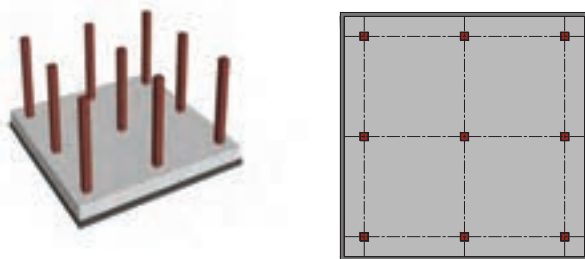
شکل ۹-۲- پی مشترک دو ستون



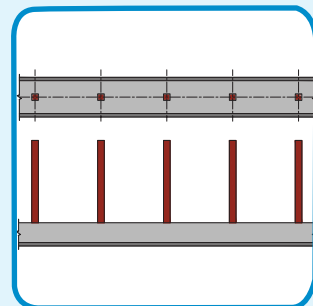
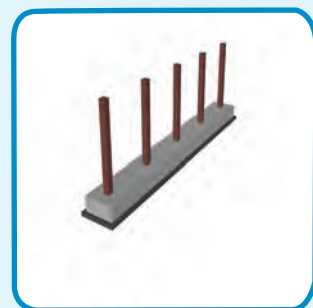
شکل ۱۰-۲- پی مشترک بین دو ستون در مجاورت دیوار همسایه

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 به وجود می‌آورد.

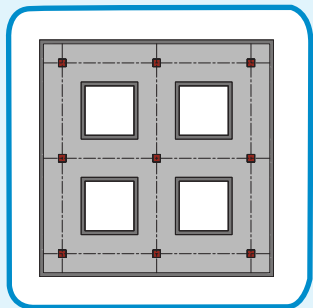
نوع دیگر پی‌های مرکب، پی‌های گسترده یا صفحه‌ای می‌باشد. در مواردی که مقاومت خاک بسیار کم است به طوری که در صورت استفاده از پی‌های منفرد عملاً سطح پی قسمت عمده‌ی سطح زیر بنا را می‌پوشاند، به جای استفاده از پی‌های منفرد یا حتی پی‌های نواری از پی گسترده استفاده می‌شود. در این حالت، پی تشکیل می‌شود از یک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



شکل ۱۱-۲- پی گسترده



شکل ۱۲-۲- پی نواری



شکل ۱۳-۲- مشبک یا شبکه‌ای

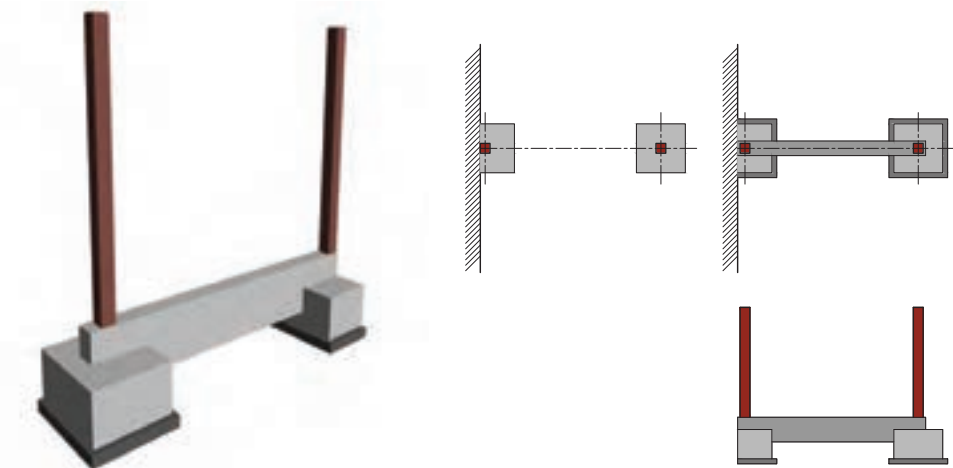
مزیت اساسی پی‌های نواری و گسترده نسبت به پی‌های منفرد این است که سختی و یکپارچگی این پی‌ها کمک بزرگی به کاهش نشست‌های نامساوی ستون‌ها می‌کند. از این رو در مواردی که سازه نسبت به نشست‌های نامساوی بسیار حساس است استفاده از این نوع پی‌ها ارجحیت دارد.

### برای مطالعه ...

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

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



شکل ۱۵-۲- پدستال

## ۲-۲-۲- پی‌های عمیق

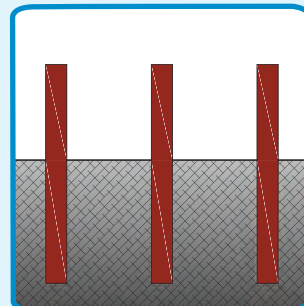
چنانچه خاک نزدیک سطح زمین دارای شرایط مناسب نباشد، لازم است به وسیله پی‌های عمیق که معمول‌ترین آن‌ها پی‌های شمعی است، بار را به لایه‌های عمیق‌تر و محکم‌تر انتقال دهند. شمع‌ها ممکن است منفرد یا به صورت گروهی باشند.

### ۲-۲-۲-۱- شمع‌های منفرد:

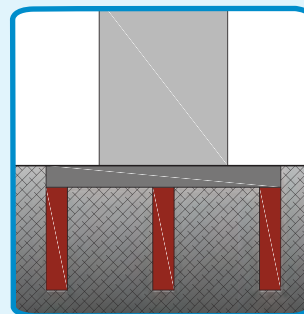
به شمعی اطلاق می‌شود که مستقیماً بار یک ستون را دریافت نموده و به زمین منتقل نماید.

### ۲-۲-۲-۲- گروه شمع‌ها:

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 ۱۶-۲- شمع منفرد



شکل ۱۷-۲- گروه شمع‌ها

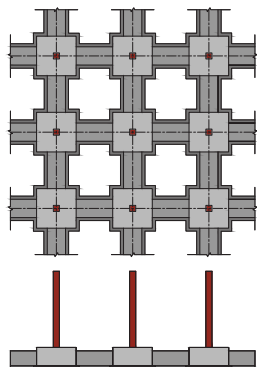
## ۲-۳- شناژهای بتنی

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

### ۲-۳-۱- شناژهای افقی

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 به کار 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 تحمل‌کننده بارهای فشاری است.

## ۲-۴- ستون‌های بتنی

معمولاً ستون به عضوی اطلاق می‌شود که برای تحمل بار فشاری و انتقال آن به فونداسیون به کار 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.

### ■ انواع ستون‌های بتنی از نظر شکل مقطع:

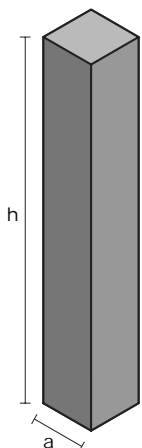
۱- ستون‌هایی با مقطع مربع، (حداقل ابعاد مقطع ۳۰×۳۰ سانتی‌متر).

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

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

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

### (Column)



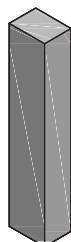
$$h/a > 3$$



$$a > 30\text{cm}$$



$$a > 25\text{cm}$$



$$a > 20\text{cm}$$



$$d > 25\text{cm}$$



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

شکل ۱۹-۲- ستون



## ۵-۲- 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.

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.

### ۱-۵-۲- 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.

### 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.

### ۳-۵-۲- دیوارهای برشی:

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

◀ دیوار عبارت 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.



شکل ۲۰-۲- دیوار حایل

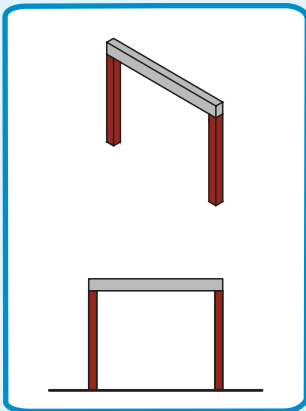
◀ دیوارهای زیر زمین نیز نوعی از دیوار حایل است که در تعیین ضخامت آن‌ها علاوه بر نیروهای قائم، باید فشار جانبی خاک را نیز در نظر گرفت. حداقل ضخامت دیوارهای زیرزمین ۲۰ سانتی‌متر (در نقاط مرطوب، حداقل ۳۰ سانتی‌متر) است.



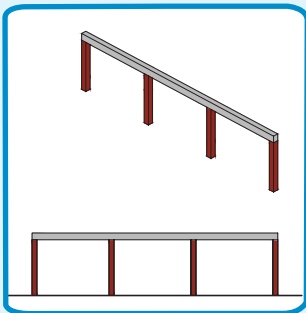
شکل ۲۱-۲- دیوار باربر



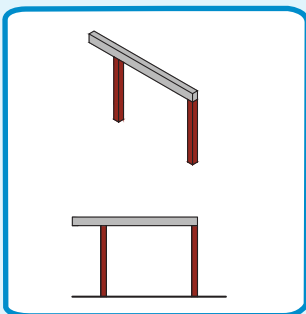
شکل ۲۲-۲- دیوار برشی



شکل ۲۳-۲- تیر ساده



شکل ۲۴-۲- تیر ممتد



شکل ۲۵-۲- تیر کنسولی

#### ۴-۵-۲- دیوارهای غیر باربر:

شامل دیوارهای محیطی ساختمان، جدا ساز داخلی و دیوارهای محوطه می شود. 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 تکیه گاه های جانبی به کار برد. مهم ترین باری که در طراحی این دیوار در نظر گرفته می شود، بار باد است. حداقل ضخامت دیوارهای بتنی غیر باربر ۱۰ سانتی متر تعیین شده است.

#### ۴-۶- 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.

■ تیرهای بتنی را از نظر نوع اتصال به تکیه گاه به چهار دسته تقسیم می کنند:

##### ۱-۴-۶- تیر ساده:

به تیرهایی با مقطع مربع یا مستطیل که بر روی دو تکیه گاه ساده (ستون یا دیوار) تکیه دارند، تیر ساده می گویند.

##### ۲-۴-۶- تیر ممتد:

از این نوع تیرها برای پوشش چند دهانه متوالی استفاده می شود.

##### ۳-۴-۶- تیر کنسولی یا طره ای:

تیری که برای تحمل بار قسمت های جلو آمده سقف (نسبت به محور ستون ها) به کار می رود، را تیر کنسولی یا طره ای می گویند.

#### ۴-۶-۲- تیر پوششی یا فرعی:

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

#### ۷-۲- سقف‌های بتنی

سقف یا کف قسمتی از سازه بتنی است که برای پوشش فضای مورد نظر به کار می‌رود. هدف از ساخت آن جدا کردن فضاهای مختلف از یکدیگر به صورت افقی است. متداول‌ترین نوع پوشش کف را در سازه‌های بتن آرمه، دال‌ها 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 دو طرفه

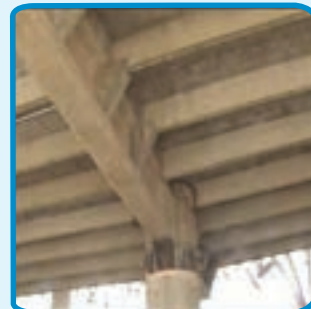
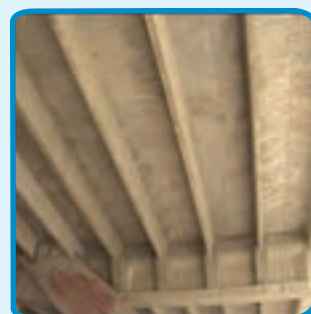
#### ۱-۷-۲- دال یک طرفه:

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.

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



شکل ۲-۲۶- دال یک طرفه



شکل ۲-۲۷- دال یک طرفه با تیر



شکل ۲-۲۸- سقف تیرچه و بلوک

## ۲-۷-۲-۲- دال دو طرفه:

در یک دال دو طرفه بارهای وارد بر دال در دو جهت عمود بر هم به تکیه‌گاه‌ها 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 دو طرفه با تیر



شکل ۲-۲۹- دال دو طرفه



شکل ۲-۳۰- دال یک طرفه



شکل ۲-۳۱- دال تخت



شکل ۲-۳۲- دال تخت با پهنه

◀ **تذکر:** چنانچه دال در هر دو راستای عمود بر هم 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 به وجود 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.

راه حل دیگر استفاده از سر ستون یا ماهیچه ستون در انتهای ستون است. به چنین دال‌هایی دال قارچی 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.

### ۲-۷-۲-۳- 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 به وجود می‌آورند.



شکل ۲-۳۳- دال قارچی



شکل ۲-۳۵- دال مشبک



شکل ۲-۳۴- دال مشبک

### ۲-۷-۲-۴- 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

استفاده می شود. 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 می شود.

## ۸-۲- پله های بتنی

پله ساده ترین وسیله برای رسیدن به ارتفاعات مختلف در ساختمان یا محوطه است. انواع پله های بتنی عبارت اند از:

■ پله یک طرفه مستقیم

- پله دو طرفه

- پله ی بتنی دارای تیر باربر

- پلکان دالی شیب دار با پاگردهای چرخش

- پلکان دالی پیوسته با دو خم بتنی

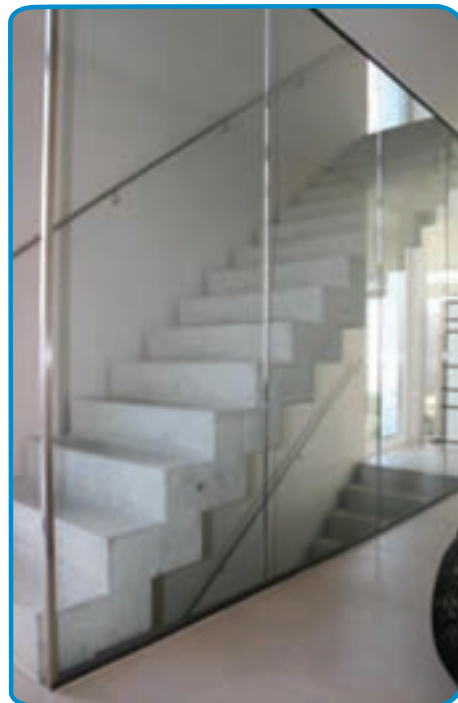
- پلکان معلق یا طره ای بتنی

- پلکان حلزونی چشم دار بتنی

- پلکان های پیش ساخته (پلکان مستقیم پلکان دالی دو خم پلکان بدون پیشانی و پلکان حلزونی)



شکل ۳۶-۲- دال دو طرفه با تیر



شکل ۳۷-۲- نمونه هایی از پله های بتنی

## سوالات چهار گزینه‌ای ...

۱) کدام یک 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 دسته‌هایی 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 قسمت‌های 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 می شوند.

الف - یک طرفه

ب - دو طرفه

ج - سه طرفه

د - چهار طرفه

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

الف - حائل - ۳۰ سانتی متر

ب - حائل - ۲۰ سانتی متر

ج - باربر - ۳۰ سانتی متر

د - باربر - ۲۰ سانتی متر

### سوالات تشریحی ...

- 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 به طور 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- پی‌کنی 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؛

## پیش‌آزمون

### سؤالات تشریحی

۱ - علت استفاده از قالب را شرح دهید.

.....

۲ - خاکبرداری و پی‌کنی چه تفاوت‌هایی دارند؟

.....

۳ - چند نوع قالب می‌شناسید؟

.....

۴ - عملکرد گوه در قالب بندی چیست؟

.....

۵ - علت استفاده از پایه‌های اطمینان چیست؟

.....

۶ - میلگردها را به چه روش‌هایی وصله می‌کنند؟

.....

۷ - رکابی در میلگرد گذاری چیست؟

.....

### ۳-۱- خاکبرداری

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 مصالح 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.

#### ۳-۱-۱- گودبرداری

منظور از گودبرداری، کندن و حفر زمین از سطح طبیعی آن با عمقی بیش از ۲ متر است. حداکثر عمق 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 ۳-۱- خاکبرداری با دست



شکل ۳-۲- خاکبرداری با ماشین



### ۱-۱-۱-۳- هدف از گودبرداری

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- گودبرداری در زمین‌های محدود

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



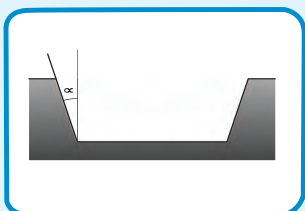
شکل ۳-۴- گودبرداری در زمین‌های محدود  
در تصاویر بالا اجرای سازه‌های نگهدارنده برای محافظت از ریزش ساختمان‌های  
مجاور نشان داده شده است

### ۳-۱-۱-۳- گودبرداری در زمین‌های نامحدود

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  $\alpha$  می‌سازد. اندازه‌ی این زاویه بستگی به نوع خاک محل گودبرداری دارد. هر قدر خاک محل سست‌تر باشد، اندازه‌ی زاویه  $\alpha$  بزرگ‌تر خواهد شد.

### جدول شماره ۱-۳- اندازه زاویه $\alpha$ برای زمین‌های متفاوت

| اندازه زاویه $\alpha$<br>(بر حسب درجه) | نوع زمین               |
|--|------------------------|
| ۵                                      | زمین دج                |
| ۱۰                                     | زمین سفت               |
| ۳۰                                     | زمین متوسط             |
| ۴۵                                     | زمین ماسه‌ای           |
| بیش‌تر از ۴۵                           | زمین سست و<br>خاک دستی |



شکل ۳-۵- زاویه شیب  
خاکبرداری



شکل ۳-۶- گودبرداری در زمین‌های نامحدود



شکل ۳-۷- گودبرداری در زمین‌های نامحدود

### ۳-۱-۲- پی کنی

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 می‌باشد.



شکل ۳-۸- 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.
- پی کنی 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



- پی کنی و گود برداری باید تا رسیدن به بستر مناسب ادامه یابد.
- مصالح نامناسب و سست با مصالح مناسب و تأیید شده جایگزین شود.
- 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 پرهزینه 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



شکل ۱۴-۳- وایراتور یا لرزاننده بتن داخل قالب

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

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

### ۱-۲-۳- عملکردهای قالب

#### ■ قالب باید:

- بتن را در شکل مورد نظر نگه‌دارد؛
- به سطح آن نمای دلخواه دهد؛
- وزن بتن را تا زمان سخت شدن و کسب مقاومت کافی تحمل کند؛
- بتن را در مقابل صدمات مکانیکی حفظ کند؛
- از کم شدن رطوبت بتن و نشت شیره آن جلوگیری نماید؛
- عایقی مناسب در برابر سرما و گرمای محیط باشد؛
- میلگردها و سایر قطعاتی را که داخل بتن قرار می‌گیرند در محل مورد نظر نگاه‌دارد؛
- در برابر نیروهای ناشی از لرزاندن و مرتعش ساختن بتن مقاومت کند؛
- 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 استفاده می‌شود.

زنجاب کردن بتن یعنی آجرها را قبل از به کار بردن، 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 کارایی 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



شکل ۱۹-۳- فایبر گلاس برای اجرای دیوار بتنی

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



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



شکل ۲۰-۳- قالب رونده (لغزنده)

### 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 بتن‌ریزی کندوهای سیلو، منابع آب و برج‌های مخابراتی است.

### 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.

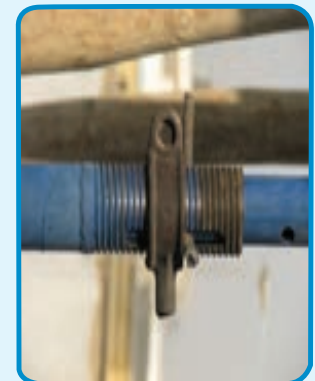


شکل ۲۲-۳- شمع فلزی کامل  
تنظیم ارتفاع



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

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



شکل ۲۳-۳- سوراخ‌های روی  
شمع فلزی جهت تعیین ارتفاع مناسب



شکل ۲۴-۳- استفاده از شمع‌های چوبی جهت نگهداری قالب‌ها

شکل ۲۵-۳- استفاده از گوه 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 ۳-۲۶- داربست فلزی

## ■ ۳-۲-۴- قالب‌بندی اجزاء مختلف سازه

■ قالب‌ها را می‌توان بر اساس کاربردهای مختلف دسته‌بندی کرد. که از آن جمله است:

### ۱- قالب فونداسیون



شکل ۳-۲۷- قالب چوبی برای اجرای پی



شکل ۳-۲۸- قالب فلزی برای اجرای پی

## ۲- قالب ستون



شکل ۳-۲۹- قالب آجری برای اجرای پی



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



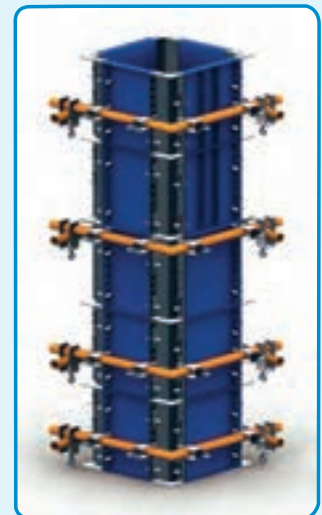
شکل ۳-۳۱- قالب فایبرگلاس برای اجرای پی



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



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



شکل ۳-۳۴- قالب فلزی برای ستون

### ۳- قالب دیوار



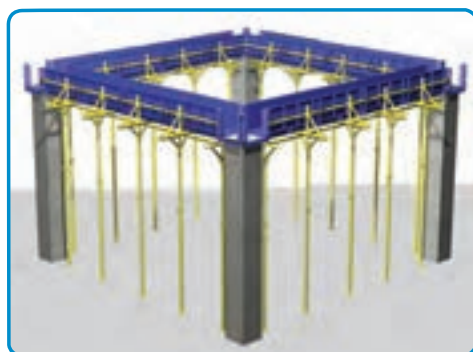
شکل ۳-۳۶- قالب فایبر گلاس  
برای اجرای دیوار بتنی



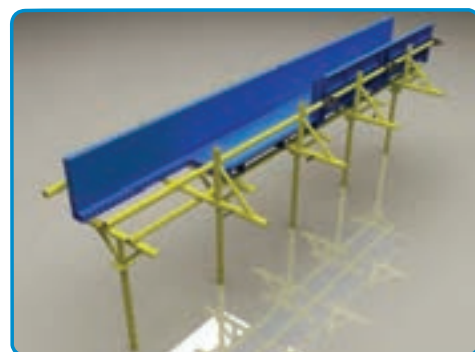
شکل ۳-۳۵- قالب فلزی برای اجرای دیوار بتنی



### ۴- قالب تیر و دال



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



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



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



### ۵- قالب پله



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



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

### ۶-۲-۳- قالب برداری

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 و هوا، 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 نگیرند، بتن صدمه نبیند و خدشه‌ای به ایمنی و قابلیت بهره‌برداری قطعات وارد نشود.



شکل ۳-۴۲- قالب برداری

پس از جداسازی قالب نیز باید تا مدتی از برخورد هرگونه جسمی به سازه 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

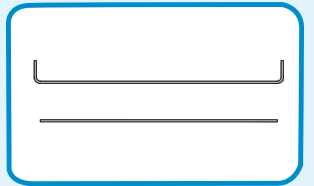
| دمای مجاور سطح بتن (درجه سلسیوس) |               |              |               | نوع قالب بندی    |       |
|----------------------------------|---------------|--------------|---------------|------------------|-------|
| ۲۴ درجه و بیش‌تر                 | ۱۶ تا ۲۳ درجه | ۸ تا ۱۵ درجه | صفر تا ۷ درجه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

### ۳-۳- آرماتور بندی

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 می‌شود 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.

#### ۳-۳-۱- فرم‌های رایج میلگرد مصرفی

(۱) میلگرد طولی (راستا) و عرضی: برای افزایش مقاومت کششی بتن به کار برده می‌شود.



شکل ۳-۴۴- میلگرد طولی

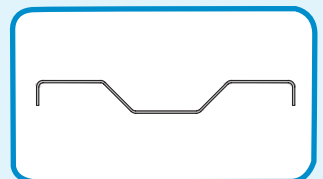


شکل ۳-۴۶- میلگرد طولی کف پی



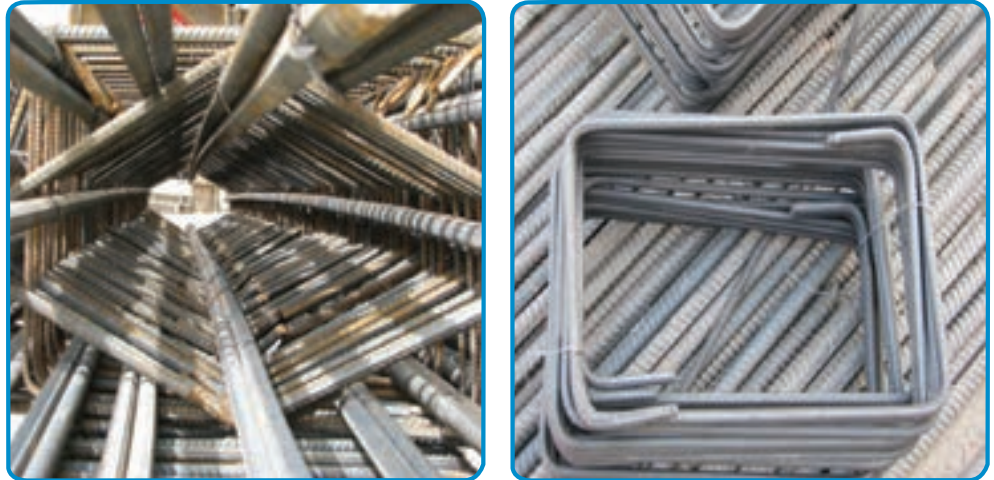
شکل ۳-۴۵- میلگرد طولی در تیر

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



شکل ۳-۴۷- 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.



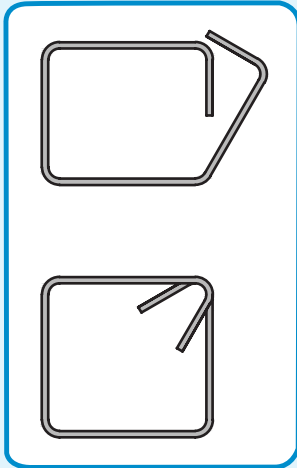
شکل ۳-۴۸- خاموت

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

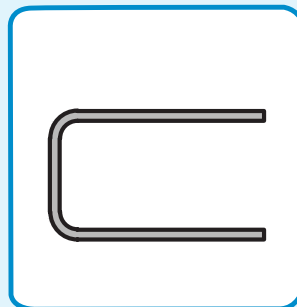
۵) سنجاقک: برای تقویت مقاومت برشی خاموت ها و اتصال کامل بین میلگردهای طولی و خاموت کاربرد دارد.



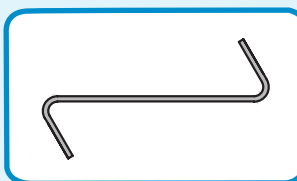
شکل ۳-۵۰- کاربرد سنجاقک در میلگرد گذاری ستون



شکل ۳-۴۹- خاموت

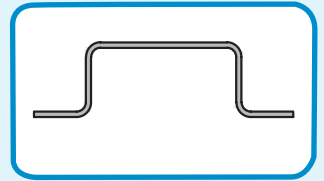


شکل ۳-۵۱- رکابی

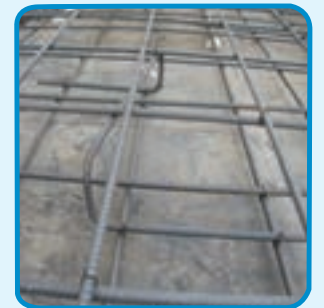


شکل ۳-۵۲- سنجاقک

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



شکل ۳-۵۴ - خرک



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



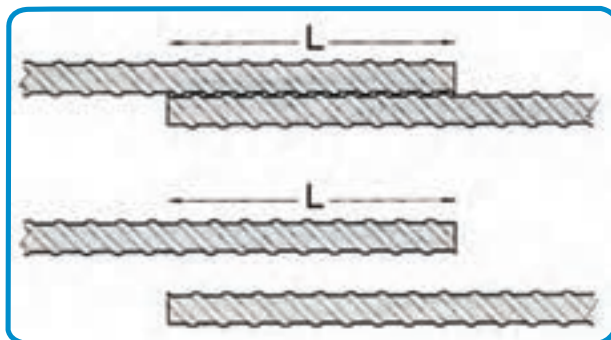
شکل ۳-۵۳ - استفاده از خرک در میلگرد گذاری پی

### ۲-۳-۳ - وصله میلگردها

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

- ۱- وصله‌های پوششی
- ۲- وصله‌های اتکائی
- ۳- وصله‌های جوشی
- ۴- وصله‌های مکانیکی

۱- **وصله‌های پوششی:** 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 ۳-۵۶ - وصله پوششی

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



شکل ۵۷-۳- وصله اتکائی

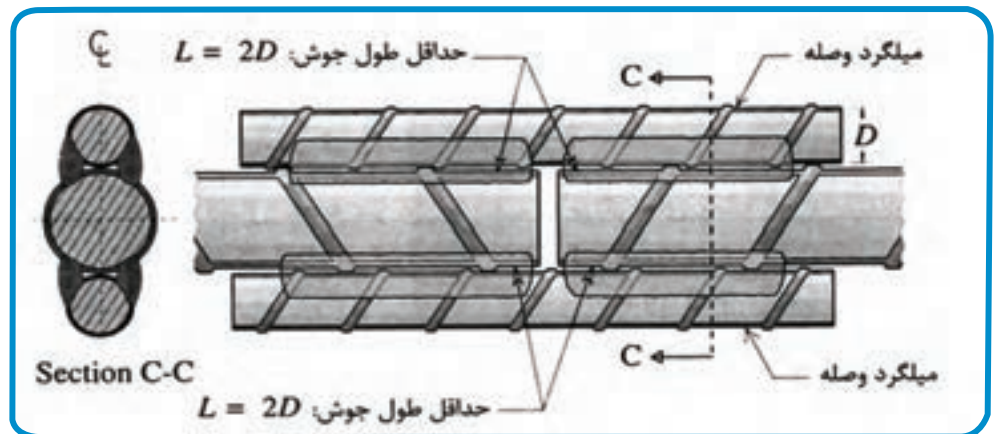
۳- وصله‌های جوشی: که با جوش دادن دو میلگرد به یکدیگر انجام می‌شود؛

■ باید به یکی از روش‌های زیر انجام شود.

- اتصال سر به سر (نوک به نوک) مستقیم

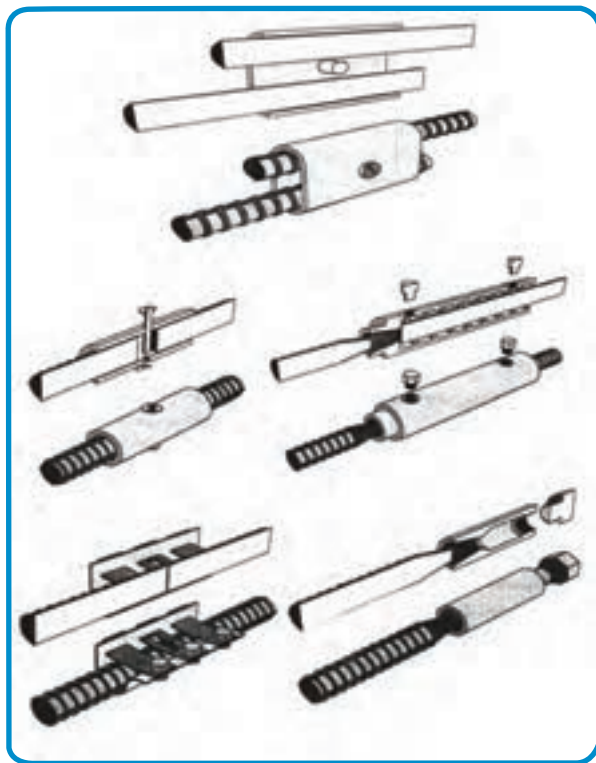
- اتصال سر به سر (نوک به نوک) غیر مستقیم

- اتصال پوششی جوش شده



شکل ۵۸-۳- اتصال پوششی جوش شده

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



شکل ۵۹-۳- وصله مکانیکی

### ۳-۳-۳- فاصله میلگردها

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

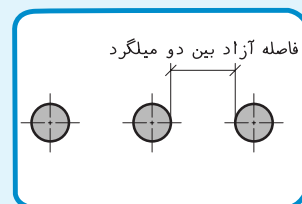
۱- قطر میلگرد بزرگتر

۲- ۲۵ میلی‌متر

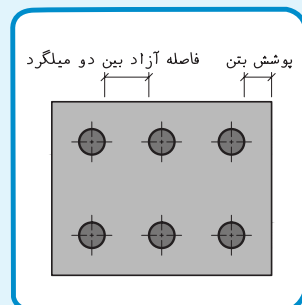
۳-  $\frac{1}{33}$  برابر قطر اسمی بزرگ‌ترین سنگدانه بتن

### ۳-۳-۴- پوشش بتن روی میلگردها (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، اکسید شدن و تأثیر مواد شیمیایی و همچنین حریق، به عهده دارد. مقدار این پوشش در آئین نامه بتن



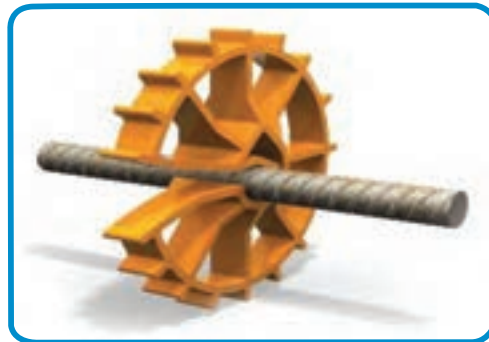
شکل ۶۰-۳- فاصله آزاد میلگردها



شکل ۶۱-۳- پوشش بتن

روی میلگردها

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 | مقادیر |       |      |            |                 |
|---------------------------|----------|--------|-------|------|------------|-----------------|
|                           |          | ملايم  | متوسط | شدید | بسیار شدید | فوق العاده شدید |
| تیرها و ستون‌ها           |          | ۳۵     | ۴۵    | ۵۰   | ۶۵         | ۷۵              |
| دالها، دیوارها و تیرچه‌ها |          | ۲۰     | ۳۰    | ۳۵   | ۵۰         | ۶۰              |
| پوسته‌ها، صفحات پلیسه‌ای  |          | ۱۵     | ۳۵    | ۳۰   | ۴۵         | ۵۵              |

\* اعداد جدول بر حسب میلی متر محاسبه شده است

تذکر: با توجه به توصیه آئین‌نامه ایران، پوشش بتن برای کف فونداسیون ۷۵ میلی متر 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 میلی متر بیش‌تر از بزرگ‌ترین اندازه اسمی سنگدانه بیش‌تر از ۳۲ میلی متر



شکل ۶۳-۳- فاصله نگهدار



## برای مطالعه ...

### انواع شرایط محیطی:

الف: شرایط محیطی ملایم: 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.

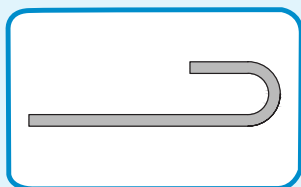
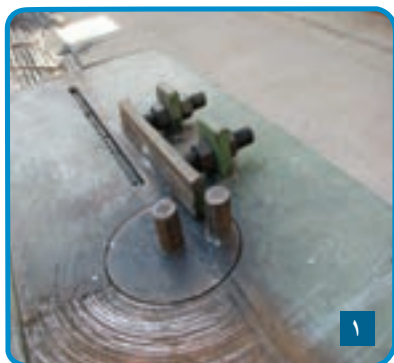
ب: شرایط محیطی متوسط: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی، در معرض رطوبت و گاهی تعریق قرار می‌گیرند.

ج: شرایط محیطی شدید: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی، در معرض رطوبت یا تعریق شدید یا تر و خشک شدن متناوب یا یخ زدن و ذوب شدن، سرد و گرم شدن متناوب نه چندان شدید، قرار می‌گیرند.

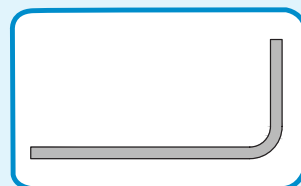
د: شرایط محیطی بسیار شدید: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی، در معرض گازها، آب و فاضلاب ساکن با حداکثر ۵، مواد خورنده، یا رطوبت همراه با یخ زدن و آب شدن شدید، قرار می‌گیرند.

### ۵-۳-۳- خم کردن میلگردها

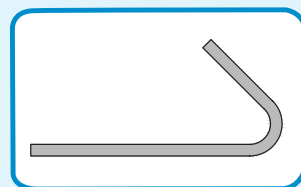
کلیه میلگردها باید با رعایت مقررات تعیین شده در آئین نامه و به صورت سرد خم شود. خم کردن میلگرد باید حتی المقدور به طور مکانیکی به وسیله ماشین مجهز به فلکه خم کن و با یک عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد. طوری که قسمت خم شده دارای شعاع و انحناى ثابتى باشد.



شکل ۶۵-۳- خم نیم دایره



شکل ۶۶-۳- خم گونیا



شکل ۶۷-۳- خم چنگک

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 نیم دایره (۱۸۰ درجه)
- خم گونیا (۹۰ درجه)
- خم چنگک (۱۳۵ درجه)

## سوالات چهار گزینه‌ای ...

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 دانه بندی
- ج - جهت زیبایی سازه بتنی
- د - بالا رفتن مقاومت کششی

۴) آرماتور خاموت چه مقاومتی در بتن را افزایش می دهد؟

- 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، چه قدر است؟

الف -  $20 d_b$

ب -  $15 d_b$

ج -  $10 d_b$

د -  $5 d_b$

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

الف -  $4/5$  سانتی‌متر

ب - ۵ سانتی‌متر

ج -  $2/5$  سانتی‌متر

د -  $3/5$  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 چه قدر است؟

الف - ۲ متر

ب - ۳ متر

ج - ۴ متر

د - ۵ متر

### سوالات تشریحی ...

- 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 قالب بندی 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.



فصل چهارم:

## پلان آکس بندی و ستون گذاری

هدف کلی: رسم پلان های آکس بندی و ستون گذاری .

هدف های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

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

## ۴-۱- مقدمه

همان طور که می دانید، ترسیمات فنی و نقشه ها را به دو گروه عمده ی نقشه های صنعتی و نقشه های ساختمانی، طبقه بندی می کنند. نقشه های ساختمانی نیز به چهار دسته به شرح زیر تقسیم بندی می شوند.

- ۱) نقشه های معماری، شامل: پلان موقعیت، پلان طبقات، نماها، مقاطع و ... .
- ۲) نقشه های سازه، شامل: پلان ستون گذاری، پلان فونداسیون، پلان تیرریزی و ... .
- ۳) نقشه های تأسیسات مکانیکی، شامل: نقشه های لوله کشی آب سرد و گرم، فاضلاب، تهویه و ... .
- ۴) نقشه های تأسیسات الکتریکی، شامل: نقشه های سیم کشی برق، روشنائی و ... .

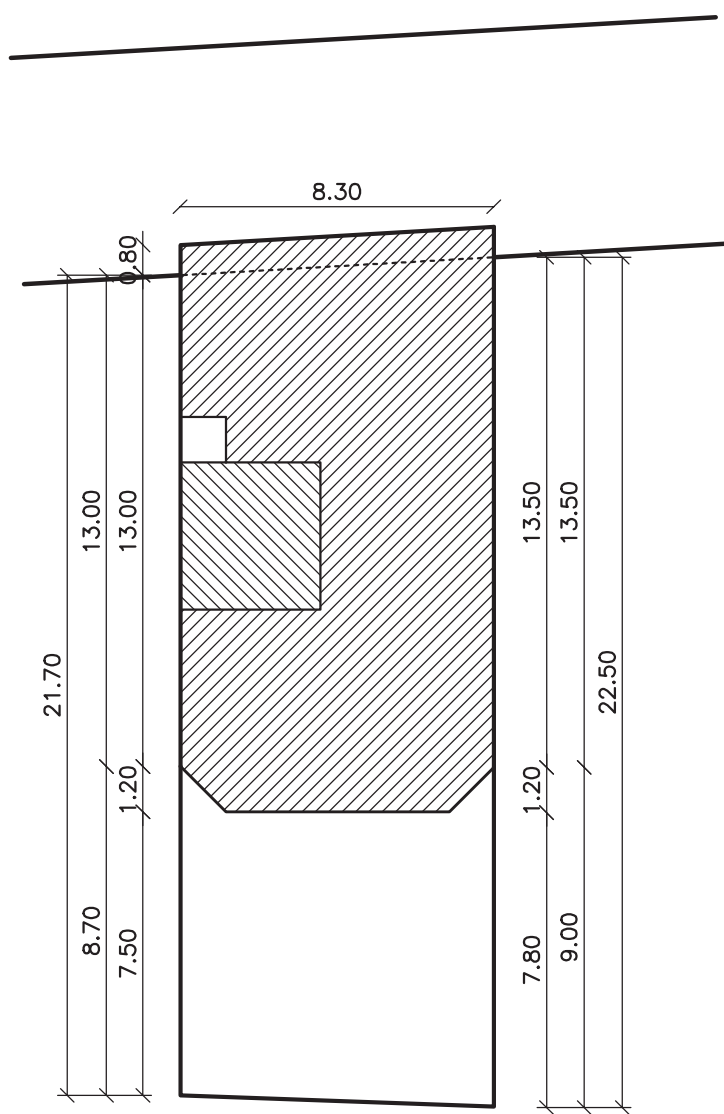
شناخت استانداردها، قواعد نقشه کشی و همچنین مهارت در ترسیم از ضروریات اولیه نقشه کشی است. در این بخش سعی شده با زبان ساده و با استفاده از ترسیمات و تصاویر گویا، به روش گام به گام شما را با اصول نقشه کشی نقشه های سازه آشنا کنیم. در هر مرحله از درس تمرینات لازم برای تفهیم بهتر مطلب و ارتقای مهارت شما پیش بینی شده است.

## ۴-۲- چگونگی تعیین محل ستون ها

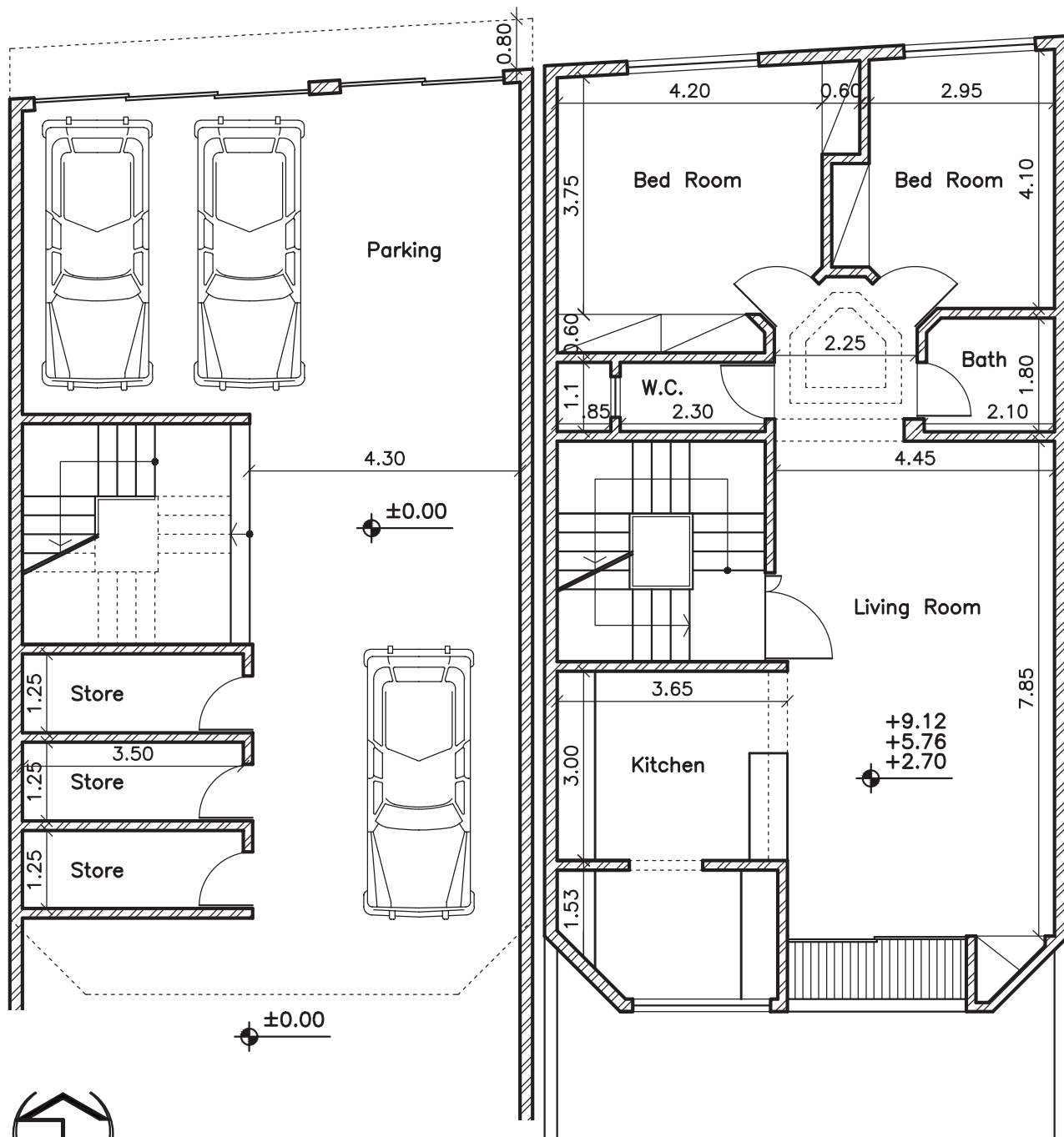
اولین گام در تهیه نقشه های سازه، تعیین محل ستون ها است. برای تعیین محلی مناسب برای ستون باید توجه خاص به پلان معماری ساختمان نمود. همچنین بر اساس نوع سازه انتخاب شده از طرف مهندس محاسب و بارهای وارد بر ساختمان، محدوده تقریبی محل ستون ها تعیین می گردد. برای تعیین جای دقیق تر ستون ها در پلان معماری، بهتر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

- ۱- محل و فاصله ستون ها به صورتی تعیین شود که با حداقل تعداد ستون، کل بارهای ساختمان به زمین منتقل شود.
- ۲- ستون ها حتی الامکان با فاصله مساوی از یکدیگر قرار گیرند.
- ۳- محل ستون ها از زیبایی ساختمان و ارتباط بین آن ها نگاهد.
- ۴- ستون ها حتی الامکان در درون دیوارها، جرزها و کمدهای دیواری مخفی شوند.
- ۵- در تعیین محل ستون ها به قسمت های اساسی ساختمان (دستگاه پله، آسانسور، نورگیرها، داکت ها و...) توجه شود. بهتر است در چهار گوشه ی دستگاه پله ستون پیش بینی شود.
- ۶- محل قرارگیری ستون ها در فضای پارکینگ، مانع از حرکت ماشین ها و ایجاد فضاهای پرت نگردد.
- ۷- فاصله ستون ها در سازه های بتنی، برای یک ساختمان مسکونی، معمولاً بین ۲ تا ۷ متر در نظر گرفته می شود.

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







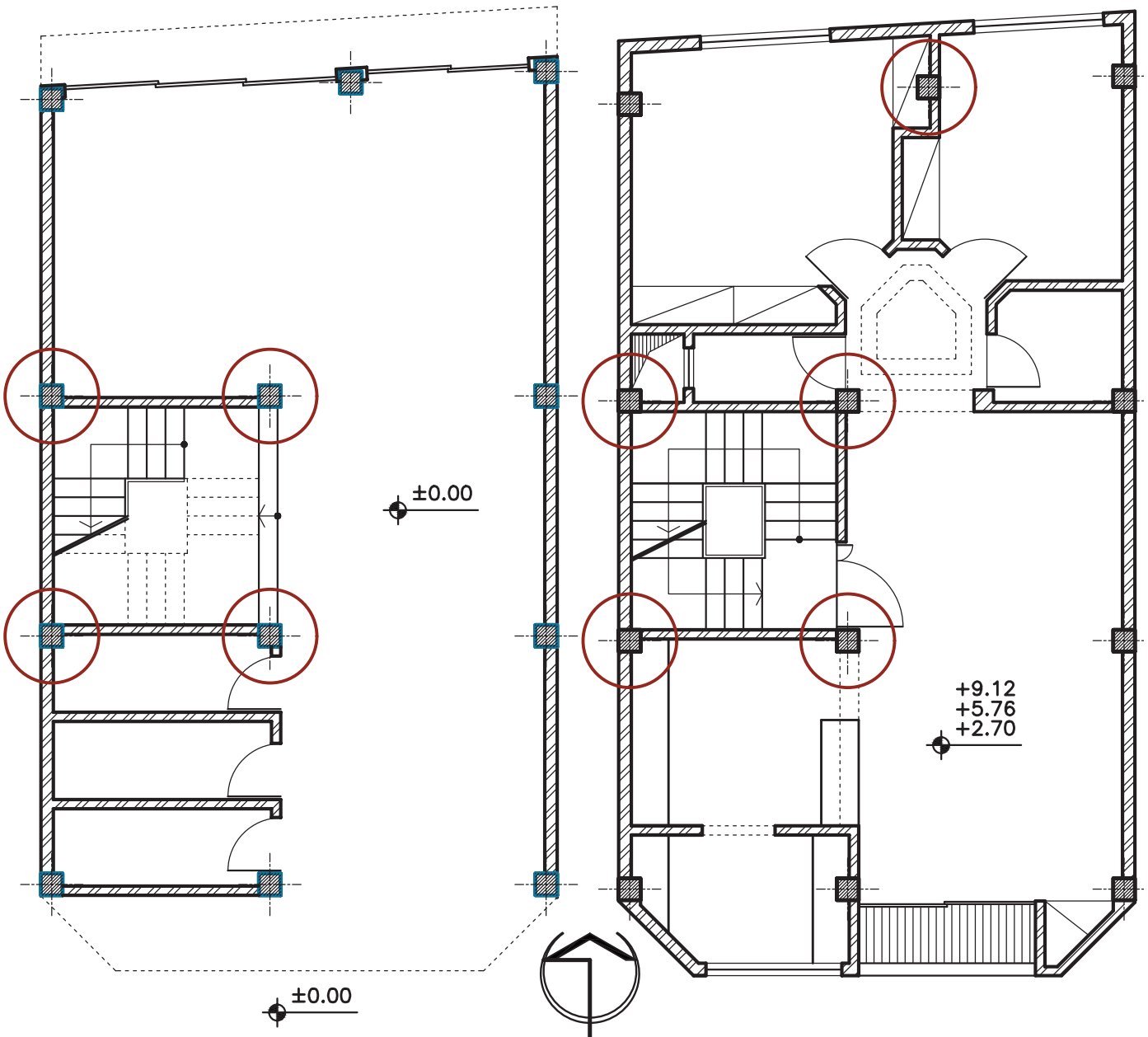
پلان طبقه همکف

پلان تیب طبقات

### ۳-۴ - مراحل ترسیم پلان آکس بندی

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، روبه 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.**

+

+

+

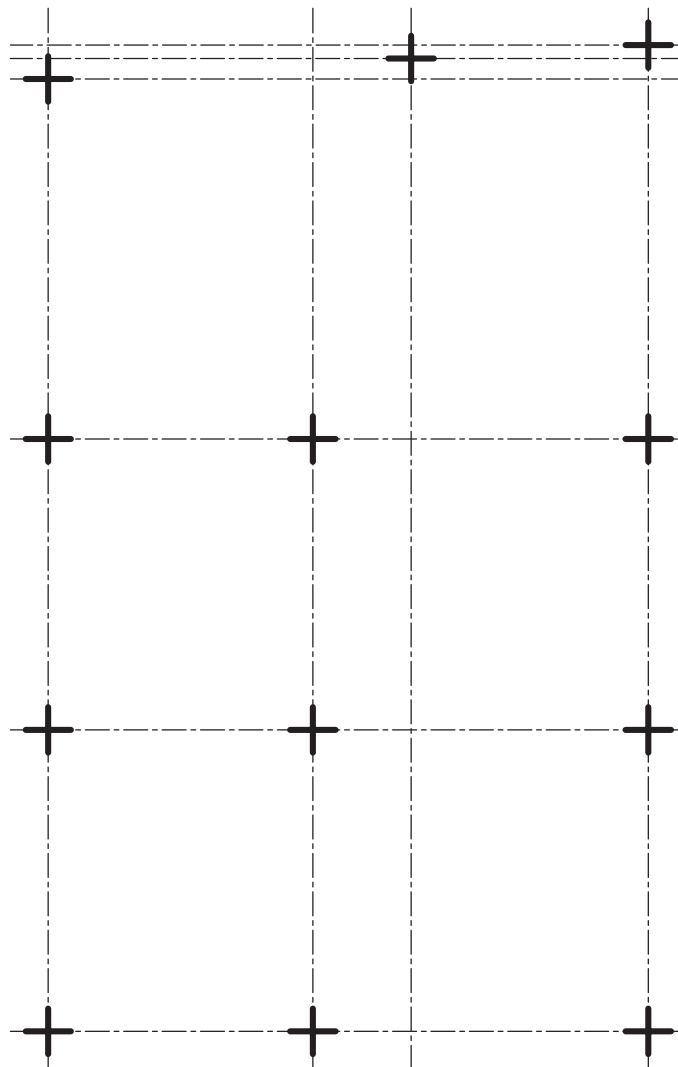


+

### 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.

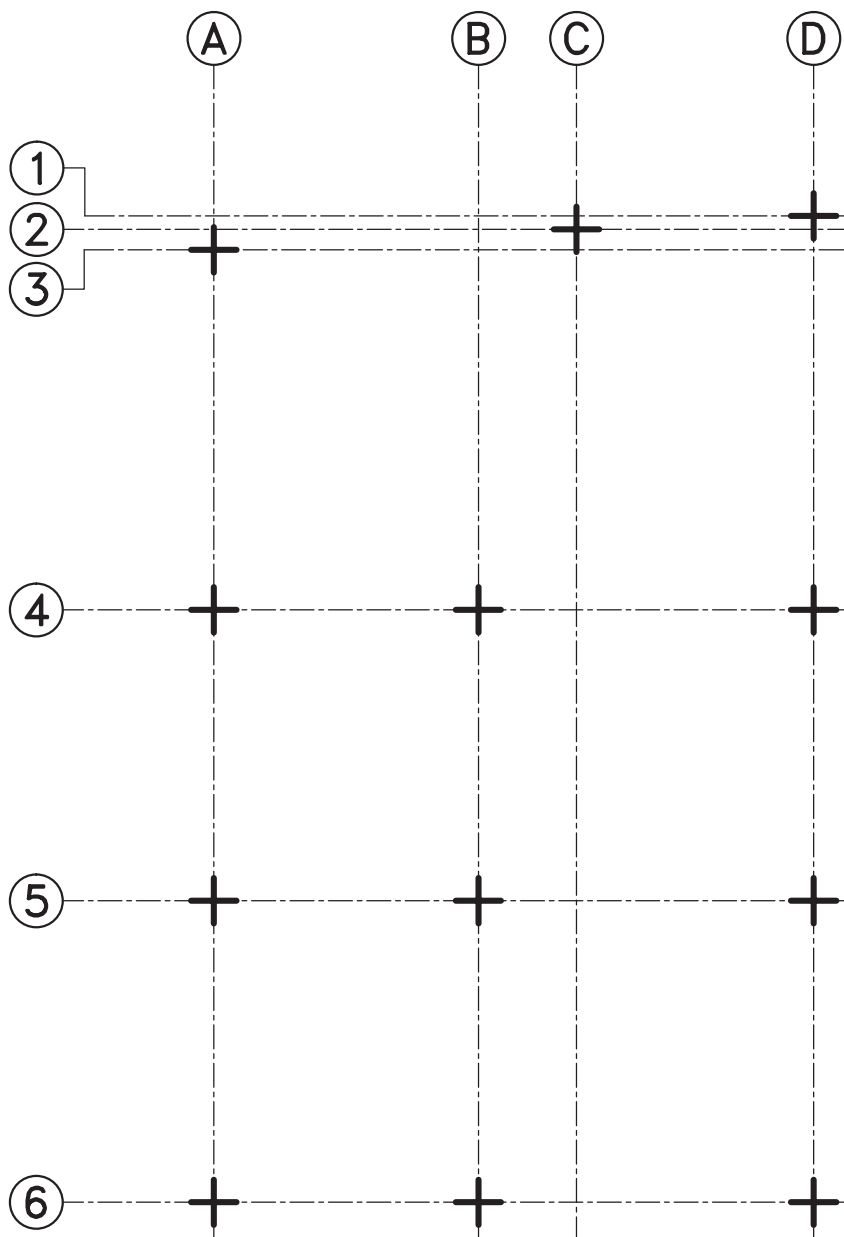
**خط آکس با خط و نقطه نازک ترسیم می‌گردد.**



### مرحله شماره (۴): نام گذاری خطوط آکس

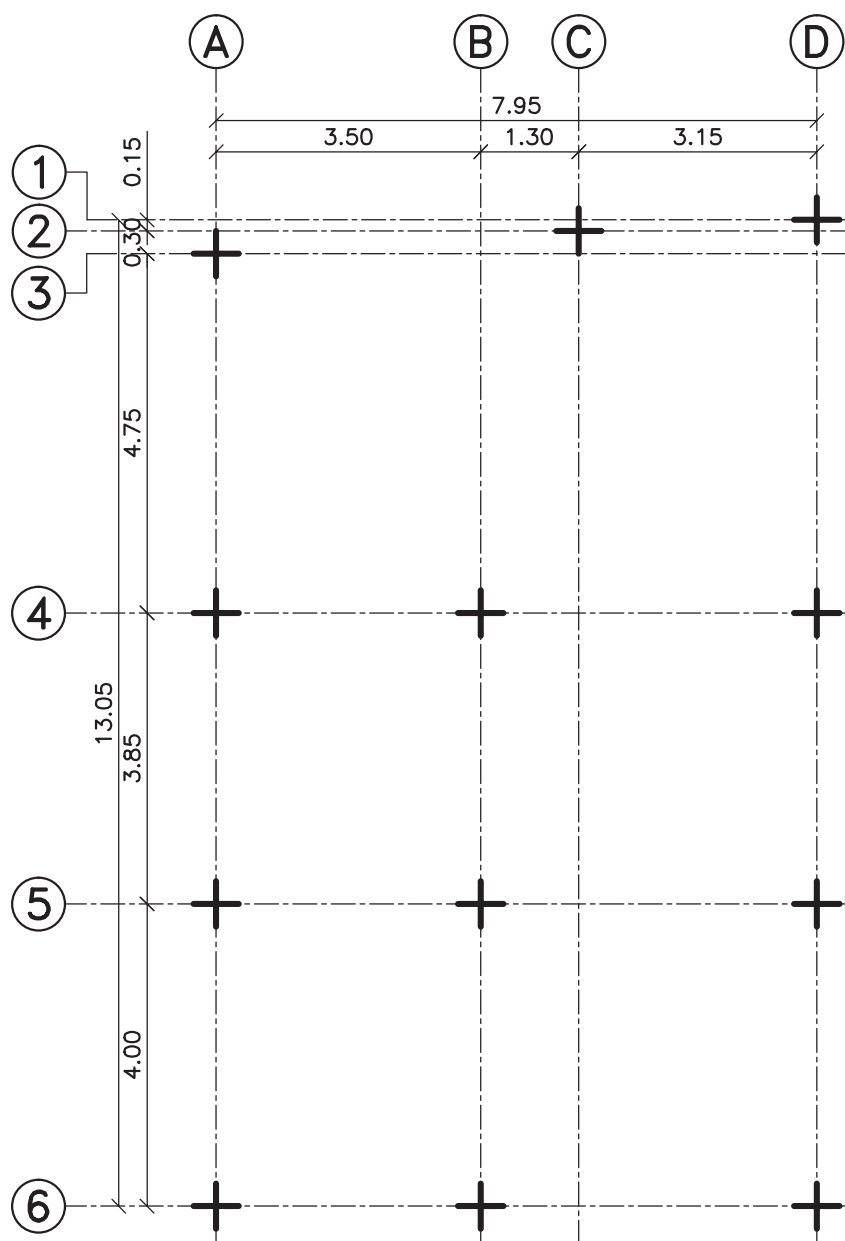
برای خواندن راحت تر هر ستون، آکس ها را در دو راستای عمودی و افقی با حروف لاتین و عدد، نام گذاری می کنند. برای این کار، خطوط آکس را در جهت بالا و سمت چپ نقشه به اندازه حدود ۲ سانتی متر از اولین خط آکس، ادامه داده و دایره ای با قطر تقریبی ۸ میلی متر در ادامه ی آن ترسیم کنید. سعی کنید دایره ها در یک راستا ترسیم شوند. اگر فاصله آکس ها به گونه ای بود که دایره ها با هم تداخل داشتند، به روش ترسیم شده برای آکس های ردیف ۱، ۲ و ۳ عمل نمایید.

دایره آکس با خط پر متوسط ترسیم می گردد.



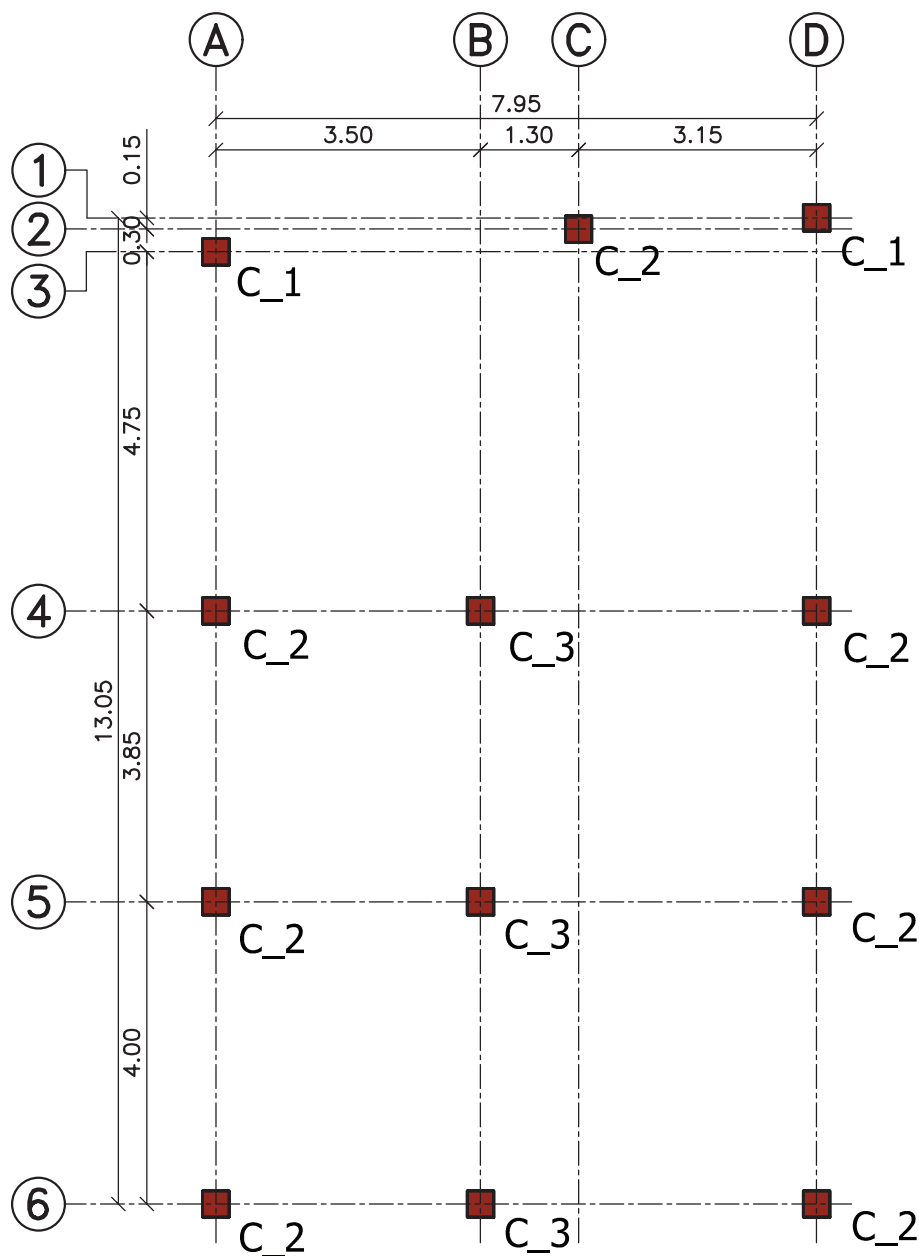
## مرحله شماره (۵): اندازه‌گذاری خطوط آکس

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.



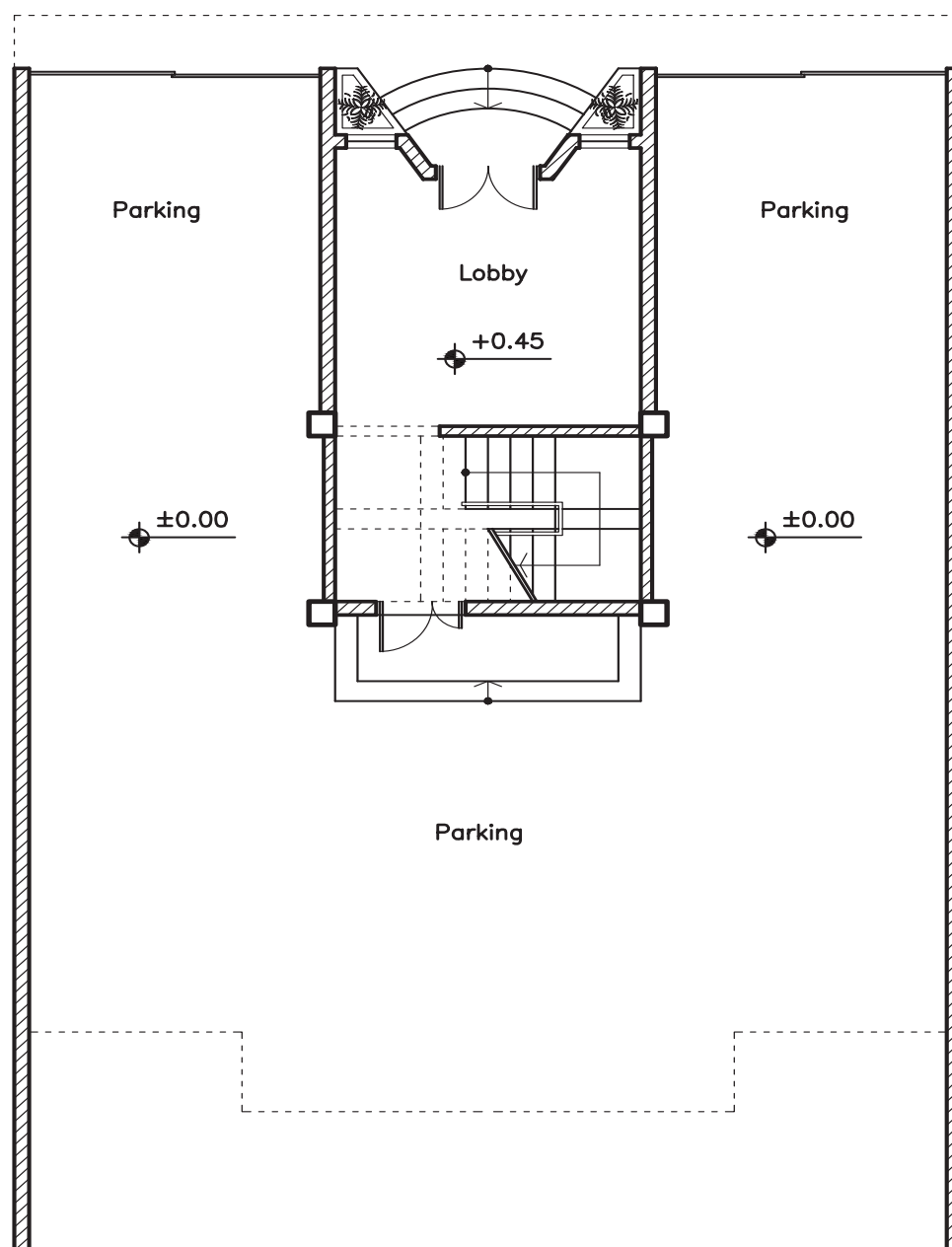
### ۴-۴- مراحل ترسیم پلان ستون گذاری

ابتدا پلان آکس بندی 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، دسته بندی می‌شوند. از آنجائی که به ستون در لاتین Column گفته می‌شود، برای تیپ بندی ستون‌ها از حرف C استفاده می‌گردد. برای نشان دادن نوع تیپ آن نیز، عددی در کنار حرف C نوشته می‌شود. به طور مثال، عبارت «C-1» نشان دهنده ستون تیپ شماره یک است.

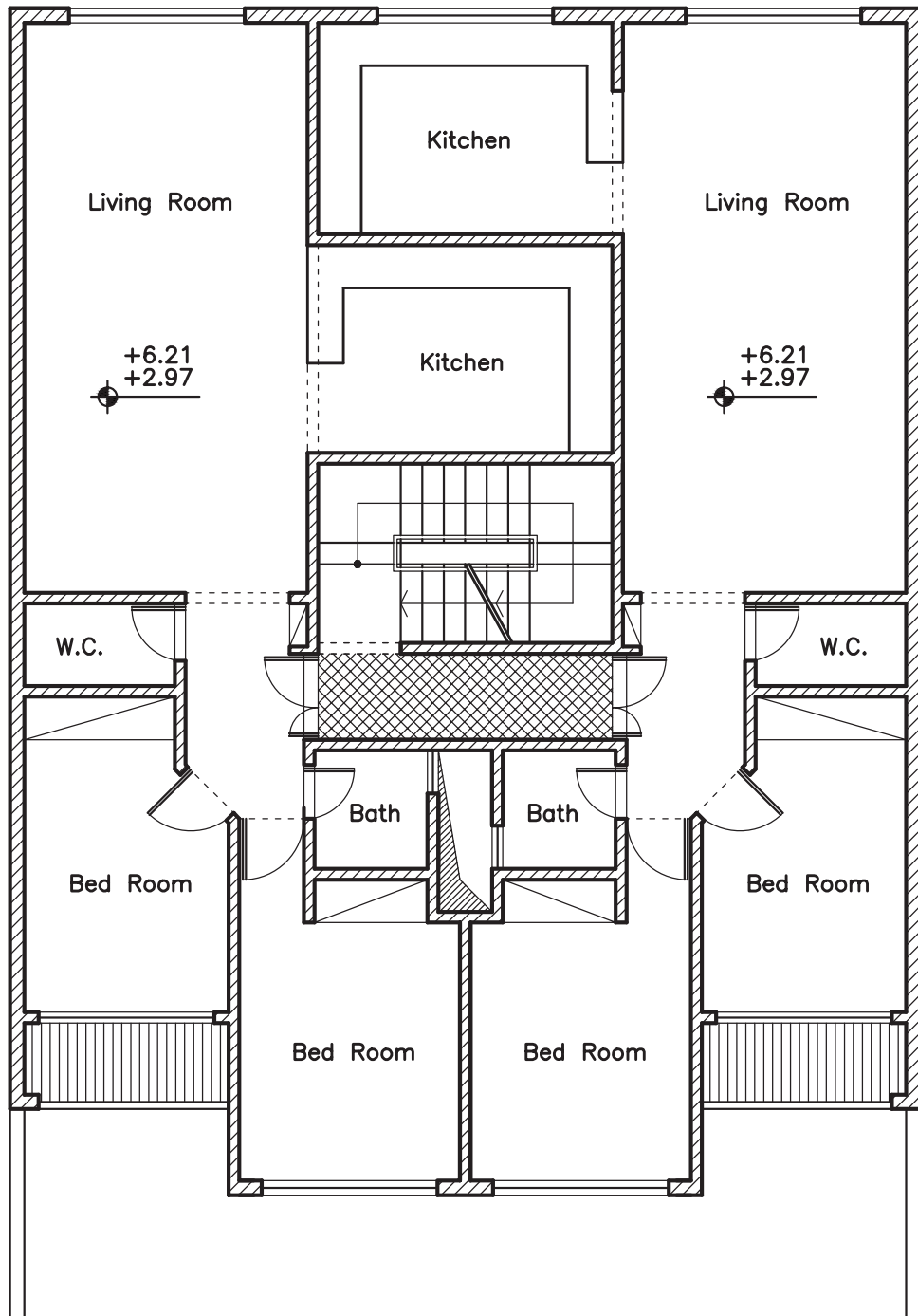


## تمرین کارگاهی:

در ادامه، پلان طبقه همکف و تیپ طبقات یک ساختمان سه طبقه آمده است. به کمک مربی خود، پلان را ستون گذاری نموده و پلان آکس بندی آن را ترسیم کنید.









◀ فصل پنجم:

## پلان فونداسیون

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

هدف های 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 بندی، 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؛

### ۱-۵- 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.

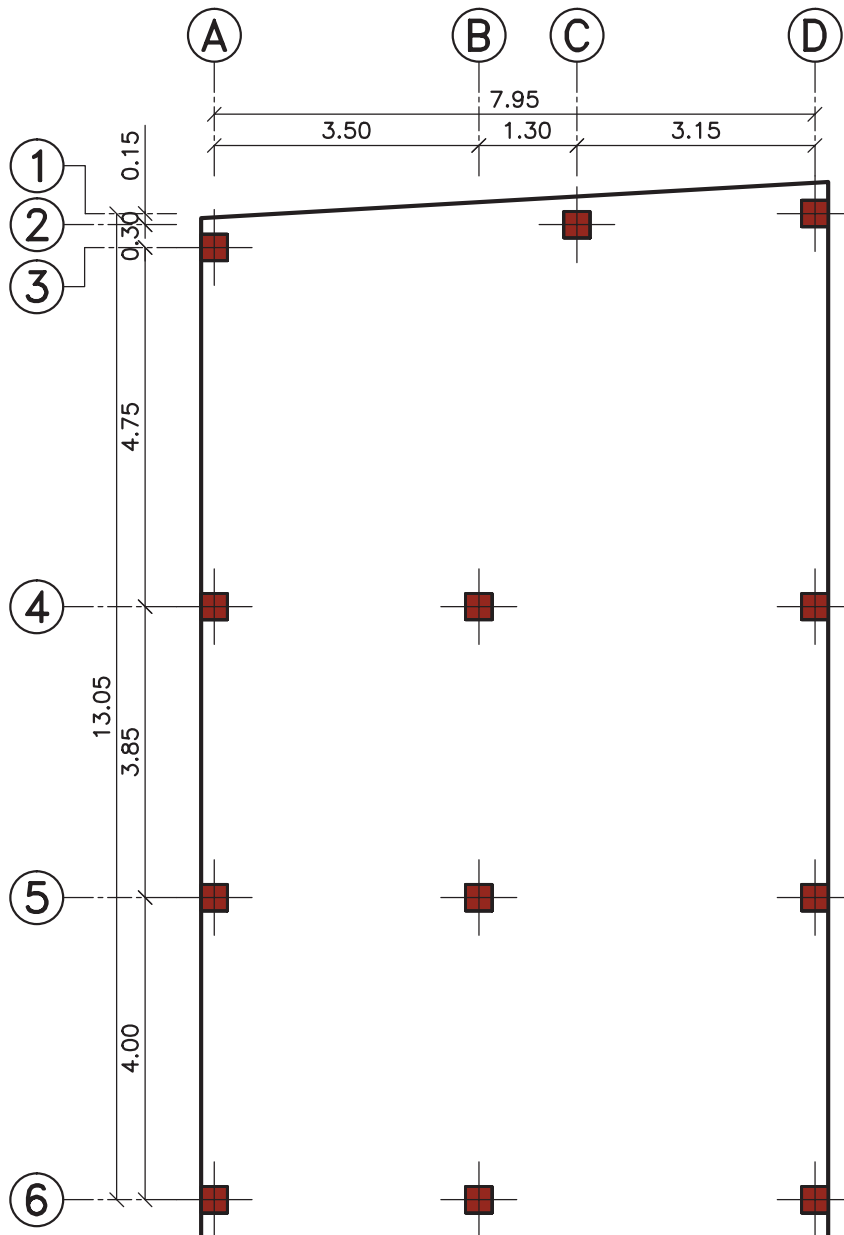
### ۲-۵- مراحل ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده

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 می‌گردد.



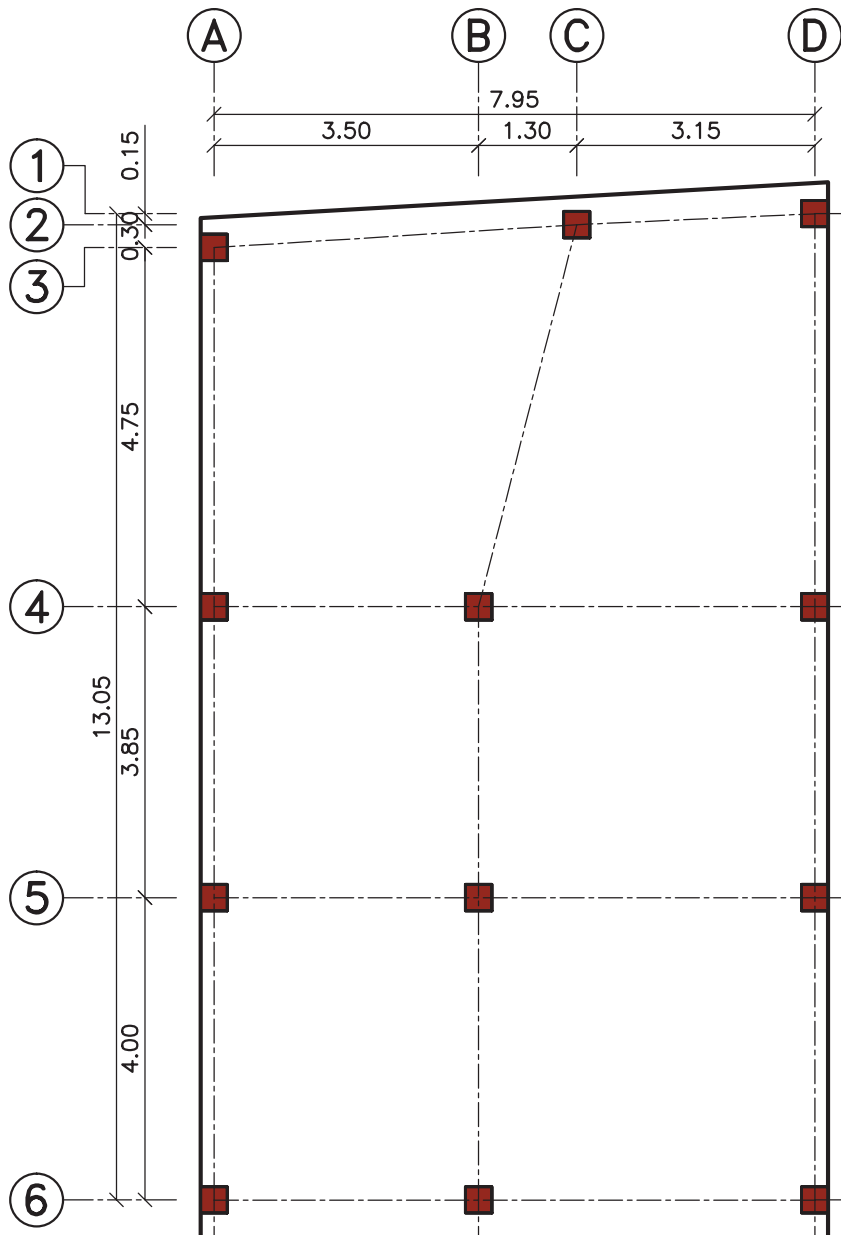
## مرحله شماره (۱): ترسیم پلان ستون گذاری

برای پلان مورد بحث، پلان ستون گذاری 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

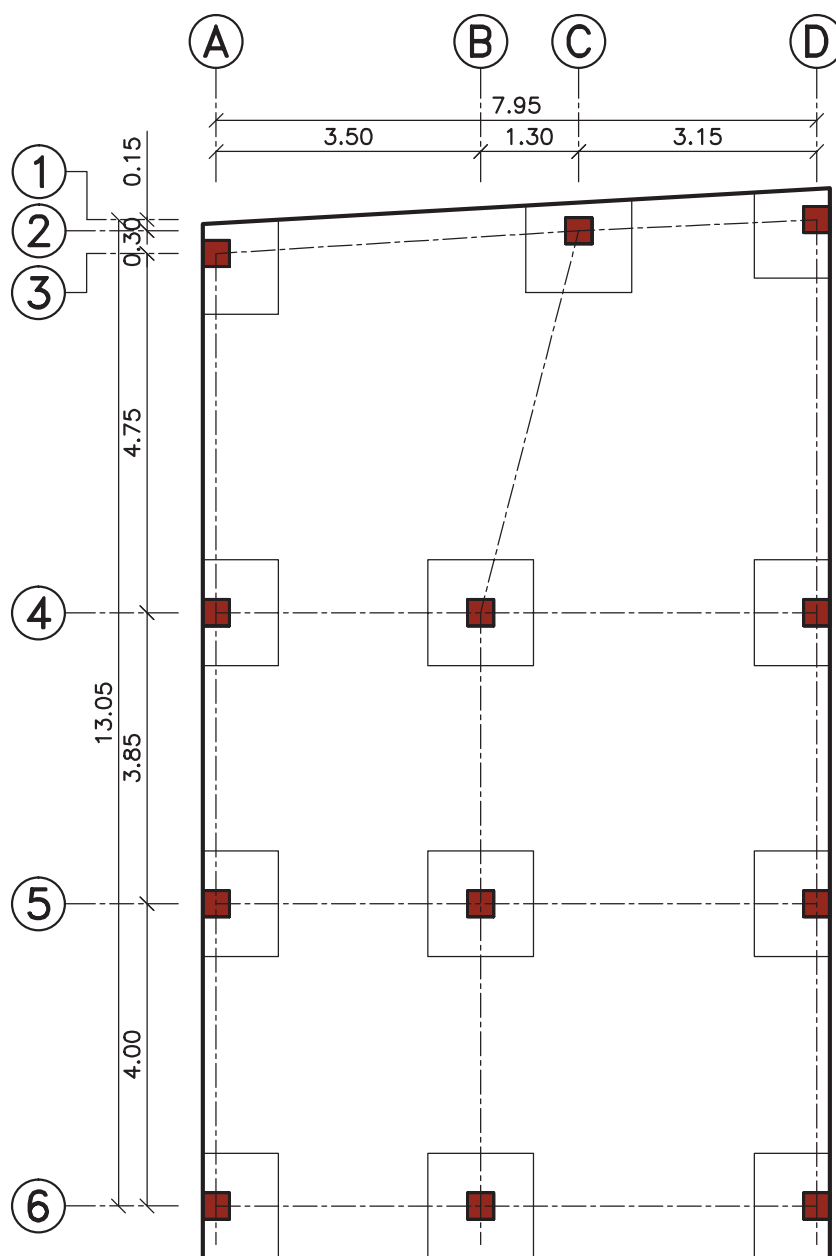
ستونهای مجاور را با خط آکس به یکدیگر وصل نمایید.



### مرحله شماره (۳): ترسیم فونداسیون‌های منفرد

برای هر ستون یک فونداسیون منفرد ترسیم کنید. ابعاد این پی‌ها با محاسبه به دست 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:

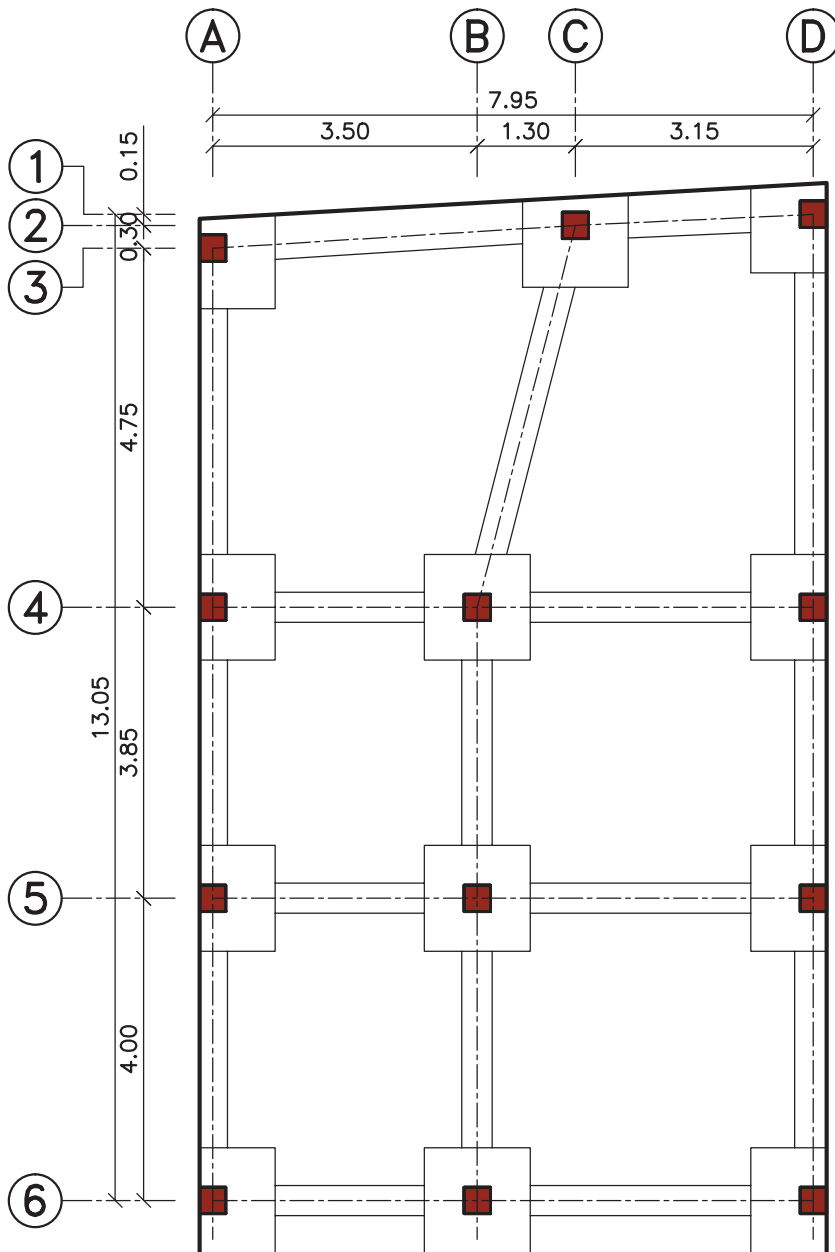
- \* پی‌های گوشه (پی‌هایی که در دو ضلع به محدوده زمین می‌چسبند) =  $1/20 \times 1/20$  متر
- \* پی‌های کناری (پی‌هایی که در یک ضلع به محدوده زمین می‌چسبند) =  $1/80 \times 1/20$  متر
- \* پی‌های میانی یا وسط (پی‌هایی که در وسط ساختمان قرار دارند) =  $1/80 \times 1/80$  متر



### مرحله شماره (۴): ترسیم شناژ

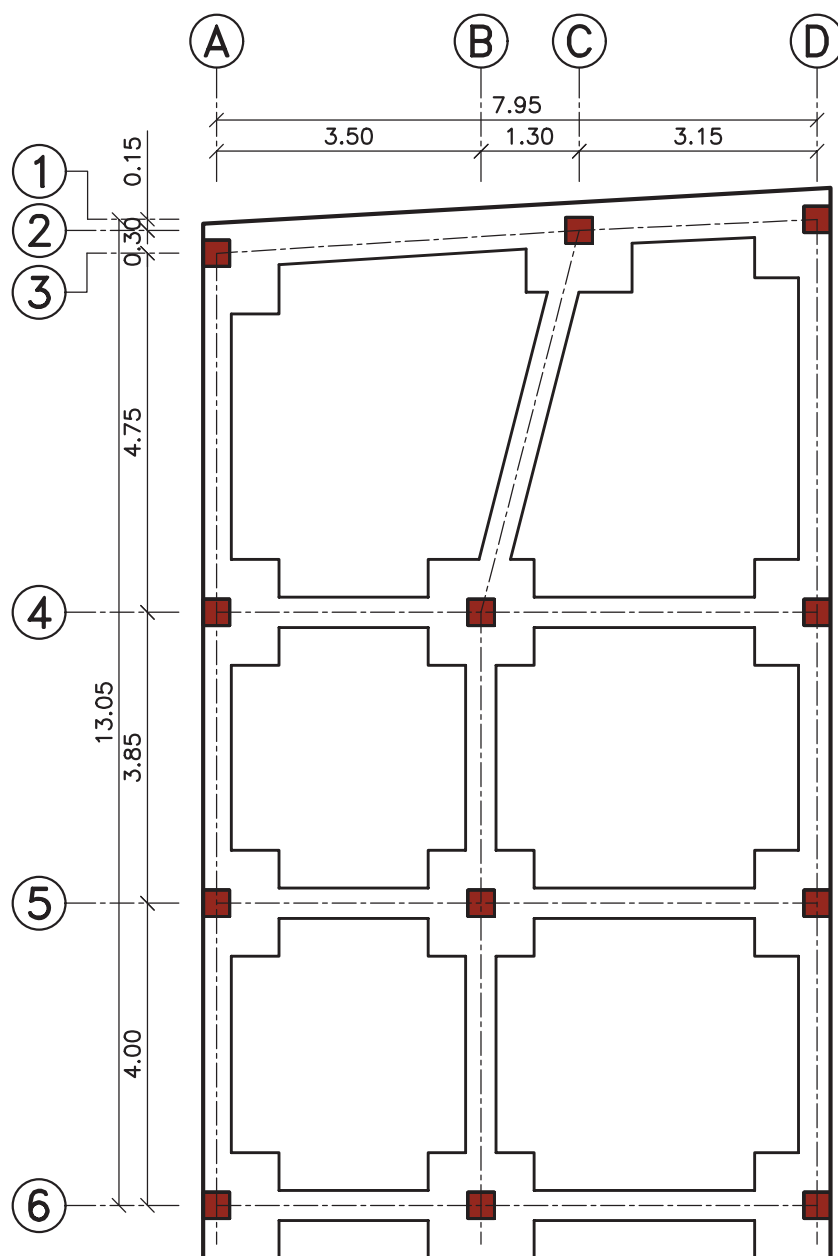
در این مرحله فونداسیون‌های منفرد را با شناژ به هم وصل کنید. عرض شناژها ۰/۶۰ متر در نظر گرفته شده است.

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 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.

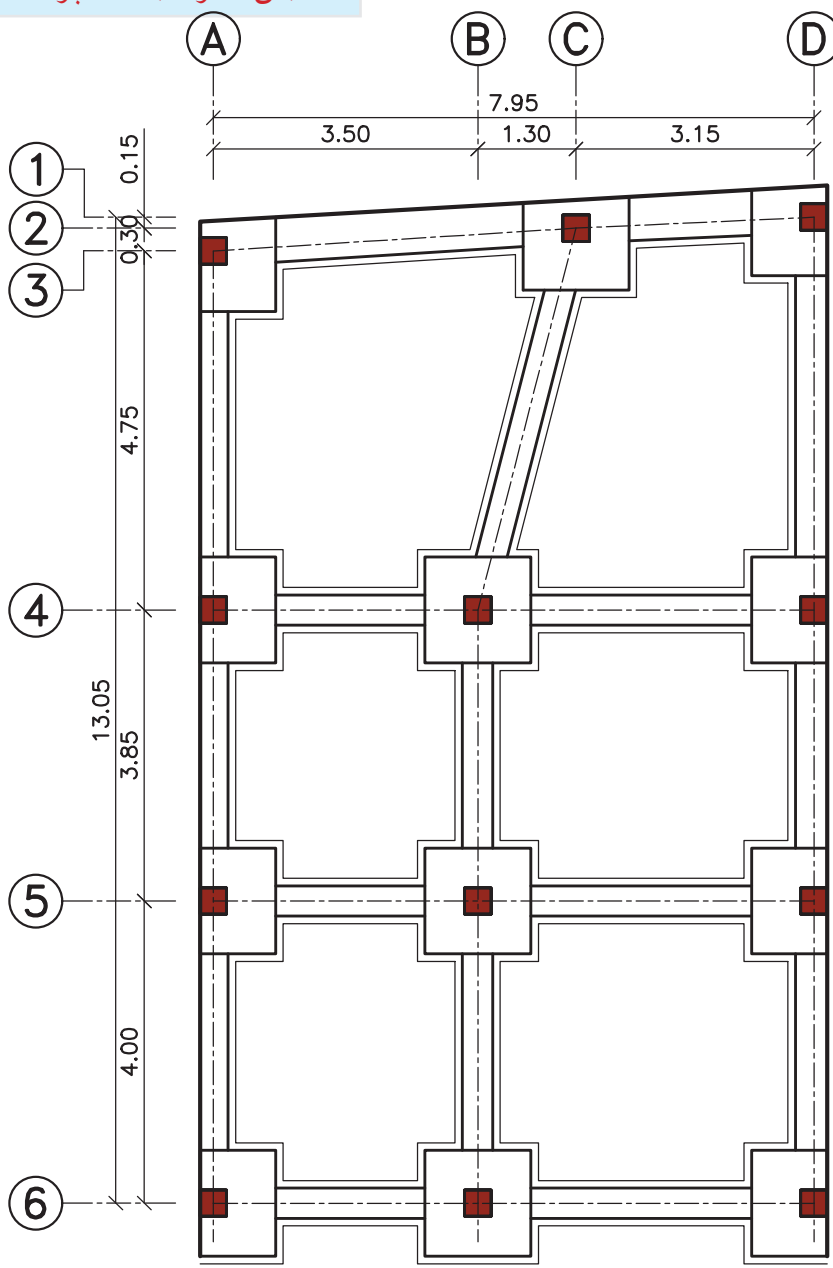




### مرحله شماره (۶): ترسیم بتن مگر

برای محافظت از بتن پی در مقابل عوامل خورنده در خاک و همچنین ایجاد سطحی صاف و تراز زیر پی، بعد از مرحله پی کنی لایه‌ای به ضخامت ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر از بتن سبک (عیار ۱۵۰ یا ۱۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب بتن) می‌ریزند. به این بتن، بتن مگر یا پاکیزگی گفته می‌شود. همچنین برای آسان شدن اجرای قالب‌بندی فونداسیون‌ها، عرض بتن مگر از هر طرف به اندازه ۱۰ سانتی متر اضافه در نظر گرفته می‌شود. در این مرحله از ترسیمات باید بتن مگر که از لبه پی و شناژها حدود ۱۰ سانتی متر 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 بر روی پلان فونداسیون، مشخص شود. سپس فضاهای خاکریزی شده را هاشور بزیند.

**محل خاکریزی با خط پر نازک، هاشور زده می‌شود.**

## مرحله شماره (۸): تهیه جدول تیپ فونداسیون

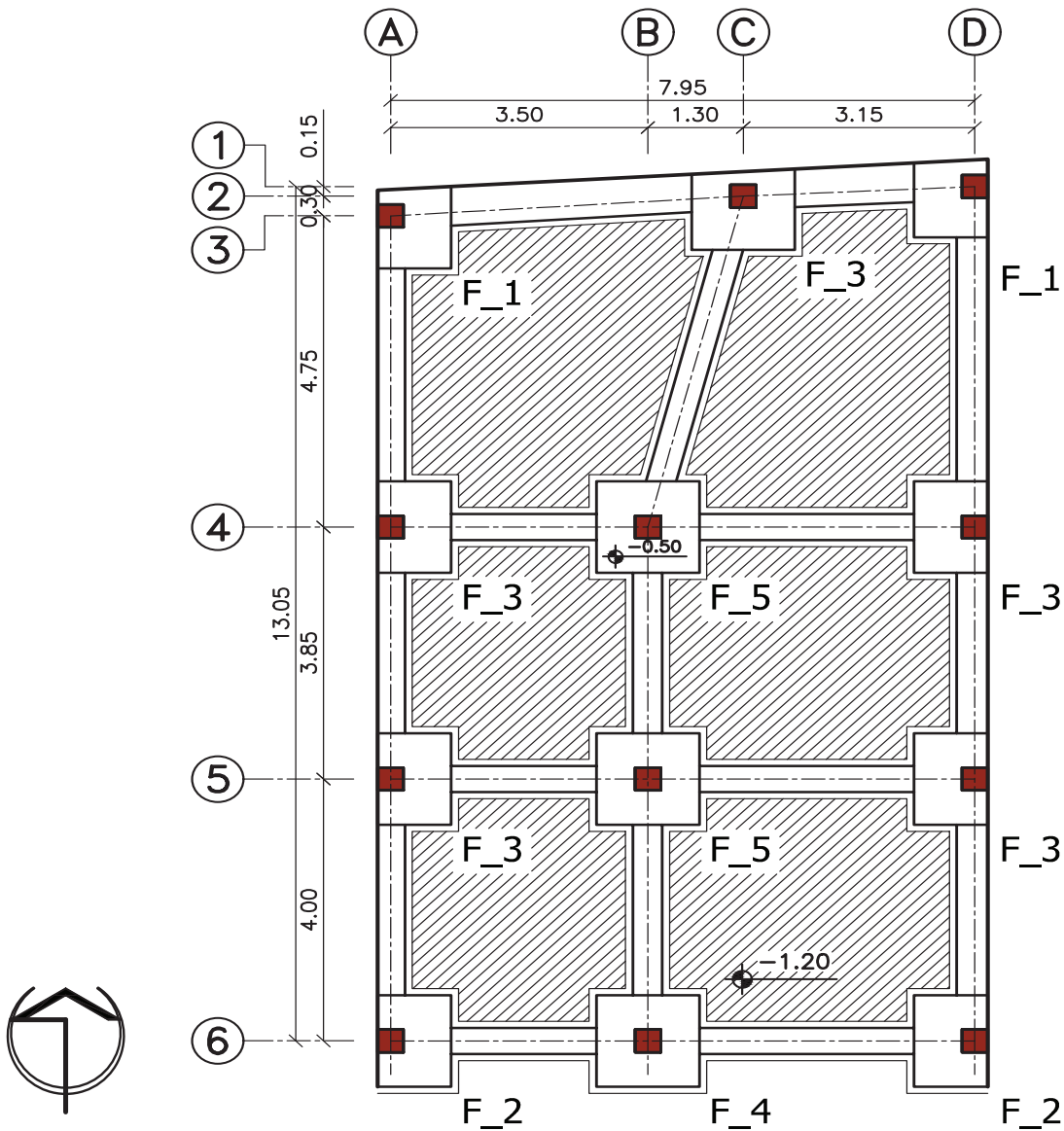
برای بیان ابعاد و مشخصات فونداسیون‌ها، جدولی به شکل زیر در کنار پلان فونداسیون تهیه کنید.

| 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.

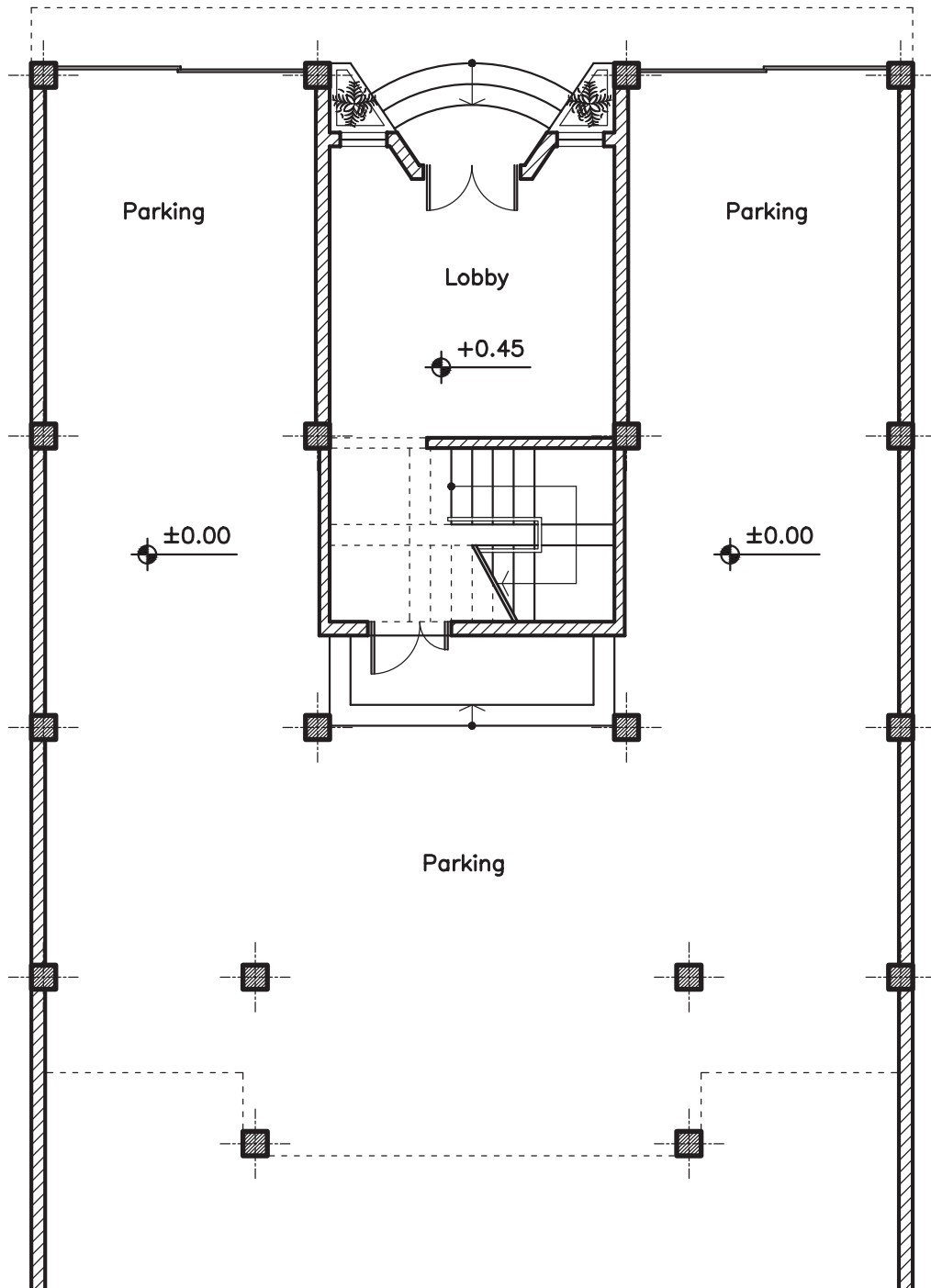
توجه: گاهی ممکن است یک ساختمان در یک سطح طراحی نشده باشد در این حالت پلان فونداسیون نیز در دو سطح متفاوت ایجاد می‌گردد.

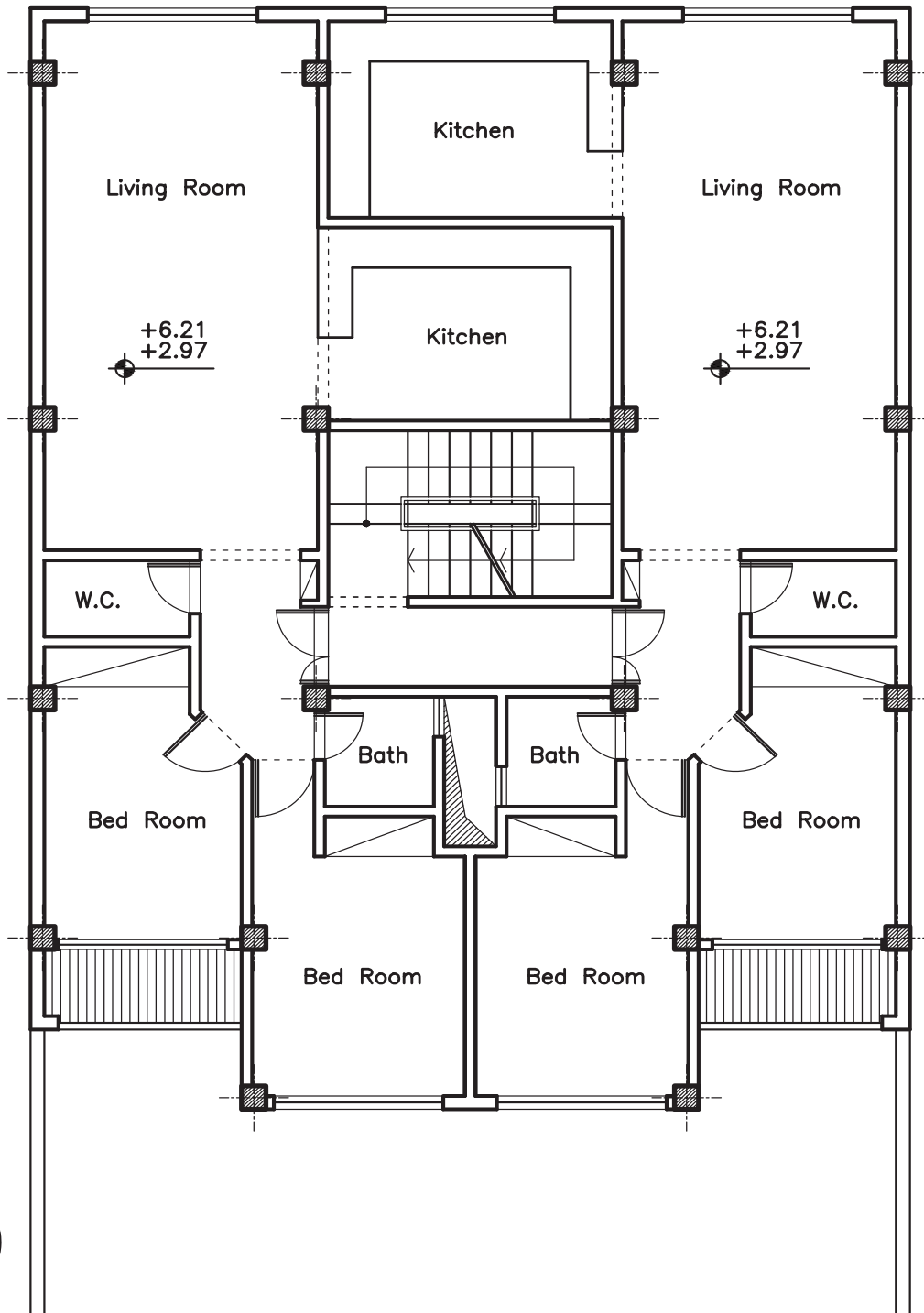
توجه: گذاشتن علامت شمال در کنار پلان فونداسیون الزامی است.



## تمرین کارگاهی:

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



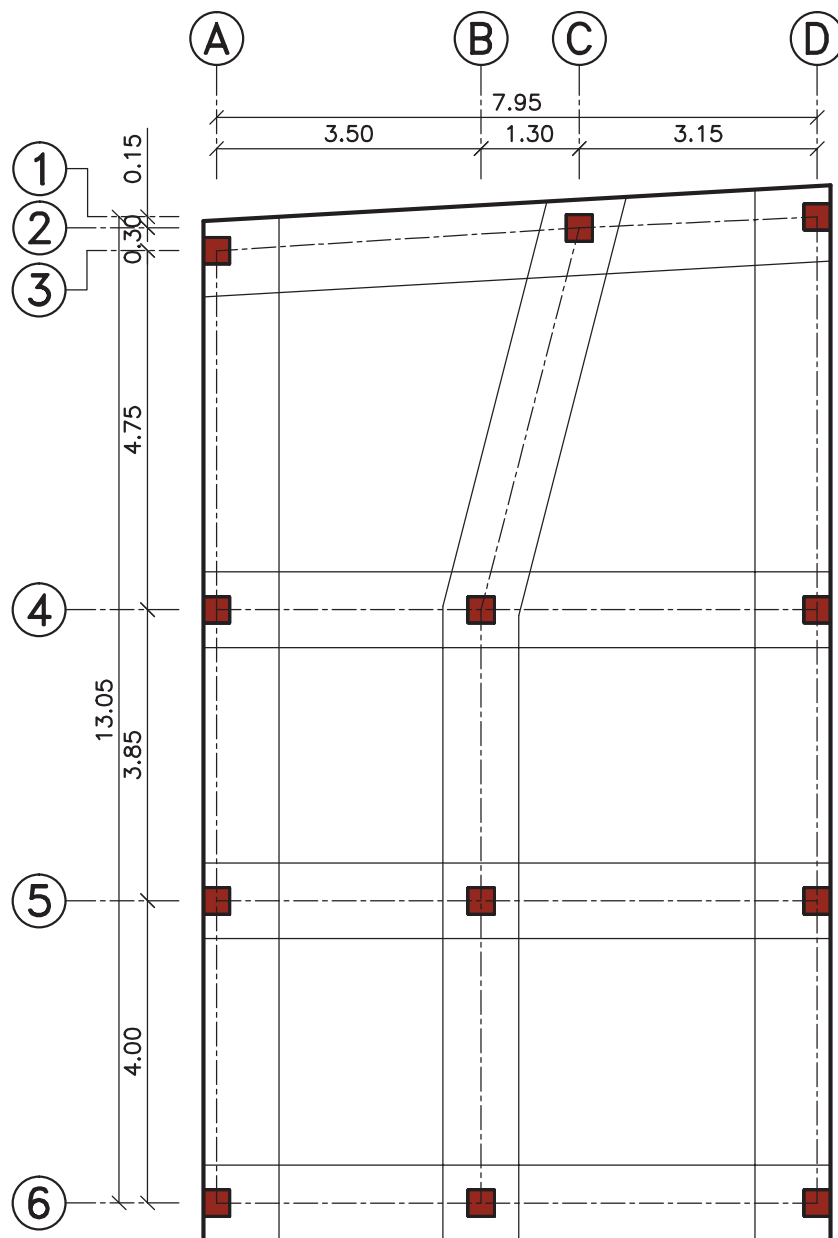


### ۳-۵- مراحل ترسیم پلان فونداسیون نواری

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

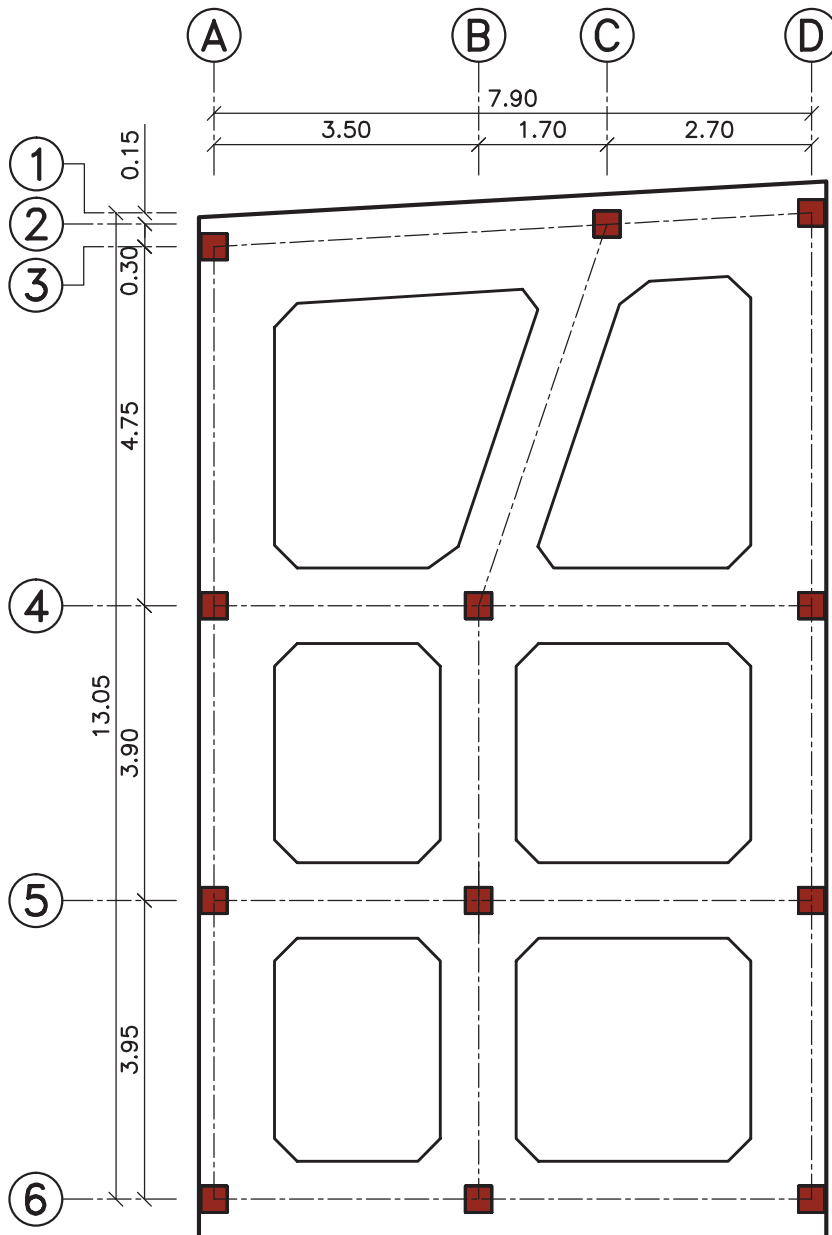
#### مرحله شماره (۳): ترسیم فونداسیون های نواری

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



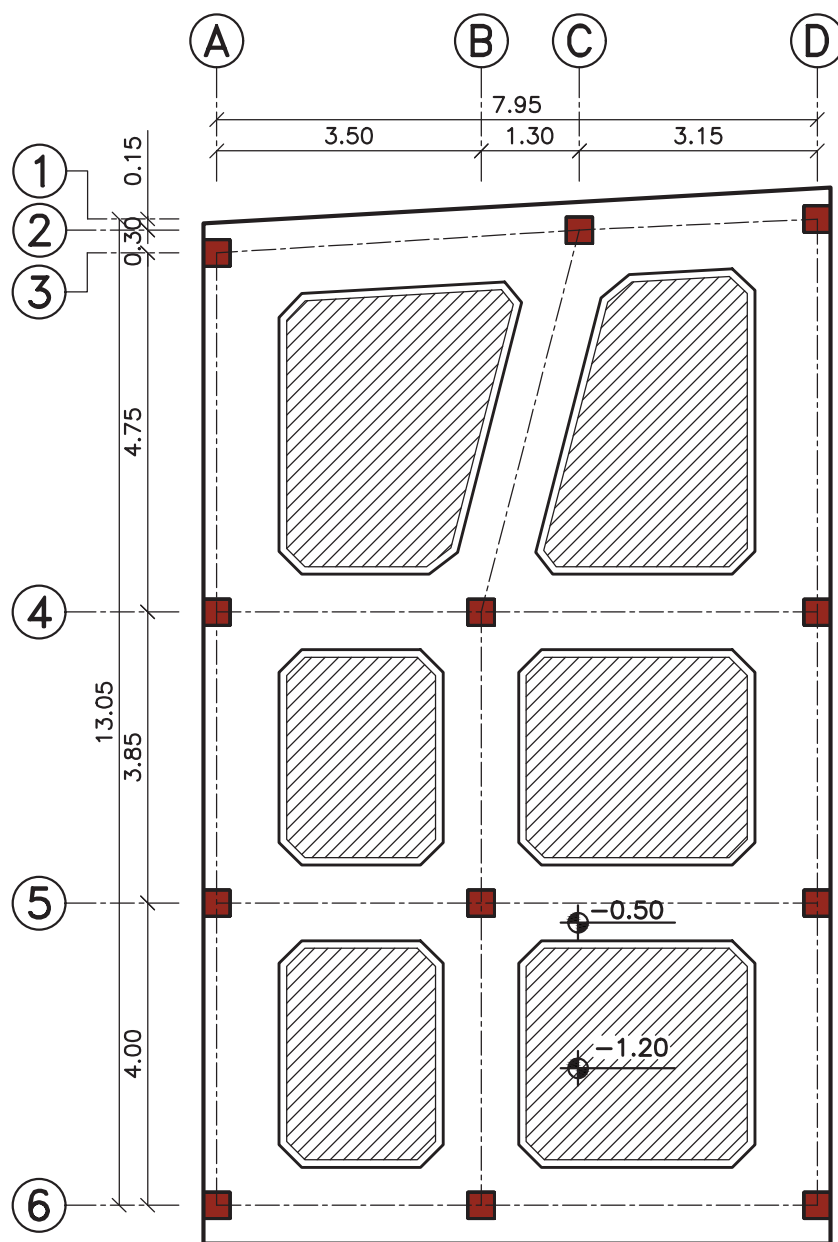
### مرحله شماره (۴): پیخ زدن گوشه‌ها

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



### مرحله شماره (۵): ترسیم بتن مگر

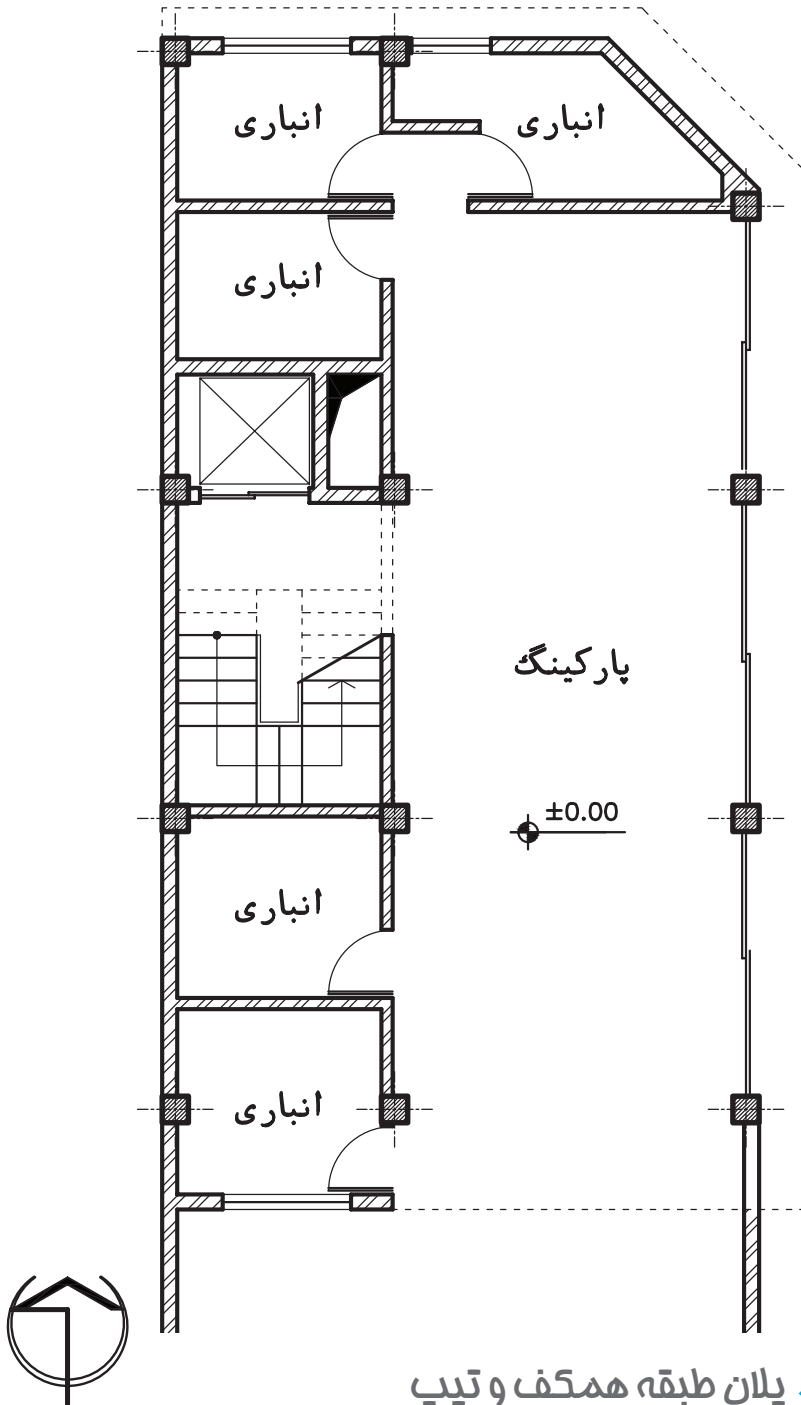
در این مرحله از ترسیمات، باید ابتدا بتن مگر را ترسیم کنید، سپس فضاهای خاگریزی شده را هاشور بزیند.

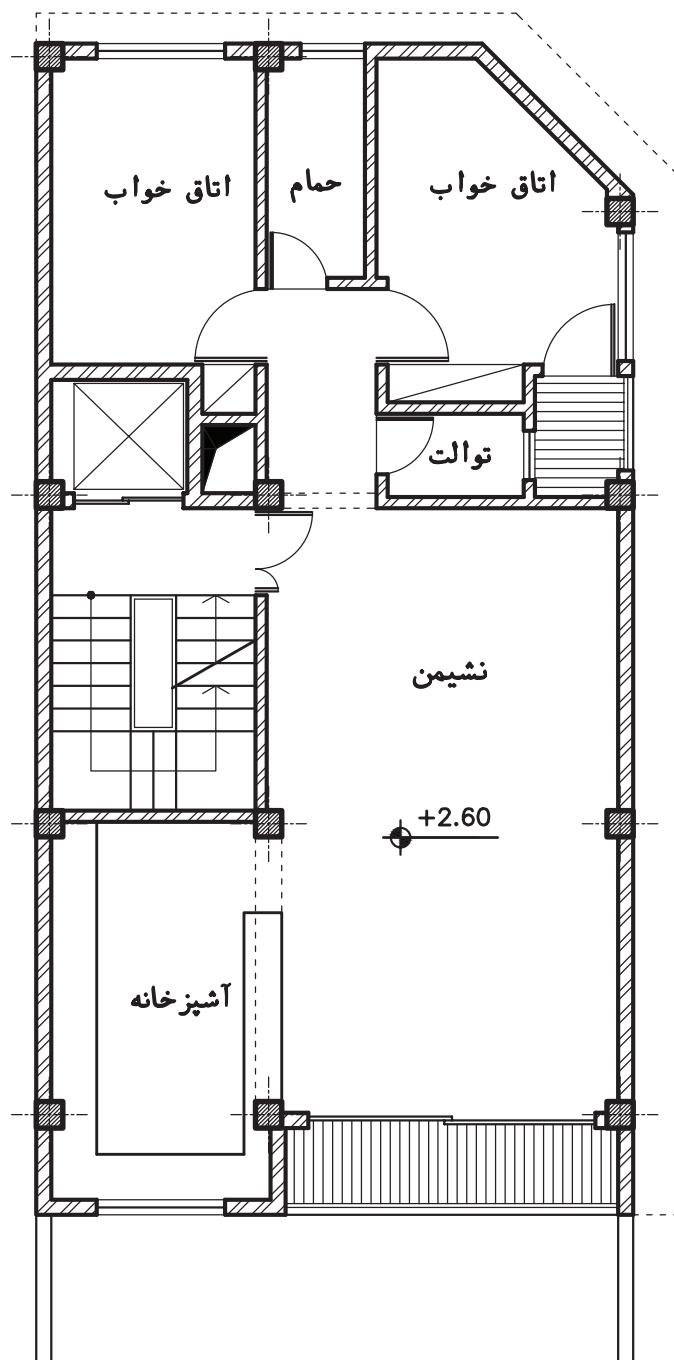




### تمرین کارگاهی:

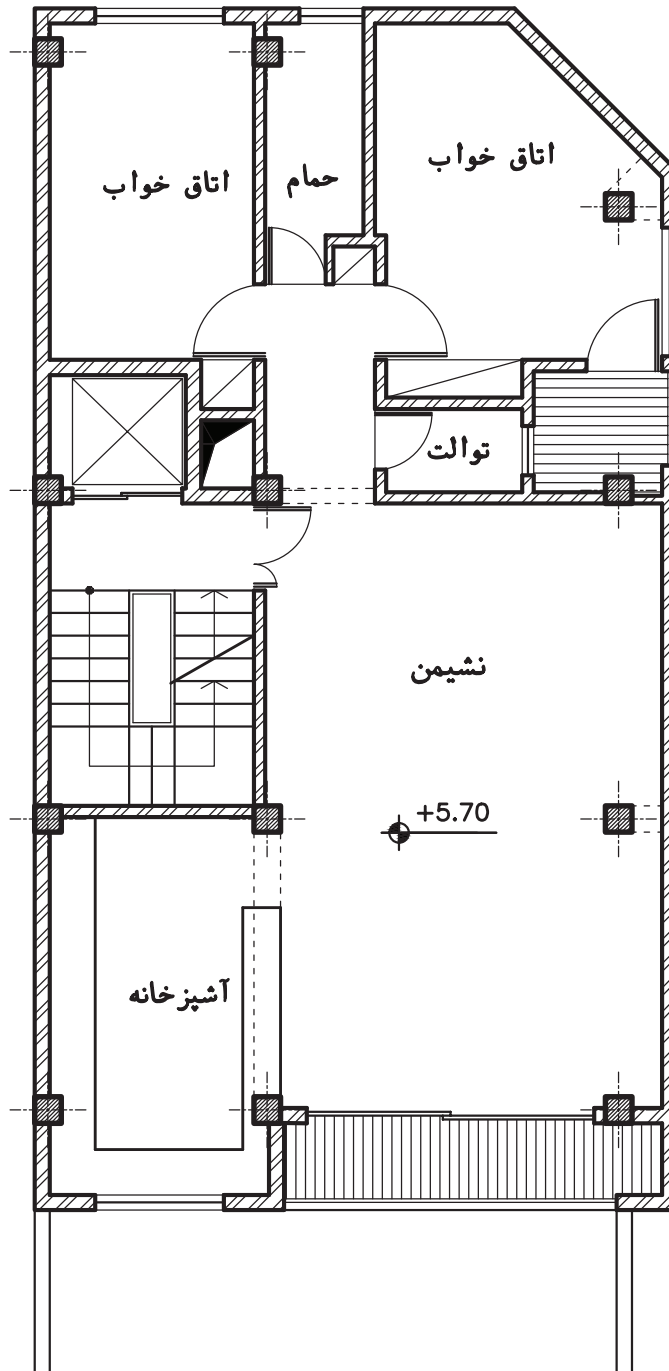
در ادامه، پلان طبقه همکف و تیپ طبقات یک ساختمان سه طبقه، آماده است. پلان فونداسیون نواری آنرا ترسیم کنید.





پلان طبقه اول

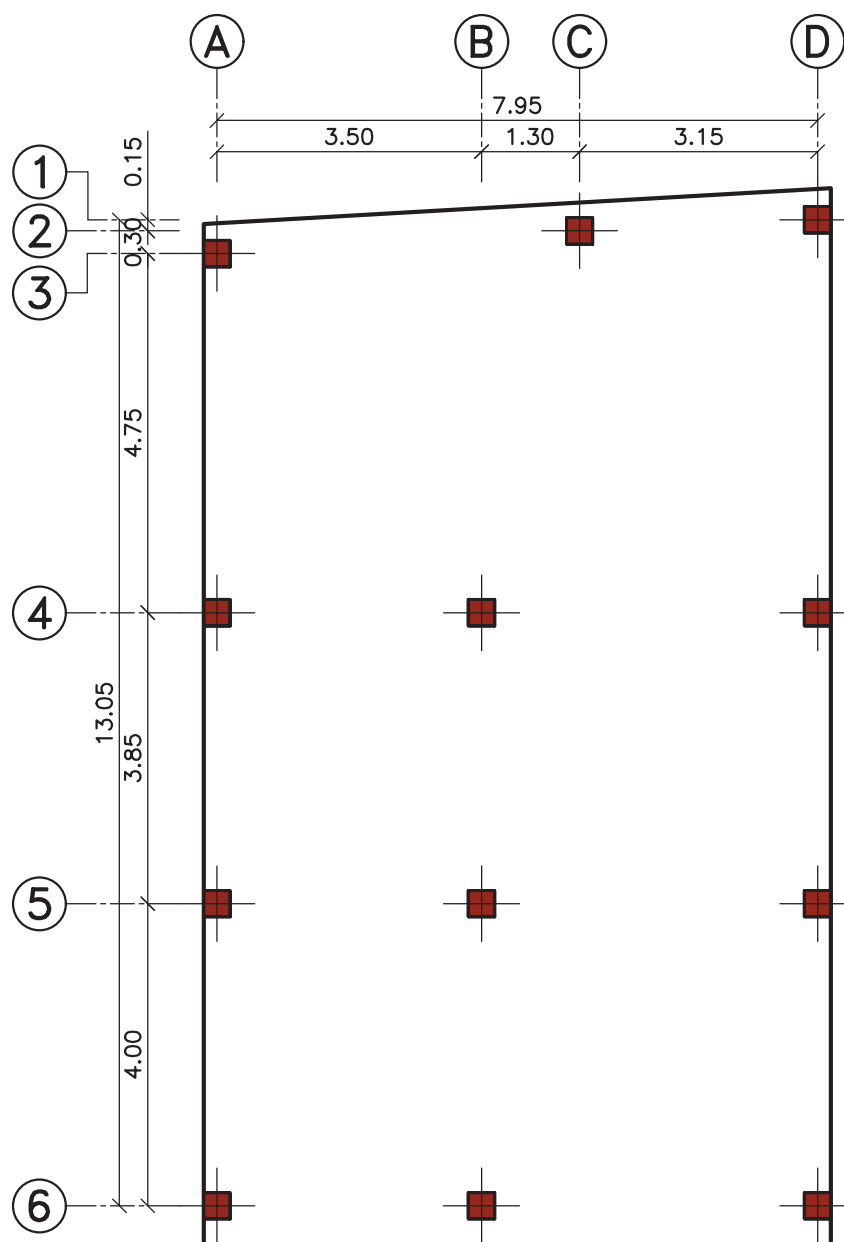




پلان طبقه دوم

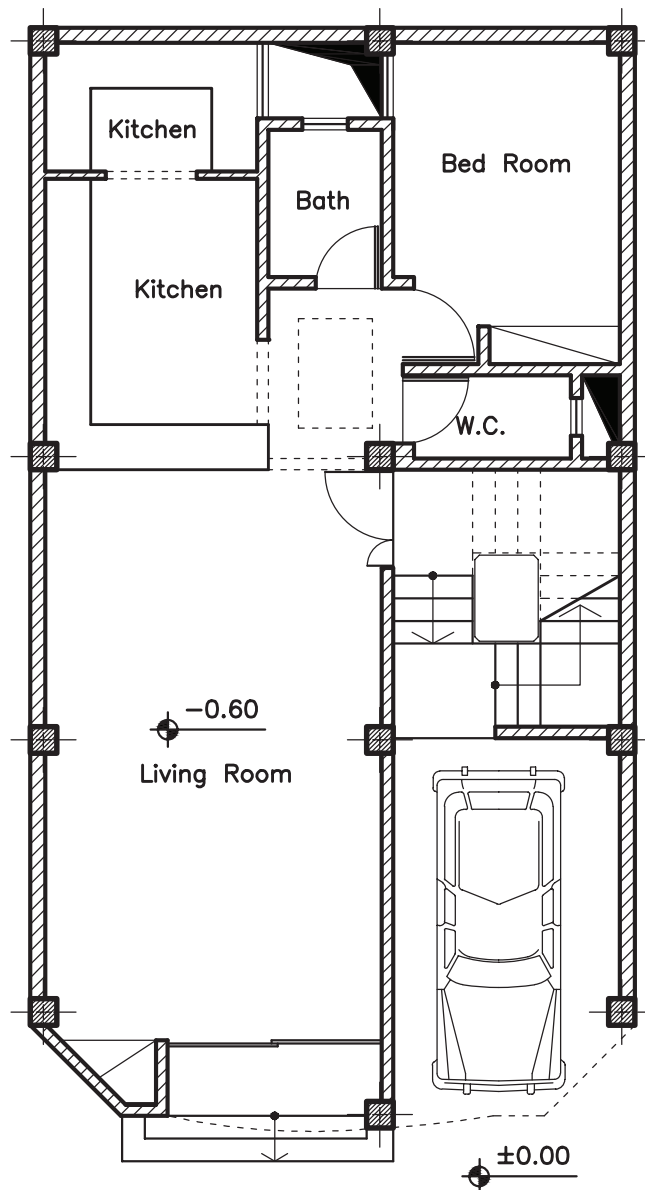
## ۴-۵- مراحل ترسیم پلان فونداسیون گسترده

ابتدا مرحله اول را مطابق ترسیم پلان فونداسیون کلاف شده طی نمایید.  
فونداسیون گسترده به صورت صفحه ای در زیر کلیه ستون ها گسترده شده است. بنابراین معمولاً از سه طرف به لبه زمین محدود می گردد و از طرف حیاط با نظر مهندس محاسب ابعاد آن مشخص می شود. در این پلان بتن مگر ترسیم نمی گردد.



### تمرین کارگاهی:

در ادامه، پلان همکف یک ساختمان دو طبقه، آماده است. پلان فونداسیون گسترده آن را ترسیم کنید.



فصل ششم: ◀

## پلان تیریزی

هدف کلی: رسم پلان تیریزی  
هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

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

### ۱-۶- ترسیم پلان تیریزی

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



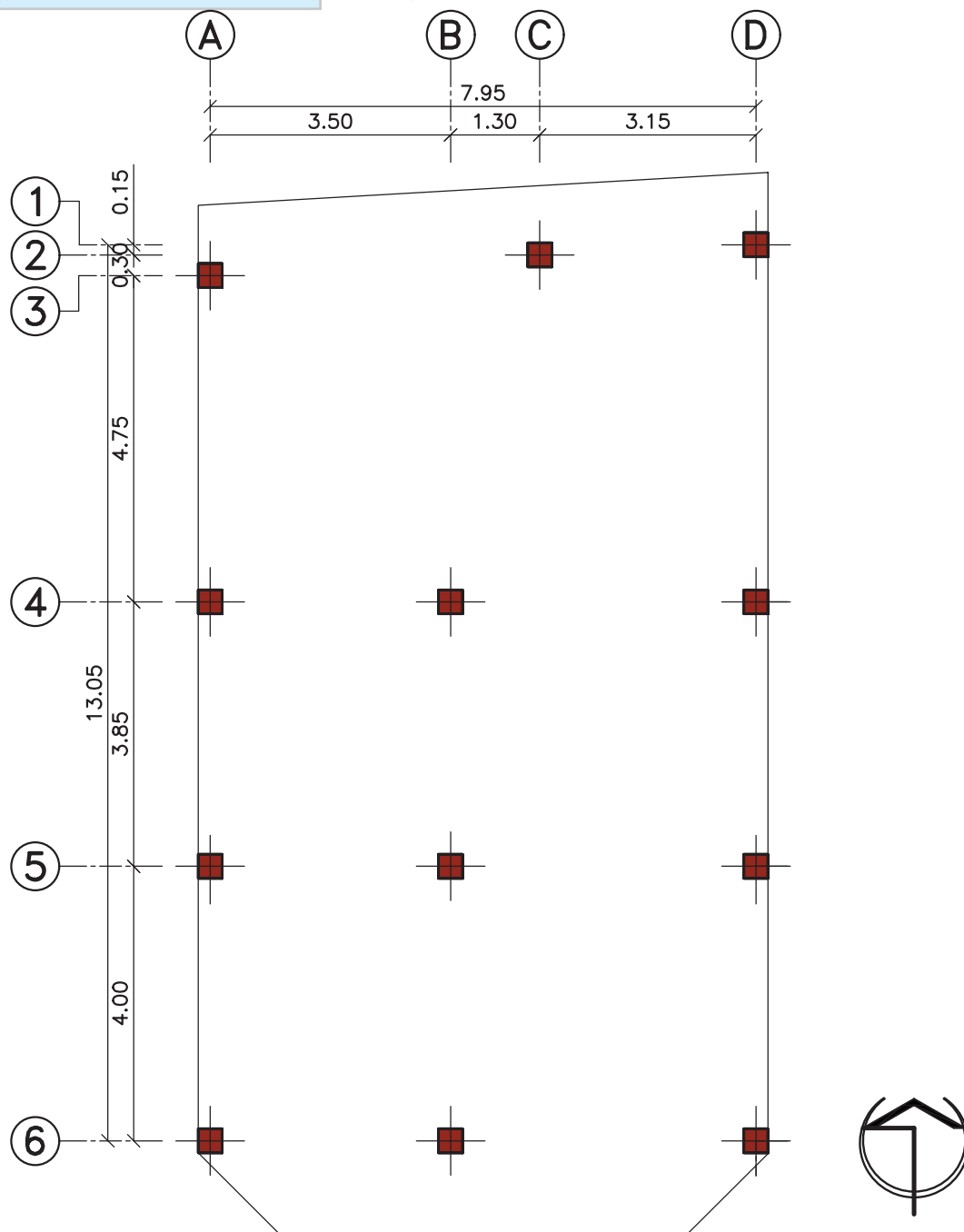
شکل ۱-۳- خاکبرداری با دست

### 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 ستون گذاری را ترسیم کنید. جهت جلوگیری از شلوغ شدن نقشه بهتر است، خطوط آکس داخل پلان ترسیم نشوند. ستون‌ها را با علامت  $\blacksquare$  نشان

دهید. سپس محدوده سقف مورد نظر را با خط نازک ترسیم نمایید.

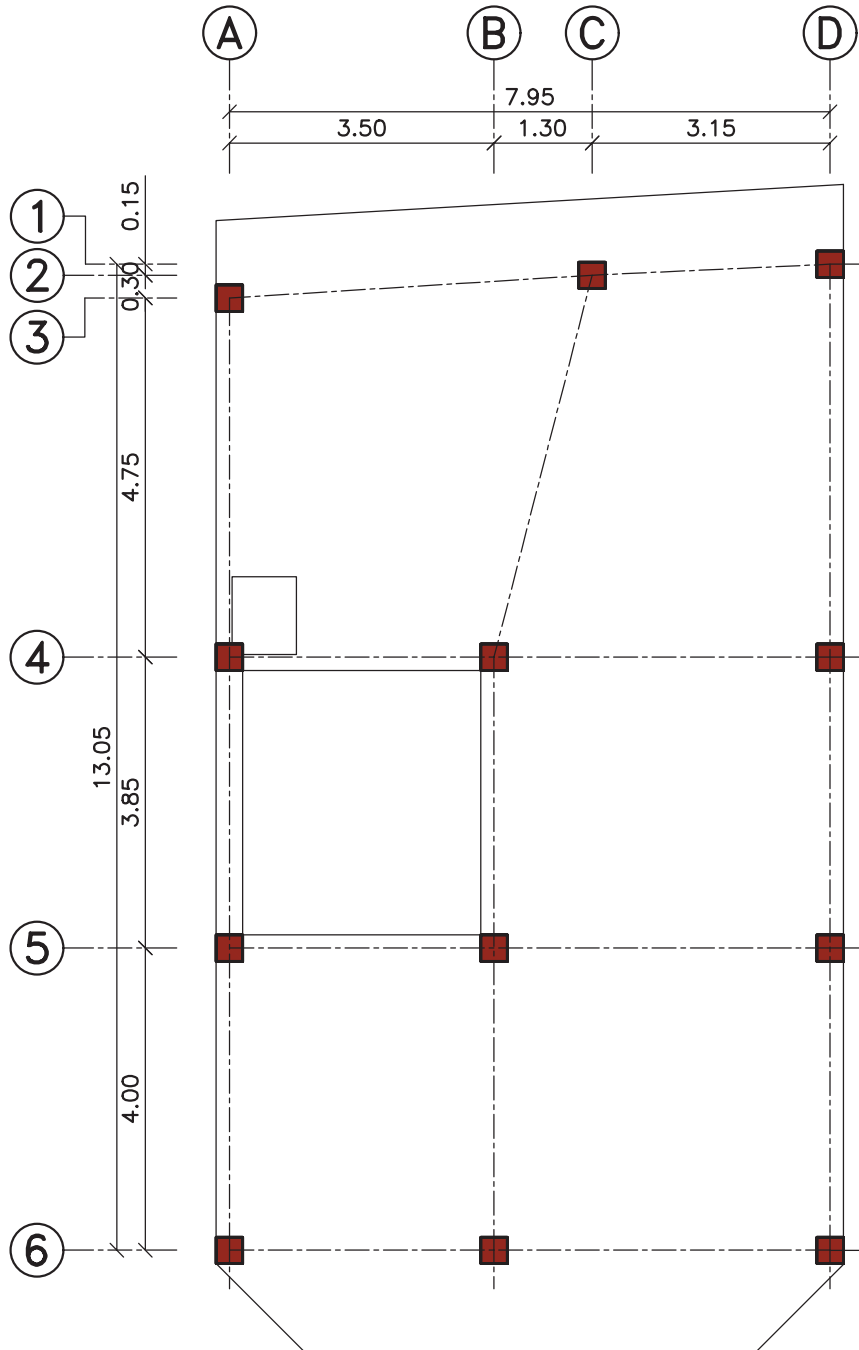
علامت (+) با خط پر ضخیم ترسیم می‌گردد.





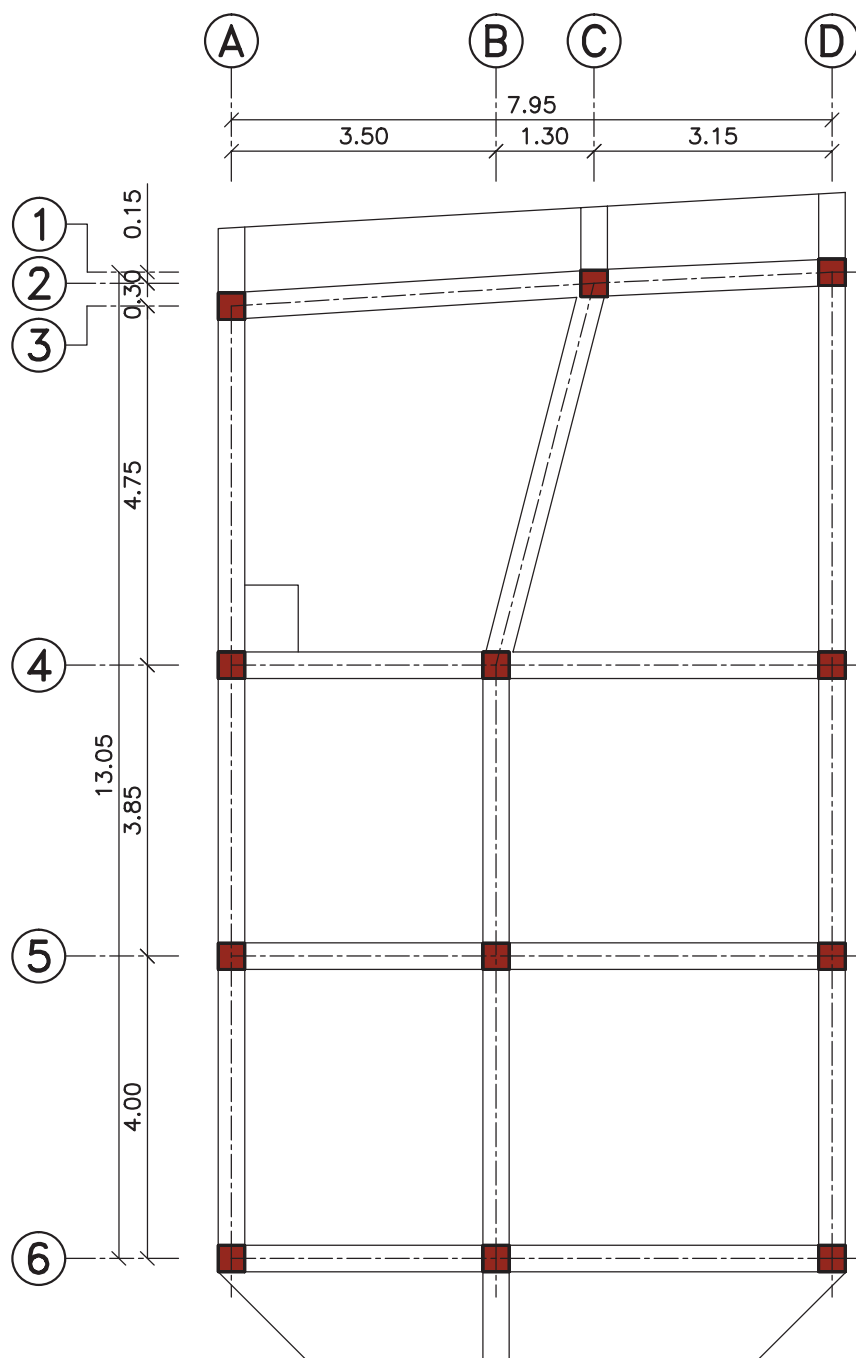
مرحله شماره (۲): محور بندی ستون ها

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



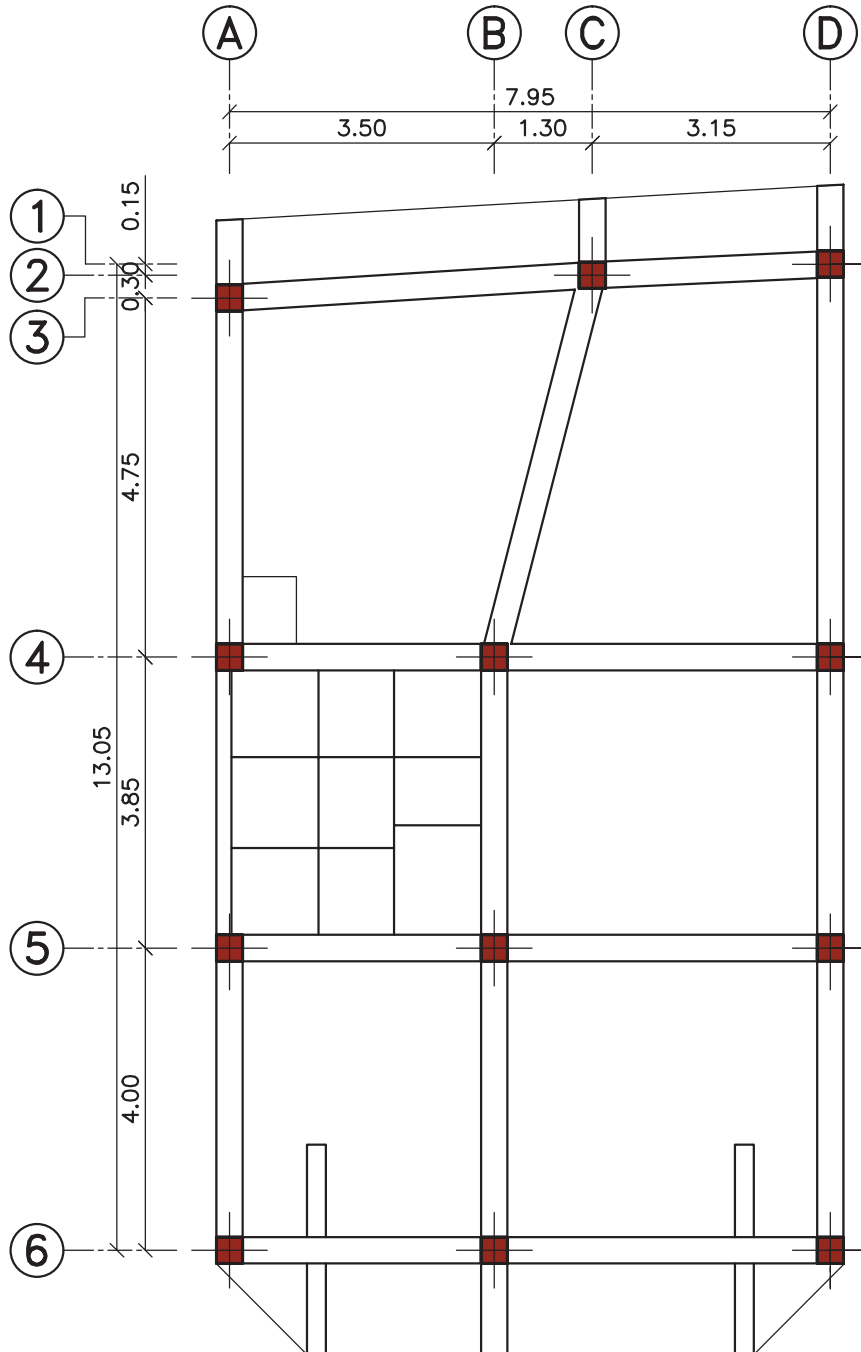
### مرحله شماره (۳): ترسیم تیرها

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؛ رانیز 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.

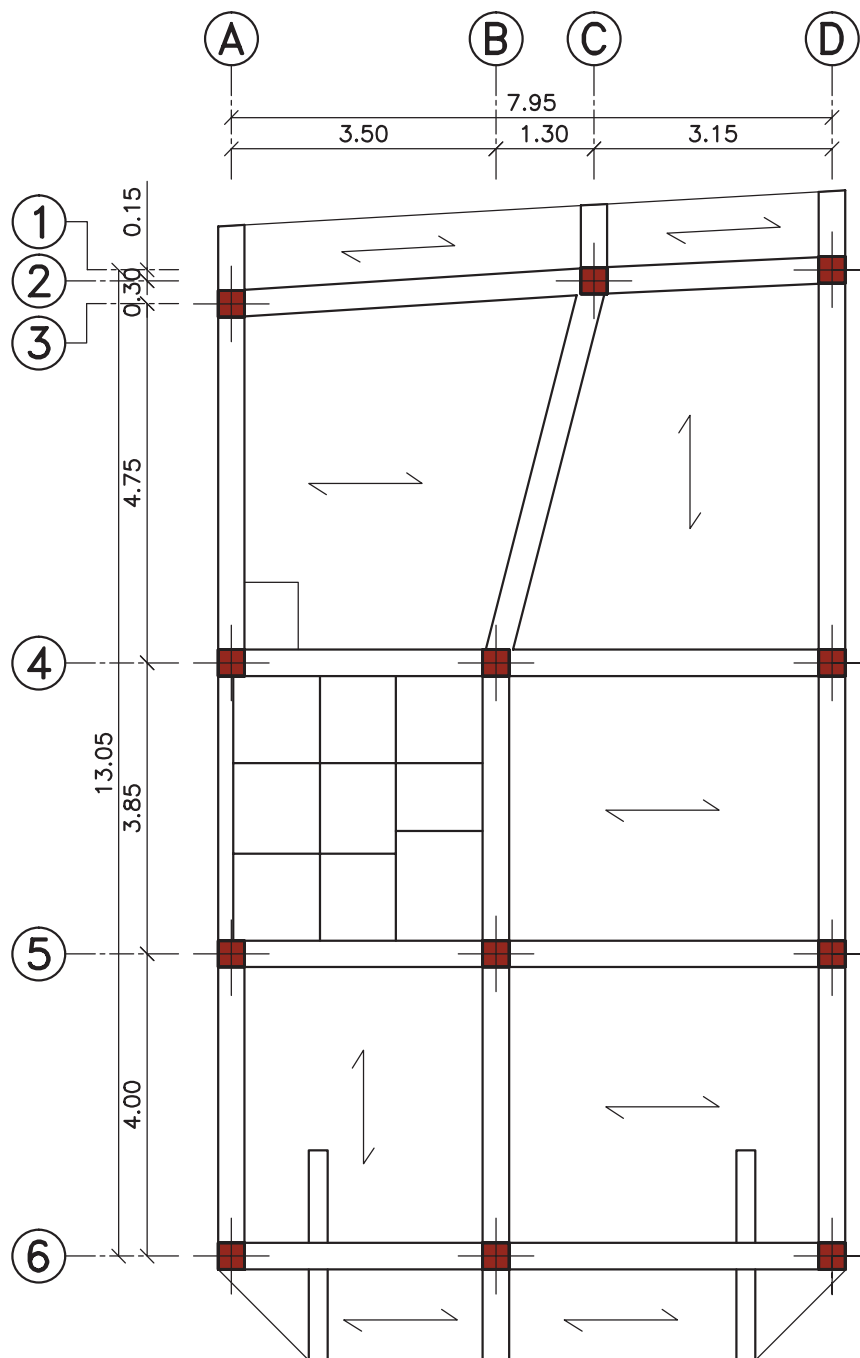


مرحله شماره (۵): ترسیم جهت تیرچه‌ها

در سقف تیرچه و بلوک جهت اجرای تیرچه‌ها را با علامت  $\leftarrow$  نشان می‌دهند. در هر دهانه، تیرچه در جهت طول

جهت تیرچه‌ها را با خط پرنازک مشخص کنید.

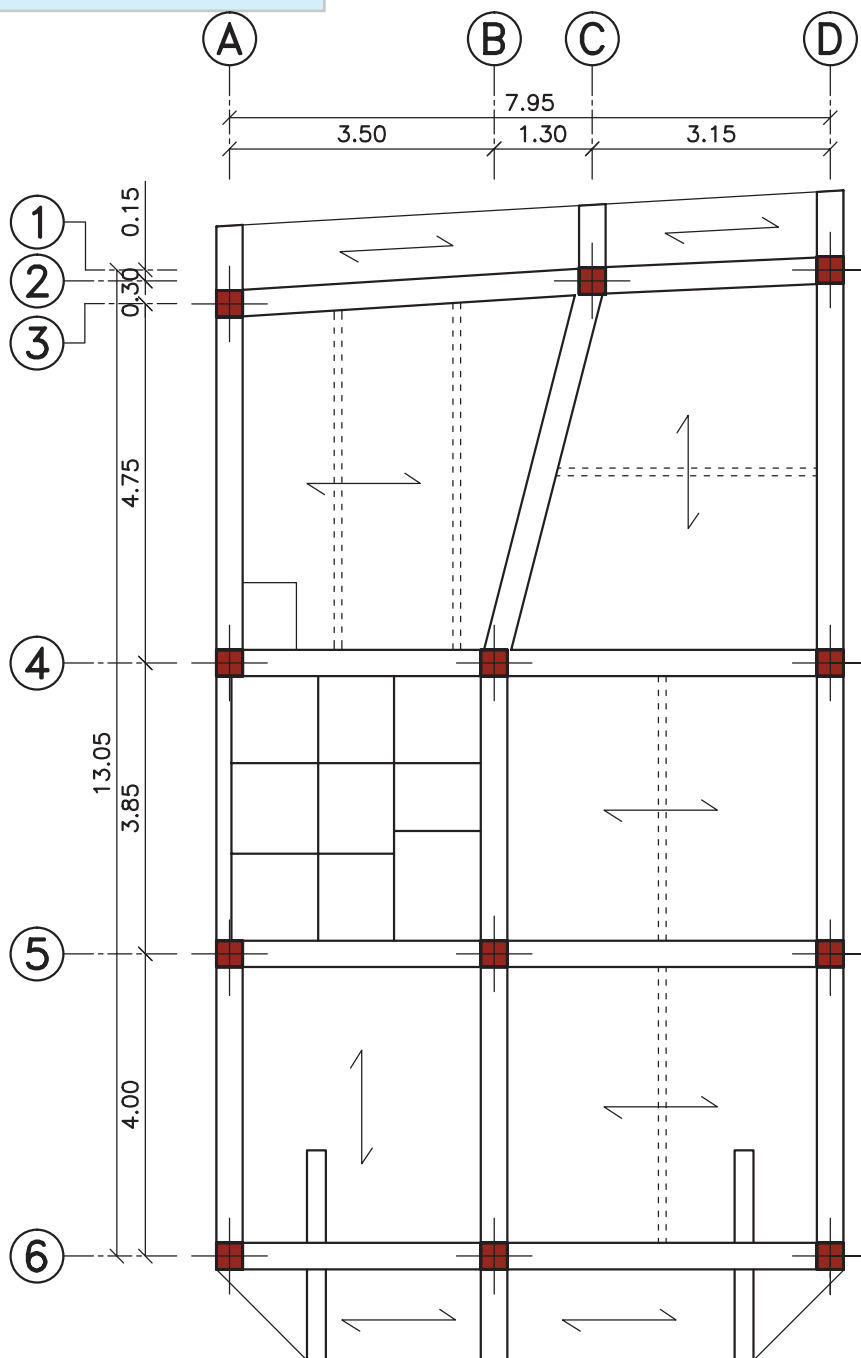
بیشتر اجرا می‌گردد.



مرحله شماره (۶): ترسیم شناژ مخفی

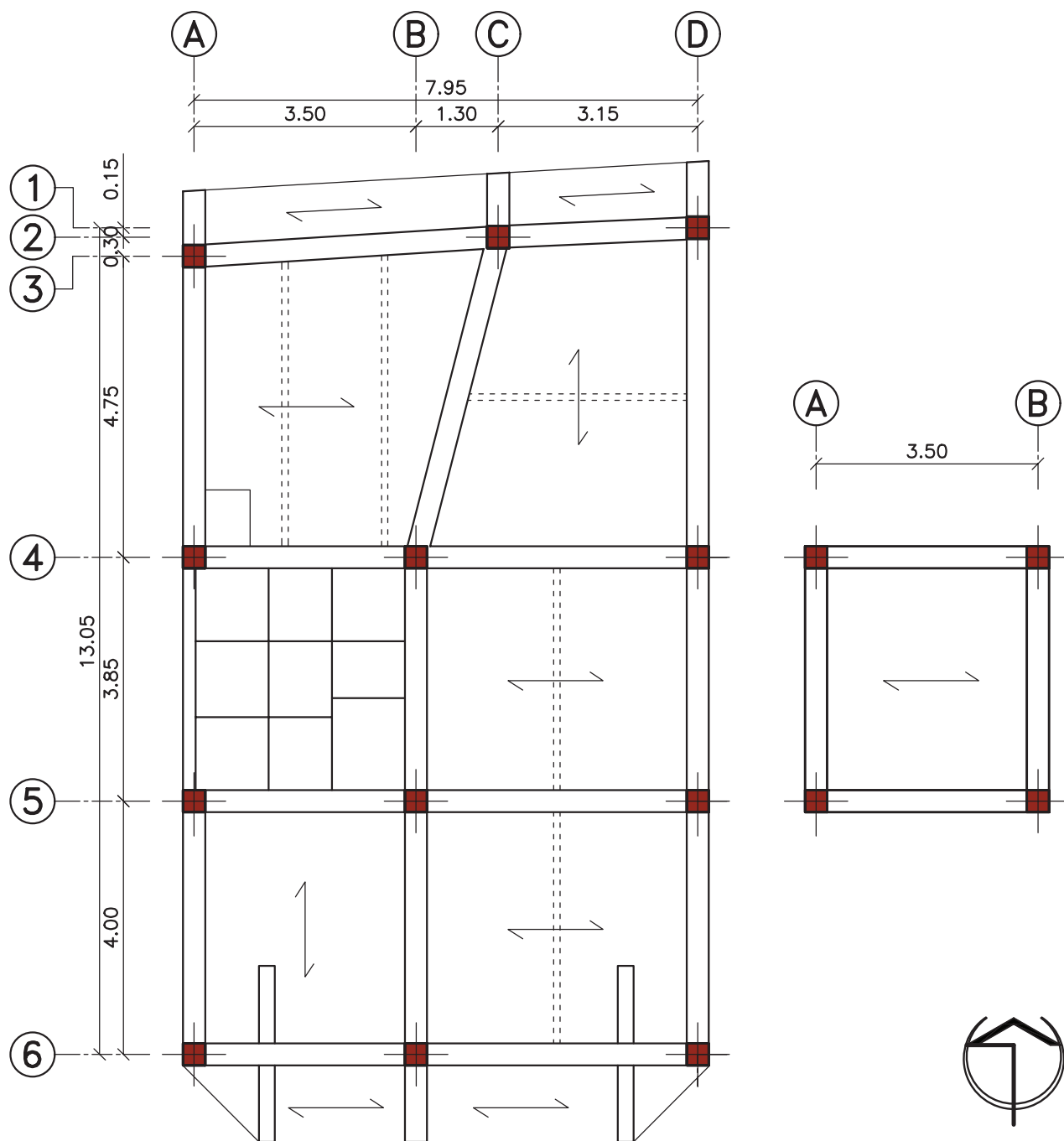
در سقف های تیرچه و بلوک، برای توزیع یکنواخت بار روی سقف و همچنین در محلهائی که بار منفرد وجود داشته باشد، کلاف میانی بتنی (شناژ مخفی) تعبیه می شود. طبق آیین نامه اجرائی سقف های تیرچه و بلوک، برای سقف هائی با بار زنده ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و طول دهانه بیشتر از ۴ متر (تا ۷ متر)، یک کلاف میانی باید در 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 می شود.



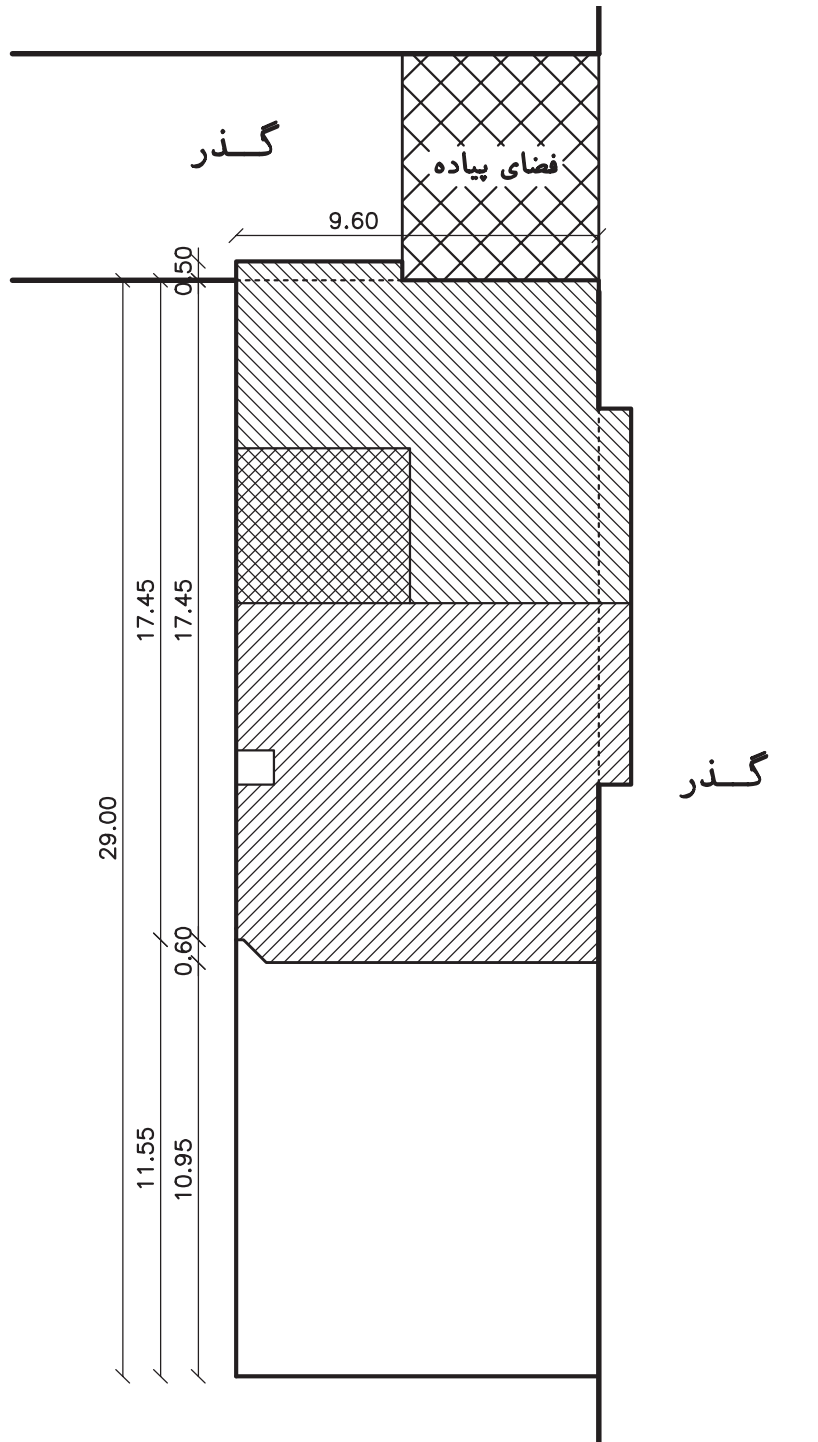
مرحله شماره (۷): ترسیم تیرریزی سقف اتاق پله

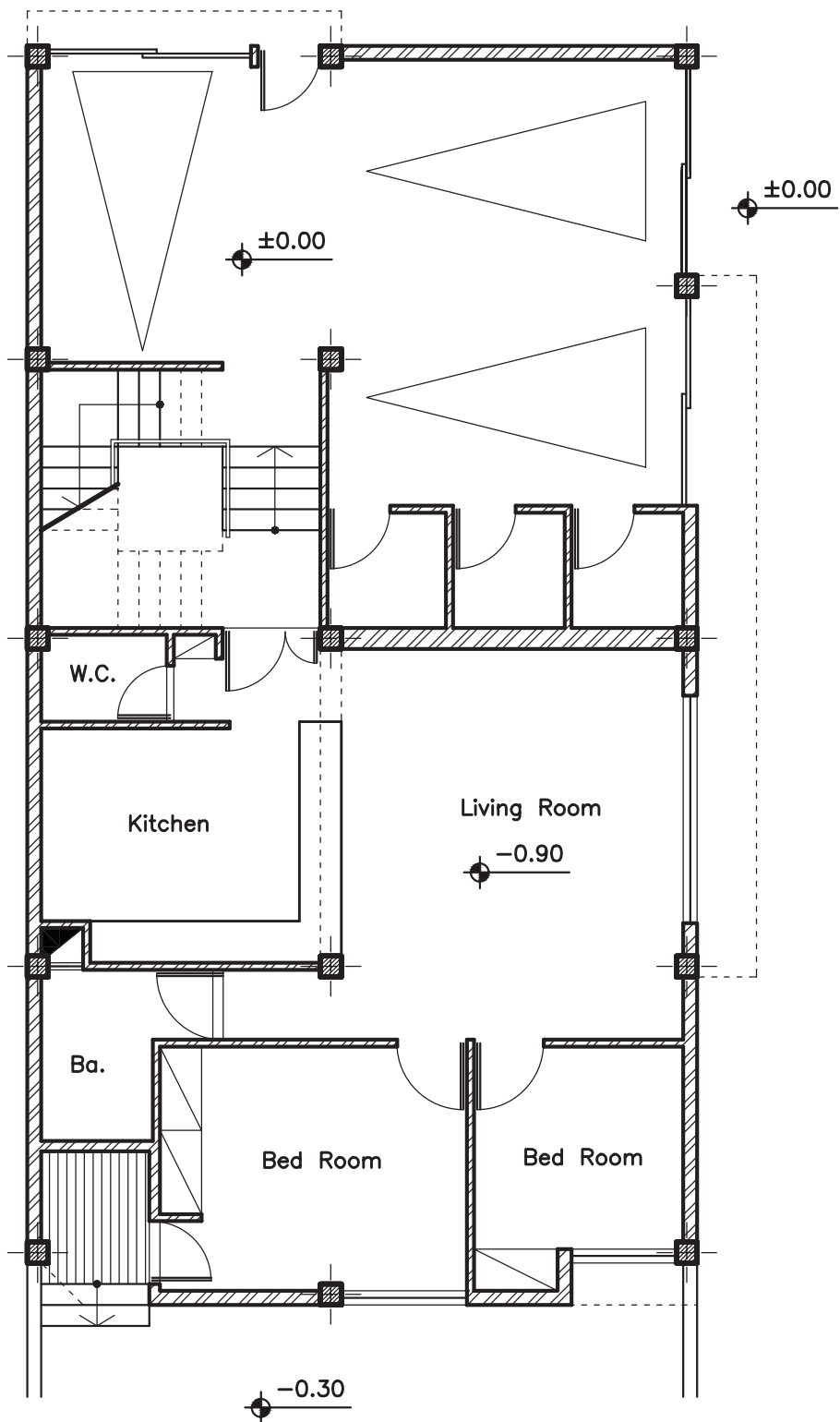
توجه: گذاشتن علامت شمال در کنار پلان تیرریزی الزامی است.



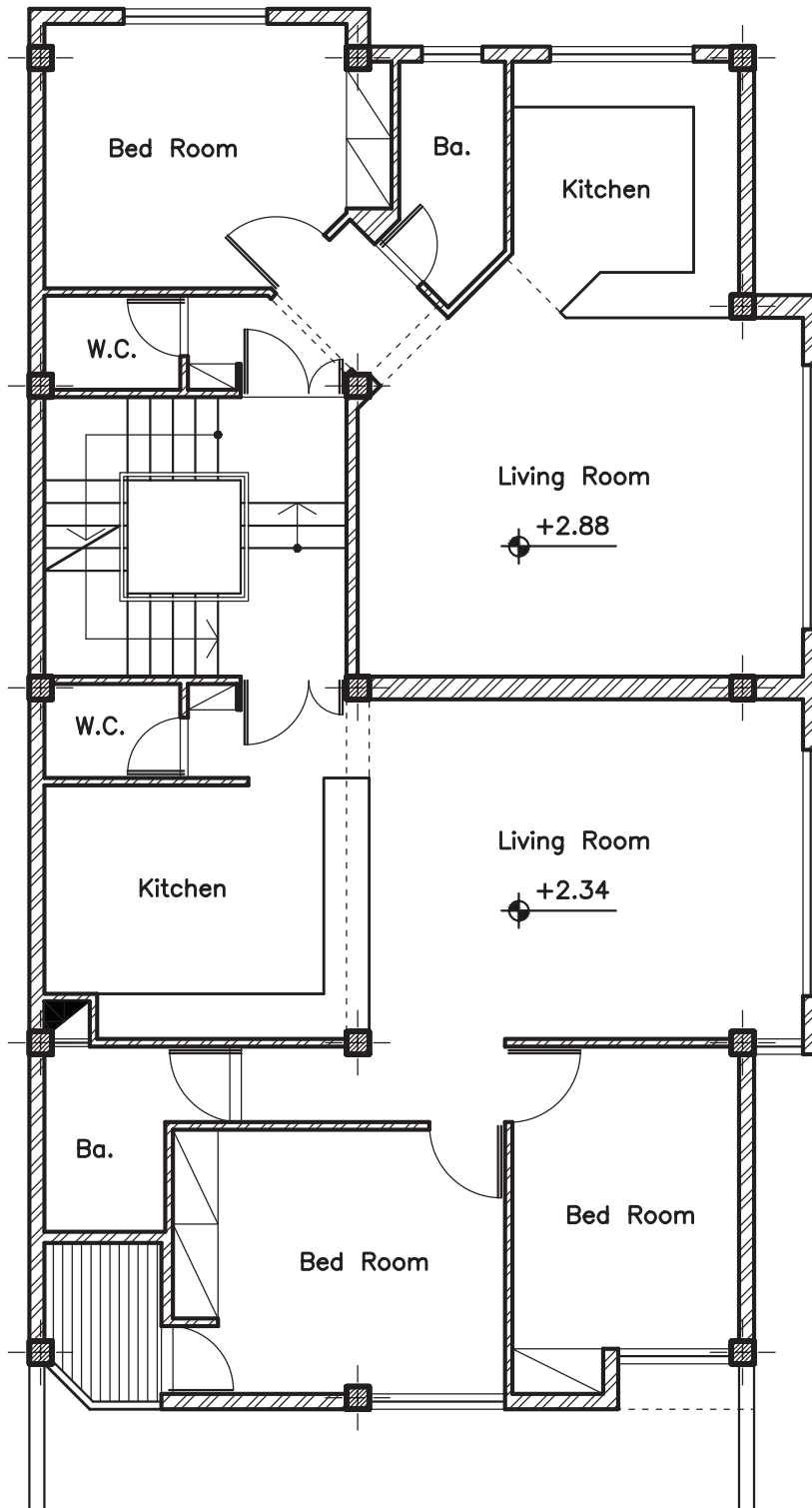
تمرین کارگاهی:

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











◀ 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 می آید. در این رابطه کلیه نهادهای قانونی و شخصیت های 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

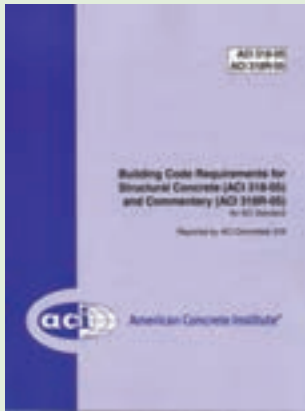
### ۷-۲-۲- مقررات ملی ساختمان

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) آیین نامه های اجرایی و مشخصات فنی عمومی کارهای عمرانی؛ مانند دستور العمل های نشریه شماره ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.

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

د) آیین نامه های طراحی و مقاطع اجرایی؛ مانند مباحث مختلف مقررات ملی ساختمان، آیین نامه بتن ایران (آبا) و آیین نامه ACI (آیین نامه بتن آمریکا).

ه) آیین نامه های حفاظت و ایمنی در کارگاه های ساختمانی؛ مانند مصوبه شورای عالی حفاظت فنی وزارت کار و امور اجتماعی.

و) آیین نامه 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 خم های زیر قلاب استاندارد تلقی می شوند:

### ۱- میلگردهای اصلی :

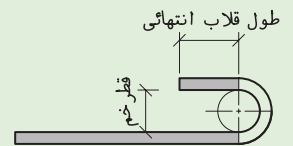
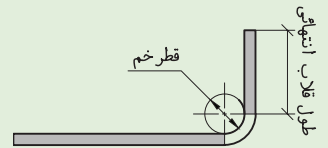
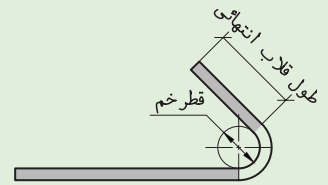
– خم نیم دایره ( $180^\circ$ ) به اضافه حداقل  $4 d_b$  طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد (این مقدار نباید از ۶۰ میلی متر کمتر گردد).

– خم گونیا ( $90^\circ$ ) به اضافه حداقل  $12 d_b$  طول مستقیم در انتهای آزاد میلگرد.

منظور از  $12 d_b$ ، یعنی ۱۲ برابر قطر میلگرد.

## ۲- میلگردهای 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 میلگردهای به قطر بیشتر از ۱۶ میلی‌متر و کمتر از ۲۵ میلی‌متر: خم ۹۰ درجه (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).



توجه: 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 بتن آرمه)، مقادیر زیر برای خم قلاب میلگردها آورده شده است.

| جدول شماره ۷-۱- حداقل قطر خم برای میلگردهای اصلی طبق آئین نامه ACI |                     |
|--|---------------------|
| حداقل قطر خم   | قطر میلگرد          |
| $6 d_b$  | کمتر از ۲۸ میلی‌متر |
| $8 d_b$  | ۲۸ تا ۳۴ میلی‌متر   |
| $10 d_b$   | ۳۶ تا ۵۵ میلی‌متر   |

| جدول شماره ۷-۲- حداقل قطر خم برای میلگردهای خاموت طبق آئین نامه ACI |                        |
|---|------------------------|
| حداقل قطر خم  | قطر میلگرد             |
| $4 d_b$   | ۱۶ میلی‌متر و کوچک‌تر  |
| طبق جدول ۷-۱  | بزرگ‌تر از ۱۶ میلی‌متر |

## 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 ساختمان‌های بتنی در نظر گرفته می‌شوند عموماً با محاسبات بیشتری همراه است. چه از نظر تعداد و نوع آرماتورها و چه از نظر پیوستگی بین شناژ و فونداسیون‌ها؛ این عمل باید بطور دقیق و اصولی انجام شود تا در اثر نشست‌های احتمالی و غیریکنواخت ساختمان هیچگونه صدمه‌ای 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 میلگردها 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 خاموت‌هایی 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، آن را 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 مش یا حصیری کف گفته می‌شود.

◀ **توجه:** 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 ارائه 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 تپ از فونداسیون‌های موجود در پلان مورد بحث کتاب، سعی شده است تا هم زمان در پلان و برش، میلگرد گذاری و روش ترسیم آن نمایش داده شود.

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



شکل ۱-۷- آماده سازی کف پی



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



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



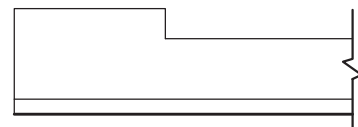
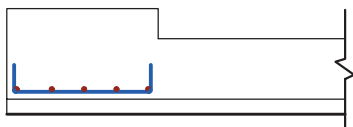
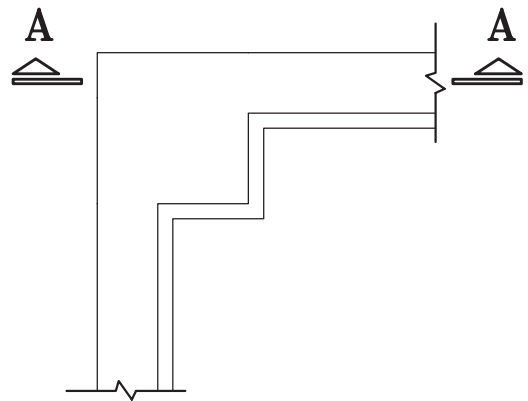
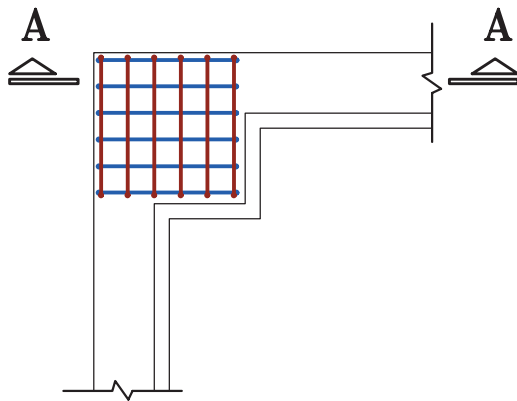
شکل ۴-۷- اجرای میلگردهای ریشه انتظار



شکل ۵-۷- اجرای میلگرد شناژها

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

- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس  $\frac{1}{5}$  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 نمایید. به طور مثال: مشخصات میلگرد کف از طرف مهندس محاسب  $18 \text{ cm} @ 16 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$  اعلام شده است. یعنی در کف فونداسیون در ۲ جهت طولی و عرضی ۶ عدد میلگرد آج‌دار با قطر ۱۶ میلی‌متر و فاصله ۱۸ سانتی‌متر از هم قرار گیرند.
- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی و خاموت شناژها را ترسیم کنید.  
 به طور مثال: میلگردهای طولی شناژ =  $4 \text{ cm} \text{ } \varnothing$   
 خاموت‌ها =  $25 \text{ cm} @ 10 \text{ cm} \text{ } \varnothing$



◀ مرحله شماره (۲)

◀ مرحله شماره (۱)

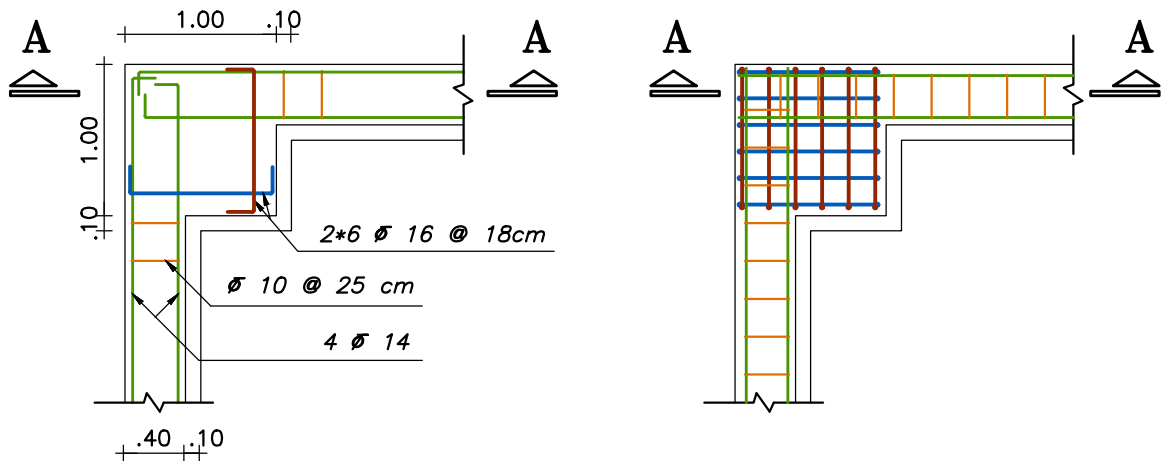


▪ **مرحله شماره (۴):** همان طور که می بینید ترسیم تمام میلگردها نقشه را شلوغ و بیننده را سردرگم می کند. برای جلوگیری از هر گونه خطا در خواندن و اجرا کردن نقشه ها، باید آن ها را به طور مختصر نشان داد. به تصویر مربوط به مرحله چهارم دقت کنید.

- از میلگردهای طولی و عرضی کف فونداسیون، فقط یکی را به صورت خوابیده ترسیم کرده و مشخصات فنی آن را نشان دهید.  
- از خاموت ها نیز فقط دو تای آن را در هر راستا، برای نشان دادن فاصله صحیح بین آن ها مشخص کرده و مشخصات فنی آن را معرفی نمائید.

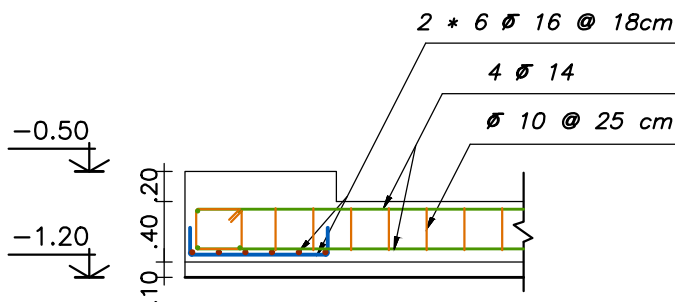
- جزئیات ترسیمی را اندازه گذاری کرده و کدهای ارتفاعی را بنویسید.

- 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 (۴)

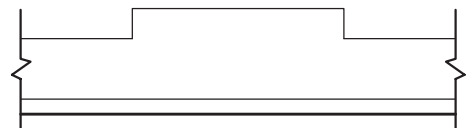
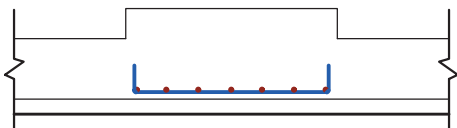
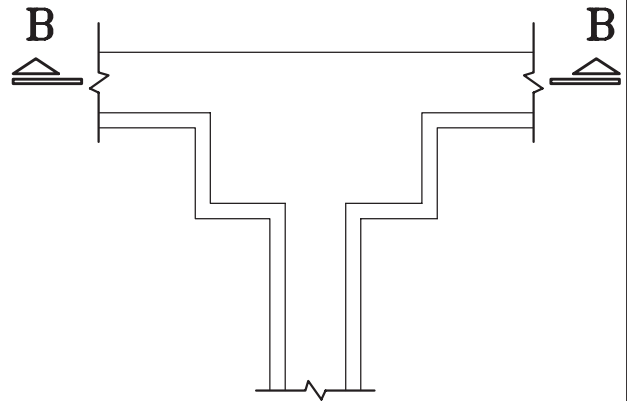
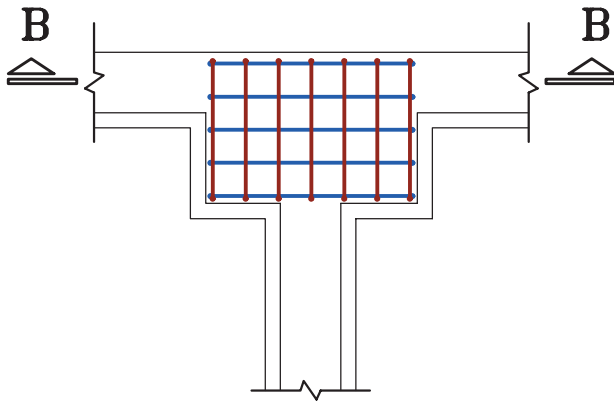
◀ مرحله شماره (۳)

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

- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس  $\frac{1}{50}$  و با خط پر نازک ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۲):** میلگردهای طولی و عرضی کف فونداسیون را ترسیم نمایید. مهندس محاسب مشخصات زیر را برای این فونداسیون محاسبه کرده است.

مشخصات میلگردهای طولی کف =  $5 \text{ } \varnothing 16 @ 22 \text{ cm}$

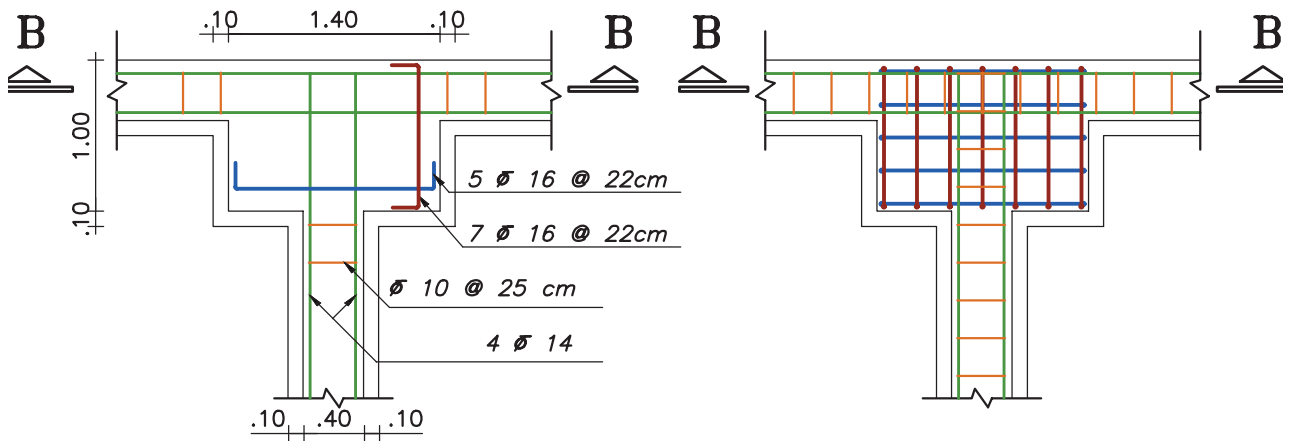
مشخصات میلگردهای عرضی کف =  $7 \text{ } \varnothing 16 @ 22 \text{ cm}$



◀ مرحله شماره (۲)

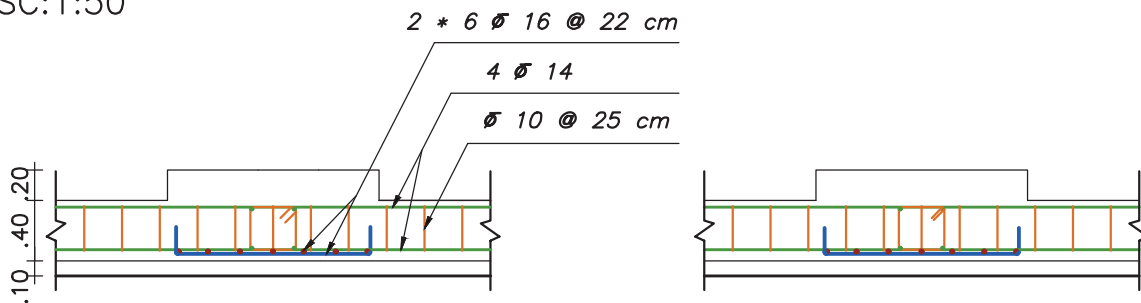
◀ مرحله شماره (۱)

- 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

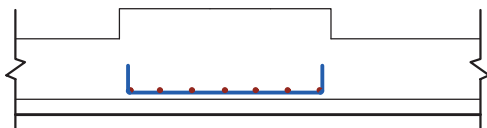
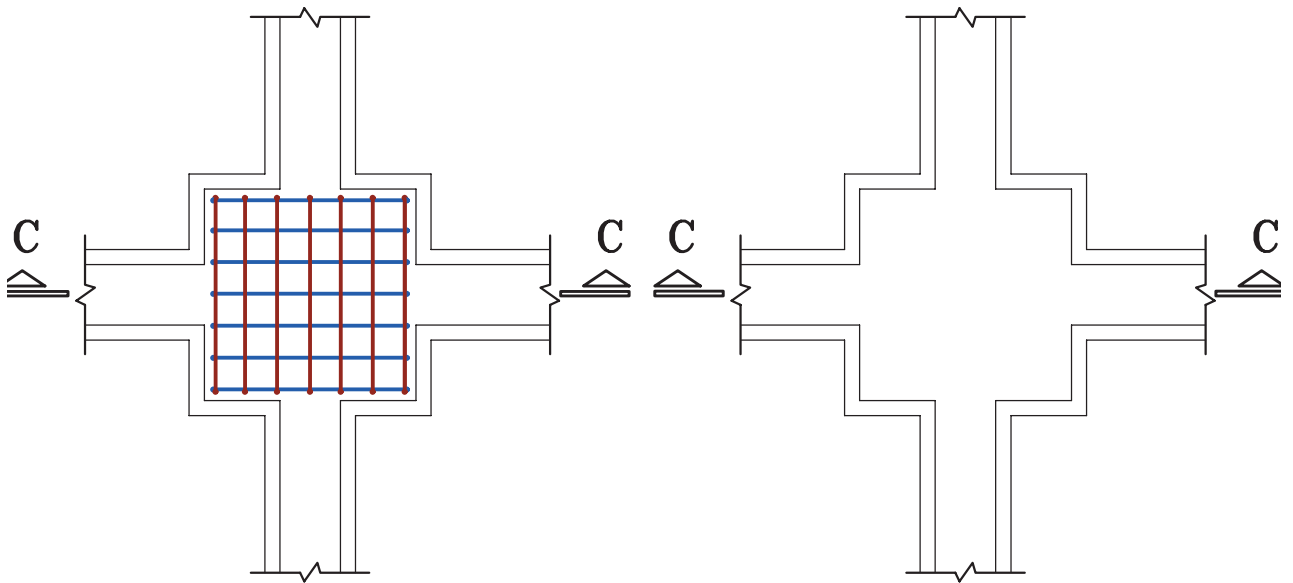
SC:1:50

◀ مرحله شماره (۴)

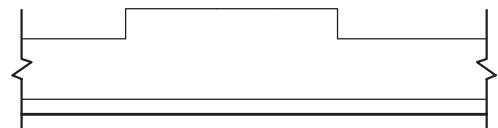
◀ مرحله شماره (۳)

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

- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس  $\frac{1}{50}$  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 =  $۲ \times ۷ \text{ } \varnothing ۱۶ @ ۲۲ \text{ cm}$**



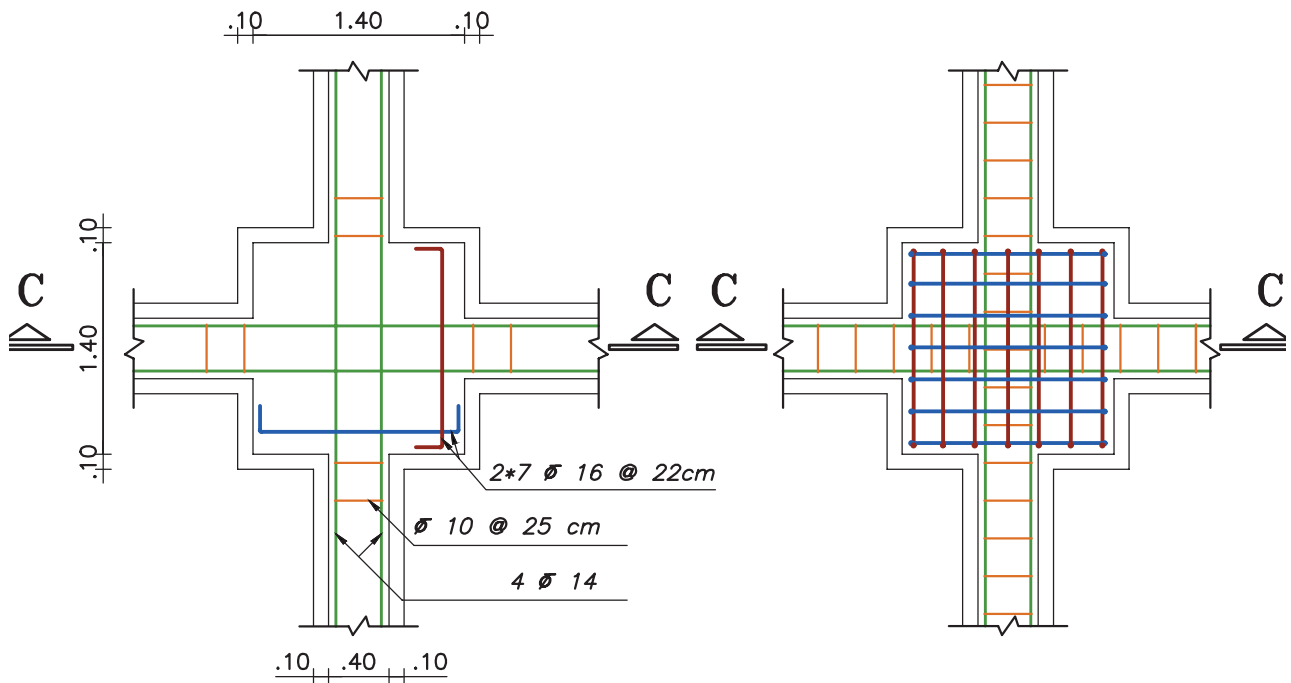
◀ مرحله شماره (۲)



◀ مرحله شماره (۱)

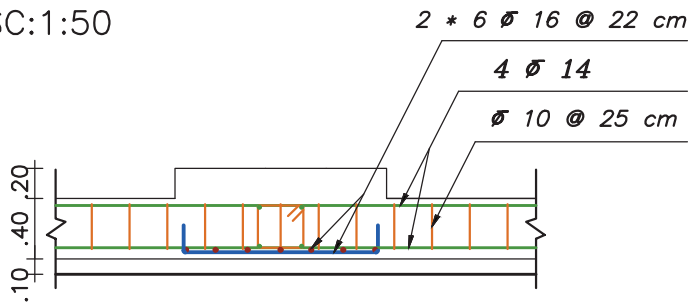
▪ مرحله شماره (۳): میلگردهای طولی و خاموت شناژها را مطابق مشخص قبل، ترسیم کنید.

▪ مرحله شماره (۴): ترسیمات را نهائی کنید.



### Foundation Typ. F-5

SC:1:50



### Section C-C

SC:1:50

◀ مرحله شماره (۴)

◀ مرحله شماره (۳)

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

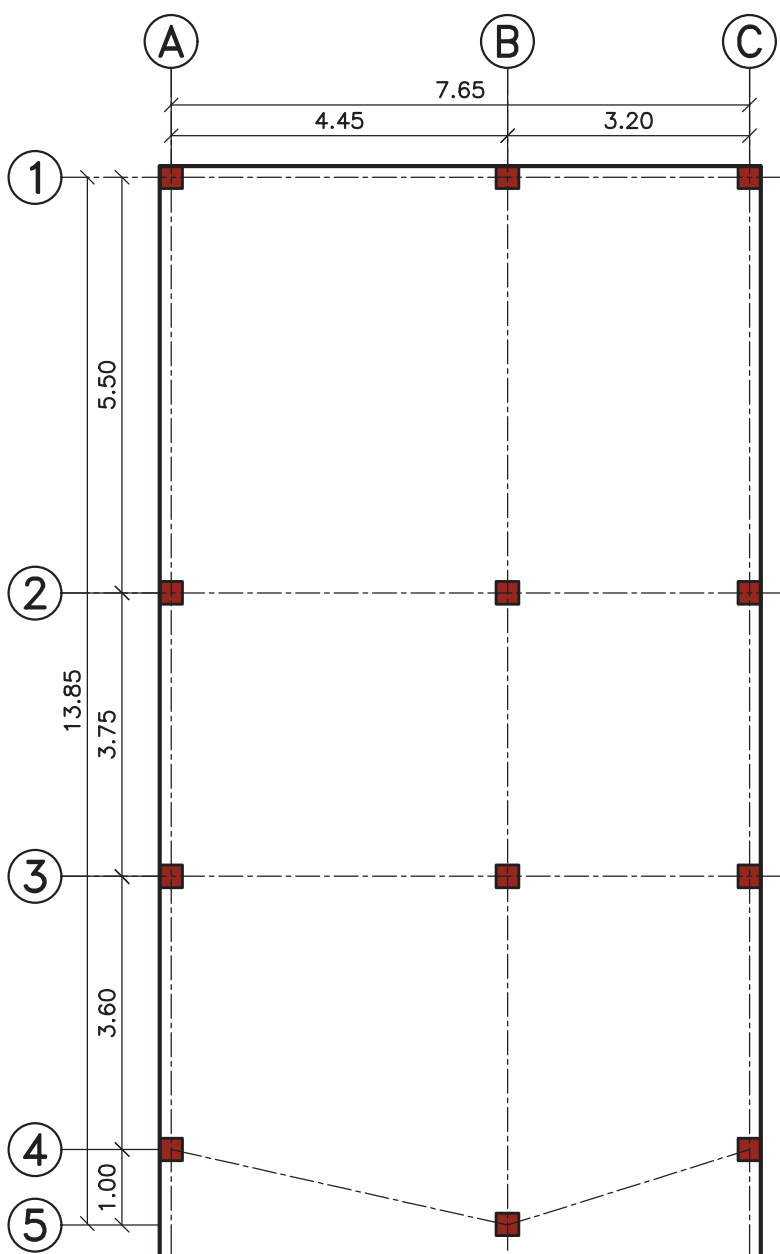
۱) پلان فونداسیون کلاف شده‌ای با مشخصات زیر را ترسیم کنید.

۲) جدول تیب مشخصات فونداسیون آن را تنظیم کنید.

۳) با نظر مربی خود، جزئیات اجرایی

سه فونداسیون متفاوت را با مقیاس  $\frac{1}{5}$ ،

ترسیم کنید.



### ■ مشخصات ابعاد:

عرض شناژ =  $0/60$  متر

- فونداسیون گوشه =  $1/30 \times 1/30$  متر

- فونداسیون کناری =  $2 \times 1/30$  متر

- فونداسیون میانی =  $2 \times 2$  متر

- ارتفاع پی و شناژ =  $0/70$  متر

### ■ مشخصات میلگرد:

- پوشش بتن کف =  $7/5$  سانتی متر

- پوشش بتن دیواره‌ها =  $5$  سانتی متر

- میلگرد کف فونداسیون = میلگرد آج‌دار

شماره ۱۸ با فاصله  $20$  سانتی متر

- میلگرد طولی شناژ =  $6$  میلگرد آج‌دار

شماره ۱۴

- میلگرد خاموت = میلگرد آج‌دار شماره ۱۰

با فاصله  $15$  سانتی متر

## ۲-۴-۷- ترسیم جزئیات فونداسیون نواری

قبل از ترسیم جزئیات سعی گرفته 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- چیندن میلگردهای طولی و عرضی



شکل ۹-۷- بهم بستن میلگردها



شکل ۱۰-۷- رعایت پوشش بتن در کف و بدنه



شکل ۱۱-۷- قرار دادن میلگردهای تقویتی



شکل ۱۲-۷- میلگردگذاری شبکه‌بالیایی



شکل ۱۳-۷- قرار دادن  
میلگردهای تقویتی پخ‌ها

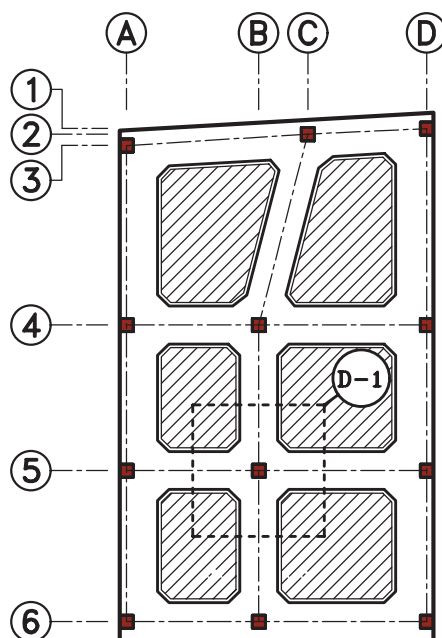


شکل ۱۴-۷- تکمیل میلگردگذاری  
محل اتصال ستون



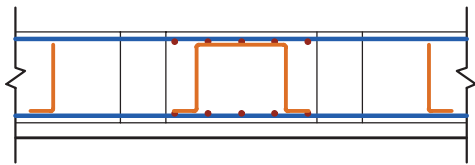
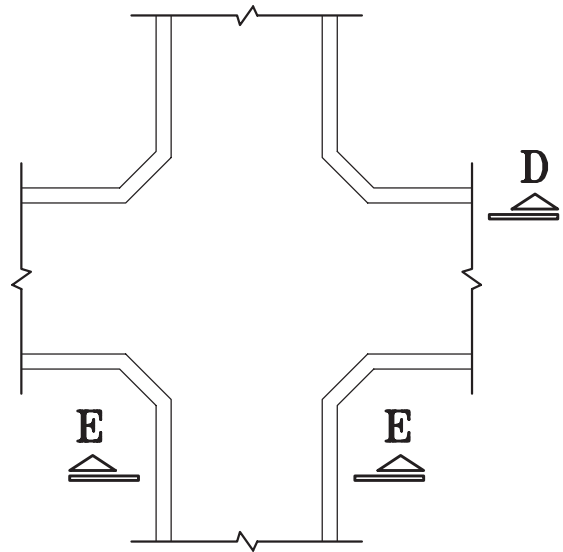
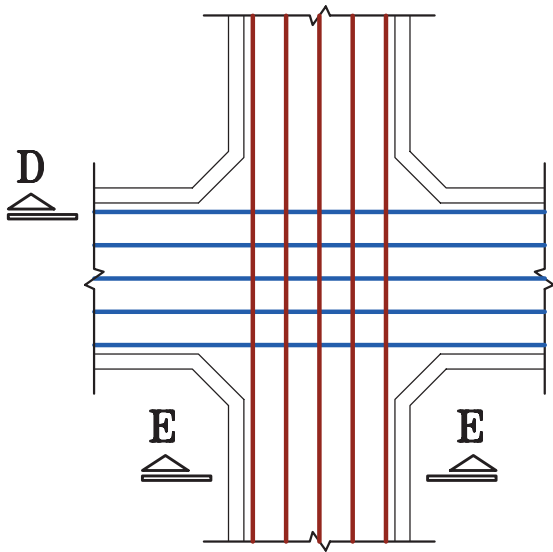
شکل ۱۵-۷- میلگردگذاری پی‌نواری

بهرتر 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 آن جایی 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.



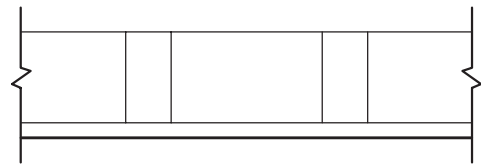


- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون انتخاب شده را با مقیاس  $\frac{1}{50}$  و با خط پر نازک ترسیم کنید.
- **مرحله شماره (۲):** با در نظر گرفتن پوشش بتن در کف و دیواره‌های پی، میزان خم میلگرد (با توجه به قطر میلگرد و جداول ارائه شده) و همچنین فاصله میلگردها، میلگردهای طولی کف فونداسیون را در دو جهت عمودی و افقی ترسیم نمایید.



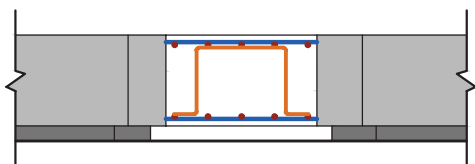
Section D-D

SC:1:50



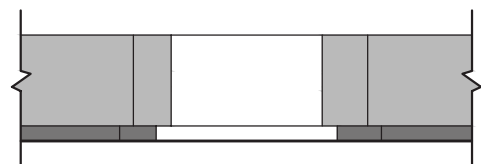
Section D-D

SC:1:50



Section E-E

SC:1:50



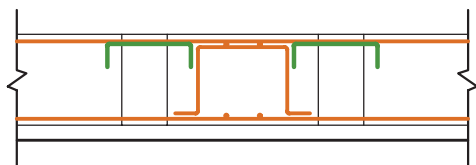
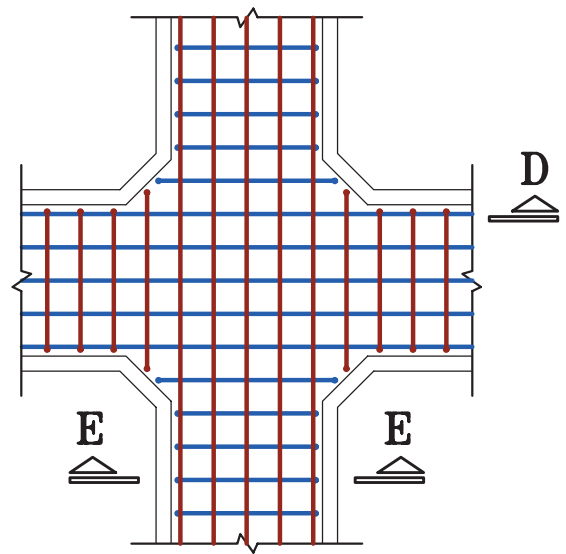
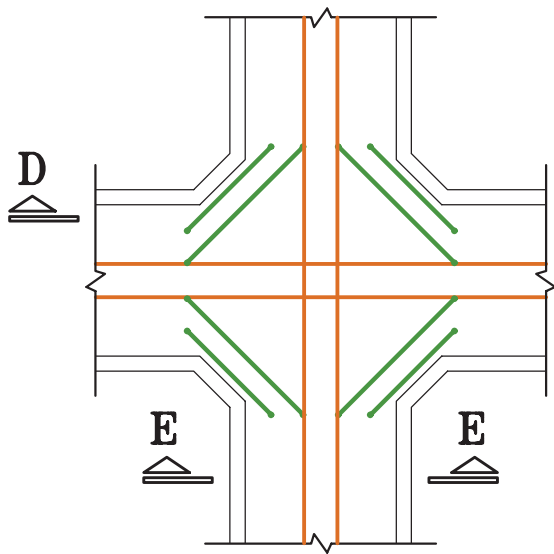
Section E-E

SC:1:50

◀ مرحله شماره (۲)

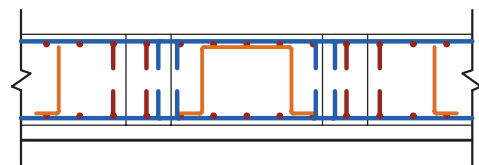
◀ مرحله شماره (۱)

- **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 می شود. در این مرحله میلگردهای تقویتی را جداگانه ترسیم کنید تا با موقعیت آنها در کف و یا شبکه بالایی فونداسیون آشنا شوید.



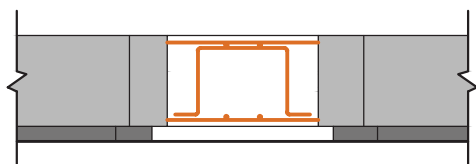
**Section D-D**

SC:1:50



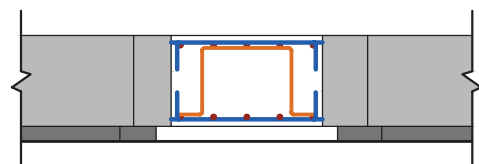
**Section D-D**

SC:1:50



**Section E-E**

SC:1:50



**Section E-E**

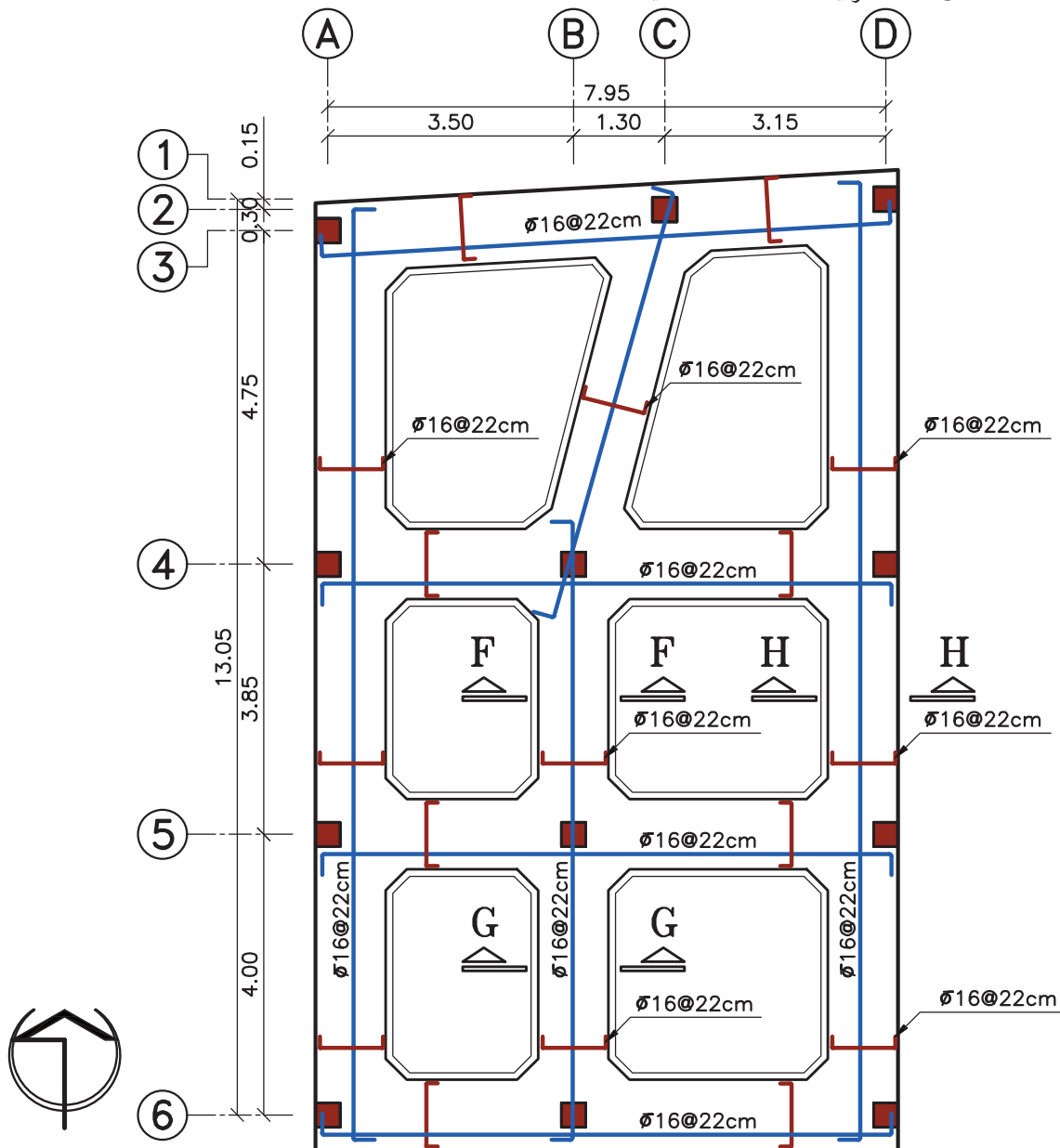
SC:1:50

◀ مرحله شماره (۴)

◀ مرحله شماره (۳)

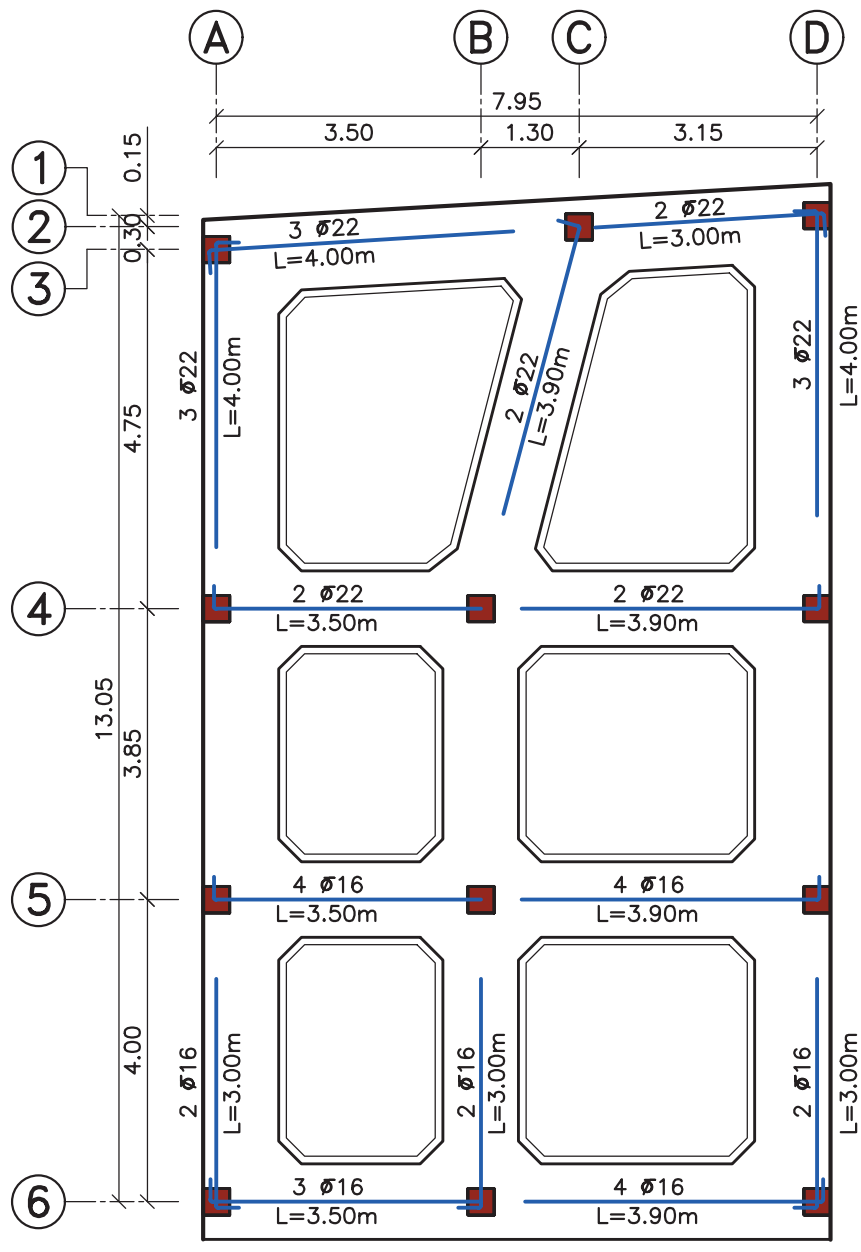
در پلان فونداسیون نواری جزئیات فونداسیون‌ها به صورت منفرد بیان نمی‌شوند؛ بلکه مشخصات میلگردگذاری در کل پلان ترسیم می‌شود. برای این که بتوان یک پلان فونداسیون نواری را برای اجرا آماده کرد، باید سه پلان فونداسیون مجزا ترسیم کرد..

▪ **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 به صورت 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 آن را نشان دهید.



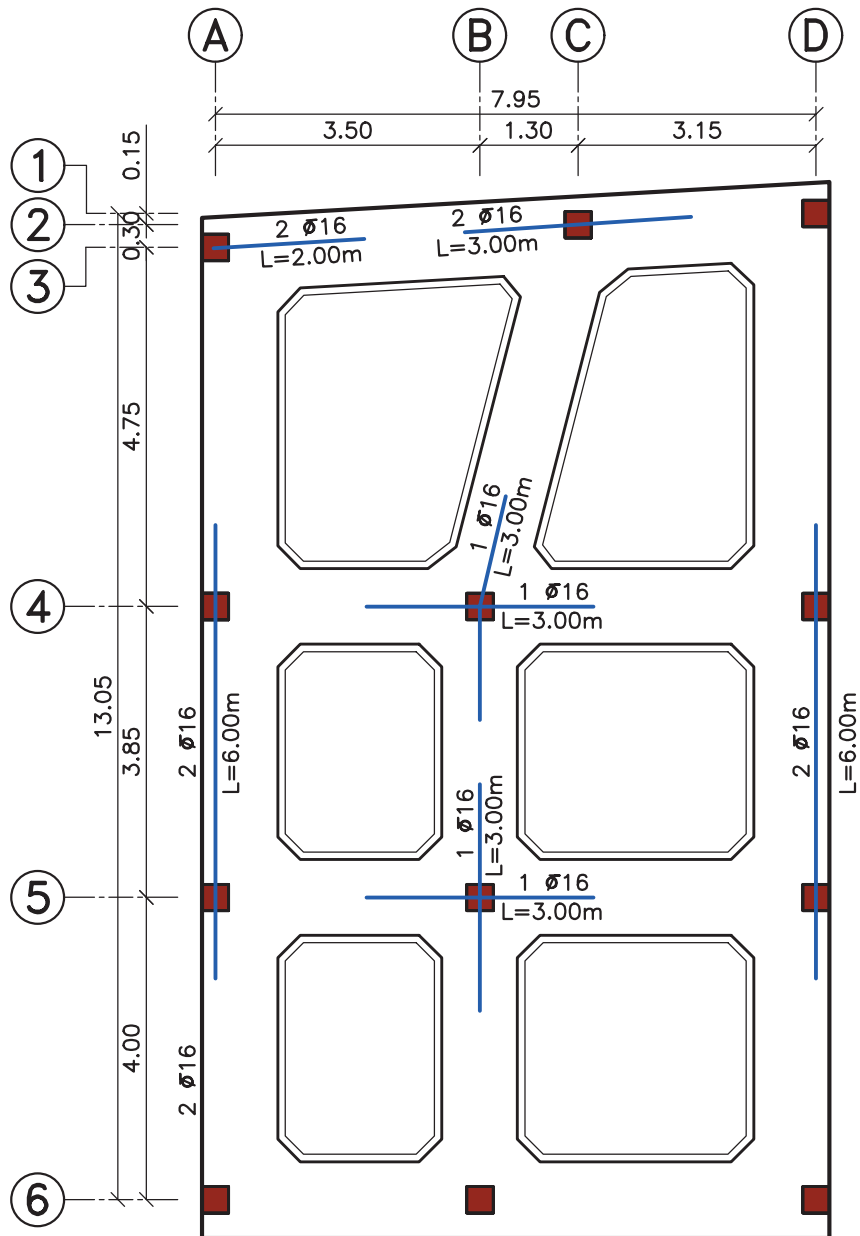
■ پلان شماره (۲):

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

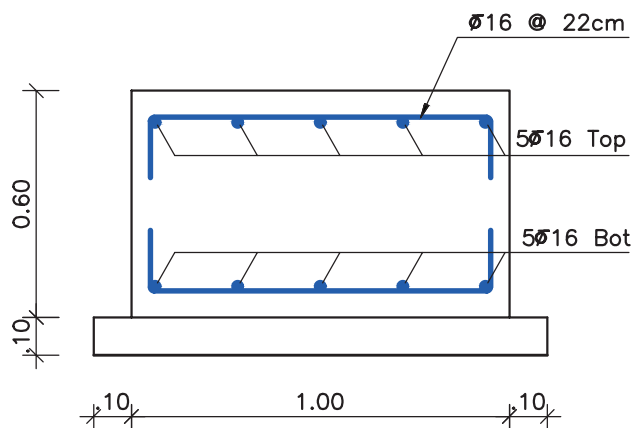


■ پلان شماره (۳):

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

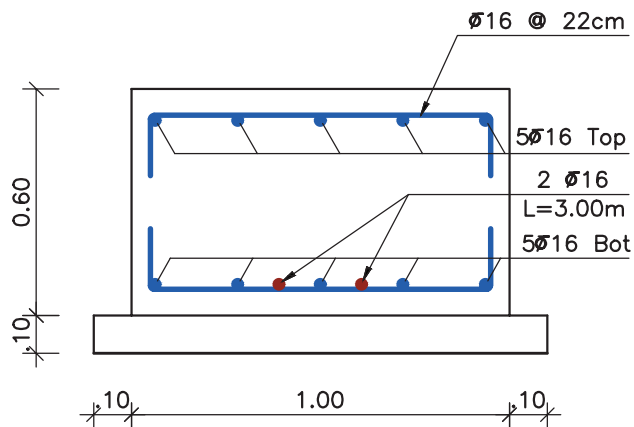


در آخر، جزئیات میلگرد گذاری برای مقاطع مشخص شده را ترسیم نمائید. مقیاس مناسب برای ترسیم جزئیات میلگرد گذاری در مقاطع  $\frac{1}{10}$  می باشد.



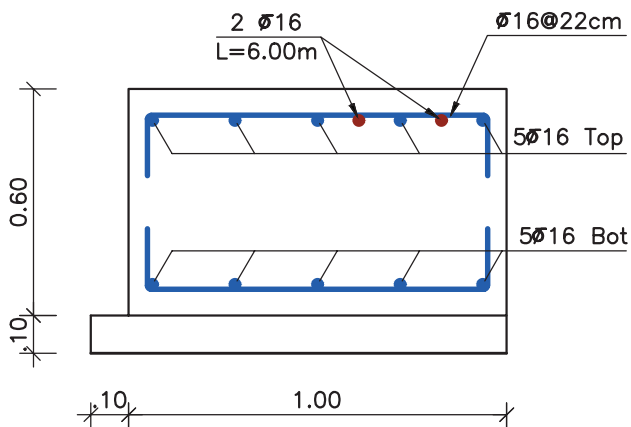
### Section F-F

SC:1:20



### Section G-G

SC:1:20



### Section H-H

SC:1:20

### ۷-۵- 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 بهتر مطالب، جزئیات میلگرد گذاری در ستون تپ ۳ پلان مورد بحث کتاب، به صورت گام به گام ترسیم شده است.



شکل ۱۶-۷- بتن ریزی ستون



شکل ۱۷-۷- اجرای خاموت و سنجاقک



شکل ۱۸-۷- تکمیل میلگرد گذاری ستون



شکل ۱۹-۷- کار گذاشتن میلگردهای انتظار ستون، در فونداسیون



■ در میلگرد گذاری ستون ها 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 ماریچ، شش عدد

- ماریچ باید از میلگرد پیوسته ساخته شود.

- در هر گام ماریچ، فاصله آزاد بین میلگردها باید بین  $\frac{2}{5}$  تا  $\frac{7}{5}$  سانتی متر در نظر گرفته شود.

- قطر میلگردهای مصرفی در ماریچ نباید از ۶ میلی متر کمتر باشد.

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



شکل ۲۰-۷- میلگرد گذاری ماریچ در ستون



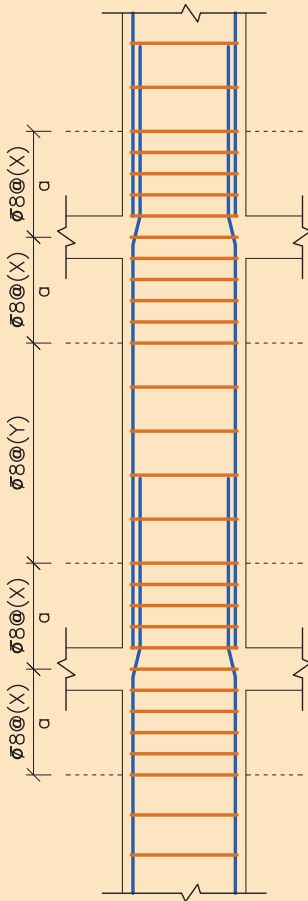
## برای مطالعه ...

در طراحی سازه‌ها، 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 سازه‌ها به ویژه سازه‌های 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 سازه‌ها ضوابط خاصی در آیین نامه‌ها ذکر شده است که در این جا به سبب اهمیت موضوع فقط تعدادی از ضوابط اجرایی مربوط به سازه‌های بتن آرمه بر اساس مقررات آیین نامه بتن ایران ذکر می شود.

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

- حداکثر تعداد و فاصله خاموت‌ها در ستون‌ها مطابق شکل زیر است.



$$\left. \begin{aligned} & \left. \begin{aligned} & \frac{\text{ارتفاع آزاد ستون}}{6} + \frac{\text{ارتفاع تیر}}{2} \\ & \frac{\text{ضلع بزرگتر ستون}}{6} + \frac{\text{ارتفاع تیر}}{2} \end{aligned} \right\} \leq a \\ & \frac{\text{ارتفاع تیر}}{2} + 45 \text{ cm} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} & 8 \text{ برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد} \\ & 24 \text{ برابر قطر خاموت‌ها} \end{aligned} \right\} \leq x$$

$$\left. \begin{aligned} & \text{نصف کوچک‌ترین ضلع مقطع ستون} \\ & 25 \text{ cm} \end{aligned} \right\}$$

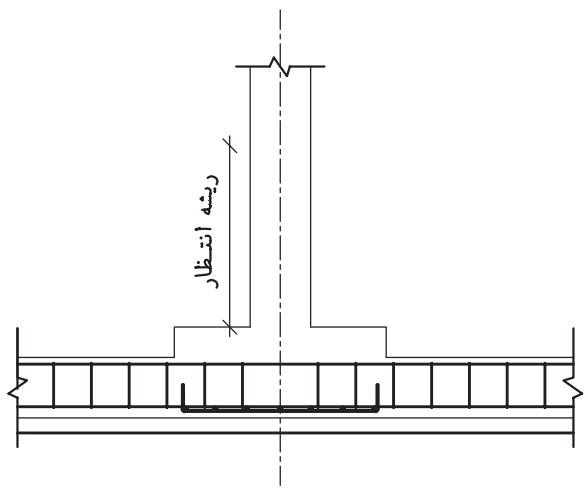
$$\left. \begin{aligned} & x2 \\ & 36 \text{ برابر قطر خاموت‌ها} \\ & 12 \text{ برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد طولی ستون} \\ & \text{کوچک‌ترین ضلع مقطع ستون} \\ & 25 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \leq y$$

مقادیر فوق حداقل میلگرد مورد نظر در ستون‌ها می باشد

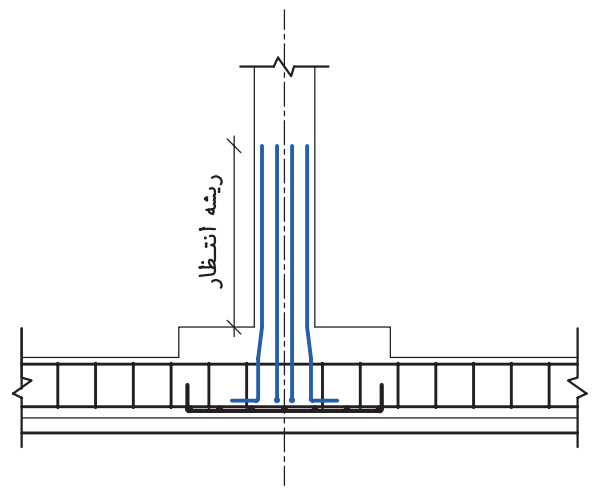
و در صورتی که محاسبات سازه میلگرد برشی بیشتری را لازم داشته باشد، باید به مقدار لازم در ستون خاموت گذاری صورت گیرد.

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

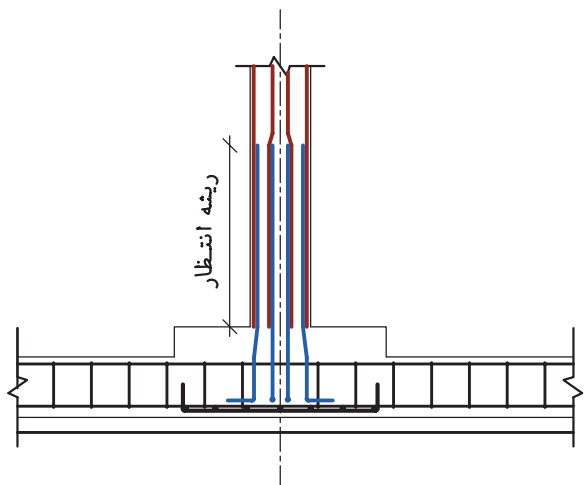
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون و ستون انتخاب شده را با مقیاس  $\frac{1}{50}$  و با خط پر نازک ترسیم کرده و با توجه به ترسیمات قبلی، میلگردگذاری کف پی و شناژ را ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۲):** میلگردهای انتظار را ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی ستون را با توجه به شکل ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۴):** خاموت‌های میلگرد اصلی ستون و انتظار را ترسیم کنید. فواصل بر اساس توضیحات شکل ۳-۳۱ در نظر گرفته شده است. با اندازه‌گذاری و معرفی میلگردها جزئیات تکمیل می‌شوند.



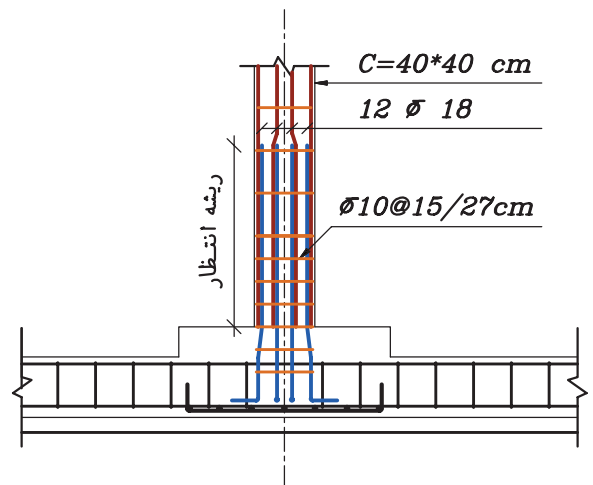
◀ مرحله شماره (۱)



◀ مرحله شماره (۲)



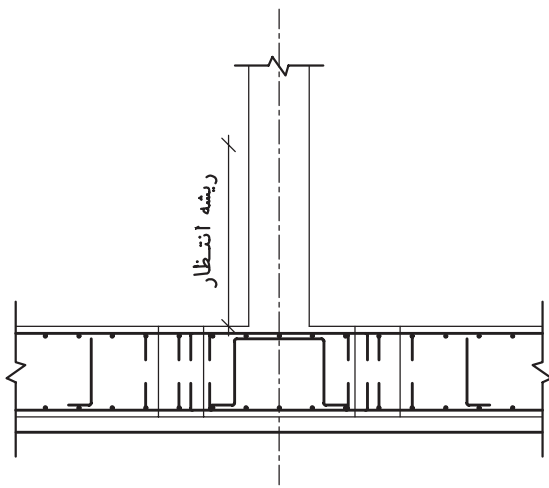
◀ مرحله شماره (۳)



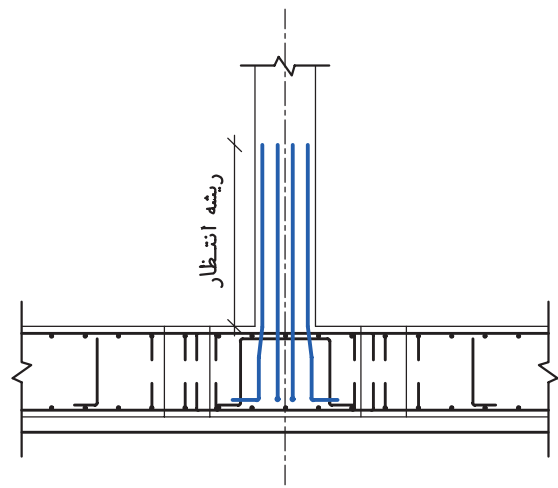
◀ مرحله شماره (۴)

## ۲-۵-۷- ترسیم جزئیات میلگردهای انتظار ستون (در پی نواری)

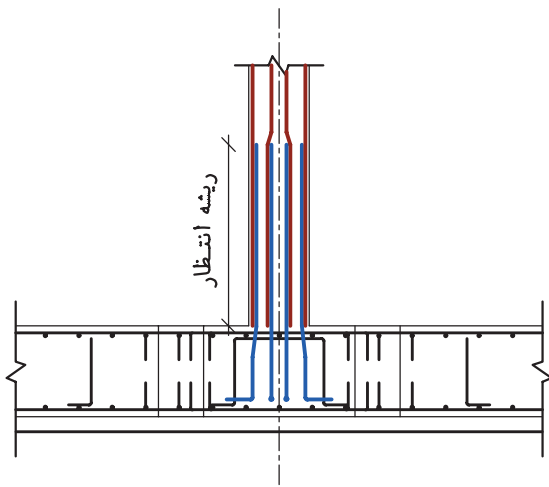
- **مرحله شماره (۱):** محدوده فونداسیون و ستون انتخاب شده را با مقیاس  $\frac{1}{5}$  و با خط پر نازک ترسیم کرده و با توجه به ترسیمات قبلی، میلگردگذاری پی را ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۲):** میلگردهای انتظار را ترسیم نمایید.
- **مرحله شماره (۳):** میلگردهای طولی ستون را با توجه به شکل ترسیم نمایید.
- **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.



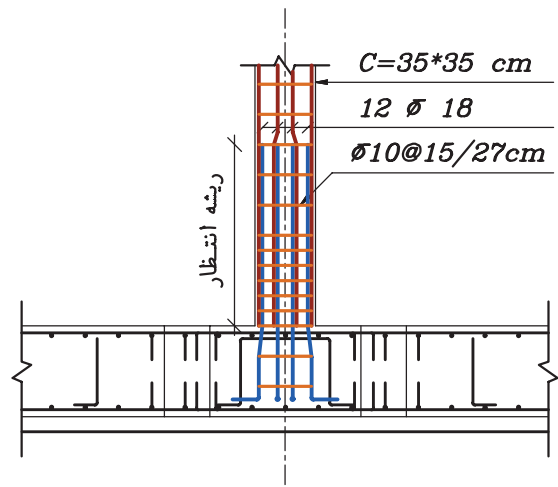
مرحله شماره (۱)



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 سانتی متر

پوشش بتنی پی = ۷/۵ سانتی متر

ابعاد ستون طبقات همکف و اول =  $۰/۴۰ \times ۰/۴۰$  متر

ابعاد ستون طبقه دوم =  $۰/۳۵ \times ۰/۳۵$  متر

میلگردهای طولی ستون = ۱۲ عدد میلگرد آج دار به قطر ۱۸ و ۱۶ میلی متر

میلگردهای خاموت ستون = میلگرد آج دار به قطر ۱۰ میلی متر

با اعداد به دست آمده و رعایت نکات آیین نامه ای، جزئیات میلگردگذاری ستون به روش زیر، ترسیم می گردد.

■ **مرحله شماره (۱):** محدوده ستون انتخاب شده و محل اتصال تیرها را در طبقات، با دو مقیاس  $\frac{1}{20}$  و  $\frac{1}{50}$  با خط پر

نازک ترسیم کنید. سپس پوشش بتنی را به طور موقت با خط چین نازک مشخص کنید.

◀ **توجه:** در جزئیات ستون، فواصل عمودی با مقیاس  $\frac{1}{50}$  و فواصل افقی با مقیاس  $\frac{1}{20}$  ترسیم می شوند.

■ **مرحله شماره (۲):** میلگردهای طولی ستون، از روی کف هر طبقه شروع شده تا انتهای محدوده انتظار امتداد پیدا می کند.

سپس میلگرد طبقه بعد، در محدوده انتظار، با میلگرد طبقه پایین تر در کنار یکدیگر قرار گرفته و امتداد پیدا می کند تا انتهای محدوده انتظار طبقه بعد ...

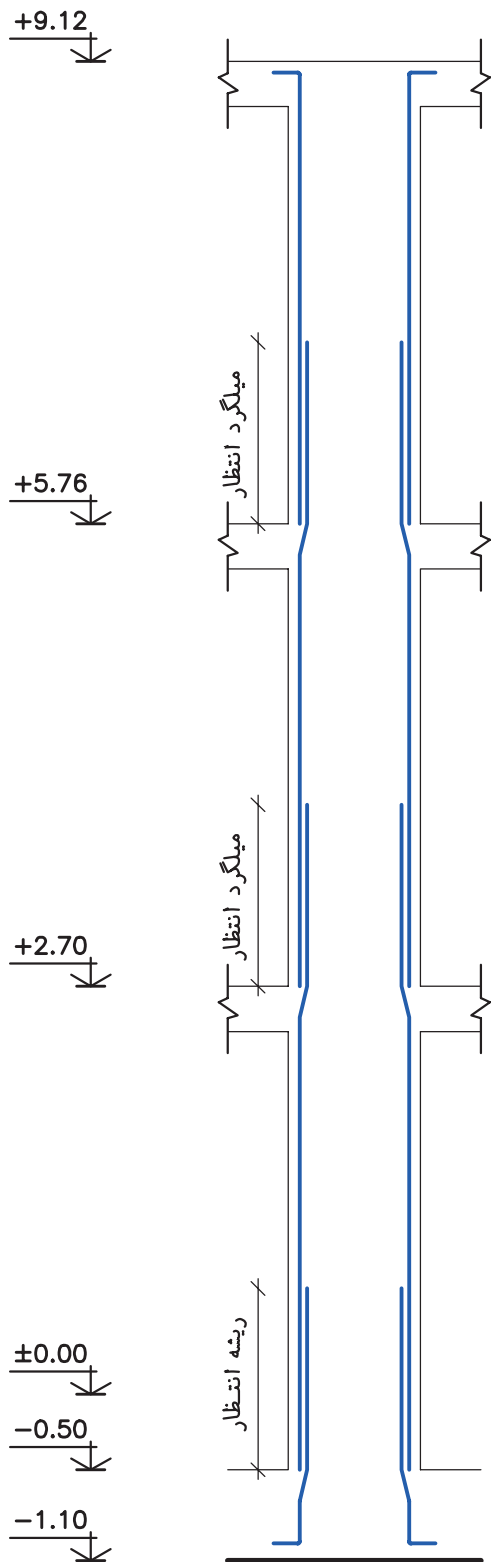
■ **مرحله شماره (۳):** با در نظر گرفتن مقدار  $X$ ،  $a$  و  $Y$ ، میلگردهای خاموت را ترسیم کنید.

■ **مرحله شماره (۴):** برای جلوگیری از شلوغ شدن نقشه، بهتر است در مرز میان  $X$  و  $Y$  یک خاموت ترسیم کنید.

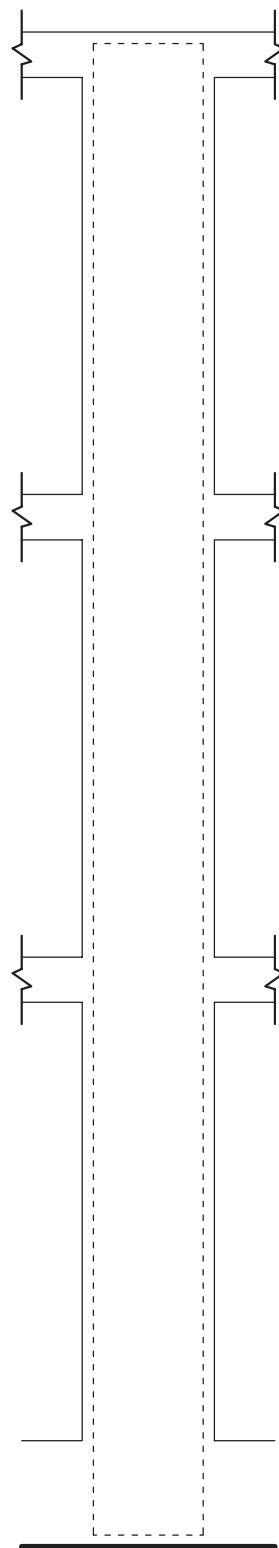
سپس برای نشان دادن فاصله خاموت بالایی و پایینی نیز دو خاموت با فاصله های مشخص شده برای  $X$  و  $Y$ ، رسم کنید. اولین و آخرین خاموت را هم نشان دهید.

■ **مرحله شماره (۵):** با اندازه گذاری فواصل، نوشتن کدهای ارتفاعی، معرفی میلگردها، معرفی نام جزئیات و نوشتن مقیاس زیر آن،

ترسیم را نهائی کنید. باید چند مقطع از ناحیه های مختلف ستون، با مقیاس  $\frac{1}{20}$  ترسیم شود تا نحوه قرارگیری میلگردهای داخل ستون به طور دقیق مشخص گردد.



مرحله شماره (۲)



مرحله شماره (۱)

+9.12

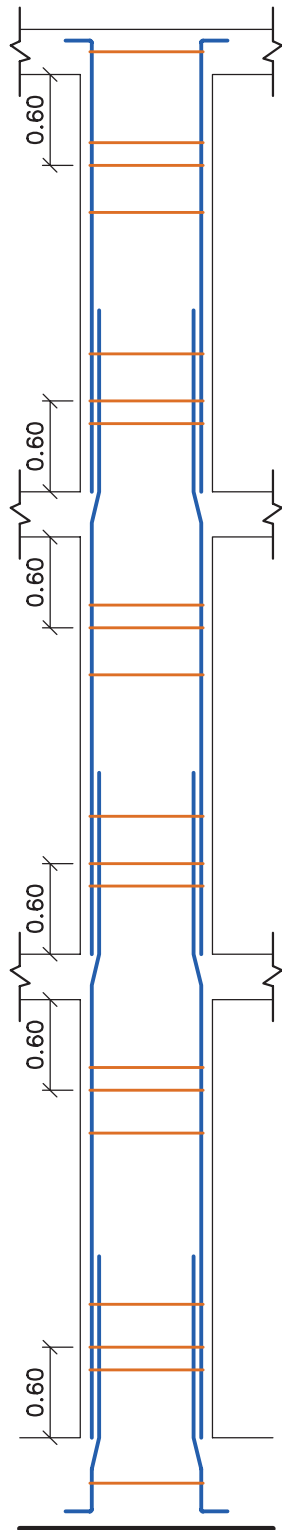
+5.76

+2.70

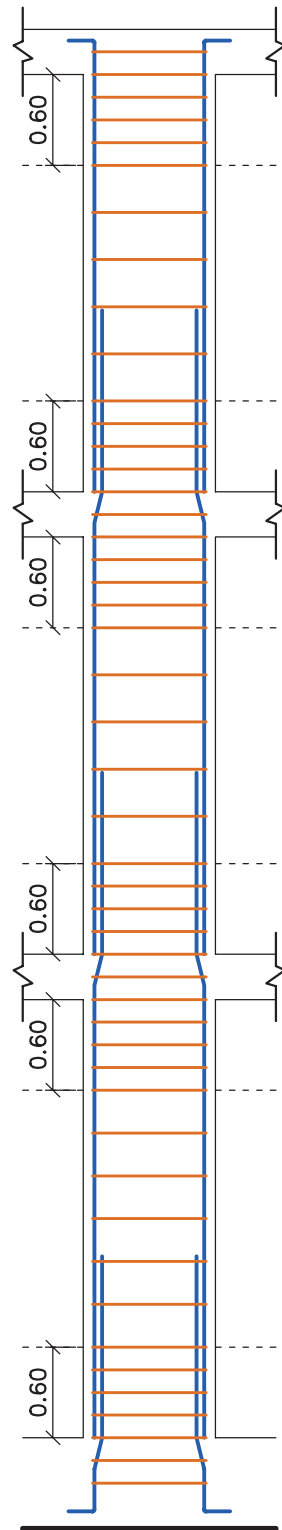
±0.00

-0.50

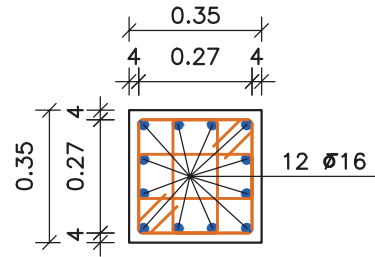
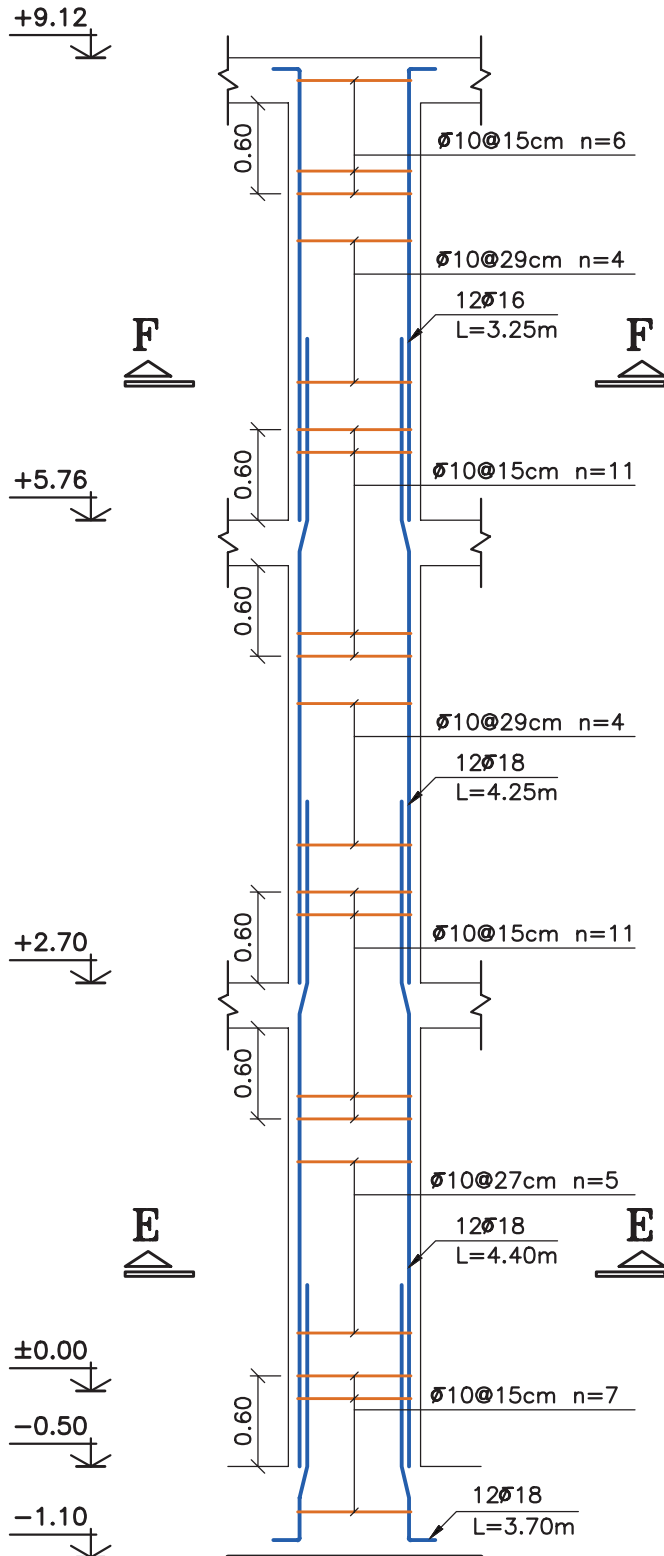
-1.10



◀ مرحله شماره (۱۴)  
۱۳۷

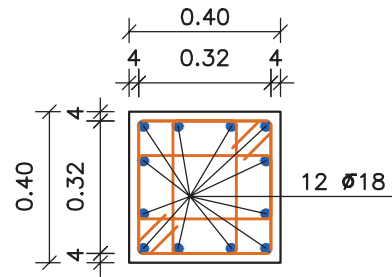


◀ مرحله شماره (۱۳)



### 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

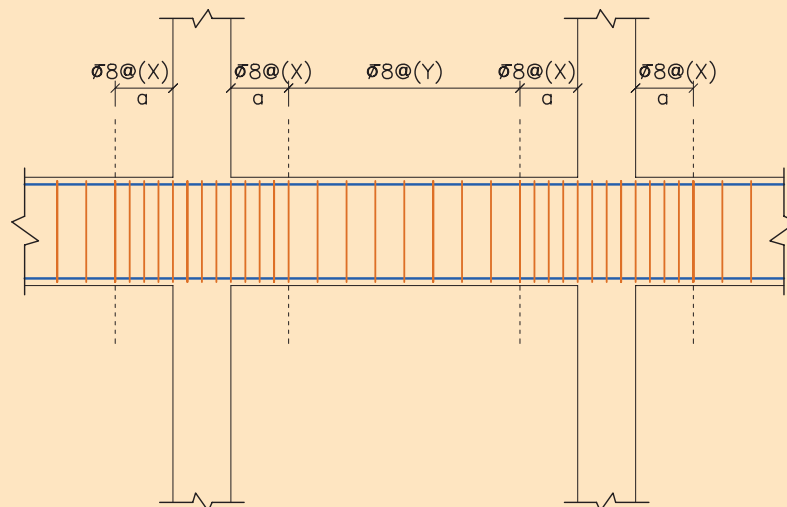
قبل از ترسیم جزئیات سعی گردیده تا مراحل میلگردگذاری تیر با ارائه چند تصویر به اختصار بیان شود. در ادامه نحوه ترسیم پلان تیرریزی اجرائی، آورده شده است. همچنین جزئیات میلگردگذاری در تیر تیپ ۱ پلان مورد بحث کتاب، به صورت گام به گام ترسیم شده است.

### برای مطالعه ...

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

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

$$\left. \begin{array}{l} ۸ \text{ برابر قطر کوچک‌ترین میلگرد طولی ستون} \\ ۲۴ \text{ برابر قطر خاموت‌ها} \\ ۳۰ \text{ cm} \\ \frac{h - ۵ \text{ cm}}{۴} \end{array} \right\} \leq x$$



$$a \geq 2h$$

$$y \leq \frac{h - ۵}{۲}$$

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 ۷-۲۱- قالب بندی تیرها



شکل ۷-۲۲- آماده کردن میلگردهای تیر روی زمین



شکل ۷-۲۳- جای گذاری میلگردها در محل اصلی



شکل ۷-۲۴- تنظیم فاصله بین خاموت ها



شکل ۷-۲۵- بستن خاموت ها با مفتول



شکل ۷-۲۶- خم میلگردهای اصلی در انتهای محل قرار گیری



شکل ۷-۲۷- رعایت فاصله پوشش بتنی در کف

### ۱-۶-۷- اصول ترسیم

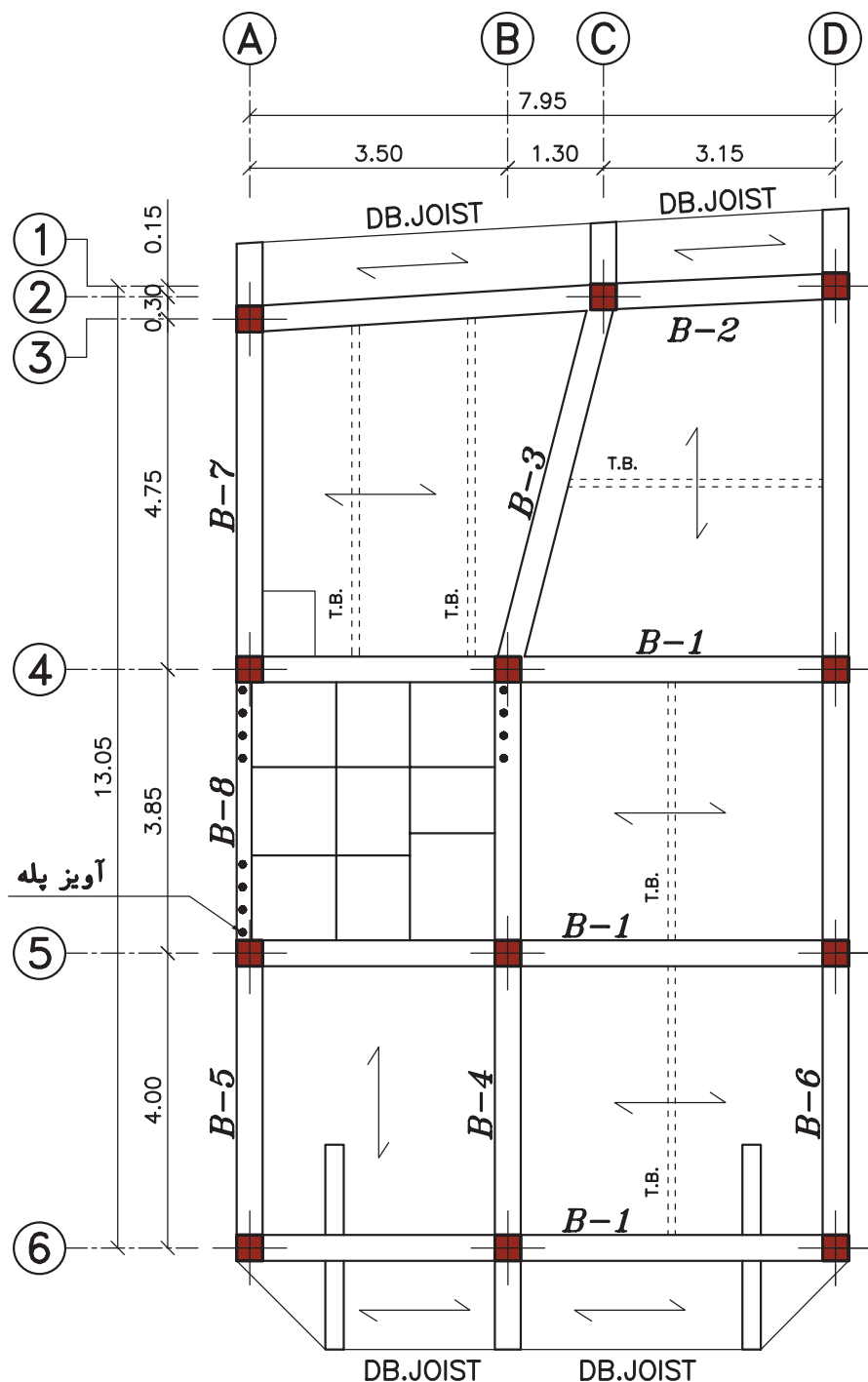
### پلان تیرریزی اجرائی

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

- تیرها را بر اساس طول و ابعاد آنها تیپ بندی نمائید. برای تیپ بندی تیرها از حرف B (تیر در لاتین Beam) استفاده می گردد. برای نشان دادن نوع تیپ آن نیز، عددی در کنار حرف B نوشته می شود. به طور مثال، عبارت «B\_1» نشان دهنده 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 سانتی متر

ارتفاع تیر = ۳۰ سانتی متر

میلگردهای اصلی = ۶ عدد میلگرد آج دار به قطر ۱۶ میلی متر

میلگردهای خاموت = میلگرد آج دار به قطر ۱۰ میلی متر

با اعداد به دست آمده و رعایت نکات آیین نامه ای، جزئیات میلگردگذاری تیر به روش زیر، ترسیم می گردد.

■ **مرحله شماره (۱):** محدوده تیر انتخاب شده و محل اتصال ستون ها را، با دو مقیاس  $\frac{1}{50}$  و  $\frac{1}{20}$  با خط پر نازک ترسیم کنید. سپس میلگردهای طولی تیر را بادر نظر گرفتن خم میلگرد در ابتدا و انتهای تیر، ترسیم کنید.

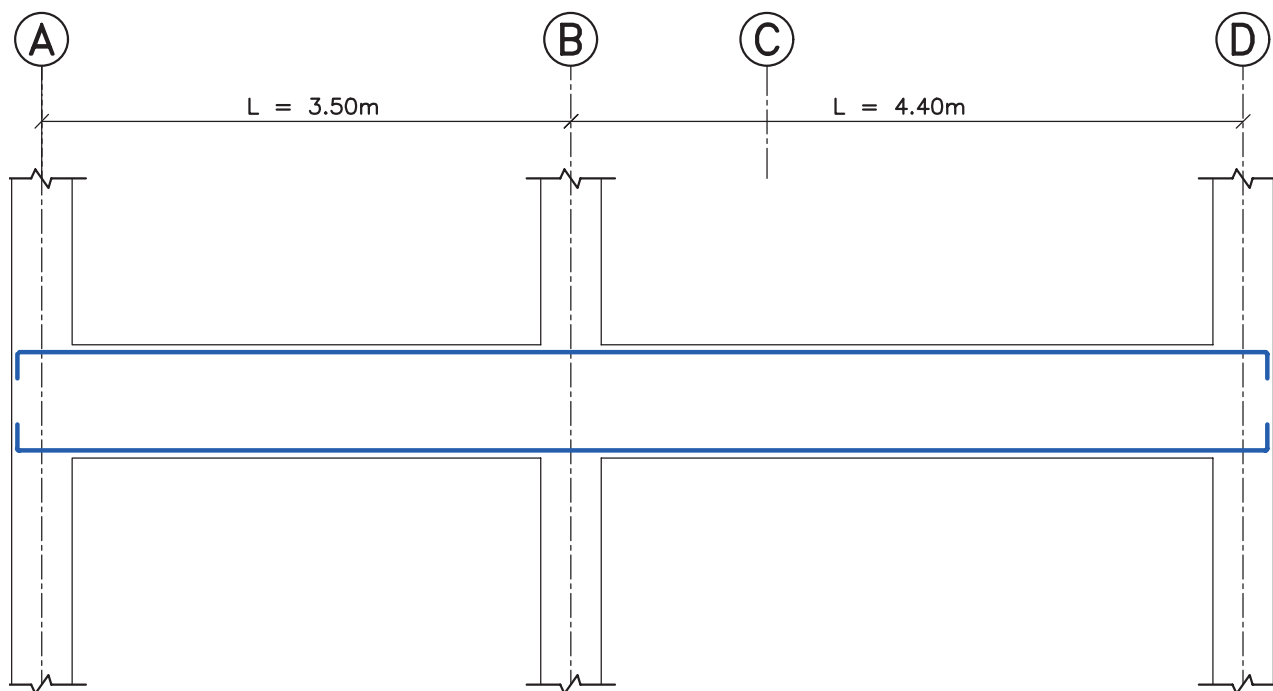
◀ توجه: در جزئیات تیر، بالعکس ستون، فواصل افقی با مقیاس  $\frac{1}{50}$  و فواصل عمودی با مقیاس  $\frac{1}{20}$  ترسیم می شوند.

■ **مرحله شماره (۲):** از آن جایی که تیر در محل اتصال به ستون در ناحیه بالایی تحت کشش قرار می گیرد، باید این منطقه را با اضافه کردن میلگرد در برابر کشش، تقویت نمود. به همین منظور، در محل اتصال تیر به ستون در ناحیه بالایی تیر از میلگرد تقویتی به طول  $\frac{1}{33}$  برابر طول دهانه از هر طرف، استفاده می شود. همچنین تیرها در وسط دهانه در ناحیه پایین تحت کشش قرار می گیرند. بنابراین از میلگردهای تقویتی به طول  $\frac{2}{3}$  دهانه، در پایین و وسط دهانه قرار می دهند.

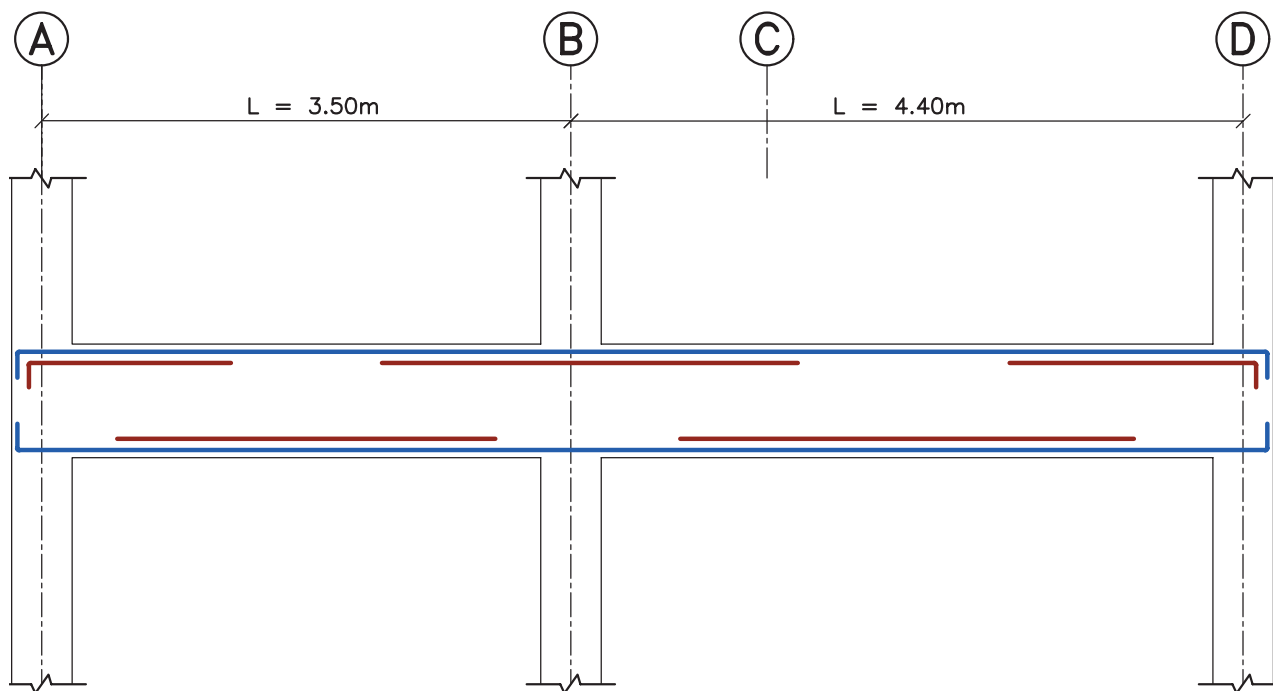
■ **مرحله شماره (۳):** با در نظر گرفتن مقدار  $a, x$  و  $y$ ، میلگردهای خاموت را ترسیم کنید.

■ **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 فاصله های مشخص شده برای  $X$  و  $Y$ ، رسم کنید. اولین و آخرین خاموت رو تیر را هم نشان دهید.

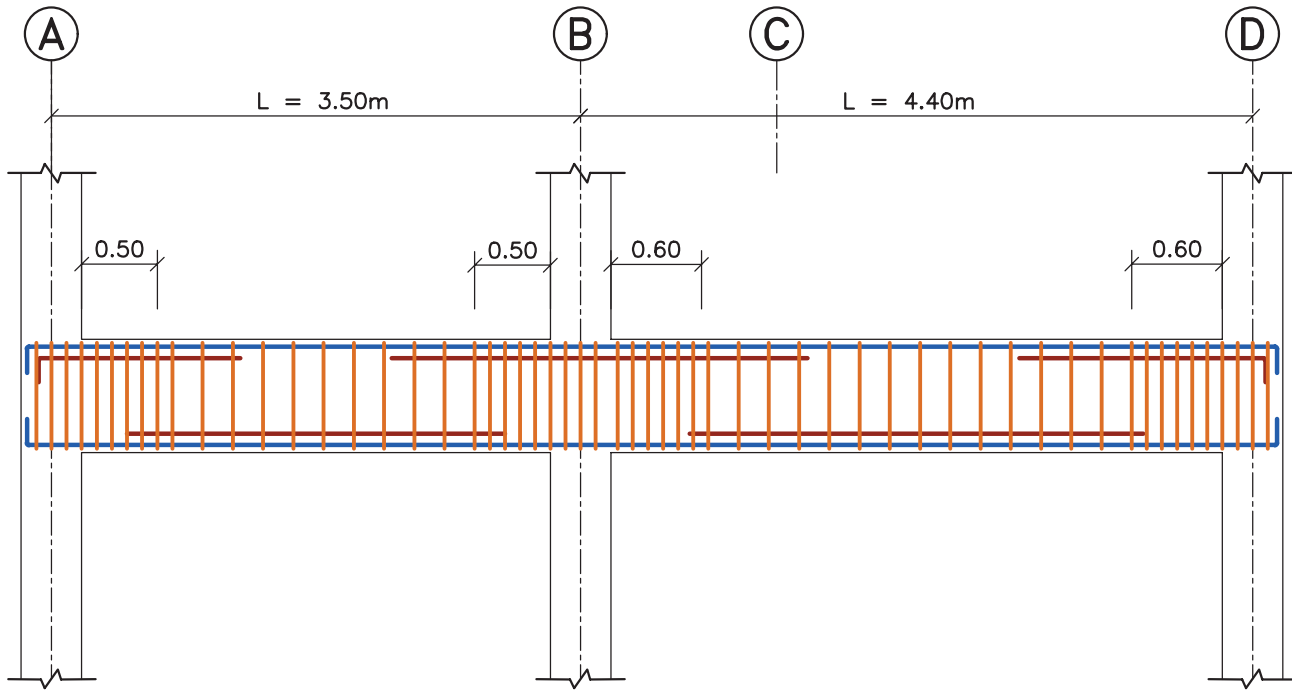
■ **مرحله شماره (۵):** با اندازه گذاری فواصل، نوشتن کدهای ارتفاعی، معرفی میلگردها، معرفی نام جزئیات و نوشتن مقیاس زیر آن، ترسیم را نهائی کنید. باید چند مقطع از ناحیه های مختلف تیر، با مقیاس  $1/10$  ترسیم شود تا نحوه قرارگیری میلگردهای اصلی و تقویتی، به طور دقیق مشخص گردد.



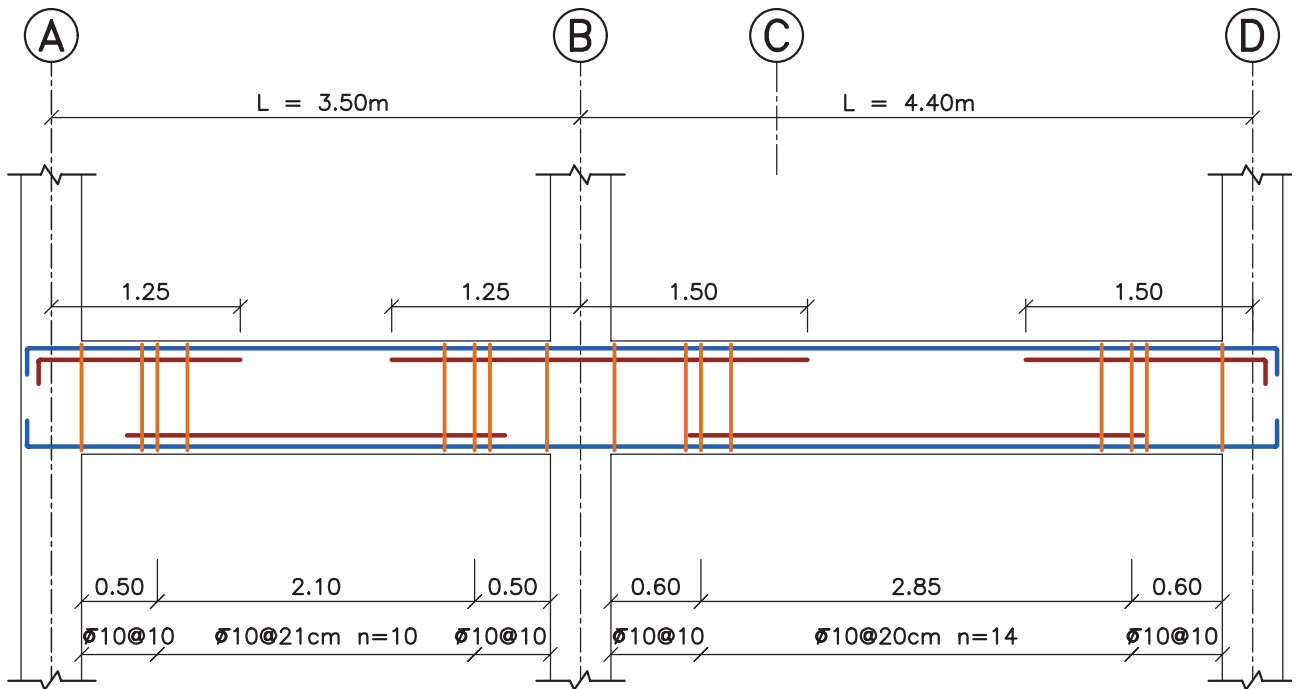
◀ مرحله شماره (۱)



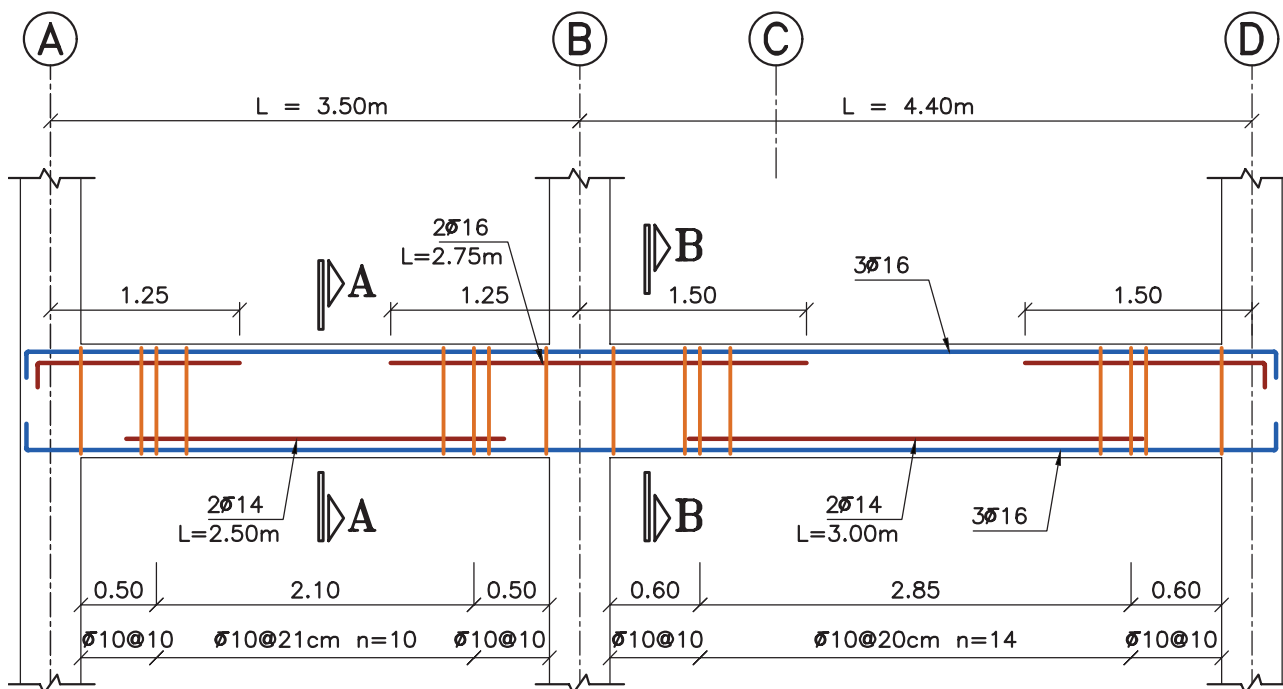
◀ مرحله شماره (۲)



مرحله شماره (۳)



مرحله شماره (۴)

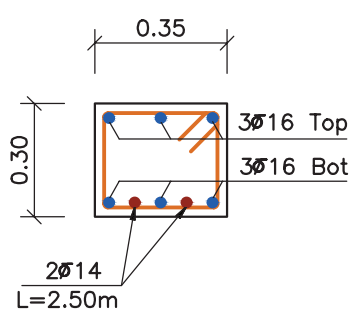


## Beam Typ. B-1

Elev: 1.00

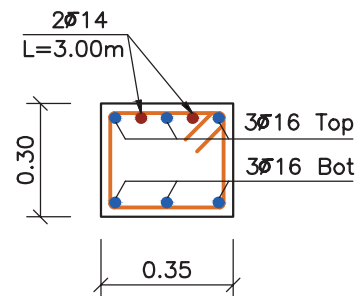
H Scale 1:50

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 پیش ساختگی مانند سرعت ساخت، هزینه کم قالب‌بندی و آرماتوربندی، کیفیت خوب بتن پیش ساخته شده در کارخانه، باجنبه‌های 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 اجرایی سقف تیرچه و بلوک به عنوان متداول‌ترین نوع سقف برای ساختمان‌های مسکونی در ایران بیان شده است.

### ۷-۷-۱- 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 لوله‌های بخاری و ...، بر اساس نقشه‌های اجرایی، به دقت مورد بازرسی و کنترل قرار گیرند. تنظیم فواصل تیرچه‌ها از یکدیگر، با نصب ۲ بلوک انتهایی در دو سر تیرچه انجام می‌شود و باید دقت شود تا بلوک‌های انتهایی روی تکیه‌گاه (تیر) قرار نگیرند.





■ **نصب تکیه گاه های موقت:** نصب تکیه گاه های موقت، بلافاصله بعد از نصب تیرچه ها صورت می گیرد. فاصله شمع های متوالی از یکدیگر، به استقامت تیرچه ها و شمع ها بستگی دارد و در مورد تیرچه های خرپایی حدود  $\frac{1}{3}$  متر است. خیز مناسبی نیز برابر  $\frac{1}{3}$  دهانه به طرف بالا برای تیرچه ها در نظر گرفته می شود تا پس از وارد آمدن بار بر سقف، خیز در نظر گرفته شده حذف و سقف مسطح گردد.



■ **نصب بلوک ها:** بعد از اجرای شمع بندی زیر تیرچه ها، قالب بندی تیرها و بازشوها، نصب بلوک آغاز می شود. از به کار بردن بلوک های نامنظم و شکسته در سقف باید خودداری گردد. همچنین باید در مجاورت تیرها و کلاف های بتنی از بلوک های ته بسته استفاده شود تا در حین بتن ریزی از پر شدن قسمت های خالی بلوک که موجب مصرف بیهوده بتن و سنگین شدن وزن سقف می شود، جلوگیری کرد.

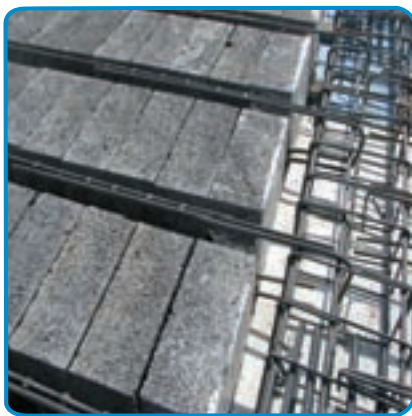
▪ **آرماتوربندی سقف:** آرماتوربندی سقف تیرچه و بلوک، شامل: شناژ مخفی (در فصل ششم آمده است)، میلگرد ممان منفی، میلگرد افت و حرارت، آرماتور محل بازشوها، کنسول‌ها و آویز سقف کاذب است.

- میلگرد ممان منفی، روی تکیه‌گاه نصب می‌شود. این میلگرد که به میلگرد بالایی تیرچه متصل می‌شود، باید طوری نصب شود که تا فاصله  $\frac{1}{5}$  دهانه آزاد از تکیه‌گاه به طرف داخل دهانه، ادامه داشته باشد.

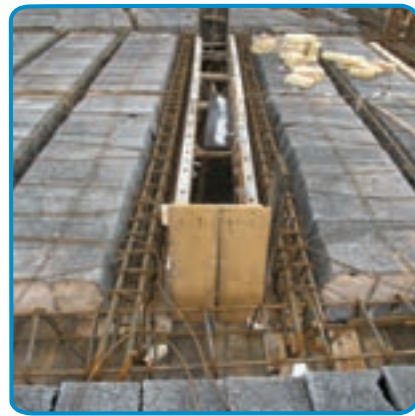
- میلگردهای افت (جمع‌شدگی) و حرارتی، بعد از نصب آرماتورهای کلاف میانی در محل بازشوها و کار گذاشتن میلگردهای منفی و کنسول‌ها اجرا می‌گردد. نقش این میلگردها، مقابله با تنش‌های ناشی از جمع‌شدگی و تغییر دما در بتن پوششی است. این میلگردها در دو جهت عمود بر هم، در روی سقف اجرا می‌شوند.



شکل ۲۸-۷-شناژ مخفی



شکل ۲۹-۷-میلگرد ممان منفی



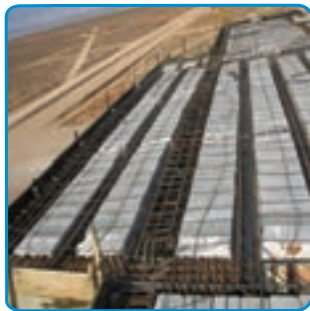
شکل ۳۰-۷-اجرای بازشودر سقف



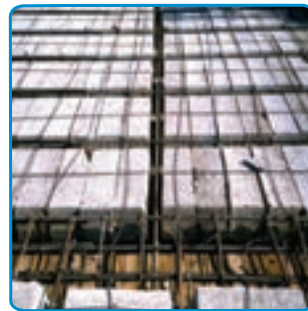
شکل ۳۱-۷-اجرای بازشودر سقف



شکل ۳۲-۷-اجرای تیرهای فرعی کنسول



شکل ۳۳-۷-اجرای کنسول‌ها



شکل ۳۴-۷-میلگردهای افت و حرارت

▪ **تکمیل قالب بندی:** بعد از تکمیل کارهای مربوط به نصب بلوک و اجرای آرماتوربندی، محل های باقیمانده سقف قالب بندی می شوند؛ که شامل قالب بندی قائم دور سقف ها و دور بازشوها و حدفاصل تکیه گاه ها از سقف مورد اجرا است.



شکل ۳۵-۷- تکمیل قالب بندی

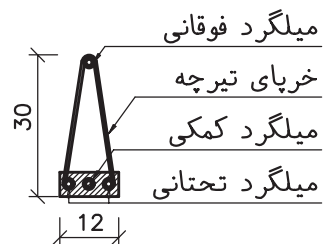
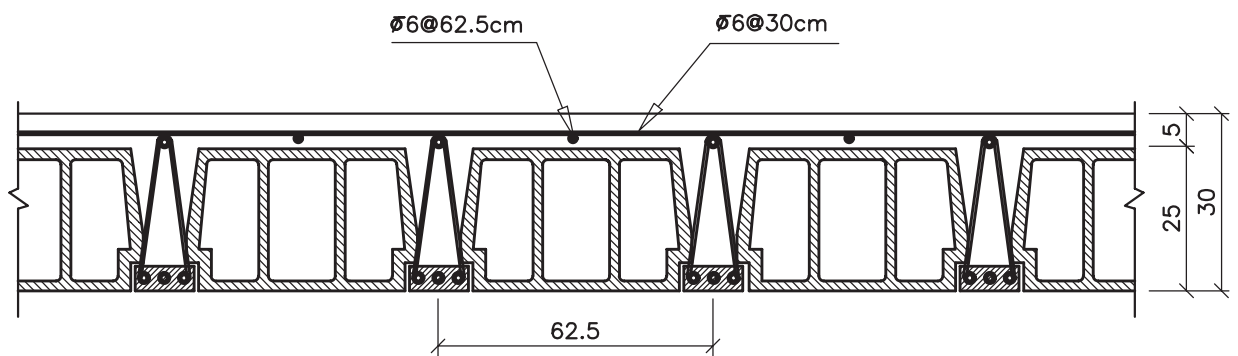
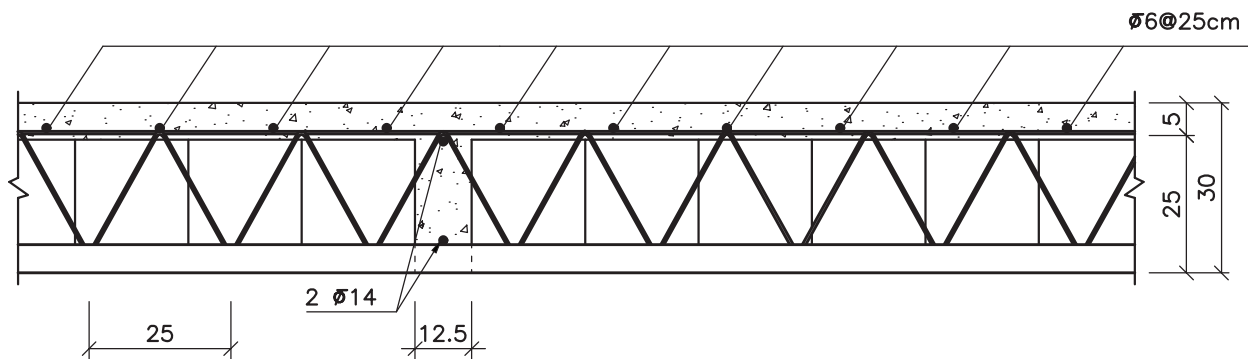
▪ **بتن ریزی سقف:** باید قبل از بتن ریزی، ابتدا باید کلیه مواد و مصالح زاید از لابلاهی تیرچه ها، بلوک ها، سطوح میلگرد و داخل قالب ها پاک شوند. بعد از بازدید سقف و رفع نواقص، سطح کار به وسیله آب کاملاً شستشو می شود تا گرد و خاک احتمالی روی آن پاک گردد و بلوک ها از آب سیراب شوند.



شکل ۳۶-۷- بتن ریزی

## ۷-۷-۲- 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.



### ۷-۸- پله بتنی

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



شکل ۳۷-۷- اجرای میلگردهای دال پله



شکل ۳۸-۷- اجرای میلگردهای دال پله



شکل ۳۹-۷- اجرای میلگردهای دال پله



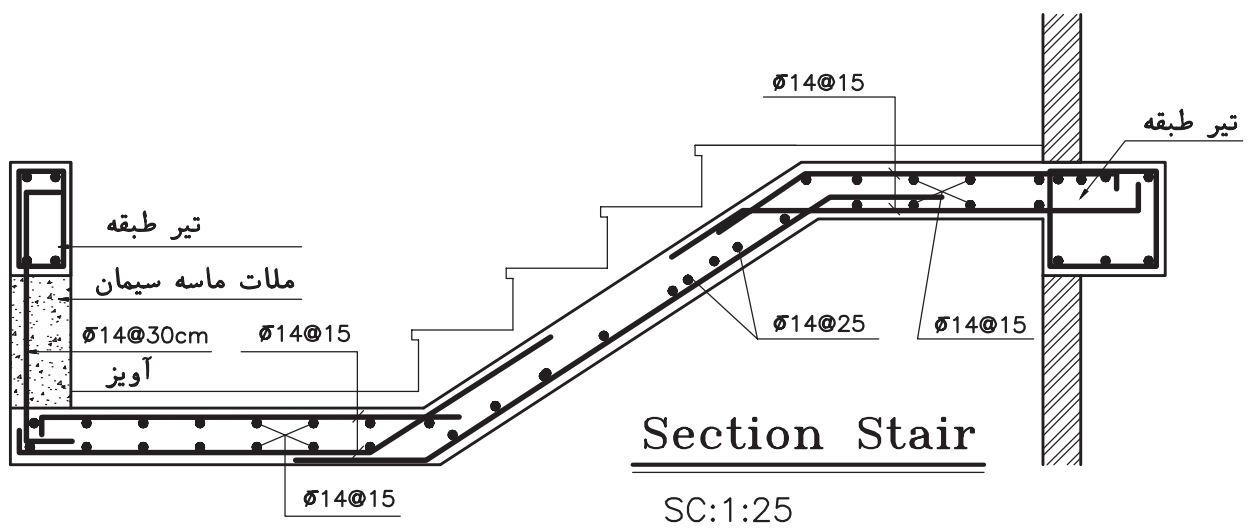
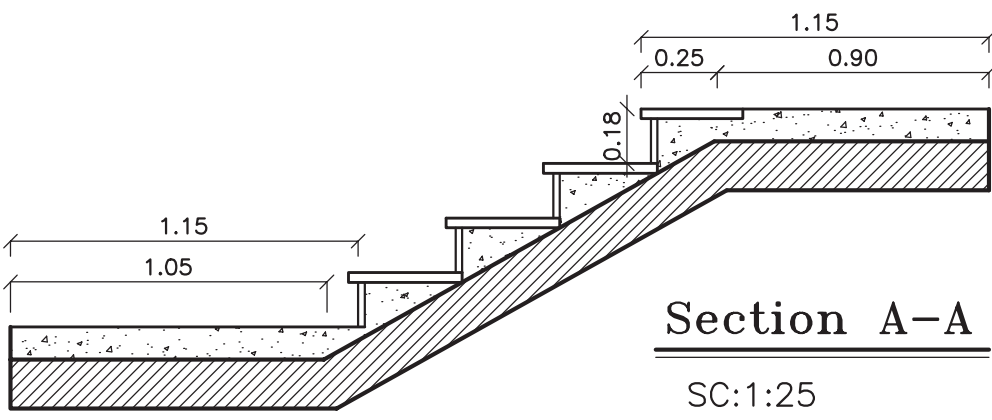
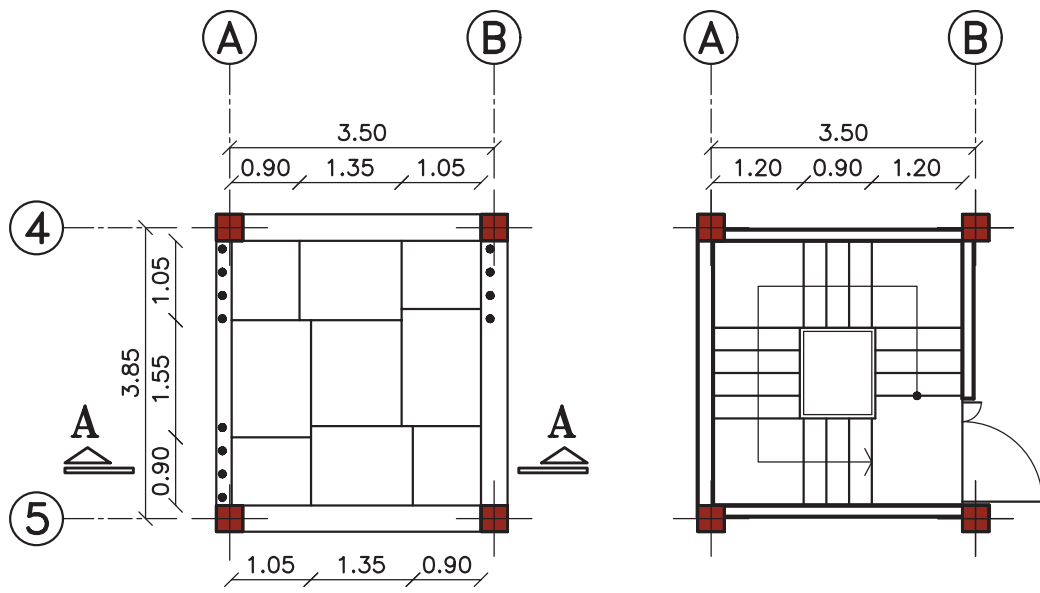
شکل ۴۰-۷- اجرای میلگردهای دال پله



شکل ۴۱-۷- اجرای میلگردهای دال پله



شکل ۴۲-۷- بتن ریزی دال پله



## منابع و مآخذ

- ۱- آنالیز و طراحی سازه‌های بتن آرمه، تألیف دکتر امیر مسعود کی‌نیا، جهاددانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات، ۱۳۷۳.
- ۲- آیین نامه بتن ایران «آبا»، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه شماره ۱۲۰، تجدید نظر اول، چاپ سوم، تهران، ۱۳۸۱.
- ۳- آیین نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی، تهران، ۱۳۸۵.
- ۴- اجرای ساختمان‌های بتن آرمه، تألیف مهدی قالیبافیان و کامیار سلطانی عربشاهی، انتشارات علم و ادب، تهران، ۱۳۸۶.
- ۵- تکنولوژی و طرح اختلاط بتن، دکتر داود مستوفی‌نژاد، نشر صفحه، ۱۳۷۷.
- ۶- جزئیات ساختمان‌های بتنی، تألیف عباس دستگاه، نشر فراگستر، تهران ۱۳۸۵.
- ۷- راهنمای اجرای سقف‌های تیرچه و بلوک: مشخصات فنی عمومی و جزئیات اجرایی-کنترل کیفیت، انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، نشریه شماره ۸۲، چاپ ششم، تهران، ۱۳۸۷.
- ۸- سازه‌های بتن آرمه، جلد اول و دوم، تألیف دکتر داود مستوفی‌نژاد، انتشارات ارکان دانش، چاپ هفدهم، اصفهان، ۱۳۸۹.
- ۹- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه شماره ۵۵، تجدید نظر دوم، چاپ سوم، تهران، ۱۳۸۵.
- ۱۰- مقررات ملی ساختمان، مبحث چهارم: الزامات عمومی ساختمان، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۸۷.
- ۱۱- مقررات ملی ساختمان، مبحث پنجم: مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۸۵.
- ۱۲- مقررات ملی ساختمان، مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۸۰.
- ۱۳- مقررات ملی ساختمان، مبحث نهم: طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، نشر توسعه ایران، تهران، ۱۳۸۵.

