جلسه ۶
اجرای اسکلت ها

۴-۱ آزمایش اسلامپ

بتن باید همواره با کارایی، روانی و حالت خمیری مناسب برای شرایط کارگاه ساخته شود. کارایی عبارت است از میزان سهولت یا دشواری بتن‌ریزی، تراکم و پرداخت بتن در قالب و روانی عبارت است از قابلیت جاری شدن بتن.

آزمایش اسلامپ معیاری برای روانی بتن است. این روش آزمون علی‌رغم محدودیت‌ها و خطاهای ذاتی که دارد، به علت سهولت در اجرا، کم هزینه بودن و سرعت در انجام دادن آزمون در بسیاری از کارگاه‌های ساختمانی دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج این آزمون نشان دهنده میزان روانی و تغییرات یکنواختی در مخلوط‌های بتنی است که با یک نسبت مشخص از مصالح تهیه می‌شود.

در این آزمون، مطابق شکل ۴-۱ از یک مخلوط ناقص از جنس فلز ضد زنگ به ارتفاع ۳۰۰ میلیمتر و با قطر پایین ۲۰۰ و قطر بالای ۱۰۰ میلیمتر، یک میله فولادی به قطر ۱۶ میلیمتر و ارتفاع ۶۰۰ میلیمتر که انتهای یک سر آن گرد شده و همچنین یک صفحه فلزی به ابعاد تقریبی ۵۰۰×۵۰۰ میلیمتر استفاده می‌شود.

مراحل آزمایش اسلامپ به شرح زیر است:

الف- قالب اسلامپ (مخروط ناقص) باید کاملاً تمیز و مرطوب شده باشد، اما نباید خیس باشد.

ب- قالب اسلامپ باید بر روی یک سطح صاف، افقی و غیر جاذب آب قرار داده شود. اگر چنین سطحی موجود نیست باید قالب را روی یک ورق فولادی قرار داد.

پ- با گذاشتن دو پا بر روی دو گیره قالب اسلامپ، باید قالب محکم در محل خود نگه داشته شود.

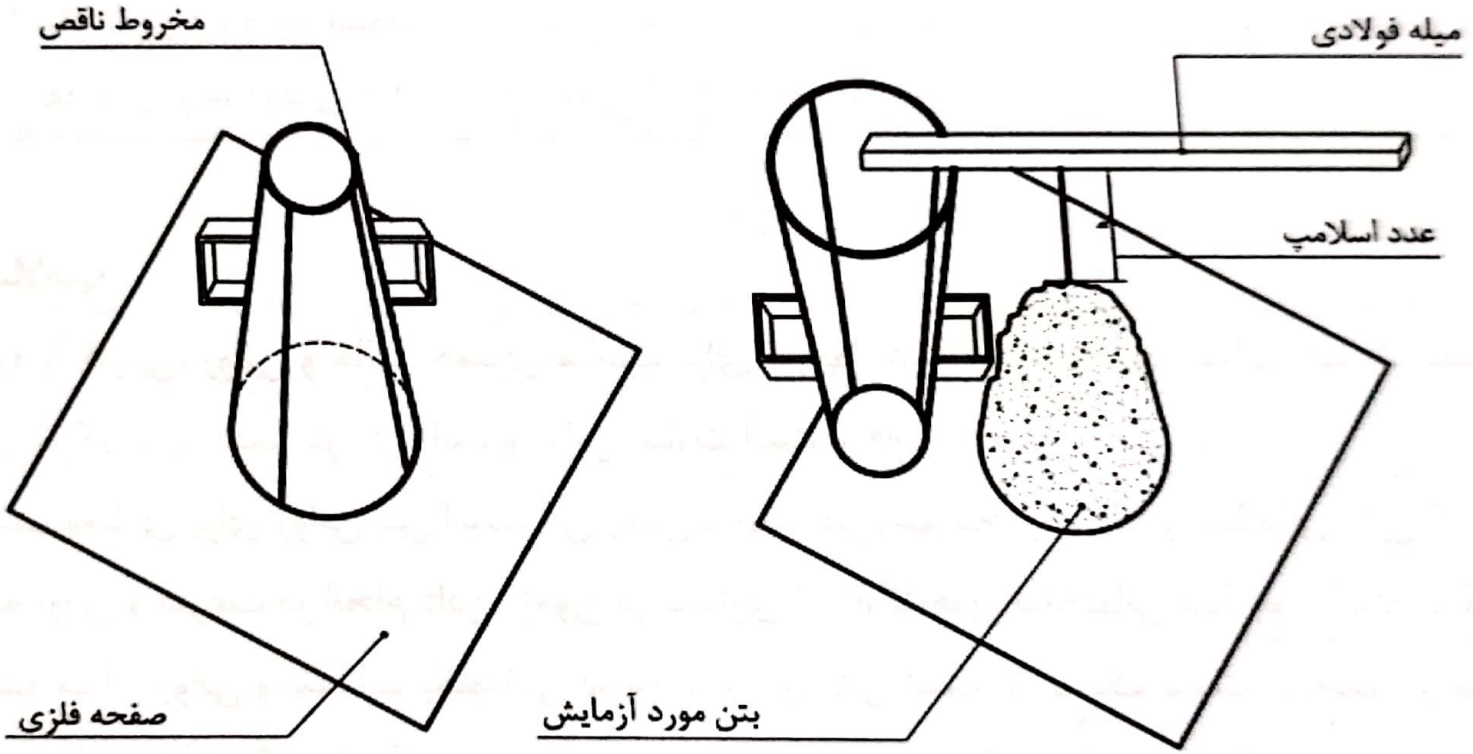
در فاصله زمانی مورد نظر، بعد از پایان اختلاط باید بتن در سه لایه داخل مخروط ریخته شود به گونه‌ای که ارتفاع هر لایه پس از تراکم تقریباً مساوی ثلث ارتفاع مخروط باشد. هر لایه با استفاده از ۲۵ ضربه میله تراکم، متراکم می‌شود. درلایه‌های بعدی باید میله تراکم اندکی در لایه قبلی نفوذ نماید. چنانچه پس از متراکم ساختن لایه فوقانی، بتن پایین‌تر از لبه مخروط بود، مجدداً باید مقداری بتن روی آن ریخته و سطح آن را با ماله صاف نمود.

ت- سپس در حالی که مخروط با استفاده از دستگیره‌های موجود با دست نگه داشته شده است، مخروط را به آرامی و بدون هیچ حرکت جانبی، چرخشی و یا ضربه‌ای به طور عمودی به سمت بالا بکشید. این عمل باید طی مدت ۵ تا ۱۰ ثانیه انجام شود.

ث- پس از بیرون کشیدن قالب می‌توان آن را به صورت برعکس بر روی سطح صاف و کنار مخلوط بتن قرار داد. سپس باید میله تراکم بر روی قالب قرار داده شود و ارتفاع بین زیر میله و بالاترین نقطه مخروط بتن اندازه گیری شود.

ج- چنانچه بلافاصله پس از برداشتن مخروط، بتن درهم فرو ریخته شود و یا از یک طرف بریزد، باید آزمون را یکبار دیگر تکرار نمود و در صورتی که دوباره همان نتیجه حاصل شود، می‌توان نتیجه گرفت که بتن دارای حالت خمیری نبوده و یا دارای چسبندگی لازم نیست و باید در طرح اختلاط و یا در ساخت بتن تجدید نظر نمود.

حداکثر اسلامپ مجاز برای پی‌ها و دالها ۷۵ میلیمتر، تیرها و دیوارهای برشی و ستونها ۱۰۰ میلیمتر و برای بتن‌های حجیم ۵۰ میلیمتر می‌باشد.


مخروط ناقص
صفحه فلزی
میله فولادی
عدد اسلامپ
بتن مورد آزمایش

۴-۴ ترک در بتن

دو عامل باعث ایجاد ترک در بتن می‌شود:

الف- تنش ناشی از بارهای وارده

ب- تنش ناشی از جمع شدن در حین خشک شدن

برای جلوگیری از ترک خوردگی ناشی از جمع شدن بتن می‌توان از میلگرد حرارتی استفاده نمود و یا اینکه در بتن درزهای اجرایی ایجاد کرد که جزئیات اجرایی آن در مبحث کف‌سازی ارائه شده است.

۴-۱۱ بتن‌ریزی در هوای گرم

با افزایش دمای بتن برای ثابت نگه‌داشتن اسلامپ، مقادیر آب بیشتری در مقایسه با دماهای پایین‌تر مورد نیاز است.

افزودن آب بدون افزودن سیمان، باعث افزایش نسبت آب به سیمان شده و درنتیجه مقاومت بتن را کاهش می‌دهد.

با افزایش دمای بتن، زمان گیرش آن کاهش چشمگیری پیدا می‌کند، یعنی دماهای بالا آهنگ سخت شدن بتن را افزایش می‌دهند و بنابراین طول زمانی که بتن می‌تواند حمل، ریخته و پرداخت شود کاهش می‌یابد.

یکی از روش‌های خنک کردن بتن، پایین آوردن دمای بتن و پایین آوردن دمای مصالح بتن پیش از مخلوط کردن آن‌ها است. (آب و سنگدانه ها). روش دیگر آبپاشی بستر محل بتن‌ریزی قبل از ریختن بتن می باشد.

	بتن باید در فاصله زمانی ۱/۵ ساعت تخلیه شود. در هوای گرم منطقی است که این زمان به یک ساعت کاهش یابد. - دمای بتن در هنگام بتن‌ریزی نباید بیش از ۳۲ درجه سیلیسیوس برای بتن معمولی و ۱۵ درجه سیلیسیوس برای بتن حجیم باشد.

۴-۱۲ بتن‌ریزی در هوای سرد

برای حفظ دمای بتن باید ازپوشش‌ها، بادشکن‌ها، بخاری‌های قابل حمل و قالب‌های عایق‌بندی شده استفاده‌کرد.

در هنگام بتن‌ریزی باید سطوح داخلی قالب‌ها و میلگردها عاری از هر گونه برف و یخ باشد.

بتن در دماهای پایین مقاومت بسیار کمی کسب می‌کند. تا وقتی میزان اشباع بودن بتن در اثر عمل آبگیری به اندازه کافی کاهش نیافته است، لازم است که بتن تازه در برابر یخزدگی محافظت شود. در دماهای معمولی این موضوع در طی ۲۴ ساعت اول پس از بتن‌ریزی رخ می‌دهد. یکی دیگر از روش‌های بتن‌ریزی در هوای سرد، گرم کردن آب و سنگدانه‌ها است.

برای اجرای کارهای بتنی در ماه‌های یخبندان همیشه باید از هوازایی استفاده شود.

۴-۱۳ مراحل بتن‌ریزی روی زمین در فصل سرد

- یخ زمین باید پیش از بتن‌ریزی باز شده باشد.
- آبگیری سیمان فقط بخشی از گرمای مورد نیاز برای عمل‌آوری را تأمین می کند.
- اجرا در محیط‌هایی که اطراف آنها بسته باشد بسیار آسانتر است.

۴-۱۴ مراحل بتن‌ریزی بالاتر از زمین در فصل سرد

- برای ایجاد گرما می‌توان بخاری‌های قابل حمل را در زیر سقف‌ها بکار برد.
- برای حفظ گرما در زیر دال سقف‌ها لازم است حصاری در پیرامون محل کار کشیده شود.

۴-۱۵ بتن‌ریزی در زیرزمین

برای بتن‌ریزی درجا در زیر سطح زمین یا زیر سطح آب و جلوگیری از جداشدگی مخلوط و همینطور در ساخت پی‌های شمعی، زیرزمین‌ها و دیوارهای جداکننده می‌توان از لوله‌های ترمی استفاده‌کرد. انتهای خروجی لوله ترمی در داخل بتن در حال ریزش نگه داشته می‌شود و برای تغذیه بتن از انتهای بالایی لوله بر روی آن یک قیف نصب می‌شود. در حین بالا آمدن سطح بتن، در صورت ضرورت با جداکردن قطعاتی از لوله طول آن کاهش داده می‌شود.

بتن‌ریزی در زیر سطح آب به کمک لوله ترمی که اغلب از جرثقیل آویخته می‌شود، نسبت به بتن‌ریزی در زیر سطح زمین مستلزم دقت و مهارت بیشتری است. قطر این لوله باید از نظر سنگدانه‌ها مورد استفاده کافی باشد. قطرهای معمول ۱۵۰ و ۲۰۰ میلیمتر است. لوله باید آب‌بند بوده و سطح داخلی آن صاف باشد. روش کار به ترتیب زیر است:

۱- پس از استقرار لوله ترمی در بالای ناحیه بتن‌ریزی، آن را تا قرارگرفتن انتهای لوله بر روی تراز نهایی پایین می‌برند.

۲- برای ایجاد مانعی در میان آب و بتن در انتهای بالایی لوله، توپی متحرک از کیسه پلاستیکی فرو می‌شود. وزن اولین محموله بتن باعث بیرون رانده شدن توپی از انتهای خروجی لوله می‌شود.

۳- پس از پر شدن لوله ترمی از بتن، با بالا آوردن لوله انتهای خروجی آن را کمی از سطح تراز نهایی جدا می‌کنند تا با خارج شدن توپی، بتن جاری شود.

۴- با تخلیه بیشتر بتن به درون لوله، بتن بیشتری به درون توده بتن قبلاً ریخته شده جاری می‌شود. سرعت جریان بتن با بالا و پایین بردن لوله ترمی کنترل می‌شود.

در زمان بتن‌ریزی در زیر سطح آب با استفاده از لوله ترمی باید بسیار دقت کرد که انتهای خروجی لوله از بتن در حال ریزش خارج نشود، زیرا مخلوط شدن آب با بتن به ضعیف شدن مخلوط بتن منجر می‌گردد.

۵-۱ اقتصاد قالب

هزینه قالب از سه بخش تشکیل شده است: مصالح، نیروی کار و تجهیزات مورد نیاز برای ساخت یا مونتاژ و حمل آن.

روش‌های طراحی تأثیرگذار بر اقتصاد قالب عبارتند از:

- قالب‌ها را به‌گونه‌ای طراحی کنید که علاوه بر داشتن مقاومت کافی کمترین مقدار مصالح مصرفی و بیشترین تعداد دفعات استفاده مجدد را داشته باشد.
- برای بتن‌هایی که تمام سطح آنها در معرض دید عموم قرار نمی‌گیرد مانند تیرها، ستون‌ها و دیوارهایی که بر روی آنها نازک‌کاری می‌شود نیازی به سطح تمام شده با کیفیت بالا نیست.
- در صورت امکان، از قالب‌های پیش‌ساخته استفاده کنید.
- وقتی از قالب‌های پیش‌ساخته نظیر قالب‌های شالوده‌ها، ستون‌ها، دیوارها و سقف‌ها که چندین بار قابل استفاده‌اند، استفاده می‌کنید، آنها را به وضوح شماره‌گذاری و علامت‌گذاری کنید تا به سادگی قابل تشخیص از یکدیگر باشند.
- از لوازمی نظیر پین و گوه برای اتصال قالب‌ها استفاده کنید تا باز کردن قالب‌ها آسان‌تر باشد.
- قالب‌ها را پس از استفاده تمیز کرده و روغن بزنید و تا زمان استفاده بعدی آنها را در مقابل پوسیدگی و شرایط مخرب نگهداری کنید.
- در مواردی که نیاز به صیقلی بودن سطح بتن می‌باشد، استفاده از قالب‌های بزرگ فولادی می‌تواند صرفه اقتصادی زیادی داشته باشد.

۵-۳ انتخاب نوع قالب

اهداف مورد نظر در انتخاب نوع قالب عبارتند از:

۱- **نمای ظاهری بتن:** نمای سطح بتن تابع وضعیت سطح قالب است. در صورتیکه بخواهیم نمای بتن نمایان باشد بهتر است به منظور دستیابی به سطح صاف و صیقلی از قالب فلزی استفاده کنیم. لازم به ذکراست برای اینکه قالب فلزی به سطح بتن نچسبد لازم است سطح قالب قبل از بتن‌ریزی چرب شود. اگر سطح صیقلی بتن مورد نظر نباشد از قالب چوبی نیز می‌توان استفاده نمود، اما برای اینکه قالب چوبی در اثر جذب آب بتن متورم نشده و تغییر شکل ندهد می‌بایست سطح قالب با روغن چرب گردد. لازم به ذکر است که از قالب‌های پلاستیکی نیز می‌توان برای اجرای سقف‌های بتنی با تیرچه‌های یک‌طرفه و دوطرفه استفاده نمود که سطح حاصل از آن کاملاً صیقلی بوده و قالب نیز دچار زنگ‌زدگی و خوردگی نمی‌شود.

۲- **هزینه:** هزینه‌هایی که قالب‌بندی باعث می‌شود عبارتند از تهیه قالب، نیروی انسانی لازم جهت باز و بسته کردن قالب و نیروی مدیریتی.

۳- **استفاده مجدد:** در انتخاب نوع قالب جهت قالب‌بندی صرفه اقتصادی آن است که امکان استفاده مجدد از قالب به دفعات وجود داشته باشد، مانند قالب فلزی.

۴- **تدارکات:** تجهیز مصالح و نیروی انسانی در محدوده زمانی مشخص می‌باشد.

۵- **بهره وری:** مقدار سطح قالب‌بندی شده به ازای هر ساعت را توسط نیروی انسانی، بهره‌وری می‌گویند.

برای باز کردن قالب‌ها با توجه به دمای هوا می‌توان به جدول ۵-۱ مراجعه کرد.

۵-۴ شمع‌ها و داربست‌ها

شمع‌ها و داربست‌ها به منظور تأمین تکیه‌گاه قالب تیرها، دال‌ها، سقف‌های بتنی و سایر اعضای بتنی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا زمانی که بتوانند وزن خودشان را تحمل کنند. انواع مختلفی از این نوع تکیه‌گاه‌ها وجود دارد که با توجه به نوع و مقدار بار وارده قابل انتخاب می‌باشند. آنها ممکن است از چوب، فولاد و یا ترکیبی از هر دو ساخته شوند.

۵-۴-۱ شمع‌های چوبی

هر چند امروزه استفاده از شمع‌های پیش‌ساخته فلزی متداول است، اما هنوز می‌توان موردهایی از کاربرد شمع‌های چوبی را مشاهده نمود. استفاده از شمع‌های چوبی مزایا و معایب خاصی دارد که به قرار زیر می‌باشند.

۵-۴-۱-۱ مزایای شمع‌های چوبی

- هزینه اولیه کم
- در دسترس بودن
- زیاد بودن نسبت ظرفیت باربری به وزنشان
- آسان بودن نصب و برچیدن مهار به شمع‌های چوبی

۵-۴-۱-۲ معایب شمع‌های چوبی

- تنظیم طول آنها دشوار است.
- هزینه نیروی کار برای نصب شمع‌های چوبی نسبت به شمع‌های پیش‌ساخته فلزی زیاد است.
- در صورت عدم نگهداری صحیح از شمع‌های چوبی، این شمع‌ها به سرعت دچار پوسیدگی شده و از ظرفیت باربریشان کاسته شده و یا از بین می‌روند.

۵-۴-۲ شمع‌های پیش‌ساخته فلزی

شمع‌های پیش‌ساخته فلزی نسبت به شمع‌های چوبی که در کارگاه ساخته می‌شوند بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از شمع‌های پیش‌ساخته فلزی مزایا و معایب خاصی دارد که به قرار زیر می‌باشد.

۵-۴-۲-۱ مزایای شمع‌های پیش‌ساخته فلزی

- با طول‌های مختلف موجود می‌باشند.
- طول آنها به سادگی قابل تنظیم است.
- معمولاً دارای رنگ و پوشش مناسبی می‌باشند و در نتیجه عمر طولانی دارند.
- در بالای این شمع‌ها معمولاً سطح کافی برای اتکای تیرچه وجود دارد.

۵-۴-۲-۲ معایب شمع‌های پیش‌ساخته فلزی

- هزینه اولیه بالاتری نسبت به شمع‌های چوبی دارند.
- در بعضی از آنها نصب سیستم مهاربندی به شمع فلزی نسبت به شمع چوبی مشکل‌تر است.
- در بعضی از شمع‌های پیش‌ساخته به علت اینکه ضریب لاغریشان زیاد است نسبت به شمع چوبی مقاومت کمتری در برابر کمانش نشان می‌دهند.

۵-۴-۳ آماده‌سازی زمین برای نصب شمع‌ها

قبل از نصب شمع‌ها، زمین محل نصب باید آماده‌سازی شود. زمین باید ظرفیت باربری کافی برای تحمل بار شمع‌ها داشته باشد. در صورتی که زمین سست بوده و مقاومت کافی نداشته باشد امکان حرکت و جابجایی شمع‌ها وجود دارد. در چنین شرایطی ممکن است از روش خاکریزی و تراکم استفاده شود که این عملیات باید به صورت مهندسی مورد کنترل قرار گیرد تا از ایمنی اطمینان حاصل گردد.

۵-۴-۴ شمع‌زنی زیر قالب برای ساختمان‌های چند طبقه

زمانی که بتن‌ریزی تیر و دال در ساختمان چند طبقه انجام می‌شود، بار بتن توسط سیستم قالب‌بندی و شمع‌ها به سقف طبقه پایین‌تر منتقل می‌شود، گاهی اوقات سقف طبقه تحتانی توانایی تحمل بار خود و اضافه بار ناشی از شمع‌ها را ندارد. بنابراین، ضروری است روش مطمئنی برای تحمل این بار بدون به خطر افتادن طبقه تحتانی انتخاب شود. اگر از شمع برای تحمل بار سیستم قالب‌بندی استفاده شود که به طور معمول بر روی سقف طبقه تحتانی قرار گیرد، این سقف باید توسط شمع‌هایی که در زیر آن قرار می‌گیرد، تقویت شود.

۵-۴-۵ داربست‌های لوله‌ای

استفاده از داربست‌های فولادی مزایای زیادی نسبت به شمع‌های منفرد برای تحمل بار بتن دارد که بعضی از آنها به قرار زیر است:

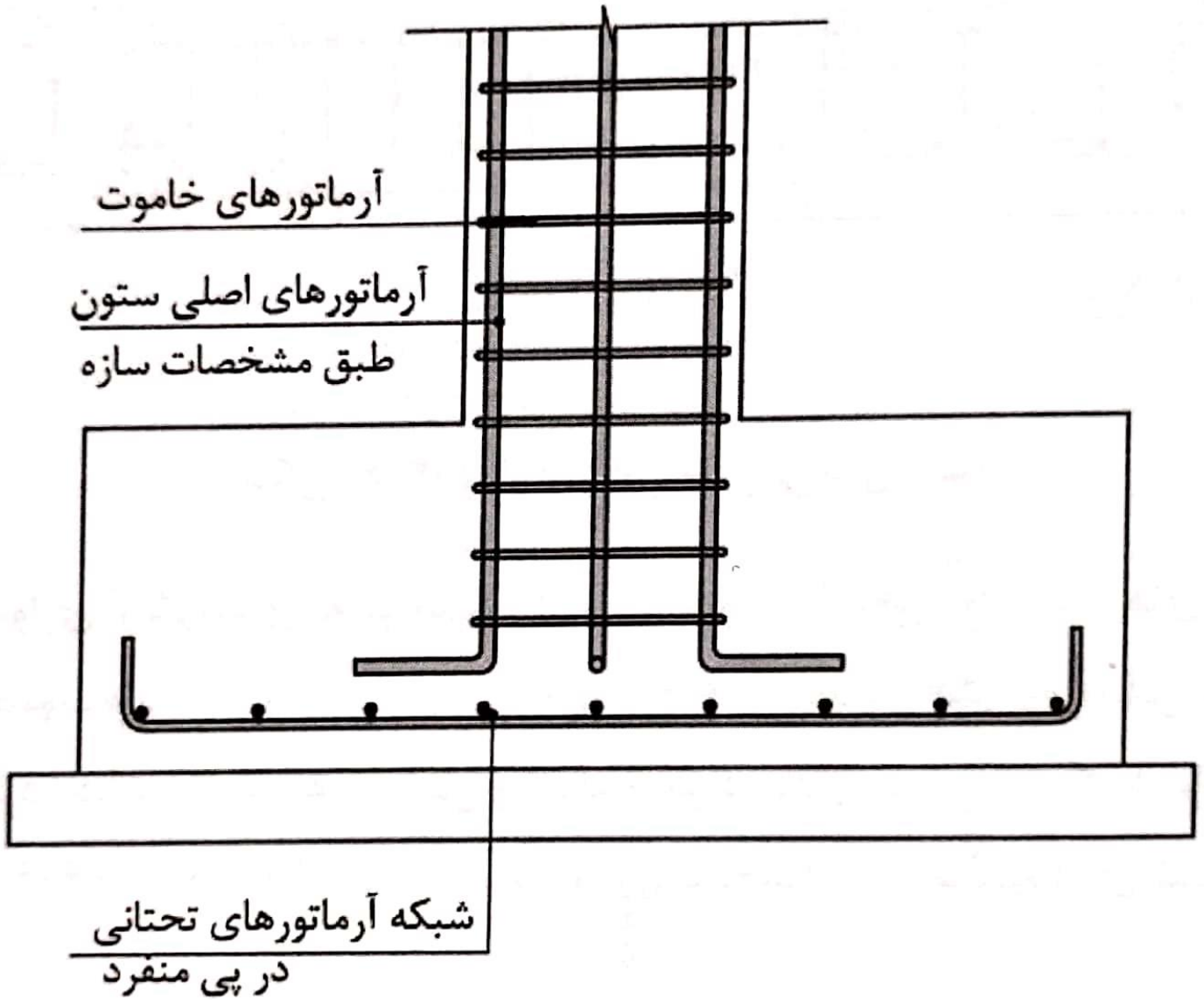
- ایجاد یک سازه سه بعدی که بدون نیاز به هیچ وسیله و مهار جانبی، خود ایستا می‌باشد.
- با انتخاب ارتفاع قاب‌ها و تنظیم پیچ تنظیمی که در بالای مجموعه قرار می‌گیرد می‌توان آنها را برای هر ارتفاع دلخواهی تنظیم نمود.
- داربست‌ها را با آرایشها و فاصله‌های مختلف می‌توان مورد استفاده قرار داد.
- با استفاده از پیچ تنظیم در زیر داربست می‌توان آن را برای شرایط مختلف زمین تنظیم نمود.
- استفاده از داربست، ایمنی بیشتری برای کارگران به همراه دارد.
- داربست برای مقاصد دیگری غیر از سیستم قالب‌بندی نیز کاربرد دارد.
- برای ارتفاع‌های زیاد نیاز به شمع با قطر زیاد می‌باشد که هزینه و مشکلات اجرایی زیادی دارد. در چنین شرایطی استفاده از داربست صرفه اقتصادی و زمانی به همراه دارد.

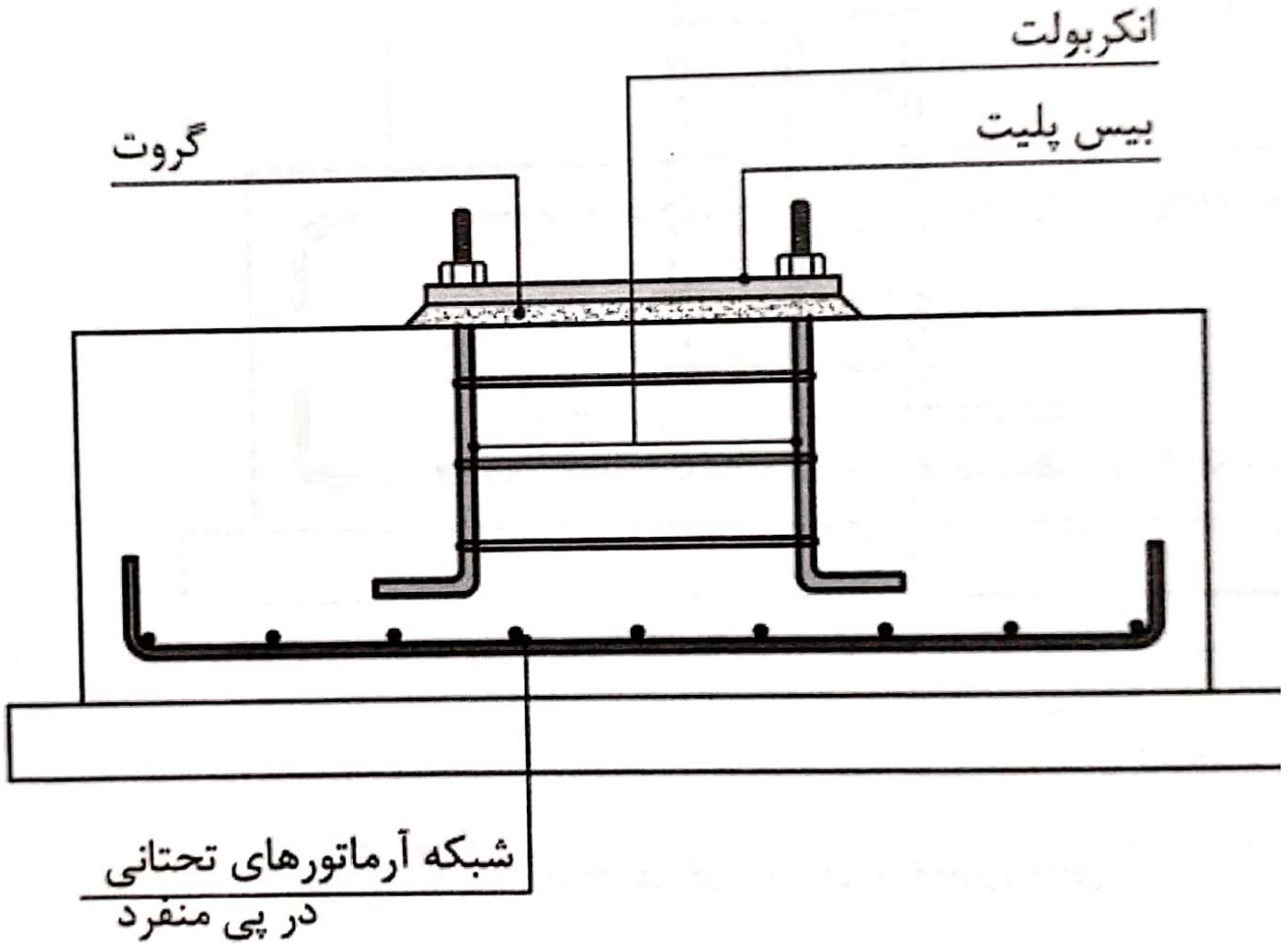
۶-۱ وصله کردن آرماتور

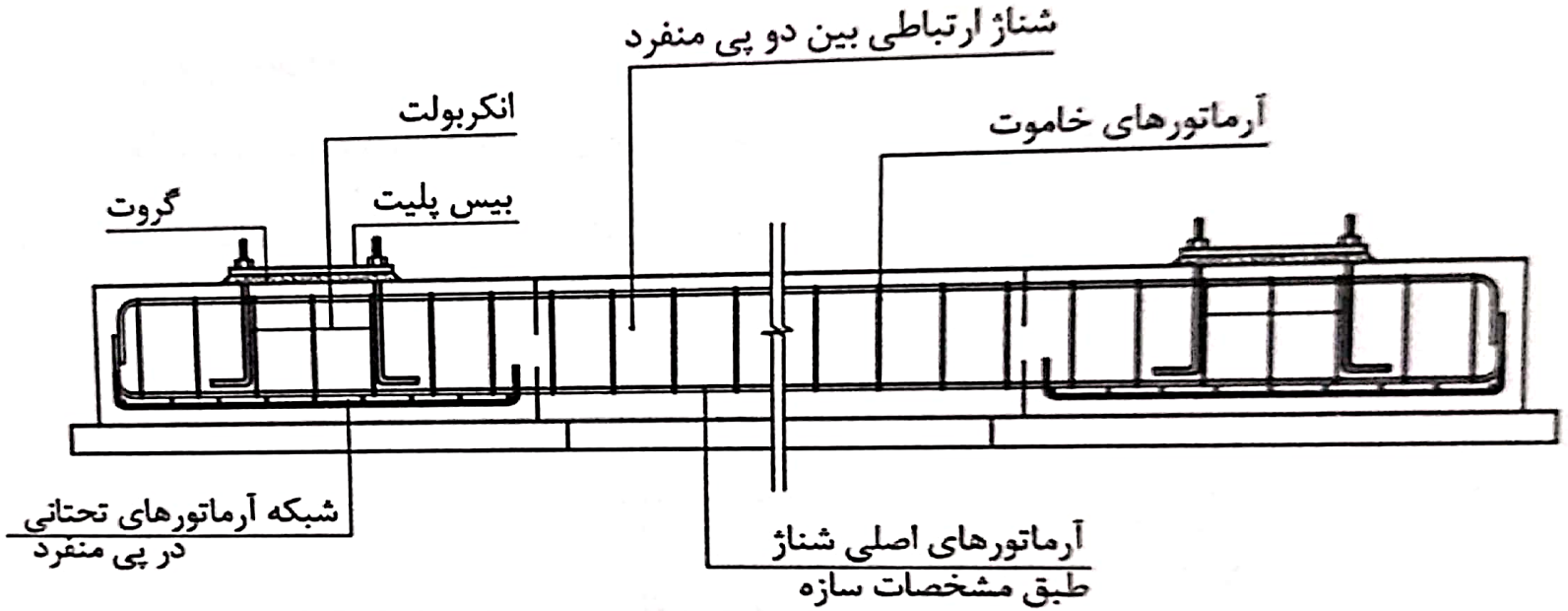
حتی‌الامکان باید میلگردهای مصرفی به صورت یکپارچه باشند. در صورتیکه وجود اتصال اجتناب ناپذیر باشد، این اتصالات باید در مقاطعی قرار داده شوند که تنش وارده بر عضو یا قطعه بتنی حداکثر نباشد و از تمرکز تمامی وصله‌ها در یک مقطع نیز خودداری شود.

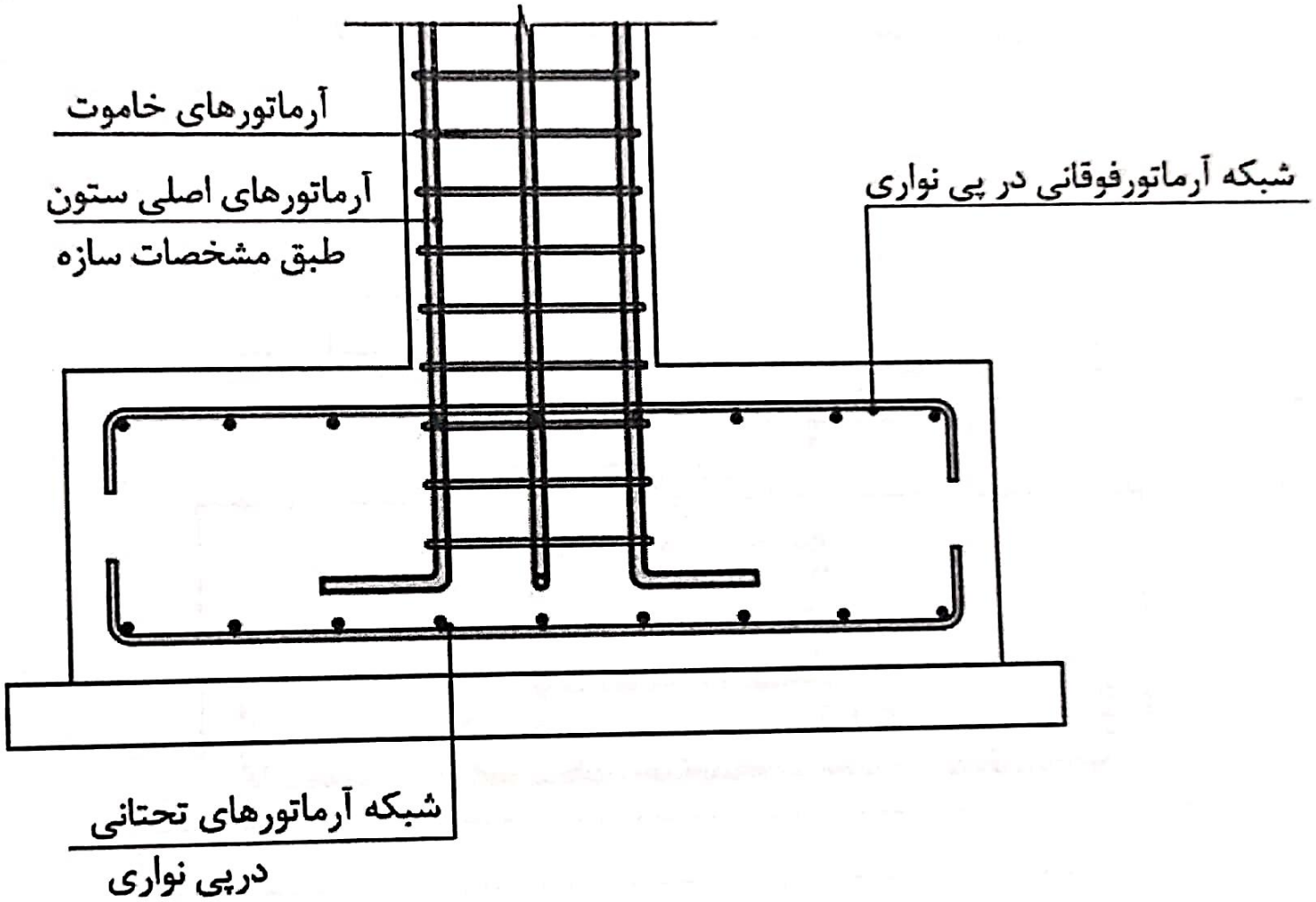
در صورت وجود کشش یا کشش ناشی از خمش، حداکثر $\frac{۱}{۳}$ میلگردها در یک مقطع را می‌توان به وسیله پوشش وصله نمود. وصله کردن میلگردهای تحتانی قطعات خمشی در وسط دهانه یا نزدیک به آن و یا میلگردهای بالایی قطعه خمشی روی تکیه‌گاه یا نزدیک آن، مجاز نیست.

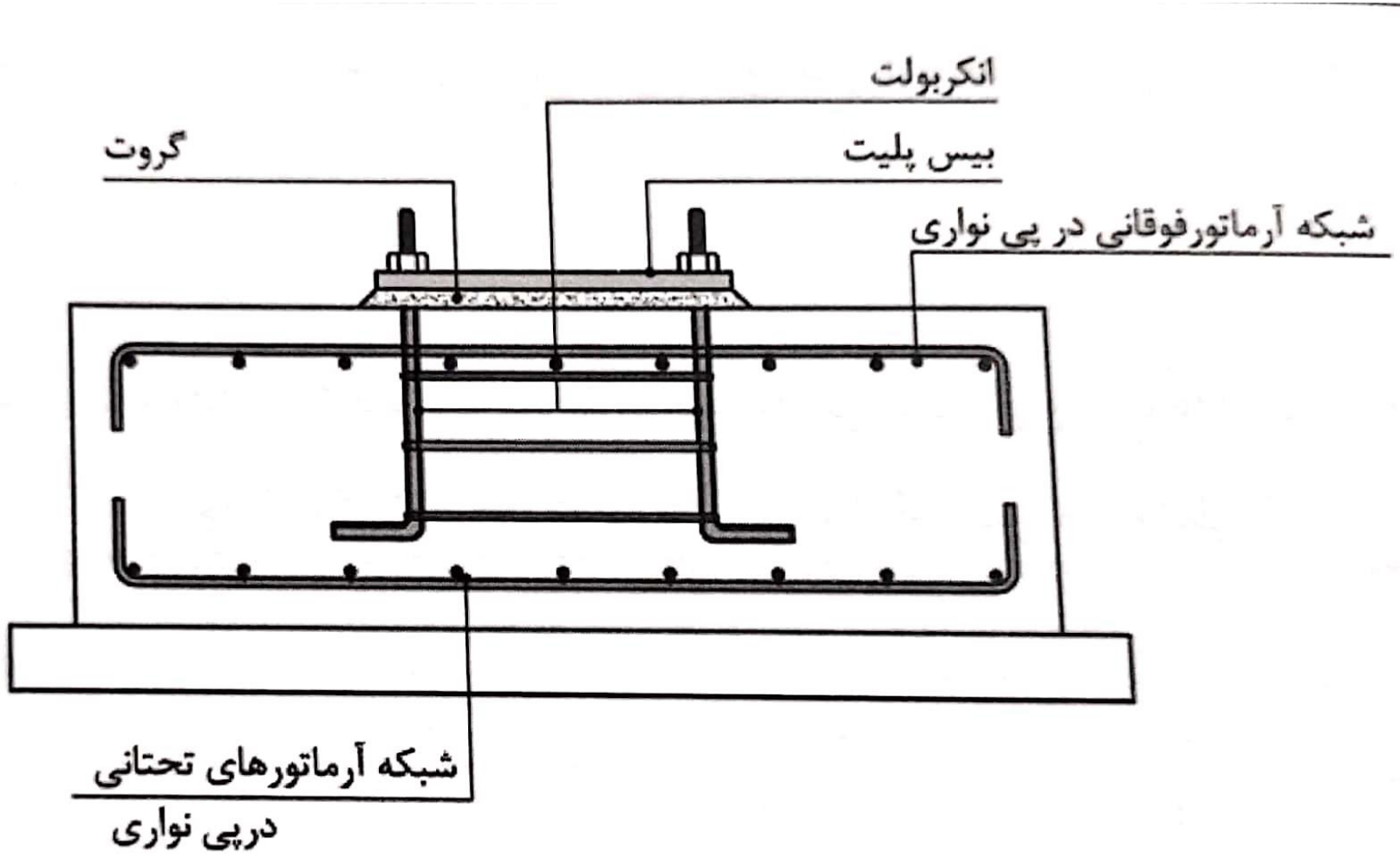
در صورتی که قرار است در میلگردها از وصله جوشی استفاده شود، باید این میلگردها تحت آزمایش جوش‌پذیری قرارگیرند. در این آزمایش نمونه‌های جوش شده باید تحت آزمایش کشش و خمش قرار گیرند. در آزمایش کشش، زمانی میلگرد از نظر جوش‌پذیری قابل قبول تلقی می‌گردد که مقطع گسیخته شده، در محل جوش یا در مجاورت آن نباشد.

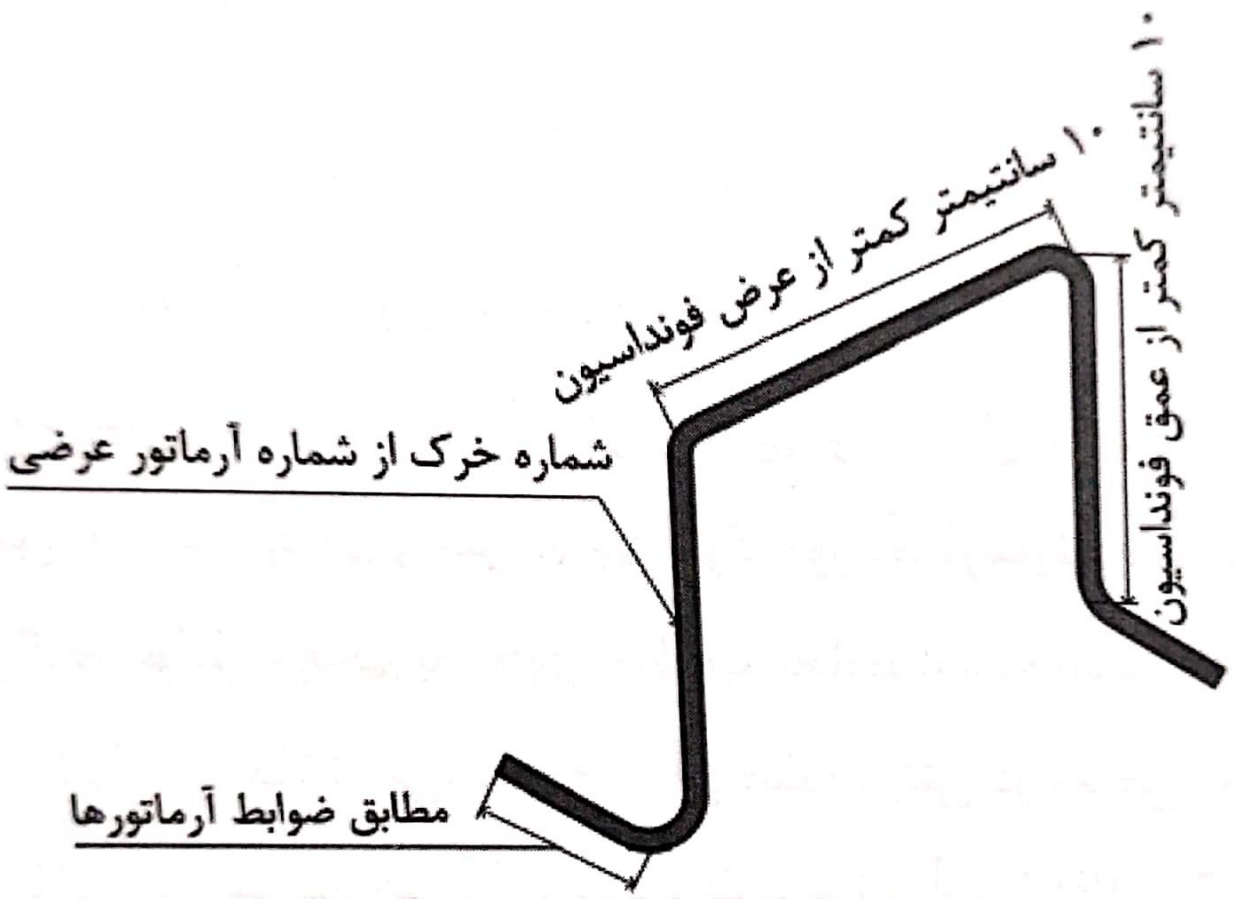

آرماتورهای خاموت
آرماتورهای اصلی ستون
طبق مشخصات سازه
شبکه آرماتورهای تحتانی
در پی منفرد


انکربولت
بیس پلیت
گروت
شبکه آرماتورهای تحتانی
در پی منفرد


شناژ ارتباطی بین دو پی منفرد
انکربولت
آرماتورهای خاموت
گروت
بیس پلیت
شبکه آرماتورهای تحتانی
در پی منفرد
آرماتورهای اصلی شناژ
طبق مشخصات سازه


آرماتورهای خاموت
آرماتورهای اصلی ستون
طبق مشخصات سازه
شبکه آرماتورفوقانی در پی نواری
شبکه آرماتورهای تحتانی
درپی نواری


انکربولت
گروت
بیس پلیت
شبکه آرماتورفوقانی در پی نواری
شبکه آرماتورهای تحتانی
درپی نواری


۱۰ سانتیمتر کمتر از عرض فونداسیون
۱۰ سانتیمتر کمتر از عمق فونداسیون
شماره خرک از شماره آرماتور عرضی
مطابق ضوابط آرماتورها

انواع شرایط محیطی ذکر شده در جدول بالا به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف) شرایط محیطی ملایم: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن هیچ نوع عوامل مهاجم از قبیل رطوبت، تعریق، تر و خشک شدن متناوب، یخ‌زدگی، تماس با خاک مهاجم و غیر مهاجم، مواد خورنده، فرسایش شدید، عبور وسایل نقلیه و ضربه موجود نباشد، یا قطعه در مقابل این‌گونه عوامل مهاجم به نحوی مطلوب محافظت شده باشد.

ب) شرایط محیطی متوسط: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی در معرض رطوبت و گاهی تعریق قرار گیرند. قطعاتی که به طور دائم با خاک‌های غیر مهاجم یا آب تماس دارند یا زیر آب با PH بزرگتر از ۵ قرار می‌گیرند، دارای شرایط محیطی متوسط تلقی می‌شوند.

پ) 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 آب شدن و سرد و گرم شدن متناوب نه چندان شدید قرار می‌گیرند. قطعاتی که در معرض ترشح آب دریا باشند یا در آب غوطه‌ور شوند طوری که یک وجه آنها در تماس با هوا قرار گیرد، قطعات واقع در هوای دارای نمک و نیز قطعاتی که سطح آنها در معرض خوردگی ناشی از مواد یخ‌زدا قرار می‌گیرد، دارای شرایط محیطی شدید محسوب می‌شوند.

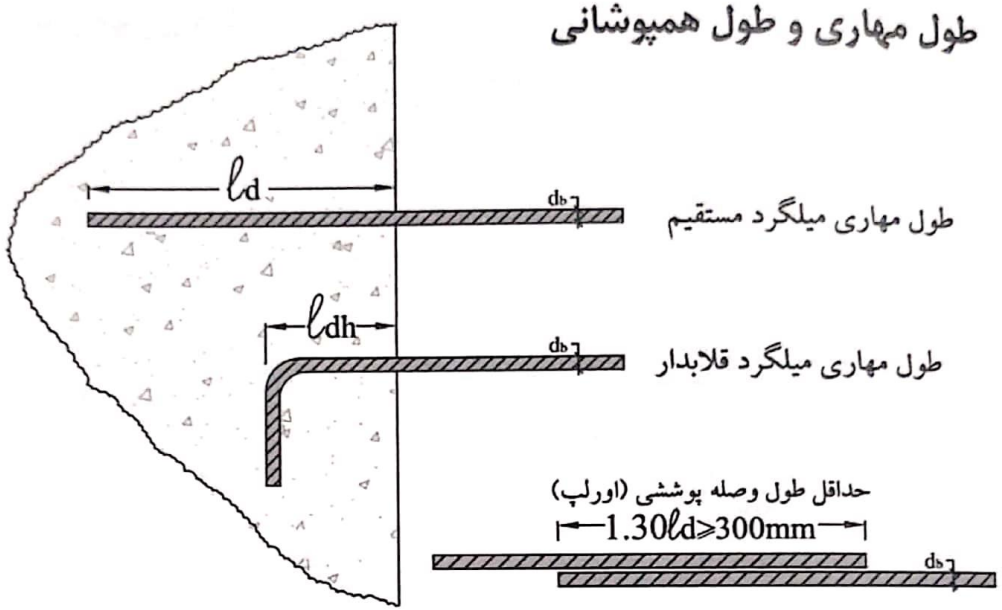
ت) شرایط محیطی بسیار شدید: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی در معرض گازها، آب و فاضلاب ساکن با PH حداکثر ۵، مواد خورنده یا رطوبت همراه با یخ زدن و آب شدن شدید قرار می‌گیرند. از قبیل نمونه‌های ذکر شده در مورد شرایط محیطی شدید، در صورتی که عوامل مذکور حادتر باشند.

ث) شرایط محیطی فوق العاده شدید: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن قطعات بتنی در معرض فرسایش شدید، عبور وسایل نقلیه، یا آب جاری با PH حداکثر ۵ قرار می‌گیرند. رویه بتنی محافظت نشده پارکینگ‌ها و قطعات موجود در آبی که اجسام صلبی را با خود جابجا می‌کند، دارای شرایط فوق‌العاده شدید تلقی می‌شوند. شرایط محیطی جزایر و حاشیه خلیج‌فارس و دریای عمان به طور عمده جزو این شرایط محیطی قرار می‌گیرند.

جدول (۶-۳) محاسبه قطر خم در آرماتورها بر مبنای قطر آنها

قطر میلگردها	حداقل قطر خم آرماتورهای اصلی	حداقل قطر خم خاموت‌ها
کمتر از ۱۶ میلیمتر	6db	4db
از ۱۶ تا ۲۸ میلیمتر	6db	6db
از ۲۸ تا ۳۴ میلیمتر	8db	8db
از ۳۶ تا ۵۵ میلیمتر	10db	10db

طول مهاری و طول همپوشانی



l_d طول مهاری میلگرد مستقیم

No.	d mm	تیرها و فونداسیون‌ها		ستونها و دیوارها
		(آرماتور تحتانی)	(آرماتور فوقانی)	
1	Φ8	30.0 cm	40.0 cm	30.0 cm
2	Φ10	40.0 cm	50.0 cm	40.0 cm
3	Φ12	45.0 cm	60.0 cm	45.0 cm
4	Φ14	50.0 cm	70.0 cm	50.0 cm
5	Φ16	60.0 cm	80.0 cm	60.0 cm
6	Φ18	70.0 cm	90.0 cm	70.0 cm
7	Φ20	80.0 cm	100.0 cm	80.0 cm
8	Φ22	100.0 cm	130.0 cm	100.0 cm
9	Φ25	120.0 cm	150.0 cm	120.0 cm
10	Φ28	130.0 cm	170.0 cm	130.0 cm
11	Φ32	150.0 cm	190.0 cm	150.0 cm

- طول‌های مهاری برای بتن رده C20 و فولاد رده S400 محاسبه شده است.
- در استخراج مقادیر مقدار پوشش از مرکز آرماتور حداقل ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شده است.
- در استخراج مقادیر فاصله مرکز تا مرکز آرماتورها حداقل ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

طول مهاری و طول همپوشانی

طول مهاری میلگرد قلاب‌دار ℓ_{dh}

No.	d mm	ℓ_{dh} cm
1	Φ8	20.0 cm
2	Φ10	25.0 cm
3	Φ12	30.0 cm
4	Φ14	35.0 cm
5	Φ16	40.0 cm
6	Φ18	40.0 cm
7	Φ20	45.0 cm
8	Φ22	50.0 cm
9	Φ25	60.0 cm
10	Φ28	65.0 cm
11	Φ32	75.0 cm

طول همپوشانی میلگردها (OverLap)

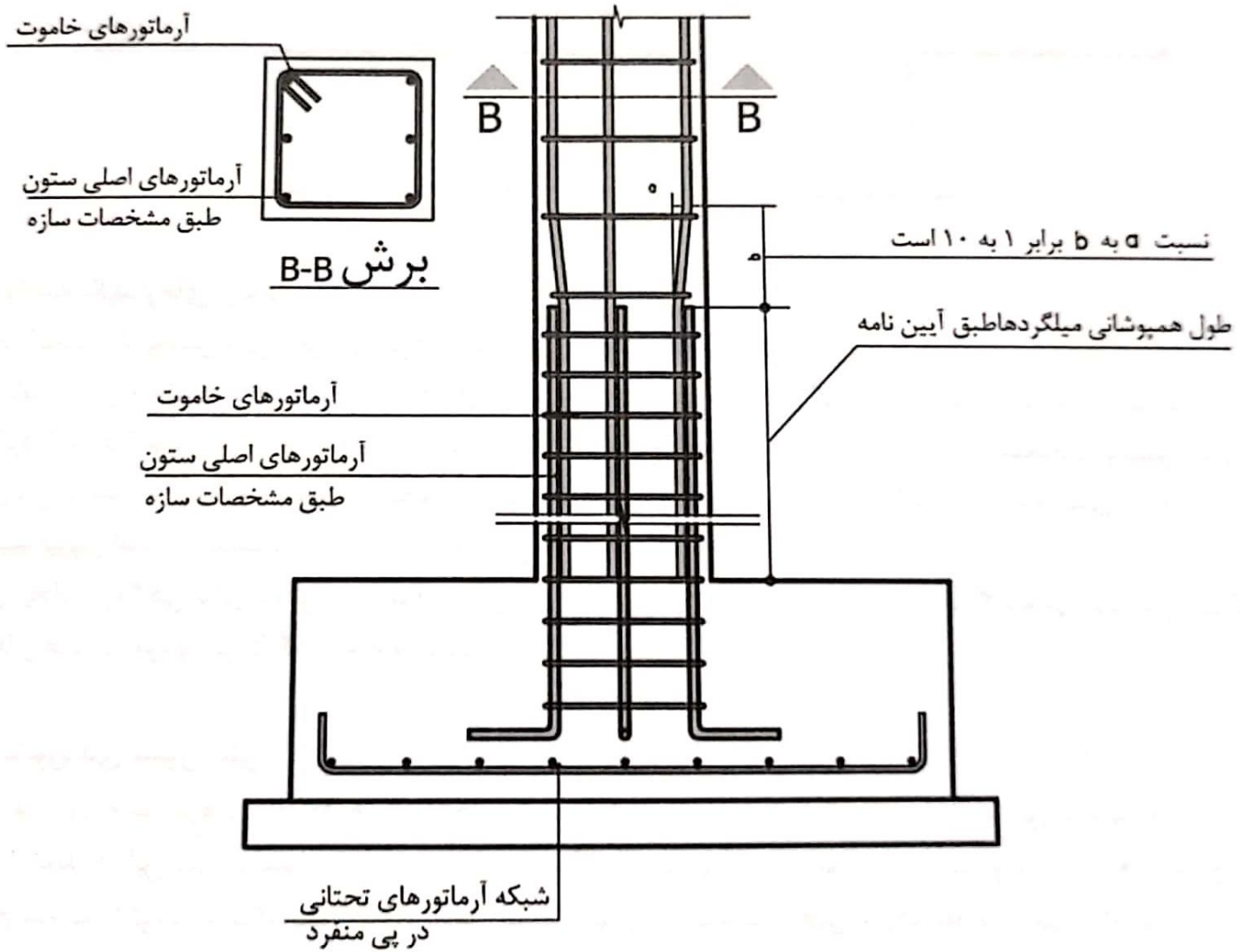
No.	d mm	تیرها و فونداسیون‌ها		ستونها و دیوارها
		(آرماتور تحتانی)	(آرماتور فوقانی)	
1	Φ8	40.0 cm	50.0 cm	40.0 cm
2	Φ10	50.0 cm	60.0 cm	50.0 cm
3	Φ12	60.0 cm	80.0 cm	60.0 cm
4	Φ14	70.0 cm	90.0 cm	70.0 cm
5	Φ16	80.0 cm	100.0 cm	80.0 cm
6	Φ18	90.0 cm	110.0 cm	90.0 cm
7	Φ20	100.0 cm	120.0 cm	100.0 cm
8	Φ22	130.0 cm	170.0 cm	130.0 cm
9	Φ25	150.0 cm	190.0 cm	150.0 cm
10	Φ28	170.0 cm	210.0 cm	170.0 cm
11	Φ32	190.0 cm	240.0 cm	190.0 cm

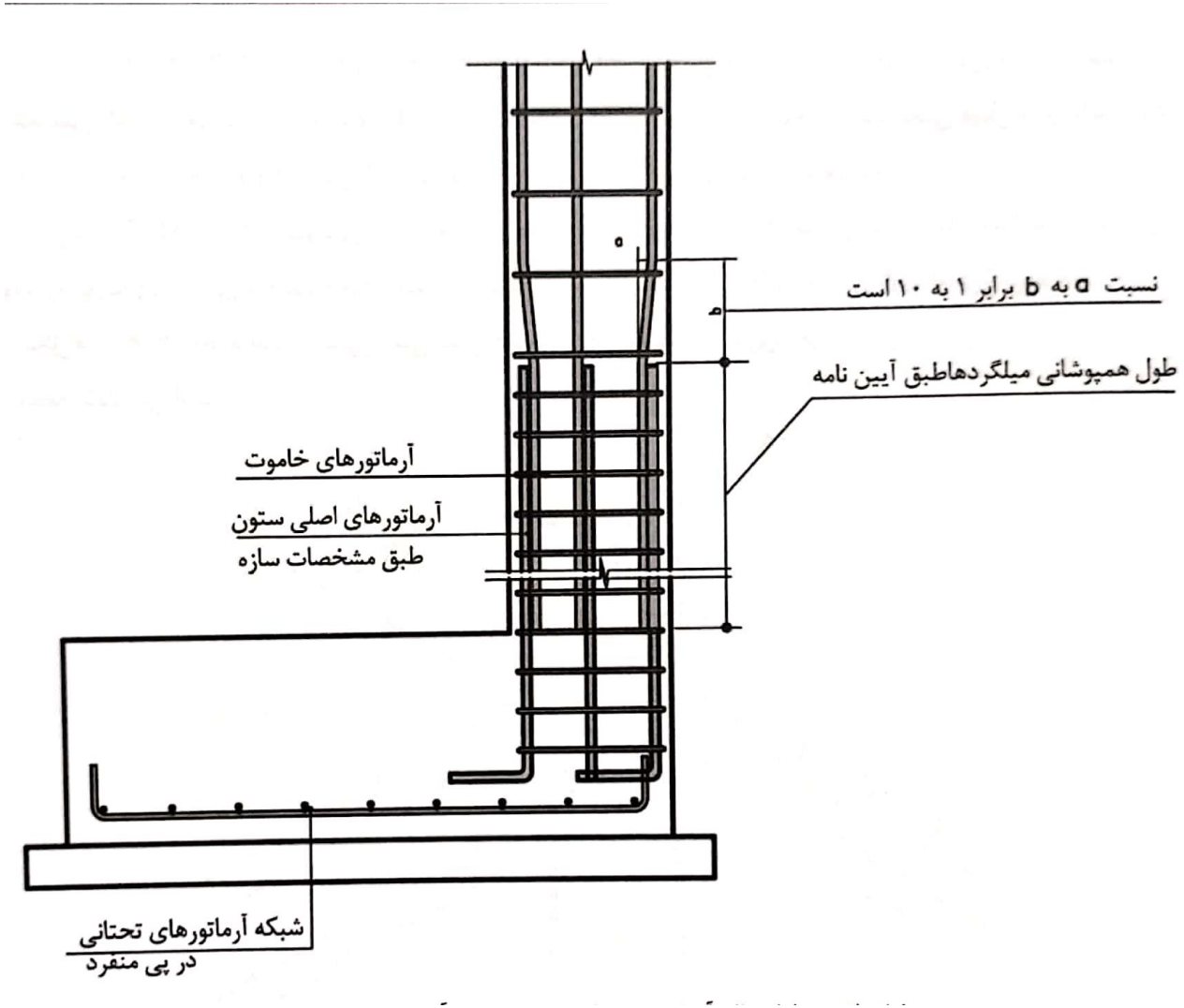
- طول‌های مهاری برای بتن رده C20 و فولاد رده S400 محاسبه شده است.
- در استخراج مقادیر مقدار پوشش از مرکز آرماتور حداقل ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شده است.
- در استخراج مقادیر فاصله مرکز تا مرکز آرماتورها حداقل ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

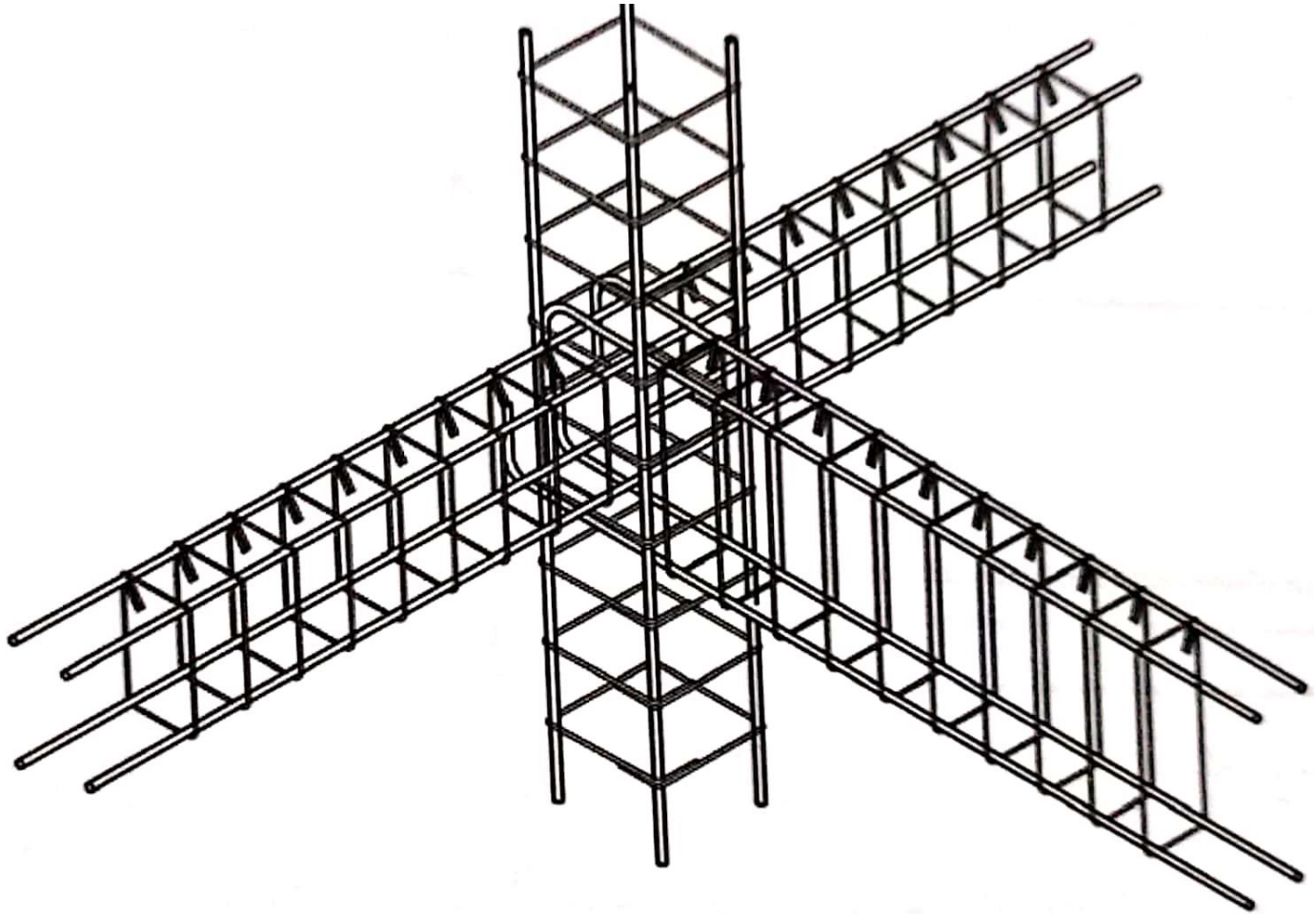
۶-۶ آرماتوربندی ستون بتنی

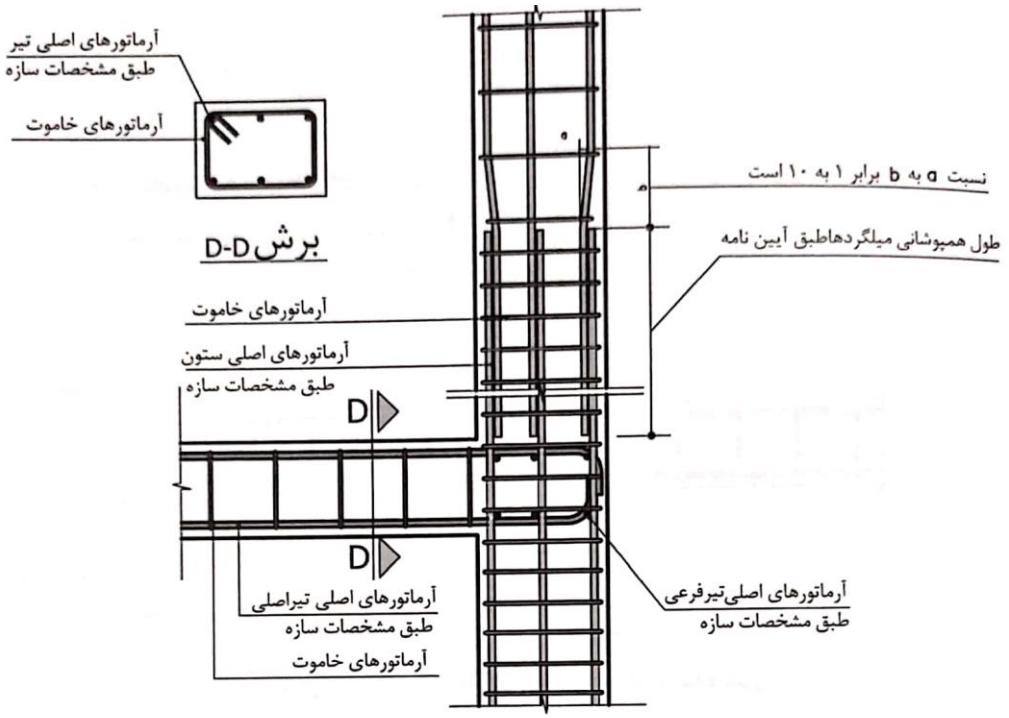
ستون‌ها برای تحمل بارهای بام، کف‌ها و دیوارها طراحی می‌شوند. درصورتیکه تمامی این بارها به صورت هم محور بر مقطع ستون وارد شوند، در این صورت ستون تنها تنش فشاری متحمل می‌شود و آن را می‌توان تنها از بتن و یا برای کاهش سطح مقطع از بتن مسلح ساخت، با توجه به اینکه ستون برای تحمل نیروی فشاری در ساختمان عمل می‌کند اما علی‌رغم اینکه بتن در فشار مقاوم است بنا به دلایل زیر ستون بتنی آرماتور بندی می‌شود:

- لاغری ستون
- واکنش ستون در برابر تیر: تیر در اثر تغییر شکل خمشی، ستون را به سمت خود می‌کشد و به این ترتیب در سطح خارجی ستون کشش ایجاد می‌شود.
- واکنش قاب حاصل از تیر و ستون در برابر باد باعث ایجاد کشش در سطوح خارجی ستون می‌شود.
- فشار باد به صورت خارج از محور بر مقطع ستون وارد می‌شود و مقداری خمیدگی و تنش کششی در ستون‌ها ایجاد می‌گردد.

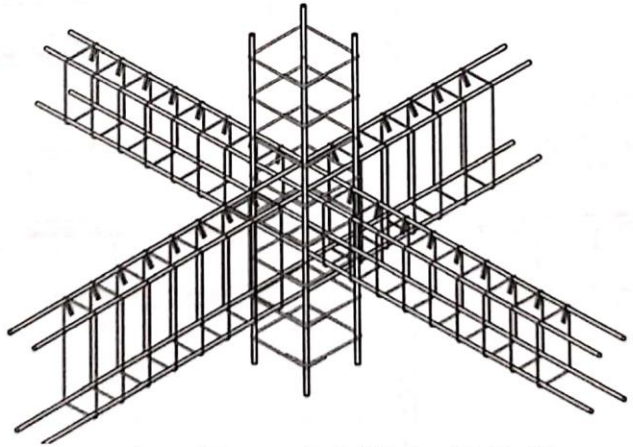

آرماتورهای خاموت
آرماتورهای اصلی ستون
طبق مشخصات سازه
برش B-B
B
B
نسبت a به b برابر ۱ به ۱۰ است
طول همپوشانی میلگردهاطبق آیین نامه
آرماتورهای خاموت
آرماتورهای اصلی ستون
طبق مشخصات سازه
شبکه آرماتورهای تحتانی
در پی منفرد


نسبت a به b برابر ۱ به ۱۰ است
طول همپوشانی میلگردهاطبق آیین نامه
آرماتورهای خاموت
آرماتورهای اصلی ستون
طبق مشخصات سازه
شبکه آرماتورهای تحتانی
در پی منفرد

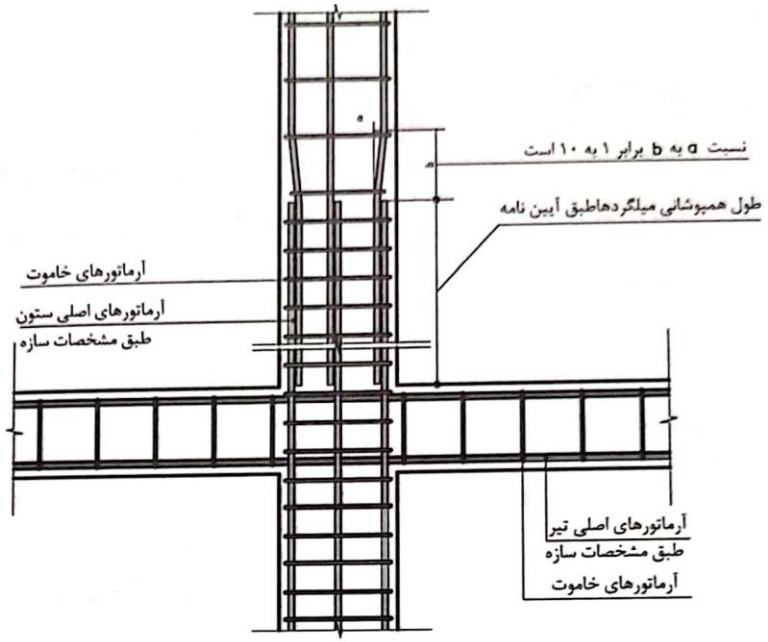




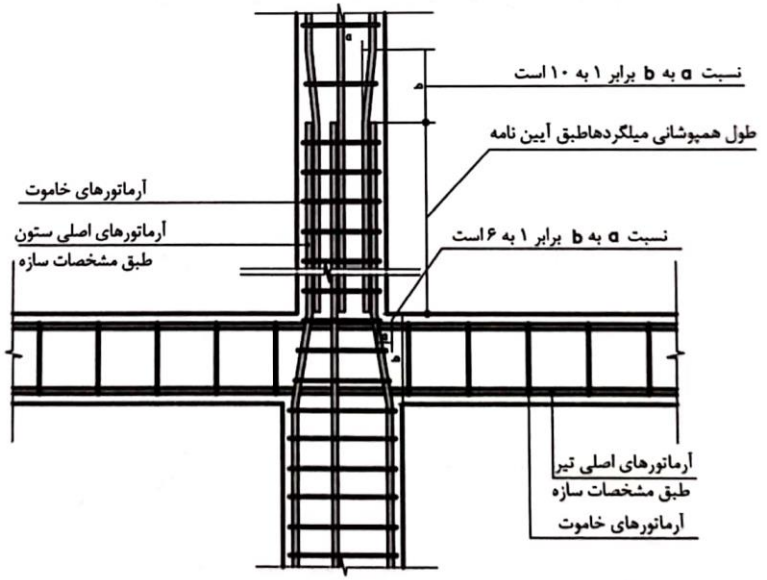
شکل (۶-۱۴) محل تقاطع تیرها با ستون خارجی در سازه بتنی



شکل (۶-۱۵) محل تقاطع تیرها و ستون داخلی در سازه بتنی



شکل (۶-۱۶) محل تقاطع تیرها و ستون داخلی در سازه بتنی



شکل (۶-۱۷) نمایش نحوه تغییر مقطع ستون بتنی از یک طبقه به طبقه دیگر

۶-۸ دیوارهای برشی

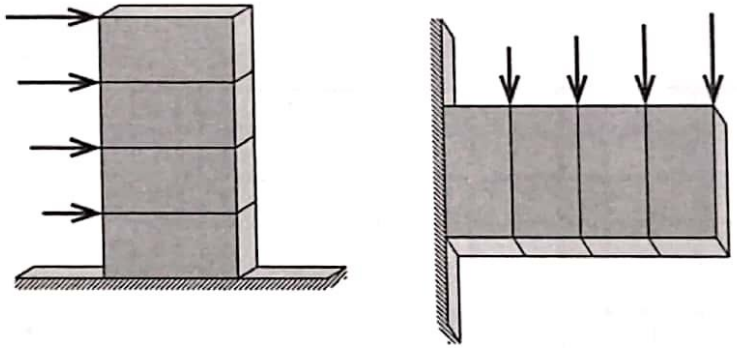
دیوار سازه‌ای یکی از سیستم‌های مناسب برای مقابله با نیروهای جانبی می‌باشد. از آنجا که این دیوارها، قسمت عمده نیروهای جانبی وارد بر سازه و برش حاصل از آن را جذب می‌کنند، به نام دیوارهای برشی شناخته می‌شوند. مزایای استفاده از دیوار برشی در ساختمان را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود :

- افزایش سختی ساختمان و افزایش ضریب ایمنی در مقابل شکست و ریزش و کاهش خسارت به اعضای غیر سازه‌ای
- کنترل تغییر مکان جانبی ساختمان
- امکان جانمایی دیوار در فضاهای محدود (مانند هسته آسانسور) و فضاهای نامتعارف (مانند اطراف راه پله ها)

۶-۸-۱ انواع دیوارهای برشی

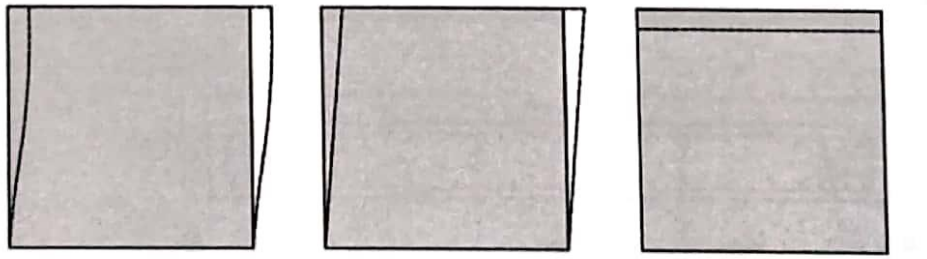
دیوارهای برشی را می‌توان از نظر نسبت ارتفاع به طول و از نظر شکل مقطع تقسیم‌بندی کرد. اگر نسبت ارتفاع به طول دیوار کمتر از ۲ یا ۳ باشد، به آن دیوار برشی کوتاه می‌گویند. دیوارهای برشی کوتاه در برابر خمش مقاومت بیشتری دارند ولی در برابر برش از مقاومت کمی برخوردار هستند و لذا در این دیوارها رفتار برشی حاکم است. توصیه شده است که در این دیوارها فولادگذاری تا حد امکان یکنواخت باشد و به سمت لبه قائم تمرکز بیشتری داشته باشد. چون شکست خمشی دیوارهای برشی کوتاه با ترک‌های بزرگ قطری همراه است، بنابراین باید از مقاومت برشی بتن صرف‌نظر شود .

اگر نسبت ارتفاع به طول دیوار زیاد باشد، به آن دیوار برشی بلند (طره‌ای) می‌گویند. رفتار این دیوارهای برشی بر خلاف نامشان، اغلب خمشی است. رفتار این دیوارها را می‌توان به رفتار یک تیر طره تشبیه کرد. برای درک بهتر این رفتار شکل ۶-۱۸ را ملاحظه نمایید.



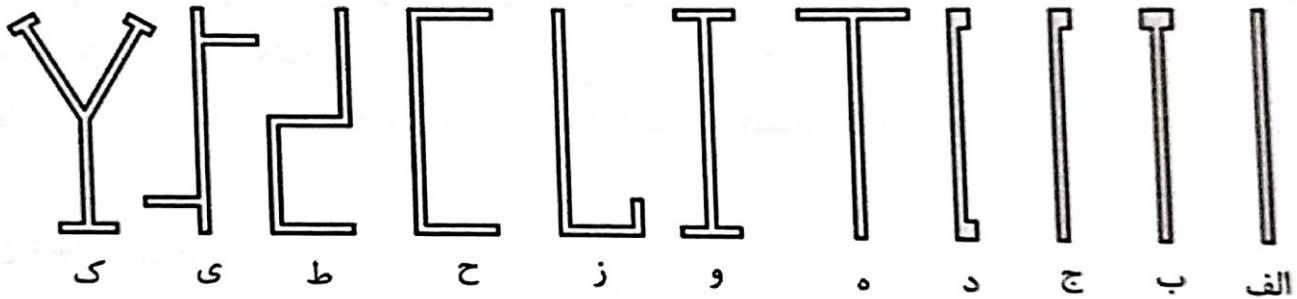
شکل (۶-۱۸) شبیه‌سازی رفتار دیوار با تیر طره (کنسول)

در اغلب موارد رفتار یک دیوار برشی ترکیبی از سه رفتار نیروی محوری، برشی و خمشی است. شکل ۶-۱۹ تغییر شکل دیوارها را ناشی از سه رفتار فوق نشان می‌دهد .

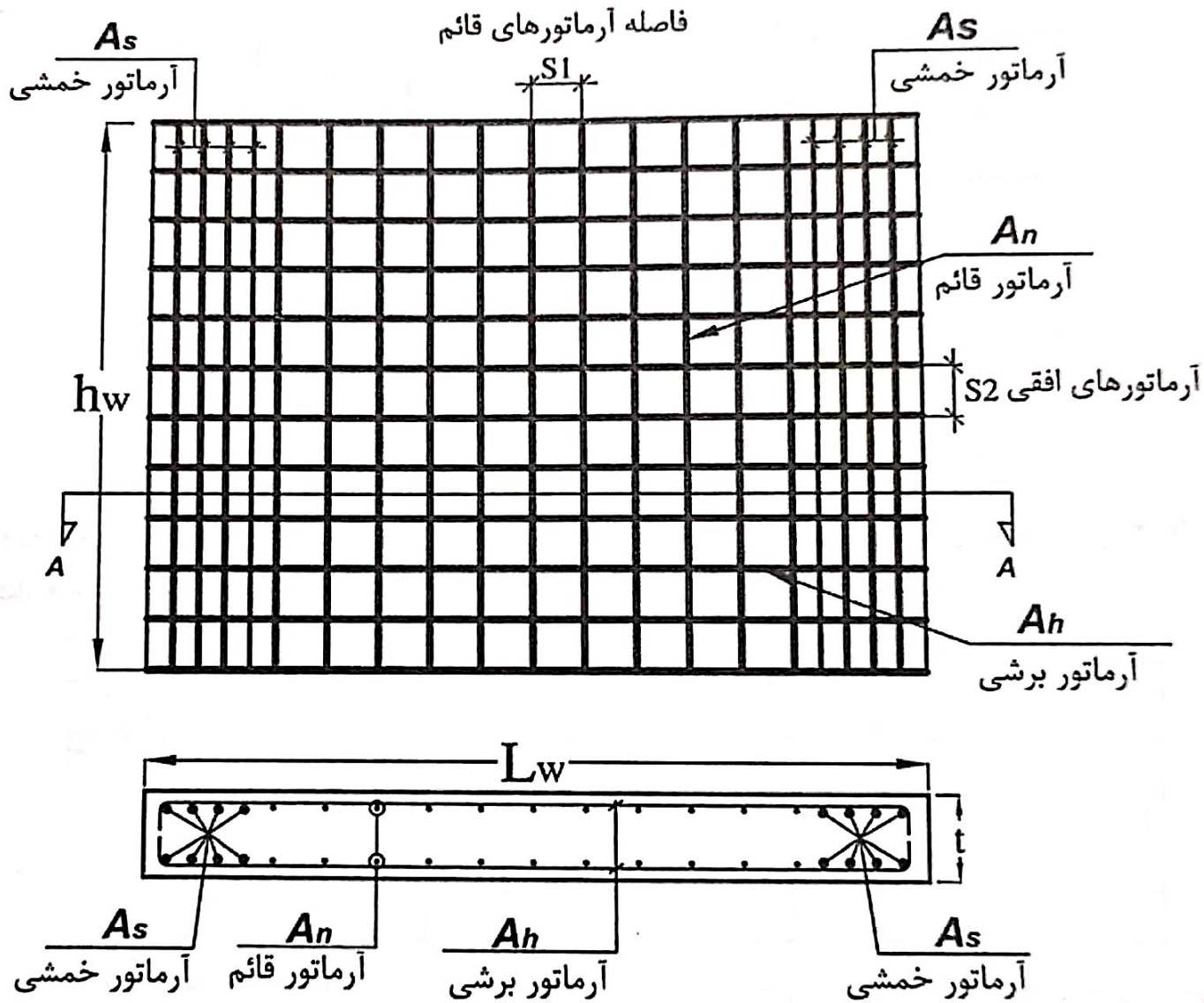


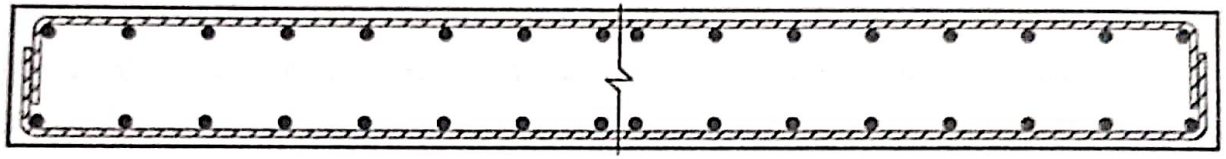
(ج) تغییر شکل خمشی (ب) تغییر شکل برشی (الف) تغییر شکل محوری

دیوارهای برشی بصورت دو بعدی (تیغه‌ای) و یا سه بعدی اجرا می‌شوند. دیوارهایی که در دو انتهای خود دارای بال هستند (مقاطع بالدار)، از پایداری و شکل پذیری بیشتری در مقایسه با دیوارهای بدون بال برخوردار می‌باشند. بنابراین پیشنهاد می‌شود از این گونه مقاطع استفاده شود. شکل ۶-۲۰ یازده مقطع دیوار برشی را نشان می‌دهد که مقطع (الف) دیوار برشی بصورت دو بعدی (تیغه‌ای) و ده مقطع دیگر به صورت بالدار هستند .

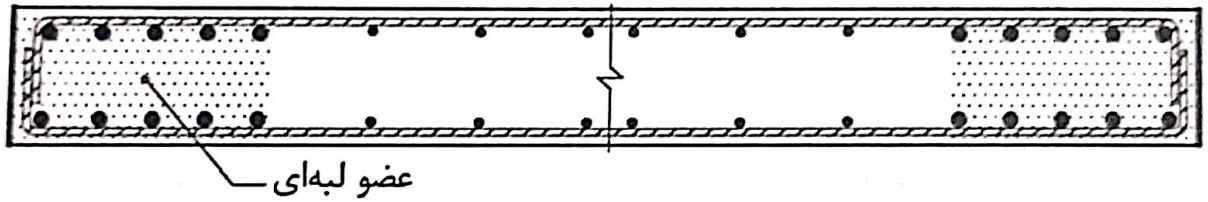


شکل (۶-۲۰) مقاطع متداول دیوارهای برشی

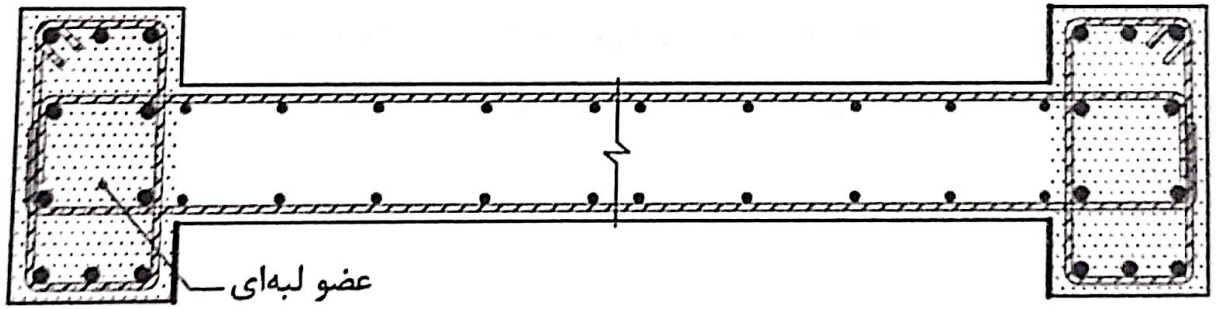

As
آرماتور خمشی
فاصله آرماتورهای قائم
S1
As
آرماتور خمشی
An
آرماتور قائم
S2 آرماتورهای افقی
hw
A
A
Ah
آرماتور برشی
Lw
t
As
آرماتور خمشی
An
آرماتور قائم
Ah
آرماتور برشی
As
آرماتور خمشی



(الف) مقطع دیوار برشی بدون عضو لبه‌ای و آرماتورگذاری یکنواخت

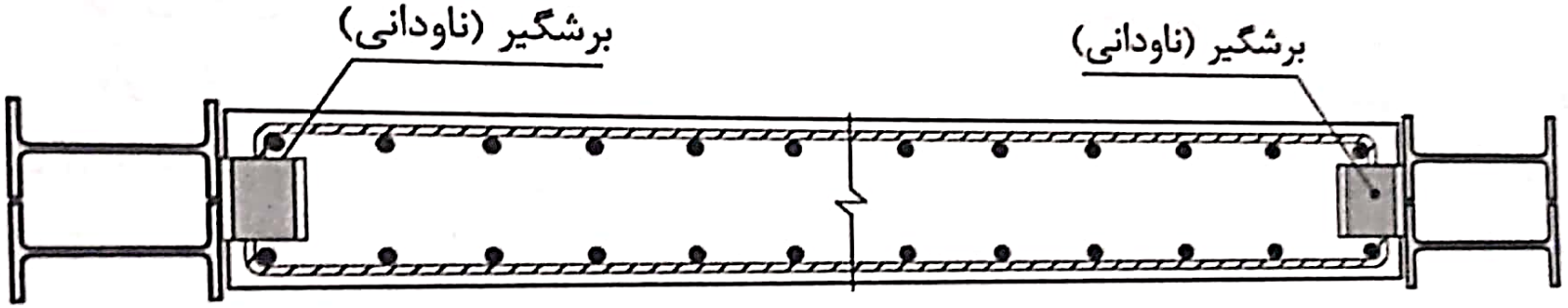


(ب) مقطع دیوار برشی با عضو لبه‌ای هم عرض دیوار

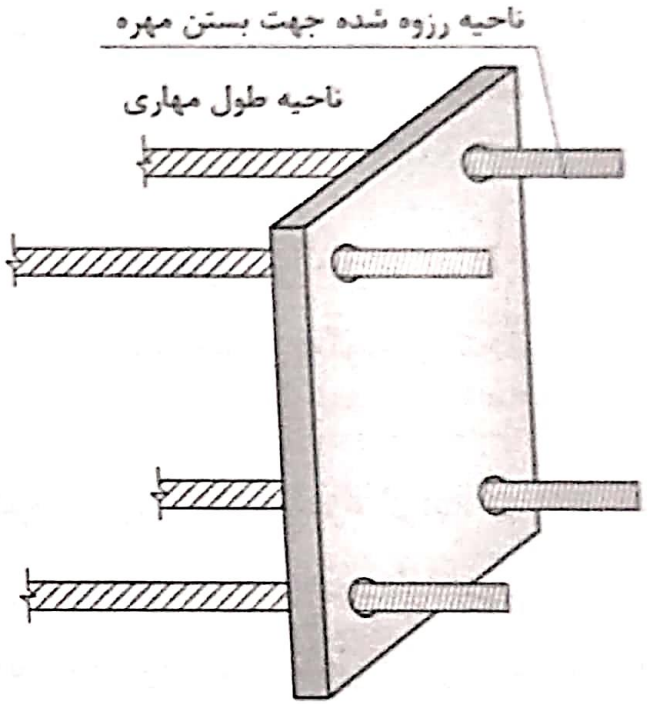


(ج) مقطع دیوار برشی با عضو لبه‌ای پهن‌تر از دیوار

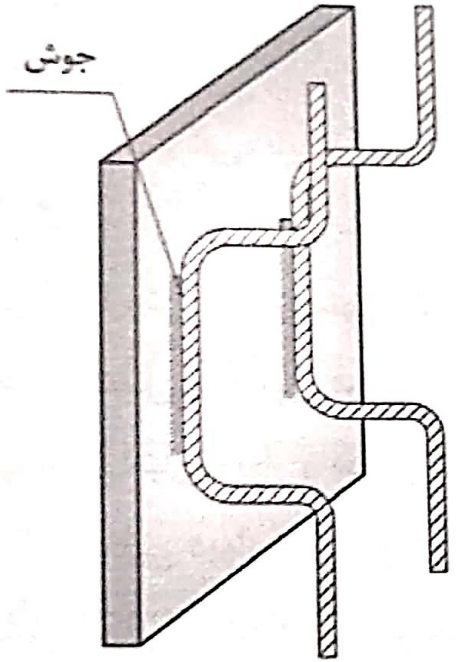
شکل (۶-۲۲) انواع مقطع دیوار برشی و کاربرد عضو لبه‌ای



شکل (۶-۲۳) نمونه‌ای از اجرای ستون غیرمدفون متصل به دیوار برشی



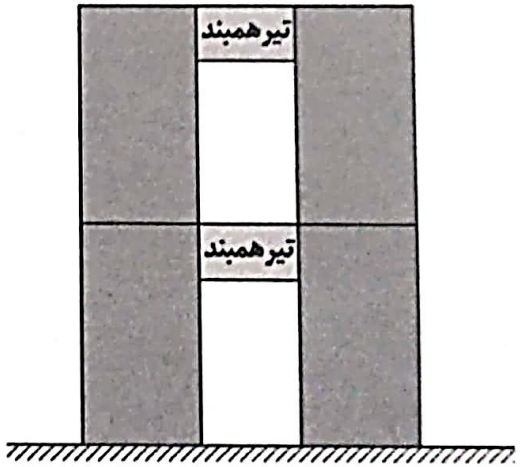
(الف) اتصال سنگین

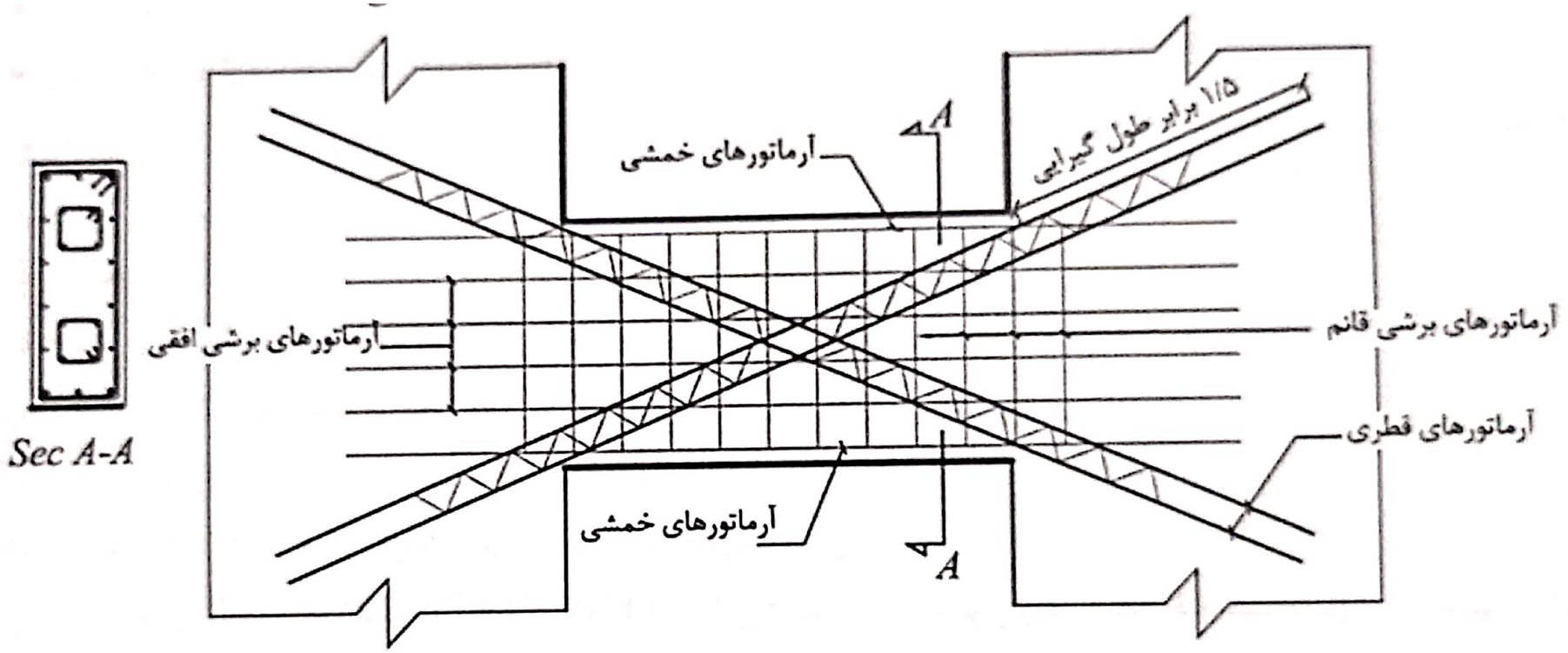


(ب) اتصال سبک

۶-۸-۴ بازشوها در دیوار برشی (تیر همبند)

در برخی از موارد، معماری پروژه ایجاب می‌کند تا بازشوهایی در دیوارهای برشی ایجاد گردد. بازشوهای کوچک معمولاً اثر قابل توجهی بر دیوار نمی‌گذارند. اما تأثیر بازشوهای بزرگ قابل توجه است. بازشوهای بزرگ معمولاً برای ایجاد در و یا پنجره در دیوار بوجود می‌آیند که اغلب در طبقات تکرار می‌شوند. به این ترتیب که بازشدگی تکراری در طبقات، دیوار برشی را به دو دیوار برشی تقسیم می‌کند که بوسیله تیرهایی به یکدیگر متصل می‌شوند که به این تیرها، تیر همبند می‌گویند. (شکل ۶-۲۸) چنانچه این تیرهای همبند در زمان زلزله به خوبی دو قسمت دیوار را به هم متصل نمایند و دو قسمت دارای عملکرد مشترک باشند، به این دیوارهای برشی دیوار برشی همبسته می‌گویند. اگر تیر رابط ضعیف باشد، در زمان زلزله تخریب شده و منجر به رفتار جداگانه هر دیوار می‌شود که تاثیر زیادی بر سختی و مقاومت دیوار می‌گذارد، به این دیوارهای برشی دیوار برشی غیر همبسته می‌گویند. لذا بهتر است که تیرهای همبند به نحوی محاسبه و اجرا گردد تا دیوار برشی به صورت همبسته عمل نماید. یکی از جزئیات اجرایی که بر نحوه عملکرد دیوار برشی‌های دارای بازشو به صورت همبسته اثر زیادی دارد، اجرای آرماتورهای قطری برشی می‌باشد. این آرماتورها مانند یک بادبند ضربدری عمل نموده و دو طرف دیوار برشی را به هم متصل می‌نماید .




Sec A-A
آرماتورهای خمشی
A
۱/۵ برابر طول گیرایی
آرماتورهای برشی افقی
آرماتورهای برشی قائم
آرماتورهای قطری
آرماتورهای خمشی
A

۷-۱ اتصالات پای ستون

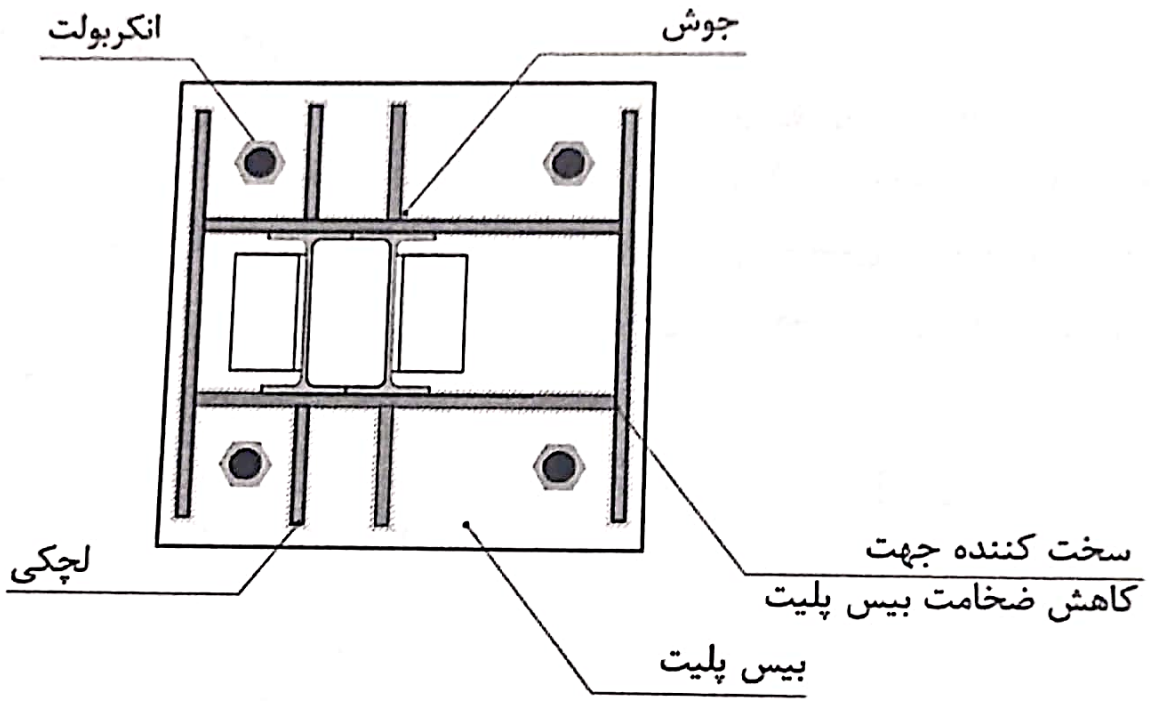
از ستون‌های فولادی ساختمان‌های قابی برای تحمل بارهای سنگین استفاده می‌شود و باید این بارها را از روی مقطع نسبتاً کوچک ستون‌ها بر روی پی‌ها توزیع کرد تا پی نیز به نوبه خود این بارها را بر روی خاک توزیع کند.

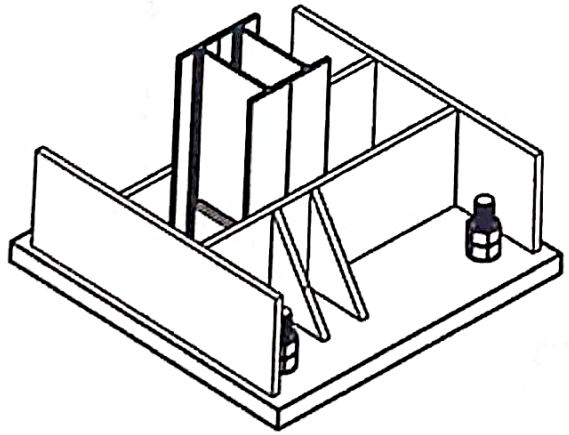
این اتصالات به یکی از دو صورت زیر انجام می‌شوند:

- صفحه زیرستون و جوش
- صفحه زیرستون و لچکی

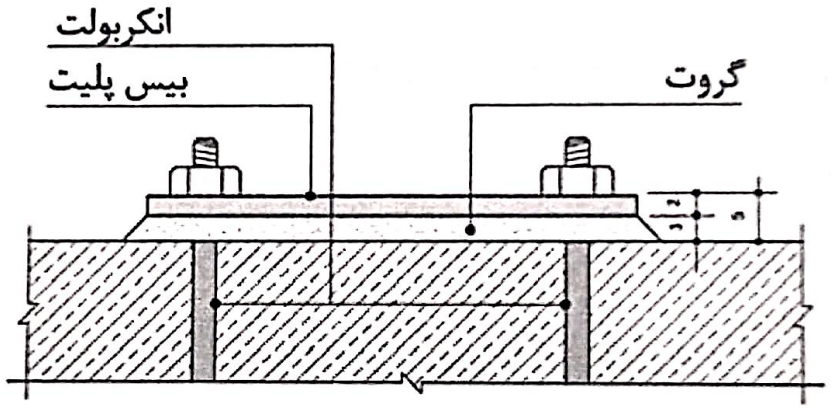
در هر دو روش برای توزیع بار ستون بر روی پی به صفحه زیرستون احتیاج است. پای ستون و سطح بالایی صفحه زیرستون را باید ماشین‌کاری کرد تا تماس خوبی در بین این دو عضو وجود داشته باشد. صفحه زیرستون و ستون را می‌توان با استفاده از نبشی‌های اتصال با جوش گوشه نیز به یکدیگر متصل کرد.

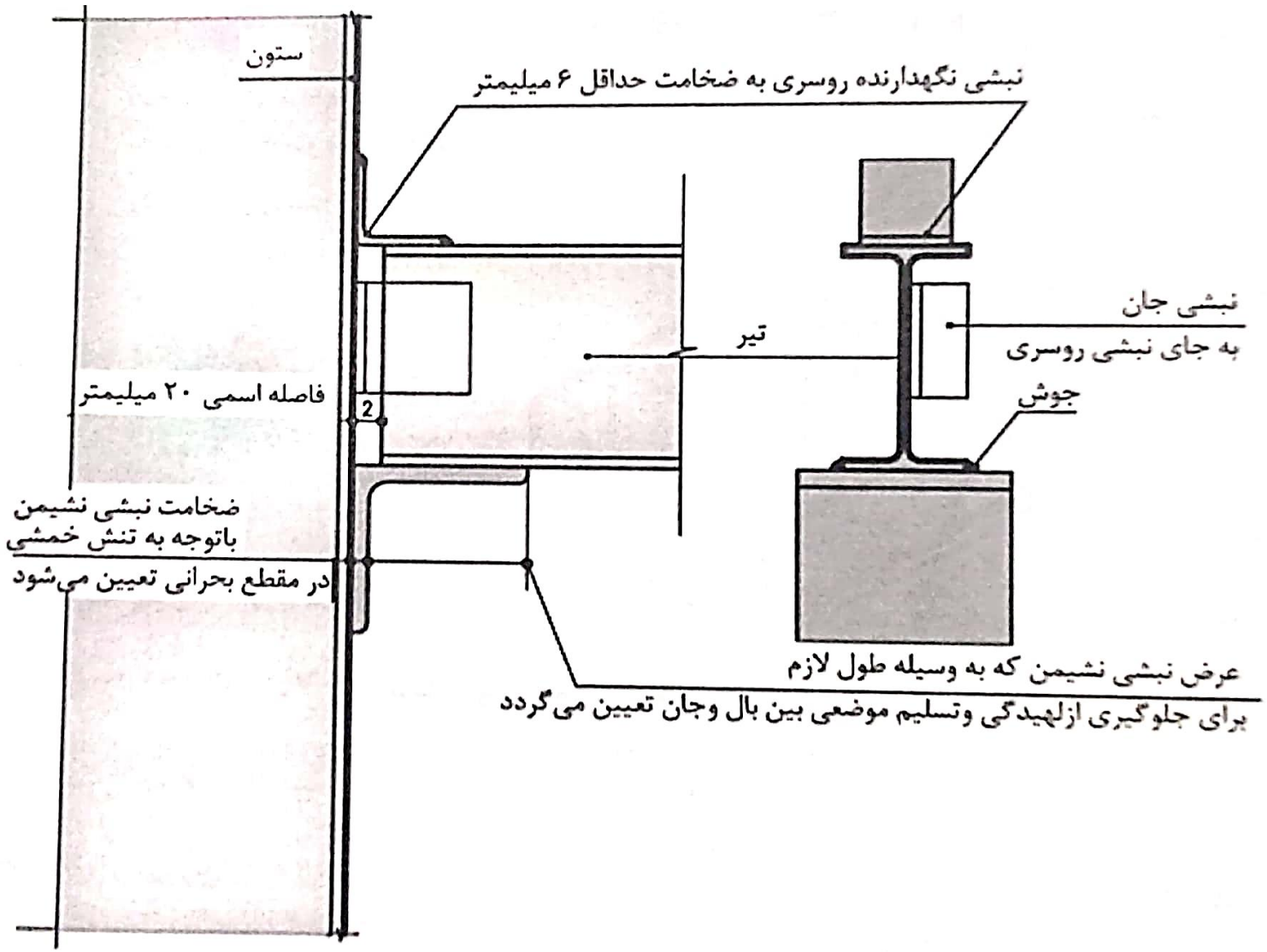
در روش صفحه و لچکی به دلیل استفاده از چند عضو، ضخامت صفحه زیرستون کاهش پیدا می‌کند و از آن می‌توان برای انتقال لنگر خمشی بزرگتری به پی استفاده کرد. سطح مشترک ماشین‌کاری شده ستون و صفحه زیرستون باعث می‌شود تا تمامی اجزا در ارتباط با یکدیگر کار کنند، اما در صورت عدم استفاده از این روش، اتصالات باید تمامی بار را به صفحه زیرستون منتقل کنند. صفحه زیرستون با استفاده از پیچ‌های مهار به پی متصل می‌شود که باید برای مقاومت در برابر تمایل به واژگونی ستون طراحی شوند. بنابراین قطر پیچ، طول پیچ و اندازه واشر تخت دارای اهمیت است و توسط مهندس محاسب، محاسبه می‌شود. در شکل ۷-۱، یک نمونه اتصال ستون فلزی به پی نشان داده شده است.

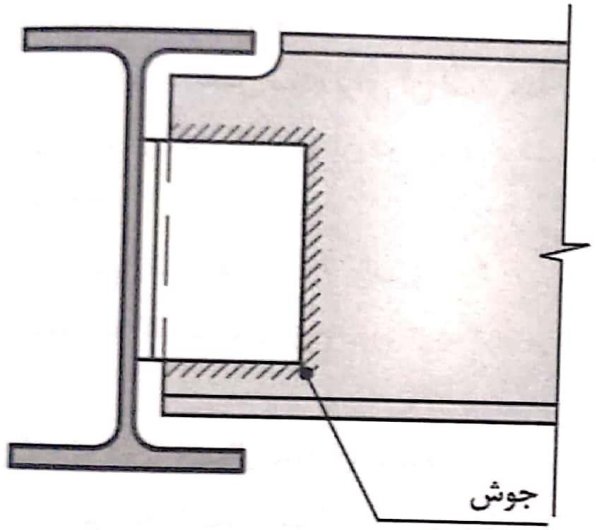

انکربولت
جوش
سخت کننده جهت
کاهش ضخامت بیس پلیت
لچکی
بیس پلیت

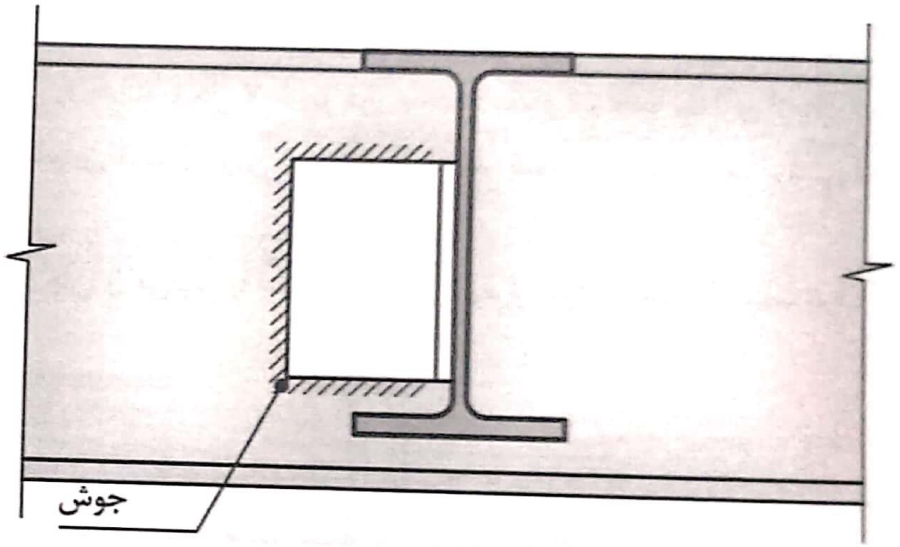


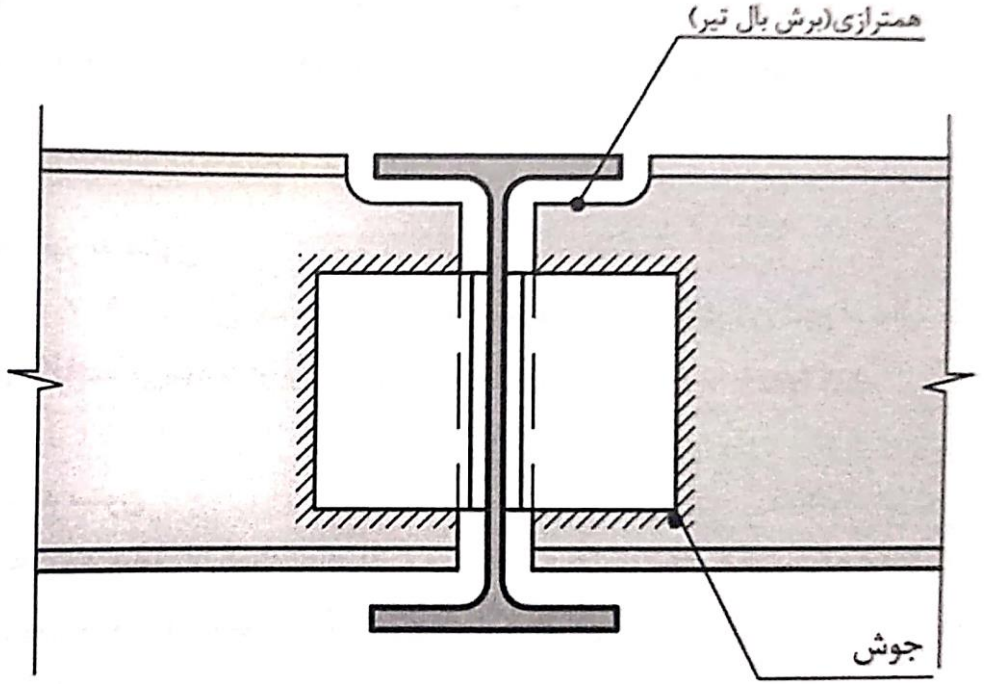
به منظور حفاظت از اتصالات پای ستون، بهتر است بعد از کامل شدن اتصالات، اطراف کف ستون با بتن پر شود.

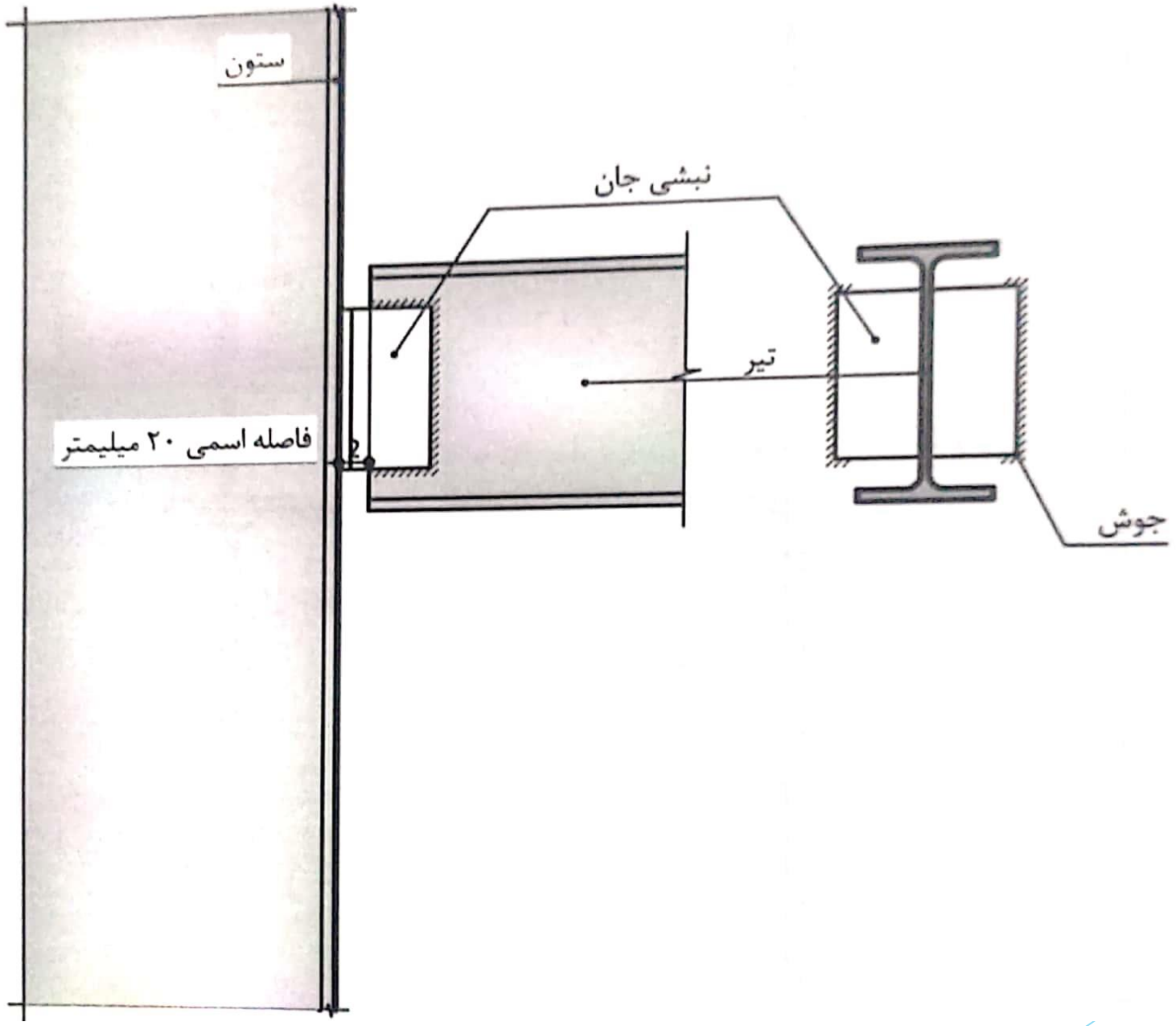


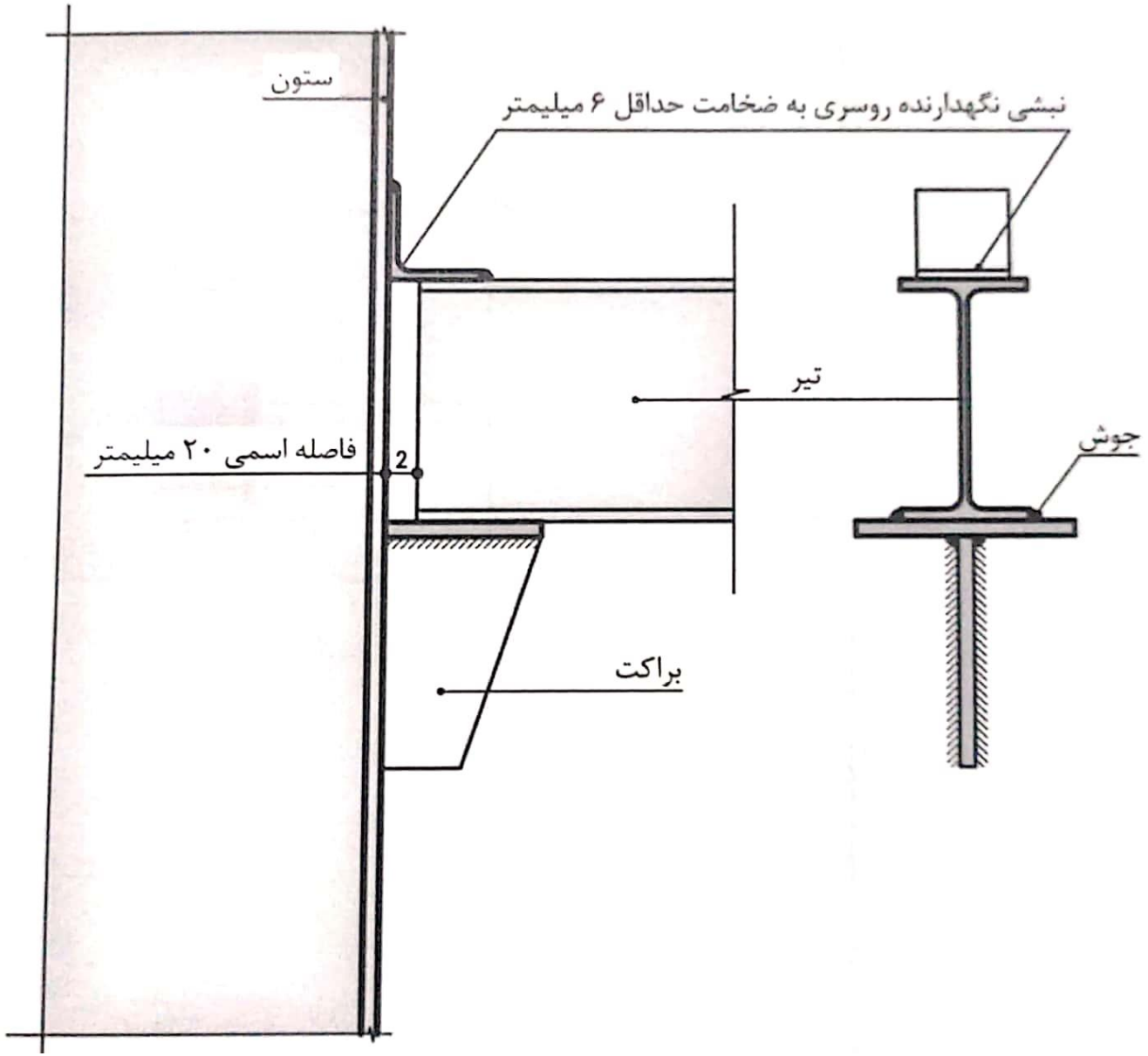

ستون
نبشی نگهدارنده روسری به ضخامت حداقل ۶ میلیمتر
تیر
نبشی جان
به جای نبشی روسری
جوش
فاصله اسمی ۲۰ میلیمتر
2
ضخامت نبشی نشیمن
باتوجه به تنش خمشی
در مقطع بحرانی تعیین می‌شود
عرض نبشی نشیمن که به وسیله طول لازم
برای جلوگیری ازلهیدگی وتسلیم موضعی بین بال وجان تعیین می‌گردد

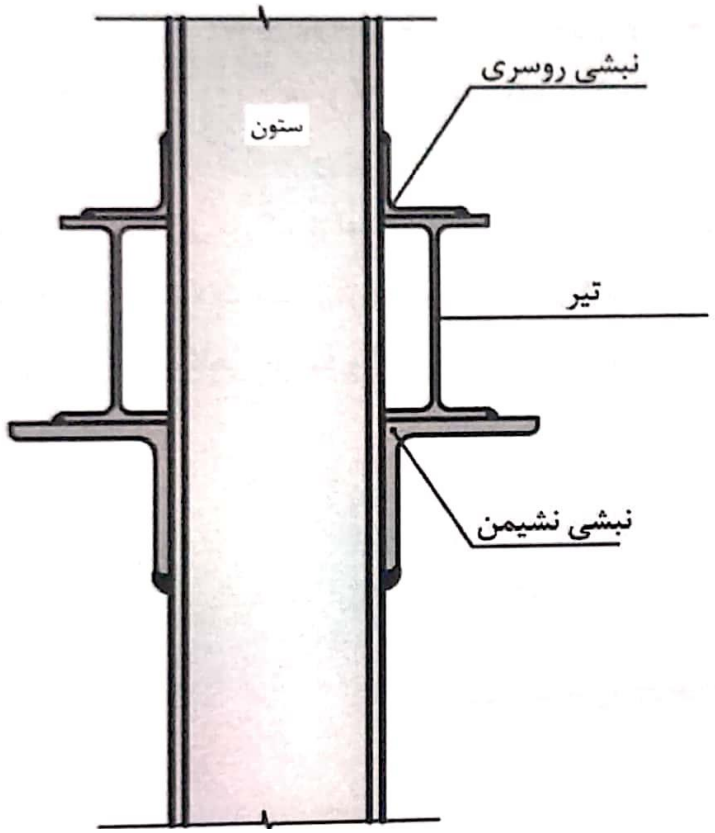

جوش

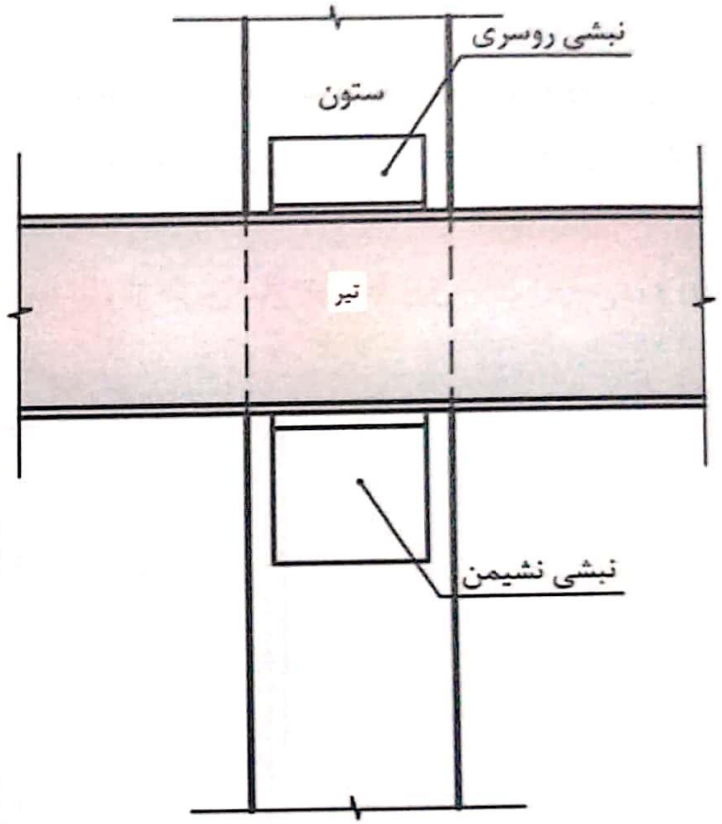

جوش

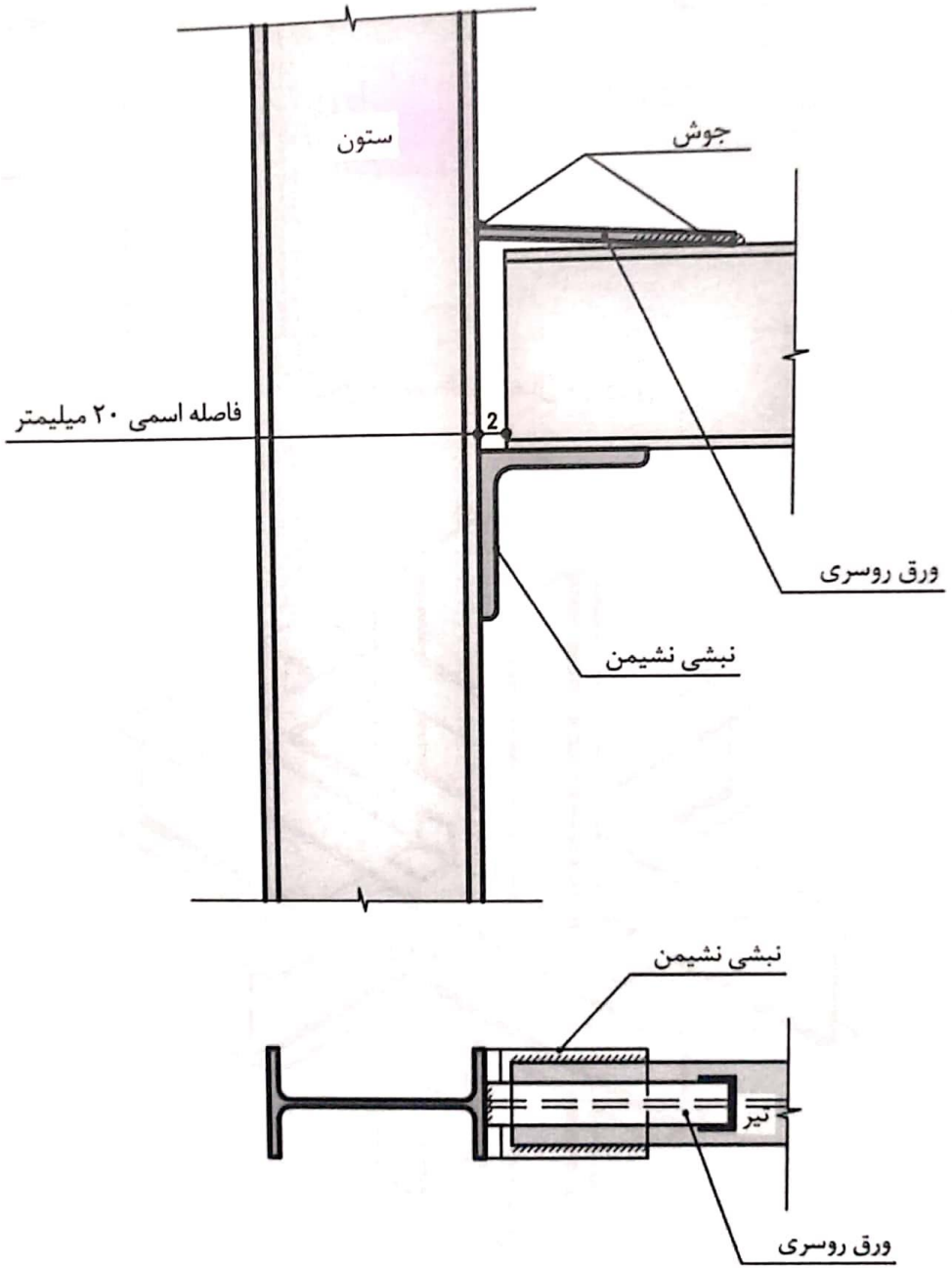

همترازی(برش بال تیر)
جوش

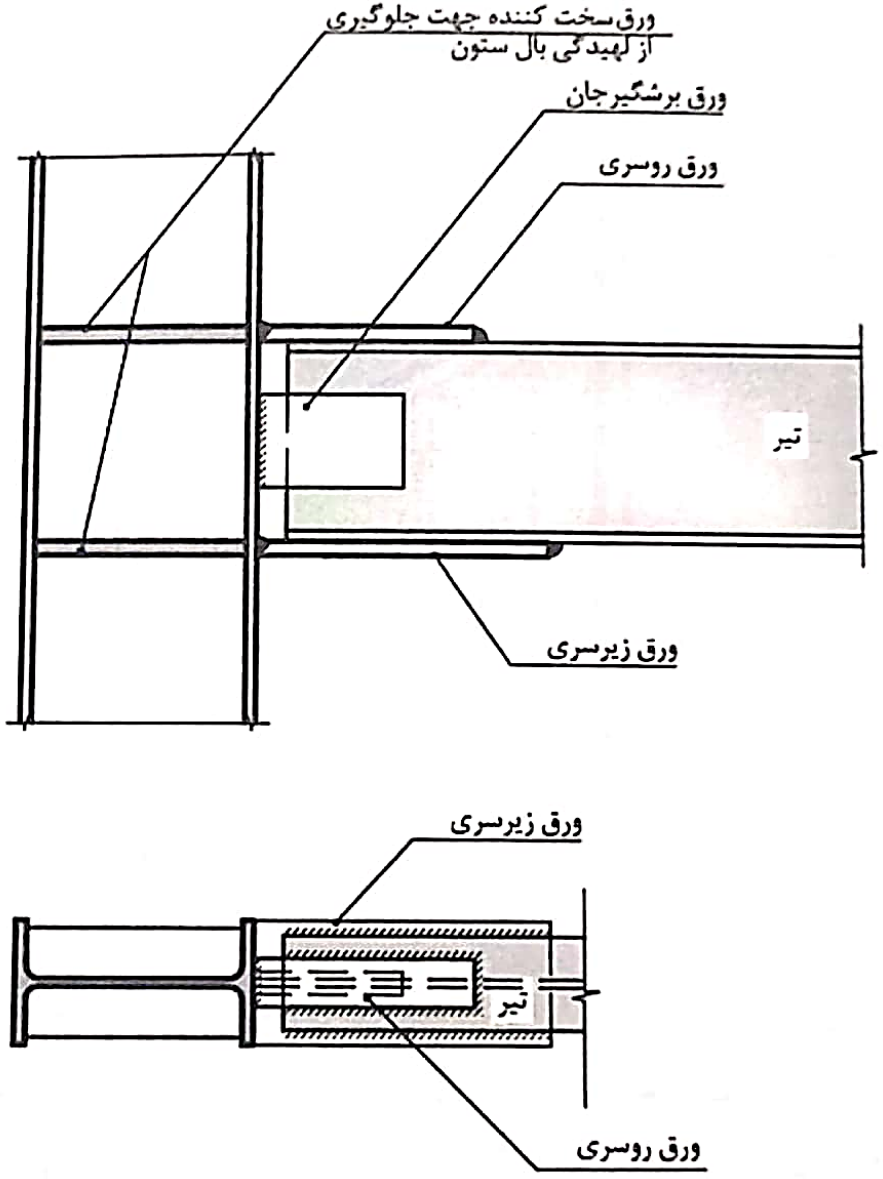

ستون
نبشی جان
تیر
فاصله اسمی ۲۰ میلیمتر
جوش

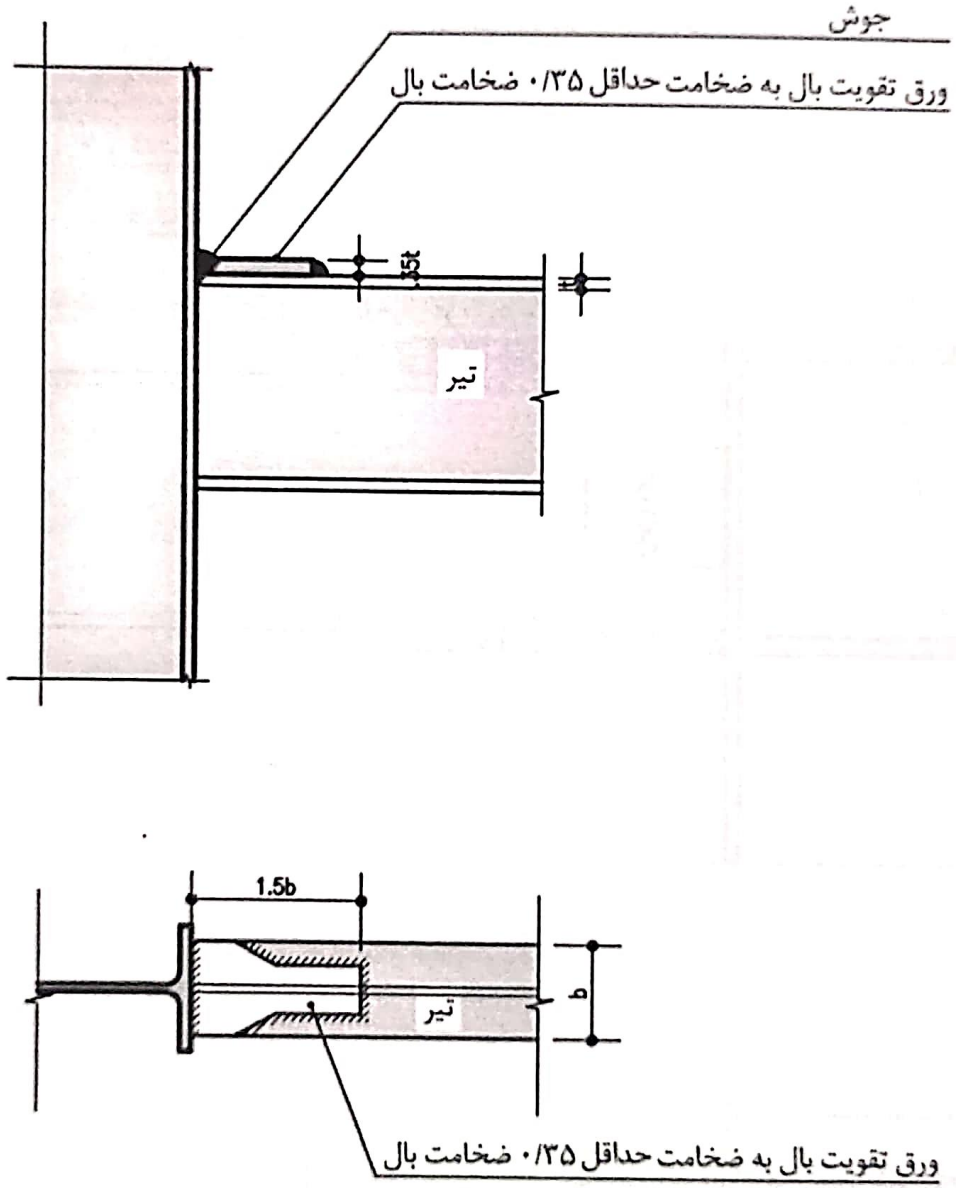

ستون
نبشی نگهدارنده روسری به ضخامت حداقل ۶ میلیمتر
تیر
جوش
فاصله اسمی ۲۰ میلیمتر
2
براکت

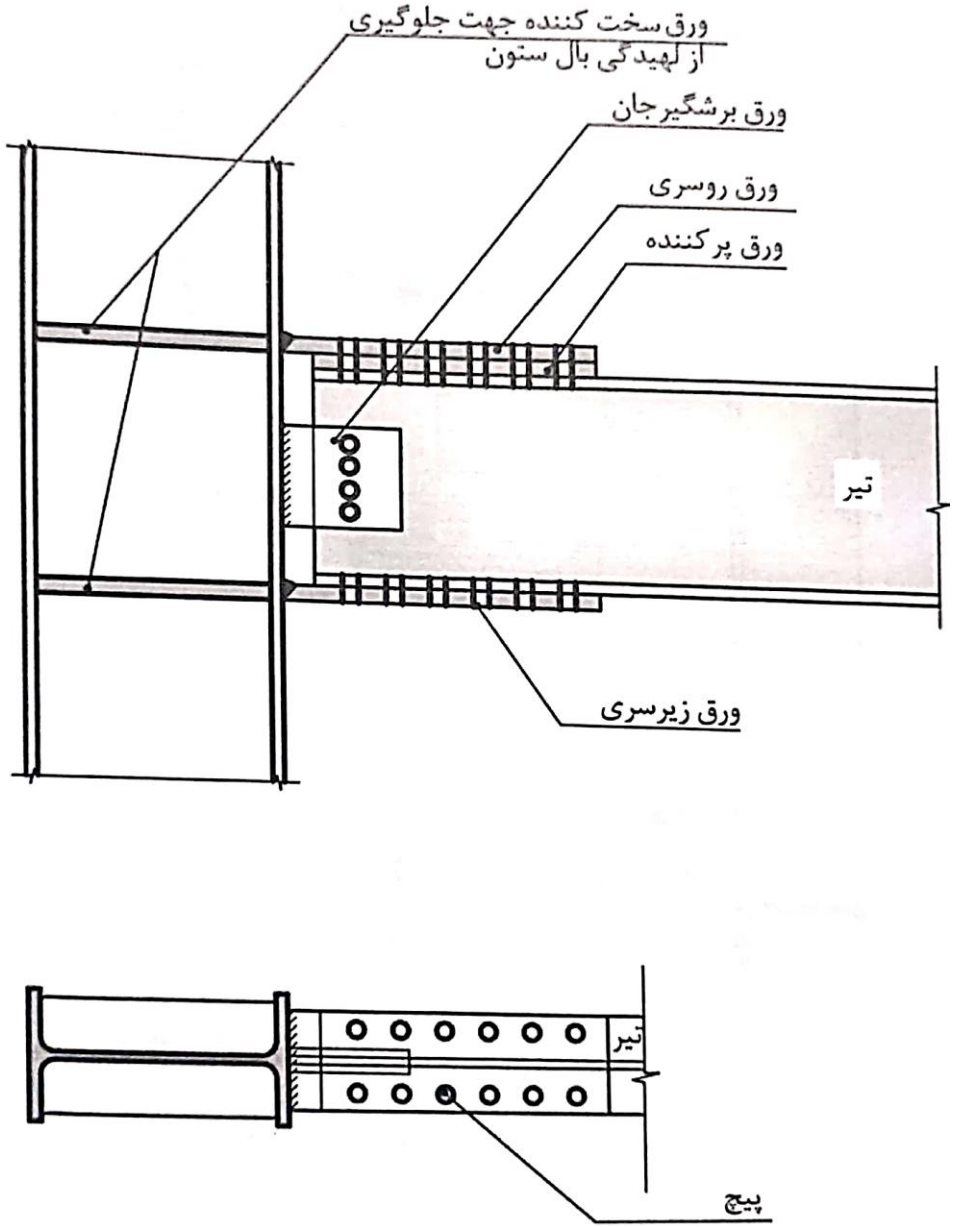

ستون
نبشی روسری
تیر
نبشی نشیمن

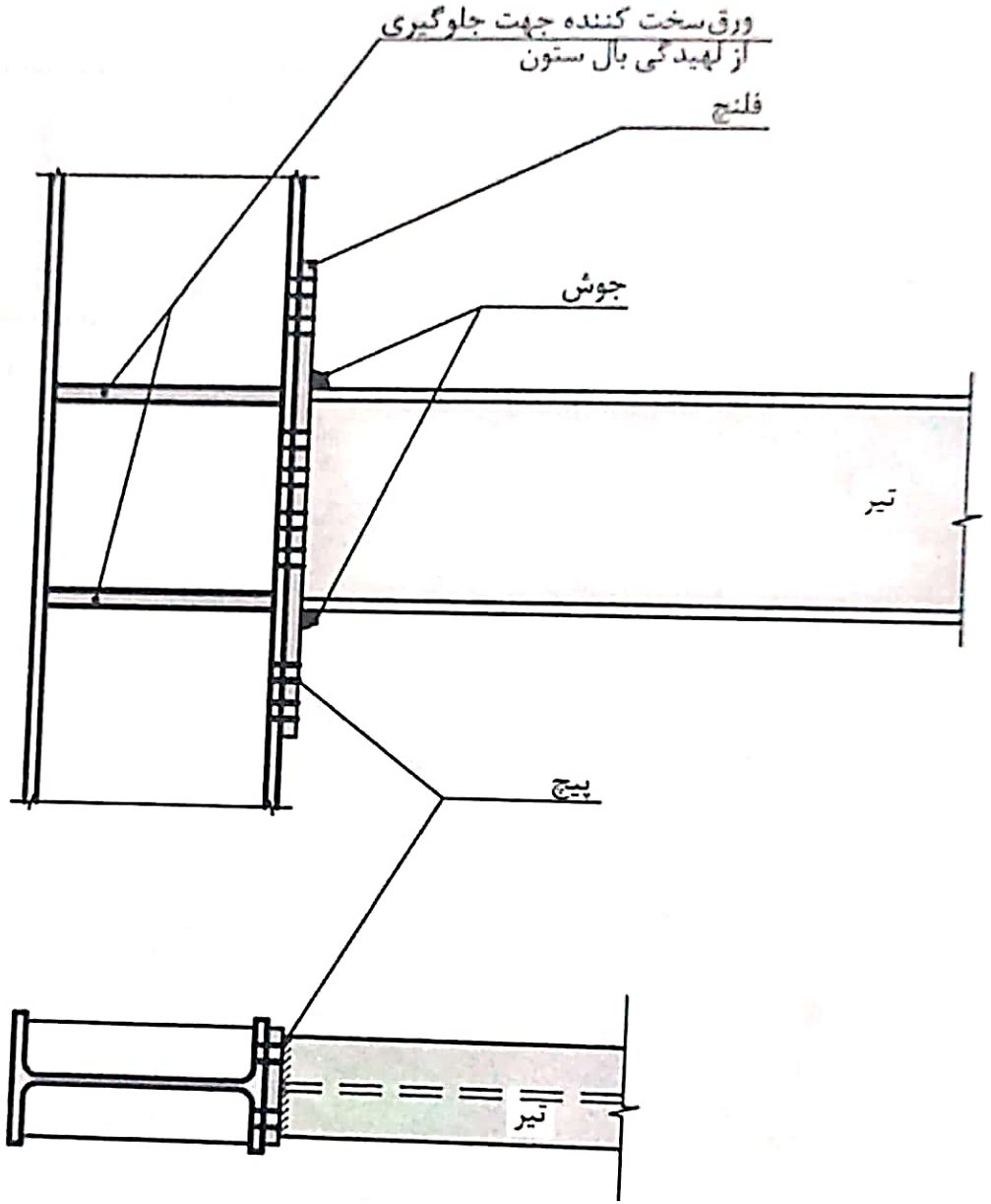

نبشی روسری
ستون
تیر
نبشی نشیمن

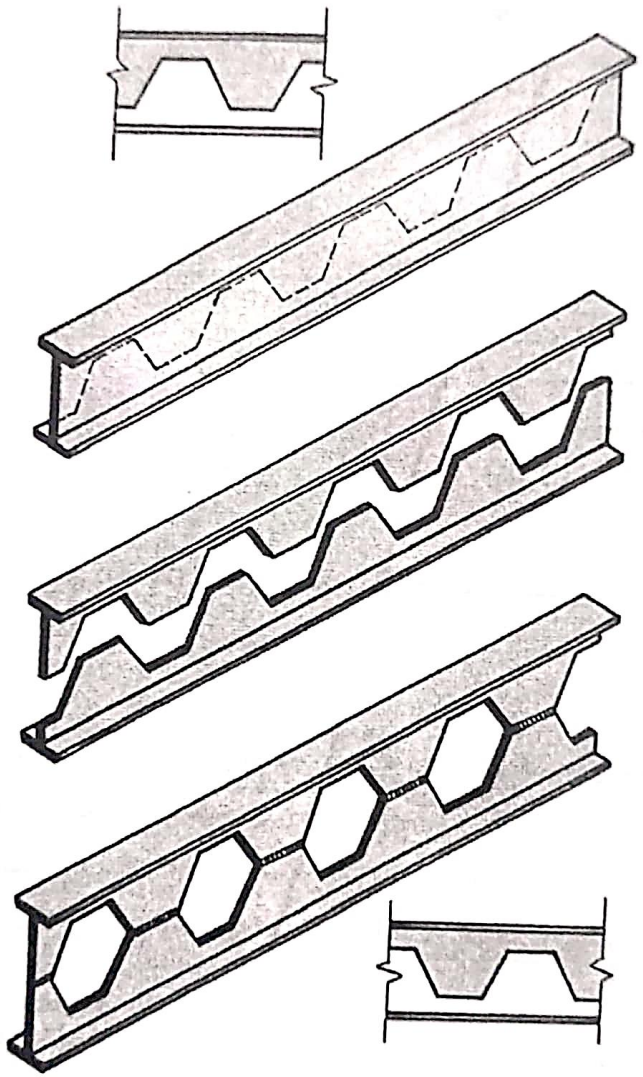

ستون
جوش
فاصله اسمی ۲۰ میلیمتر
2
ورق روسری
نبشی نشیمن
نبشی نشیمن
تیر
ورق روسری

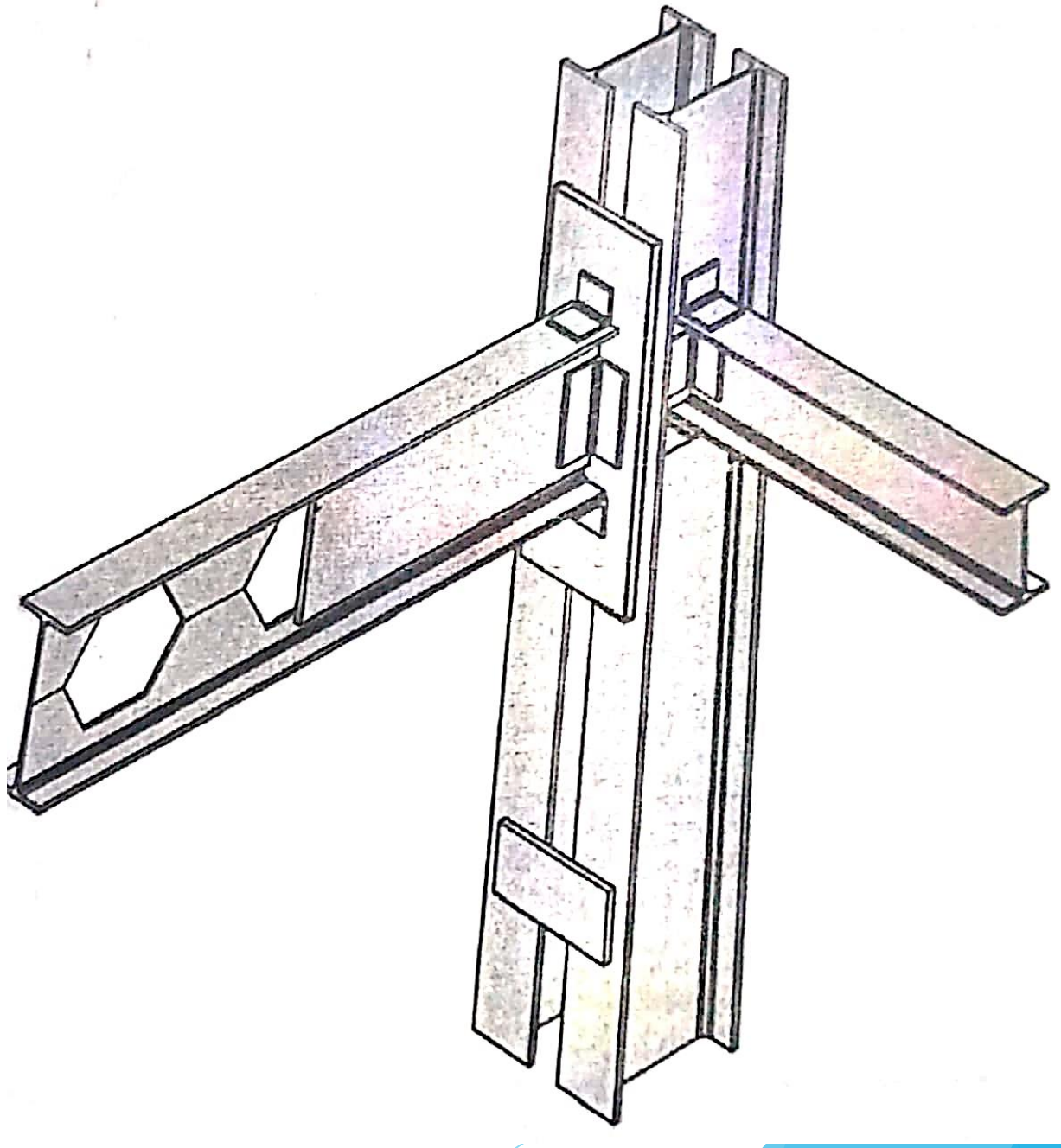

ورق سخت کننده جهت جلوگیری
از لهیدگی بال ستون
ورق برشگیرجان
ورق روسری
تیر
ورق زیرسری
ورق زیرسری
تیر
ورق روسری

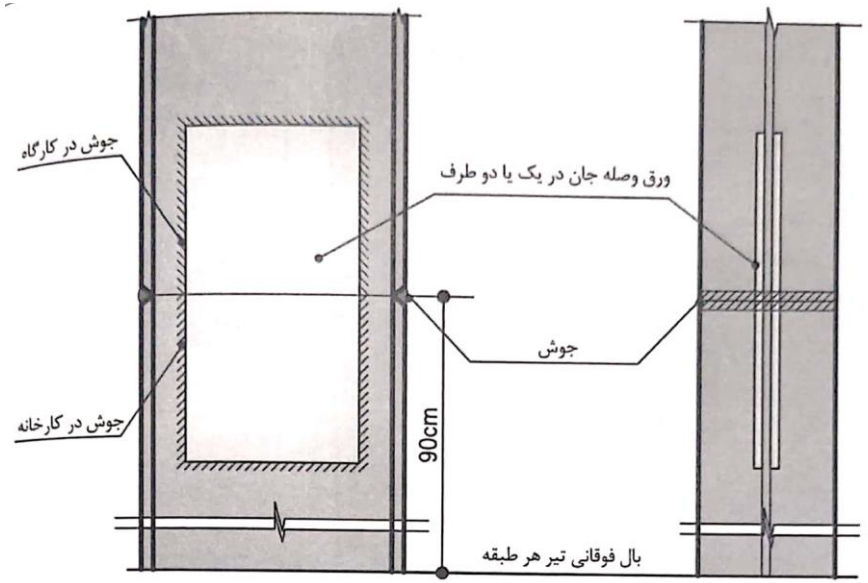

جوش
ورق تقویت بال به ضخامت حداقل ۰/۳۵ ضخامت بال
تیر
1.5b
تیر
ورق تقویت بال به ضخامت حداقل ۰/۳۵ ضخامت بال


ورق سخت کننده جهت جلوگیری
از لهیدگی بال ستون
ورق برشگیرجان
ورق روسری
ورق پرکننده
تیر
ورق زیرسری
تیر
پیچ

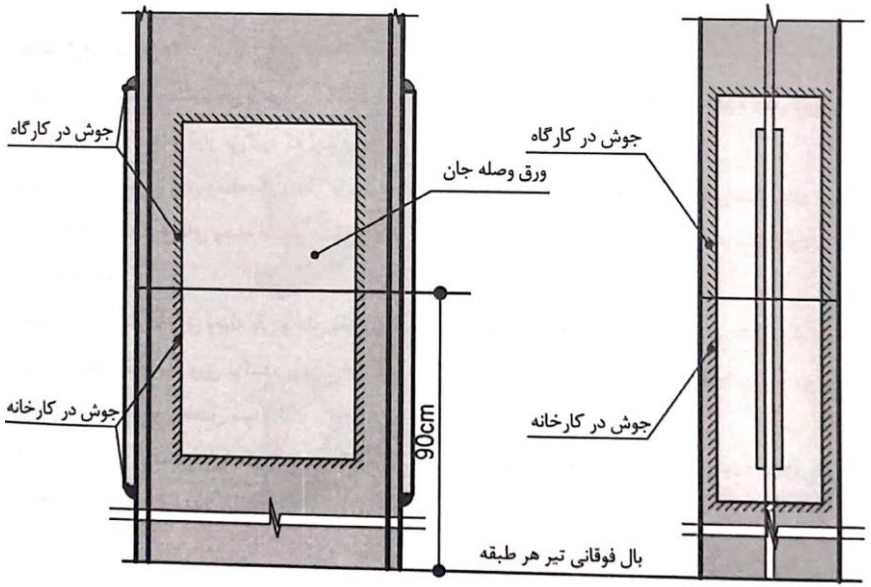

ورق سخت کننده جهت جلوگیری
از لهیدگی بال ستون
فلنج
جوش
تیر
پیچ
تیر

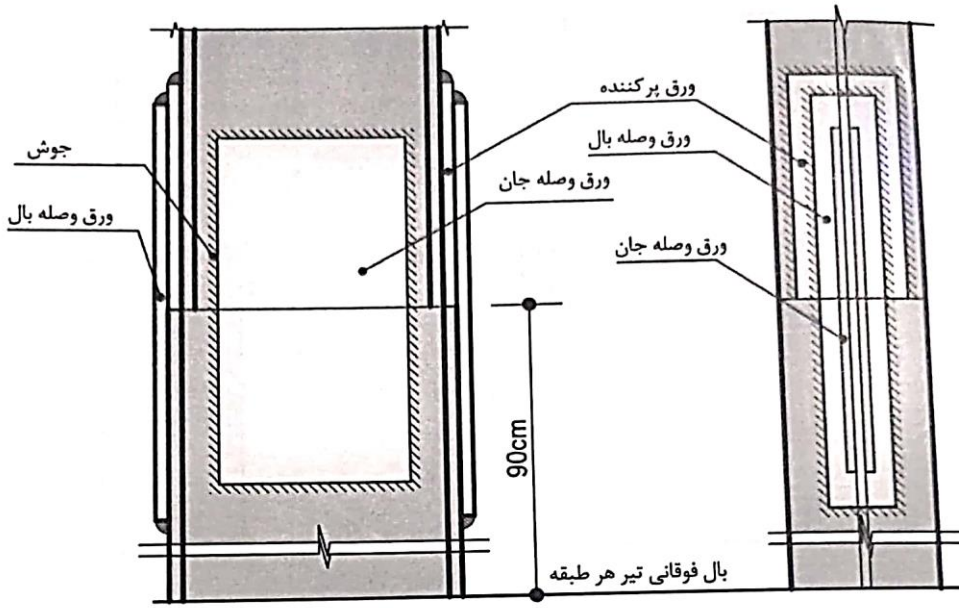




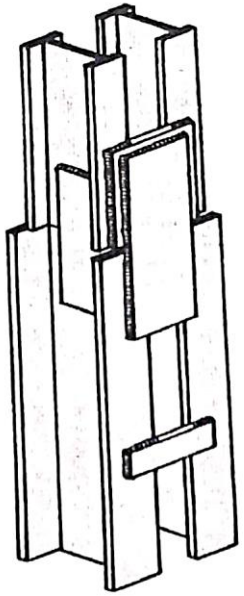


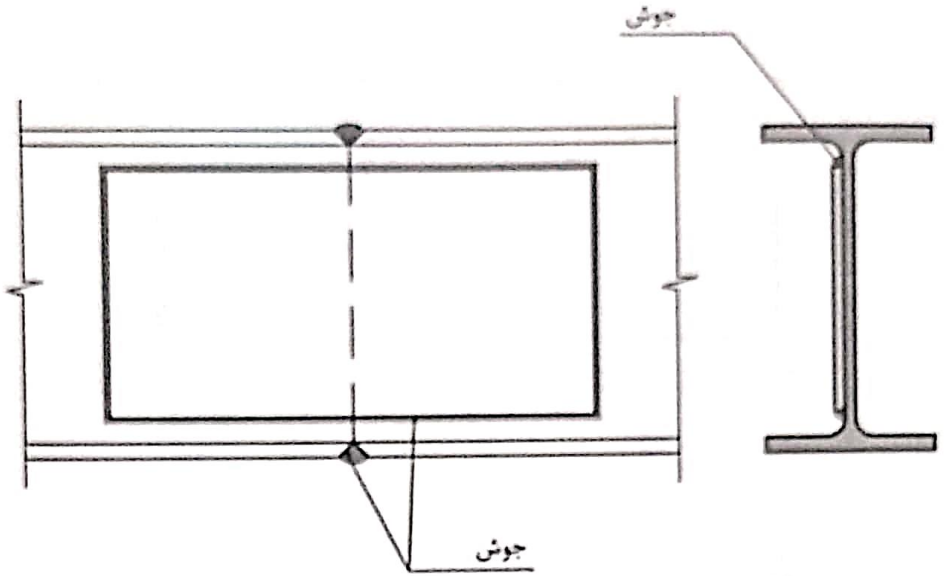
شکل (۷-۱۵) اتصال ستون با جوش لب به لب بال و ورق اتصال در جان



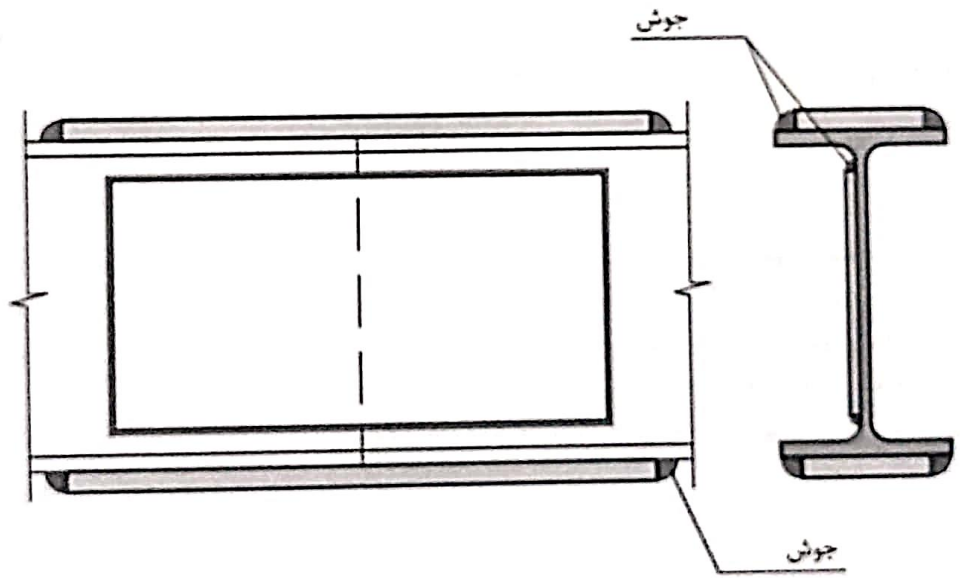


شکل (۷–۱۷ –الف) اتصال ستون با ورق وصله بال و جان و ورق پرکننده





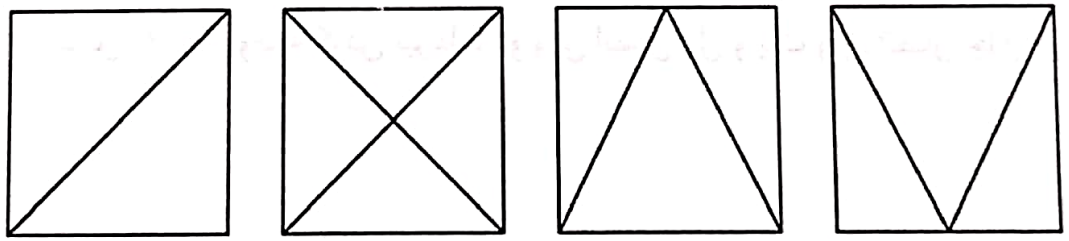
شکل (۷-۱۹) وصله کردن تیرها با اتصال لب به لب بال و ورق وصله جان



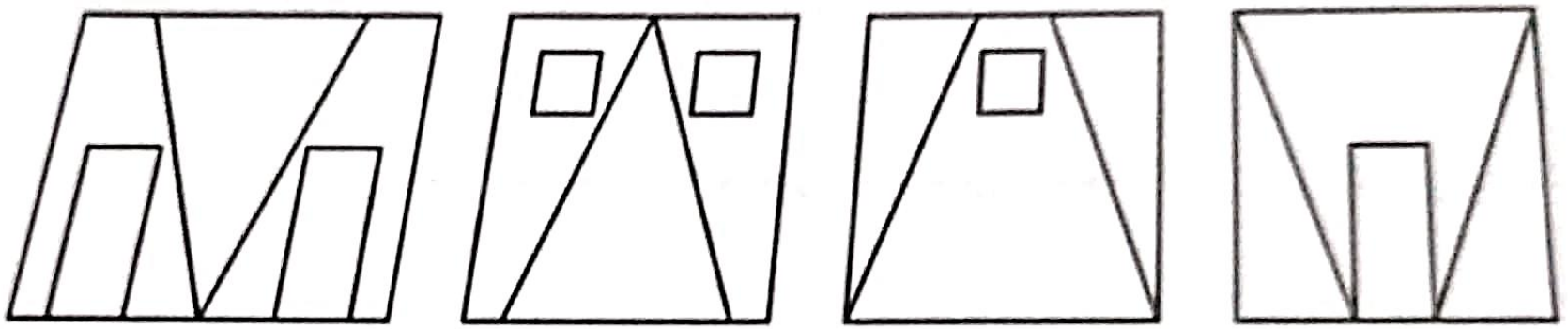
۷-۱۰ بادبند

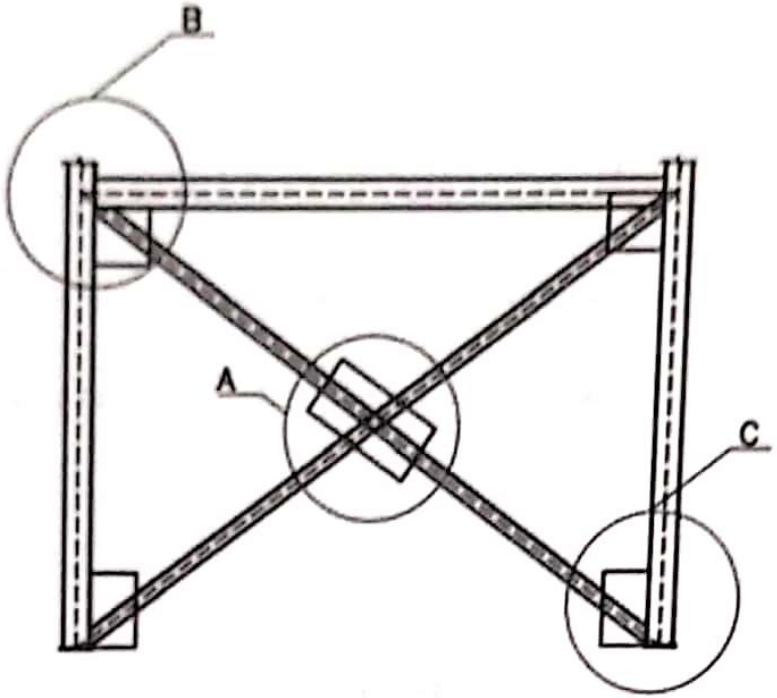
اتصالات تیرها به ستون‌ها در قاب‌های فولادی اسکلتی چند طبقه معمولاً اتصال صلب کافی جهت مقاومت در برابر نیروهای جانبی قابل توجه باد که موجب یکبر شدن قاب می‌شوند، ایجاد نمی‌کنند. کلمه یکبر شدن برای توصیف تمایل اسکلت به تابیدگی در زیر فشار نیروهای جانبی به کار می‌رود که سبب می‌شوند اتصالات قائم‌الزاویه در جهت مخالف نیروی وارده جمع شوند. برای مقاومت در برابر تمایل به یکبر شدگی ناشی از نیروهای بسیار قابل توجه باد بر روی ساختمان‌های چند طبقه، باید برای حفظ اتصالات قائم‌الزاویه اعضاء، در بین آنها از یک سیستم مهاربندی استفاده کرد. سیستم مهاربندی مورد استفاده به صلبیت اتصالات، میزان در معرض بودن، ارتفاع، شکل و ساخت بنا بستگی دارد.

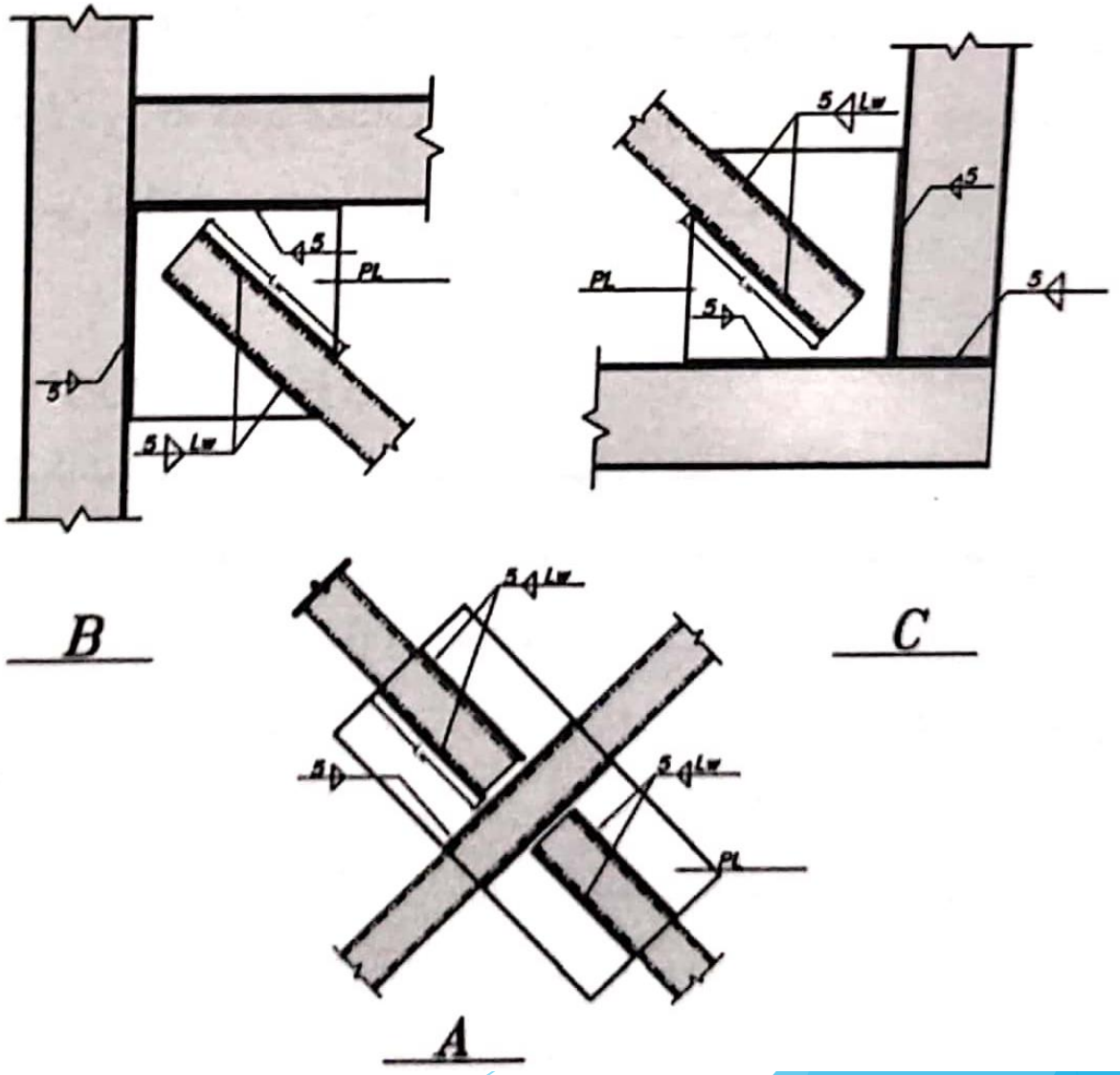
پربازده‌ترین و در عین حال مزاحم‌ترین نوع مهاربندی آنهایی هستند که تشکیل یک خرپای مثلثی کامل را می‌دهند. این مهاربندی‌ها مطابق شکل ۷-۲۲ شامل انواع یک قطری، دوقطری، شکل هفت و شکل هشت هستند.



بادبند قطری　　بادبند ضربدری　　بادبند شکل هشت　　بادبند شکل هفت




B
A
C


5
Pl
5
5 Lw
B
5 Lw
5
5
Pl
5
C
5 Lw
5
5 Lw
Pl
A