



روش های اجرایی ساختمان

اجرای سازه های فولادی

مدرس: دکتر محمد رضا میرجلیلی

دانشگاه یزد - نیم سال دوم ۹۷-۹۸

(توضیح: مطالب این جزوه در حد اختصار بوده و توضیحات تکمیلی در کلاس درس ارائه خواهد شد)

مطالب این درنامه از کتاب فن آوری ساختمان های فلزی (فنی حرفه ای) گرفته شده است.



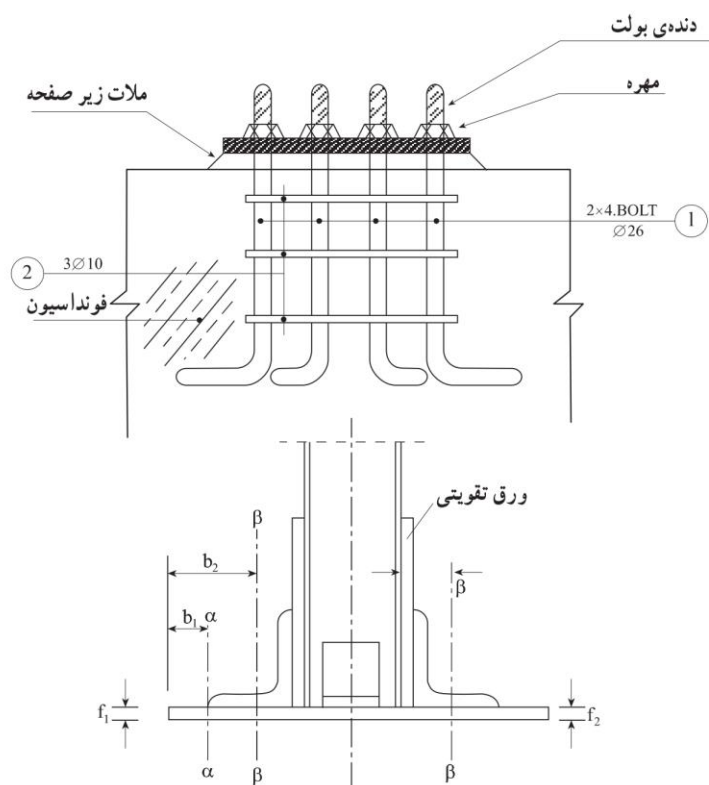


صفحه کف ستون

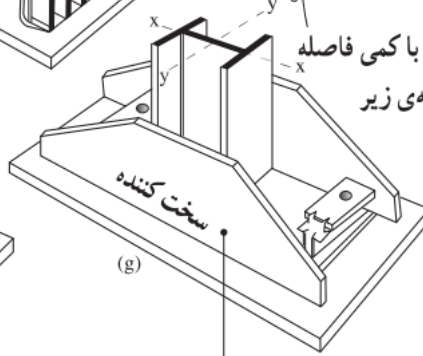
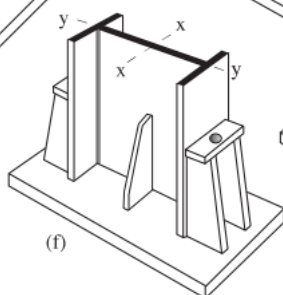
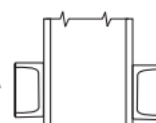
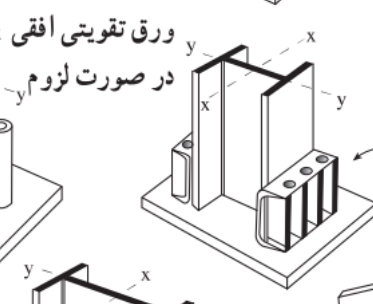
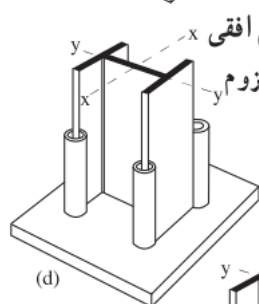
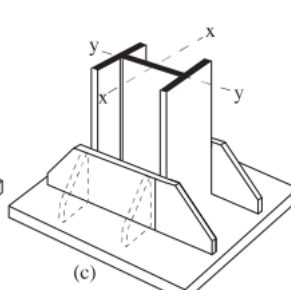
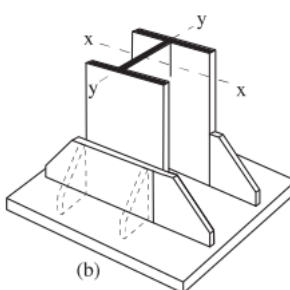
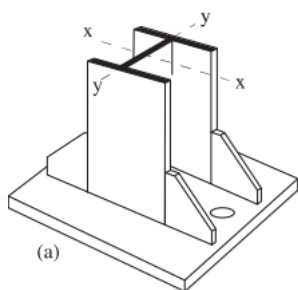
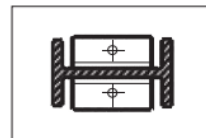
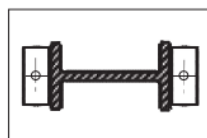
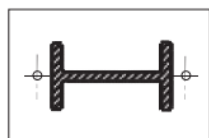
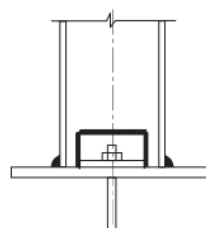
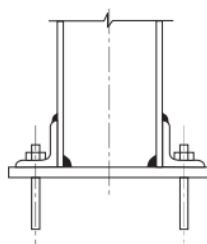
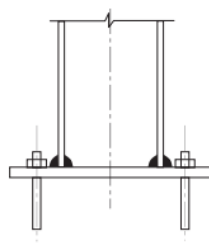
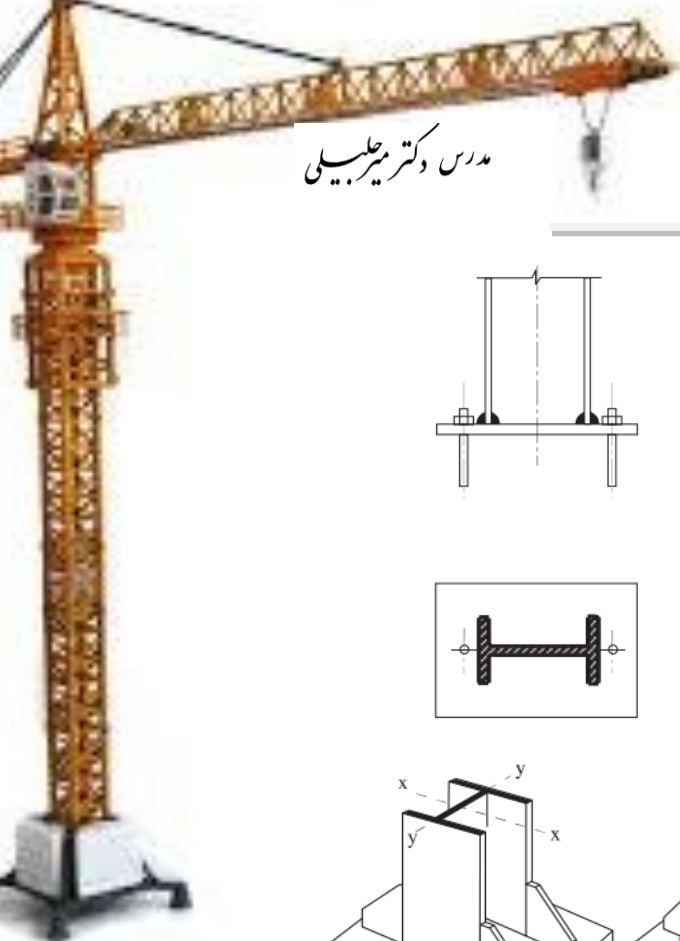
با توجه به این که ستون فولادی، به علت مقاومت بسیار زیاد، تنش های بزرگی را تحمل می کند ولی بتن قابلیت تحمل این تنش ها را ندارد؛ صفحه ی کف ستون واسطه ای است که ضمن افزایش سطح تماس ستون با پی، سبب می گردد توزیع نیروهای ستون به حد قابل تحملی برای بتن برسد.



شکل ۱-۲ استقرار صفحه ی کف ستون (Baseplate) در فونداسیون گسترده

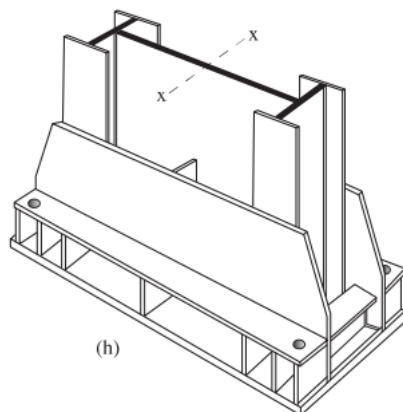


شکل ۲-۲ نمای صفحه ی کف ستون و پیچ های مهارتی (Anchor Bolt)



ناودانی با کمی فاصله
از صفحه ی زیر

سخت کننده





۲-۳- روش نصب پیچ های مهاري

نصب پیچ های مهاري در موقع بتن ریزی پی و یا پس از آن انجام می گیرد.

روش اول: ابتدا به وسیله ی صفحه ای نازک مشابه با ورق کف ستون، که «شابلن» یا الگو نامیده می شود، قسمت فوقانی و تحتانی بولت ها را به وسیله ی نشی به یکدیگر می بندند تا مجموعه ثابتی به دست آید؛ آن گاه محورهای طولی و عرضی صفحه ی الگو را با مداد رنگی (گچ و یا رنگ) مشخص می کنند؛ سپس به وسیله ی ریسمان کار یا دستگاه تئودولیت با میخ های کنترل محور کلی فونداسیون را در جهت های طولی و عرضی به دست می آورند و به کمک شخصی با تجربه در موقعیت مناسب آن قرار می دهند. (محور طولی و عرضی صفحه ی شابلن بر محور طولی و عرضی کلی فونداسیون ها منطبق می شود و در ارتفاع صحیح و به صورت کاملاً تراز نصب می گردد.) سپس به وسیله ی قطعات آرماتور آن را به میل گردهای شبکه ی آرماتور فونداسیون یا به صفحات فلزی که در بتن قرار داده اند جوش می کنند؛ به گونه ای که در هنگام بتن ریزی، صفحه از جای خود حرکتی نداشته باشد.

باید توجه داشت که در موقع بتن ریزی، هوا در زیر صفحه ی شابلن محبوس نشود. برای این منظور، معمولاً سوراخ بزرگی در وسط شابلن تعبیه می کنند که وقتی بتن از اطراف زیر صفحه را پر می کند، هوا از راه سوراخ خارج گردد و با بیرون زدن بتن از وسط صفحه، از پر شدن کامل زیر آن اطمینان حاصل شود.

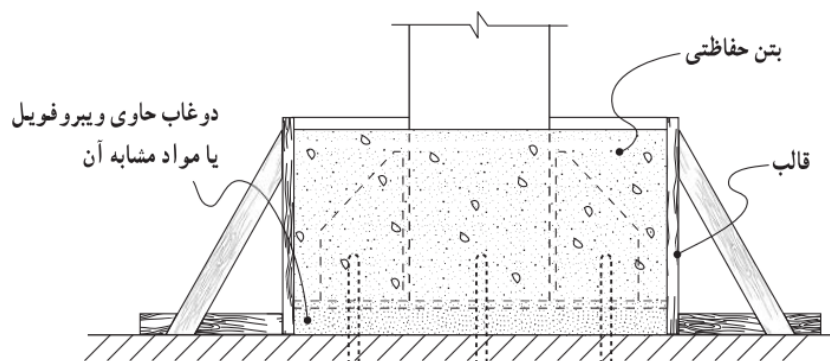
روش دوم: صفحه ی کف ستون، پیش از بتن ریزی پی، به طور دقیق در محل خود قرار می گیرد و به وسیله ی آن بولت ها در جای خود ثابت می شوند. پس از بتن ریزی، صفحه را از جای خود خارج می کنند و در کارگاه به طور مستقیم به پای ستون متصل می نمایند و پس از نصب ستون به همراه صفحه، مهره ها را محکم می بندند. در این حالت هر صفحه ای باید کاملاً علامت گذاری شود تا هنگام نصب اشتباهی رخ ندهد.

روش سوم: صفحه را قدری بالاتر از محل اصلی خود نگه می دارند تا محل میله های مهار به طور دقیق تعیین شود، سپس میله ی مهارها را ثابت می کنند و عمل بتن ریزی را در حالی که صفحه هنوز در جای خود ثابت است، انجام می دهند. پس از پایان یافتن بتن ریزی، صفحه را در تراز مورد نظر نگه می دارند. این عمل را می توان به وسیله ی مهره های فولادی در زیر صفحه ای که میله ی مهارها از درون آن ها عبور کرده اند - با پیچاندن و تنظیم آن ها تا تراز لازم - انجام داد. سپس فاصله های بین صفحه ی کف ستون و روی بتن پی با ملات ماسه ی شسته و سیمان به نسبت یک حجم سیمان به دو حجم ماسه شسته کاملاً پر می گردد.



۲-۴- محافظت کف ستون ها و پیچ های مهاري

کف ستون ها از جمله قطعات ساختمانی هستند که اغلب در معرض اثر شدید رطوبت قرار دارند و باید به نحو مطلوب حفاظت شوند. در ساختمان های معمولی و به طور کلی در ساختمان هایی که پس از پایان یافتن کار اسکلت فولادی دیگر نیازی به بازدید یا تنظیم کف ستون ها نیست، اطراف کف ستون را با بتن پر می کنند و در صورتی که قبل از بتن ریزی سطوح فولادی خوب تمیز شده و گِل جوش برداشته شده باشد، بتن به فولاد می چسبد و آن را کاملاً حفظ می کند (شکل ۲-۱۲). در بعضی دیگر از ساختمان ها، کف ستون ها را نیز نظیر سایر قطعات به وسیله ی رنگ محافظت می کنند. در ساختمان های صنعتی که امکان باز کردن و نصب مجدد آن ها وجود دارد، با مواد قیری مخلوط با ماسه ی نرم از کف ستون ها حفاظت می شود. همچنین برای تمیز ماندن رزوه ی پیچ های مهاري و دوری از آسیب دیدگی باید قبل از بتن ریزی فونداسیون، قسمت رزوه ها به وسیله ی پلاستیک یا گونی با سیم مناسب بسته شود و پوشش مناسب صورت گیرد (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۲- حفاظت کف ستون ها و پیچ های مهاري توسط بتن

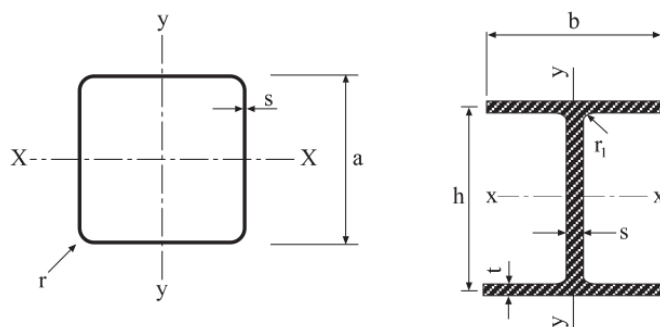


دانشگاه شاهرود

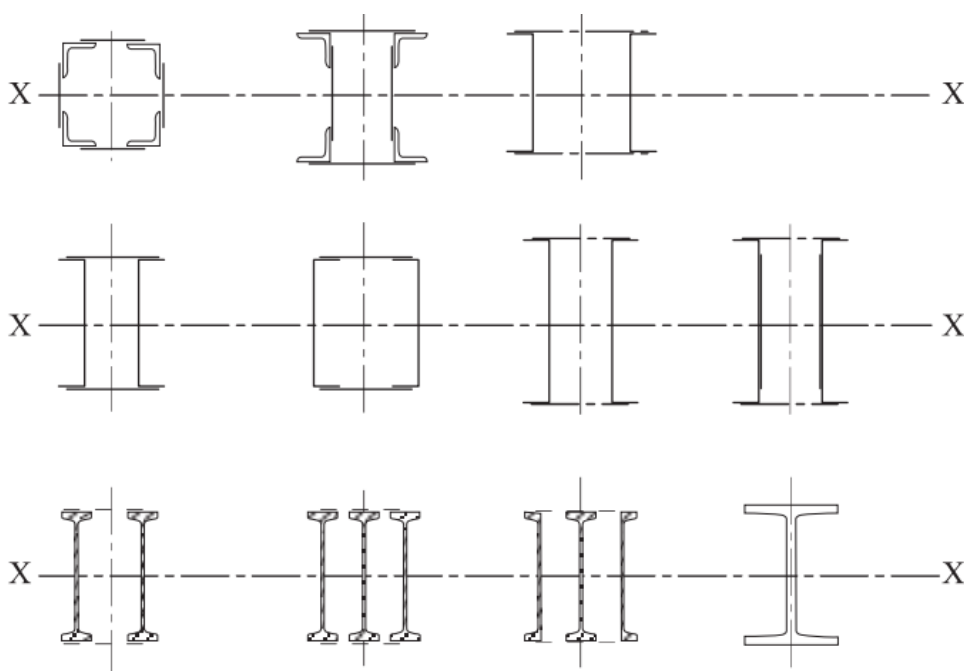
نام درس: روش های اجرایی ساختمان
موضوع جلسه: اجرای سازه های فولادی

مدرس دکتر میرعلایی

ستون و جزییات اجرایی آن



شکل ۳-۳- نیم رخ های نوردد شده



شکل ۳-۴- نیم رخ های مرکب



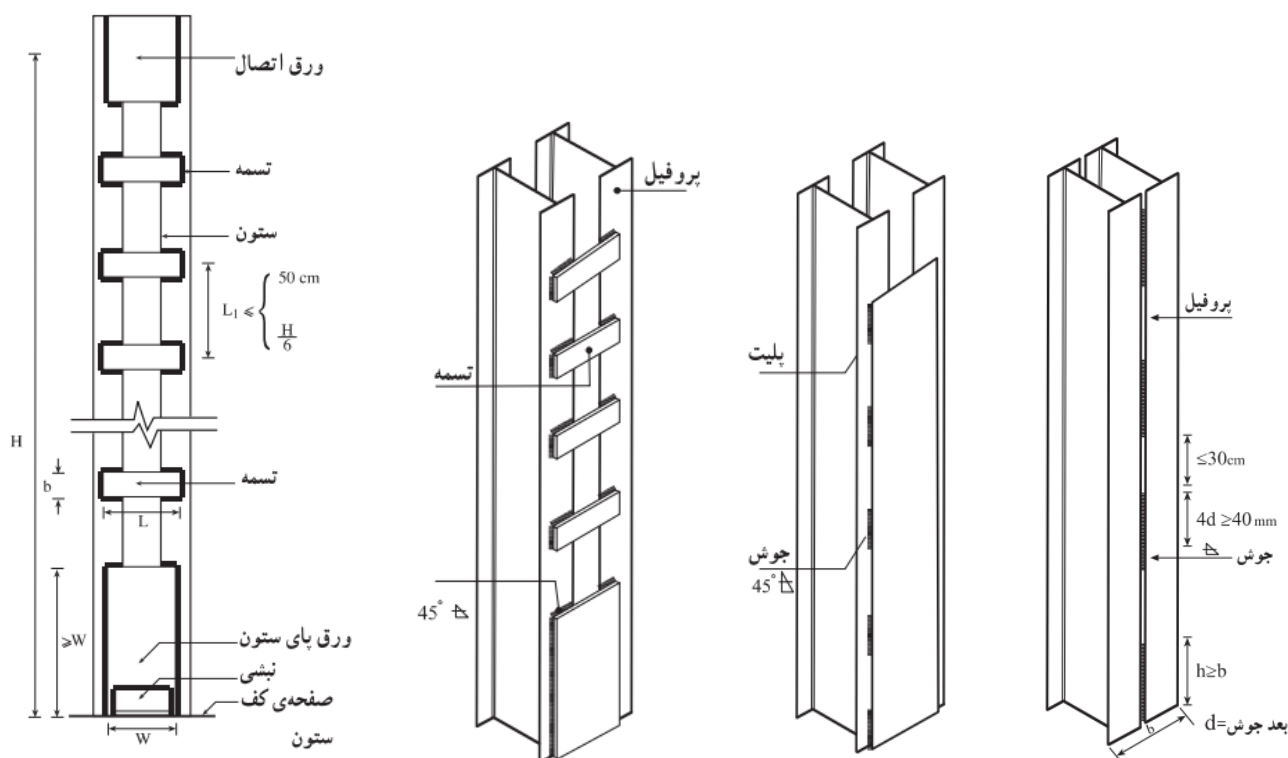
ب- ستون با مقطع جعبه ای



ج - ستون با مقطع صلیبی

ستون ها ممکن است برحسب نیاز از اتصال انواع پروفیل های مختلف ساخته شوند، که رایج ترین آن ها عبارتند از:

- (الف) اتصال دو پروفیل به یکدیگر به طریقه ی دوبله کردن،
(ب) اتصال دو پروفیل با یک ورق سرتاسری روی بال ها،
(ج) اتصال دو پروفیل با قیدهای موازی و یا مورّب (ستون مشبک).



**۱-۱- چگونگی ساخت ستون (مقاطع مرکب) در سازه های فلزی**

ستون ها در سازه های فلزی ممکن است بر حسب نیاز با ترکیب و اتصالات متنوع از انواع پروفیل های مختلف ساخته شوند. اما رایجترین اتصال برای ساخت ستون ها سه نوع است:

۱-۱-۱- اتصال دو پروفیل به یکدیگر به طریقۀ دوبله کردن:

ابتدا دو تیر آهن را در کنار یکدیگر و بر روی سطح صاف به هم چسبیده گردند سپس دو سر و وسط ستون را جوش داده و ستون برگردانده شده و مانند قبل جوشکاری صورت می گیرد آن گاه ستون معکوس و در قسمت وسط، جوشکاری می شود. همین کار را در سوی دیگر ستون انجام می دهند و به ترتیب جوشکاری ادامه می یابد تا جوش مورد نیاز ستون تامین گردد. این شیوه جوشکاری برای جلوگیری از پیچش ستون در اثر حرارت زیاد جوشکاری ممتد می باشد.

۱-۱-۲- اتصال دو پروفیل با یک ورق سراسری روی بالها:

در مقاطع مرکبی که ورق اتصال بر روی دو نیمرخ متصل می شود تا مقاطع مرکب تشکیل بدهد. فاصله جوشهای مقطع (غیر ممتد) که ورق را به نیمرخها متصل می کند نباید از ۳۰ سانتیمتر بیشتر شود. اندازه حداکثر فاصله یادشده در مورد فولاد معمولی به صورت $t/22$ که t در آن ضخامت ورق است در می آید.

۱-۱-۳- اتصال دو پروفیل با بستهای فلزی (تسمه):

متداولترین نوع ستون در ایران ستون های مرکبی است که دو تیر آهن به فاصله معین از یکدیگر قرار می گیرد و قیدهای افقی یا چپ و راست این دو نیمرخ را به هم متصل می کند. البته بستهای چپ و راست که شکلهای مثلی را به وجود می آورند دارای مقاومت بهتری نسبت به قیدهای موازی می باشند.

ه) در محل اتصال تیر یا پل به ستون لازم است قبلاً ورق تقویتی به ابعاد کافی روی بالهای ستون جوش شده باشد.

۱-۲- اتصال ستون به کف ستون

برای استقرار ستون هنگام محاسبه ابعاد کف ستون ها باید حداقل فاصله میله مهاري از لبه کف ستون و محل جاگذاری نبشی با ضخامت جوش لازم برای نگه داشتن ستون، همچنین ضخامت پلित انتهایی ستون و ابعاد ستون را با دقت بررسی کرد سپس با توجه به موارد یاد شده، به نصب نبشی و استقرار ستون به این صورت اقدام نمود.

بر روی بیس پلित ها محل کف ستون و محل آکس را کنترل می کنیم. سپس نبشیهای اتصال را به صورت عمود برهم بر روی بیس پلित جوش داده آنگاه ستون را مستقر و اقدام به نصب دگر نبشیهای لازم کرده و آنها را به بیس پلित جوش می دهیم.

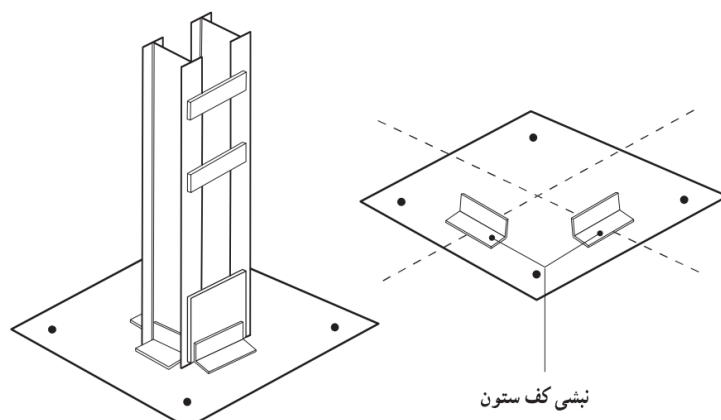
از مزایای عمود برهم بودن دو نبشی روی بیس پلित علاوه بر سرعت عمل و استقرار بهتر به علت تماس مستقیم ستون به بال نبشی، اتصال جوشکاری به گونه ای درست تر و اصولی تر صورت می گیرد.



روشن است که قبل از جوشکاری باید ستون ها را هم محور و قائم نموده و عمود بودن در دو جهت کنترل گردد.

پس از نصب ستون ها با توجه به ارتفاع ستون و آزاد بودن سر ستون ممکن است تا زمان نصب پلها ستون ها در اثر شدت باد و وزن خود حرکت هایی داشته باشند که احتمالا تاثیر نا مطلوب و ایجاد ضعف در جوشکاری و اتصالات کف ستون ها خواهد داشت.

به این سبب، باید پس از نصب، فوراً به مهاربندی موقت ستون ها به وسیله میلگرد یا نبشی بصورت ضربدری اقدام کرد.



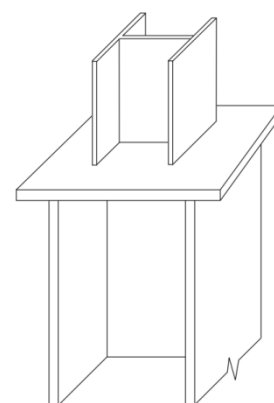
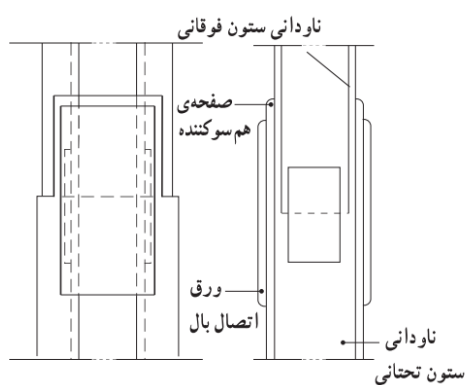
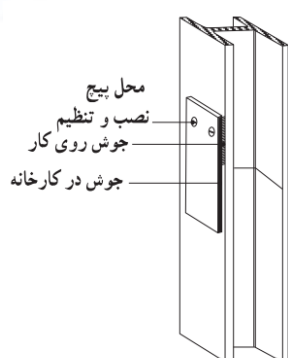
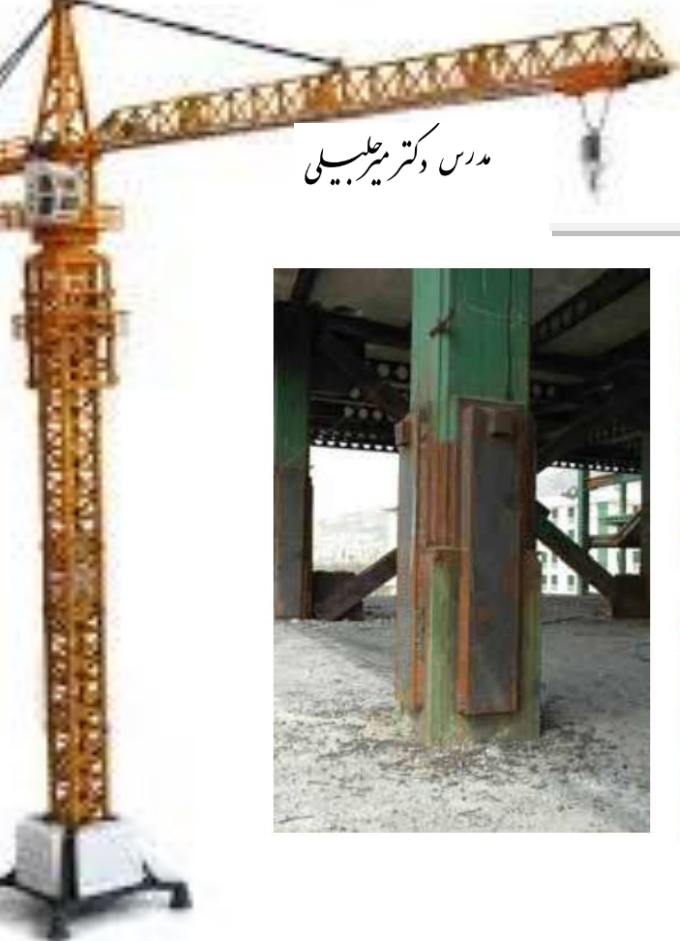
شکل ۳-۱۳- استقرار ستون بر روی کف ستون با استفاده از نبشی نصب

۳-۱- وصله ستون

سازه های فلزی را اغلب در چندین طبقه احداث می کنند طول پروفیلها برای ساخت ستون محدود است. با در نظر گرفتن بار وارده و دهانه بین ستون ها و نحوه قرار گرفتن ستون های کناری، مقاطع مختلفی برای ساخت ستون ها به دست می آید. ممکن است در هر طبقه، ابعاد مقطع ستون با طبقه دیگر تفاوت داشته باشد بنابراین، باید اتصال مقاطع با ابعاد مختلف برای طول کردن با دقت زیادی انجام شود.

محل مناسب برای وصله ستون ها به هنگام طول کردن آنها حداقل در ارتفاع ۴۵ تا ۶۰ سانتی متر بالاتر از کف هر طبقه یا یک ششم ارتفاع طبقه می باشد. این ارتفاع اندازه حداقلی است که از نظر دسترسی به محل اجرای جوش و نصب اتصالات مورد نیاز برای ادامه ستون یا اتصال بادی بند لازم است.

ابتدا سطح تماس دو ستون را به خوبی گونیا می کنند و با سنگ زدن صاف می نمایند. تا کاملاً در تماس با یکدیگر یا صفحه وصله قرار گیرد. در صورتی که پروفیل دو ستون یکسان نباشد باید اختلاف دو نمره ستون را با گذاردن صفحات لقمه (همسو کننده) بر ستون فوقانی را پر نمود سپس صفحه وصله را نصب کرد و جوش لازم را انجام داد. اگر ابعاد مقطع دو نیمرخ که به یکدیگر متصل می شوند، تفاوت زیاد داشته باشند به طوری که قسمت بزرگی از سطح آن دو در تماس با یکدیگر قرار نگیرد در این صورت باید یک صفحه تقسیم فشار افقی بین دو نیمرخ به کار برد. این صفحه معمولاً باید ضخیم انتخاب شود تا بتواند بدون تغییر شکل زیاد عمل تقسیم فشار را انجام دهد.



شکل ۳-۱۶- وصله‌ی ستون با ورق انتهایی

شاه تیرها و تیرچه‌ها

۴-۱- شاه تیرها

شاه تیرها (Grider) عضوهای فولادی افقی اصلی هستند که با اتصالات لازم به ستون‌ها متصل می‌شوند و به وسیله‌ی آن‌ها بار طبقات به ستون‌ها انتقال می‌یابد. شاه تیرهای فولادی ممکن است به صورت‌های زیر به کار روند:

(الف) تیر آهن معمولی به صورت تک یا جفت؛ (شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲)

(ب) تیر آهن بال پهن،

(ج) تیر آهن معمولی با ورق تقویتی روی بال‌ها و یا بال و جان،

(د) تیر لانه‌زنبوری از تیر آهن معمولی یا تیرهای بال پهن،

(ه) تیر مرکب (Built-up Beam) از ترکیب تیر آهن معمولی با ورق، تیر آهن بال پهن با ورق

و یا ترکیب ورق‌ها، (تیر ورق (Plate Grider) همان‌طور که از اسم آن پیداست با ورق ساخته می‌شود).

(و) خرابا.



۴-۲-۲- محاسن و معایب تیر لانه زنبوری: با توجه به مثال قبل با تبدیل تیر آهن معمولی به تیر لانه زنبوری، اولاً: اساس مقطع و ممان اینرسی مقطع تیر افزایش می یابد. ثانیاً: مقاومت خمشی تیر افزوده می گردد که در نتیجه ی آن تیری با ارتفاع بیش تر، قوی تر و هم وزن تیر اصلی حاصل می شود. ثالثاً: با کم شدن نسبی وزن مصالح و تیر، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر خواهد بود. رابعاً: از فضاهای ایجاد شده (حفره ها) در جان تیر می توان لوله های تأسیساتی و برق را عبور داد (شکل ۴-۵).

در ساختن تیر لانه زنبوری که منجر به افزایش ارتفاع تیر می شود، باید ضوابط آیین نامه ای کاملاً رعایت گردد؛ در غیر این صورت، خطر خراب شدن تیر در زیر بار وارد شده حتمی است. از جمله معایب تیر لانه زنبوری، وجود حفره های آن است که نمی تواند تنش های برشی را در محل تکیه گاه تیر به ستون یا اتصال تیر آهن تودلی (تیر فرعی) به تیر لانه زنبوری تحمل کند؛ بنابراین، برای رفع این عیب، حفره های نزدیک به تکیه گاه را با ورق فولادی پوشانده و جوش کاری می کنند.



شکل ۴-۷- پر کردن حفره ها توسط ورق تقویت کننده

۴-۳- تیرهای مرکب

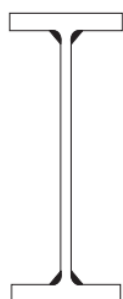
در بارهای سنگین و با دهانه ی زیاد که پروفیل استاندارد موجود در بازار کافی یا استفاده از آن اقتصادی نباشد؛ همچنین مقطع تیر لانه زنبوری که با تسمه یا ورق تقویت شده است، برای بار وارد شده و دهانه ی خمشی کافی نباشد، از تیرهای مرکب استفاده می شود. تیر مرکب در چندین حالت اجرا می گردد که سه حالت آن را در ادامه توضیح می دهیم:



الف) نیم رخ های تقویت شده: این نوع تیر مرکب، از اتصال صفحاتی به بال پروفیل های رایج ساخته می شود (شکل ۴-۱۰ الف).

ب) تقویت تیر نورد شده به کمک ورق جان: این نوع تیر مرکب، از بریدن پروفیل های رایج از وسط جان تیر و اتصال ورق مناسب به دو قسمت بریده شده، ساخته می شود. این روش برای پروفیل های نمره ۲۰ به بالا اقتصادی خواهد بود (شکل ۴-۱۰ ب).

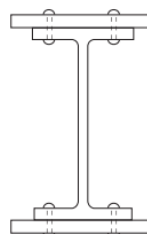
ج) تیر ورق: این نوع تیر کاملاً از ورق های جدا که به هم جوش داده شده اند، تشکیل شده است. دو ورق بال و یک ورق جان، اجزای تیر ورق می باشند (شکل ۴-۱۰ ج).



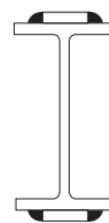
ج - تیر ورق



ب - تقویت نیم رخ نورد شده با ورق جان



الف - نیم رخ های تقویت شده



۴-۴ اتصالات در ساختمان های فولادی

مجموعه ای به هم پیوسته ای اعضای یک سازه را معمولاً «قاب» (Frame) می نامند. اصولاً در ساختمان های فولادی نحوه ای اتصال و رفتار قطعات نسبت به یکدیگر در تکیه گاه (محل تقاطع اعضا) در محاسبات حایز اهمیت می باشد. این بدین دلیل است که بدون در نظر گرفتن چگونگی رفتار قطعات نسبت به هم، تعیین مشخصات مقاطع ستون ها و تیرها میسر نیست. ساختمان های فولادی، برحسب نوع اتصالات (Connection) در تکیه گاه که برای به هم پیوستن اعضای سازه به کار می رود، عموماً به سه دسته ای کلی تقسیم می شوند (شکل ۴-۱۱):

الف) سازه با اتصالات ساده (مفصلی)،

ب) سازه با اتصالات نیمه صلب،

ج) سازه با اتصالات صلب.



شکل ۴-۳ انواع اتصال تیر به ستون



۴-۵- اتصالات ساده ی تیر به ستون و شاه تیر

این اتصالات بر سه نوع است :

الف - اتصال با جفت نبشی جان (شکل ۴-۱۵-الف)،

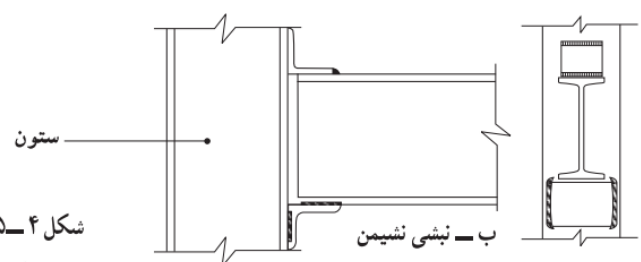
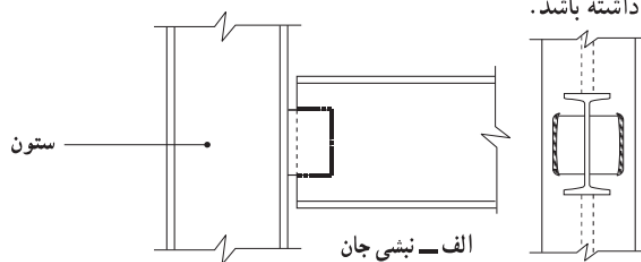
ب - اتصال نبشی نشیمن (شکل ۴-۱۵-ب)،

ج - اتصال با نشیمن تقویت شده (شکل ۴-۱۸).

این اتصالات را برای عکس العمل های تیر کم تر از ۱۵ تن به کار می برند. در این اتصالات،

سعی می شود که حداقل گیرداری به وجود آید و زاویه ی بین تیر و ستون تا حد امکان آزادی دوران

داشته باشد.



شکل ۴-۱۵- اتصال ساده ی تیر

به ستون

۵۲

۴-۵-۱- اتصال با نبشی جان: معمولاً دو عدد نبشی (Angle) را در کارخانه به جان

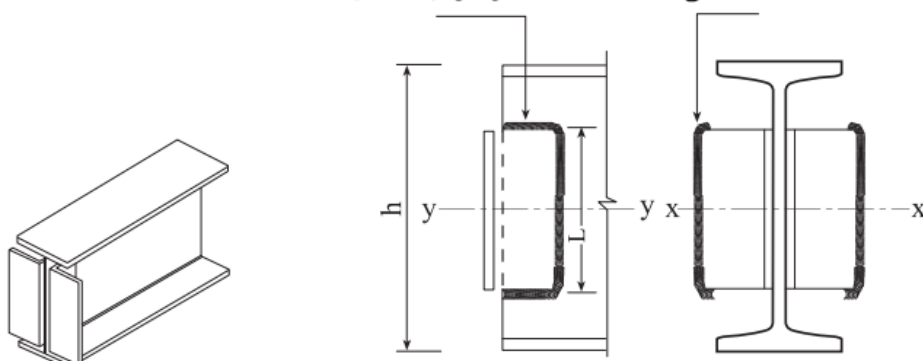
تیر جوش می کنند. جوش های بین نبشی و ستون یا شاه تیر را در کارگاه بعد از این که اتصال تنظیم

شد در روی کار انجام می دهند. معمولاً نبشی های اتصال را به اندازه ی ۱۰ تا ۱۲ میلی متر از

انتهای جان تیر فاصله ی آزاد می گذارند تا اگر تیر در حدود رواداری های مجاز (خطا در برش

تیر - انحراف ستون) بلند باشد، بدون بریدن سر آن و تنها با جابه جا کردن نبشی آن را نصب کنند.

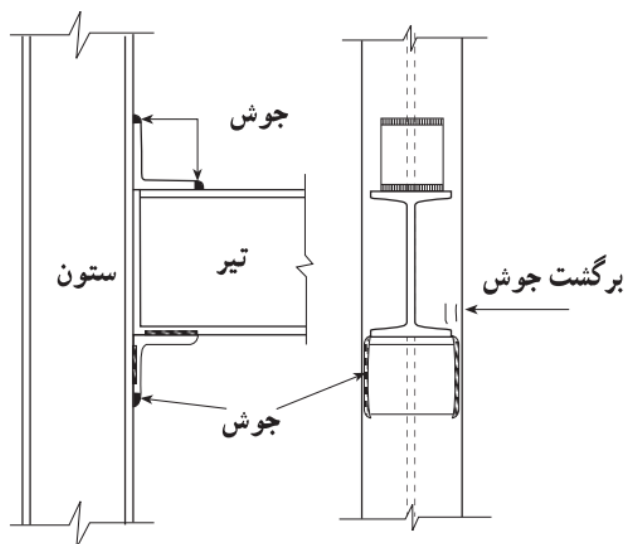
جوش های بر سطح ستون جوش های بر جان تیر



شکل ۴-۱۶- اتصال ساده ی تیر به ستون با نبشی جان

**۴-۵-۲- اتصال با نبشی نشیمن:** این نوع اتصال را در عکس العمل های نسبتاً کوچک

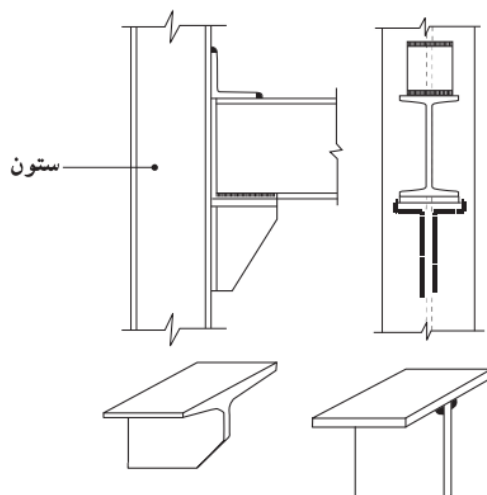
تا حدود ۱۵ تن به کار می برند. نبشی نشیمن عمل نصب و تنظیم تیر را آسان می کند. این نبشی را معمولاً ابتدا در کارخانه یا در کارگاه در ارتفاع لازم به ستون جوش داده، سپس تیر را روی آن سوار نموده و به آن جوش می دهند. در این اتصال، نبشی کمکی دیگری در بالای تیر نصب و جوش می شود که در محاسبه، در مقابل عکس العمل تکیه گاه، به حساب نمی آید و تنها برای ثابت نگه داشتن تیر در محل خود و تأمین تکیه گاه عرضی و جلوگیری از غلتیدن آن به کار می رود. سعی می شود که اتصال با نبشی نشیمن تا حد امکان انعطاف پذیر باشد تا از آزادی دوران تیر در تکیه گاه جلوگیری نشود و در حقیقت، اتصالی ساده و مفصلی به کار باشد تا در تکیه گاه ایجاد لنگر نکند. معمولاً عرض نشیمن نباید از $7/5$ سانتی متر کمتر باشد. در آیین نامه، عرض استاندارد را ۱۰ سانتی متر برای نشیمن انتخاب کرده اند. برای این منظور نبشی فوقانی را با ابعاد ظریف انتخاب کرده و فقط دو لبه ی انتهایی بال های آن را (در امتداد عرض بال تیر) جوش می دهند.



ادامه ی شکل ۴-۱۷- اتصال ساده ی تیر به ستون با نبشی نشیمن

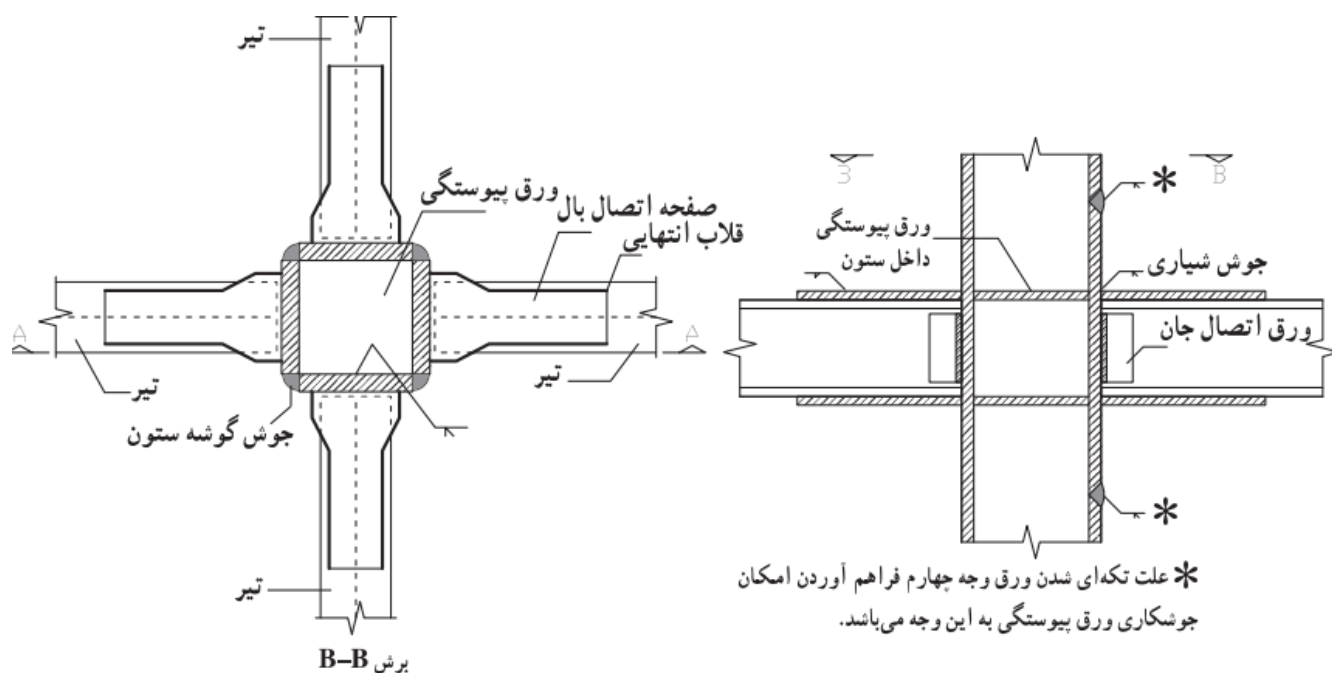


۴-۵-۳ اتصال با نشیمن تقویت شده (سخت شده): وقتی که عکس العمل زیادتر از حد تحمل نبشی گردد، می توان از نبشی یا ورق تقویت شده استفاده کرد. ضخامت صفحه ی نشیمن گاه در حدود ضخامت بال تیر انتخاب می شود و از صفحات تقویت کننده (محکم کننده) زیر یک نشیمن به صورت مستطیلی یا مثلثی استفاده می گردد.



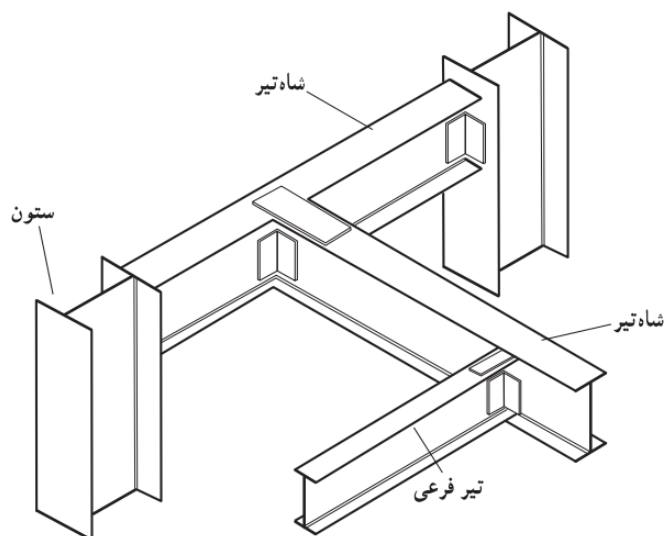
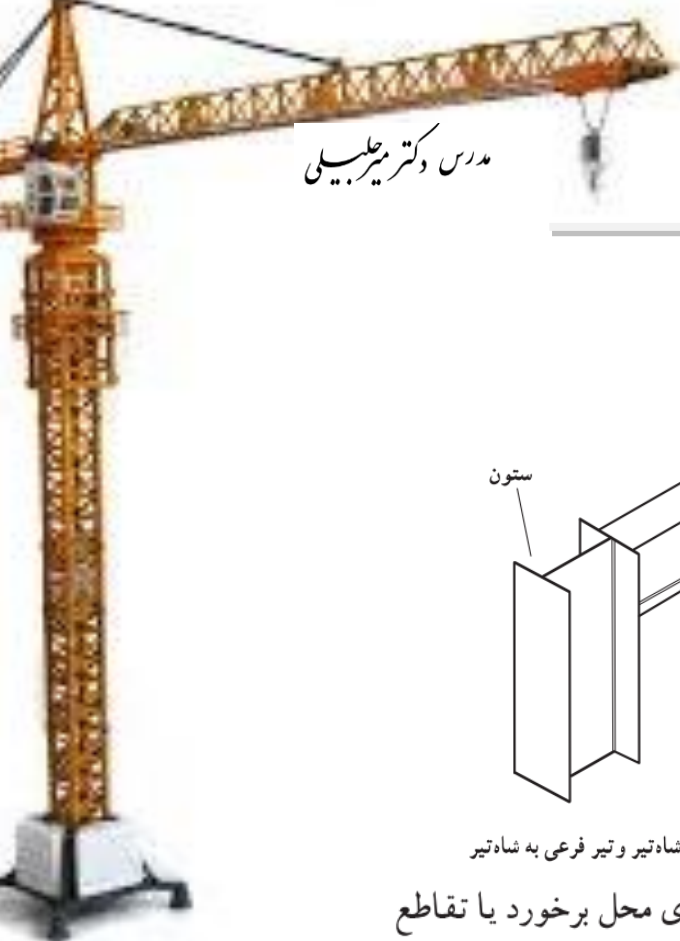
شکل ۴-۱۸- اتصال ساده ی تیر

به ستون با نشیمن تقویت شده



* علت تکه ای شدن ورق وجه چهارم فراهم آوردن امکان جوشکاری ورق پیوستگی به این وجه می باشد.

شکل ۴-۲۲- اتصال صلب تیر به ستون



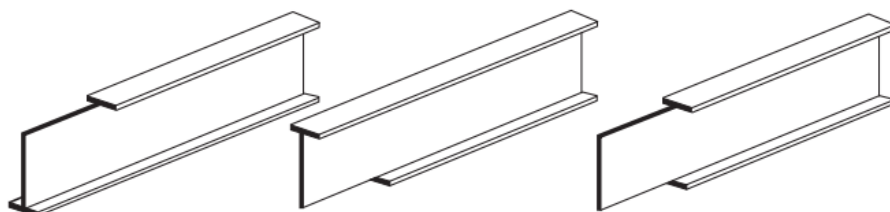
شکل ۴-۲۷- انواع اتصال شاه تیر به ستون، شاه تیر به شاه تیر و تیر فرعی به شاه تیر

— عمل زبانه کردن در تیرها و شاه تیرها: در اسکلت فولادی محل برخورد یا تقاطع قطعات از نظر رفتاری نسبت به یکدیگر و عکس العمل قطعه ی باربر در محل اتصال (تقاطع) حایز اهمیت است، و باید توجه کرد که کدام یک از نواحی تحت تأثیر کشش، فشار و برش واقع می گردد تا نحوه ی اتصال درست و مطلوب را انتخاب و عمل کنیم و ضعفی در قطعه ی باربر ایجاد نشود.

زبانه در بال بالای تیر

زبانه در بال پایین تیر

زبانه در دو بال پایین و بالای تیر



شکل ۴-۲۸- نحوه ی زبانه کردن تیر فرعی جهت اتصال به پل

۴-۶-۶- وصله کردن شاه تیرها و تیرچه های سقف: در اجرای تیرچه های پوشش و یا

شاه تیرها به دلایلی باید آن ها را وصله کنیم که چند مورد آن در زیر ذکر می گردد :

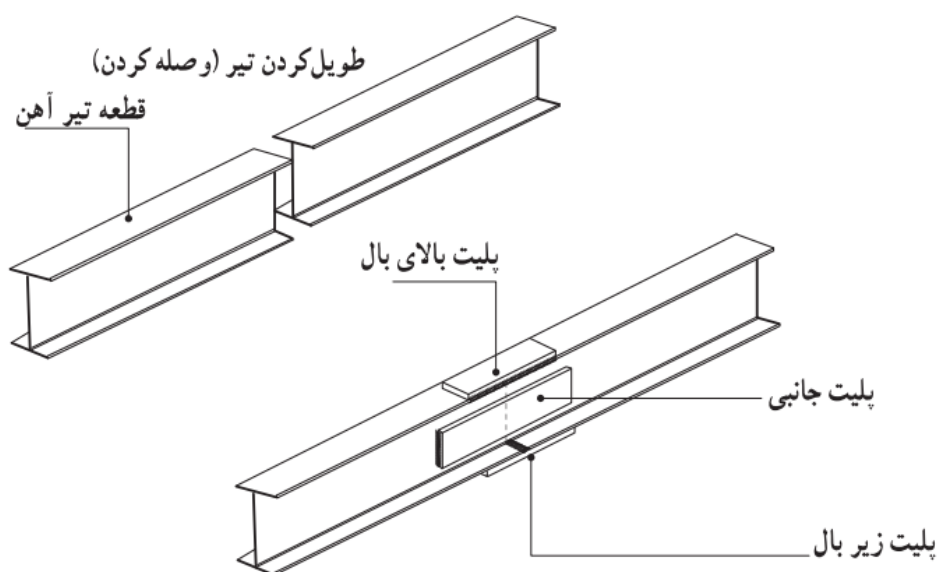
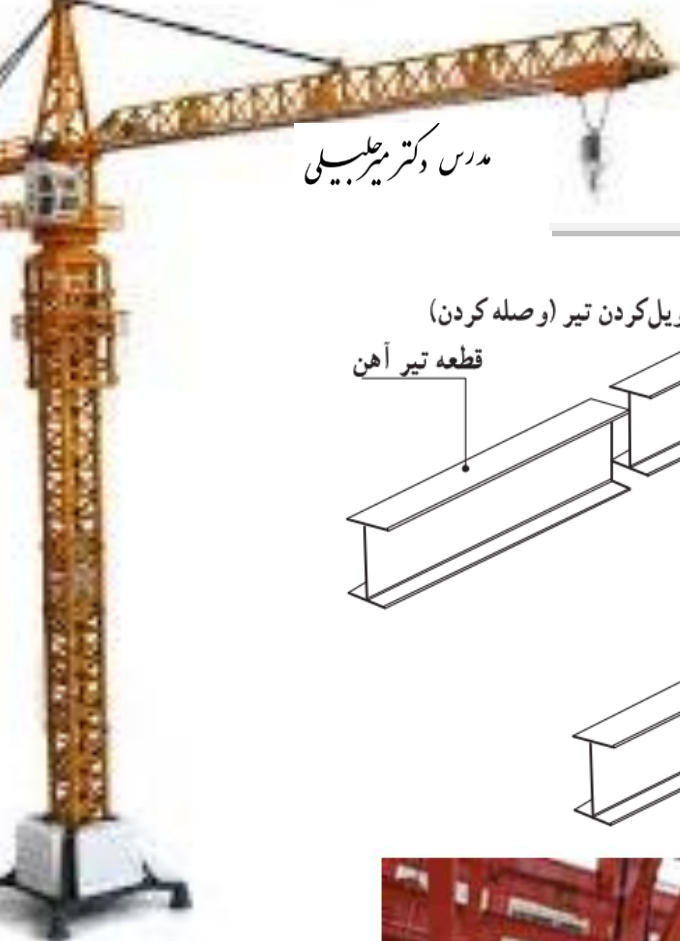
۱- طول استاندارد پروفیل مورد استفاده ممکن است برای اجرا کافی نباشد.

۲- به علت تغییر اندازه ی تیر آهن یا پروفیل وجود وصله الزامی می شود.

۳- به علت کاهش ضایعات تیر آهن ممکن است مجبور به وصله ی کارگاهی باشیم.

شکل زیر یک وصله ی استاندارد را نشان می دهد که از چهار ورق تشکیل شده است. به

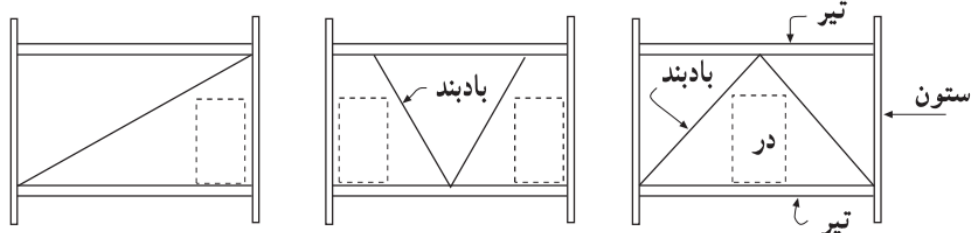
همین مناسبت به چنین وصله ای «وصله ی چهار ورقی» می گوئیم.



شکل ۴-۳۳- نحوه ی طویل کردن تیرها

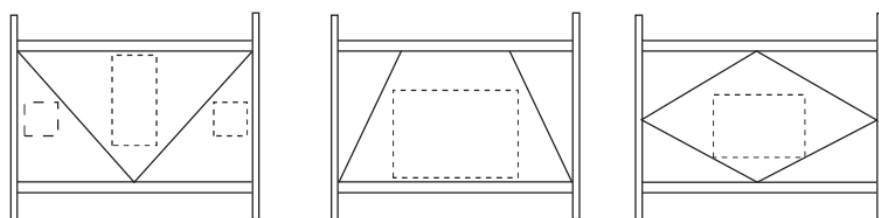


۵-۱- بادبندها و هدف از به کارگیری آنها



مهاربندی ۷

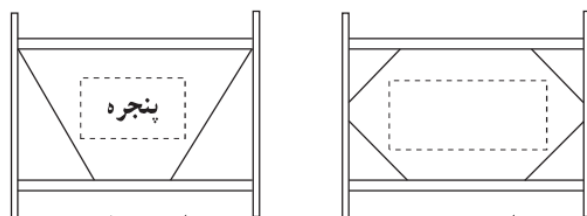
مهاربندی ۸



مهاربندی ۷

مهاربندی دوزنقه

مهاربندی لوزی



مهاربندی دوزنقه

مهاربندی K

شکل ۵-۲- انواع مختلف بادبند