واحد کاراوّل

توانایی ترسیم نقشه‌های جزئیات اسکلت فلزی،دتایل‌های مرتبط و اندازه‌گذاری آن‌ها

هدف کلی

شناخت پروفیل‌های ساختمانی، ترسیم انواع اتصالات فلزی و تعیین مشخصات آن‌ها

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار باید بتواند:

۱-انواع سازه‌های اسکلت فلزی را نام ببرد.
۲-اعضاء سازه‌های اسکلت فلزی را نام ببرد.
۳-پروفیل‌های ساختمانی را از نظر شکل ظاهری دسته‌بندی نماید.
۴-انواع اتصال ستون به فنداسیون و ستون به تیر را توضیح دهد.
۵-وسایل اتصال مقاطع فلزی را نام ببرد.
۶-علائم اختصاری اتصالات جوشی را طبق آئین‌نامه فولاد روی نقشه‌ها مشخص نماید.
۷-نحوه‌ی امتداد دادن تیرهای هم‌نمره و غیرهم نمره را ترسیم نماید.
۸-پلان تیرریزی سقف‌های طاق ضربی را همراه علائم و جداول مربوط ترسیم نماید.
۹-انواع اتصالات دو تیر هم‌نمره و غیرهم نمره را با استفاده از روش زبانه کردن انتهای تیرها ترسیم نماید.
۱۰-شکل های مختلف بادبند فلزی را ترسیم نماید.

پیش آزمون

سؤالات تشریحی

۱ – انواع اتصالات ستون بر فنداسیون را نام ببرید.
۲ – روش‌های ساخت پروفیل‌های مورد نیاز در ساختمان را نام ببرید.
۳– ابعاد بیس پلیت به چه عواملی بستگی دارد؟
۴– منظور از بارهای افقی و قائم چه نوع بارهایی است؟
۵– برای ساخت ستون از چه پروفیل‌هایی استفاده می‌شود؟

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

سؤالات چهار گزینه‌ای

۱-علامت روبرو برای بیان ..... می‌باشد.

محل قطع اجزای ساختمان — محوربندی پلان

نقاط برش خورده — قسمت‌هایی که باید برچیده شوند

۲- نام نیم‌رخ روبرو ..... می‌باشد.

INP — IPE — UNP — IPB

۳-عامل اتصال صفحه زیر ستون به فنداسیون کدام است؟

ادکا — بولت — رکابی — شبکه‌ی میلگرد

۴- به منظور مقابله با نیروی جانبی در ساختمان‌های اسکلت فلزی بکار می‌رود.

میلگرد رانشی — تیر نعل درگاه — میلگرد ممان منفی — بادبند

۵- پروفیل مورد استفاده در بازوی پله چه نام دارد؟

تیرچه — تیر پوشش — شمشیری — نعل‌درگاه

۶- موقعیت بادبندها در کدام پلان مشخص می‌شود؟

فنداسیون — تیرریزی — آکس بندی — موقعیت

۷- درتیرآهن IPE180 عدد بعد از IPE.....تیر آهن می‌باشد.

طول — ارتفاع — ضخامت — پهنای بال

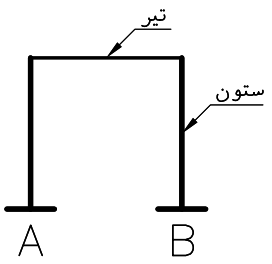
۸ - FRAMING PLAN یعنی ...

پلان فنداسیون نواری — پلان فنداسیون

پلان تیرریزی — پلان آکس‌بندی

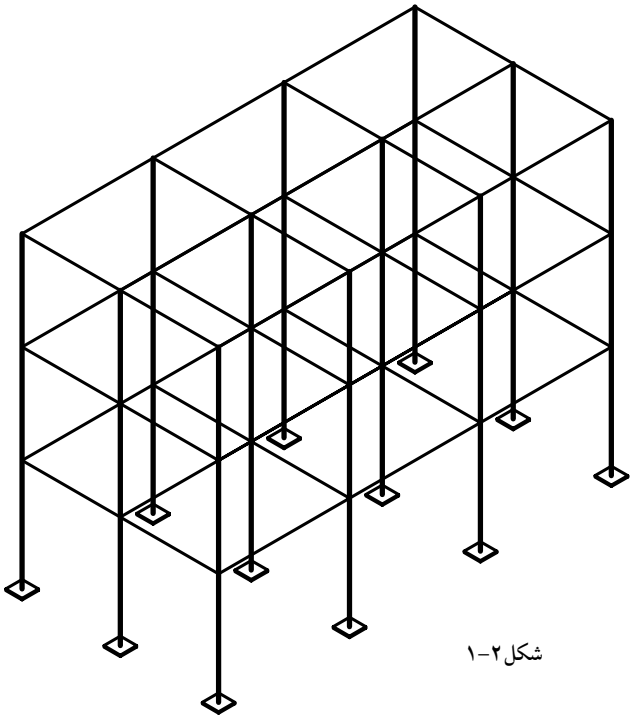
۱-۱- ساختمان‌های اسکلتی

ساختمان‌های اسکلتی شامل قاب‌هایی هستند که از اتصال تیرها و ستون‌ها به وجود می‌آیند(شکل ۱-۱).



شکل۱-۱

این قاب‌ها در واقع حجم کلی ساختمان را تشکیل می‌دهند و وظیفه انتقال کل بارهای زنده و مرده را به عهده دارند. ساختمان‌های اسکلتی خود بر حسب نوع مصالح اعضای باربر به صورت ساختمان‌های اسکلت فلزی، بتنی، چوبی و غیره دسته‌بندی می شوند(شکل ۲-۱).


شکل۲-۱

شکل۳-۱

سازه: مجموعه اعضای باربر (اسکلت) هر ساختمان را سازه‌ی آن ساختمان گویند.

منظور از ساختمان‌های فلزی در این درس سازه‌های قابی جهت مصارف غیرصنعتی مانند ساختمان‌های اداری و مسکونی می‌باشد(شکل۳-۱)

شکل۴-۱

۱-۲- ساختمان‌های اسکلت فلزی با سازه‌های قابی شکل

در این نوع ساختمان‌ها وزن کف و سربارهای وارد بر آن به وسیله تیرهای پوشش، به پل‌های فلزی و از طریق پل‌ها به ستون فلزی و از ستون به فنداسیون و نهایتاً به زمین انتقال می‌یابد(شکل۴-۱).

۱-۲-۱- مزایای ساختمان‌های اسکلت فلزی

سازه‌های اسکلت فلزی به دلیل مزایای زیادی که دارند کاربردهای فراوان و متنوعی پیدا کرده‌اند که بعضی از این مزایا عبارتند از :

-استحکام و خواص خوب مکانیکی و مقاومت بالای فولاد در کشش و فشار

- امکان تولید قطعات سازه‌های فولادی به صورت پیش‌ساخته

- امکان توسعه در صورت نیاز

-قابلیت کاربرد در ارتفاع زیاد

-سرعت نصب و اشغال فضای کمتر

-علاوه بر موارد فوق به دلیل تولید در کارخانه و شرایط بهتر کنترل کیفیت مشخصات بهتری نسبت به بتن و سایر مصالح بنایی دارد.

۱-۲-۲- معایب سازه‌های فولادی

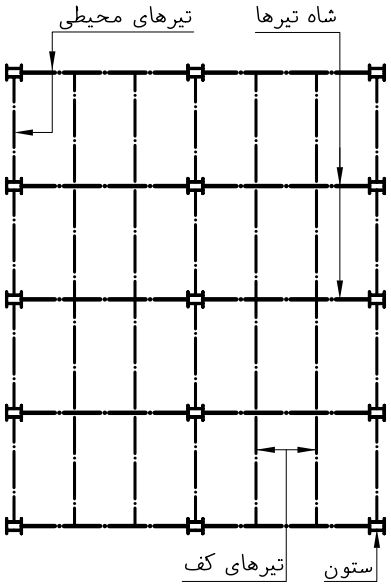
-حساسیت فولاد در برابر عوامل جوی

- مقاومت کم آن در مقابل آتش‌سوزی

این معایب را می‌توان با اتخاذ تدابیر حفاظتی لازم مانند استفاده از ضدزنگ و پوشاندن مقاطع فلزی با بتن جبران نمود.

۱-۳- اعضای سازه‌های اسکلت فلزی

اعضای باربرساختمان‌های فلزی شامل: اعضای قائم مانند ستون‌ها، اعضای افقی مانند تیرهای اصلی (شاه تیرها) و تیرهای پوشش (تیرچه‌ها)، اعضای قطری مانند بادبندها، مهارهای جانبی و اتصالات فلزی که این اعضا را به هم متصل می سازند(شکل ۵-۱).



شکل۵-۱

۴-۱- آشنایی با اعضای سازه‌های فلزی

محصولات فولادی کاربرد وسیعی در صنعت ساختمان دارند به همین دلیل به شکل‌های متنوعی تولید می‌شوند تا در هر قسمتی از سازه با مناسب‌ترین شکل موجود مورد استفاده قرارگرفته و از حداکثر ظرفیت باربری آن‌ها استفاده شود(شکل۶-۱).

طول معمول پروفیل‌های ساختمانی۶، ۱۲ تا ۱۴متر می‌باشد که در کشورهای مختلف،بااستانداردهای متفاوتی تولید می‌شوند.استاندارد اروپاییازجمله معروفترین آن‌ها می‌باشد که در بسیاری از کشورها از جمله ایران رعایت می‌شود محصولات فولادی استاندارد اروپایی به شرح زیر است.

شکل۶-۱

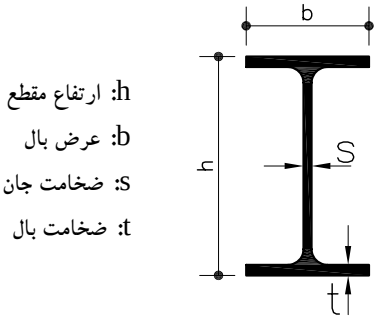
۱-۴-۱- نیم‌رخ‌های تیپ I

از مهمّ‌ترین نیم‌رخ‌های مصرفی در ساختمان‌های فلزی می‌باشند زیرا به دلیل بزرگ بودن ممان اینرسی، نسبت به محور 'xx مقاومت خمشی زیاد حول این محور وجود دارد. این نیم‌رخ‌ها در تیپ‌های IPB، IPE،INP تولید می‌شوند(شکل‌های۷-۱ و۸-۱).

۲-۴-۱- نیم‌رخ ناودانی]

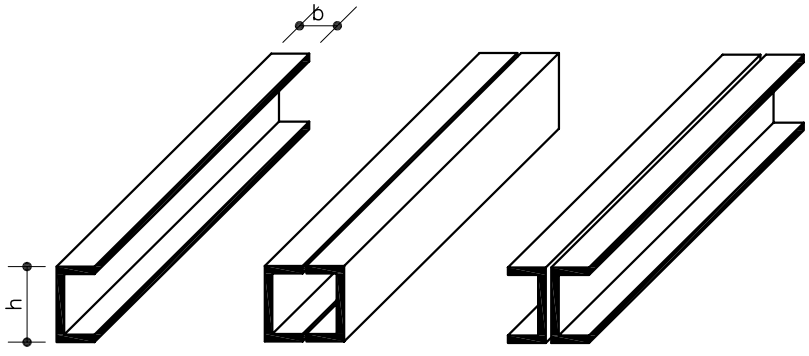
شکل۷-۱

این نیم‌رخ تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر نورد می‌شود و در ساخت ستون‌های مرکب، تیرهای مشبک، خرپا و بادبند به کار می‌رود عیب آن اینست که دارای یک محور متقارن بوده و به صورت تک، مقاومت خمشی زیادی ندارد و بنابراین بهتر است به عنوان یک عضو خمشی (تیر)به صورت دوبل مورد استفاده قرار گیرد(شکل۹-۱).



h: ارتفاع مقطع
b: عرض بال
s: ضخامت جان
t: ضخامت بال

شکل۸-۱مشخصات هندسی نیم‌رخ‌ها



شکل۹-۱

۳-۴-۱- نیم‌رخ نبشی L

یکی از مهم‌ترین نیم رخ‌های ساختمان بوده و بیشترین کاربرد آن به صورت تک یا دوبل در ساخت مقاطع مرکب می‌باشد(شکل ۱۰-۱)و(شکل ۱۱-۱)
نبشی درطول‌های ۶، ۱۲، ۱۵متری تولید می‌شود.

نبشی با بال مساوی: پهنای بال‌های آن با هم برابرندمانند L 80×80×8mm (شکل۱۲-۱).

نبشی با بال نامساوی: پهنای یکی از بال‌ها بیشتر است. مانند L 90×60×8mm (شکل۱۳ -۱).

علائم اختصاری نبشی در نقشه‌های فنی به صورت L می‌باشد و دوعدد اول بعد از آن پهنای بال‌ها و عدد سوم ضخامت آن را نشان می‌دهد.

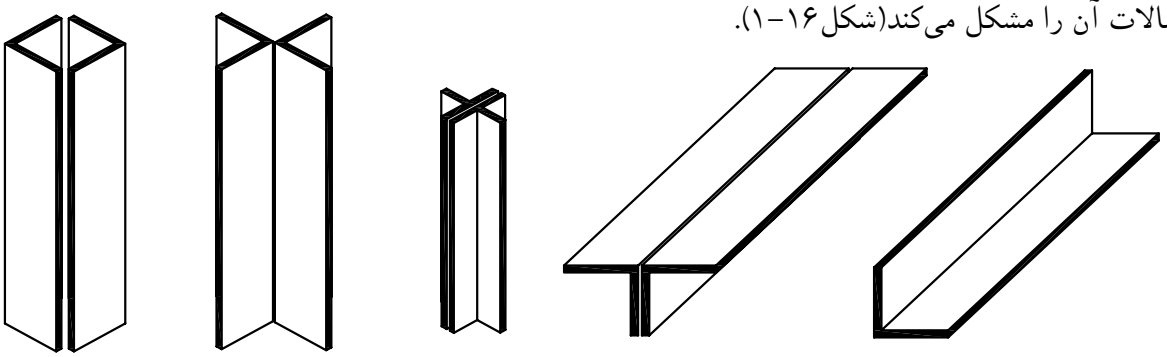
۴-۴-۱- نیم‌رخ سپری

این نیم‌رخ‌ها با شکل مقطع ⊥ با دو اندازه متفاوت قاعده و ارتفاع تولید می‌شود.

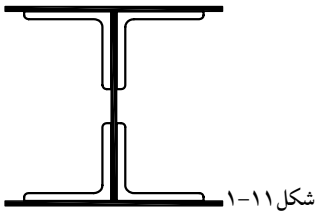
سپری‌هایی که قاعده‌شان دو برابر ارتفاع مقطع آن‌هاست. این نیم‌رخ‌ها از ابعاد 30×60 میلی‌متر تا 60×120 میلی‌مترتولید می‌شوند (شکل ۱۴-۱).

سپری‌هایی که قاعده و ارتفاع یکسان دارند. این نیم‌رخ‌ها در ابعاد 20×20 میلی‌مترتا 140×140 میلی‌متر تولید می‌شوند(شکل ۱۵-۱).

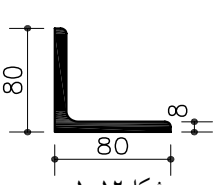
عیب عمده‌ی نیم‌رخ سپری مقاومت خمشی کم و سطوح مایل بال‌هاست که اتصالات آن را مشکل می‌کند(شکل۱۶-۱).



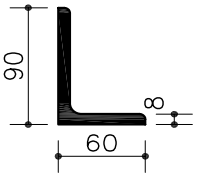
شکل ۱۰-۱



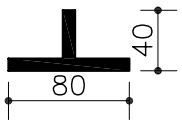
شکل ۱۱-۱



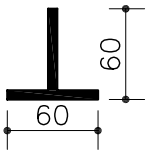
شکل ۱۲-۱



شکل ۱۳-۱



شکل ۱۴-۱

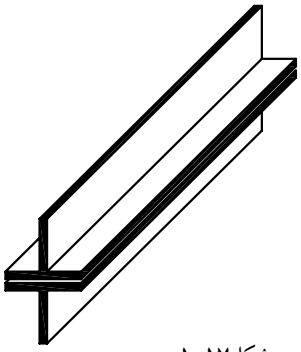


شکل ۱۵-۱

شکل ۱۶-۱

این نیم‌رخ بیشتر در ساخت خرپا (به صورت تک یا دوبل)، در و پنجره، سقف شیروانی و اسکلت سقف کاذب به کار می‌رود(شکل۱۷-۱).

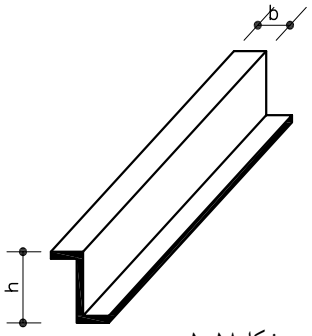
علامت اختصاری آن به صورت ⊤ یا ⊥ می‌باشد و اعداد بعد از علامت فوق به ترتیب پهنای قاعده و ارتفاع آن را نشان می‌هد.



شکل۱۷-۱

۵-۴-۱- نیم‌رخ Z

در کارهای ساختمانی برای زیرسازی سقف‌های شیب‌دار به کار می‌رود و در کشتی سازی نیزاستفاده می‌شود. در نقشه‌های فنی با Z نشان داده‌می‌شود و عدد بعد از آن ارتفاع Z را نشان می دهد(شکل ۱۸-۱).



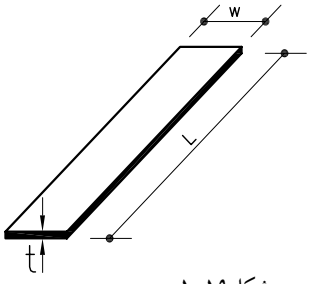
شکل۱۸-۱

۶-۴-۱- ورق و تسمه

ورق‌های فولادی تاعرض۳متردر ضخامت‌های مختلف تولید می‌شوند و در ساخت تیرهای مرکب و مشبک به عنوان عضو اصلی یا به صورت ورق اتصال کاربرد وسیعی دارند. به دلیل عامل خوردگی و زنگ‌زدگی حداقل ضخامت ورق‌هایی که در کارهای ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد ۵ تا۶ میلی‌متردر نظرگرفته می‌شود.

به ورق‌هایی که عرض آن‌ها کمتر از ۱۶۰میلی‌متر باشد تسمه گویند. معمولاًورق‌ها و تسمه‌ها در طول۱۲متر و ورق‌های عریض تا طول ۱۵مترتولید می‌شود.

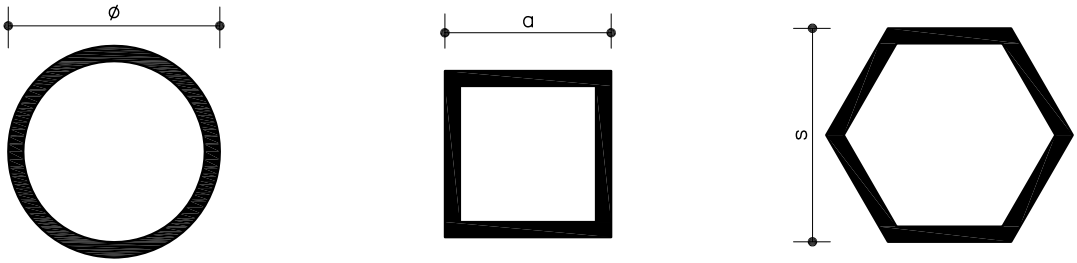
ورق و تسمه در نقشه‌های فنی با علامت اختصاری PL L×w ×t نشان داده می‌شوند که اعداد بعد از PL به ترتیب بیان‌گر طول، عرض و ضخامت آن می‌باشند. (شکل۱۹-۱)



شکل۱۹-۱

۷-۴-۱- میلگرد و مقاطع چهارگوش، شش ضلعی

میلگرد از قطر۵ تا۲۲۰ میلی‌متر، نیم‌رخ‌های چهارگوش از مقطع ۶×۶ تا ۱۵۰×۱۵۰ میلی‌متر و مقاطع شش‌ضلعی با بُعد s از ۱۳ تا ۱۰۳ میلی‌متر ساخته می شوند(شکل۲۰-۱). علائم اختصاری و مفاهیم مربوط به نیم‌رخ‌های ساختمانی فوق در جدول ۱-۱ خلاصه شده است.



شکل۲۰-۱

جدول۱-۱ علائم اختصاری و مفاهیم مربوط به نیم‌رخ‌های ساختمانی

ردیف	نوع پروفیل	شکل	علامت استاندارد	فرم نشان دادن در نقشه های اجرایی	توضیحات
۱	تیرآهن معمولی(نرمال)		INP	INP14	تیرآهن معمولی باارتفاع۱۴سانتیمتر
۲	تیرآهن نیم پهن		IPE	IPE16	تیرآهن نیم پهن باارتفاع۱۶سانتیمتر
۳	تیرآهن بال پهن(سبک وزن)		IPB_L	IPB_L20	تیرآهن بال پهن باارتفاع ۲سانتیمتر ازنوع سبک وزن(اروپایی)
۴	تیرآهن بال پهن(متوسط وزن)		IPB	IPB18	تیرآهن بال پهن باارتفاع۱۸سانتیمتر ازنوع متوسط وزن(اروپایی)
۵	تیرآهن بال پهن(سنگین وزن)		IPB_V	IPB_V22	تیرآهن بال پهن باارتفاع۲۲سانتیمتر ازنوع سنگین وزن(اروپایی)
۶	ناودانی		UNP	UNP16	ناودانی باارتفاع۱۶سانتیمتر(اروپایی)
۷	تیرآهن Z		Z	Z18	تیرآهن Z باارتفاع۱۸سانتیمتر
۸	نبشی بادوبال مساوی		L	L70x70x7	نبشی باعرض بال های ۶میلی متروضخامت ۶میلی متر
۹	نبشی بادوبال نامساوی		L	L100x50x10	نبشی باعرض بال بزرگ ۱۰عرض بال کوچک ۵میلی متروضخامت ۱میلی متر
۱	قوطی(چهارگوش)		□	□100x100x9	قوطی چهارگوش توخالی به ابعاد بیرونی ۱ میلی متروضخامت ۹میلی متر
۱۱	پروفیل توخالی دایره شکل(لوله)		○	○100x8	لوله با قطر ۱ میلی متر و ضخامت ۸ میلی متر
۱۲	سپری باارتفاع وقاعده ی مساوی		T	T40x40	سپری با قاعده وارتفاع ۴سانتی متر
۱۳	سپری باارتفاع وقاعده ی نامساوی		T	T80x40	سپری با قاعده ۸ و ارتفاع ۴ سانتی متر
۱۴	میلگرد ساده		∅	10	میلگرد ساده باقطر ۱میلی متر
۱۵	میلگرد آج دار		⌀	⌀12	میلگرد آج دار باقطر ۱میلی متر
۱۶	چهارگوش توپر		■	■100x100	چهارگوش توپر با اضلاع مساوی و برابر ۱ میلی متر
۱۷	تسمه		—(PL)	—80x6	تسمه باعرض ۸میلی متروضخامت ۶میلی متر
۱۸	ورق(پلیت)		PL	PL400x200x10	ورق(پلیت)باطول ۴وعرض ۲وضخامت ۱میلی متر

۸-۴-۱- مشخصات هندسی نیم‌رخ‌های ساختمانی

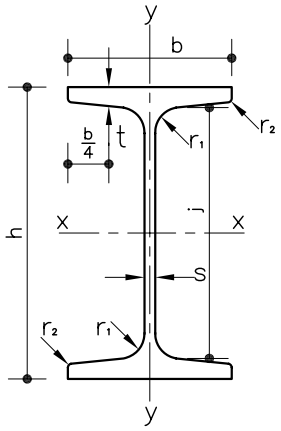
این مشخصات جهت استفاده طراحان در جدول‌هایی خلاصه شده است جدول ۲-۱ قسمتی از جدول مربوط به پروفیل INP می‌باشد.

برای استخراج مشخصات هندسی نیم‌رخ‌های ساختمانی با توجه به نوع پروفیل‌ها به جدول مربوط به آن مراجعه نموده و مشخصات آن را برداشت می کنیم.

جدول ۲ -۱ برخی مشخصات INP200 را نشان می‌دهد. به عنوان مثال برای پیدا کردن عرض بال (b) تیرآهن INP200، از ستونI شماره 200 را انتخاب می‌کنیم عدد مقابل آن در ستون b عرض بال را نشان می‌دهد.

تمرین: مشخصات هندسی شامل ارتفاع جان و عرض بال، INP180 ، INP200 INP220 را از جدول ۲-۱ به دست آورید.

لازم به تذکر است که نیم‌رخ‌های فلزی بر حسب کاربردشان دارای اشکال متنوعی می‌باشند مانند حایل‌های فلزی شکل ۲۱ -۱و ریل راه‌آهن شکل ۲۲-۱.در کتب فنی به چنین جدول‌هایی جدول اشتال نیز می‌گویند.



شکل۲۱-۱

جدول۲-۱

I	h	b	s	t	r_2
80	80	42	3.9	5.9	2.3
100	100	50	4.5	6.8	2.7
120	120	58	5.1	7.7	3.1
140	140	66	5.7	8.6	3.4
160	160	74	6.3	9.5	3.8
180	180	82	6.9	10.4	4.1
200	200	90	7.5	11.3	4.5
220	220	96	8.1	12.2	4.9
240	240	106	8.7	13.1	5.2
260	260	113	9.4	14.1	5.6
280	280	119	10.1	15.2	6.1
300	300	125	10.8	16.2	6.5

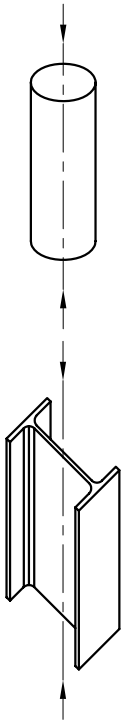
شکل۲۲-۱

۱-۵- شناخت اعضای سازه‌های فلزی بر حسب کاربری آن‌ها

نامگذاری اعضای باربر ساختمان‌ها بر حسب موقعیت‌شان در سازه و نوع نیروی وارد بر آن می‌باشد.

۱-۵-۱- ستون

ستون در ساختمان به صورت قائم نصب می‌شود و وزن طبقه یا طبقات فوقانی را به زمین انتقال می‌دهد و معمولاً به عنوان عضو فشاری شناخته می‌شود. عضو فشاری عضوی است که بر دو سر آن نیروی فشار تأثیر می‌گذاردو تمایل دارداز طول آن بکاهد(شکل۲۳-۱).

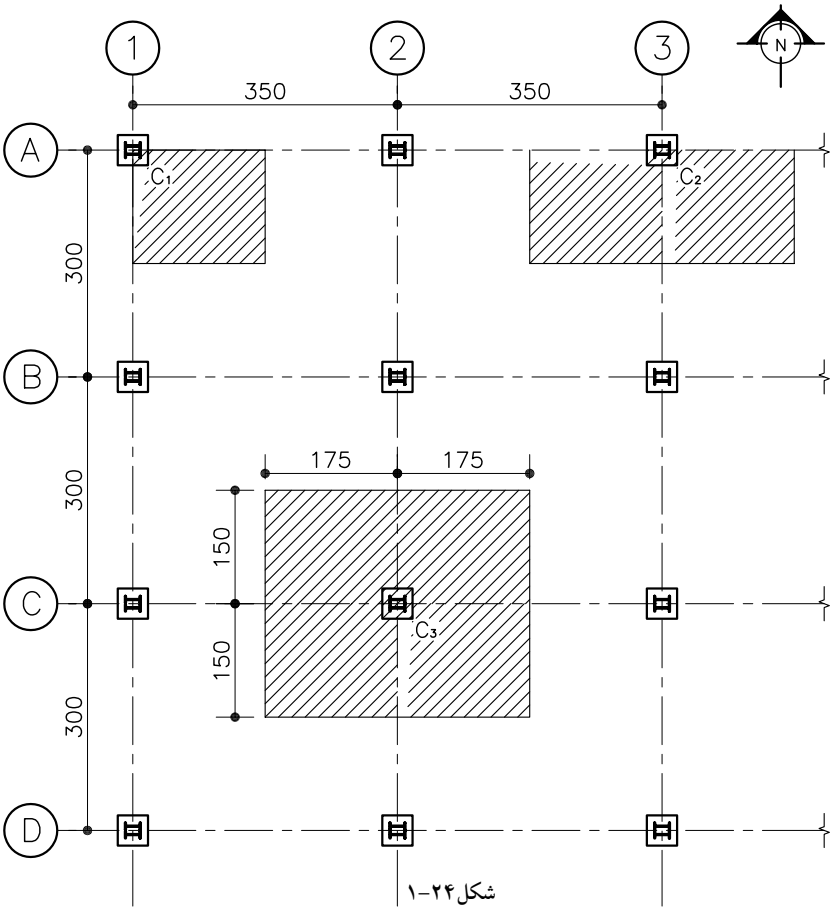


شکل۲۳-۱

۱-۵-۲- انواع ستون‌ها

ستون‌های فلزی بر اساس موقعیت‌شان در پلان دسته‌بندی می‌شوند. هر ستون در پلان ستون‌گذاری، با حرف c مخفف column نشان داده می‌شود و تیپ‌های مختلف ستون به صورت C_1,C_2,C_3 ... از یکدیگر تفکیک می‌گردند.

شکل۲۴-۱ قسمتی از پلان ستون‌گذاری ساختمانی را نشان می‌دهد که از جهت‌های شمال و جنوب محدود، شرق و غرب نامحدود می‌باشد در آن تیپ‌های مختلف به همراه سطح بارگیری مربوط به هر کدام از آن‌ها مشخص شده‌است(C_1 ستون گوشه،C_2 ستون کناری و C_3 ستون میانی را نشان می‌دهد).



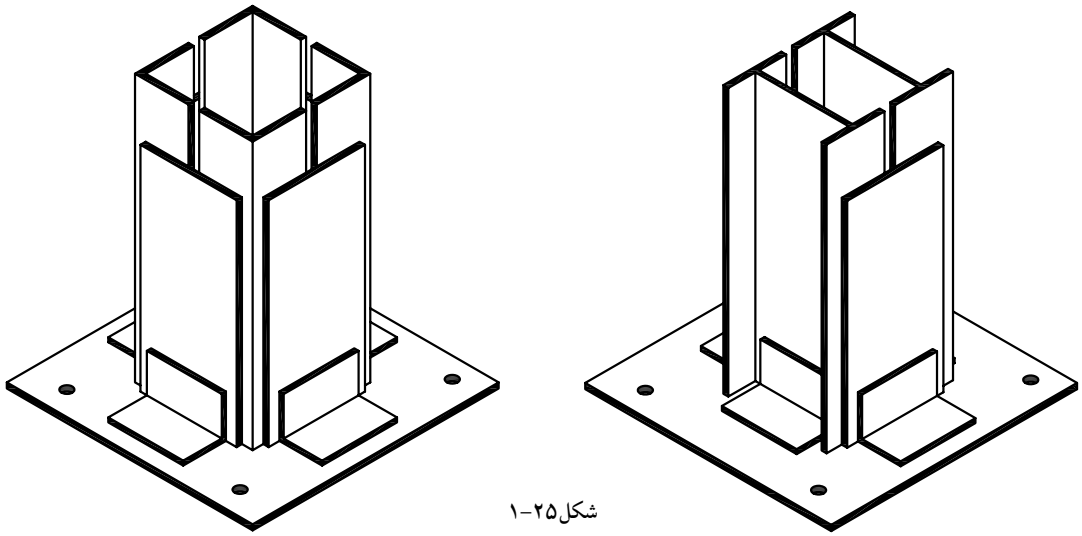
شکل۲۴-۱

۳-۵-۱- مقاطع مختلف ستون

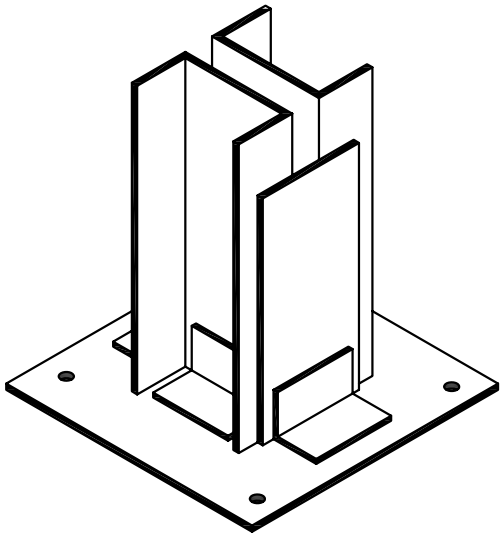
مقطع مناسب برای ستون به عوامل مختلفی نظیر محاسبات، روش‌های اجرا و حتی شرایط بازار بستگی دارد، بنابراین نوع ستون‌ها را می‌توان از یک پروفیل تک مانند IPB و یا ترکیبی از چند پروفیل انتخاب نمود(شکل۲۵-۱)و(شکل۲۶-۱).

ستون نیروهای وارد بر ساختمان را به فنداسیون منتقل می‌کند.

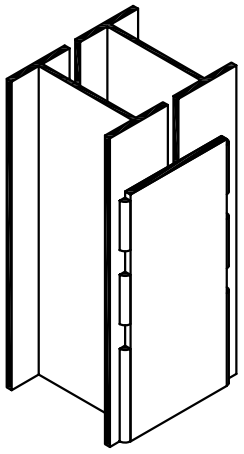
صفحات تقویتی به منظور افزایش ظرفیت باربری ستون مورد استفاده قرار می‌گیرند. ابعاد این صفحات با توجه به محاسبات فنی تعیین می‌شود(شکل۲۷-۱).



شکل۲۵-۱

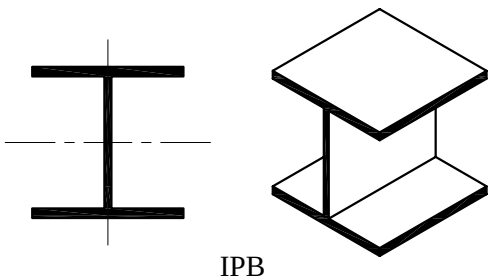


شکل۲۶-۱

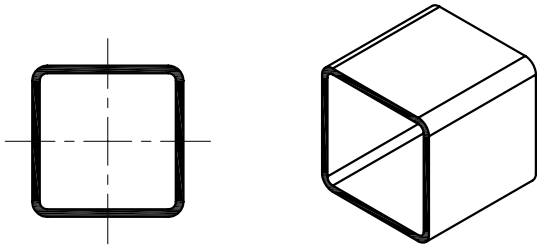


شکل۲۷-۱

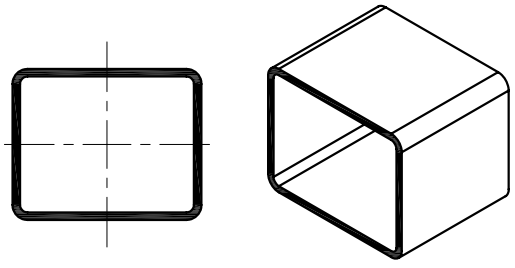
شکل۲۸-۱پروفیل‌هایی که به عنوان ستون مورد استفاده قرارمی‌گیرند را به همراه مقاطع آن‌ها نشان می‌دهد.



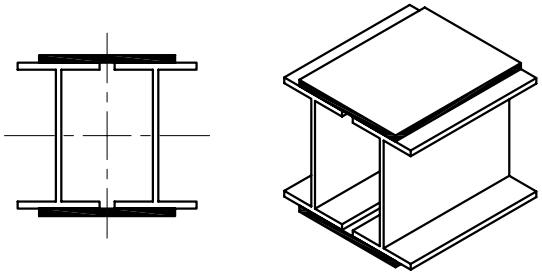
IPB



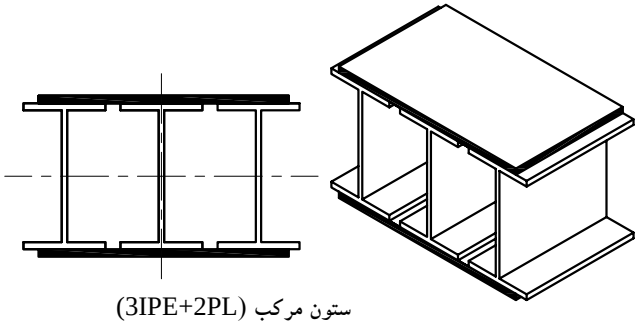
قوطی(مربع شکل)



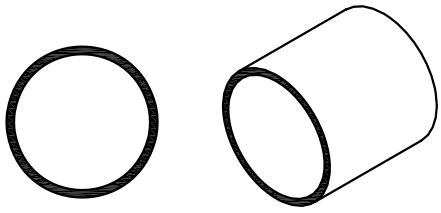
قوطی(مستطیل شکل)



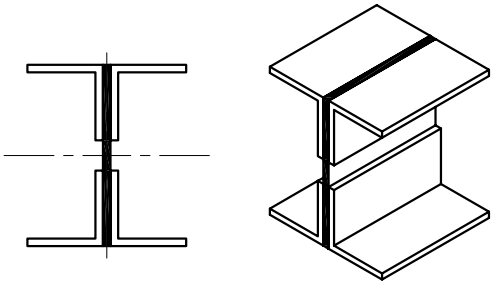
ستون مرکب (2IPE+2PL)



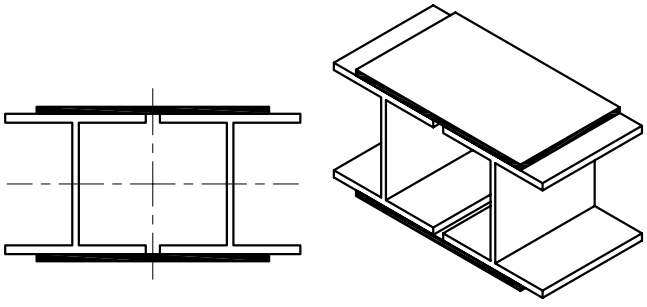
ستون مرکب (3IPE+2PL)



لوله



ستون مرکب (4L+PL)



ستون مرکب (2IPB+2PL)

شکل۲۸-۱

شکل۲۹-۱الف پروفیل‌های به‌هم چسبیده

شکل۲۹-۱ب اتصال دوپروفیل با ورق

۴-۵-۱- ساخت ستون‌های مرکب (مقاطع مرکبِ)

امروزه با افزایش تعدادطبقات و وزن ساختمان‌هامعمولاً از ترکیب دو یاچند پروفیل برای ساخت ستون استفاده می‌شود. در ساخت ستون‌های مرکب از نیم‌رخ‌های مختلفی استفاده می‌شود. در این‌جا به روش ساخت ستون‌های مرکب با استفاده از پروفیل‌های I شکل که بیشترین کاربرد را دارد اشاره می‌شود.

الف)اتصال دو پروفیل به هم (دوبله کردن): پروفیل‌های مورد نظر را کنار هم و روی سکوی کار قرار داده و برای جلوگیری از پیچش، ابتدا، وسط و انتهای آنها را در هر دو طرف خال جوش می‌زنند سپس جوشکاری را طبق مشخصاتی که در نقشه داده‌می‌شود انجام می‌دهند(شکل۲۹-۱).

در صورتی‌که به جوش سرتاسری ستون نیاز نباشدو یادرنقشه‌های محاسباتی مشخصات دیگری ذکر نشده‌باشدحداقل مشخصات جوش به ترتیب زیرباید رعایت گردد(شکل ۳۰ -۱).

۱- L طول بست: حداقل طول وصله بایستی برابر با فاصله مرکز تا مرکز دو نیم رخ باشد.

۲- b عرض بست : حداقل عرض بست

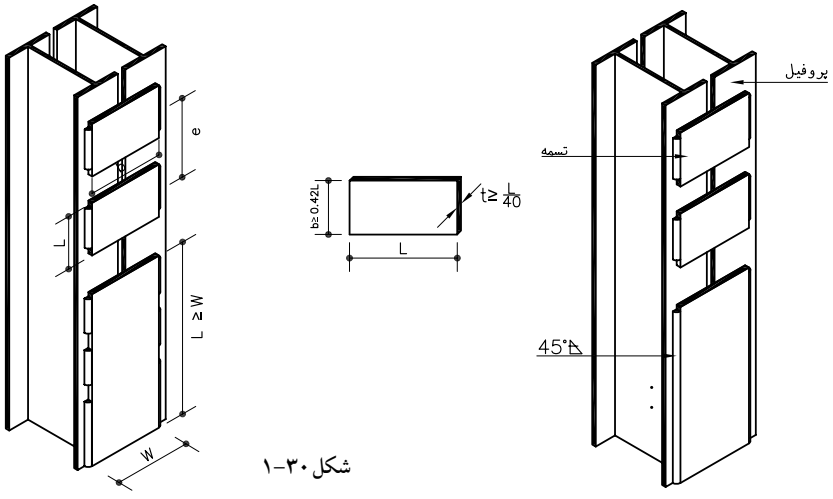
۳- ۴۲ درصد طول آن انتخاب شود و ضخامت آن نبایستی کمتر از ۱/۴۰ طول تسمه انتخاب گردد.

۴- در ابتدا و انتهای ستون حتماً از ورقی با طول حداقل برابرِ عرض ستون استفاده شود.

۵- در محل اتصال تیر به ستون نیز از ورق تقویتی با ابعاد کافی روی بال ستون استفاده شود.

ب) اتصال دو پروفیل همراه با قیدهای موازی و مورب

در اتصال ستون‌ها به فاصله معینی از یکدیگر قرار می‌گیرند و به وسیله بست‌های افقی‌یامورب به هم وصل می‌شوند. لازم به تذکر است که بست‌های مورب که شکل های مثلثی به وجود می‌آورند نسبت به بست‌های افقی مقاوم‌ترند(شکل۳۱-۱).



شکل ۳۰-۱

رعایت نکات زیر در استفاده از این ستون‌ها خصوصاً ستون‌های دارای بست افقی ضروری است.

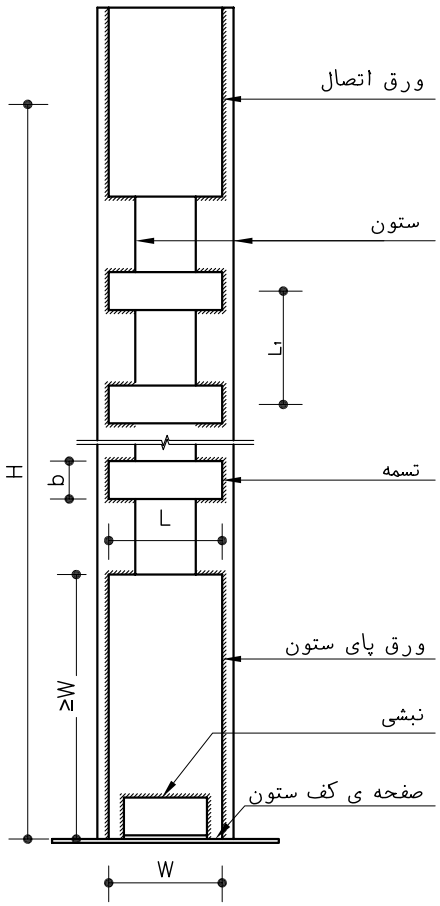
۱-در تمام لبه‌های دارای سطح تماس وصله با نیم‌رخ‌ها، عمل جوشکاری طبق مشخصات فنی انجام شود (مجموع طول خط جوش در هر طرف تمسه نباید از طول تسمه کمتر شود).

۲- ابعاد و فاصله‌ی قیدها بر اساس محاسبات فنی تعیین می‌شود.

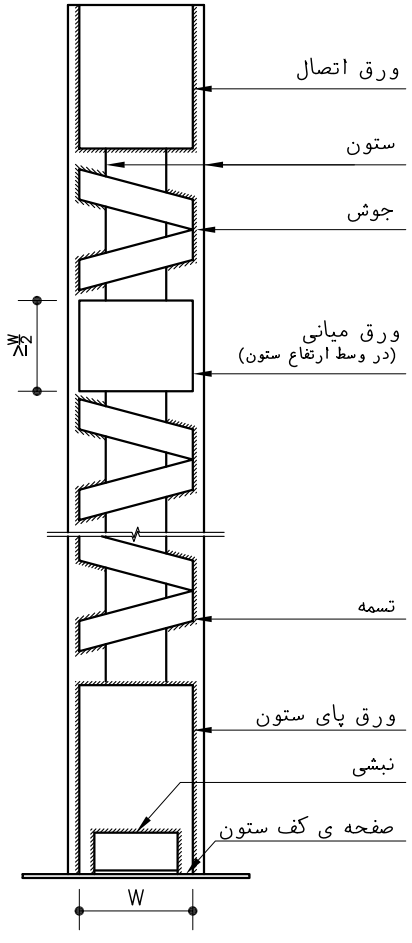
۳- در ابتدا و انتهای ستون حتماً از ورقی با طول حداقل برابر فاصله محور به محور ستون، استفاده شود تا علاوه بر تقویت پایه، محل مناسبی جهت اتصال بادبندها و سایر اتصالات باشد(شکل۳۲-۱)

۴-درمحل اتصال تیرها به ستون از ورق تقویتی با ابعاد کافی روی بال ستون استفاده شود.

۵- فاصله‌ی بین تسمه‌ها(L_1) طوری انتخاب شود که طول آزاد ستون درحد فاصل قیدهای دو انتهای ستون حداقل به سه قسمت مساوی تقسیم شود یا این که محاسبات فنی اندازه‌ی دیگری را کمتر از اندازه فوق بدهد(شکل۳۳-۱).



شکل۳۲-۱ ستون مرکب با بست موازی



شکل۳۳-۱ ستون مرکب با بست مورب

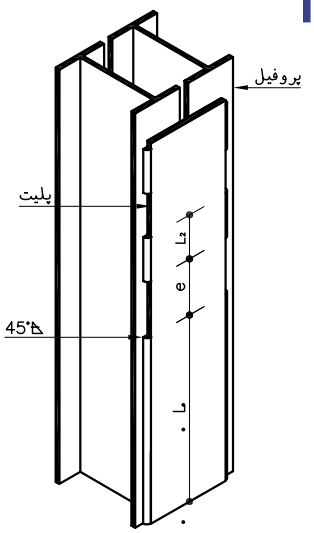
ج)اتصال دو پروفیل با دو ورق سرتاسری

برای تقویت بیشتر ستون‌های مرکب می‌توان از ورق‌های سراسری به جای قیدهای موازی و مورب استفاده نمود در استفاده از چنین مقاطعی ستون‌ها به صورت چسبیده به‌هم و یا بافاصله از یکدیگر مورد استفاده قرارمی‌گیرند(شکل۳۴-۱)و (شکل۳۵-۱)

L_1: طول جوش در دو انتهای ستون بر اساس محاسبات فنی تعیین می‌شود و بُعد جوش حداقل 0.7t می‌باشد که t ضخامت ورق است.

L_2: طول جوش‌های میانی حداقل برابر 10t می‌باشد و حداقل بُعد جوش بر اساس ملاحظات آئین‌نامه‌ای بدست می‌آید.

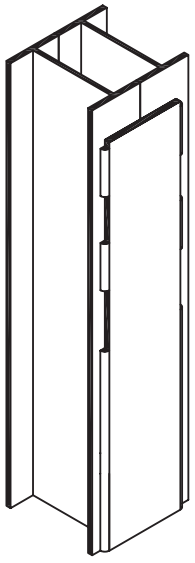
e :فاصله بین جوش‌های میانی حداقل برابر ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد.



شکل۳۴-۱

۶-۱- اتصالات ستون به صفحه زیر ستون

برحسب نوع اتصال ستون به فنداسیون ،از تیپ‌های مختلف اتصالات استفاده می‌شود. این تیپ‌ها معمولاً ترکیبی از نبشی، لچکی، ناودانی و ورق‌های ضخیم در پای ستون می‌باشند.اتصال ستون به فنداسیون به صورت مفصلی و گیردار می‌باشد. شکل ۱- اتصال ستون به صفحه زیرستون را نشان می‌دهد.


شکل۳۵-۱

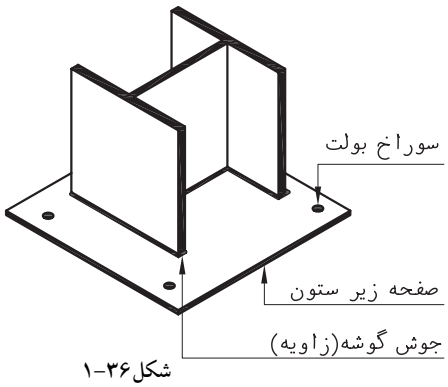
۷-۱- وسایل اتصال در سازه‌های اسکلت فلزی

هر سازه اسکلت فلزی ترکیبی از پروفیل‌های جدا از هم می‌باشد که باید به طریق مناسبی به یکدیگر متصل و یکپارچه شوند.

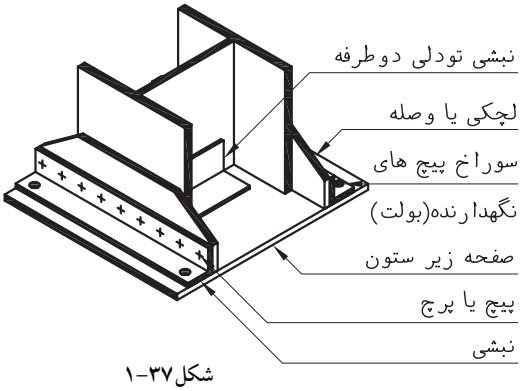
۱-۷-۱- انواع وسایل اتصال

وسایلی که برای اتصال اعضای سازه‌های فلزی به کار می‌روند عبارتند از: پرچ ،پیچ، جوش(شکل‌های۳۶-۱و ۳۷-۱).

استفاده از هر کدام از این وسایل در هر سازه‌ای به عوامل زیادی از جمله نوع و شرایط بارگذاری، امکانات موجود در کارگاه، وجود کارگر ماهر و متخصص، هزینه طرح و غیره بستگی دارد.به طور کلی می‌توان گفت امروزه پیچ و پرچ بیشتر در سازه‌های دارای بار متحرک مانند پل‌ها استفاده می‌شود و در ساختمان‌های معمولی، جوش اتصال مناسبی را فراهم می‌آورد.



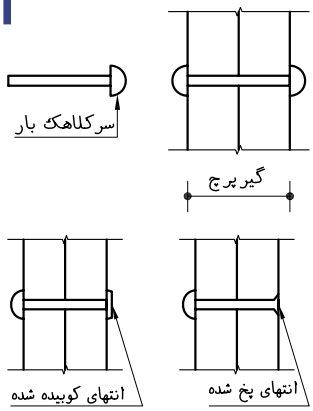
شکل۳۶-۱



شکل۳۷-۱

۲-۷-۱- پرچ

از قدیمی‌ترین وسایل اتصال اعضای سازه‌های فلزی است.پرچ دارای یک تنه‌ی استوانه‌ایی کوچک است که یک سر آن دارای کلاهک می‌باشد.پرچ‌ها معمولاً از فولاد نرمه ساخته‌می‌شوند هنگام استفاده از پرچ ابتدا آن را تا دمای سرخ‌شدن گرم می‌کنند سپس با کمک انبر مخصوص درون سوراخ اتصال قرار داده با ثابت نگه‌داشتن سر کلاهک دار آن، سر دیگر را می‌کوبند تا به شکل کلاهک درآید و پرچ محکم گردد پرچ پس از نصب و در حین سرد شدن منقبض می‌گردد و باعث فشرده شدن قطعات فولادی به یکدیگر و استحکام بیشتر اتصال می‌گردد(شکل۳۸-۱).



شکل۳۸-۱

معایب پرچ: امروزه پرچ‌کاری به دلایل زیر از رونق افتاده‌است.

۱-پیشرفت فنی جوشکاری
۲- تولید پیچ‌هایی با مقاومت فنی بالا
۳- نیاز به نیروی انسانی زیاد و ماهر
۴- نیاز به نظارت و کنترل دقیق
۵- تولید سروصدای زیاد به هنگام کوبیدن پرچ
۶- خطر آتش‌سوزی در کارگاه

شکل۴۰-۱

۳-۷-۱- پیچ

یک اتصال پیچی از نظر انجام کار سریع‌تر و عملی‌تر از سایر اتصالات است و با توجه به سرعت و آسانی اجرا بر دیگر اتصالات برتری دارد.اجزای تشکیل دهنده هر اتصال پیچی شامل سرپیچ، تنه‌ی پیچ، واشر و مهره می‌باشد(شکل۳۹-۱).

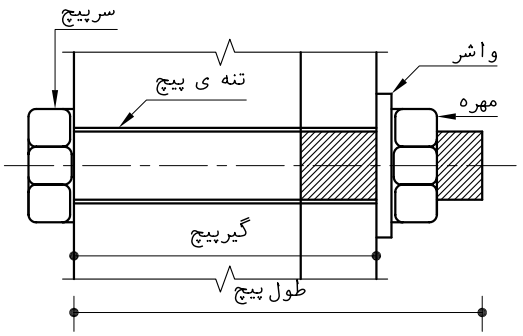
۴-۷-۱- جوش

از رایج‌ترین وسایل اتصال در اسکلت‌های فلزی می‌باشد که به روش‌های مختلفی اجرا می‌شود. جوشکاری فرآیندی است که درطی آن قطعات فلزی با حرارت شدید و کنترل شده به حالت مذاب درآمده و به یکدیگر متصل می‌گردند(شکل۴۰-۱).

شکل۴۱-۱

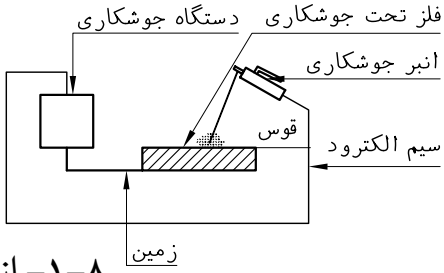
جوشکاری با قوس الکتریکی: معمولی‌ترین روش جوش‌کاری خصوصاً برای فولاد ساختمانی، استفاده از انرژی برق است برای این منظور اغلب از قوس الکتریکی استفاده می‌شود(شکل۴۱-۱).

شکل۳۹-۱ب



شکل۳۹-۱الف

قوس الکتریکی عبارتست از تخلیه جریان الکتریکی نسبتاً بزرگ بین نوک الکترود و فلز مبنا، که حرارت خیلی زیادی به همراه دارد. در جوشکاری با قوس الکتریکی قطعاتی که جوش می‌شوند قسمتی از مدار الکتریکی به نام مدار جوش را تشکیل می دهند (شکل۴۲-۱).

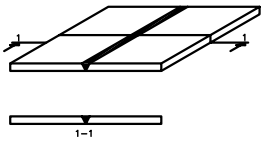


شکل۴۲-۱ مدار جوش قوسی

۸-۱- انواع اتصالات جوشی

اتصالات جوشی برحسب موقعیت قطعات متصل شونده به یکدیگر به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند.

اتصال لب به لب: اغلب برای متصل‌کردن انتهای ورق‌های مسطح با ضخامت‌های نسبتاً مساوی به کار می‌رود در این روش قبل از جوشکاری لبه‌ی قطعات را آماده می‌کنند و در صورت لزوم پخ می‌زنند سپس آن‌ها را به دقت دریک راستا قرارداده، از جوش شیاری با نفوذ کامل استفاده‌می‌شود (شکل۴۳ -۱).



شکل۴۳-۱ اتصال لب به لب

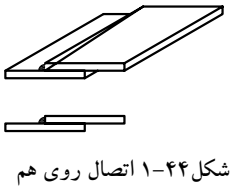
اتصال روی هم: از معمول‌ترین نوع اتصال می‌باشد (شکل۴۴-۱).

مزایای این اتصال عبارتند از :

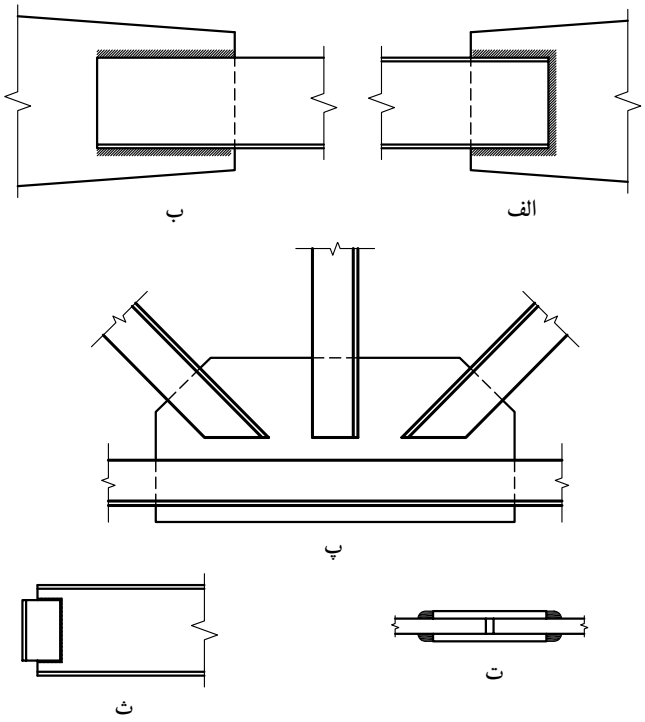
۱-سادگی جف‌وجور کردن: ساخت این گونه اتصالات نیاز به دقت زیادی نسبت به سایر اتصالات جوشی ندارد. قطعات می‌توانند روی هم جابه‌جا شوند تا خطاهای کوچک ساخت را پوشش دهند.

۲-سادگی اتصال دادن :لبه‌های قطعاتی که متصل می‌شوند نیاز به آماده سازی خاصی ندارند و اغلب با برش عادی بریده می‌شوند.

۳- اتصال روی هم صفحات با ضخامت‌های متفاوت(شکل۴۵-۱).



شکل۴۴-۱ اتصال روی هم

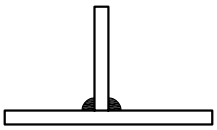


شکل۴۵-۱ نمونه‌هایی از اتصال روی‌هم

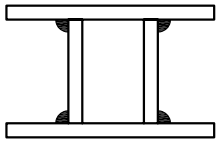
اتصال سپری: در ساخت نیم‌رخ‌های مرکب به شکل T و I، تیر ورق‌ها، لچکی‌ها و به طور کلی قطعاتی که تحت زاویه با هم جفت‌وجور می‌شوند به کار می رود (شکل۴۶-۱).

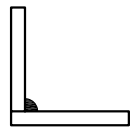
اتصال گوشه (گونیا): در ساخت مقاطع جعبه‌ایی مستطیل شکلی که به صورت تیر یا ستون ساخته می شوند، کاربرد دارد (شکل۴۷-۱).

اتصال پیشانی: این اتصال نقش باربری ندارد و بیشتر برای نگه‌داشتن دو یا چند صفحه در یک امتداد به کار می‌رود (شکل۴۸-۱).

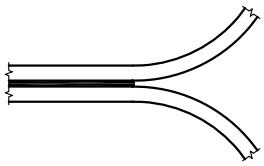


شکل۴۶-۱ اتصال سپری





شکل۴۷-۱ اتصال گوشه



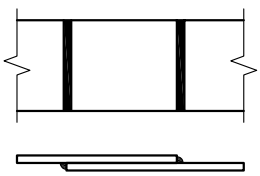
شکل۴۸-۱ اتصال پیشانی

انواع جوش:نوع جوش به شکل اتصال قطعاتی که به هم وصل می‌شوند بستگی دارد.

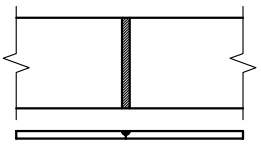
جوش شیاری: برای متصل کردن قطعاتی که روی یک سطح و در امتداد هم قرار گرفته‌اند به کار می‌رود استفاده از جوش شیاری با هدف انتقال کل نیرو از قطعات متصل شده به نقطه اتصال می‌باشد بنابراین مقاومت جوش شیاری باید در حد مقاومت قطعات متصل شونده‌باشد برای چنین منظوری درزجوش طوری طراحی می‌شود که جوش در تمام عمق قطعه نفوذ نماید به چنین جوشی جوش نفوذی کامل گویند(شکل۴۹-۱). در صورتی که جوش در تمام ضخامت قطعات متصل شونده نفوذ نکند به آن جوش شیاری با نفوذ ناقص گفته‌می‌شود (شکل ۵۰ -۱).

شکل۵۱-۱ انواع درز جوش‌های آماده‌سازی شده جهت جوش شیاری را نشان می دهد.

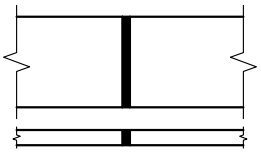
جوش گوشه: به دلیل سادگی انجام کار و قابلیت استفاده از آن در حالت‌های مختلف، کاربرد فراوانی دارد. شکل۵۲ -۱ استفاده از جوش گوشه در اتصال روی هم را نشان می‌دهد.



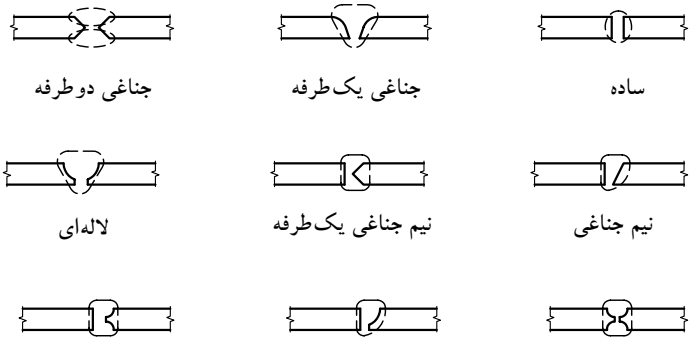
شکل۵۲-۱ جوش گوشه



شکل۵۰-۱ جوش‌شیاری با نفوذ ناقص

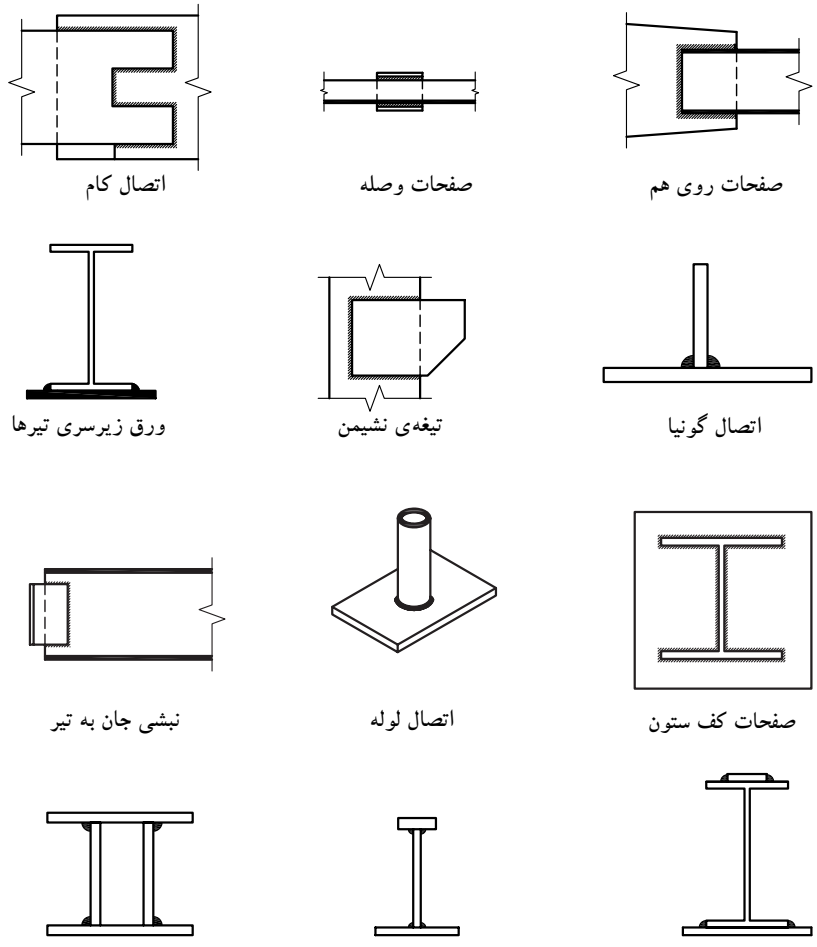


شکل۴۹-۱ جوش‌شیاری با نفوذ کامل



شکل۵۱-۱

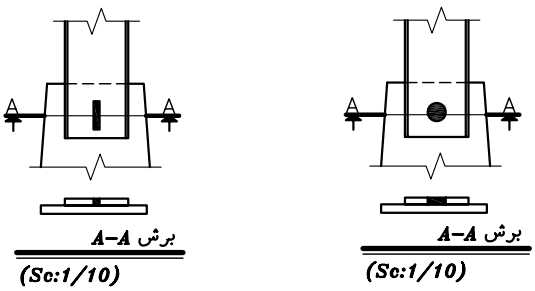
شکل ۵۳-۱ انواع جوش گوشه را نشان می‌دهد.



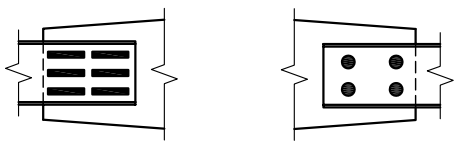
شکل۵۳-۱ انواع جوش گوشه و موارد استفاده‌ی آن

جوش کام و انگشتانه: این جوش‌ها گاه به تنهایی و گاه به صورت ترکیبی با سایر انواع جوش‌ها، نظیر جوش گوشه برای تقویت مقاومت برشی در اتصال صفحات روی هم به کار می‌روند(شکل۵۴-۱).

شکل۵۵-۱ ترکیبی از جوش گوشه و جوش کام و انگشتانه را در اتصال روی هم نشان می‌دهد.



شکل۵۴-۱



شکل۵۵-۱ جوش‌های کام و انگشتانه در ترکیب با جوش گوشه

۹-۱- امتداد دادن ستون

ساختمان‌های اسکلت فلزی معمولاً در چندین طبقه طراحی و احداث می‌شوند ولی طول نیم‌رخ‌های نورد شده‌ایی که در ساخت ستون مورد استفاده قرار می‌گیرند محدود بوده، بنابراین برای ساخت ستون‌های بلند ناچار به اتصال پروفیل‌های ستون به یکدیگر می‌باشیم. همچنین در یک ساختمان چند طبقه، ستون هر طبقه علاوه بر وزن طبقه خود بار ستون طبقات بالاتر را نیز تحمل می‌نماید. بنابراین ستون‌های طبقات فوقانی به مراتب بار کمتری را تحمل می‌کنند و از مقاطع کوچک‌تری استفاده می‌شود پس با توجه به شرایط بارگذاری در ساختمان امکان تغییر مقطع ستون در طبقات وجود دارد.

امتداد دادن دو ستون هم‌نمره

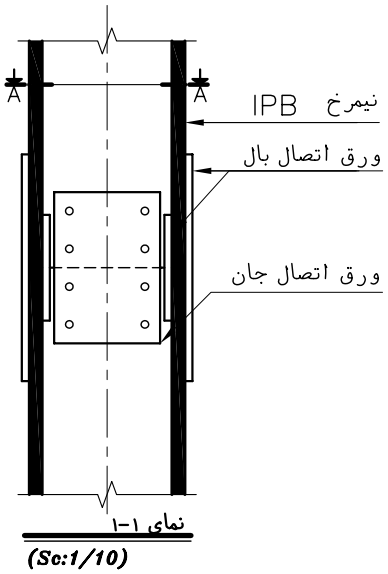
امتداد دادن دو ستون غیرهم‌نمره

شکل۵۶-۱

محل مناسب برای اتصال ستون‌ها جهت طویل کردن آن‌ها، حداقل ارتفاع ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متری بالاتر از کف یا ۶ ارتفاع طبقه می‌باشد. این حداقل ارتفاعی است که هم از نظر دسترسی برای اجرای اتصالات جوش،پرچ یا پیچ مناسب بوده و هم با اتصالات تیر به ستون و بادبند تداخل نخواهد داشت(شکل۵۶-۱).

۱-۹-۱- روش اجرای وصله‌ی ستون‌ها

الف- ستون‌های هم‌نمره: ابتدا سطح تماس دو ستون را به خوبی گونیا کرده و با سنگ‌زدن صاف می‌نمایند تا کاملاً در تماس با یکدیگر قرارگیرند آنگاه ستون‌ها با صفحه‌های اتصال در قسمت بال و جان به وسیله جوش،پرچ یا پیچ به هم متصل می‌شوند(شکل۵۷ -۱).



روش ترسیم اتصال ستون‌های هم‌نمره

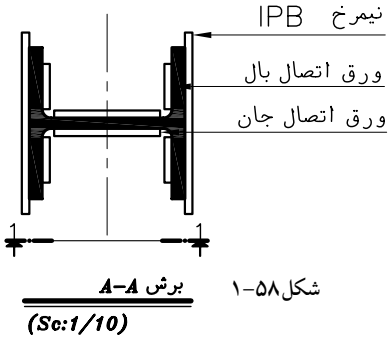
۱- مقیاس ترسیم را تعیین نمایید هر دو نمای پروفیل‌های ستون را طوری ترسیم نمایید که خطوط آکس دو پروفیل در یک امتداد قرار گیرند.

۲-ورق‌های اتصال در قسمت بال و جان را طبق مشخصات داده شده ترسیم نمایید.

۳- مشخصات ستون و ورق‌های اتصال را ذکر نمایید.

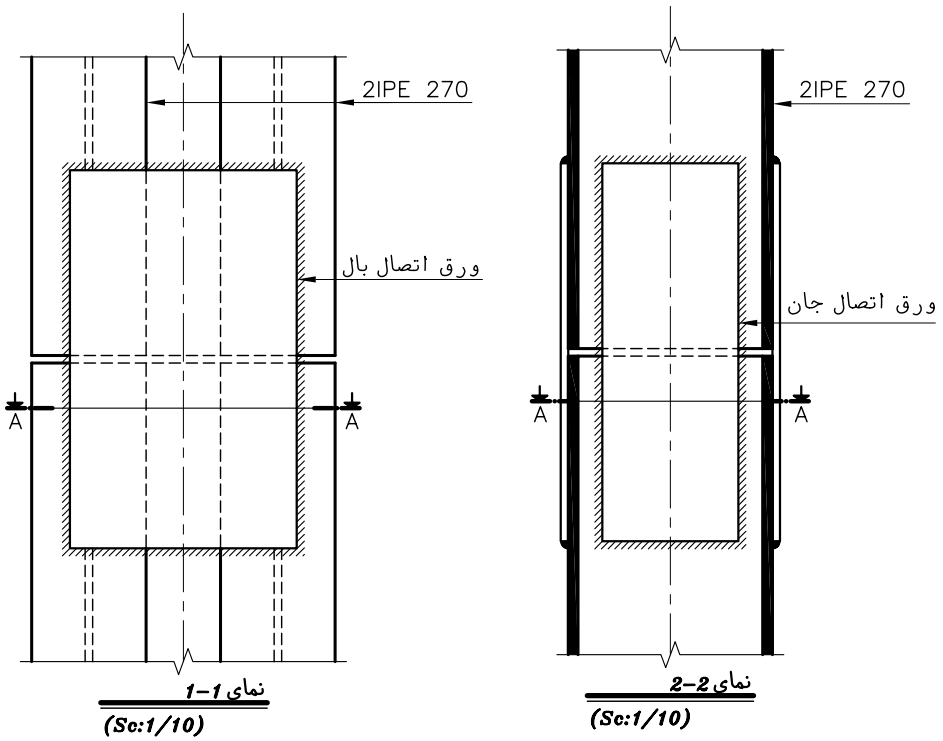
۴-یک مقطع افقی از محل اتصال ترسیم کنید.

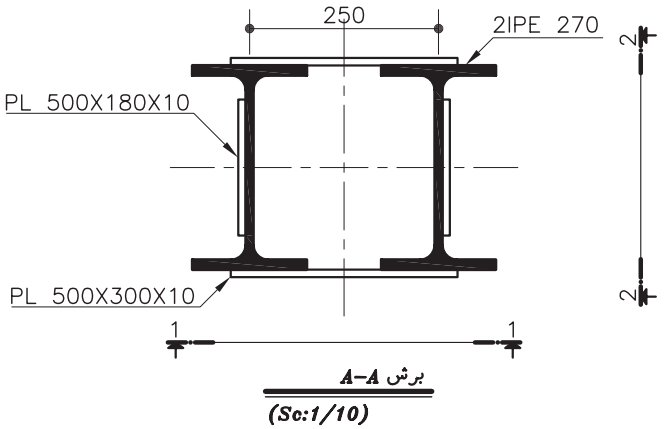
۵-مقیاس و مشخصات ستون‌ها و ورق‌های اتصال را ذکر کرده در صورت لزوم اندازه‌گیری نمایید(شکل۵۸-۱).



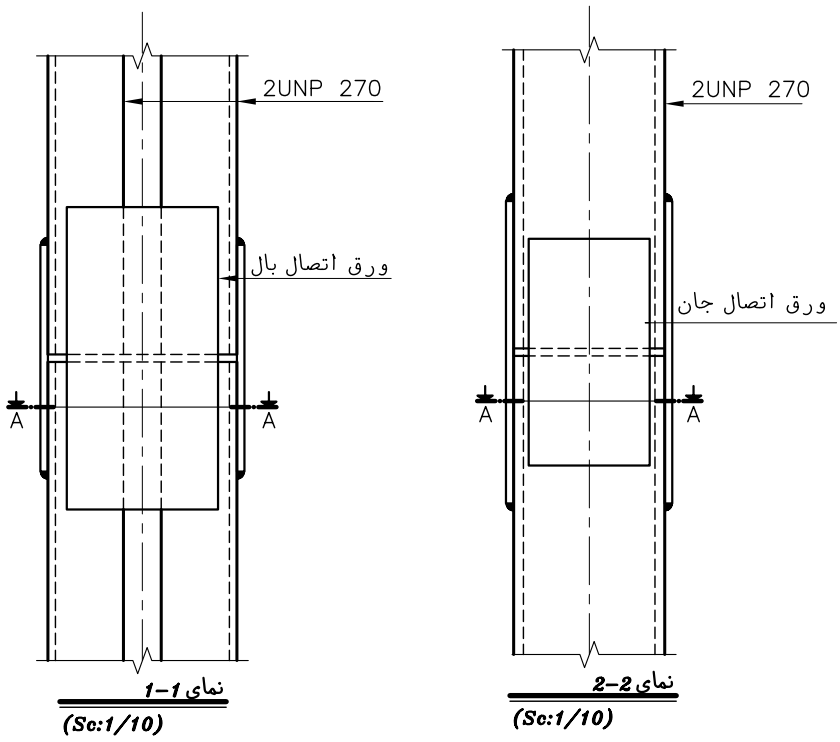
شکل۵۸-۱

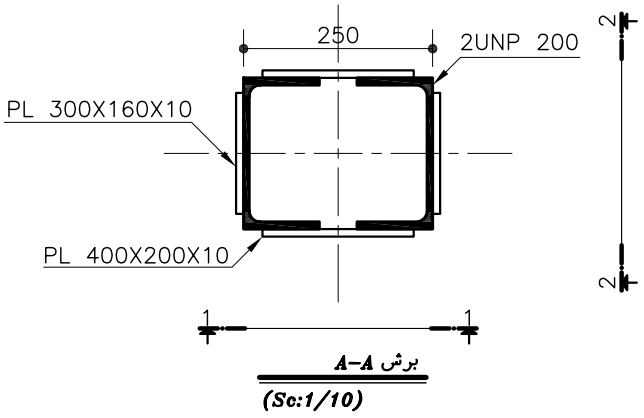
شکل‌های ۵۹-۱ و ۶۰-۱ اتصال دو پروفیل هم‌شماره‌ی IPE و UNP با استفاده از جوش را نشان می‌دهد.



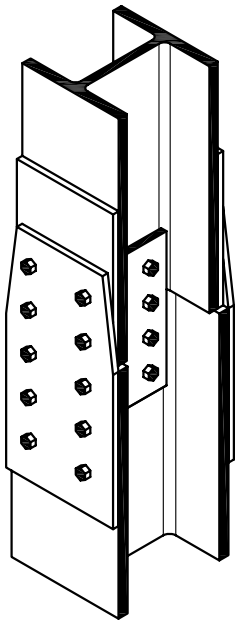


شکل۵۹-۱





شکل ۶۰-۱



شکل ۶۱-۱

ب)**ستون‌های غیر هم‌نمره:** ابتدا روی بال‌های ستون با نمره‌ی کوچک‌تر را با صفحات هم‌سو کننده(هم رو کننده)می پوشانند تا ارتفاع مقطع دو ستون برابر شود (شکل ۶۱-۱).

روش ترسیم اتصال ستون‌های غیر هم نمره

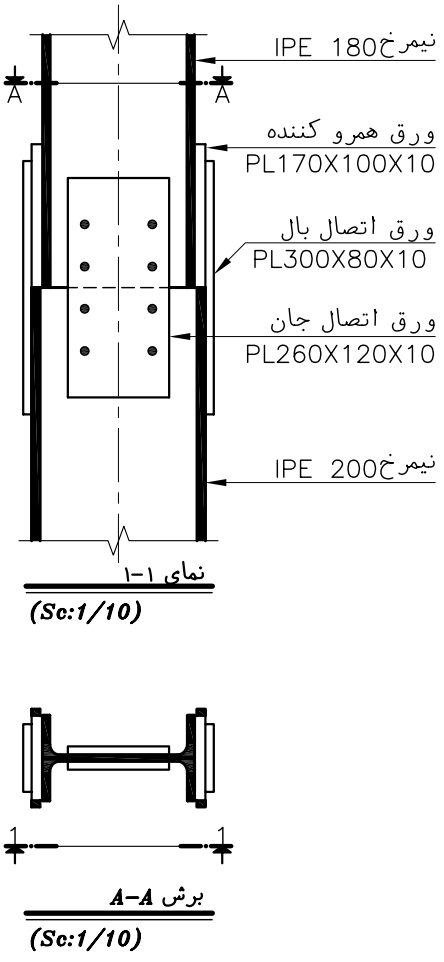
۱-مقیاس ترسیم را تعیین نمایید.

۲-نمای قائم ستون های غیرهم‌نمره را در محل اتصال طوری ترسیم کنید که خطوط آکس دو پروفیل در یک امتداد قرارگیرند

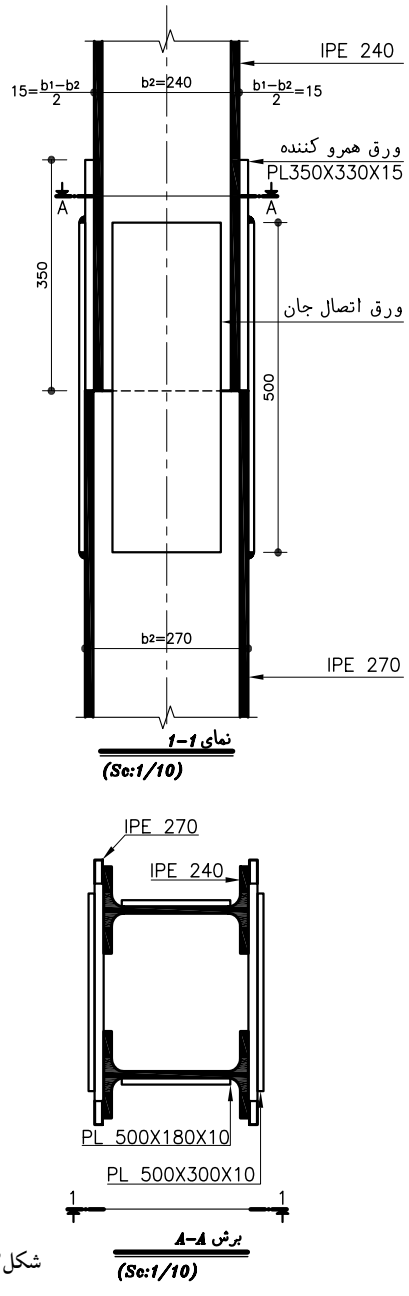
۳-ورق‌های هم‌رو کننده را در دوطرف تیرآهن ضعیف‌تر ترسیم نمایید.

۴-ورق‌های اتصال بال وجان را ترسیم نمایید.

۵-یک مقطع افقی از محل اتصال ترسیم نمایید و مشخصات اتصال را روی آن بنویسید (شکل ۶۲-۱و۶۳-۱).

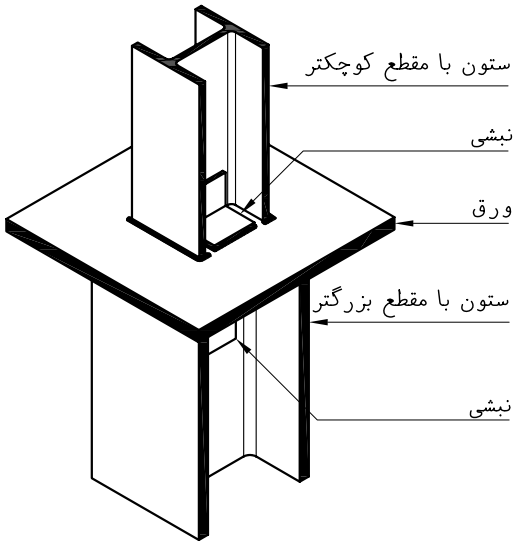


شکل۶۲-۱

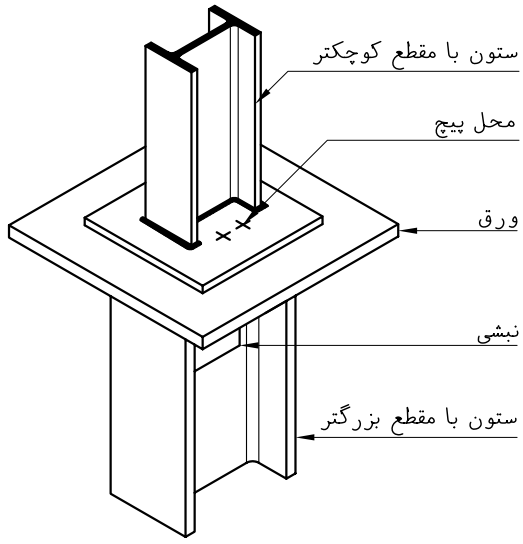


شکل۶۳-۱

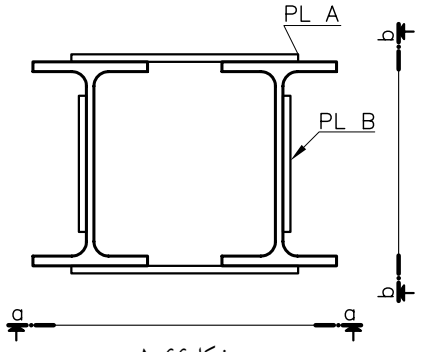
ج) ستون‌های غیر هم‌نمره با استفاده از پلیت: در صورتی که اختلاف ارتفاع دو نیم‌رخ ستون در محل اتصال بیش از یک تا دو نمره باشد به طوری که قسمت کمی از سطح آن دو روی هم و در تماس با یکدیگر قرارگیرد از یک یا دو صفحه افقی ضخیم برای تقسیم فشار در بین دو نیم‌رخ استفاده می‌شود(شکل‌های ۶۴-۱و۶۵-۱).



شکل۶۴-۱



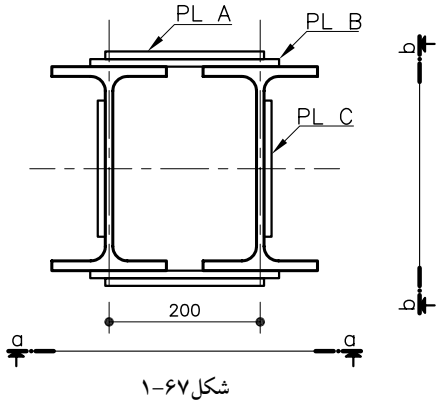
شکل۶۵-۱



شکل۶۶-۱

تمرین۲: شکل ۶۶-۱ نمای افقی اتصال ستون‌های هم‌نمره را نشان می‌دهد. مطلوبست ترسیم نمای a-a و b-b از محل اتصال به طول یک متر با مقیاس ۱/۱۰.

ستون: 2IPE160
ابعاد صفحه‌های اتصال: PLA=450×120×8 mm
PLB=250×120×8 mm



شکل۶۷-۱

تمرین۲: شکل ۶۷-۱ نمای افقی اتصال ستون‌های غیرهم‌نمره را نشان می‌دهد. مطلوبست ترسیم نمای a-a و b-b از محل اتصال به طول یک متر با مقیاس ۱/۱۰.

ستون طبقه پایین تر 2IPE200، ستون طبقه بالاتر 2IPE180
ابعاد صفحه‌های اتصال: PLA=500×200×10mm
PLB=300×240×10mm
PLC=300×150×10mm

۱۰-۱- اعضای باربر افقی در ساختمان‌های اسکلت فلزی

اعضای باربر افقی، قطعات سازه‌ایی هستند که بارهای عمود بر محور طولی خود را تحمل می‌کنند و در اثر این بارها در مقاطع مختلف نیروی برشی و لنگر خمشی به وجود می‌آید. بارهای وارد بر تیرها مجموع بارهای مرده و زنده می‌باشد. بارهای مرده وارد بر تیرها شامل وزن خود تیر نیز می‌گردد(شکل۶۸-۱).

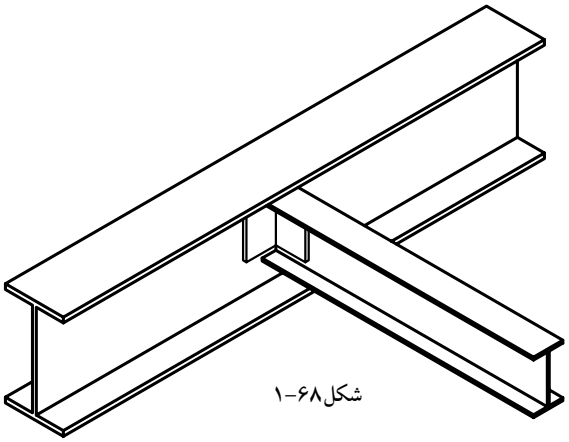
۱-۱۰-۱- انواع تیر در سازه‌های اسکلت فلزی

تیرها بر حسب وظیفه‌ایی که دارند و نوع باری که با آن‌ها وارد می‌شود دسته بندی می‌شوند.

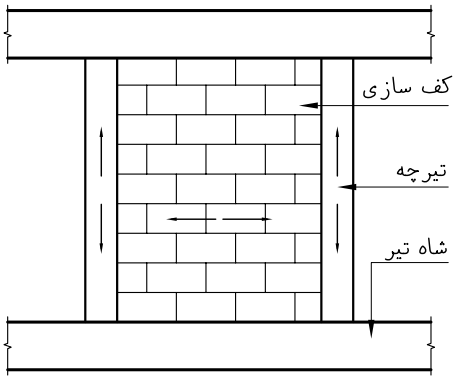
تیرچه: تیر سبکی است که بار سقف را به شاه تیرها (پُل) انتقال می‌دهد (شکل۶۹ -۱).

شاهتیرها (پُل): عضو باربر اصلی در سقف می‌باشد که بارهای ناشی از تیرچه را به ستون ها انتقال می‌دهد.

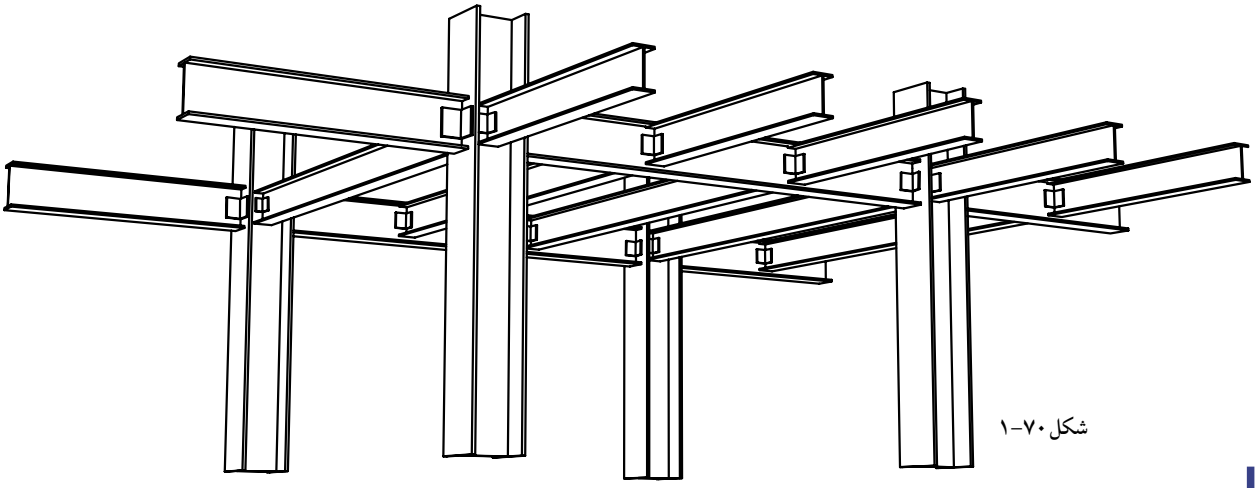
تیرهای پیرامونی: تیرهایی هستند که در پیرامون سقف قرار می‌گیرند وعلاوه بر بارکف، وزن دیوارهای محیطی ساختمان را تحمل می‌کنند. شکل ۷۰-۱ نامگذاری تیرهای سقف را بر حسب موقعیتشان نشان می دهد.



شکل۶۸-۱



شکل۶۹-۱



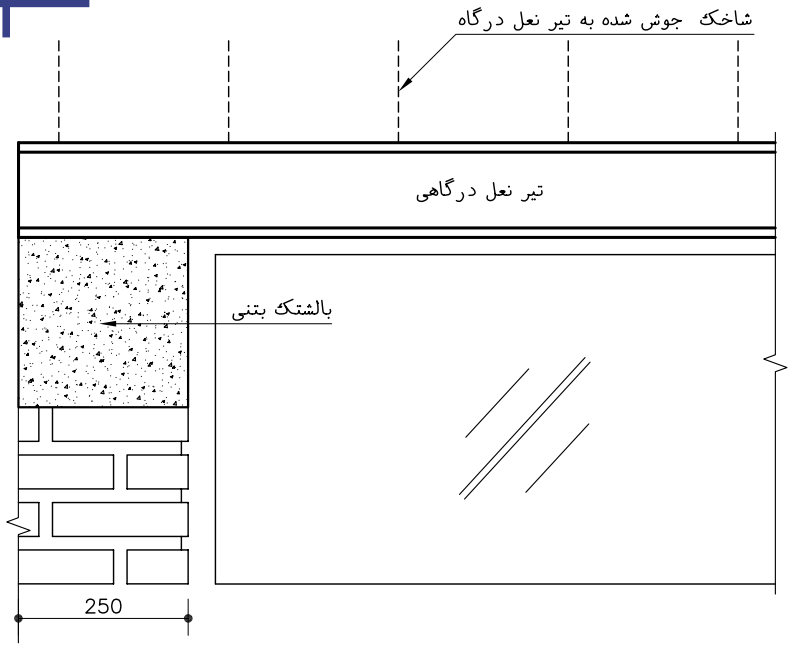
شکل۷۰-۱

تیر نعل درگاهی:اگر در سطح دیوار، بازشو(در یا پنجره) وجود داشته‌باشد برای حفظ ایستایی و انتقال وزن دیوار بالای بازشو از تیری استفاده می‌شود که به آن تیر نعل درگاه گویند. این تیرها بایستی حداقل ۵۰ سانتی‌متر بزرگتر از عرض بازشو باشند و دو سر آن روی بالشتک بتنی قرارگیرد و برای حفظ انسجام دیوار هنگام زلزله، از شاخک‌های U شکل استفاده‌شود(شکل ۷۱-۱).

در صورتی که چند بازشوی مجاور، با تیغه‌های آجری از هم جدا شده‌باشند از تیر نعل درگاه سراسری استفاده می‌شود(شکل ۷۲-۱).

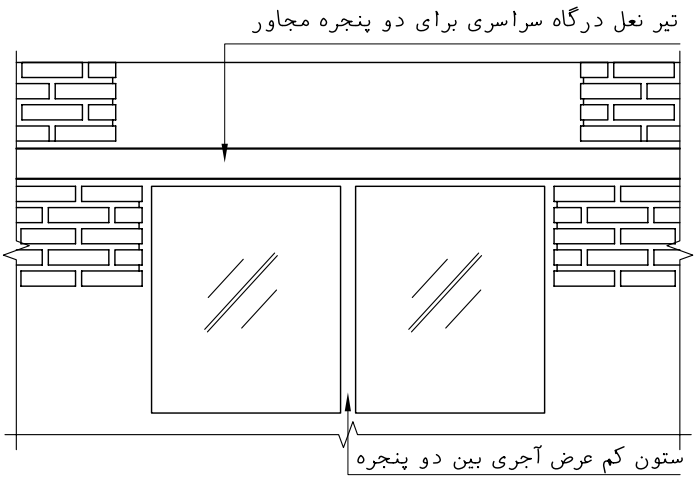
برای تیرهای نعل درگاه می‌توان از نیم‌رخ‌های مختلفی استفاده‌کرد معمولاً برای تیغه‌ها و دیوارهای غیر باربر دوجداره، از یک یا دو نیم‌رخ نبشی و ناودانی به صورت چسبیده به هم استفاده می‌شود(شکل ۷۳-۱).

برای دیوارهای باربر از دو نیم رخ UNP یا INP که به وسیله میلگرد یا تسمه به هم متصل شده‌اند، استفاده می شود(شکل ۷۴-۱).

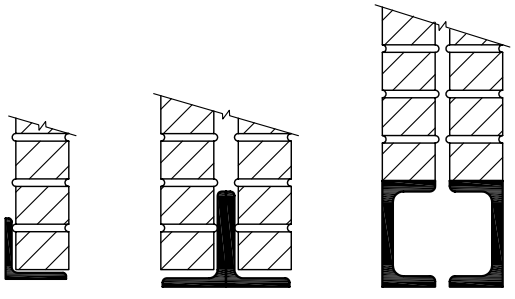


شکل ۷۱-۱

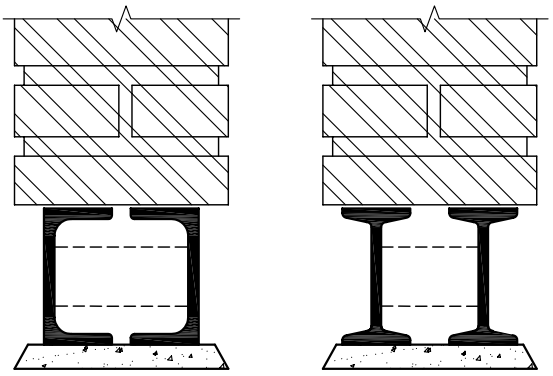
مشخصات نعل درگاه روی دیوار ۲۲ سانتی
(So:1/10)



شکل ۷۲-۱



شکل ۷۳-۱

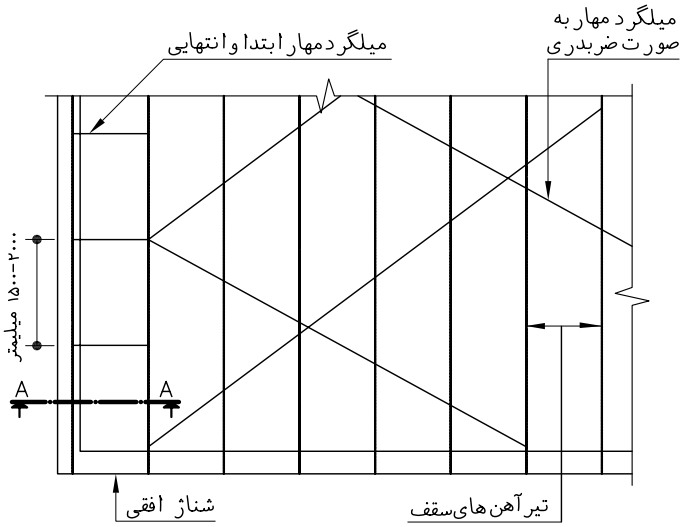


شکل ۷۴-۱

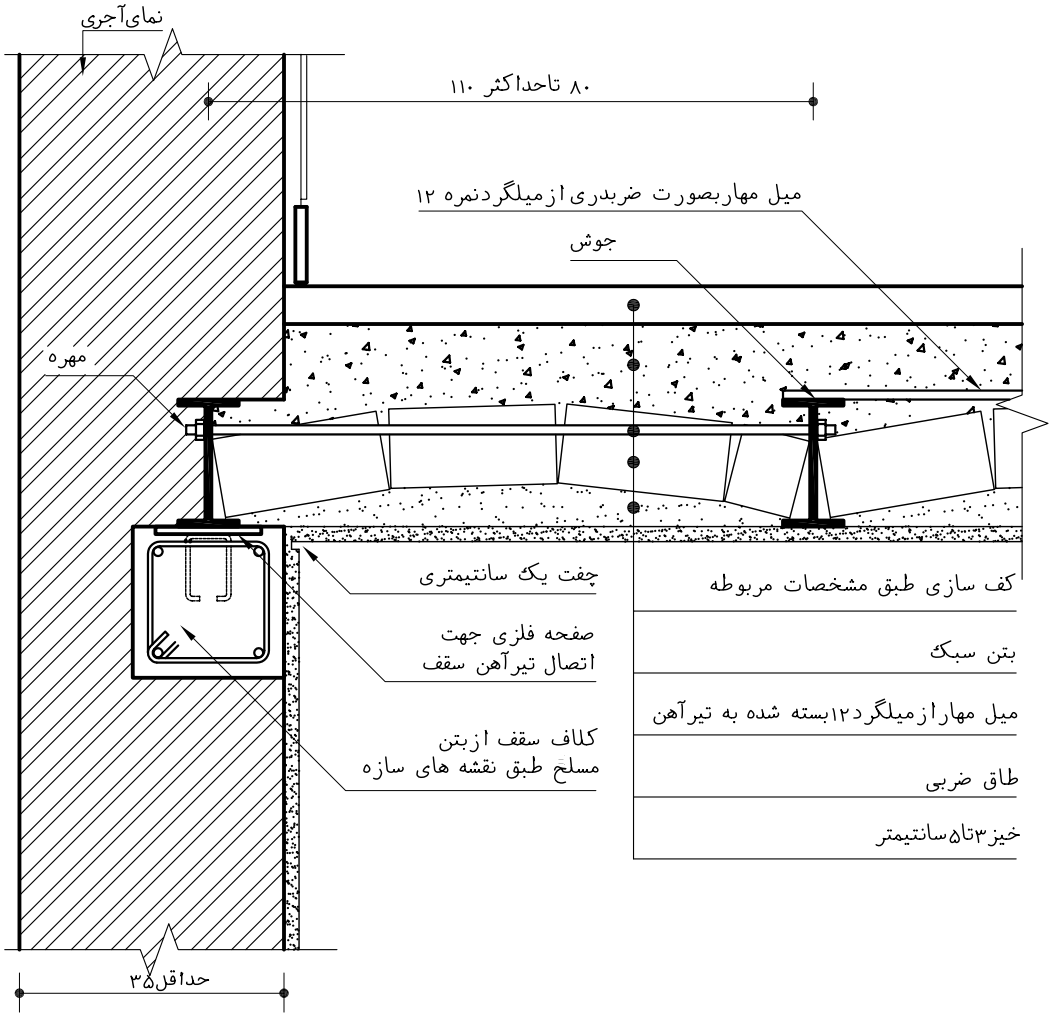
۱۱-۱- سقف طاق ضربی

از قدیمی‌ترین نوع سقف می‌باشد برای اجرای آن ابتدا تیرهای فلزی به فاصله‌ی ۱۲۰-۸۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار داده‌می‌شوند و حدفاصل بین تیرها با قوس‌های آجری پوشانده می‌شود(شکل۷۵-۱).

سقف طاق ضربی به دلیل غیر همگن بودن مصالح آن مقاومت خوبی در مقابله با نیروهای جانبی ندارد و برای افزایش مقاومت و یکپارچگی سقف، از میلگردهای مهاری به صورت ضربدری استفاده می‌شود به طوری که برای هر ۲۵ متر مربع از سقف، یک ضربدر با میلگردهایی به قطر ۱۲ میلی‌متر استفاده می‌شود(شکل۷۶-۱).



شکل۷۵-۱ پلان (Sc:1/100)



شکل۷۶-۱ جزییات نحوه قرارگیری میل مهار در آخرین تیرآهن(درصورتیکه ساختمان داری اسکلت آجری باشد) (Sc:1/10)

۱۲-۱- پلان تیرریزی

پلانی است محاسباتی، که نوع پوشش سقف، تیرهای اصلی، جهت تیرچه‌ها و فاصله‌ی بین آن‌ها را در سقف نشان‌می‌دهد. در ساختمان‌های بنایی وزن سقف به وسیله دیوارهای باربر به پی انتقال می‌یابد.

نحوه‌ی ترسیم پلان تیرریزی سقف ضربی در ساختمان‌های بنایی

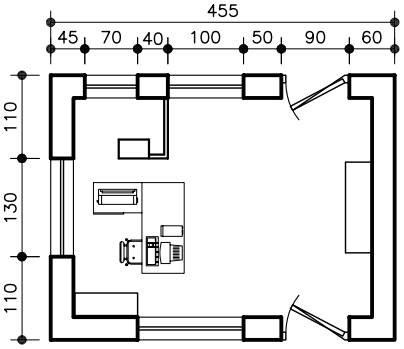
فرض کنید پلان محاسباتی تیرریزی سقف شکل ۷۷-۱ به صورت شکل ۷۸-۱ در اختیار شما قرارگیرد.

برای ترسیم پلان تیرریزی ابتدا پلان اولیه‌ای که در آن دیوارهای باربر،محل در و پنجره، فضاهای بدون سقف مانند پاسیو و پیش‌آمدگی سقف مشخص شده با خط نازک در مقیاس ۱/۱۰۰ ترسیم کنید سپس تیرهای کناری را روی دیوارهای طولی (دیوارهایAB وCD)با خط نقطه ضخیم ترسیم کنید (شکل۷۹-۱).

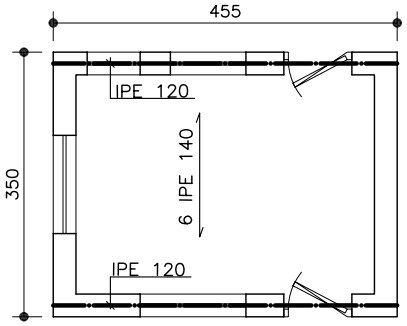
فاصله آکس دیوارهای AC و BD(طول دهانه=L=۴۲۵)را بر عددی بین ۸۰ تا۱۲۰تقسیم کنید تا خارج قسمت عدد صحیحی مانند n به دست آید تعداد تیرهای پوشش برابر است با n+۱. در دهانه‌ی ۴۲۵ سانتی‌متر، فاصله‌ی تیرها ۸۵ سانتی‌متر، و تعداد تیرها ۶ عدد خواهدبود(شکل ۸۰-۱).

پس از تیرریزی سقف، تیرهای پوشش ابتدا و انتهای دهانه را با میلگرد هایی به قطر حداقل ۱۲ میلی‌متر با فاصله ی۱/۵ تا ۲ متر به تیرهای ما قبل آخر مهار کنید تا از رانش تیرهای کناری جلوگیری شود. به این میلگردها اصطلاحاً میلگردهای رانش گفته می‌شود(شکل۸۱ -۱).

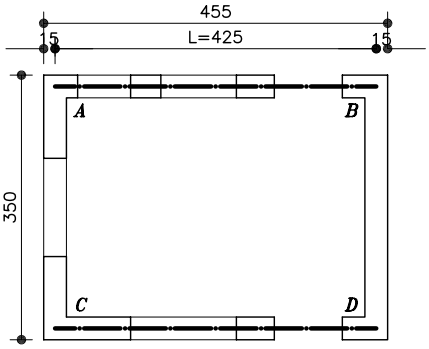
به ازای هر ۲۵ متر مربع مساحت سقف، دو عدد میلگرد به قطر حداقل ۱۲میلی‌متر به صورت ضربدری ترسیم کنید. میلگردهای ضربدری روی تیرهای پوشش قرار گرفته وبه آن ها جوش می‌شوند(شکل۸۲-۱).



شکل۷۷-۱ ۱پلان اتاق نگهبانی

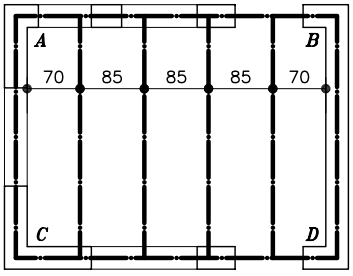


شکل۷۸-۱پلان پلان محاسباتی

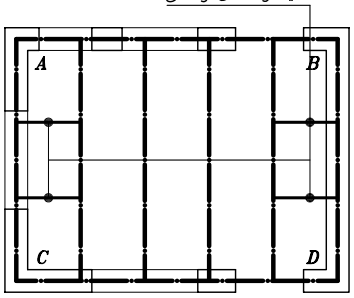


شکل۷۹-۱

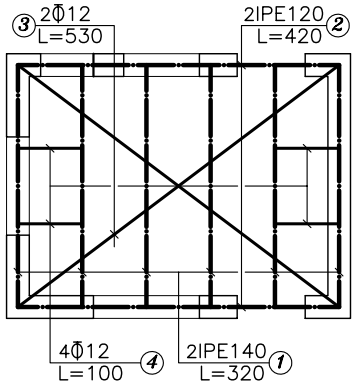
طول دهانه فاصله‌ی آکس تا آکس دیواهای باربر می‌باشد 455-30=425



شکل ۸۰-۱



شکل۸۱-۱



شکل۸۲-۱

مصالح فلزی سقف را به روش زیر پوزیسیون بندی کنید

تعدادنیم‌رخ‌های هم‌شکل، هم‌نمره و هم‌طول را را که در پلان ترسیم شده با خط رابط مشخص کرده و در بیرون پلان با شماره، داخل یک دایره به قطر ۵ تا ۷ میلی‌متر بنویسید. نوع و تعداد نیم‌رخ‌های مربوط را مشخص کنید به این عمل پوزیسیون‌بندی گفته می‌شود(شکل۸۳-۱).

پلان را مرکبی کنید برای ترسیم نهایی (مرکبی کردن یا استفاده از برنامه اتوکد) از خطوطی با ضخامت‌های زیر استفاده کنید.

پُل‌های اصلی با خط، نقطه‌ی0.6، تیرهای پوشش با خط نقطه‌ی 0.4 خطوط رابط پوزیسیون‌ها با ضخامت 0.1 و متن‌ها با ضخامت 0.2 نوشته شود.

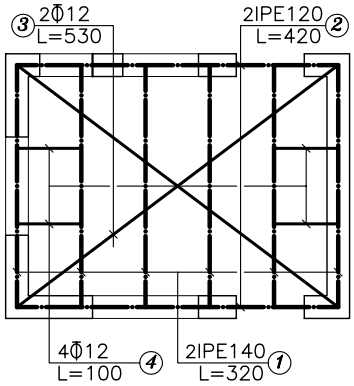
پوزیسیون:برای خلاصه‌کردن اطلاعات در جدول آهن مصرفی، نیم‌رخ‌های هم شکل، هم‌نمره و هم‌طول را تحت عنوان یک پوزیسیون دسته بندی می‌کنند.

جدول مصرفی آهن سقف را تنظیم کنید

این جدول بر اساس پوزیسیون‌های مربوط به پروفیل‌های فلزی در پلان تیرریزی شکل۸۳ -۱ به صورت زیر تنظیم می‌شود. ابتدا جدولی مطابق جدول ۲-۱ ترسیم نمایید. تعداد سطرهای آن به تعداد پوزیسیون‌ها و تعداد ستون‌های آن به تنوع مصالح فلزی مصرف شده بستگی دارد پس در هر ردیف طول و تعداد قطعات مشابه هر پوزیسیون را تعیین نموده، آنگاه طول کل مصالح فلزی را به تفکیک نوع آن‌هاحساب کرده در سطر«جمع کل طول» بنویسید در سطر بعدی وزن واحد طول، هر پوزیسیون وسطر زیر آن حاصل‌ضرب وزن واحد طول و طول کل هر پوزیسیون را بنویسید. در سطر آخر جمع کل وزن پروفیل‌های مصرفی را بنویسید.

جدول۲-۱

pos	L_m	N	طول پروفیل‌های مصرفی(m)		
			IPE120	IPE140	ϕ12
1	3.20	6	-	19.20	-
2	4.20	2	8.40	-	-
3	5.30	2	-	-	10.60
4	1.00	4	-	-	4.00
جمع کل طول(m)			8.40	19.2	14.60
وزن واحد طول(kg)			10.40	12.9	0.888
وزن کل(kg)			87.36	247.68	12.965
جمع کل وزن(kg)			348.005 kg		



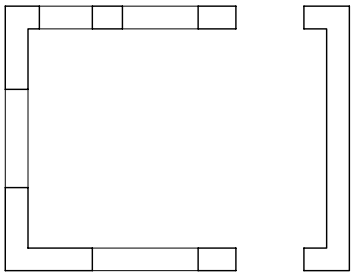
شکل۸۳-۱

پلان تیرریزی نعل درگاه را ترسیم کنید.

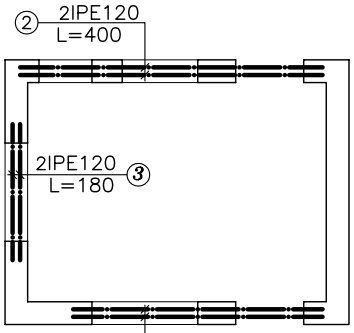
پلان دیوارهایی که دارای بازشو هستند را ترسیم کنید(شکل۸۴ –۱).

تیرریزی بالای بازشوها را ترسیم نمایید. نوع و تعداد پروفیل های مصرفی را مانند تیرریزی سقف مشخص کرده پوزیسیون‌بندی نمایید(شکل۸۵–۱).

جدول آهن مصرفی را کامل کنید(جدول۳–۱).



شکل۸۴–۱

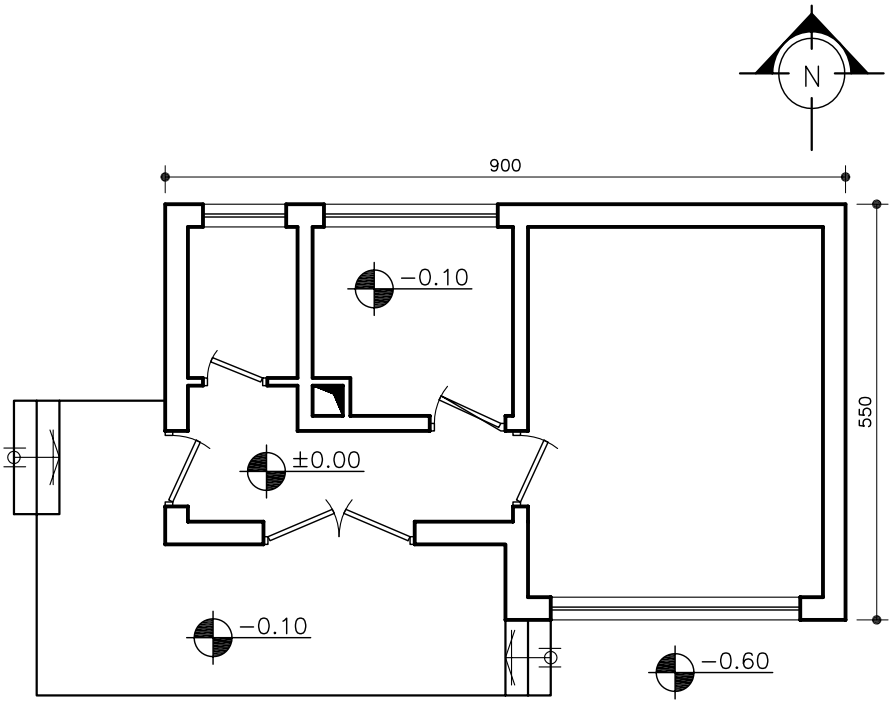


شکل۸۵–۱

جدول۳–۱

pos	L_m	N	طول پروفیل‌های مصرفی(m)	
			IPE120	-
1	1.70	4	6.80	-
2	2.60	2	5.00	-
3	1.40	4	5.60	-
جمع کل طول(m)			17.40	-
وزن واحد طول(kg)			10.40	-
وزن کل(kg)			180.96	-
جمع کل وزن (kg)			180.96 kg	

تمرین: شکل۸۶–۱ پلان مربوط به ساختمان بنایی با سقف طاق ضربی می‌باشد پلان تیرریزی سقف و نعل‌درگاه آن را ترسیم و جدول آهن مصرفی را تنظیم نمایید.

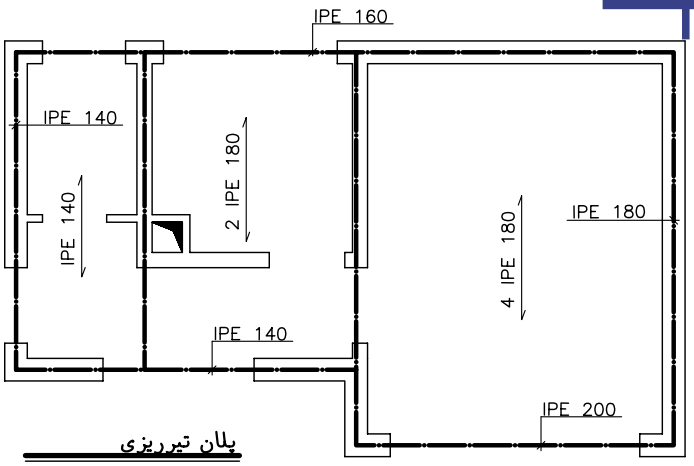


شکل۸۶–۱

پلان
(Sc:1/100)

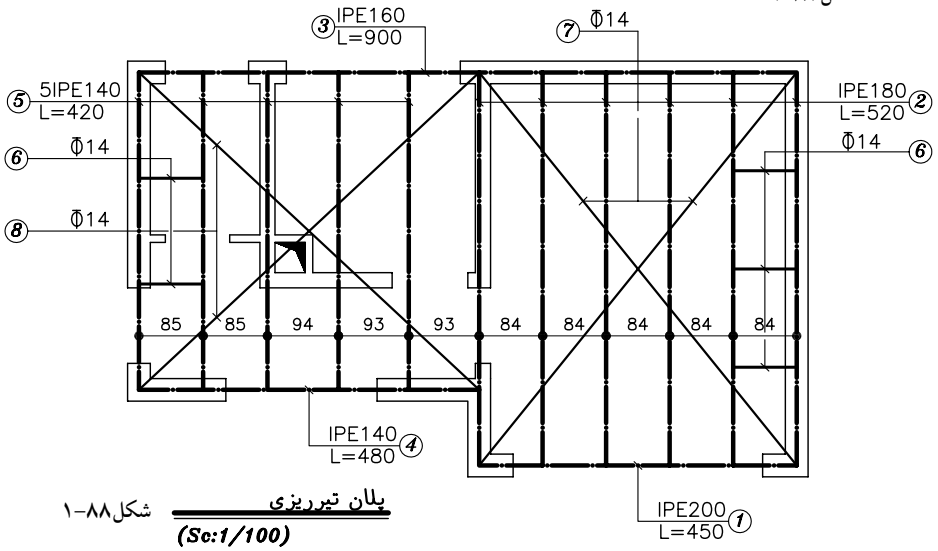
با فرض مشخص بودن نوع وجهت تیرهای پوشش و تیرهای کناری مطابق شکل ۸۷-۱ اقدام به تعیین فاصله و سپس تیرریزی سقف نمایید.

پس از ترسیم پلان تیرریزی سقف ومهاربندی آن با مشخص شدن تعداد و اندازه پروفیل های مصرفی، آن ها را پوزسیون بندی نموده در پایان جدول آهن مصرفی را تشکیل دهید(شکل۸۸-۱ و جدول۴-۱).



پلان تیرریزی
(Sc:1/100)

شکل۸۷-۱



پلان تیرریزی
(Sc:1/100)

شکل۸۸-۱

جدول۴-۱

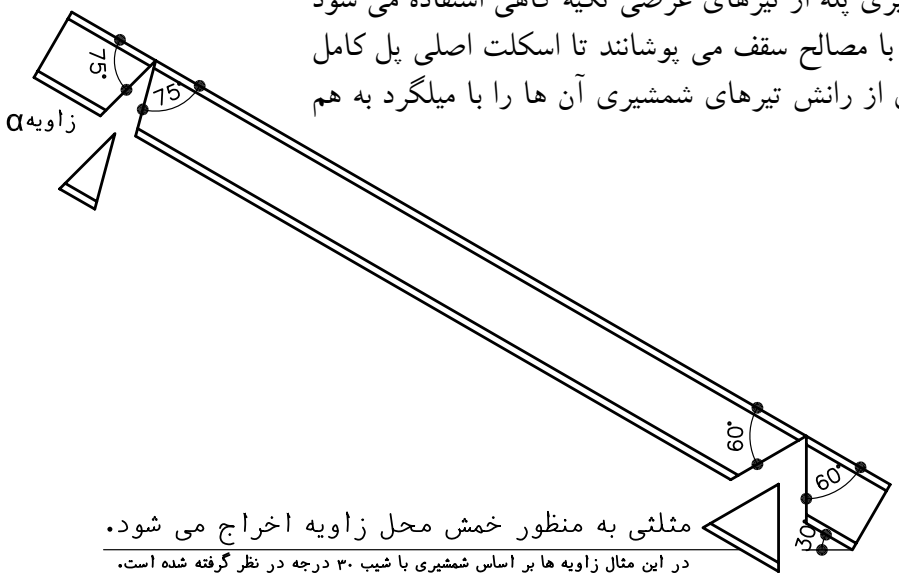
pos	L_m	N	طول پروفیل‌های مصرفی(m)				
			IPE200	IPE180	IPE160	IPE140	Φ 14
1	4.50	1	4.50	-	-	-	-
2	5.20	6	-	31.20	-	-	-
3	9.00	1	-	-	9.00	-	-
4	4.80	1	-	-	-	4.80	-
5	4.20	5	-	-	-	21.00	-
6	1.00	6	-	-	-	-	6.00
7	6.70	2	-	-	-	-	13.40
8	6.30	2	-	-	-	-	12.60
جمع کل طول (m)			4.5	31.20	9.00	25.8	32
وزن واحد طول(kg)			22.4	18.8	15.8	12.9	1.21
وزن کل(kg)			100.8	586.6	142.2	332.8	38.72
جمع کل وزن(kg)			1201.12 kg				

۱۳-۱- تیرریزی پله

پله عمومی‌ترین وسیله دسترسی به طبقات ساختمان می‌باشد در هر سیستم پله، دو سطح وجود دارد. سطح شیب دار (ردیف پله) و سطح افقی (پاگرد). به همین دلیل تیرریزی جعبه پله با تیرریزی سقف متفاوت است.

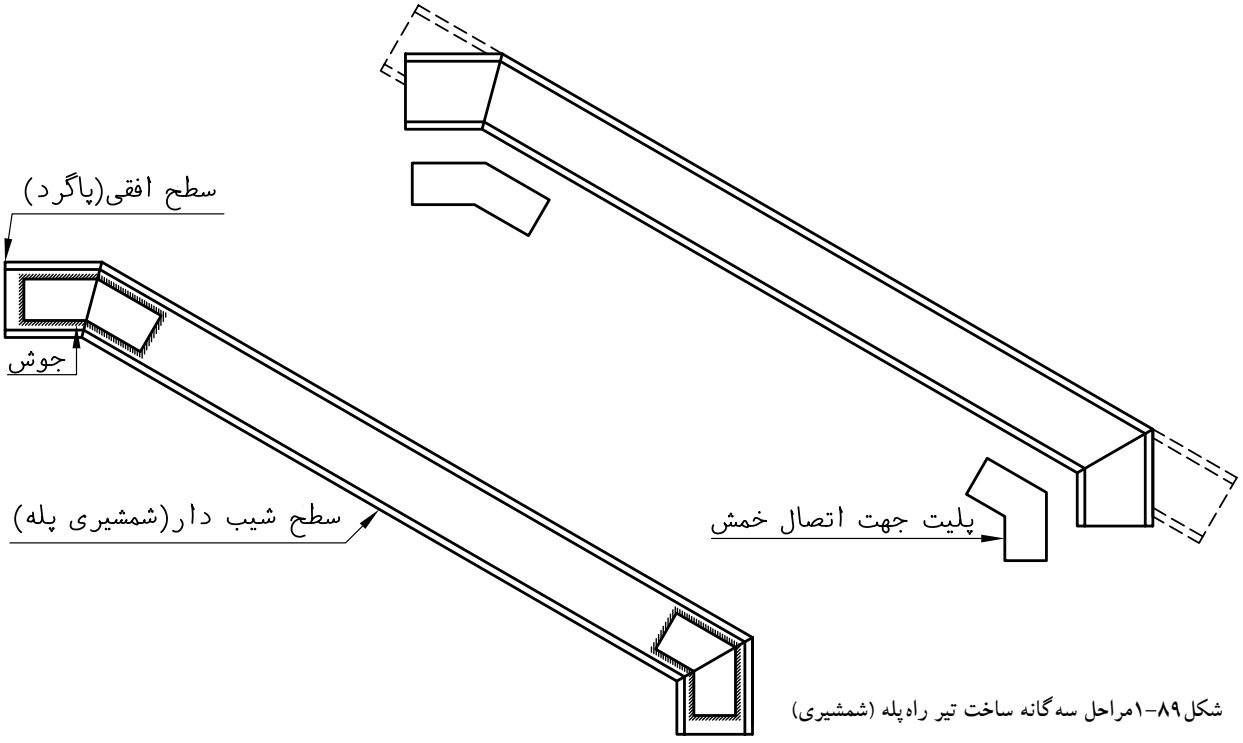
تیرریزی پله: در هر بازوی پله متناسب با عرض آن از دو یا چند تیر شیب‌دار موسوم به شمشیری استفاده می‌شود.در شکل۸۹ -۱ روش ساخت آن نشان داده شده است.

در ابتدا و انتهای شمشیری پله از تیرهای عرضی تکیه گاهی استفاده می شود و فضای بین تیرهای فوق را با مصالح سقف می پوشانند تا اسکلت اصلی پل کامل شود.در پایان برای جلوگیری از رانش تیرهای شمشیری آن ها را با میلگرد به هم مهار می کنند



مثلثی به منظور خمش محل زاویه اخراج می شود.

در این مثال زاویه ها بر اساس شمشیری با شیب ۳۰ درجه در نظر گرفته شده است.



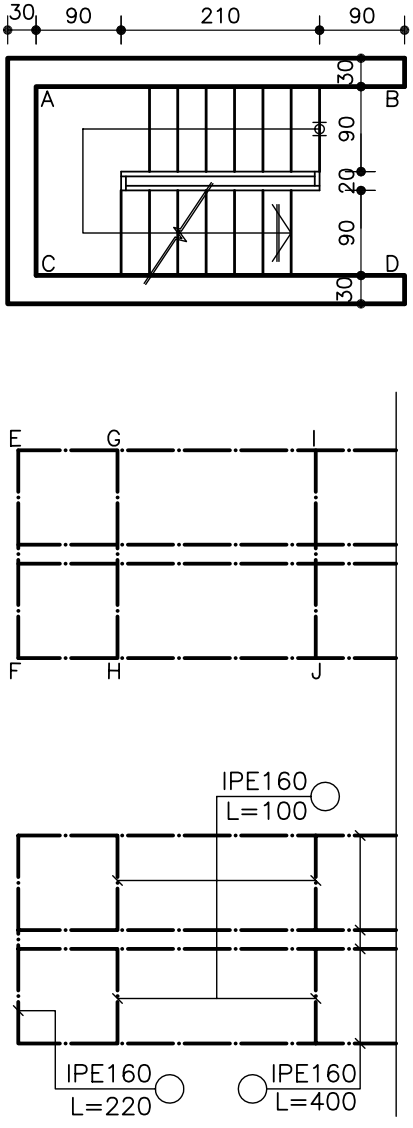
شکل۸۹-۱مراحل سه‌گانه ساخت تیر راه‌پله (شمشیری)

نحوه ی ترسیم پلان تیرریزی پله

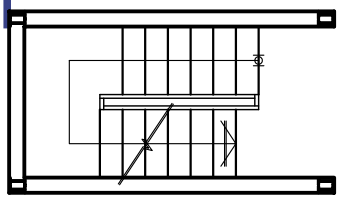
پلان تیرریزی پله بر اساس پلان معماری پله ترسیم می‌شود. با توجه به پلان معماری پله، تیرهای شمشیری (شکل۹۰-۱) را در دو طرف ردیف پله و در قسمت داخلی قاب پله (خطوط AB و CD)ترسیم نمایید.

تیر انتهای پاگرد (EF) را روی آکس دیوار باربر یا ستون‌ها ترسیم کنید و تیرهای انتهای ردیف پله را در ابتدا و انتهای هر ردیف پله ترسیم کنید(تیرهای GH وIJ). نیم‌رخ‌های فلزی را پوزیسیون‌بندی کرده مشخصات آن‌ها را بنویسید(شکل۹۱-۱).

شکل۹۰-۱



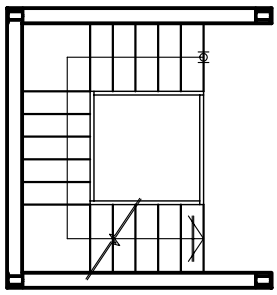
شکل۹۱-۱



شکل۹۲-۱

تمرین۱: پلان تیرریزی پله دو طرفه شکل ۹۲-۱ را ترسیم نماییدتیرهای شمشیری و انتهای پله و پاگرد را از نوع IPE160 انتخاب کنید.

تمرین۲: پلان تیرریزی پله سه‌طرفه شکل۹۳-۱را با استفاده از نیم‌رخ‌های IPE160 ترسیم نمایید.

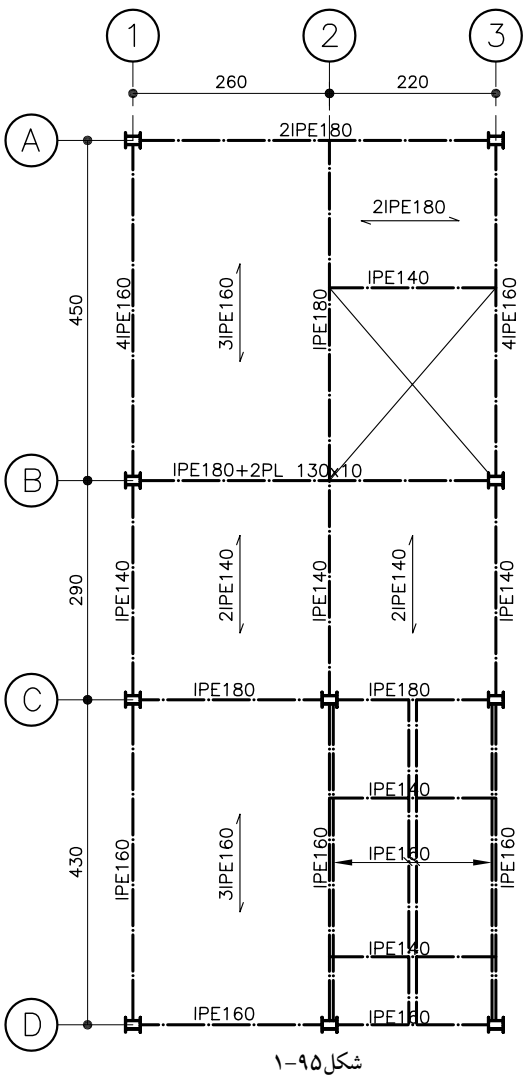


شکل۹۳-۱

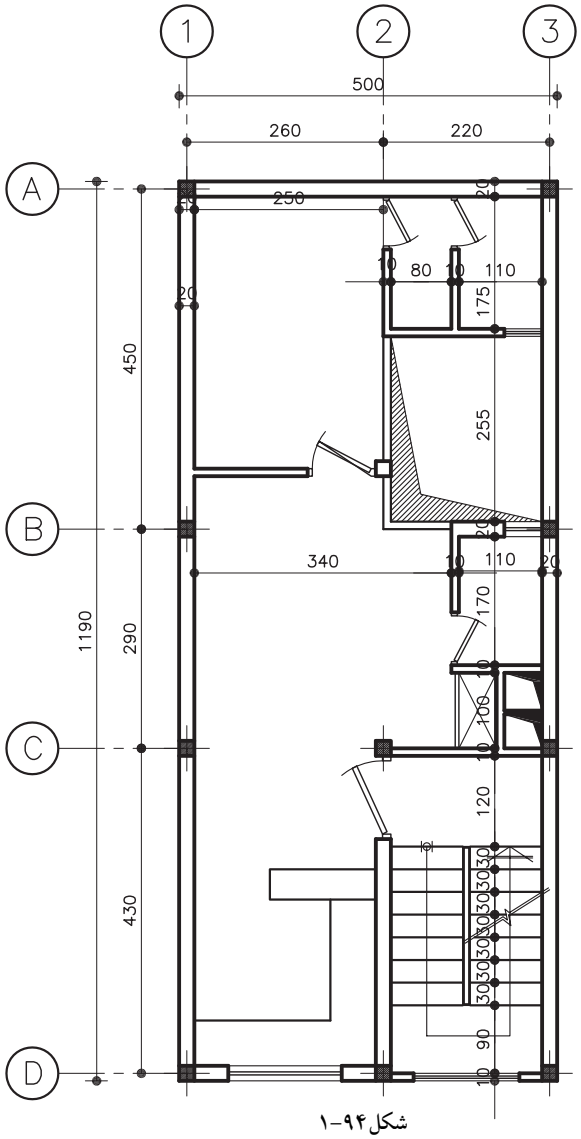
۱۴-۱- ترسیم پلان تیرریزی سقف طاق ضربی

در ساختمان‌های اسکلت فلزی برای ترسیم پلان تیرریزی سقف ابتدا پلان آکس بندی را با استفاده از پلان معماری ترسیم کرده و سپس با نظر مهندس محاسب یا استفاده از نقشه‌های محاسباتی سقف، تیرریزی را به روش زیر ترسیم نمایید.

روش ترسیم پلان تیرریزی سقف طاق‌ضربی در ساختمان‌های اسکلت فلزی شکل۹۴ -۱ پلان معماری و شکل ۹۵-۱ نقشه محاسباتی سقف می‌باشد.



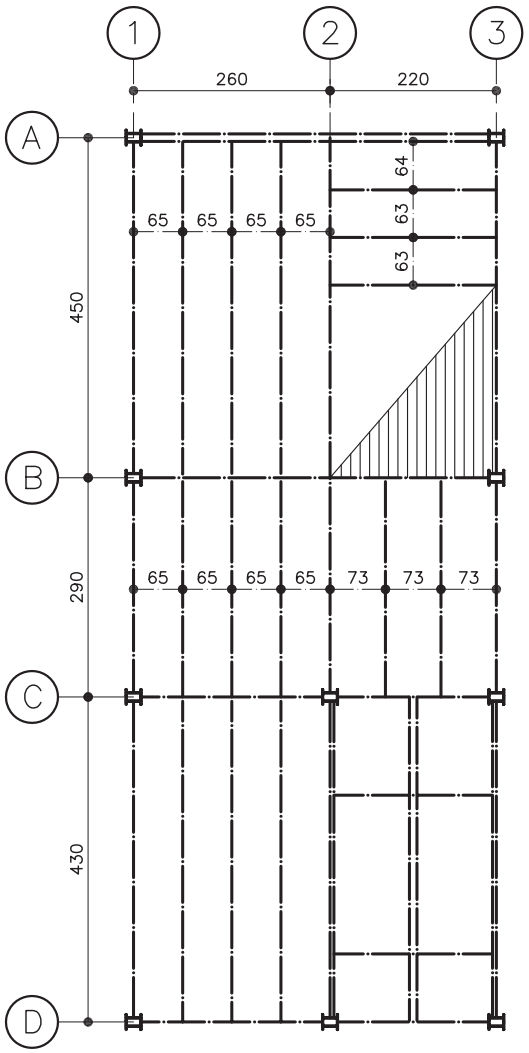
شکل۹۵-۱



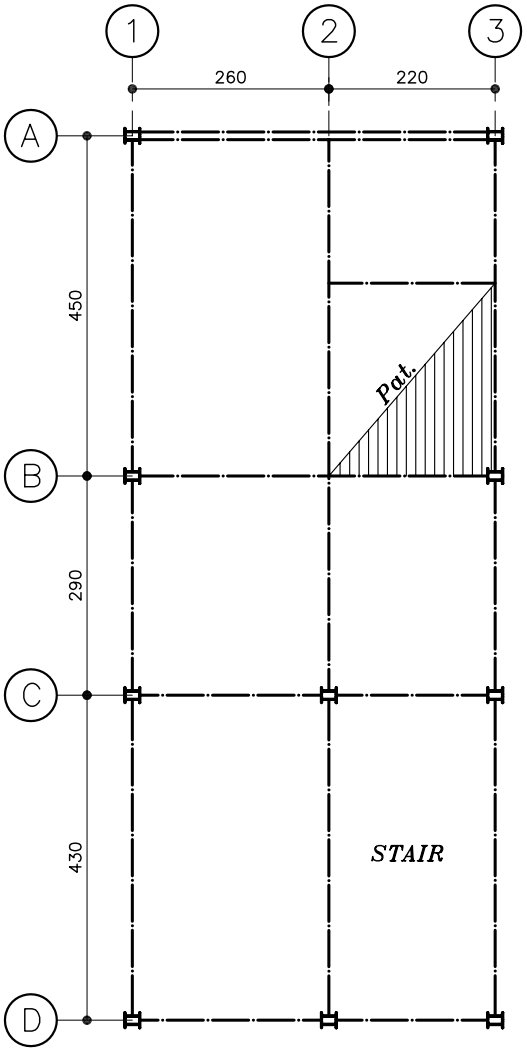
شکل۹۴-۱

پلان آکس‌بندی را ترسیم نمایید و محل راه پله و فضاهای بدون سقف مانند پاسیو، داکت و...را مشخص نمایید آن‌گاه محل ستون‌ها و جهت آن‌ها را با نظر مهندس محاسب یا با استفاده از نقشه‌ی محاسباتی تیرریزی سقف، تعیین کنید (شکل۹۶-۱).

تیرریزی پُل‌های اصلی و تیرهای فرعی هر دهانه را با فواصل مساوی ترسیم نموده سپس تیرریزی راه پله را ترسیم نمایید(شکل۹۷-۱).

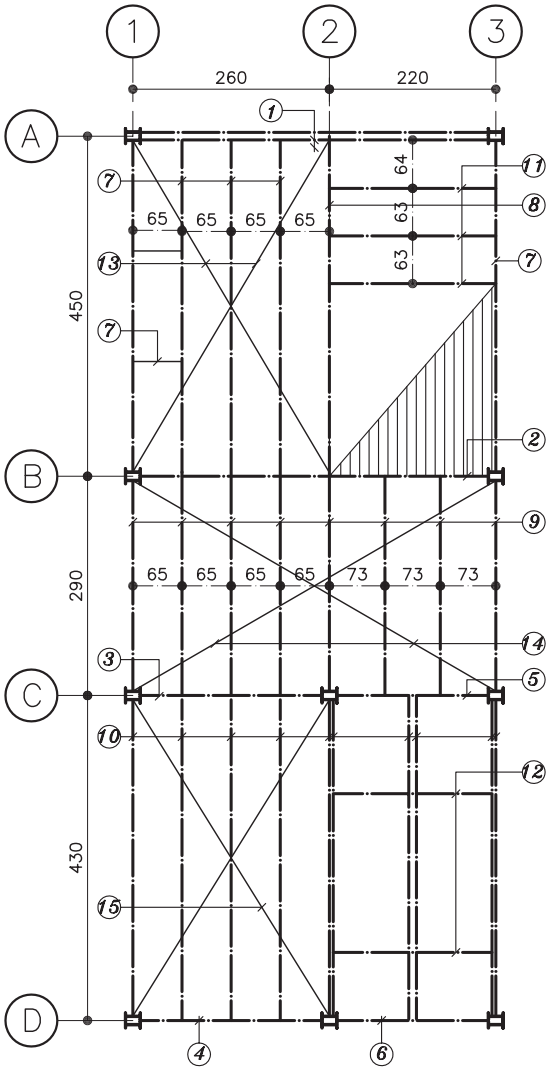


شکل۹۶-۱



شکل۹۶-۱

با ترسیم میلگردهای ضربدری و رانشی، مهاربندی سقف را کامل نمایید. سپس مقاطع فلزی را بر حسب طول ونوع پروفیل پزیسیون بندی نمایید(شکل ۹۸-۱).



FRAMING PLAN
(Sc:1/100)

شکل۹۸-۱

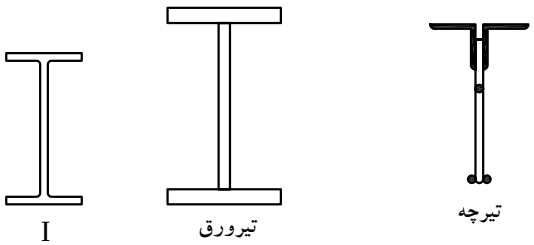
جدول پروفیل مصرفی را بر اساس پوزیسیون بندی انجام شده در مرحله قبل تنظیم نمایید(جدول۵-۱)

جدول۵-۱

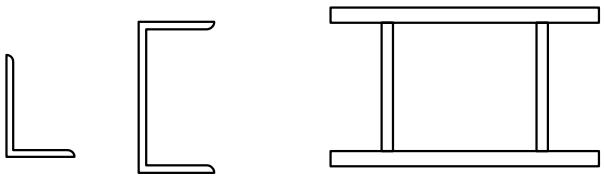
pos	L_m	N	طول پروفیل‌های مصرفی(m)				
			IPE180	IPE160	IPE140	Φ12	PL130×10
1	4.60	2	9.20	-	-	-	-
2	4.60	1	4.60	-	-	-	9.20
3	2.40	1	2.40	-	-	-	-
4	2.40	1	-	2.40	-	-	-
5	2.00	1	2.00	-	-	-	-
6	2.00	1	-	2.00	-	-	-
7	4.30	5	-	21.50	-	-	-
8	4.30	1	4.30	-	-	-	-
9	2.70	7	-	-	18.90	-	-
10	4.10	10	-	41.00	-	-	-
11	2.00	3	-	-	6.00	-	-
12	1.80	2	-	-	3.60	-	-
13	5.20	2	-	-	-	10.40	-
14	5.60	2	-	-	-	11.20	-
15	5.00	2	-	-	-	10.00	
16	1.00	5	-	-	-	5.00	-
جمع کل طول (m)			22.5	66.9	28.5	36.60	9.20
وزن واحد طول(kg)			18.80	15.80	12.90	0.888	7875 kg/m³
وزن کل(kg)			423.0	1057.02	367.65	32.5	94.2
جمع کل وزن(kg)			1974.37 kg				

۱۵-۱- نیم‌رخ‌های مناسب جهت تیر

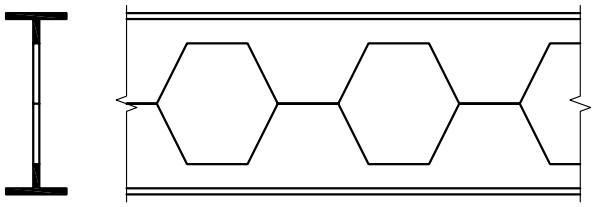
تیرها از نظر باربری جزء اعضای خمشی محسوب می‌شوند.مقطع نیم‌رخ‌های مناسب برای تیر در شکل‌های ۹۹ -۱ و۱۰۰-۱ نشان داده‌شده‌است. به طور کلی شکل و ابعاد مقطع هر تیر به مقدار بار و طول دهانه‌ی آن بستگی دارد همچنین ملاحظات اقتصادی وشرایط اجرایی پروژه از پارامترهای مهّم انتخاب نوع تیر می‌باشند.



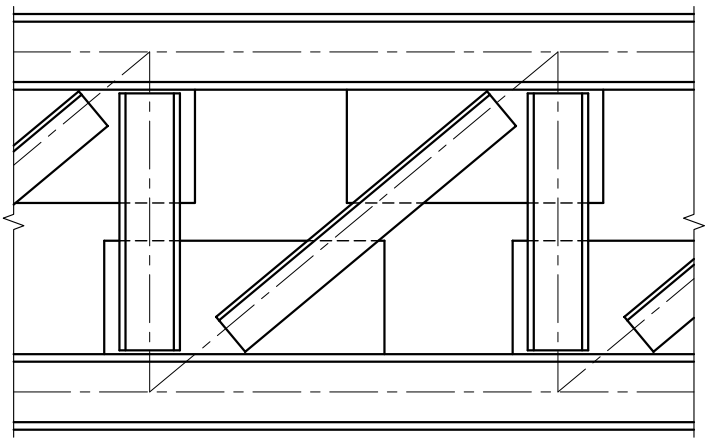
شکل۹۹-۱



تیرجعبه ناودانی نبشی



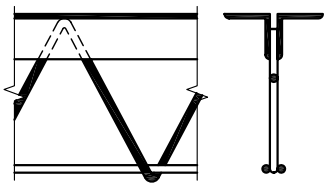
تیرلانه‌زنبوری



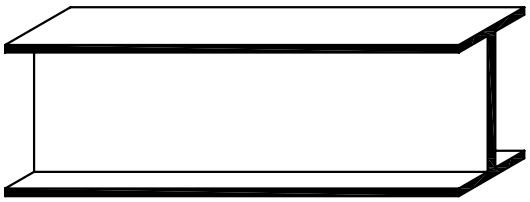
تیر مرکب(مشبک)

شکل۱۰۰-۱

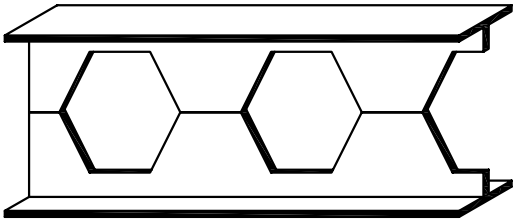
تیرچه‌ها: تیرچه‌های فلزی معمولاً از تیرچه‌های با جان باز، تیرهای معمولی وتیرهای لانه‌زنبوری، بصورت تک انتخاب می‌گردد(شکل۱۰۱-۱).



تیرچه باجان باز



تیر تک

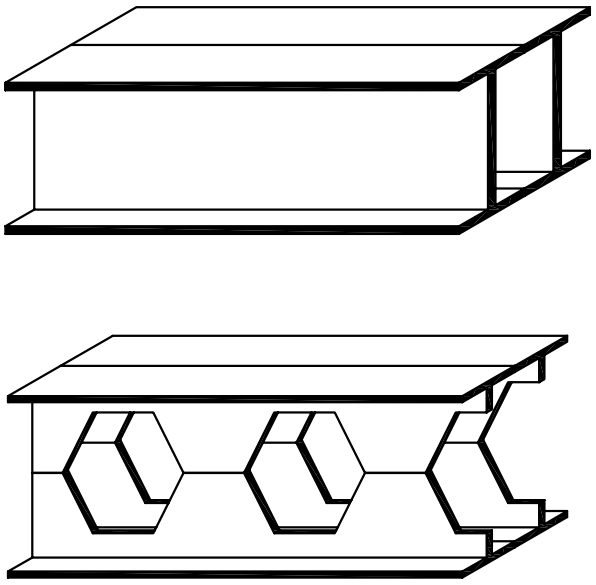


تیر لانه‌زنبوری

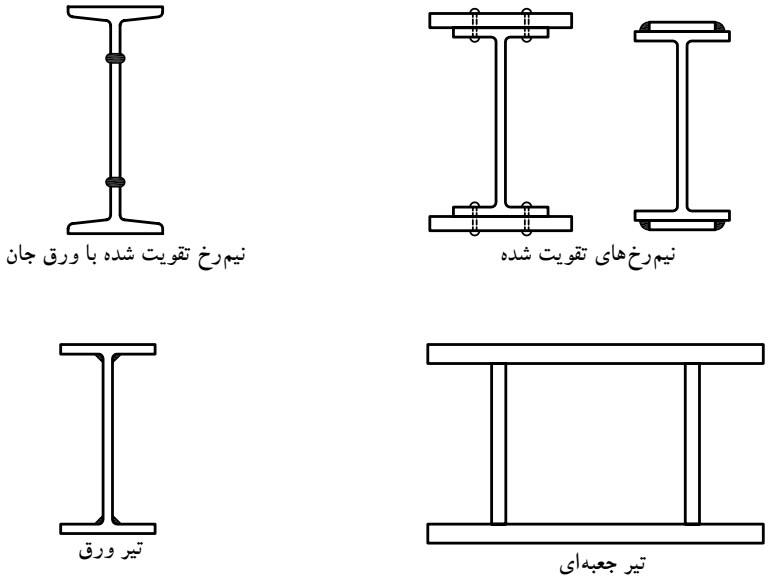
شکل۱۰۱-۱

شاه‌تیرها: شاه‌تیرها به صورت تیرهای معمولی INP، IPE به صورت تک یا دوبل و تیرهای لانه‌زنبوری به صورت تک‌یا دوبل انتخاب می‌گردند (شکل۱۰۲-۱).

تیرهای مرکب می‌تواند ترکیبی از تیرآهن معمولی با ورق باشد یا اینکه مانند تیرهای جعبه‌ایی فقط از ورق ساخته شده‌باشد (شکل۱۰۳-۱).



شکل۱۰۲-۱



شکل۱۰۳-۱

۱۶-۱-تیرهای لانه‌زنبوری

با افزایش ارتفاع تیر (عضو خمشی) مقاومت خمشی آن افزایش می‌یابد. یکی از مقرون به صرفه‌ترین راههای افزایش ارتفاع در تیرهای نوردشده تبدیل آن‌ها به تیرهای لانه‌زنبوری می‌باشد.

این تیرها در طول خود دارای حفره‌هایی هستند که به لانه‌ی زنبور شباهت دارد. به همین دلیل این گونه تیرها ،لانه‌زنبوری نامیده می‌شوند(شکل۱۰۴-۱).

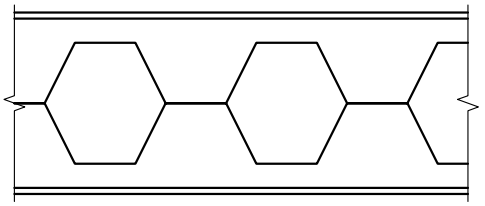
۱-۱۶-۱- مزایا و معایب تیرهای لانه زنبوری: با افزایش ارتفاع تیر، مقاومت خمشی آن نیز افزایش می‌یابد ودر نتیجه تیر لانه‌زنبوری در مقایسه با قبل از لانه زنبوری شدن دارای مقاومت بیش‌تری خواهد بود و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

از فضای ایجاد شده در جان تیر(حفره‌ها) می‌توان برای عبور لوله‌های تأسیساتی و برق استفاده کرد(شکل۱۰۵-۱).

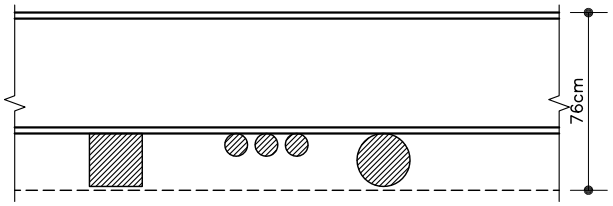
از معایب تیرهای لانه‌زنبوری وجود سوراخ در جان تیر است که باعث کاهش مقاومت برشی تیر می‌شود. برای رفع این مشکل حفره‌های نزدیک به تکیه‌گاه‌ها و قسمت‌هایی از تیر که محل اتصال تیرهای فرعی به تیر لانه زنبوری می‌باشد را با ورق‌های فولادی می‌پوشانند(شکل۱۰۶ -۱).

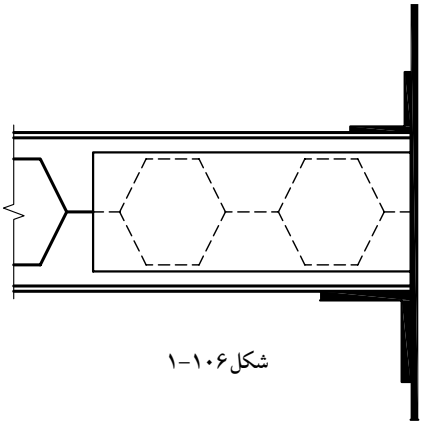
علامت اختصاری تیرهای لانه‌زنبوری: در نقشه‌ها و مدارک فنی تیرهای لانه‌زنبوری با افزودن حرف c مخفف Cast به علامت اختصاری تیر نورد شده، مشخص می‌گردد (CNP160 یعنی تیرآهن INP160 که لانه زنبوری شده‌است).

شکل۱۰۵-۱ الف

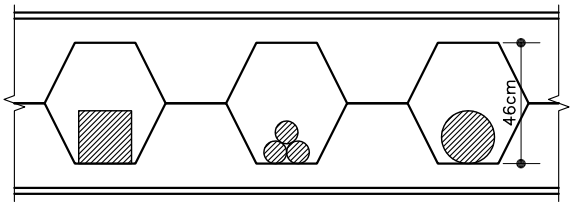


شکل۱۰۴-۱





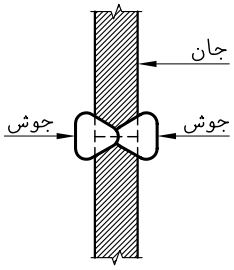
شکل۱۰۶-۱



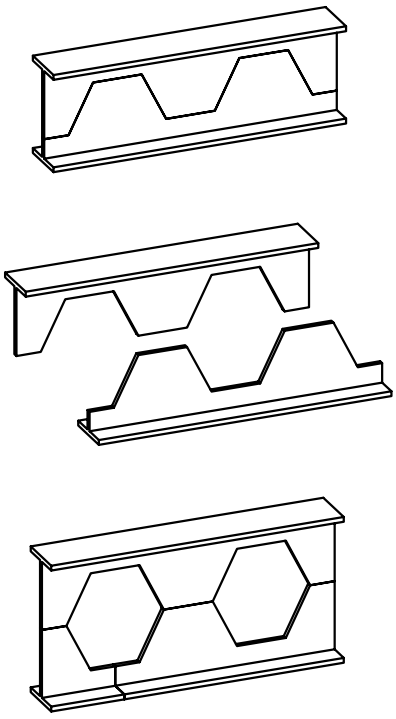
شکل۱۰۵-۱ ب

۲-۱۶-۱- روش ساخت تیرهای لانه‌زنبوری: ابتدا جان‌تیرآهن نورد شده را به صورت زیگزاگ بریده، سپس قطعات به دست آمده به اندازه یک دندانه نسبت بهم جابجا می‌شوند شکل ۱۰۷-۱. در نهایت با جوش نفوذی کامل اتصال را کامل می‌کنند. شکل۱۰۸-۱ جوش دوطرفه با نفوذ کامل را نشان می‌دهد.

شکل۱۰۷-۱ ب



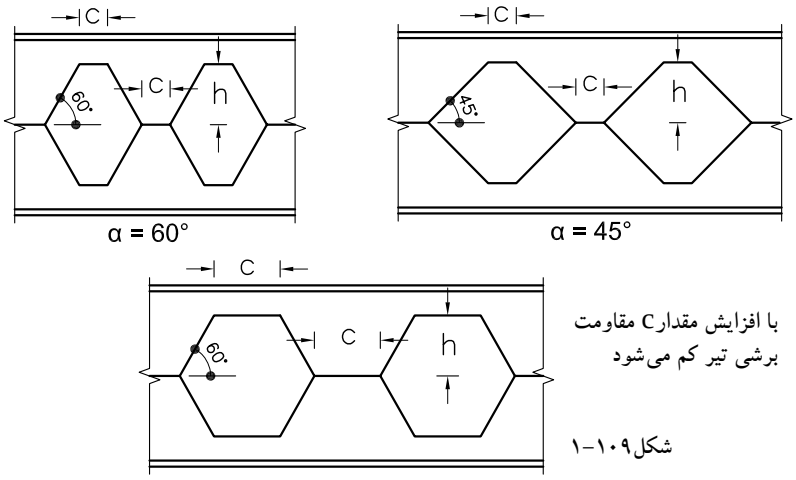
شکل۱۰۸-۱



شکل۱۰۷-۱ الف

در تیرهای لانه زنبوری تعیین ارتفاع تیر وشکل حفره‌ی ایجاد شده در جان تیرآهن به محاسبات فنی و زاویه برش α بستگی دارد. این زاویه معمولاًبین ۴۵ تا۶۰ درجه متغیر است.

شکل ۱۰۹-۱ تصاویر متنوعی از تیرهای لانه‌زنبوری را نشان می‌دهد.



با افزایش مقدارC مقاومت برشی تیر کم می‌شود

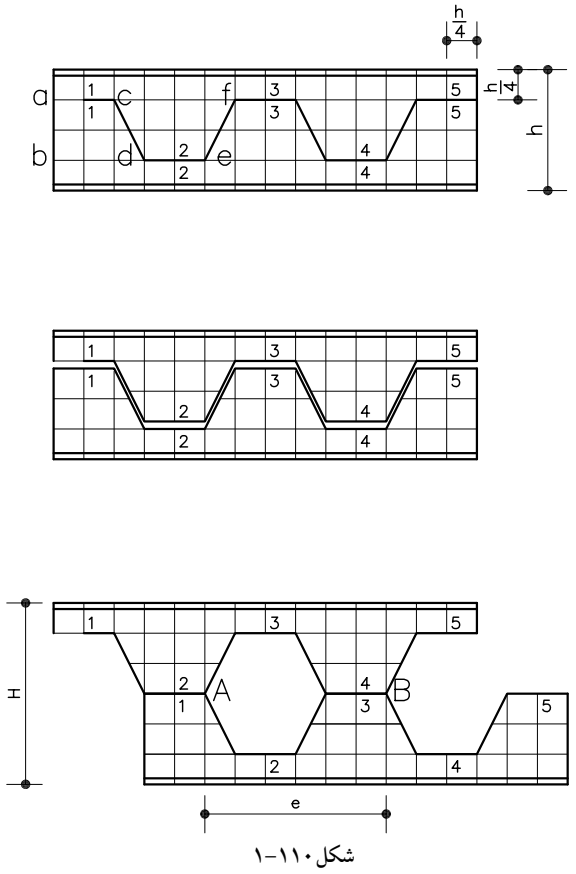
شکل۱۰۹-۱

ساخت تیرآهن لانه‌زنبوری به روش پانیر: نمای طولی تیرآهن را ترسیم کرده و سطح آن را به فاصله $\frac{h}{4}$ شطرنجی نمایید.

ازنقطه a خط شکسته‌ای، که طول قسمت افقی آن $\frac{h}{2}$ وشیب قسمت مورب آن ۲ به ۱ (۲ عمودی و ۱ افقی) باشد را ترسیم نموده و سپس اضلاع افقی را شماره گذاری نمایید (به طریق مشابه میتوانید ترسیم خطوط شکسته را از نقطه b شروع کنید).

شکل را دوباره ترسیم کرده و خط شکسته را با دو خط نازک نزدیک به هم رسم کنید تا حالت برش، نشان داده شود.

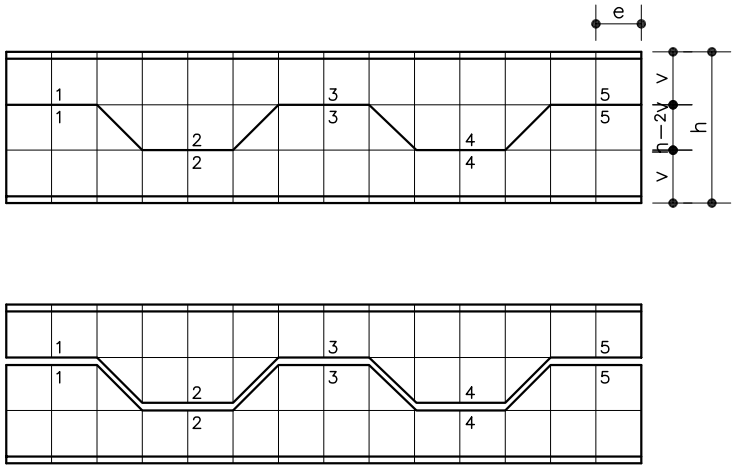
نیمه‌ی بالایی را ترسیم کرده و نیمه‌ی پایینی‌را به اندازه یک دندانه ($\frac{h}{4}$) جابه‌جا کنید.در نهایت ارتفاع تمام شده‌ی تیرآهن ۱/۵ برابر می‌شود(شکل ۱۱۰-۱).



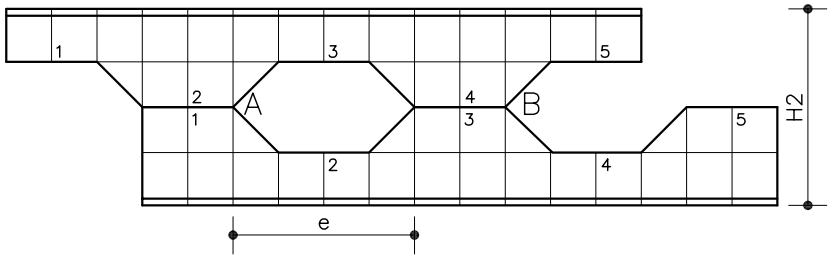
شکل ۱۱۰-۱

ساخت تیرآهن به روش لیتسکا: در این روش ارتفاع تیرآهن لانه‌زنبوری بر اساس لنگر خمشی تعیین می‌شود. بدین صورت که به ازای لنگر مقاوم خمشی مورد نیاز، ارتفاع کل تیرآهن لانه زنبوری مشخص می‌گردد. سپس فواصل افقی و عمودی لازم در جدولی تنظیم می‌شود، تا در کارگاه ساخت تیرهای لانه‌زنبوری مورد استفاده قرارگیرد. معمولاً فاصله‌ی عمودی با حرف v و فاصله‌ی افقی به صورت کسری از e بیان می‌شود.

روش ترسیم تیرآهن لانه‌زنبوری به روش لیتسکا: نمای طولی تیرآهن و دو خط کمکی افقی به فاصله v از بالا و پایین ترسیم نمایید. سپس خطوط عمودی به فاصله‌ی $\frac{e}{6}$ درطول تیرآهن و خط الگو ترسیم نمایید. مراحل بعدی مطابق ترسیم تیر به روش پانیر است(شکل‌های ۱۱۱-۱).

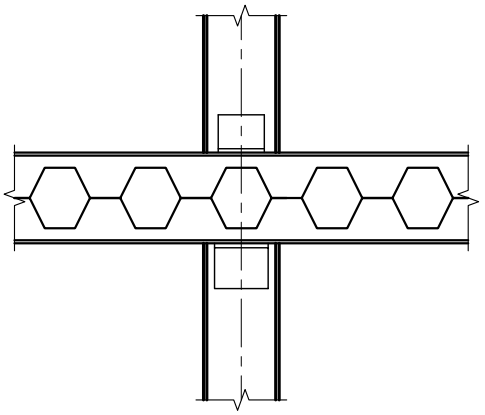


ارتفاع تیرآهن لانه‌زنبوری از رابطه $H_2=2(h-v)$ تعیین می گردد



شکل۱۱۱-۱

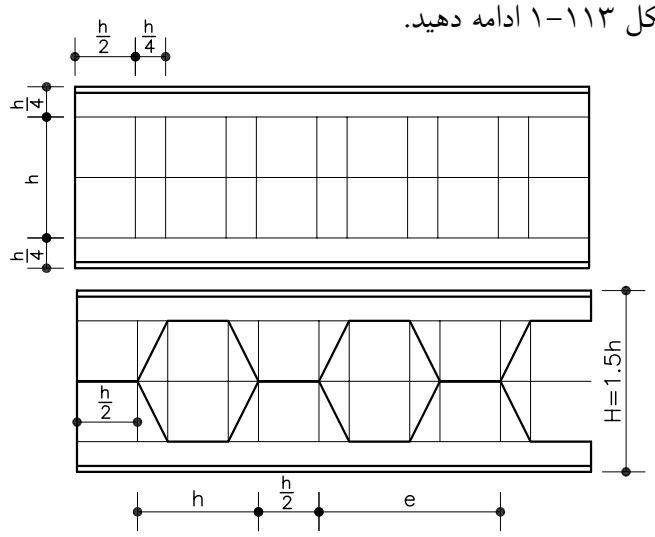
در بیشتر مواقع لازم می‌شود که تیرهای لانه‌زنبوری شده در یک مرحله ترسیم گردند. از جمله در ترسیم اتصالات تیر به ستون هنگامی که تیرها به صورت لانه‌زنبوری باشند(شکل۱۱۲-۱).



شکل۱۱۲-۱ اتصال ساده تیر خورجینی لانه‌زنبوری به ستون

روش ترسیم تیرلانه‌زنبوری به روش پانیر در یک مرحله: نمای طولی تیرآهن را ترسیم نمایید، به صورتی که ارتفاع آن ۱/۵ برابر ارتفاع تیرآهن اولیه باشد (تیرآهن اولیه IPE200 در نظر گرفته شده است).

خط آکس و دو خط کمکی افقی دیگر به فاصله $\frac{h}{4}$ از لبه خارجی بال بالایی و پایینی و خطوط عمودی را نیز به تناوب به فاصله $\frac{h}{2}$ و $\frac{h}{4}$ ترسیم نمایید و بقیه مراحل را مطابق شکل ۱۱۳-۱ ادامه دهید.



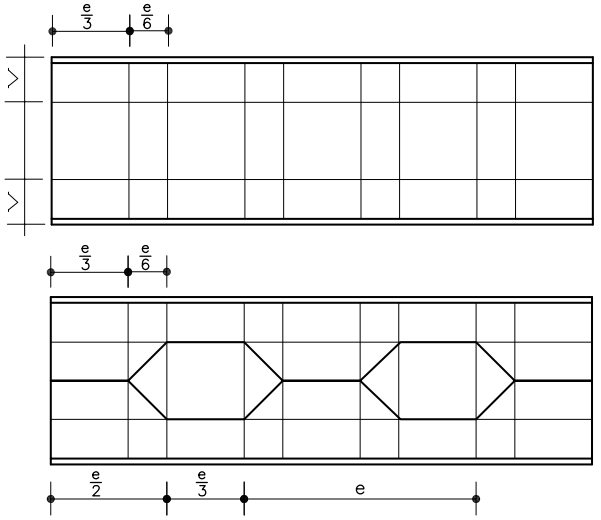
شکل۱۱۳-۱

روش ترسیم تیرلانه زنبوری به روش لیتسکا در یک مرحله: می‌خواهیم تیرآهن IPE200 را با شرط e=36 و v=7 در یک مرحله لانه زنبوری کنیم.

از فرمول $H_2=2(h-v)$ ارتفاع تیر لانه زنبوری را محاسبه نمایید.

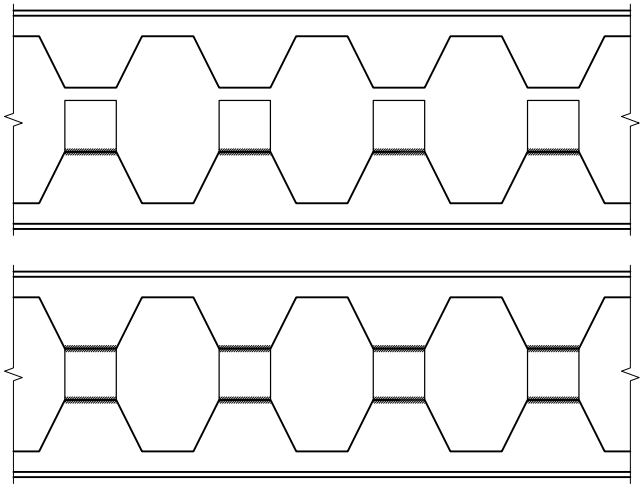
نمای طولی تیرآهن با ارتفاع محاسبه شده، خط آکس، دو خط کمکی به فاصله‌ی v از لبه‌ی خارجی بال بالایی و پایینی و خطوط عمودی را به تناوب به فاصله‌ی $\frac{e}{3}$ و $\frac{e}{6}$ ترسیم نمایید.

از نقطه b خط افقی به طول $\frac{e}{3}=12$ ترسیم و بقیه‌ی مراحل را مطابق شکل ۱۱۴-۱ ادامه دهید.



شکل۱۱۴-۱

استفاده از ورق واسطه در تیرهای لانه‌زنبوری برای افزایش بیشتر ارتفاع: در تیرهای لانه‌زنبوری می‌توان بین دو نیمه‌ی لانه‌زنبوری شده‌ی تیرآهن، از ورق واسطه استفاده نمود و ارتفاع کل تیرآهن را تا دو برابر ارتفاع تیر نورد شده‌ی اولیه افزایش داد. لازم به ذکر می‌باشد که در ساخت و جوش‌کاری این تیرها باید دقت کافی به عمل آید و جوش تمام لبه‌ها به صورت نفوذی کامل و از دو طرف انجام گیرد.



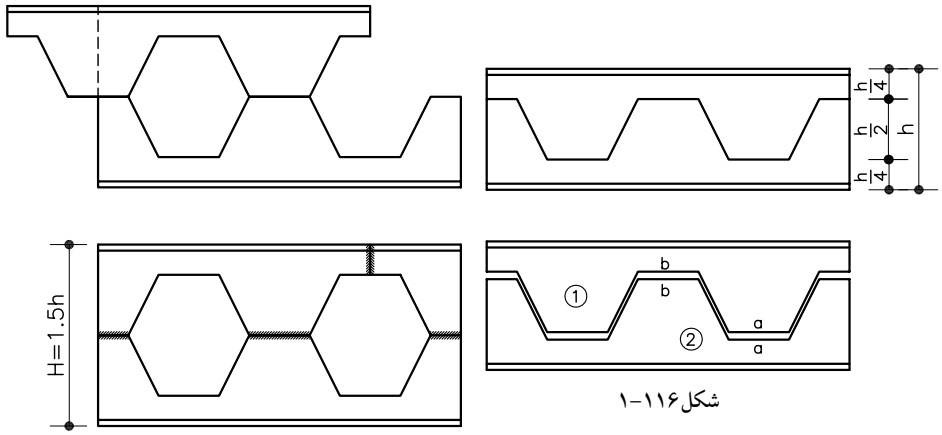
شکل۱۱۵-۱

۳-۱۶-۱-روش های برش تیرهای لانه‌زنبوری

برای ساخت تیرهای لانه زنبوری از دو روش زیر استفاده می‌شود.

روش سرد (کوپال): در این روش با استفاده از قطع‌کن سنگین که به گیوتین مخصوص مجهز است، تیرآهن در امتداد خط منکسر بریده می‌شود.

روش گرم (برنول): در این روش ابتدا با استفاده از شابلون نصف شش ضلعی، خط منکسر را روی جان تیرآهن و در امتداد طولی آن ترسیم کرده، سپس برای جلوگیری از تاب برداشتن تیرآهن آن را روی یک شاسی افقی مستقر و در چند نقطه با خال جوش زدن مهار نموده، آنگاه با استفاده از شعله‌ی بنفش رنگ قوی حاصل از احتراق گاز استیلن و اکسیژن اقدام به برش تیرآهن در امتداد خط منکسر می‌نمایند (شکل ۱۱۶-۱).



شکل۱۱۶-۱

۱۷-۱- تیرهای مرکب

شکل۱۱۷-۱

به کارگیری تیرهای مرکب در موارد زیر بهترین راه حل می‌باشد.

۱-هنگامی که بار سقف سنگین و یا طول دهانه تیر زیاد باشد.

۲-پروفیل نورد شده‌ی مناسب در بازار وجود نداشته‌باشد.

۳-استفاده از پروفیل‌های موجود در بازار مقرون به صرفه نباشد.

۴-امکان استفاده از تیرهای لانه‌زنبوری (به دلیل ضعیف بودن مقطع آن‌ها در مقابل نیروهای برشی) وجود نداشته‌باشد (شکل۱۱۷-۱).

۱۷-۱-۱- روش های ساخت تیرهای مرکب

متداول ترین روش های ساخت تیرهای مرکب عبارتند از:

الف) تقویت تیر نورد شده با ورق بال: این تیر مرکب، از اتصال صفحاتی به بال پروفیل‌های رایج ساخته‌می‌شود(شکل۱۱۸-۱).

رعایت نکات زیر در استفاده از ورق‌های تقویت بالِ نیم‌رخ‌های تک یا دوبل ضروری می‌باشد.

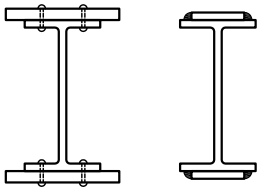
-ضخامت ورق تقویتی محدودیتی ندارد.

-ورق‌های تقویتی به طور کامل با بال‌ها اتصال داشته‌باشند(به‌هم چسبیده باشند).

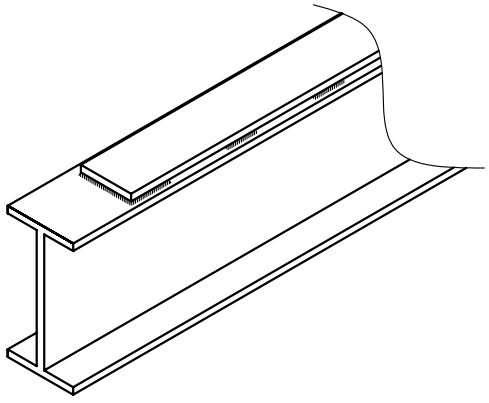
-ضخامت جوش ۷۵ درصد ضخامت ورق باشد و جوشکاری طبق نقشه‌ی اجرایی انجام گیرد(شکل۱۱۹-۱).

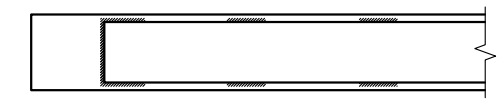
-ورق تقویتی از هردو طرف و درقسمت عرض نیزجوش‌شود(شکل۱۲۰-۱).

-ابعاد ورق بر طبق محاسبات فنی تعیین گردد.

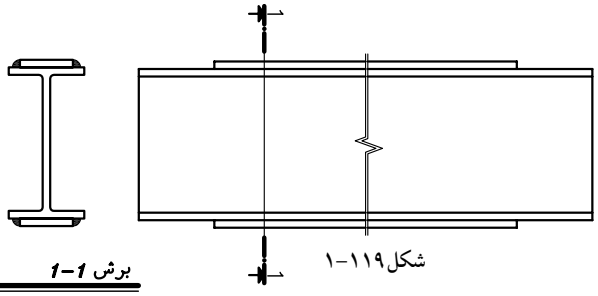


شکل۱۱۸-۱





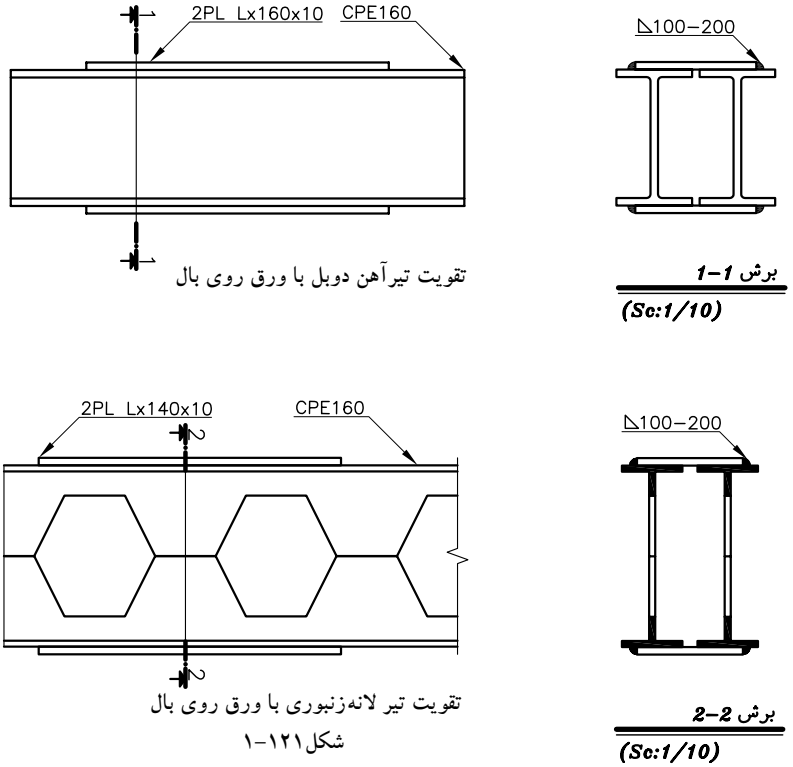
شکل۱۲۰-۱



شکل۱۱۹-۱

لازم به ذکر می باشد که سایر نیم‌رخ‌ها مانند تیرهای لانه‌زنبوری، ناودانی و ... را می‌توان به صورت تک یا دوبل به همراه ورق تقویتی بال به عنوان تیر مرکب مورد استفاده قرار داد.

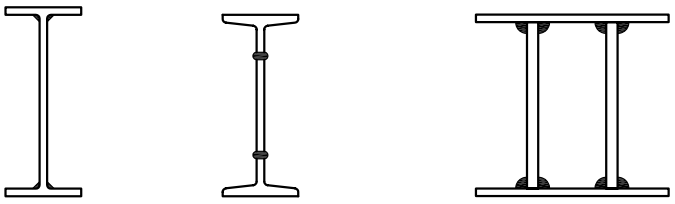
جهت بیان مشخصات نیم‌رخ‌ها، ورق‌های اتصال و طول و بُعد جوش معمولاً یک نمای طولی و یک برش از پروفیل ترسیم می‌شود(شکل ۱۲۱-۱).



شکل ۱۲۱-۱

ب) تقویت تیر نورد شده با ورق جان: در این روش تیرآهن نورد شده، از وسط جان بریده می‌شود و از اتصال ورق مناسب به دو قسمت بریده شده ارتفاع تیرآهن افزایش می‌یابد. این روش برای پروفیل‌های شماره ۲۰ به بالا اقتصادی خواهد بود(شکل ۱۲۲-۱).

ج)تیر ورق: این نوع تیرها از ورق‌های جدا از هم که ابعاد آن‌ها از طریق محاسبات فنی تعیین‌شده، ساخته می‌شوند. تیرورق، حداقل از دو ورق بال و یک ورق جان تشکیل می‌شود (شکل ۱۲۳-۱).



تقویت نیم رخ نورد شده و تیر ورق با ورق جان

شکل ۱۲۲-۱

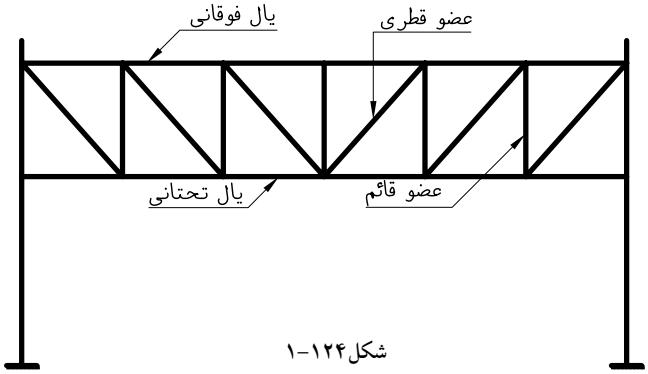
تیر ورق با ورق جان دوبل

شکل ۱۲۳-۱

۱۸-۱- تیرهای مشبک (باجان باز)

شکل۱۲۵-۱

استفاده از تیرهای مرکب در دهانه‌های خیلی بزرگ به دلیل وزن زیاد آن‌ها و سایر مسائل فنی و اجرایی مقدور نیست. تیرهای مشبک با ترکیب نیم‌رخ‌های ساختمانی مانند نیم‌رخ‌های I ، [، L ، ⊥ و بر اساس اصول ساخت خرپاها تولید و در دهانه‌های بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند(شکل‌های ۱۲۴-۱ و ۱۲۵-۱).



شکل۱۲۴-۱

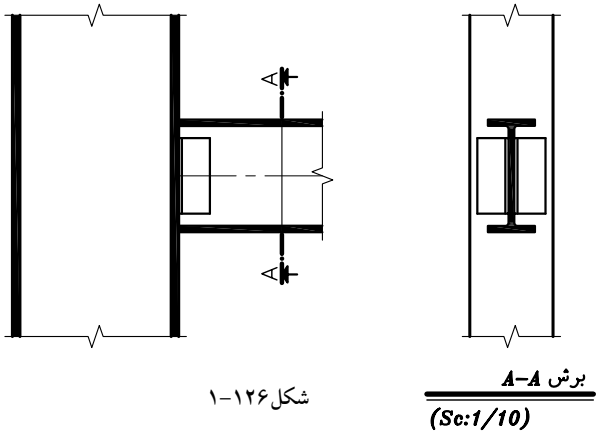
۱۹-۱- اتصال پل به ستون

رفتار سازه‌ایی اعضای باربر ساختمان‌های اسکلتی به نحوه‌ی اتصال آن‌ها به یکدیگر بستگی دارد به طوریکه بعضاً نوع اتصال، در تعیین مشخصات هندسی مقطع تیر یا ستون مؤثر است. ساختمان‌های فولادی بر حسب نوع اتصالات پل به ستون به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند.

اتصال ساده (مفصلی)
اتصال نیمه صُلب
اتصال صلب

۱-۱۹-۱- اتصال ساده (مفصلی)

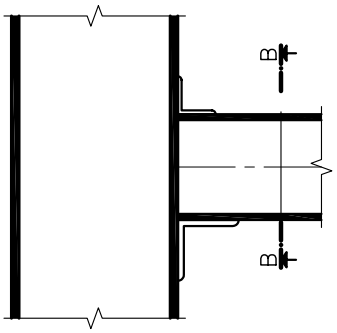
اتصال تیر به ستون در چنین حالتی به وسیله یک جفت نبشی جان شکل ۱۲۶-۱یا نبشی نشیمن (زیرسری) به همراه نبشی فوقانی (بالاسری) ضعیف‌تر که روی بال فوقانی تیرآهن نصب می‌شود (شکل۱۲۷-۱).



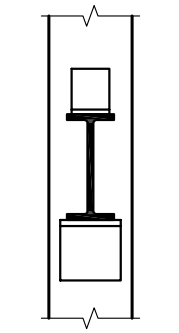
شکل۱۲۶-۱

در حالت دیگر نبشی نشیمن تقویت (سخت) شده به همراه نبشی فوقانی اجرا می‌گردد (شکل۱۲۸-۱) که در حالت اخیر نبشی نشیمن به وسیله ورق‌هایی موسوم به لچکی تقویت می‌شوند(شکل۱۲۹-۱).

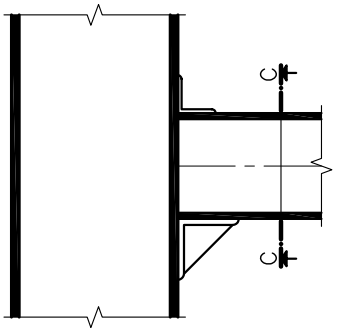
اتصال ساده طوری طراحی می‌شود که در تکیه گاه لنگر مقاومی به وجود نیاید و پس از بارگذاری، انتهای تیر در محل اتصال به ستون اجازه دوران زاویه‌ای داشته‌باشد که البته مقدار این دوران بسیار کم خواهد بود در چنین اتصالی، لنگر حداکثر در وسط دهانه به وجود می‌آید. به اتصال ساده اصطلاحاً اتصال برشی نیز گفته می‌شود(شکل ۱۳۰-۱).



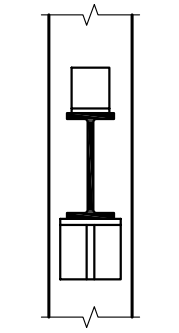
شکل۱۲۷-۱



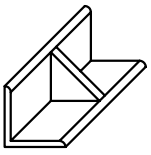
برش B-B
(Sc:1/10)



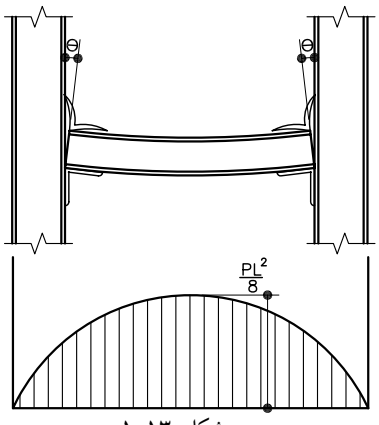
شکل۱۲۸-۱



برش C-C
(Sc:1/10)



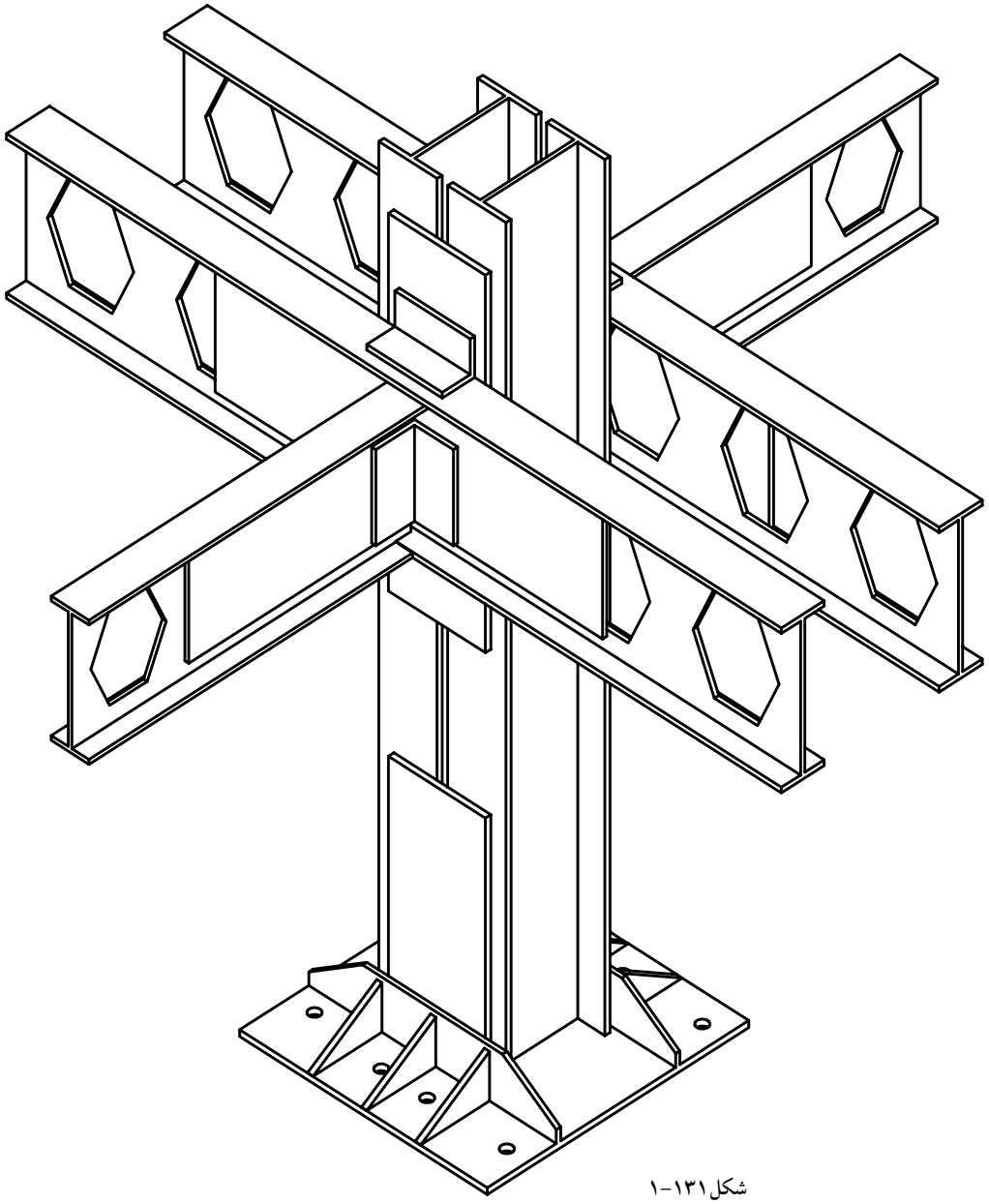
شکل۱۲۹-۱



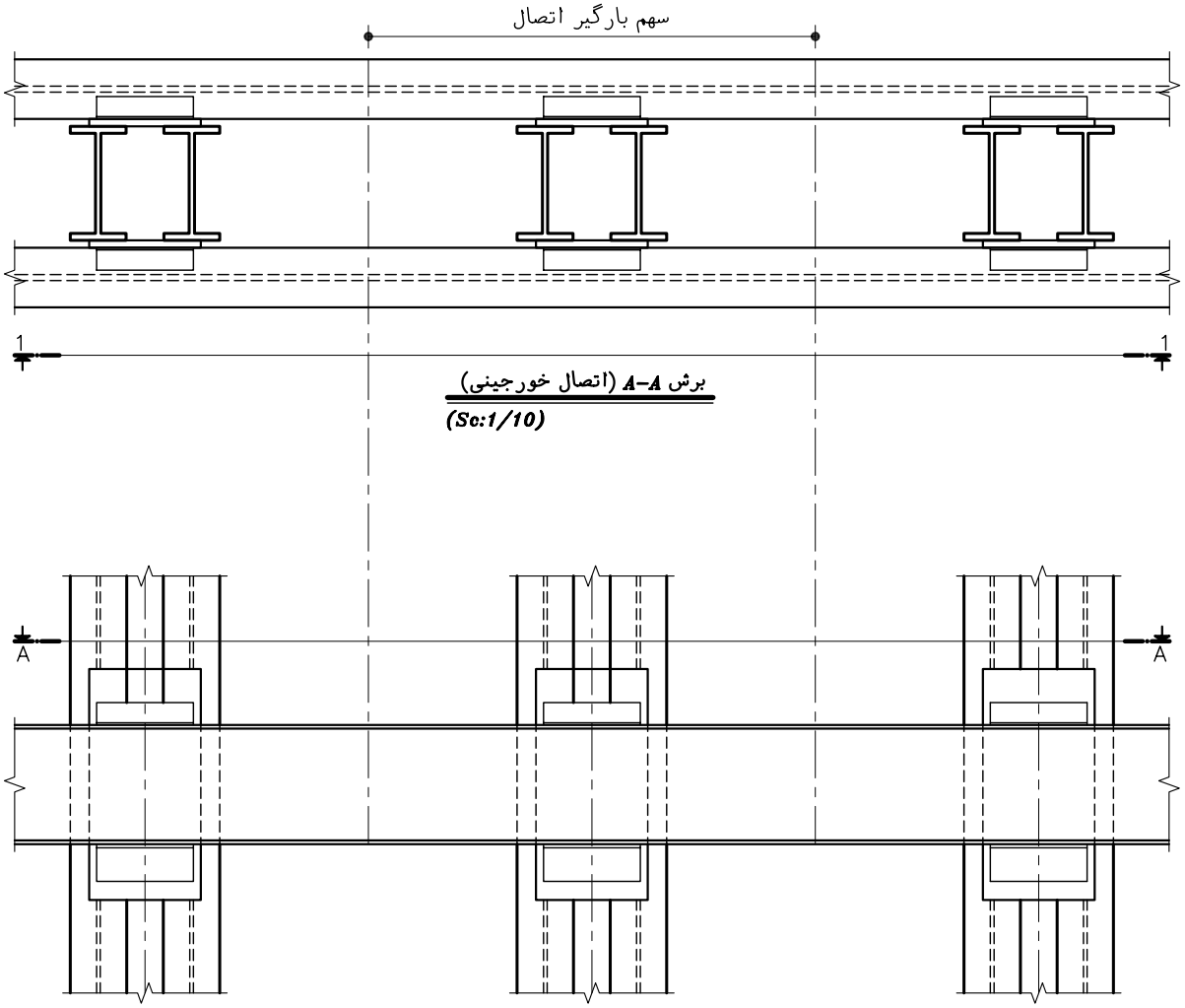
شکل۱۳۰-۱

انواع اتصال ساده: بر حسب شکل اتصال پل به ستون، اتصالات ساده به صورت اتصال ممتد (خورجینی)و اتصال غیر ممتد دسته بندی می‌شوند.

الف- اتصال ممتد (خورجینی) تیر به ستون: در این اتصال پل‌ها به صورت سراسری از طرفین ستون عبور کرده و از پایین به کمک نبشی نشیمن و از بالا به وسیله یک نبشی ضعیف‌تر به بال ستون اتصال می‌یابند. در اغلب ساختمان‌های اسکلت فلزی چنین اتصالی شامل دو شاه‌تیر می‌باشد که به موازات یکدیگر از طرفین ستون عبور می‌نمایند. در این اتصال تیرها مانند خورجین در دو طرف ستون قرار می‌گیرند به همین دلیل به آن اتصال خورجینی نیز می‌گویند(شکل ۱۳۱-۱ و ۱۳۲-۱).

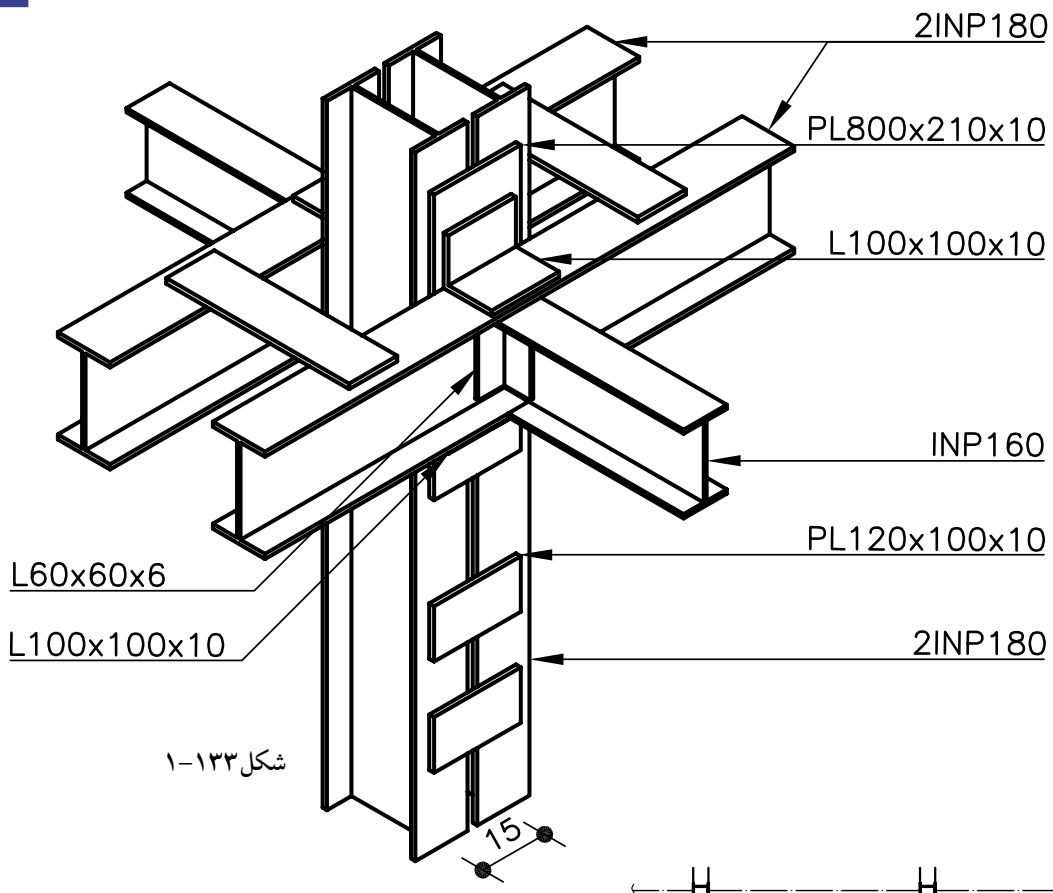


شکل ۱۳۱-۱

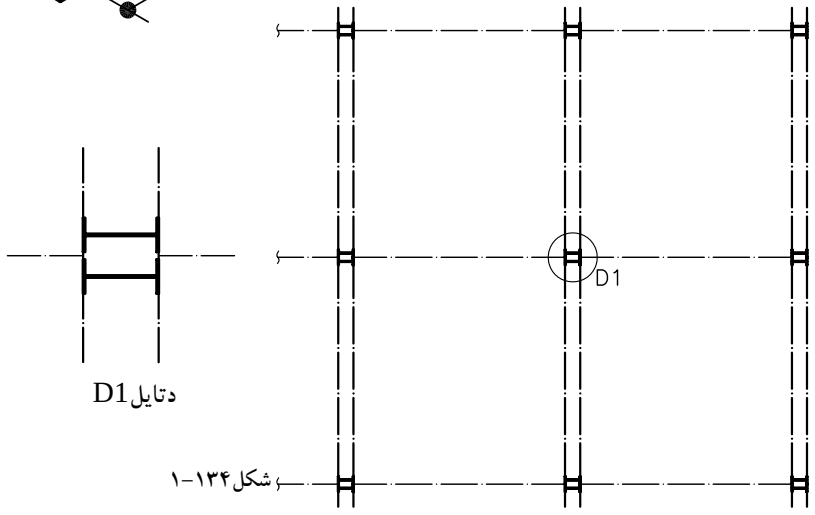


شکل۱۳۲-۱

شکل ۱۳۳-۱ ایزومتریک اتصال پل به ستون به صورت خورجینی (ممتد)را نشان می دهد.چنانچه در شکل دیده می‌شود در این گونه اتصالات تیرهای فرعی به صورت تودلی به پل اصلی اتصال می‌یابند.اتصال خورجینی در نقشه تیرریزی سقف مطابق شکل ۱۳۴-۱ نشان داده می‌شود.

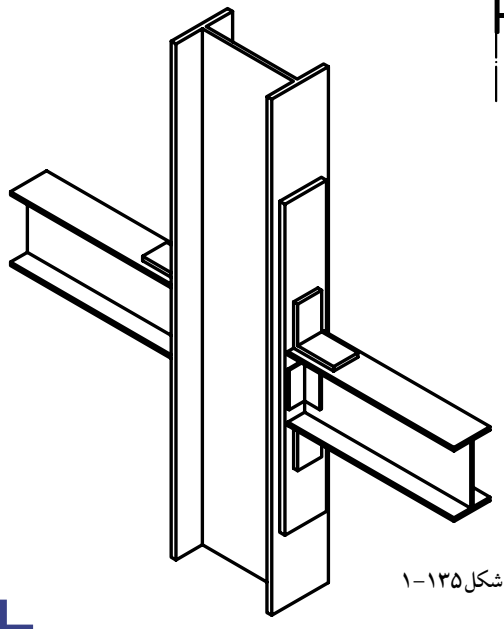


شکل۱-۱۳۳



دتایلD1

شکل۱-۱۳۴



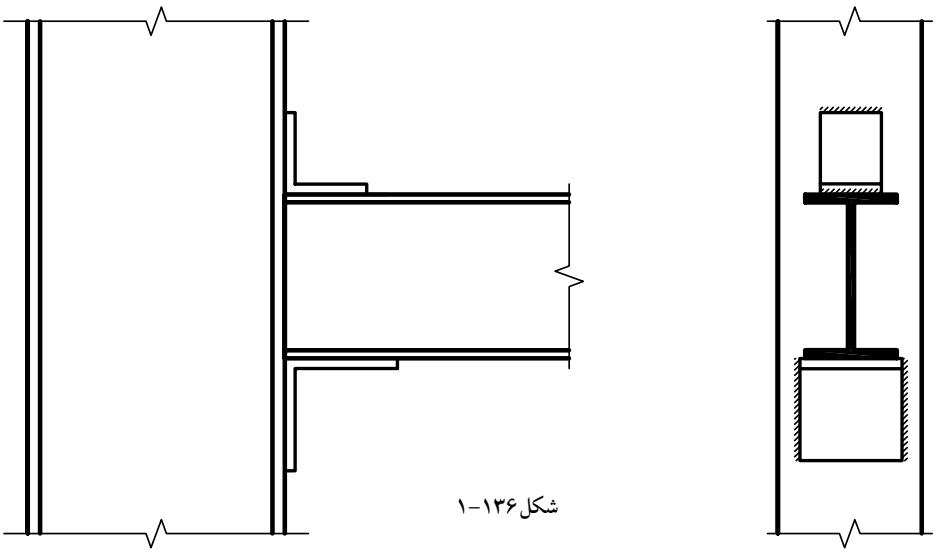
شکل۱-۱۳۵

ب-اتصال غیر ممتد تیر به ستون: در این نوع اتصال پل‌ها در فاصله بین ستون‌ها قطع می‌گردند و از طرف دیگر ستون ادامه می‌یابند. این اتصال خود به سه نوع تقسیم می‌شود.

اتصال تیر به ستون با نبشی نشیمن: در این اتصال ابتدا در کارگاه یا کارخانه، نبشی را در ارتفاع مورد نظر به بال و جان ستون جوش داده سپس تیر را روی آن نصب و جوش می دهند.

سعی می شود اتصال طوری اجرا شود که نبشی نشیمن تا حد امکان انعطاف پذیر باشد و از دوران تیر در تکیه گاه جلوگیری نشود .عرض نبشی نشیمن نباید از ۷/۵ سانتی متر کمتر باشد (در آئین نامه ۱۰ سانتی متر در نظر می گیرند).برای ثابت نگه داشتن تیر در محل خود و تأمین تکیه‌گاه عرضی و جلوگیری از غلتیدن تیر، نبشی کمکی دیگری در بالای آن نصب و جوش می‌شود و ابعاد این نبشی ظریف بوده و فقط دولبه انتهایی بال‌های آن به صورت عرض به بال تیر و ستون جوش می‌شود از این اتصال در عکس العمل‌هایی تا حدود ۱۵ تن استفاده می‌شود.

شکل۱۳۶-۱ نمای اتصال ساده غیر ممتد پل تک به ستون را همراه نقاط مناسب جهت جوش نبشی‌های نشیمن و فوقانی به ستون را نشان می‌دهد.

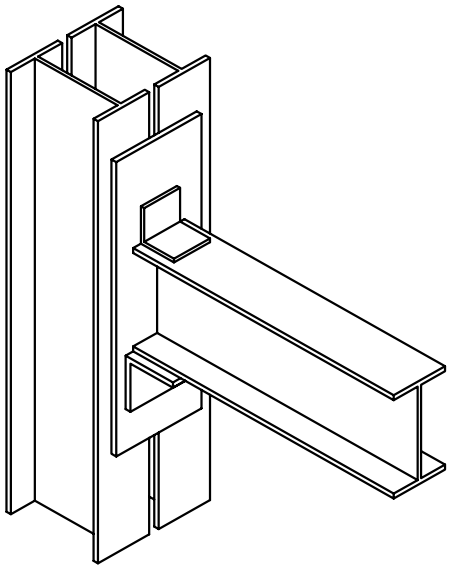


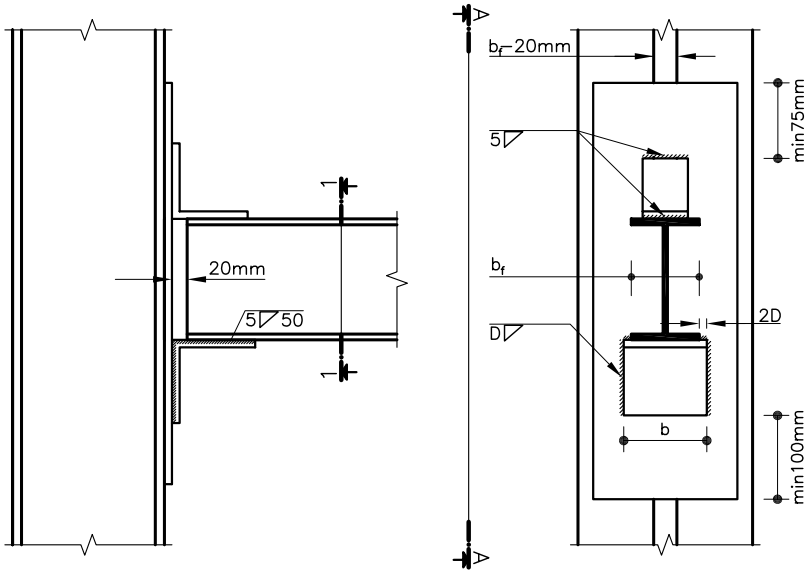
شکل۱۳۶-۱

با توجه به انعطاف پذیری اتصال در اتصالات مفصلی، بهتر است که انتهای تیر به فاصله کمی (حدود ۲ سانتی متر) از ستون روی نبشی نشیمن مستقر گردد. تا آزادی دوران داشته باشد(شکل۱۳۷-۱).

اتصال تیر به ستون با نبشی نشیمن تقویت شده: در اتصال ممتد و غیر ممتد در صورتی که مقدار نیروی وارد شده از طرف تیر در محل تکیه‌گاه زیادتر از حد تحمل نبشی نشیمن باشد می‌توان از نبشی پاورق تقویت شده با مقطع Tشکل استفاده کرد(شکل ۱۳۸-۱).

در صورت استفاده از نبشی نشیمن، آن‌ها را به وسیله ضخامت مثلثی یا مستطیل شکل تقویت می‌کنند ضخامت این صفحات در حدود ضخامت بال تیر انتخاب می‌شود برای سهولت جوشکاری در هنگام نصب بهتر است طول نبشی نشیمن ۲ تا ۳ سانتی‌متر بزرگتر از عرض پُلی باشد که روی آن نصب می‌گردد.

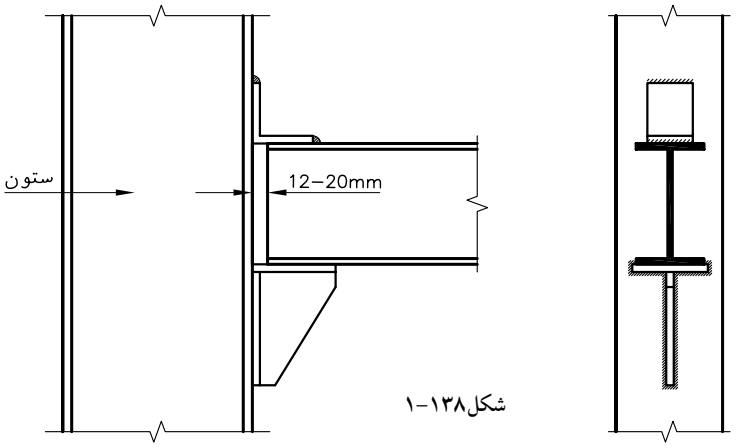




نمای A–A
(Sc:1/10)

شکل۱۳۷-۱

برش 1–1
(Sc:1/10)



شکل۱۳۸-۱

در صورتی که به جای نبشی نشیمن تقویت شده از ورق سخت‌شده استفاده‌شود، مشخصات فنی ورق بر اساس محاسبات یا از جدول‌های محاسباتی استخراج می‌گردد (شکل ۱۳۹-۱).

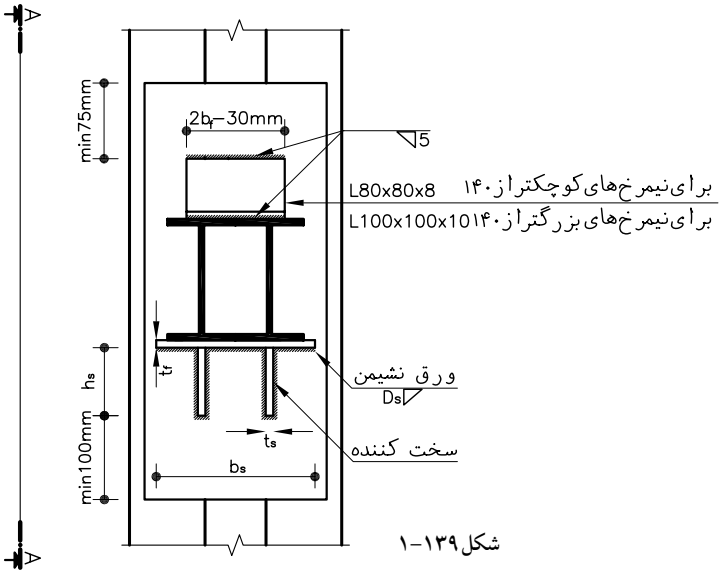
مشخصات فنی ورق نشیمن سخت‌شده به صورت زیر بیان می‌شود.

hs ارتفاع ورق سخت کننده　　ts ضخامت ورق سخت کننده

tf ضخامت ورق نشیمن　　bs طول ورق نشیمن

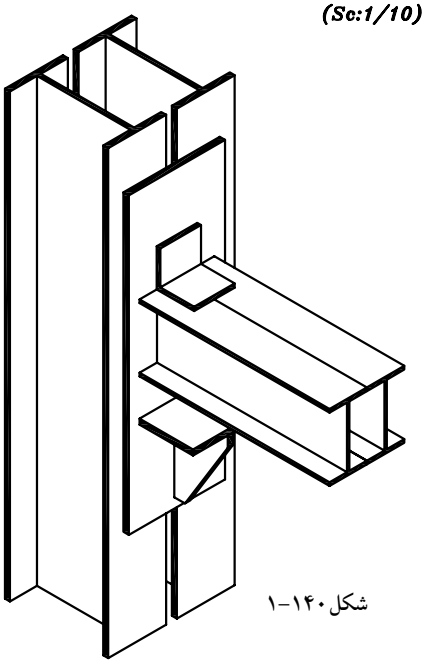
w عرض نشیمن سخت شده

شکل ۱۴۰-۱ ایزومتریک اتصال پل به ستون با استفاده از نشیمن (ورق) سخت شده را نشان می‌دهد.

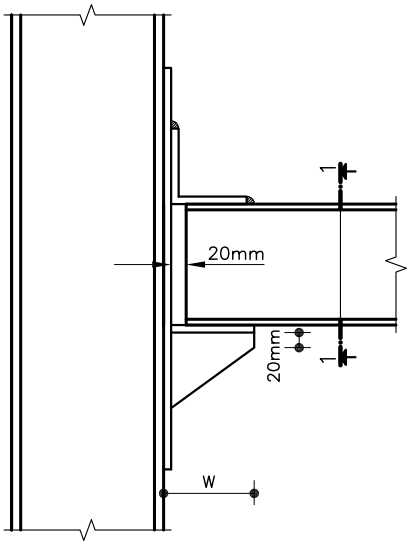


شکل ۱۳۹-۱

برش 1-1
(Sc:1/10)



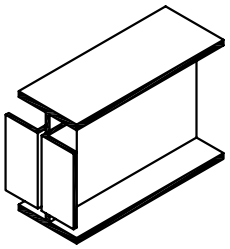
شکل ۱۴۰-۱

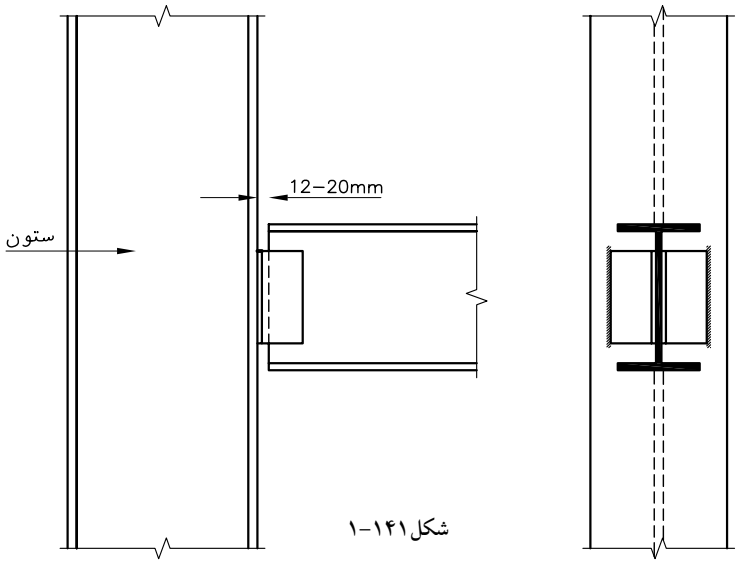


نمای A-A
(Sc:1/10)

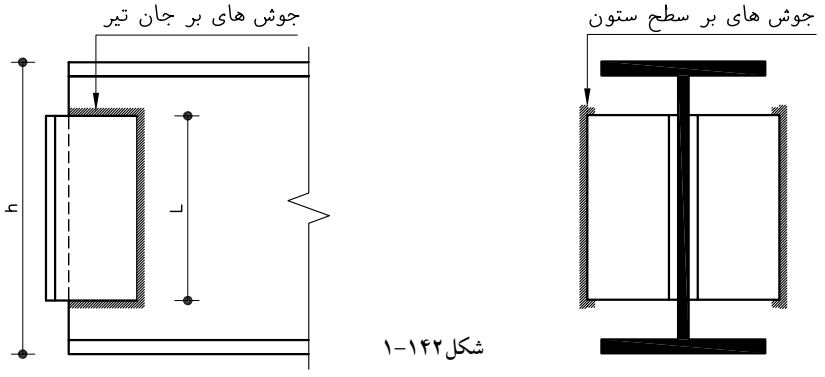
ج- اتصال ساده به وسیله نبشی جان: در این اتصال دو عدد نبشی از یک طرف به انتهای تیر و ازطرف دیگر به ستون جوش می‌شوند. شکل‌های ۱۴۱-۱ و۱۴۲- ۱ اتصال به کمک نبشی جان و خصوصیات جوش را نشان می‌دهد.

طول برگشت جوش در بالا و پایین، حداقل دو برابر بُعد جوش می‌باشد اتصال غیر ممتد در پلان تیرریزی سقف مطابق شکل۱۴۳-۱ نشان می‌دهد.

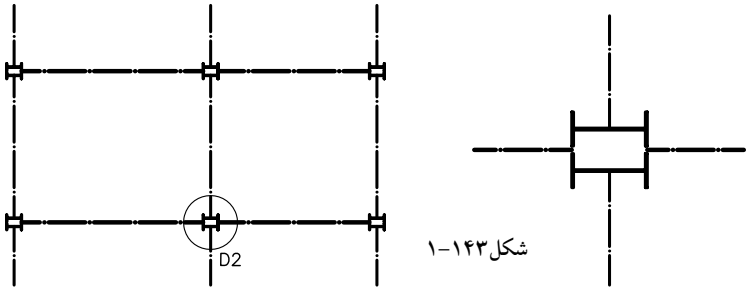




شکل۱۴۱-۱

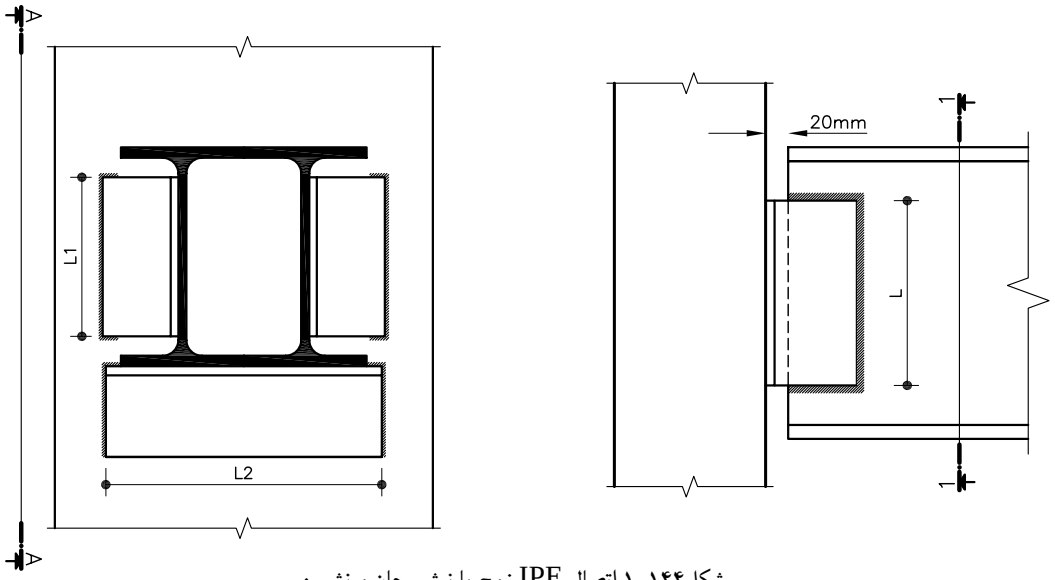


شکل۱۴۲-۱

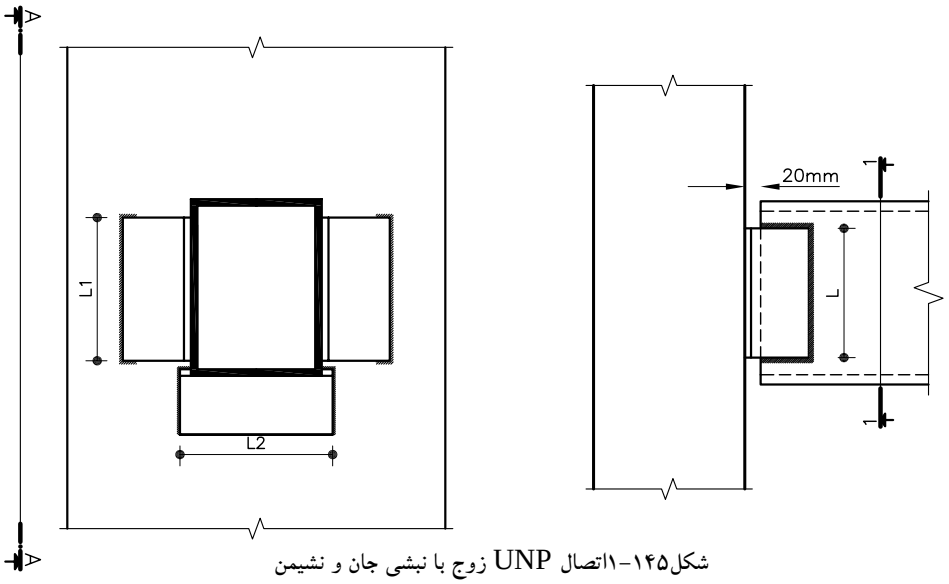


شکل۱۴۳-۱

اتصال تیرهای زوج به ستون به دلیل زیاد بودن واکنش تکیه‌گاهی فقط با استفاده از نبشی جان امکان پذیر نیست. برای این منظور مطابق شکل‌های ۱۴۴-۱ و ۱۴۵-۱از نبشی نشیمن انعطاف پذیر برای کمک به نبشی جان استفاده می‌شود. مشخصات نبشی‌های جان و نشیمن بر اساس مشخصات تیر تعیین می‌گردد.



شکل۱۴۴-۱ اتصال IPE زوج با نبشی جان و نشیمن



شکل۱۴۵-۱اتصال UNP زوج با نبشی جان و نشیمن

نحوه‌ی ترسیم اتصال ساده‌ی پل به ستون

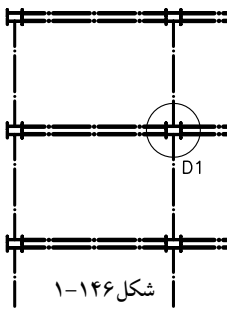
محل اتصال پل به ستون را درپلان تیرریزی مشخص کنید و آن را نامگذاری نمایید (شکل ۱۴۶-۱).

اتصال را با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم کرده مشخصات پُل‌ها و ستون را روی آن بنویسید و نمای مورد نظر را تعیین کنید(شکل۱۴۷-۱).

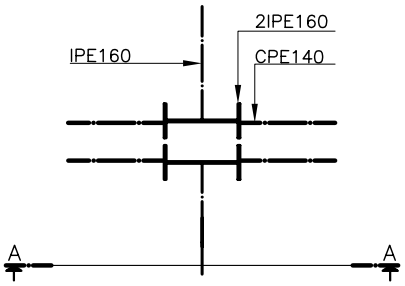
مشخصات مربوط به اتصالات را طبق نظر مهندس محاسب یا دفترچه محاسبات تعیین کنید.

خطوط آکس ستون و تیر را به صورت دو محور عمود بر هم ترسیم نمایید. با توجه به جهت دید، نمای قائم ستون و اتصالات مربوط به آن، مانند ورق تقویت بال یا جان ستون را با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم نمایید.

به همین ترتیب ابتدا پُل‌های اصلی و اتصالات آن و سپس پُل‌های فرعی و اتصالات مربوط به آن را ترسیم نمایید و در پایان مقیاس و مشخصات فنی دتایل را بنویسید (شکل۱۴۸-۱).



شکل۱۴۶-۱

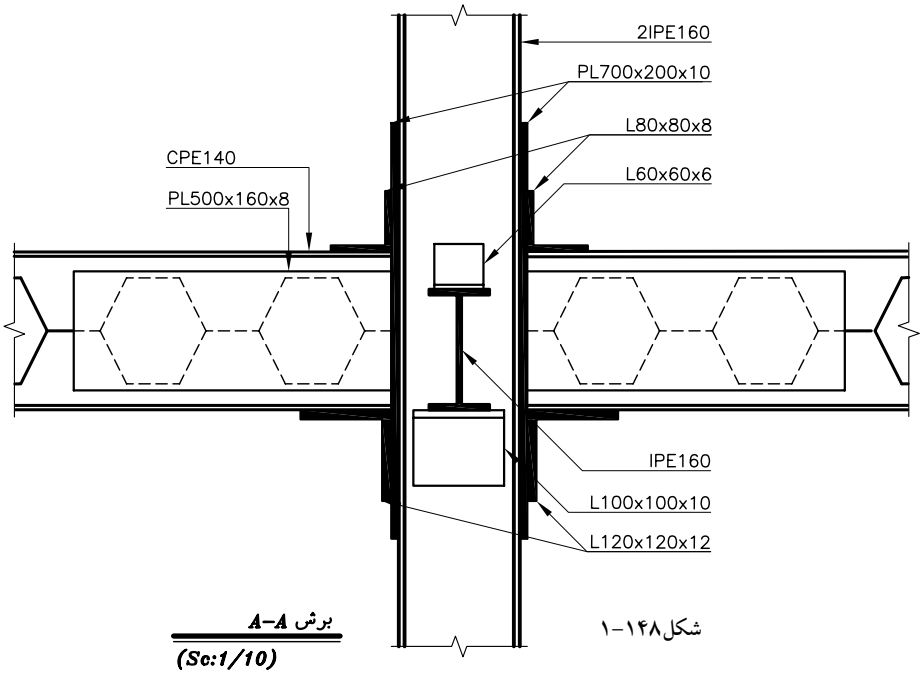


شکل۱۴۷-۱

ورق تقویت ستون PL700×200×10mm ورق تقویت تیر لانه زنبوری PL 500×160×8mm

نبشی نشیمن پل L120×120×12mm نبشی فوقانی پل L80×80×8mm

نبشی نشیمن تیر فرعی L100×100×10mm نبشی فوقانی تیرفرعی L60×60×6mm



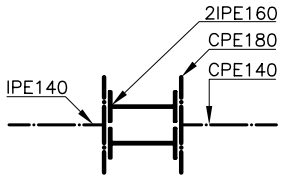
شکل۱۴۸-۱

تمرین

ترسیم اتصال ساده پل به ستون

۱- نمای جانبی شکل ۱۴۸-۱ ترسیم نمایید.

۲- دراتصال شکل ۱۴۹-۱ ستون‌ها به هم چسبیده و سایر مشخصات به شرح زیر می‌باشد.



شکل ۱۴۹-۱

نبشی نشیمن: L150×150×15mm

نبشی فوقانی: L80×80×8mm

نبشی های تودلی: L100×100×10 mm

ورق تقویت ستون: PL700×200×10 mm

تیراصلی : CPE180 + PL800×220×10mm

تیر فرعی: PL500×160×10mm + CPE140

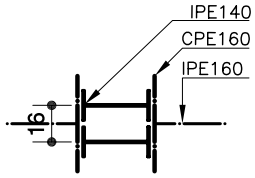
مطلوب است ترسیم نماهای قائم و جانبی در مقیاس ۱/۱۰.

۳- در شکل ۱۵۰-۱ فاصله آکس تا آکس ستون‌های دوبل ۱۶ سانتی‌متر

ورق تقویت بال ستون: PL700×160×10mm

ورق تقویت تیر لانه زنبوری: PL800×200×8 mm

نبشی نشیمن: L120×120×12mm+1/2PL100×100×10mm



شکل ۱۵۰-۱

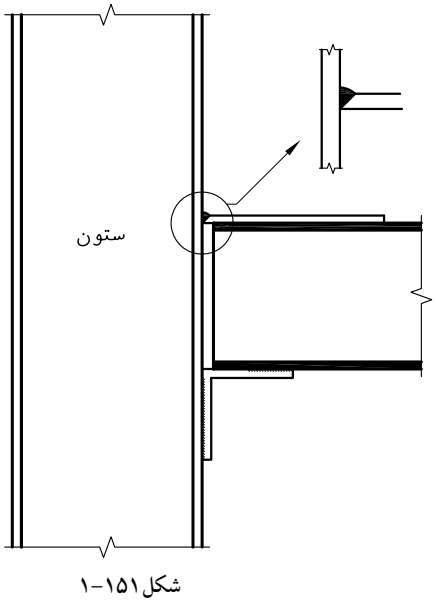
نبشی فوقانی: L80×80×8mm

نبشی تودلی: L100×100×10 mm

مطلوب است ترسیم نمای قائم و جانبی در مقیاس ۱/۱۰.

۲-۱۹-۱- اتصال نیمه‌صُلب

عیب اتصال ساده این است که تیر باید برای لنگر حداکثری که، در قسمت کوچکی از ناحیه میانی آن تولید می‌شود طرح‌گردد. به عبارت دیگر فقط در طول کمی از تیر از ظرفیت باربری (مقاومت خمشی) آن به طور کامل استفاده می‌شود. افزایش صُلبیت اتصال باعث کمتر شدن دوران انتهای تیر نسبت به ستون و کاهش لنگر میانی و افزایش لنگر در دو انتهای تیر می‌شود. در واقع با صُلب شدن اتصال، لنگر میانی تعدیل شده، در طول تیر پخش می شود و امکان استفاده از تیر آهن ضعیف‌تر را فراهم می‌کند.

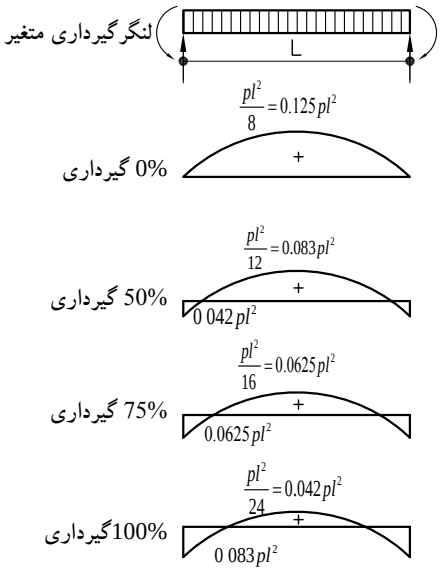


شکل ۱۵۱-۱

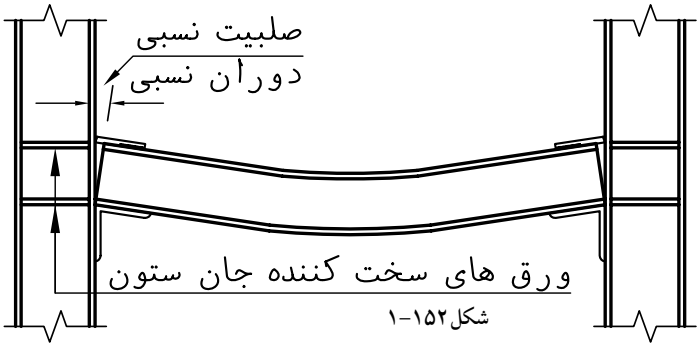
شکل ۱۵۱-۱ و ۱۵۲-۱ اتصال نیمه صُلبِ تیر به ستون را نشان می‌دهد.

شکل ۱۵۳-۱ دیاگرام لنگر تیر تحت بار یکنواخت را در انواع اتصالات نشان می‌دهد.

دیده می‌شود که با افزایش درصد گیرداری در انتهای تیر، لنگر انتهایی، افزایش و لنگر میانی، کاهش پیدا می‌کند. در اتصال، باگیرداری ۷۵ درصد، مقدار لنگر در وسط و تکیه‌گاه‌ها یکسان بوده و نصف لنگر خمشی در حالت اتصال ساده می‌باشد که بیشتر صرفه‌جویی در استفاده از تیر را به دنبال دارد.



شکل۱۵۳-۱



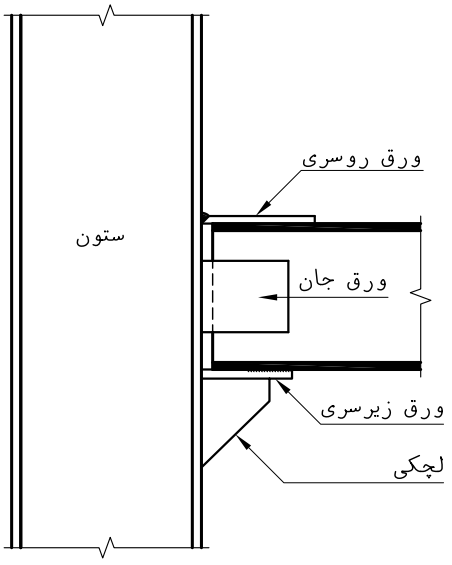
شکل۱۵۲-۱

۳-۱۹-۱- اتصال صُلب (گیردار)

با افزایش صُلبیت اتصال، دوران زاویه‌ای (چرخشی) انتهای تیر و ستون کاهش می‌یابد به طوری که در اتصال کاملاً صُلب زاویه بین تیر و ستون همواره ثابت است (شکل۱۵۴-۱).

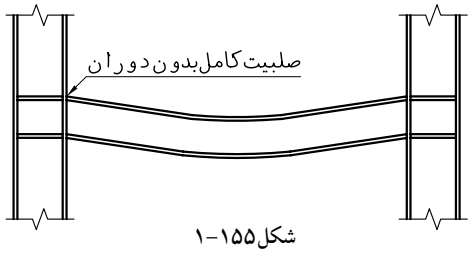
لازم به ذکر است اتصال کاملاً صُلب کمتر مورد استفاده قرارمی‌گیرد. زیرا ایجاد چنین اتصالی در شرایط کارگاهی سخت و گاهی ناممکن است.

روش‌های متفاوتی برای گیردار کردن اتصال تیر به ستون وجود دارد که بر اساس محاسبات فنی و با توجه به درصد گیرداری اتصال طرح می‌شوند.

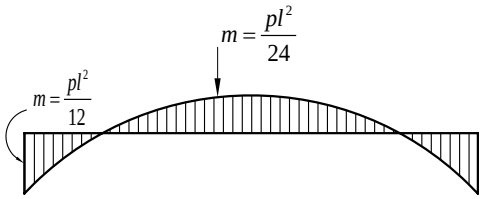


شکل۱۵۴-۱

شکل ۱۵۵-۱ یک نوع اتصال گیردار جهت پل‌های تک و دوبل، و شکل ۱۵۶-۱ دیاگرام لنگرخمشی در اتصالات صُلب را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵۵-۱

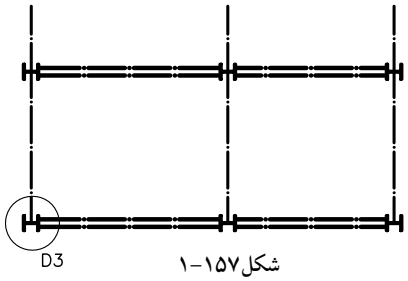


شکل ۱۵۶-۱

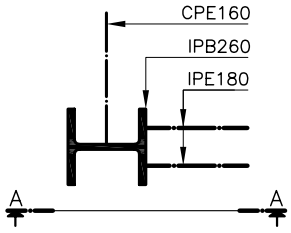
نحوه‌ی ترسیم اتصالات گیردار

محل اتصال را در پلان تیرریزی مشخص نمایید (شکل ۱۵۷-۱).

کروکی اتصال را با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم کنید و مشخصات ستون و پل‌ها را روی آن بنویسید. سایر مشخصات را نیز از دفترچه‌ی محاسبات استخراج نمایید (شکل ۱۵۸-۱).



شکل ۱۵۷-۱

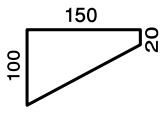


شکل ۱۵۸-۱

ورق بالاسری(فوقانی) PL400×150×15mm

ورق زیرسری(تحتانی) PL400×240×10mm

ورق های نشیمن(سخت کننده‌ها) به شکل



و با مشخصات 2PL150×100×10 mm

نبشی جان L100×100×10mm

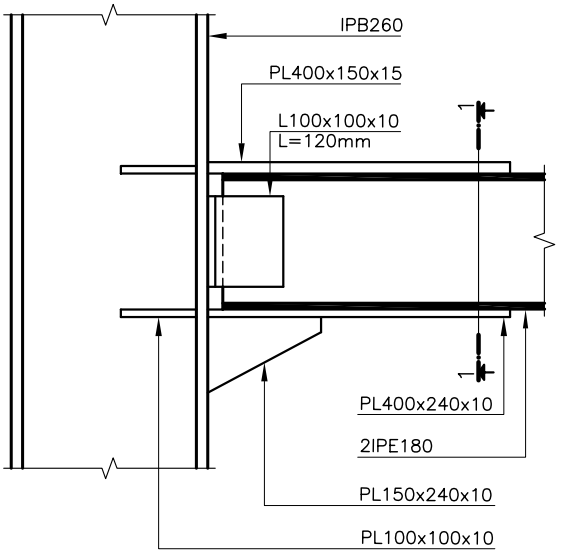
ورق‌های سخت‌کننده جان ستون 2PL100×100×10mm

برای ترسیم نمای a–a محورهای آکس تیر و ستون را ترسیم کنید و به ترتیب نمای طولی و اتصالات ستون و تیر را طبق روش ترسیم اتصال پل به ستون در حالت ساده ترسیم نمایید(شکل۱۵۹–۱).

سپس مشخصات فنی نیم‌رخ‌ها را نوشته محل برش‌ها را تعیین کنید (برش‌های A-A وB-B برای بیان جزئیات دقیق اتصال گیردار ترسیم می‌شوند).

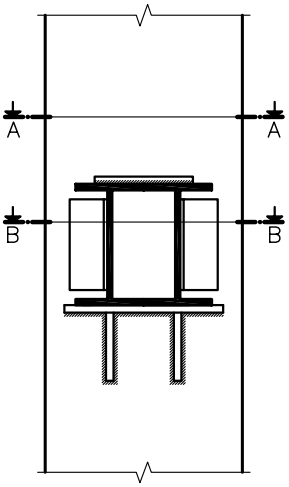
نمای جانبی(برش ۱–۱) را نیز ترسیم کنید (شکل۱۶۰–۱).

برای نشان دادن مشخصات ورق‌های فوقانی و تحتانی تیرها در اتصال گیردار برش‌های افقی A-A و B-B را با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم کنید (شکل۱۶۱–۱).



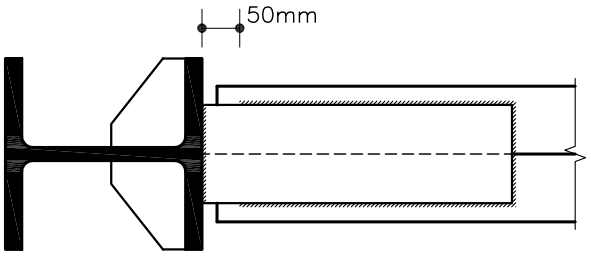
نمای A–A
(Sc:1/10)

شکل۱۵۹–۱

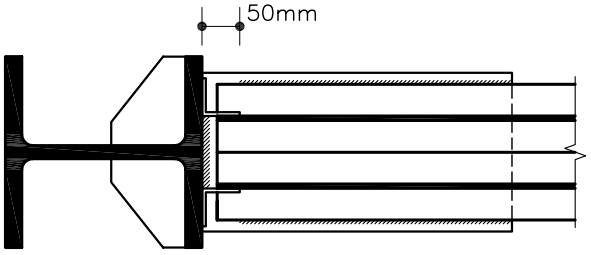


برش 1–1
(Sc:1/10)

شکل۱۶۰–۱



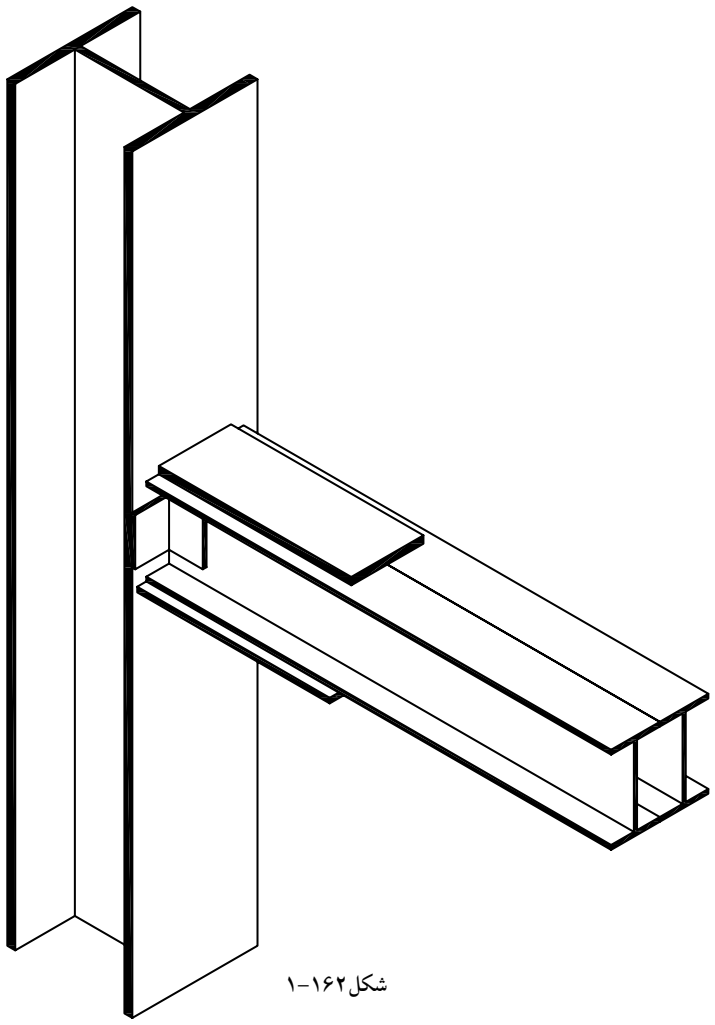
برش A–A
(Sc:1/10)



برش B–B
(Sc:1/10)

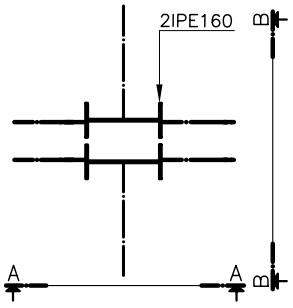
شکل۱۶۱–۱

شکل ۱۶۲-۱ ایزومتریک اتصال گیردار پُل دوبل به ستون را نشان می‌دهد .



شکل۱۶۲-۱

تمرین: در شکل ۱۶۳-۱ پل‌های دوبل IPE200 با اتصال گیردار پل‌های تک از نوع CPE160 با اتصال ساده



شکل۱۶۳-۱

ورق اتصال روی تیر ازنوع PL400×160×15 mm
دو عدد لچکی 1/2PL100×100×10mm
ورق اتصال زیر تیر PL400×240×10 mm
دوعدد لچکی 1/2PL100×100×10mm
نبشی نشیمن L120 ×120×12 mm
نبشی فوقانی L80×80×8mm
ورق تقویت جان تیر لانه‌زنبوری PL600×200×10 mm
ورق‌های سخت کننده جان ستون PL140×40×10mm
مطلوبست ترسیم نمای B-B، A-A ، اتصال فوق با مقیاس ۱/۱۰.

۲۰-۱- اتصال تیر به تیر

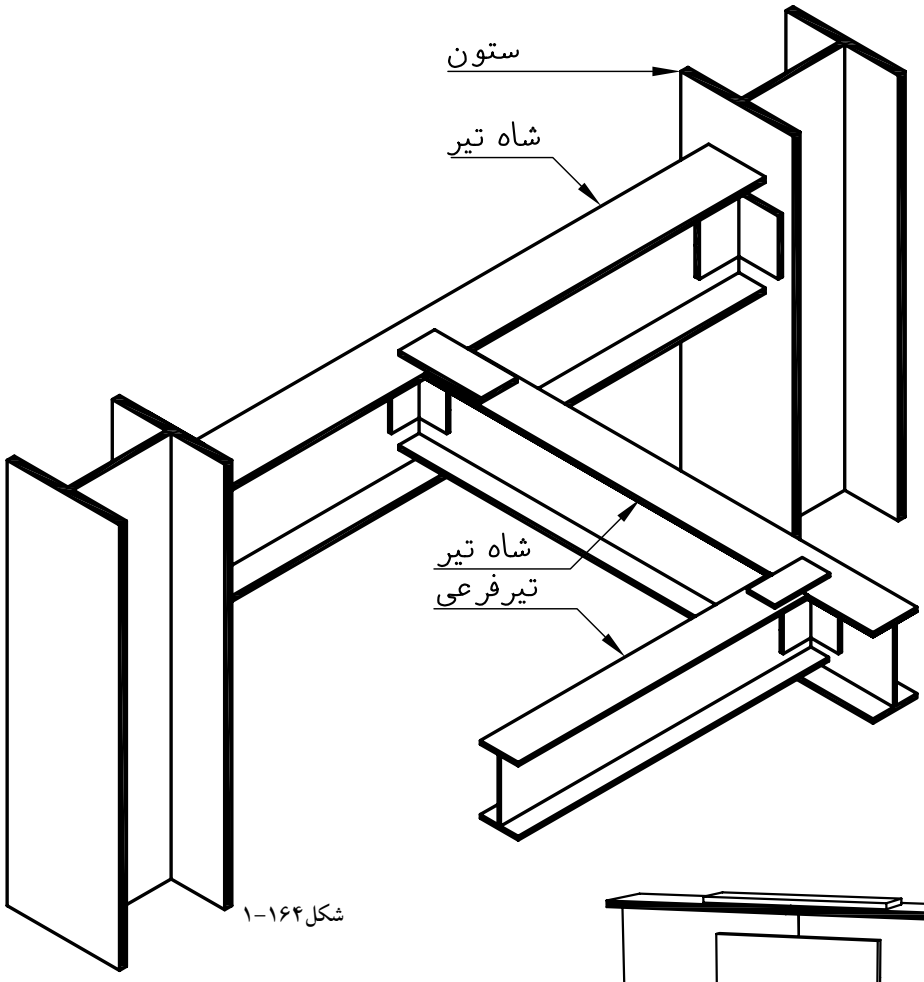
اتصال دو تیر به یکدیگر به دو شکل کلی اجرا می‌گردد.

الف) اتصالی که جهت انتقال بار از یک تیر به تیر دیگر انجام می‌گردد که در این حالت معمولاً امتدادهای دو تیر بر هم عمودند و اصطلاحاً به آن اتصال تیر به تیر یا تیر به شاه‌تیر گویند (شکل۱۶۴-۱).

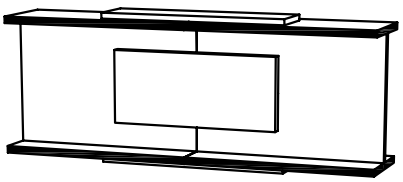
ب)اتصال دو تیر به منظور افزایش طول آن (شکل ۱۶۵-۱).

اتصال شاه‌تیرها به یکدیگر: برای اتصال دو تیر اصلی به یکدیگر بهتر است که شاه تیر با دهانه بزرگتر در داخل شاه تیر با دهانه کوچکتر قرار گیرد در این حالت به علت کوتاه بودن دهانه، لنگر خمشی کمتری ایجاد شده، در نتیجه می‌توان از تیرآهن ضعیف‌تری استفاده نمود.

اتصال شاه‌تیرها با ارتفاع یکسان به روش زبانه کردن آن‌ها انجام می‌گردد.

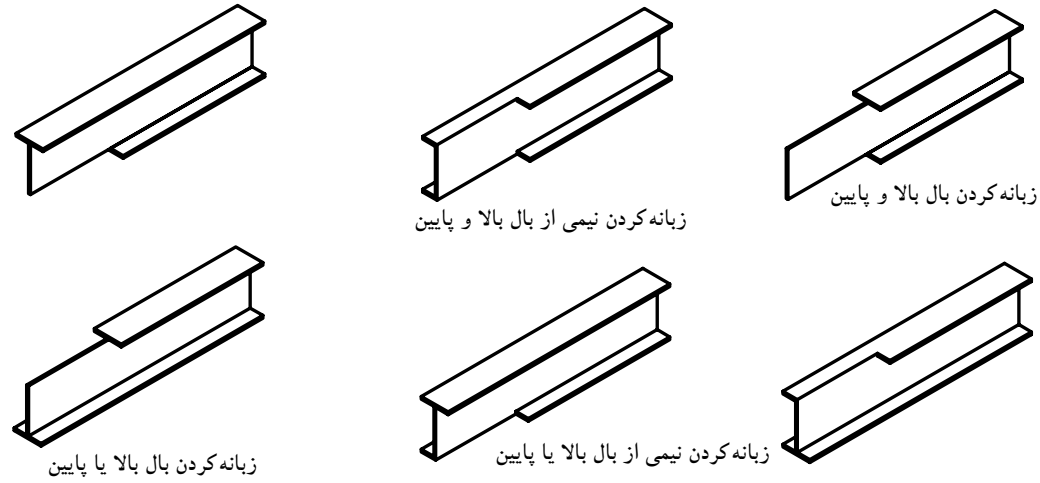


شکل۱۶۴-۱



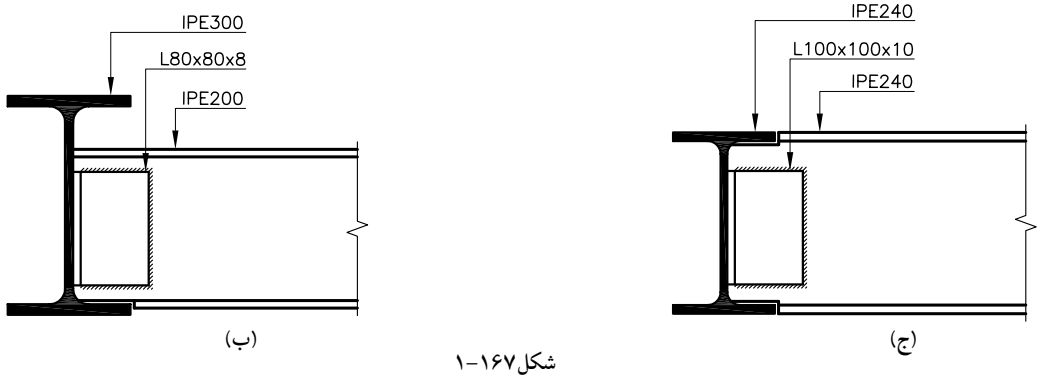
شکل۱۶۵-۱

زبانه‌کردن تیر: محل اتصال دو تیر تحت تأثیر نیروهای برشی، کشش و فشاری قرار می‌گیرد از این نظر باید سعی‌شود با اتصال کامل دو قطعه به یکدیگر سطح تماس آن‌ها را تا حد امکان افزایش داد برای این منظور با توجه به شرایط اتصال از روش‌های زیر اقدام به زبانه کردن بال تیرآهن می‌نمایند. به طور خلاصه زبانه‌کردن یعنی، برداشتن قسمتی از بال تیرآهن در اتصال به منظور جفت و جور شدن بهترآن‌ها (شکل ۱۶۶-۱).



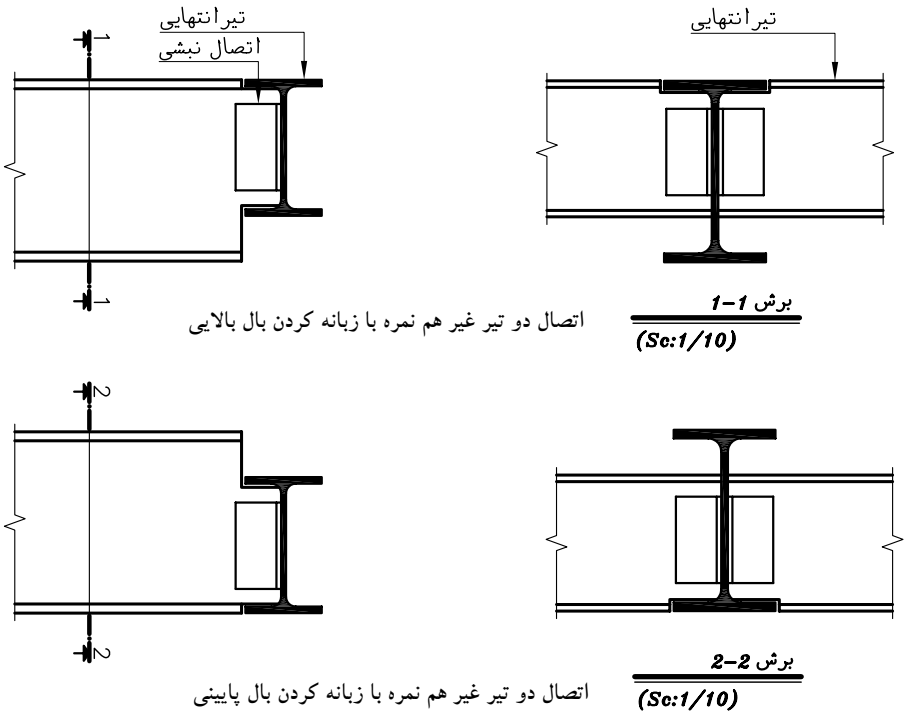
شکل۱۶۶-۱

شکل۱۶۷-۱ (الف) زبانه‌کردن بال بالایی در اتصال دو تیر غیرهم‌نمره، (ب) زبانه‌کردن بال پایینی در اتصال دو تیر غیرهم‌نمره و (ج) زبانه کردن بال بالا و پایین به طور هم زمان در اتصال دو تیر هم‌نمره را نشان می‌دهد.



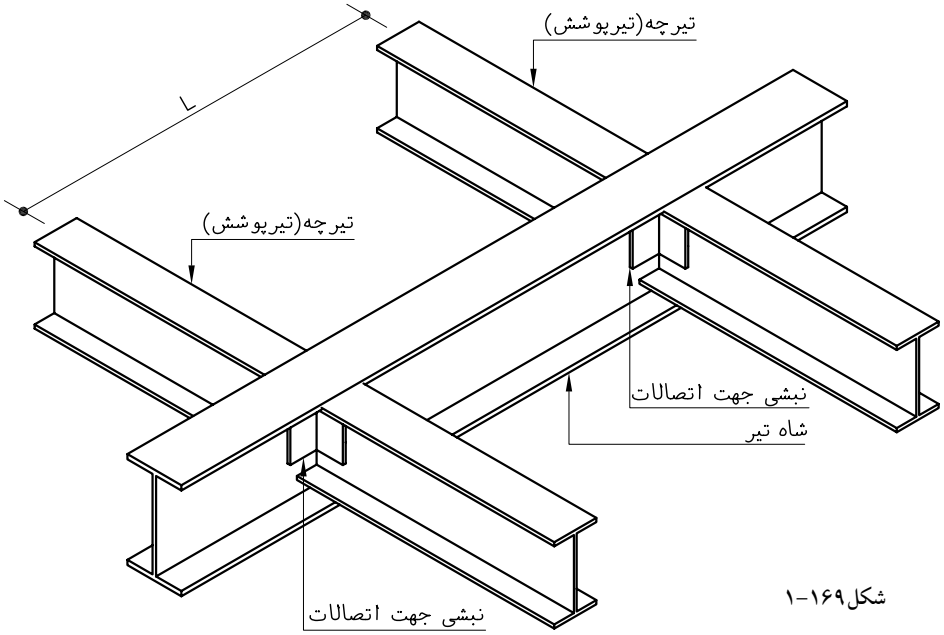
شکل۱۶۷-۱

شکل ۱۶۸-۱ اتصال تیرانتهایی به تیر اصلی (کنسول)، از روش زبانه کردن را نشان می‌دهد.



شکل۱۶۸-۱

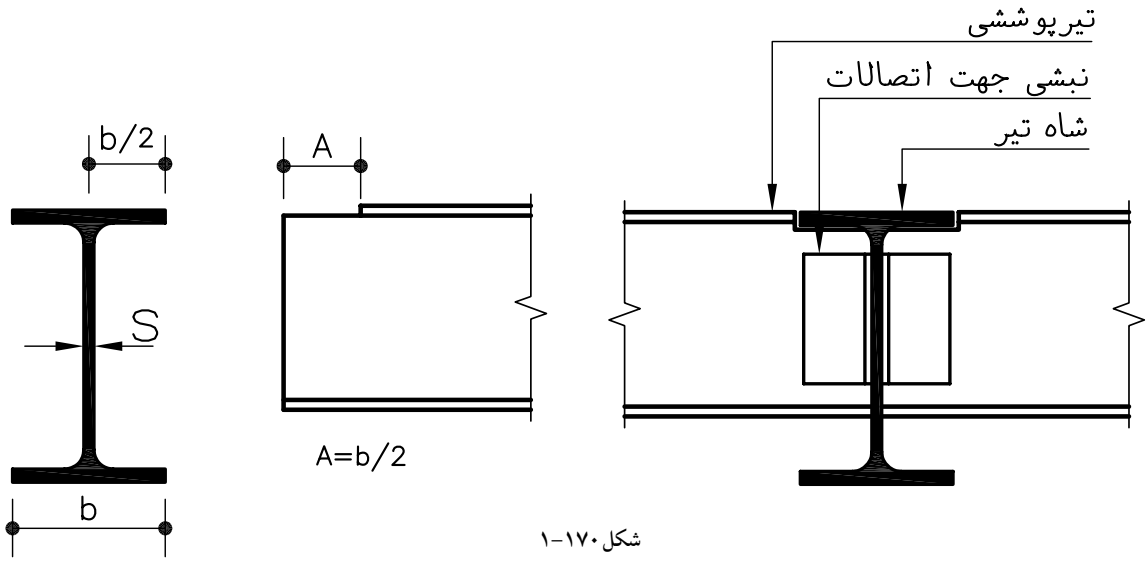
اتصال تیرهای پوشش به تیر اصلی: در این اتصال در صورتی که اختلاف ارتفاع دونیم‌رخ زیاد باشد نیازی به زبانه کردن نیست و تیرچه به کمک نبشی به جان تیراصلی جوش می‌شود که اصطلاحاً به آن اتصال تودلی گویند(شکل ۱۶۹-۱).



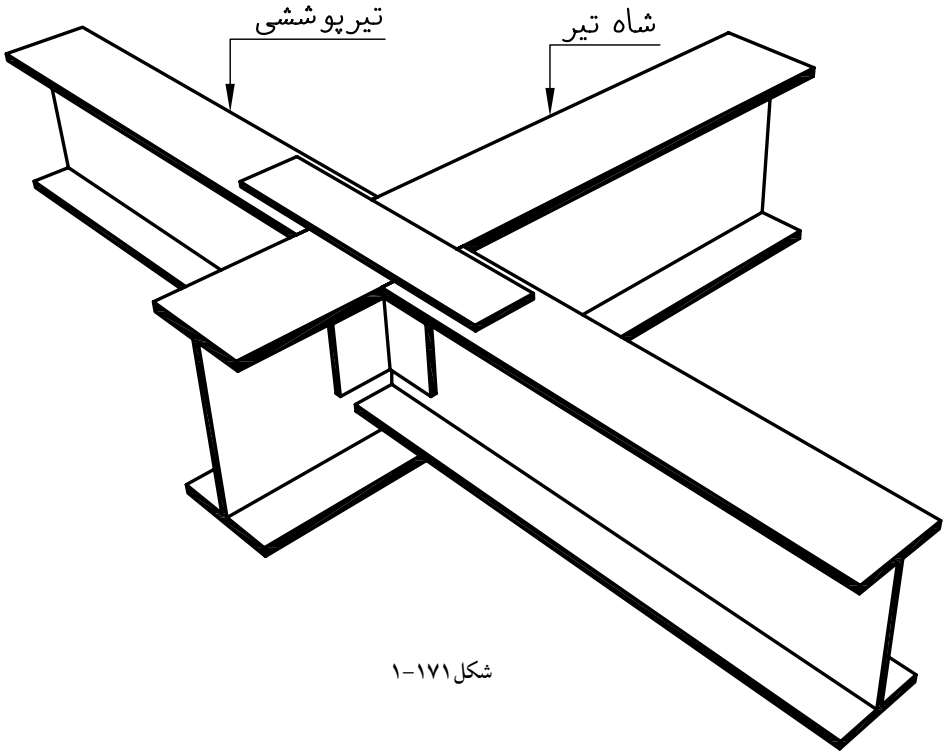
شکل۱۶۹-۱

ممکن است بنا به ملاحظات اجرایی لازم شود که تیر پوشش در بال بالا یا بال پایینی هم‌تراز پل نصب شود که در این صورت از روش زبانه کردن استفاده می‌شود(شکل ۱۷۰-۱).

در اتصال تیرچه به تیر اصلی هر اندازه اتصال را گیردار کنیم لرزش در تیر پوشش کمتر خواهد بود (شکل ۱۷۱-۱).

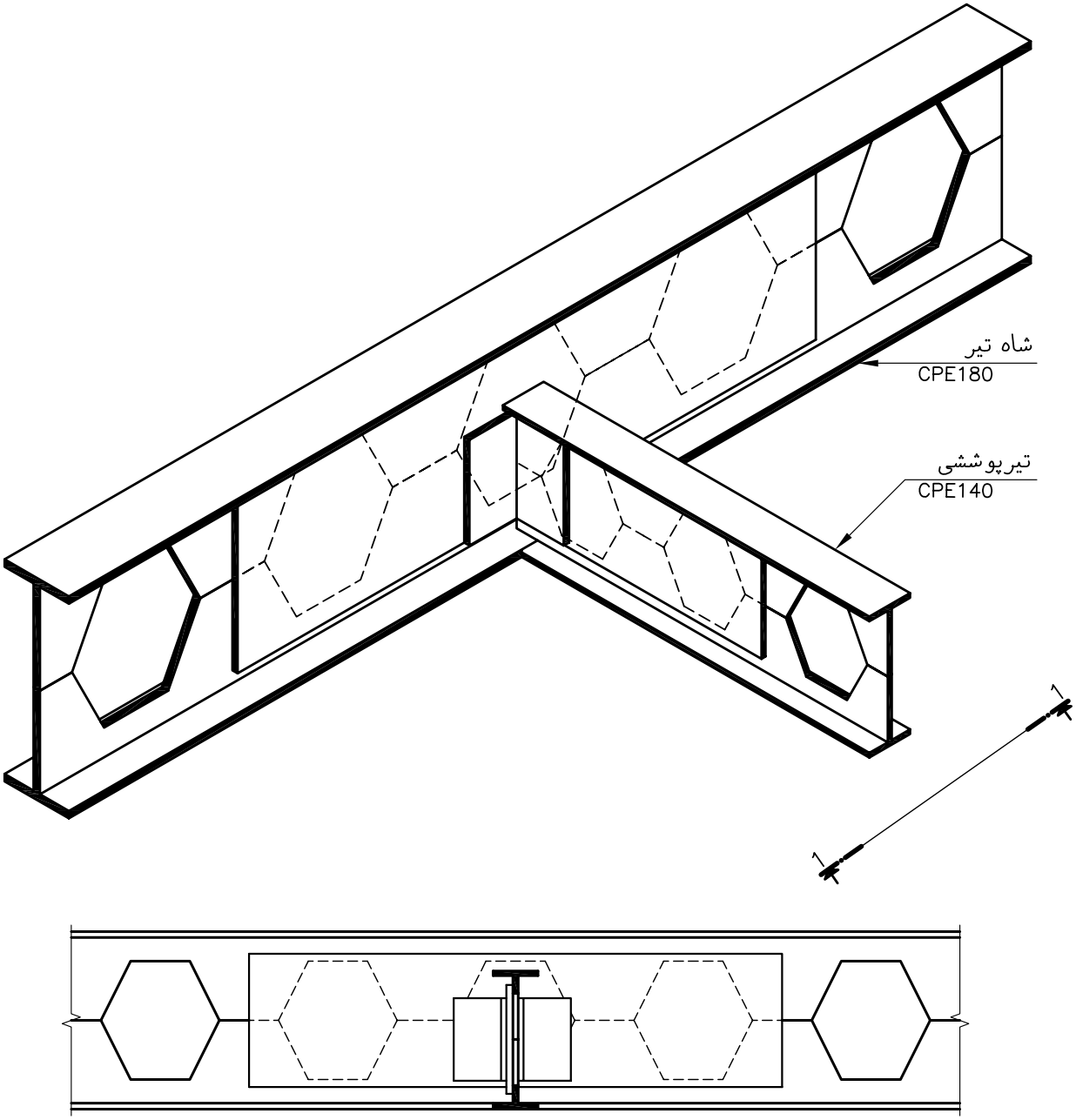


شکل ۱۷۰-۱



شکل ۱۷۱-۱

در اتصال تیرهای لانه‌زنبوری به یکدیگر و تیرهای نورد شده به تیرهای لانه‌زنبوری محل اتصال جان تیرآهن لانه‌زنبوری شده به وسیله ورق تقویت می‌شود (شکل ۱۷۲-۱).



نمای 1-1
(Sc:1/10)

شکل ۱۷۲-۱

۲۱-۱- اتصال دو تیر جهت افزودن طول آن‌ها (امتداد دادن تیر)

درکارگاه‌های ساختمانی بنا به دلایل زیر اقدام به اتصال طولی‌تیرها می‌شود (شکل۱۷۳-۱).

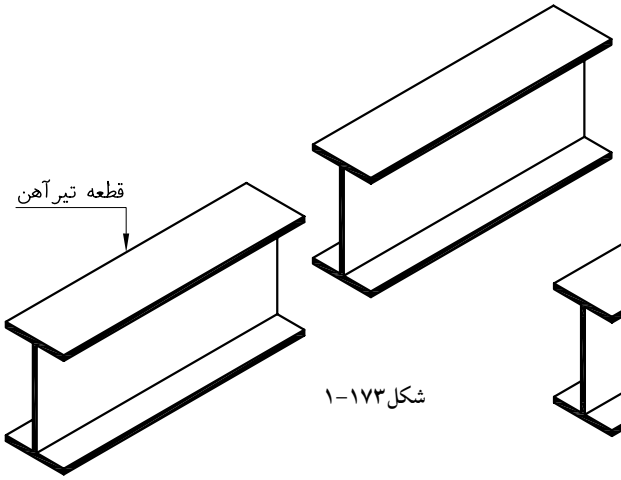
۱- طول استاندارد پروفیل برای اجرا کافی نباشد.

۲- با توجه به شرایط بارگذاری تغییر ارتفاع پروفیل موجود الزامی باشد.

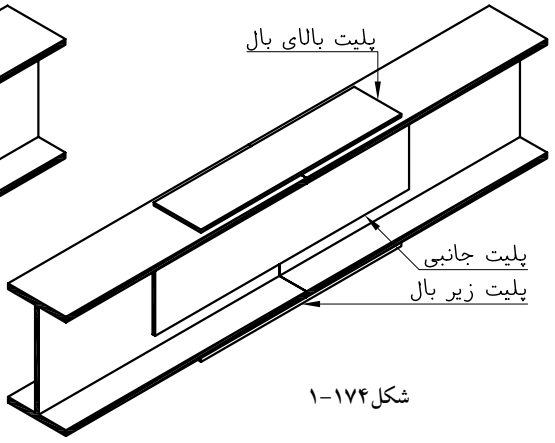
۳- جهت کاهش ضایعات

شکل۱۷۴-۱ یک اتصال طولی استاندارد تیرهای هم‌نمره را نشان می‌دهد که از چهار ورق تشکیل شده‌است ورق‌ها با اتصال جوشی مقاومت کافی را به وجود می‌آورند ابعاد ورق‌های اتصال در نقشه‌های محاسباتی ذکر می‌شود.

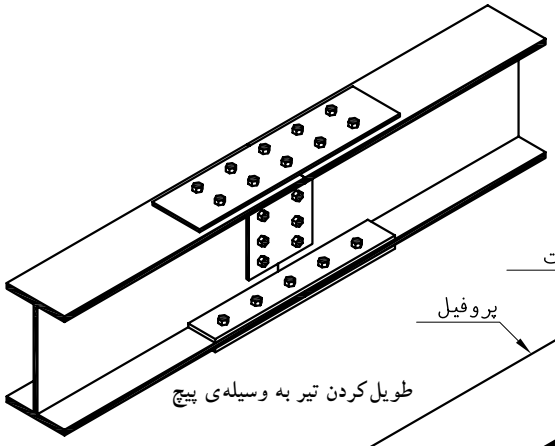
شکل۱۷۵-۱ اتصال طولی تیرهای هم‌نمره به‌وسیله‌ی پیچ و پرچ را نشان می دهد.



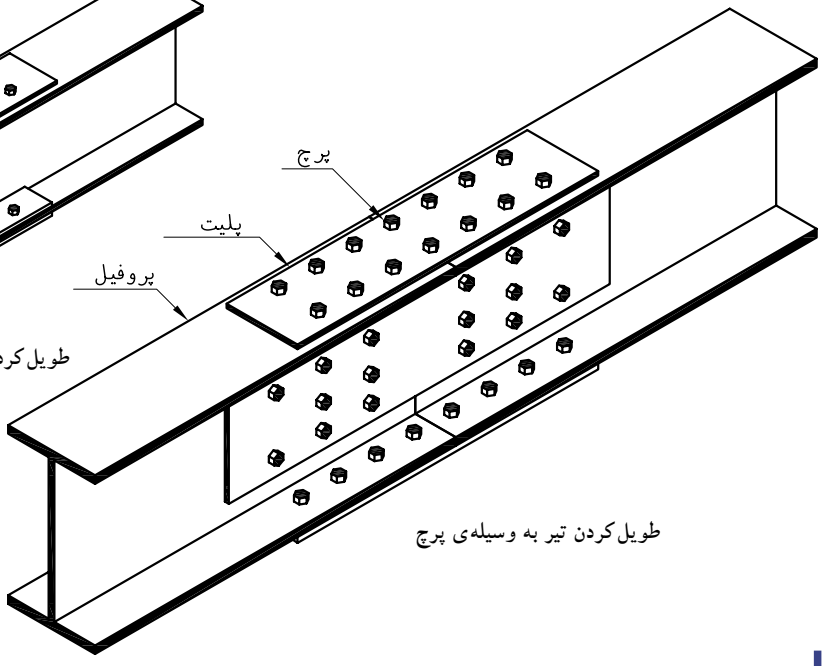
شکل۱۷۳-۱



شکل۱۷۴-۱



طویل‌کردن تیر به وسیله‌ی پیچ



طویل‌کردن تیر به وسیله‌ی پرچ

شکل۱۷۵-۱

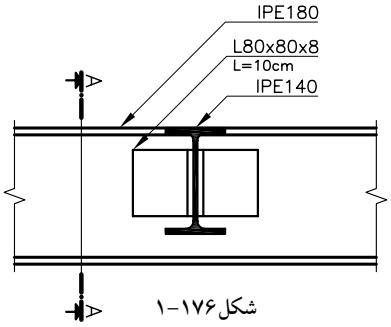
نحوه‌ی ترسیم اتصال تیر به تیر

مقیاس ترسیم را تعیین نمایید.

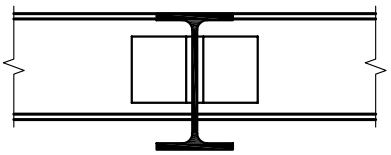
یک نمای طولی از اتصال را ترسیم کنید (شکل۱۷۶-۱).

یک برش قائم از نمای ترسیم شده را رسم کنید (شکل ۱۷۷-۱).

مشخصات ورق‌ها و نبشی‌های اتصال را بیان نمایید و در صورت لزوم شکل را اندازه گیری کنید.



شکل۱۷۶-۱



شکل۱۷۷-۱ برش A-A (Sc:1/10)

تمرین- نمای طولی و برش قائم اتصال تیرآهن IPE200 و IPE140 را در حالت های زیر با مقیاس۱/۱۰ ترسیم نمایید.

۱-زبانه کردن بال بالایی IPE200

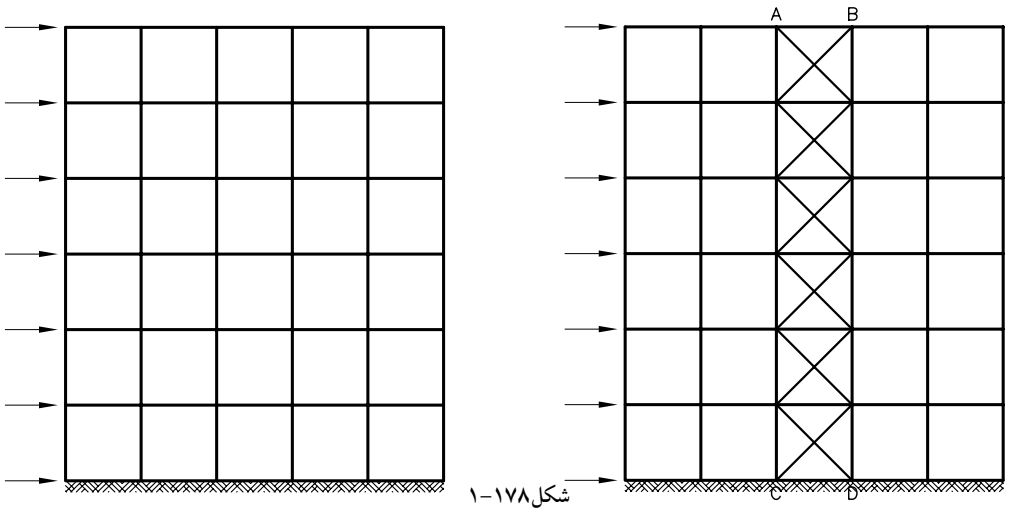
۲-زبانه کردن بال پایینی IPE200

۳-اتصال تودلی

۱-۲۲- مهاربندی جانبی ساختمان‌ها

روش‌های مختلفی برای مقابله با اثر نیروهای جانبی بر سازه‌های فلزی وجود دارد که استفاده از بادبند یکی از این روش‌ها است. برای این منظور کافی است با افزودن اعضای قطری به یک یا چند دهانه سازه، آن را به صورت اشکال مثلثی درآوریم (شکل ۱۷۸-۱)

با انجام این عمل هسته مرکزی مهاربندی شده ABCD مستحکم و سازه تغییر ناپذیر خواهد شد.



شکل۱۷۸-۱

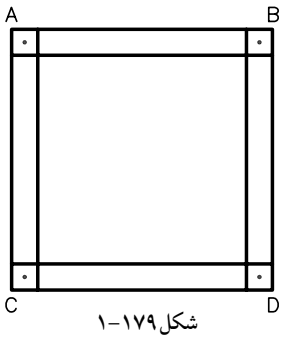
راستی بادبند چگونه مقاومت سازه را در مقابل نیروهای جانبی افزایش می‌دهد؟

انجام یک آزمایش ساده شما را در رسیدن به این سوال یاری خواهد کرد. چهار قطعه چوب با ابعاد 5×20×150 میلی‌متر را مطابق شکل ۱۷۹-۱ به هم میخ می‌نمایند تا قاب ABCD ساخته شود.

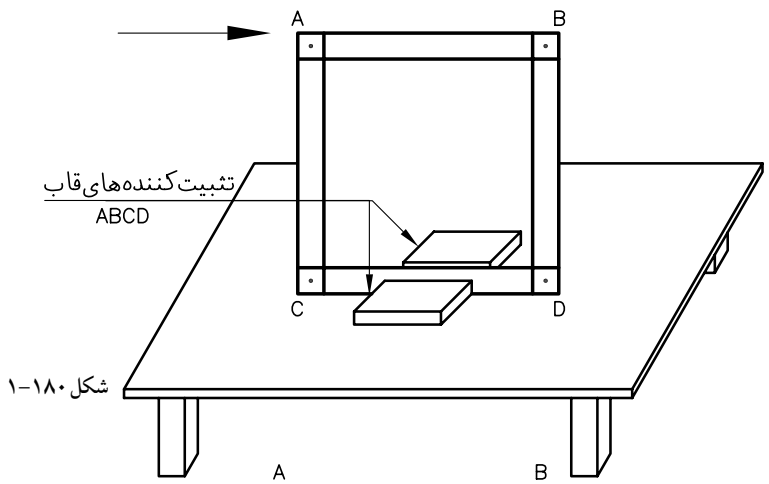
قاب ساخته شده را مطابق شکل ۱۸۰-۱ روی میز کار مستحکم نموده به آن نیرو وارد کنید. خواهید دید که زاویه بین اضلاع عمودی و افقی تغییر نموده، قاب از حالت مربع خارج شده و به شکل متوازی الاضلاع در می‌آید (شکل ۱۸۱- ۱).

حال به قاب مورد نظر یک عضو قطری اضافه نمایید و آزمایش را تکرار کنید، خواهید دید که این بار قاب تغییر شکل نمی دهد، مگر این که عضو قطری AD بشکند یا خم شود (شکل ۱۸۲-۱).

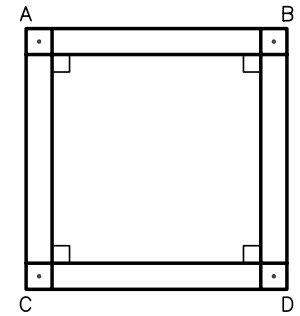
نتیجه: در اشکال مثلثی، زوایای مثلث بدون تغییرطولی اضلاع، تغییر نخواهد کرد.با افزودن عضو قطری B مقاومت قاب افزایش خواهد یافت.

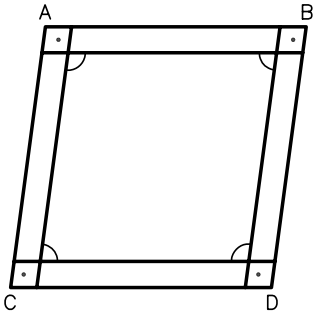


شکل ۱۷۹-۱

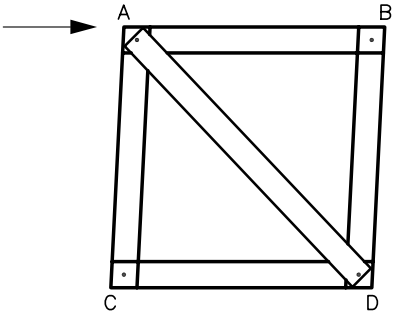


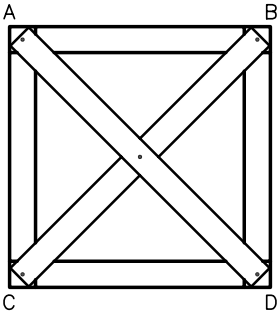
شکل ۱۸۰-۱





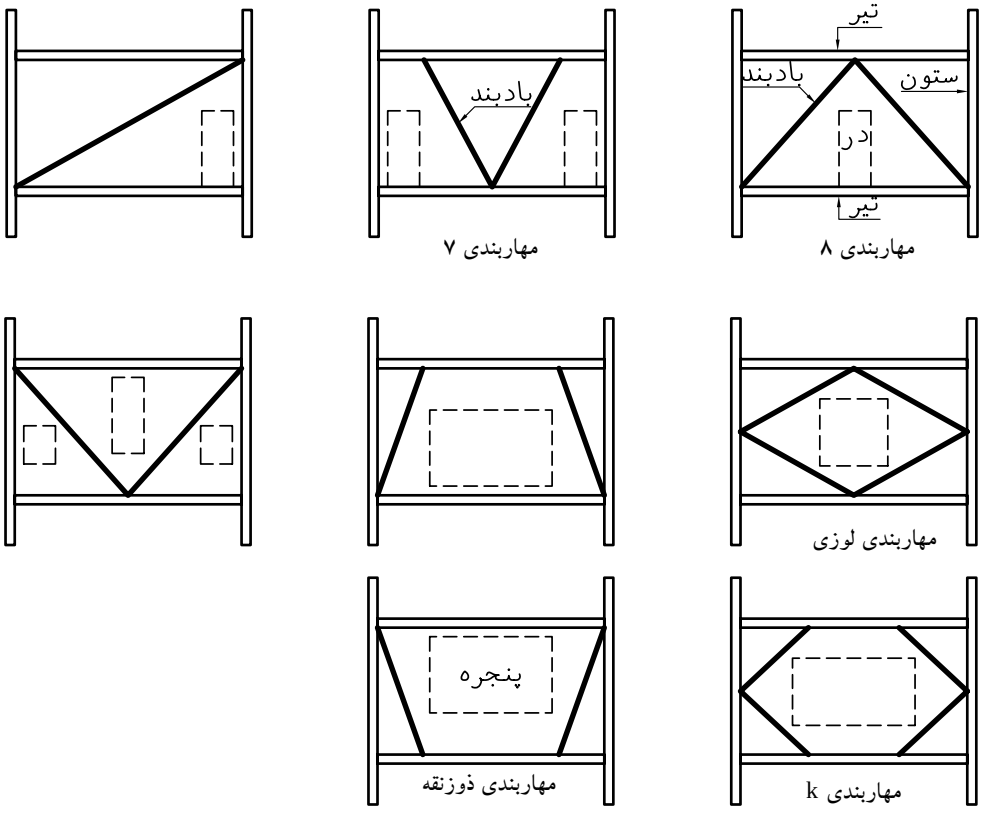
شکل ۱۸۱-۱





شکل ۱۸۲-۱

انواع بادبند: استفاده از بادبند شکل ضربدری گرچه بهترین نوع مهاربندی جانبی می‌باشد، ولی به دلیل ملاحظات معماری و وجود در و پنجره استفاده از این نوع بادبند در تمام دهانه‌ها امکان پذیر نیست و به دیوارهای دو طرف راه پله و آسانسور و دیوارهای پیرامونی که در مجاورت همسایه قرار دارند محدود می‌شود. بنابراین بر حسب فرم و موقعیت بازشوها و ملاحظات معماری می‌توان از اشکال ۱-۱۸۳ به جای بادبند ضربدری استفاده نمود.



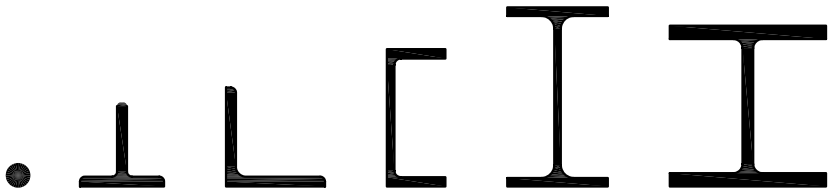
شکل ۱-۱۸۳

شکل‌های ۱-۱۸۴ و ۱-۱۸۵ استفاده از بادبند در سازه‌های فلزی را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۱۸۳

شکل ۱-۱۸۵

پروفیل مورد استفاده در بادبند: از همه‌ی نیم‌رخ‌هایی که در مقابل کشش و فشار مقاومت خوبی داشته باشند می‌توان به صورت تک یا دوبل به عنوان اعضای بادبند استفاده نمود.شکل ۱۸۶-۱ تعدادی از نیم‌رخ‌ها را نشان می‌دهد.



شکل۱۸۶-۱

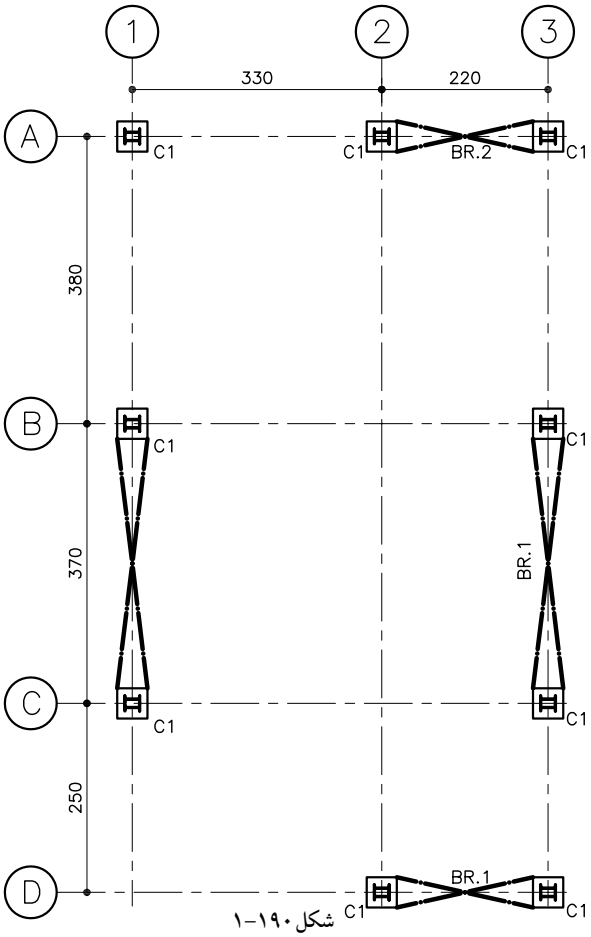
شکل۱۸۷--۱

مورد استفاده بادبند: استفاده از بادبند فلزی برای مهار بندی انواع سازه ها متداول است.در برخی از آن ها مانند ساختمان های مسکونی فقط از بادبند قائم استفاده می شود (شکل۱۸۷-۱).

در پل‌ها و کارخانه‌ها علاوه بر بادبند قائم از بادبند افقی نیز استفاده می شود.در سازه‌های صنعتی علاوه بر بادبندی قائم از بادبندی افقی نیز جهت مقابله با نیروهای جانبی استفاده می‌شود (شکل‌های ۱۸۸-۱ و ۱۸۹-۱).

نحوه‌ی ترسیم بادبند درساختمانهای اسکلت فلزی برای تعیین‌بادبند و نشان‌دادن دهانه‌های دارای بادبند، از پلان آکس‌بندی وستون‌گذاری استفاده می‌شود.

پس از ترسیم پلان، دهانه‌های مهاربندی را به صورت ⊠ یا ⊟ و با خط نقطه قوی ترسیم نمایید.تیرهای مختلف بادبند را با علامت اختصاری BR_1 ، BR_2 و ..... تفکیک کنید. در تعیین موقعیت بادبند حتی الامکان باید سعی شود بادبندها نسبت به مرکز پلان به صورت قرینه قرار گیرند (شکل۱۹۰-۱).



شکل۱۹۰-۱

شکل۱۹۰-۱ بادبند افقی

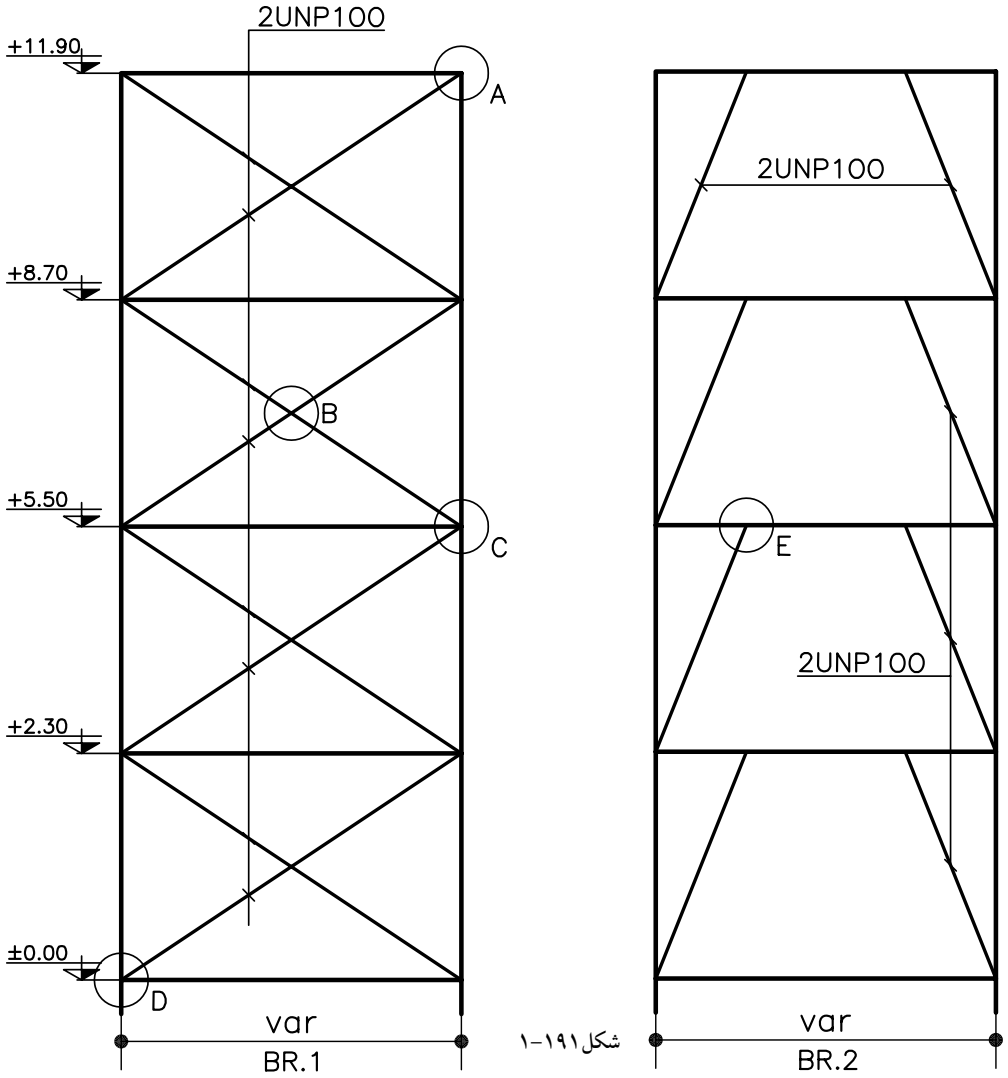
شکل۱۹۰-۱ بادبندقائم

پس از تعیین موقعیت بادبند در پلان ، نمای تیپ‌های مختلف به کار گرفته شده‌ی بادبند را به صورت شماتیک و جداگانه ترسیم نموده نیم‌رخ های آن را مشخص نمایید و نقاط مهم مانند اتصالات بادبندی را جهت ترسیم نقشه جزئیات آن تعیین کنید(شکل ۱۹۱-۱).

ترسیم دتایل‌های مربوط به اتصالات بادبند: در این مرحله جزئیات اتصال اعضای بادبند به یکدیگر و به سایر اعضای سازه مانند تیر و ستون از نقاطی که در مرحله قبل روی دهانه‌های بادبندی شده مشخص گردیده با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم می‌گردد و در آن کلیه مشخصات اجرایی اتصالات بیان می‌شود.

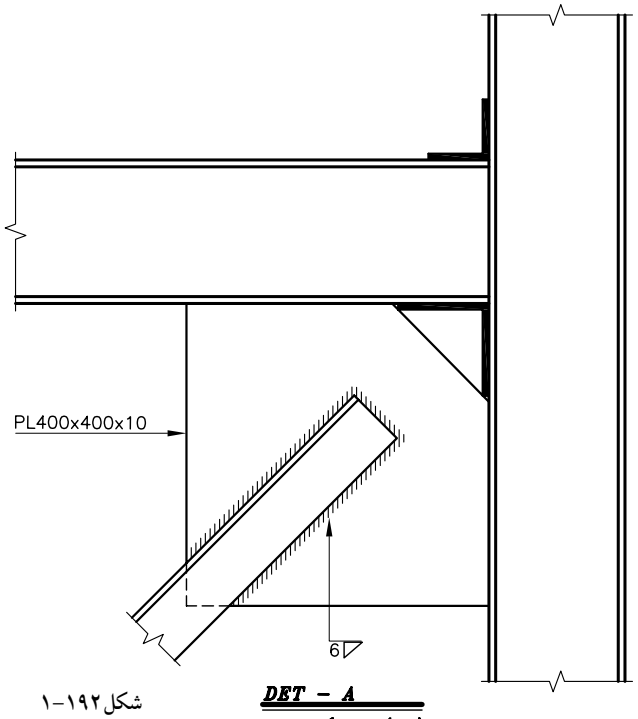
دستورالعمل ترسیم دتایل‌های بادبند

باتوجه به دتایل مربوط به تعداد اعضایی که در نقطه مورد نظر به همدیگر متصل شده‌اند، خط آکس ترسیم نمایید. به طوری که امتداد آن‌ها از یک نقطه عبور نماید. پس با توجه به شکل و ابعاد اعضای نمای طولی عضو و اتصالات مربوط را ترسیم نمایید. در پایان مشخصات اعضا و ابعاد جوش ورز را بیان نمایید.



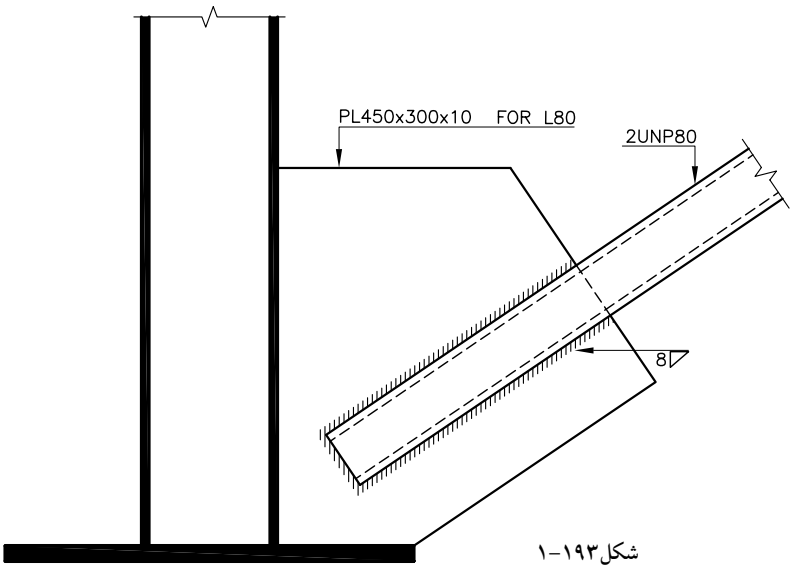
شکل ۱۹۱-۱

شکل های۱۹۲-۱ و۱۹۳-۱ و ۱۹۴-۱ و ۱۹۵-۱ و۱۹۶-۱ دتایل‌های مربوط به شکل ۱۹۱-۱ را نشان می‌دهند.



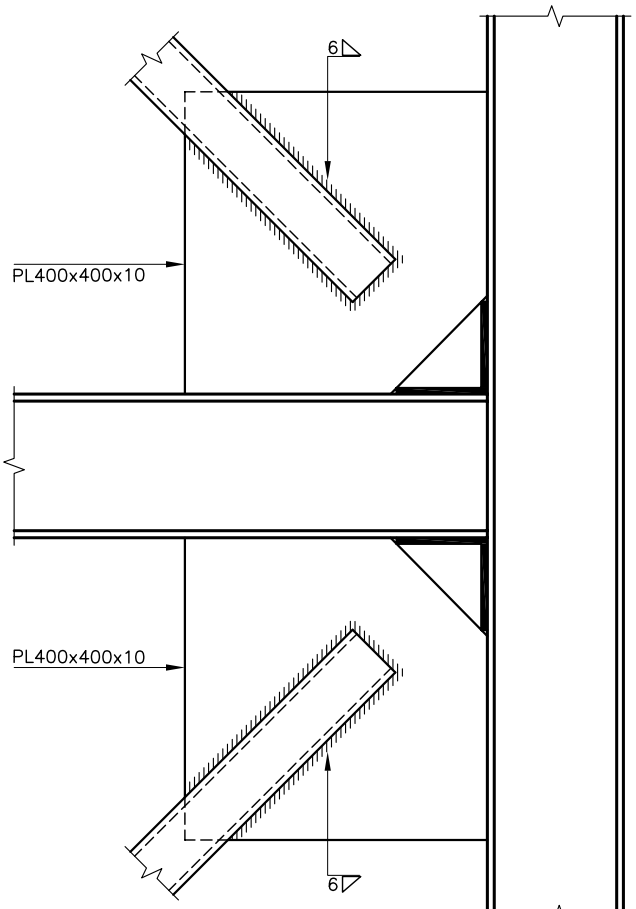
DET - A
(Sc:1/10)

شکل۱۹۲-۱



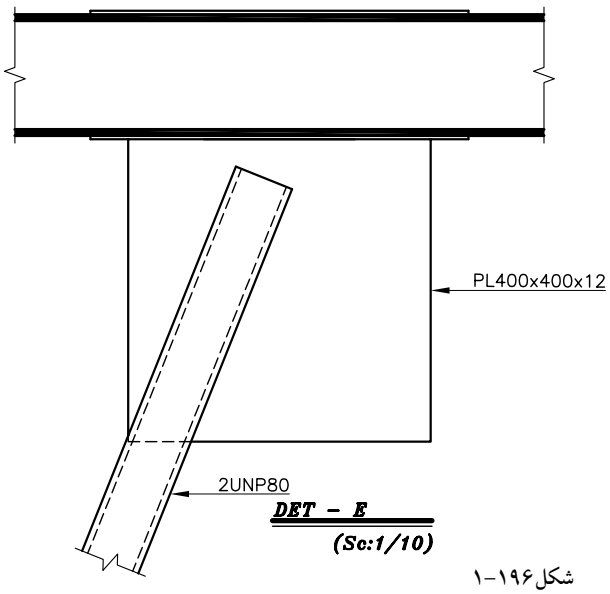
شکل۱۹۳-۱

DET - D
(Sc:1/10)



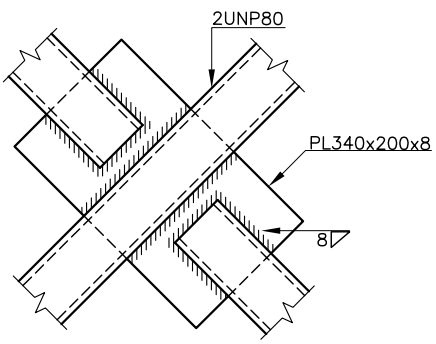
DET – C
(Sc:1/10)

شکل۱۹۴–۱



DET – E
(Sc:1/10)

شکل۱۹۶–۱



DET – B
(Sc:1/10)

شکل۱۹۵–۱

مرکبی کردن ترسیم‌های بادبندی: علامت اختصاری بادبند در پلان با خط نقطه قوی (0.4) ترسیم می‌شود. در ترسیم نمای شماتیک بادبند نیز از نوک 0.4 استفاده می شود. در ترسیم دتایل اعضای فلزی مانند تیر، ستون، نبشی و .... با نوک0.4 و خطوط مربوط به اندازه گذاری و معرفی اتصالات با نوک 0.2 و متن اندازه و مشخصات با نوک 0.4 و متن مربوط معرفی دتایل با نوک دتایل با نوک ۰,۶ ترسیم می شود.

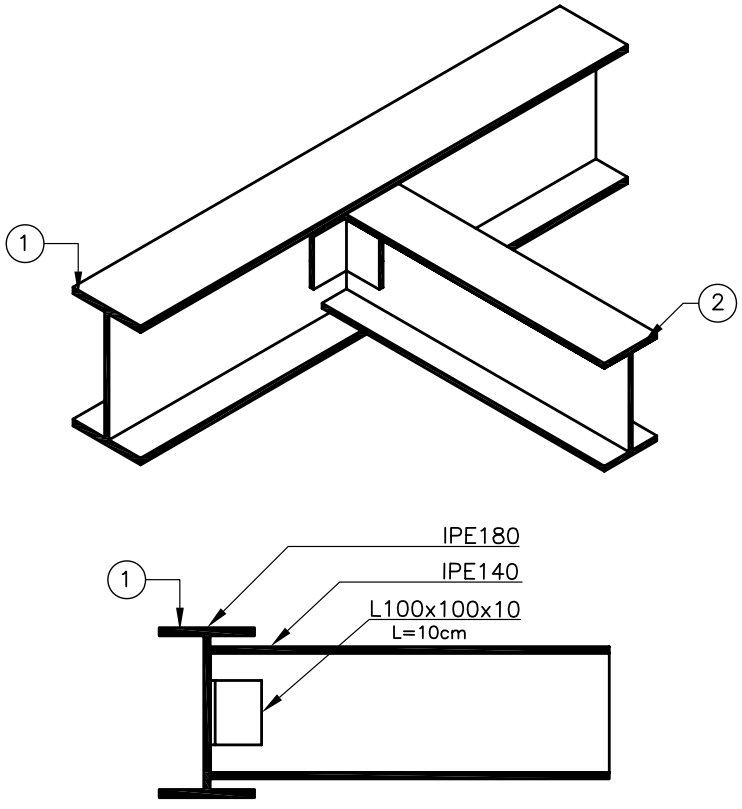
مقیاس اندازه‌گذاری، مرکبی‌کردن دتایل‌ها و کلیه نقشه‌های جزئیات مربوط به اسکلت فلزی با مقیاس ۱/۱۰ یا ۱/۲۰ ترسیم می‌شوند و ابعاد اتصالات، روی آن‌ها داده می‌شود و به صورت زیر مرکبی می گردند.

۱–مقاطعی که با توجه به جهت دید به ناظر نزدیکترند و یا برش می‌خورند با نوک 0.6 ترسیم می شوند(شکل ۱۹۷–۱).

۲–مقاطع دورتر با نوک 0.4

۳–متن اندازه با نوک 0.2

۴–خطوط اندازه، رابط با نوک 0.1



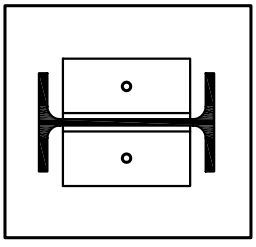
شکل۱۹۷–۱

آزمون پایانی واحد کار اوّل

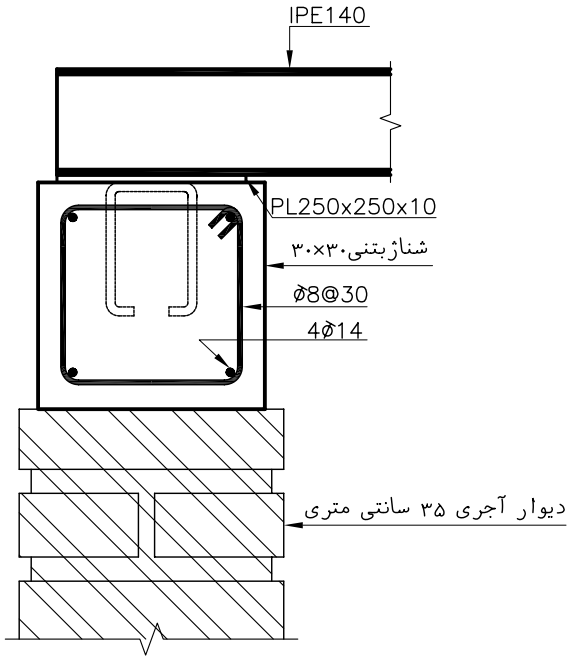
سؤالات تشریحی

۱- ساختمان‌های اسکلتی را تعریف نمایید.
۲- -اعضای باربر ساختمان‌های اسکلت فلزی را نام ببرید.
۳- مزایا و معایب تیرآهن INP را نام ببرید.
۴- برای ساخت ستون مرکب در شکل ۱۹۸-۱ از چه پروفیل‌هایی استفاده شده است.
۵- اتصال‌ستون به صفحه‌ی زیرستون‌در شکل۱۹۹-۱ چه نوع اتصال‌می‌باشد.
۶- مزایای اتصال روی هم در جوشکاری را نام ببرید.
۷- مناسب‌ترین محل اتصال جهت امتداد دادن ستون‌های فلزی درطبقات کجاست.
۸- علت استفاده از میلگردهای ضربدری در سقف‌های طاق‌ضربی را توضیح دهید.
۹- اتصال سقف طاق ضربی به شناژ بتنی با مشخصات شکل ۲۰۰-۱ را با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم نمایید.
۱۰- تعدادتیرهای شمشیری پله در هر بازو به چه عاملی بستگی دارد؟
۱۱- به نظر شما پروفیل‌هایی که برای ساخت تیر و ستون مورد استفاده قرار می‌گیرند چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟
۱۲- مزایا و معایب تیرهای لانه‌زنبوری را نام ببرید؟
۱۳- انواع اتصالات ساده تیر به ستون در ساختمان‌های اسکلت فلزی را با رسم شکل نام ببرید؟
۱۴- علت زبانه کردن بال تیرها را توضیح دهید.

شکل۱۹۸-۱

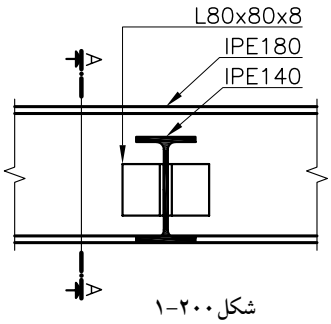


شکل۱۹۹-۱

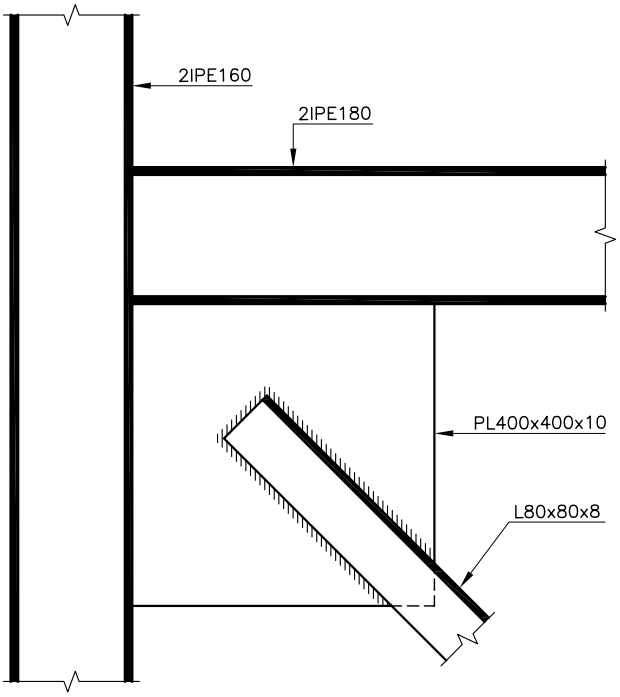


شکل۲۰۰-۱

۱۵- برش A-A از شکل۲۰۱-۱ را با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم و مرکبی نمایید.
۱۶- روش‌های اجرایی اتصال کنسولی تیر به ستون را با رسم شکل توضیح دهید.
۱۷- اتصال بادبندی شکل ۲۰۲-۱ در مقیاس ۱/۱۰ و با رعایت اصول نقشه‌کشی ترسیم و مشخصات آن را بنویسید.



شکل ۲۰۰-۱



سؤالات چهارگزینه‌ای

۱- زیر دیوارهای باربر آجری از پی ..... استفاده می‌شود.

نقطه‌ای　　نواری　　گسترده　　مرکب

۲- کدام یک از اجزای زیر بار زنده است؟

بازشوها　　ستون　　میز　　رانش زمین

۳- اعضای باربری هستند که بارهای ساختمان را تحمل و به پی و زمین منتقل می‌کنند؟

بیس پلیت　　بلت　　اسکلت　　فقط تیر

۴- در ساختمان‌های فلزی برای اتصالات از ..... و ..... و برای زیر ستون از ..... استفاده می‌شود.

نبشی-تسمه-پلیت　　تسمه-لچکی-بلت

نبشی-پلیت-بلت　　لچکی-نبشی-ملات ماسه سیمان

۵- ستون‌ها بر چه اساسی تیپ بندی می‌شوند؟

میزان تحمل بار وارده-ارتفاع ستون-نوع شکل مقطع ستون

ارتفاع ستون-مقطع ستون-عرض ستون

محل قرارگیری ستون-میزان تحمل بار-نوع پروفیل

نوع ستون-ارتفاع ستون-میزان تحمل بار

۶- برای یکپارچه شدن بهتر بتن و همگن عمل کردن آن از چه چیزی استفاده می‌شود؟

سنگ‌دانه　　سیمان　　میلگرد　　آب

۷- به میلگردهای افقی و عمودی به کار رفته در پی ..... می‌گویند.

خاموت　　میلگرد راستا　　شناژ　　مش

۸- برای افزایش چسبندگی بین میلگرد و بتن باید در انتهای میلگرد ..... ایجاد کرد.

سیمان　　پوشش بتن　　قلاب　　آرماتور

۹- تیرIPE 14 به روش پانیر لانه زنبوری شده است. ارتفاع تیر چند سانتیمتر افزایش می‌یابد؟

۱۴　　۲۱　　۷　　۲۸

۱۰- برای مقابله با چه نیرویی در قسمت تکیه‌گاه پل لانه زنبوری، دو یا سه لانه توسط ورق فلزی پوشیده و جوش می‌شود؟

فشاری　　برشی　　خمشی　　کششی

۱۱- ارتفاع نهایی تیر لانه زنبوری با تیرآهنIPE 30 به روش پانیر با ورق اضافی چند میلی‌متر می‌شود؟

۴۵۰　　۶۰۰　　۴۲۰　　۵۰۰

۱۲- برش سرد در ساخت تیر لانه زنبوری چه نام دارد؟

کوپال　　برنول　　لیتسکا　　پانیر

۱۳- چرا تیر را لانه زنبوری می‌کنند؟

تحمل نیروی فشاری و کششی بیشتر　　استفاده از فضا های خالی ایجاد شده

سبک تر شدن تیرو مقرون به صرفه بودن　　هرسه‌مورد

۱۴- هدف اصلی از ساخت تیر لانه زنبوری چیست؟

سبک شدن وزن　　عبور لوله های تأسیساتی

تحمل نیروی خمشی بیشتر　　هرسه‌مورد

واحد کار دوّم

توانایی ترسیم نقشه‌های تیرهای مشبک و قاب‌ها

هدف کلی

شناخت انواع قاب و خرپا، ترسیم اتصالات و تعیین مشخصات آنها

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار باید بتواند:

۱-دلایل استفاده از سازه‌های خرپایی را نام ببرد.
۲-خرپاها را بر حسب کاربردشان دسته بندی نمایید.
۳-اتصالات اعضای خرپا به یکدیگر وبه سایر اعضای باربر سازه‌ای را ترسیم نماید.
۴-پوشش سقف(لاپه ریزی) در خرپا و قاب را توضیح دهد.
۵-انواع قاب‌های شیب‌دار را نام ببرد.
۶-روش‌های جلوگیری از رانش پایه‌ها در قاب‌های شیب‌دار را توضیح دهد.
۷-انواع اتصال تیر به ستون در گوشه قاب را نام ببرد.
۸-روش‌های اتصال ستون به فنداسیون در قاب‌ها را توضیح دهد.
۹-روش‌های اتصال ستون به فنداسیون در قاب‌ها را توضیح دهد.
۱۰-روش‌های مهاربندی جانبی خرپا و قاب را توضیح دهد.

پیش آزمون

سؤالات تشریحی

۱ – انواع پروفیل‌های مصرفی در ساختمان را به صورت شماتیک ترسیم نمایید.
۲ – چند نوع پوشش سقف را نام ببرید.
۳– برای پوشش سقف دهانه‌های بزرگ از چه مصالحی استفاده می‌شود؟
۴– کاربرد خرپا در چه فضاهایی است.
۵– برای پوشش سقف سالن ورزشی از چه مصالحی استفاده می‌شود؟

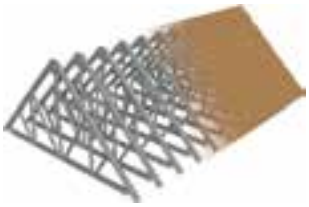
پاسخ:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

سؤالات چهارگزینه‌ای

۱- از خرپا در چه مواردی استفاده می‌شود؟
پوشش کارخانه　　نعل‌درگاه　　ساختمان مسکونی　　بادبند
۲- فرم کلی خرپای فضایی از چند عضو تشکیل می‌شود؟
۲　　۴　　۶　　۸
۳- چرا خرپا به طور مفصلی و با شبکه‌های مثلثی ساخته می‌شود؟
راحت تر اجرا می‌شود.　　هزینه کمتری دارد.　　متعادل و پایدار است.　　مقاومت کمتری دارد.
۴- چرا خرپا به طور مفصلی و با شبکه های مثلثی ساخته می‌شود؟
راحت تر اجرا می‌شود.　　هزینه کمتری دارد.　　متعادل و پایدار است.　　مقاومت کمتری دارد.
۵- سیستم نگهدارنده ساختمان چه نامیده می‌شود؟
پی　　سقف　　سازه　　بادبند
۶- کدام تعریف خرپای فضایی نیست؟
خرپایی که در سه وجه گسترده می‌شود.　　خرپایی که پایه ی آن بر اساس هرم است.
خرپایی که دارای طول و عرض و ارتفاع است.　　خرپای دو بعدی که به صورت مثلث ساخته می‌شود.
۷- حداکثر فاصله‌ی ستون‌ها در ساختمان‌های فلزی چند متر است؟
۴　　۵/۵　　۱۰　　۷/۵
۸- ۸۰- فاصله تقریبی محور تا محور خرپاها از یکدیگر چند متر است؟
۲ تا ۴　　۳ تا ۶　　۱تا ۳　　۲ تا ۷
۹- فاصله بین دو پایه‌ی خرپا چه نامیده می‌شود؟
لاپه　　ستون　　دهانه　　تراورس
۱۰- بادبند افقی در سقف‌های سوله معمولاً با چه نوع پروفیلی انجام می‌شود؟
نبشی　　میلگرد　　سپری　　ناودانی

۱-۲- خرپا

بشر با دیدن پرواز پرندگانی که مسیرهای طولانی را می‌پرند به قدرت بال‌های آن‌ها پی برد و با دقت در استخوان‌بندی آن‌ها در یافت اسکلت‌بندی بال‌های پرندگان از استخوان‌های توخالی شبیه مثلث، تشکیل شده‌است که در عین ظرافت و سبک بودن ازقدرت زیادی برخوردارند. سازه‌هایی را که با الهام از این سیستم ساخته می‌شوند خرپا گفته می‌شود(شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲

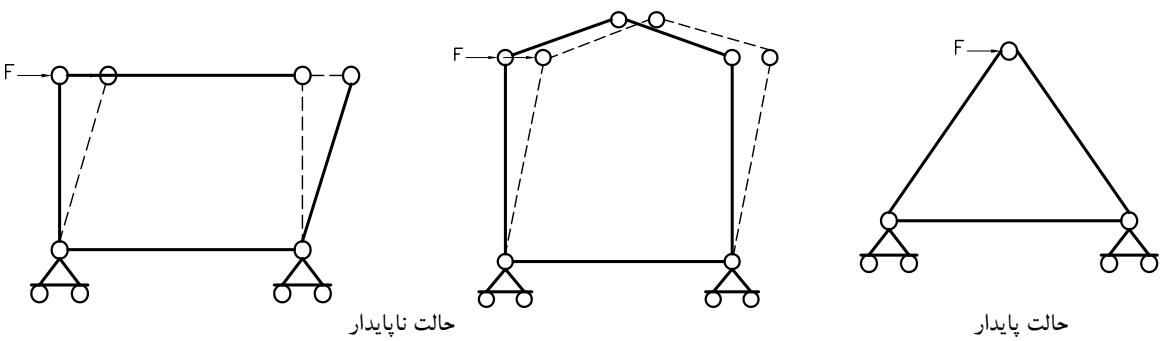
۱-۱-۲-تعریف خرپا

به مجموعه‌ای از میله‌های مستقیم که با اتصال مفصلی، شبکه‌های مثلثی شکل را به وجود آورده‌اند، خرپا گویند.

شکل ۲-۲

امروزه خرپاها به شکل‌های مختلف در اسکلت بندی هواپیما، کشتی، پُل، سقف و .... به کار می‌روند(شکل ۲-۲). سازه‌های خرپایی در برابر نیروهای خارجی مقاومت بسیار بالایی دارند و از لحاظ اقتصادی یز مقرون به صرفه هستند. اعضای خرپاهای فلزی با پیچ و جوش و خرپای چوبی با میخ و پرچ به هم متصل می‌شوند. اتصال اعضای سازه‌های خرپایی به یکدیگر به صورت مفصلی می‌باشد و شکل مثلث تنها شکل هندسی پایداری است که با چنین اتصالی در مقابل نیروهای خارجی مقاومت کرده و شکل کلی آن تغییر نمی‌کند. مگر این که یکی از اعضا، خم شده یا بشکند(شکل ۳-۲).

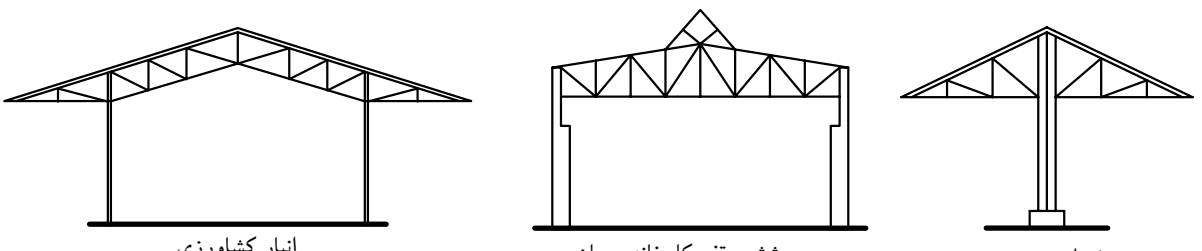
بنابراین خرپا همواره مجموعه‌ای از مثلث‌ها است در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و شکل‌های متنوعی را به وجود آورده‌اند (شکل ۴-۲).



حالت ناپایدار

حالت پایدار

شکل ۳-۲



انبار کشاورزی

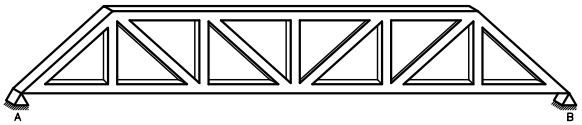
پوشش سقف کارخانه سیمان

خرپای چتری

شکل ۴-۲

۲-۱-۲ - انواع خرپا از نظر روش ساخت

الف) خرپای صفحه‌ای: اگر تمام اعضای شبکه مثلثی تشکیل دهنده‌ی خرپا، در یک صفحه قرار داشته‌باشند خرپا را صفحه‌ای گویند(شکل ۵-۲).



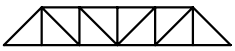
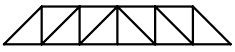
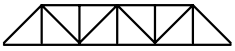
شکل ۵-۲

خرپای صفحه‌ای به صورت گسترده در ساخت پُل‌ها سقف‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

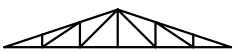
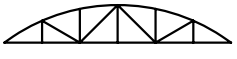
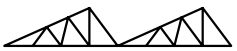
خرپای پُل(مسطح): شکل کلی خرپاهایی که در ساخت پُل‌ها و شاه‌تیر به کار می‌روند، شکل مستطیل و یا ذوزنقه بوده و دارای اعضای فوقانی و تحتانی موازی (پارالل)می‌باشند. جدول ۱-۲ انواع معمول خرپای تخت که در ساخت پُل‌ها و شاه‌تیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد بر حسب جنس و طول دهانه آمده است.

خرپای سقف (شیب‌دار): بیشتر خرپاهایی که در ساخت سقف‌ها به کارمی‌روند به صورت شیب‌دار طراحی و اجرا می‌شوند. جدول۲-۲ انواع خرپاهای شیب‌دار را نشان می‌دهد.

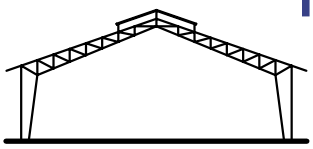
جدول ۱-۲-انواع معمول خرپاهای صفحه‌ای مورد استفاده در تیرها، پل‌ها

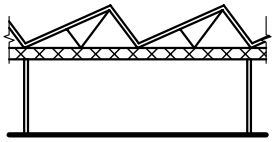
نوع	شکل خرپا	جنس	شرح
پرات (Pratt)		فولاد	دهانه تا حدود۶۰ متر
هاو (Howe)		چوب یا فولاد	درگذشته مورد استفاده بوده ولی در حال حاضر به ندرت استفاده می‌شود.
وارن (Warren)		فولاد	نوع بسیار معمول دهانه تا حدود ۶۰ متر
بالتیمور (Baltimore)		فولاد	برای دهانه‌های بیش ازحدود ۱۰۰ متر به کار می‌رود.
خرپای k		فولاد	برای دهانه‌های بیش ازحدود ۱۰۰ متر به کار می‌رود.

جدول ۲-۲-انواع معمول خرپاهای صفحه‌ای مورد استفاده در سقف‌ها(شیب‌دار)

نوع	شکل خرپا	جنس	شرح
پرات (Pratt)		معمولاًفولاد در بعضی موارد چوب	دهانه‌ی حداکثردرحدود ۳۰ متر
هاو (Howe)		معمولاً چوب	دهانه‌ی حداکثردرحدود ۳۰ متر
فینک (Fink)		معمولاً فولاد	معمولاًدهانه به حداکثرحدود ۲۰متر محدود می‌شود.
قوسی (Bowst ring)		معمولاً فولاد	معمولاً برای سقف مناره، سوپرمارکت‌ها وگاراژها به کار برده می‌شود. ممکن است دهانه به ۳۰ متر برسد.
دندانه‌ای Saw Tooh		چوب یا فولاد	سمت شیب تند خرپا برای استفاده از نور خارج استفاده می‌شود.

علاوه‌بر این در ساخت خرپاهای سقف سعی‌می‌شود شکل کلی آن‌ها طوری طراحی گردد تا بتوان حداکثر روشنایی طبیعی را از سقف تأمین نمود (شکل۶-۲).



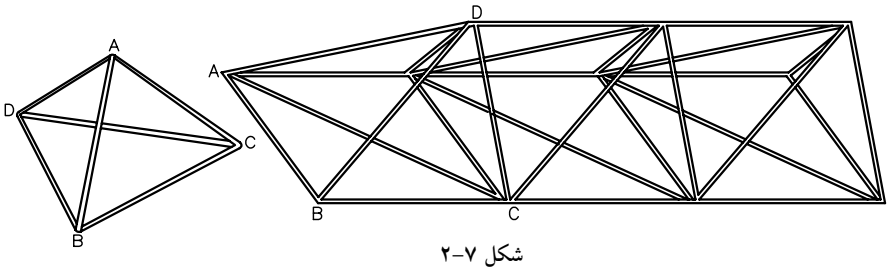


شکل ۶-۲

ب) خرپای فضاکار (فضایی): در صورتی اعضای خرپا در یک صفحه قرار نداشته‌باشند به آن خرپای فضایی (فضا کار) گویند. با اضافه‌کردن اعضای دیگر، شبکه‌ایی مثلثی شکل به وجود می‌آید (شکل۷-۲).

با اتصال چندین شبکه مثلث‌بندی شده به یکدیگر خرپای فضایی ساخته می‌شود که به دلیل استحکام زیاد، برای پوشش سقف‌های با دهانه بزرگ مانند کارخانه‌ها، استخرها، نمایشگاه‌ها و ... استفاده می‌شود(شکل۸-۲).

شکل ۸-۲

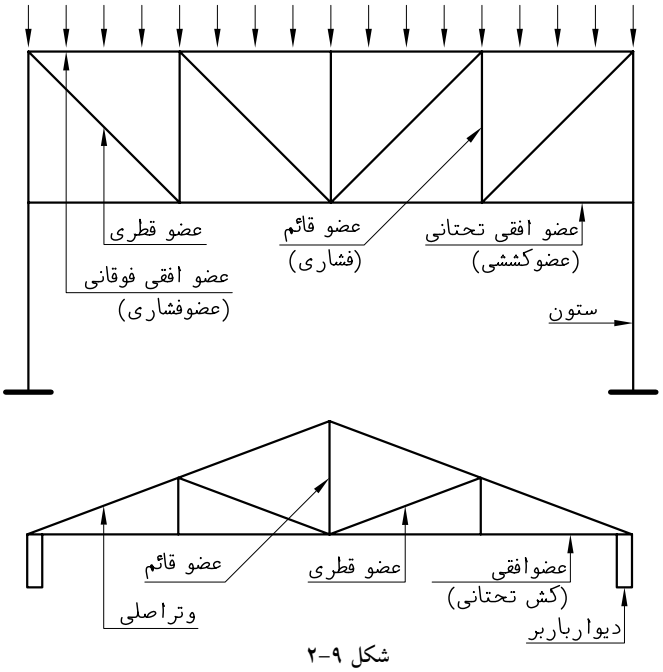


شکل ۷-۲

۳-۱-۲- نامگذاری اعضای خرپای صفحه‌ای

نامگذاری اعضای خرپا بر اساس موقعیت مکانی، راستای عضو و نوع نیروی محوری آن می‌باشد. شکل۹-۲ دیاگرام یک خرپای تخت و شیب‌دار را نشان می‌دهد.

دیاگرام: شکل تک خطی سازه که آرایش اعضای باربر را جهت محاسبات فنی، مدل می‌کند.



شکل ۹-۲

شکل۲-۱۱

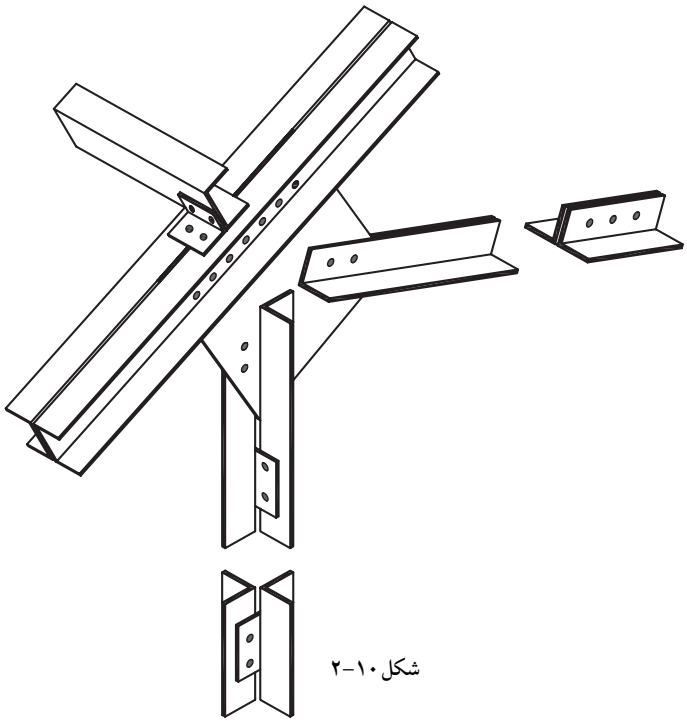
شکل۲-۱۲

۲-۱-۴- نیم‌رخ‌های خرپا: برای ساخت خرپا از نیم‌رخ‌های فولادی مانند نبشی، ناوانی، قوطی و سپری و پروفیل‌های I شکل به صورت تک یا دوبل استفاده می‌شود(شکل ۲-۱۰).

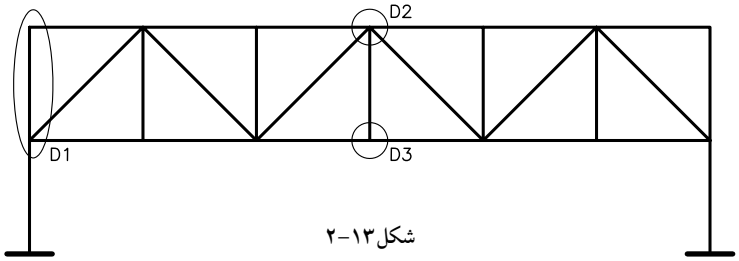
از پروفیل‌های لوله‌ایی بیشتر در جرثقیل‌سازی، ساخت پُل‌های عابرپیاده و خرپای فضایی استفاده‌می شود (شکل۲-۱۱ و۲-۱۲).

۲-۱-۵- ترسیم خرپا : پس از انجام محاسبات سازه‌ای، شکل کلی قاب خرپا به صورت خطی (دیاگرام) ترسیم شده، نامگذاری اعضا و محل دتایل‌ها روی آن نشان داده‌می‌شود (شکل۲-۱۳).

سپس سایر مشخصات فنی مانند پلان‌های سازه‌ای و دتایل‌های مربوطه، نوع و تعداد مهاربندی‌ها، اتصالات و ... در دفترچه‌های محاسباتی ذکر می‌شود تا نقشه‌کش بتواند کلیه ترسیمات را به درستی رسم نماید. نقشه‌های خرپا را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول پلان‌های آکس بندی، فنداسیون، ستون‌گذاری، تیرریزی و ترسیم نما است که معمولاً در مقیاس ۱/۱۰۰ یا ۱/۵۰ ترسیم می‌شوند و گروه دوم، دتایل‌ها که در مقیاس ۱/۲۰ یا بزرگتر ترسیم می‌گردند.



شکل۲-۱۰



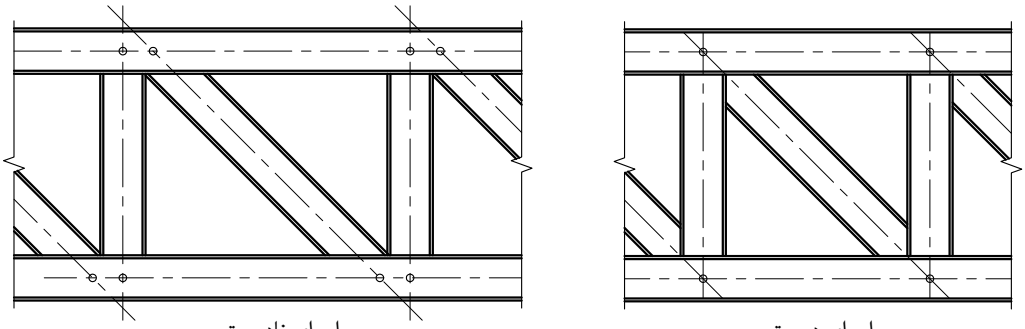
شکل۲-۱۳

توجه به نکات زیر در طراحی و ترسیم قاب خرپا و دتایل‌های مربوطه، باعث می‌شود اتصال مفصلی به طور صحیح اجرا شود.

امتداد محورهای آکس اعضا از نقطه‌ی مشترکی عبور نماید(شکل۱۴-۲).

نسبت ارتفاع به دهانه کمتر از $\frac{1}{10}$ باشد.

زاویه اعضای قطری در حدود ۴۵ درجه در نظر گرفته‌شود.

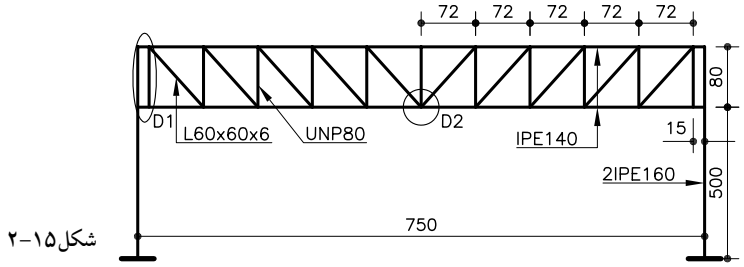


شکل۱۴-۲

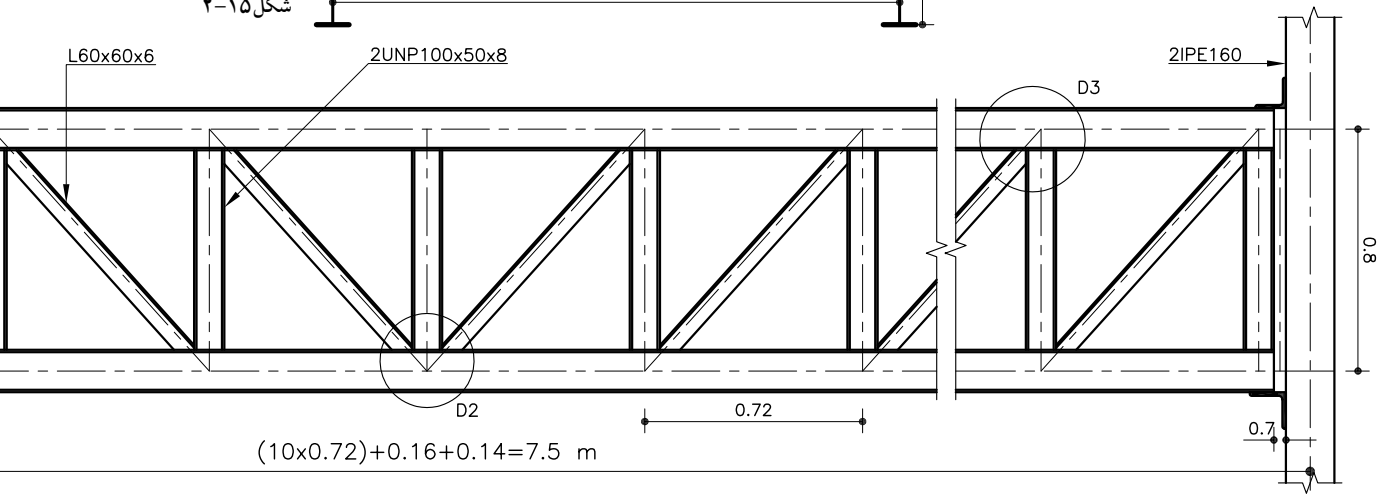
۶-۱-۲- نحوه‌ی ترسیم خرپای مسطح روی ستون فلزی و اتصالات آن

شکل ۱۵-۲ کروکی یک سازه خرپایی را نشان می‌دهد که باید طبق اصول نقشه‌کشی ترسیم گردد.

شکل ۱۵-۲ را در مقیاس ۱/۵۰ ترسیم کرده محل برخورد خطوط آکس اعضای خرپا را در گِره‌ها نشان دهید. سپس طول دهانه و فاصله محورهای آکس افقی و عمودی را، اندازه‌گذاری نمایید و مشخصات پروفیل‌ها را بنویسید(شکل۱۶-۲).



شکل۱۵-۲



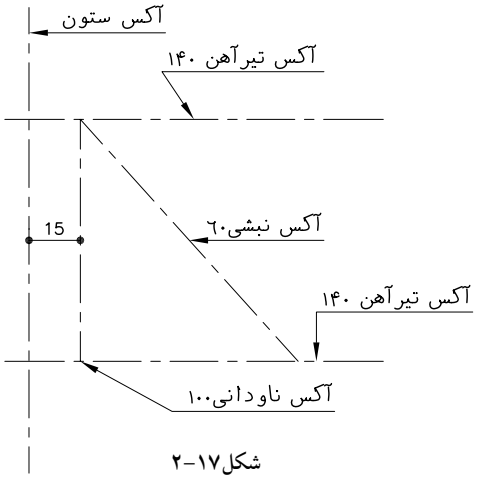
(Sc:1/25)

شکل۱۶-۲

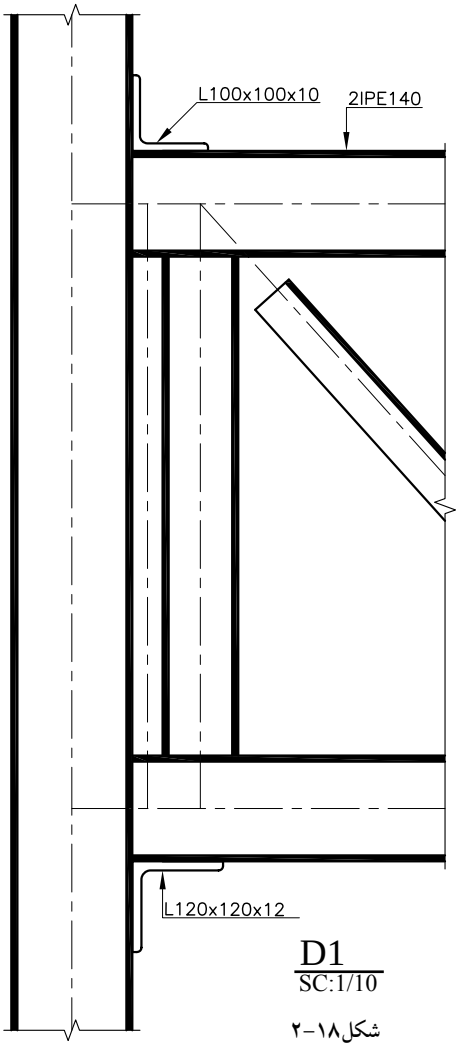
برای ترسیم دتایل (D1) ابتدا خطوط آکس اعضایی که در دتایل D1 وجود دارند را با حفظ امتدادشان ترسیم کنید(شکل ۱۷-۲).

برای ترسیم پروفیل‌های فلزی ابتدا نمای طولی اعضای قوی‌تر را ترسیم نمایید، سپس اعضایی که به آن‌ها ختم می‌شوند، ترسیم گردد. در این دتایل به ترتیب ستون، تیرهای افقی، اعضای عمودی و قطری خرپا را ترسیم کنید. سپس مقیاس و مشخصات اعضا و اتصالات را بنویسید(شکل ۱۸-۲).

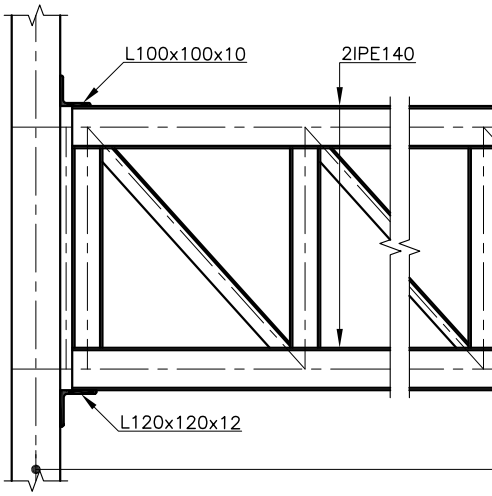
دتایل D2 را نیز به روش مشابه ترسیم کنید(شکل۱۹-۲).

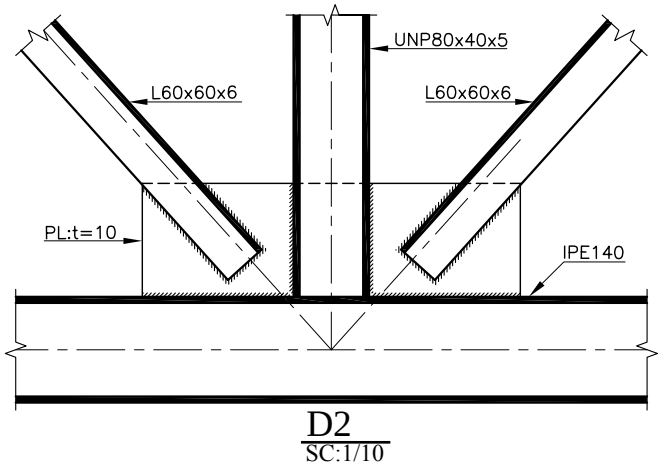


شکل۱۷-۲



شکل۱۸-۲





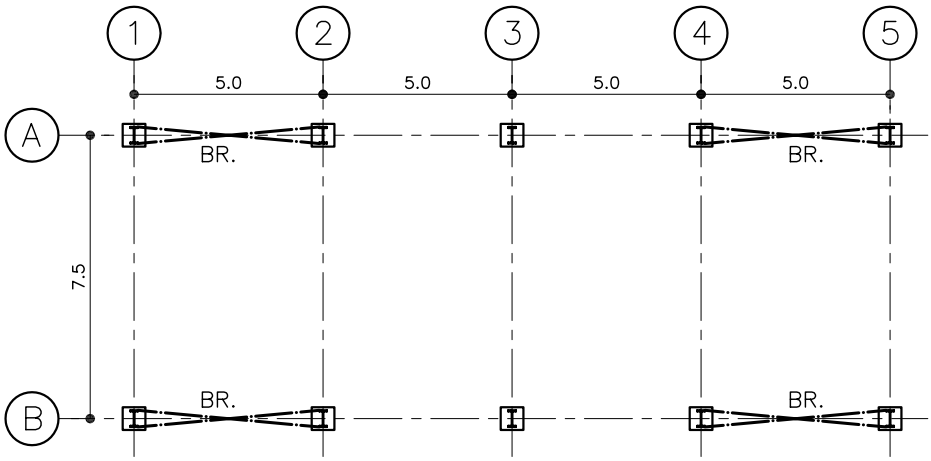
شکل۱۹-۲

۷-۱-۲- نحوه‌ی ترسیم پلان ستون گذاری و بادبند

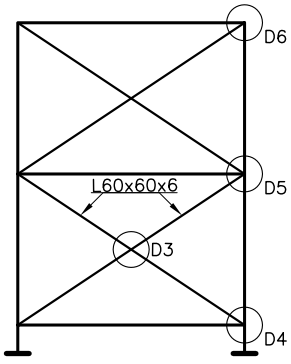
پلان آکس‌بندی را ترسیم نمایید و در محل قرارگیری ستون‌ها، مربع بیس‌پلیت راترسیم نموده، جهت ستون‌ها را به صورت I نشان دهید.سپس بادبندها را با خط نقطه قوی‌تر ترسیم نمایید(شکل ۲۰-۲).

دیاگرام دهانه‌ی بادبند را ترسیم نمایید و روی آن محل دتایل‌ها را جهت نشان دادن جزئیات مشخص نمایید(شکل ۲۱-۲).

دتایل‌های بادبند را طبق مشخصاتی که در دفترچه محاسبات آمده با مقیاس ۱/۱۰ ترسیم نموده، نام دتایل و مشخصات آن را ذکر نمایید(شکل‌های ۲۲-۲ تا ۲۵-۲).

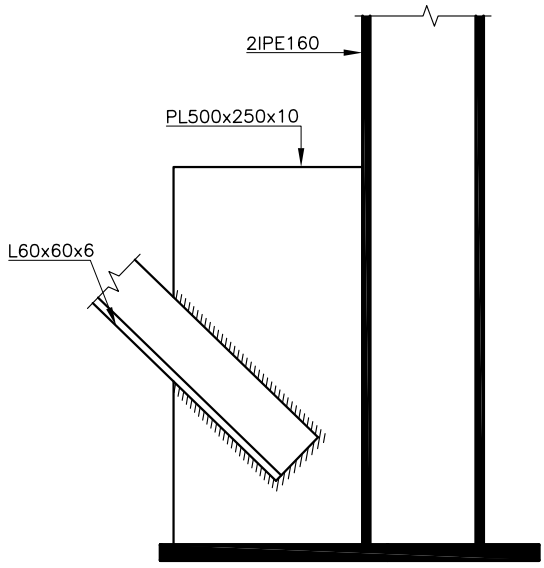


شکل ۲۰-۲ **COLUMN PLAN** **(Sc:1/200)**

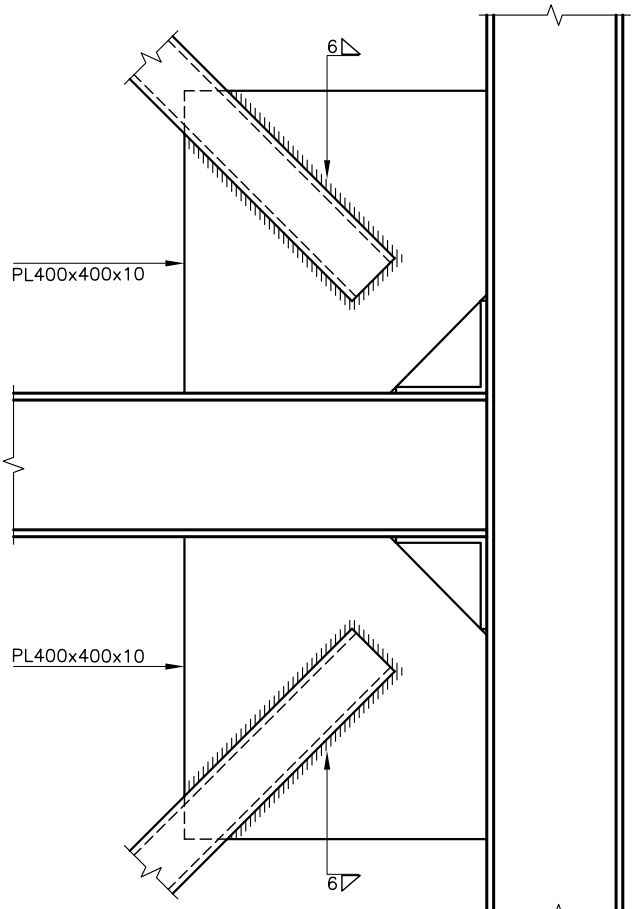


BRACING **(Sc:1/100)**

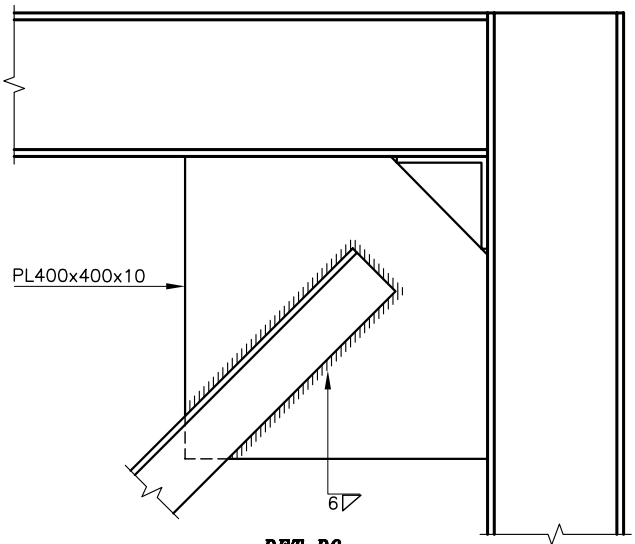
شکل ۲۱-۲



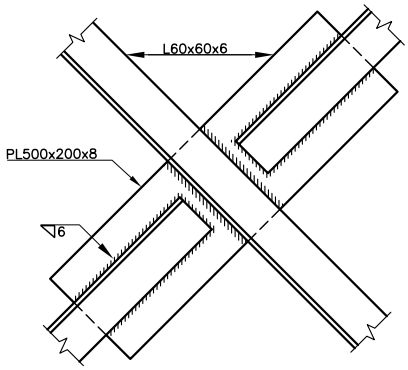
شکل ۲۲-۲ **DET D4** **(Sc:1/10)**



شکل۲-۲۳ **DET D5**
(Sc:1/10)



شکل۲-۲۵ **DET D6**
(Sc:1/10)



DET D3
(Sc:1/10)

شکل۲-۲۴

۸-۱-۲-نحوه‌ی ترسیم پلان تیرریزی

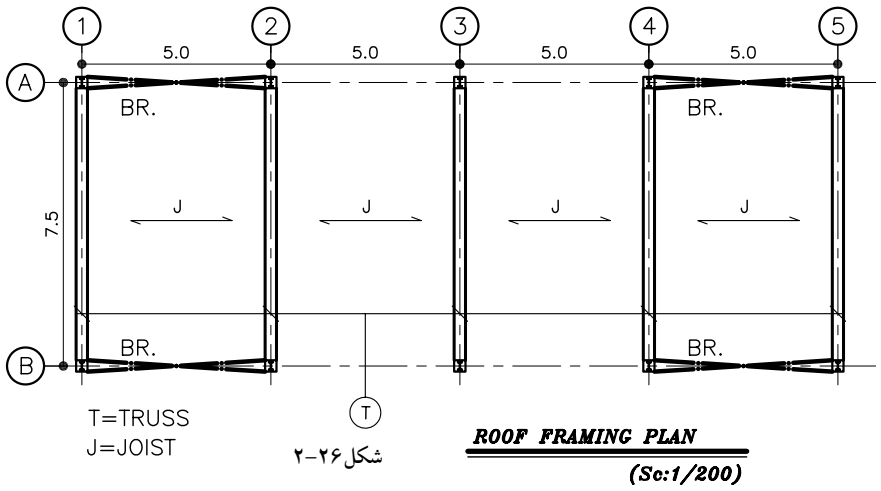
پلان ستون‌گذاری را ترسیم نموده سپس خرپاها را به صورت دو خط موازی نزدیک به هم در طرفین محورهای آکس ترسیم نمایید تیرهای فرعی را با خط‌نقطه ضخیم در محورهای طولی ترسیم نمایید.

خرپاها و تیرهای فرعی را مشخص کرده سایر مشخصات فنی مانند نوع سقف را با علامت اختصاری مربوط نشان دهید(۲۶-۲).

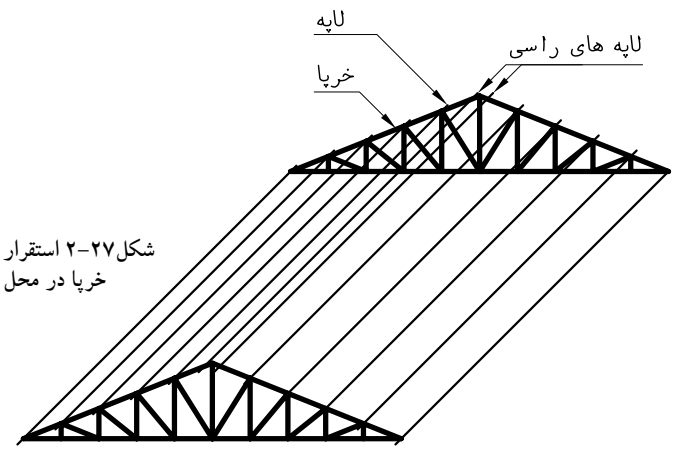
۹-۱-۲- لاپه‌ریزی روی خرپای سقف

در ساختمان‌های صنعتی که عموماً به صورت یک طبقه ساخته می‌شوند برای پوشش سقف از مصالح سبک استفاده می‌شود.

برای انتقال وزن این سقف‌ها به خرپا از تیرهای سراسری به صورت عمود بر صفحه‌ی خرپا استفاده می‌شود که اصطلاحاً به آن (purlin) گفته می‌شود لاپه‌ها روی خرپا و به فاصله‌ایی حداکثر برابر یک متر از یکدیگر قرار می‌گیرند و بهتر است حتی الامکان روی گره‌های خرپا قرار داده‌شوند جنس لاپه‌ها از نیم‌رخ‌های Z، I، □، ⌐و انتخاب می‌شود. در خرپاهای شیب‌دار لاپه ریزی از ابتدای شیب شروع و تا رأس خرپا ادامه می یابد. به آخرین لاپه‌ای که در رأس خرپا قرار می‌گیرد لاپه رأسی گویند(شکل۲۷-۲).

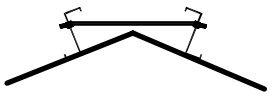


شکل۲۶-۲



شکل۲۷-۲ استقرار لاپه‌ها روی خرپا در محل گره‌ها

برای جلوگیری از غلتیدن یا خمش لاپه‌ها در اثر نیروی رانشی سقف شیب‌دار، آن‌ها را به وسیله میلگردهایی به یکدیگر مهار می‌کنند. این میله‌های مهاری معمولاً در وسط یا دهانه از هر طرف و در امتداد شیب خرپا، لاپه را به یکدیگرمهار می‌کنند. پس از اتصال به وسیله میله‌های مهاری باید از اتصال میله مهار به لاپه رأسی اجتناب نمود زیرا لاپه رأسی به تنهایی تحمل وزن بقیه لاپه‌ها را ندارد بنابراین به وسیله‌ی آخرین میله مهاری لاپه قبل از لاپه رأسی را به خرپا اتصال می‌دهند(شکل۲۸-۲).

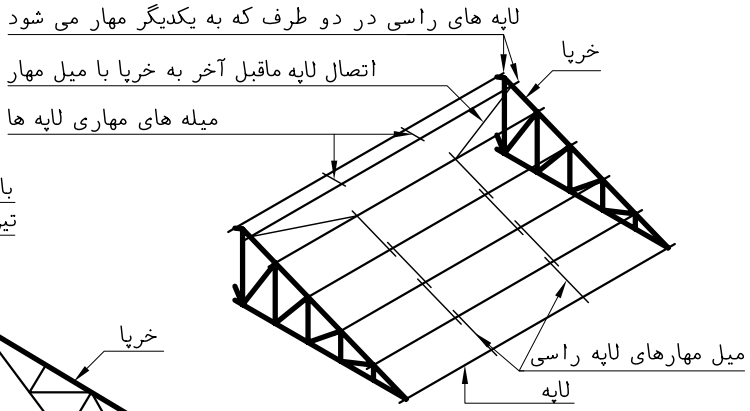


شکل۲۹-۲

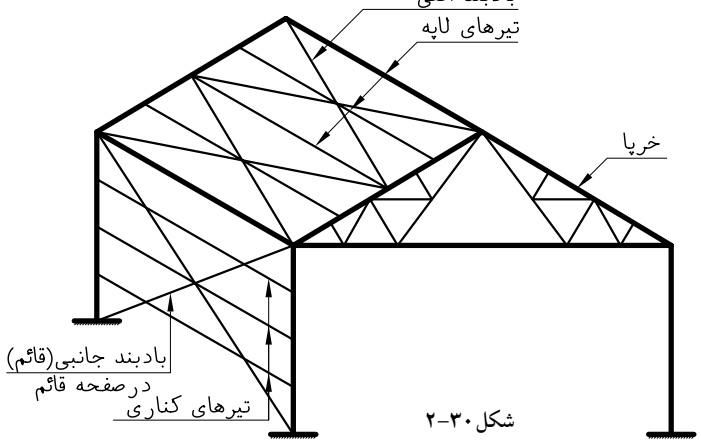
لاپه‌های رأسی دو طرف شیب خرپا نیز به وسیله میله مهارهایی به یکدیگر وصل می شوند(شکل۲۹-۲).

۲-۱-۱۰- مهاربندی جانبی خرپاها در سقف‌های صنعتی

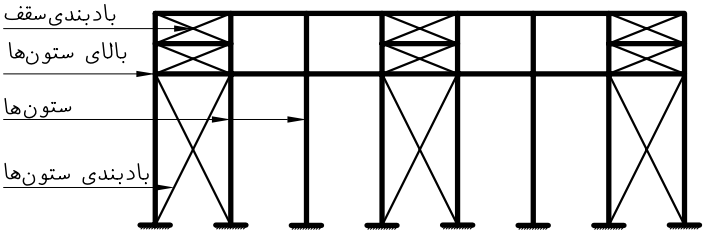
الف)خرپای روی ستون :خرپاهایی که به ستون اتصال می‌یابند در جهت عمود بر قاب خرپا از مقاومت کافی در مقابل نیروهای جانبی برخوردار نیستند بنابراین برای مهاربندی جانبی آن‌ها از بادبند استفاده می‌شود در خرپاها علاوه بر بادبند قائم برای استحکام و یک‌پارچگی سقف از بادبند افقی نیز در تراز سقف خرپا استفاده می‌شود. در خرپاهای شیب‌دارمی‌توان این بادبند را در امتداد شیب خرپا نیز اجرا نمود(شکل۳۰-۲ و ۳۱-۲).



شکل۲۸-۲

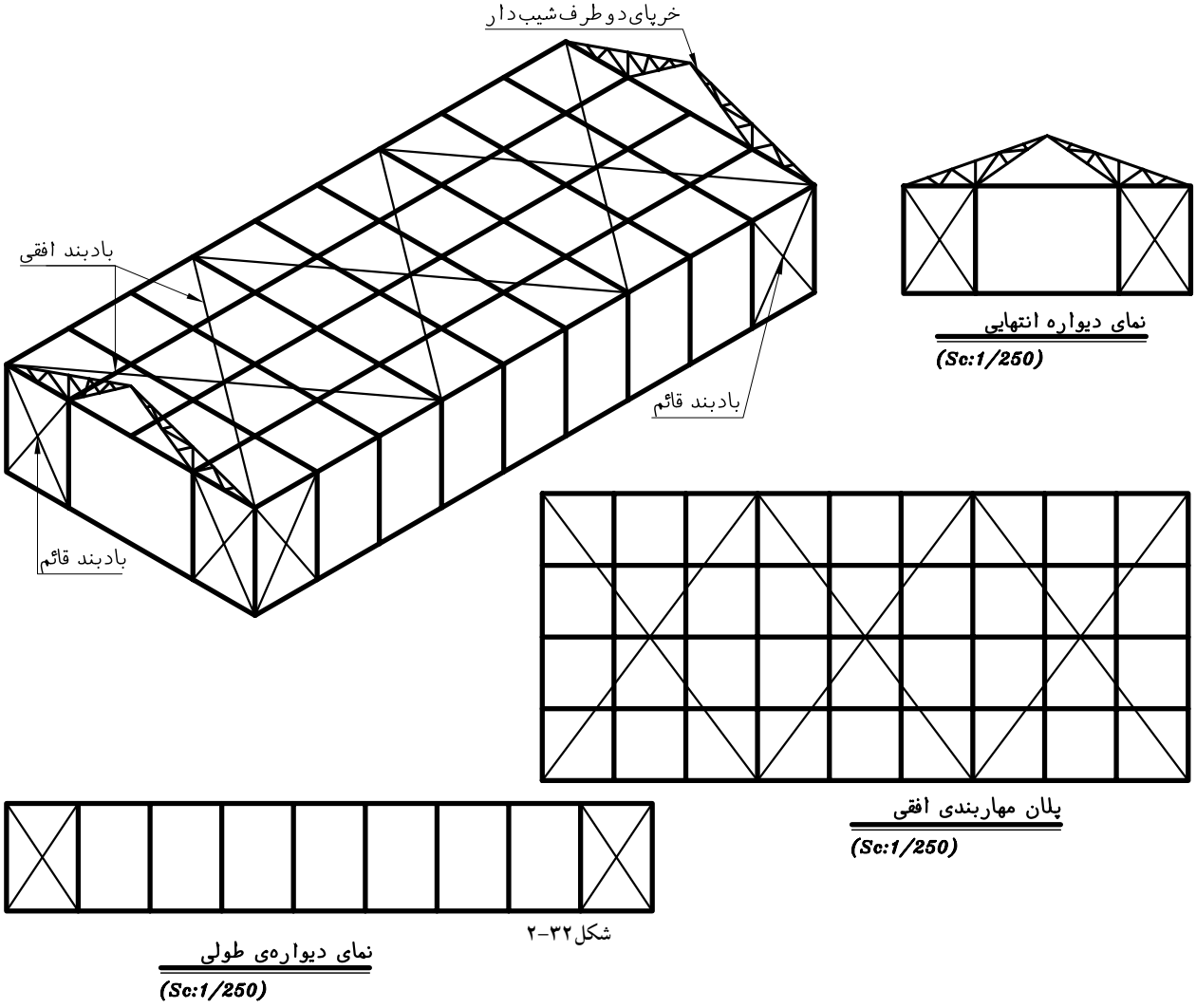


شکل۳۰-۲

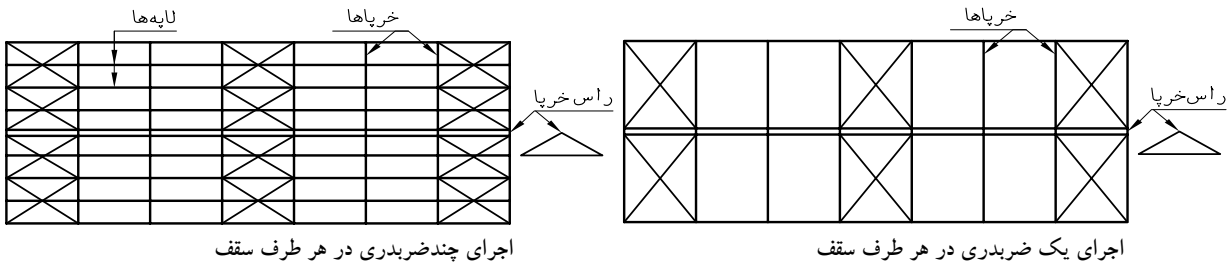


شکل۳۱-۲ نمای بادبند

شکل۳۲-۲ استفاده از بادبند افقی و عمودی در ساختمان‌های صنعتی را به صورت شماتیک نشان می‌دهد. جنس بادبند قائم از نبشی، ناودانی و یا میلگرد و بادبند افقی معمولاً از میلگرد انتخاب می‌شود. بادبندهای افقی به صورت ضربدری اجرا می‌شوند به طوری که هر ضربدر حداکثر ۲۵ مترمربع از مساحت سقف را می‌پوشاند بنابراین در هر قسمت از سقف ممکن است یک یا چند ضربدری اجرا شود (شکل۳۳-۲).



شکل۳۲-۲



شکل۳۳-۲

ب)خرپای روی دیوار باربر

دیوارهای باربر از جنس مصالح بنایی که به وسیله شناژهای افقی و قائم مسلح شده باشند، دارای مقاومت کافی در مقابل نیروهای جانبی خواهند بود. بنابراین نیازی به مهاربند قائم نیست و فقط مهاربند افقی کماکان به صورت افقی یا در امتداد شیب خرپا اجرا می‌شود.

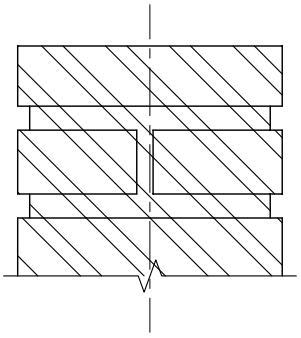
۱۱-۱-۲- نحوه‌ی ترسیم خرپا روی دیوار باربر

شکل۳۴-۲ را در مقیاس ۱/۵۰ ترسیم نمایید، مشخصات و اندازه‌گذاری آن را تکمیل کنید. برای ترسیم دتایل محل اتصال خرپا به دیوار باربر به روش زیر عمل کنید.

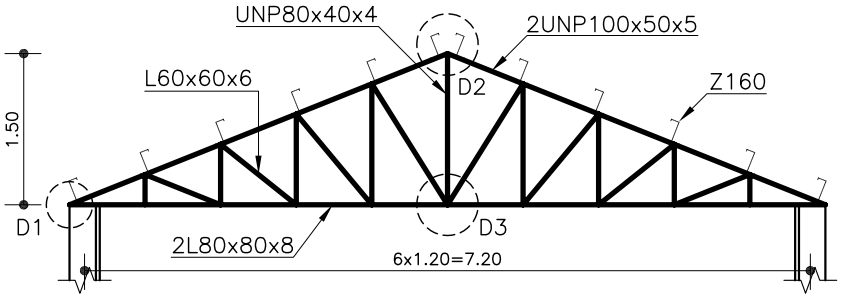
قسمتی از دیوار باربر به طول تقریبی ۳ تا ۴ سانتی‌متر را ترسیم نموده، خط آکس آن را نیز مشخص نمایید(شکل۳۵-۲).

مقطع قائمی از محل اتصال خرپا به شناژ افقی روی دیوار ترسیم نمایید به طوری که در آن صفحه زیرسری، بُلت‌ها، میلگردهای طولی و خاموت شناژ نشان داده شوند(شکل ۳۶-۲)

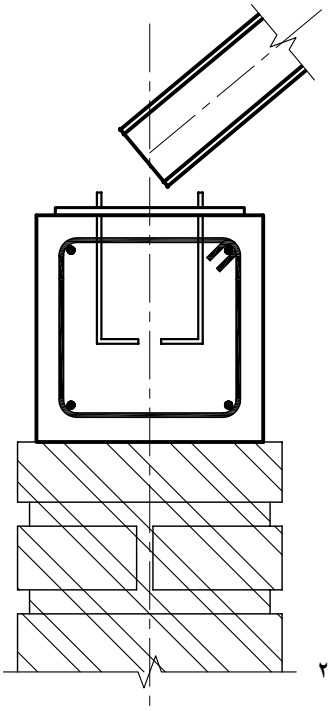
خط‌آکس عضو مورب خرپا را به فاصله‌ایی برابر نصف ارتفاع مقطع‌آن، بالاتر از صفحه‌ی زیرسری ترسیم نموده، سپس نمای طولی آن را ترسیم نمایید(شکل۳۷-۲).



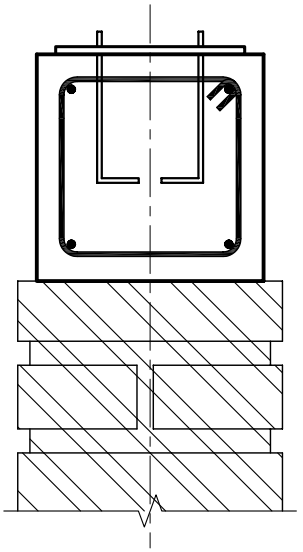
شکل۳۵-۲



شکل۳۴-۲

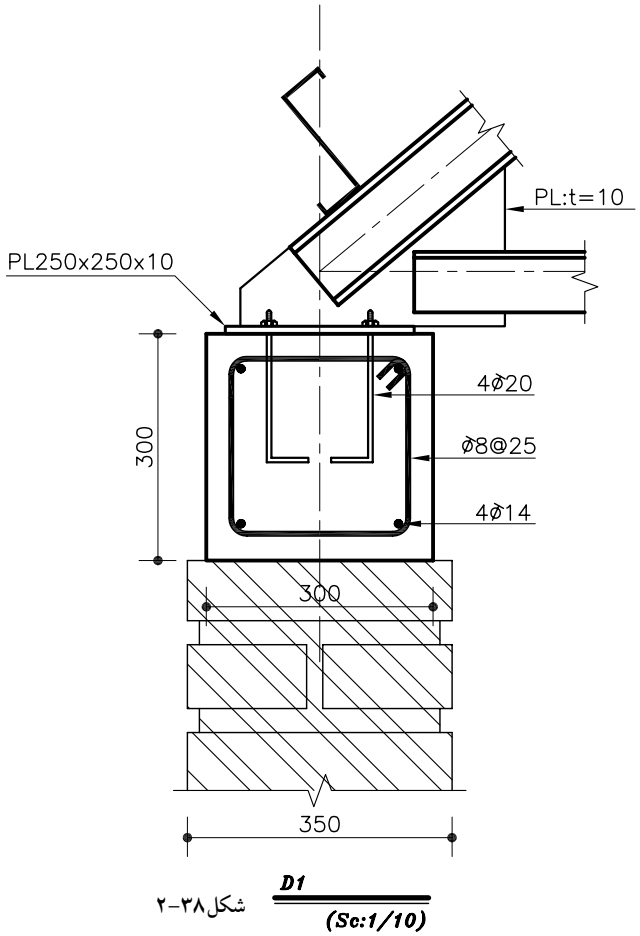


شکل۳۷-۲



شکل۳۶-۲

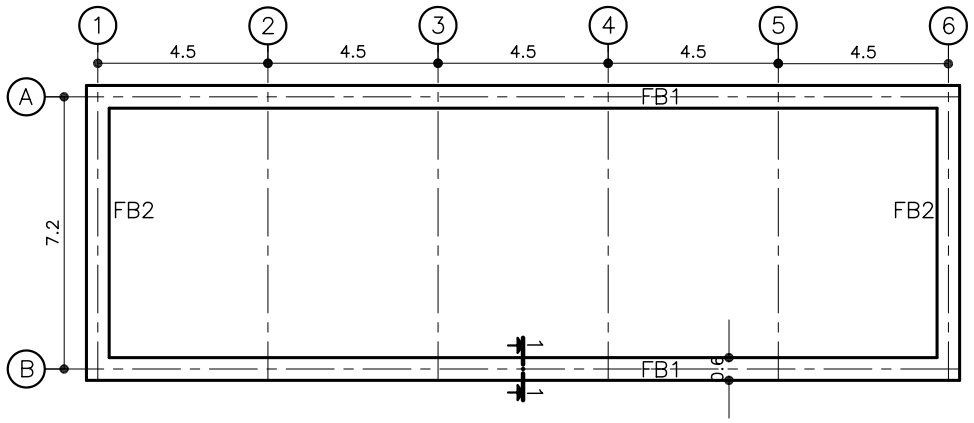
آکس عضو افقی را از محل برخورد خطوط آکس موجود ترسیم نمایید. عضو افقی را رسم کنید.آن گاه لاپه و ورق اتصال را ترسیم نمایید. دتایل را اندازه‌گذاری کرده مشخصات فنی و مقیاس ترسیم بنویسید(شکل ۳۸-۲).



شکل۳۸-۲

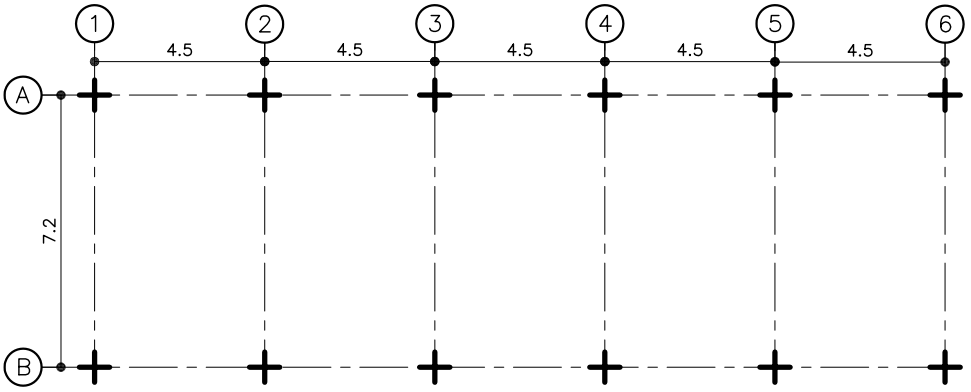
۱۲-۱-۲- نحوه‌ی ترسیم پلان فنداسیون نواری

بر اساس کروکی موجود (شکل۳۹-۲) محورهای آکس‌طولی (آکس دیوارهای باربر) و عرضی (آکس خرپا) را در مقیاس ۱/۱۰۰ یا ۱/۲۰۰ ترسیم نموده و محل اتصال خرپا به شناژ افقی روی دیوار را با علامت + مشخص نمایید(شکل۴۰-۲).

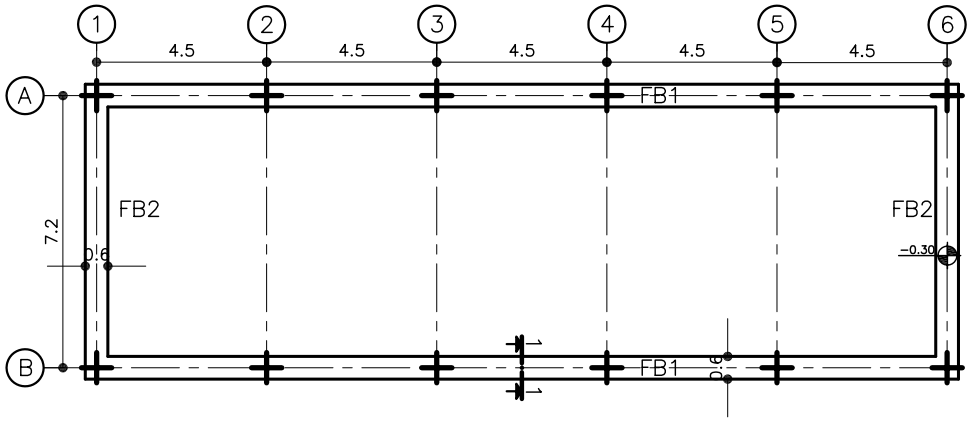


شکل۳۹-۲

پی‌های نواری طولی و عرضی را به صورت محیطی ترسیم نمایید. سپس پلان را اندازه‌گذاری نموده، سایر مشخصات فنی مانند کُد ارتفاعی، محل برش و ... را به آن اضافه نمایید(شکل ۴۱-۲).



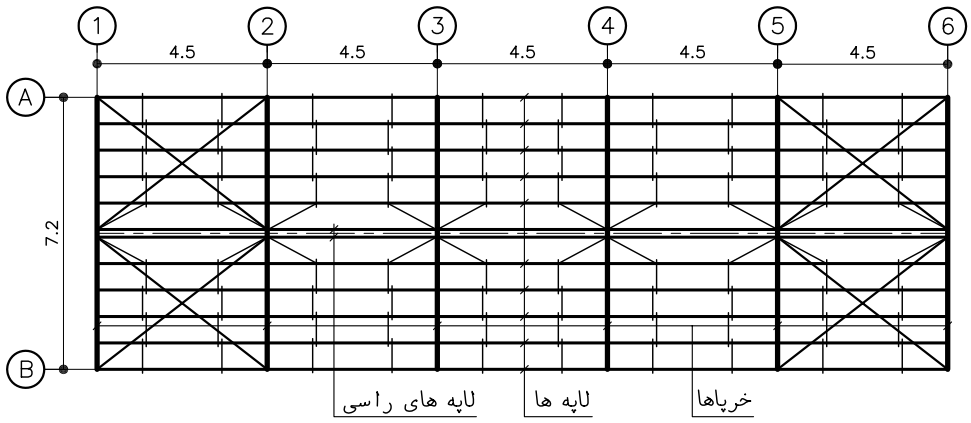
شکل ۴۰-۲



شکل ۴۱-۲ **FOUNDATION PLAN**
(Sc:1/200)

۱۳-۱-۲ -ترسیم پلان تیرریزی (لاپه‌ریزی) خرپای شیب‌دار

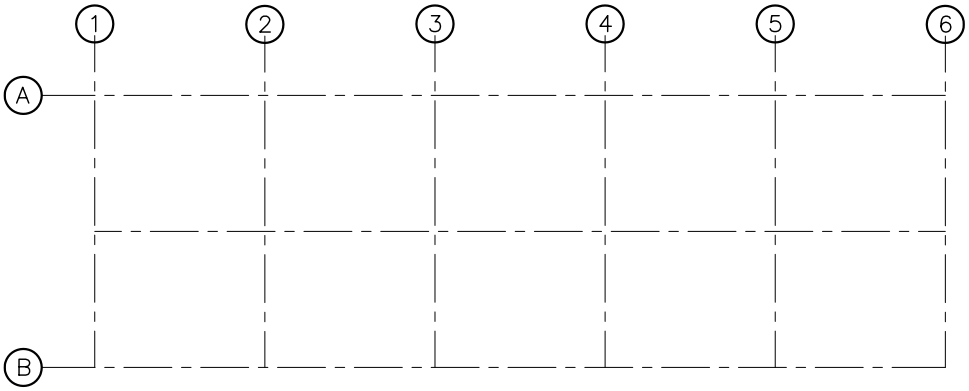
با توجه به کروکی موجود شکل۴۲-۲، پلان تیرریزی خرپای شیب دار را ترسیم نمایید. محورهای آکس‌طولی و عرضی را ترسیم نمایید. سپس خط آکس وسط دهانه را ترسیم نمایید(شکل۴۳-۲)



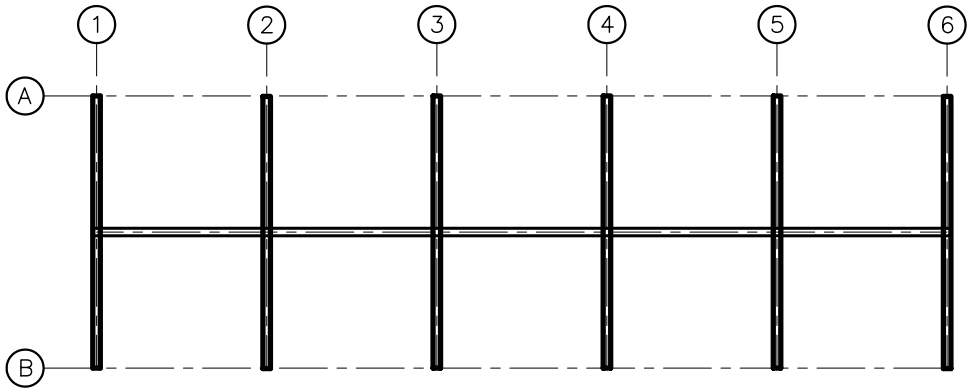
شکل۴۲-۲

خرپاها را با دو خط موازی نزدیک به هم، طرفین محورهای عرضی ترسیم نمایید. سپس لاپه‌های رأسی را با دو خط نازک موازی، نزدیک به هم در طرفین محور آکس میانی ترسیم نمایید(شکل۴۴-۲).

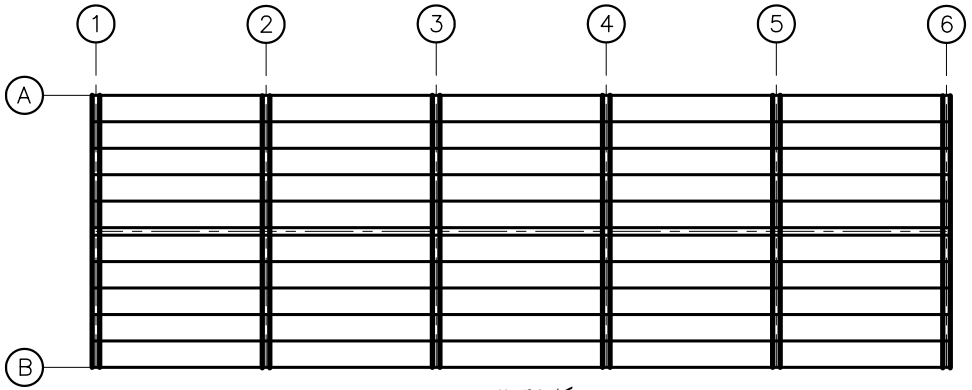
لاپه‌های کناری را روی محورهای آکس طولی کناری ترسیم نموده، سپس لاپه‌های میانی را در فاصله بین لاپه‌ی رأسی و لاپه‌ی کناری نیمه بالایی خرپا با فاصله‌های مساوی ترسیم نمایید، به طوری که فاصله‌ی لاپه‌ها حداکثر یک متر باشد. لاپه‌های میانی نیمه‌پایینی را نیز به همان ترتیب ترسیم نمایید(شکل ۴۵-۲).



شکل۴۳-۲

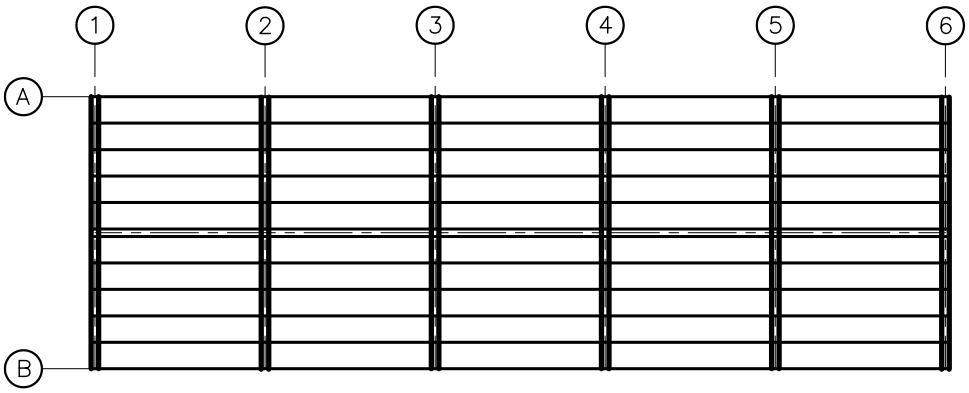


شکل۴۴-۲



شکل۴۵-۲

میلگردهای مهاری را در تمام دهانه‌ها با خط نازک و بادبند افقی را در دهانه‌های اول و آخر (طبق کروکی) با خط‌نقطه ترسیم نمایید. پلان را اندازه‌گذاری نموده مشخصات فنی دیگر را به آن اضافه نمایید و در پایان برای ترسیم دتایل‌های میله‌های مهاری به خرپا و لاپه، محل دتایل‌های D1 وD2 را روی پلان مشخص نمایید(شکل۴۶-۲).

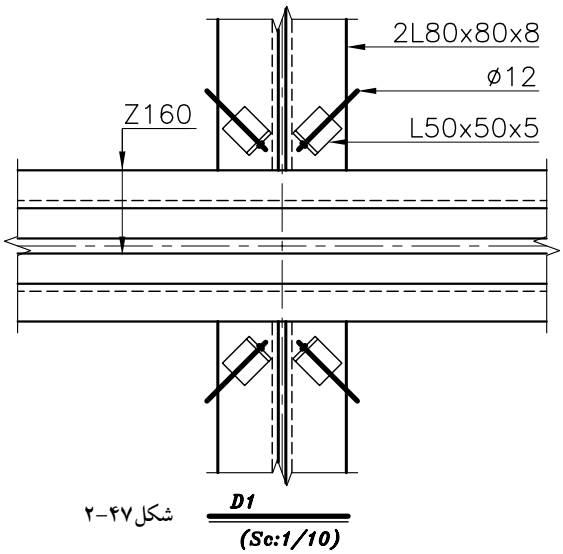


شکل۴۶-۲

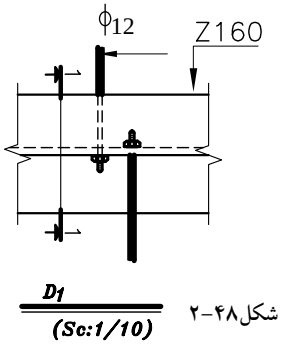
ترسیم دتایل D1 پلان تیرریزی: خطوط آکس خرپا و لاپه‌های رأسی را به مقیاس ۱/۱۰ ترسیم نمایید و نمای‌سر، وترِ اصلی خرپا و لاپه‌ها را در طرفین خطوط آکس‌شان ترسیم نمایید. اتصال میل مهارها را به خرپا ترسیم نموده و مشخصات فنی نیم‌رخ‌ها را بنویسید(شکل۴۷-۲).

ترسیم دتایلD2: نمای سر پروفیل لاپه را ترسیم نمایید و نحوه‌ی اتصال میله‌های مهاری به جان نیم‌رخ را نشان دهید سپس مشخصات فنی شکل را نوشته، محل مقطع قائمی (۱-۱) از شکل را روی آن مشخص کنید (شکل۴۸-۲).

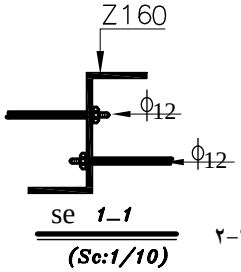
مقطع قائم (۱-۱) را به همان مقیاس دتایل D2 ترسیم نمایید(شکل۴۹-۲).



شکل۴۷-۲



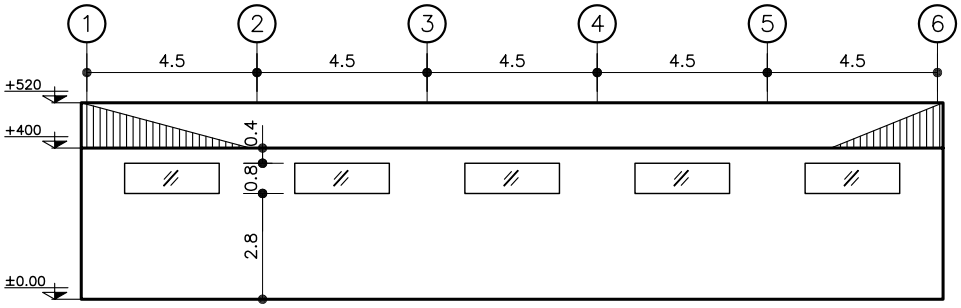
شکل۴۸-۲



شکل۴۹-۲

۱۴-۱-۲-ترسیم نمای طولی

نمای طولی خرپا را ترسیم نمایید. شناژهای قائم را با هاشور و محورهای آن را نامگذاری نمایید. قسمت شیب دار سقف را در حدفاصل تراز سقف (در این‌جا 4.0+) تا راس خرپا (در این جا 5.20+)مانند شکل ۵۰-۲ ترسیم نمایید. نما را اندازه‌گذاری و کُدگذاری نمایید.



شکل ۵۰-۲ **ELAVATION**
(Sc:1/200)

تمرین ۱- با توجه به کروکی‌های داده‌شده در شکل ۵۱-۲ الف مطلوبست:

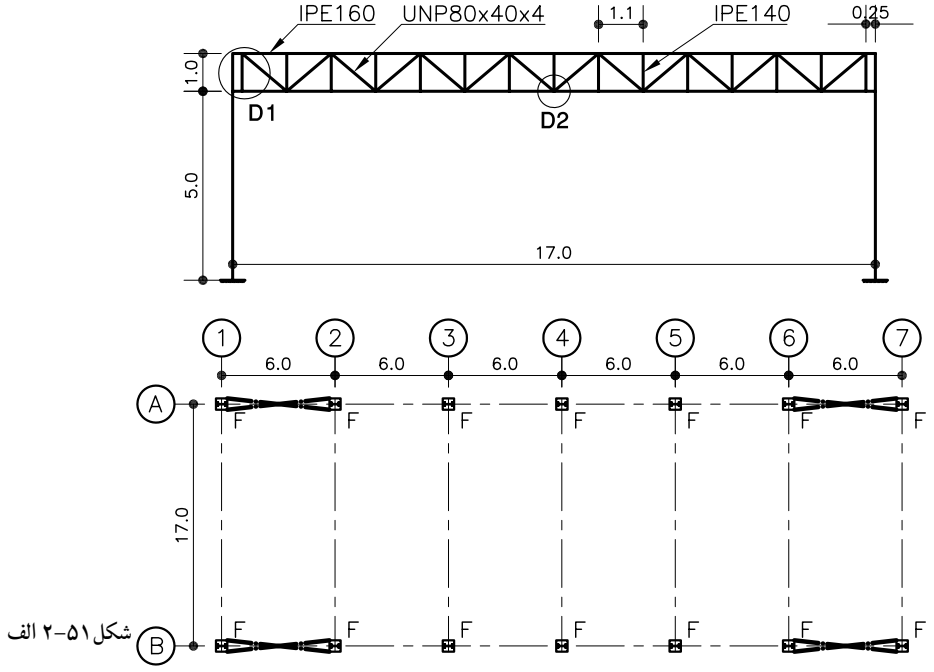
۱-ترسیم قاب خرپا با مقیاس ۱/۵۰ .

۲-ترسیم دتایل های D1 و D2 با مقیاس ۱/۱۰.

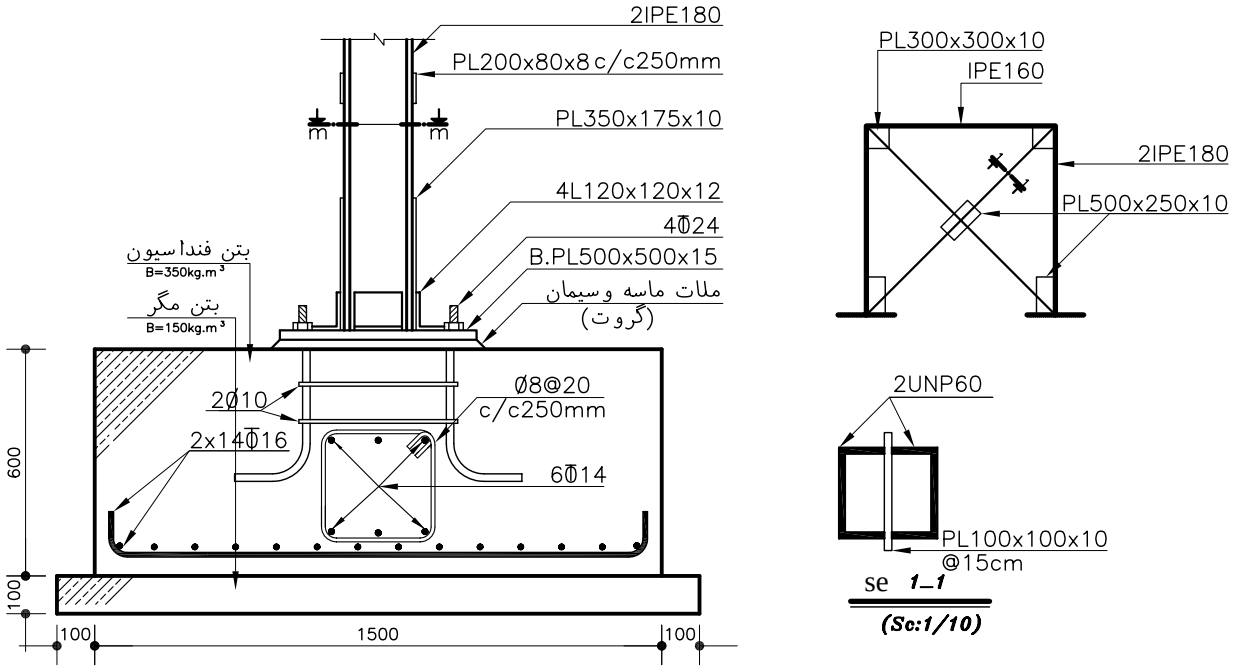
۳-ترسیم پلان‌های آکس‌بندی، فنداسیون، ستون‌گذاری و تیرریزی سقف به صورت تیرچه بلوک با مقیاس ۱/۱۰۰ .

۴-ترسیم دتایل فنداسیون با مقیاس ۱/۲۰.

۵-ترسیم دتایل اتصال گوشه و وسط بادبند با مقیاس ۱/۱۰.



شکل ۵۱-۲ الف



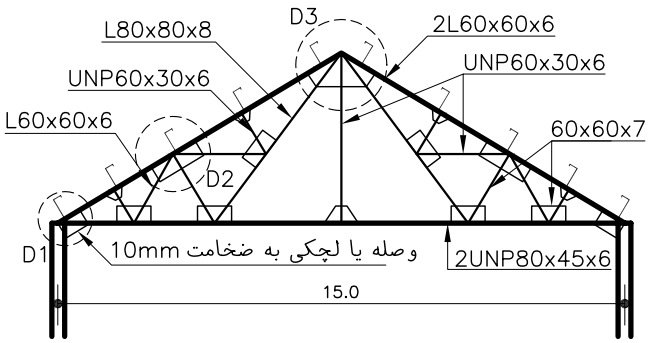
شکل۵۱-۲ ب

تمرین ۲

شکل۵۲-۲ خرپای شیب‌داری است که روی دیوار باربر ۳۵ سانتی‌متری مستقر شده است مطلوبست:

۱-ترسیم سازه خرپا در مقیاس ۱/۵۰.

۲-ترسیم دتایل‌های D4 ، D3، D2 ، D1 به مقیاس ۱/۱۰.



شکل۵۲-۲

۲-۲- قاب های فلزی شیب دار

شکل۵۳-۲ ب

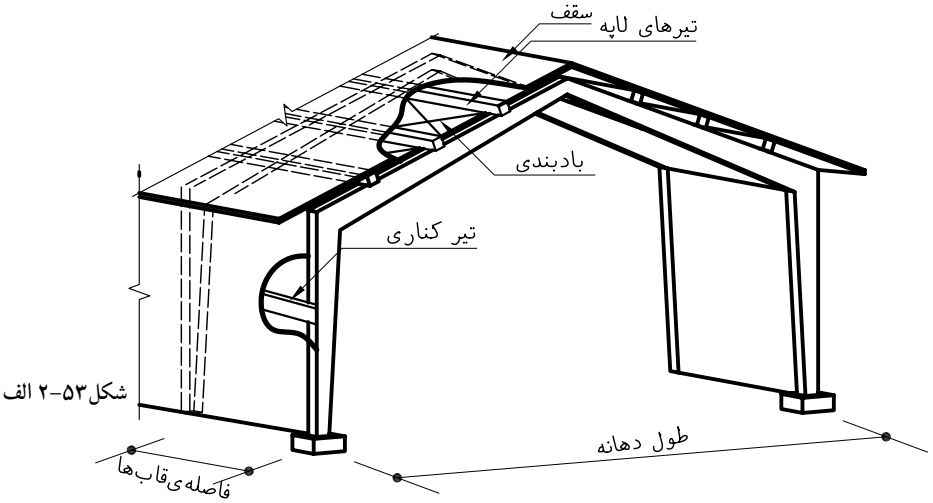
قاب‌های فلزی شیب‌دار (سوله‌ها) نوعی سازه‌ی قابی هستند که در آن تیرهای باربر به صورت مایل نصب می‌شود این قاب‌ها عموماً به صورت یک‌طبقه، جهت پوشش دهانه‌های بزرگ، در ساختمان‌های‌صنعتی مانند، کارخانه‌ها، سالن‌های ورزشی، آشیانه‌ی هواپیما و ...مورد استفاده قرار می‌گیرند(شکل۵۳-۲). این نوع پوشش نسبت به خرپاها دارای مزایای زیادی است از جمله مهمّ‌ترین آن‌ها عبارتند از:

-صرفه جویی در مصالح و زمان ساخت و نصب

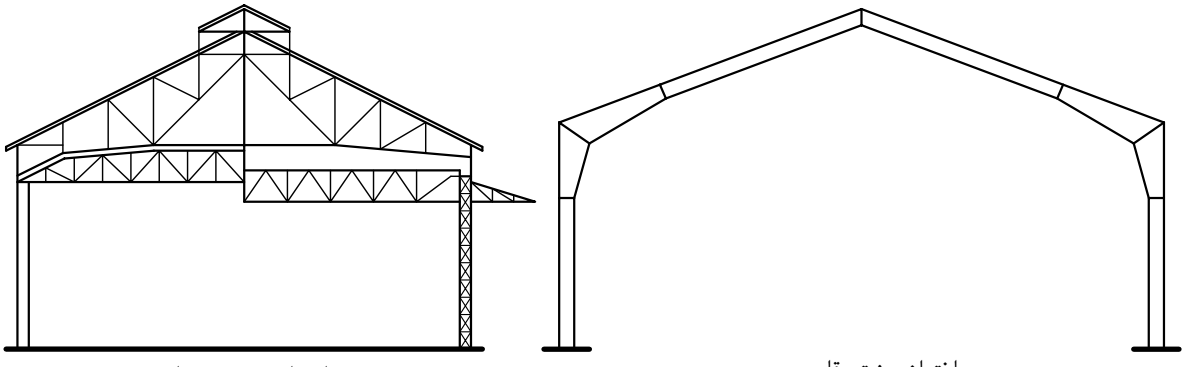
-نمای زیباتر

-استفاده بیشتر از فضای زیر سقف

به همین دلیل امروزه از این نوع قاب بیشتر از خرپا استفاده می‌شود این مزایا در شکل‌های ۵۴-۲ که جهت مقایسه ساختمان‌های صنعتی خرپایی و قابی به خوبی نشان داده‌شده‌اند.



شکل۵۳-۲ الف



ساختمان صنعتی خرپایی

ساختمان صنعتی قابی

شکل۵۴-۲

۱-۲-۲- انواع قاب های شیب‌دار

قاب‌های فلزی در دهانه‌های ۸ تا ۶۰ متر مورد استفاده قرار می‌گیرند و بر حسب طول دهانه و ملاحظات اقتصادی به صورت قاب با ارتفاع مقطع ثابت (اینرسی یکنواخت) و یا قاب با ارتفاع مقطع متغیر (اینرسی غیریکنواخت) طراحی و ساخته می‌شوند.

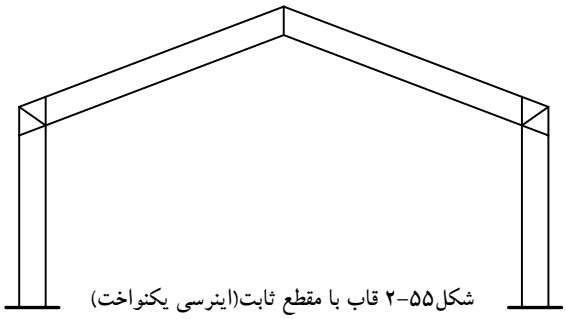
قاب با اینرسی یکنواخت: در ساخت قاب‌هایی با طول دهانه حدود ۱۰ متر از نیم‌رخ‌های نورد شده استفاده می‌شود که ارتفاع مقطع آن‌ها در طول پروفیل ثابت است (شکل۵۵-۲).

قاب با اینرسی غیریکنواخت : با افزایش طول دهانه، استفاده از قاب‌هایی که در آن ارتفاع مقطع، متناسب با تغییرات نیرو، تغییر نماید مقرون به صرفه‌تر خواهدبود. بنابراین با استفاده از مقاطع مرکب (تیرورق‌ها)قاب‌هایی با ارتفاع مقطع متغیر طراحی و ساخته می‌شود(شکل ۵۶-۲).

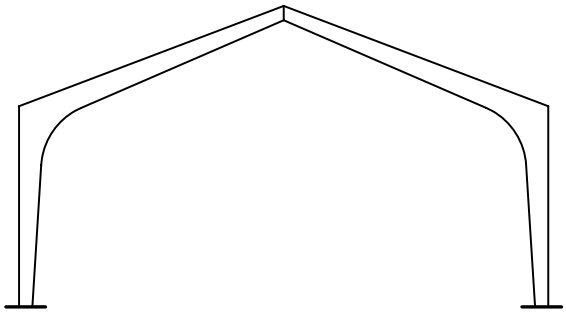
۲-۲-۲- فاصله قاب‌ها

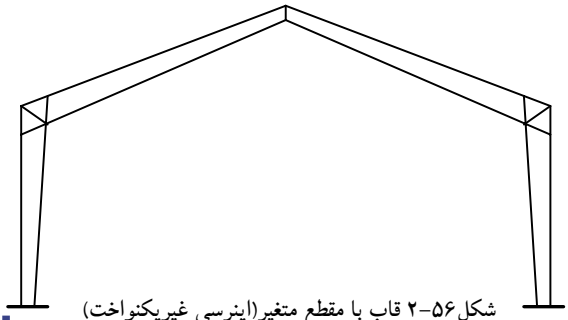
فاصله قاب‌های فلزی شیب‌دار بر حسب طول دهانه و مقدار بار وارده معمولاً از ۴/۵ تا ۱۰ متر می‌باشد (شکل۵۷-۲).

در صورت لزوم می‌توان از جدول ۳-۲ برای تعیین فاصله‌ی قاب‌ها بر اساس طول دهانه‌ی آن‌ها استفاده نمود.

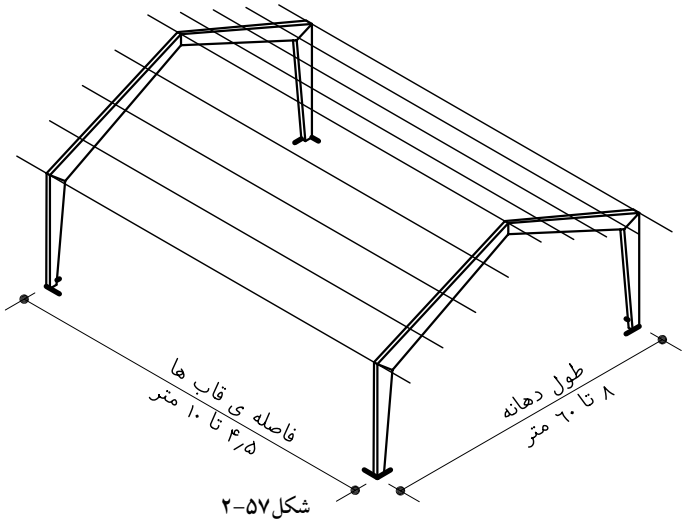


شکل۵۵-۲ قاب با مقطع ثابت(اینرسی یکنواخت)





شکل۵۶-۲ قاب با مقطع متغیر(اینرسی غیریکنواخت)



شکل۵۷-۲

جدول۳-۲

دهانه‌ی قاب(متر)	فاصله قاب(متر)
۹تا۱۲	۴/۵
۱۲تا۱۸	۵/۵
۱۸ تا۳۰	۶
بیش از ۳۰	$\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{6}$ دهانه

۳-۲-۲- اتصالات در قاب‌های فلزی شیب‌دار

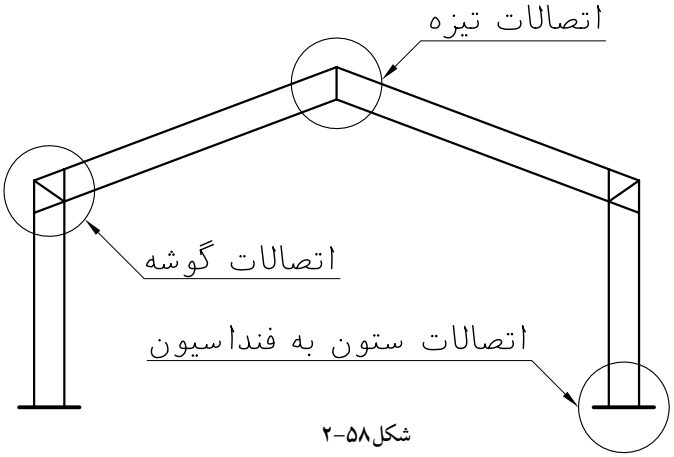
از مهمترین اتصالات در قاب‌های فلزی شیب‌دار می‌توان اتصالات رأس قاب (اتصالات تیزه)، اتصالات تیر به ستون در قاب (اتصالات گوشه) و اتصالات ستون به فنداسیون را نام برد(شکل ۵۸-۲).

برای اتصال اعضای قاب به یکدیگر، ابتدا وسایل اتصال را در کارگاه تولید سوله به انتهای تیر و ستون جوش می‌دهند سپس مراحل تکمیلی اتصال را در هنگام برپایی قاب انجام می‌دهند.

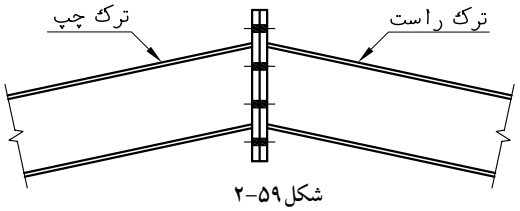
الف)اتصالات تیزه: تیزه محل اتصال تیرهای قاب (ترک‌های چپ و راست) به یکدیگر در وسط دهانه می‌باشند(شکل۵۹-۲) برای اتصال دو تیر به یکدیگر ابتدا درکارگاه تولید سوله، انتهای هر تیر را با شیب مناسب برش داده و به آن یک صفحه که تعدادی سوراخ در دو ردیف و در امتداد طولی آن وجود دارد، جوش می‌شود و ممکن است برای تقویت جوش از لچکی‌هایی در قسمت بال و جان نیز استفاده شود(شکل ۶۰-۲).

در کارگاه ساختمانی و در زمان نصب قطعات، اتصال بوسیله‌ی پیچ یا پرچ تکمیل می‌شود. به این اتصال اصطلاحاً اتصال فلنجی گویند(۶۱-۱).

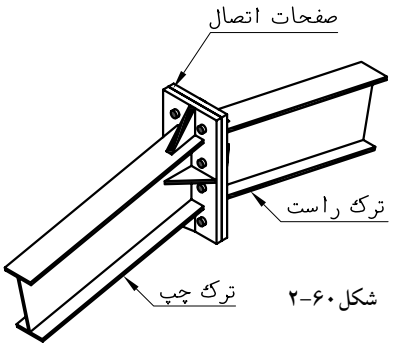
برای خنثی نمودن نیروهای خمشی که در قاب‌های سنگین‌تر، به تیزه وارد می‌شود از ورق مثلثی در زیر بال پایینی تیرها به صورت یکسره استفاده می‌شود. (شکل۶۲-۲)



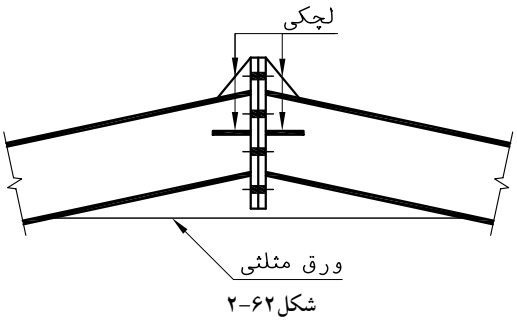
شکل۵۸-۲



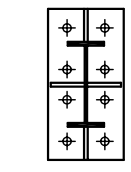
شکل۵۹-۲

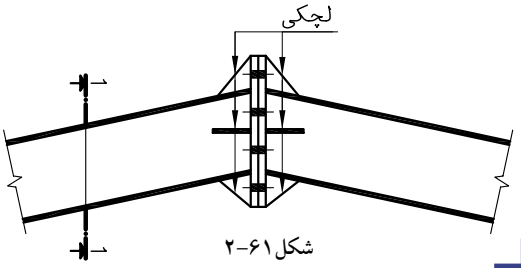


شکل۶۰-۲



شکل۶۲-۲


برش 1-1
(Sc:1/10)



شکل۶۱-۲

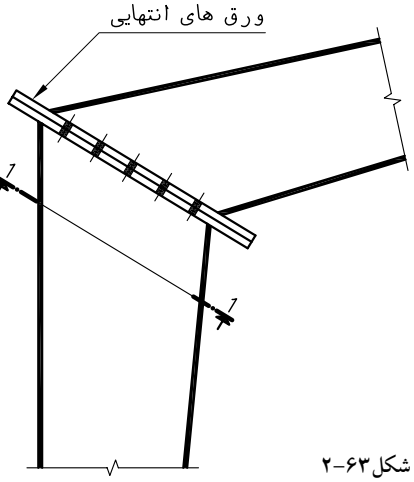
ب)اتصال تیر به ستون (گوشه)قاب: اتصالات تیر به ستون به شکل‌های مختلفی اجرا می‌شود که برخی از آن‌ها عبارتند از:

اتصال فلنجی (ورق‌سر): اتصال بین تیر و ستون با صفحه‌ی ضخیم برقرار می‌شود.ابعاد صفحه‌و تعدادسوراخ ها بر اساس محاسبات فنی و ملاحظات آیین‌نامه‌ایی تعیین می‌شود(شکل۶۳-۲).

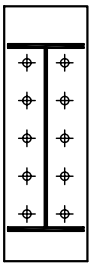
مزایای اتصال فلنجی: در محل اتصال تیر به ستون، نیازی به تقویت قطری جان تیرآهن نیست و در زمان اجرا، تیر دارای نشیمن‌گاه مناسبی می‌باشد.ضخامت زیاد ورق‌های انتهایی از معایب اتصال فوق می‌باشد.

اتصال با ورق کششی روی بال: در این اتصال ورق انتهایی به صورت عمودی و یا نزدیک به حالت قائم در امتداد ستون قرار می‌گیرد (شکل۶۴-۲). محاسن این اتصال این است که از ورق نسبتاً نازکی به عنوان ورق روسری می‌توان استفاده کرد. همچنین افزایش ارتفاع تیر باعث افزایش مُمان مقاوم در محل اتصال می شود. نیاز به ورق برای تقویت جان و نصب قطعه نشیمن برای تکیه‌گاه تیر در هنگام اجرا از معایب این اتصال می‌باشد که برای رفع معایب فوق می‌توان اتصال مطابق شکل ۶۵-۲ اجرا نمود.

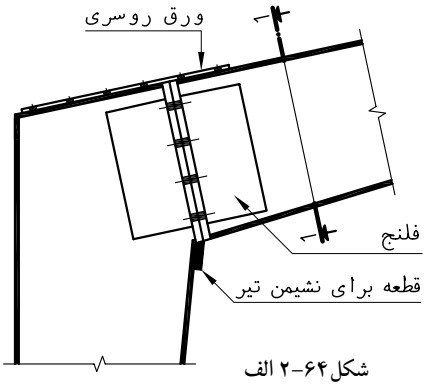
شکل۶۴-۲ ب



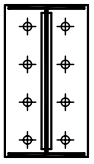
شکل۶۳-۲



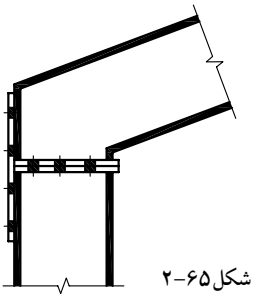
برش 1-1
(Sc:1/10)



شکل۶۴-۲ الف

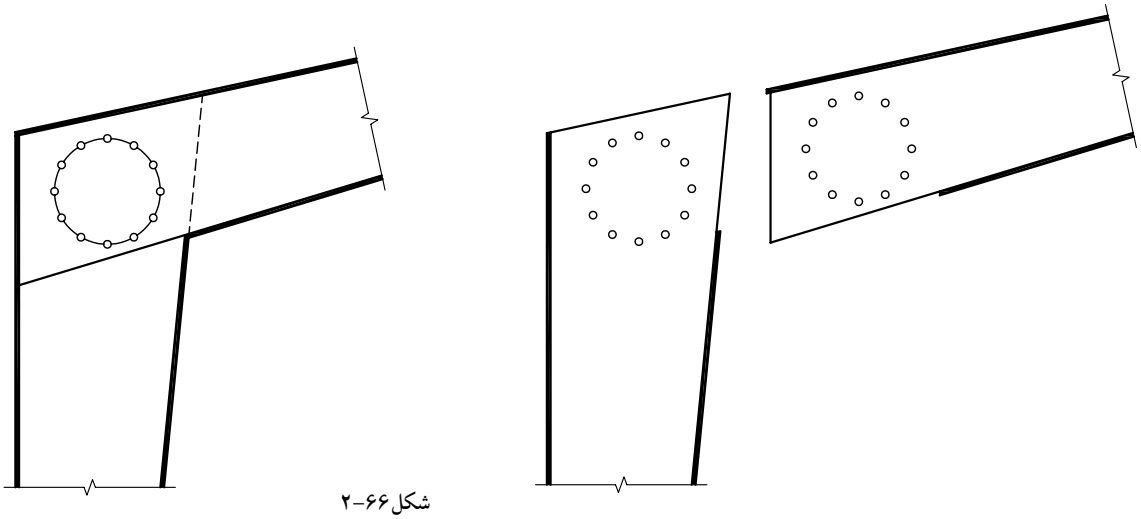


برش 1-1
(Sc:1/10)



شکل۶۵-۲

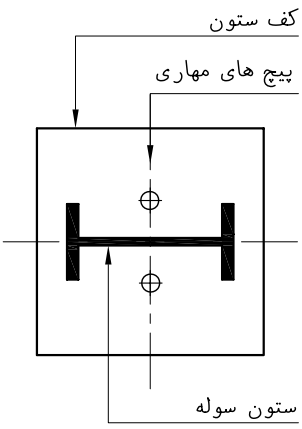
اتصال ساعتی: در این اتصال قسمتی از بال تیر و ستون، زبانه شده و نیم‌رخ‌ها به وسیله‌ی سوراخ‌هایی که در محیط یک دایره قرار دارند به یکدیگر متصل می‌شوند (شکل۶۶-۲). در اتصال ساعتی نیازی به ورق قطری برای تقویت جان نمی‌باشد همچنین راحتی حمل، نصب و سوراخ کاری از دیگر محاسن این اتصال می باشد. تنها عیب اتصال ساعتی تضعیف مقطع به دلیل تغییرات ایجاد شده بال، در گوشه‌ها است.



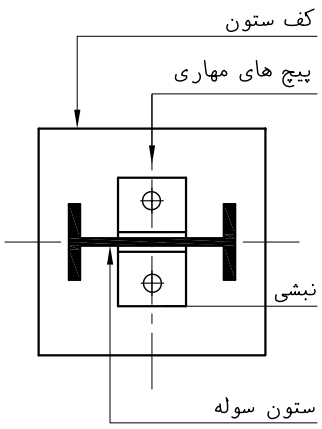
شکل۶۶-۲

ج)اتصال ستون به فنداسیون در قابهای شیب‌دار: اتصال ستون به فنداسیون در قاب‌های شیب‌دار به صورت ساده می‌باشد که به سه شکل طراحی می‌شود.

اتصال مفصلی ساده: شباهت زیادی به اتصال ساده‌ی ستون به فنداسیون در ساختمانهای مسکونی دارد که در آن ستون به صورت مستقیم به صفحه‌ستون جوش می‌شود(شکل۶۷-۲). یا اینکه به وسیله نبشی به آن اتصال می‌یابند که در این صورت نبشی‌های اتصال فقط به جان ستون وصل می‌شوند(شکل ۶۸-۲).

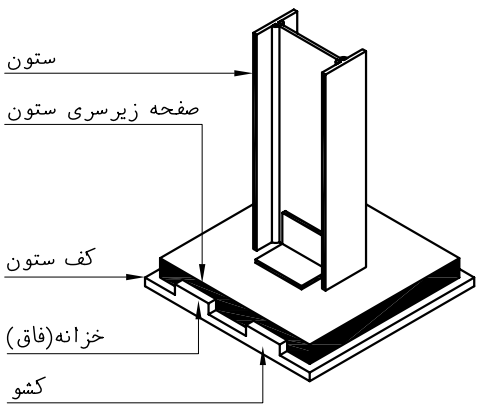


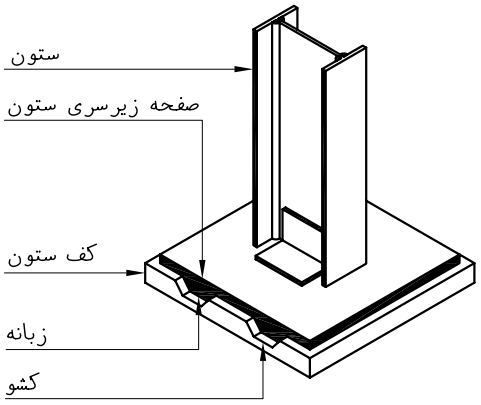
اتصال مستقیم ستون به صفحه‌ی زیر ستون
شکل۶۷-۲



اتصال مفصلی ساده بانبشی جان
شکل۶۸-۲

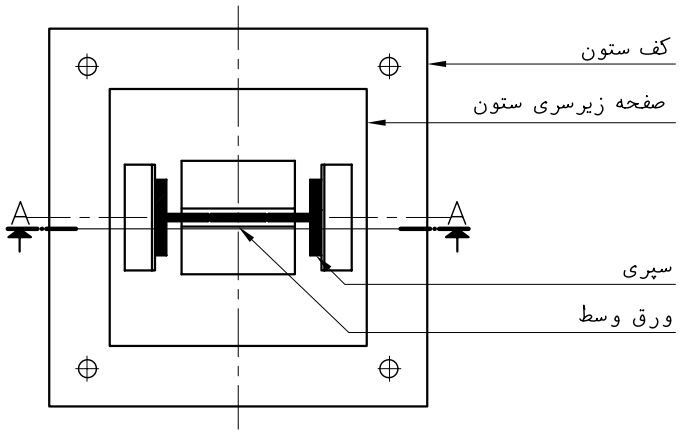
اتصال خطی مفصلی یا ریلی: در این نوع اتصال کف ستون از دو صفحه شیاردار تشکیل شده که به صورت فاق و زبانه، با یکدیگر درگیر هستند ستون به وسیله دو یاچهار نبشی به صفحه فوقانی جوش می‌شود و صفحه زیرین به وسیله بولت‌هایی به فنداسیون اتصال می‌یابند (شکل۶۹-۲).

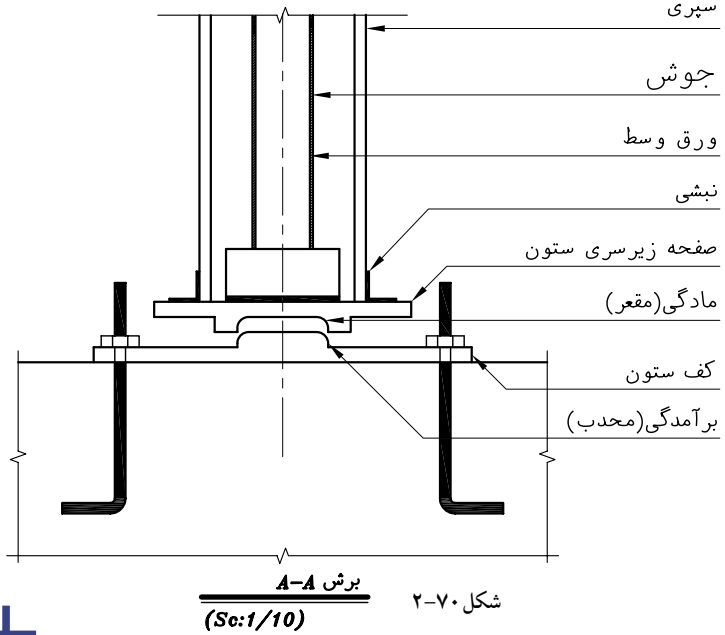




شکل۶۹-۲

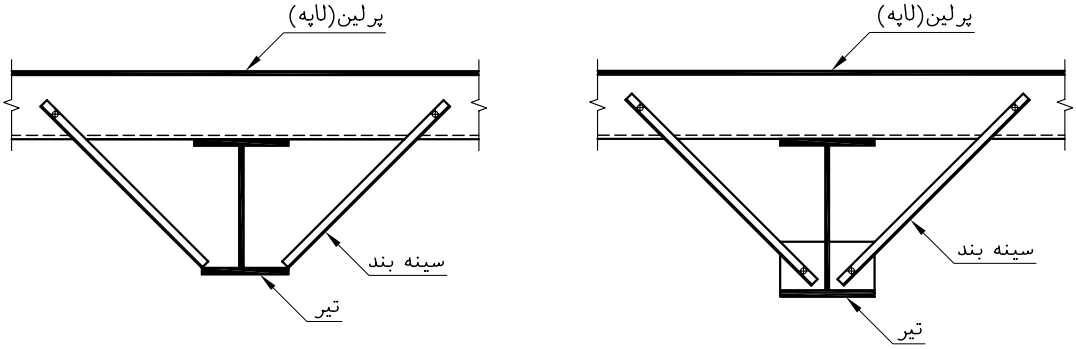
اتصال نقطه‌ای یا کفشکی : در این نوع اتصال صفحه فوقانی که به ستون جوش می‌شود در وسط سطح تحتانی خود یک فرورفتگی مقعر و صفحه‌ی زیرین که به فنداسیون اتصال می‌یابد دارای یک برآمدگی محدب در مقابل تو رفتگی صفحه‌ی بالایی که پس از استقرار ستون با هم درگیر می‌شوند در این اتصال باید دقت شود که همواره تو رفتگی مقعر در بالا برآمدگی محدب در پایین قرار بگیرد تا آب در حدفاصل دو صفحه جمع نشود(شکل۷۰-۲).





شکل۷۰-۲

اتصال سینه‌بندها : برای جلوگیری از خمش لاپه‌ها در قاب از دستک‌هایی استفاده می‌شودکه اصطلاحاً به آن سینه‌بند گویند. سینه‌بندها معمولاً از نیم‌رخ‌های نبشی انتخاب می‌شوند. ابعاد مقطع آن‌ها طوری انتخاب می‌گردد که حداقل ۲٪ (دو درصد)نیروی فشاری موجود در لاپه را تحمل نمایند. سینه‌بندها به دو روش به قاب اتصال می‌یابند که در شکل ۷۱-۲ نشان داده‌شده‌است.



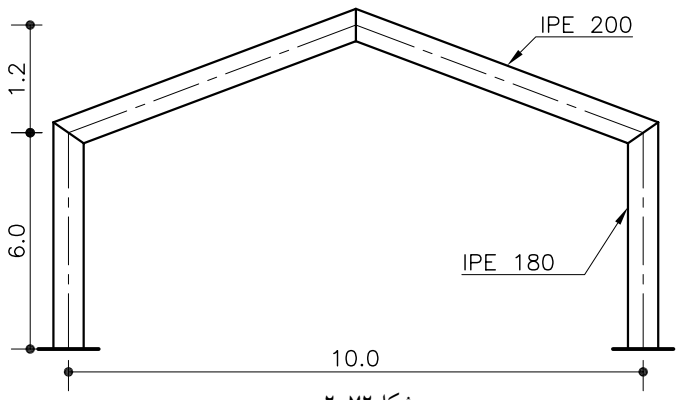
اتصال مکانیکی لاپه به قاب

اتصال برشی لاپه به قاب

شکل ۷۱-۲

۴-۲-۲-ترسیم قاب شیب‌دار یکنواخت و دتایل‌های آن

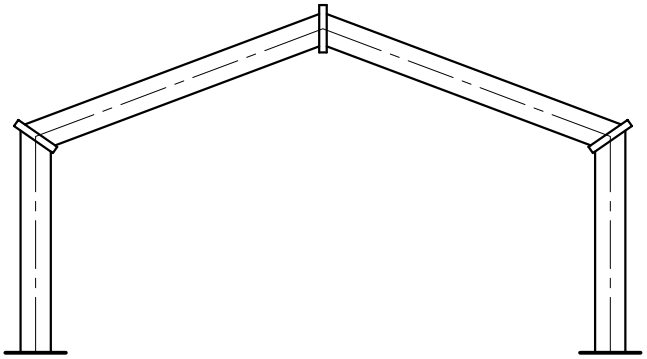
ترسیم نقشه‌ی قاب و دتایل‌های آن بر اساس دیاگرام دریافتی از مهندس محاسب با خروجی نقشه‌های محاسباتی سازه می‌باشد. نقشه‌ی سازه در مقیاس ۱/۱۰۰ تا ۱/۵۰ و دتایل‌ها در مقیاس ۱/۲۰ تا۱/۵ ترسیم می‌شوند. فرض کنید شکل۷۲-۲ جهت ترسیم در اختیار نقشه کش قرار گرفته باشد. با توجه به طول دهانه و مقیاس، ابتدا خطوط آکس ستون‌ها و سپس خطوط آکس تیرها را با شیب لازم ترسیم نمایید.



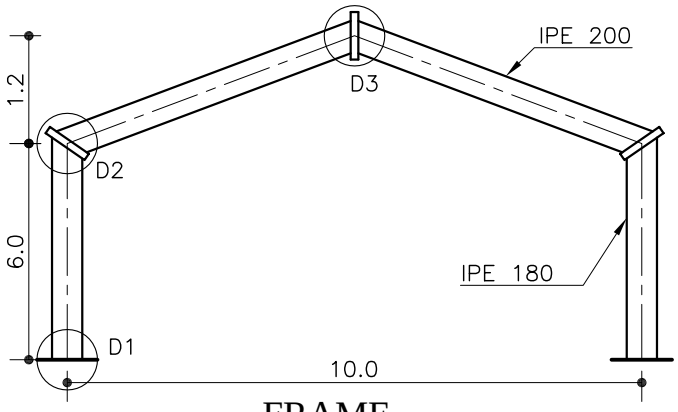
شکل۷۲-۲

نمای طولی پروفیل‌های ستون و تیر (به صورت مورب در طرفین خطوط آکس) راترسیم نمایید. سپس صفحات انتهایی را در نقاط تیزه و محل تلاقی تیر و ستون با شیب مناسب ترسیم نمایید(شکل۷۳-۲).

نقشه را اندازه‌گذاری نموده، مشخصات تیر، ستون و نام دتایل‌ها را بنویسید (شکل۷۴-۲).



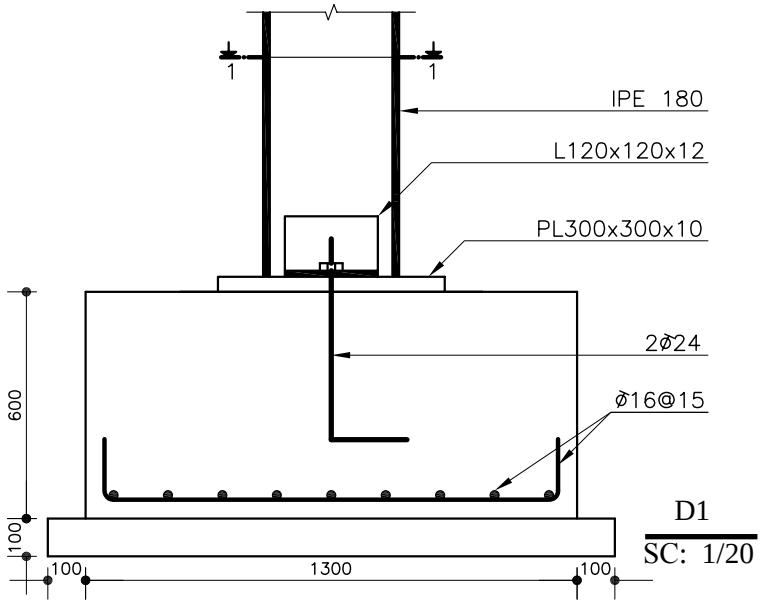
شکل۷۳-۲

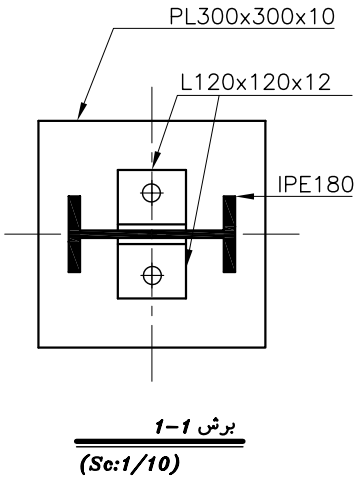


شکل۷۴-۲

ترسیم اتصال ستون به فنداسیون (دتایل D1 شکل۷۴-۲)

برش قائمی از فنداسیون در مقیاس ۱/۲۰ ترسیم کرده ومیگردهای حصیری کف را با فاصله معین توزیع نمایید. ستون و اتصالات آن را طبق مقیاس ترسیم نموده و شکل را اندازه گذاری کنید. مشخصات آن را کامل نموده، برش افقی m-m را باهمان مقیاس ترسیم نمایید تا موقعیت بولت‌ها مشخص شود (شکل ۷۵-۲).





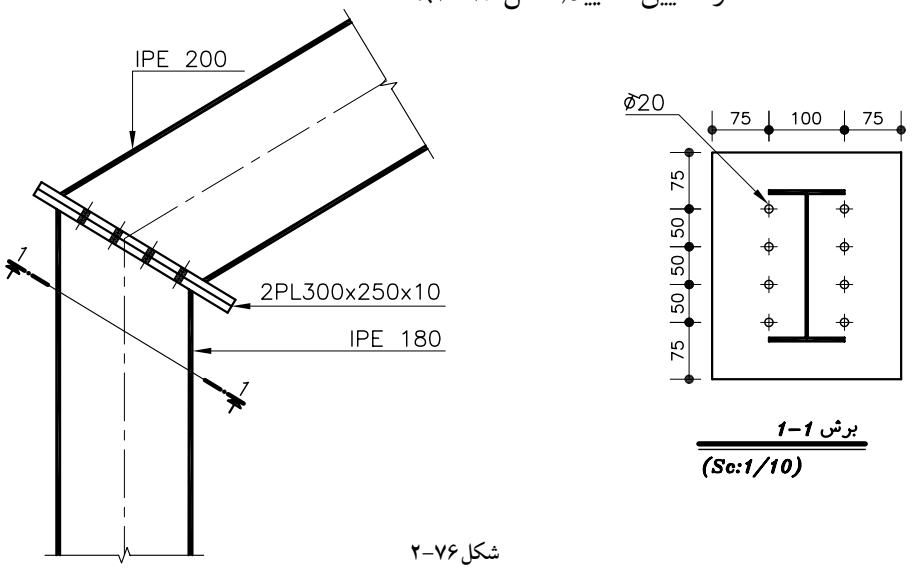
شکل۷۵-۲

ترسیم اتصال گوشه در قاب ها (دتایلD2 شکل۷۴-۲)

آکس ستون را ترسیم نموده و در ادامه، خطوط آکس تیر را با رعایت شیب آن ترسیم نمایید و در محل تلاقی دو محور، صفحات انتهایی را در مقیاس۱/۲۰ ترسیم نمایید.

نمای طولی نیم‌رخ‌های تیر و ستون را ترسیم نموده، محل پیچ‌ها را روی صفحات انتهایی مشخص نمایید.

برای تعیین مشخصات اتصال، خط برشی در انتهای تیر یا ستون تعیین نمایید و برش را ترسیم نموده، مشخصات صفحه‌ی اتصال را نوشته، مقیاس و سایر مشخصات دتایل را تعیین نمایید(شکل۷۶-۲).

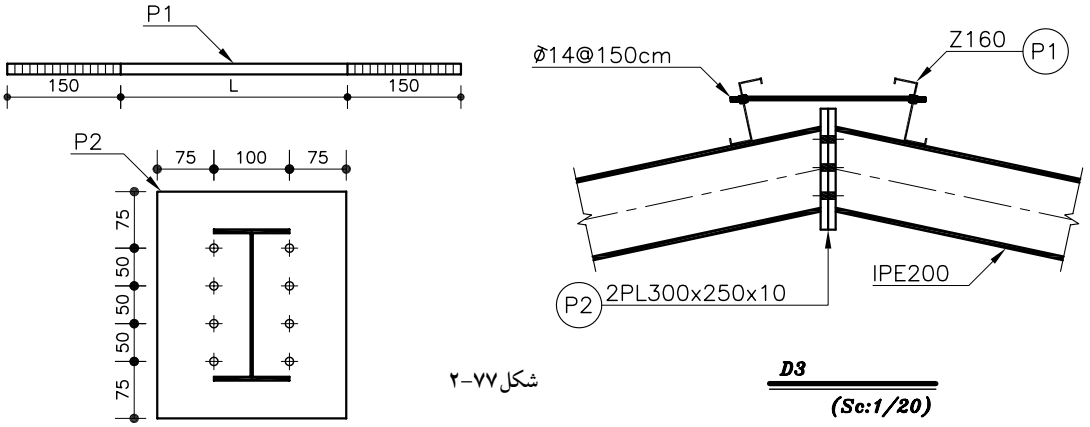


شکل۷۶-۲

ترسیم اتصال تیزه‌ی قاب (دتایلD3 شکل ۷۴-۲)

ابتدا خطوط آکس تیرها را با توجه به شیب آن‌ها ترسیم نمایید ،سپس صفحات انتهایی و تیرهای قاب را با مقیاس ۱/۲۰ رسم کنید.

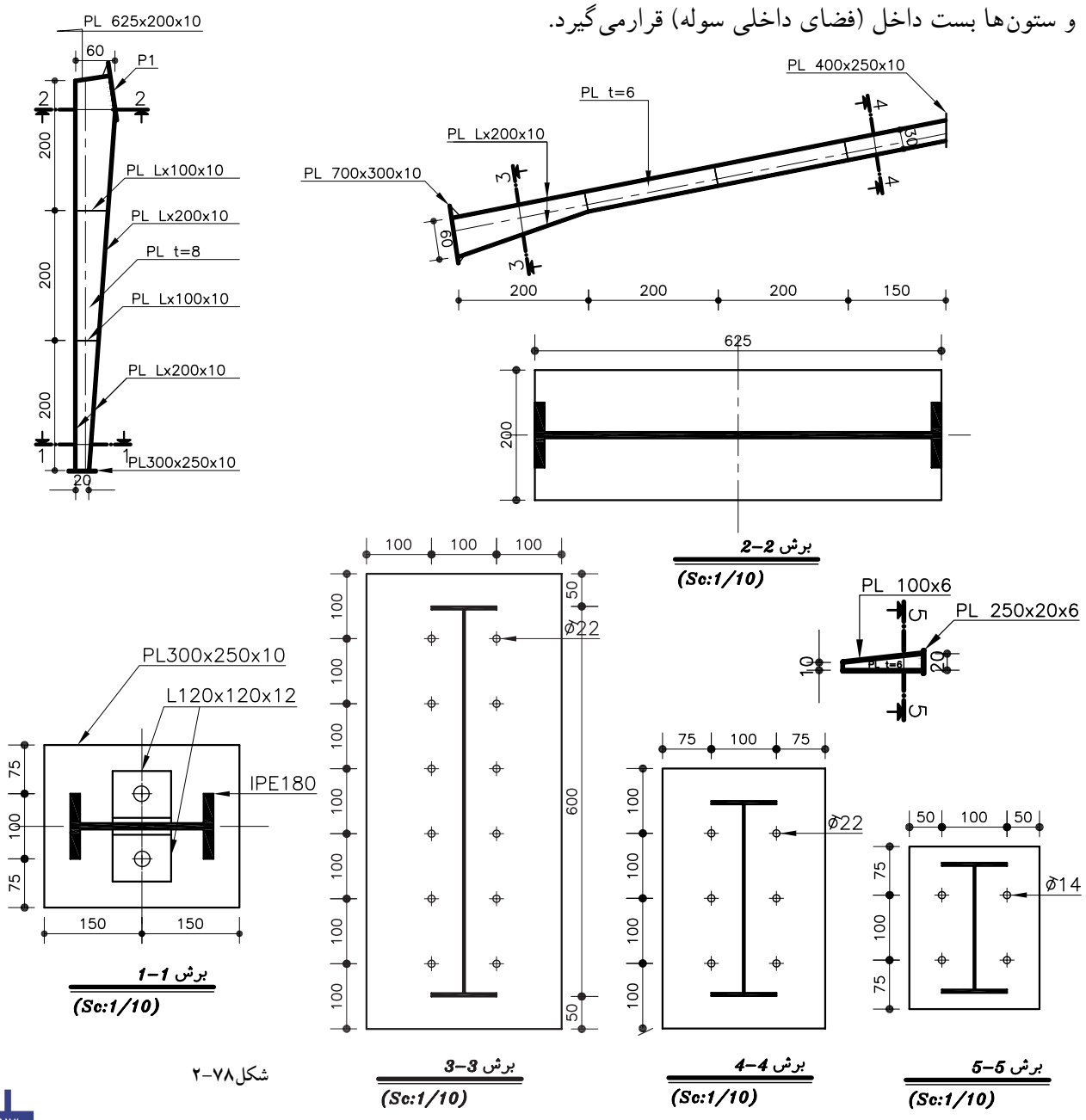
لاپه‌های رأسی را به فاصله ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری رأس خرپا ترسیم نموده، میلگرهای مهاری آن را رسم کنید. مشخصات تیرهای قاب ،صفحات انتهایی و میلگردهای مهاری را روی شکل نوشته، مقیاس و سایر مشخصات دتایل را تعیین نمایید(شکل۷۷-۲).



شکل۷۷-۲

۵-۲-۲ -ترسیم قاب شیب دار با اینرسی غیریکنواخت

تیرها و ستون‌های قاب‌های غیریکنواخت به صورت مجزا، بر اساس طول دهانه و محاسبات سازه‌ایی طراحی و ساخته می‌شوند. شکل ۷۸-۲ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی نیمه‌ی قاب غیریکنواخت را نشان می‌دهد که به صورت متقارن و برای دهانه‌ی ۱۶ متری طراحی شده‌است. در ترسیم قاب‌های غیریکنواخت معمولاً ابتدا سازه‌ی قاب را ترسیم و اندازه‌گذاری نموده و سپس اعضای سازه‌ایی، ورق‌های انتهایی (اتصالات) و دیگر الحاقات مربوط به قاب را جداگانه ترسیم و اندازه‌گذاری می‌نمایند و در نهایت پلان‌های مربوط به فنداسیون، تیرریزی و دتایل‌های آن‌ها را ترسیم می‌نمایند. برای ترسیم قاب غیریکنواخت توجه داشته باشید که همواره قسمت ماهیچه‌ایی تیرها و ستون‌ها بست داخل (فضای داخلی سوله) قرارمی‌گیرد.



شکل۷۸-۲

۶-۲-۲ ترسیم قاب شیب‌دار غیریکنواخت و دتایل‌های آن

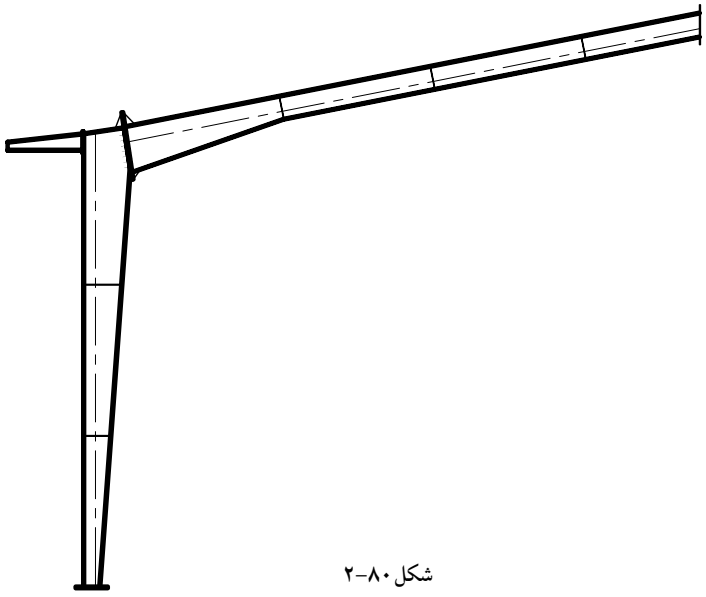
برای ترسیم ستون ابتدا محورقائم را ترسیم نموده و نمای قائم ستون را با مقیاس ۱/۵۰ طوری ترسیم نمایید که محور فوق، آکس مقطع در نقطه‌ی حداقل ارتفاع (محل اتصال ستون به فنداسیون)باشد و فاصله‌ی بال خارجی ستون (بالی که سمت نمای خارجی قرار می‌گیرد) با آن همواره ثابت باشد، سپس بال داخلی ستون را طوری ترسیم کنید که حداقل و حداکثر ارتفاع جان ستون در دو انتها تأمین گردد. در قسمت بالای ستون ورق انتهایی را با توجه به اختلاف سطح داده شده در شکل ۷۸-۲ به صورت مورب ترسیم نمایید. ورق کف ستون و بقیه ورق‌های تقویت جان ستون را نیز در فواصل داده شده ترسیم نمایید (شکل ۷۹-۲).

شکل۷۹-۲

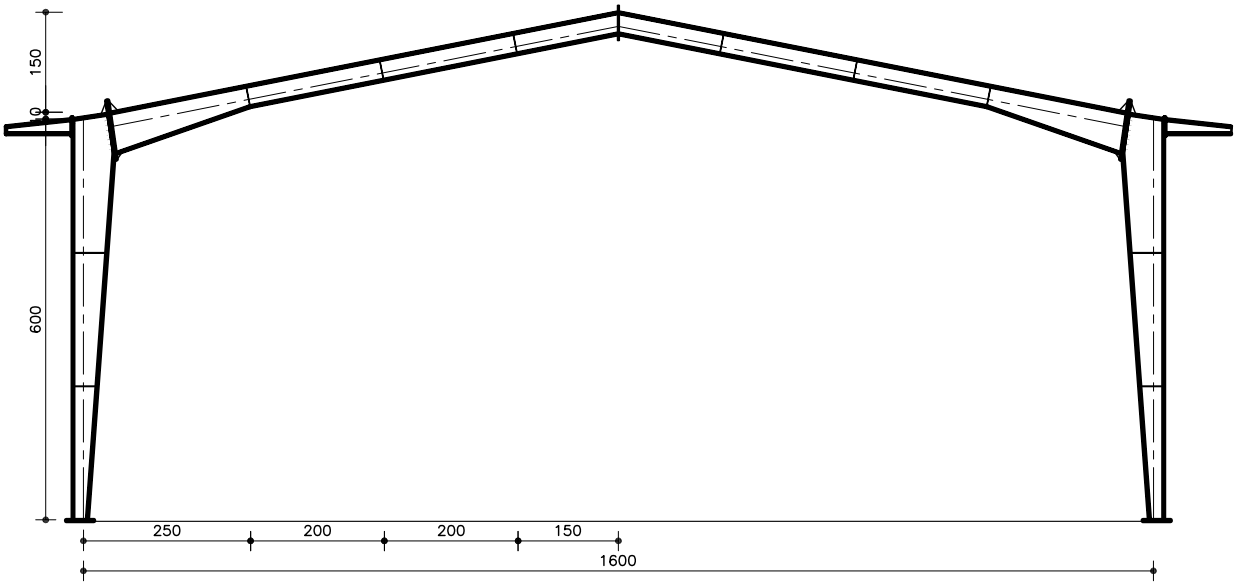
برای ترسیم تیر ابتدا بال بالایی تیر را در امتداد ورق انتهای فوقانی ستون و با همان شیب (این شیب را می‌توان ۲۰ درصد در نظرگرفت) ترسیم نمایید. سپس خط آکس تیر را طوری ترسیم نمایید که محور تقارن تیر در انتهای نازک‌تر باشد.و نقاط تغییر ارتفاع مقطع تیر را طبق اندازه روی آن مشخص نمایید.و هر قسمت از بال پایین تیر را با توجه به ارتفاع مقطع در آن قسمت ترسیم کنید ورق های دو انتهای تیر و ورق های تقویت جان تیر را در فواصل داده شده ترسیم نمایید و قسمت مربوط به پیش آمدگی سقف را اضافه کنید (شکل ۸۰-۲).

نیمه دیگر قاب را نیز به روش مشابه ترسیم نمایید. مقیاس نقشه را بنویسید و قاب را اندازه گذاری نمایید(شکل۸۱-۲).

پروفیل‌های تیر و ستون را با مقیاس۱/۵۰ ترسیم و اندازه‌گذاری نمایید و مشخصات ورق‌های بال و جان را بنویسید و محل برش‌ها را جهت ترسیم دتایل‌ها روی پروفیل تیر و ستون مشخص نمایید. سپس ورق‌های جان ستون و تیر که دارای ارتفاع متغییر می‌باشند را ترسیم نمایید و مشخصات هندسی آن‌ها را قید نمایید.



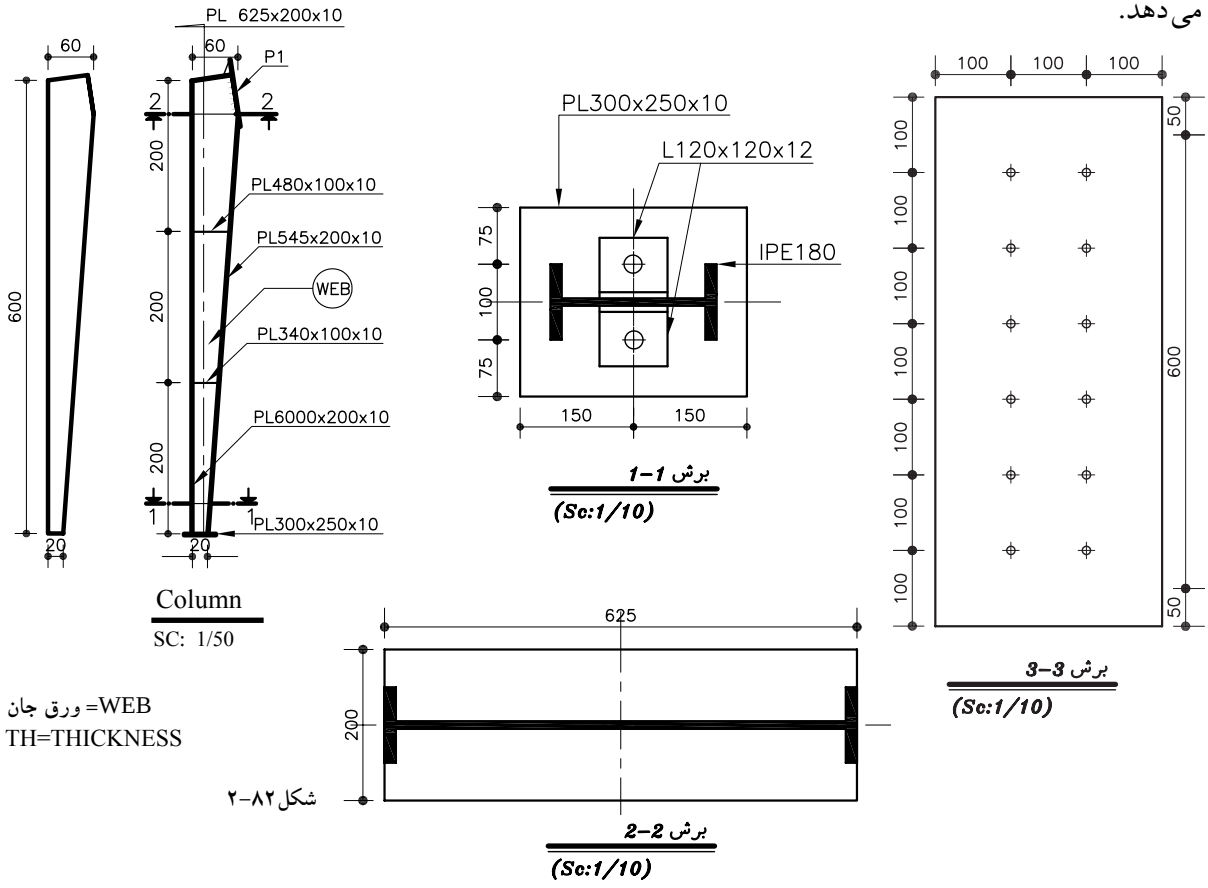
شکل۸۰-۲



FRAME 2-2
(S 1/100)

شکل ۸۱-۲

دتایل‌های مشخص شده را با مقیاس ۱/۲۰ و ۱/۱۰ به ترتیب شماره طوری ترسیم کنید که هر دتایل حتی‌الامکان در کنار پروفیل مورد نظر قرارگیرد(شکل ۸۲-۲). پروفیل ستون و دتایل‌های آن و شکل ۸۳-۲ پروفیل تیر و دتایل‌های آن را نشان می دهد.



Column
SC: 1/50

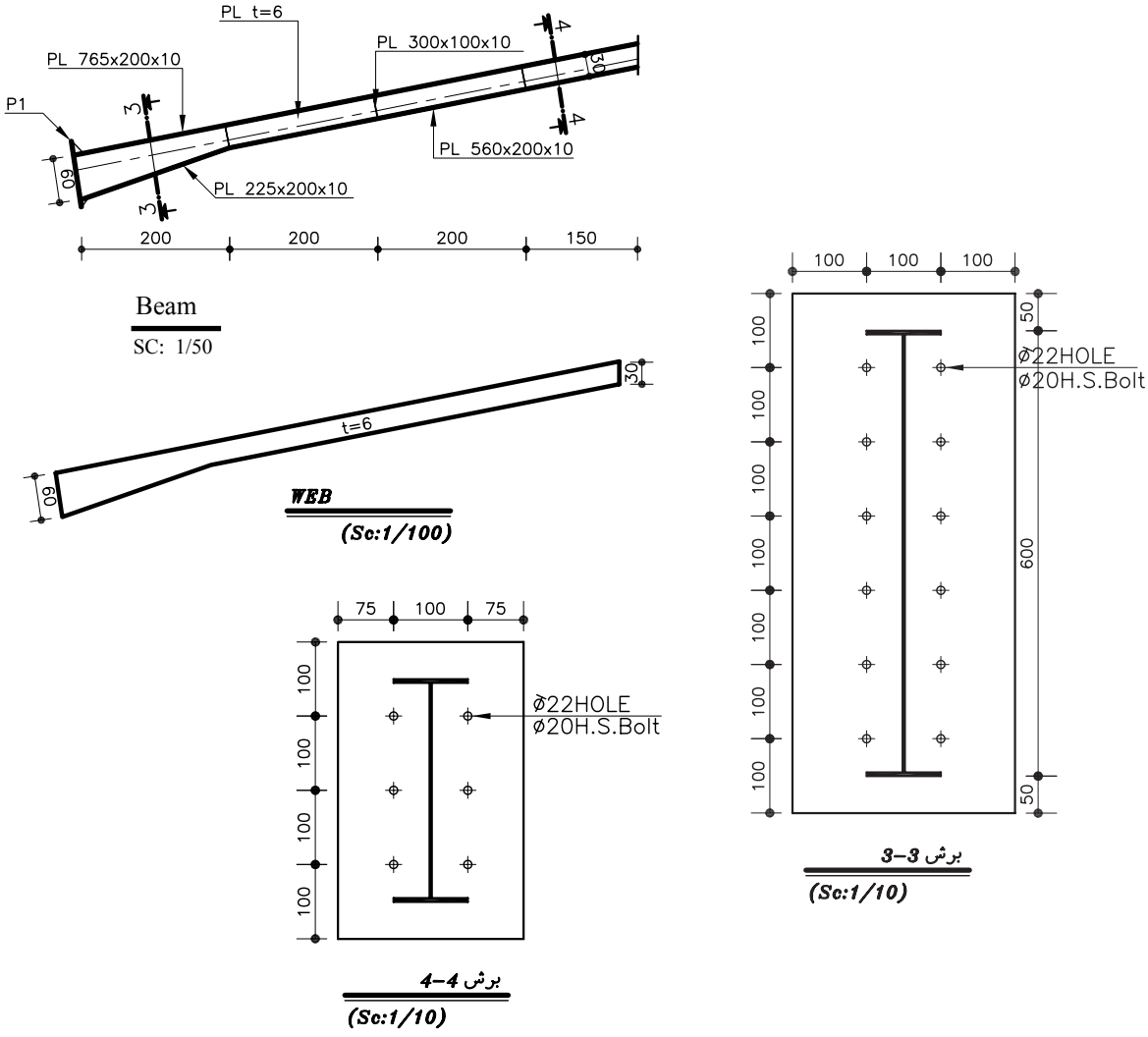
برش 1-1
(Sc:1/10)

برش 3-3
(Sc:1/10)

برش 2-2
(Sc:1/10)

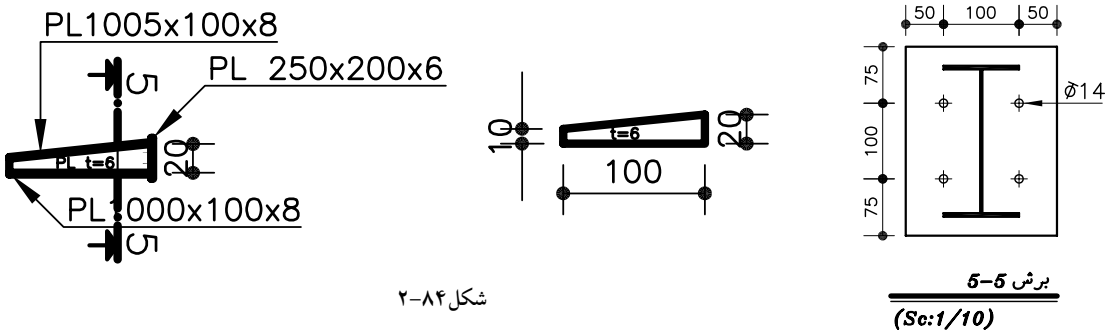
WEB= ورق جان
TH=THICKNESS

شکل ۸۲-۲



شکل۸۳-۲

پروفیل مربوط به کنسول سقف رابا مقیاس ۱/۵۰ و دتایل‌های آن را با مقیاس ۱/۲۰ ترسیم و اندازه‌گذاری نمایید (شکل۸۴-۲).

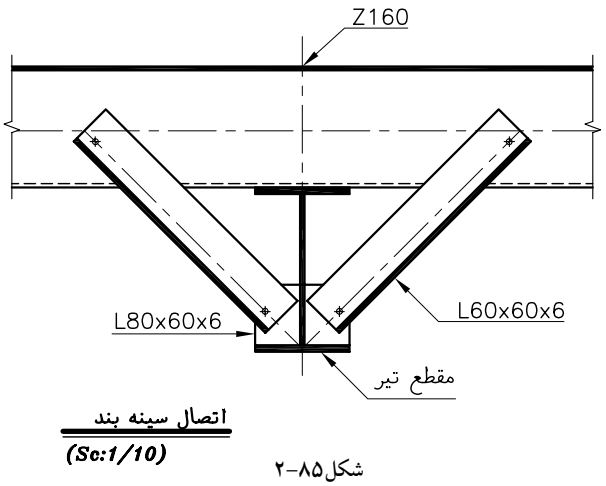


شکل۸۴-۲

۷-۲-۲- نحوه‌ی ترسیم اتصالات سینه بند به قاب

مقطع تیر را با مقیاس ۱/۲۰ ترسیم نمایید(در قاب غیریکنواخت می توانید ارتفاع مقطع را به دلخواه، ارتفاع انتهای کوچکتر یا بزرگتر و یا میانگین ارتفاع ابتدا و انتهای تیر در نظر بگیرید)خط آکس (محور تقارن) مقطع را ترسیم نمایید و خطوط آکس نبشی‌ها را با زاویه ۴۵ درجه از روی محور عمودی و از وسط ضخامت بال پایینی ترسیم نمایید. خط آکس تیر z شکل را با فاصله‌ایی برابر نصف ارتفاع کل آن (در این جا ۸ سانتی‌متر) از بال بالایی نیم‌رخ ترسیم نمایید.

پروفیل های z شکل، نبشی‌ها و ورق اتصال را با توجه به خطوط آکس ترسیم و مشخصات شکل را کامل نمایید(شکل۵۸-۲).



شکل۸۵-۲

آزمون پایانی واحد کار دوّم

سؤالات تشریحی

۱- خرپا را تعریف نمایید.
۲- چهار نوع خرپا از نظر فرم ظاهری نام ببرید.
۳-پوشش سقف خرپا به چه وسیله‌ای انجام می‌شود؟
۴- لاپه به چه منظوری استفاده می‌شود؟
۵- در ساخت خرپا از چه پروفیل‌هایی استفاده می‌شود؟
۶- قاب را تعریف نمایید.
۷- در ساخت قاب از چه پروفیل‌هایی استفاده می‌شود؟
۸- انواع اتصالات گوشه‌ی سوله را نامبرده و به صورت شماتیک ترسیم نمایید.
۹- معایب اتصال ساعتی چیست؟
۱۰- انواع اتصال ستون سوله به فونداسیون را نام ببرید.

سؤالات چهار گزینه‌ای

۱- آسیب پذیرترین قسمت خرپاکه باعث تغییر فرم و کج شدن خرپا واحتمالا خرابی آن می‌شود چیست؟
شکل اعضای کششی ورق اتصال شکل اعضای فشاری گذشتن امتداد محور خرپا از یک نقطه مشترک
۲- تغییر شکل خرپای مثلثی در چه صورت می‌باشد؟
استفاده از پروفیل های چوبی خمش یا برش یکی از اعضای آن
چنانچه عضو قائم از IPB باشد خرپای مثلثی به هیچ وجه تغییر شکل نمی‌دهد
۳- سیستم نگهدارنده ساختمان چه نامیده می‌شود؟
پی سقف سازه بادبند
۴- کدام تعریف خرپای فضایی نیست؟
خرپایی که در سه وجه گسترده می‌شود. خرپایی که پایه ی آن بر اساس هرم است.
خرپایی که دارای طول و عرض و ارتفاع است. خرپای دو بعدی که به صورت مثلث ساخته می‌شود.
۵ - در خرپای N عضو افقی بالایی و عضو افقی پایینی به ترتیب تحت اثر چه نیرویی قرار می‌گیرند؟
فشاری – فشاری کششی – کششی کششی – فشاری فشاری – کششی
۶- عضوی که در سوله طول آزاد قطعات را کاهش می دهد چه نام دارد؟
بادبند ماهیچه جانبی سینه بند بست مهاری
۷- کدام یک از گزینه‌های زیر در اتصال ستون به فونداسیون سوله مورد استفاده قرار نمی‌گیرد؟
اتصال گیردار اتصال مفصلی ساده اتصال نقطه‌ای اتصال خطی مفصلی
۸- کدام نوع اتصال در خرپای چوبی بکار برده نمی‌شود؟
جوش پیچ و مهره پرچ میخ

۹- خرپای مثلثی در اثر بارگذاری چه زمانی تغییر شکل می‌دهد؟
نیرو به صورت فشاری به گره ها وارد شود. نیرو به صورت کششی به گره ها وارد شود.
یکی از اعضای آن خم شده یا بشکند. اعضا در انتها به یکدیگر لولا شوند.
۱۰- برای مقاوم کردن ساختمان‌های خرپایی در جهت عمود بر قاب‌های خرپا از چه چیزی استفاده می‌شود؟
ایجاد اتصالات مفصلی اتصال گیردار لاپه بادبند
۱۱- فاصله بین تیزه تا کش پایین خرپای مثلثی چه نامیده می شود؟
لاپه خیز دهانه تراورس
۱۲-آسیب‌پذیرترین قسمت خرپا که باعث تغییر فرم و کج شدن خرپا واحتمالا خرابی آن می‌شود چیست؟
اعضای کششی ورق اتصال
اعضای فشاری اعضای قطری
۱۳-تغییر شکل خرپای مثلثی در چه صورت می‌باشد؟
استفاده از پروفیل‌های چوبی خمش یا برش یکی از اعضای آن
چنان‌چه عضو قائم از IPB باشد خرپای مثلثی به هیچ‌وجه تغییر شکل نمی‌دهد
۱۴- قاب‌ها چگونه ساخته می‌شوند و اتصالات آنها چگونه انجام می‌شود؟
قاب‌ها به صورت پروفیل چند پارچه هستند که اتصالی ندارند.
قاب همان سوله است که اتصالات اولیه ندارد.
قابها درحالات یک یا چند تکه هستند که به وسیله جوش ، پیچ و پرچ متصل می‌شوند.
قاب ها به صورت یکپارچه هستند که فقط به وسیله جوش به صفحه ستون متصل می‌شوند.
۱۵- اگر درساخت قاب فقط قسمتی از تراورس به صورت ماهیچه درآید و ستون تغییر نکند ،کدام نوع قاب به وجود می‌آید؟
قاب با مقطع ترک غیر یکنواخت و ستون یکنواخت قاب با مقطع ترک و ستون غیر یکنواخت
قاب با مقطع ترک و ستون یکنواخت قاب با مقطع ترک یکنواخت و ستون غیریکنواخت
۱۶- در دهانه‌های بزرگ برای جلوگیری از نیروی رانش بین دو پایه قاب .....
ابعاد پی ها را بزرگتر می گیرند. ارتفاع را نسبت به دهانه کم می‌گیرند.
بین دو پایه از آرماتور تنیده استفاده می‌شود. بین دو پایه از شناژ بتنی و بست استفاده می‌شود.
۱۷- یکی از معایب اتصال ساعتی در قاب‌ها ..... می‌باشد.
تغییرات ناگهانی ضخامت بال در گوشه‌ها نیاز به ورق های نسبتا ضخیم
نیاز به ورق تقویتی قطری جان نیاز به نشیمن مناسب تیر در موقع نصب
۱۸- اتصال ستون به پی در سوله به چه صورت می‌باشد؟
گیردار ثابت یا نیمه مفصلی نیمه گیردار مفصلی
۱۹-حداقل و حداکثر طول دهانه سوله چند متر می تواند باشد؟
۸ تا ۶۰ ۱۰ تا ۴۰ ۱۵ تا ۳۰ ۱۲ تا ۵۰
۲۰- فاصله تقریبی لاپه ها در سوله چند سانتیمتر است؟
۱۰۰ ۸۰ ۵۰ ۱۲۰

فهرست منابع و ماخذ

طاحونی، شاپور- طراحی سازه‌های فولادی، علم و ادب
مگردیچیان، آدک-طرح و محاسبات ایستایی، دهخدا
اسدی تهرانی، حمیرا - نقشه‌کشی ساختمان، دیباگران تهران
نشریه‌ی شماره ۸۲ (سازمان برنامه و بودجه)
مبحث دهم (مقرّرات ملی ساختمان)
کتاب‌های درسی دوره سه ساله هنرستان رشته‌ی ساختمان (آموزش و پرورش)
کتاب‌های رشته ساختمان دوره‌ی چهار ساله هنرستان فنی
راهنمایی اتصالات در ساختمان‌های فولادی (دفتر تدوین و ترویج مقرّرات ملی ساختمان)
اطیابی، اردشیر- تکنولوژی ساختمان ۴-۱
جمشیدخانی، بابایی، اخوان-نقشه‌کشی ساختمان مهارت درجه (۱)