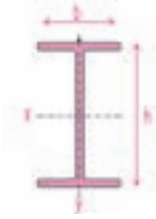
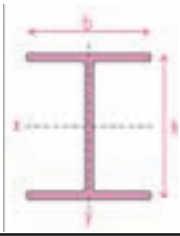
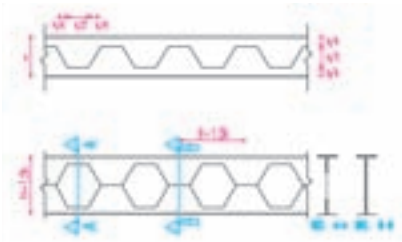
جدول ۱ ــ ۸

نام پروفیل و شکل مقطع	علامت اختصاری و اندازه‌ها	مشخصات و کاربرد
تیرآهن نوع اروپایی	علامت INP	این پروفیل که به تیرآهن معمولی یا پروفیل نرمال مشهور است در ساختن ستون‌ها، تیرها و خرپاها کاربرد زیادی دارد. برای نمایش این پروفیل در نقشه‌ها از علامت اختصاری و اندازه‌ی ارتفاع استفاده می‌کنیم : INP۲۲ یعنی پروفیل، پروفیل نرمال و تیرآهن معمولی به ارتفاع ۲۲cm یا ۲۲۰ میلی‌متر
	طول ۸m – ۱۶ متر ارتفاع h = ۸۰mm ، ۱۰۰mm ، ۱۲۰m تا ۶۰۰m عرض b = ۴۲mm ، ۵۰mm ، ۵۸mm تا ۲۱۵m در بازار و کارگاه ارتفاع این پروفیل برحسب سانتی‌متر معرف آن است مثلاً (تیرآهن شانزده سانتی‌متر = INP۱۶)	
تیرآهن نیم پهن (سبک)	IPE	این پروفیل که به تیرآهن نیم‌پهن معروف است تقریباً مشابه پروفیل نرمال است. در مقایسه‌ی ضخامت جان آن کم‌تر و عرض بال آن بیشتر از پروفیل نرمال است. این پروفیل در ایران تولید می‌شود. مانند پروفیل نرمال کاربرد وسیعی دارد. (تیرآهن نیم‌پهن هیجده = IPE۱۸)
	طول ۸m – ۱۶m متر ارتفاع h = ۸۰ ، ۱۰۰ ، تا ۶۰۰ عرض b = ۴۶ ، ۵۵ تا ۲۲۰ تیرآهن نیم پهن چهارده سانتی‌متر (ارتفاع ۱۴۰mm) = IPE۱۴	
تیرآهن بال پهن سبک وزن	IPB_L	اندازه‌ی بال این پروفیل با ارتفاع آن برابر است. از مقطع ساده‌ی این پروفیل به عنوان ستون استفاده می‌شود، از این پروفیل در ساخت تیرها و خرپاها نیز استفاده می‌شود.
تیرآهن بال پهن	IPB	
تیرآهن بال پهن سنگین وزن	IPB_V	
	طول ۸ــ۱۶ متر (h = b) = ۱۰۰ ، ۱۲۰ ، تا ۱۰۰۰mm (تیرآهن بال پهن به ارتفاع ۲۲cm = IPB۲۲)	
تیرآهن لانه زنبوری	CNP	این تیرآهن جزء تیرآهن‌های نورد شده در کارخانه نمی‌باشد از طریق برش دستی یا ماشینی تیرآهن معمولی یا بال پهن و مونتاژ مجدّد دو نیمه، پروفیلی با مقاومت خمشی بالاتر به‌دست می‌آید.
	 مقطع BB مقطع AA تیرآهن لانه زنبوری درست شده از = CNP۱۸ تیرآهن نرمال ۱۸ (با ارتفاع ۱۸×۱/۵)	
	طول ۱۲ــ۱۸ متر ارتفاع h mm | ۸۰ | ۱۰۰ | ۱۲۰ | ۱۴۰ | ۱۶۰ | ۱۸۰ | ۲۰۰, ارتفاع H mm | ۱۲۰ | ۱۵۰ | ۱۸۰ | ۲۱۰ | ۲۴۰ | ۲۷۰ | ۳۰۰, عرض = بستگی به نوع پروفیل مصرفی دارد.	تیرآهن لانه‌زنبوری = CNP۱۸ درست شده از تیرآهن نرمال ۱۸ با ارتفاع واقعی ۲۷ سانتی‌متر.

ادامه‌ی جدول ۱ ــ ۸

نام پروفیل و شکل مقطع	علامت اختصاری و اندازه‌ها	مشخصات و کاربرد
ناودانی	UNP	از پروفیل ناودانی برای ساخت تیرها و ستون‌های مرکب و خرپاها، بادبندها در سطح وسیع استفاده می‌شود. پروفیل ناودانی به ارتفاع = ۱۴] چهارده سانتی‌متر ۱۴۰mm
	طول متر = ۸ تا ۱۶ متر ارتفاع h mm = ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۶۵، ۸۰، ۱۰۰ تا ۴۰۰mm عرض b mm = ۱۵، ۲۰، ۳۸، ۳۰، ۱۱۰ تا ۱۴۰	
نبشی دو بال مساوی		از نبشی در سطح وسیع برای اتصالات قطعات فولادی ساخت خرپا، تیرها و ستون‌های مرکب و ساخت بادبند استفاده می‌شود. L۵۰×۵۰×۵mm نبشی پنج
	طول = ۶ تا ۱۲ متر اندازه‌ی بال (a = a)mm = ۳۰، ۲۵ تا ۲۰۰ mm ضخامت بال s mm = ۳، ۳ تا ۲۸ L۶۰×۶۰×۶ = نبشی شش، عرض بال ۶۰mm و ضخامت آن ۶mm .	
نبشی دو بال نامساوی	در گروه دیگری از نبشی‌ها اندازه‌ی دو بال با هم مساوی نیستند	۱۰۰×۵۰×۹
قوطی (چهارگوش)		از پروفیل‌های قوطی می‌توان به عنوان ستون استفاده کرد.
	طول ارتفاع عرض	
لوله		لوله‌ها در انواع مختلف سیاه و گالوانیزه، با درز و بدون درز با ضخامت‌های مختلف تولید و در سازه‌ی ساختمان و کارهای تأسیساتی کاربرد دارند. لوله به قطر ۱۰۰ و ضخامت ۸ میلی‌متر ۱۰۰×۸
	طول = ۶ تا ۱۲ متر قطر d = اینچ $\frac{1}{2}$، $\frac{3}{4}$ تا ۶ میلیمتر ۱۵، ۲۰ تا ۱۵۰mm	

ادامه‌ی جدول ۱ ــ ۸

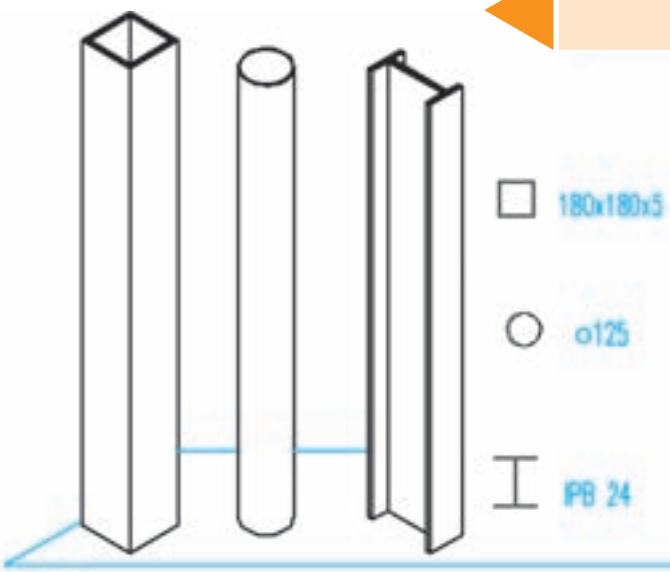
نام پروفیل و شکل مقطع	علامت اختصاری و اندازه‌ها	مشخصات و کاربرد
سه پری با بال و جان مساوی	⊥	سه پری با T۴۰×۴۰
سه پری با بال و جان نامساوی	T UNP	
شمش، چهارگوش		۱۰×۱۰ / L = ۴۲۵cm
تسمه	PL	۸۰×۶ / L = ۳۰۰cm
پلیت	PL	PL و یا ۴۰۰×۲۰۰×۱۰
میل‌گرد ساده	Ø	فولاد ایران A_I = حد جاری شدن ۲۴۰۰ A_{II} = حد جاری شدن ۳۰۰۰ A_{III} = حد جاری شدن ۴۰۰۰
	طول = ۱۲ متر قطر d = ۶، ۸، ۱۰، تا ۴۰mm	
میل‌گرد عاج‌دار	Ø	
	طول = ۱۲ متر قطر d = ۶، ۸، ۱۰، تا ۴۰mm	

۱۳ مقطع ستون‌ها

در نقشه‌های سازه، ترسیم و معرفی ستون‌ها با توجه به ساختار و شکل مقطع ستون انجام می‌گیرد. ستون‌های فولادی را می‌توان به دو دسته‌ی ساده و مرکب تقسیم کرد.

۱۳ــ۱ ستون‌های ساده

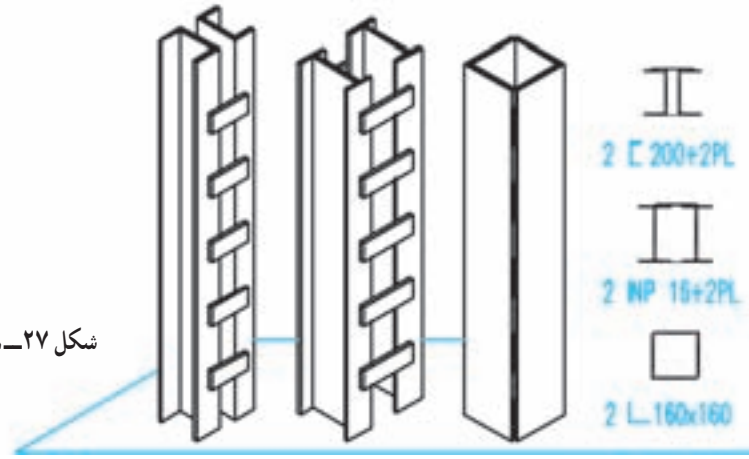
ستون‌های ساده فقط از یک پروفیل ساخته می‌شوند و جهت انتقال بارهای قائم مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۲۶ــ۸ ــ ستون‌های ساده

۱۳ــ۲ ستون‌های مرکب

ستون‌های مرکب معمولاً از ترکیب چند پروفیل استاندارد ساخته می‌شوند تا ستون وزن کم‌تر و مقاومت بیشتری داشته باشد. انواع ستون‌های مرکب زیاد است. در این شکل به چند نمونه ستون مرکب و نحوه‌ی ترسیم مقطع آن‌ها توجه نمایید.



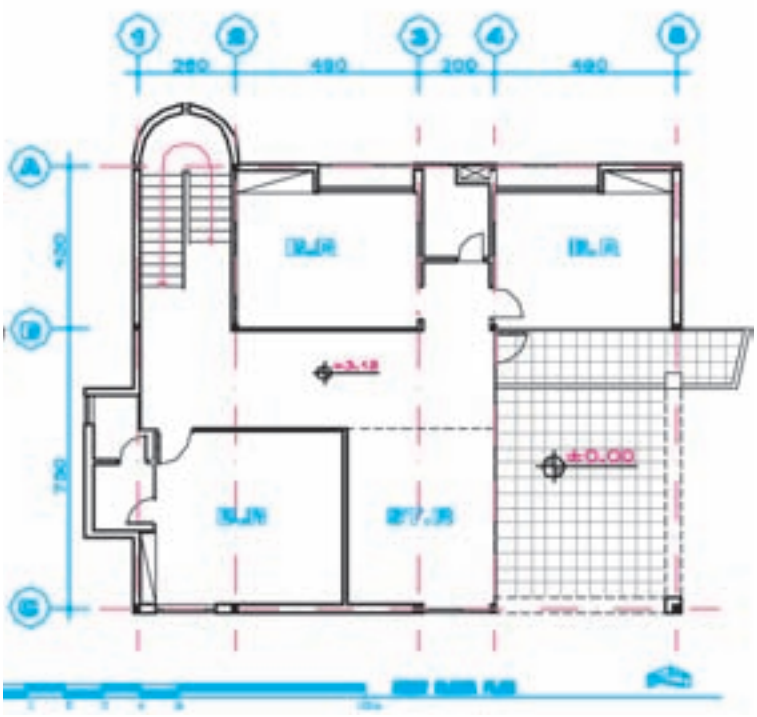
شکل ۲۷ــ۸ ــ ستون‌های مرکب

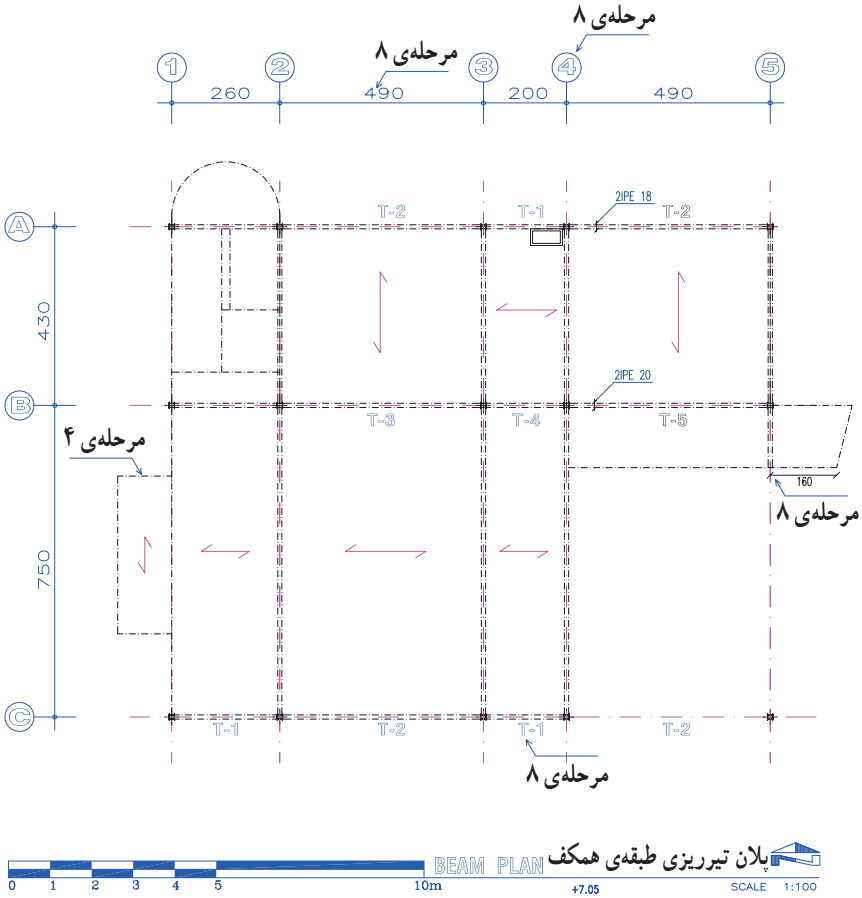
در اوّل این بخش با سه نمونه از انواع پوشش سقف در سازه‌های فولادی یعنی طاق ضربی، تیرچه و بلوک و سقف کمپوزیت آشنا شدید. شکل تیرریزی ساختمان بستگی کامل به‌نوع پوشش سقف پیدا می‌کند. امّا اصول ترسیم پلان تیرریزی در همه‌ی موارد یکسان است.

در پلان تیرریزی هر طبقه از ساختمان، تیرهای اصلی، تیرهای فرعی، تیرهای کناری، تیرهای دستگاه پله، بادبندها و نوع پوشش سقف را معرفی می‌کنند. در صورت لزوم برای نمایش نعل درگاه درها و پنجره‌ها پلان مستقل رسم می‌شود.

پلان تیرریزی براساس عناصر باربر ساختمان یعنی ستون‌ها و دیوارهای باربر ساختمان رسم می‌شود. این پلان می‌تواند براساس پلان هر طبقه با مقیاس ۱/۱۰۰ یا ۱/۵۰ رسم شود.

شکل زیر پلان طبقه‌ی همکف ساختمان و نحوه‌ی تیرریزی آن‌را نشان می‌دهد. جهت انجام بهتر پروژه‌ی کلاسی مراحل و اصول ترسیم آن‌را بررسی خواهیم کرد.





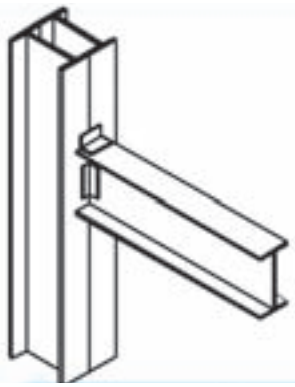
شکل ۲۸ــ۸

۱۵ تیرهای متداول

بهتر است قبل از ترسیم پلان تیرریزی با چند نمونه تیر متعارف آشنا شوید.

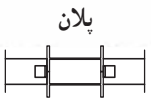
۱۵ــ۱ تیر ساده

ستون مرکب

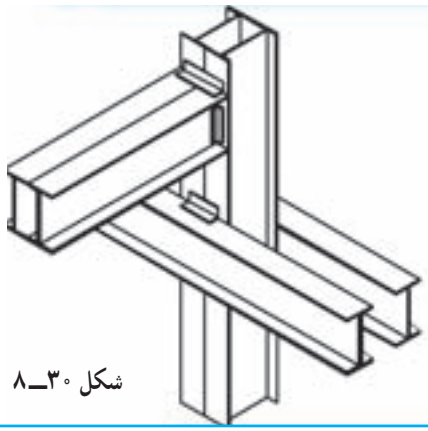


شکل ۸ــ۲۹

در بسیاری از موارد با توجه به طول دهانه و میزان بار وارده از پروفیل‌های استاندارد INP و IPE به‌عنوان تیر استفاده می‌شود.



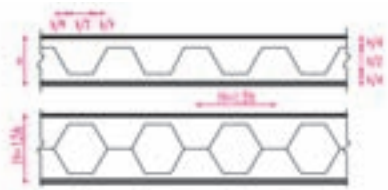
۱۵ــ۲ تیرهای دوبله

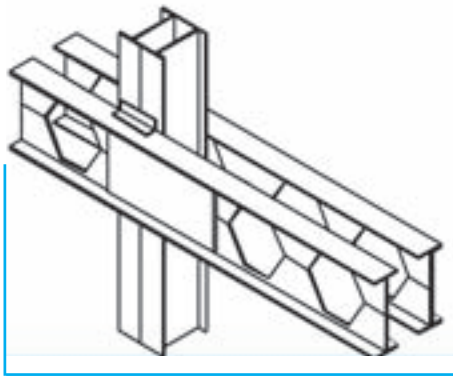


شکل ۸ــ۳۰

این نوع تیر معمولاً از پروفیل‌های استاندارد ساخته می‌شود و به صورت دوبل به هم چسبیده یا جدا از هم جهت تحمل بارهای بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۵ــ۳ تیرهای لانه‌زنبوری





شکل ۸ــ۳۱

به منظور افزایش مقاومت خمشی در تیرهای نرمال آن‌ها را مطابق شکل برش داده از هم باز کرده و سپس مجدداً به هم جوش می‌دهند و تیر جدیدی با ظرفیت بالاتر تولید می‌کنند.

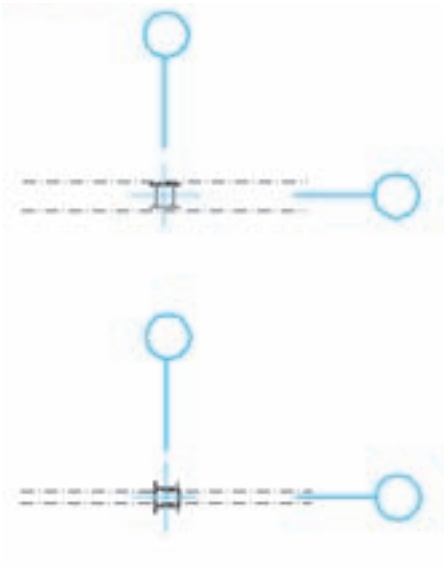
این تیرها معمولاً در محل تکیه‌گاه و وسط دهانه برحسب نظر مهندس سازه با ورق تقویت می‌شود و به صورت تکی یا جفتی در تیرریزی ساختمان‌ها به‌کار برده می‌شود.

مرحله‌ی ۱

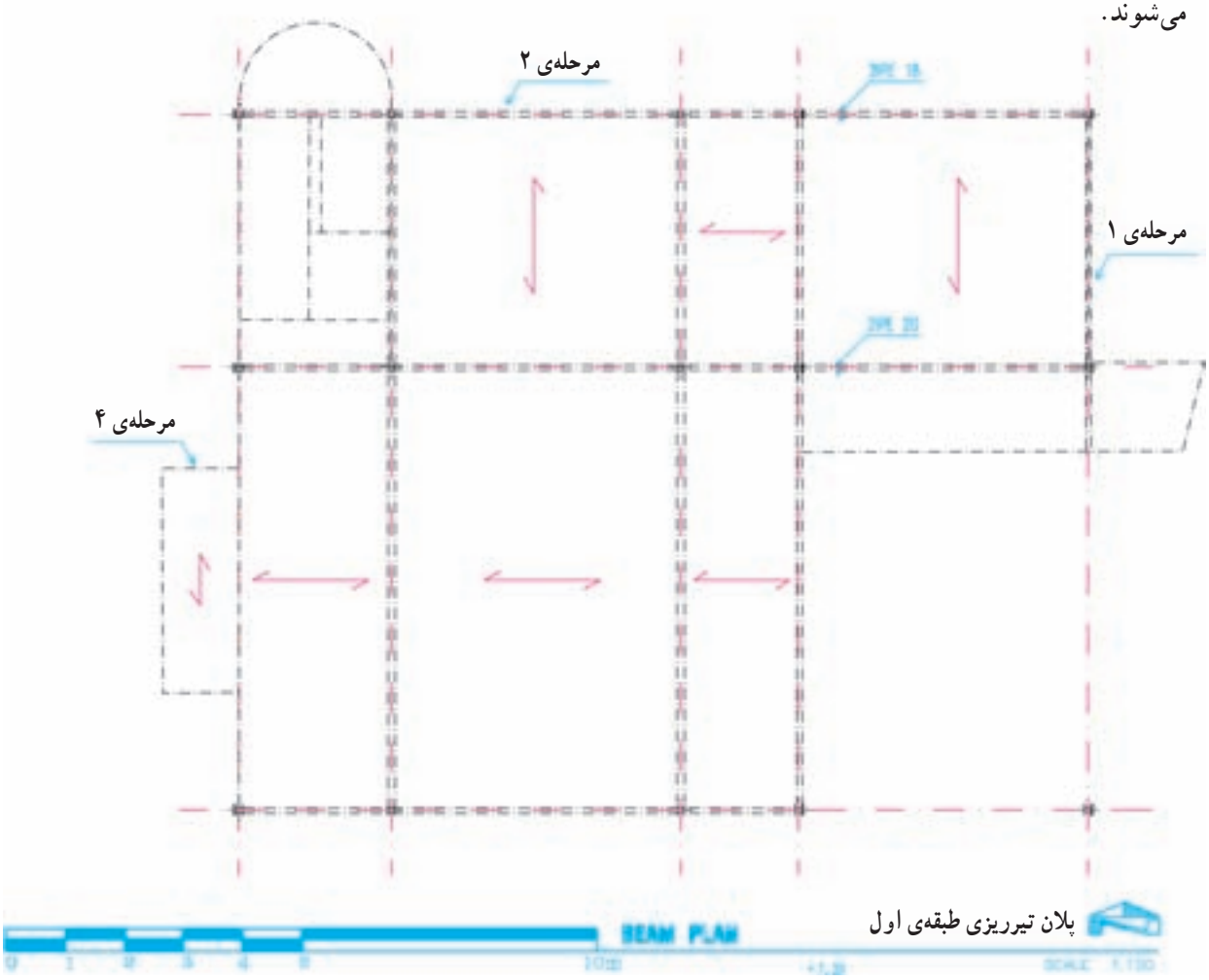
خطوط آکس‌بندی و موقعیت ستون‌ها را در محدوده‌ای که برای ترسیم در نظر گرفته‌ایم، با خطوط کم‌رنگ رسم می‌کنیم. در ساختمان‌های اسکلت فلزی معمولاً دیوارها باربر نیستند، در صورت وجود دیوار باربر همه آن‌ها را در پلان مشخص و رسم می‌کنیم.

مرحله‌ی ۲

تیرهای اصلی ساختمان ممکن است تکی و یا جفتی باشند. این تیرها ممکن است به صورت سرتاسری از کنار ستون رد شوند و یا مستقیماً به بدنه‌ی ستون متصل شوند. با توجه به اطلاعات داده شده با خط و نقطه‌ی کم‌رنگ، تیرهای اصلی را رسم می‌کنیم. تیرهای اصلی معمولاً به بال پروفیل‌های ستون وصل می‌شوند.



شکل ۳۲ــ۸



شکل ۳۳ ــ۸

مرحله‌ی ۳

تعداد و نحوه‌ی قرارگیری تیرهای فرعی سقف بستگی کامل به نوع پوشش سقف دارد. امّا معمولاً تیرهای فرعی که حدفاصل ستون‌ها قرار دارند همانند تیرهای اصلی در همه‌ی انواع سقف در نظر گرفته می‌شوند (شکل ۳۴ــ ۸).

در سقف‌های طاق ضربی هر کدام از دهانه‌های موجود در سقف با تیرهای فرعی که مشخصات آن‌ها را مهندس سازه تعیین کرده است به فواصل ۸۰ تا ۱۰۰ تیرریز می‌شوند، آن‌ها را رسم می‌کنیم (شکل ۳۵ــ ۸).

در سقف‌های تیرچه و بلوک فقط جهت استقرار تیرچه‌های بتنی مشخص می‌شوند که معمولاً عمود بر امتداد تیرهای اصلی می‌باشد (شکل ۳۶ــ۸).

در سقف‌های کمپوزیت تیرریزی مشابه سقف‌های طاق‌ضربی در نظر گرفته می‌شود با این تفاوت که فواصل تیرهای فرعی ممکن است بیشتر در نظر گرفته شده باشد. تیرهای فرعی را با توجه به موقعیت هر کدام با خط و نقطه‌ی نازک رسم می‌کنیم.

مرحله‌ی ۴

تیرهای شمشیری (بازوی) پله‌ها و پاگردها را رسم می‌کنیم.

تیرهای اطراف حیاط‌خلوت‌ها را ترسیم می‌کنیم.

مرحله‌ی ۵

تیرهای لبه‌ی کنسول‌های سقف و کناره‌های ساختمان و دستک‌ها را در صورت لزوم به ترسیم اضافه می‌کنیم.

بهتر است برای نمایش بادبندهای ساختمان پلان مستقل رسم شود، در غیر این صورت پروفیل‌های بادبندها را با خط و نقطه‌ی نازک رسم می‌کنیم.

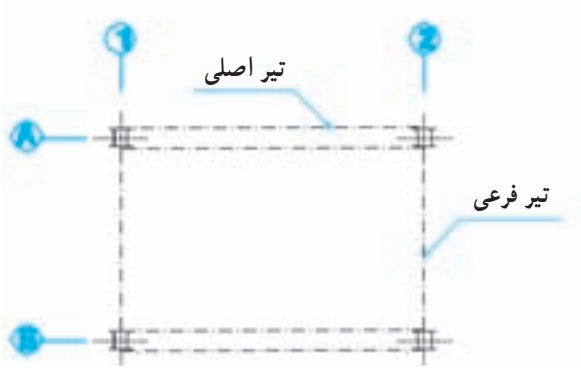
مرحله‌ی ۶

ترسیم را کنترل می‌کنیم تا از هماهنگی آن با اطلاعات داده شده توسط مهندس سازه و کامل بودن ترسیمات اطمینان پیدا کنیم. آن‌گاه با توجه به مقیاس نقشه، ستون‌ها را با خطوط ضخیم و پررنگ 0.6 یا 0.8 و تیرهای اصلی با خط نقطه به ضخامت 0.4 یا 0.6 و تیرهای فرعی را با خط نقطه 0.3 و 0.4، دیوارهای باربر را در صورت وجود با خط 0.2 یا 0.3 رسم می‌کنیم.

مرحله‌ی ۷

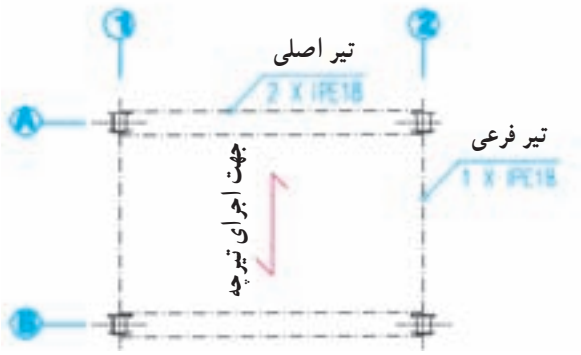
میل‌گردها یا پروفیل‌های مهاری سقف را اضافه می‌کنیم.

بخش‌هایی از سازه مانند پله‌ها، و اتصالات که نیاز به معرفی جزییات بیشتری دارند را مشخص و کدگذاری می‌کنیم تا بعداً در مقیاس مناسب ترسیم و تشریح شوند.



شکل ۳۴ــ۸

شکل ۳۵ــ۸



شکل ۳۶ــ۸

مرحله‌ی ۸

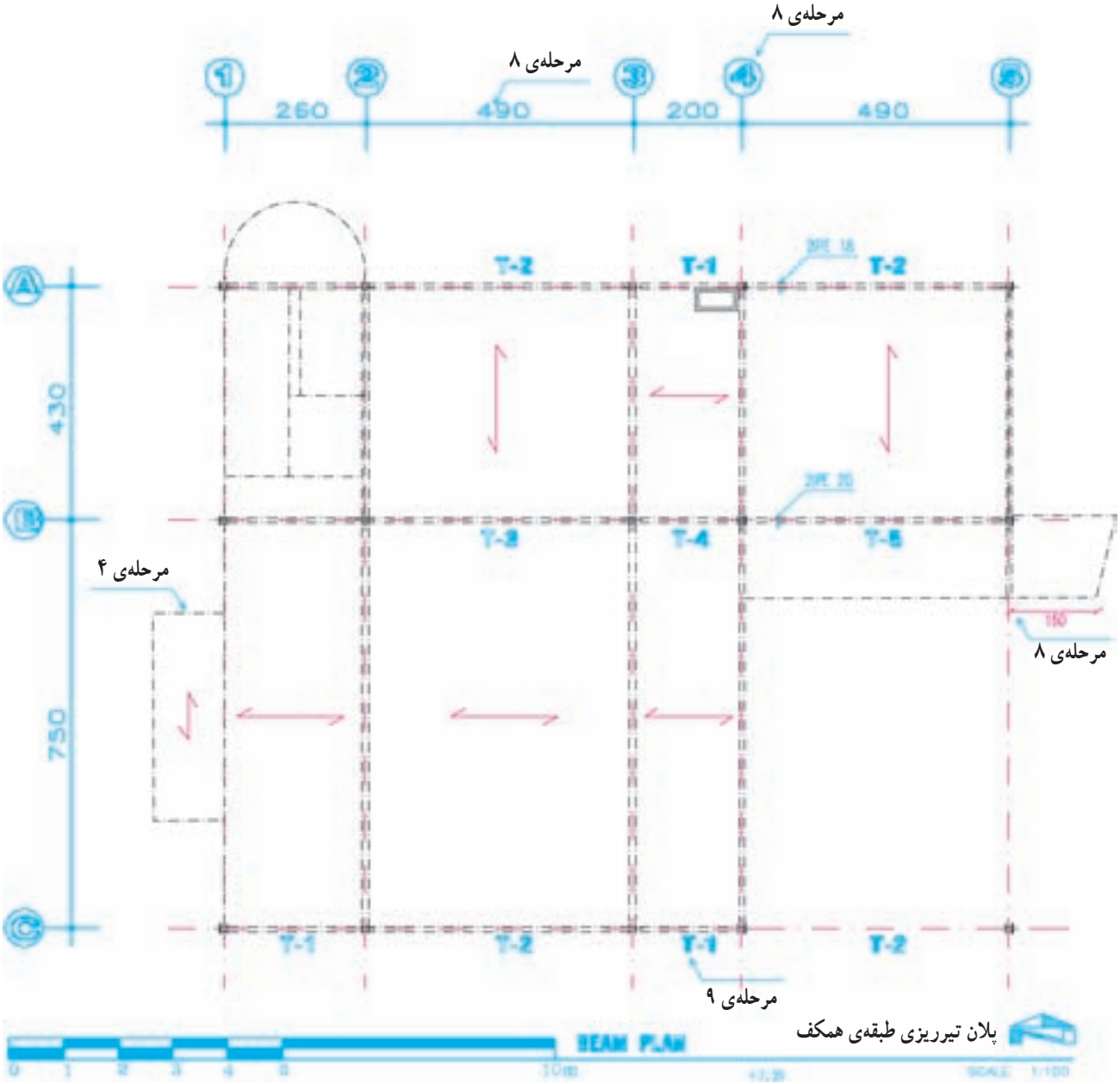
شماره و اندازه‌ی آکس‌های ستون‌ها را می‌نویسیم، اندازه‌ی طول کنسول‌ها، ابعاد داکت‌ها و فاصله‌ی تیرهای b و ... را اندازه‌گذاری می‌کنیم. سطوح خالی داکت‌ها و حیاط‌خلوت‌ها را با دو خط نازک ضربدری معین می‌کنیم.

مرحله‌ی ۹

با توجه به مشخصات تیرها و قطعات موجود، آن‌ها را پوزیسیون‌بندی کرده و مشخصات آن‌ها را در نقشه اضافه می‌کنیم. در صورت لزوم برای معرفی تیرها و خرپاها نقشه‌های مستقلی برای هر تیپ ترسیم می‌شود و جزییات اجرایی لازم برای معرفی اتصالات اضافه می‌شود.

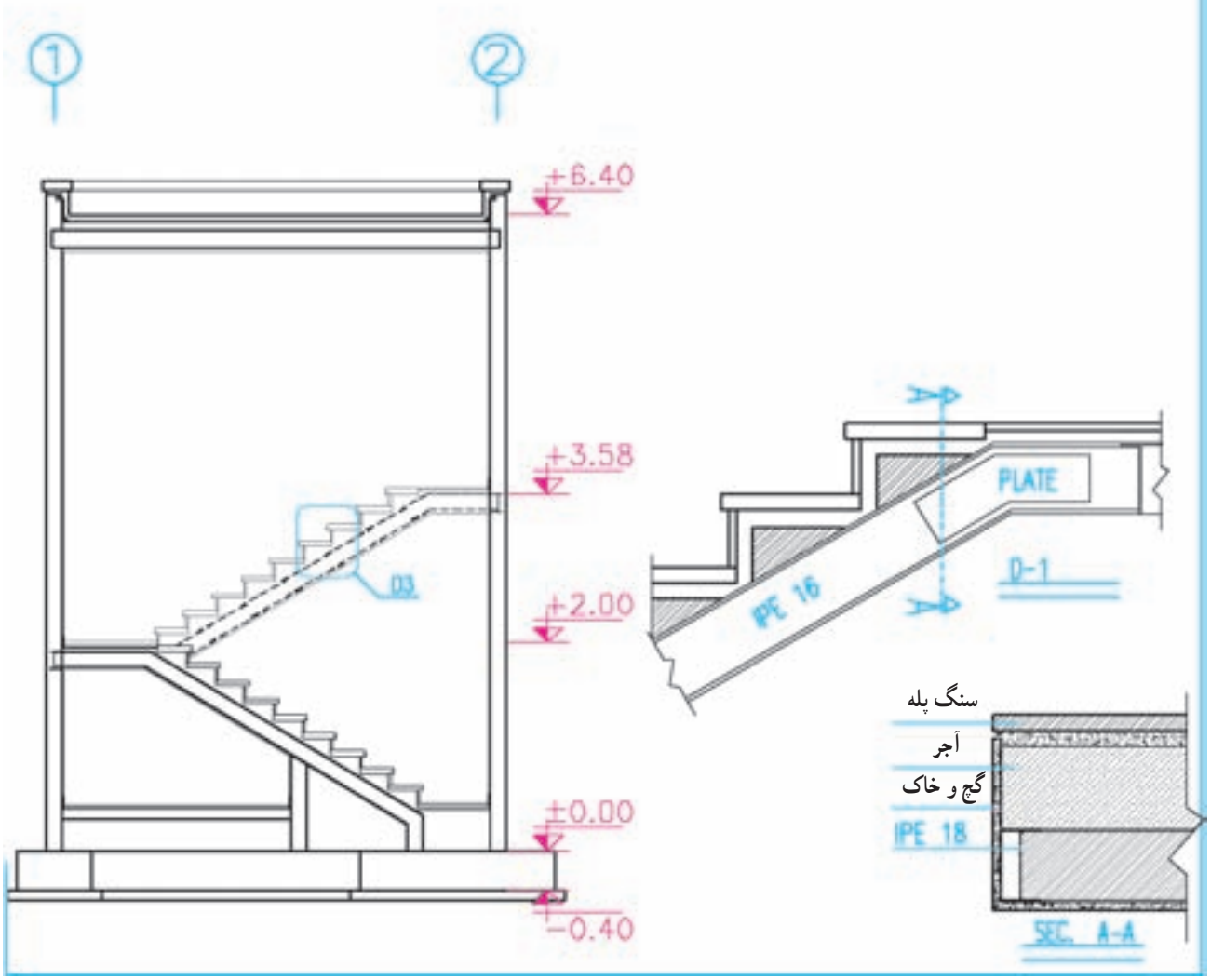
مرحله‌ی ۱۰

جدول تیرآهن مصرفی سقف را با توجه به پوزیسیون‌بندی انجام شده در کنار پلان تیرریزی یا در نقشه‌ی مستقل تهیه می‌کنیم.

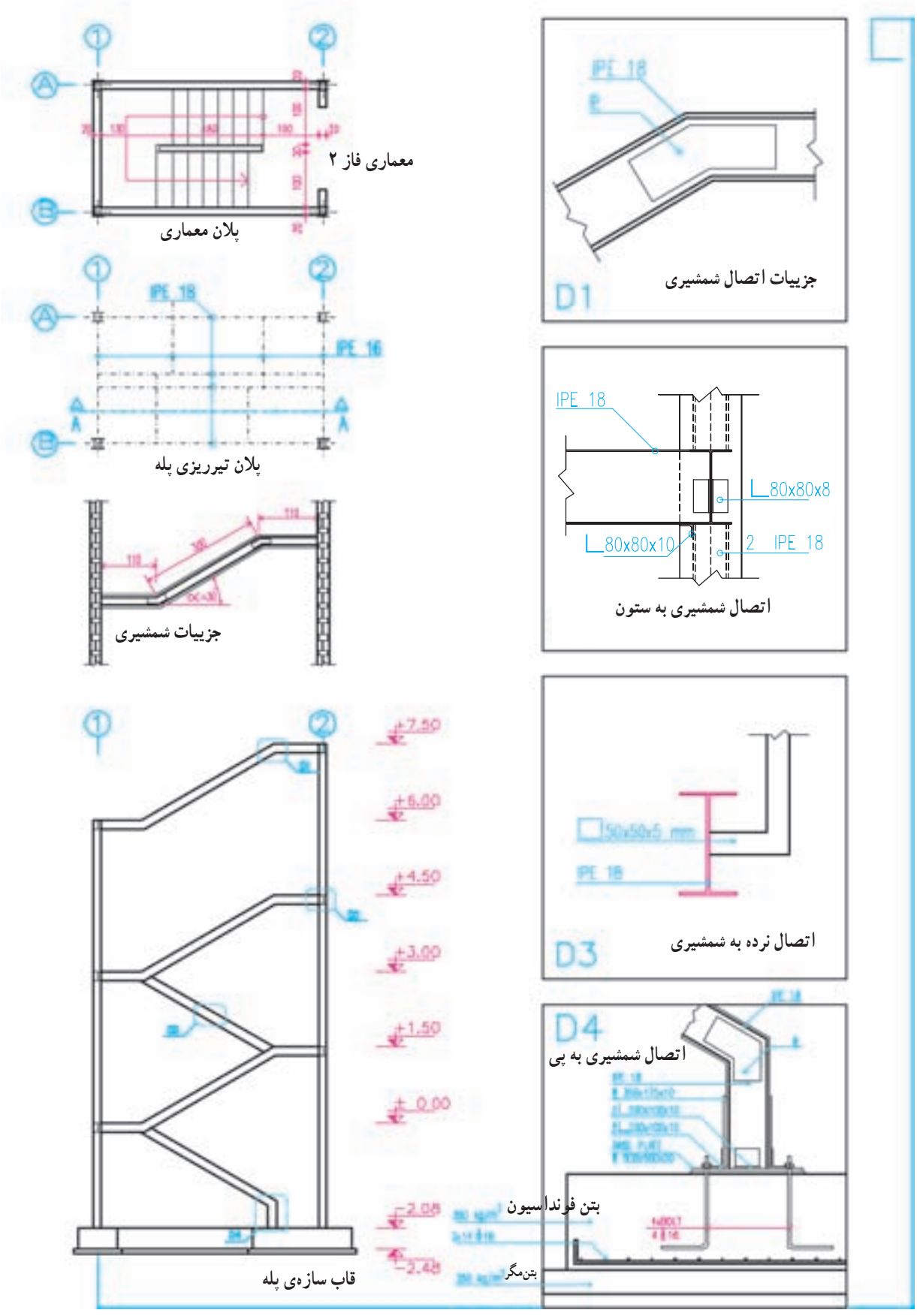


شکل ۳۷ــ۸

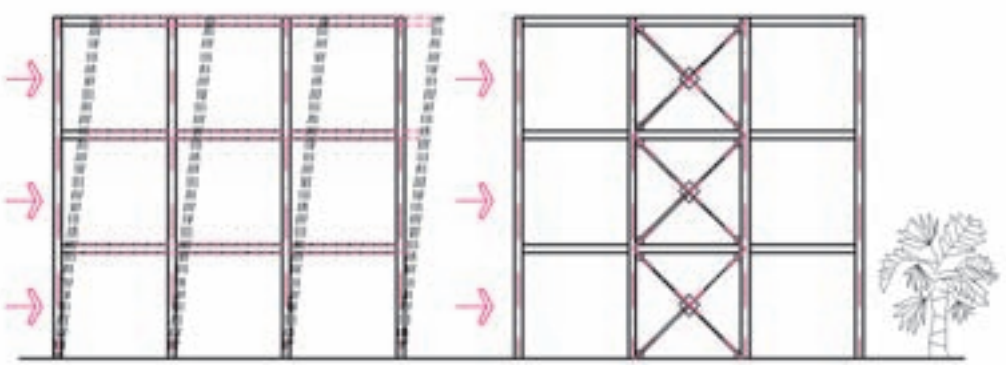
می‌دانید که پله یکی از مهم‌ترین و در عین حال پیچیده‌ترین قسمت‌ها در سازه‌های فلزی است. پله‌ها انواع گوناگون دارند ولی روش ترسیم سازه‌ی آن‌ها از اصول مشابهی پیروی می‌کند. پلان تیرریزی پله باید در هماهنگی کامل با، نقشه‌های معماری پله که قبلاً در مقیاس $\frac{۱}{۲۵}$ یا $\frac{۱}{۲۰}$ ترسیم شده است با همین مقیاس تهیه شود. قبل از ترسیم سازه‌ی پله و مشخص کردن جزییات آن معماری پله را به‌دقت مرور کنید. سپس ارتفاع تمام شده‌ی کف طبقات و پاگردها، تعداد پله‌های هم‌بازو و محل قرارگیری آن‌ها، طول، عرض و پهنای هر پله، مصالح پیش‌بینی شده برای ساخت پله را بررسی کنید.



شکل ۳۸ــ۸


معماری فاز ۲
پلان معماری
IPE 18
IPE 16
پلان تیرریزی پله
جزییات شمشیری
+7.50
+6.00
+4.50
+3.00
+1.50
± 0.00
-2.05
-2.45
قاب سازه‌ی پله
IPE 18
جزییات اتصال شمشیری
D1
IPE 18
L80x80x8
L80x80x10
2 IPE 18
اتصال شمشیری به ستون
50x50x5 mm
IPE 16
اتصال نرده به شمشیری
D3
D4
اتصال شمشیری به پی
بتن فونداسیون
بتن‌مگر

شکل ۳۹ــ۸



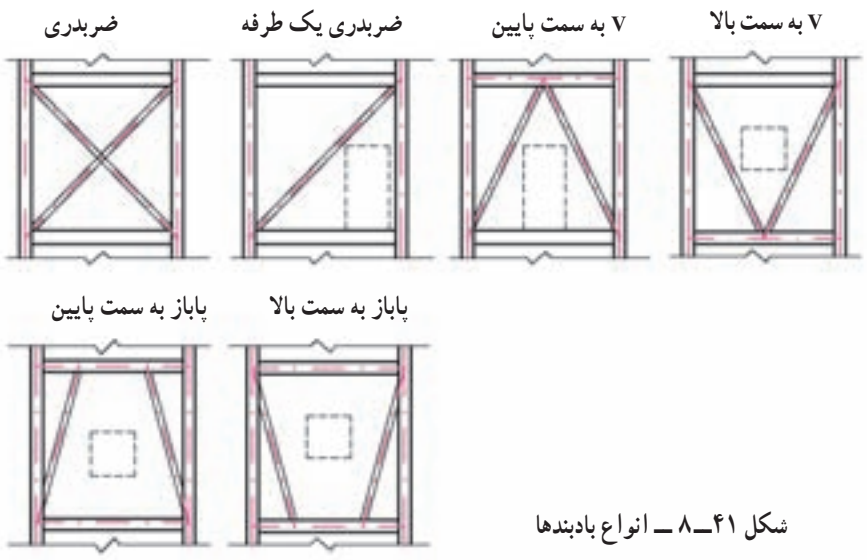
شکل ۴۰ــ۸ ــ اثرات نیروهای جانبی بر ساختمانی که بادبند دارد و ساختمانی که با بادبند محکم شده است.

اگر یک سازه‌ی اسکلت فلزی چند طبقه تحت تأثیر نیروی جانبی زلزله یا باد شدید قرار بگیرد در اثر نیروهای وارده، محل اتصال تیرها و ستون‌ها و نیز اعضای سازه در راستای نیرو تغییر شکل می‌دهد و ممکن است تخریب شود.

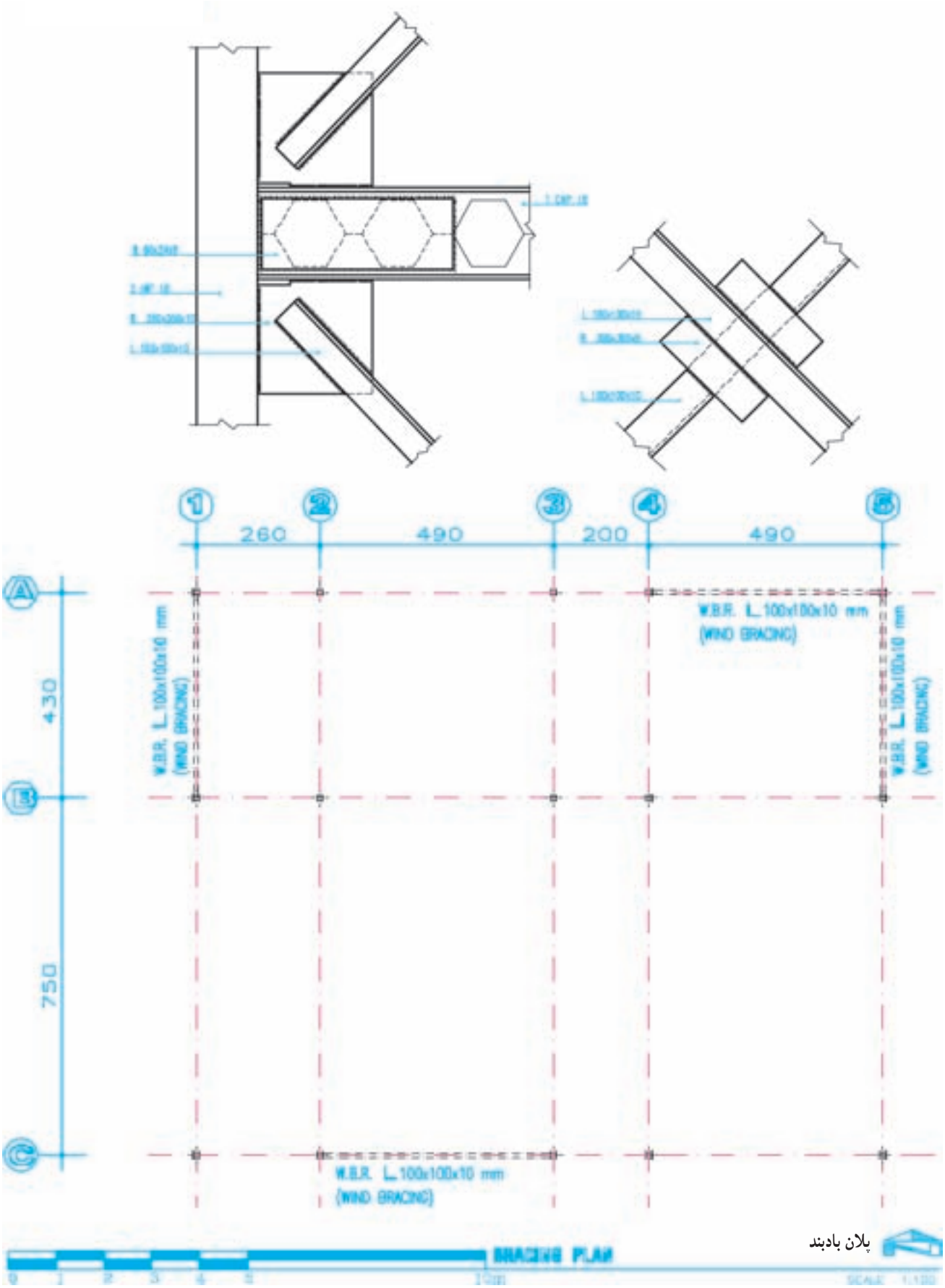
اگر دهانه‌های قاب سازه‌ی یک ساختمان را در هر دو جهت به‌وسیله‌ی عضوهای فولادی به نام بادبند مهار کنیم، نیروهای جانبی، از طریق این عضوها جذب و به زمین منتقل خواهد شد.

محل اجرای بادبند در ساختمان‌ها با توجه به ملاحظات سازه‌ای و رعایت مسائل معماری، مخصوصاً با توجه به محل درها و پنجره‌ها و مسیرهای حرکت تعیین می‌شود و بهتر است حتی الامکان در داخل دیوارهای بسته پیش‌بینی شود.

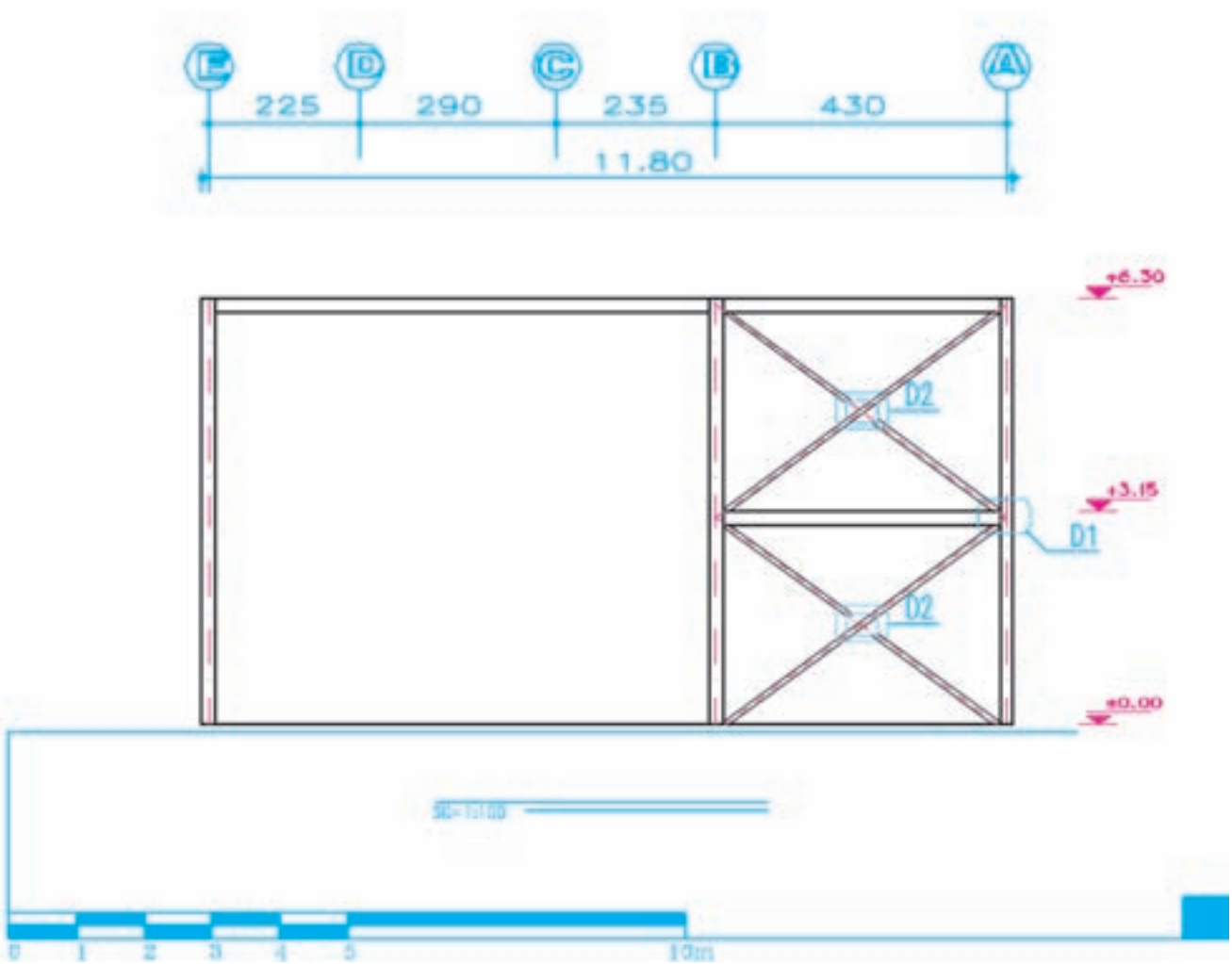
جهت اجرای بادبند معمولاً از نبشی، ناودانی یا تیرآهن نرمال استفاده می‌شود. در ترسیم نقشه‌های معماری مخصوصاً در ترسیم نماها باید به محل استقرار تیرها و ستون‌ها و بادبندها دقت کامل انجام گرفته و هماهنگی لازم به عمل آید. بادبندها در اشکال مختلف طرح و اجرا می‌شوند. به محل استقرار درها و پنجره‌ها در بین اعضای بادبند توجه کنید.



شکل ۴۱ــ۸ ــ انواع بادبندها



شکل ۴۲ــ۸ ــ پلان بادبندی



شکل ۴۳ــ۸ ــ نمای بادبند روی محور شماره‌ی ۶

۱۹ تنظیم و شماره‌گذاری نقشه‌های سازه

نقشه‌ی سازه‌ی هر ساختمان به ترتیب پلان فونداسیون و جزییات فونداسیون‌ها و شناژها، پلان خاک‌برداری، پلان کرسی‌چینی، پلان آکس‌بندی و ستون‌گذاری، مشخصات و نما و جزییات ستون‌ها ــ پلان تیرریزی طبقات ــ مشخصات نما و جزییات تیرها ــ اتصالات و جزییات اجرایی ــ پلان بادبندها، پلان نعل درگاه‌ها تنظیم و با حرف اختصاری Structure = S مشخص و با استفاده از اندیس عددی S_1 ، S_2 ، S_3 و ... شماره‌گذاری و منظم می‌شوند.

پروژه‌ی ۴

پلان تیرریزی پروژه‌ی اصلی خودتان را با نظر مدرس درس و با فرض این که تیرهای اصلی ۲CNP ۱۸ و کلاف‌های فرعی IPE ۱۸ و پوشش دهانه‌ها تیرچه و بلوک باشند رسم کنید.

پروژه‌ی پایانی سال تحصیلی

با پایان گرفتن مباحث «درس نقشه‌کشی» شناخت و مهارت کافی را برای ترسیم نقشه‌های اجرایی یک ساختمان کسب کردید. حال در جهت تکمیل تمرینات کلاس، نقشه‌های اجرایی ساختمان ویلایی و ... را که شامل نقشه‌های اجرایی معماری، سازه و عناوین نقشه‌های تأسیساتی، بزرگ‌نمایی فضاهای سرویسی و جزییات قسمت‌هایی از ساختمان را با نظر مدرس درس تکمیل و در آلبوم جداگانه تحویل نمایید.

جدول فهرست نقشه‌ها شامل شماره و علامت اختصاری نقشه‌ها و عنوان آن‌ها را در اوّل هر آلبوم در نظر بگیرید. این نقشه‌ها با مقیاس مناسب و به صورت مرکبی تحویل داده می‌شوند.

جمع بندی: در فصل اوّل و دوم کتاب مروری بر نحوه‌ی ترسیم نقشه‌های فاز یک و نحوه‌ی ارائه آن‌ها داشتیم. در فصل سوم با علائم ترسیم نقشه‌های اجرائی آشنا شدیم. در فصل‌های چهارم تا هفتم نحوه‌ی ترسیم نقشه‌های اجرائی ساختمان در پلان، نما، مقطع، بام، و محوطه را بررسی کردیم و در فصل آخر کتاب نحوه‌ی ترسیم نقشه‌های سازه‌ی ساختمان مورد بررسی قرار گرفت. امید می‌رود با مطالعه‌ی دقیق مطالب کتاب و انجام پروژه‌ها در هر کدام از فصول و مخصوصاً انجام دقیق پروژه‌ی پایانی و مستمر، هنرجویان گرامی را برای ادامه‌ی تحصیل در مقاطع بالاتر و نیز ورود به‌دفاتر مهندسی و همکاری در تیم‌های تخصصی و ترسیم نقشه‌های اجرایی ساختمان آماده نماید.

فهرست منابع مورد استفاده و قابل مراجعه

۱ــ کیکل تیروبرد. ــ ترجمه : الهی‌گهر ــ محسن. ــ طراحی ساختمان، جلد ۱ و ۲ و ۳. دانش تایپ ۱۳۵۸.

۲ــ موسویان، محمدرضا. رسم‌فنی و پرسپکتیو در طراحی معماری.

۳ــ رابین‌بری ترجمه‌ی اطیابی، اردشیر، ساختمان‌سازی جلد یک تا پنج، مترجم، ۱۳۷۱.

۴ــ زمرشیدی، حسین. آموزش فنی ساختمان. چاپ و نشر ایران، ۱۳۷۳.

۵ــ زمرشیدی، حسین. رسم‌فنی سال سوم هنرستان. آموزش و پرورش، ۱۳۵۹.

۶ــ تقوایی، ویدا. نقشه‌کشی ۲. آموزش و پرورش، ۱۳۷۹.

۷ــ خان محمدی، محمدعلی. نقشه‌کشی ساختمان ۲. آموزش و پرورش، ۱۳۷۹.

۸ ــ چینگ، فرانسیس.د.ک. اصول و مبانی طراحی ...

Architectural Drafting and design: Alan jefferis David A.Aadsen

Architecture: Drafting and Design. Donald E.Hepler Paul. I. Wallach

Architectural Drafting: Bellis and schmidt 1971

Architectural Drafting and light construction: Edvard J.Muller

Graphies hor Architecture: Kevin Forseth

Arehtectural Drafting: Tom Porter.