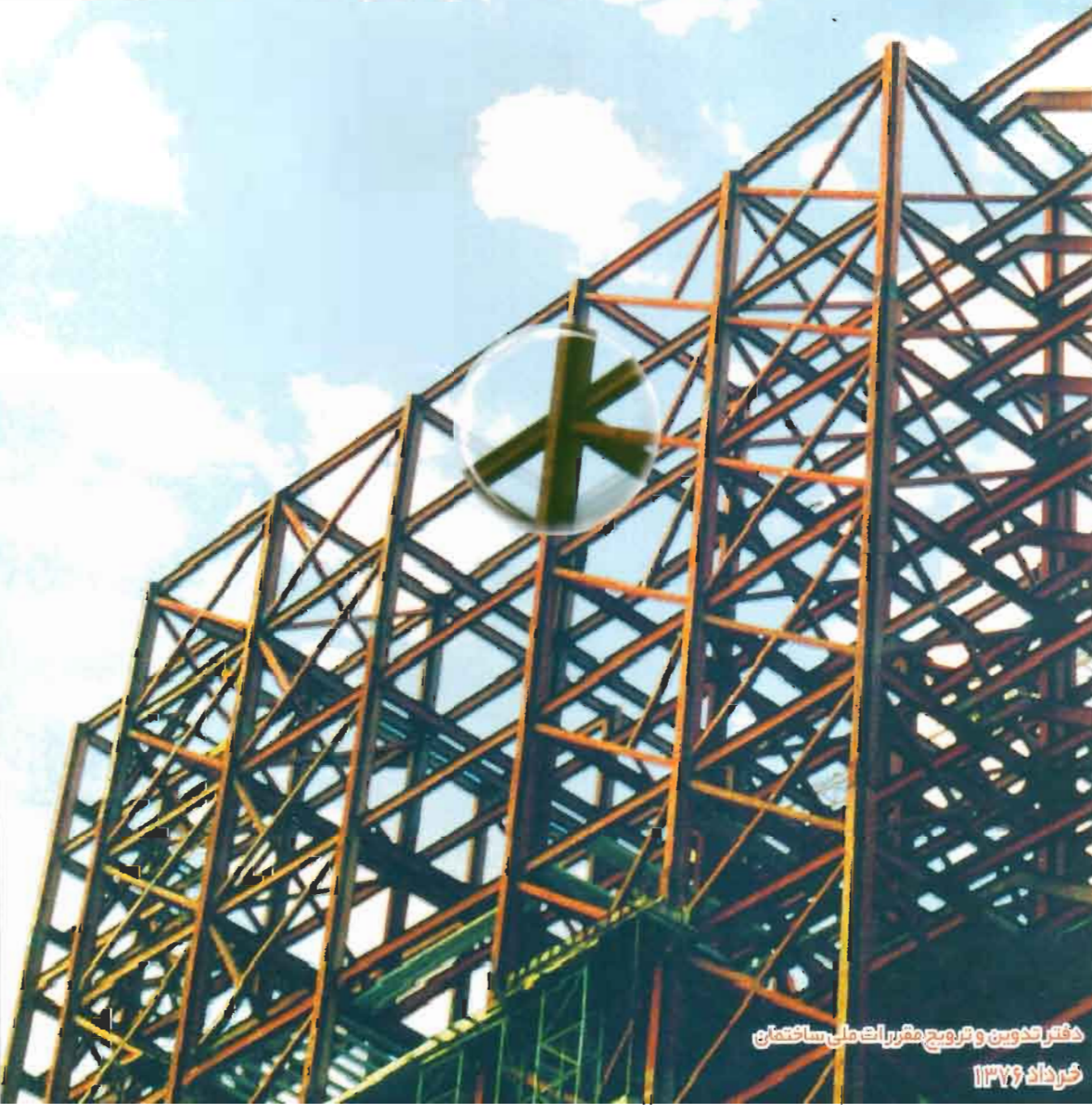


راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت مسکن و شهرسازی
معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان

راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان
خرداد ۱۳۷۶

راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی / تهیه کننده دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت نظام مهندسی و اجرای ساختمان. - تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۸۰.

۲۳۲ ص: نقشه، جدول، نمودار.

ISBN 964-7588-11-9

۹۶۰۰ ریال :

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.

چاپ هفتم: ۱۳۸۳: ۱۴۰۰۰ ریال.

ISBN 964-7588-23-2

۱. سازه های فولادی جوش شده. ۲. اتصالات جوش شده. الف. ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان.

۶۲۴/۱۸۲

۲ ر / ۶۸۴ TA

۱۳۸۰

۸۰-۱۶۸۵۰ م

کتابخانه ملی ایران

نام کتاب : راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی

تهیه کننده : دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

ناشر : نشر توسعه ایران

شمارگان : ۵۰۰۰ جلد

نوبت چاپ : هفتم

سال انتشار : ۱۳۸۳

شابک : ۹۶۴-۷۵۸۸-۲۳-۲

چاپ و صحافی : کتیبه

قیمت : ۱۴۰۰۰ ریال

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

بسمه تعالی

«پیش گفتار»

وزارت مسکن و شهرسازی در اجرای قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمانی ایران را بر عهده دارد. این مقررات به عنوان بخشی از مدارک فنی ساختمانی محسوب می شود و حاوی ضوابط حداقل برای طراحی، اجرا و نگهداری ساختمان است. مقررات ملی ساختمانی، دارای اصول مشترک و متحدالشکل در کشور است و رعایت ضوابط آنها لازم الاجرا است. در کنار مقررات ملی ساختمان، مدارک فنی دیگری نیز باید منتشر شود که ضمن کمک به غنای این مقررات، بحث و تشریح و توضیحات کافی را نیز در بر داشته باشد یا اصولاً محدوده دیگری از ضوابط لازم را پوشش دهد آئین نامه ها و مشخصات فنی، استانداردها، مدارک ارشادی و توضیحی (راهنماها) و مدارک اقتناعی از این دسته اند.

اصولاً ضوابط مندرج در مقررات ملی ساختمان با رعایت ایجاز و اختصار تدوین می شود و این وظیفه راهنماها و مدارک توضیحی است که به درک صحیحتر «مقررات ملی ساختمان» یاری رسانده، موجب توسعه و ترویج آن شود.

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، در کنار تدوین مباحث بیست گانه مقررات ملی ساختمانی ایران، تدوین و انتشار راهنماهای مباحث مذکور و همچنین راهنماهایی در زمینه های خاص کارهای ساختمانی را نیز در دستور کار خود قرار داده است.

تاکنون راهنمای مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران «طراحی و اجرای ساختمانهای فولادی» منتشر شده است و اکنون راهنمای دیگر مرتبط با این مبحث تحت عنوان «راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی» تقدیم به جامعه مهندسی کشور می شود.

اصولاً اسکلت فلزی، مجموعه ای از اعضای مفصل فولادی است که با اتصالات و جزئیات سازه ای به واحد یکپارچه ای تبدیل می شود. اگر یکپارچگی اصل باشد، نقش اساسی اتصالات و جزئیات بیشتر نمایان می شود یکی از مشکلات مهم امر ساختمان سازی در کشور ما عدم توجه به این جزئیات مهم است. در اسکلت فولادی حتی اگر تیرها و ستونها محافظه کارانه طراحی شده باشند، در صورت عدم طراحی و اجرای مناسب اتصالات و جزئیات کارآمد، ایمنی لازم را برای ساختمان در برابر نیروهای قائم و جانبی نمی توان متصور شد.

عمدتاً در ساختمانهای کوچک و متوسط شهری، برخی کم دقتی ها در طراحی و اجرای اتصالات و جزئیات ملاحظه می شود. سرپناه اکثر مردم ساختمانهایی از همین رده است و بنابراین خطرهای احتمالی بیشتر

مشخص می‌شود، لذا لازم است به مانند کشورهای دنیا، در کنار تهیه و تدوین مقررات ملی ساختمانی، آئین نامه‌های محاسباتی، استانداردها و سایر مدارک فنی، راهنماهایی برای سهولت کار مهندسان و مجریان ساختمانها، بخصوص برای راهنمایی مهندسانی با تجارب اندک تهیه شود. این مدارک فنی قطعاً با ارتقای آگاهی عمومی در افزایش سطح انتظار عموم از «ساختمان» مؤثر خواهد بود.

این مجموعه، گام کوچکی در این راستاست و شاید بتوان ادعا کرد که اولین راهنما در نوع خود است که همگام با عرف ساختمان سازی موجود کشور تهیه شده است و قابل استفاده طراحان و محاسبان ساختمانهای کوچک و متوسط می‌باشد. با چنین کاربردی نیاز به انجام محاسبات مفصل نیست و طراحی فقط به کمک جداول انجام می‌شود. راهنمای موجود با استفاده از تجربیات گروهی از مهندسان محاسب با تجربه تهیه شده و در آن برای تهیه نمودارها، جزئیات و جداول طراحی از پیشرفته‌ترین روشهای محاسبات سازه استفاده و نتایج به شکلی کاملاً ساده به صورت جداول و نمودارهای طراحی آورده شده است.

راهنمای حاضر مشتمل بر بیست و هشت فصل است که در هر فصل توضیحات کافی ارائه شده است و سعی بر این بوده که در این فصول تمام جزئیات مورد استفاده در ساختمانهای کوچک و متوسط گنجانده شود.

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان با اذعان به اینکه هیچ کاری خالی از عیب نیست، خصوصاً کاری در این چهارچوب و توجه به اینکه می‌توان این مجموعه را با نظریات استفاده‌کنندگان کاملتر کرد، از کلیه صاحب نظران و مطالعه‌کنندگان محترم تقاضا دارد، هرگونه پیشنهاد خود را به این دفتر ارسال نمایند.

در پایان لازم می‌داند از همکاری صمیمانه تدوین‌کنندگان این راهنما، آقایان مهندس شاپور طاحونی، مهندس رحیم واعظی و مهندس امیر پیمان زندی و همچنین از نظریات ارزشمند آقای دکتر رسول میرقادری تشکر و قدردانی نماید.

دفتر تدوین و ترویج
مقررات ملی ساختمان

فهرست مطالب

۹	فصل ۱- آشنایی با جوشکاری و علائم جوشکاری
۲۱	فصل ۲- واکنش تکیه گاهی تیرهای ساده
۳۱	فصل ۳- واکنشهای تکیه گاهی تیرهای دوسرگیردار
۵۱	فصل ۴- جداول مقاومت برشی نبشی های جان
۵۹	فصل ۵- اتصال ساده تیر توسط نبشی های جان
۶۹	فصل ۶- اتصال ساده تیر توسط نشیمن تقویت نشده (انعطاف پذیر) و تقویت شده
۸۵	فصل ۷- اتصال گیردار تیر به ستون (تیرهای تک)
۹۳	فصل ۸- اتصال گیردار تیر به ستون (تیرهای زوج)
۱۰۱	فصل ۹- اتصال خورجینی تیر به ستون
۱۰۹	فصل ۱۰- اتصال عرضی دو تیر موازی
۱۱۱	فصل ۱۱- وصله تیرها با ورق جان و بال
۱۱۷	فصل ۱۲- وصله مستقیم تیرها
۱۲۱	فصل ۱۳- نعل درگاهها
۱۲۵	فصل ۱۴- جزئیات مهار دیوارهای غیرباربر با مصالح بنایی به ستونهای فلزی
۱۲۷	فصل ۱۵- اتصال تیرهای پیشانی یکسره به انتهای تیر اصلی
۱۳۱	فصل ۱۶- جزئیات ساخت تیرهای پله در محل خمها
۱۳۳	فصل ۱۷- اتصال تیرکنسول شده از تیر اصلی با استفاده از صفحه اتصال و تیر پشت بند
۱۳۹	فصل ۱۸- تیرهای لانه زنبوری
۱۴۵	فصل ۱۹- محاسبه اعضای قطری یکپارچه کننده سقف های طاق ضربی
۱۴۹	فصل ۲۰- اتصال تیپ تیر طاق ضربی بر روی کلاف بتنی
۱۵۱	فصل ۲۱- اتصال تیپ تیر طاق ضربی در داخل کلاف بتنی سقف
۱۵۳	فصل ۲۲- جزئیات تیپ سقف تیرچه بلوک در ساختمانهای فلزی
۱۶۵	فصل ۲۳- جداول و منحنی های طرح سقف تیرچه بلوک
۱۷۵	فصل ۲۴- جزئیات تیپ کف ستونها
۱۸۳	فصل ۲۵- وصله ستونهای مرکب
۱۸۹	فصل ۲۶- جزئیات تیپ بستهاهای ستونها
۱۹۵	فصل ۲۷- جزئیات اتصال بادبندها
۲۰۹	فصل ۲۸- جداول مشخصات هندسی نیمرخها و روابط استاتیکی

فصل ۱

آشنایی با جوشکاری

و

علائم جوشکاری

۱-۱- جوشکاری با قوس الکتریک

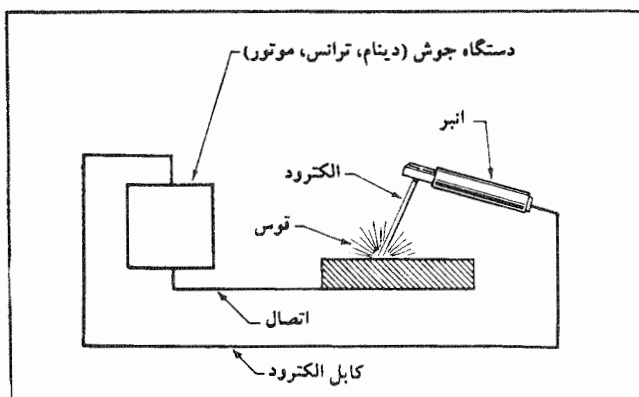
در جوشکاری با قوس الکتریک که متداولترین نوع جوشکاری در ساختمان‌سازی است، اتصال بین مصالح با ذوب کردن لبه‌های درز و سخت شدن بعدی آنها صورت می‌گیرد. در حین ذوب، فلز پایه و فلز جوش با یکدیگر ممزوج شده و پس از سخت شدن، اتصال قطعات تأمین می‌گردد.

حرارت لازم برای ذوب مصالح، به وسیله قوس الکتریکی تأمین می‌شود. قوس بین یک مفتول فولادی که الکتروود خوانده می‌شود و فلز پایه تشکیل می‌یابد. با نزدیک کردن الکتروود به درز جوش، قوس ایجاد شده و حرارتی معادل ۳۶۰۰ درجه در نوک الکتروود تولید می‌شود. این حرارت زیاد، باعث ذوب فلز پایه و نوک الکتروود می‌شود و یک حوضچه مذاب از هر دو فلز در نوک الکتروود به وجود می‌آورد. با حرکت الکتروود، حوضچه مذاب به سمت جلو حرکت کرده و حوضچه‌های مذاب پشتی سرد و منجمد شده و باعث امتزاج و یکپارچگی دو فلز در محل درز می‌شوند.

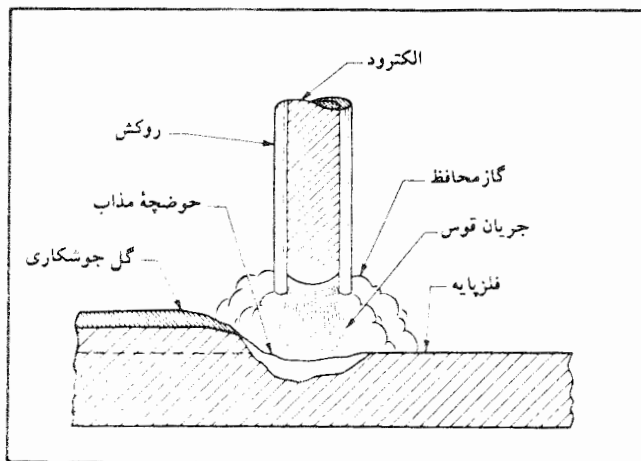
در تمام جوشکاری‌های دستی مدرن امروزی، برای افزایش کیفیت جوش و جلوگیری از انجماد و زود سرد شدن حوضچه مذاب، روی الکتروود روکش می‌شود.

روکش همراه با فلز پایه و الکتروود ذوب شده در حین انجماد به علت سبکتر بودن رو می‌آید و به صورت غشایی روی فلز مذاب در حال سرد شدن را می‌پوشاند. این غشاء که به گل جوشکاری موسوم است، از هیدراسیون جوش نیز جلوگیری می‌کند.

در شکل ۱-۱ مدار جوشکاری و در شکل ۲-۱ تشکیل حوضچه مذاب در نوک الکتروود نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- مدار جوشکاری



شکل ۲-۱- تشکیل حوضچه مذاب در نوک الکتروود

۲-۱- انواع اتصال جوشی

در شکل ۳-۱ انواع اتصالات جوشی نشان داده شده است این اتصالات عبارتند از:

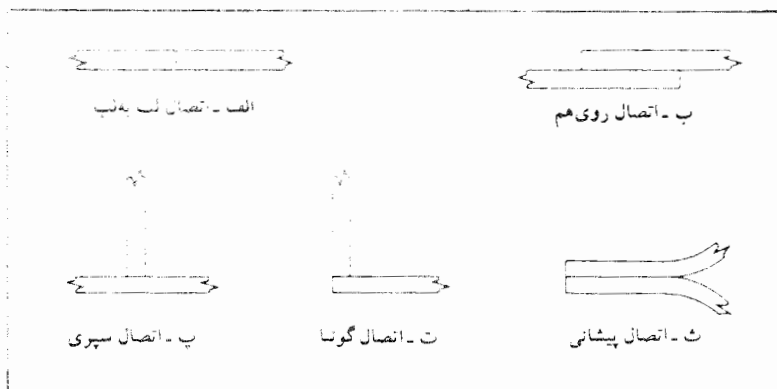
الف: اتصال لب به لب

ب: اتصال روی هم

پ: اتصال سپری

ت: اتصال گونا

ث: اتصال پینانی



شکل ۳-۱- انواع اتصال جوشی

۳-۱- انواع جوش

در شکل ۳-۱ انواع جوش نشان داده شده است که عبارتند از:

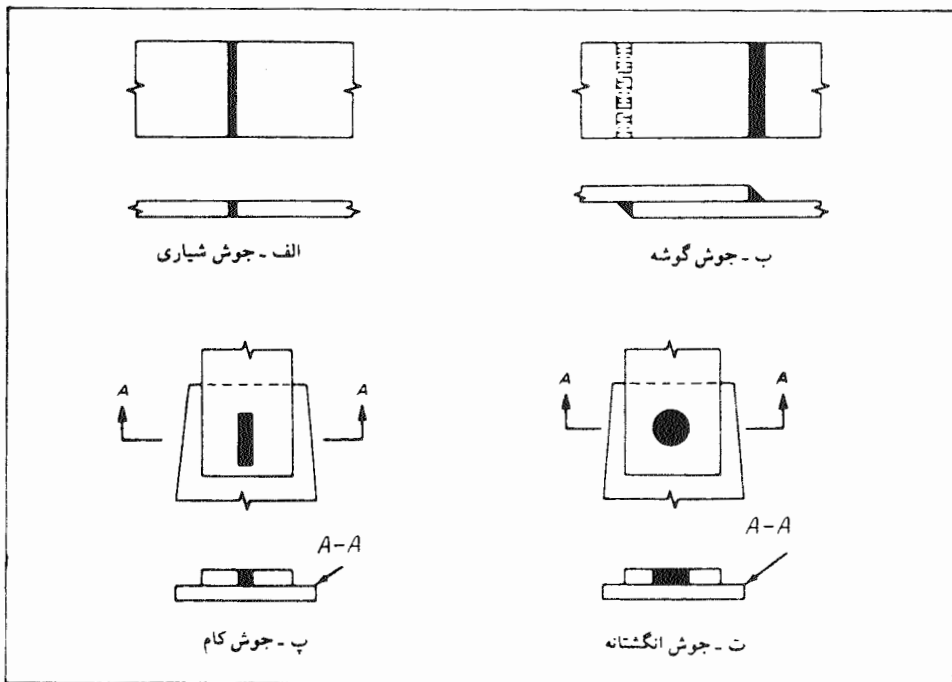
الف: جوش شیاری

ب: جوش گوشه

پ: جوش کام

ت: جوش انگشتانه

جوش گوشه متداولترین نوع جوش در سازه‌های فولادی است. بعد از آن جوش شیاری قرار دارد. کاربرد جوش انگشتانه و کام به موارد مخصوصی که در آن مقاومت جوش انجام شده در لبه‌ها به حد کافی نباشد، محدود می‌شود.



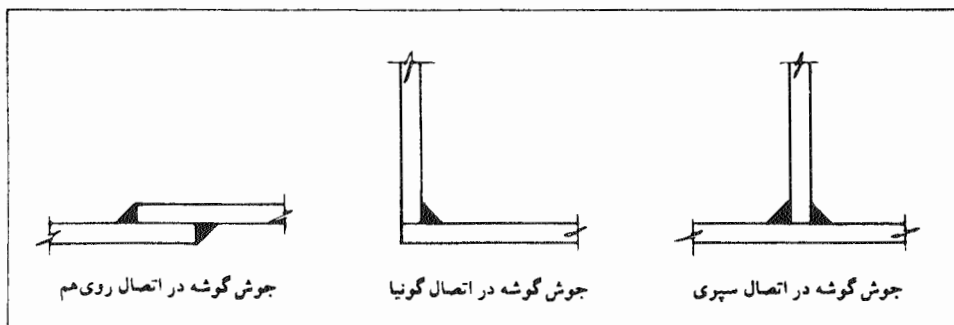
شکل ۳-۱- انواع جوش

۴-۱- جوش گوشه

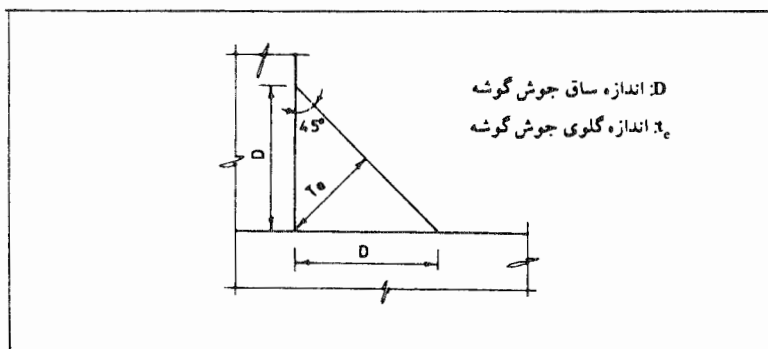
جوش گوشه متداولترین جوش در ساختمانهای فولادی است. از این جوش می‌توان در اتصال روی هم، اتصال سپری و اتصال گونیا از شکل ۳-۱ استفاده کرد که نتیجه آن در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. در شکل ۶-۱ مشخصات هندسی جوش گوشه با دو ساق مساوی نشان داده شده است. در این شکل به اختلاف بین اندازه گلو و اندازه ساق توجه داشته باشید. اگر a اندازه گلو و D اندازه ساق جوش گوشه باشد، داریم:

$$t_e = 0.707 D$$

تنش مجاز جوش گوشه در روی گلو، مساوی ۹۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد که حاصل ضرب $945t_e$ به ارزش



شکل ۵-۱



شکل ۶-۱

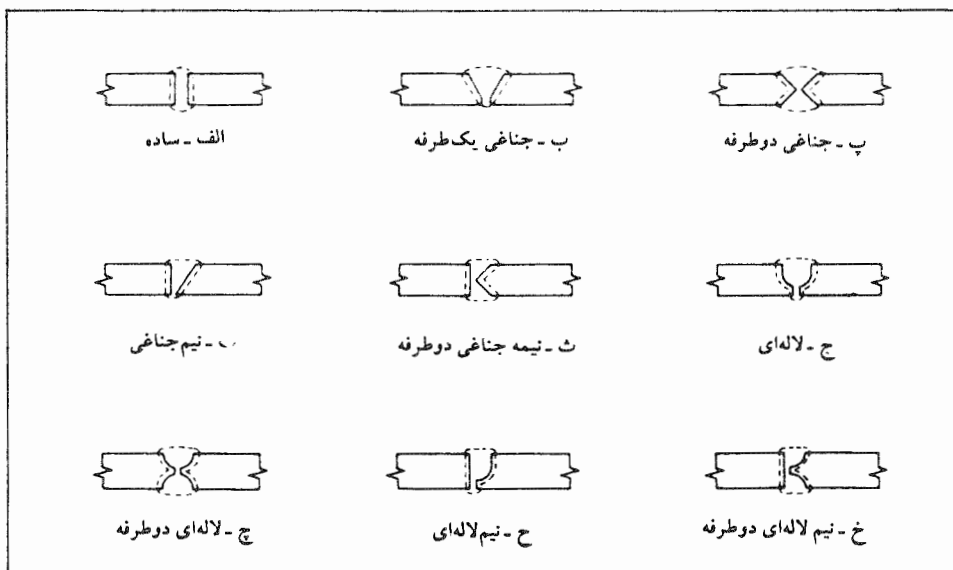
جوش گوشه معروف است. با توجه به تناسب هندسی بین x و D ارزش جوش گوشه را می توان با تقریب مساوی $0.65D$ در نظر گرفت که در آن D اندازه ساق جوش است. در محاسبات ظرفیت تمام جوشهای گوشه این دستنامه، از مقادیر فوق استفاده گردیده است. (فرضیات و روش محاسبه در بخش ۱-۸ آمده است).

۵-۱- انواع جوش شیاری

برای انجام جوش شیاری در دو لبه مجاور هم، لازم است لبه های کار به منظور نفوذ کامل جوش آماده گردند. در شکل ۷-۱ انواع آماده سازی لبه ها ارائه شده است.

۶-۱- علائم جوشکاری

قبل از اینکه یک درز یا اتصال جوش شود، طراح باید قادر باشد به طریقی دستورات خود در مورد اندازه و نوع جوش لازم را به نقشه کش و یا سازنده اتصال ارائه نماید. انواع اصلی جوش و بعضی انواع فرعی در بخش های قبل مورد بحث قرار گرفت. اگر برای ساخت هر اتصال جدیدی، به دستورالعملهای اختصاصی و مشروحي احتیاج بود، کار طراح در تهیه دستور ساخت یک اتصال، بسیار مشکل می شد.



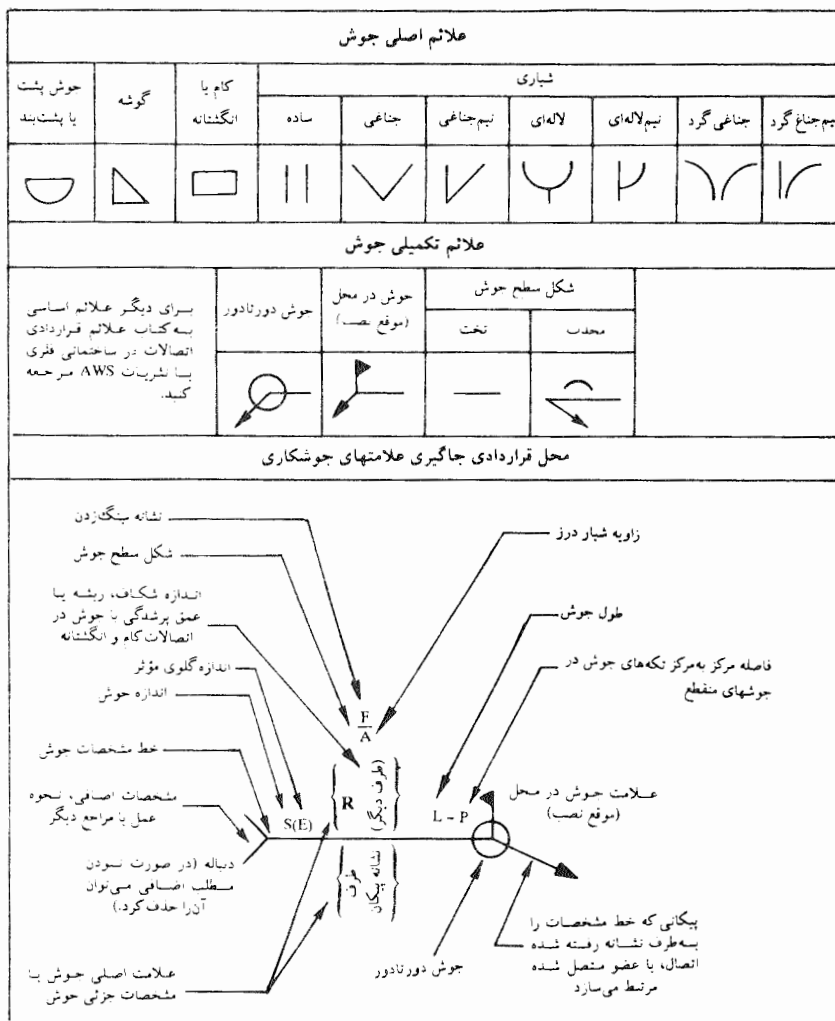
شکل ۱-۷

نیاز به یک وسیله ساده و در عین حال دقیق برای برقراری تفاهم میان طراح و سازنده به استفاده از علائم اختصاری که نمایشگر انواع جوشها و اندازه آنهاست، رواج بخشیده است. علائم استاندارد که در شکل ۱-۸ به نمایش درآمده است، به خوبی هر دستورالعمل اختصاصی مشخص کننده نوع، اندازه، طول و محل هر جوش می باشد. شکل ۱-۹ مواردی از کاربرد این علائم را به نمایش می گذارد.

ممکن است خواننده احساس کند که تعداد علائم بی جهت زیاد است، در صورتی که سیستم نمایش جوشها به تعداد کمی انواع اصلی تقسیم شده که با سرهم کردن آنها دستورالعملهای کامل تهیه می شوند. هرگاه از یک نوع اتصال خاص در قسمتهای مختلف یک سازه استفاده به عمل می آید، ممکن است تنها به نمایش یک جزئیات تیب مانند شکل ۱-۱۰ الف بسنده کرد. هرگاه اتصالات خاص مورد استفاده قرار گیرند، باید به قدر کافی جزئیات هر یک را مشخص ساخت تا هیچ تردیدی درباره نقطه نظرهای طراح باقی نماند (شکل ۱-۱۰ ب).

در شکل ۱-۱۰ ب طراح مشخص ساخته که جوش انگشتانه در کارخانه و بر روی زمین انجام می گیرد درحالی که جوش نیم جناغی دو طرفه که ورق اتصال را به ستون متصل می سازد، در محل کارگاه و موقع نصب اجرا می شود. از آنجایی که طراح مشخص نساخته که آیا جوش گوشه متصل کننده نبشی به ورق در کارخانه یا در کارگاه و محل نصب انجام پذیرد، سازنده اسکلت فلزی آزاد خواهد بود که در این مورد تصمیم بگیرد.

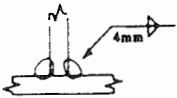
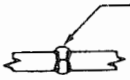
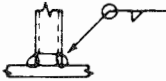
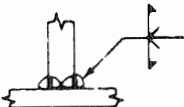
در این مورد خاص بهتر است که جوش گوشه در کارخانه یا روی زمین انجام شود. چرا که ممکن است در غیر این صورت جوش انگشتانه در حین عملیات نصب تحت تنشهای اضافی قرار گیرد. عموماً به دلیل ملاحظات اقتصادی سازنده سعی می کند تا آنجایی که امکان دارد جوشها را در روی زمین انجام دهد. بنابر این مشخص ساختن جوشهایی که طراح می خواهد حتماً در محل نصب و پای کار انجام شود، از اهمیت بسیاری برخوردار است.



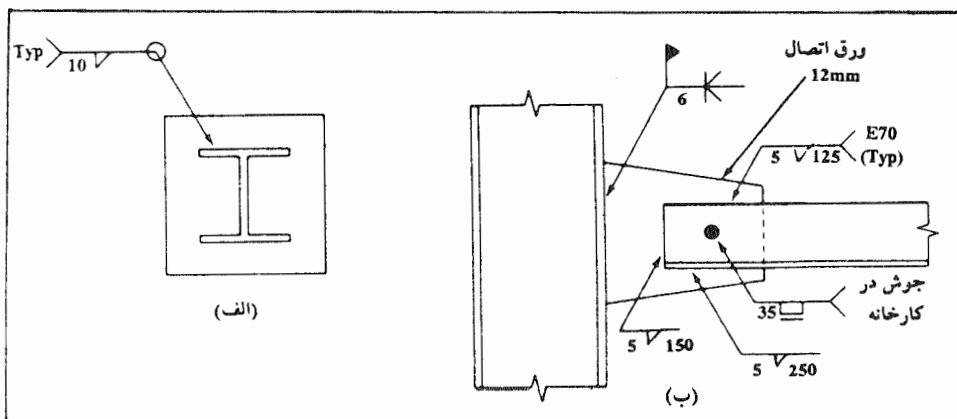
تذکر:

- اندازه، علامت، طول جوش و فاصله تکه های آن باید به همین ترتیب از چپ به راست روی خط مشخصات نوشته شود و جهت خط مشخصات با محل پیکان تغییری در این قاعده ایجاد نمی کند.
- ساق قائم جوشهای $\sqrt{}$ ، $\sqrt{\quad}$ باید در طرف چپ قرار گیرد.
- جوشهای طرف نشانه پیکان و طرف دیگر دارای یک اندازه می باشند، مگر اینکه خلاف آن ذکر شده باشد.

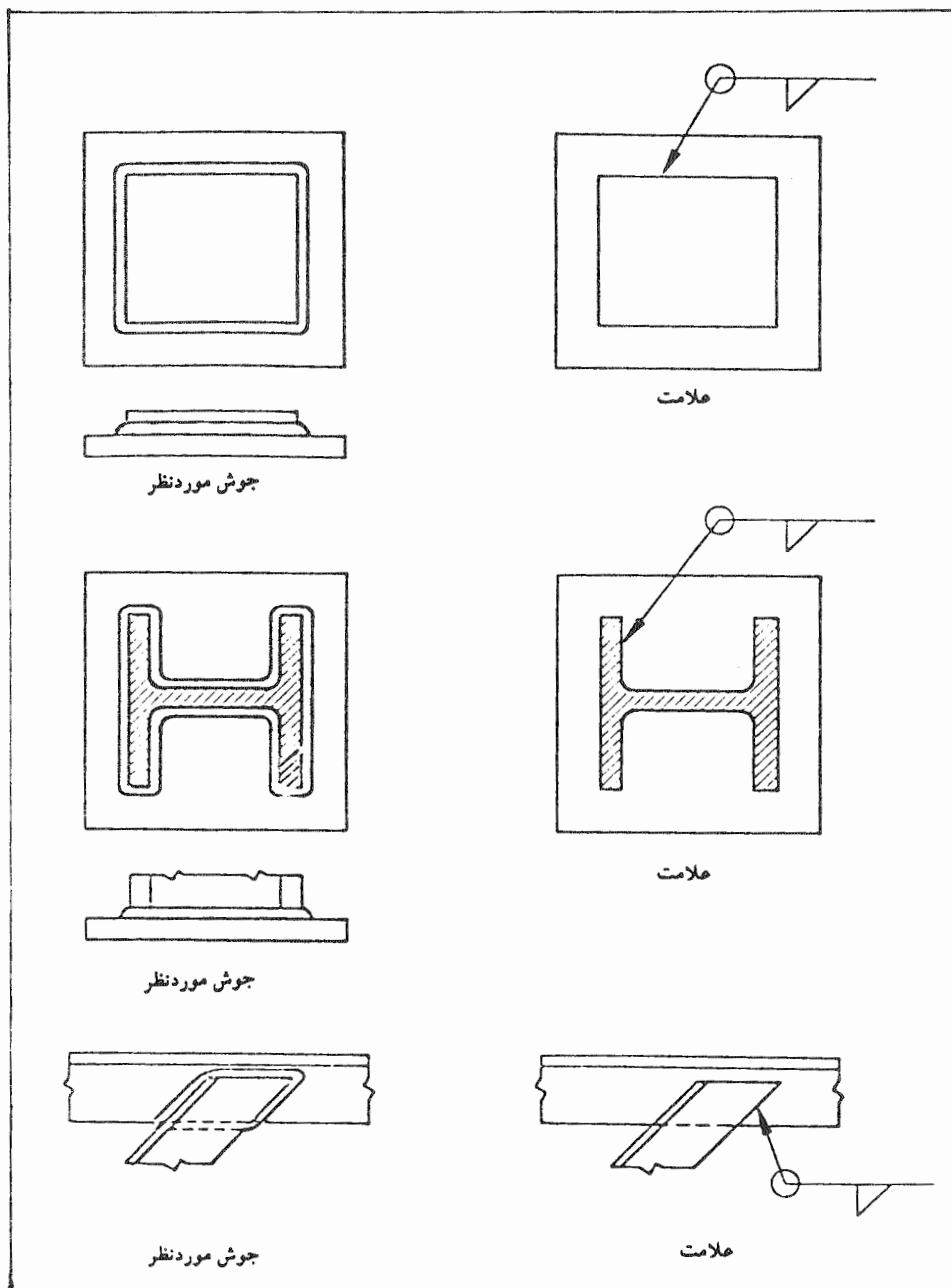
شکل ۸-۱ = پیکان جوش

جوشهای گوشه	جوشهای شیار	جوشهای شیار مخصوص
 عدد نماینده اندازه ساق جوش وقتی جوشهای دوطرف یکی باشد تنها در یک طرف گذارده می‌شود	 جوش شیار ساده با جوشکاری از دوطرف	 جوش گونیا برای بارهای یک
 نشان دهنده این است که جوشها یکس درمیان بوده تکه‌های جوش ۵ سانتی متری هستند و به فاصله مسرکز به مرکز ۱۰ سانتی متری قرار دارند	 جوش نیم جناغی با شکاف ریشه ۳ میلیمتر یا پنج درجه در قطعه بالایی و استفاده از جوش پشت بند	 جوش گونیا با خط جوش داخلی برای مقاومت بیشتر
 جوش دورتا دور	 جناغی با زاویه پخی ۶۰ درجه و شکاف ریشه ۲/۵ میلیمتر	 اتصال گونیا، نفوذی کامل ترکیب جوش گوشه و جوش شیاری مورد استفاده در اتصالات تحت بارهای ضربه‌ای با در معرض خستگی

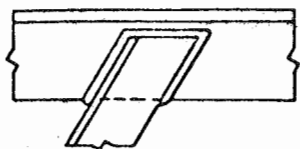
شکل ۹-۱



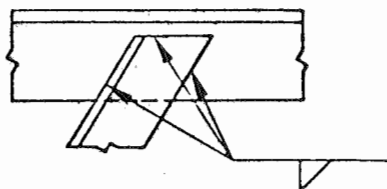
شکل ۱۰-۱



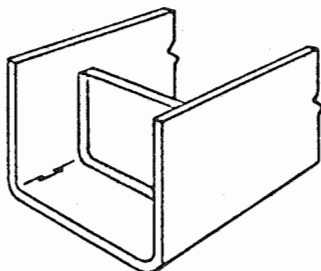
شکل ۱۱-۱. مثالهایی از شکل جوش اصلی و نمایش آن به کمک علامت



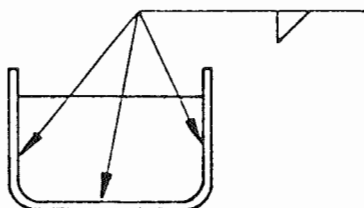
جوش موردنظر



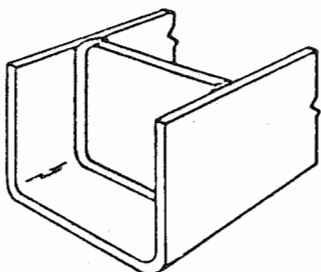
علامت



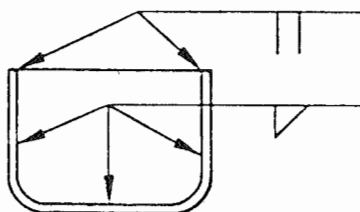
جوش موردنظر



علامت



جوش موردنظر



علامت

در شکل ۱-۱ نیز مثالهای متعددی از شکل جوش اصلی و طریقه نمایش آن به کمک علامت ارائه شده است.

۷-۱- الکتروود جوشکاری

هر نوع الکتروود برای وضعیت خاصی از جوشکاری مناسب است. به همین علت برای هر شرایط جوشکاری باید الکتروود سازگار با آن شرایط انتخاب گردد.

این سازگاری باید هم از دیدگاه مقاومت و هم از نظر نوع روکش، و هم قطر الکتروود مورد بررسی قرار گیرد. کتابهای راهنمای جوشکاری می توانند برای انتخاب الکتروود مناسب مورد استفاده قرار گیرند.

به عنوان یک اصل عمومی می توان گفت اغلب فولادهای نرم ساختمانی باید با الکتروودی جوشکاری شوند که مقاومت کششی نهایی فولاد میله آن حدود ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. به این نوع الکتروود مطابق استانداردهای AWS الکتروود E60xx اطلاق می گردد. البته شرایط روکش الکتروود در کیفیت جوش به دست آمده تأثیر به سزایی دارد. لذا در مورد عملی حتماً باید به دو رقم دیگری که پس از عدد ۶۰ در نام الکتروود ذکر می گردد توجه نمود و معنای آنها را مورد تفسیر و تدقیق قرار داد.

۸-۱- تنشهای مجاز

تنشهای مجاز کلیه اتصالات عرضه شده در این راهنما از مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ایران «طرح و اجرای ساختمانهای فولادی» انتخاب شده است. به عنوان مثال ارزش جوش گوشه معادل مقدار زیر انتخاب شده است:

$$E60 = \text{الکتروود}$$

$$F_u = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.75 \times 0.3 \times 4200 = 945 \text{ kg/cm}^2 = \text{تنش برشی مجاز در گلوگاه}$$

۰/۷۵ ضریب کاهش برای بازدید چشمی می باشد.

$$945(\cos 45)D \# 650D = \text{ارزش جوش}$$

که همان عدد آشنای طراحان سازه های فولادی است.

۹-۱- حداقل اندازه جوش

حداقل بعد جوش گوشه باید طبق جدول ۱-۱ تعیین شود. حداقل بعد جوش تابع قطعه ضخیمتر می باشد، ضمناً نباید از ضخامت قطعه نازکتر تجاوز کند.

ضخامت قطعه ضخیمتر	حداقل بعد جوش گوشه
تا ۷ میلیمتر	۳ میلیمتر
۷ تا ۱۲ میلیمتر	۵ میلیمتر
۱۲ تا ۲۰ میلیمتر	۷ میلیمتر
بیش از ۲۰ میلیمتر	۸ میلیمتر

جدول ۱-۱

فصل ۲

واکنش تکیه گاهی تیرهای ساده

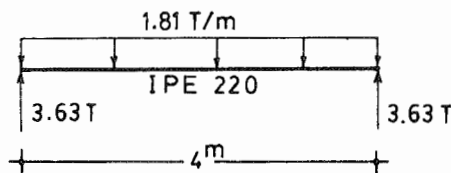
در این فصل واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای ساده برای دهانه‌های مختلف که تحت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی مجاز آنها قرار دارند، ارائه می‌شود. جداول برای نیمرخهای IPE، INP، CIPE (IPE لانه زنبوری)، UNP، 2IPE، 2INP، 2CIPE و 2UNP تنظیم شده‌اند. در هر چشمه جدول ۲ عدد وجود دارد که عدد فوقانی نشان‌دهنده واکنش تکیه‌گاهی و عدد پایینی نشان‌دهنده شدت بار گسترده نظیر ظرفیت خمشی مجاز تیر است.

مثال:

حداکثر نیروی برشی نظیر ظرفیت خمشی نیمرخ IPE220 را در دهانه ۴ متر تعیین نمایید.

حل:

در جدول ۱-۲، در محل تقاطع ردیف IPE220 با ستون دهانه ۴ متر، عدد ۳/۶۳ تن به عنوان واکنش تکیه‌گاهی و عدد ۱/۸۱ تن بر متر به عنوان شدت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی مجاز قرائت می‌شود (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲

جدول ۱-۲- واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ تک $(F_g = 1440 \text{ kg/cm}^2)$ IPE

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
IPE 80	2.30 9.2	1.15 2.30	0.77 1.02	0.58 0.58	0.46 0.37									
IPE 100	3.94 15.7	1.97 3.94	1.31 1.75	0.98 0.98	0.79 0.63	0.66 0.44								
IPE 120	5.07 20.3	3.05 6.11	2.04 2.71	1.53 1.53	1.22 0.98	1.02 0.68	0.87 0.50							
IPE 140	6.32 25.3	4.45 8.90	2.97 3.96	2.23 2.23	1.78 1.42	1.48 0.99	1.27 0.73	1.11 0.56						
IPE 160	7.68 30.7	6.28 12.56	4.19 5.58	3.14 3.14	2.51 2.01	2.09 1.40	1.79 1.03	1.57 0.78	1.40 0.62	1.26 0.50				
IPE 180	9.16 36.6	8.41 16.82	5.61 7.48	4.20 4.20	3.36 2.69	2.80 1.87	2.40 1.37	2.10 1.05	1.87 0.83	1.68 0.67	1.53 0.56			
IPE 200		10.75 21.50	7.45 9.93	5.59 5.59	4.47 3.58	3.72 2.48	3.19 1.82	2.79 1.40	2.48 1.10	2.23 0.89	2.03 0.74	1.86 0.62		
IPE 220		12.46 24.92	9.68 12.90	7.26 7.26	5.81 4.64	4.84 3.23	4.15 2.37	3.63 1.81	3.23 1.43	2.90 1.16	2.64 0.96	2.42 0.81	2.23 0.69	
IPE 240		14.28 28.57	12.44 16.59	9.33 9.33	7.46 5.97	6.22 4.15	5.33 3.05	4.67 2.33	4.15 1.84	3.73 1.49	3.39 1.23	3.11 1.04	2.87 0.88	2.67 0.76
IPE 270		17.11 34.21	16.47 21.96	12.36 12.36	9.88 7.91	8.24 5.49	7.06 4.03	6.18 3.09	5.49 2.44	4.94 1.98	4.49 1.63	4.12 1.37	3.80 1.17	3.53 1.01
IPE 300			20.45 27.26	16.04 16.04	12.83 10.27	10.69 7.13	9.17 5.24	8.02 4.01	7.13 3.17	6.42 2.57	5.83 2.12	5.35 1.78	4.94 1.52	4.58 1.31
IPE 330			23.76 31.68	20.53 20.53	16.43 13.14	13.69 9.13	11.73 6.71	10.27 5.13	9.13 4.06	8.21 3.29	7.47 2.72	6.84 2.28	6.32 1.94	5.87 1.68
IPE 360			27.65 36.86	26.04 26.04	20.83 16.66	17.36 11.57	14.88 8.50	13.02 6.51	11.57 5.14	10.41 4.17	9.47 3.44	8.68 2.89	8.01 2.46	7.44 2.13
IPE 400				33.02 33.02	26.73 21.38	22.27 14.85	19.09 10.91	16.70 8.35	14.85 6.60	13.36 5.35	12.15 4.42	11.14 3.71	10.28 3.16	9.55 2.73

جدول ۲-۲- واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ تک $(F_g = 1440 \text{ kg/cm}^2)$ INP

V (ton) q (ton/m)	دیسانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
INP 80	2.25 8.99	1.12 2.25	0.75 1.00	0.56 0.56	0.45 0.36									
INP 100	3.94 15.76	1.97 3.94	1.31 1.75	0.98 0.98	0.79 0.63	0.66 0.44								
INP 120	5.88 23.50	3.15 6.30	2.10 2.80	1.58 1.58	1.26 1.01	1.05 0.70	0.90 0.51							
INP 140	7.66 30.64	4.72 9.43	3.14 4.19	2.36 2.36	1.89 1.51	1.57 1.05	1.35 0.77	1.18 0.59						
INP 160	9.68 38.71	6.74 13.48	4.49 5.99	3.37 3.37	2.70 2.16	2.25 1.50	1.93 1.10	1.68 0.84	1.50 0.67	1.35 0.54				
INP 180	11.92 47.69	9.27 18.55	6.18 8.24	4.64 4.64	3.71 2.97	3.09 2.06	2.65 1.51	2.32 1.16	2.06 0.92	1.85 0.74	1.69 0.61			
INP 200	14.40 57.60	12.33 24.65	8.22 10.96	6.16 6.16	4.93 3.94	4.11 2.74	3.52 2.01	3.08 1.54	2.74 1.22	2.47 0.99	2.24 0.81	2.05 0.68		
INP 220	17.11 68.43	16.01 32.03	10.68 14.23	8.01 8.01	6.41 5.12	5.34 3.56	4.58 2.61	4.00 2.00	3.56 1.58	3.20 1.28	2.91 1.06	2.67 0.89	2.46 0.76	
INP 240		20.04 40.09	13.59 18.12	10.20 10.20	8.16 6.52	6.80 4.53	5.83 3.33	5.10 2.55	4.53 2.01	4.08 1.63	3.71 1.35	3.40 1.13	3.14 0.97	2.91 0.83
INP 260		23.46 46.92	16.97 22.63	12.73 12.73	10.18 8.15	8.49 5.66	7.27 4.16	6.36 3.18	5.66 2.51	5.09 2.04	4.63 1.68	4.24 1.41	3.92 1.21	3.64 1.04
INP 280		27.15 54.30	20.81 27.75	15.61 15.61	12.49 9.99	10.41 6.94	8.92 5.10	7.80 3.90	6.94 3.08	6.24 2.50	5.68 2.06	5.20 1.73	4.80 1.48	4.46 1.27
INP 300		31.10 62.21	25.08 33.43	18.81 18.81	15.05 12.04	12.54 8.36	10.75 6.14	9.40 4.70	8.36 3.71	7.52 3.01	6.84 2.49	6.27 2.09	5.79 1.78	5.37 1.54
INP 320		35.33 70.66	30.03 40.04	22.52 22.52	18.02 14.41	15.01 10.01	12.87 7.35	11.26 5.63	10.01 4.45	9.01 3.60	8.19 2.98	7.51 2.50	6.93 2.13	6.43 1.84
INP 340		39.82 79.64	35.44 47.26	26.58 26.58	21.27 17.01	17.72 11.81	15.19 8.68	13.29 6.65	11.81 5.25	10.63 4.25	9.67 3.52	8.86 2.95	8.18 2.52	7.59 2.17
INP 360		44.93 89.86	41.86 55.81	31.39 31.39	25.11 20.09	20.93 13.95	17.94 10.25	15.70 7.85	13.95 6.20	12.56 5.02	11.42 4.15	10.46 3.49	9.66 2.97	8.97 2.56
INP 380		49.98 99.96	48.38 64.51	36.29 36.29	29.03 23.22	24.19 16.13	20.74 11.85	18.14 9.07	16.13 7.17	14.52 5.81	13.20 4.80	12.10 4.03	11.17 3.44	10.37 2.96
INP 400			55.30 73.73	42.05 42.05	33.64 26.91	28.03 18.69	24.03 13.73	21.02 10.51	18.69 8.31	16.82 6.73	15.29 5.56	14.02 4.67	12.94 3.98	12.01 3.43

جدول ۳-۲- واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ تک لانه زنبوری $(F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2)$ CIPE

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)											
PROFILE NO.	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
CIPE 140	3.46	2.76	2.30	1.97	1.73	1.54	1.38	1.26	1.15	1.06		
	3.46	2.21	1.54	1.13	0.86	0.68	0.55	0.46	0.38	0.33		
CIPE 160	4.87	3.89	3.24	2.78	2.43	2.16	1.95	1.77	1.62	1.50	1.39	
	4.87	3.12	2.16	1.59	1.22	0.96	0.78	0.64	0.54	0.46	0.40	
CIPE 180	6.54	5.23	4.36	3.74	3.27	2.91	2.62	2.38	2.18	2.01	1.87	
	6.54	4.18	2.91	2.13	1.63	1.29	1.05	0.86	0.73	0.62	0.53	
CIPE 200	8.67	6.94	5.78	4.95	4.33	3.85	3.47	3.15	2.89	2.67	2.48	
	8.67	5.55	3.85	2.83	2.17	1.71	1.39	1.15	0.96	0.82	0.71	
CIPE 220	11.29	9.03	7.53	6.45	5.64	5.02	4.52	4.11	3.76	3.47	3.23	
	11.29	7.23	5.02	3.69	2.82	2.23	1.81	1.49	1.25	1.07	0.92	
CIPE 240	14.49	11.59	9.66	8.28	7.24	6.44	5.79	5.27	4.83	4.46	4.14	
	14.49	9.27	6.44	4.73	3.62	2.86	2.32	1.92	1.61	1.37	1.18	
CIPE 270	19.15	15.32	12.77	10.94	9.58	8.51	7.66	6.96	6.38	5.89	5.47	
	19.15	12.26	8.51	6.25	4.79	3.78	3.06	2.53	2.13	1.81	1.56	
CIPE 300	24.83	19.86	16.55	14.19	12.41	11.03	9.93	9.03	8.28	7.64	7.09	
	24.83	15.89	11.03	8.11	6.21	4.90	3.97	3.28	2.76	2.35	2.03	

* فرض شده است که در هر طرف تکیه گاه از بر ستون، حداقل دو سوراخ توسط ورقی هم ضخامت با جان پر شده است.

جدول ۴-۲. واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیمخ تک $UNP (F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2)$

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
UNP 80	3.05 12.2	1.53 3.1	1.02 1.36	0.76 0.76	0.61 0.49									
UNP 100	4.75 19.0	2.37 4.7	1.58 2.11	1.19 1.19	0.95 0.76	0.79 0.53								
UNP 120	6.99 28.0	3.50 7.0	2.33 3.11	1.75 1.75	1.40 1.12	1.17 0.78	1.00 0.57							
UNP 140	9.41 37.6	4.98 10.0	3.32 4.42	2.49 2.49	1.99 1.59	1.66 1.11	1.42 0.81	1.24 0.62						
UNP 160	11.52 46.1	6.68 13.4	4.45 5.94	3.34 3.34	2.67 2.14	2.23 1.48	1.91 1.09	1.67 0.84	1.48 0.66	1.34 0.53				
UNP 180	13.82 55.3	8.64 17.3	5.76 7.68	4.32 4.32	3.46 2.76	2.88 1.92	2.47 1.41	2.16 1.08	1.92 0.85	1.73 0.69	1.57 0.57			
UNP 200	16.32 65.3	11.00 22.0	7.33 9.78	5.50 5.50	4.40 3.52	3.67 2.44	3.14 1.80	2.75 1.38	2.44 1.09	2.20 0.88	2.00 0.73	1.83 0.61		
UNP 220	19.01 76.0	14.11 28.2	9.41 12.54	7.06 7.06	5.64 4.52	4.70 3.14	4.03 2.30	3.53 1.76	3.14 1.39	2.82 1.13	2.57 0.93	2.35 0.78	2.17 0.67	
UNP 240	21.89 87.6	17.28 34.6	11.52 15.36	8.64 8.64	6.91 5.53	5.76 3.84	4.94 2.82	4.32 2.16	3.84 1.71	3.46 1.38	3.14 1.14	2.88 0.96	2.66 0.82	2.47 0.71
UNP 260	24.96 99.8	21.37 42.7	14.25 19.00	10.68 10.68	8.55 6.84	7.12 4.75	6.11 3.49	5.34 2.67	4.75 2.11	4.27 1.71	3.89 1.41	3.56 1.19	3.29 1.01	3.05 0.87
UNP 280	26.88 107.5	25.80 51.6	17.20 22.94	12.90 12.90	10.32 8.26	8.60 5.73	7.37 4.21	6.45 3.23	5.73 2.55	5.16 2.06	4.69 1.71	4.30 1.43	3.97 1.22	3.69 1.05
UNP 300		28.80 57.6	20.54 27.39	15.41 15.41	12.33 9.86	10.27 6.85	8.80 5.03	7.70 3.85	6.85 3.04	6.16 2.47	5.60 2.04	5.14 1.71	4.74 1.46	4.40 1.26
UNP 320	43.01 172.0	39.11 78.2	26.07 34.76	19.56 19.56	15.64 12.52	13.04 8.69	11.17 6.39	9.78 4.89	8.69 3.86	7.82 3.13	7.11 2.59	6.52 2.17	6.02 1.85	5.59 1.60
UNP 350	47.04 188.2	42.28 84.6	28.19 37.58	21.14 21.14	16.91 13.53	14.09 9.40	12.08 6.90	10.57 5.28	9.40 4.18	8.46 3.38	7.69 2.80	7.05 2.35	6.50 2.00	6.04 1.73
UNP 380	49.25 197.0	47.75 95.5	31.83 42.44	23.88 23.88	19.10 15.28	15.92 10.61	13.64 7.80	11.94 5.97	10.61 4.72	9.55 3.82	8.68 3.16	7.96 2.65	7.35 2.26	6.82 1.95
UNP 400		53.76 107.5	39.17 52.22	29.38 29.38	23.50 18.80	19.58 13.06	16.79 9.59	14.69 7.34	13.06 5.80	11.75 4.70	10.68 3.88	9.79 3.26	9.04 2.78	8.39 2.40

جدول ۵-۲ - واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیم‌رخ زوج $2IPE$ ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)														
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
2IPE 80	4.61 18.4	2.30 4.6	1.54 2.05	1.15 1.15	0.92 0.74										
2IPE 100	7.87 31.5	3.94 7.9	2.63 3.50	1.97 1.97	1.58 1.26	1.31 0.88									
2IPE 120	10.14 40.6	6.11 12.2	4.07 5.43	3.05 3.05	2.44 1.95	2.04 1.36	1.74 1.00								
2IPE 140	12.63 50.5	8.90 17.8	5.94 7.92	4.45 4.45	3.56 2.85	2.97 1.98	2.54 1.45	2.23 1.11							
2IPE 160	15.36 61.4	12.56 25.1	8.37 11.16	6.28 6.28	5.02 4.02	4.19 2.79	3.59 2.05	3.14 1.57	2.79 1.24	2.51 1.00					
2IPE 180	18.32 73.3	16.82 33.6	11.21 14.95	8.41 8.41	6.73 5.38	5.61 3.74	4.81 2.75	4.20 2.10	3.74 1.66	3.36 1.35	3.06 1.11				
2IPE 200		21.50 43.0	14.90 19.87	11.17 11.17	8.94 7.15	7.45 4.97	6.39 3.65	5.59 2.79	4.97 2.21	4.47 1.79	4.06 1.48	3.72 1.24			
2IPE 220		24.92 49.8	19.35 25.80	14.52 14.52	11.61 9.29	9.68 6.45	8.29 4.74	7.26 3.63	6.45 2.87	5.81 2.32	5.28 1.92	4.84 1.61	4.47 1.37		
2IPE 240		28.57 57.1	24.88 33.18	18.66 18.66	14.93 11.94	12.44 8.29	10.66 6.09	9.33 4.67	8.29 3.69	7.46 2.99	6.79 2.47	6.22 2.07	5.74 1.77	5.33 1.52	
2IPE 270		34.21 68.4	32.95 43.93	24.71 24.71	19.77 15.81	16.47 10.98	14.12 8.07	12.36 6.18	10.98 4.88	9.88 3.95	8.99 3.27	8.24 2.75	7.60 2.34	7.06 2.02	
2IPE 300			40.90 54.53	32.08 32.08	25.67 20.53	21.39 14.26	18.33 10.48	16.04 8.02	14.26 6.34	12.83 5.13	11.67 4.24	10.69 3.56	9.87 3.04	9.17 2.62	
2IPE 330			47.52 63.36	41.07 41.07	32.86 26.28	27.38 18.25	23.47 13.41	20.53 10.27	18.25 8.11	16.43 6.57	14.93 5.43	13.69 4.56	12.64 3.89	11.73 3.35	
2IPE 360			55.30 73.73	52.07 52.07	41.66 33.33	34.71 23.14	29.75 17.00	26.04 13.02	23.14 10.29	20.83 8.33	18.93 6.89	17.36 5.79	16.02 4.93	14.88 4.25	
2IPE 400				66.05 66.05	53.45 42.76	44.54 29.70	38.18 21.82	33.41 16.70	29.70 13.20	26.73 10.69	24.30 8.84	22.27 7.42	20.56 6.33	19.09 5.45	

جدول ۲-۶ واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ زوج $2INP$ ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)														
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
2INP 80	4.49 17.97	2.25 4.49	1.50 2.00	1.12 1.12	0.90 0.72										
2INP 100	7.98 31.52	3.94 7.88	2.63 3.50	1.97 1.97	1.58 1.26	1.31 0.88									
2INP 120	11.75 47.00	6.30 12.60	4.20 5.60	3.15 3.15	2.52 2.02	2.10 1.40	1.80 1.03								
2INP 140	15.32 61.29	9.43 18.87	6.29 8.39	4.72 4.72	3.77 3.02	3.14 2.10	2.70 1.54	2.36 1.18							
2INP 160	19.35 77.41	13.48 26.96	8.99 11.98	6.74 6.74	5.39 4.31	4.49 3.00	3.85 2.20	3.37 1.68	3.00 1.33	2.70 1.08					
2INP 180	23.85 95.39	18.55 37.09	12.36 16.49	9.27 9.27	7.42 5.94	6.18 4.12	5.30 3.03	4.64 2.32	4.12 1.83	3.71 1.48	3.37 1.23				
2INP 200	28.80 115.2	24.65 49.31	16.44 21.91	12.33 12.33	9.86 7.89	8.22 5.48	7.04 4.02	6.16 3.08	5.48 2.43	4.93 1.97	4.48 1.63	4.11 1.37			
2INP 220	34.21 136.8	32.03 64.05	21.35 28.47	16.01 16.01	12.81 10.25	10.68 7.12	9.15 5.23	8.01 4.00	7.12 3.16	6.41 2.56	5.82 2.12	5.34 1.78	4.92 1.52		
2INP 240		40.09 80.18	27.19 36.25	20.39 20.39	16.31 13.05	13.59 9.06	11.65 6.66	10.20 5.10	9.06 4.03	8.16 3.26	7.41 2.70	6.80 2.27	6.27 1.93	5.82 1.66	
2INP 260		46.92 93.85	33.95 45.26	25.46 25.46	20.37 16.29	16.97 11.32	14.55 8.31	12.73 6.36	11.32 5.03	10.18 4.07	9.26 3.37	8.49 2.83	7.83 2.41	7.27 2.08	
2INP 280		54.30 108.6	41.63 55.50	31.22 31.22	24.98 19.98	20.81 13.88	17.84 10.19	15.61 7.80	13.88 6.17	12.49 5.00	11.35 4.13	10.41 3.47	9.61 2.96	8.92 2.55	
2INP 300		62.21 124.4	50.15 66.87	37.61 37.61	30.09 24.07	25.08 16.72	21.49 12.28	18.81 9.40	16.72 7.43	15.05 6.02	13.68 4.97	12.54 4.18	11.57 3.56	10.75 3.07	
2INP 320		70.66 141.3	60.06 80.08	45.04 45.04	36.03 28.83	30.03 20.02	25.74 14.71	22.52 11.26	20.02 8.90	18.02 7.21	16.38 5.96	15.01 5.00	13.86 4.26	12.87 3.68	
2INP 340		79.64 159.2	70.89 94.52	53.16 53.16	42.53 34.03	35.44 23.63	30.38 17.36	26.58 13.29	23.63 10.50	21.27 8.51	19.33 7.03	17.72 5.91	16.36 5.03	15.19 4.34	
2INP 360		89.86 179.7	83.71 111.6	62.78 62.78	50.23 40.18	41.86 27.90	35.88 20.50	31.39 15.70	27.90 12.40	25.11 10.05	22.83 8.30	20.93 6.98	19.32 5.94	17.94 5.13	
2INP 380		99.96 199.9	96.77 129.0	72.58 72.58	58.06 46.45	48.38 32.26	41.47 23.70	36.29 18.14	32.26 14.34	29.03 11.61	26.39 9.60	24.19 8.06	22.33 6.87	20.74 5.92	
2INP 400			110.5 147.4	84.10 84.10	67.28 53.82	56.06 37.38	48.05 27.46	42.05 21.02	37.38 16.61	33.64 13.46	30.58 11.12	28.03 9.34	25.88 7.96	24.03 6.86	

واکنش تکیه‌گاهی تیرهای ساده

جدول ۷-۲. واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیم‌رخ زوج لانه‌زنبوری $2CIPE$ ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)										
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PROFILE NO.											
2CIPE140	6.91 6.91	5.53 4.42	4.61 3.07	3.95 2.26	3.46 1.73	3.07 1.37	2.76 1.11	2.51 0.91	2.30 0.77	2.13 0.65	
2CIPE160	9.73 9.73	7.79 6.23	6.49 4.33	5.56 3.18	4.87 2.43	4.33 1.92	3.89 1.56	3.54 1.29	3.24 1.08	3.00 0.92	2.78 0.79
2CIPE180	13.08 13.08	10.46 8.37	8.72 5.81	7.47 4.27	6.54 3.27	5.81 2.58	5.23 2.09	4.75 1.73	4.36 1.45	4.02 1.24	3.74 1.07
2CIPE200	17.34 17.34	13.87 11.10	11.56 7.71	9.91 5.66	8.67 4.33	7.71 3.42	6.94 2.77	6.30 2.29	5.78 1.93	5.33 1.64	4.95 1.42
2CIPE220	22.58 22.58	18.06 14.45	15.05 10.04	12.90 7.37	11.29 5.64	10.04 4.46	9.03 3.61	8.21 2.99	7.53 2.51	6.95 2.14	6.45 1.84
2CIPE240	28.97 28.97	23.18 18.54	19.32 12.88	16.56 9.46	14.49 7.24	12.88 5.72	11.59 4.64	10.54 3.83	9.66 3.22	8.91 2.74	8.28 2.37
2CIPE270	38.30 38.30	30.64 24.51	25.54 17.02	21.89 12.51	19.15 9.58	17.02 7.57	15.32 6.13	13.93 5.06	12.77 4.26	11.79 3.63	10.94 3.13
2CIPE300	49.65 49.65	39.72 31.78	33.10 22.07	28.37 16.21	24.83 12.41	22.07 9.81	19.86 7.94	18.05 6.57	16.55 5.52	15.28 4.70	14.19 4.05

* فرض شده است که در هر طرف تکیه‌گاه از هر ستون، حداقل دو سوراخ توسط ورقی هم‌ضخامت با جان پر شده است.

جدول ۸۲- واکنش تیر ساده نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ زوج $2UNP$ ($F_b=1440\text{kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
2UNP 80	6.1 24.4	3.1 6.1	2.04 2.7	1.53 1.53	1.22 0.98									
2UNP 100	9.5 38.0	4.7 9.5	3.16 4.2	2.37 2.37	1.90 1.52	1.58 1.05								
2UNP 120	14.0 55.9	7.0 14.0	4.66 6.2	3.50 3.50	2.80 2.24	2.33 1.55	2.00 1.14							
2UNP 140	18.8 75.3	10.0 19.9	6.64 8.8	4.98 4.98	3.98 3.19	3.32 2.21	2.84 1.63	2.49 1.24						
2UNP 160	23.0 92.2	13.4 26.7	8.91 11.9	6.68 6.68	5.35 4.28	4.45 2.97	3.82 2.18	3.34 1.67	2.97 1.32	2.67 1.07				
2UNP 180	27.6 110.6	17.3 34.6	11.52 15.4	8.64 8.64	6.91 5.53	5.76 3.84	4.94 2.82	4.32 2.16	3.84 1.71	3.46 1.38	3.14 1.14			
2UNP 200	32.6 130.6	22.0 44.0	14.67 19.6	11.00 11.00	8.80 7.04	7.33 4.89	6.29 3.59	5.50 2.75	4.89 2.17	4.40 1.76	4.00 1.45	3.67 1.22		
2UNP 220	38.0 152.1	28.2 56.4	18.82 25.1	14.11 14.11	11.29 9.03	9.41 6.27	8.06 4.61	7.06 3.53	6.27 2.79	5.64 2.26	5.13 1.87	4.70 1.57	4.34 1.34	
2UNP 240	43.8 175.1	34.6 69.1	23.04 30.7	17.28 17.28	13.82 11.06	11.52 7.68	9.87 5.64	8.64 4.32	7.68 3.41	6.91 2.76	6.28 2.28	5.76 1.92	5.32 1.64	4.94 1.41
2UNP 260	49.9 199.7	42.7 85.5	28.49 38.0	21.37 21.37	17.10 13.68	14.25 9.50	12.21 6.98	10.68 5.34	9.50 4.22	8.55 3.42	7.77 2.83	7.12 2.37	6.58 2.02	6.11 1.74
2UNP 280	53.8 215.0	51.6 103.2	34.41 45.9	25.80 25.80	20.64 16.52	17.20 11.47	14.75 8.43	12.90 6.45	11.47 5.10	10.32 4.13	9.38 3.41	8.60 2.87	7.94 2.44	7.37 2.11
2UNP 300		57.6 115.2	41.09 54.8	30.82 30.82	24.65 19.72	20.54 13.70	17.61 10.06	15.41 7.70	13.70 6.09	12.33 4.93	11.21 4.07	10.27 3.42	9.48 2.92	8.80 2.52
2UNP 320	86.0 344.1	78.2 156.4	52.15 69.5	39.11 39.11	31.29 25.03	26.07 17.38	22.35 12.77	19.56 9.78	17.38 7.73	15.64 6.26	14.22 5.17	13.04 4.35	12.03 3.70	11.17 3.19
2UNP 350	94.1 376.3	84.6 169.1	56.37 75.2	42.28 42.28	33.82 27.06	28.19 18.79	24.16 13.81	21.14 10.57	18.79 8.35	16.91 6.76	15.37 5.59	14.09 4.70	13.01 4.00	12.08 3.45
2UNP 380	98.5 394.0	95.5 191.0	63.67 84.9	47.75 47.75	38.20 30.56	31.83 21.22	27.29 15.59	23.88 11.94	21.22 9.43	19.10 7.64	17.36 6.31	15.92 5.31	14.69 4.52	13.64 3.90
2UNP 400		107.5 215.0	78.34 104.4	58.75 58.75	47.00 37.60	39.17 26.11	33.57 19.18	29.38 14.69	26.11 11.61	23.50 9.40	21.36 7.77	19.58 6.53	18.08 5.56	16.79 4.80

فصل ۳

واکنشهای تکیه گاهی تیرهای دوسرگیردار

۳-۱- مقدمه

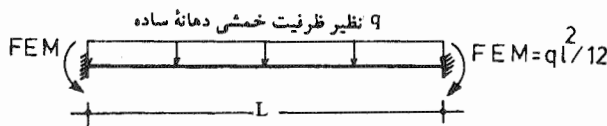
در این فصل واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای دوسرگیردار در دو حالت مختلف تعیین می‌شود:

الف: تیر دوسرگیردار تحت بار قائم

ب: تیر دوسرگیردار به‌عنوان عضوی از یک قاب خمشی که قاب تحت بار جانبی قرار دارد.

۳-۲- تیر دوسرگیردار تحت بار قائم

در جداول ۱-۳ تا ۸-۳ واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای دوسرگیردار برای دهانه‌های مختلف که تحت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی قرار دارند، ارائه می‌شود (شکل ۱-۳). جداول برای نیمرخهای CIPE، INP، IPE (IPE لانه زنبوری)، UNP، 2IPE، 2INP، 2CIPE و 2UNP تنظیم شده‌اند. در هر چشمه جدول ۲ عدد وجود دارد، که عدد فوقانی نشان‌دهنده واکنش تکیه‌گاهی و عدد پایینی نشان‌دهنده شدت بار گسترده نظیر مقاومت خمشی در حالت دوسرگیردار است. با در دست داشتن این جداول می‌توان تنها با داشتن دهانه و شماره تیر حداکثر نیروی برشی تکیه‌گاهی را که اتصال تیر دوسرگیردار تحت بارهای قائم باید برای آن محاسبه شود به‌دست آورد.



شکل ۱-۳

مثال ۱-۳:

حداکثر نیروی برشی نظیر ظرفیت خمشی نیمرخ 2CIPE200 را برای دهانه ۴/۵ متر تعیین نمایید.

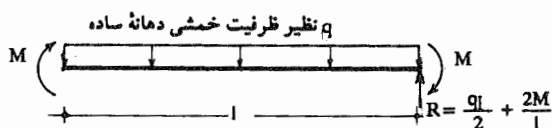
حل:

در جدول ۷-۳ در محل تقاطع ردیف 2CIPE200 با دهانه ۴/۵ متر، عدد ۱۱/۵۶ تن به‌عنوان واکنش تکیه‌گاهی و عدد ۵/۱۴ تن بر متر به‌عنوان شدت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی تیر دوسرگیردار قرائت می‌شود.

۳-۳- تیر دوسرگیردار به‌عنوان عضوی از یک قاب خمشی تحت بار جانبی

در جداول ۹-۳ تا ۱۴-۳ واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای دوسرگیردار برای دهانه‌های مختلف که تحت بار گسترده

یکنواخت نظیر مقاومت خمشی مجاز آنها در حالت دهانه ساده (فصل ۲) به علاوه دو لنگر هم‌جهت انتهایی به اندازه ظرفیت خمشی مجاز قرار دارند، ارائه می‌شود (شکل ۲-۳). جداول برای نیم‌رخهای IPE، INP، CIPE (IPE) لانه زنبوری، UNP، 2IPE، 2INP، 2CIPE و 2UNP تنظیم شده‌اند. در هر چشمه جدول ۲ عدد وجود دارد که عدد فوقانی نشان‌دهنده واکنش تکیه‌گاهی و عدد پایینی نشان‌دهنده شدت بار گسترده نظیر ظرفیت خمشی مجاز تیر در حالت دهانه ساده است. تمام مفروضاتی که در فصل قبل در مورد تیرهای با دهانه ساده به کار گرفته شده بود اینجا نیز به کار رفته است.



$$M = 0.6 F_y S$$

$$S = \text{اساس مقطع تیر}$$

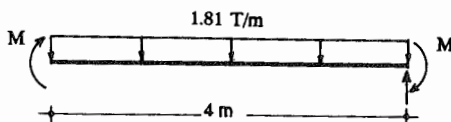
شکل ۲-۳

مثال ۲

حداکثر نیروی برشی نظیر ظرفیت خمشی نیم‌رخ IPE220 را در دهانه ۴ متر که تحت دو لنگر هم‌جهت قرار دارد، تعیین نمایید.

حل:

در جدول ۹-۳، در محل تقاطع ردیف IPE220 با ستون دهانه ۴ متر، عدد ۵/۴۴ تن به عنوان واکنش تکیه‌گاهی و عدد ۱/۸۱ تن بر متر به عنوان شدت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی مجاز در دهانه ساده قرائت می‌شود (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳

جدول ۳-۱- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ تک $(F_b=1440 \text{ kg/cm}^2)$ IPE

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PROFILE NO.														
IPE 80	2.92 11.7	1.73 3.5	1.15 1.54	0.86 0.86	0.69 0.55									
IPE 100	3.94 15.7	2.95 5.9	1.97 2.63	1.48 1.48	1.18 0.95	0.98 0.66								
IPE 120	5.07 20.3	4.58 9.2	3.05 4.07	2.29 2.29	1.83 1.47	1.53 1.02	1.31 0.75							
IPE 140		6.32 12.6	4.45 5.94	3.34 3.34	2.67 2.14	2.23 1.48	1.91 1.09	1.67 0.83						
IPE 160		7.68 15.4	6.28 8.37	4.71 4.71	3.77 3.01	3.14 2.09	2.69 1.54	2.35 1.18	2.09 0.93	1.88 0.75				
IPE 180		9.16 18.3	8.41 11.21	6.31 6.31	5.05 4.04	4.20 2.80	3.60 2.06	3.15 1.58	2.80 1.25	2.52 1.01	2.29 0.83			
IPE 200			10.75 14.34	8.38 8.38	6.70 5.36	5.59 3.72	4.79 2.74	4.19 2.10	3.72 1.66	3.35 1.34	3.05 1.11	2.79 0.93		
IPE 220			12.46 16.61	10.89 10.89	8.71 6.97	7.26 4.84	6.22 3.55	5.44 2.72	4.84 2.15	4.35 1.74	3.96 1.44	3.63 1.21	3.35 1.03	
IPE 240			14.28 19.05	14.00 14.00	11.20 8.96	9.33 6.22	8.00 4.57	7.00 3.50	6.22 2.76	5.60 2.24	5.09 1.85	4.67 1.56	4.31 1.33	4.00 1.14
IPE 270				17.11 17.11	14.83 11.86	12.36 8.24	10.59 6.05	9.27 4.63	8.24 3.66	7.41 2.97	6.74 2.45	6.18 2.06	5.70 1.75	5.30 1.51
IPE 300				20.45 20.45	19.25 15.40	16.04 10.69	13.75 7.86	12.03 6.02	10.69 4.75	9.62 3.85	8.75 3.18	8.02 2.67	7.40 2.28	6.87 1.96
IPE 330					23.76 19.01	20.53 13.69	17.60 10.06	15.40 7.70	13.69 6.08	12.32 4.93	11.20 4.07	10.27 3.42	9.48 2.92	8.80 2.51
IPE 360					27.65 22.12	26.04 17.36	22.32 12.75	19.53 9.76	17.36 7.71	15.62 6.25	14.20 5.16	13.02 4.34	12.02 3.70	11.16 3.19
IPE 400						33.02 22.02	28.64 16.36	25.06 12.53	22.27 9.90	20.04 8.02	18.22 6.63	16.70 5.57	15.42 4.74	14.32 4.09

جدول ۲-۳. واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ تک $(F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2)$ INP

V (ton) q (ton/m)	دما نه (متر)													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PROFILE NO.														
INP 80	3.00 11.98	1.68 3.37	1.12 1.50	0.84 0.84	0.67 0.54									
INP 100	4.32 17.28	2.95 5.91	1.97 2.63	1.48 1.48	1.18 0.95	0.98 0.66								
INP 120	5.88 23.50	4.73 9.45	3.15 4.20	2.36 2.36	1.89 1.51	1.58 1.05	1.35 0.77							
INP 140	7.66 30.64	7.08 14.15	4.72 6.29	3.54 3.54	2.83 2.26	2.36 1.57	2.02 1.16	1.77 0.88						
INP 160		9.68 19.35	6.74 8.99	5.05 5.05	4.04 3.23	3.37 2.25	2.89 1.65	2.53 1.26	2.25 1.00	2.02 0.81				
INP 180		11.92 23.85	9.27 12.36	6.96 6.96	5.56 4.45	4.64 3.09	3.97 2.27	3.48 1.74	3.09 1.37	2.78 1.11	2.53 0.92			
INP 200		14.40 28.80	12.33 16.44	9.24 9.24	7.40 5.92	6.16 4.11	5.28 3.02	4.62 2.31	4.11 1.83	3.70 1.48	3.36 1.22	3.08 1.03		
INP 220		17.11 34.21	16.01 21.35	12.01 12.01	9.61 7.69	8.01 5.34	6.86 3.92	6.00 3.00	5.34 2.37	4.80 1.92	4.37 1.59	4.00 1.33	3.70 1.14	
INP 240			20.04 26.73	15.29 15.29	12.23 9.79	10.20 6.80	8.74 4.99	7.65 3.82	6.80 3.02	6.12 2.45	5.56 2.02	5.10 1.70	4.71 1.45	4.37 1.25
INP 260			23.46 31.28	19.09 19.09	15.28 12.22	12.73 8.49	10.91 6.23	9.55 4.77	8.49 3.77	7.64 3.06	6.94 2.52	6.36 2.12	5.88 1.81	5.46 1.56
INP 280			27.15 36.20	23.41 23.41	18.73 14.99	15.61 10.41	13.38 7.65	11.71 5.85	10.41 4.63	9.37 3.75	8.51 3.10	7.80 2.60	7.20 2.22	6.69 1.91
INP 300			31.10 41.47	28.21 28.21	22.57 18.05	18.81 12.54	16.12 9.21	14.10 7.05	12.54 5.57	11.28 4.51	10.26 3.73	9.40 3.13	8.68 2.67	8.06 2.30
INP 320			35.33 47.10	33.78 33.78	27.03 21.62	22.52 15.01	19.30 11.03	16.89 8.45	15.01 6.67	13.51 5.41	12.28 4.47	11.26 3.75	10.39 3.20	9.65 2.76
INP 340				39.82 39.82	31.90 25.52	26.58 17.72	22.78 13.02	19.94 9.97	17.72 7.88	15.95 6.38	14.50 5.27	13.29 4.43	12.27 3.78	11.37 3.25
INP 360				44.92 44.92	37.67 30.14	31.39 20.93	26.91 15.38	23.54 11.77	20.93 9.30	18.84 7.53	17.12 6.22	15.70 5.23	14.49 4.46	13.45 3.84
INP 380				49.98 49.98	43.55 34.84	36.29 24.19	31.10 17.77	27.22 13.61	24.19 10.75	21.77 8.71	19.79 7.20	18.14 6.05	16.75 5.15	15.55 4.44
INP 400				55.30 55.30	50.46 40.37	42.05 28.03	36.04 20.59	31.54 15.77	28.03 12.46	25.23 10.09	22.94 8.34	21.02 7.01	19.41 5.97	18.52 5.15

جدول ۳-۳. واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ تک CIPE ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (TON) q (ton/m)	دهانه (متر)											
PROFILE NO.	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
CIPE 140	5.18 5.18	4.15 3.32	3.46 2.30	2.96 1.69	2.59 1.30	2.30 1.02	2.07 0.83	1.89 0.69	1.73 0.58	1.60 0.49		
CIPE 160	7.30 7.30	5.84 4.67	4.87 3.24	4.17 2.38	3.65 1.83	3.24 1.44	2.92 1.17	2.65 0.97	2.43 0.81	2.25 0.69	2.09 0.60	
CIPE 180	9.81 9.81	7.85 6.28	6.54 4.36	5.60 3.20	4.90 2.45	4.36 1.94	3.92 1.57	3.57 1.30	3.27 1.09	3.02 0.93	2.80 0.80	
CIPE 200	13.00 13.00	10.40 8.32	8.67 5.78	7.43 4.25	6.50 3.25	5.78 2.57	5.20 2.08	4.73 1.72	4.33 1.44	4.00 1.23	3.72 1.06	
CIPE 220	16.93 16.93	13.55 10.84	11.29 7.53	9.68 5.53	8.47 4.23	7.53 3.35	6.77 2.71	6.16 2.24	5.64 1.88	5.21 1.60	4.84 1.38	
CIPE 240	21.43 21.43	17.38 13.91	14.49 9.66	12.42 7.10	10.86 5.43	9.66 4.29	8.69 3.48	7.90 2.87	7.24 2.41	6.69 2.06	6.21 1.77	
CIPE 270	25.66 25.66	22.98 18.39	19.15 12.77	16.42 9.38	14.36 7.18	12.77 5.67	11.49 4.60	10.45 3.80	9.58 3.19	8.84 2.72	8.21 2.35	
CIPE 300	30.67 30.67	29.79 23.83	24.83 16.55	21.28 12.16	18.62 9.31	16.55 7.36	14.90 5.96	13.54 4.92	12.41 4.14	11.46 3.53	10.64 3.04	

* فرض شده است که در هر طرف تکیه گاه از هر ستون، حداقل دو سوراخ توسط ورقی هم ضخامت با جان پر شده است.

جدول ۳-۴. واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ ناودانی تک ($F_b=1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PROFILE NO.														
UNP 80	4.58 18.3	2.29 4.6	1.53 2.04	1.14 1.14	0.92 0.73									
UNP 100	5.76 23.0	3.56 7.1	2.37 3.16	1.78 1.78	1.42 1.14	1.19 0.79								
UNP 120	8.06 32.3	5.24 10.5	3.50 4.66	2.62 2.62	2.10 1.68	1.75 1.17	1.50 0.86							
UNP 140	9.41 37.6	7.46 14.9	4.98 6.64	3.73 3.73	2.99 2.39	2.49 1.66	2.13 1.22	1.87 0.93						
UNP 160	11.52 46.1	10.02 20.0	6.68 8.91	5.01 5.01	4.01 3.21	3.34 2.23	2.86 1.64	2.51 1.25	2.23 0.99	2.00 0.80				
UNP 180	13.82 55.3	12.96 25.9	8.64 11.52	6.48 6.48	5.18 4.15	4.32 2.88	3.70 2.12	3.24 1.62	2.88 1.28	2.59 1.04	2.36 0.86			
UNP 200		16.32 32.6	11.00 14.67	8.25 8.25	6.60 5.28	5.50 3.67	4.71 2.69	4.13 2.06	3.67 1.63	3.30 1.32	3.00 1.09	2.75 0.92		
UNP 220		19.01 38.0	14.11 18.82	10.58 10.58	8.47 6.77	7.06 4.70	6.05 3.46	5.29 2.65	4.70 2.09	4.23 1.69	3.85 1.40	3.53 1.18	3.26 1.00	
UNP 240		21.89 43.8	17.28 23.04	12.96 12.96	10.37 8.29	8.64 5.76	7.41 4.23	6.48 3.24	5.76 2.56	5.18 2.07	4.71 1.71	4.32 1.44	3.99 1.23	3.70 1.06
UNP 260		24.96 49.9	21.37 28.49	16.03 16.03	12.82 10.26	10.68 7.12	9.16 5.23	8.01 4.01	7.12 3.17	6.41 2.56	5.83 2.12	5.34 1.78	4.93 1.52	4.58 1.31
UNP 280		26.88 53.8	25.80 34.41	19.35 19.35	15.48 12.39	12.90 8.60	11.06 6.32	9.68 4.84	8.60 3.82	7.74 3.10	7.04 2.56	6.45 2.15	5.95 1.83	5.53 1.58
UNP 300			28.80 38.40	23.11 23.11	18.49 14.79	15.41 10.27	13.21 7.55	11.56 5.78	10.27 4.57	9.24 3.70	8.40 3.06	7.70 2.57	7.11 2.19	6.60 1.89
UNP 320			39.11 52.15	29.33 29.33	23.47 18.77	19.56 13.04	16.76 9.58	14.67 7.33	13.04 5.79	11.73 4.69	10.67 3.88	9.78 3.26	9.03 2.78	8.38 2.39
UNP 350			42.28 56.37	31.71 31.71	25.37 20.29	21.14 14.09	18.12 10.35	15.85 7.93	14.09 6.26	12.68 5.07	11.53 4.19	10.57 3.52	9.76 3.00	9.06 2.59
UNP 380			47.75 63.67	35.81 35.81	28.65 22.92	23.88 15.92	20.46 11.69	17.91 8.95	15.92 7.07	14.33 5.73	13.02 4.74	11.94 3.98	11.02 3.39	10.23 2.92
UNP 400			53.76 71.68	44.06 44.06	35.25 28.20	29.38 19.58	25.18 14.39	22.03 11.02	19.58 8.70	17.63 7.05	16.02 5.83	14.69 4.90	13.56 4.17	12.59 3.60

جدول ۳-۵- واکنش تیر دوسرگردار، نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ زوج $2IPE (F_b=1440 \text{ kg/cm}^2)$

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PROFILE NO.														
2IPE 80	5.8 23.3	3.5 6.9	2.30 3.1	1.73 1.73	1.38 1.11									
2IPE 100	7.9 31.5	5.9 11.8	3.94 5.3	2.95 2.95	2.36 1.89	1.97 1.31								
2IPE 120	10.1 40.6	9.2 18.3	6.11 8.1	4.58 4.58	3.66 2.93	3.05 2.04	2.62 1.50							
2IPE 140		12.6 25.3	8.90 11.9	6.68 6.68	5.34 4.27	4.45 2.97	3.82 2.18	3.34 1.67						
2IPE 160		15.4 30.7	12.56 16.7	9.42 9.42	7.53 6.03	6.28 4.19	5.38 3.08	4.71 2.35	4.19 1.86	3.77 1.51				
2IPE 180		18.3 36.6	16.82 22.4	12.61 12.61	10.09 8.07	8.41 5.61	7.21 4.12	6.31 3.15	5.61 2.49	5.05 2.02	4.59 1.67			
2IPE 200			21.50 28.7	16.76 16.76	13.41 10.73	11.17 7.45	9.58 5.47	8.38 4.19	7.45 3.31	6.70 2.68	6.10 2.22	5.59 1.86		
2IPE 220			24.92 33.2	21.77 21.77	17.42 13.93	14.52 9.68	12.44 7.11	10.89 5.44	9.68 4.30	8.71 3.48	7.92 2.88	7.26 2.42	6.70 2.06	
2IPE 240			28.57 38.1	27.99 27.99	22.39 17.92	18.66 12.44	16.00 9.14	14.00 7.00	12.44 5.53	11.20 4.48	10.18 3.70	9.33 3.11	8.61 2.65	8.00 2.29
2IPE 270				34.21 34.21	29.65 23.72	24.71 16.47	21.18 12.10	18.53 9.27	16.47 7.32	14.83 5.93	13.48 4.90	12.36 4.12	11.40 3.51	10.59 3.03
2IPE 300				40.90 40.90	38.50 30.80	32.08 21.39	27.50 15.71	24.06 12.03	21.39 9.51	19.25 7.70	17.50 6.36	16.04 5.35	14.81 4.56	13.75 3.93
2IPE 330					47.52 38.02	41.07 27.38	35.20 20.12	30.80 15.40	27.38 12.17	24.64 9.86	22.40 8.15	20.53 6.84	18.95 5.83	17.60 5.03
2IPE 360					55.30 44.24	52.07 34.71	44.63 25.50	39.05 19.53	34.71 15.43	31.24 12.50	28.40 10.33	26.04 8.68	24.03 7.39	22.32 6.38
2IPE 400						66.05 44.03	57.27 32.73	50.11 25.06	44.54 19.80	40.09 16.04	36.45 13.25	33.41 11.14	30.84 9.49	28.64 8.18

جدول ۳-۶- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ زوج $(F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2) 2INP$

V (ton) q (ton/m)	دانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
2INP 90	5.99 23.96	3.37 6.74	2.25 3.00	1.68 1.68	1.35 1.08									
2INP 100	8.64 34.56	5.91 11.82	3.94 5.25	2.95 2.95	2.36 1.89	1.97 1.31								
2INP 120	11.75 47.00	9.45 18.90	6.30 8.40	4.73 4.73	3.78 3.02	3.15 2.10	2.70 1.54							
2INP 140	15.32 61.29	14.15 28.30	9.43 12.58	7.08 7.08	5.66 4.53	4.72 3.14	4.04 2.31	3.54 1.77						
2INP 160		19.35 38.71	13.48 17.97	10.11 10.11	8.09 6.47	6.74 4.49	5.78 3.30	5.05 2.53	4.49 2.00	4.04 1.62				
2INP 180		23.85 47.69	18.55 24.73	13.91 13.91	11.13 8.90	9.27 6.18	7.95 4.54	6.93 3.48	6.18 2.75	5.56 2.23	5.06 1.84			
2INP 200		28.80 57.60	24.65 32.87	18.49 18.49	14.79 11.83	12.33 8.22	10.57 6.04	9.24 4.62	8.22 3.65	7.40 2.96	6.72 2.44	6.16 2.05		
2INP 220		34.21 68.43	32.03 42.70	24.02 24.02	19.22 15.37	16.01 10.68	13.73 7.84	12.01 6.00	10.68 4.74	9.61 3.84	8.73 3.18	8.01 2.67	7.39 2.27	
2INP 240			40.09 53.45	30.59 30.59	24.47 19.57	20.39 13.59	17.48 9.99	15.29 7.65	13.59 6.04	12.23 4.89	11.12 4.04	10.20 3.40	9.41 2.90	8.74 2.50
2INP 260			46.92 62.57	38.19 38.19	30.55 24.44	25.46 16.97	21.82 12.47	19.09 9.55	16.97 7.54	15.28 6.11	13.89 5.05	12.73 4.24	11.75 3.62	10.91 3.12
2INP 280			54.30 72.40	46.83 46.83	37.46 29.97	31.22 20.81	26.76 15.29	23.41 11.71	20.81 9.25	18.73 7.49	17.03 6.19	15.61 5.20	14.41 4.43	13.38 3.82
2INP 300			62.21 82.94	56.42 56.42	45.14 36.11	37.61 25.08	32.24 18.42	28.21 14.10	25.08 11.14	22.57 9.03	20.52 7.46	18.81 6.27	17.36 5.34	16.12 4.61
2INP 320			70.66 94.21	67.36 67.56	54.05 43.24	45.04 30.03	38.61 22.06	33.78 16.89	30.03 13.35	27.03 10.81	24.57 8.93	22.52 7.51	20.79 6.40	19.20 5.52
2INP 340					79.64 79.64	63.80 51.04	53.16 35.44	45.57 28.04	39.87 19.94	35.44 15.75	31.90 12.75	29.00 10.55	26.58 8.86	24.54 7.55
2INP 360					89.86 89.86	75.34 60.27	62.78 41.86	53.81 30.75	47.09 22.54	41.86 18.60	37.67 15.07	34.25 12.45	31.39 10.46	28.98 8.92
2INP 380					99.96 99.96	87.09 69.67	72.58 49.38	62.21 35.55	54.43 27.22	48.38 21.50	43.55 17.42	39.59 14.40	36.29 12.10	33.50 10.31
2INP 400					110.5 110.5	100.9 80.72	84.10 58.06	72.08 41.19	63.07 31.54	56.06 24.92	50.46 20.18	45.87 16.68	42.05 14.02	38.81 11.94

جدول ۷-۳- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی برای نیمرخ زوج 2CIPE ($F_b=1440 \text{ kg/cm}^2$)

V(ton) q(ton/m)	دمايه (متر)											
PROFILE NO.	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
2CIPE 140	10.37	8.29	6.91	5.92	5.18	4.61	4.15	3.77	3.46	3.19		
	10.37	6.64	4.61	3.39	2.59	2.05	1.66	1.37	1.15	0.98		
2CIPE 160	14.60	11.68	9.73	8.34	7.30	6.49	5.84	5.31	4.87	4.49	4.17	
	14.60	9.35	6.49	4.77	3.65	2.88	2.34	1.93	1.62	1.38	1.19	
2CIPE 180	19.61	15.69	13.08	11.21	9.81	8.72	7.85	7.13	6.54	6.03	5.60	
	19.61	12.55	8.72	6.40	4.90	3.87	3.14	2.59	2.18	1.86	1.60	
2CIPE 200	26.01	20.81	17.34	14.86	13.00	11.56	10.40	9.46	8.67	8.00	7.43	
	26.01	16.64	11.56	8.49	6.50	5.14	4.16	3.44	2.89	2.46	2.12	
2CIPE 220	33.87	27.10	22.58	19.35	16.93	15.05	13.55	12.32	11.29	10.42	9.68	
	33.87	21.68	15.05	11.06	8.47	6.69	5.42	4.48	3.76	3.21	2.76	
2CIPE 240	42.85	34.77	28.97	24.83	21.73	19.32	17.38	15.80	14.49	13.37	12.42	
	42.85	27.81	19.32	14.19	10.86	8.58	6.95	5.75	4.83	4.11	3.55	
2CIPE 270	51.32	45.96	38.30	32.83	28.73	25.54	22.98	20.89	19.15	17.68	16.42	
	51.32	36.77	25.54	18.76	14.36	11.35	9.19	7.60	6.38	5.44	4.69	
2CIPE 300	61.34	59.58	49.65	42.56	37.24	33.10	29.79	27.08	24.83	22.92	21.28	
	61.34	47.67	33.10	24.32	18.62	14.71	11.92	9.85	8.28	7.05	6.08	

* فرض شده است که در هر طرف تکیه گاه از هر ستون، حداقل دو سوراخ توسط ورقی هم‌ضخامت با جان پر شده است.

جدول ۸-۳ - واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی $F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$ 2UNP

V(ton) q(ton/m)	دیسانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
2UNP 80	9.2 36.6	4.6 9.2	3.05 4.1	2.29 2.29	1.83 1.47									
2UNP 100	11.5 46.1	7.1 14.2	4.75 6.3	3.56 3.56	2.85 2.28	2.37 1.58								
2UNP 120	16.1 64.5	10.5 21.0	6.99 9.3	5.24 5.24	4.20 3.36	3.50 2.33	3.00 1.71							
2UNP 140	18.8 75.3	14.9 29.9	9.95 13.3	7.46 7.46	5.97 4.78	4.98 3.32	4.27 2.44	3.73 1.87						
2UNP 160	23.0 92.2	20.0 40.1	13.36 17.8	10.02 10.02	8.02 6.41	6.68 4.45	5.73 3.27	5.01 2.51	4.45 1.98	4.01 1.60				
2UNP 180	27.6 110.6	25.9 51.8	17.28 23.0	12.96 12.96	10.37 8.29	8.64 5.76	7.41 4.23	6.48 3.24	5.76 2.56	5.18 2.07	4.71 1.71			
2UNP 200		32.6 65.3	22.00 29.3	16.50 16.50	13.20 10.56	11.00 7.33	9.43 5.39	8.25 4.13	7.33 3.26	6.60 2.64	6.00 2.18	5.50 1.83		
2UNP 220		38.0 76.0	28.22 37.6	21.17 21.17	16.93 13.55	14.11 9.41	12.10 6.91	10.58 5.29	9.41 4.18	8.47 3.39	7.70 2.80	7.06 2.35	6.51 2.00	
2UNP 240		43.8 87.6	34.56 46.1	25.92 25.92	20.74 16.59	17.28 11.52	14.81 8.46	12.96 6.48	11.52 5.12	10.37 4.15	9.43 3.43	8.64 2.88	7.98 2.45	7.41 2.12
2UNP 260		49.9 99.8	42.74 57.0	32.05 32.05	25.64 20.51	21.37 14.25	18.32 10.47	16.03 8.01	14.25 6.33	12.82 5.13	11.66 4.24	10.68 3.56	9.86 3.03	9.16 2.62
2UNP 280		53.8 107.5	51.61 68.8	38.71 38.71	30.97 24.77	25.80 17.20	22.12 12.64	19.35 9.68	17.20 7.65	15.48 6.19	14.08 5.12	12.90 4.30	11.91 3.66	11.06 3.16
2UNP 300			57.60 76.8	46.22 46.22	36.98 29.58	30.82 20.54	26.41 15.09	23.11 11.56	20.54 9.13	18.49 7.40	16.81 6.11	15.41 5.14	14.22 4.38	13.21 3.77
2UNP 320		86.0 172.0	78.22 104.3	58.67 58.67	46.93 37.55	39.11 26.07	33.52 19.16	29.33 14.67	26.07 11.59	23.47 9.39	21.33 7.76	19.56 6.52	18.05 5.55	16.76 4.79
2UNP 350		94.1 188.2	84.56 112.7	63.42 63.42	50.73 40.59	42.28 28.19	36.24 20.71	31.71 15.85	28.19 12.53	25.37 10.15	23.06 8.39	21.14 7.05	19.51 6.00	18.12 5.18
2UNP 380		98.5 197.0	95.50 127.3	71.63 71.63	57.30 45.84	47.75 31.83	40.93 23.39	35.81 17.91	31.83 14.15	28.65 11.46	26.05 9.47	23.88 7.96	22.04 6.78	20.46 5.85
2UNP 400			107.5 143.4	88.13 88.13	70.50 56.40	58.75 39.17	50.36 28.78	44.06 22.03	39.17 17.41	35.25 14.10	32.05 11.65	29.38 9.79	27.12 8.34	25.18 7.19

جدول ۳-۹- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه گاهها برای نیمرخ IPE تک ($F_y = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)														
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
IPE 80	2.92 9.2	1.73 2.3	1.15 1.02	0.86 0.58	0.69 0.37										
IPE 100	3.94 15.8	2.95 3.9	1.97 1.75	1.48 0.98	1.18 0.63	0.98 0.44									
IPE 120	5.07 24.4	4.58 6.1	3.05 2.71	2.29 1.53	1.83 0.98	1.53 0.68	1.31 0.50								
IPE 140		6.32 8.9	4.45 3.96	3.34 2.23	2.67 1.42	2.23 0.99	1.91 0.73	1.67 0.56							
IPE 160		7.68 12.6	6.28 5.58	4.71 3.14	3.77 2.01	3.14 1.40	2.69 1.03	2.35 0.78	2.09 0.62	1.88 0.50					
IPE 180		9.16 16.8	8.41 7.48	6.31 4.20	5.05 2.69	4.20 1.87	3.60 1.37	3.15 1.05	2.80 0.83	2.52 0.67	2.29 0.56				
IPE 200			10.75 9.93	8.38 5.59	6.70 3.58	5.59 2.48	4.79 1.82	4.19 1.40	3.72 1.10	3.35 0.89	3.05 0.74	2.79 0.62			
IPE 220			12.46 12.90	10.89 7.26	8.71 4.64	7.26 3.23	6.22 2.37	5.44 1.81	4.84 1.43	4.35 1.16	3.96 0.96	3.63 0.81	3.35 0.69		
IPE 240			14.28 16.59	14.00 9.33	11.20 5.97	9.33 4.15	8.00 3.05	7.00 2.33	6.22 1.84	5.60 1.49	5.09 1.23	4.67 1.04	4.31 0.88	4.00 0.76	
IPE 270				17.11 12.36	14.83 7.91	12.36 5.49	10.59 4.03	9.27 3.09	8.24 2.44	7.41 1.98	6.74 1.63	6.18 1.37	5.70 1.17	5.30 1.01	
IPE 300				20.45 16.04	19.25 10.27	16.04 7.13	13.75 5.24	12.03 4.01	10.69 3.17	9.62 2.57	8.75 2.12	8.02 1.78	7.40 1.52	6.87 1.31	
IPE 330					23.76 13.14	20.53 9.13	17.60 6.71	15.40 5.13	13.69 4.06	12.32 3.29	11.20 2.72	10.27 2.28	9.48 1.94	8.80 1.68	
IPE 360					27.65 16.66	26.04 11.57	22.32 8.50	19.53 6.51	17.36 5.14	15.62 4.17	14.20 3.44	13.02 2.89	12.02 2.46	11.16 2.13	
IPE 400						33.02 14.85	28.64 10.91	25.06 8.35	22.27 6.60	20.04 5.35	18.22 4.42	16.70 3.71	15.42 3.16	14.32 2.73	

جدول ۱۰-۳ واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه‌گاهها برای نیمرخ INP تک ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PROFILE NO.														
INP 80	3.00 8.99	1.68 2.25	1.12 1.00	0.84 0.56	0.67 0.36									
INP 100	4.32 15.76	2.95 3.94	1.97 1.75	1.48 0.98	1.18 0.63	0.98 0.44								
INP 120	5.88 25.21	4.73 6.30	3.15 2.80	2.36 1.58	1.89 1.01	1.58 0.70	1.35 0.51							
INP 140	7.66 37.74	7.08 9.43	4.72 4.19	3.54 2.36	2.83 1.51	2.36 1.05	2.02 0.77	1.77 0.59						
INP 160		9.68 13.48	6.74 5.99	5.05 3.37	4.04 2.16	3.37 1.50	2.89 1.10	2.53 0.84	2.25 0.67	2.02 0.54				
INP 180		11.92 18.55	9.27 8.24	6.96 4.64	5.56 2.97	4.64 2.06	3.97 1.51	3.48 1.16	3.09 0.92	2.78 0.74	2.53 0.61			
INP 200		14.40 24.65	12.33 10.96	9.24 6.16	7.40 3.94	6.16 2.74	5.28 2.01	4.62 1.54	4.11 1.22	3.70 0.99	3.36 0.81	3.08 0.68		
INP 220		17.11 32.03	16.01 14.23	12.01 8.01	9.61 5.12	8.01 3.56	6.86 2.61	6.00 2.00	5.34 1.58	4.80 1.28	4.37 1.06	4.00 0.89	3.70 0.76	
INP 240			20.04 18.12	15.29 10.20	12.23 6.52	10.20 4.53	8.74 3.33	7.65 2.55	6.80 2.01	6.12 1.63	5.56 1.35	5.10 1.13	4.71 0.97	4.37 0.83
INP 260			23.46 22.63	19.09 12.73	15.28 8.15	12.73 5.66	10.91 4.16	9.55 3.18	8.49 2.51	7.64 2.04	6.94 1.68	6.36 1.41	5.88 1.21	5.46 1.04
INP 280			27.15 27.75	23.41 15.61	18.73 9.99	15.61 6.94	13.38 5.10	11.71 3.90	10.41 3.08	9.37 2.50	8.51 2.06	7.80 1.73	7.20 1.48	6.69 1.27
INP 300			31.10 33.43	28.21 18.81	22.57 12.04	18.81 8.36	16.12 6.14	14.10 4.70	12.54 3.71	11.28 3.01	10.26 2.49	9.40 2.09	8.68 1.78	8.06 1.54
INP 320			35.33 40.04	33.78 22.52	27.03 14.41	22.52 10.01	19.30 7.35	16.89 5.63	15.01 4.45	13.51 3.60	12.28 2.98	11.26 2.50	10.39 2.13	9.65 1.84
INP 340				39.82 26.58	31.90 17.01	26.58 11.81	22.78 8.68	19.94 6.65	17.72 5.25	15.95 4.25	14.50 3.52	13.29 2.95	12.27 2.52	11.39 2.17
INP 360				44.93 31.39	37.67 20.09	31.39 13.95	26.91 10.25	23.54 7.85	20.93 6.20	18.84 5.02	17.12 4.15	15.70 3.49	14.49 2.97	13.45 2.56
INP 380				49.98 36.29	43.55 23.22	36.29 16.13	31.10 11.85	27.22 9.07	24.19 7.17	21.77 5.81	19.79 4.80	18.14 4.03	16.75 3.44	15.55 2.96
INP 400				55.30 42.05	50.46 26.91	42.05 18.69	36.04 13.73	31.54 10.51	28.03 8.31	25.23 6.73	22.94 5.56	21.02 4.67	19.41 3.98	18.02 3.43

جدول ۱۱-۳- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه گاهها برای نیمرخ CIPE تک ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (TON) q (ton/m)	دهانه (متر)										
PROFILE NO.	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
CIPE 140	5.18 3.46	4.15 2.21	3.46 1.54	2.96 1.13	2.59 0.86	2.30 0.68	2.07 0.55	1.89 0.46	1.73 0.38	1.60 0.33	
CIPE 160	7.30 4.87	5.84 3.12	4.87 2.16	4.17 1.59	3.65 1.22	3.24 0.96	2.92 0.78	2.65 0.64	2.43 0.54	2.25 0.46	2.09 0.40
CIPE 180	9.81 6.54	7.85 4.18	6.54 2.91	5.60 2.13	4.90 1.63	4.36 1.29	3.92 1.05	3.57 0.86	3.27 0.73	3.02 0.62	2.80 0.53
CIPE 200	13.00 8.67	10.40 5.55	8.67 3.85	7.43 2.83	6.50 2.17	5.78 1.71	5.20 1.39	4.73 1.15	4.33 0.96	4.00 0.82	3.72 0.71
CIPE 220	16.93 11.29	13.55 7.23	11.29 5.02	9.68 3.69	8.47 2.82	7.53 2.23	6.77 1.81	6.16 1.49	5.64 1.25	5.21 1.07	4.84 0.92
CIPE 240	21.43 14.49	17.38 9.27	14.49 6.44	12.42 4.73	10.86 3.62	9.66 2.86	8.69 2.32	7.90 1.92	7.24 1.61	6.69 1.37	6.21 1.18
CIPE 270	25.66 19.15	22.98 12.26	19.15 8.51	16.42 6.25	14.36 4.79	12.77 3.78	11.49 3.06	10.45 2.53	9.58 2.13	8.84 1.81	8.21 1.56
CIPE 300	30.67 24.83	29.79 15.89	24.83 11.03	21.28 8.11	18.62 6.21	16.55 4.90	14.90 3.97	13.54 3.28	12.41 2.76	11.46 2.35	10.64 2.03

* فرض شده است که در هر طرف تکیه گاه از بر ستون، حداقل دو سوراخ توسط ورقی هم ضخامت با جان پر شده است.

جدول ۳-۱۲- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه‌گاهها برای نیمرخ UNP تک ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
UNP 80	4.58 12.2	2.29 3.1	1.53 1.36	1.14 0.76	0.92 0.49									
UNP 100	5.76 19.0	3.56 4.7	2.37 2.11	1.78 1.19	1.42 0.76	1.19 0.53								
UNP 120	8.06 28.0	5.24 7.0	3.50 3.11	2.62 1.75	2.10 1.12	1.75 0.78	1.50 0.57							
UNP 140	9.41 39.8	7.46 10.0	4.98 4.42	3.73 2.49	2.99 1.59	2.49 1.11	2.13 0.81	1.87 0.62						
UNP 160	11.52 53.5	10.02 13.4	6.68 5.94	5.01 3.34	4.01 2.14	3.34 1.48	2.86 1.09	2.51 0.84	2.23 0.66	2.00 0.53				
UNP 180	13.82 69.1	12.96 17.3	8.64 7.68	6.48 4.32	5.18 2.76	4.32 1.92	3.70 1.41	3.24 1.08	2.88 0.85	2.59 0.69	2.36 0.57			
UNP 200		16.32 22.0	11.06 9.78	8.25 5.50	6.60 3.52	5.50 2.44	4.71 1.80	4.13 1.38	3.67 1.09	3.30 0.88	3.00 0.73	2.75 0.61		
UNP 220		19.01 28.2	14.11 12.54	10.58 7.06	8.47 4.52	7.06 3.14	6.05 2.30	5.29 1.76	4.70 1.39	4.23 1.13	3.85 0.93	3.53 0.78	3.26 0.67	
UNP 240		21.89 34.6	17.28 15.36	12.96 8.64	10.37 5.53	8.64 3.84	7.41 2.82	6.48 2.16	5.76 1.71	5.18 1.38	4.71 1.14	4.32 0.96	3.99 0.82	3.70 0.71
UNP 260		24.96 42.7	21.37 19.00	16.03 10.68	12.82 6.84	10.68 4.75	9.16 3.49	8.01 2.67	7.12 2.11	6.41 1.71	5.83 1.41	5.34 1.19	4.93 1.01	4.58 0.87
UNP 280		26.88 51.6	25.80 22.94	19.35 12.90	15.48 8.26	12.90 5.73	11.06 4.21	9.68 3.23	8.60 2.55	7.74 2.06	7.04 1.71	6.45 1.43	5.95 1.22	5.53 1.05
UNP 300			28.80 27.39	23.11 15.41	18.49 9.86	15.41 6.85	13.21 5.03	11.56 3.85	10.27 3.04	9.24 2.47	8.40 2.04	7.70 1.71	7.11 1.46	6.60 1.26
UNP 320			39.11 34.76	29.33 19.56	23.47 12.52	19.56 8.69	16.76 6.39	14.67 4.89	13.04 3.86	11.73 3.13	10.67 2.59	9.78 2.17	9.03 1.85	8.38 1.60
UNP 350			42.28 37.58	31.71 21.14	25.37 13.53	21.14 9.40	18.12 6.90	15.85 5.28	14.09 4.18	12.68 3.38	11.53 2.80	10.57 2.35	9.76 2.00	9.06 1.73
UNP 380		49.25 95.5	47.75 42.44	35.81 23.88	28.65 15.28	23.88 10.61	20.46 7.80	17.91 5.97	15.92 4.72	14.33 3.82	13.02 3.16	11.94 2.65	11.02 2.26	10.23 1.95
UNP 400			53.76 52.22	44.06 29.38	35.25 18.80	29.38 13.06	25.18 9.59	22.03 7.34	19.58 5.80	17.63 4.70	16.02 3.88	14.69 3.26	13.56 2.78	12.59 2.40

جدول ۳-۱۳- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه گاهها برای نیمرخ زوج $2 IPE (F_y = 1440 \text{ kg/cm}^2)$

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
2IPE 80	5.8 18.4	3.5 4.6	2.30 2.05	1.73 1.15	1.38 0.74									
2IPE 100	7.9 31.5	5.9 7.9	3.94 3.50	2.95 1.97	2.36 1.26	1.97 0.88								
2IPE 120	10.1 48.8	9.2 12.2	6.11 5.43	4.58 3.05	3.66 1.95	3.05 1.36	2.62 1.00							
2IPE 140		12.6 17.8	8.90 7.92	6.68 4.45	5.34 2.85	4.45 1.98	3.82 1.45	3.34 1.11						
2IPE 160		15.4 25.1	12.56 11.16	9.42 6.28	7.53 4.02	6.28 2.79	5.38 2.05	4.71 1.57	4.19 1.24	3.77 1.00				
2IPE 180		18.3 33.6	16.82 14.95	12.61 8.41	10.09 5.38	8.41 3.74	7.21 2.75	6.31 2.10	5.61 1.66	5.05 1.35	4.59 1.11			
2IPE 200			21.50 19.87	16.76 11.17	13.41 7.15	11.17 4.97	9.58 3.65	8.38 2.79	7.45 2.21	6.70 1.79	6.10 1.48	5.59 1.24		
2IPE 220			24.92 25.80	21.77 14.52	17.42 9.29	14.52 6.45	12.44 4.74	10.89 3.63	9.68 2.87	8.71 2.32	7.92 1.92	7.26 1.61	6.70 1.37	
2IPE 240			28.57 33.18	27.99 18.66	22.39 11.94	18.66 8.29	16.00 6.09	14.00 4.67	12.44 3.69	11.20 2.99	10.18 2.47	9.33 2.07	8.61 1.77	8.00 1.52
2IPE 270				34.21 24.71	29.65 15.81	24.71 10.98	21.18 8.07	18.53 6.18	16.47 4.88	14.83 3.95	13.48 3.27	12.36 2.75	11.40 2.34	10.59 2.02
2IPE 300				40.90 32.08	38.50 20.53	32.08 14.26	27.50 10.48	24.06 8.02	21.39 6.34	19.25 5.13	17.50 4.24	16.04 3.56	14.81 3.04	13.75 2.62
2IPE 330					47.52 26.28	41.07 18.25	35.20 13.41	30.80 10.27	27.38 8.11	24.64 6.57	22.40 5.43	20.53 4.56	18.95 3.89	17.60 3.35
2IPE 360					55.30 33.33	52.07 23.14	44.63 17.00	39.05 13.02	34.71 10.29	31.24 8.33	28.40 6.89	26.04 5.79	24.03 4.93	22.32 4.25
2IPE 400						66.05 29.70	57.27 21.82	50.11 16.70	44.54 13.20	40.09 10.69	36.45 8.84	33.41 7.42	30.84 6.33	28.64 5.45

جدول ۳-۱۴- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه گاهها برای نیمرخ زوج $2INP$ ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
2INP 90	5.99 17.97	3.37 4.49	2.25 2.00	1.68 1.12	1.35 0.72									
2INP 100	8.64 31.52	5.91 7.88	3.94 3.50	2.95 1.97	2.36 1.26	1.97 0.98								
2INP 120	11.75 50.41	9.45 12.60	6.30 5.60	4.73 3.15	3.78 2.02	3.15 1.40	2.70 1.03							
2INP 140	15.32 75.48	14.15 18.97	9.43 8.39	7.08 4.72	5.66 3.02	4.72 2.10	4.04 1.54	3.54 1.18						
2INP 160		19.35 26.96	13.48 11.98	10.11 6.74	8.09 4.31	6.74 3.00	5.78 2.20	5.05 1.68	4.49 1.33	4.04 1.08				
2INP 180		23.85 37.09	18.55 16.49	13.91 9.27	11.13 5.94	9.27 4.12	7.95 3.03	6.96 2.32	6.18 1.83	5.56 1.48	5.06 1.23			
2INP 200		28.80 49.31	24.65 21.91	18.49 12.33	14.79 7.89	12.33 5.48	10.57 4.02	9.24 3.08	8.22 2.43	7.40 1.97	6.72 1.63	6.16 1.37		
2INP 220		34.21 64.05	32.03 28.47	24.02 16.01	19.22 10.25	16.01 7.12	13.73 5.23	12.01 4.00	10.68 3.16	9.61 2.56	8.73 2.12	8.01 1.78	7.39 1.52	
2INP 240			40.09 36.25	30.59 20.39	24.47 13.05	20.39 9.06	17.48 6.66	15.29 5.10	13.59 4.03	12.23 3.26	11.12 2.70	10.20 2.27	9.41 1.93	8.74 1.66
2INP 260			46.92 45.26	38.19 25.46	30.55 16.29	25.46 11.32	21.82 8.31	19.09 6.36	16.97 5.03	15.28 4.07	13.89 3.37	12.73 2.83	11.75 2.41	10.91 2.08
2INP 280			54.30 55.50	46.83 31.22	37.46 19.98	31.22 13.88	26.76 10.19	23.41 7.80	20.81 6.17	18.73 5.00	17.03 4.13	15.61 3.47	14.41 2.96	13.38 2.55
2INP 300			62.21 66.87	56.42 37.61	45.14 24.07	37.61 16.72	32.24 12.28	28.21 9.40	25.08 7.43	22.57 6.02	20.52 4.97	18.81 4.18	17.36 3.56	16.12 3.07
2INP 320			70.66 80.08	67.56 45.04	54.05 28.83	45.04 20.02	38.61 14.71	33.78 11.26	30.03 8.90	27.03 7.21	24.57 5.96	22.52 5.00	20.79 4.26	19.30 3.68
2INP 340				79.64 53.16	63.80 34.02	53.16 23.63	45.57 17.36	39.87 13.29	35.44 10.50	31.90 8.51	29.00 7.03	26.58 5.91	24.54 5.03	22.78 4.34
2INP 360				89.86 62.78	75.34 40.18	62.78 27.90	53.81 20.50	47.09 15.70	41.86 12.40	37.67 10.05	34.25 8.30	31.39 6.98	28.98 5.94	26.91 5.13
2INP 380				99.96 72.58	87.09 46.45	72.58 32.26	62.21 23.70	54.43 18.14	48.38 14.34	43.55 11.61	39.59 9.60	36.29 8.06	33.50 6.87	31.10 5.92
2INP 400				110.5 84.10	100.9 53.92	84.10 37.38	72.08 27.46	63.07 21.02	56.06 16.61	50.46 13.46	45.37 11.12	42.05 9.34	38.81 7.96	36.04 6.86

جدول ۱۵-۳- واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه گاهها برای نیمرخ زوج $2CIPE$ ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)										
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
PROFILE NO.											
2CIPE 140	10.37 6.91	8.29 4.42	6.91 3.07	5.92 2.26	5.18 1.73	4.61 1.37	4.15 1.11	3.77 0.91	3.46 0.77	3.19 0.65	
2CIPE 160	14.60 9.73	11.68 6.23	9.73 4.33	8.34 3.18	7.30 2.43	6.49 1.92	5.84 1.56	5.31 1.29	4.87 1.08	4.49 0.92	4.17 0.79
2CIPE 180	19.61 13.08	15.69 8.37	13.08 5.81	11.21 4.27	9.81 3.27	8.72 2.58	7.85 2.09	7.13 1.73	6.54 1.45	6.03 1.24	5.60 1.07
2CIPE 200	26.01 17.34	20.81 11.10	17.34 7.71	14.86 5.66	13.00 4.33	11.56 3.42	10.40 2.77	9.46 2.29	8.67 1.93	8.00 1.64	7.43 1.42
2CIPE 220	33.87 22.58	27.10 14.45	22.58 10.04	19.35 7.37	16.93 5.64	15.05 4.46	13.55 3.61	12.32 2.99	11.29 2.51	10.42 2.14	9.68 1.84
2CIPE 240	42.85 28.97	34.77 18.54	28.97 12.88	24.83 9.46	21.73 7.24	19.32 5.72	17.38 4.64	15.80 3.83	14.49 3.22	13.37 2.74	12.42 2.37
2CIPE 270	51.32 38.30	45.96 24.51	38.30 17.02	32.83 12.51	28.73 9.58	25.54 7.57	22.98 6.13	20.89 5.06	19.15 4.26	17.68 3.63	16.42 3.13
2CIPE 300	61.34 49.65	59.58 31.78	49.65 22.07	42.56 16.21	37.24 12.41	33.10 9.81	29.79 7.94	27.08 6.57	24.83 5.52	22.92 4.70	21.28 4.05

* فرض شده است که در هر طرف تکیه گاه از بر ستون، حداقل دو سوراخ توسط ورقی هم ضخامت با جان پر شده است.

جدول ۱۶-۳. واکنش تیر دوسرگیردار، نظیر مقاومت خمشی تحت بارهای قائم در وسط دهانه و لنگرهای خمشی

نظیر مقاومت خمشی در تکیه‌گاهها برای نیمرخ زوج 2UNP ($F_b=1440 \text{ kg/cm}^2$)

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
2UNP 80	9.2 24.4	4.6 6.1	3.05 2.71	2.29 1.53	1.83 0.98									
2UNP 100	11.5 38.0	7.1 9.5	4.75 4.22	3.56 2.37	2.85 1.52	2.37 1.05								
2UNP 120	16.1 55.9	10.5 14.0	6.99 6.22	5.24 3.50	4.20 2.24	3.50 1.55	3.00 1.14							
2UNP 140	18.8 79.6	14.9 19.9	9.95 8.85	7.46 4.98	5.97 3.19	4.98 2.21	4.27 1.63	3.73 1.24						
2UNP 160	23.0 106.9	20.0 26.7	13.36 11.88	10.02 6.68	8.02 4.28	6.68 2.97	5.73 2.18	5.01 1.67	4.45 1.32	4.01 1.07				
2UNP 180	27.6 138.2	25.9 34.6	17.28 15.36	12.96 8.64	10.37 5.53	8.64 3.84	7.41 2.82	6.48 2.16	5.76 1.71	5.18 1.38	4.71 1.14			
2UNP 200		32.6 44.0	22.00 19.56	16.50 11.00	13.20 7.04	11.00 4.89	9.43 3.59	8.25 2.75	7.33 2.17	6.60 1.76	6.00 1.45	5.50 1.22		
2UNP 220		38.0 56.4	28.22 25.09	21.17 14.11	16.93 9.03	14.11 6.27	12.10 4.61	10.58 3.53	9.41 2.79	8.47 2.26	7.70 1.87	7.06 1.57	6.51 1.34	
2UNP 240		43.8 69.1	34.56 30.72	25.92 17.28	20.74 11.06	17.28 7.68	14.81 5.64	12.96 4.32	11.52 3.41	10.37 2.76	9.43 2.28	8.64 1.92	7.98 1.64	7.41 1.41
2UNP 260		49.9 85.5	42.74 37.99	32.05 21.37	25.64 13.68	21.37 9.50	18.32 6.98	16.03 5.34	14.25 4.22	12.82 3.42	11.66 2.83	10.68 2.37	9.86 2.02	9.16 1.74
2UNP 280		53.8 103.2	51.61 45.88	38.71 25.80	30.97 16.52	25.80 11.47	22.12 8.43	19.35 6.45	17.20 5.10	15.48 4.13	14.08 3.41	12.90 2.87	11.91 2.44	11.06 2.11
2UNP 300			57.60 54.78	46.22 30.82	36.98 19.72	30.82 13.70	26.41 10.06	23.11 7.70	20.54 6.09	18.49 4.93	16.81 4.07	15.41 3.42	14.22 2.92	13.21 2.52
2UNP 320		86.0 156.4	78.22 69.53	58.67 39.11	46.93 25.03	39.11 17.38	33.52 12.77	29.33 9.78	26.07 7.73	23.47 6.26	21.33 5.17	19.56 4.35	18.05 3.70	16.76 3.19
2UNP 350		94.1 169.1	84.56 75.16	63.42 42.28	50.73 27.06	42.28 18.79	36.24 13.81	31.71 10.57	28.19 8.35	25.37 6.76	23.06 5.59	21.14 4.70	19.51 4.00	18.12 3.45
2UNP 380		98.5 191.0	95.50 84.89	71.63 47.75	57.30 30.56	47.75 21.22	40.93 15.59	35.81 11.94	31.83 9.43	28.65 7.64	26.05 6.31	23.88 5.31	22.04 4.52	20.46 3.90
2UNP 400			107.5 104.4	88.13 58.75	70.50 37.60	58.75 26.11	50.36 19.18	44.06 14.69	39.17 11.61	35.25 9.40	32.05 7.77	29.38 6.53	27.12 5.56	25.18 4.80

فصل ۴

جداول مقاومت برشی نبشی‌های جان

۱-۴- مقدمه

نبشی‌های جان از انواع اتصالات ساده هستند که تنها برش تکیه‌گاهی تیر را تحمل نموده به تکیه‌گاه منتقل می‌سازند. این اتصالات متشکل از دو نبشی می‌باشند که دو بال آنها توسط جوش A به جان تیر و دو بال دیگر آنها توسط جوش B به صفحه تکیه‌گاه متصل شده‌اند (شکل ۱-۴). جوش A برای برش و پیچش ناشی از نیروی برشی خارج از مرکز جوش طراحی می‌شود. جوش B با استفاده از روش پیشنهادی سالمون و جانسون برای برش و خمش ناشی از خروج از مرکزیت نیروی برشی طراحی خواهد شد. فرض شده که در جوش B پیچش ایجاد نمی‌گردد. در جداول عرضه شده در این فصل ظرفیت باربری جوشهای A و B با اندازه‌های مختلف ساق برای نبشی‌های ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ با طولهای متغیر از ۶ تا ۳۰ سانتیمتر ارائه شده است. در انتخاب اندازه جوشهای A و B حداقل‌های آیین‌نامه‌ای باید رعایت گردد. در ضمن با بزرگتر انتخاب کردن اندازه جوش B و کوچک انتخاب کردن اندازه جوش A، سعی شده است که ظرفیت آنها حدوداً مساوی درآید، زیرا ظرفیت باربری جوش A یا B هر کدام کمتر باشد معرف مقاومت برشی خواهد بود. مقاومت گسیختگی جان تیر نباید از مقاومت جوش A کمتر باشد لذا حداقل ضخامت جان تیر که ارضاکننده این شرط می‌باشد در ستون آخر جداول آمده است.

مثال ۱:

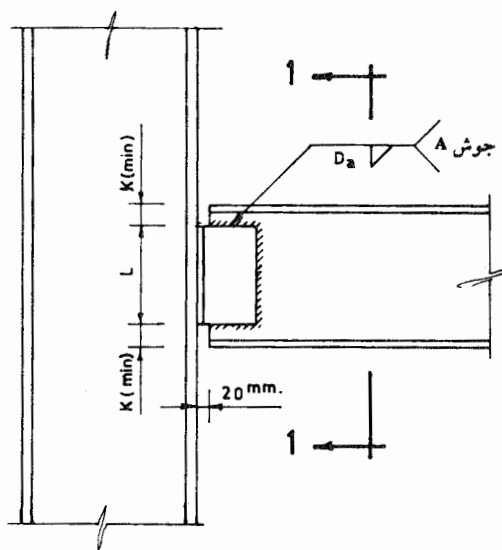
با توجه به جدول ۵-۴، برای نبشی $100 \times 100 \times 10$ میلیمتر، با طول ۲۱ سانتیمتر، ظرفیت مجاز جوش A با اندازه ساق ۴ میلیمتر مساوی ۹/۳۷ تن و ظرفیت مجاز جوش B با اندازه ساق ۸ میلیمتر مساوی ۸/۵۱ تن به دست می‌آید که ظرفیت مجاز این نبشی مساوی ۸/۵۱ تن خواهد بود. حداقل ضخامت جان تیر نیز باید ۵/۴۲ میلیمتر باشد.

۲-۴- طراحی اتصال

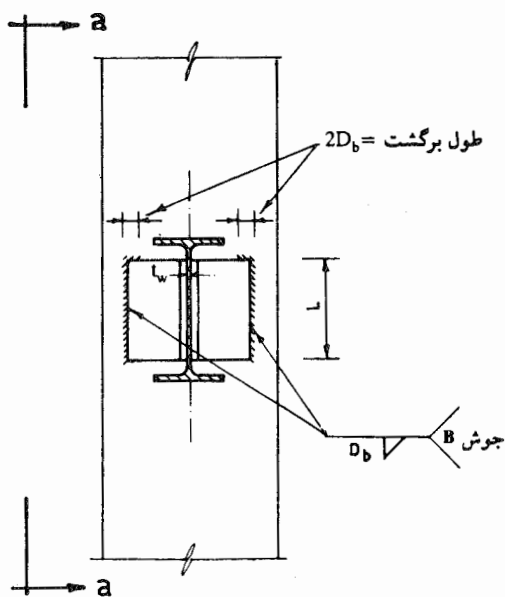
با ترکیب جداول فصل دوم و این فصل می‌توان اقدام به طراحی اتصال تیرهای ساده نمود. روش کار در مثال زیر شرح داده می‌شود.

مثال ۲:

فرض کنید که بخواهیم اتصال تیر IPE180 را در دهانه ۴ متر طراحی کنیم. با استفاده از جدول ۱-۲ مقدار واکنش تکیه‌گاهی این تیر مساوی ۲/۱ تن به دست می‌آید. حال با استفاده از جدول ۴-۴ از نبشی $80 \times 80 \times 80$ به طول ۱۱ سانتیمتر با اندازه ساق جوش $D_a = 3\text{mm}$ و اندازه ساق جوش $D_b = 6\text{mm}$ که ظرفیتی مساوی ۲/۳۵ تن به دست می‌دهد استفاده می‌شود. ضمناً ضخامت جان تیر ۵/۳۰ سانتیمتر می‌باشد که از حداقل ضخامت ۴/۰۶ بیشتر است.



نمای a-a



برش 1-1

جدول ۴-۱. مقاومت جوشهای A و B برای نبشی ۵۰

جوش A		جوش B		طول نبشی L(mm)	ابعاد نبشی (mm)	ضخامت حداقل جان تیر (mm)
ظرفیت (ton)	Da (mm)	ظرفیت (ton)	Db (mm)			
14.03	4.0	11.31	4.0	300	~ 50* 50* 5	5.42
13.48	4.0	10.76	4.0	290	~ 50* 50* 5	5.42
12.93	4.0	10.22	4.0	280	~ 50* 50* 5	5.42
12.38	4.0	9.68	4.0	270	~ 50* 50* 5	5.42
11.84	4.0	9.14	4.0	260	~ 50* 50* 5	5.42
11.30	4.0	8.61	4.0	250	~ 50* 50* 5	5.42
10.76	4.0	8.09	4.0	240	~ 50* 50* 5	5.42
10.22	4.0	7.57	4.0	230	~ 50* 50* 5	5.42
7.26	3.0	7.06	4.0	220	~ 50* 50* 5	4.06
6.87	3.0	6.55	4.0	210	~ 50* 50* 5	4.06
6.47	3.0	6.06	4.0	200	~ 50* 50* 5	4.06
6.08	3.0	5.57	4.0	190	~ 50* 50* 5	4.06
5.69	3.0	5.09	4.0	180	~ 50* 50* 5	4.06
5.31	3.0	4.63	4.0	170	~ 50* 50* 5	4.06
4.93	3.0	4.18	4.0	160	~ 50* 50* 5	4.06
4.56	3.0	3.74	4.0	150	~ 50* 50* 5	4.06
4.19	3.0	3.32	4.0	140	~ 50* 50* 5	4.06
3.83	3.0	2.92	4.0	130	~ 50* 50* 5	4.06
3.48	3.0	2.53	4.0	120	~ 50* 50* 5	4.06
3.13	3.0	2.17	4.0	110	~ 50* 50* 5	4.06
2.80	3.0	1.83	4.0	100	~ 50* 50* 5	4.06
2.47	3.0	1.51	4.0	90	~ 50* 50* 5	4.06
2.15	3.0	1.22	4.0	80	~ 50* 50* 5	4.06
1.85	3.0	0.95	4.0	70	~ 50* 50* 5	4.06
1.56	3.0	0.71	4.0	60	~ 50* 50* 5	4.06

جدول ۴-۲. مقاومت جوشهای A و B برای نبشی ۶۰

جوش A		جوش B		طول نبشی L(mm)	ابعاد نبشی (mm)	ضخامت حداقل جان تیر (mm)
ظرفیت (ton)	Da (mm)	ظرفیت (ton)	Db (mm)			
13.93	4.0	13.01	5.0	300	~ 60* 60* 6	5.42
13.39	4.0	12.36	5.0	290	~ 60* 60* 6	5.42
12.85	4.0	11.71	5.0	280	~ 60* 60* 6	5.42
12.31	4.0	11.06	5.0	270	~ 60* 60* 6	5.42
11.78	4.0	10.42	5.0	260	~ 60* 60* 6	5.42
11.24	4.0	9.80	5.0	250	~ 60* 60* 6	5.42
10.71	4.0	9.18	5.0	240	~ 60* 60* 6	5.42
10.19	4.0	8.57	5.0	230	~ 60* 60* 6	5.42
9.67	4.0	7.97	5.0	220	~ 60* 60* 6	5.42
9.15	4.0	7.38	5.0	210	~ 60* 60* 6	5.42
6.48	3.0	6.80	5.0	200	~ 60* 60* 6	4.06
6.10	3.0	6.24	5.0	190	~ 60* 60* 6	4.06
5.72	3.0	5.69	5.0	180	~ 60* 60* 6	4.06
5.35	3.0	5.16	5.0	170	~ 60* 60* 6	4.06
4.98	3.0	4.65	5.0	160	~ 60* 60* 6	4.06
4.62	3.0	4.16	5.0	150	~ 60* 60* 6	4.06
4.26	3.0	3.68	5.0	140	~ 60* 60* 6	4.06
3.91	3.0	3.23	5.0	130	~ 60* 60* 6	4.06
3.57	3.0	2.80	5.0	120	~ 60* 60* 6	4.06
3.23	3.0	2.39	5.0	110	~ 60* 60* 6	4.06
2.90	3.0	2.02	5.0	100	~ 60* 60* 6	4.06
2.58	3.0	1.66	5.0	90	~ 60* 60* 6	4.06
2.27	3.0	1.34	5.0	80	~ 60* 60* 6	4.06
1.97	3.0	1.05	5.0	70	~ 60* 60* 6	4.06
1.69	3.0	0.79	5.0	60	~ 60* 60* 6	4.06

جدول ۳-۴. مقاومت جوشهای A و B برای نبشی ۷۰

جوش A		جوش B		طول نبشی L(mm)	ابعاد نبشی (mm)	ضخامت حداقل جان تیر (mm)
ظرفیت (ton)	Da (mm)	ظرفیت (ton)	Db (mm)			
13.87	4.0	12.03	5.0	300	~ 70* 70* 7	5.42
13.33	4.0	11.41	5.0	290	~ 70* 70* 7	5.42
12.80	4.0	10.79	5.0	280	~ 70* 70* 7	5.42
12.27	4.0	10.17	5.0	270	~ 70* 70* 7	5.42
11.75	4.0	9.57	5.0	260	~ 70* 70* 7	5.42
11.23	4.0	8.98	5.0	250	~ 70* 70* 7	5.42
10.71	4.0	8.40	5.0	240	~ 70* 70* 7	5.42
7.64	3.0	7.82	5.0	230	~ 70* 70* 7	4.06
7.26	3.0	7.26	5.0	220	~ 70* 70* 7	4.06
6.88	3.0	6.72	5.0	210	~ 70* 70* 7	4.06
6.51	3.0	6.18	5.0	200	~ 70* 70* 7	4.06
6.13	3.0	5.66	5.0	190	~ 70* 70* 7	4.06
5.76	3.0	5.16	5.0	180	~ 70* 70* 7	4.06
5.40	3.0	4.67	5.0	170	~ 70* 70* 7	4.06
5.04	3.0	4.20	5.0	160	~ 70* 70* 7	4.06
4.69	3.0	3.75	5.0	150	~ 70* 70* 7	4.06
4.34	3.0	3.32	5.0	140	~ 70* 70* 7	4.06
4.00	3.0	2.91	5.0	130	~ 70* 70* 7	4.06
3.66	3.0	2.52	5.0	120	~ 70* 70* 7	4.06
3.33	3.0	2.15	5.0	110	~ 70* 70* 7	4.06
3.01	3.0	1.81	5.0	100	~ 70* 70* 7	4.06
2.70	3.0	1.49	5.0	90	~ 70* 70* 7	4.06
2.39	3.0	1.20	5.0	80	~ 70* 70* 7	4.06
2.10	3.0	0.94	5.0	70	~ 70* 70* 7	4.06
1.82	3.0	0.71	5.0	60	~ 70* 70* 7	4.06

جدول ۴-۴. مقاومت جوشهای A و B برای نبشی ۸۰

جوش A		جوش B		طول نبشی L(mm)	ابعاد نبشی (mm)	ضخامت حداقل جان تیر (mm)
ظرفیت (ton)	Da (mm)	ظرفیت (ton)	Db (mm)			
13.83	4.0	13.42	6.0	300	~ 80* 80* 8	5.42
13.31	4.0	12.70	6.0	290	~ 80* 80* 8	5.42
12.79	4.0	12.00	6.0	280	~ 80* 80* 8	5.42
12.27	4.0	11.30	6.0	270	~ 80* 80* 8	5.42
11.75	4.0	10.62	6.0	260	~ 80* 80* 8	5.42
11.24	4.0	9.95	6.0	250	~ 80* 80* 8	5.42
10.73	4.0	9.29	6.0	240	~ 80* 80* 8	5.42
10.22	4.0	8.64	6.0	230	~ 80* 80* 8	5.42
9.72	4.0	8.02	6.0	220	~ 80* 80* 8	5.42
9.22	4.0	7.40	6.0	210	~ 80* 80* 8	5.42
8.73	4.0	6.81	6.0	200	~ 80* 80* 8	5.42
8.24	4.0	6.23	6.0	190	~ 80* 80* 8	5.42
5.82	3.0	5.67	6.0	180	~ 80* 80* 8	4.06
5.47	3.0	5.13	6.0	170	~ 80* 80* 8	4.06
5.11	3.0	4.61	6.0	160	~ 80* 80* 8	4.06
4.77	3.0	4.11	6.0	150	~ 80* 80* 8	4.06
4.43	3.0	3.63	6.0	140	~ 80* 80* 8	4.06
4.09	3.0	3.18	6.0	130	~ 80* 80* 8	4.06
3.76	3.0	2.75	6.0	120	~ 80* 80* 8	4.06
3.44	3.0	2.35	6.0	110	~ 80* 80* 8	4.06
3.12	3.0	1.98	6.0	100	~ 80* 80* 8	4.06
2.82	3.0	1.63	6.0	90	~ 80* 80* 8	4.06
2.52	3.0	1.31	6.0	80	~ 80* 80* 8	4.06
2.24	3.0	1.02	6.0	70	~ 80* 80* 8	4.06
1.96	3.0	0.77	6.0	60	~ 80* 80* 8	4.06

جدول ۵-۴- مقاومت جوشهای A و B برای نبشی ۱۰۰

جوش A		جوش B		طول نبشی L(mm)	ابعاد نبشی (mm)	ضخامت حداقل جان تیر (mm)
ظرفیت (ton)	Da (mm)	ظرفیت (ton)	Da (mm)			
17.29	5.0	15.67	8.0	300	~100*100*10	6.77
16.66	5.0	14.81	8.0	290	~100*100*10	6.77
16.02	5.0	13.96	8.0	280	~100*100*10	6.77
15.39	5.0	13.12	8.0	270	~100*100*10	6.77
14.77	5.0	12.31	8.0	260	~100*100*10	6.77
14.15	5.0	11.51	8.0	250	~100*100*10	6.77
13.53	5.0	10.73	8.0	240	~100*100*10	6.77
10.33	4.0	9.97	8.0	230	~100*100*10	5.42
9.85	4.0	9.23	8.0	220	~100*100*10	5.42
9.37	4.0	8.51	8.0	210	~100*100*10	5.42
8.89	4.0	7.81	8.0	200	~100*100*10	5.42
8.42	4.0	7.14	8.0	190	~100*100*10	5.42
7.96	4.0	6.49	8.0	180	~100*100*10	5.42
5.62	3.0	5.86	8.0	170	~100*100*10	4.06
5.29	3.0	5.26	8.0	160	~100*100*10	4.06
4.95	3.0	4.69	8.0	150	~100*100*10	4.06
4.62	3.0	4.14	8.0	140	~100*100*10	4.06
4.30	3.0	3.62	8.0	130	~100*100*10	4.06
3.98	3.0	3.13	8.0	120	~100*100*10	4.06
3.67	3.0	2.67	8.0	110	~100*100*10	4.06
3.37	3.0	2.25	8.0	100	~100*100*10	4.06
3.07	3.0	1.85	8.0	90	~100*100*10	4.06
2.79	3.0	1.49	8.0	80	~100*100*10	4.06
2.52	3.0	1.16	8.0	70	~100*100*10	4.06
2.26	3.0	0.87	8.0	60	~100*100*10	4.06

جدول ۶-۴- مقاومت جوشهای A و B برای نبشی ۱۲۰

جوش A		جوش B		طول نبشی L(mm)	ابعاد نبشی (mm)	ضخامت حداقل جان تیر (mm)
ظرفیت (ton)	Da (mm)	ظرفیت (ton)	Da (mm)			
17.38	5.00	17.44	10.0	300	~120*120*12	6.77
16.76	5.00	16.46	10.0	290	~120*120*12	6.77
16.14	5.00	15.50	10.0	280	~120*120*12	6.77
15.53	5.00	14.56	10.0	270	~120*120*12	6.77
14.92	5.00	13.64	10.0	260	~120*120*12	6.77
14.32	5.00	12.74	10.0	250	~120*120*12	6.77
13.72	5.00	11.87	10.0	240	~120*120*12	6.77
13.13	5.00	11.01	10.0	230	~120*120*12	6.77
10.03	4.00	10.19	10.0	220	~120*120*12	5.42
9.56	4.00	9.38	10.0	210	~120*120*12	5.42
9.10	4.00	8.61	10.0	200	~120*120*12	5.42
8.65	4.00	7.86	10.0	190	~120*120*12	5.42
8.20	4.00	7.14	10.0	180	~120*120*12	5.42
7.75	4.00	6.44	10.0	170	~120*120*12	5.42
5.48	3.00	5.78	10.0	160	~120*120*12	4.06
5.16	3.00	5.14	10.0	150	~120*120*12	4.06
4.84	3.00	4.54	10.0	140	~120*120*12	4.06
4.53	3.00	3.97	10.0	130	~120*120*12	4.06
4.22	3.00	3.43	10.0	120	~120*120*12	4.06
3.92	3.00	2.92	10.0	110	~120*120*12	4.06
3.63	3.00	2.46	10.0	100	~120*120*12	4.06
3.35	3.00	2.02	10.0	90	~120*120*12	4.06
3.08	3.00	1.62	10.0	80	~120*120*12	4.06
2.82	3.00	1.27	10.0	70	~120*120*12	4.06
2.57	3.00	0.95	10.0	60	~120*120*12	4.06

جدول ۷-۴- مقاومت جوشهای A و B برای نبشی ۱۲۰

جوش A		جوش B		طول نبشی L(mm)	ابعاد نبشی (mm)	ضخامت حداقل جان تیر (mm)
ظرفیت (ton)	Da (mm)	ظرفیت (ton)	Db (mm)			
13.91	4.0	13.95	8.0	300	~120*120*12	5.42
13.41	4.0	13.17	8.0	290	~120*120*12	5.42
12.92	4.0	12.40	8.0	280	~120*120*12	5.42
12.42	4.0	11.65	8.0	270	~120*120*12	5.42
11.94	4.0	10.91	8.0	260	~120*120*12	5.42
11.45	4.0	10.19	8.0	250	~120*120*12	5.42
10.98	4.0	9.49	8.0	240	~120*120*12	5.42
10.50	4.0	8.81	8.0	230	~120*120*12	5.42
10.03	4.0	8.15	8.0	220	~120*120*12	5.42
9.56	4.0	7.51	8.0	210	~120*120*12	5.42
6.83	3.0	6.89	8.0	200	~120*120*12	4.06
6.48	3.0	6.29	8.0	190	~120*120*12	4.06
6.15	3.0	5.71	8.0	180	~120*120*12	4.06
5.81	3.0	5.15	8.0	170	~120*120*12	4.06
5.48	3.0	4.62	8.0	160	~120*120*12	4.06
5.16	3.0	4.11	8.0	150	~120*120*12	4.06
4.84	3.0	3.63	8.0	140	~120*120*12	4.06
4.53	3.0	3.17	8.0	130	~120*120*12	4.06
4.22	3.0	2.74	8.0	120	~120*120*12	4.06
3.92	3.0	2.34	8.0	110	~120*120*12	4.06
3.63	3.0	1.96	8.0	100	~120*120*12	4.06
3.35	3.0	1.62	8.0	90	~120*120*12	4.06
3.08	3.0	1.30	8.0	80	~120*120*12	4.06
2.82	3.0	1.01	8.0	70	~120*120*12	4.06
2.57	3.0	0.76	8.0	60	~120*120*12	4.06

فصل ۵

اتصال ساده تیر توسط نبشی های جان
(جداول استفاده مستقیم)

۵-۱- مقدمه

در این فصل جداول استفاده مستقیم جهت طراحی اتصالات ساده نیمرخهای IPE، CIPE و UNP توسط نبشی جان ارائه می شود. جداول این فصل با ترکیب جداول فصول ۲ (واکنشهای نظیر مقاومت خمشی) و جداول فصل ۴ (ظرفیت نبشی های جان) تهیه شده است. همان طور که جداول فصل ۲ نشان می دهد، با افزایش طول دهانه واکنش نظیر مقاومت خمشی کاهش و با کاهش طول دهانه، واکنش نظیر مقاومت خمشی افزایش می یابد. لذا لازم است برای جداول استفاده مستقیم، تعادلی بین واکنشها ایجاد گردد. برای این کار طول دهانه (l) مساوی ۱۵ برابر ارتفاع نیمرخ (h) انتخاب شده است که با توجه به اینکه طولهای معمول دهانه در حدود ۲۰ تا ۲۵ برابر ارتفاع نیمرخ است، یک انتخاب در جهت اطمینان بوده و از طرف دیگر خیلی هم محافظه کارانه نیست.

در جداول این فصل پروفیلهایی که با علامت * مشخص شده اند، مقدار $\frac{l}{h}$ حداقل برای آنها بیشتر از ۱۵ می باشد و حداقل این نسبت در زیر جداول آورده شده است.
در ادامه این فصل اتصال ساده نیمرخهای زوج 2IPE، 2CIPE و 2UNP آورده شده است.

مثال ۱:

مشخصات اتصال ساده با نبشی جان یک تیر IPE180 به طول ۴/۰ متر را به دست آورید.

حل:

ابتدا مقدار $\frac{l}{h}$ را به دست می آوریم.

$$\frac{l}{h} = \frac{400(\text{cm})}{18(\text{cm})} = 22.2 > 15$$

بنابر این می توان از جداول این فصل استفاده نمود.

با مراجعه به جدول ۵-۱، برای نیمرخ IPE180 از دو نبشی ۸×۸×۸۰ L به طول ۱۳cm و جوش هایی به اندازه

$D_g = 3\text{mm}$ (روی تیر) و $D_g = 6\text{mm}$ (روی تکیه گاه) استفاده می نمایم.

در صورتی که بخواهیم در طرح از مقادیر اقتصادی تری استفاده کنیم می توان از جداول فصل ۴ به ازاها واکنش

تکیه گاهی اقدام به انتخاب اتصال مورد نظر نمود.

جدول ۵-۱ - مشخصات نبشی جان و جوشهای آن برای نیمرخ تک IPE ($l \geq 15h$) با دهانه ساده

نیمرخ	واکنش نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	طول نبشی L(mm)	شماره نبشی (mm)	اندازه جوش A D_a (mm)	اندازه جوش B D_b (mm)
IPE 100	1.313	75	50×50×5	3	5
IPE 120	1.696	85	50×50×5	3	5
IPE 140	2.120	105	60×60×6	3	5
IPE 160	2.616	120	60×60×6	3	5
IPE 180	3.115	130	80×80×8	3	6
IPE 200	3.725	150	80×80×8	3	6
IPE 220	4.398	160	80×80×8	3	6
IPE 240	5.184	170	100×100×10	4	8
IPE 270	6.101	180	100×100×10	4	8
IPE 300	7.130	190	100×100×10	4	8

جدول ۵-۲- مشخصات نبشی جان و جوشهای آن برای نیمرخ تک CIPE ($l \geq 15h$) با دهانه ساده

نیمرخ	واکنش نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	طول نبشی L(mm)	شماره نبشی (mm)	اندازه جوش A D_a (mm)	اندازه جوش B D_b (mm)
CIPE 140	3.291	140	80×80×8	3	6
CIPE 160	4.056	150	80×80×8	3	6
CIPE 180	4.843	170	80×80×8	3	6
CIPE 200	5.779	190	80×80×8	3	6
CIPE 220	6.842	210	80×80×8	3	6
CIPE 240	8.048	230	100×100×10	4	8
CIPE 270	9.458	250	100×100×10	4	8
CIPE 300	11.034	270	100×100×10	4	8

جدول ۵-۳- مشخصات نبشی جان و جوشهای آن برای نیمرخ تک UNP ($l \geq 15h$) با دهانه ساده

نیمرخ	واکنش نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	طول نبشی L(mm)	شماره نبشی (mm)	اندازه جوش A D_a (mm)	اندازه جوش B D_b (mm)
UNP 100*	1.03	65	50×50×5	3	5
UNP 120**	1.46	80	50×50×5	3	5
UNP 140***	1.97	100	60×60×6	3	5
UNP 160	2.78	120	60×60×6	3	5
UNP 180	3.20	130	80×80×8	3	6
UNP 200	3.67	150	80×80×8	3	6
UNP 220	4.28	160	80×80×8	3	6
UNP 240	4.80	160	100×100×10	4	8
UNP 260	5.48	170	100×100×10	4	8
UNP 280	6.14	180	100×100×10	4	8
UNP 300	6.85	190	100×100×10	4	8

* - $L \geq 23h = 2.30m$

** - $L \geq 20h = 2.40m$

*** - $L \geq 18h = 2.50m$

۵-۲- اتصال ساده تیرهای زوج

اتصال ساده تیرهای زوج به دلیل زیاد بودن واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی آنها به کمک نبشی های جان تنها امکان پذیر نیست و برای همین از نبشی های نشیمن انعطاف پذیر برای کمک به نبشی های جان استفاده می نماییم. (شکل ۵-۱).

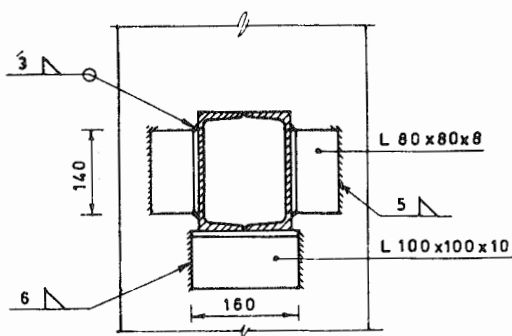
در این بخش مشخصات اتصال تیرهای زوج IPE، CIPE و UNP به ترتیب در جداول ۵-۴، ۵-۵ و ۵-۶ آورده شده است. لازم به یادآوری است که این اتصالات نیز برای واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر به ازاء $\frac{l}{h} = 15$ طرح شده است. مقدار مزبور در ستون دوم جداول آورده شده است.

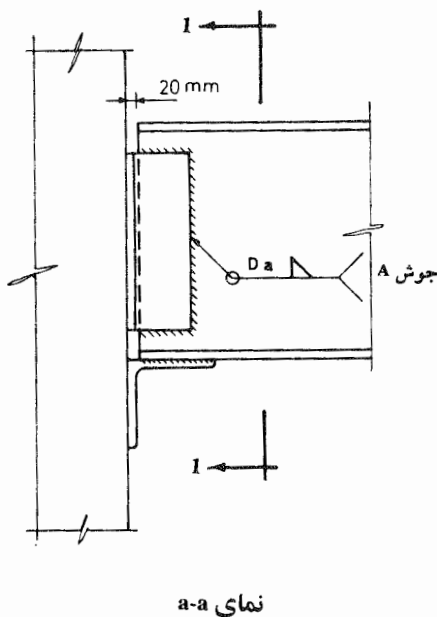
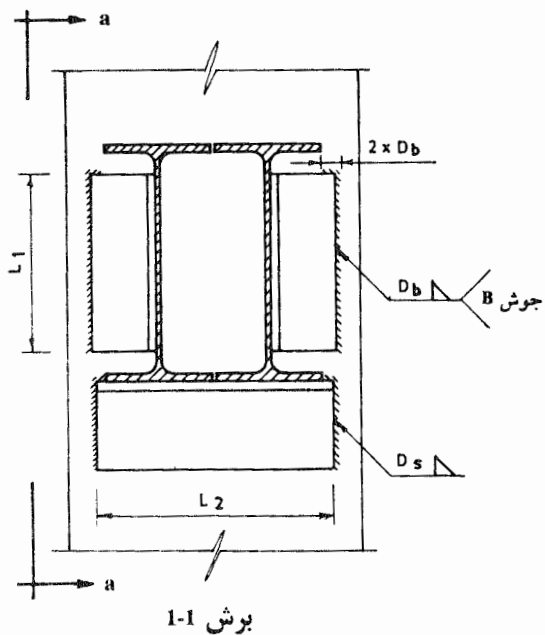
مثال ۲:

مشخصات اتصال ساده تیر زوج 2UNP180 را به کمک نبشی های جان و نبشی نشیمن تقویت نشده به دست آورید.

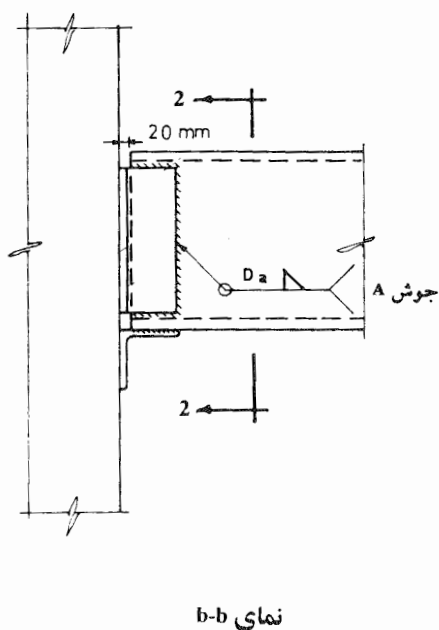
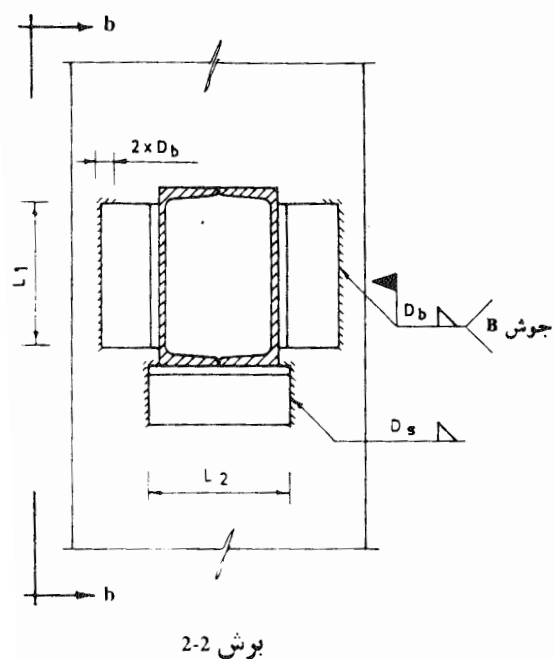
حل:

با مراجعه به جدول ۵-۶، در ردیف نیمرخ 2UNP180 مشخصات اتصال به شرح زیر می باشد:





الف - اتصال IPE و CIPE



ب - اتصال UNP

جدول ۵-۴. مشخصات اتصال ساده تیرهای زوج IPE به وسیله ترکیب نبشی‌های جان و نشیمن تقویت‌شده ($t \geq 15h$)

نیمخ	واکنش تکیه‌گاه تأثیر ظرفیت خمشی (ton)	نبشی‌های جان				نبشی‌نشیمن		
		شماره نبشی (mm)	طول نبشی L_1 (mm)	نبشی جوش		شماره نبشی (mm)	طول نبشی L_2 (mm)	اندازه جوش D_s (mm)
2IPE 100	2.63	50×50×5	70	3	5	80×80×8	130	4
2IPE 120	3.39	50×50×5	85	3	5	80×80×8	150	4
2IPE 140	4.24	60×60×6	100	3	5	100×100×10	160	5
2IPE 160	5.23	60×60×6	110	3	5	100×100×10	180	5
2IPE 180	6.23	80×80×8	130	3	5	100×100×10	200	6
2IPE 200	7.45	80×80×8	150	3	6	100×100×10	220	6
2IPE 220	8.80	80×80×8	160	3	6	120×120×12	240	6
2IPE 240	10.37	100×100×10	180	4	7	120×120×12	260	6
2IPE 270	12.20	100×100×10	200	4	7	120×120×12	290	7
2IPE 300	14.26	100×100×10	230	4	7	120×120×12	320	7

کنترل اندازه جوش حداقل براساس بخش ۹-۱ (جدول ۱-۱) این راهنما لازم است.

جدول ۵-۵ - مشخصات اتصال ساده تیرهای زوج CIPE به وسیله ترکیب نبشی های جان و نشیمن تقویت بنده (I≥15h)

نوع	واکنش تکیه گاهی ظرفیت خمشی (ton) تیر	نبشی های جان				نبشی نشیمن		
		شماره نبشی (mm)	طول نبشی L_1 (mm)	نبش جوش		شماره نبشی (mm)	طول نبشی L_2 (mm)	اندازه جوش D_5 (mm)
				D_3 (mm)	D_6 (mm)			
2CIPE 140	4.39	60×60×6	120	3	5	100×100×10	160	4
2CIPE 160	5.41	60×60×6	140	3	5	100×100×10	180	4
2CIPE 180	6.46	80×80×8	160	3	5	100×100×10	200	5
2CIPE 200	7.71	80×80×8	180	3	5	100×100×10	220	5
2CIPE 220	9.12	80×80×8	200	3	5	120×120×12	240	6
2CIPE 240	10.73	100×100×10	210	3	6	120×120×12	260	6
2CIPE 270	12.61	100×100×10	230	3	6	120×120×12	290	7
2CIPE 300	14.71	100×100×10	250	4	7	120×120×12	320	7

کنترل اندازه جوش حداقل براساس بخش ۹-۱ (جدول ۹-۱) این راهنما لازم است.

جدول ۵-۶- مشخصات اتصال ساده تیرهای زوج UNP به وسیله ترکیب نبشی های جان و نشیمن تقویت شده ($\geq 15h$)

نیمخ	واکنش تکیه گاهی تظیر ظرفیت خمشی (ton)	نبشی های جان				نبشی نشیمن		
		شماره نبشی (mm)	طول نبشی l_{b1} (mm)	نبشی جوش	اندازه جوش	شماره نبشی (mm)	طول نبشی l_{b2} (mm)	اندازه جوش D_b (mm)
2UNP 100	3.16	50×50×5	80	3	5	80×80×8	120	4
2UNP 120	3.88	50×50×5	100	3	5	80×80×8	130	4
2UNP 140	4.74	60×60×6	110	3	5	100×100×10	140	5
2UNP 160	5.57	60×60×6	130	3	5	100×100×10	150	5
2UNP 180	6.40	80×80×8	140	3	5	100×100×10	160	6
2UNP 200	7.33	80×80×8	150	3	6	100×100×10	170	6
2UNP 220	8.55	80×80×8	160	3	6	120×120×12	180	6
2UNP 240	9.60	100×100×10	180	4	7	120×120×12	190	6
2UNP 260	10.96	100×100×10	200	4	7	120×120×12	200	7
2UNP 280	12.29	100×100×10	210	4	7	120×120×12	210	7
2UNP 300	13.70	100×100×10	230	4	7	120×120×12	220	7

کنترل اندازه جوش حداقل براساس بخش ۹-۱-۱ (جدول ۱-۱) این راهنما لازم است.

فصل ۶

اتصال ساده تیرها توسط نشیمن تقویت نشده
(انعطاف پذیر) و تقویت شده

۱-۶ اتصال ساده تیرهای تک با نبشی نشیمن تقویت نشده

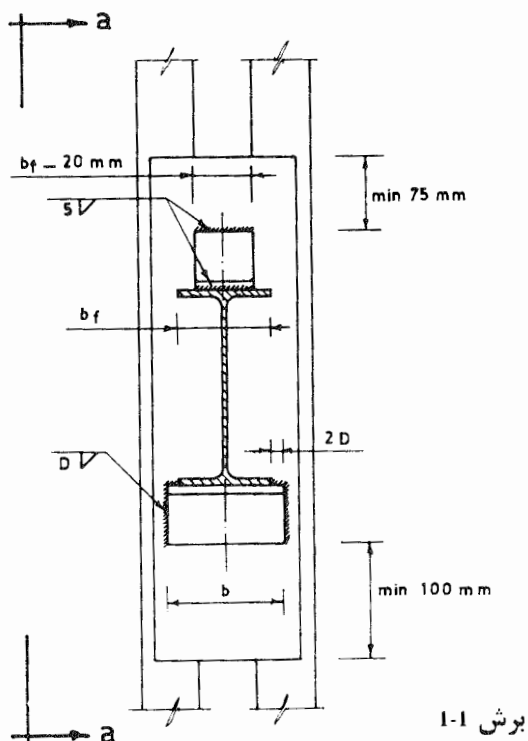
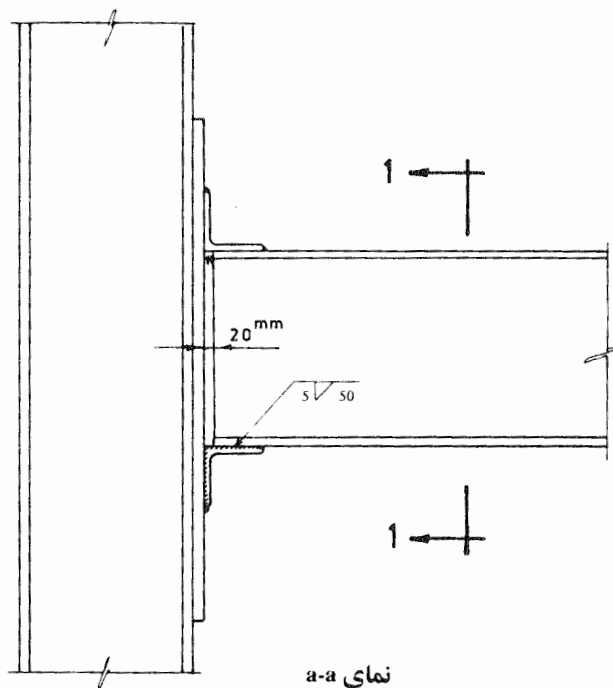
در شکل ۱-۶ جزییات تیپ اتصال ساده تیر تک به ستون توسط نبشی نشیمن نشان داده شده است. بر حسب نیروی برشی حداکثر نظیر مقاومت خمشی دهانه ساده (با $\frac{l}{h} > 15$) طول نبشی b ، اندازه ساق جوش D و شماره نبشی برای نیمرخهای IPE، CIPE و UNP در جداول ۱-۶ الی ۱-۳ ارائه شده است.

در طراحی این اتصالات فرض شده که نبشی نشیمن به حد جاری شدن در خمش خواهد رسید. نحوه توزیع عکس العمل تکیه گاهی بر روی نبشی با این فرض به دست آمده که طولی از انتهای تیر در انتقال بار شرکت می کند که جان تیر در آن طول دچار لهیدگی نشود.

برای محاسبه جوش علاوه بر نیروی برشی وارده لنگر ناشی از خروج از مرکزیت نقطه اثر بار نسبت به مرکز سطح جوش نیز در نظر گرفته شده است.

مثال:

مشخصات اتصال ساده تیر IPE240 به کمک نبشی نشیمن تقویت نشده مطابق جدول ۱-۶ عبارت است از: نبشی $12 \times 12 \times 120$ به طول ۱۶۰ و اندازه جوش ۸ میلیمتر.



جدول ۶-۱. مشخصات اتصال ساده تیر با نبشی نشیمن تقویت نشده برای نیمرخ IPE ($l \geq 15h$)

شماره نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	شماره نبشی (mm)	طول نبشی b(mm)	اندازه جوش D(mm)
IPE 100	1.31	80×80×8	100	5
IPE 120	1.70	80×80×8	100	5
IPE 140	2.12	100×100×10	100	5
IPE 160	2.62	100×100×10	100	6
IPE 180	3.11	100×100×10	120	6
IPE 200	3.72	100×100×10	140	6
IPE 220	4.40	100×100×10	160	8
IPE 240	5.18	120×120×12	160	8
IPE 270	6.10	120×120×12	180	8
IPE 300	7.13	120×120×12	220	10
		150×150×15	180	10

جدول ۶-۲- مشخصات اتصال ساده تیر با نشیمن نشیمن تقویت نشده برای نیمرخ $CIPE (l \geq 15h)$

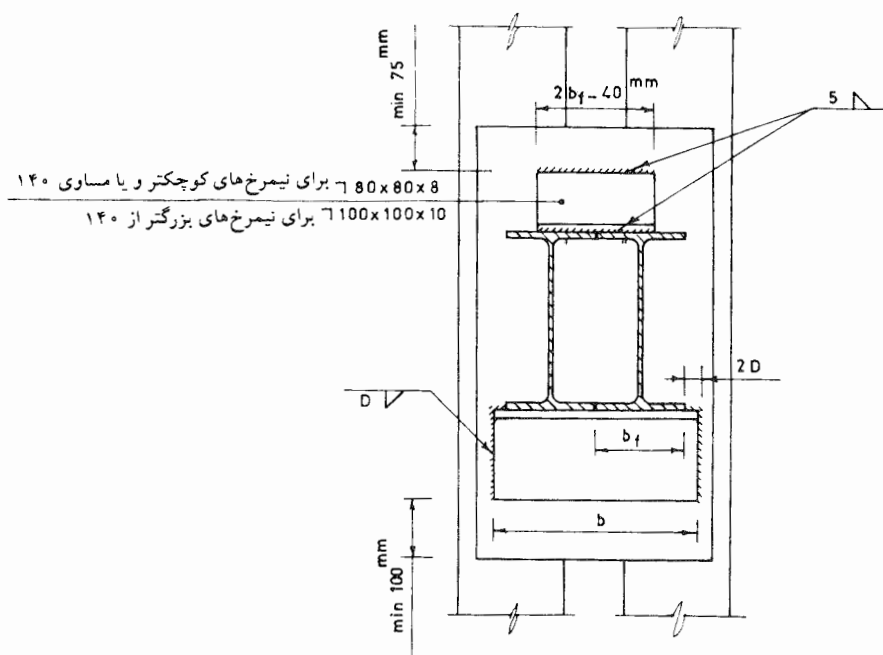
شماره نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	شماره نشیمن (mm)	طول نشیمن b(mm)	اندازه جوش D(mm)
CIPE 140	3.29	100×100×10	100	5
CIPE 160	4.06	100×100×10	100	5
CIPE 180	4.84	100×100×10	120	5
CIPE 200	5.78	100×100×10	140	7
CIPE 220	6.84	120×120×12	160	7
CIPE 240	8.05	120×120×12	160	7
CIPE 270	9.46	120×120×12	200	8
CIPE 300	11.03	120×120×12	250	10
		150×150×15	200	10

جدول ۶-۳. مشخصات اتصال ساده تیر با نبشی نشیمن تقویت نشده برای نیمرخ $UNP (l \geq 15h)$

شماره نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	شماره نبشی (mm)	طول نبشی b(mm)	اندازه جوش D(mm)
UNP 100	1.58	80×80×8	100	4
UNP 120	1.94	100×100×10	100	4
UNP 140	2.37	100×100×10	100	4
UNP 160	2.78	120×120×12	100	4
UNP 180	3.20	120×120×12	100	4
UNP 200	3.67	120×120×12	100	5
UNP 220	4.28	120×120×12	120	6
UNP 240	4.80	150×150×15	120	6
UNP 260	5.48	150×150×15	120	6
UNP 280	6.14	150×150×15	120	6
UNP 300	6.85	150×150×15	130	7

۶-۲-۱ اتصال ساده تیرهای زوج با نشیمن تقویت نشده

برای اتصال تیرهای زوج توسط نشیمن، دو حالت سخت نشده و سخت شده در نظر گرفته شده است. در شکل ۲-۶ جزئیات نشیمن سخت نشده و در جداول ۴-۶، ۵-۶ و ۶-۶ مشخصات این نوع نشیمن به ترتیب برای نیمرخهای 2IPE، 2CIP و 2UNP ارائه شده است.



شکل ۲-۶- نشیمن سخت نشده برای تیرهای زوج

جدول ۶-۴- مشخصات اتصال ساده تیر با نبشی نشیمن تقویت نشده برای نیمرخ های زوج $2IPE (l \geq 15h)$

شماره نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	شماره نبشی نشیمن (mm)	طول نبشی b(mm)	اندازه جوش D(mm)
2IPE 100	2.63	80×80×8	130	6
2IPE 120	3.39	100×100×10	150	6
2IPE 140	4.24	100×100×10	170	7
2IPE 160	5.23	100×100×10	180	8
2IPE 180	6.23	120×120×12	200	8
2IPE 200	7.45	120×120×12	220	9
2IPE 220	8.80	150×150×15	240	9
2IPE 240	10.37	150×150×15	260	9
2IPE 270	12.20	150×150×15	290	11
2IPE 300	14.26	150×150×15	320	13

جدول ۶-۵- مشخصات اتصال ساده تیر با نبشی نشیمن تقویت نشده برای نیمرخ های زوج $2CIPE (l \geq 15h)$

اندازه جوش D(mm)	طول نبشی b(mm)	شماره نبشی (mm)	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	نیمرخ
7	170	100×100×10	4.39	2CIPE 140
7	180	120×120×12	5.41	2CIPE 160
8	200	120×120×12	6.46	2CIPE 180
9	220	120×120×12	7.71	2CIPE 200
9	240	150×150×15	9.12	2CIPE 220
9	260	150×150×15	10.73	2CIPE 240
11	290	150×150×15	12.61	2CIPE 270
14	320	150×150×15	14.71	2CIPE 300

جدول ۶-۶ - مشخصات اتصال ساده تیر با نبشی نشیمن تقویت نشده برای نیمرخ‌های زوج $2UNP (l \geq 15h)$

اندازه جوش D(mm)	طول نبشی b(mm)	شماره نبشی (mm)	واکنش تکیه‌گاهی نظیر ظرفیت خمشی 'تیر' (ton)	نیمرخ
5	120	100×100×10	3.16	2UNP 100
7	130	100×100×10	3.88	2UNP 120
7	140	120×120×12	4.74	2UNP 140
7	150	120×120×12	5.57	2UNP 160
8	160	120×120×12	6.40	2UNP 180
8	170	150×150×15	7.33	2UNP 200
8	180	150×150×15	8.55	2UNP 220
9	190	150×150×15	9.60	2UNP 240
10	200	150×150×15	10.96	2UNP 260
12	210	150×150×15	12.29	2UNP 280
13	260	150×150×15	13.70	2UNP 300

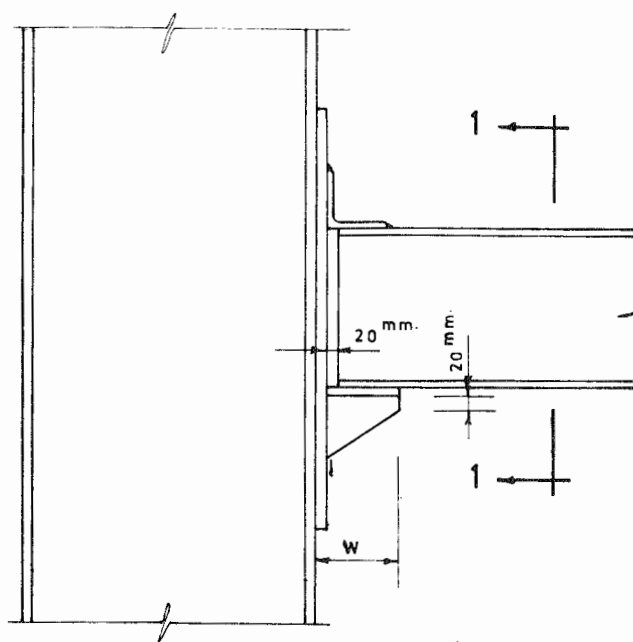
۶-۳- اتصال ساده تیرهای زوج با نشیمن تقویت‌شده

اتصال نبشی نشیمن بدون تقویت نمی‌تواند بارهای سنگین را تحمل و منتقل سازد. لذا برای جبران ضعف این‌گونه اتصالات معمولاً آنها را با یک یا چند ورق در زیر تکیه‌گاه تقویت می‌سازند. این ورقهای تقویتی علاوه بر جلوگیری از خمش تکیه‌گاه می‌توانند بر طول جوش اتصال نیز بیافزاید. شکل ۶-۳ جزئیات نشیمن سخت شده را به‌نمایش می‌گذارد.

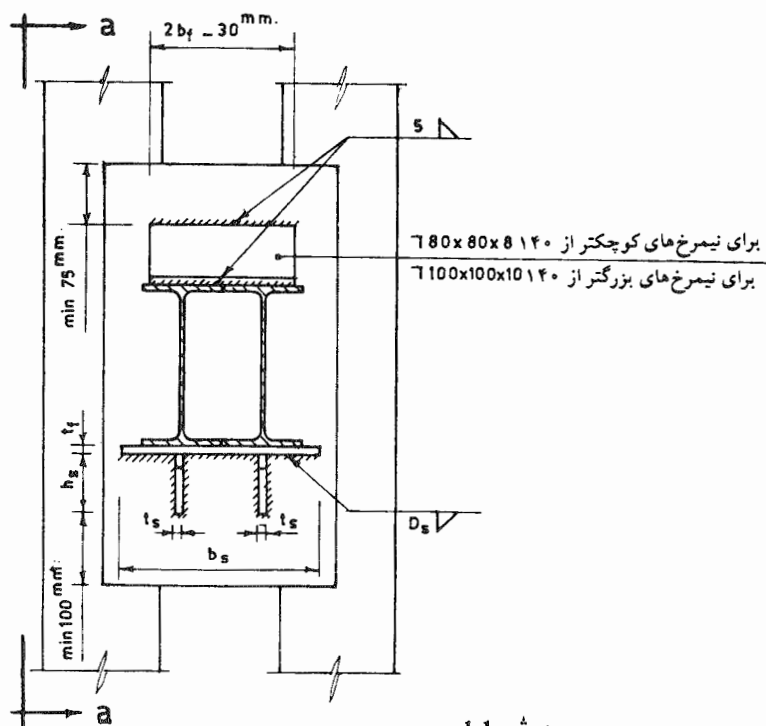
با این‌که این اتصالات برای نیمرخ‌های تک هم قبل استفاده است ولی نیمرخ‌های زوج به‌دلیل عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی بالاترشان نیاز بیشتری به تکیه‌گاههای تقویت شده دارند.

لذا در جداول شماره ۶-۷، ۶-۸، ۶-۹ مشخصات این نشیمن به‌ترتیب برای نیمرخ‌های 2IPE، 2CIPE و 2UNP ارائه شده است.

در محاسبه این اتصالات جوش برای برش و خمش ناشی از خروج از مرکزیت بار طراحی گردیده است. عکس‌العمل تکیه‌گاهی مطابق توصیه بلاجست مثلثی و قاعده آن به‌سمت دهانه تیر فرض گردیده است. ابعاد ورق تقویت طوری انتخاب شده‌اند که در اثر نیروی فشاری دچار کمانش نگردند.



نمای a-a



برش 1-1

شکل ۳-۶. جزئیات نشیمن سخت شده برای تیرهای زوج

جدول ۷-۶. مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال ساده تیرهای زوج $2IPE (l \geq 15h)$

نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	ضخامت سخت کننده ها t_f (mm)	ضخامت ورق نشیمن t_p (mm)	عرض نشیمن سخت شده w (mm)	طول نشیمن سخت شده b_s (mm)	ارتفاع نشیمن سخت شده b_f (mm)	اندازه جوش D_s (mm)
2IPE 100	2.63	8	6	80	130	80	5
2IPE 120	3.39	8	8	80	150	90	5
2IPE 140	4.24	10	8	100	170	100	7
2IPE 160	5.23	10	8	100	180	110	7
2IPE 180	6.23	10	8	100	200	120	7
2IPE 200	7.45	10	10	100	220	130	7
2IPE 220	8.80	12	10	120	240	140	8
2IPE 240	10.37	12	10	120	260	150	8
2IPE 270	12.20	12	12	120	290	170	8
2IPE 300	14.26	12	12	120	320	180	8

جدول ۸-۸. مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال سادهٔ نیمرخهای زوج 2C1PE (≥15h)

نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمش تیر (ton)	ضخامت سخت کننده ها t_s (mm)	ضخامت ورق نشیمن t_f (mm)	عرض نشیمن سخت شده w (mm)	طول نشیمن سخت شده b_s (mm)	ارتفاع نشیمن سخت شده b_f (mm)	اندازهٔ جوش D_s (mm)
2C1PE 140	4.39	10	8	100	170	100	7
2C1PE 160	5.41	10	8	100	180	110	7
2C1PE 180	6.46	10	8	100	200	120	7
2C1PE 200	7.71	10	10	100	220	130	7
2C1PE 220	9.12	12	10	120	240	140	8
2C1PE 240	10.73	12	10	120	260	160	8
2C1PE 270	12.61	12	12	120	290	170	8
2C1PE 300	14.71	12	12	120	320	180	8

جدول ۹-۹. مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال ساده تیرهای زوج $2UNP (I \geq 15h)$

نمبرخ	واکنش تکیه گاهی تغییر ظرفیت خمش تیر (t_{on})	ضخامت سخت کننده ها $t_f (mm)$	ضخامت ورق نشیمن $t_f (mm)$	عرض نشیمن سخت شده $w (mm)$	طول نشیمن سخت شده $b_s (mm)$	ارتفاع نشیمن سخت شده $h_s (mm)$	اندازه جوش $D_s (mm)$
2UNP 100	3.16	8	10	80	120	80	6
2UNP 120	3.88	8	10	80	130	90	6
2UNP 140	4.74	10	10	100	140	100	7
2UNP 160	5.57	10	12	100	150	110	7
2UNP 180	6.40	10	12	100	160	120	7
2UNP 200	7.33	10	12	100	170	130	7
2UNP 220	8.55	12	14	120	180	140	8
2UNP 240	9.60	12	14	120	190	150	8
2UNP 260	10.96	12	14	120	200	160	8
2UNP 280	12.29	12	16	120	210	170	8
2UNP 300	13.70	12	16	120	220	180	8

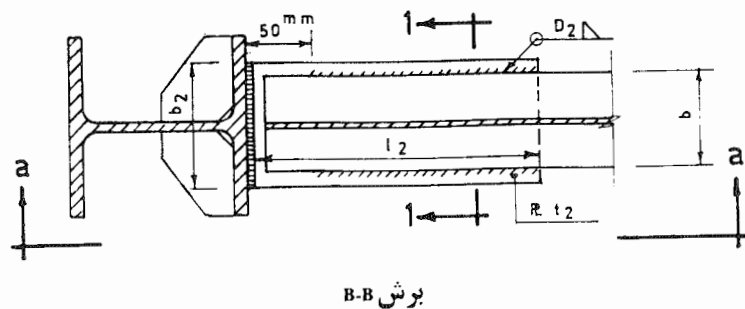
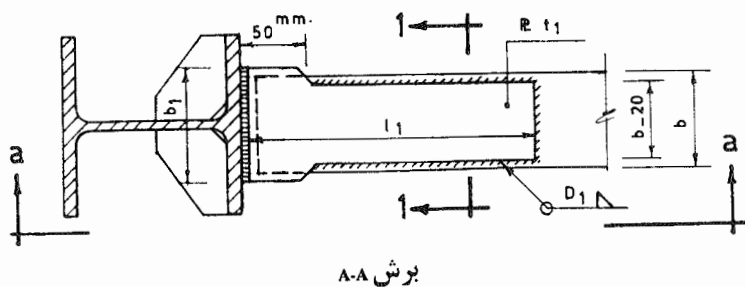
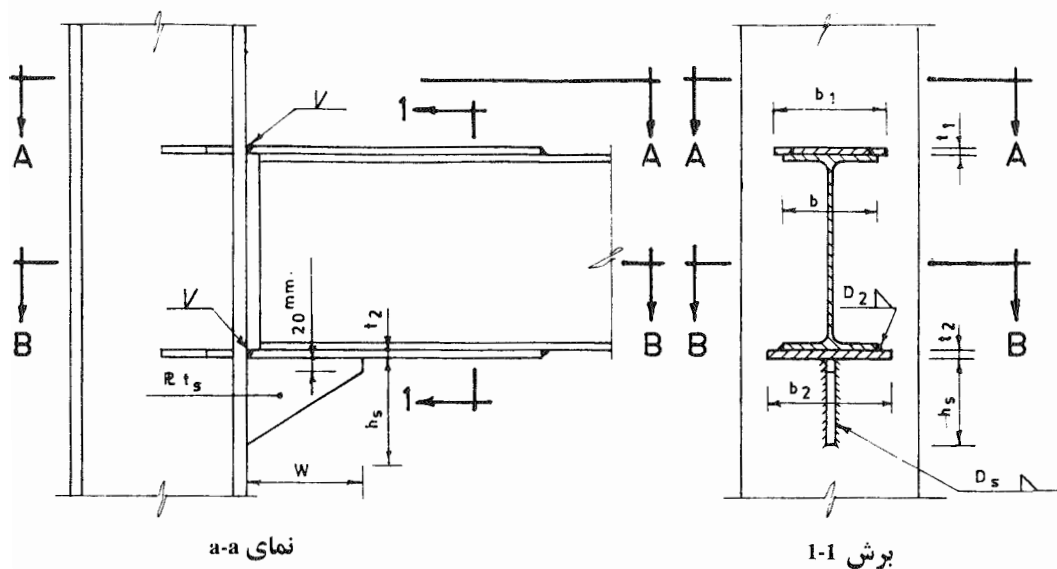
فصل ۷

اتصال گیردار تیر به ستون (تیرهای تک)

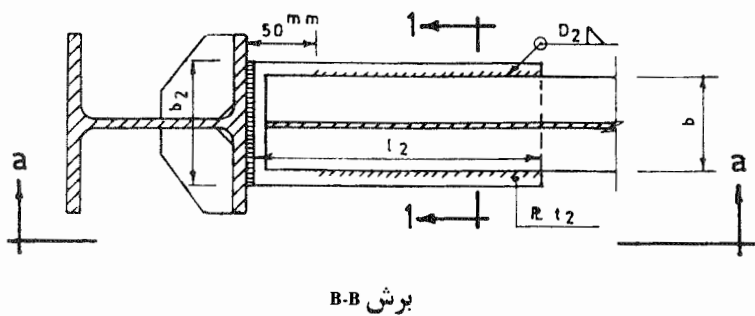
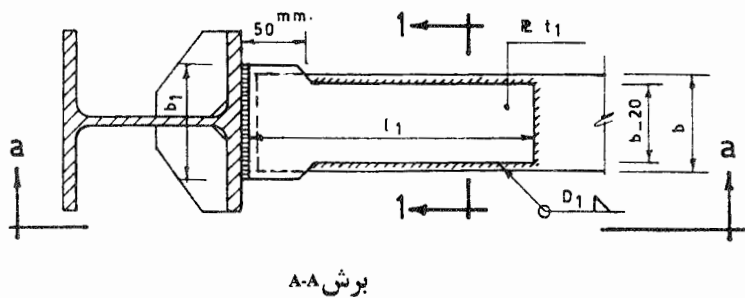
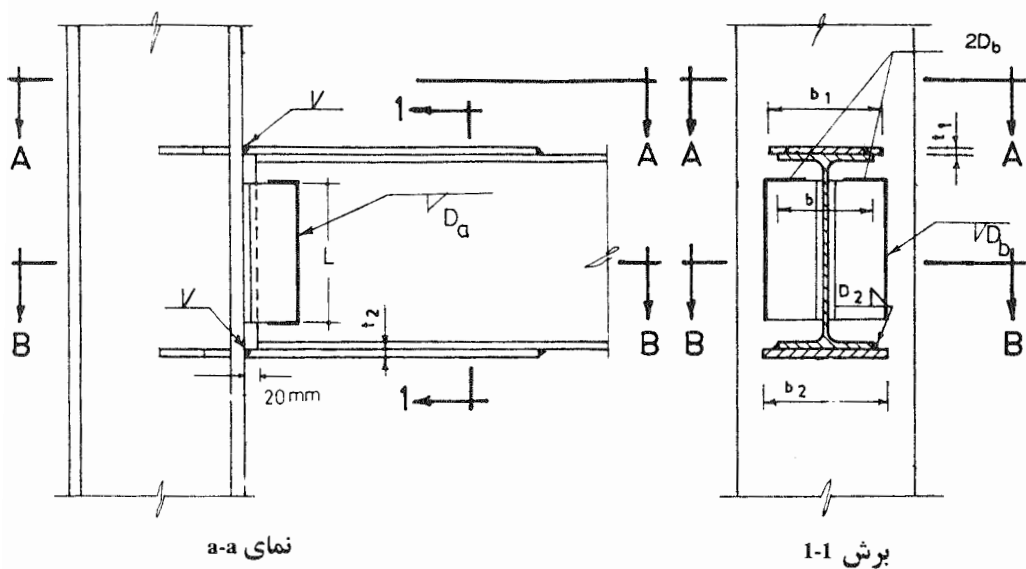
در این فصل اتصال گیردار نیمرخهای تک IPE و CIPE (IPE لانه زنبوری) مورد توجه قرار گرفته است. در شکل ۱-۷ شکل کلی اتصال و در جداول ۱-۷ و ۲-۷ مشخصات هندسی ورقهای فوقانی و تحتانی و جوشهای مربوط به ترتیب برای نیمرخهای IPE و CIPE ارائه شده است. برای انتقال برش دو جزییات نشیمن سخت شده و نبشی جان در نظر گرفته شده است. در جداول ۳-۷ و ۴-۷ مشخصات نشیمن سخت شده و در جداول ۵-۷ و ۶-۷ مشخصات نبشی جان برای انتقال برش* ($\frac{l}{h} > 15$) ارائه شده است. انتخاب یکی از این جزییات برای انتقال برش کافی می باشد. فرض شده است که ورقهای بالا و پایین و جوشهای اتصال با شکل پذیری کافی بتوانند حداکثر نیروهای ناشی از خمش در بالها را تحمل نموده و آنها را منتقل سازند.

کنترل لزوم وجود سخت کننده در اتصالات گیردار یکی از موارد مهم است، اما چون برای کنترل آن مشخصات ستون هم وارد می شوند، کنترل آن را به عهده کاربر نهاده ایم.

* برش مبنای طراحی واکنش تیر دوسر گیردار، نظیر مقاومت خمشی (فصل سوم) انتخاب شده است.



شکل ۱-۷ الف - اتصال گیردار با نشیمن سخت شده



شکل ۷-۱ ب - اتصال گیردار با نبشی جان

جدول ۱-۷. مشخصات ورقهای فوقانی و تحتانی و جوشهای مربوطه برای اتصال گیردار تیرهای تک IPE

نیمرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی			
	ضخامت t_1 (mm)	پهنای کله b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پهنای b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازه جوش D_2 (mm)
IPE 100	12	55	170	4	6	75	170	4
IPE 120	12	65	190	4	6	85	190	5
IPE 140	12	75	200	4	8	95	200	5
IPE 160	14	85	220	5	8	105	220	6
IPE 180	14	95	230	5	10	110	230	6
IPE 200	16	110	240	6	10	120	240	7
IPE 220	16	130	260	6	12	130	260	7
IPE 240	16	140	270	7	12	140	270	8
IPE 270	16	155	290	7	12	155	290	9
IPE 300	18	170	310	7	14	170	310	9

جدول ۲-۷. مشخصات ورقهای فوقانی و تحتانی و جوشهای مربوطه برای اتصال گیردار تیرهای لانه زنبوری تک CIPE

نیمرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی			
	ضخامت t_1 (mm)	پهنای کله b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پهنای b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازه جوش D_2 (mm)
CIPE 140	14	95	200	4	8	95	200	5
CIPE 160	14	105	220	5	8	105	220	6
CIPE 180	14	110	230	5	10	110	230	6
CIPE 200	16	120	240	6	10	120	240	7
CIPE 220	16	130	260	6	12	130	260	8
CIPE 240	16	140	270	7	12	140	270	8
CIPE 270	18	155	290	7	14	155	290	9

جدول ۷-۳. مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال گیردار نیمرخهای تک $IPE (l \geq 15h)$

اندازه جوش $D_s (mm)$	ارتفاع سخت کننده $h_s (mm)$	عرض نشیمن سخت شده $w (mm)$	ضخامت سخت کننده $t_s (mm)$	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	نیمرخ
6	60	80	8	1.97	IPE 100
6	70	80	8	2.54	IPE 120
7	80	100	10	3.18	IPE 140
7	90	100	10	3.92	IPE 160
7	90	100	10	4.67	IPE 180
7	100	100	10	5.59	IPE 200
8	110	120	12	6.60	IPE 220
8	120	120	12	7.78	IPE 240
8	130	120	12	9.15	IPE 270
8	140	120	12	10.69	IPE 300

جدول ۷-۴. مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال گیردار نیمرخهای تک $CIPE (l \geq 15h)$

اندازه جوش $D_s (mm)$	ارتفاع سخت کننده $h_s (mm)$	عرض نشیمن سخت شده $w (mm)$	ضخامت سخت کننده $t_s (mm)$	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	نیمرخ
7	80	100	10	3.29	CIPE 140
7	90	100	10	4.06	CIPE 160
7	100	100	10	4.84	CIPE 180
7	100	100	10	5.78	CIPE 200
8	120	120	12	6.84	CIPE 220
8	130	120	12	8.05	CIPE 240
8	130	120	12	9.46	CIPE 270
8	140	120	12	11.03	CIPE 300

در هنگام استفاده از نشیمن سخت شده برای انتقال برش، استفاده از یک نبشی جان با اندازه اسمی، برای اتصال قابل توصیه است.

جدول ۵-۷ - مشخصات نبشی جان در اتصال گیردار نیمرخهای تک ($l \geq 15h$) IPE

نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	طول نبشی L(mm)	شماره نبشی (mm)	اندازه جوش A D_a (mm)	اندازه جوش B D_b (mm)
IPE 100	1.97	—	—	—	—
IPE 120	2.54	—	—	—	—
IPE 140	3.18	—	—	—	—
IPE 160	3.92	—	—	—	—
IPE 180	4.67	145	120×120×12	3	10
IPE 200	5.59	160	120×120×12	4	10
IPE 220	6.60	175	120×120×12	4	10
IPE 240	7.78	190	120×120×12	4	10
IPE 270	9.15	210	120×120×12	4	10
IPE 300	10.70	240	120×120×12	5	10

* وجود خط تیره به این معناست که طول موجود برای نبشی جان کافی برای انتقال برش نیست.

جدول ۶-۷ - مشخصات نبشی جان در اتصال گیردار نیمرخهای تک ($l \geq 15h$) CIPE

نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	طول نبشی L(mm)	شماره نبشی (mm)	اندازه جوش A D_a (mm)	اندازه جوش B D_b (mm)
CIPE 140	4.94	180	80×80×8	3	6
CIPE 160	6.08	200	80×80×8	4	6
CIPE 180	7.26	220	100×100×10	4	7
CIPE 200	8.67	240	100×100×10	4	7
CIPE 220	10.26	260	100×100×10	4	7
CIPE 240	12.07	280	120×120×12	4	8
CIPE 270	14.19	310	120×120×12	5	8
CIPE 300	16.55	350	120×120×12	5	8

فصل ۸

اتصال گیردار تیر به ستون (تیرهای زوج)

در این فصل اتصال گیردار نیمرخهای زوج 2IPE، 2CIPE (لانه زنبوری) و 2UNP مورد توجه قرار گرفته است. در شکل ۱-۸ شکل کلی اتصال و در جداول ۱-۸، ۲-۸ و ۳-۸ مشخصات هندسی ورقهای فوقانی و تحتانی و جوشهای مربوط به ترتیب برای نیمرخهای 2IPE، 2CIPE و 2UNP ارائه شده است. برای انتقال برش فقط جزییات نشیمن سخت شده منظور شده، چون جزییات با نبشی جان قادر به انتقال نیروی برشی کل نمی باشد (جداول ۴-۸، ۵-۸ و ۶-۸). برای اینکه اتصال به ظرفیت کامل خمیری برسد، استفاده از دو نبشی جان با اندازه اسمی در دو طرف اتصال قابل توصیه می باشد. البته باید توجه داشت که این نبشی جان نقشی در انتقال برش ندارد.

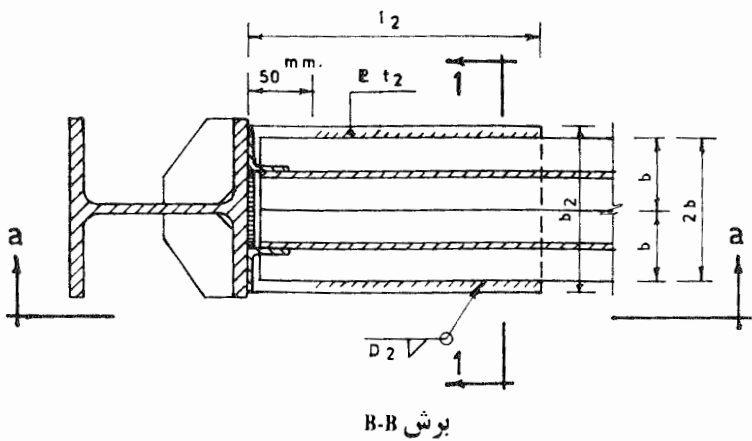
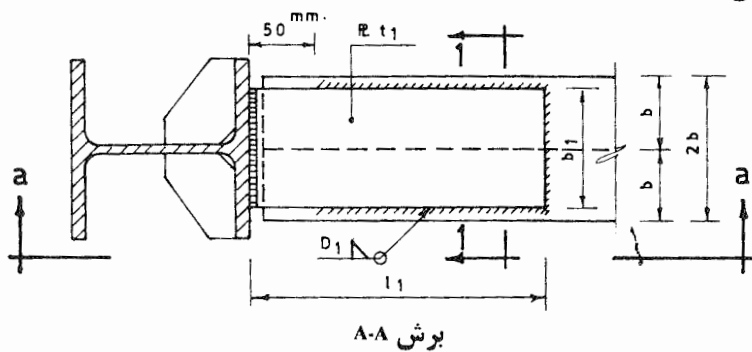
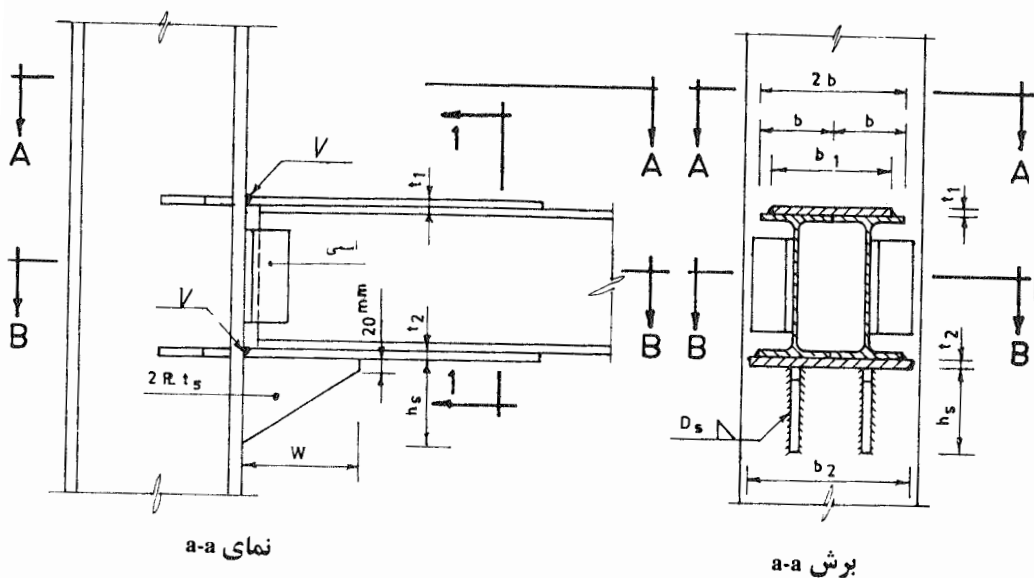
کنترل لزوم وجود سخت کننده در اتصالات گیردار یکی از موارد مهم است، اما چون برای کنترل آن مشخصات ستون هم وارد می شوند، کنترل آن را به عهده کاربر نهاده ایم.

جدول ۸-۱- اتصال گیردار نیمرخ زوج 2IPE

نیمرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی			
	ضخامت $t_1(\text{mm})$	پهنای کله $b_1(\text{mm})$	طول $l_1(\text{mm})$	اندازه جوش $D_1(\text{mm})$	ضخامت $t_2(\text{mm})$	پهنا $b_2(\text{mm})$	طول $l_2(\text{mm})$	اندازه جوش $D_2(\text{mm})$
2IPE 100	12	90	270	4	6	140	270	4
2IPE 120	12	110	300	4	8	160	300	5
2IPE 140	14	125	330	4	8	180	330	5
2IPE 160	14	145	360	5	8	200	360	6
2IPE 180	16	165	390	5	10	215	390	6
2IPE 200	16	180	420	6	10	230	420	7
2IPE 220	18	200	450	6	12	250	450	7
2IPE 240	18	220	480	7	12	270	480	8
2IPE 270	20	250	520	7	14	300	520	9
2IPE 300	20	280	570	7	14	330	570	9

جدول ۸-۲- اتصال گیردار نیمرخ زوج 2CIPe

نیمرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی			
	ضخامت $t_1(\text{mm})$	پهنای کله $b_1(\text{mm})$	طول $l_1(\text{mm})$	اندازه جوش $D_1(\text{mm})$	ضخامت $t_2(\text{mm})$	پهنا $b_2(\text{mm})$	طول $l_2(\text{mm})$	اندازه جوش $D_2(\text{mm})$
CIPe 140	14	125	330	5	8	175	330	5
CIPe 160	16	145	360	5	10	195	360	6
CIPe 180	16	165	390	5	10	215	390	7
CIPe 200	18	180	420	6	10	230	420	7
CIPe 220	18	200	450	6	12	250	450	8
CIPe 240	20	220	480	7	12	270	480	8
CIPe 270	20	250	520	7	14	300	520	9
CIPe 300	20	280	570	8	14	330	570	9



جدول ۸-۳- اتصال گیردار نیمرخ زوج 2UNP

نیمرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی			
	ضخامت t_1 (mm)	پهنای کله b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پهنای b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازه جوش D_2 (mm)
2UNP 100	12	100	210	6	8	130	210	7
2UNP 120	14	110	230	6	10	140	230	7
2UNP 140	16	120	250	7	10	150	250	8
2UNP 160	18	130	260	7	12	160	260	9
2UNP 180	18	140	280	8	12	170	280	10
2UNP 200	20	150	290	8	14	180	290	10
2UNP 220	22	160	310	9	14	190	310	11
2UNP 240	22	170	330	9	16	200	330	12
2UNP 260	24	180	340	10	16	210	340	13
2UNP 280	26	190	360	10	18	220	360	13
2UNP 300	26	200	370	11	18	230	370	14

جدول ۴-۸- مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال گیردار نیمرخهای زوج 2IPE ($l \geq 15h$)

اندازه جوش	ارتفاع سخت کننده h_s (mm)	عرض نشیمن سخت شده w (mm)	ضخامت سخت کننده t_s (mm)	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	نیمرخ
6	60	80	8	3.94	2IPE 100
6	70	80	8	5.09	2IPE 120
7	80	100	10	6.36	2IPE 140
7	90	100	10	7.85	2IPE 160
7	90	100	10	9.34	2IPE 180
7	100	100	10	11.17	2IPE 200
8	120	120	10	13.20	2IPE 220
8	130	120	10	15.55	2IPE 240
8	130	120	12	18.30	2IPE 270
8	140	120	12	21.39	2IPE 300

جدول ۵-۸- مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال گیردار نیمرخهای زوج 2CIPE ($l \geq 15h$)

اندازه جوش	ارتفاع سخت کننده h_s (mm)	عرض نشیمن سخت شده w (mm)	ضخامت سخت کننده t_s (mm)	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	نیمرخ
7	80	100	10	6.58	2CIPE 140
7	90	100	10	8.11	2CIPE 160
7	100	100	10	9.69	2CIPE 180
7	110	100	10	11.56	2CIPE 200
8	120	120	12	13.68	2CIPE 220
8	130	120	12	16.10	2CIPE 240
8	140	120	12	18.92	2CIPE 270
8	140	120	12	22.07	2CIPE 300

جدول ۸-۶- مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال گیردار نیمرخهای زوج 2UNP ($l \geq 15h$)

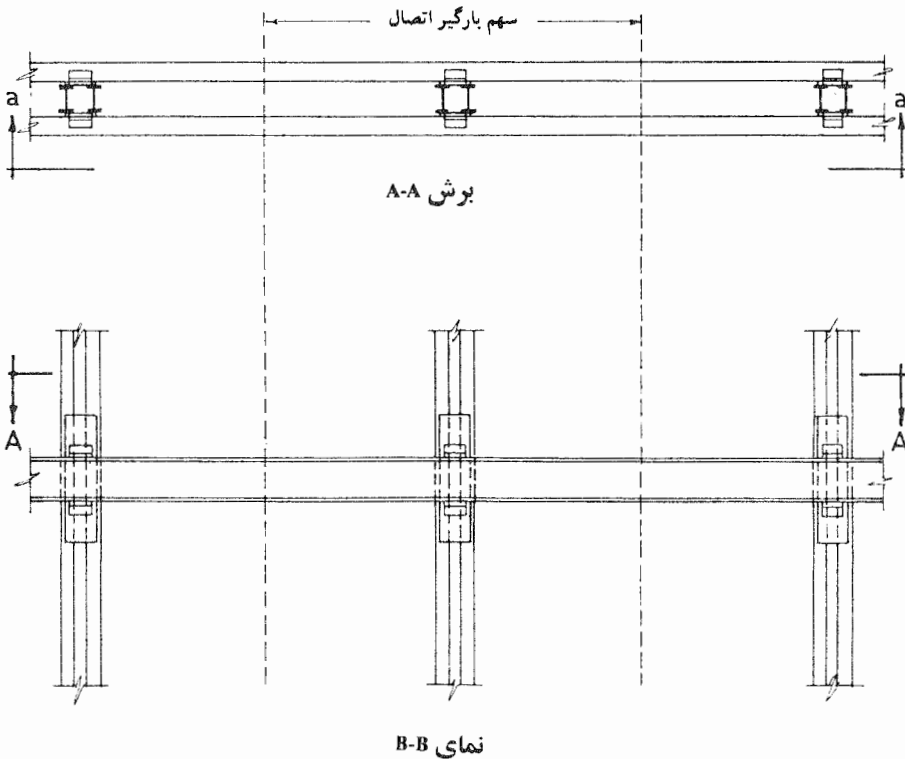
نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	ضخامت سخت کننده t_s (mm)	عرض نشیمن سخت شده w (mm)	ارتفاع سخت کننده h_s (mm)	اندازه جوش D_s (mm)
2UNP 100	4.75	8	80	70	6
2UNP 120	5.83	10 8	80 80	70 80	7 6
2UNP 140	7.11	10	100	90	7
2UNP 160	8.35	10	100	100	7
2UNP 180	9.60	10	100	110	7
2UNP 200	11.00	10	100	120	7
2UNP 220	12.83	12 14	120 120	130 110	8 10
2UNP 240	14.40	12 14	120 120	140 120	8 10
2UNP 260	16.44	12 14	120 120	150 130	8 10
2UNP 280	18.43	12 14	120 120	160 140	8 10
2UNP 300	20.54	14 14	120 120	170 150	8 10

فصل ۹

اتصال خورجینی تیر به ستون

۹-۱- مقدمه

در اتصال خورجینی تیر به ستون، تیرها به طور یکسره از کنار ستون عبور کرده و از پایین به روی نبشی نشیمن نهشته و از بالا توسط نبشی کوچکتر نگه داشته می شوند (شکل ۹-۱). هر چند که با تعبیه بعضی جزئیات خاص می توان گیرداریهایی در اتصال به وجود آورد، لیکن اکثر قریب به اتفاق اتصالاتی که در عمل مورد استفاده قرار می گیرند، به هیچ وجه دارای شرایط صلیبیت نمی باشند و رفتار آنها ساده است و باید در ساختمان سیستم مقاومی در مقابل بارهای جانبی، نظیر بادبند و یا دیوار برشی، تعبیه نمود. در این راهنما نیز فرض بر این است که اتصال خورجینی تیر به ستون ساده است و اجزای اتصال فقط برای واکنش قائم تکیه گاه طراحی می شوند. مزیت این اتصال، به اتصالات ساده دیگر مثل اتصال با نبشی جان و یا اتصال نبشی نشیمن، استفاده از خواص یکسری در تیر است که باعث کاهش اساس مقطع لازم و هم چنین تغییر شکل و لرزش تیر می شود.

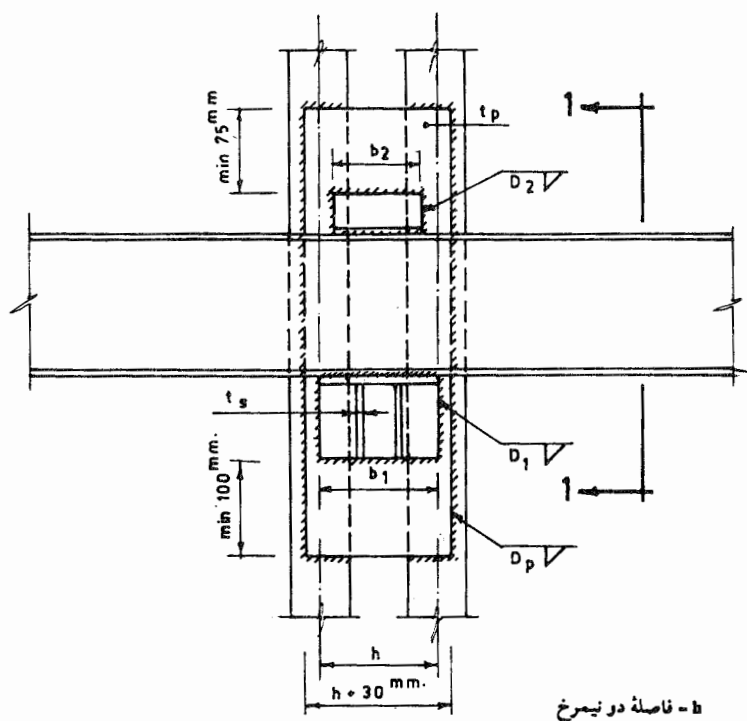


۹-۲- واکنش تکیه گاهی

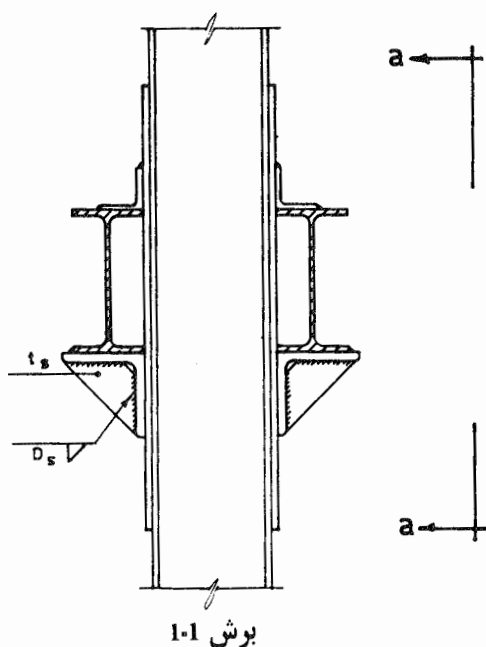
همان طور که شکل ۹-۱ نشان می دهد، نبشی نشیمن در اتصال خورجینی از هر دو دهانه مجاور سهم می گیرد، در نتیجه مقدار واکنش تکیه گاهی هر تیر دوبرابر واکنش مندرج در جداول فصل دوم می باشد. به عنوان مثال اگر مقدار متوسط دو دهانه مجاور برای یک نیمرخ IPE220 مساوی ۴ متر باشد، با استفاده از جدول ۲-۱ فصل دوم مقدار واکنش تکیه گاهی نظیر مقاومت خمشی نیمرخ IPE220 در دهانه ۴ متر مساوی ۳/۶۳ تن به دست می آید که برای استفاده در اتصال خورجینی مقدار آن باید دوبرابر شود. یعنی مقدار واکنش به ۷/۲۶ تن می رسد. محاسبات این فصل نیز بر اساس $l \geq 15h$ انجام شده است.

۹-۳- جداول استفاده مستقیم

شکل ۹-۲ نشان دهنده یک اتصال تیپ خورجینی می باشد. قابل ذکر است که در اتصال خورجینی به علت بزرگ بودن واکنش تکیه گاهی، در اغلب اوقات وجود سخت کننده در نبشی تحتانی الزامی است. لذا در جداول تنظیمی دو عرض b برای نبشی ارائه شده است. یکی برای حالت بدون سخت کننده و دیگری با وجود سخت کننده. در هنگام طراحی هر یک از این دو عرض که متناسب با وضعیت موجود باشد، می تواند مورد استفاده قرار گیرد. تذکر این نکته لازم است که بعضی از طولهای ذکر شده برای حالت بدون سخت کننده ممکن است مقدار غیر منطقی به نظر برسد. به هر حال، اگر در ستون مربوط به سخت کننده اعدادی برای t_f و D_s مشاهده شد، بدین معناست که طول نبشی تحتانی با توجه به وجود سخت کننده داده شده است و اگر خط تیره مشاهده شد، بدین معناست که طول نبشی تحتانی بدون وجود سخت کننده می باشد.



نمای a-a



برش 1-1

شکل ۹-۲. اتصال خورجینی برای نیمرخ های IPE

جدول ۱-۹. اتصال خورجینی نبیرهای IPE 15h/IPE 12

نمبر	واکنش تکیه گاهی (ton)	نبشی تحتانی				نبشی فوقانی				ورق سخت کننده		ورق اتصال به ستون		
		شمار نبشی (mm)	b ₁ (mm)	D ₁ (mm)	شمار نبشی (mm)	b ₂ (mm)	D ₂ (mm)	t _b (mm)	D _b (mm)	t _p (mm)	D _p (mm)			
IPE 100	2.63	80×80×8	70	3	40×40×4	70	3	-	-	6	3	-		
IPE 120	3.39	100×100×10	90	3	40×40×4	90	3	-	-	6	3	-		
IPE 140	4.24	120×120×12	120	4	50×50×5	120	3	-	-	6	4	-		
IPE 160	5.23	120×120×12	190	4	60×60×6	120	4	-	-	8	4	-		
		120×120×12	120	4	60×60×6	120	4	6	3	8	4	با سخت کننده		
IPE 180	6.23	120×120×12	300	4	60×60×6	120	4	-	-	8	4	-		
		120×120×12	120	5	60×60×6	120	4	6	3	8	4	با سخت کننده		
IPE 200	7.45	120×120×12	140	6	80×80×8	140	6	8	4	10	5	با سخت کننده		
IPE 220	8.80	120×120×12	160	6	80×80×8	160	6	8	4	10	5	با سخت کننده		
IPE 240	10.37	120×120×12	180	6	100×100×10	180	6	10	5	12	5	با سخت کننده		
		150×150×15	160	8	100×100×10	160	6	10	5	12	5	با سخت کننده		
IPE 270	12.20	150×150×15	180	8	120×120×12	180	8	10	5	12	6	با سخت کننده		
IPE 300	14.26	150×150×15	200	10	120×120×12	200	8	10	5	12	6	با سخت کننده		

جدول ۹-۳. اتصال خورجینی تیرهای $CIPE (I \geq 15h)$

نیمخ	واکنش تکیه‌گاهی (ton)	نشی تحتانی			نشی فوقانی			ورق سخت کننده		ورق اتصال به ستون		
		شمار نشی (mm)	b_1 (mm)	D_1 (mm)	شمار نشی (mm)	b_2 (mm)	D_2 (mm)	t_b (mm)	D_b (mm)	t_p (mm)	D_p (mm)	
CIPE 140	6.58	120×120×12	170	4	50×50×5	120	3	—	—	6	4	—
CIPE 160	8.11	120×120×12	300	4	60×60×6	120	4	—	—	8	4	—
		120×120×12	120	5	60×60×6	120	4	6	3	8	4	با سخت‌کننده
CIPE 180	9.69	120×120×12	140	6	60×60×6	120	4	6	3	8	4	با سخت‌کننده
		150×150×15	260	4	60×60×6	120	4	—	—	8	4	—
CIPE 200	11.56	120×120×12	150	8	80×80×8	140	6	8	4	10	5	با سخت‌کننده
CIPE 220	13.68	120×120×12	170	10	80×80×8	160	6	8	4	10	5	با سخت‌کننده
CIPE 240	16.10	150×150×15	180	9	100×100×10	180	6	10	5	12	5	با سخت‌کننده
CIPE 270	18.92	150×150×15	400	10	120×120×12	180	8	10	5	12	6	با سخت‌کننده
CIPE 300	22.07	150×150×15	400	14	120×120×12	200	8	10	5	12	6	با سخت‌کننده

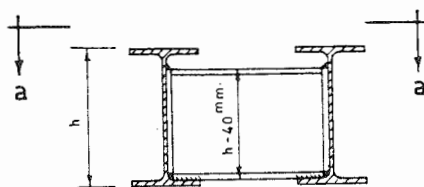
جدول ۳-۹. اتصال خورجینی نبیرهای $UNP (t \geq 15h)$

نمبرخ	واکنش تکیه گاهی (ton)	نبش تحتانی				نبش فوقانی				دورق سخت کننده		دورق اتصال به ستون		
		شمار نبش (mm)	b_1 (mm)	D_1 (mm)	شمار نبش (mm)	b_2 (mm)	D_2 (mm)	b_g (mm)	D_g (mm)	t_f (mm)	D_p (mm)			
UNP 100	3.16	80×80×8	80	3	40×40×4	80	3	-	-	6	3	-	-	
UNP 120	4.00	100×100×10	100	3	40×40×4	100	3	-	-	6	3	-	-	
UNP 140	5.00	120×120×12	160	4	50×50×5	120	3	-	-	6	4	-	-	
UNP 160	5.20	120×120×12 120×120×12	190 120	4 4	60×60×6 60×60×6	120 120	4 4	- -	- -	8 8	4 4	-	-	
UNP 180	6.40	120×120×12 120×120×12	300 120	4 5	60×60×6 60×60×6	120 120	4 4	- 6	- 3	8 8	4 4	-	-	
UNP 200	7.34	120×120×12	140	6	70×70×7	140	6	8	4	10	5	-	-	
UNP 220	9.00	120×120×12	160	6	70×70×7	160	6	8	4	12	5	-	-	
UNP 240	9.80	120×120×12	180	6	80×80×8	160	6	10	5	12	5	-	-	
UNP 260	10.68	120×120×12	180	8	80×80×8	160	6	10	5	12	6	-	-	
UNP 280	12.20	120×120×12	180	8	80×80×8	160	8	10	5	12	6	-	-	
UNP 300	13.70	120×120×12	180	10	80×80×8	160	8	10	5	12	6	-	-	

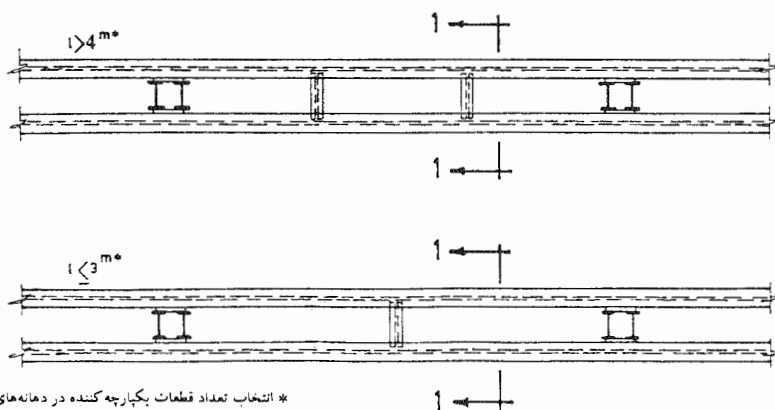
فصل ۱۰

اتصال عرضی دو تیر موازی

در اغلب ساختمانها با اسکلت فولادی مرسوم در ایران، شاهتیرها متشکل از دو تیر می باشند که به موازات یکدیگر از طرفین ستون گذشته و با اتصال خورجینی به ستون متصل می شوند. علاوه بر طرح مناسب اتصال خورجینی که در فصل گذشته مورد توجه قرار گرفت، تیرها باید با اتصال کافی به یکدیگر متصل شوند تا عملکرد خمشی آنها یکپارچه گردد. در شکل ۱-۱۰ یکی از اتصالات متداول نشان داده شده است که در آنها تیرهای زوج توسط یک نیمرخ عرضی با شماره ای در حدود یک تا دو شماره کوچکتر از نیمرخهای اصلی در نقاط وسط (دهانه های کوچک) یا $\frac{1}{3}$ دهانه (دهانه های بزرگتر) به یکدیگر متصل می شوند. در تیرهای زوج پیرامونی حداکثر فاصله این وصله ها $1/5$ متر توصیه می شود. با این که می توان سختی لازم برای یکسان نمودن تغییر شکل های دو لنگه تیر تحت بارهای وارد بر یک تیر را محاسبه نمود ولی تجربه نشان می دهد جزئیات ارائه شده بدون انجام محاسبه برای این منظور کفایت می نماید.



برش 1-1



* انتخاب تعداد قطعات یکپارچه کننده در دهانه های ۴-۳ متر به قضاوت مهندس واگذار می شود.

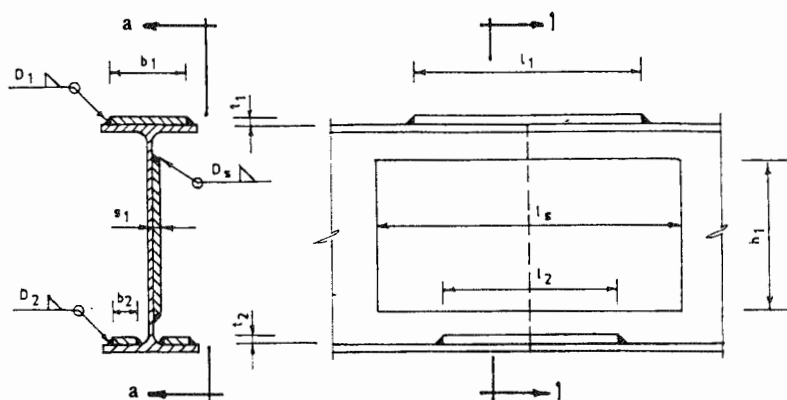
نمای a-a

شکل ۱-۱۰

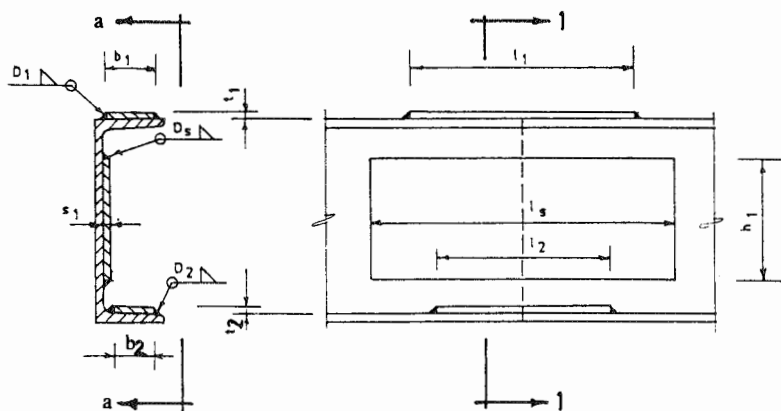
فصل ۱۱

وصله تیرها با ورق جان و بال

در این فصل، وصله تیرهای با نیمرخ IPE، CIPE و UNP مورد توجه قرار گرفته است. در شکل ۱-۱۱ شکل کلی وصله این تیرها و پارامترهای مورد استفاده به نمایش درآمده است. در جداول ۱-۱۱، ۲-۱۱، ۳-۱۱ مشخصات ورقهای فوقانی و تحتانی و ورق جان به ترتیب برای نیمرخهای IPE، CIPE و UNP نشان داده شده است.



الف - وصله تیرهای IPE و CIPE



برش ۱-۱

نمای a-a

ب - وصله تیرهای UNP

شکل ۱-۱۱

جدول ۱۰-۱۱ - مشخصات وصله تیرها برای نیرخ IPE

نیرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی				ورق جان			
	ضخامت t_1 (mm)	پهنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پهنا b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازه جوش D_2 (mm)	ضخامت s_1 (mm)	پهنا h_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)
IPE 100	10	35	100	6	16	10	70	5	8	55	100	6
IPE 120	10	45	120	6	14	15	85	5	8	75	100	6
IPE 140	12	55	140	7	14	20	100	5	8	95	140	5
IPE 160	12	65	160	7	14	25	115	6	8	110	180	5
IPE 180	12	70	180	7	14	30	130	6	8	125	220	5
IPE 200	12	80	200	8	14	35	140	6	8	140	260	5
IPE 220	14	90	220	8	14	40	155	7	8	160	260	6
IPE 240	14	100	240	9	14	45	170	7	8	170	300	6
IPE 270	14	115	270	9	14	50	190	7	10	200	360	6
IPE 300	14	130	300	9	14	55	210	8	10	230	420	6

جدول ۲-۱۱ - مشخصات وصله تیرها برای نیرخ CIPE

نمبرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی				ورق جسامان			
	ضخامت t_1 (mm)	پهنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پهنا b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازه جوش D_2 (mm)	ضخامت s_1 (mm)	پهنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)
CIPE 140	12	55	170	6	14	20	110	6	6	165	160	4
CIPE 160	12	65	200	6	14	25	120	6	6	190	220	4
CIPE 180	12	70	220	7	14	30	140	7	8	220	280	4
CIPE 200	12	80	240	7	14	35	150	7	8	240	340	4
CIPE 220	14	90	270	7	14	40	170	8	8	270	400	4
CIPE 240	14	100	290	8	14	45	180	8	8	290	460	4
CIPE 270	14	115	330	8	14	50	210	9	8	335	550	4
CIPE 300	14	130	360	8	14	55	230	9	8	380	640	4

جدول ۳-۱۱ - مشخصات وصله تیرها برای نیمیخ UNP

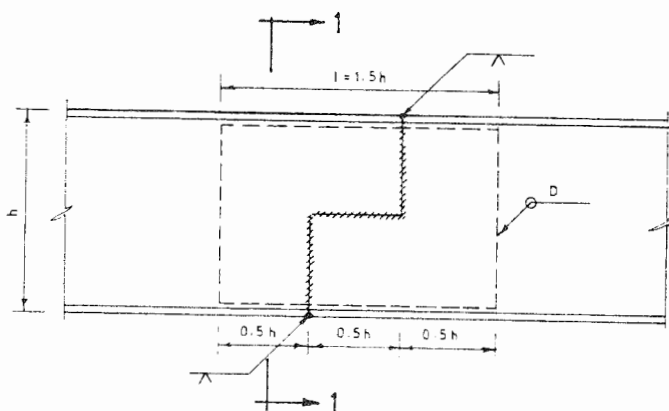
نیمیخ	ورق فوسفاتی				ورق تحتسانی				ورق جان			
	ضخامت t_1 (mm)	پهنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پهنا b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازه جوش D_2 (mm)	ضخامت s_1 (mm)	پهنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)
UNP 100	16	30	100	8	14	30	100	8	12	45	100	6
UNP 120	16	35	120	8	14	35	120	8	12	65	100	7
UNP 140	16	40	140	8	16	40	140	8	12	80	140	6
UNP 160	18	45	160	8	16	45	160	8	12	95	180	6
UNP 180	18	50	180	8	16	50	180	8	12	115	220	5
UNP 200	18	55	200	8	16	55	200	8	12	135	260	5
UNP 220	18	60	220	9	18	60	220	9	12	150	260	6
UNP 240	20	65	240	9	18	60	240	9	14	165	300	6
UNP 260	20	70	260	9	20	65	260	9	14	180	340	6
UNP 280	22	75	280	10	20	70	280	10	14	200	380	6
UNP 380	22	80	300	10	22	75	300	10	14	220	420	6

فصل ۱۲

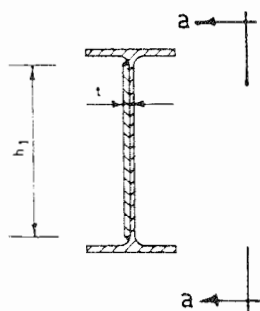
وصله مستقیم تیرها

در این فصل، وصله تیرها به صورت مستقیم و بدون استفاده از ورق های تحتانی و فوقانی مورد توجه قرار گرفته است. این شکل وصله بیشتر در مواردی که ملاحظات معماری اجازه استفاده از ورق های تحتانی و فوقانی را نمی دهد قابل کاربرد است.

شکل ۱-۱۲ جزئیات وصله مستقیم تیرها و پارامترهای مورد استفاده را نشان می دهد، در جداول ۱-۱۲ و ۲-۱۲ مشخصات این اتصال به ترتیب برای نیمرخ های IPE و UNP آورده شده است.



نمای a-a



برش 1-1

شکل ۱-۱۲

جدول ۱-۱۲- مشخصات وصله مستقیم تیرهای IPE

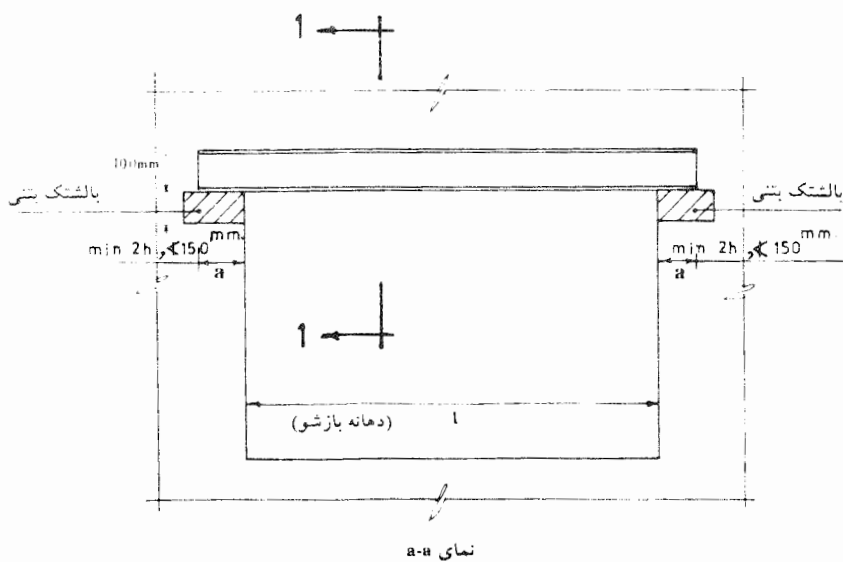
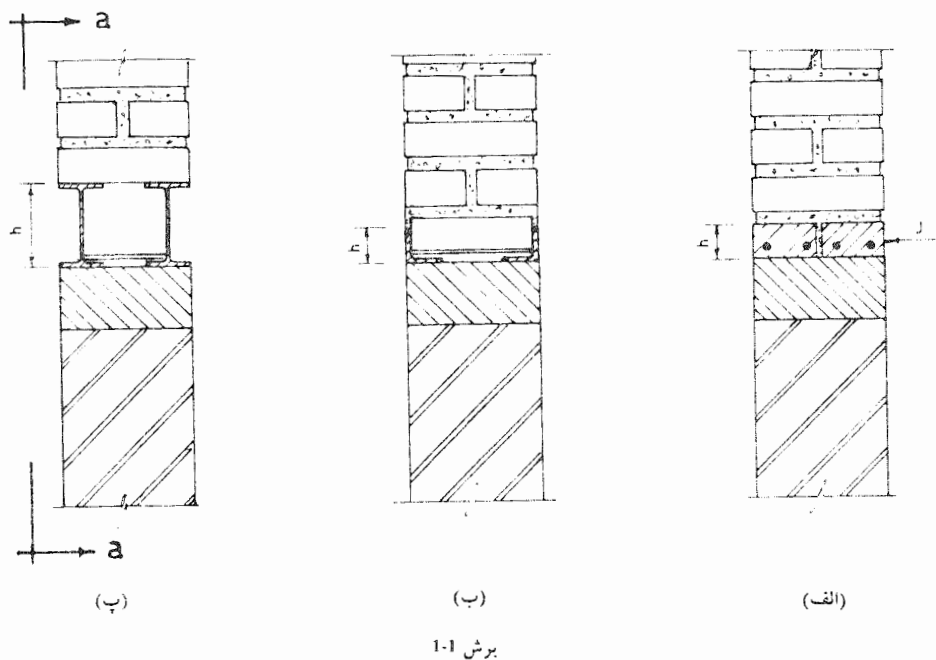
اندازه جوش D(mm)	طول l(mm)	پهنا h ₁ (mm)	ضخامت t(mm)	نیمرخ
3	150	70	8	IPE 100
3	180	90	8	IPE 120
3	210	110	8	IPE 140
4	240	120	8	IPE 160
4	270	140	8	IPE 180
4	300	150	8	IPE 200
4	330	170	8	IPE 220
5	360	180	10	IPE 240
5	400	210	10	IPE 270
5	450	240	10	IPE 300

جدول ۲-۱۲- مشخصات وصله مستقیم تیرهای UNP

اندازه جوش D(mm)	طول l(mm)	پهنا h ₁ (mm)	ضخامت t(mm)	نیمرخ
3	150	60	12	UNP 100
4	180	80	12	UNP 120
4	210	90	12	UNP 140
4	240	110	12	UNP 160
4	270	130	12	UNP 180
4	300	150	14	UNP 200
5	330	160	14	UNP 220
5	360	180	14	UNP 240
5	390	190	14	UNP 260
5	420	210	14	UNP 280
5	450	230	14	UNP 300

فصل ۱۳

نعل درگاه‌ها



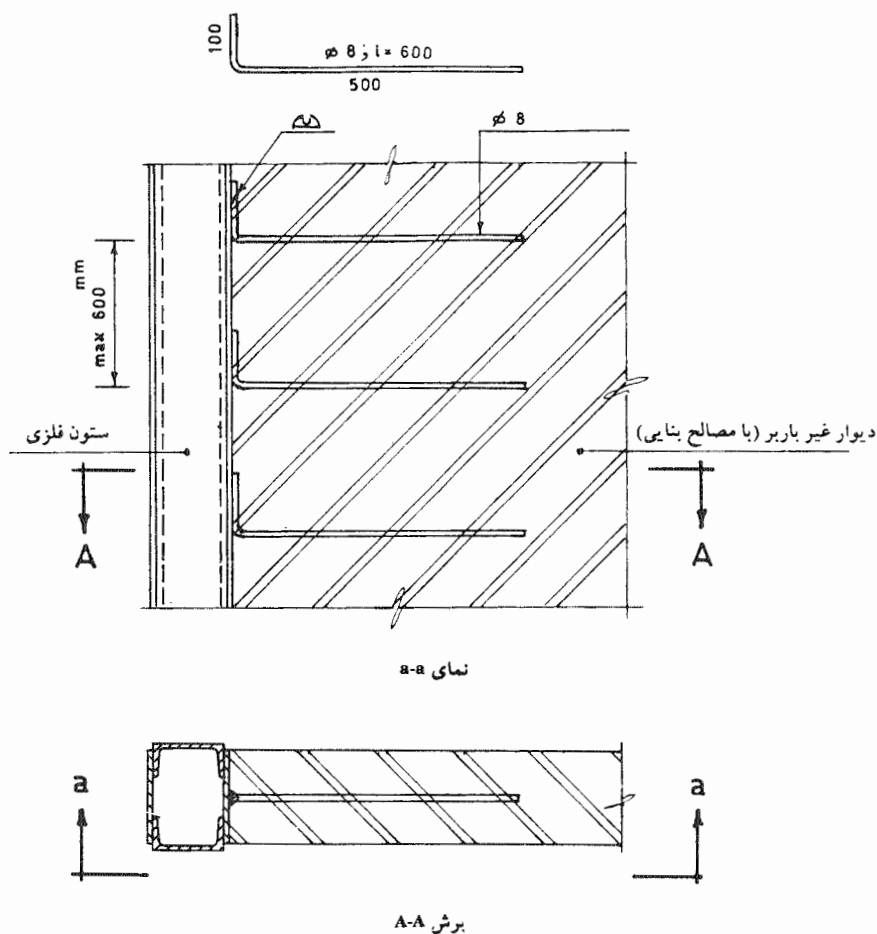
توضیح - در صورتی که دهانه $\geq 2/0$ متر کمتر باشد، می توان از بالشتک های بتنی صرف نظر نمود، مشروط بر آنکه طول تکیه گاه های طرفین (a) $\geq 2/5h$ و $\geq 2/0$ متر باشد. میبایست کمتر نباشد.

جدول ۱-۱۳: تیرخشیهای مناسب برای نعل درگاه

ضخامت دیوار = 11cm				ضخامت دیوار = 22cm				ضخامت دیوار = 35cm				ضخامت دیوار = 45cm				
l(cm)	S (cm ³)	J 	27 ل-ج	21PE II	S (cm ³)	J 	27 ل-ج	21PE II	S (cm ³)	J 	27 ل-ج	21PE II	S (cm ³)	J 	27 ل-ج	21PE II
0.50	0.25	J6	40	-	0.50	2J6	40	-	0.80	3J6	40	-	1.0	4J6	40	-
0.75	0.59	J6	40	-	1.20	2J6	40	-	1.90	3J6	40	-	2.40	4J6	40	-
1.00	1.15	J6	40	-	2.30	2J6	40	-	3.70	3J6	50	-	4.70	4J6	50	-
1.25	1.99	J6	40	-	4.00	2J6	50	-	6.30	3J8	50	-	8.10	4J8	60	-
1.50	3.16	J8	40	-	6.30	2J8	50	-	10.0	3J8	60	-	12.9	4J10	70	-
1.75	4.70	J10	50	-	9.40	2J10	60	-	15.0	3J10	70	-	19.3	4J10	80	-
2.00	6.70	J10	50	-	13.4	2J12	70	-	21.4	3J10	80	-	27.5	4J12	80	80
2.25	9.20	J12	60	-	18.4	2J12	80	-	29.3	3J12	80	80	37.7	-	100	80
2.50	12.3	-	70	-	24.5	-	80	-	39.0	-	100	80	50.1	-	100	100
2.75	15.9	-	70	-	31.8	-	100	80	50.6	-	100	100	65.1	-	-	120
3.00	20.2	-	80	-	40.5	-	100	80	64.4	-	-	100	82.8	-	-	120
3.25	25.3	-	80	-	50.5	-	100	100	80.4	-	-	120	103.4	-	-	120
3.50	31.1	-	100	80	62.1	-	120	100	98.9	-	-	120	127.1	-	-	140
3.75	37.7	-	100	80	75.4	-	120	120	120.0	-	-	140	154.3	-	-	140
4.00	45.2	-	100	100	90.5	-	120	120	143.9	-	-	140	185.1	-	-	160

فصل ۱۴

جزئیات مهار دیوارهای غیر باربر با مصالح بنایی
به ستونهای فلزی

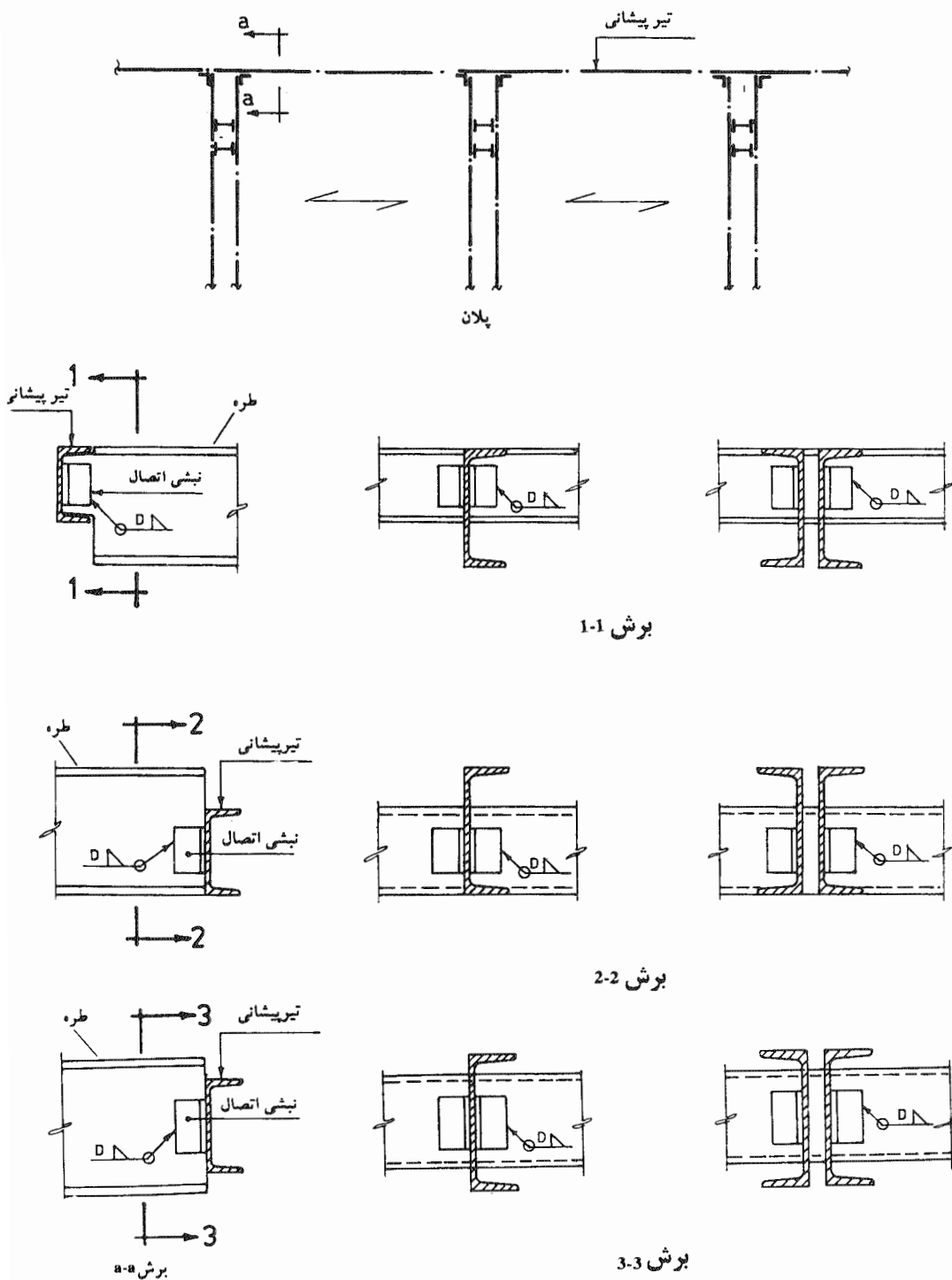


شکل ۱۴-۱ جزئیات تیپ مهار جانبی دیوارهای غیر باربر (با مصالح بنایی) به ستونهای فلزی

فصل ۱۵

اتصال تیرهای پیشانی یکسره به انتهای تیر اصلی

در این فصل اتصالات تیرهای پیشانی از نوع نیمرخ ناودانی ارائه شده است. این تیرها معمولاً برای به هم بستن لبه طره‌ها به کار می‌رود (شکل ۱۵-۱). این اتصالات بر مبنای نیروی برشی نظیر ظرفیت خمشی تیرهای پیشانی (با $\frac{l}{h} > 15$) تنظیم شده‌اند. بنابر این جوابگوی حالتی که از تیر پیشانی به عنوان باربر هم استفاده شده، می‌باشند. غالباً تیرهای پیشانی به عنوان باربر دیوار خارجی، دست‌انداز بام و گاهی مواقع قسمتی از بار کف مورد استفاده قرار می‌گیرند. از نبشی‌های معرفی شده می‌توان با اطمینان برای تیر پیشانی از نیمرخ IPE با شماره مشابه استفاده کرد. لازم به تذکر است که جوش نبشی به تیر پیشانی و تیر اصلی به صورت دور تا دور می‌باشد.



جدول ۱۵-۱. اتصال تیرهای پیشانی یکسره به انتهای تیر اصلی

نیمرخ	شماره نبشی (mm)	ارتفاع نبشی l(mm)	اندازه جوش D(mm)
UNP 100	60×60×6	60	5
UNP 120	60×60×6	80	5
UNP 140	60×60×6	90	5
UNP 160	60×60×6	110	5
UNP 180	80×80×8	130	5
UNP 200	80×80×8	150	5
UNP 220	80×80×8	170	5
UNP 240	100×100×10	170	6
UNP 260	100×100×10	190	6
UNP 280	100×100×10	190	7
UNP 300	100×100×10	200	7

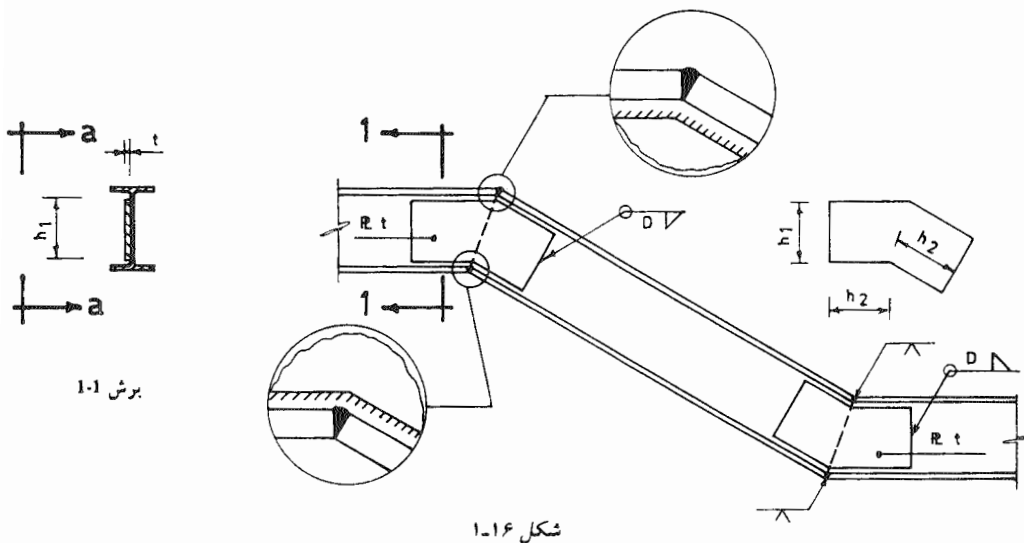
فصل ۱۶

جزئیات ساخت تیرهای پله در محل خم ها

جزئیات ساخت تیر پله در محل خیمه در شکل ۱-۱۶ به نمایش درآمده است. ورق وصله جان که در یک طرف جوش می شود و اتصال لب به لب بالها امکان برقراری یک اتصال تمام قدرت را فراهم می آورند. در جدول ۱-۱۶ ابعاد ورق وصله جان و جوش اتصال آن برای نیمرخ های IPE داده شده است.

جدول ۱-۱۶- جزئیات اتصال تیرهای پله در محل خم ها

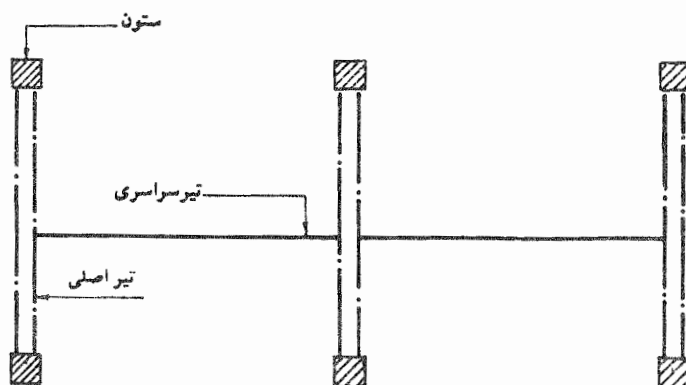
نیمرخ	ضخامت ورق $t(\text{mm})$	اندازه جوش $D(\text{mm})$	$h_1(\text{mm})$	$h_2(\text{mm})$
IPE 100	8	5	70	70
IPE 120	10	6	90	90
IPE 140	10	6	110	110
IPE 160	10	6	120	120
IPE 180	12	7	140	140
IPE 200	12	7	150	150



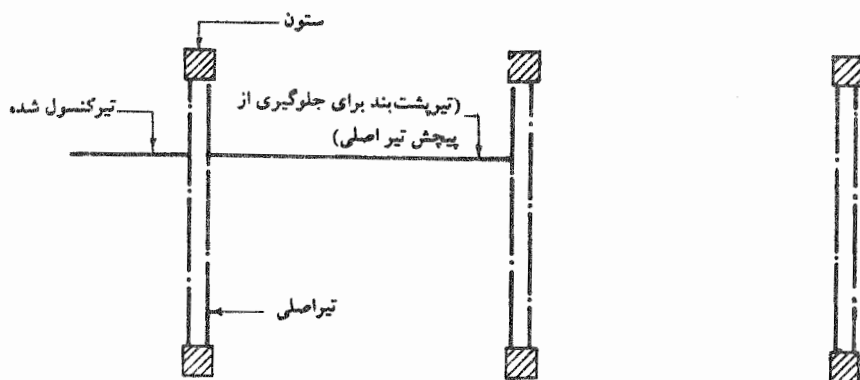
فصل ۱۷

اتصال تیرهای یکسره و یا کنسول شده از تیر اصلی
با استفاده از صفحه اتصال و تیر پشت بند

در بعضی موارد در ساختمان‌های فلزی لازم می‌شود که تیرها را به صورت سراسری از روی تیرهای اصلی بگذرانند (شکل ۱-۱۷). همچنین در پاره‌ای حالات، به خصوص در کناره‌ها، تیر را به صورت کنسول شده از تیر اصلی قرار می‌دهند که در این موارد معمولاً به منظور جلوگیری از پیش‌تیر اصلی، تیر دیگری در امتداد تیر کنسول شده در یک دهانه نصب می‌نمایند (شکل ۲-۱۷).



شکل ۱-۱۷

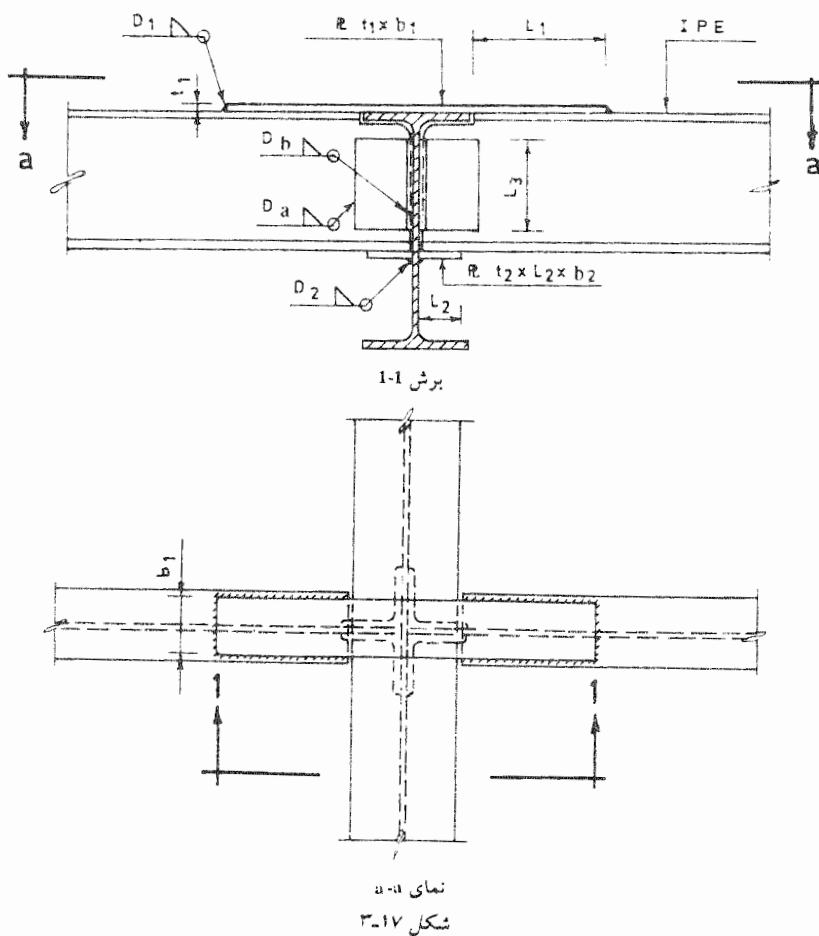


شکل ۲-۱۷

جزئیات اتصال تیرهای یکسره و یاکنسل شده از تیر اصلی تک را می توان مطابق شکل ۳-۱۷ در نظر گرفت. در این اتصال لنگر موجود توسط ورق فوقانی و جوش بال پایینی تیر انتقال می یابد. نیروی برشی ناشی از واکنش نکته گاهی* (بافرض $15 > \frac{L}{h}$) نیز توسط نبشی های جان تحمل می گردد.

در حالتی که تیر اصلی از دو نیمرخ تشکیل شده باشد، جزئیات اتصال عیناً شبیه تیر تک است، به جز اینکه در این مورد بخاطر جلوگیری از لهیدگی جان نیمرخ تیر اصلی، از قطعات میانی که بتوانند نیروی فشاری موجود در بال پایینی را به طرف دیگر انتقال دهند استفاده می شود. این قطعه میانی می تواند از همان نیمرخ تیر سراسری و یاکنسل شده با دو شماره کوچکتر باشد (شکل ۴-۱۷).

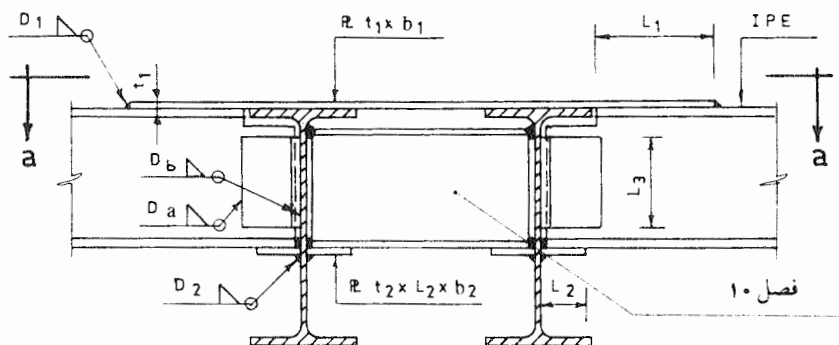
در جداول ۱-۱۷ و ۲-۱۷ مشخصات اتصال تیرهای یکسره و یاکنسل شده از تیر اصلی به ترتیب برای نیمرخ های IPE و CIPE آورده شده است.



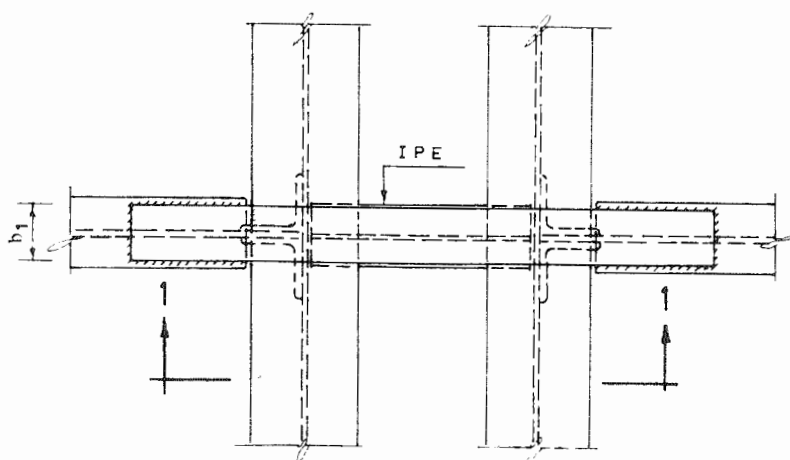
* نیروی برشی مبناء واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر دوسرگیردار انتخاب شده است.

فصل ۱۷

۱۳۶



برش ۱-۱



نمای a-a

شکل ۴-۱۷

جدول ۱-۱۷- مشخصات اتصال تیر یکسره و یا کنسول شده از تیر اصلی برای نیمرخ IPE ($l \geq 15h$)

شماره نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی (ton)	ورق فوقانی				ورق تحتانی				نشی جان			
		t_1 (mm)	L_1 (mm)	b_1 (mm)	D_1 (mm)	t_2 (mm)	L_2 (mm)	b_2 (mm)	D_2 (mm)	ابعاد نبشی (mm)	L_3 (mm)	D_3 (mm)	D_b (mm)
IPE 100	1.97	10	80	35	4	8	60	70	3	50×50×5	60	3	4
IPE 120	2.54	10	80	45	5	8	60	80	3	50×50×5	80	3	5
IPE 140	3.18	10	100	50	5	8	70	90	3	80×80×8	100	3	6
IPE 160	3.92	12	120	60	5	8	70	100	4	100×100×10	110	3	8
IPE 180	4.67	12	120	70	6	8	70	110	4	120×120×12	120	3	10
IPE 200	5.59	12	140	80	6	10	70	120	4	120×120×12	150	4	10
IPE 220	6.60	12	170	90	6	10	80	130	4	120×120×12	160	4	10
IPE 240	7.78	14	170	100	7	10	80	140	4	120×120×12	180	4	10
IPE 270	9.15	14	200	110	7	12	80	160	4	120×120×12	200	4	10
IPE 300	10.70	14	200	120	8	12	80	170	4	120×120×12	230	5	10

جدول ۲-۱۷- مشخصات اتصال تیر یکسره و یا کنسول شده از تیر اصلی برای نینبرخ $(I \geq 15h)$ CIPE

شماره نینبرخ	واکنش تکیه گاهی تغییر ظرفیت خمشی (ton) تیر یکسره	ورق فسوفانی				ورق تحتانی				نشیمنی جان			
		t_f (mm)	l_{f1} (mm)	b_f (mm)	D_f (mm)	t_a (mm)	l_{a2} (mm)	b_a (mm)	D_a (mm)	ابعاد نشیمنی (mm)	l_{a3} (mm)	H_a (mm)	D_{a2} (mm)
CIPE 140	3.29	12	110	50	5	8	70	90	4	$80 \times 80 \times 8$	140	3	6
CIPE 160	4.06	12	130	60	5	8	70	100	4	$100 \times 100 \times 10$	140	3	8
CIPE 180	4.84	12	150	70	5	8	70	110	4	$100 \times 100 \times 10$	160	3	8
CIPE 200	5.78	12	150	80	6	10	70	120	4	$100 \times 100 \times 10$	180	4	8
CIPE 220	6.84	12	180	90	6	10	80	130	4	$120 \times 120 \times 12$	180	4	10
CIPE 240	8.05	14	180	100	7	12	80	160	4	$120 \times 120 \times 12$	200	4	10
CIPE 270	9.46	14	210	110	7	12	80	170	4	$120 \times 120 \times 12$	220	4	10

فصل ۱۸

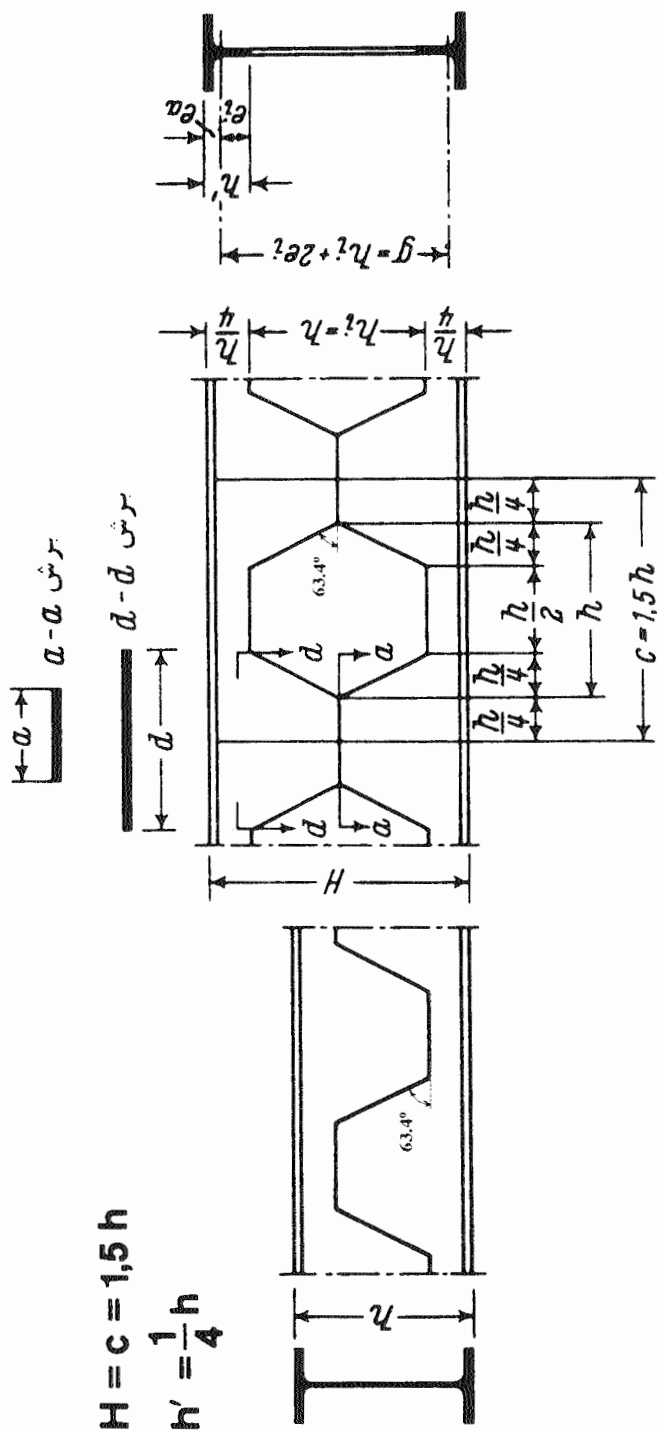
تیرهای لانه زنبوری

۱-۱۸- هندسه برش

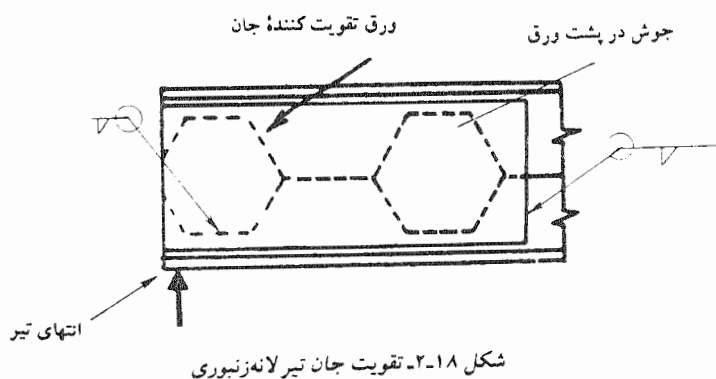
هندسه معمول برای برش تیر آهن به منظور حصول تیر لانه زنبوری، برش پای نر می باشد که در شکل ۱-۱۸ مشخصات کامل آن نشان داده شده است. لازم به تذکر است که این هندسه، انطباق خوبی با هندسه توصیه شده در پیوست مقررات ملی ساختمانی ایران (مبحث ۱۰- طرح و اجرای ساختمانهای فولادی) دارد. با برش پای نر، ارتفاع به دست آمده برای تیر لانه زنبوری، مساوی $1/5$ برابر ارتفاع تیر مادر می باشد.

۲-۱۸- تقویت جان در محل نیروهای متمرکز

هر چند که با لانه زنبوری کردن تیر، مقاومت خمشی آن افزایش می یابد، لیکن باید به کاهش ظرفیت برشی توجه کامل داشت. به عنوان یک قانون طراحی، جان تیر لانه زنبوری در محل نیروهای متمرکز (به خصوص تکیه گاهها) باید توسط ورق جان تقویت شود. ضخامت ورق جان که از یک طرف به جان وصل می شود، معمولاً در حدود ضخامت جان تیر آهن در نظر گرفته می شود. در شکل ۲-۱۸ نحوه تقویت جان تیر لانه زنبوری در محل تکیه گاه نشان داده شده است. در جداول ۱-۱۸، ۲-۱۸ و ۳-۱۸ به ترتیب مشخصات هندسی تیرهای لانه زنبوری CIPE، CIPB و CIPB آورده شده است.



شکل ۱-۱۸- هندسه تیر لانه زنبوری - برش پای‌تر



جدول ۱۸-۱- مشخصات هندسی تیر آهن لانه زنبوری از IPE

CAST IPE

CAST IPA

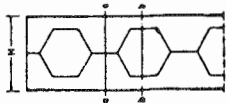
تیر آهن ایرانی لانه زنبوری شده

IPA	H	s	t	a - a			b - b		
				F	I _x	W _x	F	I _x	W _x
	Cm	Cm	Cm	Cm ²	Cm ⁴	Cm ³	Cm ²	Cm ⁴	Cm ³
14	20			19.2	1227	122	13.6	1159	115
	21	0.470	65	19.7	1374	130	13.1	1266	120
	22			20.2	1530	139	12.6	1369	124
16	22			23.1	1601	163	17.1	1729	157
	23			23.6	1996	173	16.6	1861	163
	24	0.500	74	24.1	2202	183	16.1	2031	169
18	25			24.6	2420	183	15.6	2177	174
	25			27.6	2792	223	20.2	2670	213
	26			28.1	3056	235	19.7	2875	221
20	27	0.530	80	28.7	3333	246	19.1	3075	227
	28			29.2	3625	258	18.6	3271	233
	28			31.9	3526	271	25.1	3465	285
22	29			33.0	4178	288	24.0	3967	284
	30	0.560	85	34.1	4888	326	22.9	4525	301
	32			35.2	5888	355	21.8	5040	315
24	30			36.1	5617	374	28.7	5415	361
	32			39.3	6514	407	27.5	6120	382
	33	0.580	92	39.9	6981	423	26.9	6468	392
27	35			41.1	8007	457	25.7	7147	408
	37			44.1	7470	488	34.1	7258	453
	38			45.3	8579	504	32.8	8185	480
30	38	0.620	98	46.5	8736	543	31.7	8063	503
	38			47.8	11071	582	30.4	9938	522
	38			50.5	9759	574	41.3	9808	565
33	37			52.5	11832	639	39.3	11382	615
	40	0.660	102	54.8	14550	718	37.0	13462	685
	43			58.5	18698	776	35.3	14893	692
36	40			60.9	18044	802	46.7	15570	718
	42			62.3	17934	854	45.2	17118	815
	45	0.710	107	64.5	21005	933	43.7	19407	882
40	48			66.8	24388	1015	43.0	21805	900

جدول ۱۸-۲. مشخصات هندسی تیر آهن لانه زنبوری از INP

[illegible]

جدول ۱۸-۳. مشخصات هندسی تیر آهن لانه زنبوری از IPB

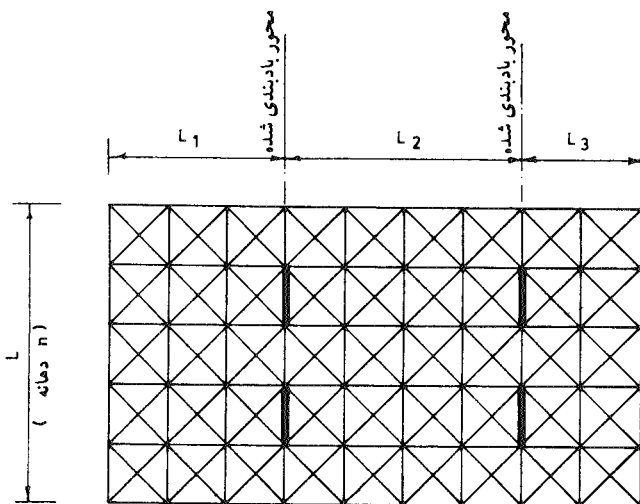
									
CAST IPB									
تیر آهن لانه زنبوری شده									
IPB	H	b	t	a-a			b-b		
				F	I _x	W _x	F	I _y	W _y
	Cm	Cm	Cm	Cm ⁴	Cm ⁴	Cm ³	Cm ⁴	Cm ⁴	Cm ³
10	16	0.60	1.0	28.0	11.60	152	23.0	1090	145
12	18	0.65	1.1	37.0	21.72	241	30.1	2078	230
14	20	0.70	1.2	47.2	33.85	338	38.8	3286	378
16	22	0.75	1.3	60.7	51.17	465	48.5	5001	454
18	24	0.80	1.4	77.0	75.55	624	60.7	7472	626
20	26	0.85	1.5	97.0	107.71	865	77.0	11161	863
22	28	0.90	1.6	121.0	148.23	1170	98.0	15088	1130
24	30	0.95	1.7	150.0	200.58	1615	125.0	20058	1564
26	32	1.00	1.8	184.0	267.72	2127	158.0	26772	2100
28	34	1.05	1.9	224.0	352.45	2827	196.0	35245	2800
30	36	1.10	2.0	270.0	458.86	3738	240.0	45886	3640
32	38	1.15	2.1	322.0	590.40	4880	290.0	59040	4640
34	40	1.20	2.2	380.0	750.00	6280	350.0	75000	5800
36	42	1.25	2.3	444.0	938.00	7980	420.0	93800	7200
38	44	1.30	2.4	514.0	1154.00	9980	500.0	115400	8800
40	46	1.35	2.5	590.0	1400.00	12280	590.0	140000	10800
42	48	1.40	2.6	672.0	1676.00	14880	680.0	167600	13000
44	50	1.45	2.7	760.0	1984.00	17780	780.0	198400	15400
46	52	1.50	2.8	854.0	2324.00	20980	880.0	232400	18000
48	54	1.55	2.9	954.0	2696.00	24480	990.0	269600	20800
50	56	1.60	3.0	1060.0	3100.00	28280	1100.0	310000	23800
52	58	1.65	3.1	1172.0	3536.00	32380	1220.0	353600	27000
54	60	1.70	3.2	1290.0	4004.00	36780	1350.0	400400	30400
56	62	1.75	3.3	1414.0	4504.00	41480	1490.0	450400	34000
58	64	1.80	3.4	1544.0	5036.00	46580	1640.0	503600	37800
60	66	1.85	3.5	1680.0	5600.00	52080	1800.0	560000	41800

فصل ۱۹

محاسبه اعضای قطری یکپارچه کننده سقف های
طاق ضربی

در این فصل، روابط ساده محاسبه مهاربندهای سقف‌های طاق ضربی در دو حالت:
 الف - ساختمان‌هایی که سیستم مقاوم جانبی به صورت بادبند دارند و
 ب - ساختمان‌هایی که فاقد سیستم مقاوم جانبی به صورت بادبند می‌باشند، آورده شده است.

۱-۱۹ - محاسبه مهاربند سقف برای ساختمانهای با بادبند قائم



$S = L \times L_2$: سطح محصور بین دو محور بادبندی شده (به متر مربع)

$S' = L \times L_3$ یا $S' = L \times L_1$: سطح محصور بین محور بادبندی شده و محور لبه ساختمان (به متر مربع)

$A = 0.04 \times \frac{S}{n}$: سطح مقطع هر کدام از بادبندهای افقی در چشمه‌های داخلی (به سانتیمتر مربع)

$A' = 0.08 \times \frac{S'}{n}$: سطح مقطع هر کدام از بادبندهای افقی در چشمه‌های خارجی (به سانتیمتر مربع)

n : تعداد دهانه در مسیر بادبندی شده

* حداقل قطر بیلگرد ضربدری، مطابق آیین‌نامه ۲۸۰۰ برابر ۱۰ میلیمتر می‌باشد.

شکل ۱-۱۹ - پلان بادبندی سقف

مثال

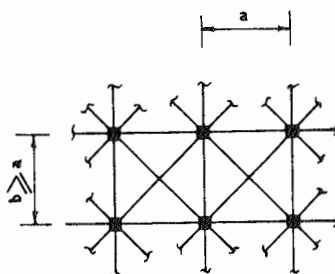
در صورتی که $L_1=10$ ، $L_2=16$ ، $L_3=7$ و $L=25$ m و $n=5$ باشد داریم:

$$A = 0.04 \times \frac{(16 \times 25)}{5} = 3.2 \text{ cm}^2 \rightarrow \begin{cases} \phi 22 \\ \text{یا } PL 60 \times 6 \end{cases}$$

$$(L_1 \text{ مربوط به}) A' = 0.08 \times \frac{(10 \times 25)}{5} = 4.0 \text{ cm}^2 \rightarrow \begin{cases} \phi 24 \\ \text{یا } PL 50 \times 8 \end{cases}$$

$$(L_3 \text{ مربوط به}) A' = 0.08 \times \frac{(7 \times 25)}{5} = 2.8 \text{ cm}^2 \rightarrow \begin{cases} \phi 20 \\ \text{یا } PL 50 \times 6 \end{cases}$$

۲-۱۹- محاسبه مهاربند سقف برای ساختمان های بدون بادبند قائم (شامل قاب خمشی)



a: بعد کوچک یک چشمه (به متر)

d: قطر چشمه (به متر) $d = \sqrt{a^2 + b^2}$ A: سطح مقطع هر بادبند افقی ضربدری (به سانتیمتر مربع) $A = 0.04 \times a \times d$

شکل ۲-۱۹- پلان مهاربندی سقف

مثال :

در صورتی که ابعاد چشمه 3×4 متر باشد داریم:

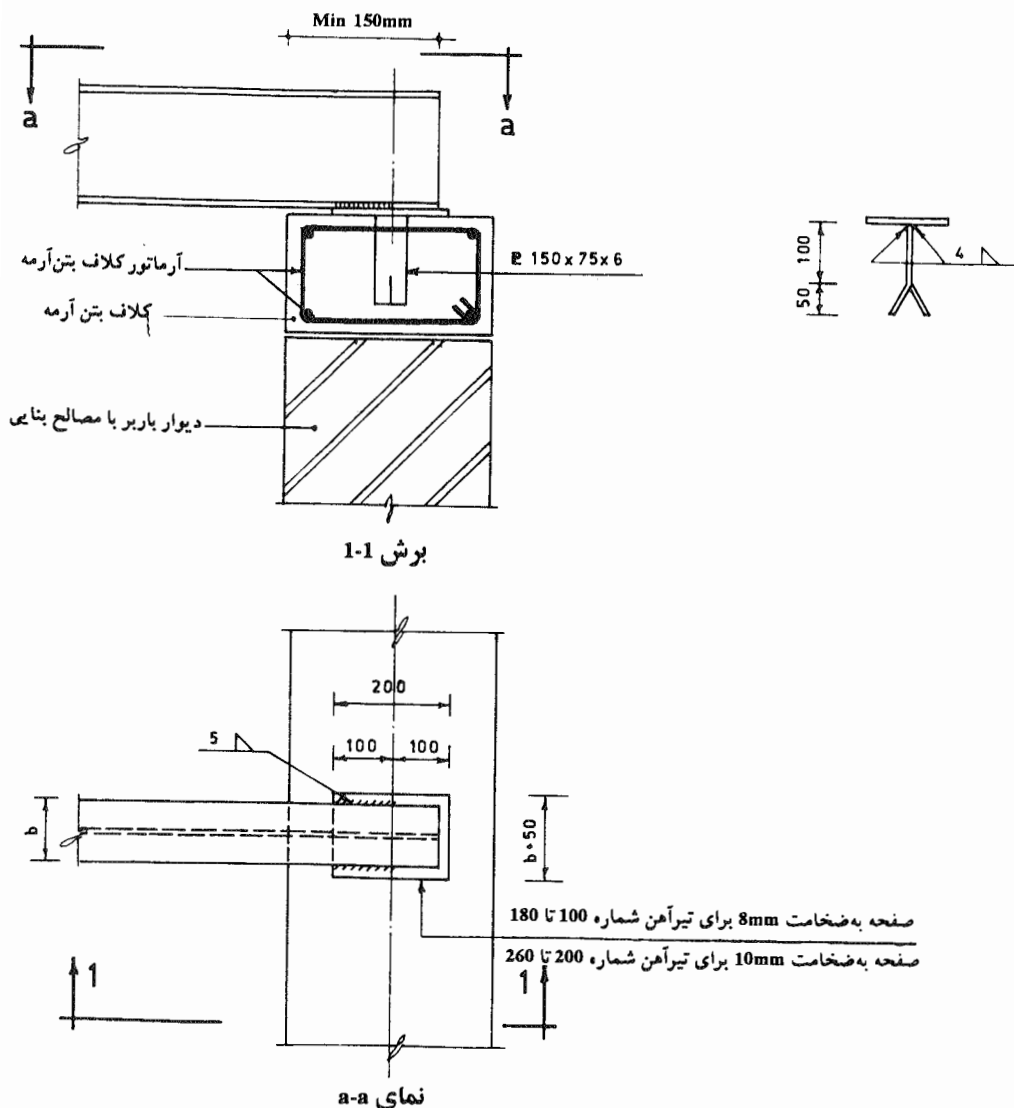
$$A = 0.04 \times 3 \times 5 = 0.6 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10$$

فصل ۲۰

اتصال تیپ تیر طاق ضربی بر روی کلاف بتنی

اتصال طاق ضربی به کلافهای بتنی روی دیوار باید به نحوی باشد که امکان افتادن سقف از روی دیوارهای تکیه گاه آن به هنگام زلزله را به حداقل رساند.

به این منظور صفحات فولادی با شاخک نظیر آنچه در شکل ۱-۲۰ آمده در داخل بتن کلاف گیر داده می شود تا بتوان تیرچه های طاق ضربی را بر روی آن جوش کرد.

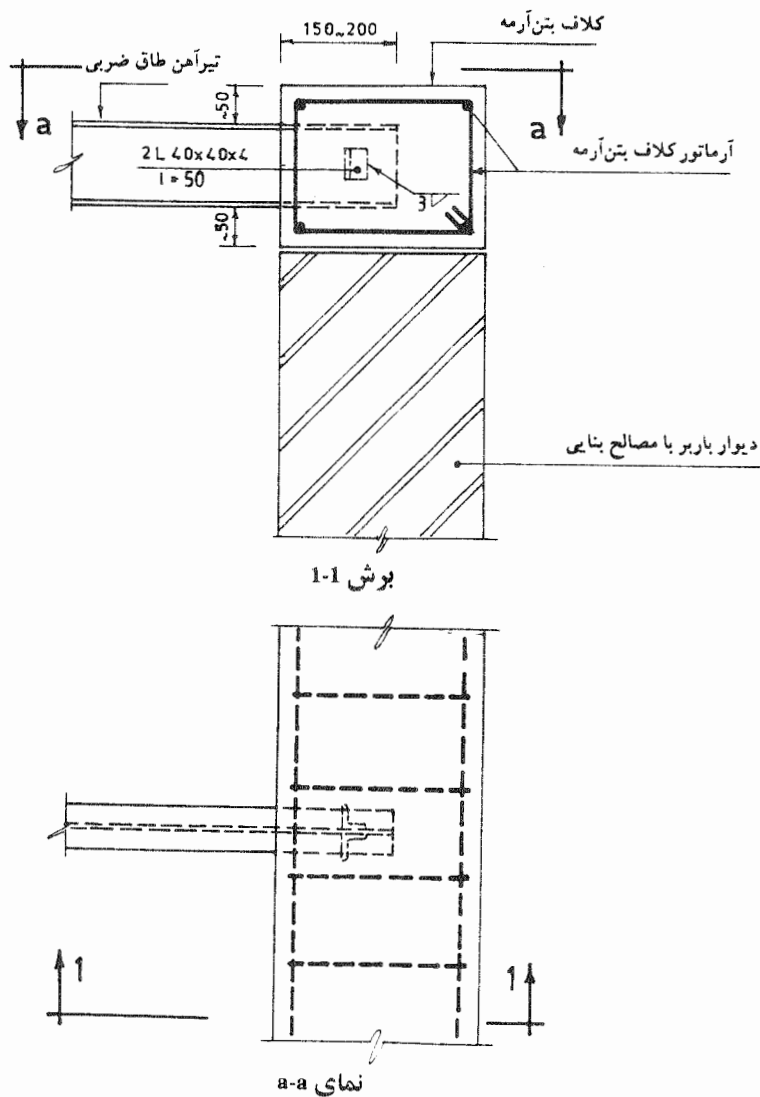


شکل ۱-۲۰. جزئیات اتصال تیر آهن های طاق ضربی به روی کلاف بتن آرمه

فصل ۲۱

اتصال تیپ تیر طاق ضربی در داخل کلاف بتنی سقف

اگر امکان کارگذاری صفحه و گیر دادن آن داخل بتن کلاف موجود نباشد می توان سر تیرچه ها را مستقیماً در داخل کلاف بتنی مهار نمود. برای این منظور دو نبشی کوچک به انتهای تیرچه جوش می شود. شکل ۱-۲۱ این نحوه اتصال و جزئیات آنرا به نمایش می گذارد.

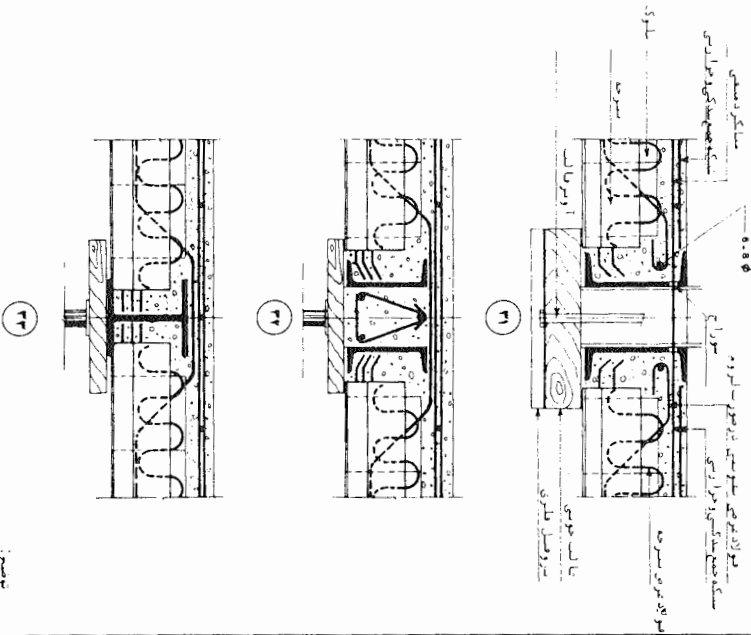


شکل ۱-۲۱ جزئیات تثبیت تیر آهنهای طاق ضربی در داخل کلاف بتنی روی دیوارهای باربر با مصالح بنایی

فصل ۲۲

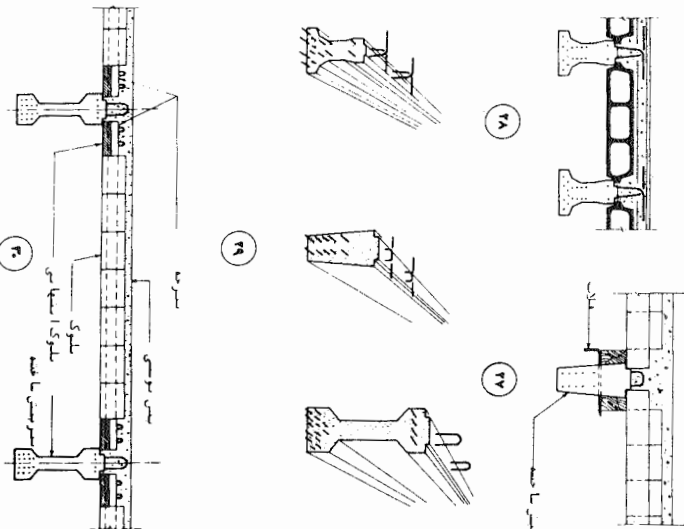
جزئیات تیپ سقف تیرچه بلوک در ساختمانهای فلزی

سا زمان سرپا معوضه	عنوان: استوار سقف روی سازه، با ارتفاع سازه و با ارتفاع کمتر از صواب
مکان و زمان نصب	سقف و جبهه قالب بندی لایه اسب های سبز شده
دستورالعملیات و مصالح های نسبی	

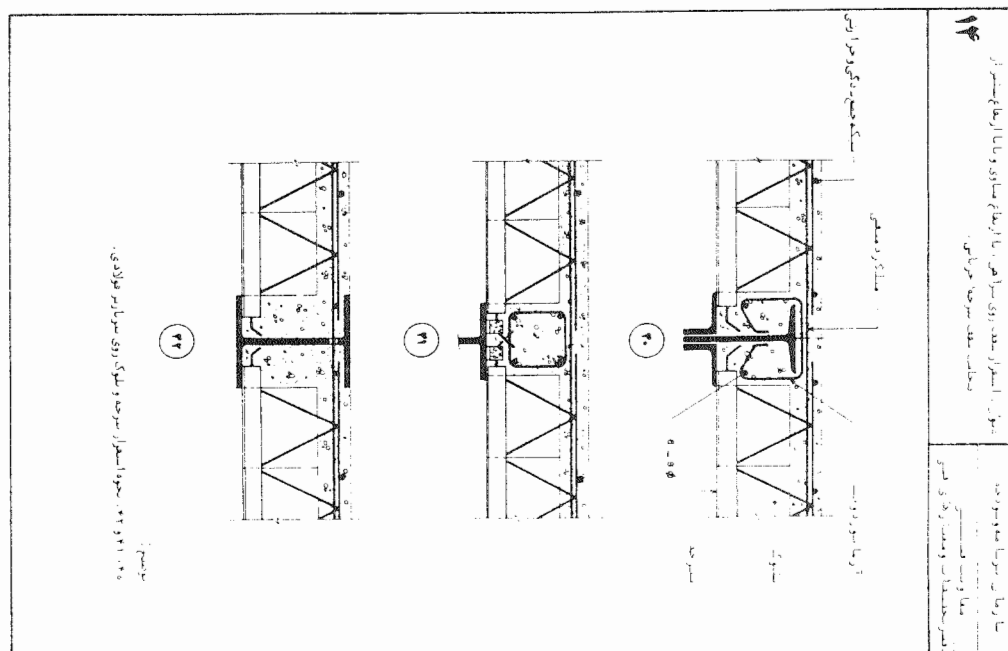
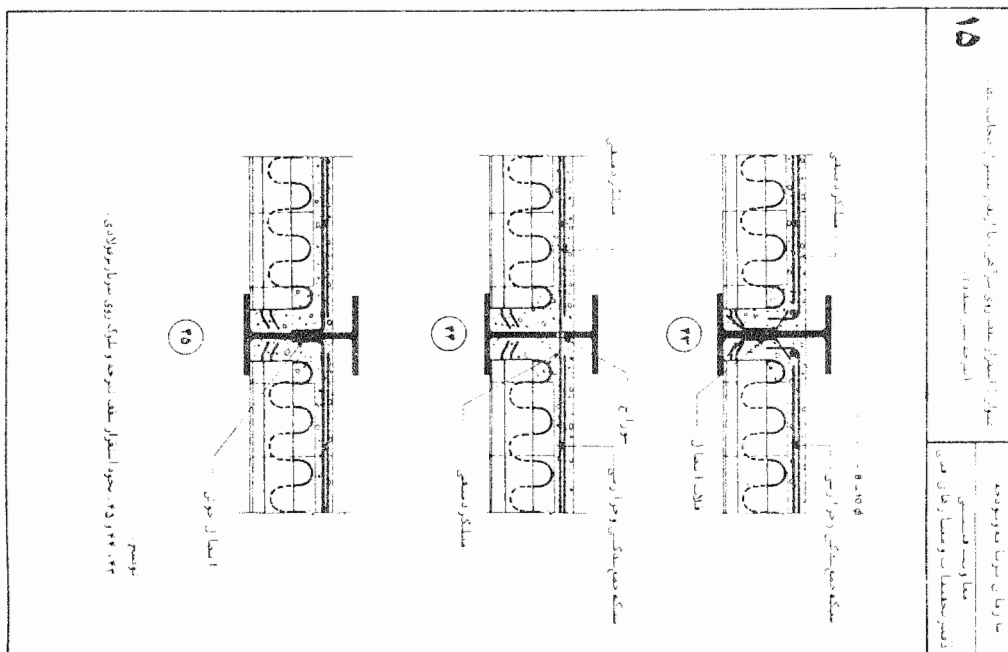


توضیح: ۱۱- جبهه استوار سقف تیرچه و بلوک روی تیر فولادی، شامل قالب بندی کسلا و جوشکاری اجرای اسبابها.

سا زمان سرپا معوضه	عنوان: استوار سقف - روی تیر های سازه بندی
مکان و زمان نصب	
دستورالعملیات و مصالح های نسبی	



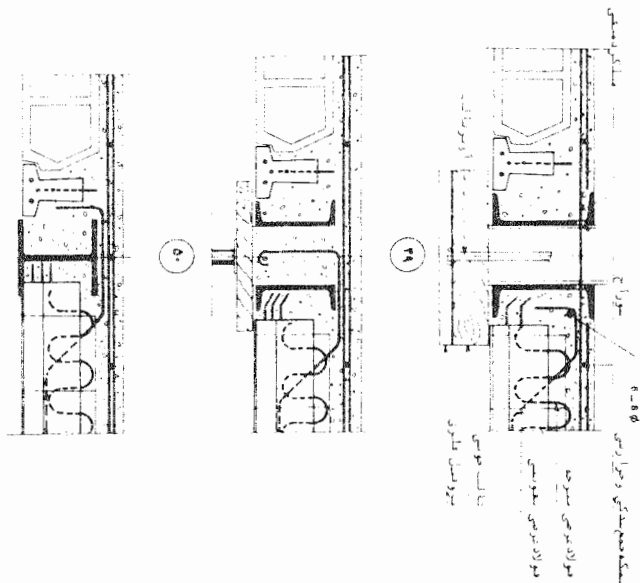
توضیح: ۱۴- جبهه قالب بندی و استوار تیرچه ها، روی تیر سازه بندی. ۱۵- حالت جبهه سقف تیرچه و بلوک، برای دهانه های بزرگ و برای سازه. ۱۶- سه مقطع نمونه از تیر های پیش سازه بندی.



۱۸

شیرانی: استوار سقف روی سازه، با اسطحهای عمودی و عمودی عمود بر آن
 (تیرچه سبک سازه)

سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه

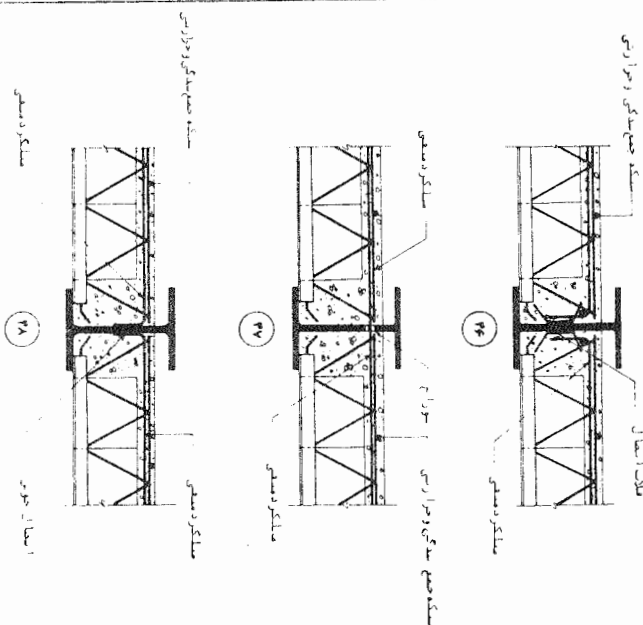


سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه

۱۹

شیرانی: استوار سقف روی سازه، با اسطح عمودی و عمودی عمود بر آن
 (تیرچه سبک سازه)

سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه

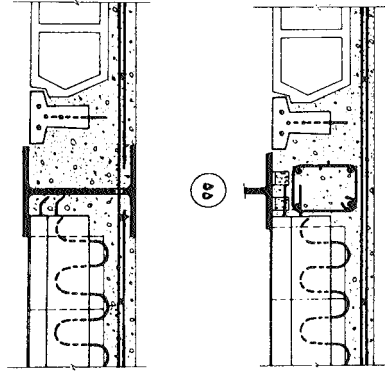


سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه
 سازه: سازه سازه و سازه

۱۹

عنوان: استوار سقف روی تیر آهن، با تیرچه‌های فولادی و ستود برآن
(تیرچه پیش ساخته)

سازمان سربا مدرودحه
مکان و ست قفسی
دستور ساختمان و مصالح رهای قفسی

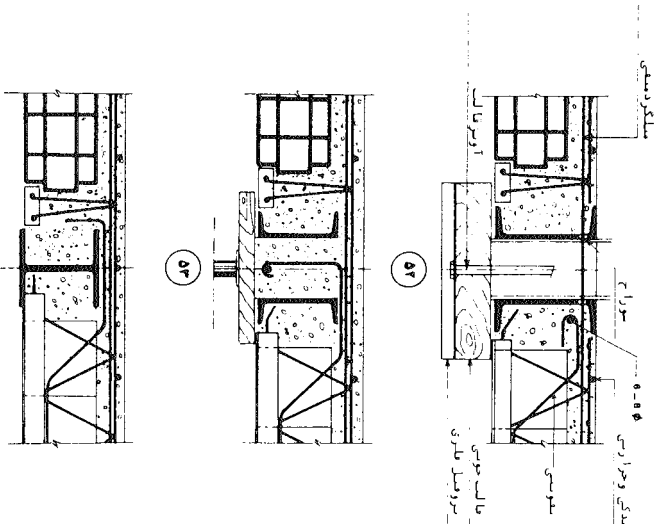


توضیح: ۵۵ و ۵۶: نحوه استوار سقف روی تیر آهن و فولادی، در حالتی که ابتدای تیرچه‌ها، در سطح طرف فولادی یا تیر و در طرف دیگر ستود برآن باشد.

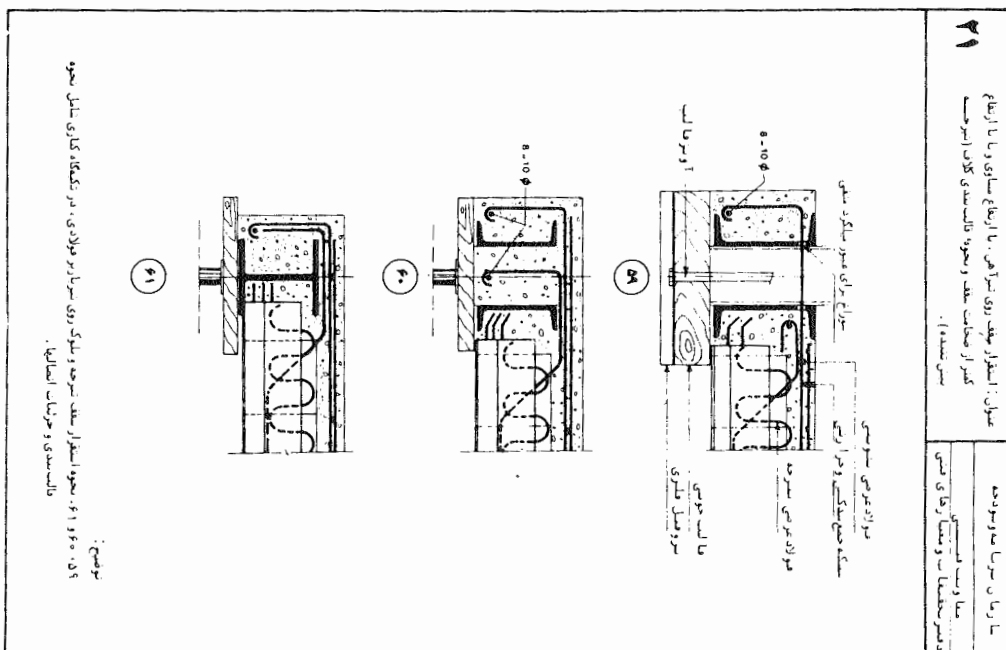
۱۸

عنوان: استوار سقف روی تیر آهن، با تیرچه‌های فولادی و ستود برآن
(تیرچه جریانی)

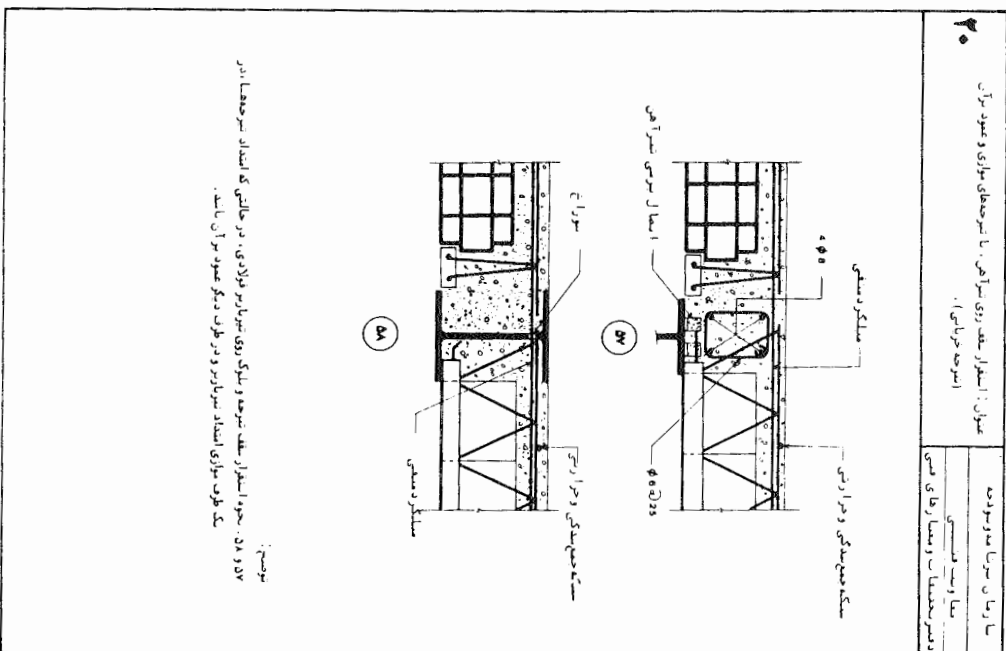
سازمان سربا مدرودحه
مکان و ست قفسی
دستور ساختمان و مصالح رهای قفسی



توضیح: ۵۷ و ۵۸ و ۵۹: نحوه استوار سقف روی تیر آهن و فولادی، در حالتی که ابتدای تیرچه‌ها، در یک طرف فولادی یا تیر آهن و در طرف دیگر ستود برآن باشد.



توضیح:
۱- نحوه استوار سقف تیرچه و بلوک روی تیرآهی فولادی، در تکملاء کاری سازه
تالسمندی و جزئیات اضافی.

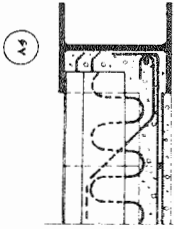
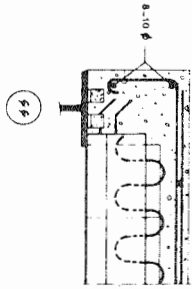
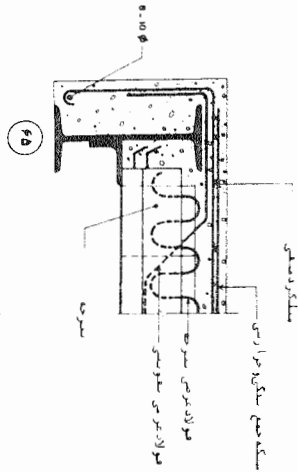


توضیح:
۱- نحوه استوار سقف تیرچه و بلوک روی تیرآهی فولادی، در حالتی که ابعاد تیرچه‌ها در
مکان و رست ساختمانی و در طرف دیگر عبود بر آن باشد.



شماره: استوار سقف سرحده و پلیک روی سازه، با ارتفاع سازه
و با تکرار از صفحات سقف (سرحده) بتن سده و

سازمان: سرحده سرحده
معماری: سرحده
دستورالعملیات: و مصالح و مصالح

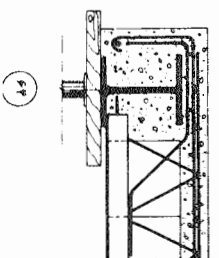
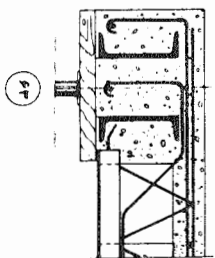
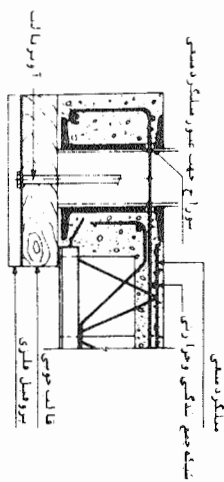


توضیح: ۴۴ و ۴۵: سرحده سرحده و پلیک روی سرحده سرحده، در یکباره سرحده سرحده.



شماره: استوار سقف سرحده و پلیک روی سازه، با ارتفاع سازه
و با تکرار از صفحات سقف (سرحده) بتن سده و

سازمان: سرحده سرحده
معماری: سرحده
دستورالعملیات: و مصالح و مصالح

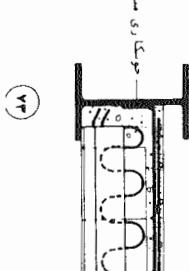
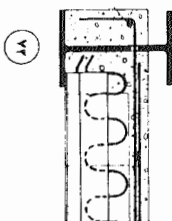
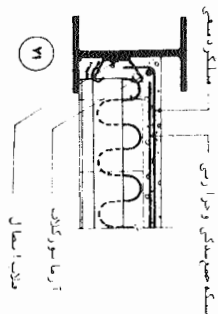


توضیح: ۴۷ و ۴۸: سرحده سرحده و پلیک روی سرحده سرحده، در یکباره سرحده سرحده.

۲۵

شکل: اتصال سقف تیرچه و بلوک روی تیر آهن، با ارتفاع مسیر
از مصالح سقف تیرچه مشخص شده.

تیر آهن	سقف تیرچه
مقاومت کششی	مقاومت کششی
دسترسی به مصالح رزاقی	دسترسی به مصالح رزاقی

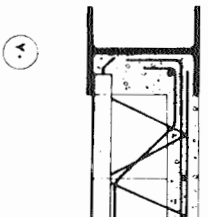
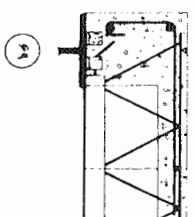
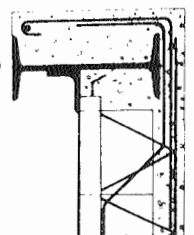


توضیح: - جدول اتصال سقف تیرچه و بلوک روی تیر آهن فولادی، در نگاره های گاری.

۲۴

شکل: اتصال سقف تیرچه و بلوک روی تیر آهن، با ارتفاع مسیر
تیر آهن، مصالح سقف تیرچه مشخص شده.

تیر آهن	سقف تیرچه
مقاومت کششی	مقاومت کششی
دسترسی به مصالح رزاقی	دسترسی به مصالح رزاقی



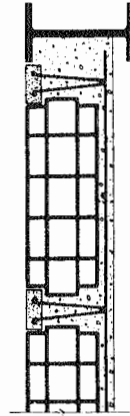
توضیح: - جدول اتصال سقف تیرچه و بلوک روی تیر آهن فولادی، در نگاره های گاری.

۴۷

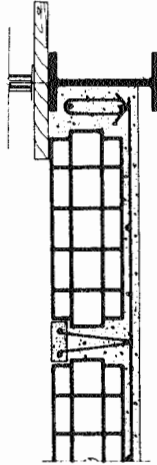
عنوان: جانشینی مختلف اتصال سقف به تیرهای غیرباربر - ارتباط

تیرهای سیم‌آرمه‌شده

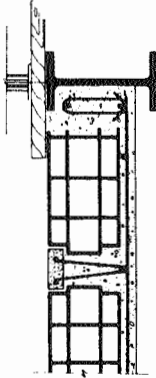
تایران تیرهای سیم‌آرمه‌شده
مقاومت خمشی
تأثیر سطح مقطع و مساحت رگای نسبی



۴۷



۴۷



۴۷

توضیح:

۴۷: توزیع سیم‌آرمه‌شده در کنار تیر غیرباربر

۴۸: توزیع سیم‌آرمه‌شده در کنار تیرهای باربر و دیوارهای باربر

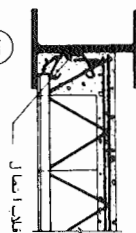
۴۹: سیم‌آرمه‌شده در دیوارهای باربر و دیوارهای باربر

۴۸

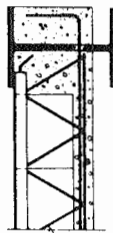
عنوان: استوار شدن سقف تیرچه و تیرچه روی تیرهای - ارتباط سیم

در محاسبات سیم‌آرمه‌شده

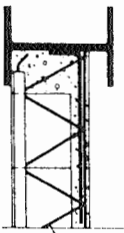
تایران تیرهای سیم‌آرمه‌شده
مقاومت خمشی
تأثیر سطح مقطع و مساحت رگای نسبی



۴۸



۴۸



۴۸

توضیح:

۴۸: سیم‌آرمه‌شده در کنار تیرهای باربر و دیوارهای باربر

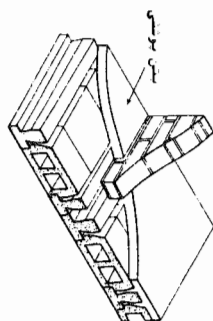
۴۹: سیم‌آرمه‌شده در کنار تیرهای باربر و دیوارهای باربر

۵۰: سیم‌آرمه‌شده در کنار تیرهای باربر و دیوارهای باربر

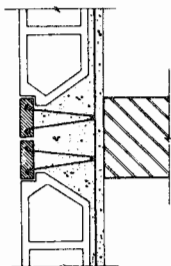
۲۹

عنوان: محل تسمه روی سقف تیرچه و بلوک.

سازمان: تهران مأمورده
مکان: رشت قفسی
تأسیسات: سقف و دیوارهای داخلی



۸۳

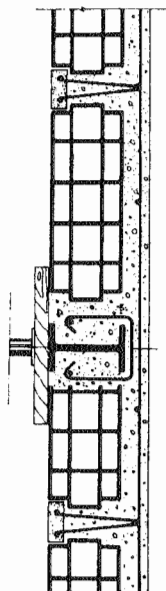


توضیح:
۸۳: اجرای تیرچه‌های سقف، در محل استقرار تسمه غیرباربر.

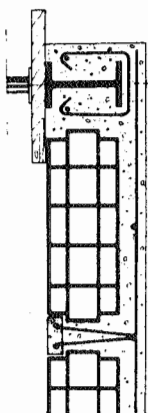
۷۸

عنوان: اتصال سقف به تیرهای غیرباربر، ارتفاع سازه‌های گستر از صفحات سقف.

سازمان: تهران مأمورده
مکان: رشت قفسی
تأسیسات: سقف و دیوارهای داخلی



۸۰



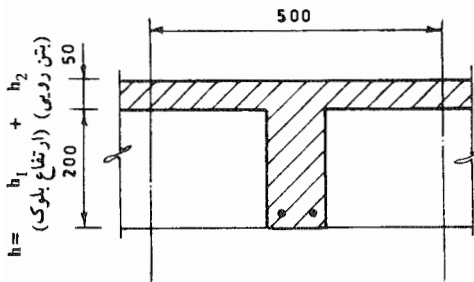
توضیح:
۸۰: سازه‌های از اتصال، در سقف‌های مسطح.
۸۱: سازه‌های از اتصال، در سقف‌های گنبدی.

فصل ۲۳

جداول و منحنی‌های طرح سقف تیرچه بلوک

۱-۲۳- مقدمه

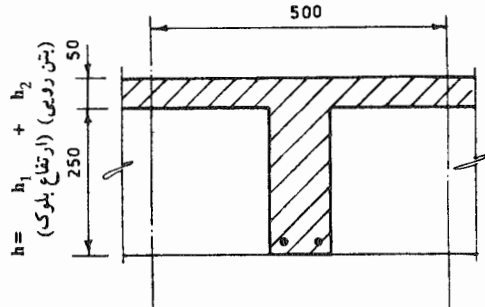
در این فصل نمودارهای محاسباتی برای تعیین آرماتورهای خمشی تیرچه‌ها ارائه می‌شود. جداول این فصل برای حالات زیر تنظیم شده‌اند:



$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (نمودار ۱-۲۳)}$$

$$F_y = 3000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (نمودار ۲-۲۳)}$$

$$F_y = 4000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (نمودار ۳-۲۳)}$$



$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (نمودار ۴-۲۳)}$$

$$F_y = 3000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (نمودار ۵-۲۳)}$$

$$F_y = 4000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (نمودار ۶-۲۳)}$$

شکل ۱-۲۳

برای استفاده از نمودارها تعیین بار ضریب‌دار واحد سطح و طول دهانه محاسباتی تیرچه لازم است. بار واحد ضریب‌دار سطح از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$q_u = 1.4D + 1.7L \text{ = بار ضریب‌دار وارد بر واحد سطح (kg/m}^2\text{)}$$

$$D \text{ = بار مرده بدون ضریب واحد سطح شامل وزن سقف تیرچه بلوک و کف‌سازی (kg/m}^2\text{)}$$

$$L \text{ = بار زنده بدون ضریب واحد سطح (kg/m}^2\text{)}$$

برای تعیین آرماتورهای طولی لازم، با انتخاب یکی از حالات شکل ۱-۲۳ به نمودار مربوطه می‌رویم. بار ضریب‌دار واحد سطح را در روی محور قائم و طول دهانه را در روی محور افقی می‌بریم. محل تقاطع آنها در روی نمودار آرماتورهای طولی را تعیین می‌نماید.

مثال:

مطلوب است تعیین آرماتورهای یک تیرچه به دهانه ۴ متر و ارتفاع ۲۰+۵ سانتیمتر. نوع فولاد مصرفی $F_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$ و بارهای وارد بر سقف به قرار زیر می باشند:

$$D = 600 \text{ Kg/m}^2 \text{ (بار مرده شامل وزن سقف و کف سازی)}$$

$$L = 200 \text{ Kg/m}^2 \text{ (بار زنده)}$$

حل:

$$q_u = 1.4 \times 600 + 1.7 \times 200 = 1180 \text{ kg/m}^2$$

با توجه به ارتفاع ۲۰+۵ سانتیمتر و فولاد $F_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$ به نمودار ۲-۲۳ مراجعه کرده و 1180 kg/m^2 را روی محور قائم و ۴ متر را روی محور افقی برده و محل تقاطع آنها را تعیین می نماییم. با توجه به نقطه تقاطع، میگرد لازم به صورت زیر درمی آید:

$$2\Phi 10 + 1\Phi 8$$

تذکر: در روی هر نمودار در ناحیه فوقانی و سمت راست، سه منحنی با 300 kg/cm^2 و ۲۵۰ و ۲۰۰ f'_c مشاهده می شود. این منحنی ها حدود قابل قبول تیرچه را از نقطه نظر برش تعیین می کنند. بدین ترتیب که نقاط واقع در زیر منحنی از نقطه نظر برش قابل قبول هستند و نقاط واقع در بالای منحنی، از لحاظ برشی ضعیف می باشند و باید با تمهیداتی مقاومت برشی را افزایش داد.

۲-۲۳- محاسبه وزن سقف تیرچه و بلوک در واحد سطح با استفاده از نمودار

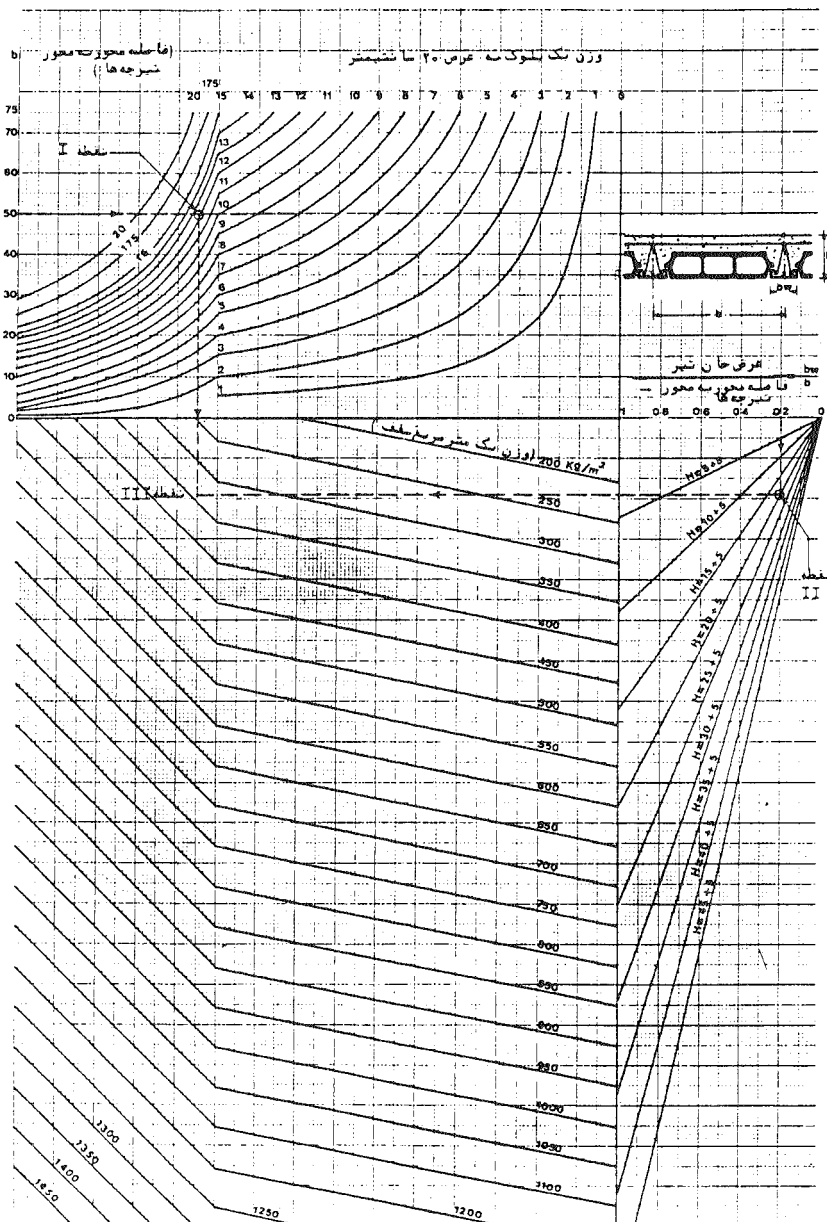
با داشتن وزن بلوک، فاصله محور تا محور تیرچه ها، ضخامت سقف و نیز عرض جان (عرض پاشنه تیرچه) می توان توسط نمودار شکل ۲-۲۳ به راحتی وزن واحد سطح سقف تیرچه و بلوک را به دست آورد.

این نمودار متشکل از سه قسمت مجزا (بالا، پایین سمت راست و پایین سمت چپ) می باشد. در قسمت بالا روی محور عرضها، نقاط مربوط به فاصله محور به محور تیرچه ها را تعیین کرده و از آن خطی به موازات محور طولها رسم می کنیم تا منحنی مربوط به وزن بلوک مورد استفاده را قطع کند (نقطه I). لازم به یادآوری است چنانچه عرض بلوک مورد استفاده کمتر یا بیشتر از ۲۰ سانتیمتر باشد، وزن نظیر بلوک به عرض ۲۰ سانتیمتر را منظور می کنیم.

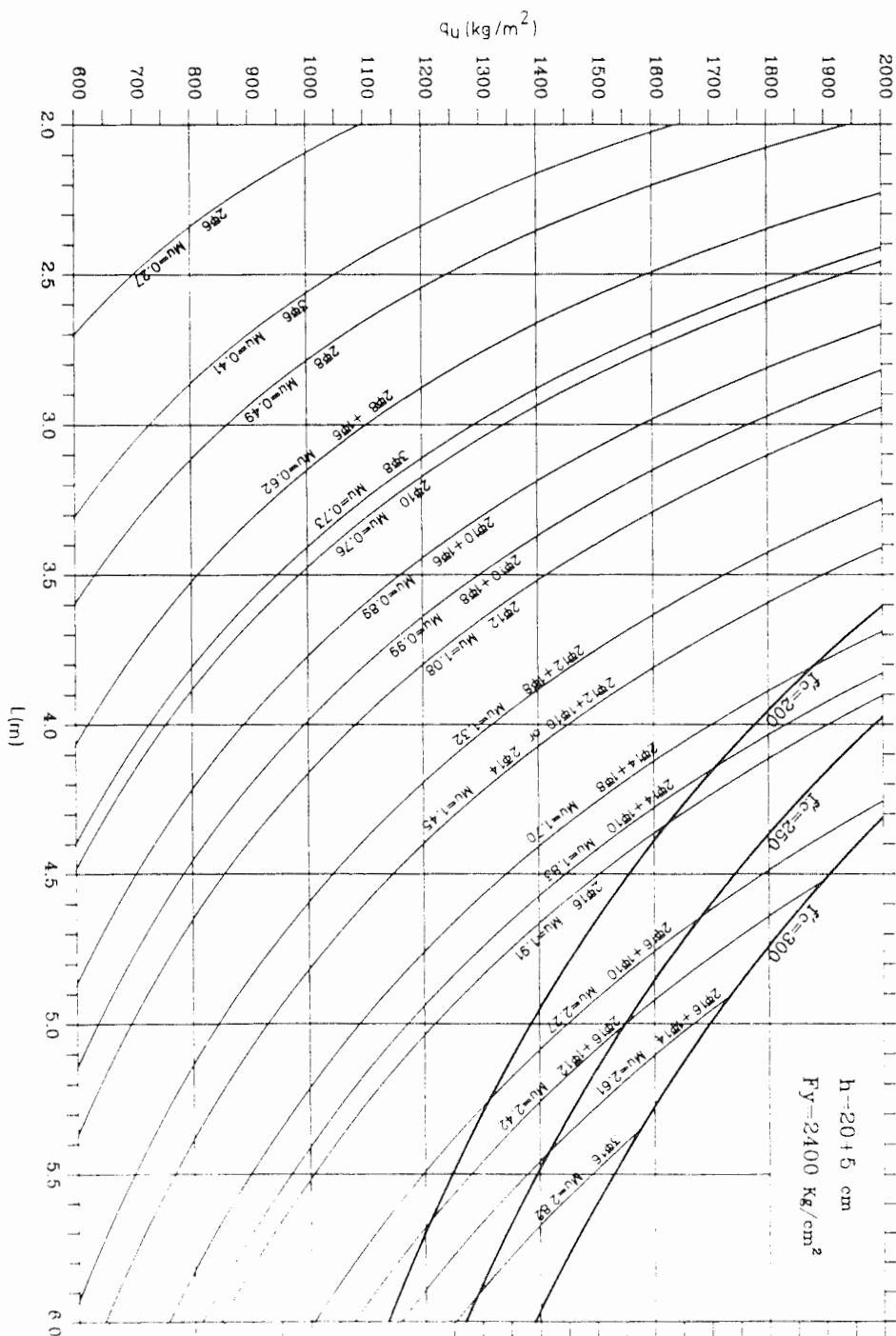
سپس، در روی محور طولها در بخش پایین سمت راست نمودار، نسبت عرض جان تیر به فاصله محور به محور تیرچه ها را مشخص نموده و از آن خطی به موازات محور عرضها رسم می کنیم، به طوری که خط مربوط به ضخامت سقف مورد نظر (ارتفاع تیرچه + ضخامت بتن پوششی) را در نقطه II قطع کند.

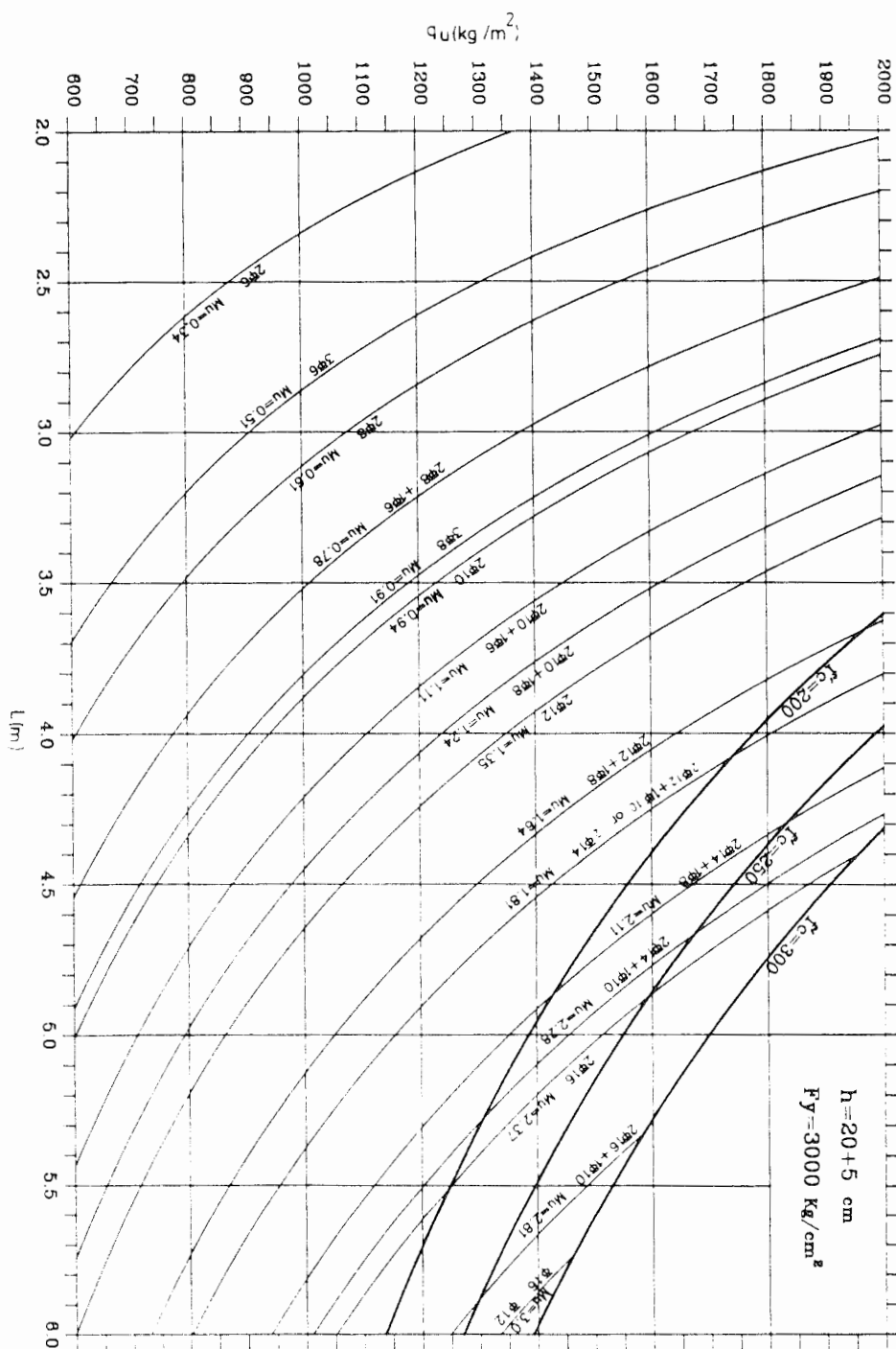
خط قائمی که از نقطه I و خط افقی که از نقطه II رسم می شوند، همدیگر را در نقطه III واقع در قسمت پایین سمت چپ نمودار قطع می کند. این نقطه اگر روی یکی از خطوط این قسمت واقع شود، وزن سقف برابر اندازه مربوط به این خط خواهد بود. در غیر این صورت، با استفاده از تناسب مقدار وزن سقف تعیین می شود.

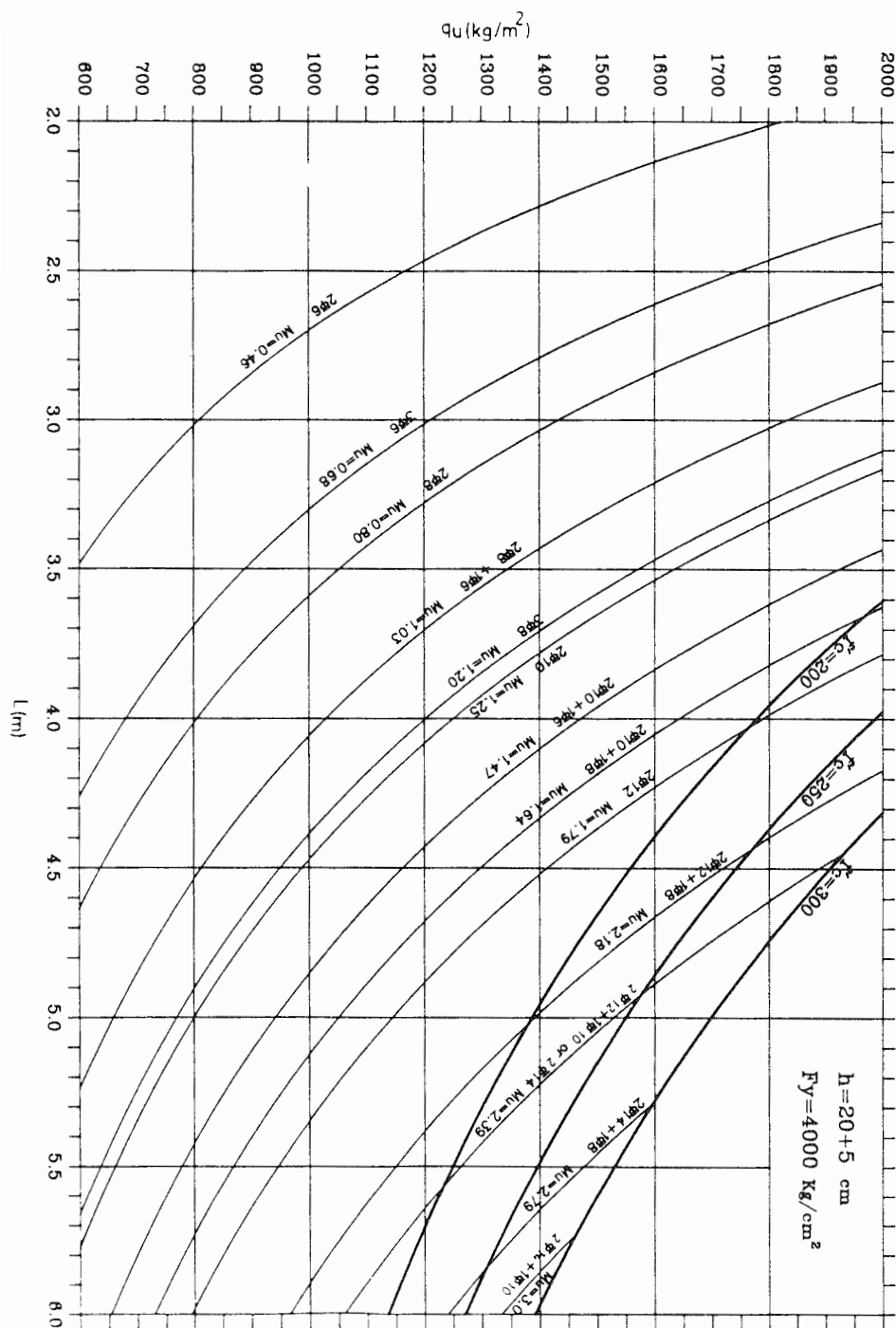
برای مثال، وزن سقفی به ضخامت (۲۰+۵) سانتیمتر، با فاصله محور به محور تیرچه ها برابر ۵۰ سانتیمتر و عرض جان تیر ۱۰ سانتیمتر که با استفاده از بلوکهایی به عرض ۲۰ سانتیمتر به وزن ۱۲ کیلوگرم اجرا شود، به روش یاد شده، ۳۳۵ کیلوگرم بر مترمربع تعیین می گردد.

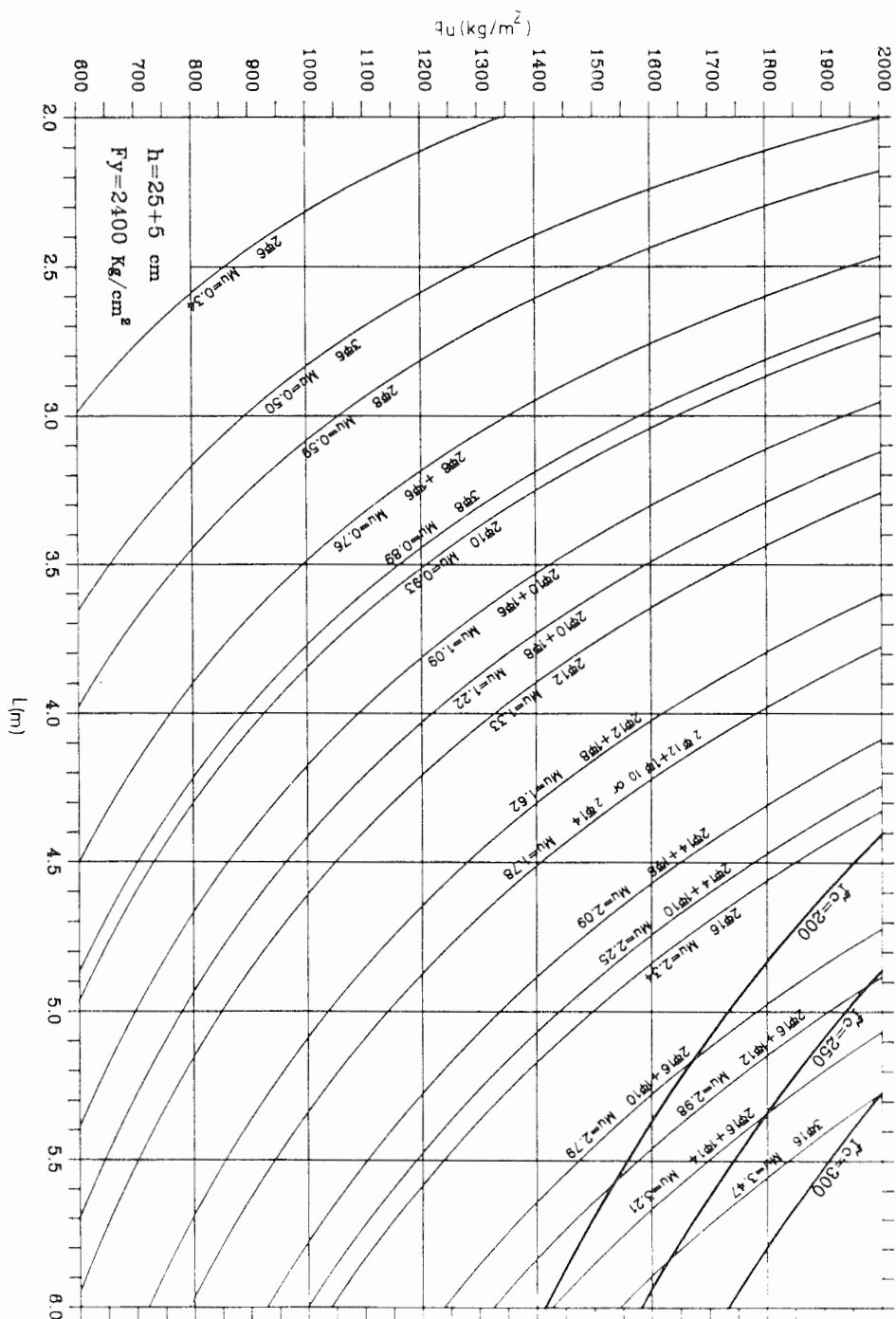


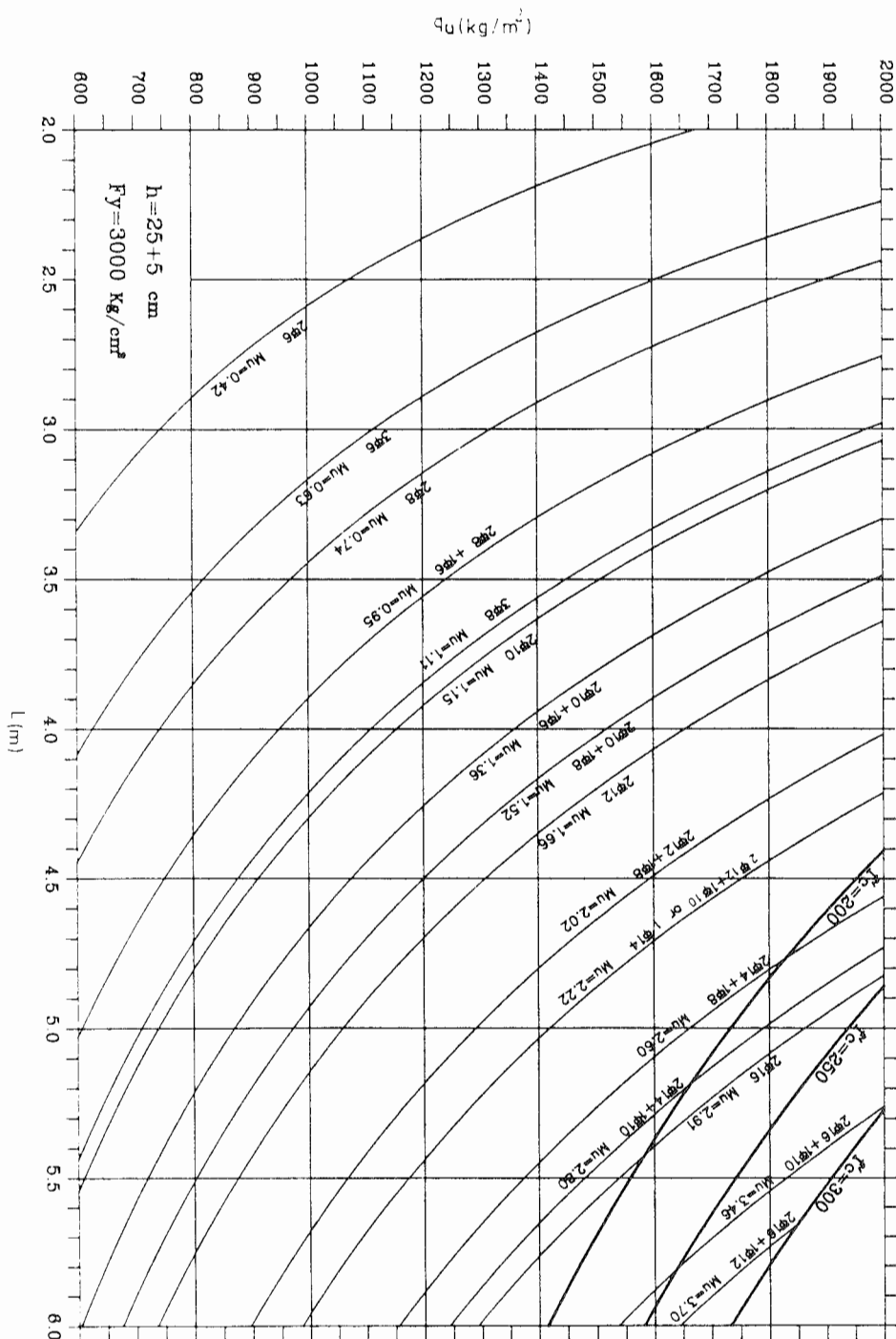
شکل ۲۳-۲ - نمودار محاسبه وزن سقف تیرچه و بلوک

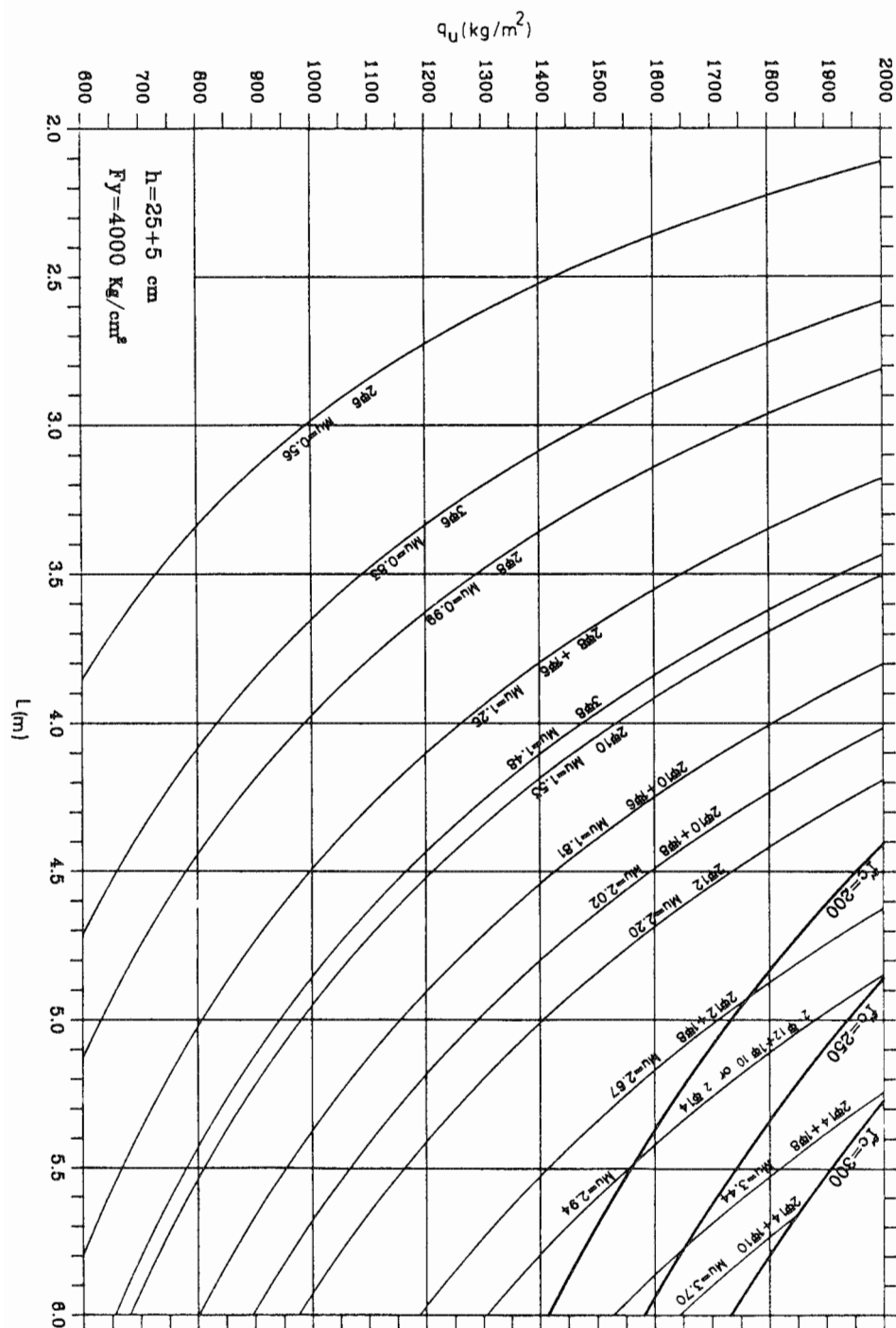












فصل ۲۴

جزئیات تیپ کف ستونها

(بدون وجود لنگر در پای ستون)

۲۴-۱- مقدمه

در این بخش ابعاد صفحات زیر ستون و جزئیات اتصال مربوطه، برای ستونهایی که اتصال پایه آنها مفصلی است و هیچ لنگری به شالوده انتقال نمی‌دهند برای ستونهای ساخته شده از پروفیل‌های تکی و دوبل که در ساختمانهای متعارف کاربرد دارند به صورت جدول ارائه شده است. به علاوه محل و قطر سوراخهای لازم برای پیچهای مهاری و ابعاد نبشی‌هایی که احیاناً برای ثابت ساختن پای ستون به کار گرفته می‌شوند به همراه قطر پیچهای مهاری و جوشهای لازم ارائه گردیده است.

۲۴-۲- فرضیات محاسبات

پیچهای مهاری برای تحمل لنگرها و برشهای اتفاقی وارد بر پای ستون مثلاً ضربه‌هایی که هنگام نصب ممکن است بر ستون وارد آید، انتخاب گردیده‌اند. بنابر این برای ستونهای مجاور بادی‌های در ساختمان که پیچهای مهاری تحت تنشهای محاسباتی قرار می‌گیرند باید پیچهای مهاری را که جداول به دست می‌دهند کنترل نمود و در صورت لزوم قطر و یا تعداد آنها را افزایش داد.

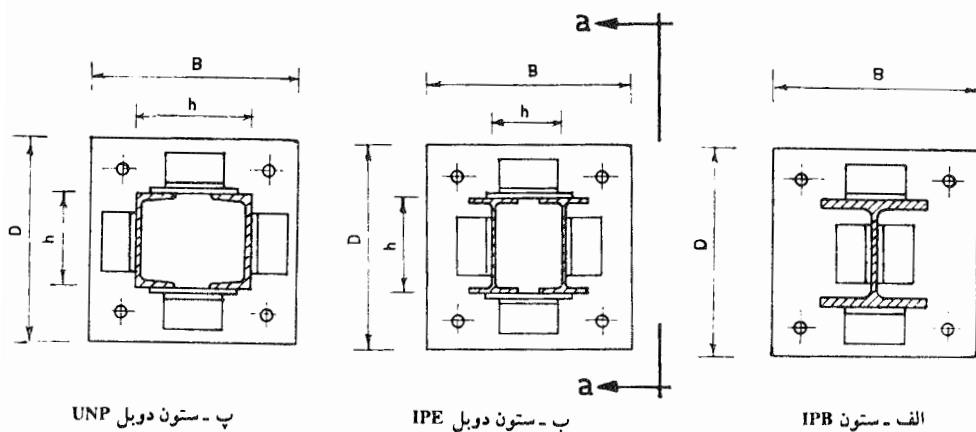
در محاسبه فشار پای ستون فرض گردیده است که ستون با طول متعارف، تا حد مقاومت مجاز فشاری خود بارگذاری گردیده است.

طول و عرض صفحه زیر ستون به نحوی انتخاب شده است که تنش فشاری روی بتن از تنش مجاز فشاری که برابر ۹۰ کیلوگرم بر سانتی مترمربع فرض گردیده است تجاوز نکند. در ضمن تناسب هندسی به نحوی انتخاب می‌گردند که طول لبه‌های آزاد صفحه زیر ستون زیاد نشوند. در بسیاری از موارد سعی شده است تا به قیمت مقداری افزایش ابعاد صفحه زیر ستون این صفحه مربع شکل انتخاب گردد تا در هنگام نصب آن یکسان نبودن ابعاد موجب اشتباه نگردد. در ضمن هنگامی که ابعاد به دست آمده از محاسبات جوابگوی قرارگیری پیچهای مهاری و مهره آنها نباشد به این ابعاد مقداری اضافه شده تا حداقل ابعاد هندسی لازم به دست آید.

۲۴-۳- تیپ‌بندی کف ستونها

مطابق شکل ۲۴-۱ الف، جداول برای سه نوع ستون شامل نیمرخ تک IPB، نیمرخ دوبل IPE و نیمرخ دوبل UNP تهیه شده‌اند. اتصال ستون به کف ستون توسط چهار نبشی تأمین شده است که این نبشی‌ها و جوشهای مربوطه قادر به انتقال تمام بار طراحی ستون می‌باشند.

در محاسبه ضخامت کف ستونها، با فرض توزیع فشار یکنواخت در سطح تماس کف ستون با شالوده، لنگر



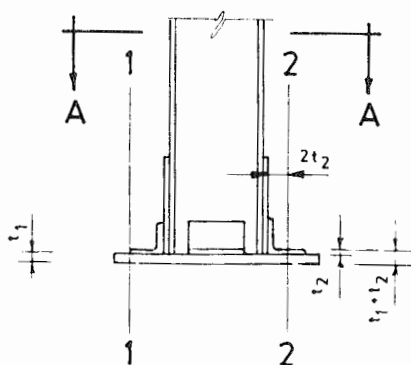
برش A-A

شکل ۱-۲۴ الف - انواع کف ستون

خمشی در مقاطع بحرانی تعیین شده و با استفاده از تنش مجاز $0.75F_y = 1800 \text{ kg/cm}^2$ ، ضخامت t از رابطه زیر تعیین شده است:

$$t = \sqrt{\frac{6M}{1800}}$$

در شکل ۱-۲۴ ب مقاطع بحرانی از نظر خمش برای کنترل صفحه زیر ستون به نمایش درآمده اند. در مقطع ۱-۱ فرض می شود که تنها صفحه زیر ستون به ضخامت t_1 باید خمش وارده را تحمل نماید، اما در مقطع ۲-۲ ضخامت مقطع مقاوم از جمع t_1 و t_2 به دست می آید.

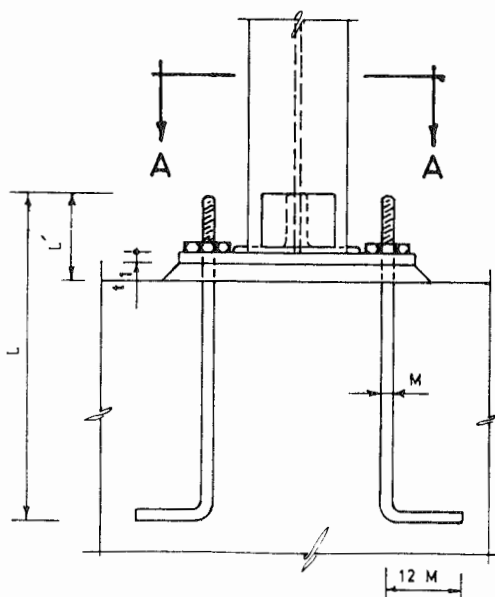
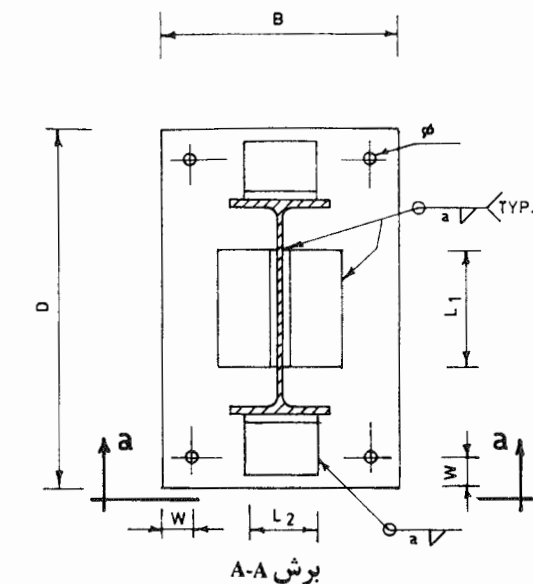


نمای a-a

شکل ۱-۲۴ ب - مقاطع بحرانی برای کنترل خمش

۴-۲۴- پارامترهای هندسی

در شکل ۲-۲۴ پارامترهای هندسی مورد استفاده در جداول نشان داده شده است. با داشتن نوع و شماره ستون بر حسب مورد به یکی از جداول ۱-۲۴ تا ۳-۲۴ مراجعه کرده و مقادیر پارامترهای نشان داده شده در شکل ۲-۲۴ از سطر مربوطه در جدول قرائت می شود.



نمای a-a

شکل ۲-۲۴- پارامترهای هندسی

جدول ۱-۲۴- مشخصات صفحه زیر ستون برای ستونهای تکی نیمرخ IPB

شماره نیمرخ	ظرفیت ستون (ton)	D (mm)	B (mm)	t (mm)	شماره نیمرخ (mm)	طول نیمرخ جان L_1 (mm)	طول نیمرخ بال L_2 (mm)	a (mm)	w (mm)	ϕ (mm)	M (mm)	L (mm)	L (mm)
IPB 100	23.19	250	300	20	60×60×6	55	80	5	50	24	20	500	100
IPB 120	34.78	300	300	18	80×80×8	60	70	6	50	24	20	500	100
IPB 140	47.53	350	300	20	80×80×8	90	110	7	50	24	20	500	100
IPB 160	62.86	400	350	20	100×100×10	90	120	8	50	24	20	500	100
IPB 180	78.39	450	350	20	120×120×12	120	150	8	50	28	24	600	120
IPB200	96.19	500	400	24	120×120×12	120	140	10	50	28	24	600	120
		550	400	26	150×150×15	100	120	9	50				
IPB220	114.37	550	400	26	150×150×15	120	160	10	50	28	24	600	120
IPB240	135.24	600	450	30	150×150×15	150	200	11	75	32	27	700	150
IPB260	152.44	600	500	28	150×150×15	160	220	12	75	32	27	700	150
IPB280	171.00	650	500	32	150×150×15	170	240	13	75	32	27	700	150
IPB300	196.12	650	550	38	150×150×15	200	280	14	75	32	27	700	150

جدول ۲-۲۴. مشخصات صفحه زیر ستون برای ستونهای زوج 2IPE

شماره تیرخ	ظرفیت ستون (ton)	D (mm)	B (mm)	t (mm)	شماره نبشی (mm)	طول نبشی جان L_{f1} (mm)	طول نبشی بال L_{f2} (mm)	a (mm)	w (mm)	ϕ (mm)	M (mm)	L (mm)	L' (mm)
2IPE 100	23.90	250	300	12	60×60×6	50	80	5	50	20	16	400	75
2IPE 120	32.27	300	300	12	80×80×8	80	100	5	50	20	16	400	75
2IPE 140	41.43	350	350	14	80×80×8	90	120	6	50	24	20	500	100
2IPE 160	51.93	400	400	14	100×100×10	110	160	6	50	24	20	500	100
2IPE 180	62.77	450	450	18	100×100×10	120	170	7	50	24	20	500	100
2IPE 200	75.74	450	450	18	100×100×10	130	200	8	50	28	24	600	120
2IPE 220	89.61	500	500	18	120×120×12	160	220	8	50	28	24	600	120
2IPE 240	105.71	550	550	20	120×120×12	180	240	9	75	32	27	700	150
2IPE 270	125.16	600	600	18	150×150×15	200	270	9	75	32	27	700	150
2IPE 300	147.65	650	650	20	150×150×15	240	300	10	75	32	27	700	150

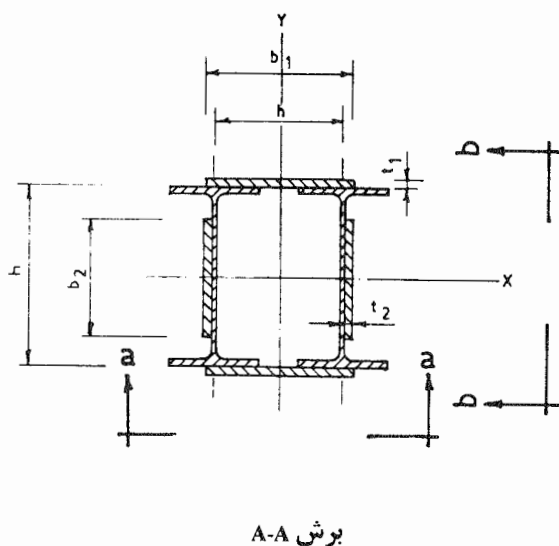
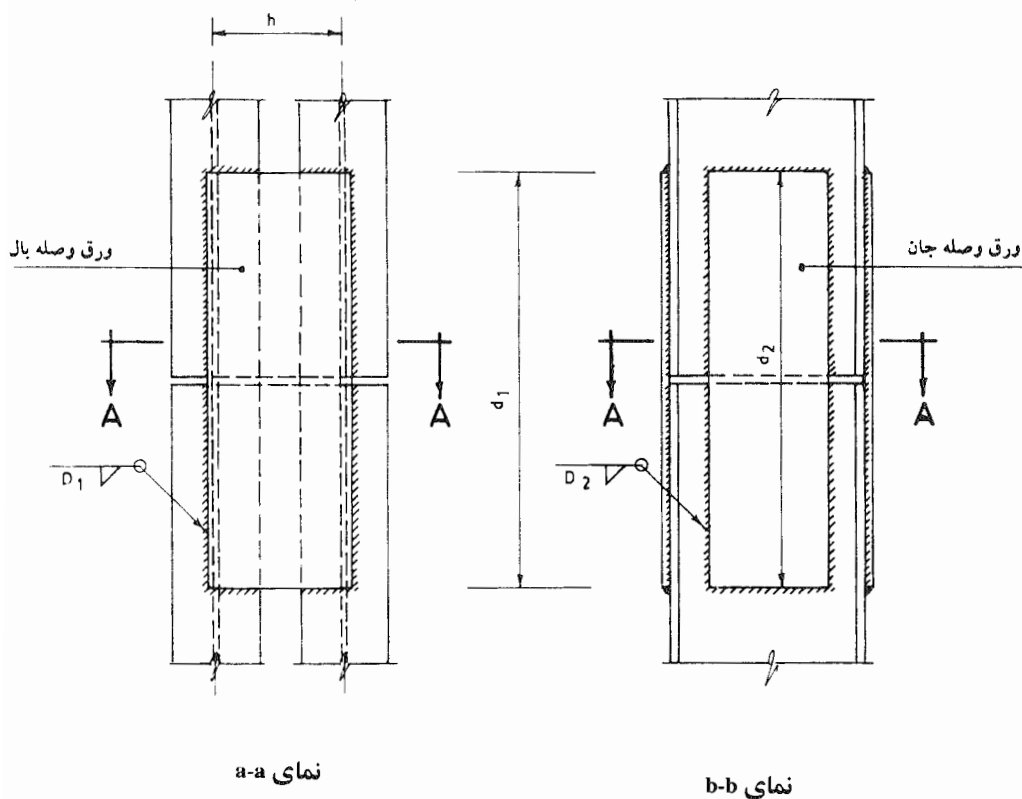
جدول ۲۴-۳ مشخصات صفحه زیر ستون برای ستونهای زوج 2UNP

شماره تیرخ	ظرفیت ستون (ton)	D (mm)	B (mm)	t (mm)	شماره تیرخ (mm)	طول تیرخ جان L_1 (mm)	طول تیرخ پال L_2 (mm)	a (mm)	w (mm)	ϕ (mm)	M (mm)	L (mm)	L' (mm)
2UNP 100	30.41	300	300	12	80×80×8	80	70	5	50	20	16	500	100
2UNP 120	40.95	350	350	14	100×100×10	70	60	6	50	20	16	500	100
2UNP 140	51.02	400	400	16	100×100×10	90	70	7	50	24	20	500	100
2UNP 160	61.45	400	400	16	100×100×10	100	90	8	50	24	20	500	100
		450	450	16	120×120×12	110	90	7					
2UNP 180	72.89	450	450	16	120×120×12	120	100	8	50	24	20	600	120
2UNP 200	84.92	500	500	18	120×120×12	180	160	8	50	28	24	600	120
2UNP 220	99.67	500	500	18	120×120×12	200	170	9	50	28	24	600	120
2UNP 240	113.62	550	550	22	120×120×12	200	190	10	75	32	27	700	150
		600	600	20	150×150×15	200	170	9					
2UNP 260	130.60	600	600	20	150×150×15	220	180	10	75	32	27	700	150
2UNP 280	145.00	650	650	24	150×150×15	260	250	10	75	32	27	700	150
		650	650	24	150×150×15	220	190	11					
2UNP 300	160.75	650	650	22	150×150×15	270	250	11	75	32	27	700	150

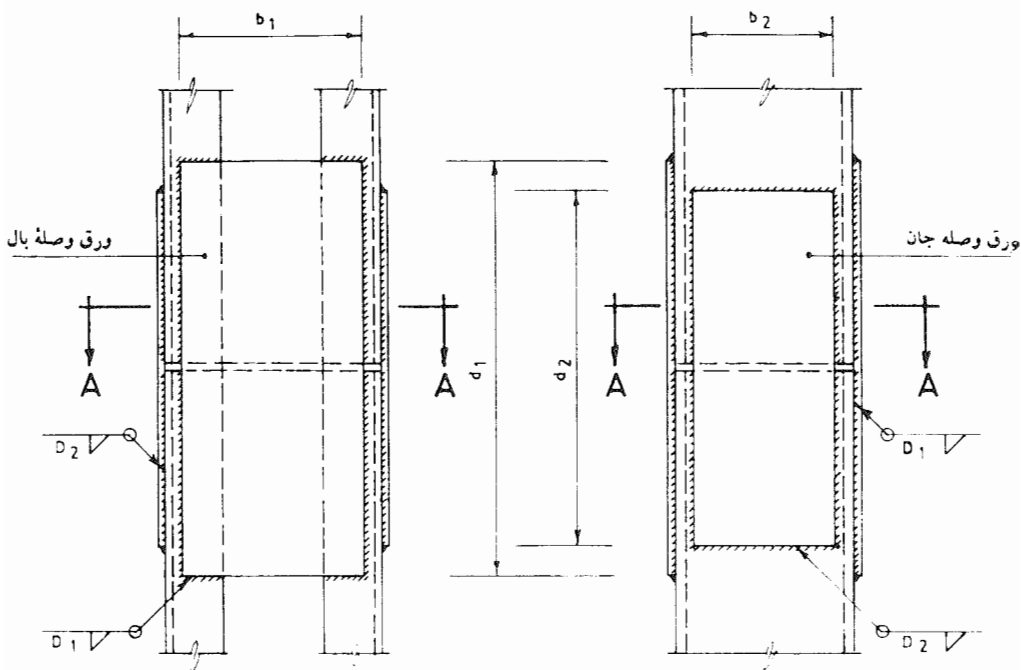
فصل ۲۵

وصله ستونهای مرکب

در این فصل وصله ستون‌های مرکب 2IPE و 2UNP به وسیله ورقهای وصله جان و بال مورد توجه قرار گرفته است. اشکال ۱-۲۵ و ۲-۲۵ پارامترهای مورد استفاده در این اتصال را به ترتیب برای ستون نیمرخ 2IPE و 2UNP نشان می‌دهند. ابعاد هندسی ورقهای اتصال برای ستونهای نیمرخ 2IPE و 2UNP به ترتیب در جداول ۱-۲۵ و ۲-۲۵ آورده شده است. اتصالات همه تمام قدرت طراحی شده‌اند.

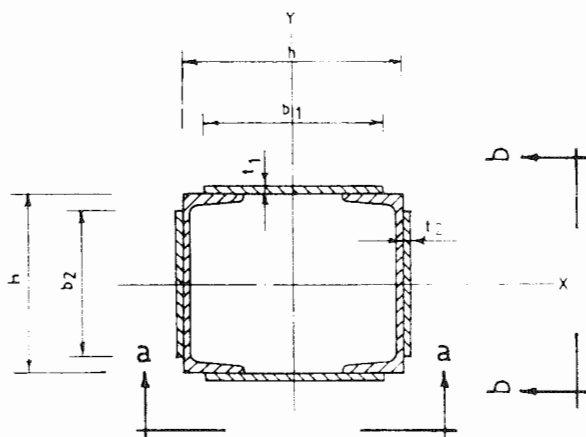


شکل ۱-۲۵- وصله ستونهای مرکب 2IPE



نمای a-a

نمای b-b



برش A-A

جدول ۲۵-۱. مشخصات ورقهای وصله ستونهای مرکب 2IPE

نیمرخ	ورق وصله بال				ورق وصله جان			
	b_1 (mm)	t_1 (mm)	D_1 (mm)	d_1 (mm)	b_2 (mm)	t_2 (mm)	D_2 (mm)	d_2 (mm)
2IPE 100	120	6	5	250	70	6	5	120
2IPE 120	140	6	5	270	90	6	5	150
2IPE 140	160	8	6	360	110	6	5	180
2IPE 160	180	8	6	420	120	8	6	240
2IPE 180	200	8	6	460	140	8	6	270
2IPE 200	220	8	6	500	150	10	8	270
2IPE 220	240	10	8	520	170	10	8	300
2IPE 240	260	10	8	560	190	10	8	340
2IPE 270	280	10	8	650	210	10	8	370
2IPE 300	320	10	8	700	240	12	10	400

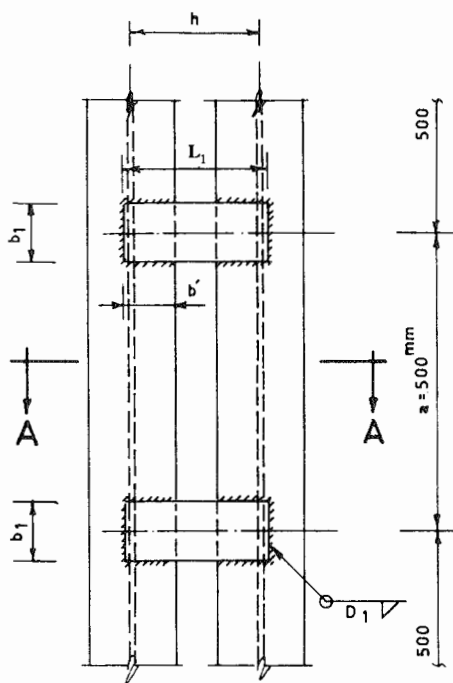
جدول ۲۵-۲- مشخصات ورقهای وصله ستونهای مرکب 2UNP

نیمرخ	ورق وصله بال				ورق وصله جان			
	b ₁ (mm)	t ₁ (mm)	D ₁ (mm)	d ₁ (mm)	b ₂ (mm)	t ₂ (mm)	D ₂ (mm)	d ₂ (mm)
2UNP 100	80	10	6	250	90	8	6	180
2UNP 120	100	12	6	270	100	10	8	180
2UNP 140	120	12	6	300	120	10	8	220
2UNP 160	120	12	8	350	140	10	8	250
2UNP 180	140	12	8	400	160	10	8	300
2UNP 200	160	12	8	420	170	12	10	300
2UNP 220	180	12	8	450	190	12	10	340
2UNP 240	200	12	8	500	210	12	10	380
2UNP 260	200	14	8	580	230	12	10	420
2UNP 280	220	16	8	650	250	12	10	450
2UNP 300	250	16	8	720	270	12	10	480

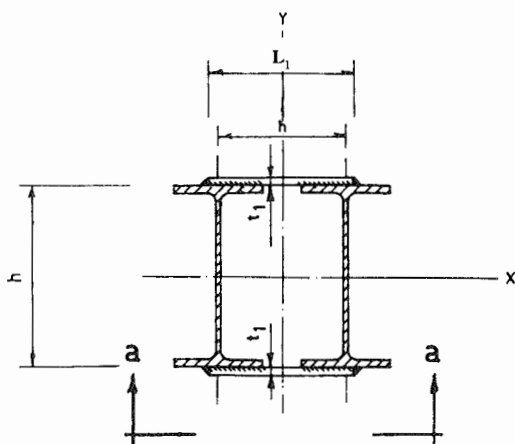
فصل ۲۶

جزئیات تیپ بستهای ستونها

در این فصل مشخصات بستهای موازی ستونهای زوج از نیمرخ IPE و نیمرخ UNP ارائه شده است. در تمام حالات فاصله بستها مساوی ۵۰ سانتیمتر انتخاب گردیده که عرف متداول اجرا در ایران است. کلیه ابعاد بستها بر مبنای نیروی برشی نظیر کمانش به مقدار $V=0.02P$ محاسبه گشته اند که مقدار P حدود ظرفیت جاری شدن ستون یعنی 1400A فرض شده است. A سطح مقطع ستون می باشد. در صورتی که ستون در حول محور Y خمش تحمل نماید، نیروی برشی علاوه بر برش نظیر کمانش در آن ایجاد می شود که در محاسبات انجام شده برای تهیه جداول منظور نشده است. در برخورد به چنین حالاتی محاسبات خاص لازم بوده و جداول این فصل برای آنها غیر قابل استفاده خواهد بود. فاصله دو نیمرخ طوری انتخاب شده که شعاع زیراسیون در دو جهت اصلی حدوداً مساوی باشد.



نمای a-a



برش A-A

جدول ۱-۲۶. مشخصات هندسی پستهای موازی ستونهای مرکب از دو نیمرخ IPE

نیمرخ	ابعاد تسمه پست ستون				
	ضخامت t_1 (mm)	پهنای b_1 (mm)	طول L_1 (mm)	b' (mm)	D_1 (mm)
2IPE 100	4	90	120	35	3
2IPE 120	4	100	140	40	3
2IPE 140	6	100	160	45	5
2IPE 160	6	100	180	50	5
2IPE 180	6	110	200	55	5
2IPE 200	6	120	220	60	5
2IPE 220	8	120	240	65	7
2IPE 240	8	120	260	70	7
2IPE 270	10	120	290	77.5	8
2IPE 300	10	130	320	85	8

جدول ۲-۲۶. مشخصات هندسی پستهای موازی ستونهای مرکب از دو نیمرخ UNP

نیمرخ	ابعاد تسمه پست ستون				
	ضخامت t_1 (mm)	پهنای b_1 (mm)	طول L_1 (mm)	b' (mm)	D_1 (mm)
2UNP 100	4	90	80	34.5	3
2UNP 120	6	100	100	39.0	3
2UNP 140	8	100	120	42.5	5
2UNP 160	8	100	120	46.6	5
2UNP 180	8	110	140	50.8	5
2UNP 200	8	120	160	54.9	5
2UNP 220	10	120	180	58.6	7
2UNP 240	10	120	200	62.7	7
2UNP 260	12	130	200	66.4	7
2UNP 280	12	130	220	69.7	8
2UNP 300	12	130	250	73.0	8

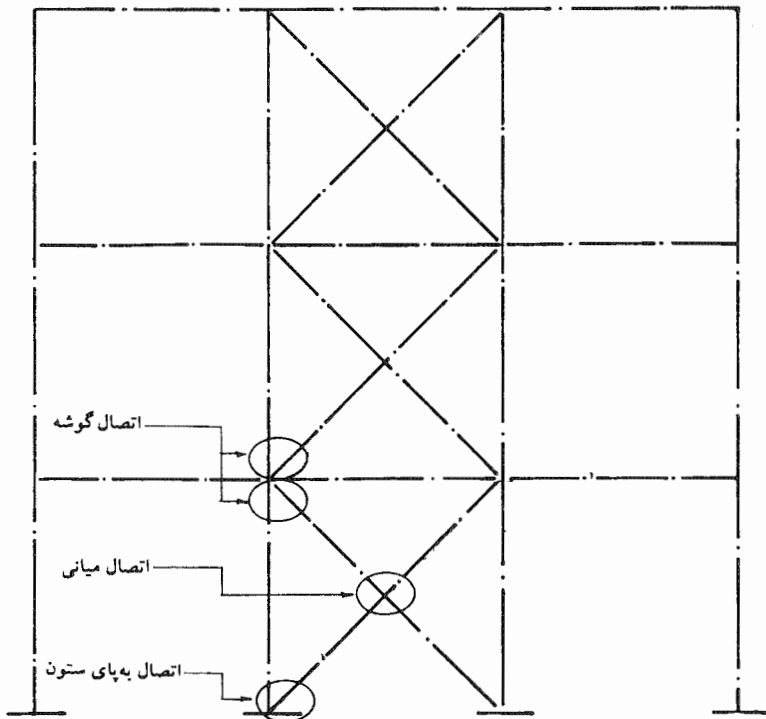
فصل ۲۷

جزئیات اتصال بادبندها

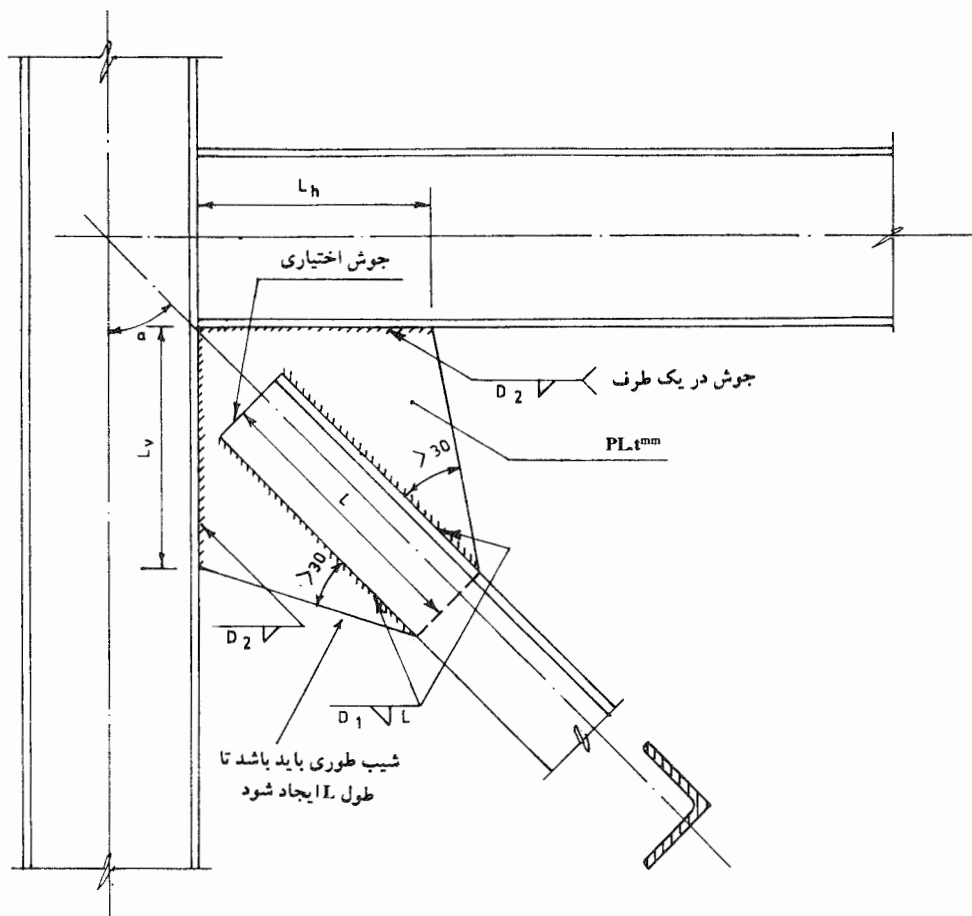
(شامل تک نبشی، زوج نبشی، تک ناودانی و زوج ناودانی)

در این فصل اتصال بادبندیهای ساختمانهای فولادی مورد توجه قرار می‌گیرد. معمولترین بادبندها در اسکلت‌های فولادی بادبندیهای ضربدری (X) می‌باشد، لذا در تهیه جداول در درجه اول اینگونه بادبندیها مد نظر بوده‌اند. البته همان‌طور که مشاهده خواهد شد، شکل هندسی اتصال بادبند فقط بستگی به زاویه‌ای دارد که بادبند با امتداد ستون می‌سازد، لذا از اتصالات معرفی شده می‌توان در سایر بادبندیها نیز استفاده نمود.

سه نوع اتصال مورد توجه بوده است: اتصال عضو بادبند به گوشه (محل تقاطع تیر و ستون)، اتصال میانی و اتصال به پای ستون (شکل ۱-۲۷). هر کدام از این اتصالات نیز برای چهار نوع نیم‌رخ یعنی نبشی تک، نبشی زوج، ناودانی تک و ناودانی زوج مورد بررسی قرار گرفته‌اند. جداول ۱-۲۷ تا ۳-۲۷ مربوط به نبشی تک، جداول ۴-۲۷ تا ۶-۲۷ مربوط به نبشی زوج، جداول ۷-۲۷ تا ۹-۲۷ مربوط به ناودانی تک و جداول ۱۰-۲۷ تا ۱۲-۲۷ مربوط به ناودانی زوج می‌باشند.

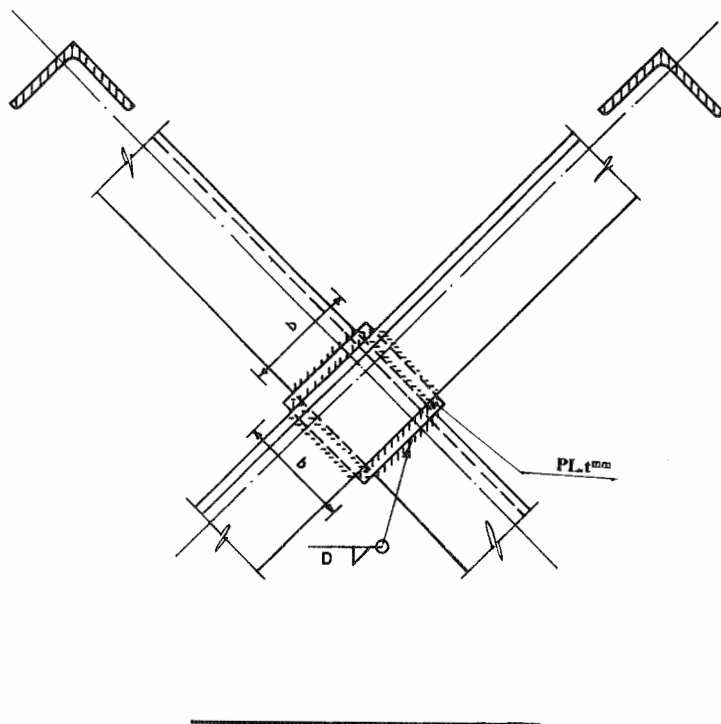


شکل ۱-۲۷



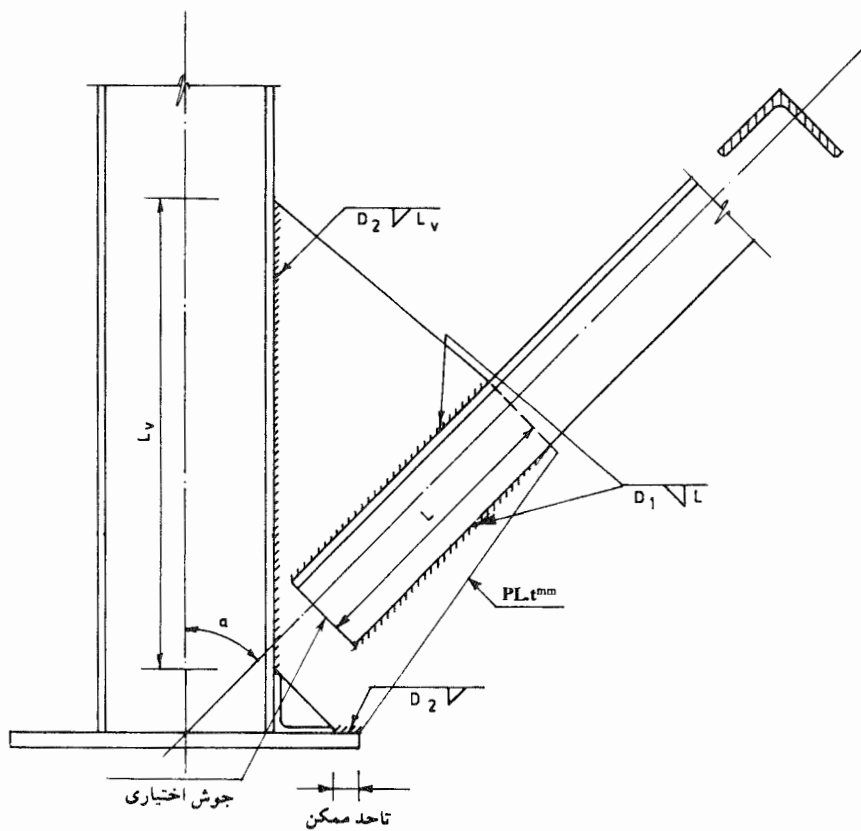
جدول ۲۷-۱- اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ نبشی تک

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D ₂ (mm)	α = 30°		α = 35°		α = 40°		α = 45°	
	L ₁ (mm)	D ₁ (mm)			L _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v
50×50×5	200	3	4	4	200	300	200	300	250	250	250	250
60×60×6	220	4	4	4	250	350	250	350	300	300	300	300
70×70×7	240	5	5	5	250	350	250	350	300	300	300	300
80×80×8	260	6	5	5	300	450	300	450	400	400	400	400
100×100×10	300	8	6	6	350	600	400	600	450	550	450	450
120×120×12	420	8	8	8	350	650	400	600	450	550	500	500
150×150×15	480	10	10	10	500	800	550	750	600	700	650	650



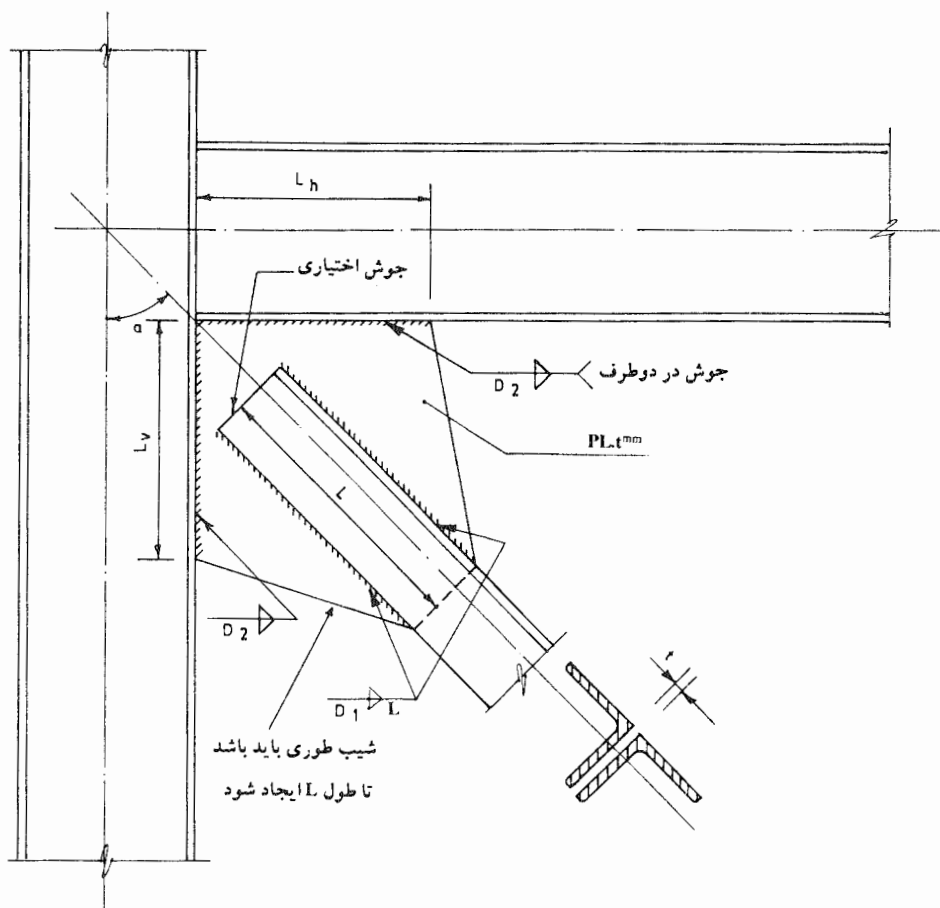
جدول ۲۷-۲. اتصال میانی در بادبند از نیمرخ نبشی تک

شماره نبشی (mm)	t(mm)	b(mm)	D(mm)
50×50×5	3	90	3
60×60×6	4	100	3
70×70×7	5	110	3
80×80×8	6	120	3
100×100×10	8	140	4
120×120×12	8	160	4
150×150×15	10	190	5



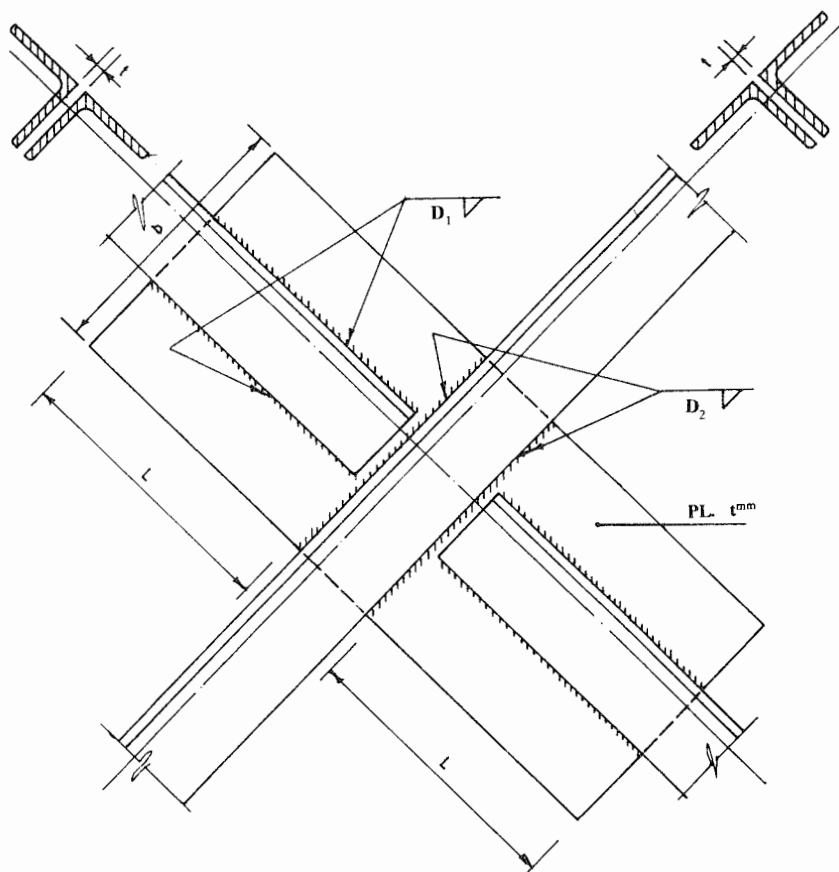
جدول ۳-۲۷. اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ نبشی تک

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t J (mm)	D ₂ (mm)	L _v (mm)						
	L (mm)	D ₁ (mm)			α = 30 °	α = 35 °	α = 40 °	α = 45 °	α = 50 °	α = 55 °	α = 60 °
50×50×5	200	3	4	4	350	400	450	450	500	500	550
60×60×6	220	4	4	5	400	450	500	500	550	550	600
70×70×7	240	5	6	6	450	500	550	600	650	650	700
80×80×8	260	6	6	8	550	600	650	700	750	750	800
100×100×10	300	8	8	10	600	650	700	750	800	850	900
120×120×12	420	8	10	12	700	750	850	900	950	1000	1050
150×150×15	480	10	12	15	900	1000	1050	1150	1200	1300	1350



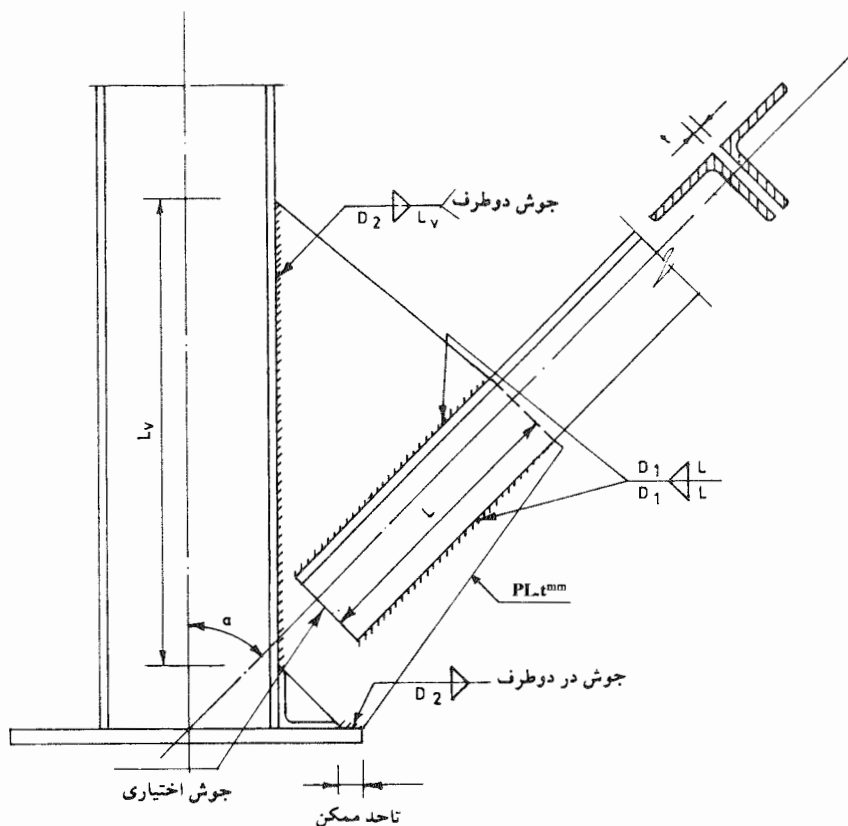
جدول ۲۷-۴ اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D ₂ (mm)	$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 35^\circ$		$\alpha = 40^\circ$		$\alpha = 45^\circ$	
	L(mm)	D ₁ (mm)			L _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v
50×50×5	200	3	5	3	200	300	200	300	250	250	250	250
60×60×6	220	4	6	4	250	350	250	350	300	300	300	300
70×70×7	240	5	8	5	250	350	250	350	300	300	300	300
80×80×8	260	6	8	5	300	450	300	450	400	400	400	400
100×100×10	300	8	12	6	350	600	400	600	450	550	450	450
120×120×12	420	8	16	8	350	650	400	600	450	550	500	500
150×150×15	480	10	18	10	500	800	550	750	600	700	650	650



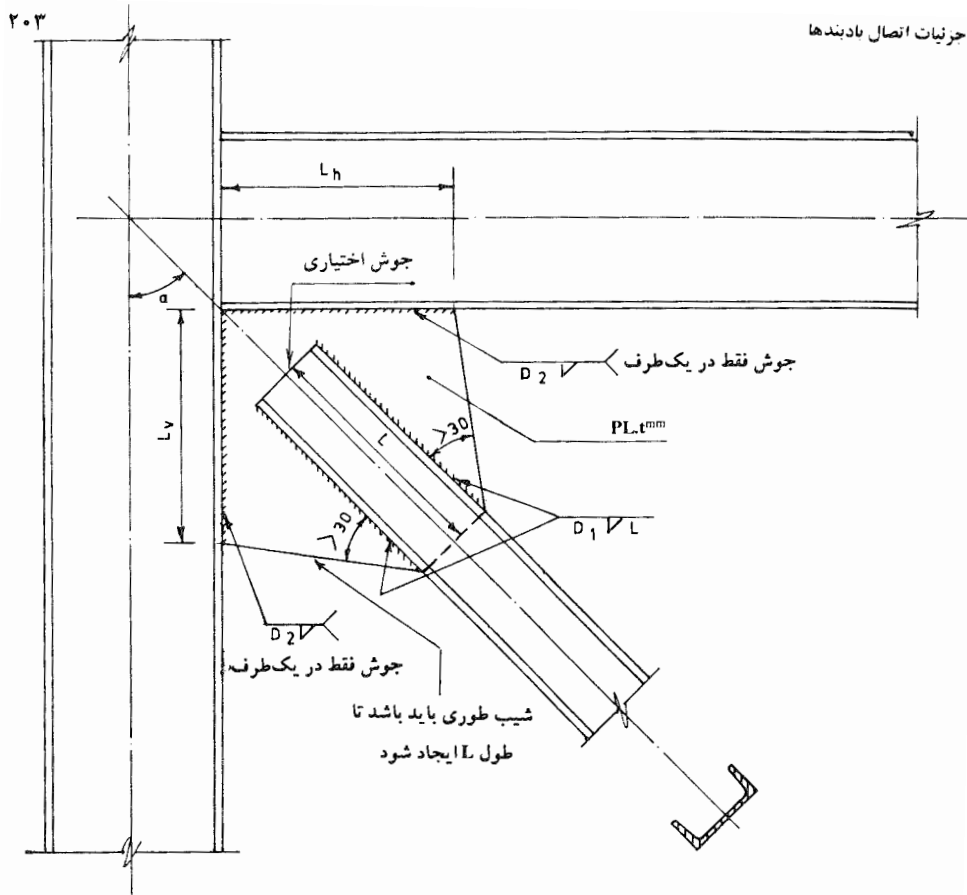
جدول ۵-۲۷ - اتصال میانی در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

شماره نبشی (mm)	t(mm)	b(mm)	L(mm)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)
50×50×5	5	200	200	3	3
60×60×6	6	240	220	4	3
70×70×7	8	240	240	5	3
80×80×8	8	300	260	6	4
100×100×10	12	320	300	8	4
120×120×12	16	350	420	8	4
150×150×15	18	450	480	10	5



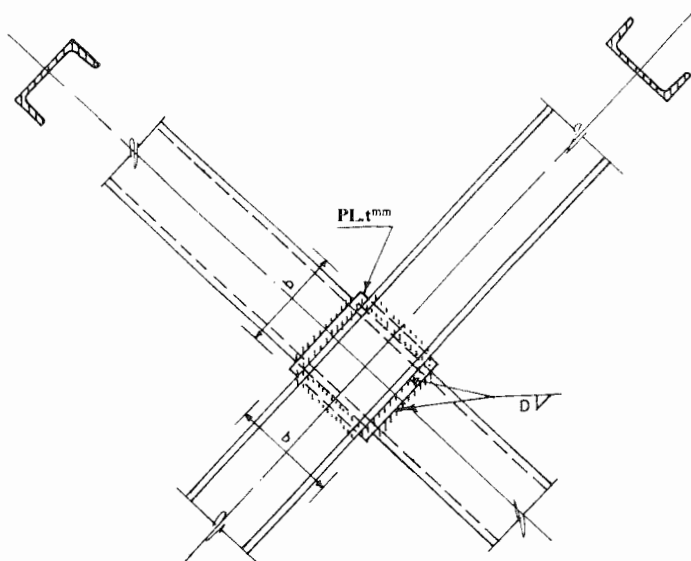
جدول ۲۷-۶- اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D ₂ (mm)	L _v (mm)						
	L(mm)	D ₁ (mm)			α = 30 °	α = 35 °	α = 40 °	α = 45 °	α = 50 °	α = 55 °	α = 60 °
50×50×5	200	3	5	4	350	400	450	450	500	500	550
60×60×6	220	4	7	5	400	450	500	500	550	550	600
70×70×7	240	5	8	6	450	500	550	600	650	650	700
80×80×8	260	6	12	8	550	600	650	700	750	750	800
100×100×10	300	8	14	10	600	650	700	750	800	850	900
120×120×12	420	8	16	12	700	750	850	900	950	1000	1050
150×150×15	480	10	20	15	900	1000	1050	1150	1200	1300	1350



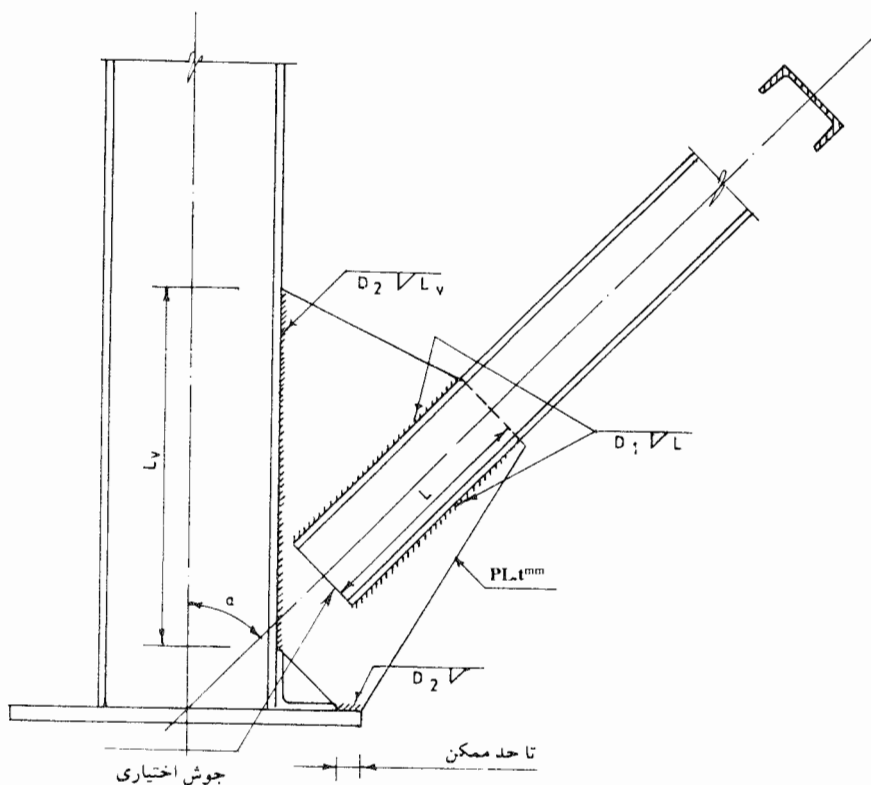
جدول ۲۷-۷ اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ ناودانی تک

ناودانی	اتصال ناودانی به ورق		t (mm)	D ₂ (mm)	$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 35^\circ$		$\alpha = 40^\circ$		$\alpha = 45^\circ$	
	L(mm)	D ₁ (mm)			L _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v
UNP100	320	5	4	5	250	400	300	400	350	350	350	350
UNP120	360	6	6	6	300	450	300	450	400	400	400	400
UNP140	400	6	6	6	300	550	300	550	450	450	450	450
UNP160	420	7	8	8	300	550	300	550	450	450	450	450
UNP180	480	7	8	8	400	600	400	600	500	500	500	500
UNP200	500	8	8	10	400	600	400	600	450	550	500	500
UNP220	580	8	8	10	400	700	450	650	500	600	550	550
UNP240	600	9	10	12	400	700	450	650	500	600	550	550
UNP260	650	9	10	12	450	750	500	700	550	650	600	600
UNP280	600	10	10	12	500	800	550	750	600	700	650	650
UNP300	650	10	10	12	550	850	600	800	650	750	700	700



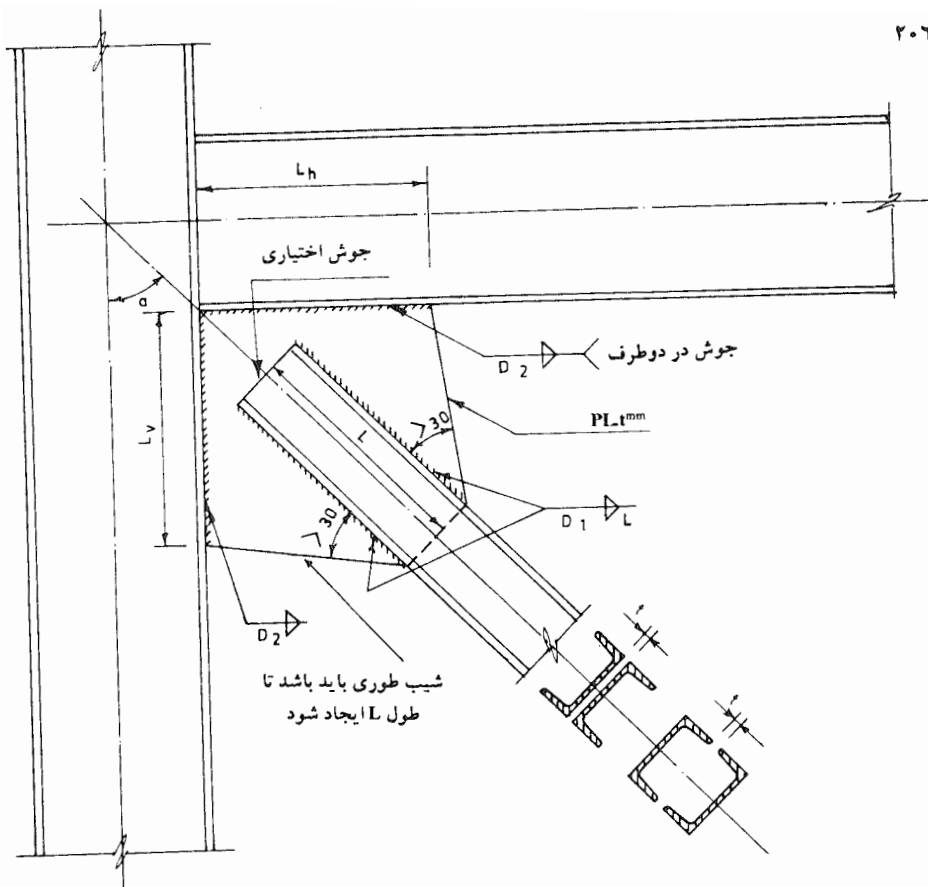
جدول ۸-۲۷ - اتصال میانی در بادبند از نیمرخ ناودانی تک

ناودانی	$t(mm)$	$b(mm)$	$D(mm)$
UNP 100	4	140	3
UNP 120	6	160	3
UNP 140	6	180	3
UNP 160	8	200	4
UNP 180	8	220	4
UNP 200	8	240	4
UNP 220	8	260	4
UNP 240	10	280	5
UNP 260	10	300	5
UNP 280	10	320	5
UNP 300	10	340	5



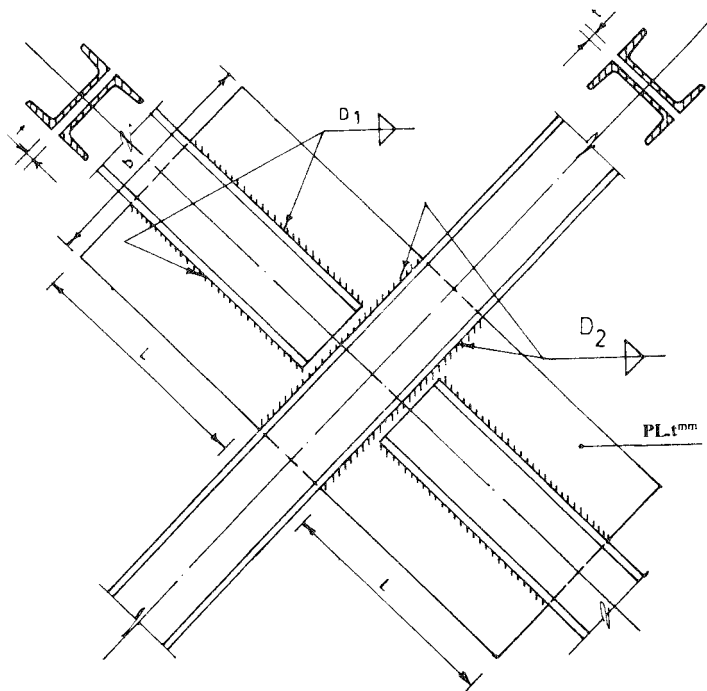
جدول ۹-۲۷- اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ ناودانی تک

ناودانی	اتصال بشی به ورق		t (mm)	D _۱ (mm)	L _v (mm)							
	L(mm)	D _۲ (mm)			α = 30 °	α = 35 °	α = 40 °	α = 45 °	α = 50 °	α = 55 °	α = 60 °	
UNP 100	320	5	8	۱۰	350	400	450	500	500	550	550	
UNP120	360	6	10	1۲	400	450	500	500	550	600	600	
UNP140	400	6	10	12	450	500	550	600	650	700	750	
UNP160	420	7	10	1۲	550	600	650	700	800	800	850	
UNP180	480	7	12	15	550	600	650	700	750	800	850	
UNP200	500	8	12	15	600	650	750	800	850	900	950	
UNP220	580	8	12	15	700	800	850	950	1000	1050	1100	
UNP240	600	9	12	15	850	900	1000	1050	1150	1200	1250	
UNP260	650	9	14	18	850	850	1000	1050	1150	1200	1250	
UNP280	600	10	14	18	900	950	1050	1100	1200	1250	1300	
UNP300	650	10	14	18	950	1000	1150	1250	1350	1400	1550	



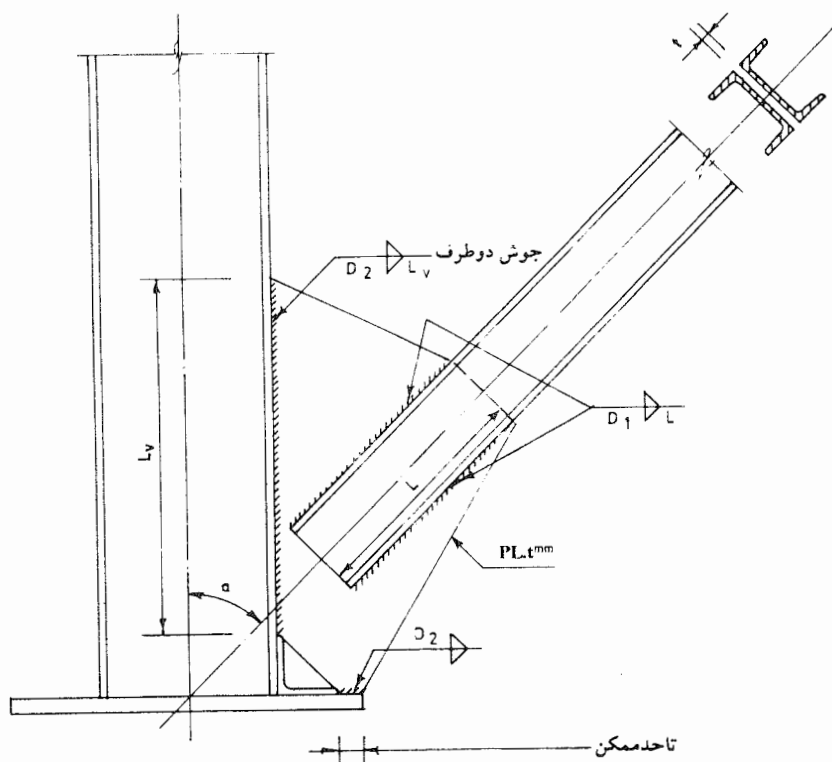
جدول ۲۷-۱۰ اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ ناودانی زوج

ناودانی	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D ₂ (mm)	$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 35^\circ$		$\alpha = 40^\circ$		$\alpha = 45^\circ$	
	L (mm)	D ₁ (mm)			L ₃	L ₄	L ₃	L ₄	L ₃	L ₄	L ₃	L ₄
UNP 100	320	5	8	5	250	400	300	400	350	350	350	350
UNP 120	360	6	8	6	300	450	300	450	400	400	400	400
UNP 140	400	6	10	6	300	550	300	550	450	450	450	450
UNP 160	420	7	10	8	300	550	300	550	450	450	450	450
UNP 180	480	7	12	8	400	600	400	600	500	500	500	500
UNP 200	500	8	12	10	450	650	400	650	450	550	500	500
UNP 220	580	8	12	10	400	700	450	650	500	600	550	550
UNP 240	600	9	14	12	400	700	450	650	500	600	550	550
UNP 260	650	9	14	12	450	750	500	700	550	650	600	600
UNP 280	650	10	16	12	500	800	550	750	600	700	650	650
UNP 300	650	10	16	12	550	850	600	800	650	750	700	700



جدول ۱۱-۲۷ اتصال میانی در بادبند از نیمرخ ناودانی زوج

ناودانی	t(mm)	b(mm)	L(mm)	D_1 (mm)	D_2 (mm)
UNP 100	8	350	320	5	3
UNP 120	8	400	360	6	3
UNP 140	10	400	400	6	4
UNP 160	10	450	420	7	4
UNP 180	12	450	480	7	4
UNP 200	12	550	500	8	4
UNP 220	12	600	580	8	5
UNP 240	14	600	600	9	5
UNP 260	14	650	650	9	5
UNP 280	16	650	650	10	5
UNP 300	16	750	650	10	5



جدول ۲۷-۱۲. اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ ناودانی زوج

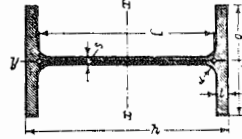
ناودانی	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D ₂ (mm)	L _v (mm)						
	L(mm)	D ₁ (mm)			α = 30°	α = 35°	α = 40°	α = 45°	α = 50°	α = 55°	α = 60°
UNP 100	320	5	14	10	350	400	450	500	500	550	550
UNP 120	360	6	16	12	400	450	500	500	550	600	600
UNP 140	400	6	16	12	450	500	550	600	650	700	750
UNP 160	420	7	16	12	550	600	650	700	800	800	850
UNP 180	480	7	20	15	550	600	650	700	750	800	850
UNP 200	500	8	20	15	600	650	750	800	850	900	950
UNP 220	580	8	20	15	700	800	850	950	1000	1050	1100
UNP 240	600	9	20	15	850	900	1000	1050	1150	1200	1250
UNP 260	650	9	25	18	800	850	950	1000	1100	1150	1200
UNP 280	600	10	25	18	900	950	1050	1100	1200	1250	1300
UNP 300	650	10	25	18	950	1050	1150	1250	1350	1400	1550

فصل ۲۸

جداول مشخصات هندسی نيمرخها و روابط استاتيكي

الف - مشخصات هندسی نیمرخها

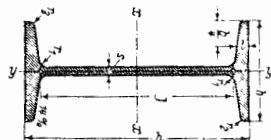
نیمرخ IPE



A = سطح مقطع
 C = وزن واحد طول
 U = سطح جاسی واحد طول
 I = ممان انیرسی
 S = I / A سطح مقطع
 F = شعاع زیراسیون
 Q = لگنر استاتیک نصف مقطع حول محور خنثی (محور x)
 J = قاعده بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

IPE	ابعاد به سانتیمتر				A	C	U	$x-x$			$y-y$			Q	J
	h	b	t	r	cm ²	kg/m	m ³ /m	I_x cm ⁴	S_x cm ³	I_{xy} cm ⁴	I_y cm ⁴	S_y cm ³	I_{xy} cm ⁴	cm ³	cm ⁴
80	80	46	3.8	5	7.64	6.00	0.328	80.1	20.0	3.24	8.49	3.68	1.05	11.6	6.36
100	100	55	4.1	5.7	10.3	8.10	0.400	171	34.2	4.07	13.9	5.78	1.24	19.7	8.68
120	120	64	4.4	6.3	13.2	10.4	0.475	318	53.0	4.90	27.7	8.65	1.43	30.4	10.3
140	140	73	4.7	7.0	16.4	12.9	0.561	541	77.2	5.74	44.9	12.3	1.60	44.2	12.3
160	160	82	5.0	7.4	20.1	15.8	0.623	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	61.9	14.0
180	180	91	5.3	8.0	23.9	18.8	0.698	1320	166	7.42	101	22.2	2.04	82.3	15.8
200	200	100	5.6	8.5	28.5	22.4	0.768	1840	194	8.26	142	28.5	2.24	110	17.6
220	220	110	5.9	9.2	33.4	26.2	0.846	2710	232	9.11	205	37.3	2.48	143	19.4
240	240	120	6.2	9.8	39.1	30.7	0.922	3890	324	9.97	284	47.3	2.69	183	21.2
260	260	135	6.6	10.2	45.9	36.1	1.041	5390	429	11.2	420	62.2	3.02	242	23.9
280	280	150	7.1	10.7	53.8	42.2	1.159	8390	557	12.5	604	80.5	3.35	314	26.6
300	300	160	7.5	11.5	62.6	49.1	1.254	11770	713	13.7	788	98.5	3.55	402	29.3
330	330	180	7.8	11.5	72.7	57.1	1.363	16270	904	15.0	1040	126	3.79	510	31.9
360	360	190	8.0	12.7	84.5	66.3	1.467	22130	1160	16.5	1320	146	3.95	654	35.4
400	400	180	8.6	13.5	98.8	77.6	1.603	33740	1360	18.5	1680	176	4.12	831	39.7
440	440	190	9.4	14.6	116	90.7	1.744	48200	1530	20.4	2140	214	4.31	1100	43.9
500	500	200	10.2	16.0	134	106	1.877	67120	2440	22.3	2670	254	4.45	1396	48.2
540	540	210	11.1	17.2	156	122	2.015	92080	3070	24.3	3390	308	4.66	1760	52.4

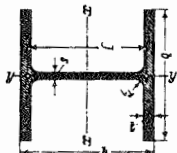
نیمرخ INP



A = سطح مقطع
 C = وزن واحد طول
 U = سطح جاسی واحد طول
 I = ممان انیرسی
 S = I / A سطح مقطع
 F = شعاع زیراسیون
 Q = لگنر استاتیک نصف مقطع حول محور خنثی (محور x)
 J = قاعده بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

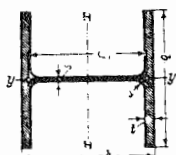
I	ابعاد به سانتیمتر				A	C	U	$x-x$			$y-y$			Q	J
	h	b	t	r	cm ²	kg/m	m ³ /m	I_x cm ⁴	S_x cm ³	I_{xy} cm ⁴	I_y cm ⁴	S_y cm ³	I_{xy} cm ⁴	cm ³	cm ⁴
80	80	42	3.9	5.9	2.3	7.57	0.304	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	11.4	6.84
100	100	50	4.5	6.8	2.7	10.6	0.370	171	34.2	4.01	12.2	4.88	1.07	19.9	8.57
120	120	58	5.1	7.7	3.1	14.2	0.439	328	54.7	4.81	21.5	7.41	1.23	31.8	10.3
140	140	66	5.7	8.6	3.4	18.2	0.502	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.40	47.7	12.0
160	160	74	6.3	9.3	3.8	22.8	0.575	935	117	6.40	54.7	14.8	1.55	68.0	13.7
180	180	82	6.9	10.4	4.1	27.9	0.640	1400	161	7.20	81.3	19.8	1.71	93.4	15.5
200	200	90	7.5	11.3	4.5	33.4	0.709	2140	214	8.00	117	26.0	1.87	125	17.2
220	220	98	8.1	12.2	4.9	39.5	0.775	3060	278	8.80	162	33.1	2.02	162	18.9
240	240	106	8.7	13.1	5.2	46.1	0.844	4260	354	9.59	221	41.7	2.20	206	20.6
260	260	112	9.4	14.1	5.6	53.3	0.906	5740	442	10.4	288	51.0	2.32	257	22.3
280	280	119	10.1	15.2	6.1	61.0	0.966	7590	542	11.1	384	61.2	2.45	314	24.0
300	300	125	10.8	16.2	6.5	69.0	1.03	9900	653	11.9	491	72.2	2.56	381	25.7
320	320	131	11.5	17.3	6.9	77.7	1.09	12510	782	12.7	555	84.7	2.67	457	27.4
340	340	137	12.2	18.3	7.3	86.7	1.15	15700	923	13.5	674	98.4	2.80	540	29.1
360	360	143	13.0	19.5	7.8	97.0	1.21	19610	1090	14.2	818	114	2.90	638	30.7
380	380	149	13.7	20.5	8.2	107	1.27	24010	1260	15.0	975	131	3.02	741	32.4
400	400	155	14.4	21.6	8.6	118	1.33	29210	1460	15.7	1160	149	3.13	857	34.1
425	425	163	15.3	23.0	9.2	132	1.41	35970	1740	16.7	1440	176	3.30	1020	36.2
450	450	170	16.2	24.3	9.7	147	1.45	43800	2040	17.7	1730	203	3.43	1200	38.3
475	475	178	17.1	25.6	10.3	163	1.58	52850	2380	18.6	2090	235	3.60	1400	40.4
500	500	185	18.0	27.0	10.8	179	1.63	63740	2750	19.6	2480	268	3.72	1620	42.4
550	550	200	19.0	30.0	11.9	212	1.80	99190	3610	21.6	3740	349	4.02	2120	46.9
600	600	215	21.6	32.4	13.0	254	1.92	139080	4530	23.4	4710	434	4.30	2730	50.8

سبیم سال این سولم



$$\begin{aligned}
 A &= \text{سبیم سبیم} \\
 G &= \text{وزن واحد طول} \\
 U &= \text{سبیم سبیم واحد طول} \\
 I &= \text{سبیم اینرسی} \\
 K &= \text{سبیم اینرسی} \\
 r &= \text{سبیم اینرسی} \\
 Q &= \text{سبیم اینرسی} \\
 J &= \text{سبیم اینرسی}
 \end{aligned}$$

سبیم سال این سبیم



$$\begin{aligned}
 A &= \text{سبیم سبیم} \\
 G &= \text{وزن واحد طول} \\
 U &= \text{سبیم سبیم واحد طول} \\
 I &= \text{سبیم اینرسی} \\
 K &= \text{سبیم اینرسی} \\
 r &= \text{سبیم اینرسی} \\
 Q &= \text{سبیم اینرسی} \\
 J &= \text{سبیم اینرسی}
 \end{aligned}$$

ابعاد به سانتیمتر									
b	t	h	h ₁	A	G	U	I _x	I _y	J
100	6	10	12	24.0	0.047	450	60.0	167	32.0
120	6.5	12	12	34.0	0.064	604	84.4	310	32.0
140	7	12	12	43.0	0.085	810	110.0	300	32.0
160	7.5	12	12	54.3	0.108	1018	140.0	300	32.0
180	8	12	12	65.3	0.134	1240	170.0	300	32.0
200	8.5	12	12	76.1	0.161	1470	200.0	300	32.0
220	9	12	12	86.8	0.188	1710	230.0	300	32.0
240	9.5	12	12	97.5	0.215	1960	260.0	300	32.0
260	10	12	12	108.0	0.242	2210	290.0	300	32.0
280	10.5	12	12	118.5	0.269	2460	320.0	300	32.0
300	11	12	12	129.0	0.296	2710	350.0	300	32.0
320	11.5	12	12	139.5	0.323	2960	380.0	300	32.0
340	12	12	12	150.0	0.350	3210	410.0	300	32.0
360	12.5	12	12	160.5	0.377	3460	440.0	300	32.0
380	13	12	12	171.0	0.404	3710	470.0	300	32.0
400	13.5	12	12	181.5	0.431	3960	500.0	300	32.0
420	14	12	12	192.0	0.458	4210	530.0	300	32.0
440	14.5	12	12	202.5	0.485	4460	560.0	300	32.0
460	15	12	12	213.0	0.512	4710	590.0	300	32.0
480	15.5	12	12	223.5	0.539	4960	620.0	300	32.0
500	16	12	12	234.0	0.566	5210	650.0	300	32.0
520	16.5	12	12	244.5	0.593	5460	680.0	300	32.0
540	17	12	12	255.0	0.620	5710	710.0	300	32.0
560	17.5	12	12	265.5	0.647	5960	740.0	300	32.0
580	18	12	12	276.0	0.674	6210	770.0	300	32.0
600	18.5	12	12	286.5	0.701	6460	800.0	300	32.0
620	19	12	12	297.0	0.728	6710	830.0	300	32.0
640	19.5	12	12	307.5	0.755	6960	860.0	300	32.0
660	20	12	12	318.0	0.782	7210	890.0	300	32.0
680	20.5	12	12	328.5	0.809	7460	920.0	300	32.0
700	21	12	12	339.0	0.836	7710	950.0	300	32.0
720	21.5	12	12	349.5	0.863	7960	980.0	300	32.0
740	22	12	12	360.0	0.890	8210	1010.0	300	32.0
760	22.5	12	12	370.5	0.917	8460	1040.0	300	32.0
780	23	12	12	381.0	0.944	8710	1070.0	300	32.0
800	23.5	12	12	391.5	0.971	8960	1100.0	300	32.0
820	24	12	12	402.0	0.998	9210	1130.0	300	32.0
840	24.5	12	12	412.5	1.025	9460	1160.0	300	32.0
860	25	12	12	423.0	1.052	9710	1190.0	300	32.0
880	25.5	12	12	433.5	1.079	9960	1220.0	300	32.0
900	26	12	12	444.0	1.106	10210	1250.0	300	32.0
920	26.5	12	12	454.5	1.133	10460	1280.0	300	32.0
940	27	12	12	465.0	1.160	10710	1310.0	300	32.0
960	27.5	12	12	475.5	1.187	10960	1340.0	300	32.0
980	28	12	12	486.0	1.214	11210	1370.0	300	32.0
1000	28.5	12	12	496.5	1.241	11460	1400.0	300	32.0

سردیس سال بهین سبک IPB

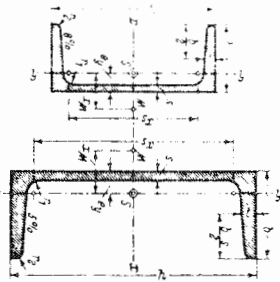
- A = سطح مقطع
- G = وزن واحد طول
- U = سطح جانبی واحد طول
- I = ممان انحنای
- S = I / سطح مقطع
- r = شعاع انحنای
- Q = شعاع انحنای نصف مقطع
- Q₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₁₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₁₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₁₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₁₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₁₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₁₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₁₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₁₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₁₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₁₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₂₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₂₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₂₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₂₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₂₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₂₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₂₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₂₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₂₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₂₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₃₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₃₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₃₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₃₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₃₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₃₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₃₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₃₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₃₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₃₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₄₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₄₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₄₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₄₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₄₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₄₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₄₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₄₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₄₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₄₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₅₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₅₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₅₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₅₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₅₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₅₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₅₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₅₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₅₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₅₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₆₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₆₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₆₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₆₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₆₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₆₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₆₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₆₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₆₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₆₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₇₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₇₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₇₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₇₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₇₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₇₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₇₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₇₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₇₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₇₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₈₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₈₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₈₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₈₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₈₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₈₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₈₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₈₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₈₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₈₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₉₀ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₉₁ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₉₂ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₉₃ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₉₄ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₉₅ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₉₆ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₉₇ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₉₈ = شعاع انحنای محور قوی
- Q₉₉ = شعاع انحنای محور ضعیف
- Q₁₀₀ = شعاع انحنای محور قوی

$r = \sqrt{I/A}$
 $Q = I/r$
 $Q_1 = I/r_1$
 $Q_2 = I/r_2$
 $Q_3 = I/r_3$
 $Q_4 = I/r_4$
 $Q_5 = I/r_5$
 $Q_6 = I/r_6$
 $Q_7 = I/r_7$
 $Q_8 = I/r_8$
 $Q_9 = I/r_9$
 $Q_{10} = I/r_{10}$
 $Q_{11} = I/r_{11}$
 $Q_{12} = I/r_{12}$
 $Q_{13} = I/r_{13}$
 $Q_{14} = I/r_{14}$
 $Q_{15} = I/r_{15}$
 $Q_{16} = I/r_{16}$
 $Q_{17} = I/r_{17}$
 $Q_{18} = I/r_{18}$
 $Q_{19} = I/r_{19}$
 $Q_{20} = I/r_{20}$
 $Q_{21} = I/r_{21}$
 $Q_{22} = I/r_{22}$
 $Q_{23} = I/r_{23}$
 $Q_{24} = I/r_{24}$
 $Q_{25} = I/r_{25}$
 $Q_{26} = I/r_{26}$
 $Q_{27} = I/r_{27}$
 $Q_{28} = I/r_{28}$
 $Q_{29} = I/r_{29}$
 $Q_{30} = I/r_{30}$
 $Q_{31} = I/r_{31}$
 $Q_{32} = I/r_{32}$
 $Q_{33} = I/r_{33}$
 $Q_{34} = I/r_{34}$
 $Q_{35} = I/r_{35}$
 $Q_{36} = I/r_{36}$
 $Q_{37} = I/r_{37}$
 $Q_{38} = I/r_{38}$
 $Q_{39} = I/r_{39}$
 $Q_{40} = I/r_{40}$
 $Q_{41} = I/r_{41}$
 $Q_{42} = I/r_{42}$
 $Q_{43} = I/r_{43}$
 $Q_{44} = I/r_{44}$
 $Q_{45} = I/r_{45}$
 $Q_{46} = I/r_{46}$
 $Q_{47} = I/r_{47}$
 $Q_{48} = I/r_{48}$
 $Q_{49} = I/r_{49}$
 $Q_{50} = I/r_{50}$
 $Q_{51} = I/r_{51}$
 $Q_{52} = I/r_{52}$
 $Q_{53} = I/r_{53}$
 $Q_{54} = I/r_{54}$
 $Q_{55} = I/r_{55}$
 $Q_{56} = I/r_{56}$
 $Q_{57} = I/r_{57}$
 $Q_{58} = I/r_{58}$
 $Q_{59} = I/r_{59}$
 $Q_{60} = I/r_{60}$
 $Q_{61} = I/r_{61}$
 $Q_{62} = I/r_{62}$
 $Q_{63} = I/r_{63}$
 $Q_{64} = I/r_{64}$
 $Q_{65} = I/r_{65}$
 $Q_{66} = I/r_{66}$
 $Q_{67} = I/r_{67}$
 $Q_{68} = I/r_{68}$
 $Q_{69} = I/r_{69}$
 $Q_{70} = I/r_{70}$
 $Q_{71} = I/r_{71}$
 $Q_{72} = I/r_{72}$
 $Q_{73} = I/r_{73}$
 $Q_{74} = I/r_{74}$
 $Q_{75} = I/r_{75}$
 $Q_{76} = I/r_{76}$
 $Q_{77} = I/r_{77}$
 $Q_{78} = I/r_{78}$
 $Q_{79} = I/r_{79}$
 $Q_{80} = I/r_{80}$
 $Q_{81} = I/r_{81}$
 $Q_{82} = I/r_{82}$
 $Q_{83} = I/r_{83}$
 $Q_{84} = I/r_{84}$
 $Q_{85} = I/r_{85}$
 $Q_{86} = I/r_{86}$
 $Q_{87} = I/r_{87}$
 $Q_{88} = I/r_{88}$
 $Q_{89} = I/r_{89}$
 $Q_{90} = I/r_{90}$
 $Q_{91} = I/r_{91}$
 $Q_{92} = I/r_{92}$
 $Q_{93} = I/r_{93}$
 $Q_{94} = I/r_{94}$
 $Q_{95} = I/r_{95}$
 $Q_{96} = I/r_{96}$
 $Q_{97} = I/r_{97}$
 $Q_{98} = I/r_{98}$
 $Q_{99} = I/r_{99}$
 $Q_{100} = I/r_{100}$

ابعاد به سانتیمتر

h	b	t	r	A	G	U	I _x	S _{x-x}	r _x	I _y	S _{y-y}	r _y	Q	J
cm	cm	cm	cm	cm ²	kg/m	m ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴

100	90	100	5	8	12	21.2	16.7	0.061	340	72.0	4.06	134	20.5	2.31	41.5	8.41
120	110	120	5.5	8	12	25.3	19.0	0.077	406	106	4.89	161	28.5	3.02	50.7	10.1
140	130	140	6	8	12	31.4	24.7	0.104	500	130	5.73	200	38.5	3.67	61.7	12.3
160	150	160	6.5	8	12	38.8	30.4	0.130	604	160	6.57	240	48.0	4.38	74.2	15.1
180	170	180	7	8	12	47.3	37.6	0.166	736	190	7.46	280	58.0	5.12	88.0	18.5
200	190	200	7.5	8	12	56.8	45.8	0.212	896	220	8.38	320	68.0	5.91	103.0	21.9
220	210	220	8	10	18	67.3	55.2	0.268	1088	250	9.17	360	78.0	6.71	119.0	25.3
240	230	240	8.5	12	21	78.8	65.3	0.337	1312	280	10.0	400	88.0	7.51	136.0	28.7
260	250	260	9	15	24	91.3	76.4	0.420	1568	310	10.9	440	98.0	8.31	153.0	32.1
280	270	280	10	18	28	105.3	88.6	0.518	1856	340	11.9	480	108.0	9.11	170.0	35.5
300	290	300	10.5	14	27	120.3	101.8	0.632	2176	370	12.7	520	118.0	9.91	187.0	38.9
320	310	320	11	15	27	136.3	116.0	0.762	2528	400	13.6	560	128.0	10.71	204.0	42.3
340	330	340	11.5	15.5	27	153.3	131.2	0.908	2912	430	14.5	600	138.0	11.51	221.0	45.7
360	350	360	12	16.5	27	171.3	147.4	1.070	3328	460	15.4	640	148.0	12.31	238.0	49.1
380	370	380	12.5	17.5	27	190.3	164.6	1.248	3776	490	16.3	680	158.0	13.11	255.0	52.5
400	390	400	13	18	27	210.3	182.8	1.442	4256	520	17.2	720	168.0	13.91	272.0	55.9
420	410	420	13.5	19	27	231.3	202.0	1.652	4768	550	18.1	760	178.0	14.71	289.0	59.3
440	430	440	14	20	27	253.3	222.2	1.878	5312	580	19.0	800	188.0	15.51	306.0	62.7
460	450	460	14.5	21	27	276.3	243.4	2.120	5888	610	19.9	840	198.0	16.31	323.0	66.1
480	470	480	15	22	27	300.3	265.6	2.378	6496	640	20.8	880	208.0	17.11	340.0	69.5
500	490	500	15.5	23	27	325.3	288.8	2.652	7136	670	21.7	920	218.0	17.91	357.0	72.9
520	510	520	16	24	27	351.3	313.0	2.942	7808	700	22.6	960	228.0	18.71	374.0	76.3
540	530	540	16.5	25	27	378.3	338.2	3.248	8512	730	23.5	1000	238.0	19.51	391.0	79.7
560	550	560	17	26	27	406.3	364.4	3.570	9248	760	24.4	1040	248.0	20.31	408.0	83.1
580	570	580	17.5	27	27	435.3	391.6	3.908	10016	790	25.3	1080	258.0	21.11	425.0	86.5
600	590	600	18	28	27	465.3	419.8	4.262	10816	820	26.2	1120	268.0	21.91	442.0	89.9
620	610	620	18.5	29	27	496.3	449.0	4.632	11648	850	27.1	1160	278.0	22.71	459.0	93.3
640	630	640	19	30	27	528.3	479.2	5.018	12512	880	28.0	1200	288.0	23.51	476.0	96.7
660	650	660	19.5	31	27	561.3	510.4	5.420	13408	910	28.9	1240	298.0	24.31	493.0	100.1
680	670	680	20	32	27	595.3	542.6	5.838	14336	940	29.8	1280	308.0	25.11	510.0	103.5
700	690	700	20.5	33	27	630.3	575.8	6.272	15296	970	30.7	1320	318.0	25.91	527.0	106.9
720	710	720	21	34	27	666.3	610.0	6.722	16288	1000	31.6	1360	328.0	26.71	544.0	110.3
740	730	740	21.5	35	27	703.3	645.2	7.188	17312	1030	32.5	1400	338.0	27.51	561.0	113.7
760	750	760	22	36	27	741.3	681.4	7.670	18368	1060	33.4	1440	348.0	28.31	578.0	117.1
780	770	780	22.5	37	27	780.3	718.6	8.168	19456	1090	34.3	1480	358.0	29.11	595.0	120.5
800	790	800	23	38	27	820.3	756.8	8.682	20576	1120	35.2	1520	368.0	29.91	612.0	123.9
820	810	820	23.5	39	27	861.3	796.0	9.212	21728	1150	36.1	1560	378.0	30.71	629.0	127.3
840	830	840	24	40	27	903.3	836.2	9.758	22912	1180	37.0	1600	388.0	31.51	646.0	130.7
860	850	860	24.5	41	27	946.3	877.4	10.320	24128	1210	37.9	1640	398.0	32.31	663.0	134.1
880	870	880	25	42	27	990.3	919.6	10.898	25376	1240	38.8	1680	408.0	33.11	680.0	137.5
900	890	900	25													

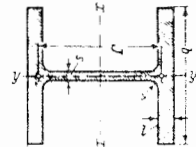


A = سطح مقطع
 G = وزن واحد طول
 U = سطح جانبی واحد طول

۷= ستر، سببیت صفت مطلق حول محور جسمی
۸= فاصله، بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

مجلس شورای اسلامی

		A										G										U										x-x										y-y										Q										J																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b					a					h					b				



$A = \text{سطح مقطع}$
 $G = \text{وزن واحد طول}$
 $U = \text{سطح جانبی واحد طول}$

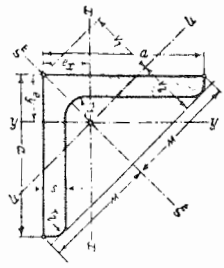
$$0 = \text{لنگر استاتیگ نصف مقطع حول محور خشی (محور x)}$$

$$J = \text{فاصلهٔ بین مراکز نیروهای کششی و فشاری}$$

7 = حاصلهٔ بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

IPREV	Jacobian $\frac{\partial \mathbf{f}}{\partial \mathbf{x}}$					A		G		U		$\mathbf{I}_X$		$\mathbf{I}_Y$		$\mathbf{I}_Y$		J	
	A	b	s	t	r	cm	kg/m	m ³ /m	cm ³	cm ³	cm	cm	cm ³	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm	
100	120	106	12	20	12	53.2	41.8	0.019	1.40	190	4.03	309	75.3	274	1.88	9.06	0.70	1.88	9.06
120	140	126	13.5	21	12	66.4	55.1	0.0738	2.020	278	5.51	703	112	3.35	175	11.5	1.80	11.5	1.80
140	160	146	13	22	12	80.6	67.2	0.097	3.241	41	6.39	140	157	3.77	247	15.1	1.70	15.1	1.70
160	180	166	14	23	15	97.1	76.2	0.097	5.100	566	7.66	1760	212	4.26	337	18.3	1.60	18.3	1.60
180	200	186	14.5	24	15	113	88.9	1.09	7.460	748	8.13	2586	277	4.77	462	16.9	1.50	16.9	1.50
200	220	206	15	25	18	131	103	1.20	10.400	927	9.00	3050	314	5.25	508	18.7	1.40	18.7	1.40
220	240	226	15.5	26	18	149	117	1.32	14.000	1260	9.89	3510	414	5.79	780	27.6	1.30	27.6	1.30
240	260	248	18	32	21	172	146	1.46	24.200	2400	11.9	4150	657	6.40	1060	39.0	1.20	39.0	1.20
260	280	268	18	32.5	24	200	172	1.57	31.310	3100	11.9	4040	780	6.90	1260	24.8	1.10	24.8	1.10
280	310	288	18.5	33	24	240	189	1.69	30.550	2550	12.8	13100	714	7.40	1480	26.7	1.00	26.7	1.00
300	340	310	21	39	27	303	218	1.82	55.260	3460	14.0	19400	1250	8.00	2040	29.0	0.90	29.0	0.90
320	360	320	20.5	16	29	275	215	1.78	40.050	2860	13.5	13140	961	7.81	1800	28.0	0.80	28.0	0.80
340	380	350	20.6	21	40	272	215	1.8	66.130	3600	14.8	19710	1280	7.95	2220	30.7	0.70	30.7	0.70
360	410	373	19.9	21	40	27	216	1.90	70.370	4050	16.3	19710	1280	7.90	2450	31.4	0.60	31.4	0.60
380	438	398	21	40	27	319	230	1.93	84.870	4300	16.3	19530	1270	7.83	2700	32.0	0.50	32.0	0.50
400	463	407	21	40	27	356	256	2.00	103.180	4820	17.9	19340	1260	7.70	2750	37.4	0.40	37.4	0.40
420	478	407	21	40	27	335	263	2.10	131.550	5360	19.6	17340	1260	7.60	3150	43.1	0.30	43.1	0.30
440	493	406	21	40	27	345	263	2.18	151.500	6000	21.8	19170	1260	7.46	3550	45.7	0.20	45.7	0.20
460	507	406	21	40	27	334	278	2.24	169.620	6920	23.6	19160	1260	7.35	3950	49.9	0.10	49.9	0.10
480	620	305	21	40	27	364	285	2.37	237.400	7650	25.6	14986	1240	7.22	4190	55.1	0.05	55.1	0.05
500	668	305	21	40	27	374	293	2.47	281.740	8320	27.5	15900	1240	7.11	4540	59.3	0.04	59.3	0.04
520	710	304	21	40	27	404	301	2.56	329.300	9230	29.7	18802	1250	7.01	5270	63.5	0.03	63.5	0.03
540	754	303	21	40	30	404	317	2.75	441.000	10550	31.7	19450	1260	6.79	7120	72.9	0.02	72.9	0.02
560	799	302	21	40	30	424	333	2.93	510.000	12400	36.7	18450	1260	6.60	8250	79.9	0.01	79.9	0.01
580	846	302	21	40	30	444	349	3.13	712.100	14350	40.3	18400	1220	6.45	8750	85.2	0.01	85.2	0.01

L	a		r ₁	r ₂	F	Q	U	r	w	v ₁	v ₂	I ₁ -y	S ₁ -y	I ₂ -y	E		I ₀	γ ⁻¹	I ₀ cm
	α	δ													E ₁	E ₂			
6	61	8	8.13	0.38	1.93	1.93	2.13	46	36.2	2.13	2.13	31.5	2.86	12.3	5.40	10.3	5.40	10.3	5.40
7	70	7	9.43	0.38	2.72	2.72	4.50	20.7	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
8	11	11	14.3	11.2	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
9	11	11	8.74	0.87	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
10	75	8	10.5	0.93	2.01	2.01	5.30	3.01	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
11	12	12	16.7	13.1	2.29	2.29	3.48	2.71	3.48	2.71	82.4	19.8	12.7	2.08	97.6	2.61	26.0	8.64	1.35
12	7	7	8.49	0.89	2.21	2.21	3.13	3.82	72.3	72.3	12.6	2.24	11.2	3.07	28.5	8.48	1.35	1.35	1.35
13	8	8	12.3	0.66	2.28	2.28	3.40	3.78	62.5	62.5	19.2	2.24	11.2	3.07	28.5	8.48	1.35	1.35	1.35
14	80	10	15.1	0.31	2.34	2.34	6.66	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
15	14	14	20.6	16.1	2.48	2.48	3.31	2.93	20.8	20.8	2.36	1.81	2.96	48.6	1.39	1.34	1.34	1.34	1.34
16	8	8	13.9	10.9	2.50	2.50	3.53	3.17	104	104	16.1	2.74	1.66	3.40	43.1	12.2	1.76	1.76	1.76
17	90	13	14.2	12.2	2.54	2.54	3.58	3.18	126	126	27.2	2.72	2.10	3.39	65.9	17.3	1.73	1.73	1.73
18	13	13	15.5	17.1	2.70	2.70	3.81	3.24	138	138	28.1	2.69	2.26	3.39	65.9	17.3	1.73	1.73	1.73
19	16	16	26.4	20.7	2.81	2.81	3.97	3.39	186	186	30.1	2.66	2.94	3.34	79.1	19.1	1.91	1.91	1.91
20	18	18	15.5	12.2	2.84	2.84	3.94	3.34	147	147	30.4	3.04	2.88	3.82	83.2	19.4	1.94	1.94	1.94
21	100	14	22.7	17.1	3.00	3.00	7.07	4.10	317	317	29.2	3.02	3.20	3.80	86.2	20.4	2.04	2.04	2.04
22	10	10	26.4	20.6	3.09	3.09	3.99	3.17	315	315	31.5	2.72	2.16	3.39	65.9	17.3	1.73	1.73	1.73
23	16	16	26.2	20.2	3.15	3.15	4.23	3.10	312	312	31.7	2.93	4.07	3.77	135	29.8	1.93	1.93	1.93
24	10	10	21.2	16.6	3.07	3.07	7.78	4.36	339	339	30.1	3.36	3.79	4.23	98.6	22.7	2.16	2.16	2.16
25	110	12	25.1	19.7	0.343	0.343	3.15	3.15	280	280	33.7	3.35	4.44	4.21	110	26.1	2.15	2.15	2.15
26	14	14	30.0	22.8	3.21	3.21	4.50	3.38	310	310	41.0	3.33	4.44	4.21	110	26.1	2.15	2.15	2.15
27	10	10	27.0	21.5	3.29	3.29	4.56												



نیمرخ نبشی با لاهی مساوی

محور n - محور اصلی جدا قل نیمرخ است

[illegible]

مسکن و چهارسو

$$A = \text{مساحت مقطع}$$

$$G = \text{وزن واحد طول}$$

$$U = \text{مساحت جانبی واحد طول}$$

الاس مقطع خمیری نمرخا

d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U
mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m	mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m	mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m	mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m
5*	0.156	0.154	1.97	20.5	3.30	2.59	644	42	13.2	10.4	1240	75	44.2	34.7	2360
5.5*	0.188	0.187	2.13	21.5	3.46	2.72	699	44	13.4	10.6	1350	76	45.4	35.6	2460
6*	0.213	0.212	2.30	22.5	3.63	2.89	754	46	13.6	10.8	1460	78	46.6	36.6	2560
6.5*	0.232	0.231	2.46	23.5	3.80	3.06	809	48	13.8	11.0	1570	80	50.3	39.5	2610
7*	0.258	0.257	2.62	24.5	3.98	3.12	707	49	13.9	11.1	1340	83	51.1	40.5	2610
7.5*	0.244	0.243	2.26	25.5	4.15	3.26	723	49	14.0	11.2	1460	85	50.7	44.5	2610
8*	0.263	0.262	2.41	26.5	4.34	3.40	738	50	14.1	11.3	1460	86	50.8	44.7	2650
8.5*	0.280	0.279	2.56	27.5	4.52	3.54	753	51	14.2	11.4	1570	88	50.8	47.7	2650
9*	0.300	0.299	2.73	28.5	4.71	3.70	768	52	14.3	11.5	1570	89	51.0	47.8	2650
9.5*	0.319	0.318	2.89	29.5	4.91	3.85	783	53	14.4	11.6	1570	90	51.0	47.8	2650
10*	0.285	0.284	3.14	30.5	5.11	4.01	801	54	14.5	11.7	1680	100	78.5	61.7	3140
10.5*	0.366	0.363	3.30	31.5	5.31	4.17	817	55	14.7	11.7	1680	110	95.0	66.0	3300
11*	0.390	0.388	3.46	32.5	5.52	4.33	833	55	14.7	11.7	1680	115	104	81.5	3710
11.5*	0.404	0.403	3.61	33.5	5.73	4.49	849	55	14.9	11.8	1790	120	113	84.9	3710
12*	0.413	0.412	3.77	34.5	5.94	4.66	864	55	14.9	11.8	1790	123	113	90.3	3930
12.5*	0.430	0.429	3.93	35.5	6.14	4.81	879	55	15.0	11.9	1900	130	133	101	4080
13*	0.443	0.442	4.08	36.5	6.34	4.97	894	55	15.1	12.0	1900	135	141	112	4230
13.5*	0.459	0.458	4.24	37.5	6.54	5.13	910	56	15.2	12.1	2010	140	150	120	4400
14*	0.474	0.473	4.40	38.5	6.74	5.29	925	56	15.3	12.2	2010	145	155	130	4500
14.5*	0.491	0.490	4.56	39.5	6.93	5.47	942	57	15.4	12.3	2120	150	177	139	4710
15*	0.505	0.504	4.71	40.5	7.13	5.63	958	60	15.6	12.4	2230	155	189	148	4870
15.5*	0.519	0.518	4.87	41.5	7.33	5.82	974	62	15.7	12.5	1960	160	201	158	5010
16*	0.534	0.533	5.03	42.5	7.53	6.01	990	63	15.8	12.6	2070	165	214	168	5140
16.5*	0.548	0.547	5.18	43.5	7.73	6.20	1006	64	15.9	12.7	2180	170	227	178	5240
17*	0.562	0.561	5.34	44.5	7.93	6.39	1021	65	16.0	12.8	2290	175	240	188	5340
17.5*	0.576	0.575	5.49	45.5	8.13	6.58	1037	66	16.1	12.9	2400	180	254	200	5560
18*	0.590	0.589	5.65	46.5	8.33	6.77	1052	68	16.3	13.1	2410	185	267	211	5810
18.5*	0.604	0.603	5.81	47.5	8.53	6.96	1068	70	16.5	13.3	2520	190	284	223	5910
19*	0.618	0.617	5.97	48.5	8.73	7.15	1083	72	16.7	13.5	2630	200	314	247	6280
19.5*	0.632	0.631	6.13	49.5	8.93	7.34	1100	74	16.9	13.7	2740	210	344	271	6500
20*	0.646	0.645	6.28	50.5	9.13	7.53	1116	76	17.1	13.9	2850	220	380	298	6910

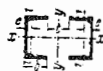


d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U
mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m	mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m	mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m	mm	cm ²	kg/cm	cm ² /m
6	0.360	0.283	240	21.5	4.62	3.63	860	38	14.4	11.3	1520	70	49.0	38.5	2800
7	0.490	0.385	280	22.5	4.84	3.80	880	40	14.6	11.5	1630	75	53.3	41.8	2920
8	0.610	0.504	340	23.5	5.06	4.00	900	42	14.8	11.7	1740	80	64.0	50.2	3060
9	0.730	0.585	400	24.5	5.28	4.17	920	44	15.0	11.9	1850	85	68.9	54.1	3320
10	0.850	0.705	460	25.5	5.50	4.34	940	46	15.2	12.1	1960	90	73.8	58.0	3580
(11)	1.21	0.990	440	26.5	5.72	4.51	1060	48	15.4	12.3	1880	95	78.7	61.9	3800
11	1.36	1.100	460	27.5	5.94	4.68	1080	50	15.6	12.5	1990	100	100	78.5	4060
12	1.51	1.210	480	28.5	6.16	4.85	1100	52	15.8	12.7	2100	110	121	95.0	4400
13	1.66	1.33	520	29.5	6.38	5.02	1120	54	16.0	12.9	2210	120	144	113	4800
14	1.81	1.44	560	30.5	6.60	5.19	1140	56	16.2	13.1	2320	130	169	133	5200
15	2.29	1.77	600	31.5	6.82	5.36	1160	58	16.4	13.3	2430	140	196	154	5600
16	2.56	2.01	640	32.5	7.04	5.53	1180	60	16.6	13.5	2540	150	225	177	6000
17	2.84	2.25	720	33.5	7.26	5.70	1200	62	16.8	13.7	2650	160	255	200	6400
18	3.12	2.49	800	34.5	7.48	5.87	1220	64	17.0	13.9	2760	170	284	223	6800
19	3.40	2.73	880	35.5	7.70	6.04	1240	66	17.2	14.1	2870	180	314	247	7200
20	4.00	3.14	840	36.5	7.92	6.21	1260	68	17.4	14.3	2980	190	344	271	7600
21	4.41	3.56	840	37.5	8.14	6.38	1280	70	17.6	14.5	3090	200	374	295	8000

نمرخه	سورخ INP	سورخ IPE	سورخ IPB
نمبره	Z (cm ³)	Z (cm ³)	Z (cm ³)
100	40	100	100
120	63	120	120
140	95	140	140
160	136	160	160
180	166	180	180
200	250	200	200
220	324	220	220
240	412	240	240
260	514	260	260
280	632	280	280
300	762	300	300
320	914	320	320
340	1080	340	340
360	1276	360	360
380	1482	380	380
400	1714	400	400
450	2400	450	450
500	3240	500	500
550	4240	550	550
600	5440	600	600
650	6840	650	650

[illegible][illegible]

نیمرخ زوج ناودانی



$$J_x = 2 J_{x_1} + F (b - e + \frac{1}{4} t)^2$$

$$J_y = 2 J_{y_1} + F (b - e + \frac{1}{4} t)^2$$

$$W_y = \frac{J_y}{b + \frac{1}{4} t}$$

 F = سطح مقطع J = ممان اینرسی W = اساس مقطع i = شعاع ژیراسیون

Profil C	F cm ²	G kg/m	J _x cm ⁴	i _x cm	i _y cm		0	8	10	12	15	20
80	22,0	17,3	212	3,10	1,33	J _x	243	301	316	332	356	—
						J _y	54	61	63	65	68	—
						W _y	3,33	3,70	3,79	3,83	4,03	—
100	27,0	21,2	412	3,91	1,47	J _x	380	459	480	501	535	—
						J _y	76	85	87	89	93	—
						W _y	3,75	4,72	4,72	4,77	4,93	—
120	34,0	26,7	728	4,62	1,59	J _x	604	715	745	775	822	—
						J _y	110	121	124	127	132	—
						W _y	4,21	4,59	4,68	4,77	4,92	—
140	40,8	32,0	1 210	5,45	1,75	J _x	862	1 010	1 050	1 090	1 150	—
						J _y	144	158	162	165	170	—
						W _y	4,59	4,97	5,06	5,16	5,30	—
160	48,0	37,7	1 850	6,21	1,89	J _x	1 210	1 400	1 450	1 500	1 580	—
						J _y	186	203	207	211	218	—
						W _y	5,03	5,40	5,49	5,59	5,73	—
180	56,0	44,0	2 700	6,95	2,02	J _x	1 670	1 910	1 970	2 030	2 130	—
						J _y	239	258	263	267	275	—
						W _y	5,47	5,84	5,93	6,03	6,17	—
200	64,4	50,5	3 820	7,70	2,14	J _x	2 240	—	2 610	2 680	2 760	3 020
						J _y	299	—	326	331	339	355
						W _y	5,89	—	6,36	6,46	6,60	6,84
220	74,8	58,7	5 380	8,48	2,30	J _x	2 960	—	3 420	3 520	3 600	3 920
						J _y	370	—	402	409	418	436
						W _y	6,29	—	6,76	6,86	7,00	7,24
240	84,6	66,4	7 200	9,22	2,42	J _x	3 820	—	4 370	4 490	4 570	4 970
						J _y	449	—	486	493	505	523
						W _y	6,72	—	7,19	7,28	7,43	7,65
260	96,6	75,8	9 640	9,99	2,56	J _x	4 890	—	5 560	5 700	5 910	6 200
						J _y	543	—	585	594	606	620
						W _y	7,12	—	7,59	7,68	7,82	8,00
280	107	84,0	12 560	10,9	2,74	J _x	5 980	—	6 750	6 910	7 150	7 600
						J _y	629	—	675	684	699	724
						W _y	7,49	—	7,96	8,05	8,19	8,32
300	118	92,5	16 060	11,7	2,90	J _x	7 260	—	8 140	8 320	8 610	9 090
						J _y	726	—	775	786	801	826
						W _y	7,86	—	8,32	8,42	8,56	8,77

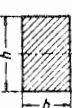
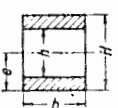
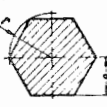
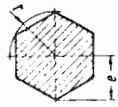
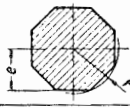
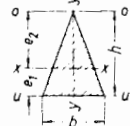
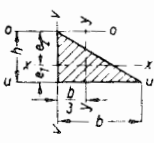
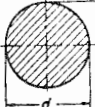
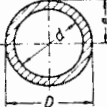
بمصرح زوج لاودانی

$$W = W$$


Form	1C 200	1C 220	1C 240	1C 260	1C 280	1C 300	1C 320	1C 340	1C 360	1C 380	1C 400	1C 420	1C 440	1C 460	1C 480	1C 500	1C 520	1C 540	1C 560	1C 580	1C 600	1C 620	1C 640	1C 660	1C 680	1C 700	1C 720	1C 740	1C 760	1C 780	1C 800	1C 820	1C 840	1C 860	1C 880	1C 900	1C 920	1C 940	1C 960	1C 980	1C 1000																																																																																																																																																																																									
α	$J_x = 820$ $J_y = 352$ $I_x = 7.10; I_y = 2.14$	$J_x = 850$ $J_y = 380$ $I_x = 4.8; I_y = 2.30$	$J_x = 880$ $J_y = 400$ $I_x = 9.22; I_y = 2.42$	$J_x = 900$ $J_y = 420$ $I_x = 9.09; I_y = 2.36$	$J_x = 920$ $J_y = 440$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 940$ $J_y = 460$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 960$ $J_y = 480$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 980$ $J_y = 500$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1000$ $J_y = 520$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1020$ $J_y = 540$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1040$ $J_y = 560$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1060$ $J_y = 580$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1080$ $J_y = 600$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1100$ $J_y = 620$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1120$ $J_y = 640$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1140$ $J_y = 660$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1160$ $J_y = 680$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1180$ $J_y = 700$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1200$ $J_y = 720$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1220$ $J_y = 740$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1240$ $J_y = 760$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1260$ $J_y = 780$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1280$ $J_y = 800$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1300$ $J_y = 820$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1320$ $J_y = 840$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1340$ $J_y = 860$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1360$ $J_y = 880$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1380$ $J_y = 900$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1400$ $J_y = 920$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1420$ $J_y = 940$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1440$ $J_y = 960$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1460$ $J_y = 980$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1480$ $J_y = 1000$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1500$ $J_y = 1020$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1520$ $J_y = 1040$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1540$ $J_y = 1060$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1560$ $J_y = 1080$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1580$ $J_y = 1100$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1600$ $J_y = 1120$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1620$ $J_y = 1140$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1640$ $J_y = 1160$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1660$ $J_y = 1180$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1680$ $J_y = 1200$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1700$ $J_y = 1220$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1720$ $J_y = 1240$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1740$ $J_y = 1260$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1760$ $J_y = 1280$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1780$ $J_y = 1300$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1800$ $J_y = 1320$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1820$ $J_y = 1340$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1840$ $J_y = 1360$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1860$ $J_y = 1380$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1880$ $J_y = 1400$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1900$ $J_y = 1420$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1920$ $J_y = 1440$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1940$ $J_y = 1460$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1960$ $J_y = 1480$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 1980$ $J_y = 1500$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2000$ $J_y = 1520$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2020$ $J_y = 1540$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2040$ $J_y = 1560$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2060$ $J_y = 1580$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2080$ $J_y = 1600$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2100$ $J_y = 1620$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2120$ $J_y = 1640$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2140$ $J_y = 1660$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2160$ $J_y = 1680$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2180$ $J_y = 1700$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2200$ $J_y = 1720$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2220$ $J_y = 1740$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2240$ $J_y = 1760$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2260$ $J_y = 1780$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2280$ $J_y = 1800$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2300$ $J_y = 1820$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2320$ $J_y = 1840$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2340$ $J_y = 1860$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2360$ $J_y = 1880$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2380$ $J_y = 1900$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2400$ $J_y = 1920$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2420$ $J_y = 1940$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2440$ $J_y = 1960$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2460$ $J_y = 1980$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2480$ $J_y = 2000$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2500$ $J_y = 2020$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2520$ $J_y = 2040$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2540$ $J_y = 2060$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2560$ $J_y = 2080$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2580$ $J_y = 2100$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2600$ $J_y = 2120$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2620$ $J_y = 2140$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2640$ $J_y = 2160$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2660$ $J_y = 2180$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2680$ $J_y = 2200$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2700$ $J_y = 2220$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2720$ $J_y = 2240$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2740$ $J_y = 2260$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2760$ $J_y = 2280$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2780$ $J_y = 2300$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2800$ $J_y = 2320$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2820$ $J_y = 2340$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2840$ $J_y = 2360$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2860$ $J_y = 2380$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2880$ $J_y = 2400$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2900$ $J_y = 2420$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2920$ $J_y = 2440$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2940$ $J_y = 2460$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2960$ $J_y = 2480$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 2980$ $J_y = 2500$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3000$ $J_y = 2520$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3020$ $J_y = 2540$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3040$ $J_y = 2560$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3060$ $J_y = 2580$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3080$ $J_y = 2600$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3100$ $J_y = 2620$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3120$ $J_y = 2640$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3140$ $J_y = 2660$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3160$ $J_y = 2680$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3180$ $J_y = 2700$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3200$ $J_y = 2720$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3220$ $J_y = 2740$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3240$ $J_y = 2760$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3260$ $J_y = 2780$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3280$ $J_y = 2800$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3300$ $J_y = 2820$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3320$ $J_y = 2840$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3340$ $J_y = 2860$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3360$ $J_y = 2880$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3380$ $J_y = 2900$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3400$ $J_y = 2920$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3420$ $J_y = 2940$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3440$ $J_y = 2960$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3460$ $J_y = 2980$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3480$ $J_y = 3000$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3500$ $J_y = 3020$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3520$ $J_y = 3040$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3540$ $J_y = 3060$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3560$ $J_y = 3080$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3580$ $J_y = 3100$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3600$ $J_y = 3120$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3620$ $J_y = 3140$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3640$ $J_y = 3160$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3660$ $J_y = 3180$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3680$ $J_y = 3200$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3700$ $J_y = 3220$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3720$ $J_y = 3240$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3740$ $J_y = 3260$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3760$ $J_y = 3280$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3780$ $J_y = 3300$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3800$ $J_y = 3320$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3820$ $J_y = 3340$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3840$ $J_y = 3360$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3860$ $J_y = 3380$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3880$ $J_y = 3400$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3900$ $J_y = 3420$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3920$ $J_y = 3440$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3940$ $J_y = 3460$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3960$ $J_y = 3480$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 3980$ $J_y = 3500$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4000$ $J_y = 3520$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4020$ $J_y = 3540$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4040$ $J_y = 3560$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4060$ $J_y = 3580$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4080$ $J_y = 3600$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4100$ $J_y = 3620$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4120$ $J_y = 3640$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4140$ $J_y = 3660$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4160$ $J_y = 3680$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4180$ $J_y = 3700$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4200$ $J_y = 3720$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4220$ $J_y = 3740$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4240$ $J_y = 3760$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4260$ $J_y = 3780$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4280$ $J_y = 3800$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4300$ $J_y = 3820$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4320$ $J_y = 3840$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4340$ $J_y = 3860$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4360$ $J_y = 3880$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4380$ $J_y = 3900$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4400$ $J_y = 3920$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4420$ $J_y = 3940$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4440$ $J_y = 3960$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4460$ $J_y = 3980$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4480$ $J_y = 4000$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4500$ $J_y = 4020$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4520$ $J_y = 4040$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4540$ $J_y = 4060$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4560$ $J_y = 4080$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4580$ $J_y = 4100$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4600$ $J_y = 4120$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4620$ $J_y = 4140$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4640$ $J_y = 4160$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4660$ $J_y = 4180$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4680$ $J_y = 4200$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4700$ $J_y = 4220$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4720$ $J_y = 4240$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4740$ $J_y = 4260$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4760$ $J_y = 4280$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4780$ $J_y = 4300$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4800$ $J_y = 4320$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4820$ $J_y = 4340$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4840$ $J_y = 4360$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4860$ $J_y = 4380$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4880$ $J_y = 4400$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4900$ $J_y = 4420$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4920$ $J_y = 4440$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4940$ $J_y = 4460$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4960$ $J_y = 4480$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 4980$ $J_y = 4500$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5000$ $J_y = 4520$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5020$ $J_y = 4540$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5040$ $J_y = 4560$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5060$ $J_y = 4580$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5080$ $J_y = 4600$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5100$ $J_y = 4620$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5120$ $J_y = 4640$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5140$ $J_y = 4660$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5160$ $J_y = 4680$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5180$ $J_y = 4700$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5200$ $J_y = 4720$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5220$ $J_y = 4740$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5240$ $J_y = 4760$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5260$ $J_y = 4780$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5280$ $J_y = 4800$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5300$ $J_y = 4820$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5320$ $J_y = 4840$ $I_x = 10.9; I_y = 1.74$	$J_x = 5340$ $J_y = 486$

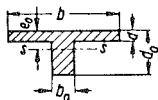
[illegible]

ب- روابط تیرهای تک دهانه و تیرهای سراسری

شکل مقطع	محل تار خشی e	ممان اینرسی حول تار خشی J	اساس مقطع $W = J/e$
1.  2. 	1) $\frac{h}{2}$ 2) $\frac{H}{2}$	1) $\frac{bh^3}{12}$ 2) $\frac{b}{12} (H^3 - h^3)$	1) $\frac{bh^2}{6}$ 2) $\frac{b}{6H} (H^3 - h^3)$
3.  4. 	3) $\frac{a}{2}$ 4) $\frac{a}{2} \sqrt{2}$	3) $\frac{a^4}{12}$ 4) $\frac{a^4}{12}$	3) $\frac{a^3}{6}$ 4) $0,1179 a^3$
5.  6. 	5) $0,866 r$ 6) r	5) $0,5413 r^4$ 6) $0,5413 r^4$	5) $\frac{5}{8} r^3 = 0,625 r^3$ 6) $0,5413 r^3$
7. 	$0,924 r$	$0,6381 r^4$	$0,6906 r^3$
8. 	$e_1 = \frac{h}{3}$ $e_2 = \frac{2}{3} h$	$J_x = \frac{bh^3}{36}$ $J_y = \frac{hb^3}{48}$	$W_{xo} = \frac{bh^2}{24}$ $W_{xu} = \frac{bh^2}{12}$ $W_y = \frac{hb^2}{24}$
9. 	$e_1 = \frac{h}{3}$ $e_2 = \frac{2}{3} h$	$J_x = \frac{b \cdot h^3}{36}$ $J_y = \frac{hb^3}{36}$ $J_{xy} = -\frac{b^2 h^2}{72}$	$W_{xo} = \frac{bh^2}{24}$ $W_{xu} = \frac{bh^2}{12}$ $W_{yy} = \frac{hb^2}{12}$
10.  11. 	10) $\frac{d}{2}$ 11) $\frac{D}{2}$	10) $\frac{\pi d^4}{64} = 0,05 d^4$ 11) $\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$	10) $\frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1 d^3$ 11) $\frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$

(ادامه)

12.		$e_1 = 0,2234r$ $e_2 = 0,7766r$	$J_s = 0,0075 r^4$ $J_x = J_y \approx 0,137 r^4$ $J_{xy} = -\frac{r^4}{8}$ $J_{ss} = 0,0044 r^4$	$W_{s1} = \frac{J_s}{e_1} = 0,0336 r^3$ $W_{s2} = \frac{J_s}{e_2} = 0,00966 r^3 \approx 0,01 r^3$
13.		$e_1 = \frac{4r}{3\pi} = 0,4244r$ $e_2 = 0,5756r$	$J_s = 0,055 r^4$ $J_x = J_y = 0,19635 r^4$ $J_{xy} = -\frac{r^4}{8}$ $J_{ss} = 0,0165 r^4$	$W_{s1} = \frac{J_s}{e_1} = 0,1296 r^3$ $W_{s2} = \frac{J_s}{e_2} = 0,0956 r^3$
14.			$e = \frac{H}{2}$ $J = \frac{1}{12} (BH^3 - bh^3)$ $W = \frac{1}{6H} (BH^3 - bh^3)$	
15.			$e = \frac{H}{2}$ $J = \frac{1}{12} (BH^3 + bh^3)$ $W = \frac{1}{6H} (BH^3 + bh^3)$	
16.			$e_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{aH^2 + bd^2}{aH + bd}$ $e_2 = H - e_1$ $J = \frac{1}{3} (Be_1^3 - bc^3 + ae_2^3)$ $W_1 = \frac{J}{e_1}$ $W_2 = \frac{J}{e_2}$	



$$F_p = b d \quad \text{و} \quad F_{SI} = b_0 (d_0 - d) \quad J_p = \frac{F_p d^2}{12} \quad \text{و}$$

$$J_{SI} = \frac{F_{SI} (d_0 - d)^2}{12} \quad \text{و} \quad e_0 = \frac{d_0}{2} \cdot \frac{F_{SI}}{F_p + F_{SI}} + \frac{d}{2}$$

$$J_s = J_p + J_{SI} + \frac{F_p \cdot F_{SI}}{F_p + F_{SI}} \left(\frac{d_0}{2} \right)^2$$

$$J_s = \mu b d_0^3$$

$\frac{b_0}{b}$	$d:d_0$									
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60
0,05	97	109	111	111	112	115	122	132	169	231
0,06	110	125	129	129	129	132	137	147	181	241
0,07	122	140	145	146	146	148	152	161	193	251
0,08	133	154	161	162	162	163	167	175	205	260
0,09	143	167	176	178	178	178	182	189	217	270
0,10	154	179	190	192	192	193	196	202	228	279
0,11	164	192	203	206	207	207	209	215	240	288
0,12	173	204	216	220	221	221	223	227	251	298
0,13	182	215	229	233	234	234	236	240	262	307
0,14	191	226	241	246	247	247	248	252	272	316
0,15	200	236	252	258	260	261	264	268	283	300
0,16	209	245	263	270	272	272	273	276	293	310
0,17	217	255	273	282	284	284	285	287	304	319
0,18	225	265	284	293	296	296	298	298	314	329
0,19	234	274	295	304	307	308	307	309	324	338
0,20	242	283	304	314	318	319	319	320	333	347
0,22	258	301	323	334	339	340	340	341	353	365
0,24	275	318	342	354	359	360	360	361	371	382
0,26	291	334	360	373	378	380	380	381	389	399
0,28	308	350	376	390	397	399	399	400	407	416
0,30	320	366	392	407	415	417	418	418	424	432
0,32	336	380	408	424	432	435	435	435	441	448
0,34	352	396	424	440	448	452	452	452	457	464
0,36	367	410	438	455	464	468	468	469	473	479
0,38	382	426	453	470	480	484	485	485	488	497
0,40	397	441	468	485	495	499	500	500	503	508
0,42	412	454	482	499	509	514	515	515	518	522
0,44	427	468	496	513	523	528	530	530	532	536
0,46	441	482	509	527	537	542	544	544	546	549
0,48	456	496	523	540	551	556	558	558	560	563
0,50	470	509	533	553	564	569	571	572	573	576
0,55	505	544	567	585	596	601	604	604	605	607
0,60	544	575	599	616	626	631	634	635	636	637
0,65	581	609	630	645	655	660	663	664	664	665
0,70	616	642	660	674	683	688	691	691	692	692
0,75	652	675	691	702	709	714	717	718	718	718
0,80	689	706	720	729	736	740	742	743	743	743
0,90	761	770	779	782	786	788	789	790	790	791
1,00	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833

مثال : $b = 1,50 \text{ m}$ $b_0 = 0,30 \text{ m}$ $d = 0,15 \text{ m}$ $d_0 = 0,60 \text{ m}$

$\mu = 318 \cdot 10^{-4}$ با استفاده از جدول و $d/d_0 = 0,15/0,60 = 0,25$ و $b_0/b = 0,30/1,50 = 0,20$ برای

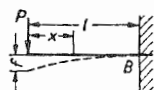
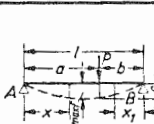
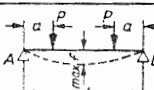
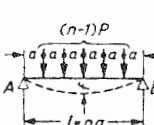
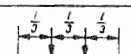
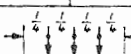
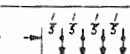
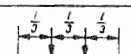
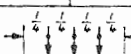
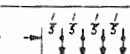
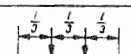
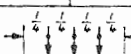
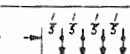
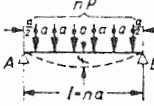
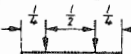
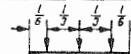
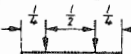
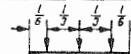
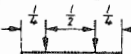
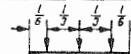
یا $\mu = 0,0318$ همچنین $J_s = 0,0318 \cdot 1,50 \cdot 0,60^3 = 103,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$.

بارگذاری

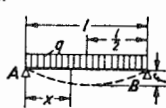
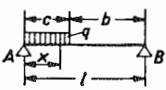
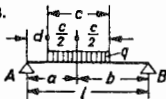
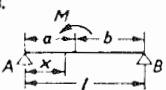
واکنش تکیه‌گاهی

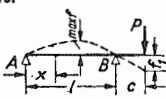
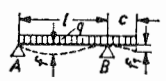
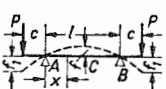
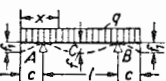
لنگر خمشی

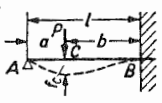
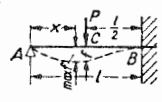
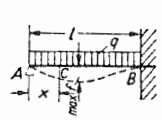
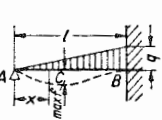
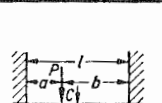
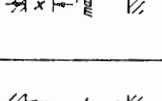
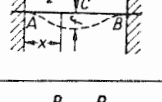
افت

1.		$B = P$	$M_x = -Px$ $\max M = M_B = -Pl$	$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{Pl^3}{EI}$																
2.		$B = ql$	$M_x = -\frac{qx^2}{2}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{2}$	$f = \frac{1}{8} \cdot \frac{ql^4}{EI}$																
3.		$B = \frac{ql}{2}$	$M_x = -\frac{qx^3}{6l}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{6}$	$f = \frac{1}{30} \cdot \frac{ql^4}{EI}$																
4.		$A = \frac{Pb}{l}$ $B = \frac{Pa}{l}$	$M_x = \frac{Pb}{l}x$ $M_{x_1} = \frac{Pa}{l}x_1$ $\max M = \frac{Pab}{l}$	$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{P}{EI} \cdot \frac{a^2b^2}{l}$ محل حداکثر f: $x = a \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{b}{a}} : a > b$ $x_1 = b \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{a}{b}} : a < b$																
5.	$a = b = \frac{l}{2}$	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_x = \frac{P}{2}x$ $\max M = \frac{Pl}{4}$	$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{Pl^3}{EI}$																
6.		$A = B = P$	$\max M = Pa$	$\max f = \frac{Pa}{24EI} (3l^2 - 4a^2)$																
7.		$A = B = \frac{(n-1)P}{2}$	$\max M = k_M Pl$	$f = k_f \frac{Pl^3}{EI}$																
			<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>k_M</td> <td>1/3</td> <td>1/2</td> <td>3/5</td> </tr> <tr> <td>k_f</td> <td>23/648</td> <td>19/384</td> <td>63/1000</td> </tr> </table>					n	3	4	5	k _M	1/3	1/2	3/5	k _f	23/648	19/384	63/1000	
																				
n	3	4	5																	
k _M	1/3	1/2	3/5																	
k _f	23/648	19/384	63/1000																	
8.		$A = B = \frac{nP}{2}$	$\max M = k_M Pl$	$f = k_f \frac{Pl^3}{EI}$																
			<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>k_M</td> <td>1/4</td> <td>5/12</td> <td>1/2</td> </tr> <tr> <td>k_f</td> <td>11/384</td> <td>53/1296</td> <td>41/768</td> </tr> </table>					n	2	3	4	k _M	1/4	5/12	1/2	k _f	11/384	53/1296	41/768	
																				
n	2	3	4																	
k _M	1/4	5/12	1/2																	
k _f	11/384	53/1296	41/768																	

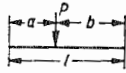
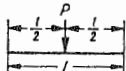
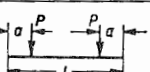
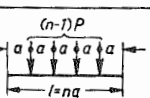
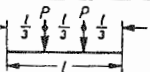
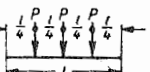
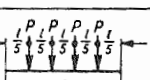
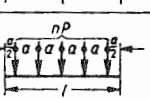
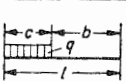
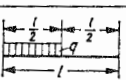
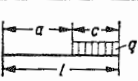
برای 6 یا 5 n می‌توان به‌جای استفاده از حالات ۷ یا ۸ از حالت ۱۰ با $q = \sum P/l$ استفاده نمود.

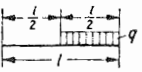
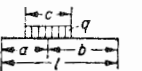
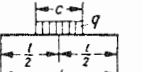
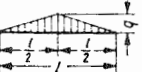
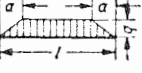
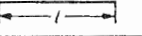
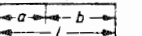
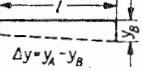
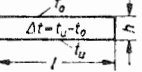
تغییر شکل حداکثر	لنگر خمشی	واکنش تکیه گاهی	بارگذاری
10.	$M_x = \frac{qx}{2}(l-x)$ $\max M = \frac{ql^2}{8}$	$A = B = \frac{ql}{2}$	
11.	$M_x = Ax - \frac{qx^2}{2}$ $\max M = \frac{qc^2}{8l^2}(2l-c)^2$ $x = \frac{A}{q}$ در	$A = \frac{qc}{2l}(2l-c)$ $B = \frac{qc^2}{2l}$	
12.	$\max M = \frac{9}{128}ql^2$	$c = \frac{l}{2}$ $A = \frac{3}{8}ql$ $B = \frac{1}{8}ql$	$f = \frac{5}{768} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EJ}$ در $x = l/2$
13.	$\max M = \frac{qabc}{2l^2}(2l-c)$ $x = \frac{A}{q} + d$ در	$A = \frac{qbc}{l}$ $B = \frac{qac}{l}$	
14.	$\max M = \frac{qc}{8}(2l-c)$	$a = b = \frac{l}{2}$ $A = B = \frac{qc}{2}$	
15.	$M_x = \frac{qlx}{6}\left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right)$ $\max M = \frac{ql^2}{15.6}$ $x = 0.577l$ در	$A = \frac{1}{6}ql$ $B = \frac{1}{3}ql$	$\max f = 0.00652 \frac{ql^4}{EJ}$ در $x = 0.5193l$
16.	$M_x = \frac{qlx}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \cdot \frac{x^2}{l^2}\right)$ $\max M = \frac{ql^2}{12}$	$A = B = \frac{ql}{4}$	$f = \frac{1}{120} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$
17.	$\max M = \frac{q}{24}(3l^2 - 4a^2)$	$A = B = \frac{q(l-a)}{2}$	$f = \frac{q(5l^2 - 4a^2)^2}{1920EJ}$
18.	$M_x = M \frac{x}{l} : x \leq a$ $M_x = -M \frac{l-x}{l} : x \geq a$	$A = -B = \frac{M}{l}$	

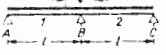
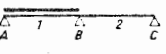
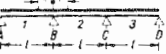
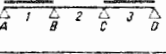
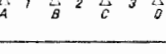
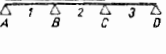
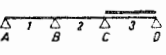
بارگذاری	واکنش تکیه‌گاهی	لنگر خمشی	افت
19. 	$A = -\frac{Pc}{l}$ $B = \frac{P(l+c)}{l}$	$M_x = Ax = -\frac{Pcx}{l}$ $M_B = -Pc$	$\max f = \frac{Pl^2}{9EJ} \cdot \frac{c}{\sqrt{3}}$ $x = 0,577l$ $f_1 = \frac{Pc^2}{3EJ} (l+c)$
20. 	$A = \frac{q}{2l} (l^2 - c^2)$ $B = \frac{q}{2l} (l+c)^2$	$\max M_F = \frac{q}{8l^2} (l^2 - c^2)^2$ $M_B = -\frac{qc^2}{2}$ $\max M_F = M_B $ $c = l(\sqrt{2} - 1)$	$f = \frac{ql^2}{384EJ} (5l^2 - 12c^2)$ $x = \frac{l}{2}$ $f_1 = \frac{qc}{24EJ} [c^2(4l+3c) - l^3]$
21. 	$A = B = P$	$M_A = M_B = -Pc$	$f = \frac{Pl^2c}{8EJ} \text{ bel } \frac{l}{2}$ $f_1 = \frac{Pc^2}{3EJ} \left(c + \frac{3l}{2} \right)$
روابط فوق برای حالتی که تکیه‌گاهها در دو انتهای تیر بوده و محل تأثیر بارها در نقاط A و B باشند، نیز صادق هستند و تنها مقدار افت در وسط دهانه از مجموع افت‌های فوق به‌دست می‌آید. (به‌حالت ۶ رجوع شود):			
$f + f_1 = \frac{Pc}{24EJ} [3(l+2c)^2 - 4c^2]$			
22. 	$A = B = \frac{q}{2} (l+2c)$	$M_x = Ax \left(1 - \frac{c}{x} - \frac{x}{l+2c} \right)$ برای $x \leq c$: $M_x = -\frac{qx^2}{2}$ $M_A = M_B = -\frac{qc^2}{2}$ $M_C = \frac{ql^2}{2} \left(\frac{1}{4} - \frac{c^2}{l^2} \right)$ برای $c = 0,3535l$: $M_A = M_C = \pm \frac{ql^2}{16}$	$f = \frac{1}{16} \cdot \frac{ql^4}{EJ} \left(\frac{5}{24} - \frac{c^2}{l^2} \right)$ $f_1 = \frac{1}{24} \cdot \frac{ql^4}{EJ} \cdot \left(3 \frac{c^4}{l^4} + 6 \frac{c^3}{l^3} - \frac{c}{l} \right)$

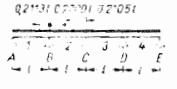
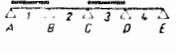
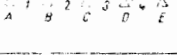
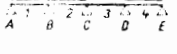
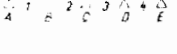
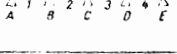
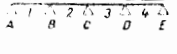
1.		$A = \frac{Pb^2}{2l^3}(2l+a)$ $B = \frac{Pa}{2l^3}(3l^2-a^2)$	$M_B = -\frac{Pab}{2l^2}(l+a)$ $M_C = \frac{Pab^2}{2l^3}(2l+a)$	$f_C = \frac{Pa^2b^3}{12EJl^3}(3l+a)$
2.		$A = \frac{5}{16}P$ $B = \frac{11}{16}P$	$\max M = M_B = -\frac{3}{16}Pl$ $M_C = \frac{5}{32}Pl$	$f = \frac{7}{768} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$ $\max f = \frac{1}{48 \cdot 5} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$ $x = 0,447l \text{ در}$
3.		$A = \frac{3}{8}ql$ $B = \frac{5}{8}ql$	$M_x = \frac{qlx}{2} \left(\frac{3}{4} - \frac{x}{l} \right)$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{8}$ $M_C = \frac{9}{128}ql^2 : x = \frac{3}{8}l$	$\max f = \frac{2}{369} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$ $x = 0,4215l \text{ در}$
4.		$A = \frac{1}{10}ql$ $B = \frac{2}{5}ql$	$M_x = \frac{qlx}{2} \left(\frac{1}{5} - \frac{x^2}{3l^2} \right)$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{15}$ $M_C = 0,0298ql^2$ $x = 0,447l \text{ در}$	$\max f = \frac{1}{420} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$ $x = 0,447l \text{ در}$
5.		$A = \frac{Pb^2}{l^3}(l+2a)$ $B = \frac{Pa^2}{l^3}(l+2b)$	$M_A = -P \frac{ab^2}{l^2}$ $M_B = -P \frac{a^2b}{l^2}$ $\max M = M_C = 2P \frac{a^2b^2}{l^3}$	$f_C = \frac{1}{3l^3} \cdot \frac{Pa^3b^3}{EJ}$ $\max f = \frac{2}{3(3l-2a)^2} \cdot \frac{Pa^2b^3}{EJ}$ $x = \frac{l^2}{3l-2a} \text{ در}$
6.		$A = B = \frac{P}{2}$	$M_x = \frac{P}{2} \left(x - \frac{l}{4} \right)$ $M_A = M_B = -\frac{Pl}{8}$ $\max M = M_C = \frac{Pl}{8}$	$f = \frac{1}{192} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$
7.		$A = B = P$	$M_A = M_B = -\frac{Pa}{l}(l-a)$ $\max M = \frac{Pa^2}{l}$	

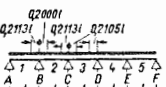
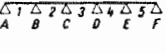
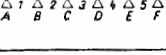
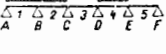
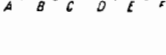
بارگذاری	واکنش تکیه گاهی	لنگر خمشی	انحراف
8.	$A = B = \frac{ql}{2}$	$M_x = -\frac{ql^2}{2} \left(\frac{1}{6} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2} \right)$ $\max M = M_A = M_B = -\frac{ql^2}{12}$ $M_C = \frac{ql^2}{24}$	$f = \frac{1}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$
9.	$A = \frac{3}{20} ql$ $B = \frac{7}{20} ql$	$M_x = -\frac{ql^2}{60} \left(2 - 9 \frac{x}{l} + 10 \frac{x^3}{l^3} \right)$ $M_A = -\frac{ql^2}{30}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{20}$ $M_C = \frac{ql^2}{46,6}$ $x = 0,548 l$ در	$\max f = \frac{1}{784} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$ $x = 0,525 l$ در
10.	$A = B = \frac{ql}{4}$	$\max M = M_A = M_B = -\frac{5}{96} ql^2$ $M_C = \frac{ql^2}{32}$ لنگر حداکثر در وسط دهانه	$f = \frac{1}{549} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$
11.	$A = B = \frac{q(l-a)}{2}$	$\max M = M_A = M_B = -\frac{q}{12} \left(l^2 - 2a^2 + \frac{a^3}{l} \right)$ $M_C = \frac{q}{24} \left(l^2 - \frac{2a^3}{l} \right)$ لنگر حداکثر در وسط دهانه	$f = \frac{q}{1920 EJ} \cdot (5l^4 - 20a^2l + 16a^4)$
12.	$A = -B = 6M \frac{ab}{l^3}$	$M_A = -M \frac{b}{l^2} (3a-l)$ $M_B = M \frac{a}{l^2} (3b-l)$	
13. اختلاف نشست 	$A = -B = -\frac{12EJ}{l^3} \Delta y$	$M_A = -M_B = \frac{6EJ}{l^2} \Delta y$	
14. اختلاف درجه حرارت 	$A = B = 0$	$M_A = M_B = -\frac{EJ}{h} \alpha_T \Delta t$ $h = \text{ارتفاع تیر}$	

بارگذاری	یکسر گیردار	دوسر گیردار
1. 	$M_B = -\frac{Pab}{2l^2} (l+a)$	$M_A = -\frac{Pab^2}{l^2} \quad M_B = -\frac{Pa^2b}{l^2}$
2. 	$M_B = -\frac{3}{16} Pl$	$M_A = M_B = -\frac{Pl}{8}$
3. 	$M_B = -\frac{3}{2} \cdot \frac{Pa}{l} (l-a)$	$M_A = M_B = -\frac{Pa}{l} (l-a)$
4. 	$M_B = -\frac{Pl}{8} \left(n - \frac{1}{n} \right)$	$M_A = M_B = -\frac{Pl}{12} \left(n - \frac{1}{n} \right)$
5. 	$M_B = -\frac{Pl}{3}$	$M_A = M_B = -\frac{2}{9} Pl$
6. 	$M_B = -\frac{15}{32} Pl$	$M_A = M_B = -\frac{5}{16} Pl$
7. 	$M_B = -\frac{3}{5} Pl$	$M_A = M_B = -\frac{2}{5} Pl$
8. 	$M_B = -\frac{Pl}{8} \left(n + \frac{1}{2n} \right)$	$M_A = M_B = -\frac{Pl}{12} \left(n + \frac{1}{2n} \right)$
9. 	$M_B = -\frac{ql^2}{8}$	$M_A = M_B = -\frac{ql^2}{12}$
10. 	$M_B = -\frac{qc^2}{8l^2} (2l^2 - c^2)$	$M_A = -\frac{qc^2}{12l^2} (6b^2 + 4bc + c^2)$ $M_B = -\frac{qc^3}{12l^2} (4b + c)$
11. 	$M_B = -\frac{7}{128} ql^2$	$M_A = -\frac{11}{192} ql^2 \quad M_B = -\frac{5}{192} ql^2$
12. 	$M_B = -\frac{qc^2}{8l^2} (l+a)^2$	$M_A = -\frac{qc^3}{12l^2} (4a + c)$ $M_B = -\frac{qc^2}{12l^2} (6a^2 + 4ac + c^2)$

بارگذاری	یک‌گیردار 	دو‌گیردار 
13. 	$M_B = -\frac{9}{128} q l^2$	$M_A = -\frac{5}{192} q l^2 \quad M_B = -\frac{11}{192} q l^2$
14. 	$M_B = -\frac{q a c}{8 l^2} \cdot [4(l^2 - a^2) - c^2]$	$M_A = -\frac{q c}{12 l^2} \cdot [(4l^2 - c^2)(2b - a) - 4(2b^2 - a^2)]$ $M_B = -\frac{q c}{12 l^2} \cdot [(4l^2 - c^2)(2a - b) - 4(2a^2 - b^2)]$
15. 	$M_B = -\frac{q c}{16 l} (3l^2 - c^2)$	$M_A = M_B = -\frac{q c}{24 l} (3l^2 - c^2)$
16. 	$M_B = -\frac{q l^2}{15}$ اگر q روی نقطه A باشد: $M_B = -\frac{7}{120} q l^2$	$M_A = -\frac{q l^2}{30} \quad M_B = -\frac{q l^2}{20}$ هنگامی که q روی A باشد می‌توان مقدار M_B و M_A را با هم عوض نمود
17. 	$M_B = -\frac{5}{64} q l^2$	$M_A = M_B = -\frac{5}{96} q l^2$
18. 	$M_B = -\frac{q}{8} \left(l^2 - 2a^2 + \frac{a^3}{l} \right)$	$M_A = M_B = -\frac{q}{12} \left(l^2 - 2a^2 + \frac{a^3}{l} \right)$
19. 	$M_B = -\frac{M}{2}$	$M_A = -M \quad M_B = 0$
20. 	$M_B = \frac{M}{2 l^2} (l^2 - 3a^2)$	$M_A = -\frac{M b}{l^2} (3a - l)$ $M_B = \frac{M a}{l^2} (3b - l)$
21. اختلاف نشست 	$M_B = -\frac{3 E J}{l^2} \Delta y$	$M_A = -M_B = \frac{6 E J}{l^2} \Delta y$
22. اختلاف درجه حرارت 	$M_B = -\frac{3 E J}{2 h} \alpha_T \Delta t$	$M_A = M_B = -\frac{E J}{h} \alpha_T \Delta t$ ارتفاع تیر h

شکل تیر	نیروهای داخلی					فاکتور
تیر یکسره دودخانه 	M_1 $\min M_B$ A $\max B$ $\min Q_{Bl}$	0,070 -0,125 0,375 1,250 -0,625	0,048 -0,078 0,172 0,650 -0,328	0,056 -0,093 0,207 0,786 -0,393	0,062 -0,106 0,244 0,911 -0,456	ql^2 ql^2 ql ql ql
	$\max M_1$ M_B $\max A$ $\min C$	0,098 -0,063 0,438 -0,063	0,065 -0,039 0,211 -0,039	0,078 -0,047 0,253 -0,047	0,085 -0,053 0,297 -0,053	ql^2 ql^2 ql ql
تیر یکسره سه دهانه 	M_1 M_2 M_B A B Q_{Bl} Q_{Br}	0,080 0,025 -0,100 0,400 1,100 -0,600 0,500	0,054 0,021 -0,063 0,188 0,563 -0,313 0,250	0,064 0,024 -0,074 0,226 0,674 -0,374 0,300	0,071 0,025 -0,085 0,265 0,785 -0,435 0,350	ql^2 ql^2 ql^2 ql ql ql ql
	$\max M_1$ M_B $\max A$	0,101 -0,050 0,450	0,068 -0,032 0,219	0,080 -0,037 0,263	0,090 -0,043 0,307	ql^2 ql^2 ql
	$\max M_2$ M_B $\min A$	0,075 -0,050 -0,050	0,052 -0,032 -0,032	0,061 -0,037 -0,037	0,067 -0,043 -0,043	ql^2 ql^2 ql
	$\min M_B$ M_C $\max B$ $\min Q_{Bl}$ $\max Q_{Br}$	-0,117 -0,033 1,200 -0,617 0,583	-0,073 -0,021 0,626 -0,323 0,303	-0,087 -0,025 0,749 -0,387 0,362	-0,099 -0,029 0,671 -0,449 0,421	ql^2 ql^2 ql ql ql
	$\max M_B$ M_C $\max Q_{Bl}$ $\min Q_{Br}$	0,017 -0,067 0,017 -0,083	0,011 -0,042 0,011 -0,053	0,013 -0,050 0,013 -0,062	0,015 -0,057 0,015 -0,071	ql^2 ql^2 ql ql

شکل تیر	تیرهای داخلی					فاکتور
تیر یکسره چهاردهانه 	M_1	0,077	0,052	0,062	0,069	$q l^2$
	M_2	0,036	0,028	0,032	0,034	$q l^2$
	M_B	-0,107	-0,067	-0,080	-0,091	$q l^2$
	M_C	-0,071	-0,045	-0,053	-0,060	$q l^2$
	A	0,393	0,183	0,220	0,259	$q l$
	B	1,143	0,590	0,707	0,822	$q l$
	C	0,929	0,455	0,546	0,638	$q l$
	Q_{B_l}	-0,607	-0,317	-0,380	-0,441	$q l$
	Q_{B_r}	0,536	0,273	0,327	0,381	$q l$
	Q_{C_l}	-0,464	-0,228	-0,273	-0,319	$q l$
	$\max M_1$	0,100	0,067	0,079	0,088	$q l^2$
	M_B	-0,054	-0,034	-0,040	-0,046	$q l^2$
	M_C	-0,036	-0,023	-0,027	-0,031	$q l^2$
	$\max A$	0,446	0,217	0,260	0,298	$q l$
	$\max M_2$	0,080	0,056	0,065	0,071	$q l^2$
	M_B	-0,054	-0,034	-0,040	-0,046	$q l^2$
	M_C	-0,036	-0,023	-0,027	-0,031	$q l^2$
	$\min A$	-0,054	-0,034	-0,040	-0,046	$q l$
	$\min M_B$	-0,121	-0,076	-0,090	-0,102	$q l^2$
	M_C	-0,018	-0,012	-0,013	-0,015	$q l^2$
	M_D	-0,058	-0,036	-0,043	-0,049	$q l^2$
	$\max B$	1,223	0,640	0,767	0,889	$q l$
	$\min Q_{B_l}$	-0,621	-0,326	-0,390	-0,452	$q l$
	$\max Q_{B_r}$	0,603	0,314	0,377	0,437	$q l$
	$\max M_B$	0,013	0,009	0,010	0,011	$q l^2$
	M_C	-0,054	-0,033	-0,040	-0,045	$q l^2$
	M_D	-0,049	-0,031	-0,037	-0,042	$q l^2$
	$\min B$	-0,080	-0,050	-0,060	-0,067	$q l$
	$\max Q_{B_l}$	0,013	0,009	0,010	0,011	$q l$
	$\min Q_{B_r}$	-0,067	-0,042	-0,050	-0,056	$q l$
	M_B	-0,036	-0,023	-0,027	-0,031	$q l^2$
	$\min M_C$	-0,107	-0,067	-0,080	-0,091	$q l^2$
	$\max C$	1,143	0,589	0,706	0,820	$q l$
	$\min Q_{C_l}$	-0,571	-0,295	-0,353	-0,410	$q l$
	M_B	-0,071	-0,045	-0,053	-0,060	$q l^2$
	$\max M_C$	0,036	0,023	0,027	0,031	$q l^2$
	$\min C$	-0,214	-0,134	-0,160	-0,182	$q l$
	$\max Q_{C_l}$	0,107	0,067	0,080	0,091	$q l$

فاکتور					نیروهای داخلی	
تیر یکسره پنج دهانه Q20001 Q21131 Q21131 Q21051 	M_1	0,078	0,053	0,062	0,069	ql^2
	M_2	0,033	0,026	0,030	0,032	ql^2
	M_3	0,046	0,034	0,040	0,043	ql^2
	M_B	-0,105	-0,066	-0,078	-0,089	ql^2
	M_C	-0,079	-0,050	-0,059	-0,067	ql^2
	A	0,395	0,185	0,222	0,261	ql
	B	1,132	0,582	0,697	0,811	ql
	C	0,974	0,484	0,581	0,673	ql
	Q_{Bl}	-0,605	-0,316	-0,378	-0,439	ql
	Q_{Br}	0,526	0,266	0,319	0,372	ql
Q_{Cl}	-0,474	-0,234	-0,201	-0,328	ql	
Q_{Cr}	0,500	0,250	0,300	0,350	ql	
	$max M_1$	0,100	0,068	0,079	0,088	ql^2
	$max M_3$	0,086	0,059	0,070	0,076	ql^2
	M_B	-0,053	-0,033	-0,040	-0,045	ql^2
	M_C	-0,039	-0,025	-0,030	-0,034	ql^2
	$max A$	0,447	0,217	0,260	0,305	ql
	$max M_2$	0,079	0,055	0,064	0,071	ql^2
	M_B	-0,053	-0,033	-0,040	-0,045	ql^2
	M_C	-0,039	-0,025	-0,030	-0,034	ql^2
	$min A$	-0,053	-0,033	-0,040	-0,045	ql^2
	$min M_B$	-0,120	-0,075	-0,089	-0,101	ql^2
	M_C	-0,022	-0,014	-0,016	-0,019	ql^2
	M_D	-0,044	-0,028	-0,033	-0,037	ql^2
	M_E	-0,051	-0,032	-0,038	-0,043	ql^2
	$max B$	1,218	0,636	0,761	0,883	ql
	$min Q_{Bl}$	-0,620	-0,325	-0,389	-0,451	ql
	$max Q_{Br}$	0,598	0,311	0,373	0,432	ql
	$max M_B$	0,014	0,009	0,011	0,012	ql^2
	M_C	-0,057	-0,036	-0,043	-0,048	ql^2
	M_D	-0,035	-0,022	-0,026	-0,030	ql^2
	M_E	-0,054	-0,034	-0,040	-0,046	ql^2
	$min B$	-0,086	-0,054	-0,065	-0,072	ql^2
	$max Q_{Bl}$	0,014	0,009	0,011	0,012	ql^2
	$min Q_{Br}$	-0,072	-0,045	-0,053	-0,060	ql^2
	M_B	-0,035	-0,022	-0,026	-0,029	ql^2
	$min M_C$	-0,111	-0,070	-0,083	-0,094	ql^2
	M_D	-0,020	-0,013	-0,015	-0,017	ql^2
	M_E	-0,057	-0,036	-0,043	-0,048	ql^2
	$max C$	1,167	0,605	0,725	0,841	ql
	$min Q_{Cl}$	-0,578	-0,298	-0,357	-0,414	ql
	$max Q_{Cr}$	0,591	0,307	0,358	0,427	ql
	M_B	-0,071	-0,044	-0,052	-0,060	ql^2
	$max M_C$	0,032	0,020	0,024	0,027	ql^2
	M_D	-0,059	-0,037	-0,044	-0,050	ql^2
	M_E	-0,048	-0,030	-0,035	-0,041	ql^2
	$min C$	-0,194	-0,121	-0,144	-0,163	ql
	$max Q_{Cl}$	0,103	0,064	0,076	0,086	ql
	$min Q_{Cr}$	-0,091	-0,057	-0,068	-0,077	ql

