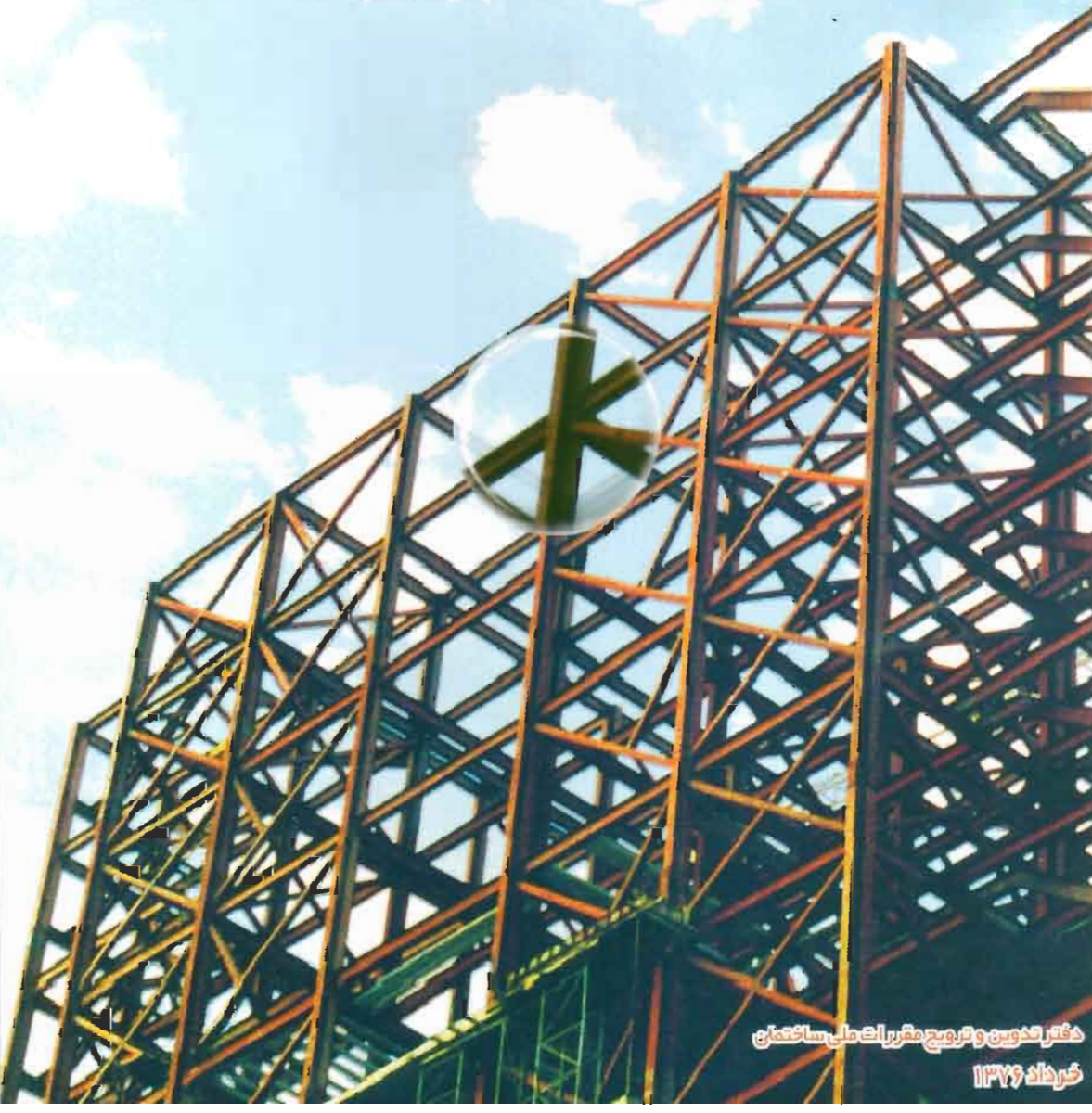


راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی



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. اتصال های 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

«پیش‌گفتار»

وزارت مسکن و شهرسازی در اجرای قانون نظام‌مهندسی و کنترل ساختمان، تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمانی ایران را بر عهده دارد. این مقررات به عنوان بخشی از مدارک فنی ساختمانی محسوب می‌شود 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 لازم‌الاجرا 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 آئین‌نامه‌ها و مشخصات فنی، استانداردها، مدارک ارشادی و توضیحی (راهنماها) و مدارک اقتناعی از این دسته‌اند.

اصولاً ضوابط مندرج در مقررات ملی ساختمان با رعایت ایجاز و اختصار تدوین می‌شود 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 بیست‌گانه مقررات ملی ساختمانی ایران، تدوین و انتشار راهنماهای مباحث مذکور و همچنین راهنماهایی در زمینه‌های 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 می‌شود.

اصولاً اسکلت فلزی، مجموعه‌ای از اعضای مفصل فولادی است که با اتصالات و جزئیات سازه‌ای به واحد یکپارچه‌ای تبدیل می‌شود. اگر یکپارچگی اصل باشد، نقش اساسی اتصالات و جزئیات بیشتر نمایان می‌شود یکی از مشکلات مهم امر ساختمان‌سازی 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 نمی‌توان متصور شد.

عمدتاً در ساختمانهای کوچک و متوسط شهری، برخی کم‌دقتی‌ها در طراحی و اجرای اتصالات و جزئیات ملاحظه می‌شود. 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

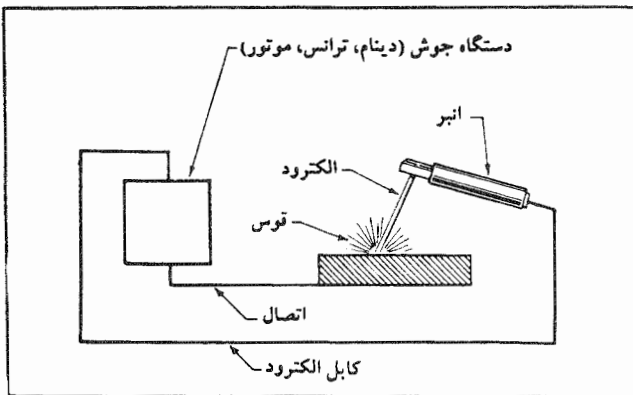
در جوشکاری با قوس الکتریک که متداولترین نوع جوشکاری در ساختمان سازی است، اتصال بین مصالح با ذوب کردن لبه های درز و سخت شدن بعدی آنها صورت می گیرد. در حین ذوب، فلز پایه و فلز جوش با یکدیگر ممزوج شده و پس از سخت شدن، اتصال قطعات تأمین می گردد.

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

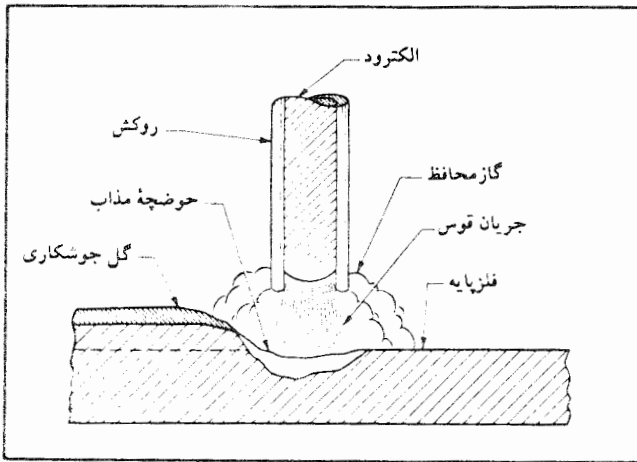
در تمام جوشکاریهای دستی مدرن امروزی، برای افزایش کیفیت جوش و جلوگیری از انجماد و زود سرد شدن حوضچه مذاب، روی الکترود روکش می شود.

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

در شکل ۱-۱ مدار جوشکاری و در شکل ۲-۱ تشکیل حوضچه مذاب در نوک الکترود 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:

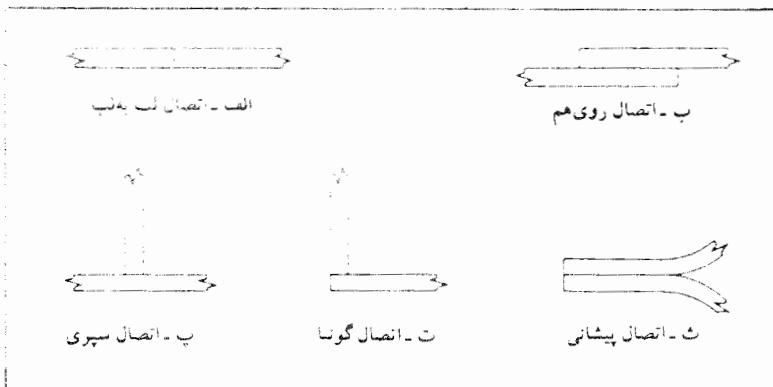
الف: اتصال لب به لب

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:

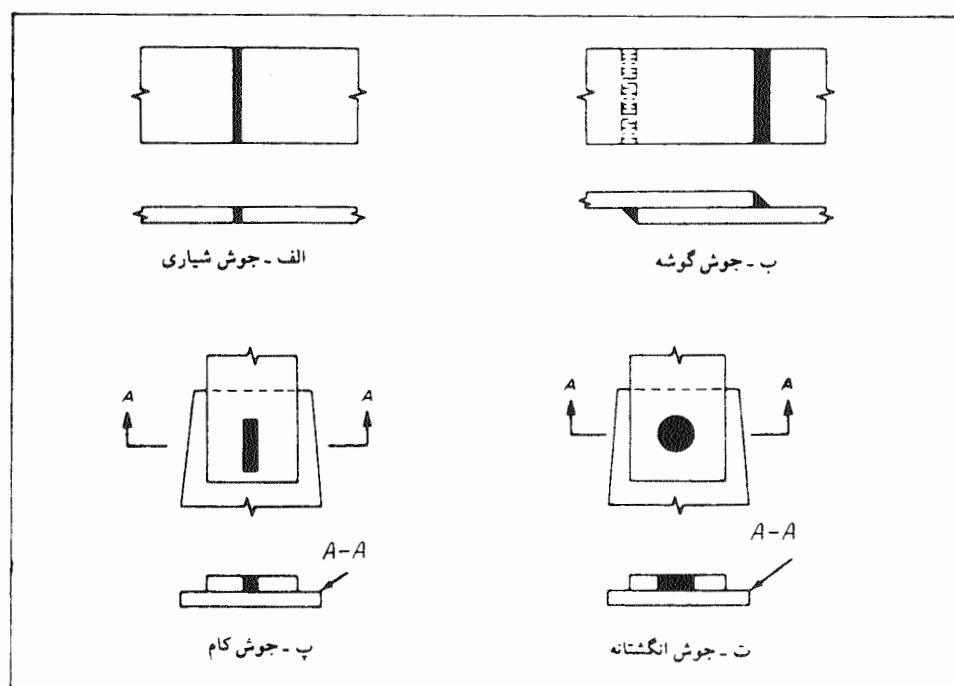
الف: جوش شیاری

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.



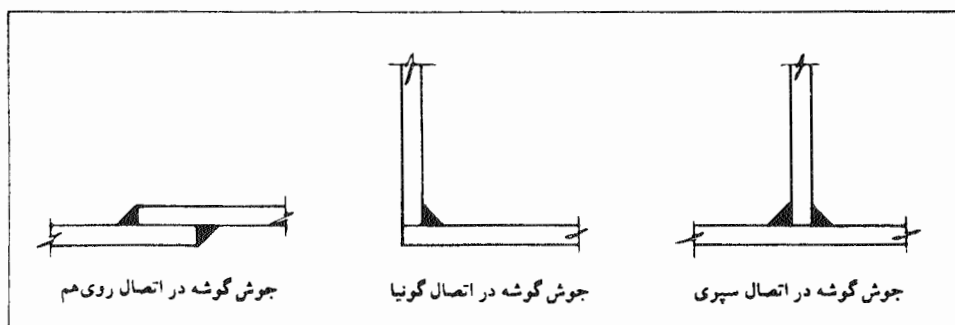
شکل ۳-۱- انواع جوش

۴-۱- جوش گوشه

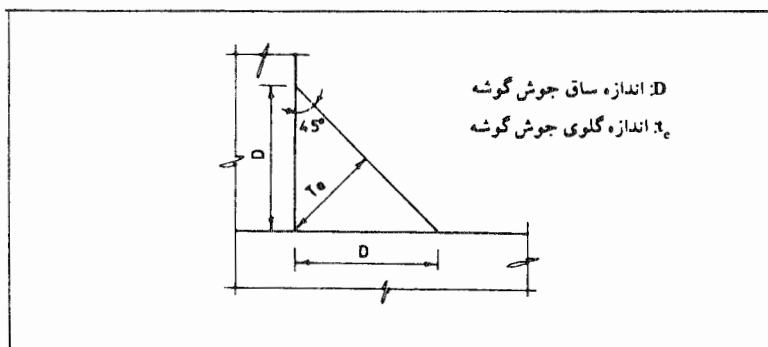
جوش گوشه متداولترین جوش در ساختمانهای فولادی است. از این جوش می‌توان در اتصال روی هم، اتصال سپری و اتصال گونیا از شکل ۳-۱ استفاده کرد که نتیجه آن در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. در شکل ۶-۱ مشخصات هندسی جوش گوشه با دو ساق مساوی نشان داده شده است. در این شکل به اختلاف بین اندازه گلو و اندازه ساق توجه داشته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

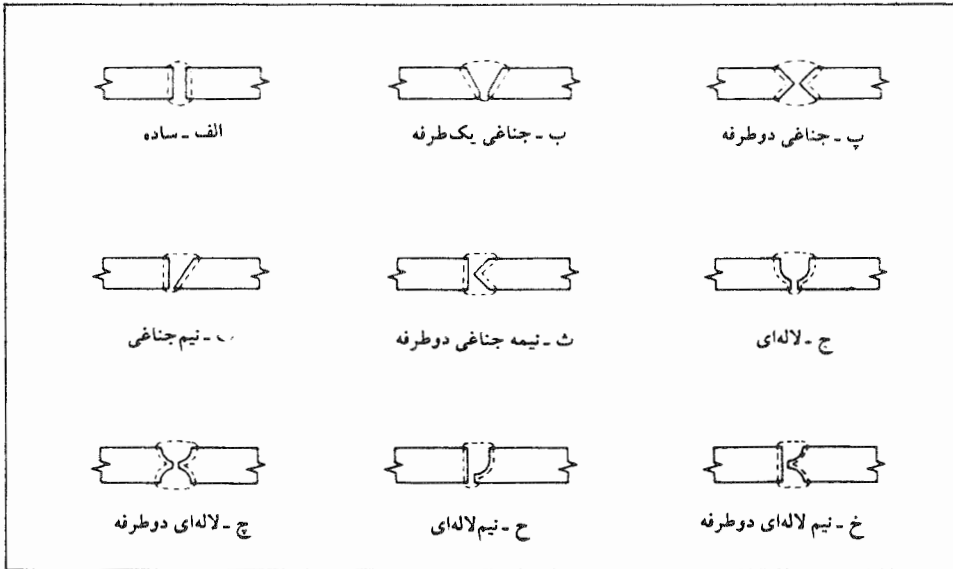
جوش گوشه معروف است. با توجه به تناسب هندسی بین x و D ارزش جوش گوشه را می‌توان با تقریب مساوی $0.65D$ در نظر گرفت که در آن D اندازه ساق جوش است. در محاسبات ظرفیت تمام جوشهای گوشه این دستنامه، از مقادیر فوق استفاده گردیده است. (فرضیات و روش محاسبه در بخش ۱-۸ آمده است).

۵-۱- انواع جوش شیاری

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

۶-۱- علائم جوشکاری

قبل از اینکه یک درز یا اتصال جوش شود، طراح باید قادر باشد به‌طریقی دستورات خود در مورد اندازه و نوع جوش لازم را به‌نقشه‌کش و یا سازنده اتصال ارائه نماید. انواع اصلی جوش و بعضی انواع فرعی در بخش‌های قبل مورد بحث قرار گرفت. اگر برای ساخت هر اتصال جدیدی، به دستورالعمل‌های اختصاصی و مشروحاتی احتیاج بود، کار طراح در تهیه دستور ساخت یک اتصال، بسیار مشکل می‌شد.



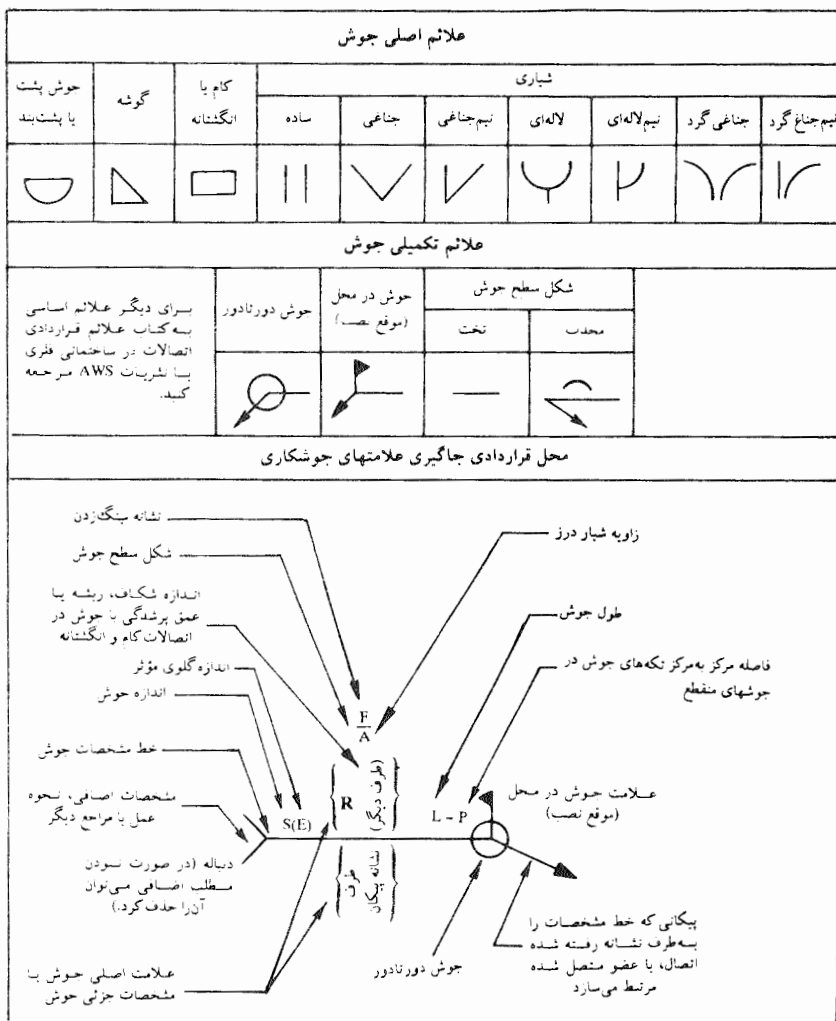
شکل ۱-۷

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.

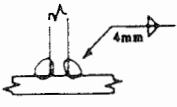
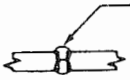
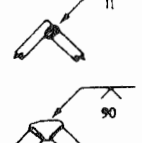
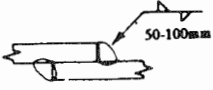
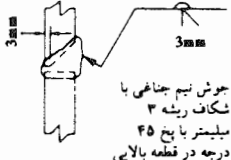
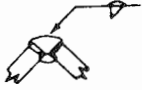
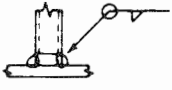
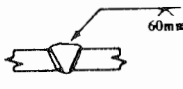
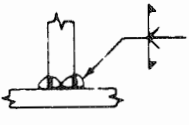
در این مورد خاص بهتر است که جوش گوشه در کارخانه یا روی زمین انجام شود. چرا که ممکن است در غیر این صورت جوش انگشتانه در حین عملیات نصب تحت تنشهای اضافی قرار گیرد. عموماً به دلیل ملاحظات اقتصادی سازنده سعی می کند تا آنجایی که امکان دارد جوشها را در روی زمین انجام دهد. بنابر این مشخص ساختن جوشهایی که طراح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



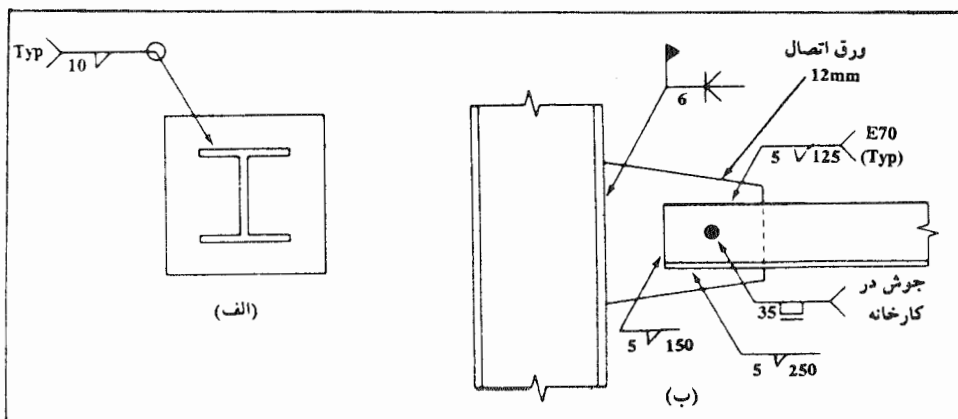
تذکر:

- 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.

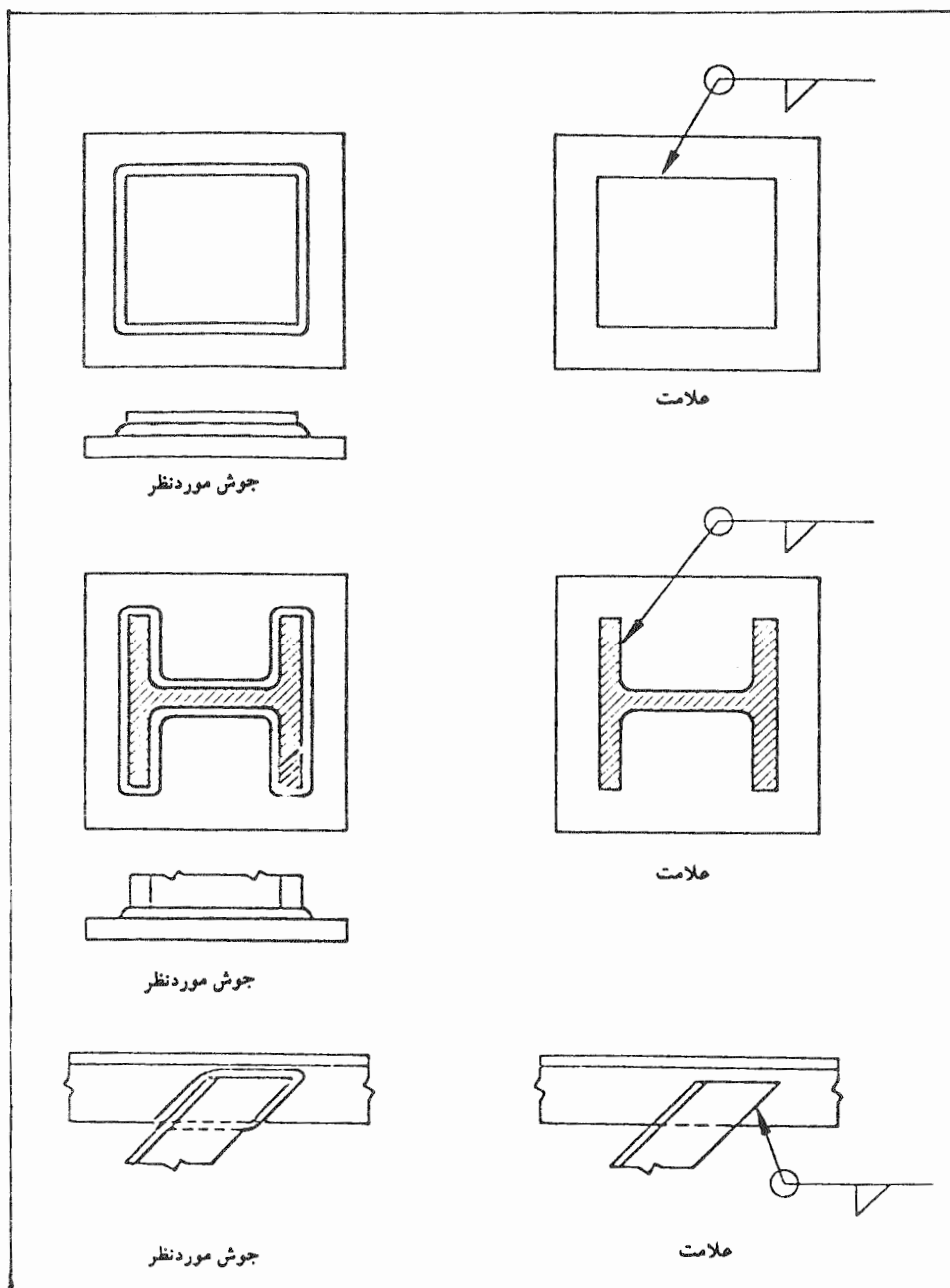
شکل ۸-۱ = پیکان جوش

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
 نشان‌دهنده این است که جوشها یکس درمیان بوده تکه‌های جوش ۵ سانتی‌متری هستند و به فاصله مسرکز به مرکز ۱۰ سانتی‌متری 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

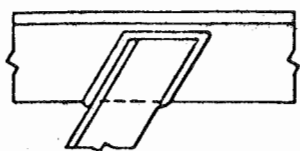
شکل ۹-۱



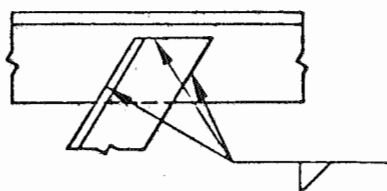
شکل ۱۰-۱



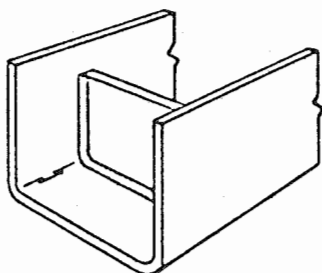
شکل ۱۱-۱. مثالهایی از شکل جوش اصلی و نمایش آن به کمک علامت



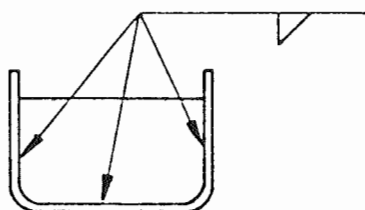
جوش موردنظر



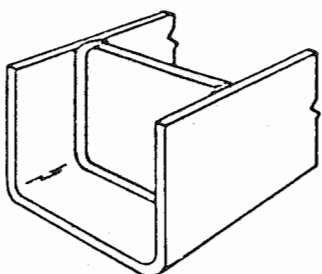
علامت



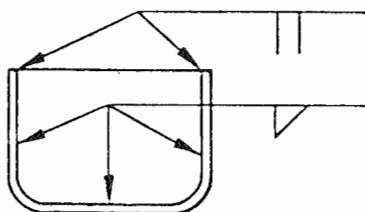
جوش موردنظر



علامت

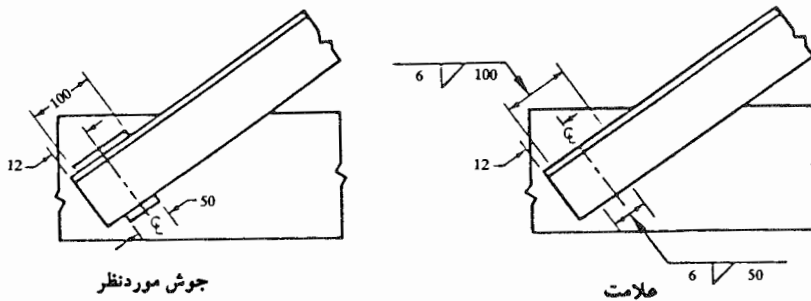
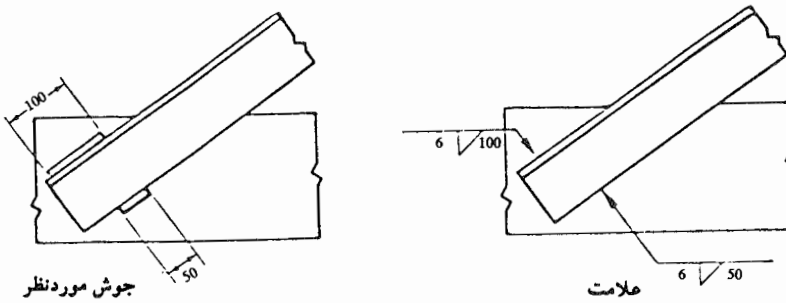
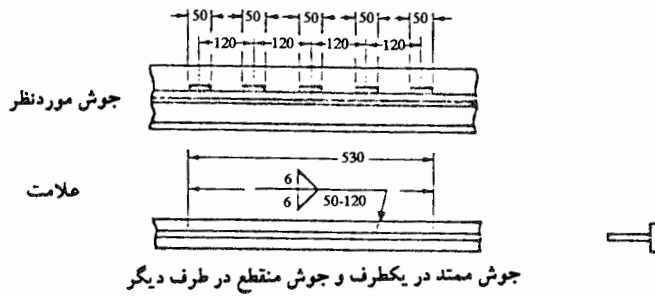
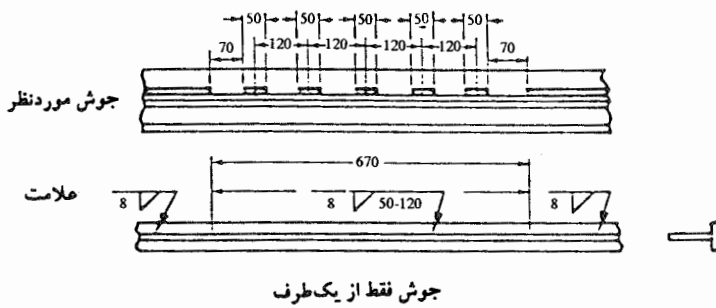


جوش موردنظر



علامت

شکل ۱-۱۱- دنباله



شکل ۱۱-۱-۱۱-۱

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

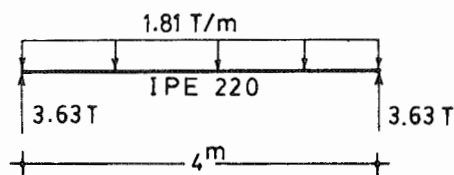
در این فصل واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای ساده برای دهانه‌های مختلف که تحت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی مجاز آنها قرار دارند، ارائه می‌شود. جداول برای نیمرخهای IPE، INP، CIPE (IPE لانه زنبوری)، UNP، 2IPE، 2INP، 2CIPE و 2UNP تنظیم شده‌اند. در هر چشمه جدول ۲ عدد وجود دارد که عدد فوقانی نشان‌دهنده واکنش 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)													
	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	2.30 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)	دمايه (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 $(F_b=1440\text{kg/cm}^2)$ UNP

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	5.83 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 9.24	25.88 7.96	24.03 6.86	

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

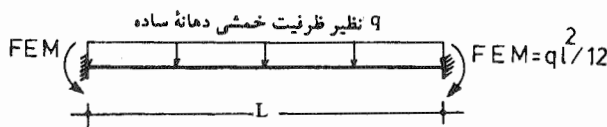
در این فصل واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای دوسرگیردار در دو حالت مختلف تعیین می‌شود:

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.



مثال ۱-۳:

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

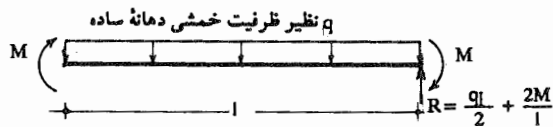
حل:

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 هم جهت انتهایی به اندازه ظرفیت خمشی مجاز قرار دارند، ارائه می شود (شکل ۲-۳). جداول برای نیمرخهای IPE، INP، CIPE (IPE) لانه زنبوری، UNP، 2IPE، 2INP، 2CIPE و 2UNP تنظیم شده اند. در هر چشمه جدول ۲ عدد وجود دارد که عدد فوقانی نشان دهنده واکنش تکیه گاهی و عدد پایینی نشان دهنده 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.



$$M = 0.6 F_y S$$

$$S = \text{اساس مقطع تیر}$$

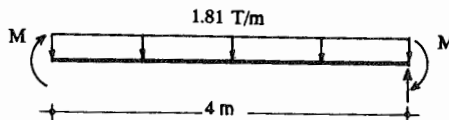
شکل ۲-۳

مثال ۲

حداکثر نیروی برشی نظیر ظرفیت خمشی نیمرخ IPE220 را در دهانه ۴ متر که تحت دو لنگر هم جهت 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 تکیه گاهی و عدد ۱/۸۱ تن بر متر به عنوان شدت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی مجاز در دهانه ساده قرائت می شود (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	11.25 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 28.0	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 دوسرگیردار، 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	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)	دمانه (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.														
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	47.99 22.54	41.86 18.60	37.67 15.07	34.25 12.45	31.39 10.46	28.96 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	63.97 31.54	58.06 24.92	50.46 20.18	45.87 16.68	42.05 14.02	38.81 11.94

جدول ۳-۷- 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 ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

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
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)													
	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 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 $2C_{IPE}$ ($F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$)

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.											
2C _{IPE} 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	
2C _{IPE} 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
2C _{IPE} 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
2C _{IPE} 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
2C _{IPE} 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
2C _{IPE} 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
2C _{IPE} 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
2C _{IPE} 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 نبشی های جان

۴-۱- 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 ۴-۱). 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:

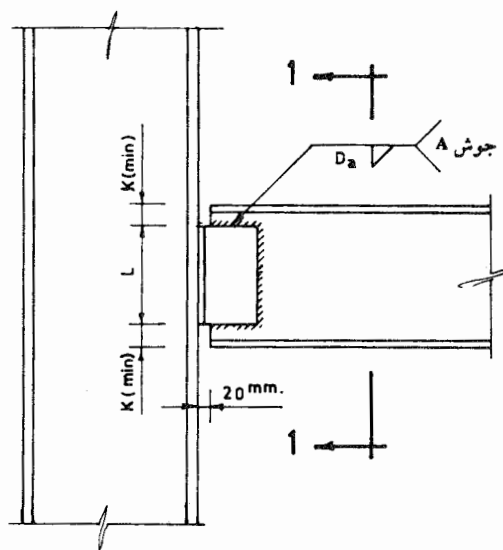
با توجه به جدول ۴-۵، برای نبشی $10 \times 100 \times 10$ میلیمتر، با طول ۲۱ سانتیمتر، ظرفیت مجاز جوش A با اندازه ساق ۴ میلیمتر مساوی ۹/۳۷ تن و ظرفیت مجاز جوش B با اندازه ساق ۸ میلیمتر مساوی ۸/۵۱ تن به دست می‌آید که ظرفیت مجاز این نبشی مساوی ۸/۵۱ تن خواهد بود. حداقل ضخامت جان تیر نیز باید ۵/۴۲ میلیمتر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

۴-۲- طراحی اتصال

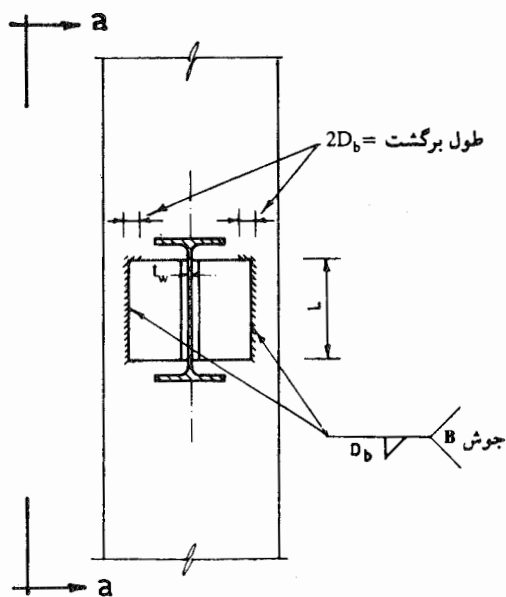
با ترکیب جداول فصل دوم و این فصل می‌توان اقدام به طراحی اتصال تیرهای ساده نمود. روش کار در مثال زیر شرح داده می‌شود.

مثال ۲:

فرض کنید که بخواهیم اتصال تیر IPE180 را در دهانه ۴ متر طراحی کنیم. با استفاده از جدول ۲-۱ 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 ۱-۴. 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 ۲-۴. 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)	Db (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)	Db (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 $L80 \times 80 \times 8$ 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).

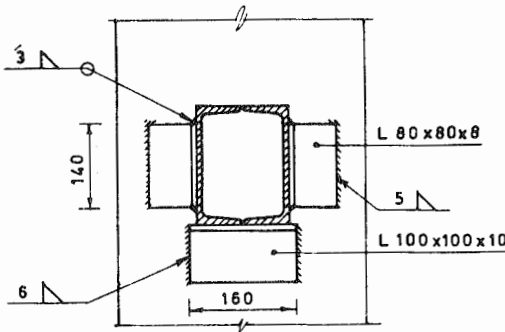
در این بخش مشخصات اتصال تیرهای زوج IPE، CIPE و UNP به ترتیب در جداول ۵-۴، ۵-۵ و ۵-۶ آورده شده است. لازم به یادآوری است که این اتصالات نیز برای واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر به ازاء $\frac{l}{h} = 15$ طرح شده است. مقدار مزبور در ستون دوم جداول آورده شده است.

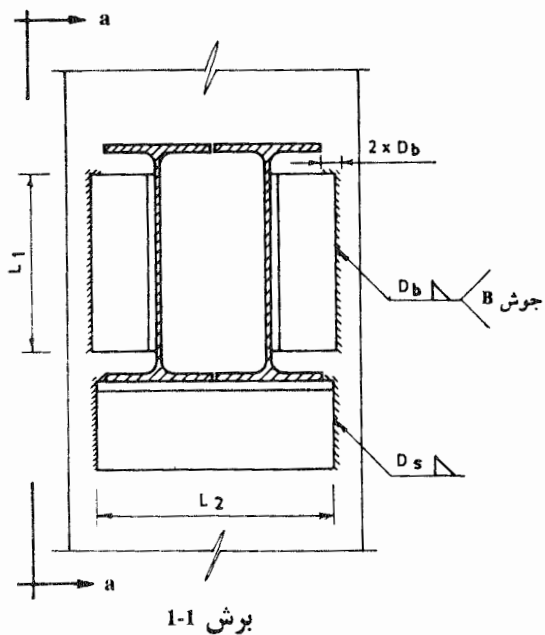
مثال ۲:

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

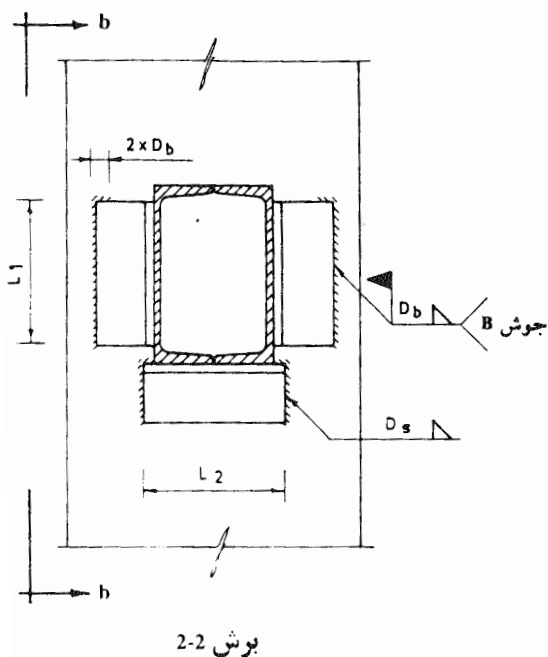
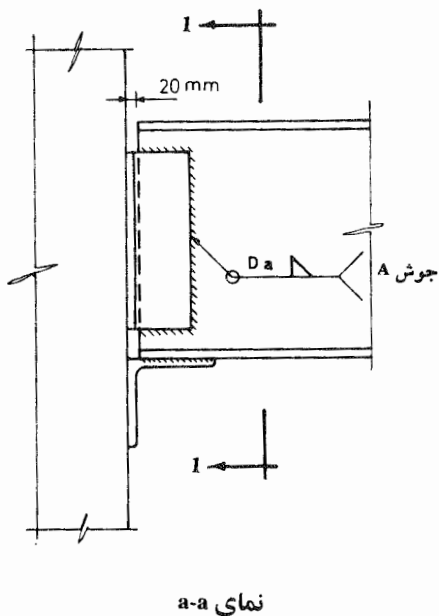
حل:

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

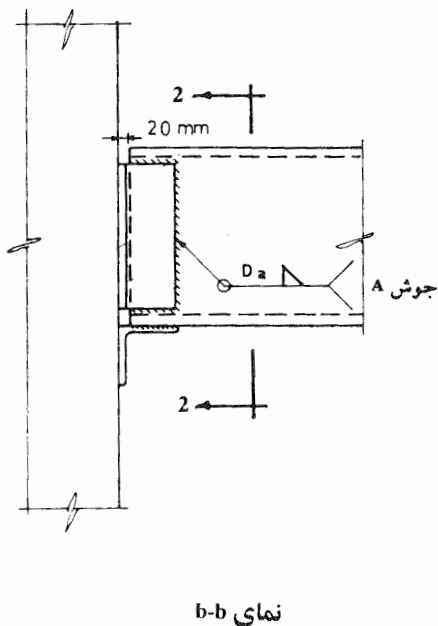




الف - اتصال IPE و CIPE



ب - اتصال UNP



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

نبرخ	واکنش تکیه گاه 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_g (mm)	D_b (mm)			D_g (mm)	D_b (mm)
2IPE 100	2.63	50×50×5	70	3	5	80×80×8	130	4	4
2IPE 120	3.39	50×50×5	85	3	5	80×80×8	150	4	4
2IPE 140	4.24	60×60×6	100	3	5	100×100×10	160	5	5
2IPE 160	5.23	60×60×6	110	3	5	100×100×10	180	5	5
2IPE 180	6.23	80×80×8	130	3	5	100×100×10	200	6	6
2IPE 200	7.45	80×80×8	150	3	6	100×100×10	220	6	6
2IPE 220	8.80	80×80×8	160	3	6	120×120×12	240	6	6
2IPE 240	10.37	100×100×10	180	4	7	120×120×12	260	6	6
2IPE 270	12.20	100×100×10	200	4	7	120×120×12	290	7	7
2IPE 300	14.26	100×100×10	230	4	7	120×120×12	320	7	7

کنترل اندازه جوش حداقل براساس بخش ۱-۹ (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 (Iz15h)

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 ۸-۹ (جدول ۸-۱) این راهنما لازم است.

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

نیمخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی (ton) تیر	نبشی های جان				نبشی نشیمن		
		شماره نبشی (mm)	طول نبشی L_1 (mm)	نبشی جوش		شماره نبشی (mm)	طول نبشی L_2 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)
				D_1 (mm)	D_2 (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

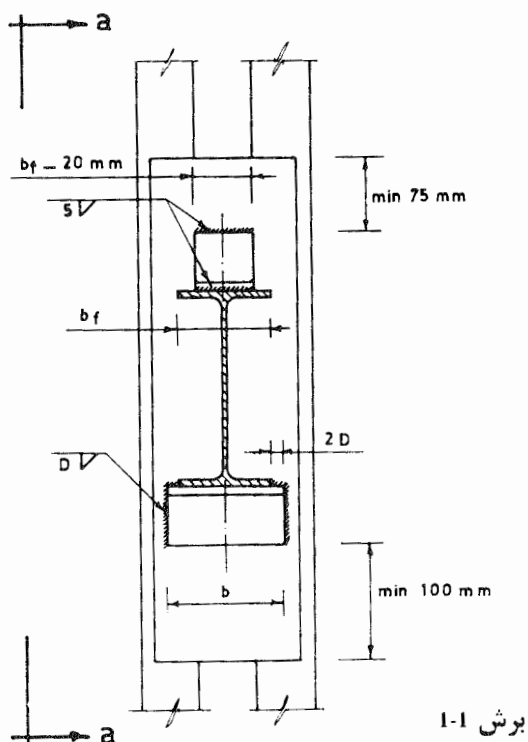
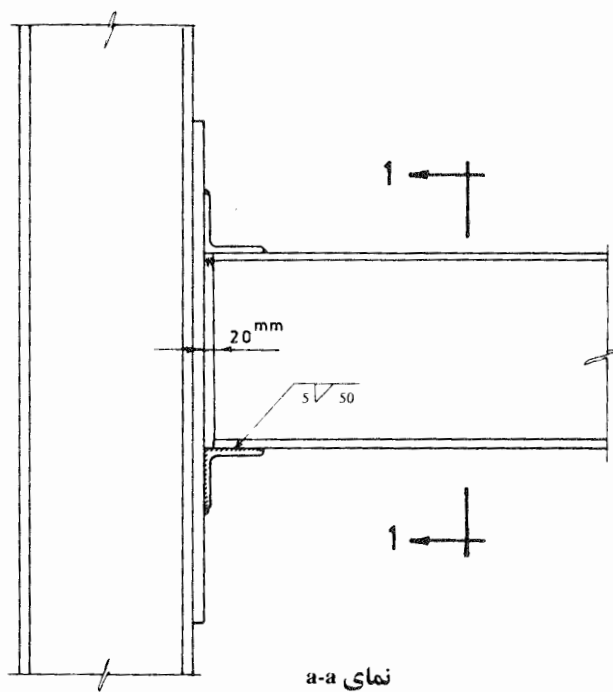
در شکل ۱-۶ جزئیات تیپ اتصال ساده تیر تک به ستون توسط نبشی نشیمن نشان داده شده است. بر حسب نیروی برشی حداکثر نظیر مقاومت خمشی دهانه ساده (با $\frac{l}{h} > 15$) طول نبشی b ، اندازه ساق جوش D و شماره نبشی برای نیمرخهای IPE، CIPE و UNP در جداول ۱-۶ الی ۱-۳۶ ارائه شده است.

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 $CIPE (l \geq 15h)$

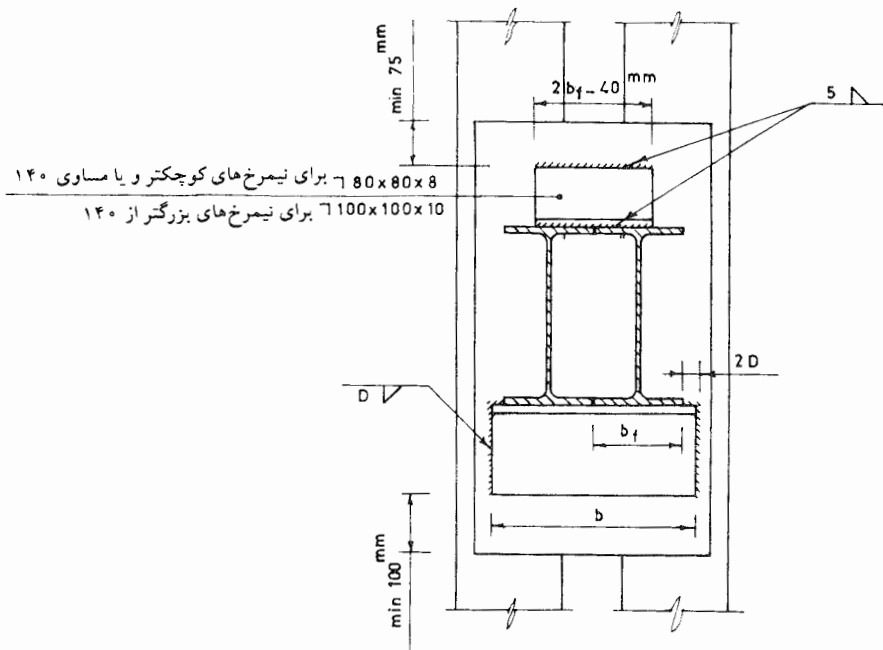
شماره نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	شماره نشیمن (mm)	طول نشیمن b(mm)	اندازه جوش D(mm)
CIPE 140	3.29	100×100×10	100	5
CIPE 160	4.06	100×100×10	100	5
CIPE 180	4.84	100×100×10	120	5
CIPE 200	5.78	100×100×10	140	7
CIPE 220	6.84	120×120×12	160	7
CIPE 240	8.05	120×120×12	160	7
CIPE 270	9.46	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، 2UNP و 2CIPE ارائه شده است.



شکل ۲-۶- نشیمن 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

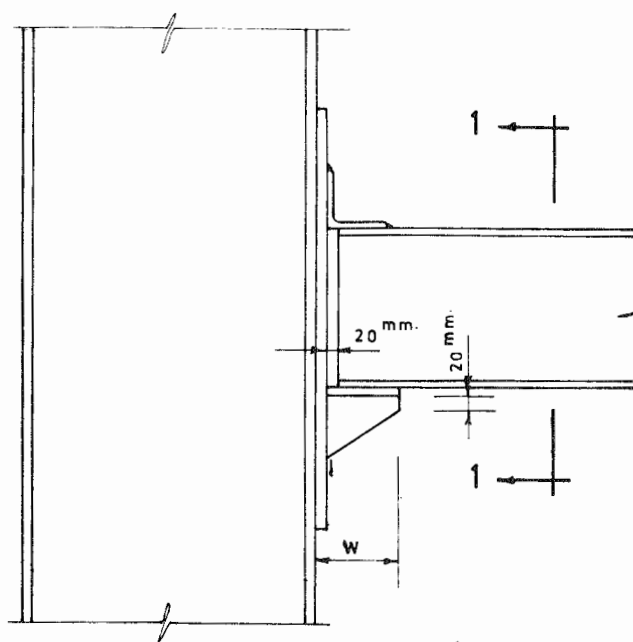
۶-۳- اتصال ساده تیرهای زوج با نشیمن تقویت‌شده

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.

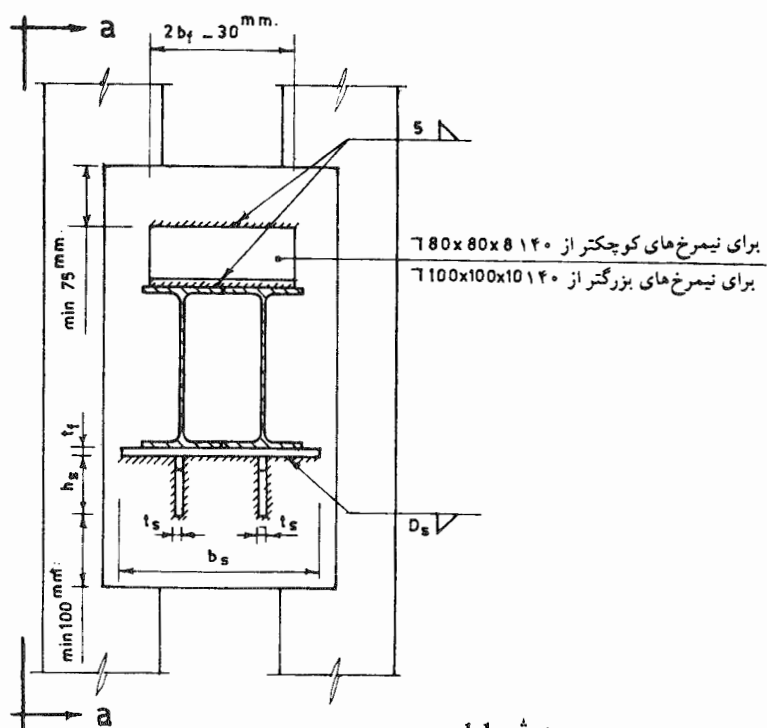
با این‌که این اتصالات برای نیمرخ‌های تک هم قبل استفاده است ولی نیمرخ‌های زوج به‌دلیل عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی بالاترشان نیاز بیشتری به تکیه‌گاههای تقویت شده دارند.

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



شکل ۳-۶. جزئیات نشیمن سخت‌شده برای تیرهای زوج

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

نمبرخ	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- مشخصات نشیمن سخت‌شده در اتصال سادهٔ نبیره‌های زوج 2C1PE (≥15h)

نبیره	واکنش تکیه‌گاهی نظیر ظرفیت خمش تیر (ton)	ضخامت سخت‌کننده‌ها t_s (mm)	ضخامت ورق نشیمن t_f (mm)	عرض نشیمن سخت‌شده w (mm)	طول نشیمن سخت‌شده b_s (mm)	ارتفاع نشیمن سخت‌شده 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 ۹-۱. مشخصات نشیمن سخت شده در اتصال ساده تیرهای زوج $2UNP (I \geq 15h)$

نمبرخ	واکنش تکیه گاهی تغیر 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 $b_h (mm)$	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

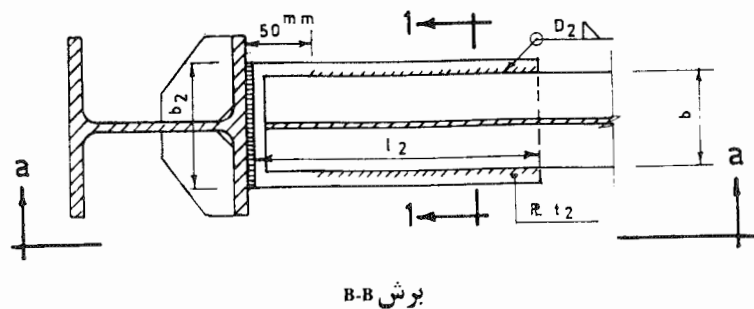
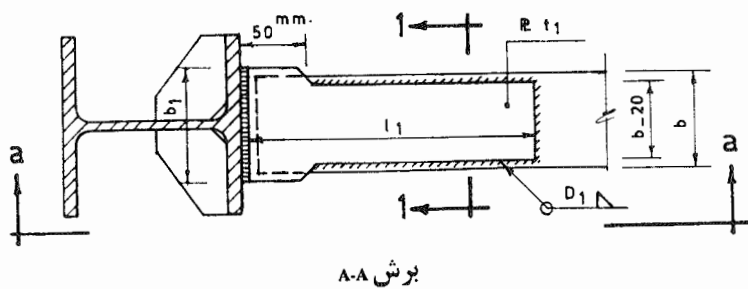
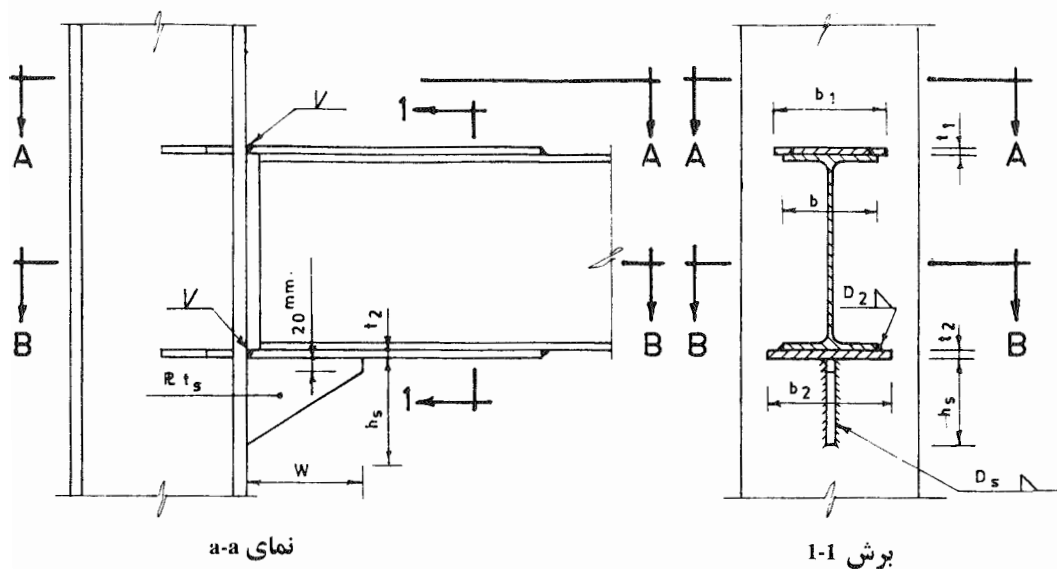
فصل ۷

اتصال گیردار تیر به ستون (تیرهای تک)

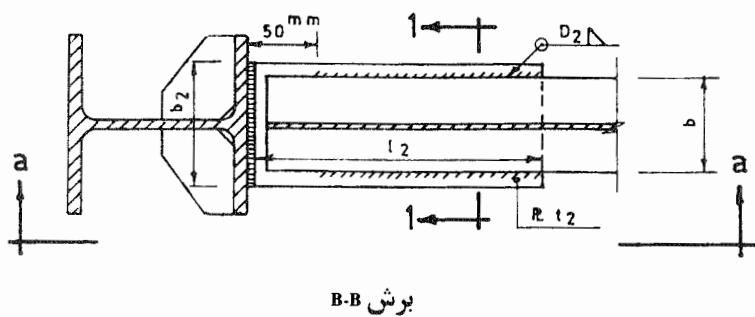
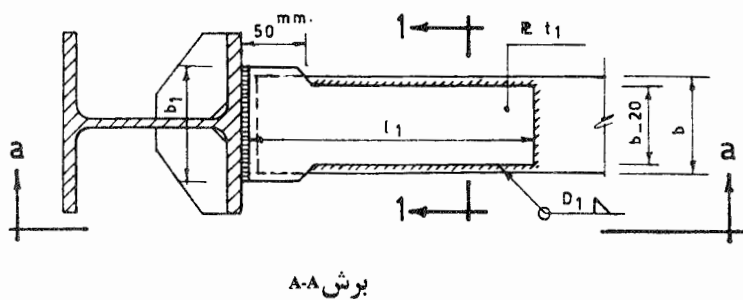
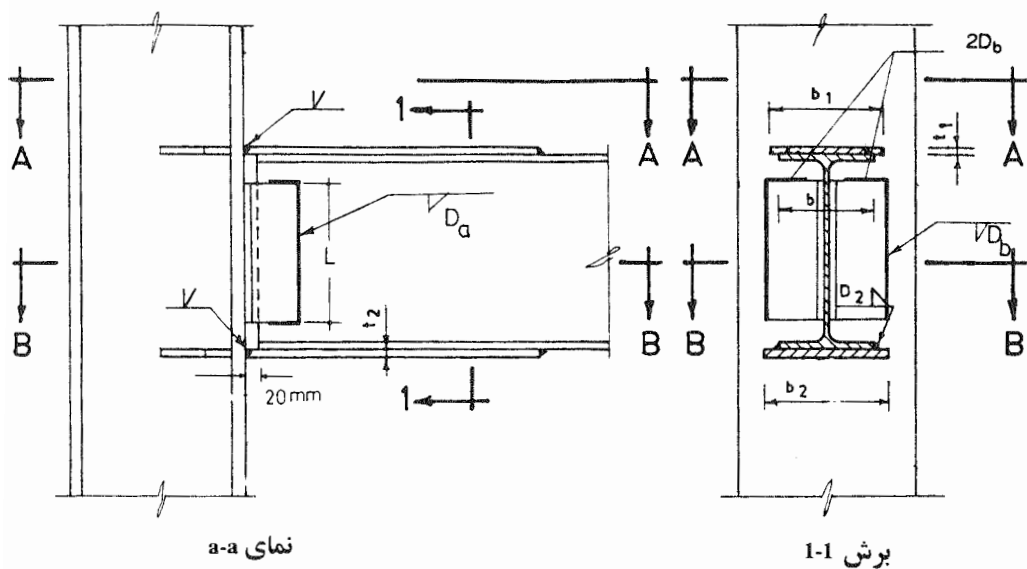
در این فصل اتصال گیردار نیمرخهای تک IPE و CIPE (IPE لانه زنبوری) مورد توجه قرار گرفته است. در شکل ۱-۷ شکل کلی اتصال و در جداول ۱-۷ و ۲-۷ مشخصات هندسی ورقهای فوقانی و تحتانی و جوشهای مربوط به ترتیب برای نیمرخهای IPE و CIPE ارائه شده است. برای انتقال برش دو جزییات نشیمن سخت شده و نبشی جان در نظر گرفته 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.

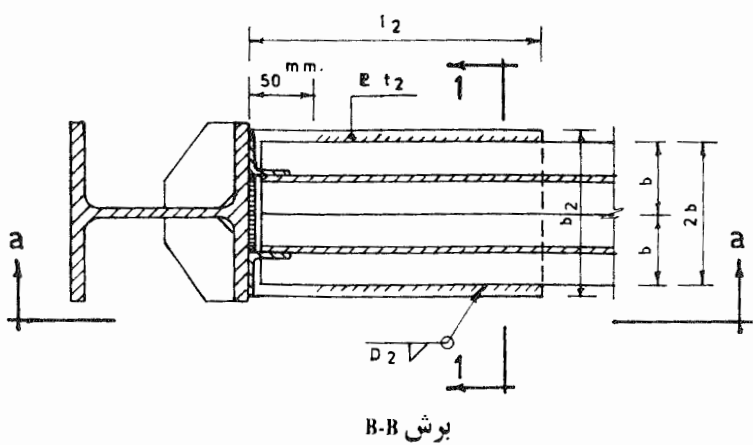
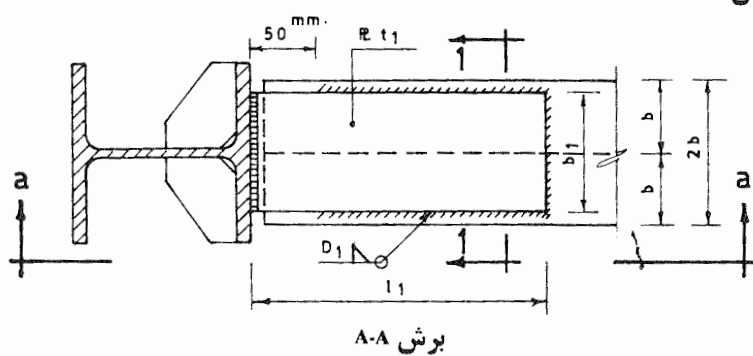
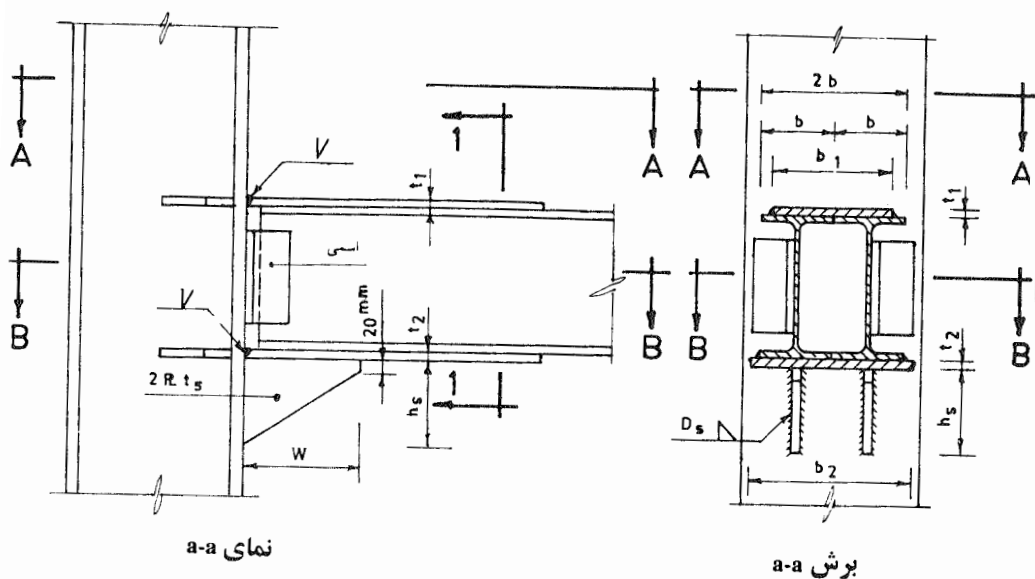
کنترل لزوم وجود سخت کننده در اتصالات گیردار یکی از موارد مهم است، اما چون برای کنترل آن مشخصات ستون هم وارد می شوند، کنترل آن را به عهده کاربر نهاده ایم.

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 $2UNP$ ($l \geq 15h$)

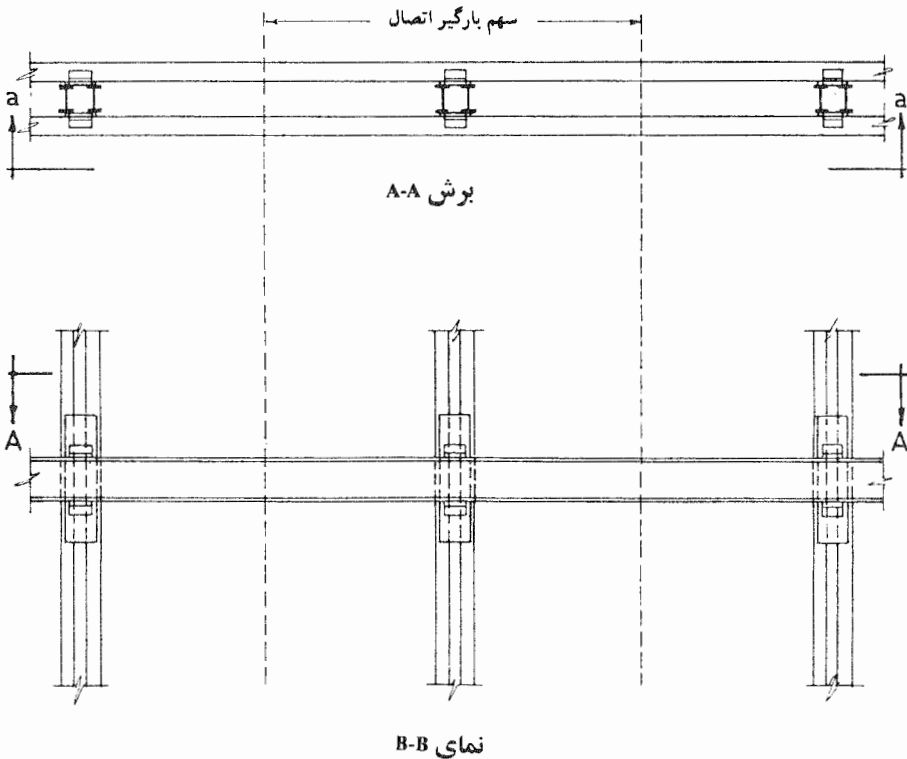
اندازه جوش	ارتفاع سخت کننده h_s (mm)	عرض نشیمن سخت شده w (mm)	ضخامت سخت کننده t_s (mm)	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	نیمرخ
6	70	80	8	4.75	2UNP 100
7	70	80	10	5.83	2UNP 120
6	80	80	8		
7	90	100	10	7.11	2UNP 140
7	100	100	10	8.35	2UNP 160
7	110	100	10	9.60	2UNP 180
7	120	100	10	11.00	2UNP 200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

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 یکسرگی در تیر است که باعث کاهش اساس مقطع لازم و هم چنین تغییر شکل و لرزش تیر می شود.

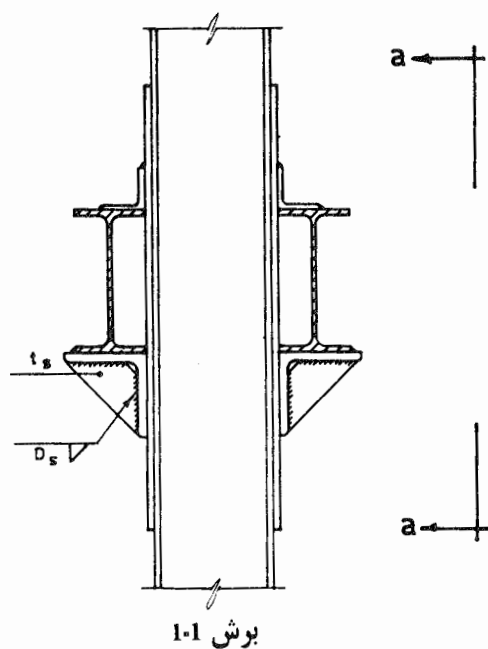
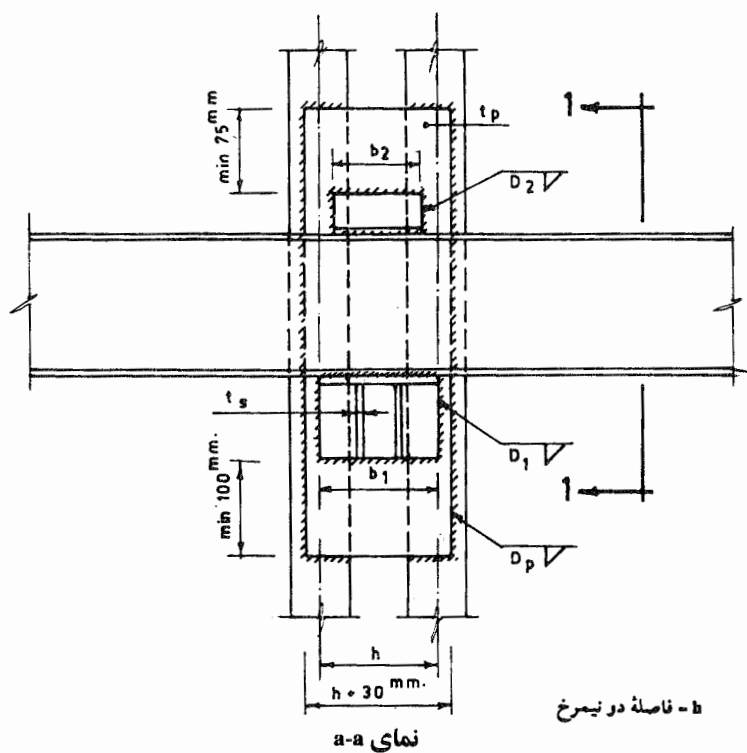


۹-۲- واکنش تکیه گاهی

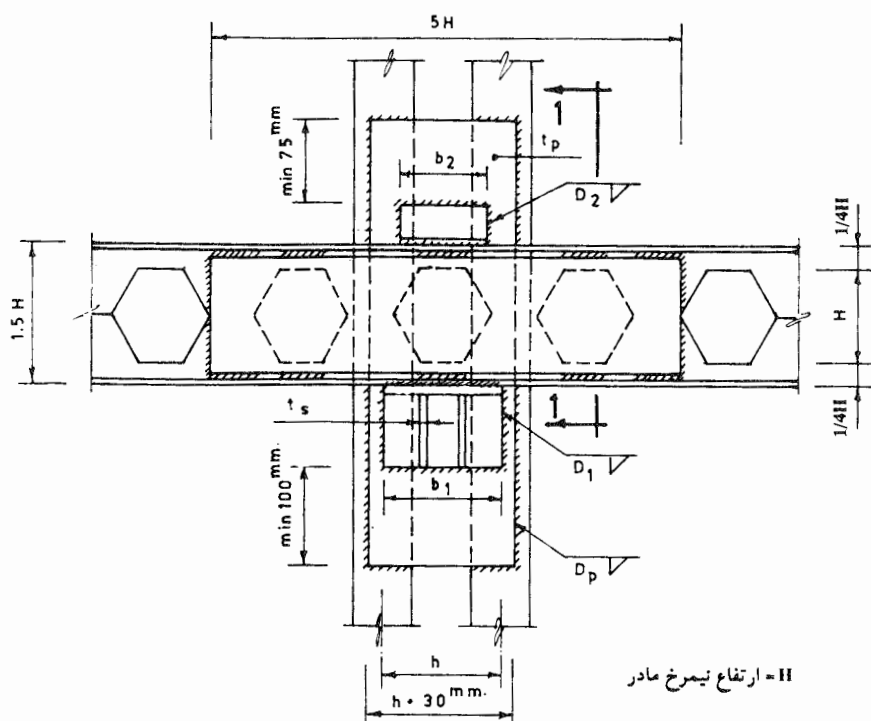
همان طور که شکل ۹-۱ نشان می دهد، نبشی نشیمن در اتصال خورجینی از هر دو دهانه مجاور سهم می گیرد، در نتیجه مقدار واکنش تکیه گاهی هر تیر دوبرابر واکنش مندرج در جداول فصل دوم می باشد. به عنوان مثال اگر مقدار متوسط دو دهانه مجاور برای یک نیمرخ IPE220 مساوی ۴ متر باشد، با استفاده از جدول ۲-۱ فصل دوم مقدار واکنش 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

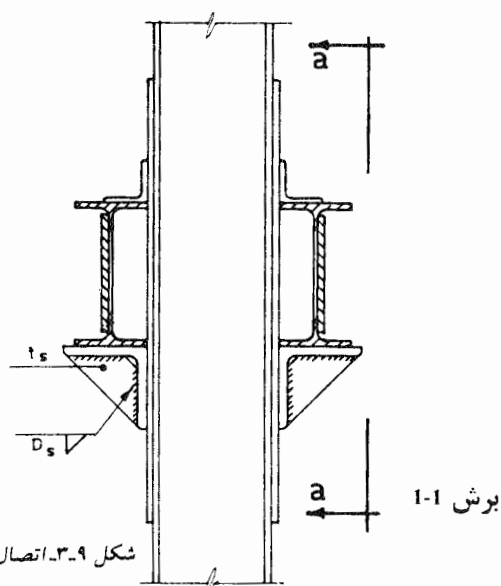
شکل ۹-۲ نشان دهنده یک اتصال تیپ خورجینی می باشد. قابل ذکر است که در اتصال خورجینی به علت بزرگ بودن واکنش تکیه گاهی، در اغلب اوقات وجود سخت کننده در نبشی تحتانی الزامی است. لذا در جداول تنظیمی دو عرض b برای نبشی ارائه شده است. یکی برای حالت بدون سخت کننده و دیگری با وجود سخت کننده. در هنگام طراحی هر یک 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.



شکل ۹-۲. اتصال خورجینی برای نیمرخ های IPE



نمای a-a



شکل ۹-۳. اتصال خورجینی برای نیمرخهای CIPE

جدول ۱-۹. اتصال خورجینی نبیرخهای IPE 15h/IPE

نمبرخ	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 _f (mm)	D _f (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 $CIPE (I \geq 15b)$

نیمخ	واکنش تکیه گاهی (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 سخت کننده
CIPE 180	9.69	120×120×12	140	6	60×60×6	120	4	6	3	8	4	با سخت کننده
		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 سخت کننده
CIPE 220	13.68	120×120×12	170	10	80×80×8	160	6	8	4	10	5	با سخت کننده
CIPE 240	16.10	150×150×15	180	9	100×100×10	180	6	10	5	12	5	با سخت کننده
CIPE 270	18.92	150×150×15	400	10	120×120×12	180	8	10	5	12	6	با سخت کننده
CIPE 300	22.07	150×150×15	400	14	120×120×12	200	8	10	5	12	6	با سخت کننده

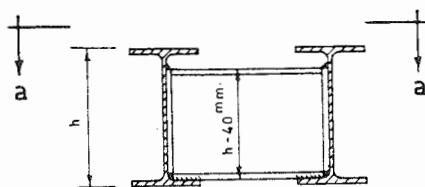
جدول ۳-۹. اتصال خورجینی نیروهای $UNP (t \geq 15h)$

نمبرخ	واکنش تکیه گاهی (ton)	بنی تحتانی			بنی فوقانی			دورق سخت کننده		دورق اتصال به ستون		
		شمار فینش (mm)	b ₁ (mm)	D ₁ (mm)	شمار فینش (mm)	b ₂ (mm)	D ₂ (mm)	b ₃ (mm)	D ₃ (mm)	t _p (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	190	4	60×60×6	120	4	-	-	8	4	-
		120×120×12	120	4	60×60×6	120	4	-	-	8	4	-
UNP 180	6.40	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
UNP 200	7.34	120×120×12	140	6	70×70×7	140	6	8	4	10	5	با سخت کننده
UNP 220	9.00	120×120×12	160	6	70×70×7	160	6	8	4	12	5	با سخت کننده
UNP 240	9.80	120×120×12	180	6	80×80×8	160	6	10	5	12	5	با سخت کننده
UNP 260	10.68	120×120×12	180	8	80×80×8	160	6	10	5	12	6	با سخت کننده
UNP 280	12.20	120×120×12	180	8	80×80×8	160	8	10	5	12	6	با سخت کننده
UNP 300	13.70	120×120×12	180	10	80×80×8	160	8	10	5	12	6	با سخت کننده

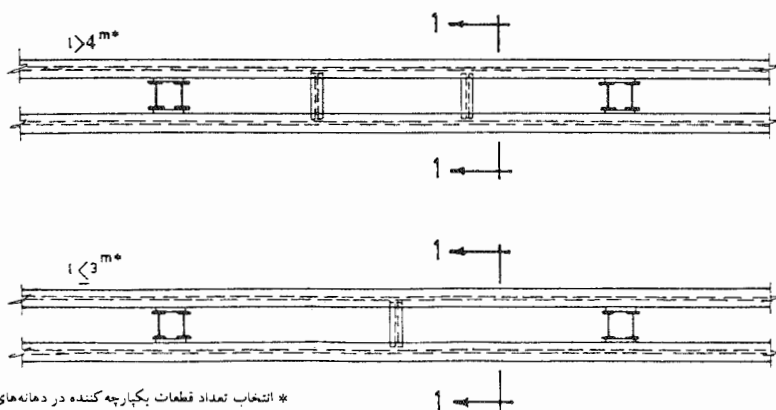
فصل ۱۰

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.

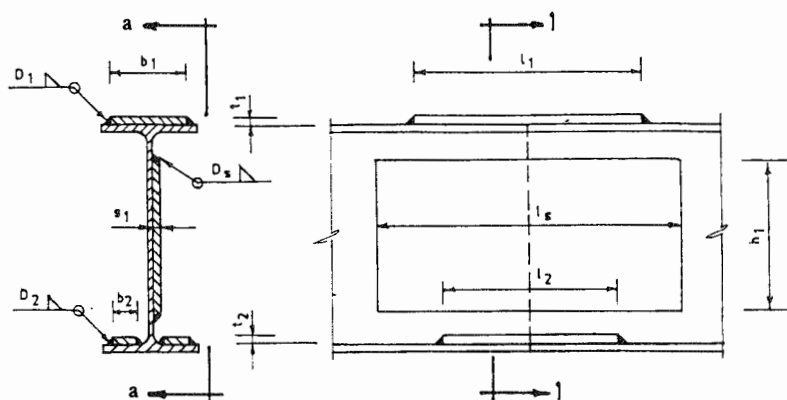
نمای a-a

شکل ۱-۱۰

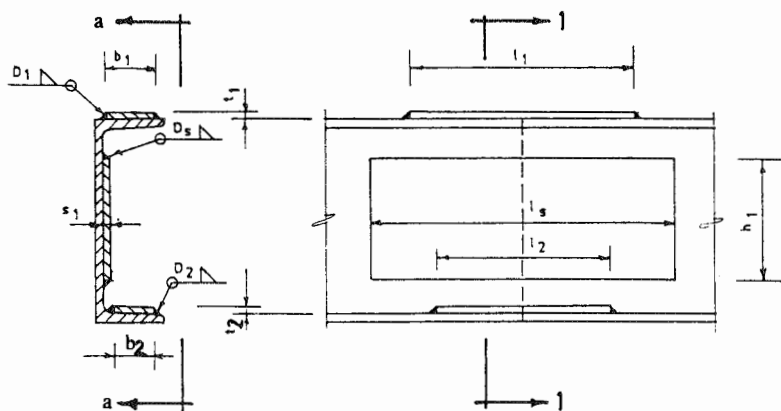
فصل ۱۱

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)	پهنای 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)	ضخامت s_1 (mm)	پهنای h_1 (mm)	طول l_3 (mm)	اندازه جوش D_3 (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

نمبر	ورق فوقانی				ورق تحتانی				ورق جسان			
	ضخامت t_1 (mm)	پہنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازہ جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پہنا b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازہ جوش D_2 (mm)	ضخامت s_1 (mm)	پہنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازہ جوش D_3 (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

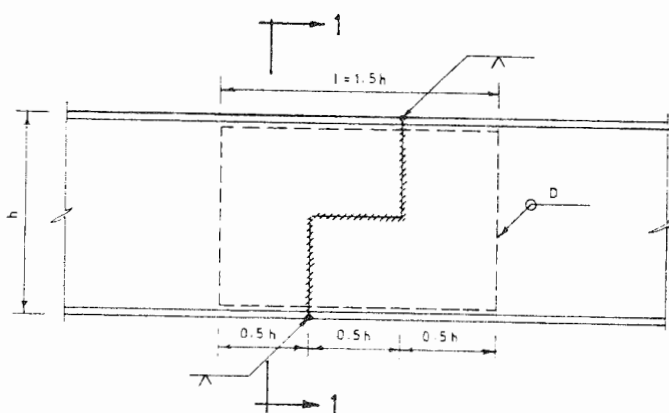
نیمیخ	ورق فوسفاتی				ورق تحتسانی				ورق جسان			
	ضخامت t_1 (mm)	پهنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)	ضخامت t_2 (mm)	پهنا b_2 (mm)	طول l_2 (mm)	اندازه جوش D_2 (mm)	ضخامت s_1 (mm)	پهنا b_1 (mm)	طول l_1 (mm)	اندازه جوش D_1 (mm)
UNP 100	16	30	100	8	14	30	100	8	12	45	100	6
UNP 120	16	35	120	8	14	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

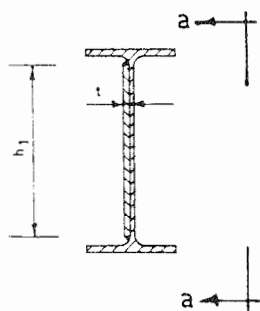
وصله مستقیم تیرها

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 ۱-۱



برش ۱-۱

شکل ۱-۱۲

جدول ۱-۱۲- مشخصات وصله مستقیم تیرهای IPE

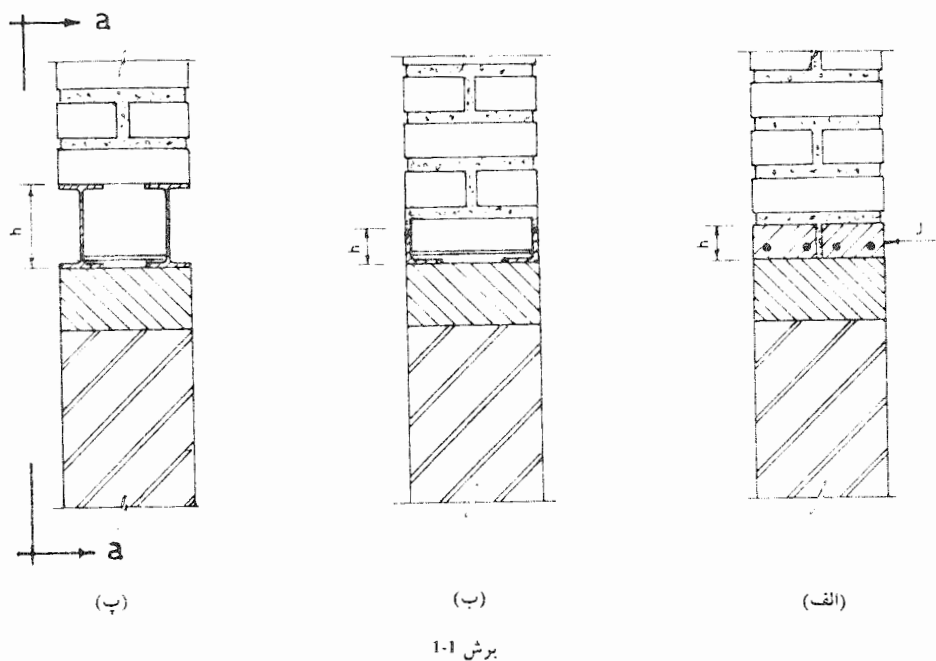
اندازه جوش D(mm)	طول l(mm)	پهنا h ₁ (mm)	ضخامت t(mm)	نیمرخ
3	150	70	8	IPE 100
3	180	90	8	IPE 120
3	210	110	8	IPE 140
4	240	120	8	IPE 160
4	270	140	8	IPE 180
4	300	150	8	IPE 200
4	330	170	8	IPE 220
5	360	180	10	IPE 240
5	400	210	10	IPE 270
5	450	240	10	IPE 300

جدول ۲-۱۲- مشخصات وصله مستقیم تیرهای UNP

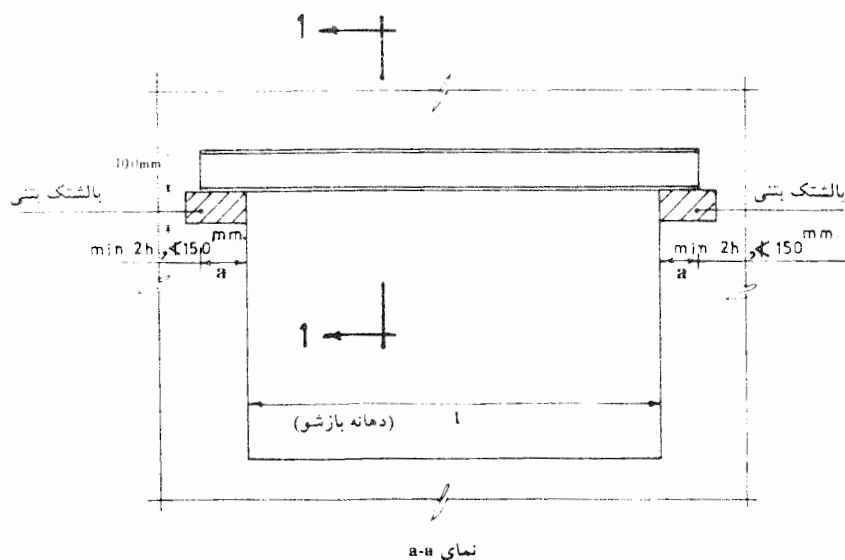
اندازه جوش D(mm)	طول l(mm)	پهنا h ₁ (mm)	ضخامت t(mm)	نیمرخ
3	150	60	12	UNP 100
4	180	80	12	UNP 120
4	210	90	12	UNP 140
4	240	110	12	UNP 160
4	270	130	12	UNP 180
4	300	150	14	UNP 200
5	330	160	14	UNP 220
5	360	180	14	UNP 240
5	390	190	14	UNP 260
5	420	210	14	UNP 280
5	450	230	14	UNP 300

فصل ۱۳

نعل درگاه‌ها



برش 1-1



نمای a-a

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 ≥ 200 میلیمتر کمتر نباشد.

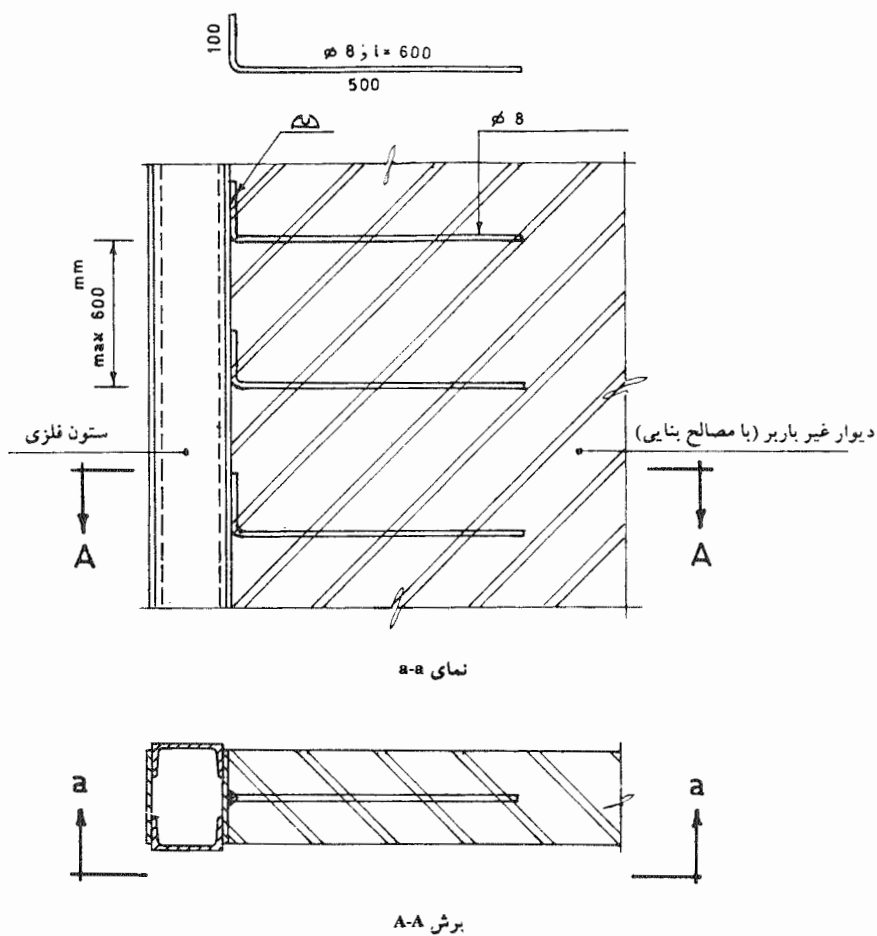
شکل ۲-۱۳

جدول ۱-۱۳: نیرمخهای مناسب برای نعل درگاه

ضخامت دیوار = 11cm						ضخامت دیوار = 22cm						ضخامت دیوار = 35cm						ضخامت دیوار = 45cm					
l(cm)	S (cm ³)	J 	27 لـجـا	21PE II	S (cm ³)	J 	27 لـجـا	21PE II	S (cm ³)	J 	27 لـجـا	21PE II	S (cm ³)	J 	27 لـجـا	21PE II	S (cm ³)	J 	27 لـجـا	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

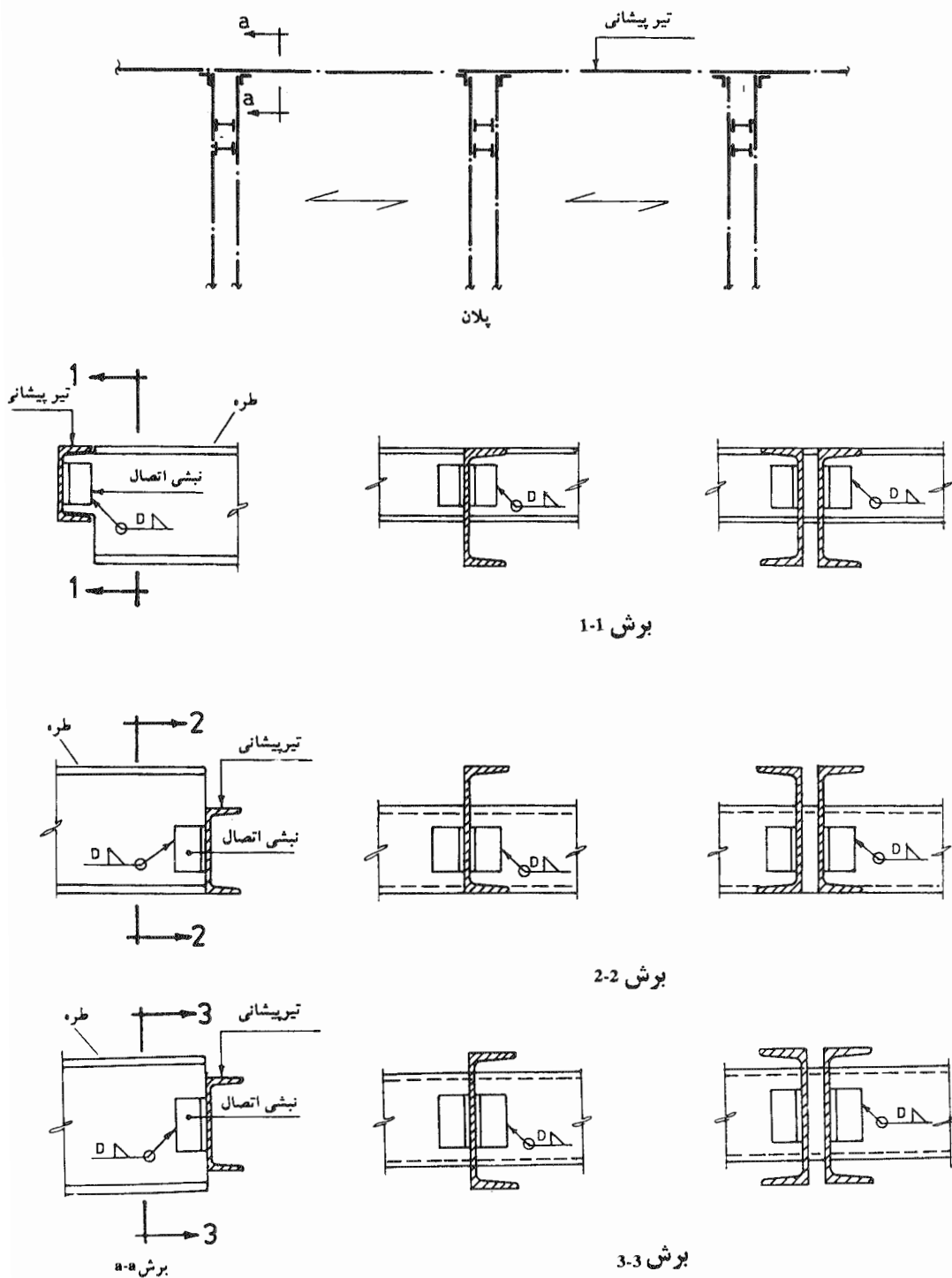


شکل ۱۴-۱. جزئیات تیپ مهار جانبی دیوارهای غیر باربر (با مصالح بنایی) به ستونهای فلزی

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 $\frac{I}{h} > 15$) 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

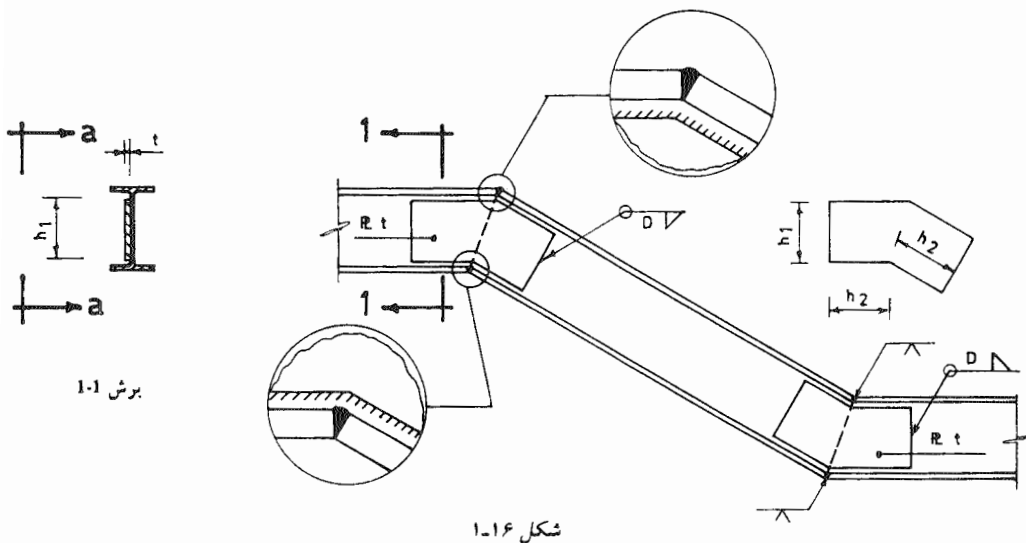
فصل ۱۶

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

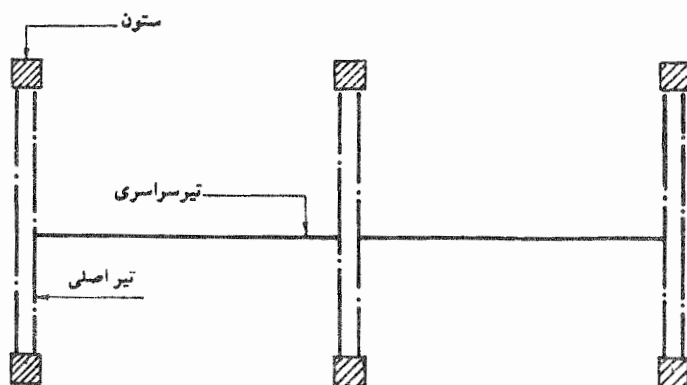
نیمرخ	ضخامت ورق t (mm)	اندازه جوش D (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)
IPE 100	8	5	70	70
IPE 120	10	6	90	90
IPE 140	10	6	110	110
IPE 160	10	6	120	120
IPE 180	12	7	140	140
IPE 200	12	7	150	150



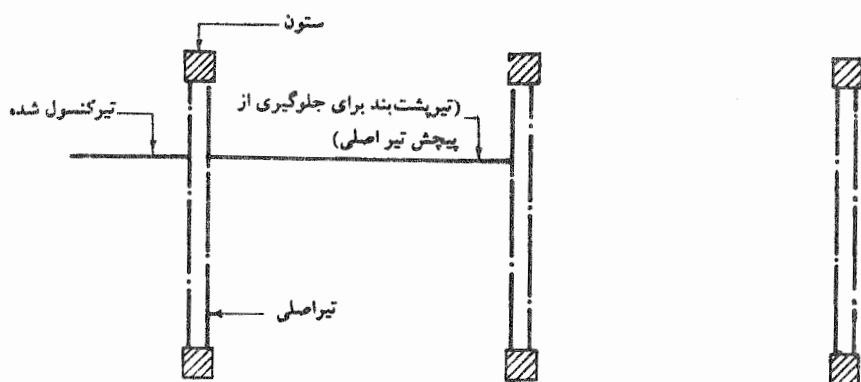
فصل ۱۷

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

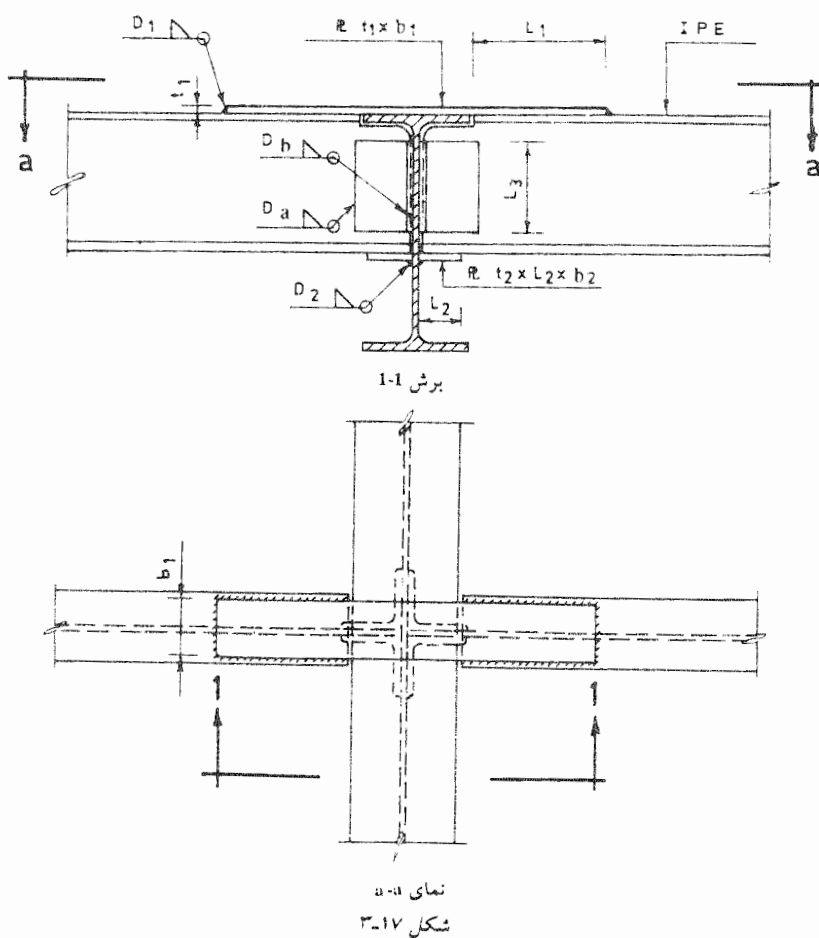


شکل ۲-۱۷

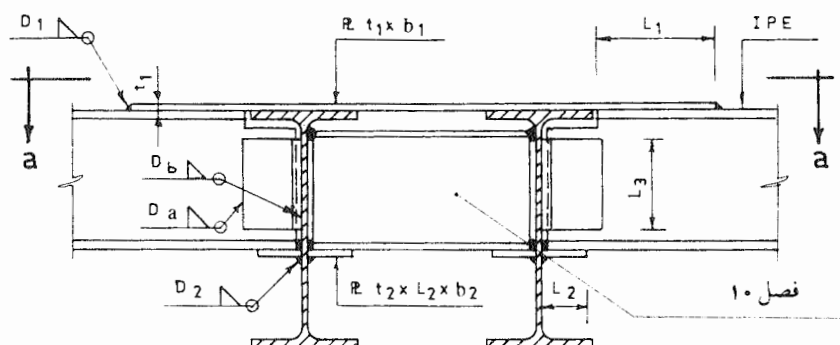
جزئیات اتصال تیرهای یکسره و یاکنسول شده از تیر اصلی تک را می‌توان مطابق شکل ۳-۱۷ در نظر گرفت. در این اتصال لنگر موجود توسط ورق فوقانی و جوش بال پایینی تیر انتقال می‌یابد. نیروی برشی ناشی از واکنش نکته گاهی* (بافرض $15 > \frac{L}{h}$) نیز توسط نبشی‌های جان تحمل می‌گردد.

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 می‌شود. این قطعه میانی می‌تواند از همان نیمرخ تیر سراسری و یاکنسول شده با دو شماره کوچکتر باشد (شکل ۴-۱۷).

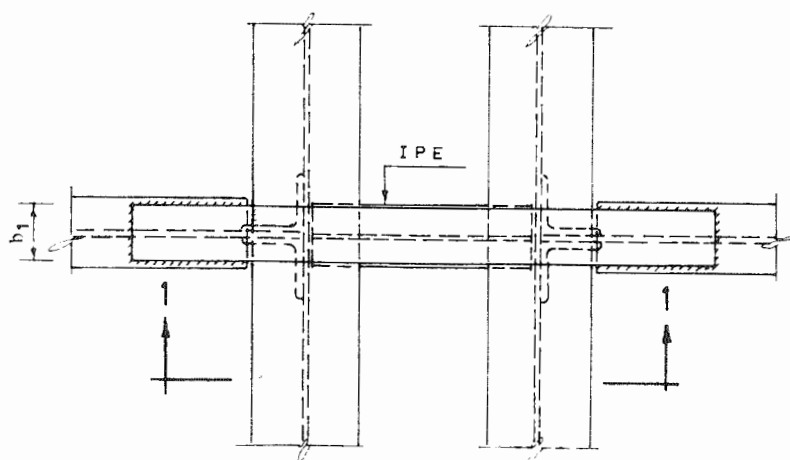
در جداول ۱-۱۷ و ۲-۱۷ مشخصات اتصال تیرهای یکسره و یاکنسول شده از تیر اصلی به ترتیب برای نیمرخ‌های IPE و CIPE آورده شده است.



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



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 نینمخ $(l \geq 15h)$ CIPE

شماره نینمخ	واکنش تکیه گاهی تغیر ظرفیت خمشی (ton) و تیر یکسره	ورق فسوفانی				ورق تحتانی				نیمه جانی			
		l_1 (mm)	l_1 (mm)	b_1 (mm)	D_1 (mm)	t_1 (mm)	l_2 (mm)	b_2 (mm)	D_2 (mm)	ابعاد نشی (mm)	l_3 (mm)	H_g (mm)	D_g (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

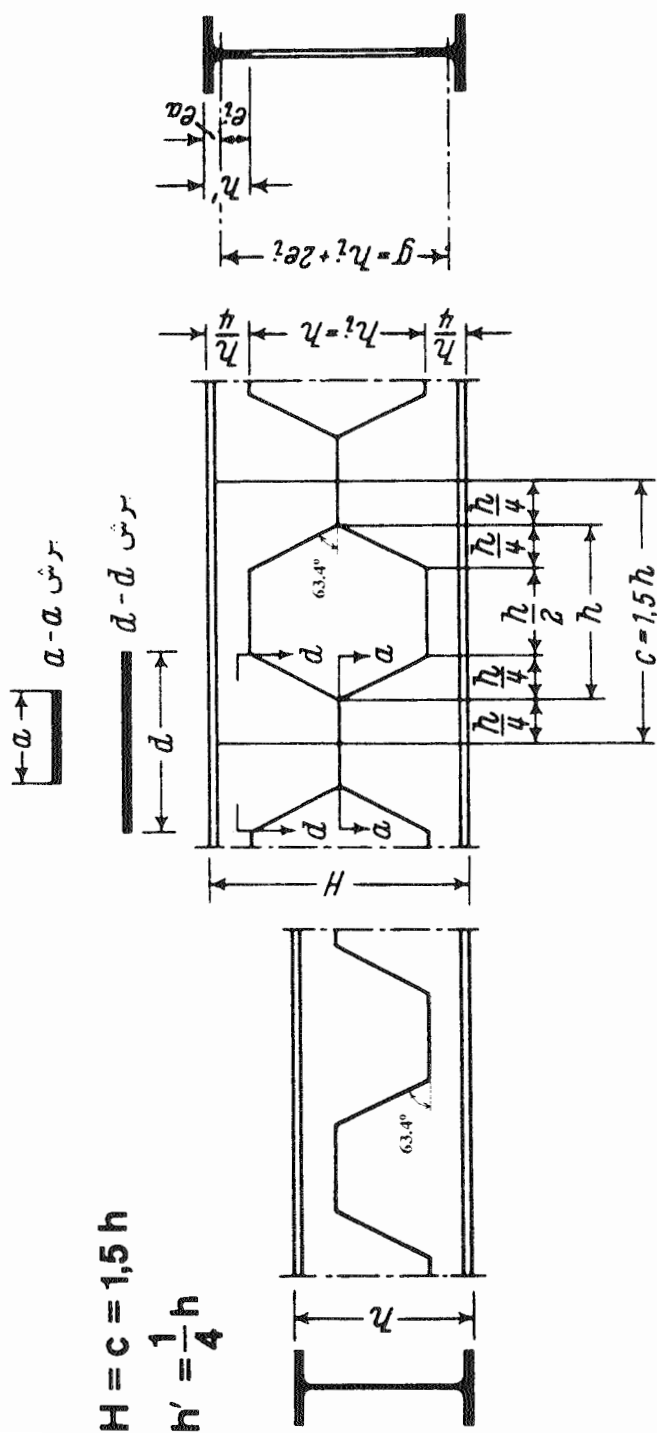
تیرهای لانه زنبوری

۱-۱۸- هندسهٔ برش

هندسهٔ معمول برای برش تیر آهن به منظور حصول تیر لانه زنبوری، برش پای نر می‌باشد که در شکل ۱-۱۸ مشخصات کامل آن نشان داده شده است. لازم به تذکر است که این هندسه، انطباق خوبی با هندسهٔ 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 می‌باشد.

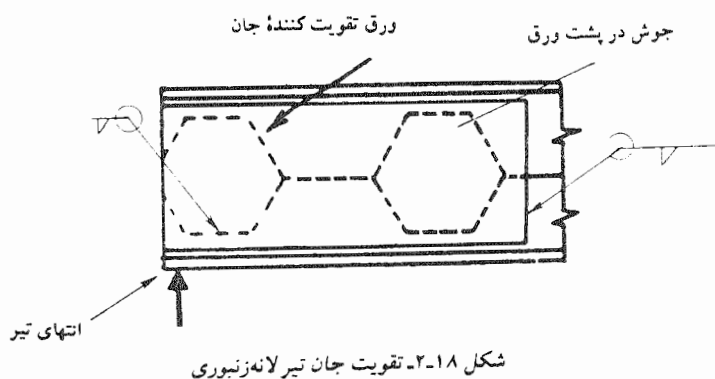
۲-۱۸- تقویت جان در محل نیروهای متمرکز

هر چند که با لانه زنبوری کردن تیر، مقاومت خمشی آن افزایش می‌یابد، 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 می‌شود، معمولاً در حدود ضخامت جان تیر آهن در نظر گرفته می‌شود. در شکل ۲-۱۸ نحوهٔ 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.

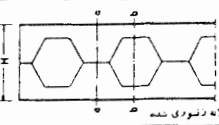


515111

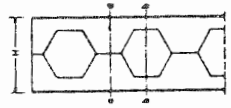
$$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$$



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

							
		a - a			b - b		
IPA	H	s	t	F	I _x	W _x	F
	Cm	Cm	Cm	Cm ²	Cm ⁴	Cm ³	Cm ²
14	20			19.2	1227	122	13.6
	21	0.470	65	19.7	1374	130	13.1
	22			20.2	1530	139	12.8
16	22			23.1	1601	163	17.1
	23			23.6	1996	173	18.6
	24	0.500	74	24.1	2202	183	18.1
18	25			24.6	2420	183	15.6
	25			27.8	2792	223	20.2
	26			28.1	3056	235	19.7
20	27	0.530	80	28.7	3333	248	19.1
	28			29.2	3625	458	18.6
	28			31.9	3526	271	25.1
22	29			33.0	4178	288	24.0
	30	0.560	85	34.1	4888	326	22.9
	32			35.2	5888	355	21.8
24	30			36.1	5617	374	28.7
	32			39.3	6514	407	27.5
	33	0.580	92	39.9	6981	423	26.9
27	35			41.1	8007	457	25.7
	37			44.1	7470	488	34.1
	38			45.3	8579	504	32.8
30	38	0.620	98	46.5	8736	543	31.7
	38			47.8	11071	582	30.4
	38			50.5	9759	574	41.3
33	37			52.5	11832	639	39.3
	40	0.660	102	54.8	14550	718	37.0
	43			58.5	18698	776	35.3
36	40			60.9	18044	802	46.7
	42			62.3	17934	854	45.2
	45	0.710	107	64.5	21005	933	43.2
40	48			66.8	24388	1015	41.0
	48						

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

										CAST INP		
INP	H	g	t	a-a			b-b			لر آهن معمولی لانه زنبوری شده		
				F	I _x	W _x	F	I _y	W _y			
				Cm ²	Cm ⁴	Cm ³	Cm ²	Cm ⁴	Cm ³			
14	20			21.62	1318	131	14.78	1237	123			
	21	0.57		22.18	1479	140	14.71	1349	128			
	22			22.78	1651	150	13.84	1456	132			
16	27			26.58	1887	178	18.02	1876	156			
	23			27.21	2184	188	18.39	2040	177			
	24	0.83	0.95	27.84	2444	201	17.76	2198	183			
18	25			28.47	2858	212	17.13	2352	188			
	26			32.73	3118	249	23.07	2881	236			
	28			33.42	3420	287	22.38	3184	244			
20	27	0.69	1.01	34.11	3738	276	21.89	3407	252			
	28			34.80	4072	290	21.00	3812	258			
	26			37.80	3854	304	28.80	3844	295			
22	28			38.40	4708	336	27.40	4450	317			
	30	0.75	1.13	40.80	5537	388	25.80	5037	335			
	32			42.40	6450	403	24.40	5586	349			
24	30			45.98	8318	421	32.02	8041	402			
	32			47.80	7354	458	31.40	8814	425			
	33	0.81	1.22	48.41	7808	478	30.88	7188	435			
26	35			50.03	8088	518	28.87	7802	451			
	32			53.08	8320	520	38.14	8023	501			
	34			54.40	9585	584	37.40	9015	530			
28	36	0.87	1.31	56.54	10878	609	35.88	9876	554			
	38			58.28	12475	658	33.82	10884	572			
	33			58.88	10017	607	46.72	9802	594			
30	36			62.70	12280	682	45.90	11863	647			
	38	0.94	1.41	65.52	14845	761	41.08	13488	680			
	42			68.24	17605	842	38.26	15128	720			
32	38			71.1	19518	818	50.9	14844	781			
	40			73.1	17515	875	48.8	18351	817			
	42	1.01	1.52	75.1	18657	936	46.8	17809	848			
34	45			78.2	23154	1028	43.8	19845	882			
	40			78.6	18234	881	58.2	18514	925			
	42			81.8	21583	1027	56.1	20338	988			
36	45	1.08	1.82	85.2	25414	1128	52.8	22984	1071			
	48			88.4	28828	1234	48.6	25428	1058			
	42			88.2	23888	1128	66.2	21821	1081			
38	48			93.8	28378	1272	61.6	27772	1188			
	48	1.15	1.79	98.1	32489	1354	58.3	28358	1233			
	52			100.7	38326	1512	54.7	33182	1276			
40	45			100.1	30337	1348	73.2	28254	1308			
	50			106.2	38845	1537	67.2	35813	1424			
	51	1.22	1.83	107.4	40827	1600	68.0	38827	1444			
42	55			112.3	48880	1777	81.1	41348	1503			
	48			110.0	34903	1517	84.0	34038	1478			
	50			115.2	42524	1700	78.6	40148	1605			
44	54	1.30	1.95	120.4	51008	1881	79.6	48011	1704			
	58			125.5	50572	2088	88.4	51343	1770			
46	50			121.4	45843	1633	90.6	44284	1770			
	54			128.8	55037	2038	85.1	51285	1888			
	57	1.37	2.05	131.0	61608	2188	81.0	56161	1976			
48	60			137.1	70778	2358	78.8	61050	2035			
	55			138.8	61882	2253	86.4	58722	2135			
	58			143.8	70319	2424	82.1	64728	2231			
50	60	1.44	2.18	148.8	78248	2547	88.2	68588	2285			
	65			154.0	92372	2842	82.0	77372	2380			

جدول ۱۸-۳. مشخصات هندسی تیرآهن لانه زنبوری از IPB

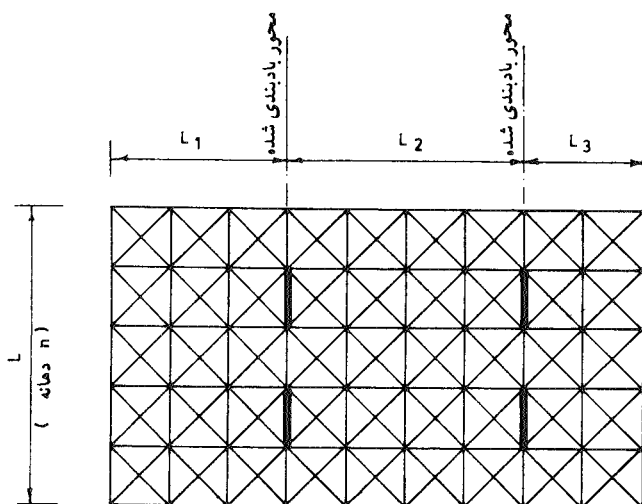
IPB	H	B	t	a-a			b-b		
				F	I _x	W _x	F	I _y	W _y
				Cm ²	Cm ⁴	Cm ³	Cm ²	Cm ⁴	Cm ³
10	16	0.60	1.0	28.0	11.60	152	23.0	1090	145
	18	0.65	1.1	37.0	21.72	241	30.1	2078	230
12	20	0.70	1.2	47.2	33.85	338	38.8	3286	328
	22	0.75	1.3	59.9	56.55	481	48.7	5472	475
14	24	0.80	1.3	60.7	62.24	518	47.8	5950	485
	25	0.85	1.4	71.3	80.28	642	58.3	7833	628
16	26	0.85	1.4	72.1	87.67	674	58.5	8478	652
	27	0.90	1.5	73.0	95.41	706	57.8	9127	676
18	28	0.95	1.6	73.8	103.53	739	58.8	9786	699
	30	1.00	1.7	83.5	102.71	780	72.7	10141	780
20	32	1.05	1.8	85.3	121.23	865	70.8	11618	843
	33	1.10	1.9	87.1	141.47	943	69.1	13547	903
22	34	1.15	2.0	88.9	163.45	1021	67.3	15308	958
	35	1.20	2.1	100.5	167.24	1170	81.5	16090	1130
24	36	1.25	2.2	101.5	200.58	1215	80.5	19213	1164
	38	1.30	2.3	103.4	228.72	1306	78.8	21480	1227
26	40	1.35	2.4	114.0	214.30	1339	98.0	21086	1318
	42	1.40	2.5	118.0	245.33	1443	96.0	23688	1403
28	44	1.45	2.6	118.0	278.87	1548	94.0	26715	1484
	46	1.50	2.7	120.0	314.38	1654	92.0	29508	1556
30	48	1.55	2.8	125.0	353.66	1837	111.0	25138	1823
	50	1.60	2.9	128.0	397.73	1988	108.0	30106	1972
32	52	1.65	3.0	131.0	447.54	2164	105.0	35288	2109
	54	1.70	3.1	134.0	503.25	2363	102.0	40594	2233
34	56	1.75	3.2	141.5	567.72	2596	120.5	37272	2461
	58	1.80	3.3	143.8	635.45	2857	118.4	41335	2688
36	60	1.85	3.4	145.7	707.05	3142	116.3	45484	2955
	62	1.90	3.5	148.6	782.42	3455	113.2	51802	3202
38	64	1.95	3.6	160.0	878.86	3803	136.0	44832	3548
	66	2.00	3.7	162.2	971.08	4188	135.8	51840	3888
40	68	2.05	3.8	165.5	1068.80	4610	132.5	59405	4240
	70	2.10	3.9	168.8	1173.97	5074	128.2	67120	4596
42	72	2.15	4.0	172.5	1286.40	5582	149.5	55573	5048
	74	2.20	4.1	177.1	1405.31	6135	144.9	64827	5505
44	76	2.25	4.2	179.4	1531.58	6738	142.6	72615	6025
	78	2.30	4.3	184.0	1665.46	7390	136.0	84352	6744
46	80	2.35	4.4	184.2	1808.85	8098	157.8	67300	7391
	82	2.40	4.5	190.2	1961.13	8866	151.6	83138	8125
48	84	2.45	4.6	191.4	2030.35	9541	150.6	88374	8787
	86	2.50	4.7	198.2	2168.38	10365	145.8	99429	9615
50	88	2.55	4.8	193.5	2316.19	11244	168.5	73785	10508
	90	2.60	4.9	198.5	2486.64	12184	163.5	87577	11503
52	92	2.65	5.0	203.5	2668.86	13191	158.5	101836	12571
	94	2.70	5.1	208.5	2863.59	14263	153.5	116278	13709
54	96	2.75	5.2	218.2	2977.97	15403	177.4	114758	14773
	98	2.80	5.3	222.3	3208.83	16613	173.7	127444	15994
56	100	2.85	5.4	225.0	3431.78	17893	171.0	135878	17323
	102	2.90	5.5	231.7	3713.75	19243	164.3	157312	18840

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

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

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

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

n: تعداد دهانه در مسیر بادبندی شده

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

شکل ۱-۱۹- پلان بادبندی سقف

مثال

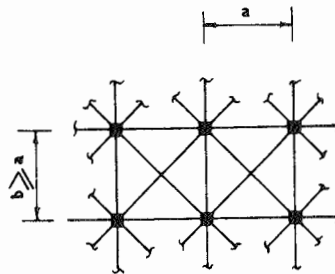
در صورتی که $L_1=10$ ، $L_2=16$ ، $L_3=7$ و $L=25$ m و $n=5$ باشد داریم:

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

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

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

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:

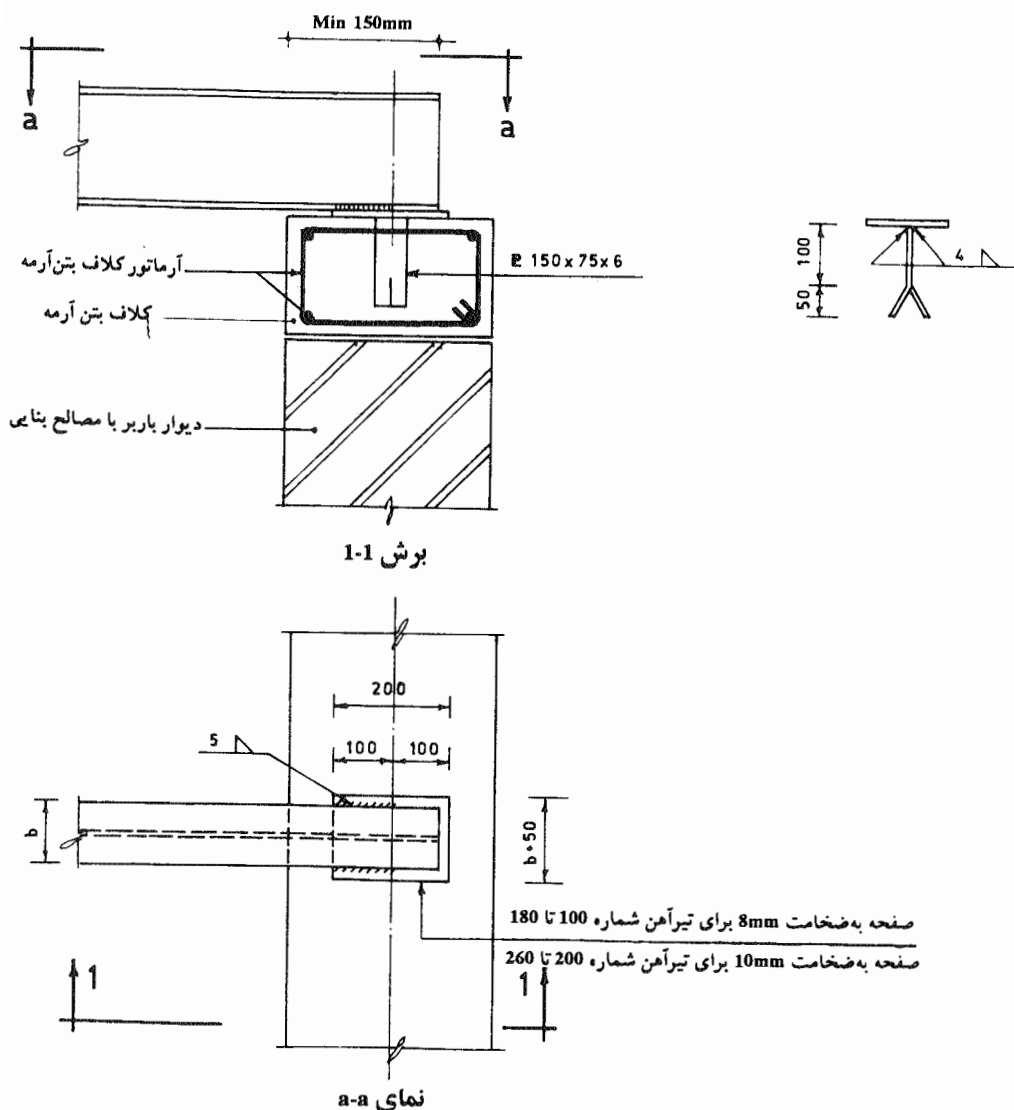
$$A = 0.04 \times 3 \times 5 = 0.6 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10$$

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.

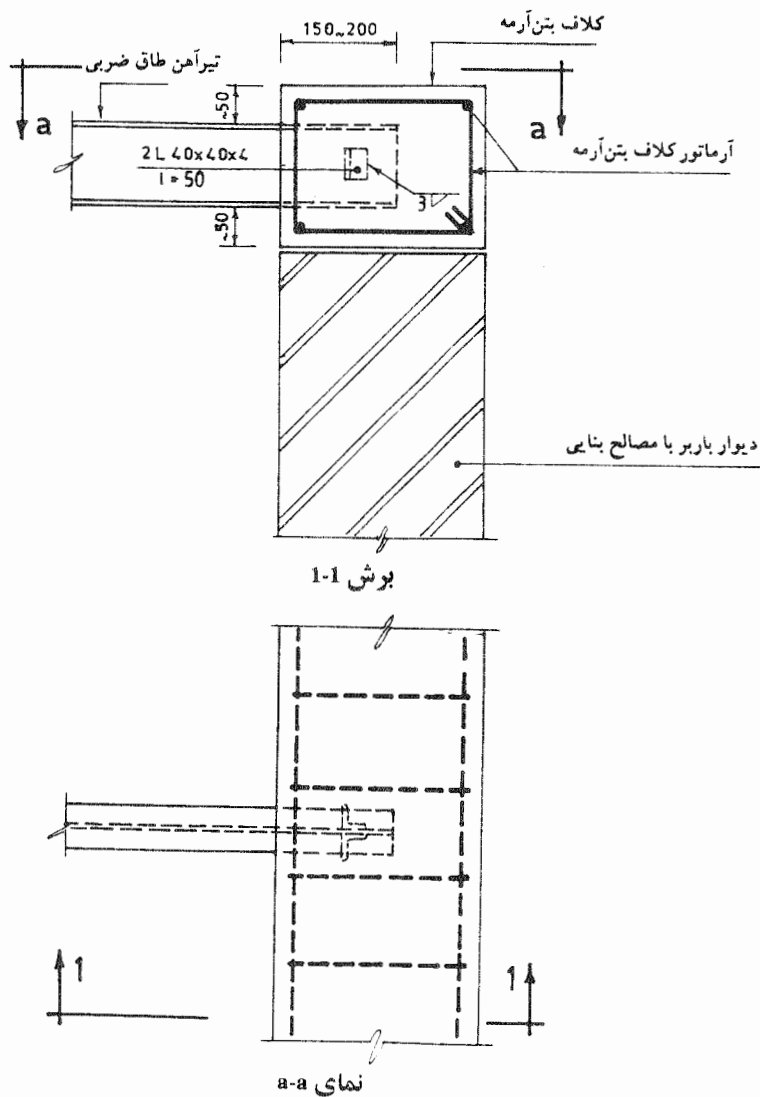


شکل ۱-۲۰. جزئیات اتصال تیر آهن های طاق ضربی به روی کلاف بتن آرمه

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 تیرآهنهای طاق ضربی در داخل کلاف بتنی روی دیوارهای باربر با مصالح بنایی

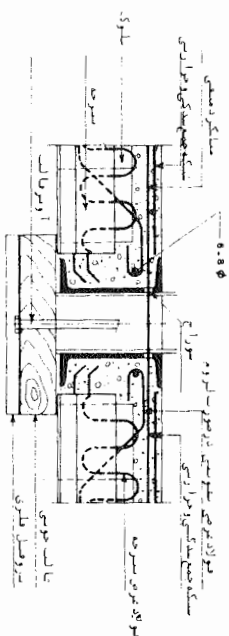
فصل ۲۲

جزئیات تیپ سقف تیرچه بلوک در ساختمانهای فلزی

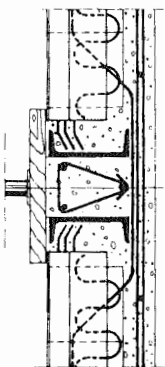
نمای کلی	نمای جزئی	نمای کلی
نمای کلی	نمای جزئی	نمای کلی
نمای کلی	نمای جزئی	نمای کلی

۱۱

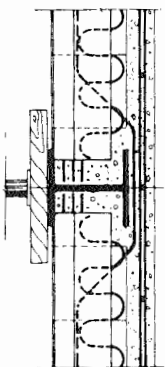
نمای کلی: استوار سقف روی سازه، با ارتفاع سازه و با ارتفاع کمتر از سقف
سقف و نحوه قالب بندی لایه اسفاده شده



۱۱



۱۲



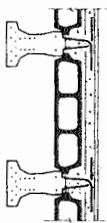
۱۳

توضیح: ۱۱ و ۱۲: نحوه استوار سقف تیرچه و ملوک روی تیر فولادی، شامل قالب بندی کسلا و
و نحوه اجرای اسفاله.

نمای کلی	نمای جزئی	نمای کلی
نمای کلی	نمای جزئی	نمای کلی
نمای کلی	نمای جزئی	نمای کلی

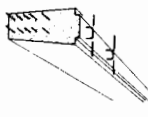
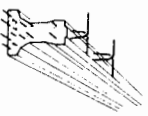
۱۰

نمای کلی: استوار سقف، روی تیرهای سازه بتنی

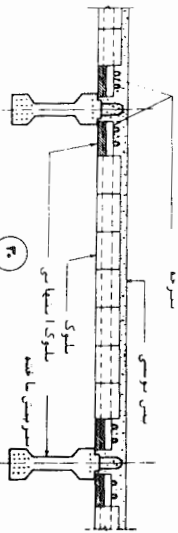


۱۰

۱۰



۱۱



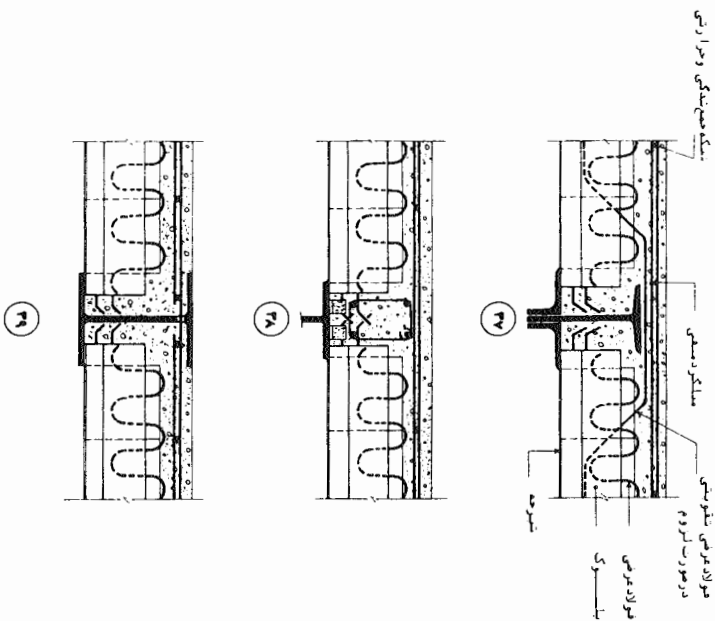
۱۲

توضیح: ۱۰ و ۱۱: نحوه قالب بندی و استوار تیرچه، روی تیر بتنی سازه بتنی.
۱۲: حالت خالی سقف تیرچه و ملوک، برای دهانه های بزرگ و برای سازه.
۱۳: به قطعه سازه از تیرهای بتنی سازه بتنی.

معاون: استغفر الله، رزق روی شما می‌باشد، با ارتفاع سالی ۱۰۰۰ ریال، با ارتفاع مستمر از صحت و شفا، به این سنده.

۱۳

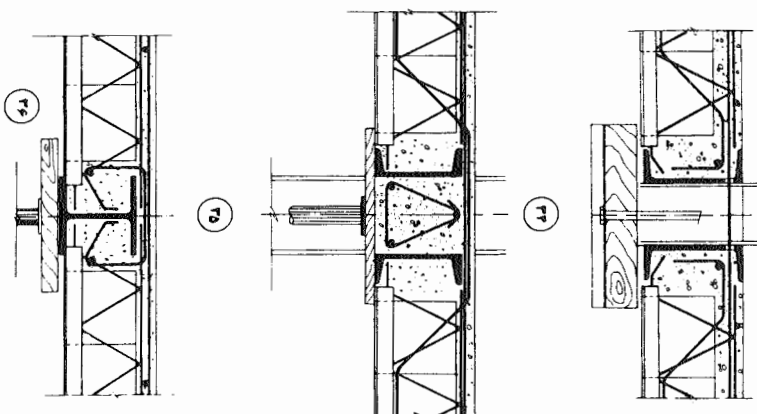
سازمان بهر امور و روحه	معاونت فنی
دفتر تحقیقات و معاینات راهی فنی	



بوضوح:
۳۷ و ۳۸. نحوه استقرار سقف نجره و بلوک روی تیرهای فولادی.

عموان: استغفار رفق روی سزایی. یا ارتقا، ساری و یا ارتقا، گستر
از خضاعت، عطف و جوده و امدادی کلان از جوده‌های خردی،

سازمان تربیان و جوده
مقام تربیتی
فرهنگ تعلیمات و مسائل راهی قومی



۳۴ و ۳۵. محمود استوار مظفر نیر جده و بلوک روی نیر باربر جولادی، شامل قاضی سیدی کیسلا و د
حکومتی اجرای انجمنها.

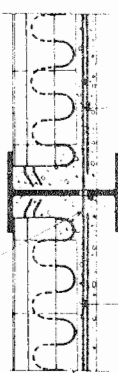
سازه های سربست و مودرن	معماری و سازه های مدرن
سازه های سربست و مودرن	معماری و سازه های مدرن
سازه های سربست و مودرن	معماری و سازه های مدرن

سازه های سربست و مودرن



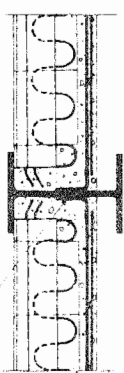
۱۵

سازه های سربست و مودرن



۱۶

سازه های سربست و مودرن



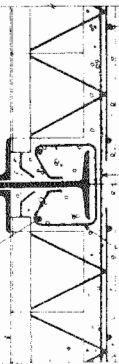
۱۷

سازه های سربست و مودرن

سازه های سربست و مودرن

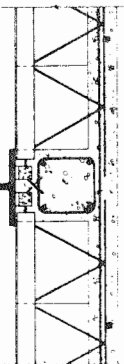
سازه های سربست و مودرن	معماری و سازه های مدرن
سازه های سربست و مودرن	معماری و سازه های مدرن
سازه های سربست و مودرن	معماری و سازه های مدرن

سازه های سربست و مودرن



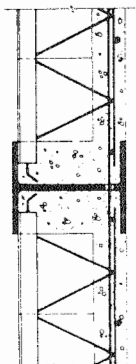
۱۴

سازه های سربست و مودرن



۱۵

سازه های سربست و مودرن



۱۶

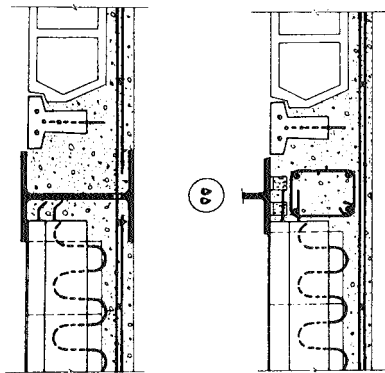
سازه های سربست و مودرن

سازه های سربست و مودرن

۱۹

عنوان: استوار سقف روی تیر آهنی، با تیرچه‌های فولادی و عبور بر آن
(میرچه پیش ساخته)

سازمان سرپا مشروطه
معاونت فنی
دفتر تحقیقات و مطالعات فنی

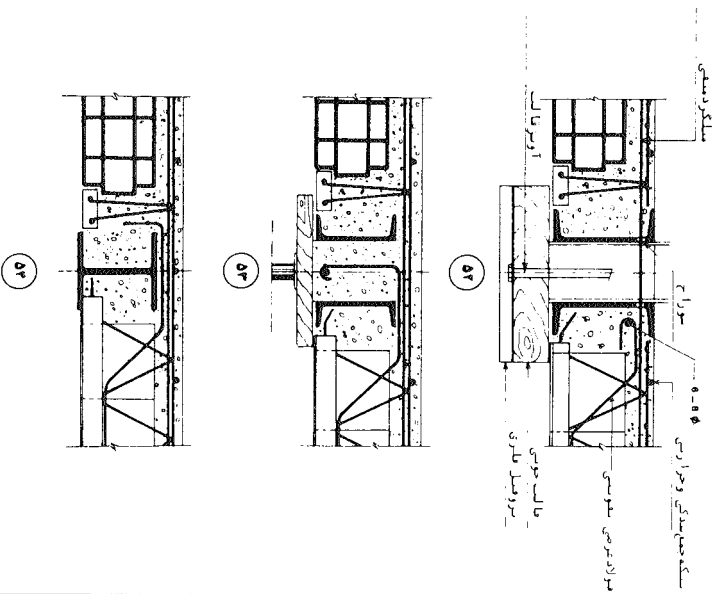


توضیح:
۵۵ و ۵۶: جویاب استوار سقف تیرچه فولادی و فولادی، در جایی که ابتدای تیرچه‌ها، در سبک طرف فولادی یا تیر و در طرف دیگر عبور بر آن باشد.

۱۸

عنوان: استوار سقف روی تیر آهنی، با تیرچه‌های فولادی و عبور بر آن
(میرچه جریانی)

سازمان سرپا مشروطه
معاونت فنی
دفتر تحقیقات و مطالعات فنی

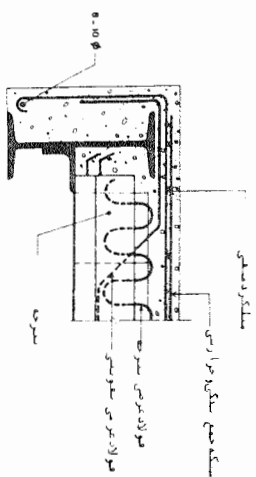


توضیح:
۵۲ و ۵۳: جویاب استوار سقف تیرچه فولادی، در جایی که ابتدای تیرچه‌ها، در یک طرف فولادی یا تیر آهنی و در طرف دیگر عبور بر آن باشد.

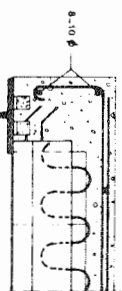


شکل ۴۴: مقطع از سقف سرحده و پلیک روی سرازری، با ابعاد مساوی
و با تراکم از حداکثر سطح (مجموعه) بتن نهاده

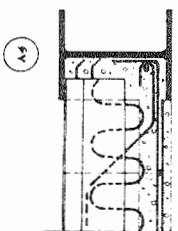
سازمان پروژه معماری
معماری و سازه
در شهرهای مختلف و مناطق روستایی



۴۵



۴۶



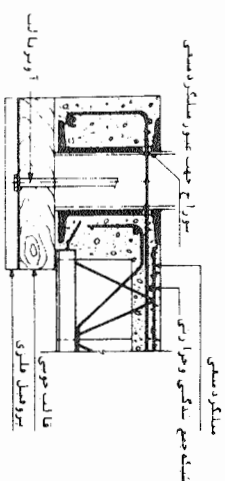
۴۷

توضیح: ۴۵ و ۴۶: نحوه استقرار سقف سرحده و پلیک روی سرازری فولادی، در یکپارچه کاری.

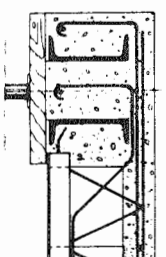


شکل ۴۸: استقرار سقف روی سرازری، با ابعاد مساوی با ابعاد
کلید از حداکثر سطح و نحوه قالب بندی گسترده
(مجموعه بتن نهاده)

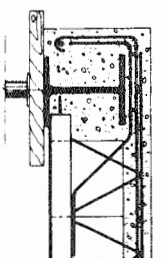
سازمان پروژه معماری
معماری و سازه
در شهرهای مختلف و مناطق روستایی



۴۹



۵۰



۵۱

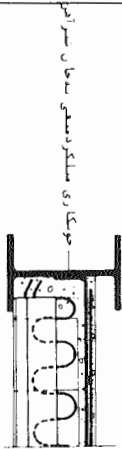
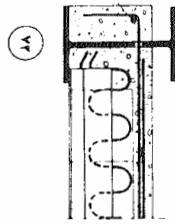
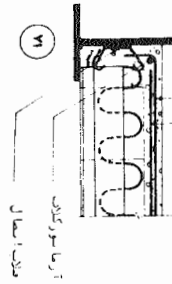
توضیح: ۴۹ و ۵۰: نحوه استقرار سقف سرحده و پلیک روی سرازری فولادی، در یکپارچه کاری شامل نحوه
قالب بندی و جزییات اتصالها.

۲۵

شکل: اتصال سقف تیرچه و بلوک روی تیر آهن، با ارتفاع مسیر
از مصالح سقف تیرچه بتن سبک

تاریخ تهیه و تصدیق	محل و نوع تست	توضیحات
		در صورت نیاز به آزمایش

سنگ صمدی و تیر آهن

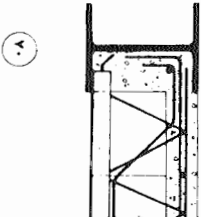
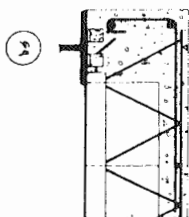
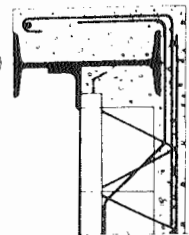


توضیح: جدول شماره ۲۷ و ۲۸ - جدولی برای تیر آهن و بلوک روی تیر آهن فولادی، در نگاره های گاری.

۲۴

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

تاریخ تهیه و تصدیق	محل و نوع تست	توضیحات
		در صورت نیاز به آزمایش



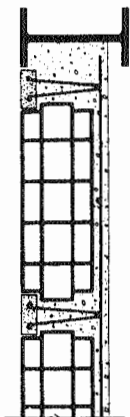
توضیح: جدول شماره ۲۴ و ۲۵ - جدولی برای تیر آهن و بلوک روی تیر آهن فولادی، در نگاره های گاری.

۲۷

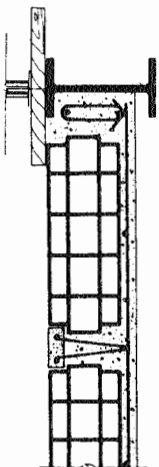
عنوان: جالشیهای مختلف اتصال سقف به تیرهای تیرباربر - اریحام

تیرهای سیمر از مصالح بتنی.

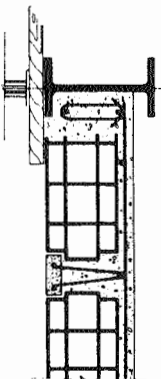
تأریحان تیرها همجو در حده
مقاومت خمشی
دسترسیات و مستطیات و طایقی



۷۶



۷۷



۷۸

توضیح:

۷۶: توزیع سیمت تیرچهها از کنار تیر غیرباربر

۷۷: توزیع سیمت تیرچهها پس از سیمت آرایش و سیمت ملوکها در محاورت تیرهای

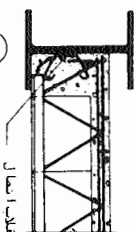
۷۸: سیمت محورها و سیمت ملوکها در محاورت تیرهای، در صورت لزوم سیمت از سیمت آرایش

۴۲

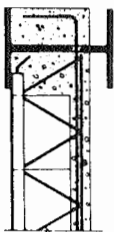
عنوان: استوار سقف تیرچه و ملوک روی تیرهای، با اریحام سیمر

از مصالح بتنی (تیرچه، محورها).

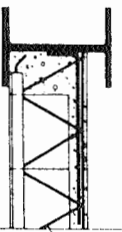
تأریحان تیرها همجو در حده
مقاومت خمشی
دسترسیات و مستطیات و طایقی



۷۹



۸۰



۸۱

توضیح:

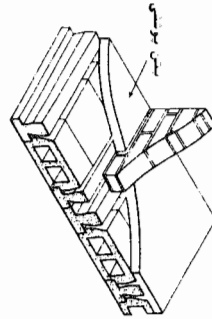
۷۹: سیمت استوار سقف تیرچه و ملوک روی تیرهای باربر فولادی، در یک نگاه کلی.

۸۰ و ۸۱: سیمت استوار سقف تیرچه و ملوک روی تیرهای باربر فولادی، در یک نگاه کلی.

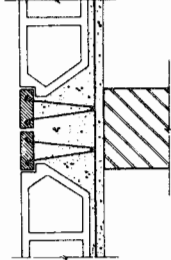
۴۹

عنوان: محل تسمه روی سقف تیرچه و بلوک.

سازمان تیرپان مأمورده
معاونت فنی
دفتر تحقیقات و مشاوره های فنی



۸۳

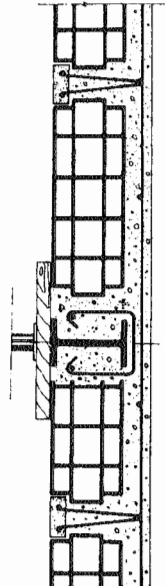


توضیح:
۸۳، ۸۴: اجرای تیرچه‌های سقف، در محل استقرار تسمه تیرپان.

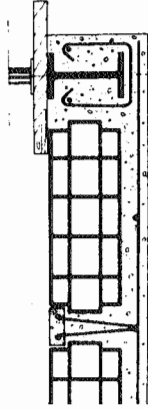
۷۸

عنوان: اتصال سقف به تیرپان غیرپارچه، ارتفاع تیرپان کمتر از ضخامت سقف.

سازمان تیرپان مأمورده
معاونت فنی
دفتر تحقیقات و مشاوره های فنی



۸۵



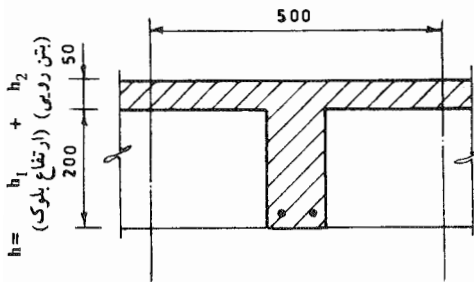
توضیح:
۸۵، ۸۶: سوراخ‌های اتصال، در هنگام سازه، سوراخ‌های اتصال، در هنگام گداز.

فصل ۲۳

جداول و منحنی‌های طرح سقف تیرچه بلوک

۱-۲۳- مقدمه

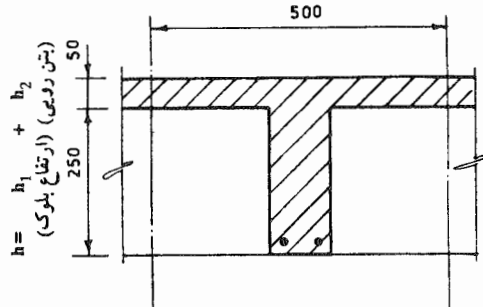
در این فصل نمودارهای محاسباتی برای تعیین آرماتورهای خمشی تیرچه‌ها ارائه می‌شود. جداول این فصل برای حالات زیر تنظیم شده‌اند:



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

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

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



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

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

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

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، میلگرد لازم به صورت زیر در می 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

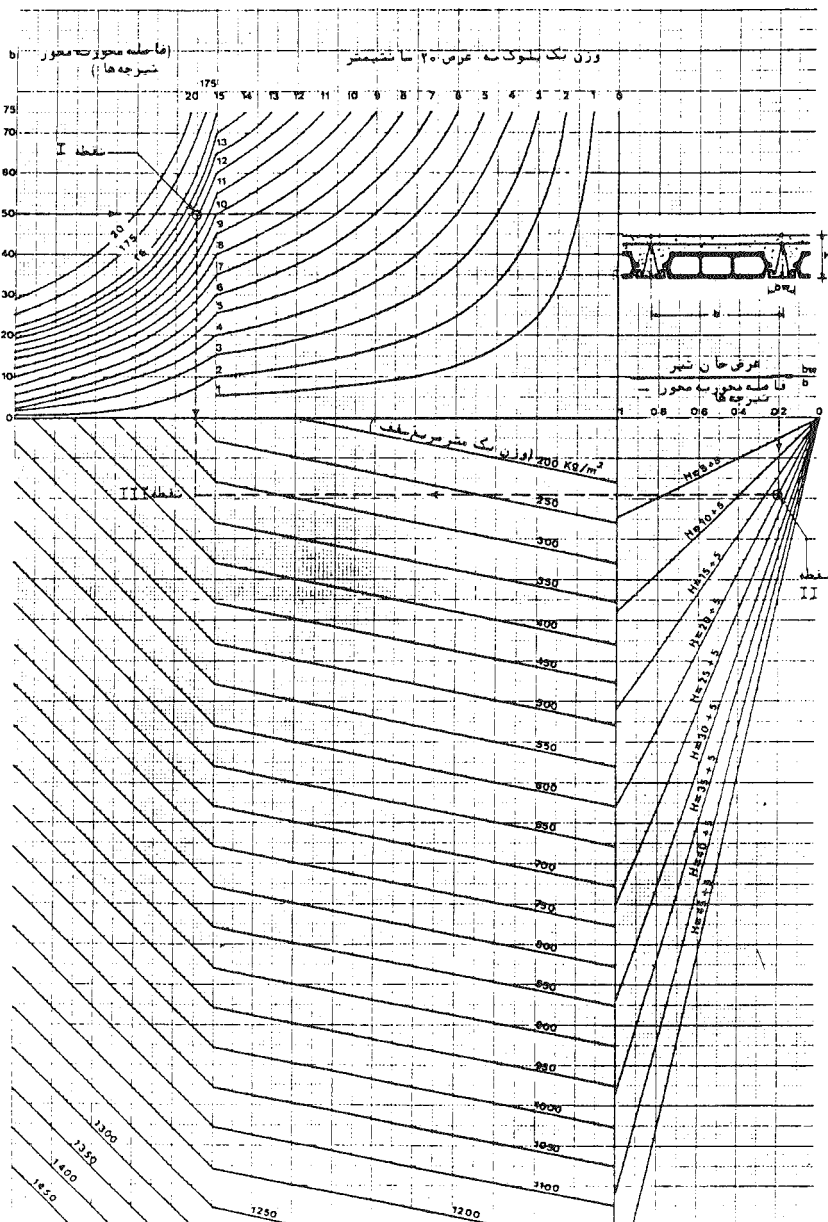
با داشتن وزن بلوک، فاصله محور تا محور تیرچه ها، ضخامت سقف و نیز عرض جان (عرض پاشنه تیرچه) می توان توسط نمودار شکل ۲-۲۳ به راحتی وزن واحد سطح سقف تیرچه و بلوک را به دست آورد.

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.

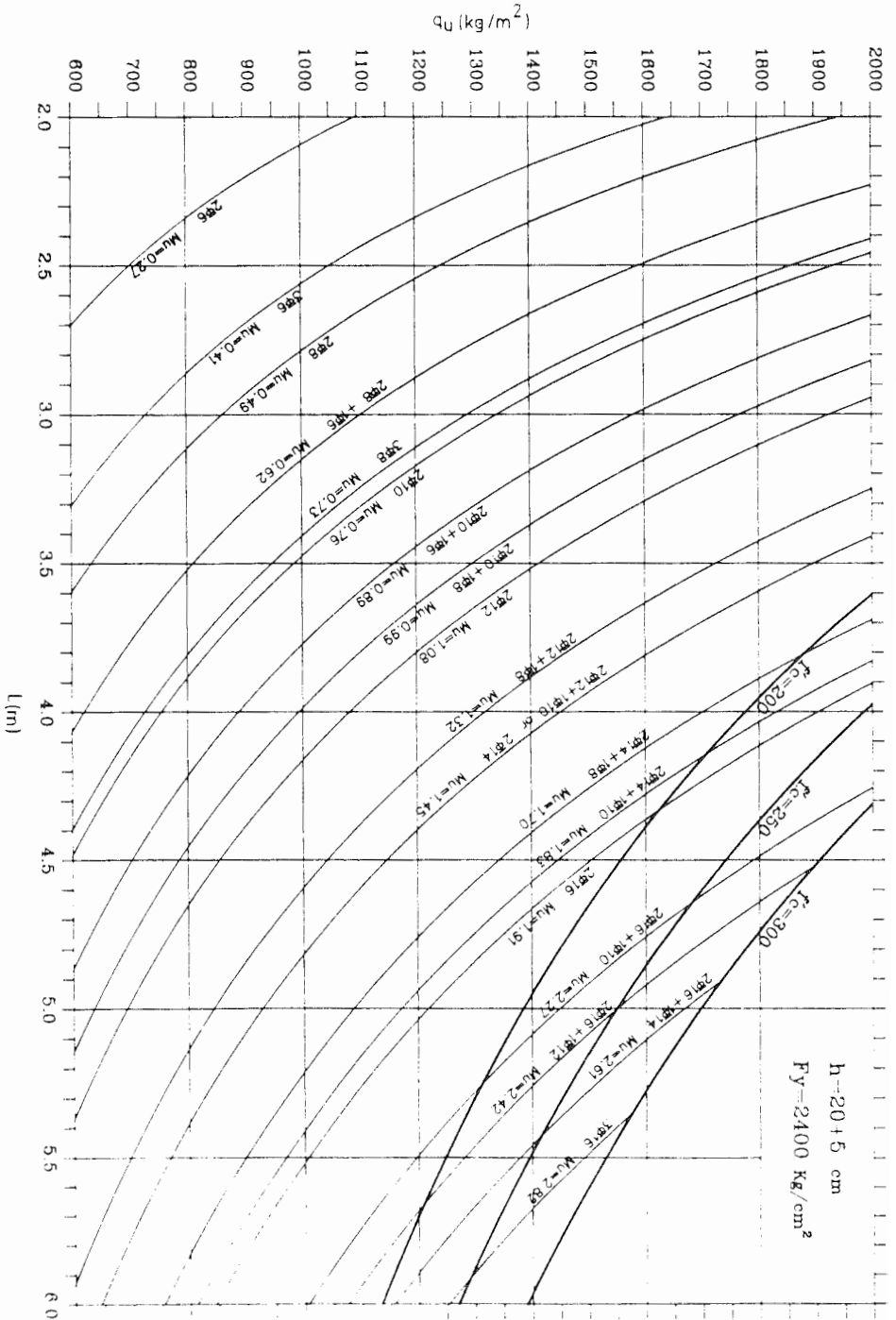
سپس، در روی محور طولها در بخش پایین سمت راست نمودار، نسبت عرض جان تیر به فاصله محور به محور تیرچه ها را مشخص نموده و از آن خطی به موازات محور عرضها رسم می کنیم، به طوری که خط مربوط به ضخامت سقف مورد نظر (ارتفاع تیرچه + ضخامت بتن پوششی) را در نقطه II قطع کند.

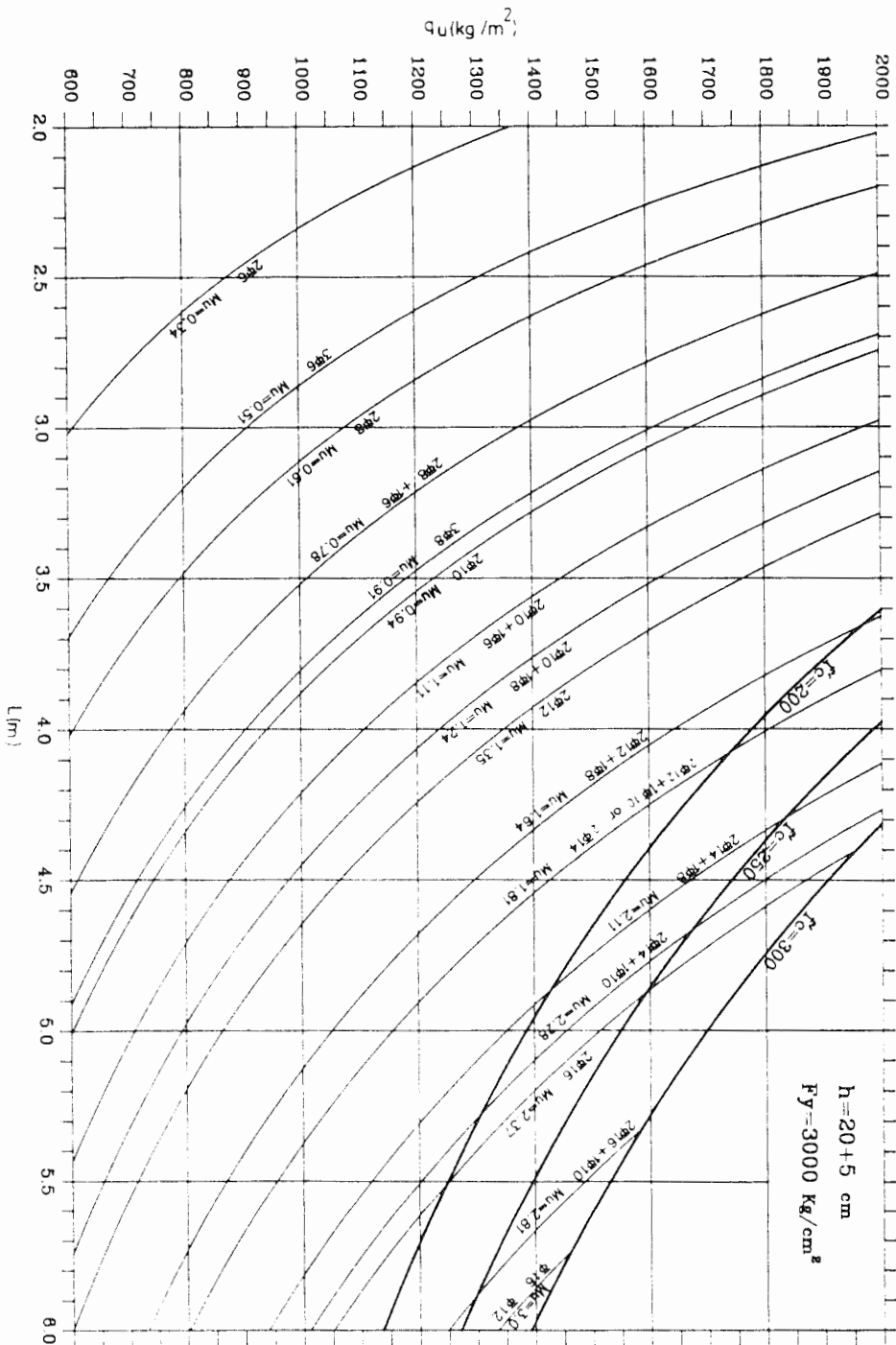
خط قائمی که از نقطه I و خط افقی که از نقطه II رسم می شوند، همدیگر را در نقطه III واقع در قسمت پایین سمت چپ نمودار قطع می کند. این نقطه اگر روی یکی از خطوط این قسمت واقع شود، وزن سقف برابر اندازه مربوط به این خط خواهد بود. در غیر این صورت، با استفاده از تناسب مقدار وزن سقف تعیین می شود.

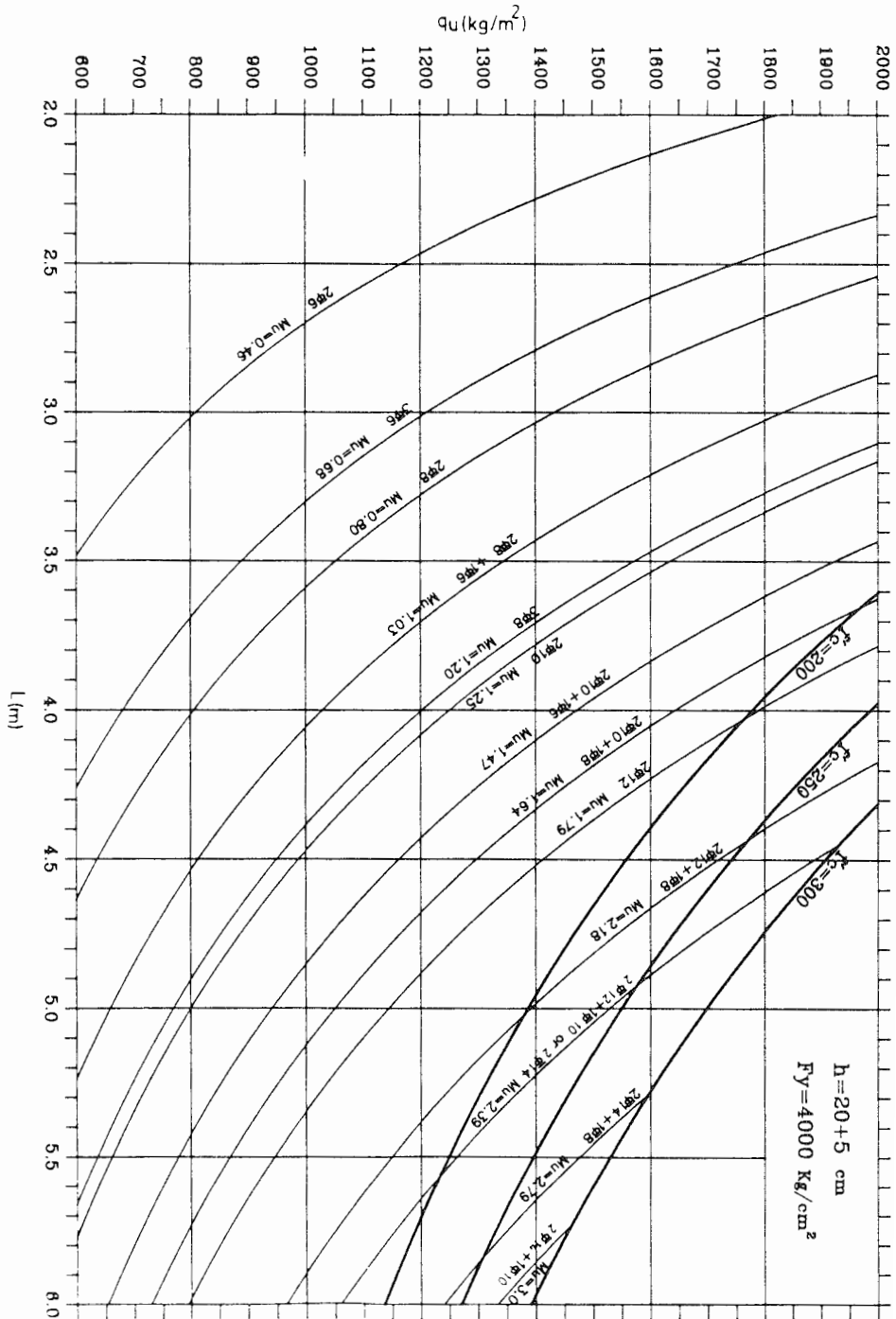
برای مثال، وزن سقفی به ضخامت (۲۰+۵) سانتیمتر، با فاصله محور به محور تیرچه ها برابر ۵۰ سانتیمتر و عرض جان تیر ۱۰ سانتیمتر که با استفاده از بلوکهایی به عرض ۲۰ سانتیمتر به وزن ۱۲ کیلوگرم اجرا شود، به روش یاد شده، ۳۳۵ کیلوگرم بر مترمربع تعیین می گردد.

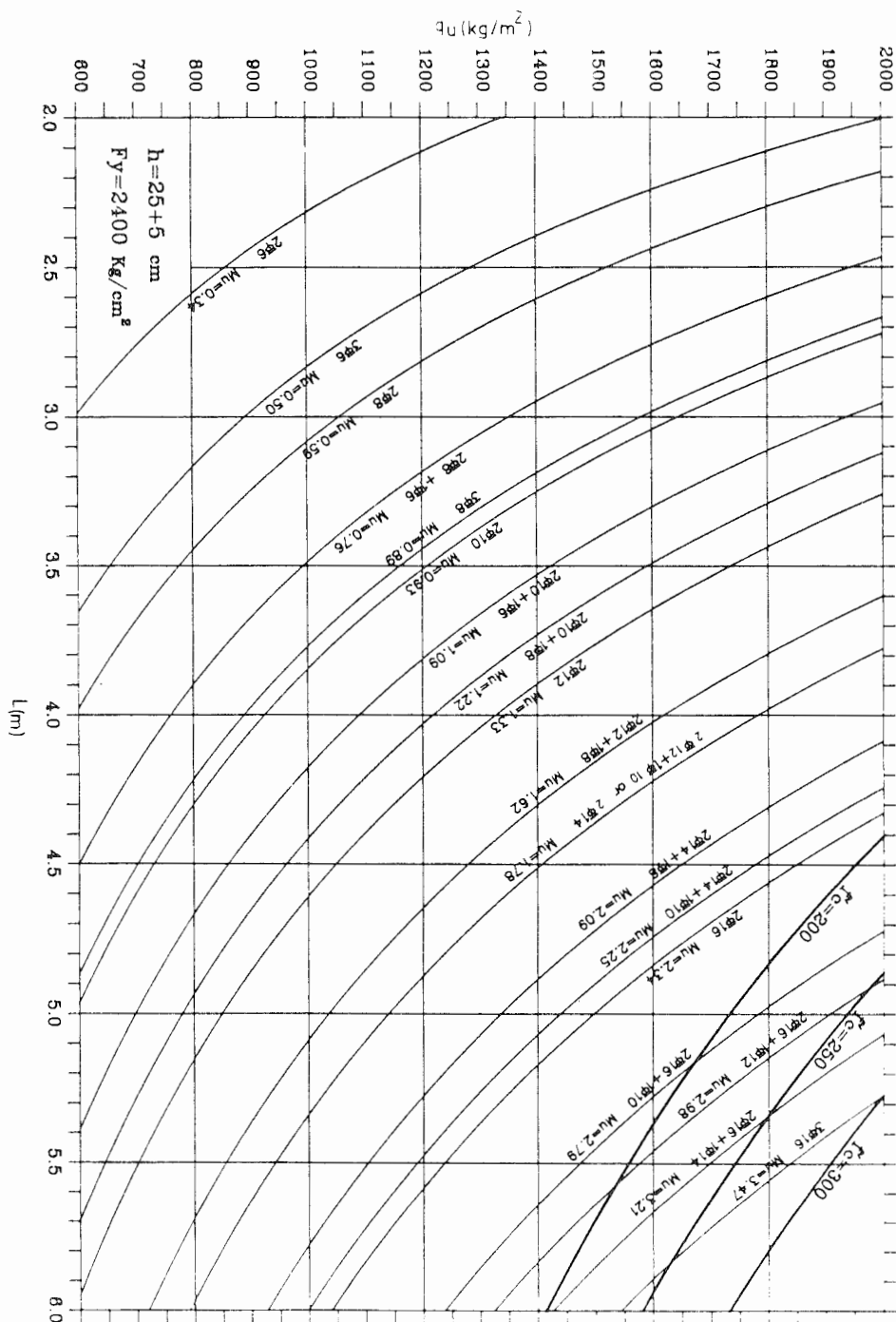


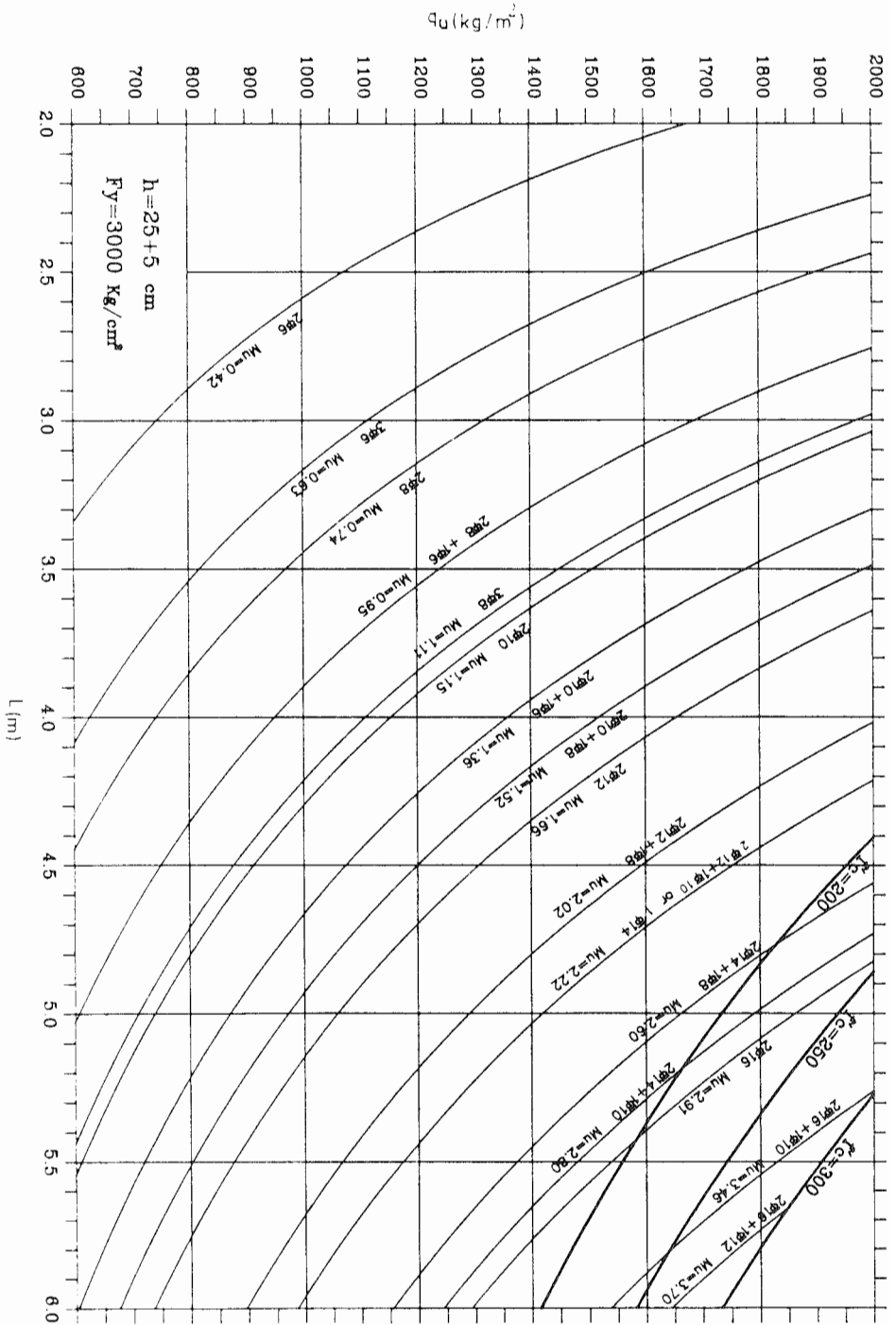
شکل ۲۳-۲. نمودار محاسبه وزن سقف تیرچه و بلوک

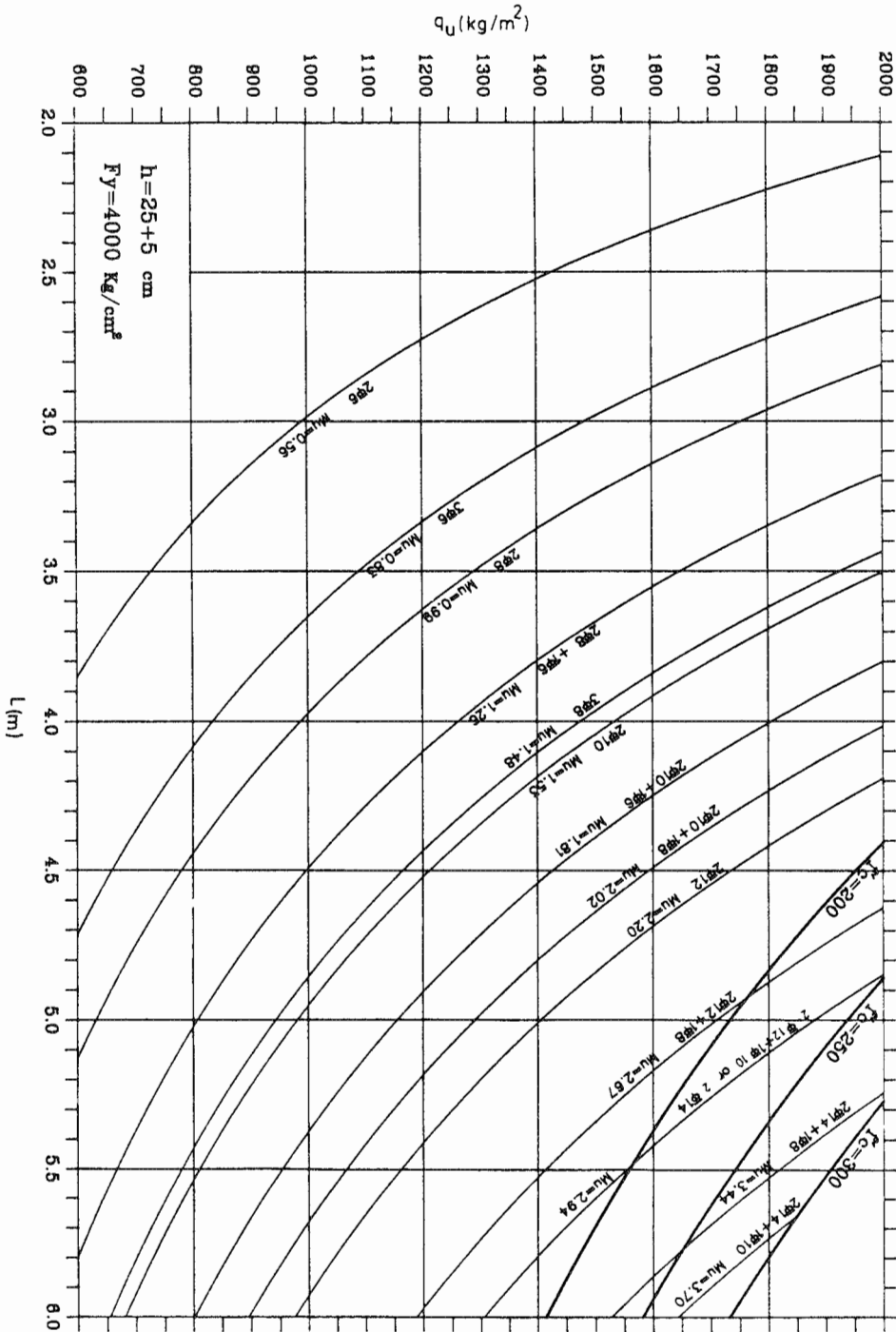












فصل ۲۴

جزییات 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.

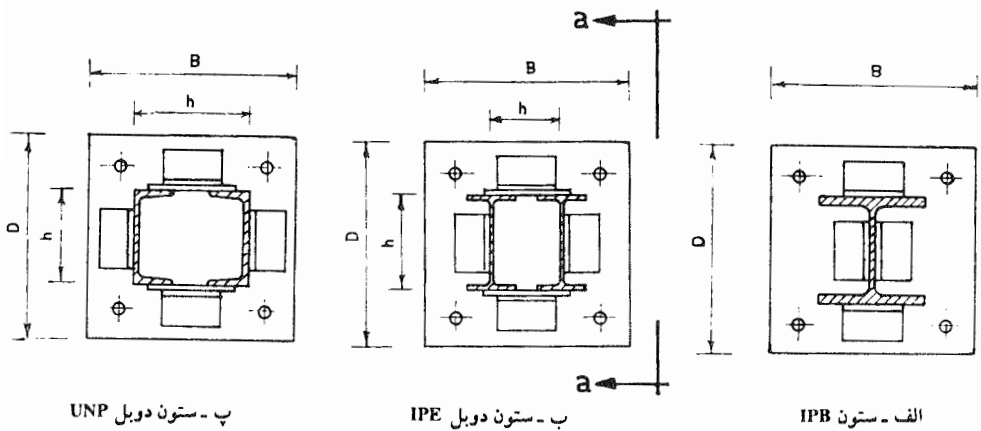
در محاسبه فشار پای ستون فرض گردیده است که ستون با طول متعارف، تا حد مقاومت مجاز فشاری خود بارگذاری گردیده است.

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



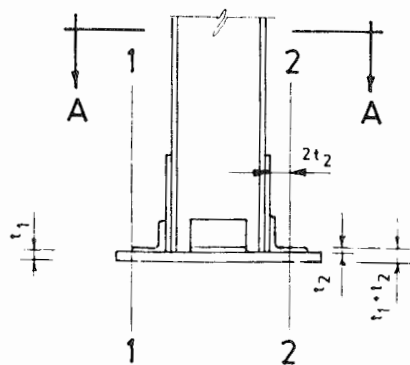
برش A-A

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:

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

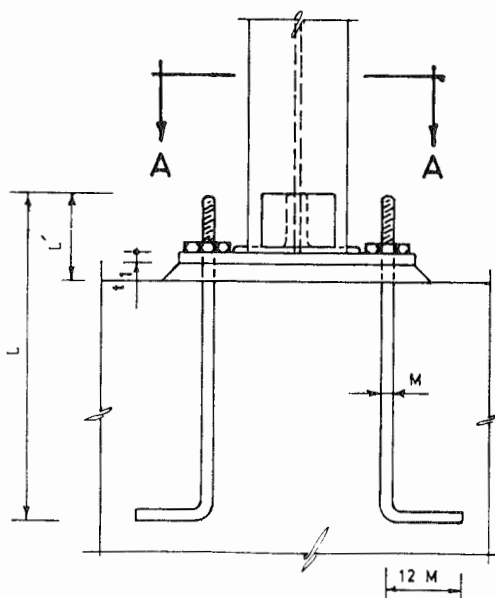
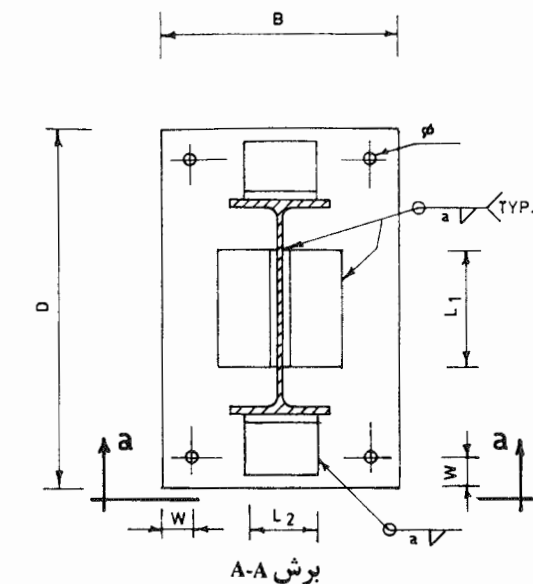
در شکل ۱-۲۴ ب مقاطع بحرانی از نظر خمش برای کنترل صفحه زیر ستون به نمایش درآمده اند. در مقطع ۱-۱ فرض می شود که تنها صفحه زیر ستون به ضخامت t_1 باید خمش وارده را تحمل نماید، اما در مقطع ۲-۲ ضخامت مقطع مقاوم از جمع t_1 و t_2 به دست می آید.



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 نبشی جان L_1 (mm)	طول نبشی 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_1 (mm)	طول نبشی بال L_2 (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

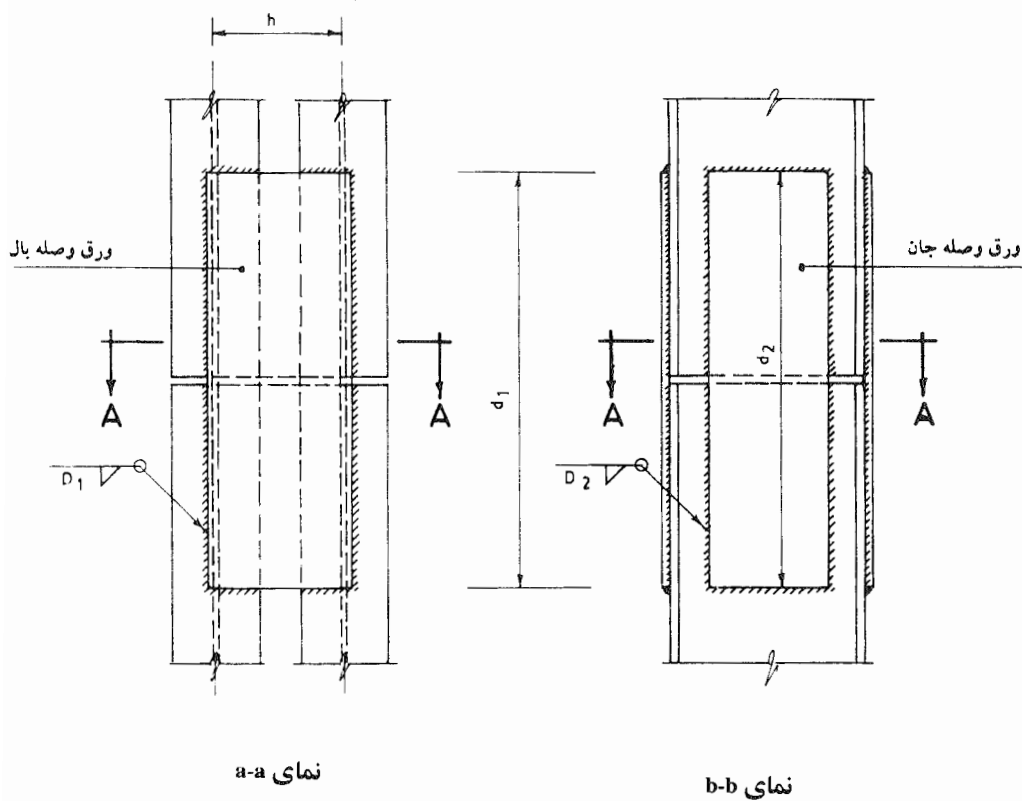
جدول ۲۴- مشخصات صفحه زیر ستون برای ستونهای زوج 2UNP

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

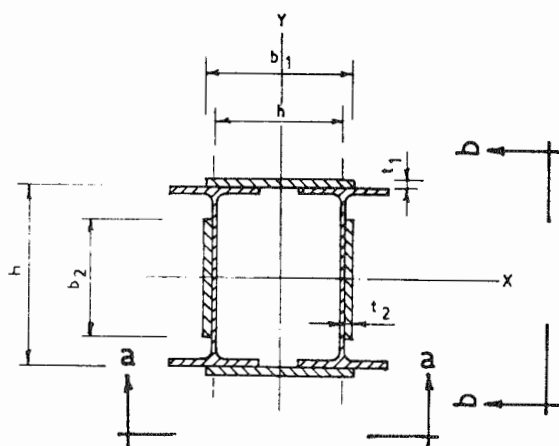
وصله ستونهای مرکب

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.

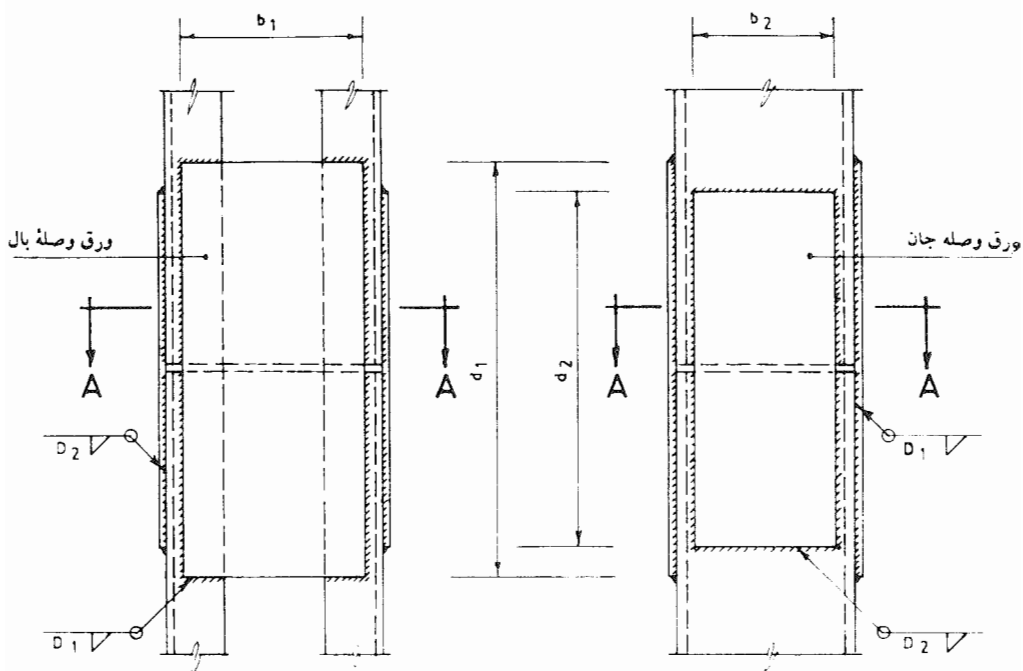


نمای a-a

نمای b-b

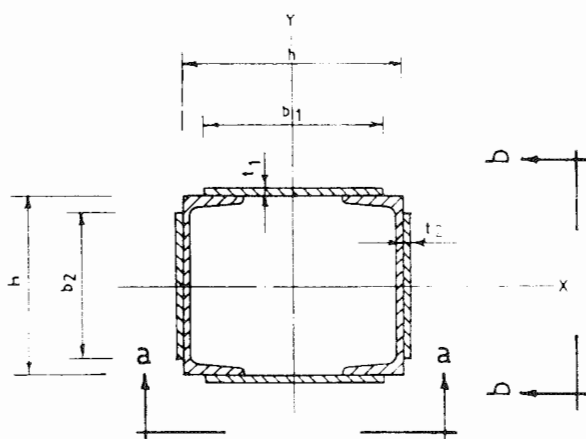


بوش A-A



نمای a-a

نمای b-b



برش A-A

جدول ۱-۲۵- 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

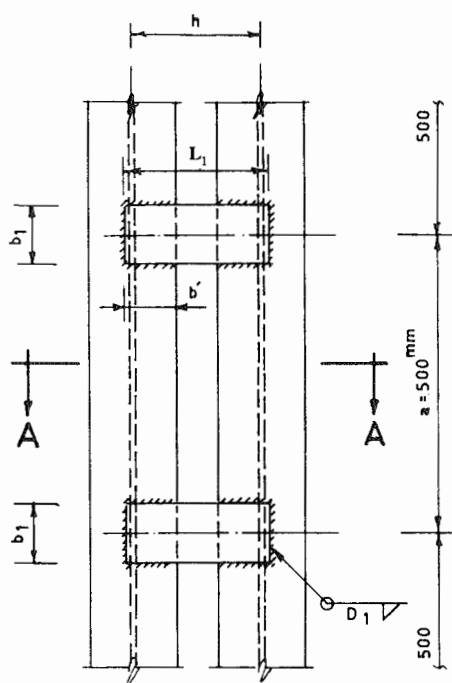
جدول ۲۵-۲. مشخصات ورقهای وصله ستونهای مرکب 2UNP

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

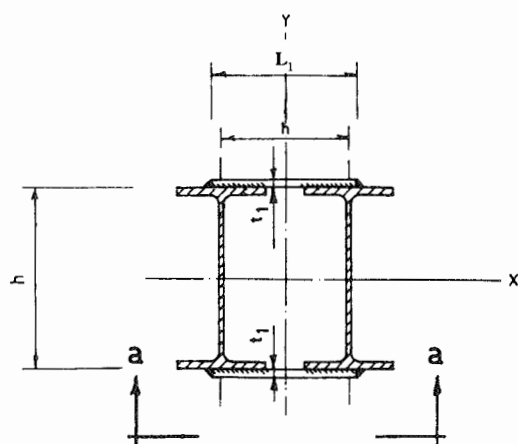
فصل ۲۶

جزییات تیپ بسترهای ستونها

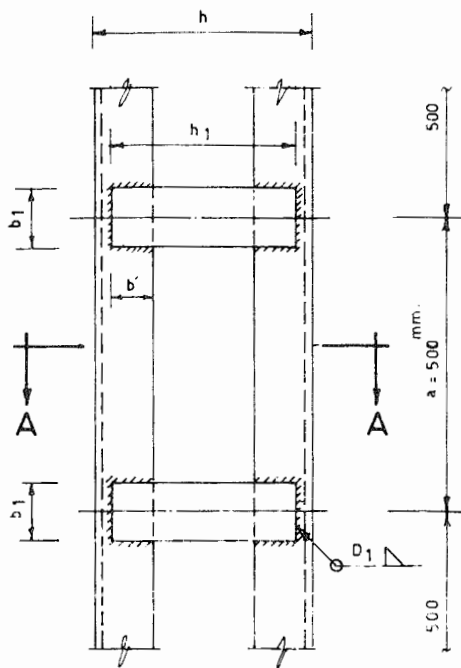
در این فصل مشخصات بستهای موازی ستونهای زوج از نیمرخ IPE و نیمرخ UNP ارائه شده است. در تمام حالات فاصله بستها مساوی ۵۰ سانتیمتر انتخاب گردیده که عرف متداول اجرا در ایران است. کلیه ابعاد بستها بر مبنای نیروی برشی نظیر کمانش به مقدار $V=0.02P$ محاسبه گشته‌اند که مقدار P حدود ظرفیت جاری شدن ستون یعنی 1400A فرض شده است. A سطح مقطع ستون می‌باشد. در صورتی‌که ستون در حول محور Y خمش تحمل نماید، نیروی برشی علاوه بر برش نظیر کمانش در آن ایجاد می‌شود 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 غیرقابل استفاده خواهد بود. فاصله دو نیمرخ طوری انتخاب شده که شعاع زیراسیون در دو جهت اصلی حدوداً مساوی باشد.



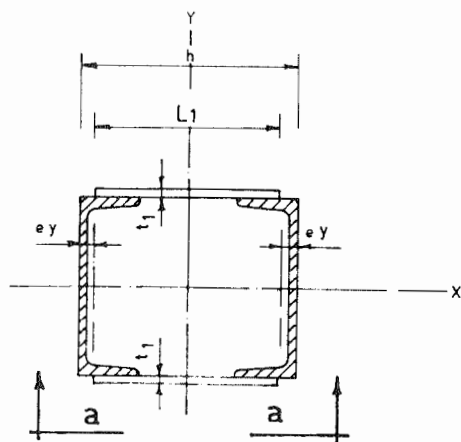
نمای a-a



برش A-A



نمای a-a



برش A-A

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

نیمرخ	ابعاد تسمه بست 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 بستهای موازی ستونهای مرکب از دو نیمرخ UNP

نیمرخ	ابعاد تسمه بست 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

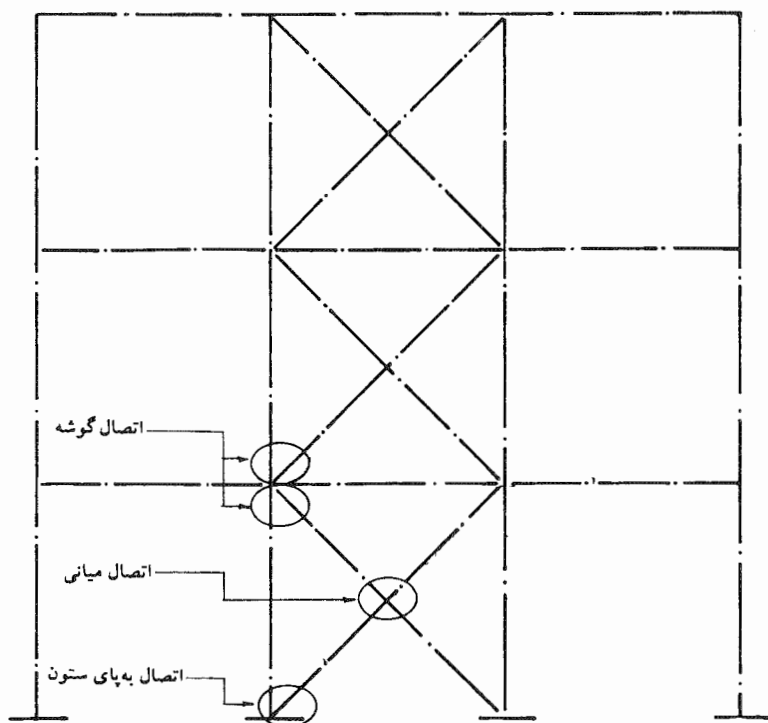
فصل ۲۷

جزئیات اتصال بادیبدها

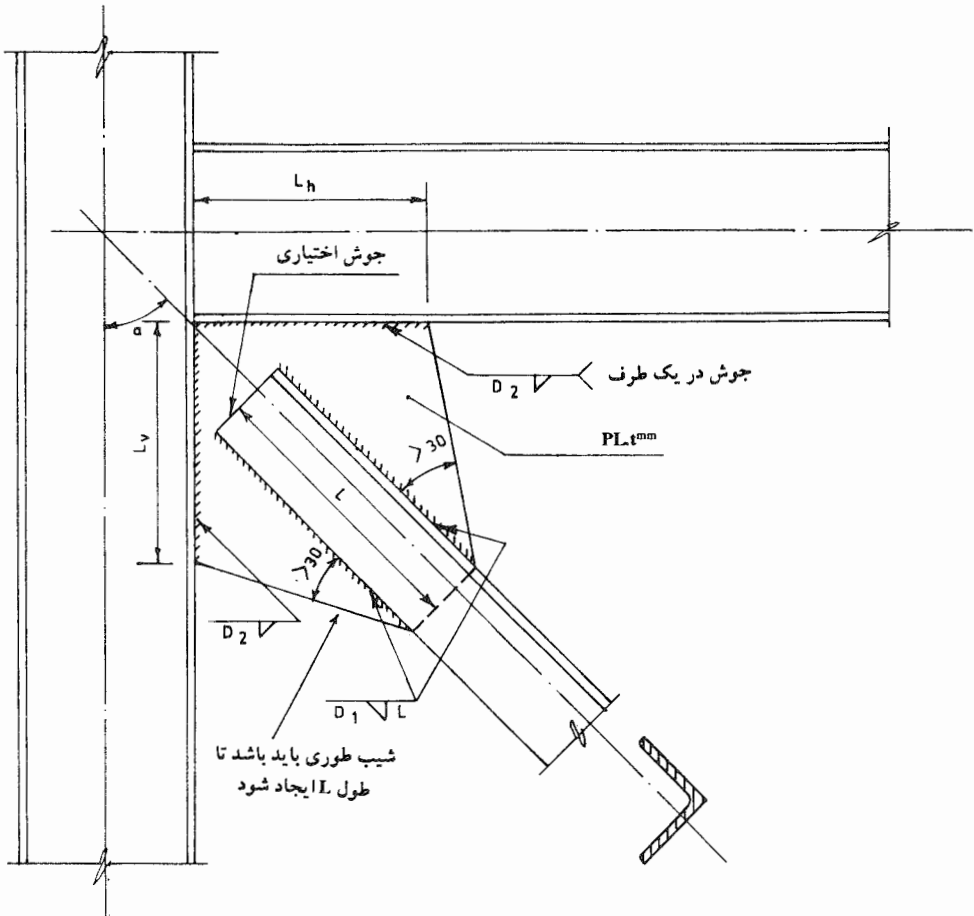
(شامل تک نبشی، زوج نبشی، تک ناودانی و زوج ناودانی)

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.

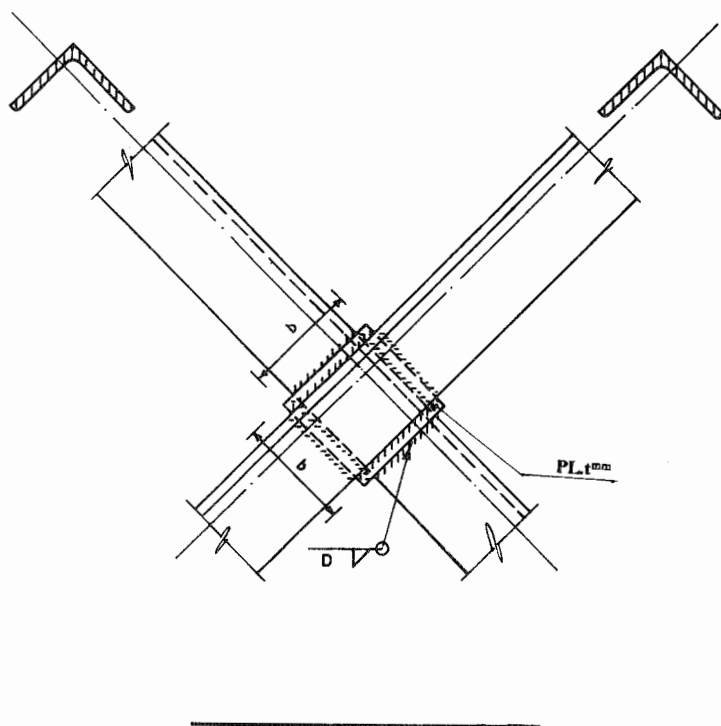


شکل ۱-۲۷



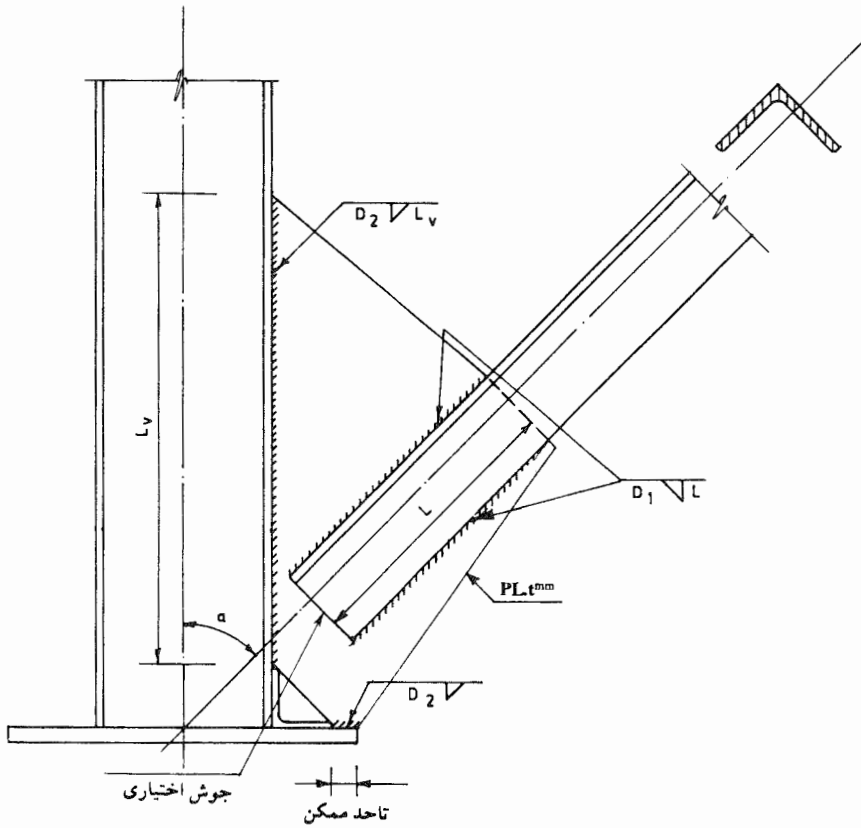
جدول ۱-۲۷- اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ نبشی تک

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



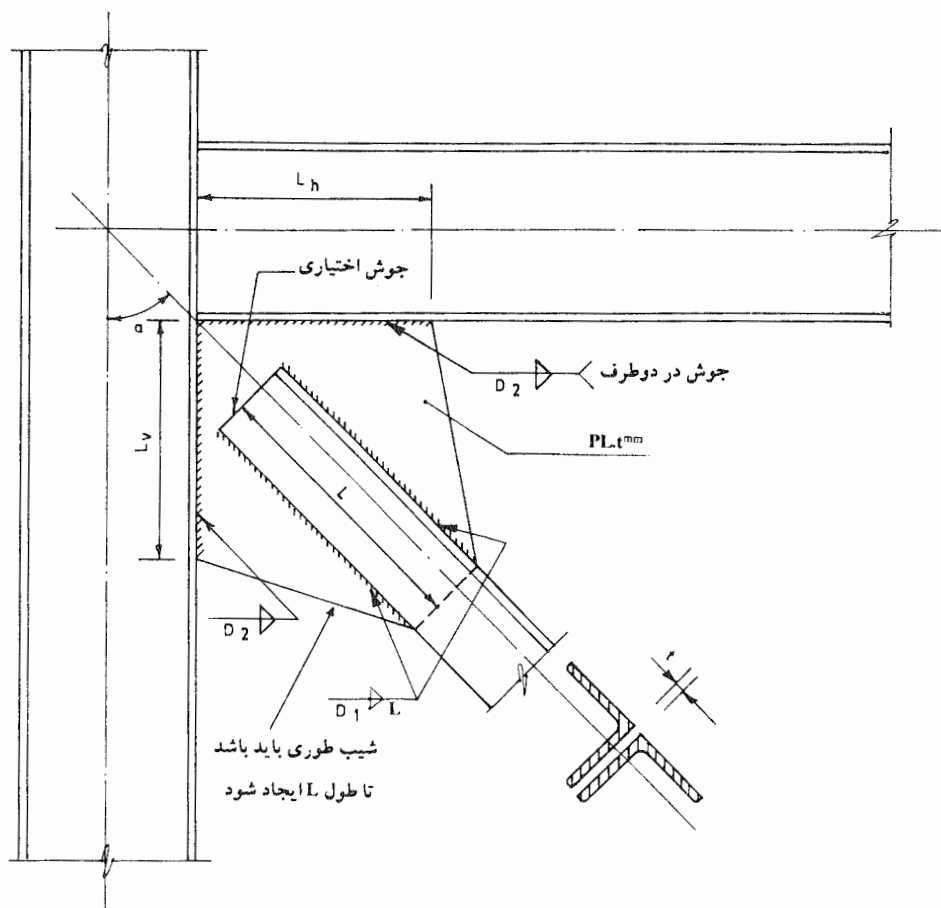
جدول ۲۷-۲. اتصال میانی در بادبند از نیمرخ نبشی تک

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



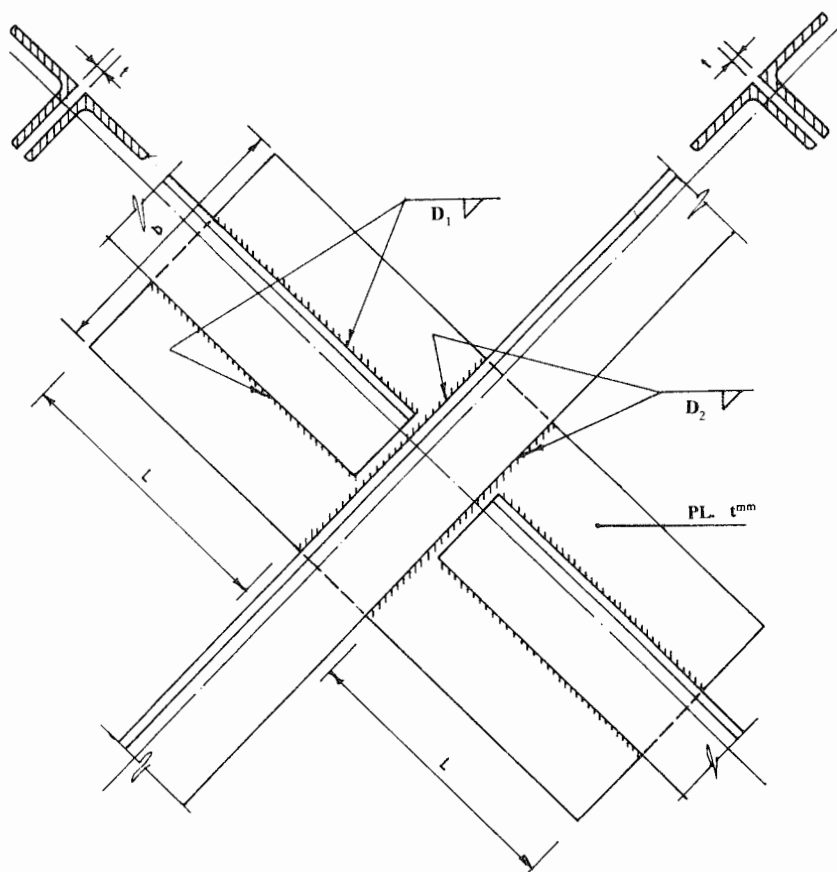
جدول ۳-۲۷. اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ نبشی تک

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t l (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



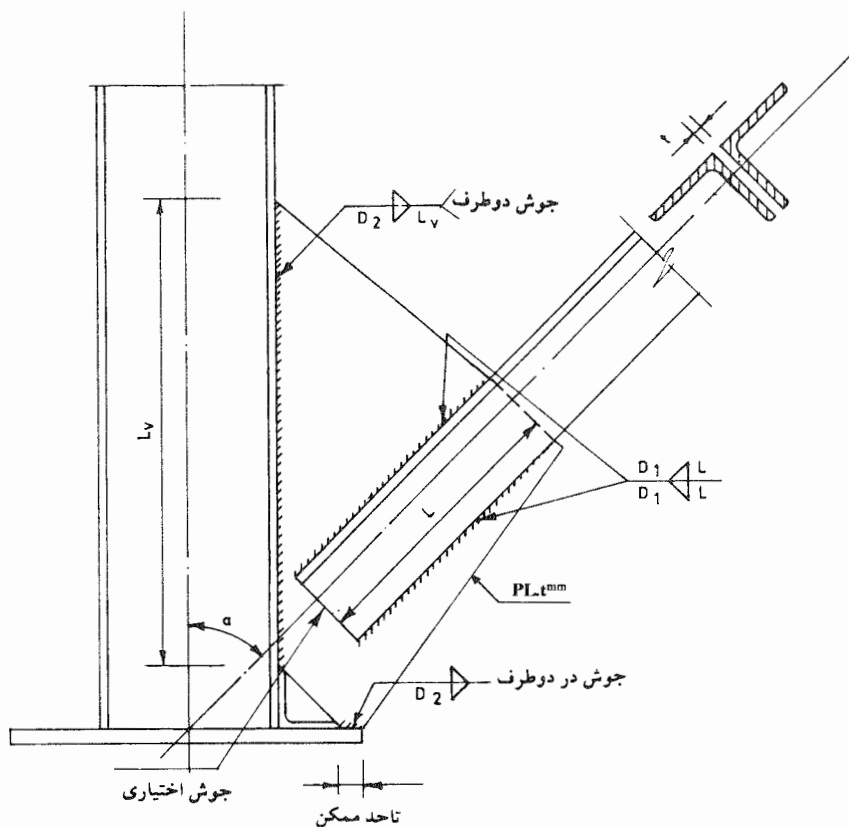
جدول ۲۷-۴ اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

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



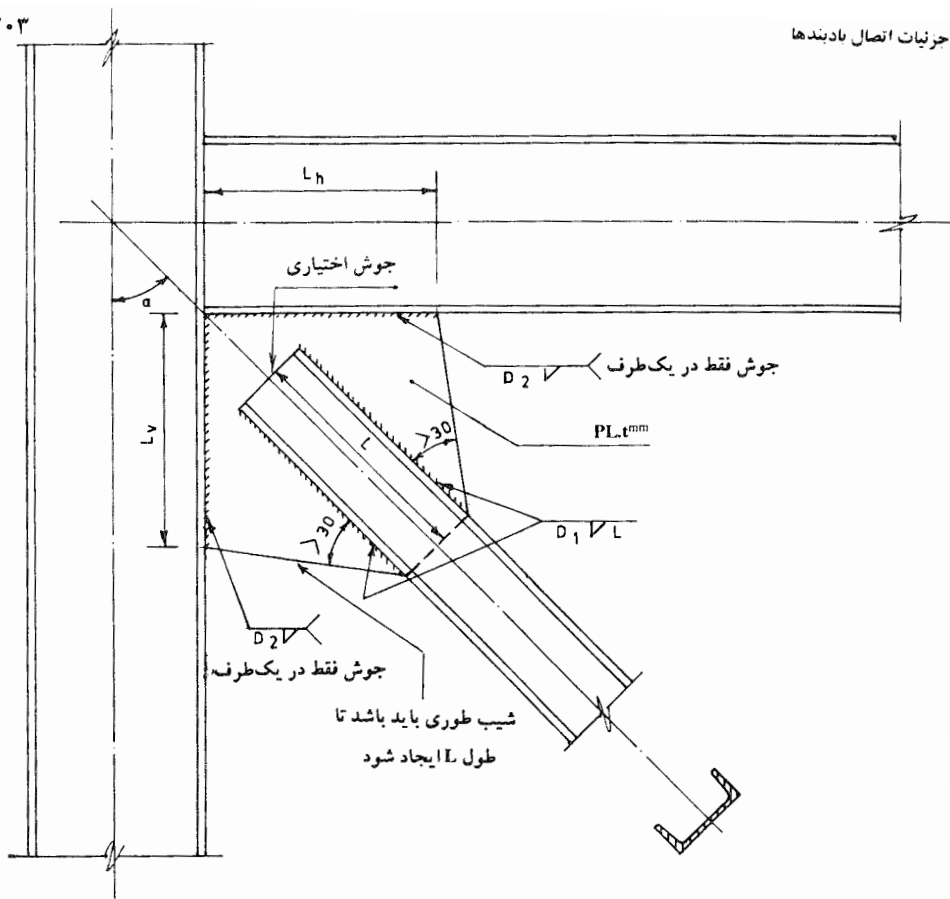
جدول ۵-۲۷ - اتصال میانی در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

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



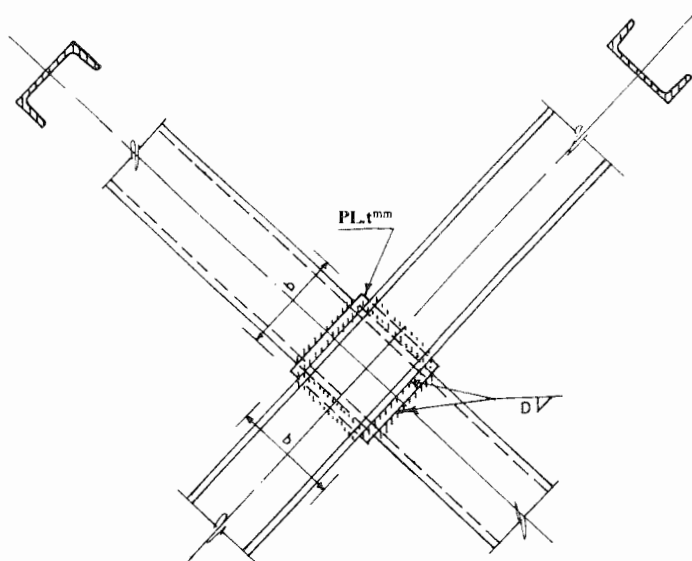
جدول ۲۷-۶- اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

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



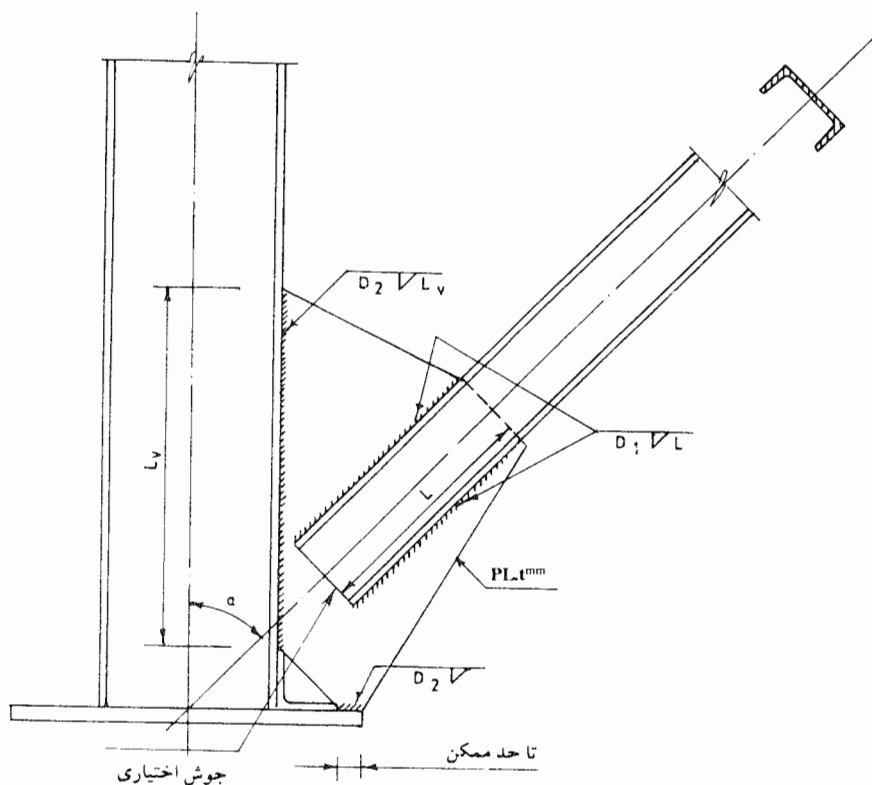
جدول ۲۷-۷. اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ ناودانی تک

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



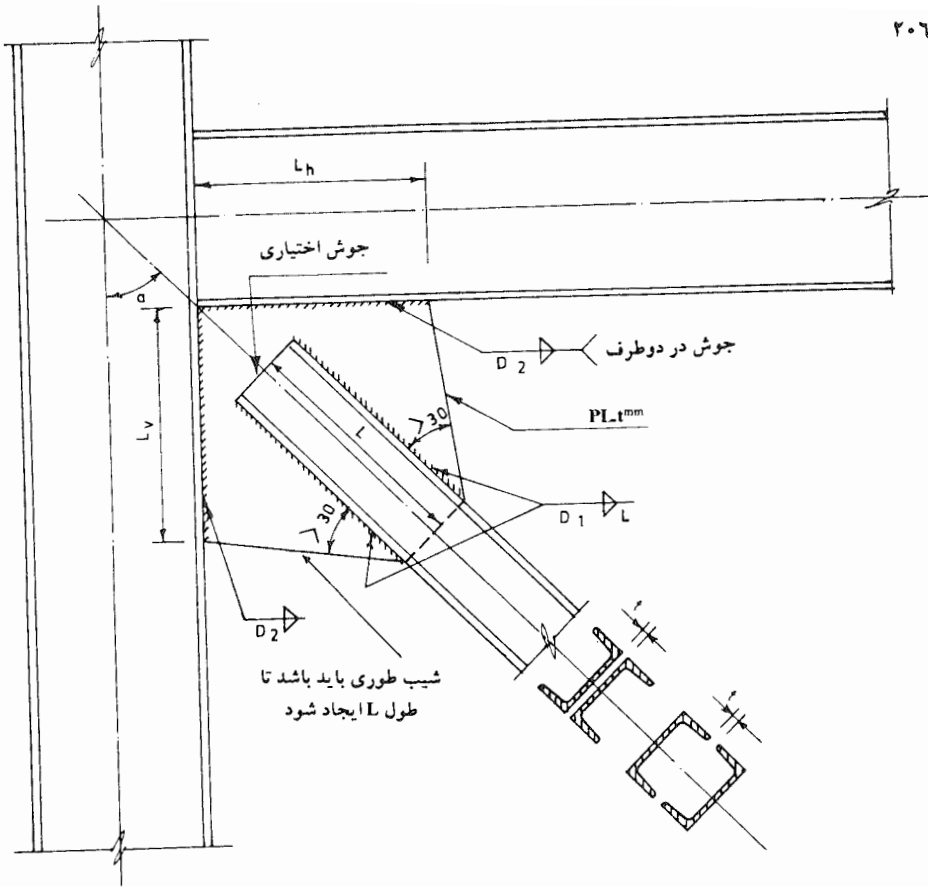
جدول ۸-۲۷ - اتصال میانی در بادبند از نیمرخ ناودانی تک

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



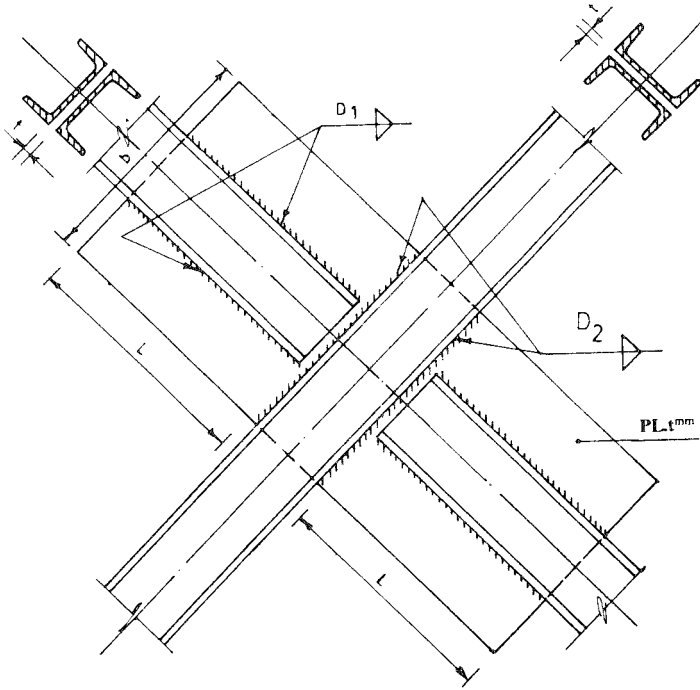
جدول ۹-۲۷ اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ ناودانی تک

ناودانی	اتصال بشی به ورق		t (mm)	D _۱ (mm)	L _۱ (mm)						
	L(mm)	D _۲ (mm)			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 35^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 55^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
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



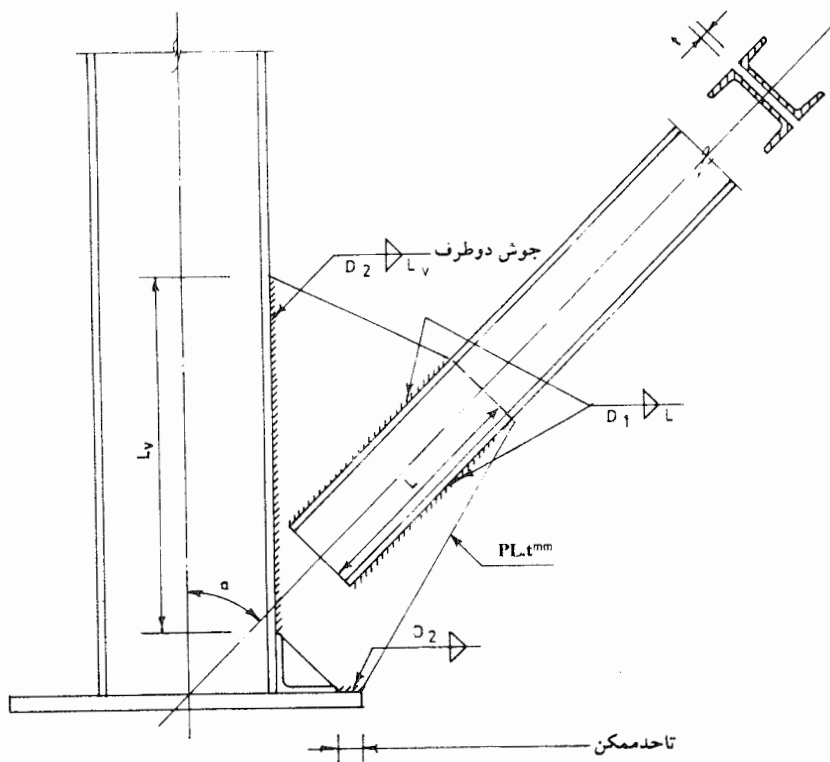
جدول ۲۷-۱۰- اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ ناودانی زوج

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 _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v	L _h	L _v
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

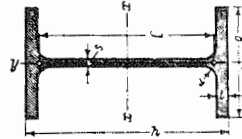
ناودانی	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D ₂ (mm)	L _v (mm)						
	L(mm)	D ₁ (mm)			α = 30°	α = 35°	α = 40°	α = 45°	α = 50°	α = 55°	α = 60°
UNP 100	320	5	14	10	350	400	450	500	500	550	550
UNP 120	360	6	16	12	400	450	500	500	550	600	600
UNP 140	400	6	16	12	450	500	550	600	650	700	750
UNP 160	420	7	16	12	550	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 نیمرخها و روابط استاتیکی

الف - مشخصات هندسی نیمرخها

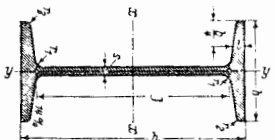
نيمرخ نيم پهن IPE



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 استاتیگ نصف مقطع حول محور خنثی (محور x)
 J = قاعده بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

IPE	ابعاد به میلیمتر				A	C	U	$x-x$			$y-y$			Q		J
	h	b	t	r	cm ²	kg/m	m ² /m	I_x cm ⁴	S_x cm ³	I_{xx} cm ⁴	I_y cm ⁴	S_y cm ³	I_{yy} cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ⁴
80	80	46	3.8	5.2	5	7.64	0.328	80.1	20.0	3.24	8.49	3.08	1.05	11.6	6.36	0.30
100	100	55	4.1	5.7	7	10.3	0.400	171	34.2	4.07	13.9	5.78	1.24	19.7	8.68	0.48
120	120	64	4.4	6.3	7	13.2	0.473	318	53.0	4.90	27.7	8.65	1.43	30.4	10.3	0.5
140	140	73	4.7	6.9	7	16.4	0.551	541	77.2	5.74	44.9	12.3	1.63	44.2	12.3	0.5
160	160	82	5.0	7.4	9	20.1	0.623	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84	61.9	14.0	0.5
180	180	91	5.3	8.0	9	23.9	0.698	1320	146	7.42	101	22.2	2.04	82.3	15.8	0.5
200	200	100	5.6	8.5	12	28.5	0.768	1840	194	8.26	142	28.5	2.24	110	17.6	0.5
220	220	110	6.9	9.2	12	33.4	0.846	2710	252	9.11	205	37.3	2.48	143	19.4	0.5
240	240	120	6.2	9.8	15	39.1	0.922	3890	324	9.97	284	47.3	2.69	183	21.2	0.5
270	270	135	6.6	10.2	15	45.9	1.041	5390	429	11.2	420	62.2	3.02	242	23.9	0.5
300	300	150	7.1	10.7	15	53.8	1.159	8300	557	12.5	604	80.5	3.35	314	26.6	0.5
330	330	160	7.8	11.5	18	62.6	1.254	11770	713	13.7	788	98.5	3.55	402	29.3	0.5
360	360	170	8.9	12.7	18	72.7	1.363	16270	904	15.0	1040	126	3.79	510	31.9	0.5
400	400	180	8.6	13.5	21	84.5	1.467	23130	1160	16.5	1320	146	3.95	654	35.4	0.5
440	440	190	9.4	14.6	21	98.8	1.603	33740	1360	18.5	1680	176	4.12	831	39.7	0.5
500	500	200	10.2	16.0	21	116	1.744	48200	1930	20.4	2140	214	4.31	1100	43.9	0.5
550	550	210	11.1	17.2	24	134	1.877	67120	2440	22.3	2670	254	4.45	1346	48.2	0.5
600	600	220	12.0	19.0	24	156	2.015	92080	3070	24.3	3390	308	4.66	1760	52.4	0.5

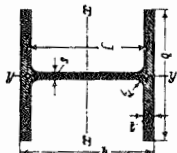
نيمرخ معمولی INP



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 استاتیگ نصف مقطع حول محور خنثی (محور x)
 J = قاعده بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

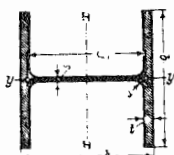
I	ابعاد به میلیمتر				A	C	U	$x-x$			$y-y$			Q		J
	h	b	t	r	cm ²	kg/m	m ² /m	I_x cm ⁴	S_x cm ³	I_{xx} cm ⁴	I_y cm ⁴	S_y cm ³	I_{yy} cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ⁴
80	80	42	3.9	5.9	2.3	7.57	0.304	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	11.4	6.84	0.34
100	100	50	4.5	6.8	2.7	10.6	0.370	171	34.2	4.01	12.2	4.88	1.07	19.9	8.57	0.4
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	0.5
140	140	66	5.7	8.6	3.4	18.2	0.502	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.40	42.7	12.0	0.5
160	160	74	6.3	9.5	3.8	22.8	0.575	935	117	6.40	54.7	14.8	1.55	68.0	13.7	0.5
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	0.5
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	0.5
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	0.5
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	0.5
260	260	112	9.4	14.1	5.6	53.3	0.906	5740	442	10.4	288	51.0	2.32	252	22.3	0.5
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	0.5
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	0.5
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	0.5
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	0.5
360	360	143	13.0	19.5	7.8	97.0	1.21	19610	1090	14.2	818	114	2.90	638	30.7	0.5
380	380	149	13.7	20.5	8.2	107	1.27	24010	1260	15.0	975	131	3.02	741	32.4	0.5
400	400	155	14.4	21.6	8.6	118	1.33	29210	1460	15.7	1160	149	3.13	857	34.1	0.5
425	425	163	15.3	23.0	9.2	132	1.41	35970	1740	16.7	1440	176	3.30	1020	36.2	0.5
450	450	170	16.2	24.3	9.7	147	1.45	43800	2040	17.7	1730	203	3.43	1200	38.3	0.5
475	475	178	17.1	25.6	10.3	163	1.58	56850	2380	18.6	2090	235	3.60	1400	40.4	0.5
500	500	185	18.0	27.0	10.8	179	1.63	68740	2750	19.6	2480	268	3.72	1620	42.4	0.5
550	550	200	19.0	30.0	11.9	212	1.80	99190	3610	21.6	3740	349	4.02	2120	46.8	0.5
600	600	215	21.6	32.4	13.0	254	1.92	139080	4330	23.4	4710	434	4.30	2730	50.9	0.5

سرنج بال بهن معمولی IPB



- A = سطح مقطع
 G = وزن واحد طول
 U = سطح جاذبی واحد طول
 I = ممان اینرسی
 S = اساس مقطع
 r = شعاع ژیراسیون
 Q = لنگر استاتیک نصف مقطع حول محور خنثی (محور X)
 J = فاصله بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

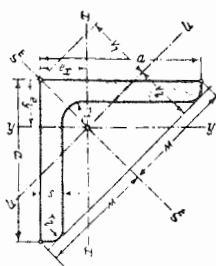
سرنج بال بهن سبک IPB1



- A = سطح مقطع
 G = وزن واحد طول
 U = سطح جاذبی واحد طول
 I = ممان اینرسی
 S = اساس مقطع
 r = شعاع ژیراسیون
 Q = لنگر استاتیک نصف مقطع حول محور خنثی (محور X)
 J = فاصله بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

ابعاد به سانتیمتر									
A	G	U	I_x	S_x	I_y	S_y	I_{xy}	J	
cm ²	kg/m	m ³ /m	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ⁴	cm
100	10	0.044	450	60.0	167	33.0	3.03	82.1	6.63
120	12	0.064	694	84.4	310	33.0	3.03	127.1	10.63
140	14	0.086	940	108.8	500	38.0	3.46	183.1	14.63
160	16	0.108	1190	133.2	690	43.0	3.89	239.1	18.63
180	18	0.130	1440	157.6	880	48.0	4.32	295.1	22.63
200	20	0.152	1690	182.0	1070	53.0	4.75	351.1	26.63
220	22	0.174	1940	206.4	1260	58.0	5.18	407.1	30.63
240	24	0.196	2190	230.8	1450	63.0	5.61	463.1	34.63
260	26	0.218	2440	255.2	1640	68.0	6.04	519.1	38.63
280	28	0.240	2690	279.6	1830	73.0	6.47	575.1	42.63
300	30	0.262	2940	304.0	2020	78.0	6.90	631.1	46.63
320	32	0.284	3190	328.4	2210	83.0	7.33	687.1	50.63
340	34	0.306	3440	352.8	2400	88.0	7.76	743.1	54.63
360	36	0.328	3690	377.2	2590	93.0	8.19	799.1	58.63
380	38	0.350	3940	401.6	2780	98.0	8.62	855.1	62.63
400	40	0.372	4190	426.0	2970	103.0	9.05	911.1	66.63
420	42	0.394	4440	450.4	3160	108.0	9.48	967.1	70.63
440	44	0.416	4690	474.8	3350	113.0	9.91	1023.1	74.63
460	46	0.438	4940	499.2	3540	118.0	10.34	1079.1	78.63
480	48	0.460	5190	523.6	3730	123.0	10.77	1135.1	82.63
500	50	0.482	5440	548.0	3920	128.0	11.20	1191.1	86.63
520	52	0.504	5690	572.4	4110	133.0	11.63	1247.1	90.63
540	54	0.526	5940	596.8	4300	138.0	12.06	1303.1	94.63
560	56	0.548	6190	621.2	4490	143.0	12.49	1359.1	98.63
580	58	0.570	6440	645.6	4680	148.0	12.92	1415.1	102.63
600	60	0.592	6690	670.0	4870	153.0	13.35	1471.1	106.63
620	62	0.614	6940	694.4	5060	158.0	13.78	1527.1	110.63
640	64	0.636	7190	718.8	5250	163.0	14.21	1583.1	114.63
660	66	0.658	7440	743.2	5440	168.0	14.64	1639.1	118.63
680	68	0.680	7690	767.6	5630	173.0	15.07	1695.1	122.63
700	70	0.702	7940	792.0	5820	178.0	15.50	1751.1	126.63
720	72	0.724	8190	816.4	6010	183.0	15.93	1807.1	130.63
740	74	0.746	8440	840.8	6200	188.0	16.36	1863.1	134.63
760	76	0.768	8690	865.2	6390	193.0	16.79	1919.1	138.63
780	78	0.790	8940	889.6	6580	198.0	17.22	1975.1	142.63
800	80	0.812	9190	914.0	6770	203.0	17.65	2031.1	146.63
820	82	0.834	9440	938.4	6960	208.0	18.08	2087.1	150.63
840	84	0.856	9690	962.8	7150	213.0	18.51	2143.1	154.63
860	86	0.878	9940	987.2	7340	218.0	18.94	2199.1	158.63
880	88	0.900	10190	1011.6	7530	223.0	19.37	2255.1	162.63
900	90	0.922	10440	1036.0	7720	228.0	19.80	2311.1	166.63
920	92	0.944	10690	1060.4	7910	233.0	20.23	2367.1	170.63
940	94	0.966	10940	1084.8	8100	238.0	20.66	2423.1	174.63
960	96	0.988	11190	1109.2	8290	243.0	21.09	2479.1	178.63
980	98	1.010	11440	1133.6	8480	248.0	21.52	2535.1	182.63
1000	100	1.032	11690	1158.0	8670	253.0	21.95	2591.1	186.63

ابعاد به سانتیمتر									
A	G	U	I_x	S_x	I_y	S_y	I_{xy}	J	
cm ²	kg/m	m ³ /m	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ⁴	cm
90	9	0.041	340	72.8	134	20.5	2.31	41.5	8.41
100	10	0.057	606	100	231	28.5	3.02	59.7	10.1
110	11	0.074	872	136.5	328	36.5	3.73	87.9	11.9
120	12	0.091	1138	166	425	44.5	4.44	116.1	13.7
130	13	0.108	1404	196.8	522	52.5	5.15	144.3	15.5
140	14	0.125	1670	226.9	619	60.5	5.86	172.5	17.3
150	15	0.142	1936	257	716	68.5	6.57	200.7	19.1
160	16	0.159	2202	287.1	813	76.5	7.28	228.9	20.9
170	17	0.176	2468	316.4	910	84.5	7.99	257.1	22.7
180	18	0.193	2734	345.7	1007	92.5	8.70	285.3	24.5
190	19	0.210	3000	375	1104	100.5	9.41	313.5	26.3
200	20	0.227	3266	404	1201	108.5	10.12	341.7	28.1
210	21	0.244	3532	433	1298	116.5	10.83	369.9	29.9
220	22	0.261	3798	462	1395	124.5	11.54	398.1	31.7
230	23	0.278	4064	491	1492	132.5	12.25	426.3	33.5
240	24	0.295	4330	520	1589	140.5	12.96	454.5	35.3
250	25	0.312	4596	549	1686	148.5	13.67	482.7	37.1
260	26	0.329	4862	578	1783	156.5	14.38	510.9	38.9
270	27	0.346	5128	607	1880	164.5	15.09	539.1	40.7
280	28	0.363	5394	636	1977	172.5	15.80	567.3	42.5
290	29	0.380	5660	665	2074	180.5	16.51	595.5	44.3
300	30	0.397	5926	694	2171	188.5	17.22	623.7	46.1
310	31	0.414	6192	723	2268	196.5	17.93	651.9	47.9
320	32	0.431	6458	752	2365	204.5	18.64	680.1	49.7
330	33	0.448	6724	781	2462	212.5	19.35	708.3	51.5
340	34	0.465	6990	810	2559	220.5	20.06	736.5	53.3
350	35	0.482	7256	839	2656	228.5	20.77	764.7	55.1
360	36	0.499	7522	868	2753	236.5	21.48	792.9	56.9
370	37	0.516	7788	897	2850	244.5	22.19	821.1	58.7
380	38	0.533	8054	926	2947	252.5	22.90	849.3	60.5
390	39	0.550	8320	955	3044	260.5	23.61	877.5	62.3
400	40	0.567	8586	984	3141	268.5	24.32	905.7	64.1
410	41	0.584	8852	1013	3238	276.5	25.03	933.9	65.9
420	42	0.601	9118	1042	3335	284.5	25.74	962.1	67.7
430	43	0.618	9384	1071	3432	292.5	26.45	990.3	69.5
440	44	0.635	9650	1100	3529	300.5	27.16	1018.5	71.3
450	45	0.652	9916	1129	3626	308.5	27.87	1046.7	73.1
460	46	0.669	10182	1158	3723	316.5	28.58	1074.9	74.9
470	47	0.686	10448	1187	3820	324.5	29.29	1103.1	76.7
480	48	0.703	10714	1216	3917	332.5	30.00	1131.3	78.5
490	49	0.720	10980	1245	4014	340.5	30.71	1159.5	80.3
500	50	0.737	11246	1274	4111	348.5	31.42	1187.7	82.1
510	51	0.754	11512	1303	4208	356.5	32.13	1215.9	83.9
520	52	0.771	11778	1332	4305	364.5	32.84	1244.1	85.7
530	53	0.788	12044	1361	4402	372.5	33.55	1272.3	87.5
540	54	0.805	12310	1390	4499	380.5	34.26	1300.5	89.3
550	55	0.822	12576	1419	4596	388.5	34.97	1328.7	91.1
560	56	0.839	12842	1448	4693	396.5	35.68	1356.9	92.9
570	57	0.856	13108	1477	4790	404.5	36.39	1385.1	94.7
580	58	0.873	13374	1506	4887	412.5	37.10	1413.3	96.5
590	59	0.890	13640	1535	4984	420.5	37.81	1441.5	98.3
600	60	0.907	13906	1564	5081	428.5	38.52	1469.7	100.1
610	61	0.924	14172	1593	5178	436.5	39.23	1497.9	101.9
620	62	0.941	14438	1622	5275	444.5	39.94	1526.1	103.7
630	63	0.958	14704	1651	5372	452.5	40.65	1554.3	105.5
640	64	0.975	14970	1680	5469	460.5	41.36	1582.5	107.3
650	65	0.992	15236	1709	5566	468.5	42.07	1610.7	109.1
660	66	1.009	15502	1738	5663	476.5	42.78	1638.9	110.9
670	67	1.026	15768	1767	5760	484.5	43.49	1667.1	112.7
680	68	1.043	16034	1796	5857	492.5	44.20	1695.3	114.5
690	69	1.060	16300	1825	5954	500.5	44.91	1723.5	116.3
700	70	1.077	16566	1854	6051	508.5	45.62	1751.7	118.1
710	71	1.094	16832	1883	6148	516.5	46.33	1779.9	120.0
720	72	1.111	17098	1912	6245	524.5	47.04	1808.1	121.8
730	73	1.128	17364	1941	6342	532.5	47.75	1836.3	123.6
740	74	1.145	17630	1970	6439	540.5	48.46	1864.5	125.4
750	75	1.162	17896	2000	6536	548.5	49.17	1892.7	127.3
760	76	1.179	18162	2029	6633	556.5	49.88	1920.9	129.1
770	77	1.196	18428	2059	6730	564.5	50.59	1949.1	131.0
780	78	1.213	18694	2088	6827	572.5	51.30	1977.3	132.8
790	79	1.230	18960	2118	6924	580.5	52.01	2005.5	134.7
800	80	1.247	19226	2147	7021	588.5	52.72	2033.7	136.5
810	81	1.264	19492	2177	7118	596.5	53.43	2061.9	138.4
820	82	1.281	19758	2206	7215	604.5	54.14	2090.1	140.2
830	83	1.298	20024	2236	7312	612.5	54.85	2118.3	142.1
840	84	1.315	20290	2265	7409	620.5	55.56	2146.5	143.9
850	85	1.332	20556	2295	7506	628.5	56.27	2174.7	145.8
860	86	1.349	20822	2324	7603	636.5	56.98	2202.9	147.6
870	87	1.366	21088	2354	7700	644.5	57.69	2231.1	149.5
880	88	1.383	21354	2383	7797	652.5	58.40	2259.3	151.3
890	89	1.400	21620	2413	7894	660.5	59.11	2287.5	153.2
900	90	1.417	21886	2442	7991	668.5	59.82	2315.7	155.0
910	91	1.434	22152	2472	8088	676.5	60.53	2343.9	156.9
920	92	1.451	22418	2501	8185	684.5	61.24	2372.1	158.7
930	93	1.468	22684	2531	8282	692.5	61.95	2400.3	160.6
940	94	1.485	22950	2560	8379	700.5	62.66	2428.5	162.4
950	95	1.502	23216	2590	8476	708.5	63.37	2456.7	164.3
960	96	1.519	23482	2619	8573	716.5	64.08	2484.9	166.1
970	97	1.536	23748	2649	8670	724.5	64.79	2513.1	168.0
980	98	1.553	24014	2678	8767	732.5	65.50	2541.3	169.8
990	99	1.570	24280	2708	8864	740.5	66.21	2569.5	171.7
1000	100	1.587	24546	2737	8961	748.5	66.92	2597.7	173.5

[illegible]

متمرخ نبی با الهای مساوی

$$p_{\text{obs}} = 1$$

$C = \text{وزن واحد طول}$

$$\gamma = \mathcal{U}$$
$$= 1 \text{ مکان ایترسی}$$
$$g_{\text{eff}} = 5$$
$$= \Gamma_{\text{شعاع ذير سيون}}$$

محاور $n-n$ محاور اصلی حد اقل نیم رخ است

[illegible]

مسکون و جهاز

$$A = \text{مساحت مقطع}$$

$$G = \text{وزن واحد طول}$$

$$U = \text{مساحت جاذبی واحد طول}$$

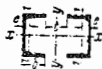
المان مقطع خمیری سیمخراش

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	0.196	0.154	137	20.5	3.30	2.59	644	42	13.2	10.4	1240	75	44.2	34.7	2360
5.5	0.238	0.187	173	21.5	3.53	2.72	669	44	13.4	10.6	1350	76	45.4	35.6	2460
6.0	0.314	0.246	204	22.5	3.76	2.94	694	44	13.6	10.8	1460	77	46.6	36.5	2560
6.5	0.373	0.296	240	23.5	3.98	3.12	707	44	13.8	11.0	1570	78	47.8	37.4	2660
7.0	0.444	0.347	276	24.5	4.15	3.26	723	46	14.0	11.2	1680	79	49.0	38.3	2760
7.5	0.515	0.397	312	25.5	4.34	3.40	738	46	14.2	11.4	1790	80	50.2	39.2	2860
8.0	0.593	0.452	351	26.5	4.54	3.54	754	47	14.4	11.6	1900	81	51.4	40.1	2960
8.5	0.676	0.509	393	27.5	4.74	3.68	769	47	14.6	11.8	2010	82	52.6	41.0	3060
9.0	0.764	0.569	438	28.5	4.94	3.82	785	48	14.8	12.0	2120	83	53.8	41.9	3160
9.5	0.856	0.630	483	29.5	5.14	3.96	801	48	15.0	12.2	2230	84	55.0	42.8	3260
10.0	0.952	0.693	530	30.5	5.34	4.10	817	49	15.2	12.4	2340	85	56.2	43.7	3360
10.5	1.050	0.758	579	31.5	5.54	4.24	833	50	15.4	12.6	2450	86	57.4	44.6	3460
11.0	1.150	0.825	630	32.5	5.74	4.38	849	51	15.6	12.8	2560	87	58.6	45.5	3560
11.5	1.250	0.893	681	33.5	5.94	4.52	865	52	15.8	13.0	2670	88	59.8	46.4	3660
12.0	1.350	0.962	733	34.5	6.14	4.66	881	53	16.0	13.2	2780	89	61.0	47.3	3760
12.5	1.450	1.032	786	35.5	6.34	4.80	897	54	16.2	13.4	2890	90	62.2	48.2	3860
13.0	1.550	1.103	840	36.5	6.54	4.94	913	55	16.4	13.6	3000	91	63.4	49.1	3960
13.5	1.650	1.174	894	37.5	6.74	5.08	929	56	16.6	13.8	3110	92	64.6	50.0	4060
14.0	1.750	1.245	948	38.5	6.94	5.22	945	57	16.8	14.0	3220	93	65.8	50.9	4160
14.5	1.850	1.316	1002	39.5	7.14	5.36	961	58	17.0	14.2	3330	94	67.0	51.8	4260
15.0	1.950	1.387	1056	40.5	7.34	5.50	977	59	17.2	14.4	3440	95	68.2	52.7	4360
15.5	2.050	1.458	1110	41.5	7.54	5.64	993	60	17.4	14.6	3550	96	69.4	53.6	4460
16.0	2.150	1.529	1164	42.5	7.74	5.78	1009	61	17.6	14.8	3660	97	70.6	54.5	4560
16.5	2.250	1.600	1218	43.5	7.94	5.92	1025	62	17.8	15.0	3770	98	71.8	55.4	4660
17.0	2.350	1.671	1272	44.5	8.14	6.06	1041	63	18.0	15.2	3880	99	73.0	56.3	4760
17.5	2.450	1.742	1326	45.5	8.34	6.20	1057	64	18.2	15.4	3990	100	74.2	57.2	4860
18.0	2.550	1.813	1380	46.5	8.54	6.34	1073	65	18.4	15.6	4100	101	75.4	58.1	4960
18.5	2.650	1.884	1434	47.5	8.74	6.48	1089	66	18.6	15.8	4210	102	76.6	59.0	5060
19.0	2.750	1.955	1488	48.5	8.94	6.62	1105	67	18.8	16.0	4320	103	77.8	59.9	5160
19.5	2.850	2.026	1542	49.5	9.14	6.76	1121	68	19.0	16.2	4430	104	79.0	60.8	5260
20.0	2.950	2.097	1596	50.5	9.34	6.90	1137	69	19.2	16.4	4540	105	80.2	61.7	5360
20.5	3.050	2.168	1650	51.5	9.54	7.04	1153	70	19.4	16.6	4650	106	81.4	62.6	5460
21.0	3.150	2.239	1704	52.5	9.74	7.18	1169	71	19.6	16.8	4760	107	82.6	63.5	5560
21.5	3.250	2.310	1758	53.5	9.94	7.32	1185	72	19.8	17.0	4870	108	83.8	64.4	5660
22.0	3.350	2.381	1812	54.5	10.14	7.46	1201	73	20.0	17.2	4980	109	85.0	65.3	5760
22.5	3.450	2.452	1866	55.5	10.34	7.60	1217	74	20.2	17.4	5090	110	86.2	66.2	5860
23.0	3.550	2.523	1920	56.5	10.54	7.74	1233	75	20.4	17.6	5200	111	87.4	67.1	5960
23.5	3.650	2.594	1974	57.5	10.74	7.88	1249	76	20.6	17.8	5310	112	88.6	68.0	6060
24.0	3.750	2.665	2028	58.5	10.94	8.02	1265	77	20.8	18.0	5420	113	89.8	68.9	6160
24.5	3.850	2.736	2082	59.5	11.14	8.16	1281	78	21.0	18.2	5530	114	91.0	69.8	6260
25.0	3.950	2.807	2136	60.5	11.34	8.30	1297	79	21.2	18.4	5640	115	92.2	70.7	6360
25.5	4.050	2.878	2190	61.5	11.54	8.44	1313	80	21.4	18.6	5750	116	93.4	71.6	6460
26.0	4.150	2.949	2244	62.5	11.74	8.58	1329	81	21.6	18.8	5860	117	94.6	72.5	6560
26.5	4.250	3.020	2298	63.5	11.94	8.72	1345	82	21.8	19.0	5970	118	95.8	73.4	6660
27.0	4.350	3.091	2352	64.5	12.14	8.86	1361	83	22.0	19.2	6080	119	97.0	74.3	6760
27.5	4.450	3.162	2406	65.5	12.34	9.00	1377	84	22.2	19.4	6190	120	98.2	75.2	6860
28.0	4.550	3.233	2460	66.5	12.54	9.14	1393	85	22.4	19.6	6300	121	99.4	76.1	6960
28.5	4.650	3.304	2514	67.5	12.74	9.28	1409	86	22.6	19.8	6410	122	100.6	77.0	7060
29.0	4.750	3.375	2568	68.5	12.94	9.42	1425	87	22.8	20.0	6520	123	101.8	77.9	7160
29.5	4.850	3.446	2622	69.5	13.14	9.56	1441	88	23.0	20.2	6630	124	103.0	78.8	7260
30.0	4.950	3.517	2676	70.5	13.34	9.70	1457	89	23.2	20.4	6740	125	104.2	79.7	7360
30.5	5.050	3.588	2730	71.5	13.54	9.84	1473	90	23.4	20.6	6850	126	105.4	80.6	7460
31.0	5.150	3.659	2784	72.5	13.74	9.98	1489	91	23.6	20.8	6960	127	106.6	81.5	7560
31.5	5.250	3.730	2838	73.5	13.94	10.12	1505	92	23.8	21.0	7070	128	107.8	82.4	7660
32.0	5.350	3.801	2892	74.5	14.14	10.26	1521	93	24.0	21.2	7180	129	109.0	83.3	7760
32.5	5.450	3.872	2946	75.5	14.34	10.40	1537	94	24.2	21.4	7290	130	110.2	84.2	7860
33.0	5.550	3.943	3000	76.5	14.54	10.54	1553	95	24.4	21.6	7400	131	111.4	85.1	7960
33.5	5.650	4.014	3054	77.5	14.74	10.68	1569	96	24.6	21.8	7510	132	112.6	86.0	8060
34.0	5.750	4.085	3108	78.5	14.94	10.82	1585	97	24.8	22.0	7620	133	113.8	86.9	8160
34.5	5.850	4.156	3162	79.5	15.14	10.96	1601	98	25.0	22.2	7730	134	115.0	87.8	8260
35.0	5.950	4.227	3216	80.5	15.34	11.10	1617	99	25.2	22.4	7840	135	116.2	88.7	8360
35.5	6.050	4.298	3270	81.5	15.54	11.24	1633	100	25.4	22.6	7950	136	117.4	89.6	8460
36.0	6.150	4.369	3324	82.5	15.74	11.38	1649	101	25.6	22.8	8060	137	118.6	90.5	8560
36.5	6.250	4.440	3378	83.5	15.94	11.52	1665	102	25.8	23.0	8170	138	119.8	91.4	8660
37.0	6.350	4.511	3432	84.5	16.14	11.66	1681	103	26.0	23.2	8280	139	121.0	92.3	8760
37.5	6.450	4.582	3486	85.5	16.34	11.80	1697	104	26.2	23.4	8390	140	122.2	93.2	8860
38.0	6.550	4.653	3540	86.5	16.54	11.94	1713	105	26.4	23.6	8500	141	123.4	94.1	8960
38.5	6.650	4.724	3594	87.5	16.74	12.08	1729	106	26.6	23.8	8610	142	124.6	95.0	9060
39.0	6.750	4.795	3648	88.5	16.94	12.22	1745	107	26.8	24.0	8720	143	125.8	95.9	9160
39.5	6.850	4.866	3702	89.5	17.14	12.36	1761	108	27.0	24.2	8830	144	127.0	96.8	9260
40.0	6.950	4.937	3756	90.5	17.34	12.50	1777	109	27.2	24.4	8940	145	128.2	97.7	9360
40.5	7.050	5.008	3810	91.5	17.54	12.64	1793	110	27.4	24.6	9050	146	129.4	98.6	9460
41.0	7.150	5.079	3864	92.5	17.74	12.78	1809	111	27.6	24.8	9160	147	130.6	99.5	9560
41.5	7.250	5.150	3918	93.5	17.94	12.92	1825	112	27.8	25.0	9270	148	131.8	100.4	9660
42.0	7.350	5.221	3972	94.5	18.14	13.06	1841	113	28.0	25.2	9380	149	133.0	101.3	9760
42.5	7.450	5.292	4026	95.5	18.34	13.20	1857	114	28.2	25.4	9490	150	134.2	102.2	9860
43.0	7.550	5.363	4080	96.5	18.54	13.34	1873	115	28.4	25.6	9600	151	135.4	103.1	9960
43.5	7.650	5.434	4134	97.5	18.74	13.48	1889	116	28.6	25.8	9710	152	136.6	104.0	10060
44.0	7.750	5.505	4188	98.5	18.94	13.62	1905	117	28.8	26.0	9820	153	137.8	104.9	10160
44.5	7.850	5.576	4242	99.5	19.14	13.76	1921	118	29.0	26.2	9930	154	139		

[illegible]

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------

نیمرخ زوج ناودانی



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

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

$$W_y = \frac{J_y}{b + \frac{1}{2} t}$$

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

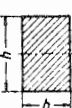
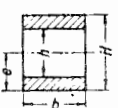
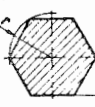
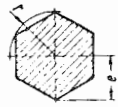
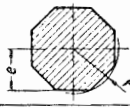
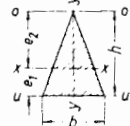
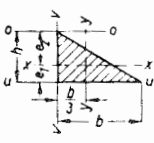
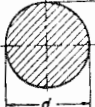
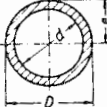
Profil C	F cm ²	G kg/m	J _x cm ⁴	i _x cm	i _y cm		0	8	10	12	15	20
80	22,0	17,3	212	3,10	1,33	J _x	243	301	316	332	356	—
						J _y	54	61	63	65	68	—
						W _y	3,33	3,70	3,79	3,53	4,03	—
100	27,0	21,2	412	3,91	1,47	J _x	380	459	480	501	535	—
						J _y	76	85	87	89	93	—
						W _y	3,75	4,72	4,72	4,71	4,75	—
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	4 620	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

$$f = \text{سطح مقطع}$$

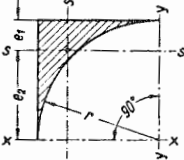
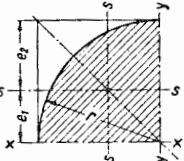
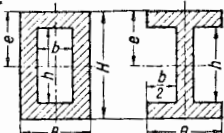
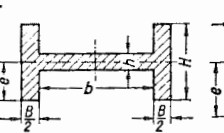
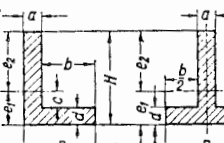
$$J = \text{ممان اینرسی}$$

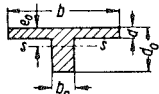
$$W = \text{مساحت مقطع}$$
[illegible]

ب- روابط تیرهای تک‌دهانه 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. 	$e_1 = \frac{h}{3}$ $e_2 = \frac{2}{3} h$	$J_x = \frac{bh^3}{36}$ $J_y = \frac{hb^3}{48}$	$W_{x0} = \frac{bh^2}{24}$ $W_{xu} = \frac{bh^2}{12}$ $W_y = \frac{hb^2}{24}$
9. 	$e_1 = \frac{h}{3}$ $e_2 = \frac{2}{3} h$	$J_x = \frac{b \cdot h^3}{36}$ $J_y = \frac{hb^3}{36}$ $J_{xy} = -\frac{b^2 h^2}{72}$	$W_{x0} = \frac{bh^2}{24}$ $W_{xu} = \frac{bh^2}{12}$ $W_{yy} = \frac{hb^2}{12}$
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.		$e_1 = 0,2234r$ $e_2 = 0,7766r$	$J_s = 0,0075r^4$ $J_x = J_y \approx 0,137r^4$ $J_{xy} = -\frac{r^4}{8}$ $J_{ss} = 0,0044r^4$	$W_{s1} = \frac{J_s}{e_1} = 0,0336r^3$ $W_{s2} = \frac{J_s}{e_2} = 0,00966r^3 \approx 0,01r^3$
13.		$e_1 = \frac{4r}{3\pi} = 0,4244r$ $e_2 = 0,5756r$	$J_s = 0,055r^4$ $J_x = J_y = 0,19635r^4$ $J_{xy} = -\frac{r^4}{8}$ $J_{ss} = 0,0165r^4$	$W_{s1} = \frac{J_s}{e_1} = 0,1296r^3$ $W_{s2} = \frac{J_s}{e_2} = 0,0956r^4$
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.			$e_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{aH^2 + bd^2}{aH + bd}$ $e_2 = H - e_1$ $J = \frac{1}{3} (Be_1^3 - bc^3 + ae_2^3)$ $W_1 = \frac{J}{e_1}$ $W_2 = \frac{J}{e_2}$	



$$F_p = b d \quad \text{و} \quad F_{S1} = b_0 (d_0 - d) \quad J_p = \frac{F_p d^2}{12} \quad \text{و}$$

$$J_{S1} = \frac{F_{S1} (d_0 - d)^2}{12} \quad \text{و} \quad e_0 = \frac{d_0}{2} \cdot \frac{F_{S1}}{F_p + F_{S1}} + \frac{d}{2}$$

$$J_s = J_p + J_{S1} + \frac{F_p \cdot F_{S1}}{F_p + F_{S1}} \left(\frac{d_0}{2} \right)^2$$

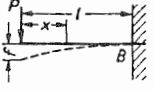
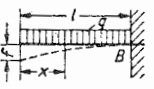
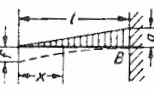
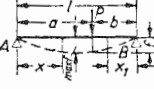
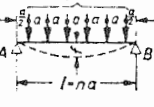
$$J_s = \mu b d_0^3$$

$\frac{b_0}{b}$	$d:d_0$									
	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	264	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	306	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	744
0,90	761	770	779	782	786	788	789	790	790	791
1,00	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833

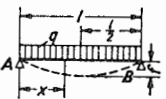
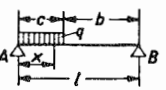
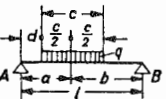
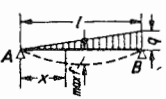
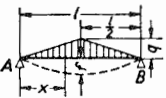
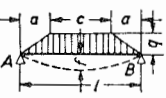
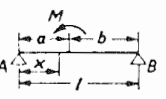
مثال : $b = 1,50 \text{ m}$ $b_0 = 0,30 \text{ m}$ $d = 0,15 \text{ m}$ $d_0 = 0,60 \text{ m}$

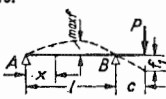
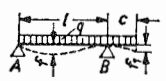
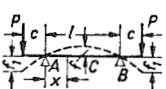
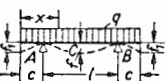
$\mu = 318 \cdot 10^{-4}$ با استفاده از جدول و $d/d_0 = 0,15/0,60 = 0,25$ و $b_0/b = 0,30/1,50 = 0,20$ برای

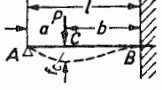
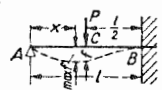
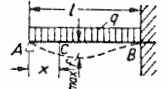
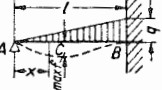
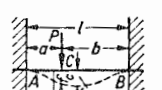
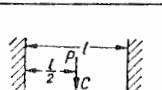
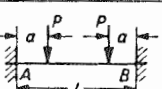
یا $\mu = 0,0318$ همچنین $J_s = 0,0318 \cdot 1,50 \cdot 0,60^3 = 103,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$.

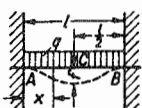
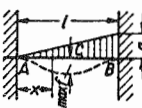
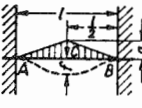
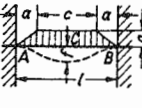
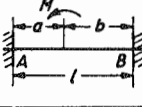
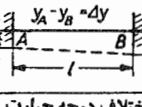
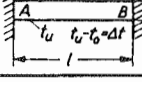
بارگذاری	واکنش تکیه‌گاهی	لنگر خمشی	افت																
1. 	$B = P$	$M_x = -Px$ $\max M = M_B = -Pl$	$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$																
2. 	$B = ql$	$M_x = -\frac{qx^2}{2}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{2}$	$f = \frac{1}{8} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$																
3. 	$B = \frac{ql}{2}$	$M_x = -\frac{qx^3}{6l}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{6}$	$f = \frac{1}{30} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$																
4. 	$A = \frac{Pb}{l}$ $B = \frac{Pa}{l}$	$M_x = \frac{Pb}{l}x$ $M_{x1} = \frac{Pa}{l}x_1$ $\max M = \frac{Pab}{l}$	$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{P}{EJ} \cdot \frac{a^2b^2}{l}$ 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. $a = b = \frac{l}{2}$	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_x = \frac{P}{2}x$ $\max M = \frac{Pl}{4}$	$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$																
6. 	$A = B = P$	$\max M = Pa$	$\max f = \frac{Pa}{24EJ} (3l^2 - 4a^2)$																
7. 	$A = B = \frac{(n-1)P}{2}$	$\max M = k_M Pl$	$f = k_f \frac{Pl^3}{EJ}$																
		<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. 	$A = B = \frac{nP}{2}$	$\max M = k_M Pl$	$f = k_f \frac{Pl^3}{EJ}$																
		<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																

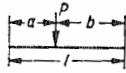
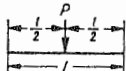
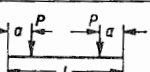
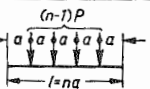
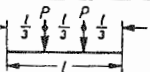
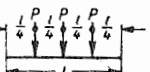
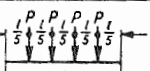
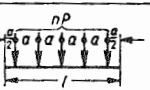
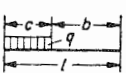
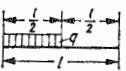
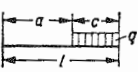
 برای $n \geq 5$ می‌توان به‌جای استفاده از حالات ۷ یا ۸ از حالت ۱۰ با $q = \sum P/l$ استفاده نمود.

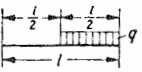
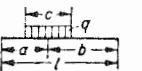
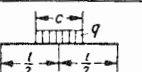
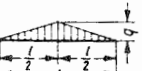
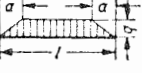
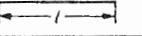
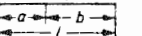
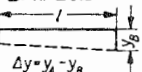
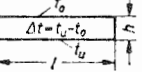
تغییر شکل حداکثر	لنگر خمشی	واکنش تکیه گاهی	بارگذاری
10.	 $M_x = \frac{qx}{2}(l-x)$ $\max M = \frac{ql^2}{8}$	$A = B = \frac{ql}{2}$	$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$
11.	 $M_x = Ax - \frac{qx^2}{2}$ $\max M = \frac{qc^2}{8l^2}(2l-c)^2$ $x = \frac{A}{q}$ در	$A = \frac{qc}{2l}(2l-c)$ $B = \frac{qc^2}{2l}$	$f = \frac{q \cdot b \cdot c^3}{24EJ} \left(4 - 3 \frac{c}{l}\right)$ $x = c$ در
12.	$c = \frac{l}{2}$	$A = \frac{3}{8}ql, B = \frac{1}{8}ql$	$\max M = \frac{9}{128}ql^2$ $f = \frac{5}{768} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EJ}$ $x = l/2$ در
13.	 $\max M = \frac{qabc}{2l^2}(2l-c)$ $x = \frac{A}{q} + d$ در	$A = \frac{qbc}{l}$ $B = \frac{qac}{l}$	
14.	$a = b = \frac{l}{2}$	$A = B = \frac{qc}{2}$	$\max M = \frac{qc}{8}(2l-c)$
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	$A = \frac{1}{6}ql$ $B = \frac{1}{3}ql$	$\max f = 0,00652 \frac{ql^4}{EJ}$ $x = 0,5193l$ در
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.	 $M_x = M \frac{x}{l} \quad : \quad x \leq a$ $M_x = -M \frac{l-x}{l} \quad : \quad x \geq a$	$A = -B = \frac{M}{l}$	

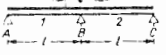
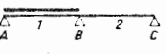
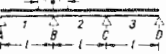
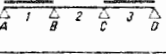
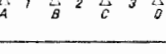
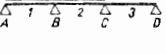
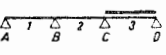
بارگذاری	واکنش تکیه‌گاهی	لنگر خمشی	افت
19. 	$A = -\frac{Pc}{l}$ $B = \frac{P(l+c)}{l}$	$M_x = Ax = -\frac{Pcx}{l}$ $M_B = -Pc$	$\max f = \frac{Pl^2}{9EJ} \cdot \frac{c}{\sqrt{3}}$ $x = 0,577l$ $f_1 = \frac{Pc^2}{3EJ} (l+c)$
20. 	$A = \frac{q}{2l} (l^2 - c^2)$ $B = \frac{q}{2l} (l+c)^2$	$\max M_F = \frac{q}{8l^2} (l^2 - c^2)^2$ $M_B = -\frac{qc^2}{2}$ $\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): $f + f_1 = \frac{Pc}{24EJ} [3(l+c)^2 - 4c^2]$			
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 $c = 0,3535l$: $M_A = M_C = \pm \frac{ql^2}{16}$	$f = \frac{1}{16} \cdot \frac{ql^4}{EJ} \left(\frac{5}{24} - \frac{c^2}{l^2} \right)$ $f_1 = \frac{1}{24} \cdot \frac{ql^4}{EJ} \cdot \left(3 \frac{c^4}{l^4} + 6 \frac{c^3}{l^3} - \frac{c}{l} \right)$

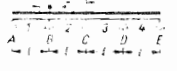
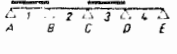
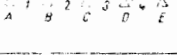
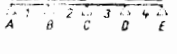
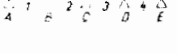
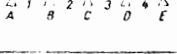
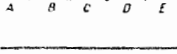
1.		$A = \frac{Pb^2}{2l^3}(2l+a)$ $B = \frac{Pa}{2l^3}(3l^2-a^2)$	$M_B = -\frac{Pab}{2l^2}(l+a)$ $M_C = \frac{Pab^2}{2l^3}(2l+a)$	$f_C = \frac{Pa^2b^3}{12EJl^3}(3l+a)$
2.		$A = \frac{5}{16}P$ $B = \frac{11}{16}P$	$\max M = M_B = -\frac{3}{16}Pl$ $M_C = \frac{5}{32}Pl$	$f = \frac{7}{768} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$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

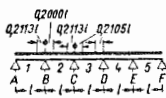
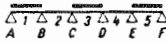
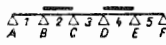
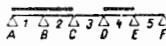
بارگذاری	واکنش تکیه‌گامی	لنگر خمشی	انحراف
8. 	$A = B = \frac{ql}{2}$	$M_x = -\frac{ql^2}{2} \left(\frac{1}{6} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2} \right)$ $\max M = M_A = M_B = -\frac{ql^2}{12}$ $M_C = \frac{ql^2}{24}$	$f = \frac{1}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$
9. 	$A = \frac{3}{20} ql$ $B = \frac{7}{20} ql$	$M_x = -\frac{ql^2}{60} \left(2 - 9 \frac{x}{l} + 10 \frac{x^2}{l^2} \right)$ $M_A = -\frac{ql^2}{30}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{20}$ $M_C = \frac{ql^2}{46,6}$ $x = 0,548 l$ در	$\max f = \frac{1}{764} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$ $x = 0,525 l$ 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 	$A = B = 0$	$M_A = M_B = -\frac{EJ}{h} \alpha_T \Delta t$ $h =$ 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	یکسر گیردار	دوسر گیردار
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	$q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$ $q l$
	$\max M_1$ 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	0,035 -0,053 0,297 -0,053	$q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$
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	$q l^2$ $q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$ $q l$ $q l$
	$\max M_1$ 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	$q l^2$ $q l^2$ $q l$
	$\max M_2$ 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	$q l^2$ $q l^2$ $q l$
	$\min M_B$ 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	$q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$ $q l$
	$\max M_B$ 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	$q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$

شکل تیر	تیرهای داخلی					فاکتور
تیر یکسره چهاردهانه $Q2^{*}31 \quad C2^{*}391 \quad B2^{*}051$ 	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_{Bl}	-0,607	-0,317	-0,380	-0,441	$q l$
	Q_{Br}	0,536	0,273	0,327	0,381	$q l$
	Q_{Cl}	-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	$q l$
	$\min Q_{Bl}$	-0,621	-0,326	-0,390	-0,452	$q l$
	$\max Q_{Br}$	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	$q l$
	$\max Q_{Bl}$	0,013	0,009	0,010	0,011	$q l$
	$\min Q_{Br}$	-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	$q l$
	$\min Q_{Cl}$	-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	$q l$
	$\max Q_{Cl}$	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	
	$max M_1$	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	0,078	0,086	ql	
	$min Q_{Cr}$	-0,091	-0,057	-0,068	-0,077	ql	

