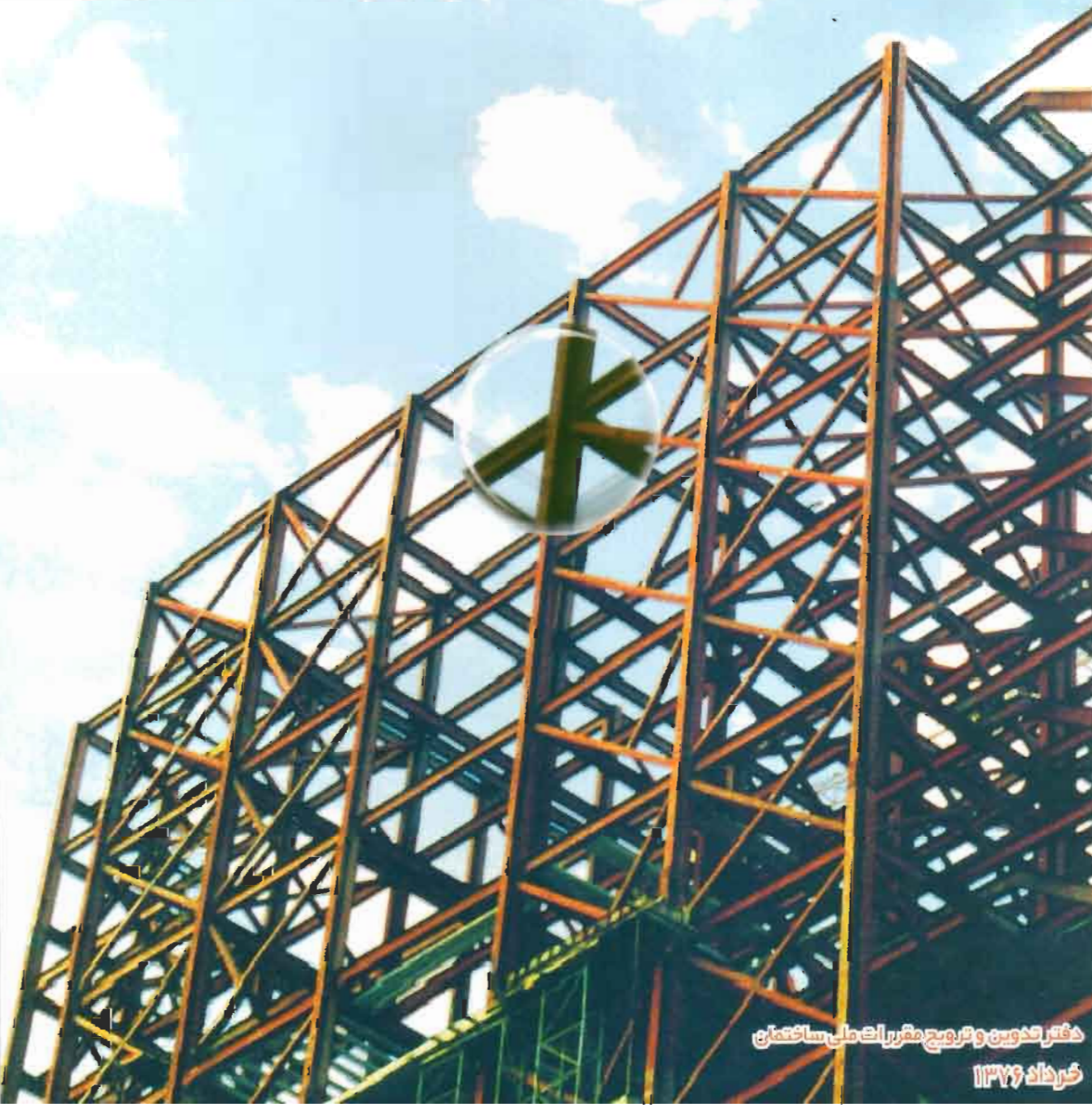


# راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی



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. اتصالاتی جوش شده. الف. ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان.

۶۲۴/۱۸۲

۲ ر / ۶۸۴ TA

۱۳۸۰

۸۰-۱۶۸۵۰ م

کتابخانه ملی ایران

نام کتاب : راهنمای اتصالات در ساختمانهای فولادی

تهیه کننده : دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان

ناشر : نشر توسعه ایران

شمارگان : ۵۰۰۰ جلد

نوبت چاپ : هفتم

سال انتشار : ۱۳۸۳

شابک : ۹۶۴-۷۵۸۸-۲۳-۲

چاپ و صحافی : کتیبه

قیمت : ۱۴۰۰۰ ریال

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

## بسمه تعالی

### «پیش گفتار»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

دفتر تدوین و ترویج  
مقررات ملی ساختمان

## فهرست مطالب

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

# فصل ۱

آشنایی با جوشکاری

و

علائم جوشکاری



## ۱-۱- جوشکاری با قوس الکتریک

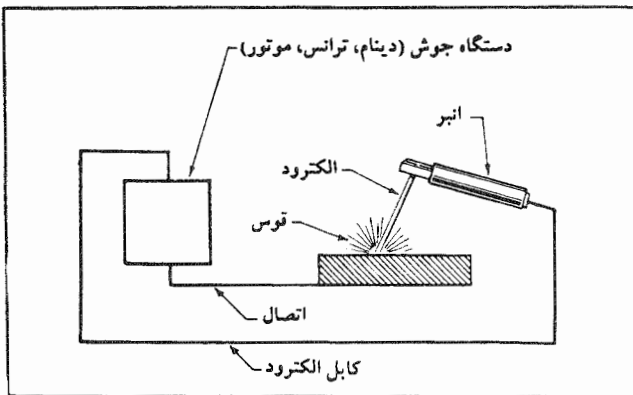
در جوشکاری با قوس الکتریک که متداولترین نوع جوشکاری در ساختمان‌سازی است، اتصال بین مصالح با ذوب کردن لبه‌های درز و سخت شدن بعدی آنها صورت می‌گیرد. در حین ذوب، فلز پایه و فلز جوش با یکدیگر ممزوج شده و پس از سخت شدن، اتصال قطعات تأمین می‌گردد.

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

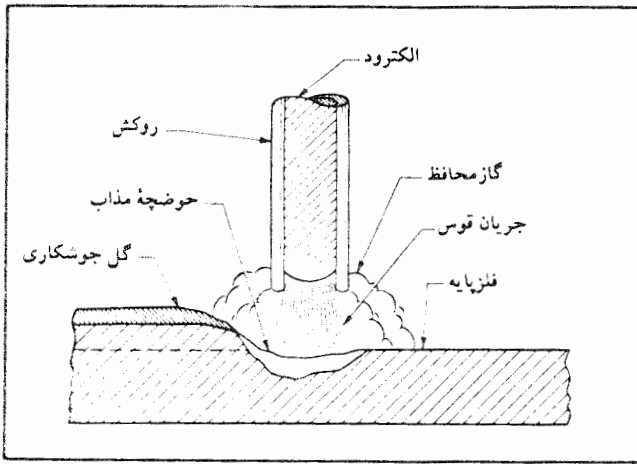
در تمام جوشکاریهای دستی مدرن امروزی، برای افزایش کیفیت جوش و جلوگیری از انجماد و زود سرد شدن حوضچه مذاب، روی الکترود روکش می‌شود.

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

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

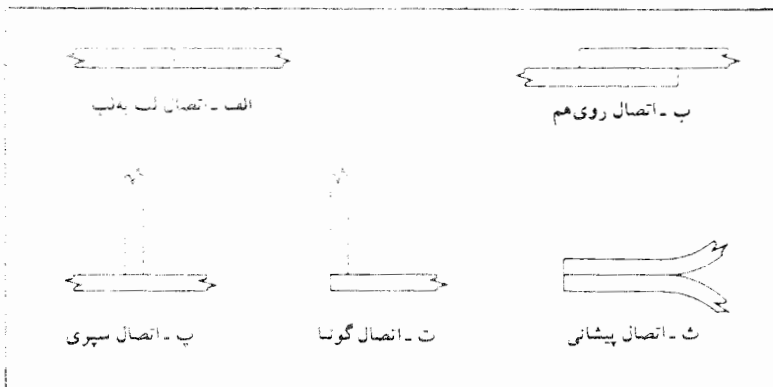
الف: اتصال لب به لب

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 ۴-۱ انواع جوش نشان داده شده است که عبارتند از:

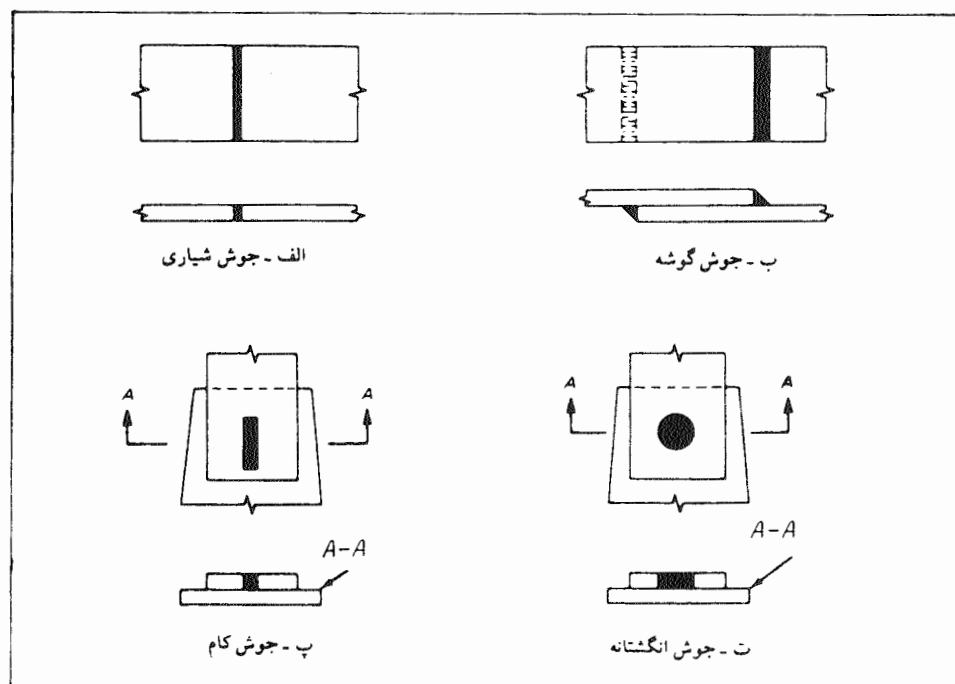
الف: جوش شیاری

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.



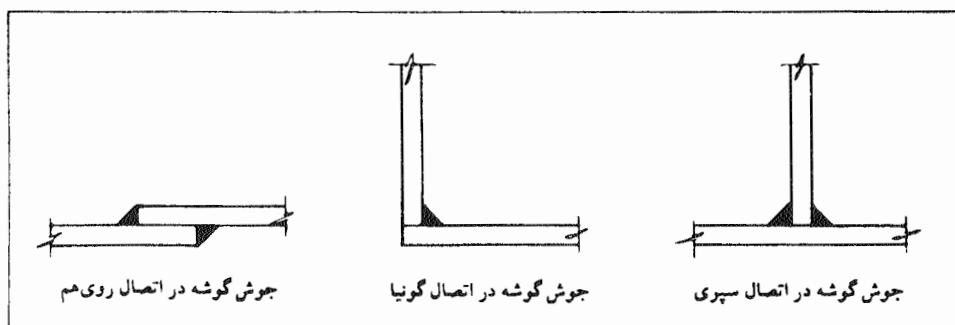
شکل ۴-۱- انواع جوش

### ۴-۱- جوش گوشه

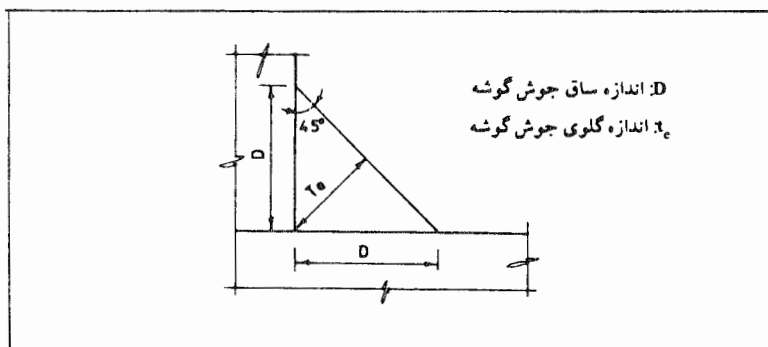
جوش گوشه متداولترین جوش در ساختمانهای فولادی است. از این جوش می‌توان در اتصال روی هم، اتصال سپری و اتصال گونیا از شکل ۳-۱ استفاده کرد که نتیجه آن در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. در شکل ۶-۱ مشخصات هندسی جوش گوشه با دو ساق مساوی نشان داده شده است. در این شکل به اختلاف بین اندازه گلو و اندازه ساق توجه داشته 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  $e$  ۹۴۵۱ به ارزش



شکل ۵-۱



شکل ۶-۱

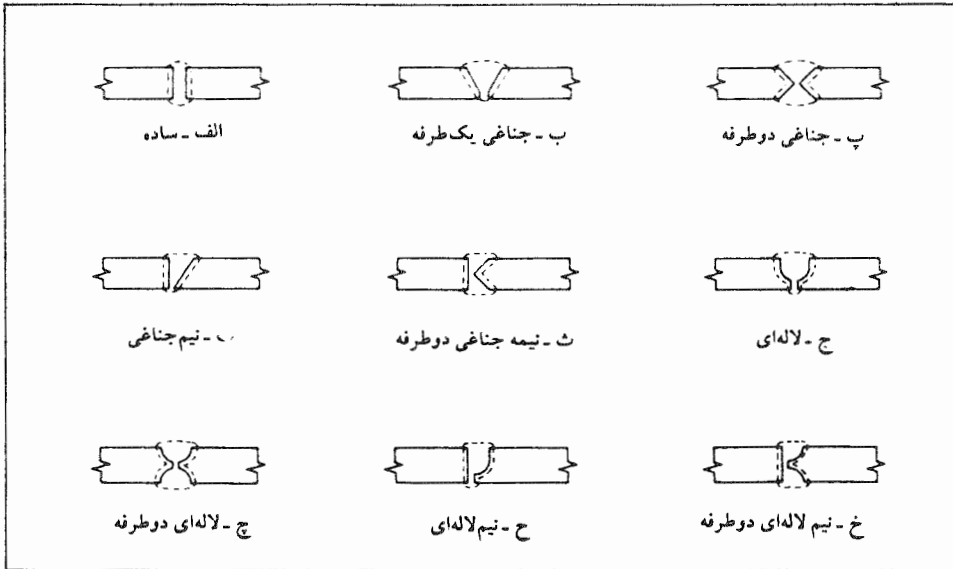
جوش گوشه معروف است. با توجه به تناسب هندسی بین  $x$  و  $D$  ارزش جوش گوشه را می‌توان با تقریب مساوی  $۰.۶۵D$  در نظر گرفت که در آن  $D$  اندازه ساق جوش است. در محاسبات ظرفیت تمام جوشهای گوشه این دستنامه، از مقادیر فوق استفاده گردیده است. (فرضیات و روش محاسبه در بخش ۱-۸ آمده است).

### 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.



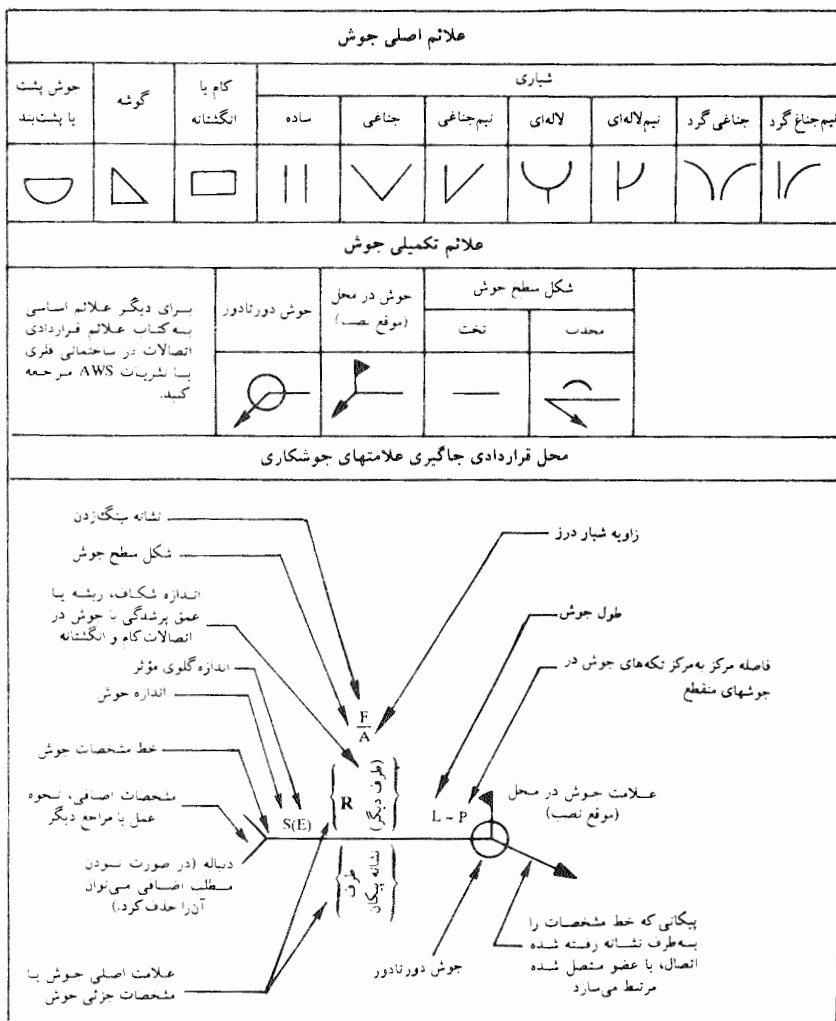
شکل ۱-۷

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 انگشترانه 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.

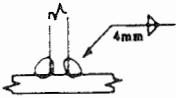
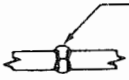
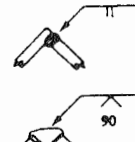

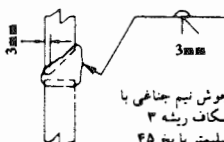

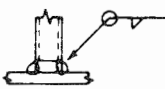


در این مورد خاص بهتر است که جوش گوشه در کارخانه یا روی زمین انجام شود. چرا که ممکن است در غیر این صورت جوش انگشترانه در حین عملیات نصب تحت تنشهای اضافی قرار گیرد. عموماً به دلیل ملاحظات اقتصادی سازنده سعی می کند تا آنجایی که امکان دارد جوشها را در روی زمین انجام دهد. بنابر این مشخص ساختن جوشهایی که طراح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



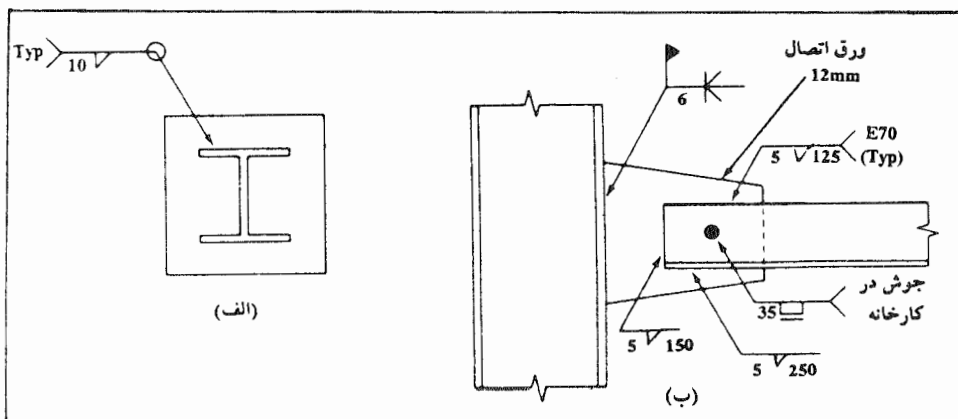
تذکر:

- 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.

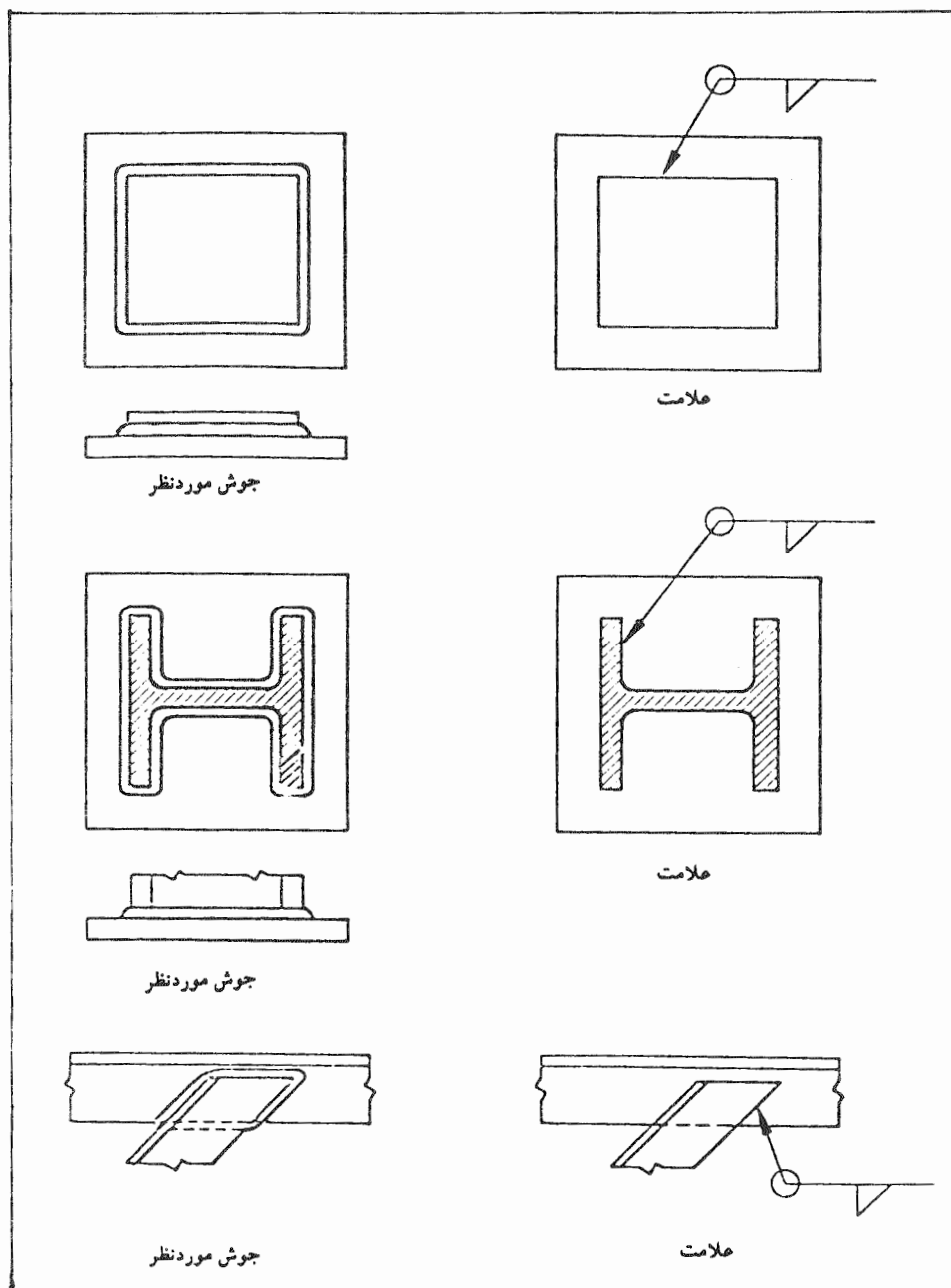
شکل ۸-۱ = پیکان جوش

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

شکل ۹-۱



شکل ۱۰-۱

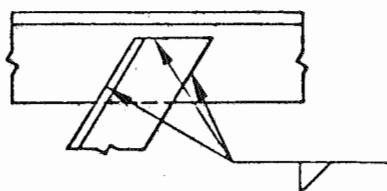


شکل ۱۱-۱. مثالهایی از شکل جوش اصلی و نمایش آن به کمک علامت

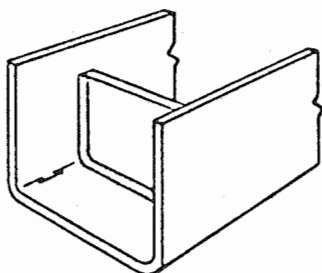




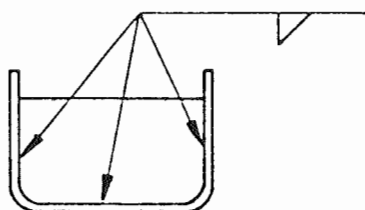
جوش موردنظر



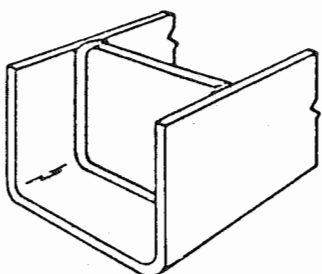
علامت



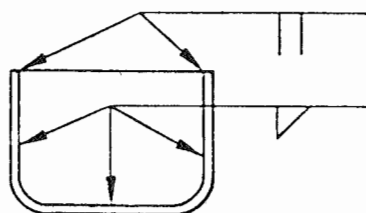
جوش موردنظر



علامت

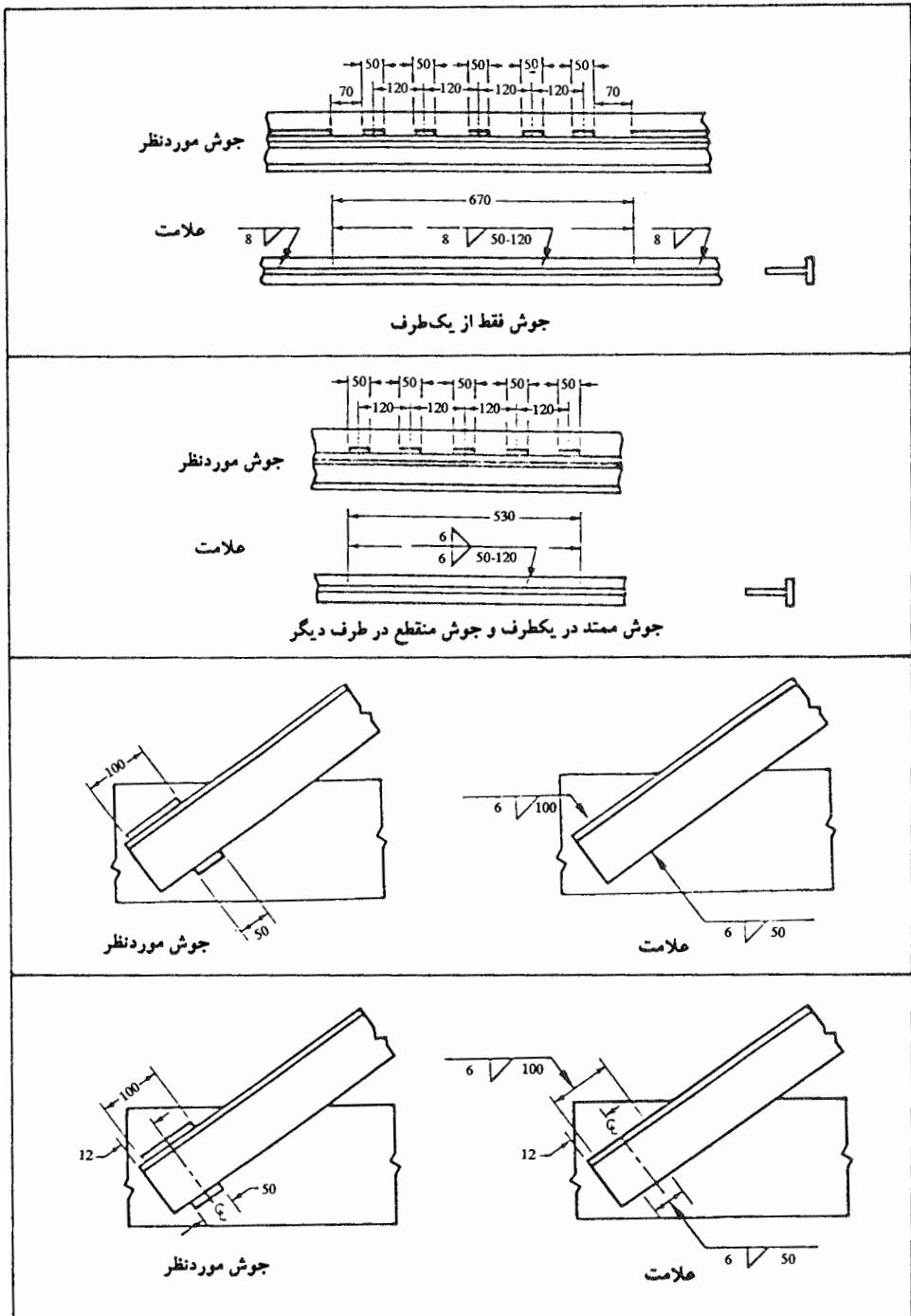


جوش موردنظر



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- الکترو جوشکاری

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

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

به عنوان یک اصل عمومی می توان گفت اغلب فولادهای نرم ساختمانی باید با الکترو جوشکاری شوند که مقاومت کششی نهایی فولاد میله آن حدود ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. به این نوع الکترو جوش مطابق استانداردهای AWS الکترو جوش E60xx اطلاق می گردد. البته شرایط روکش الکترو جوش 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 الکترو جوش 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:

$$E60 = \text{الکترو جوش}$$

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

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

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

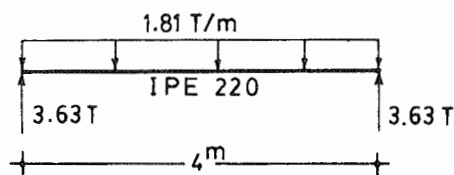
در این فصل واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای ساده برای دهانه‌های مختلف که تحت بار گسترده یکنواخت نظیر مقاومت خمشی مجاز آنها قرار دارند، ارائه می‌شود. جداول برای نیمرخهای IPE، INP، CIPE (IPE لانه زنبوری)، UNP، 2IPE، 2INP، 2CIPE و 2UNP تنظیم شده‌اند. در هر چشمه جدول ۲ عدد وجود دارد که عدد فوقانی نشان‌دهنده واکنش 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)	دما (مت)													
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
INP 80	2.25 8.99	1.12 2.25	0.75 1.00	0.56 0.56	0.45 0.36									
INP 100	3.94 15.76	1.97 3.94	1.31 1.75	0.98 0.98	0.79 0.63	0.66 0.44								
INP 120	5.88 23.50	3.15 6.30	2.10 2.80	1.58 1.58	1.26 1.01	1.05 0.70	0.90 0.51							
INP 140	7.66 30.64	4.72 9.43	3.14 4.19	2.36 2.36	1.89 1.51	1.57 1.05	1.35 0.77	1.18 0.59						
INP 160	9.68 38.71	6.74 13.48	4.49 5.99	3.37 3.37	2.70 2.16	2.25 1.50	1.93 1.10	1.68 0.84	1.50 0.67	1.35 0.54				
INP 180	11.92 47.69	9.27 18.55	6.18 8.24	4.64 4.64	3.71 2.97	3.09 2.06	2.65 1.51	2.32 1.16	2.06 0.92	1.85 0.74	1.69 0.61			
INP 200	14.40 57.60	12.33 24.65	8.22 10.96	6.16 6.16	4.93 3.94	4.11 2.74	3.52 2.01	3.08 1.54	2.74 1.22	2.47 0.99	2.24 0.81	2.05 0.68		
INP 220	17.11 68.43	16.01 32.03	10.68 14.23	8.01 8.01	6.41 5.12	5.34 3.56	4.58 2.61	4.00 2.00	3.56 1.58	3.20 1.28	2.91 1.06	2.67 0.89	2.46 0.76	
INP 240		20.04 40.09	13.59 18.12	10.20 10.20	8.16 6.52	6.80 4.53	5.83 3.33	5.10 2.55	4.53 2.01	4.08 1.63	3.71 1.35	3.40 1.13	3.14 0.97	2.91 0.83
INP 260		23.46 46.92	16.97 22.63	12.73 12.73	10.18 8.15	8.49 5.66	7.27 4.16	6.36 3.18	5.66 2.51	5.09 2.04	4.63 1.68	4.24 1.41	3.92 1.21	3.64 1.04
INP 280		27.15 54.30	20.81 27.75	15.61 15.61	12.49 9.99	10.41 6.94	8.92 5.10	7.80 3.90	6.94 3.08	6.24 2.50	5.68 2.06	5.20 1.73	4.80 1.48	4.46 1.27
INP 300		31.10 62.21	25.08 33.43	18.81 18.81	15.05 12.04	12.54 8.36	10.75 6.14	9.40 4.70	8.36 3.71	7.52 3.01	6.84 2.49	6.27 2.09	5.79 1.78	5.37 1.54
INP 320		35.33 70.66	30.03 40.04	22.52 22.52	18.02 14.41	15.01 10.01	12.87 7.35	11.26 5.63	10.01 4.45	9.01 3.60	8.19 2.98	7.51 2.50	6.93 2.13	6.43 1.84
INP 340		39.82 79.64	35.44 47.26	26.58 26.58	21.27 17.01	17.72 11.81	15.19 8.68	13.29 6.65	11.81 5.25	10.63 4.25	9.67 3.52	8.86 2.95	8.18 2.52	7.59 2.17
INP 360		44.93 89.86	41.86 55.81	31.39 31.39	25.11 20.09	20.93 13.95	17.94 10.25	15.70 7.85	13.95 6.20	12.56 5.02	11.42 4.15	10.46 3.49	9.66 2.97	8.97 2.56
INP 380		49.98 99.96	48.38 64.51	36.29 36.29	29.03 23.22	24.19 16.13	20.74 11.85	18.14 9.07	16.13 7.17	14.52 5.81	13.20 4.80	12.10 4.03	11.17 3.44	10.37 2.96
INP 400			55.30 73.73	42.05 42.05	33.64 26.91	28.03 18.69	24.03 13.73	21.02 10.51	18.69 8.31	16.82 6.73	15.29 5.56	14.02 4.67	12.94 3.98	12.01 3.43

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

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

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



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

V(ton) q(ton/m)	دهانه (متر)													
	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	3.05 12.2	1.53 3.1	1.02 1.36	0.76 0.76	0.61 0.49									
UNP 100	4.75 19.0	2.37 4.7	1.58 2.11	1.19 1.19	0.95 0.76	0.79 0.53								
UNP 120	6.99 28.0	3.50 7.0	2.33 3.11	1.75 1.75	1.40 1.12	1.17 0.78	1.00 0.57							
UNP 140	9.41 37.6	4.98 10.0	3.32 4.42	2.49 2.49	1.99 1.59	1.66 1.11	1.42 0.81	1.24 0.62						
UNP 160	11.52 46.1	6.68 13.4	4.45 5.94	3.34 3.34	2.67 2.14	2.23 1.48	1.91 1.09	1.67 0.84	1.48 0.66	1.34 0.53				
UNP 180	13.82 55.3	8.64 17.3	5.76 7.68	4.32 4.32	3.46 2.76	2.88 1.92	2.47 1.41	2.16 1.08	1.92 0.85	1.73 0.69	1.57 0.57			
UNP 200	16.32 65.3	11.00 22.0	7.33 9.78	5.50 5.50	4.40 3.52	3.67 2.44	3.14 1.80	2.75 1.38	2.44 1.09	2.20 0.88	2.00 0.73	1.83 0.61		
UNP 220	19.01 76.0	14.11 28.2	9.41 12.54	7.06 7.06	5.64 4.52	4.70 3.14	4.03 2.30	3.53 1.76	3.14 1.39	2.82 1.13	2.57 0.93	2.35 0.78	2.17 0.67	
UNP 240	21.89 87.6	17.28 34.6	11.52 15.36	8.64 8.64	6.91 5.53	5.76 3.84	4.94 2.82	4.32 2.16	3.84 1.71	3.46 1.38	3.14 1.14	2.88 0.96	2.66 0.82	2.47 0.71
UNP 260	24.96 99.8	21.37 42.7	14.25 19.00	10.68 10.68	8.55 6.84	7.12 4.75	6.11 3.49	5.34 2.67	4.75 2.11	4.27 1.71	3.89 1.41	3.56 1.19	3.29 1.01	3.05 0.87
UNP 280	26.88 107.5	25.80 51.6	17.20 22.94	12.90 12.90	10.32 8.26	8.60 5.73	7.37 4.21	6.45 3.23	5.73 2.55	5.16 2.06	4.69 1.71	4.30 1.43	3.97 1.22	3.69 1.05
UNP 300		28.80 57.6	20.54 27.39	15.41 15.41	12.33 9.86	10.27 6.85	8.80 5.03	7.70 3.85	6.85 3.04	6.16 2.47	5.60 2.04	5.14 1.71	4.74 1.46	4.40 1.26
UNP 320	43.01 172.0	39.11 78.2	26.07 34.76	19.56 19.56	15.64 12.52	13.04 8.69	11.17 6.39	9.78 4.89	8.69 3.86	7.82 3.13	7.11 2.59	6.52 2.17	6.02 1.85	5.59 1.60
UNP 350	47.04 188.2	42.28 84.6	28.19 37.58	21.14 21.14	16.91 13.53	14.09 9.40	12.08 6.90	10.57 5.28	9.40 4.18	8.46 3.38	7.69 2.80	7.05 2.35	6.50 2.00	6.04 1.73
UNP 380	49.25 197.0	47.75 95.5	31.83 42.44	23.88 23.88	19.10 15.28	15.92 10.61	13.64 7.80	11.94 5.97	10.61 4.72	9.55 3.82	8.68 3.16	7.96 2.65	7.35 2.26	6.82 1.95
UNP 400		53.76 107.5	39.17 52.22	29.38 29.38	23.50 18.80	19.58 13.06	16.79 9.59	14.69 7.34	13.06 5.80	11.75 4.70	10.68 3.88	9.79 3.26	9.04 2.78	8.39 2.40

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

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

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

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)														
PROFILE NO.	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
2INP 80	4.49 17.97	2.25 4.49	1.50 2.00	1.12 1.12	0.90 0.72										
2INP 100	7.98 31.52	3.94 7.88	2.63 3.50	1.97 1.97	1.58 1.26	1.31 0.88									
2INP 120	11.75 47.00	6.30 12.60	4.20 5.60	3.15 3.15	2.52 2.02	2.10 1.40	1.80 1.03								
2INP 140	15.32 61.29	9.43 18.87	6.29 8.39	4.72 4.72	3.77 3.02	3.14 2.10	2.70 1.54	2.36 1.18							
2INP 160	19.35 77.41	13.48 26.96	8.99 11.98	6.74 6.74	5.39 4.31	4.49 3.00	3.85 2.20	3.37 1.68	3.00 1.33	2.70 1.08					
2INP 180	23.85 95.39	18.55 37.09	12.36 16.49	9.27 9.27	7.42 5.94	6.18 4.12	5.30 3.03	4.64 2.32	4.12 1.83	3.71 1.48	3.37 1.23				
2INP 200	28.80 115.2	24.65 49.31	16.44 21.91	12.33 12.33	9.86 7.89	8.22 5.48	7.04 4.02	6.16 3.08	5.48 2.43	4.93 1.97	4.48 1.63	4.11 1.37			
2INP 220	34.21 136.8	32.03 64.05	21.35 28.47	16.01 16.01	12.81 10.25	10.68 7.12	9.15 5.23	8.01 4.00	7.12 3.16	6.41 2.56	5.82 2.12	5.34 1.78	4.92 1.52		
2INP 240		40.09 80.18	27.19 36.25	20.39 20.39	16.31 13.05	13.59 9.06	11.65 6.66	10.20 5.10	9.06 4.03	8.16 3.26	7.41 2.70	6.80 2.27	6.27 1.93	5.82 1.66	
2INP 260		46.92 93.85	33.95 45.26	25.46 25.46	20.37 16.29	16.97 11.32	14.55 8.31	12.73 6.36	11.32 5.03	10.18 4.07	9.26 3.37	8.49 2.83	7.83 2.41	7.27 2.08	
2INP 280		54.30 108.6	41.63 55.50	31.22 31.22	24.98 19.98	20.81 13.88	17.84 10.19	15.61 7.80	13.88 6.17	12.49 5.00	11.35 4.13	10.41 3.47	9.61 2.96	8.92 2.55	
2INP 300		62.21 124.4	50.15 66.87	37.61 37.61	30.09 24.07	25.08 16.72	21.49 12.28	18.81 9.40	16.72 7.43	15.05 6.02	13.68 4.97	12.54 4.18	11.57 3.56	10.75 3.07	
2INP 320		70.66 141.3	60.06 80.08	45.04 45.04	36.03 28.83	30.03 20.02	25.74 14.71	22.52 11.26	20.02 8.90	18.02 7.21	16.38 5.96	15.01 5.00	13.86 4.26	12.87 3.68	
2INP 340		79.64 159.2	70.89 94.52	53.16 53.16	42.53 34.03	35.44 23.63	30.38 17.36	26.58 13.29	23.63 10.50	21.27 8.51	19.33 7.03	17.72 5.91	16.36 5.03	15.19 4.34	
2INP 360		89.86 179.7	83.71 111.6	62.78 62.78	50.23 40.18	41.86 27.90	35.88 20.50	31.39 15.70	27.90 12.40	25.11 10.05	22.83 8.30	20.93 6.98	19.32 5.94	17.94 5.13	
2INP 380		99.96 199.9	96.77 129.0	72.58 72.58	58.06 46.45	48.38 32.26	41.47 23.70	36.29 18.14	32.26 14.34	29.03 11.61	26.39 9.60	24.19 8.06	22.33 6.87	20.74 5.92	
2INP 400			110.5 147.4	84.10 84.10	67.28 53.82	56.06 37.38	48.05 27.46	42.05 21.02	37.38 16.61	33.64 13.46	30.58 11.12	28.03 9.24	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

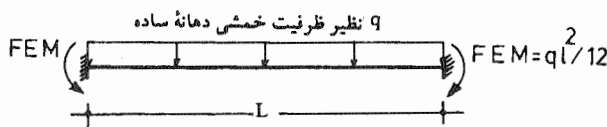
در این فصل واکنشهای تکیه‌گاهی تیرهای دوسرگیردار در دو حالت مختلف تعیین می‌شود:

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.

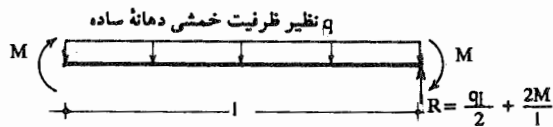
حل:

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.



$$M = 0.6 F_y S$$

$$S = \text{اساس مقطع تیر}$$

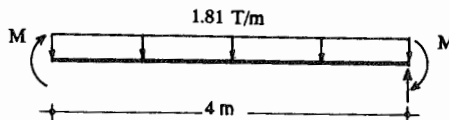
شکل ۲-۳

## 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	47.09 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	63.07 31.54	56.06 24.92	50.46 20.18	45.87 16.68	42.05 14.02	38.81 11.94

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

V (ton) q (ton/m)	دهانه (متر)													
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	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	7.0
	CIPE 140	5.18	4.15	3.46	2.96	2.59	2.30	2.07	1.89	1.73	1.60
		3.46	2.21	1.54	1.13	0.86	0.68	0.55	0.46	0.38	0.33
	CIPE 160	7.30	5.84	4.87	4.17	3.65	3.24	2.92	2.65	2.43	2.25
		4.87	3.12	2.16	1.59	1.22	0.96	0.78	0.64	0.54	0.46
	CIPE 180	9.81	7.85	6.54	5.60	4.90	4.36	3.92	3.57	3.27	3.02
		6.54	4.18	2.91	2.13	1.63	1.29	1.05	0.86	0.73	0.62
	CIPE 200	13.00	10.40	8.67	7.43	6.50	5.78	5.20	4.73	4.33	4.00
		8.67	5.55	3.85	2.83	2.17	1.71	1.39	1.15	0.96	0.82
	CIPE 220	16.93	13.55	11.29	9.68	8.47	7.53	6.77	6.16	5.64	5.21
		11.29	7.23	5.02	3.69	2.82	2.23	1.81	1.49	1.25	1.07
	CIPE 240	21.43	17.38	14.49	12.42	10.86	9.66	8.69	7.90	7.24	6.69
		14.49	9.27	6.44	4.73	3.62	2.86	2.32	1.92	1.61	1.37
	CIPE 270	25.66	22.98	19.15	16.42	14.36	12.77	11.49	10.45	9.58	8.84
		19.15	12.26	8.51	6.25	4.79	3.78	3.06	2.53	2.13	1.81
	CIPE 300	30.67	29.79	24.83	21.28	18.62	16.55	14.90	13.54	12.41	11.46
		24.83	15.89	11.03	8.11	6.21	4.90	3.97	3.28	2.76	2.35

\* 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 <sub>IPE</sub> 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 <sub>IPE</sub> 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 <sub>IPE</sub> 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 <sub>IPE</sub> 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 <sub>IPE</sub> 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 <sub>IPE</sub> 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 <sub>IPE</sub> 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 <sub>IPE</sub> 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 ۱-۴). جوش A برای برش و پیچش ناشی از نیروی برشی خارج از مرکز جوش طراحی می‌شود. جوش B با استفاده از روش پیشنهادی سالمون و جانسون برای برش و خمش ناشی از خروج از مرکزیت نیروی برشی طراحی خواهد شد. فرض شده که در جوش B پیچش ایجاد نمی‌گردد. در جداول عرضه شده در این فصل ظرفیت باربری جوشهای A و B با اندازه‌های مختلف ساق برای نبشی‌های ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ با طولهای متغیر از ۶ تا ۳۰ سانتیمتر ارائه شده است. در انتخاب اندازه جوشهای A و B حداقل‌های آیین‌نامه‌ای باید رعایت گردد. در ضمن با بزرگتر انتخاب کردن اندازه جوش B و کوچک انتخاب کردن اندازه جوش A، سعی شده است که ظرفیت آنها حدوداً مساوی درآید، زیرا ظرفیت باربری جوش A یا B هر کدام کمتر باشد معرف مقاومت برشی خواهد بود. مقاومت گسیختگی جان تیر نباید از مقاومت جوش A کمتر باشد لذا حداقل ضخامت جان تیر که ارضاکننده این شرط می‌باشد در ستون آخر جداول آمده است.

#### مثال ۱:

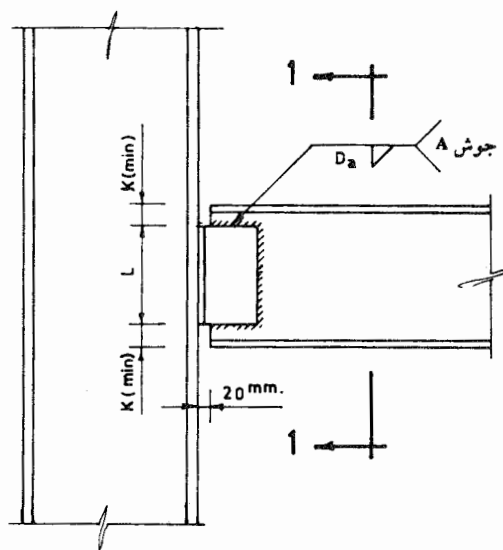
با توجه به جدول ۴-۵، برای نبشی  $100 \times 100 \times 10$  میلیمتر، با طول ۲۱ سانتیمتر، ظرفیت مجاز جوش A با اندازه ساق ۴ میلیمتر مساوی ۹/۳۷ تن و ظرفیت مجاز جوش B با اندازه ساق ۸ میلیمتر مساوی ۸/۵۱ تن به دست می‌آید که ظرفیت مجاز این نبشی مساوی ۸/۵۱ تن خواهد بود. حداقل ضخامت جان تیر نیز باید ۵/۴۲ میلیمتر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

#### ۴-۲- طراحی اتصال

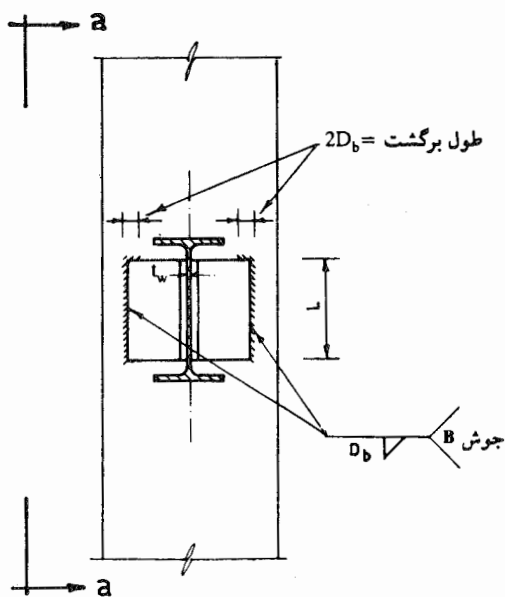
با ترکیب جداول فصل دوم و این فصل می‌توان اقدام به طراحی اتصال تیرهای ساده نمود. روش کار در مثال زیر شرح داده می‌شود.

#### 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 <sub>a</sub> (mm)	اندازه جوش B D <sub>b</sub> (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).

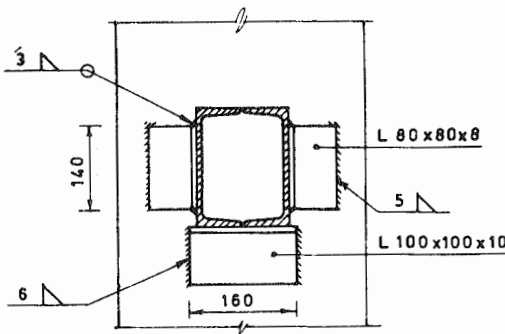
در این بخش مشخصات اتصال تیرهای زوج IPE، CIPE و UNP به ترتیب در جداول ۵-۴، ۵-۵ و ۵-۶ آورده شده است. لازم به یادآوری است که این اتصالات نیز برای واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر به ازاء  $\frac{l}{h} = 15$  طرح شده است. مقدار مزبور در ستون دوم جداول آورده شده است.

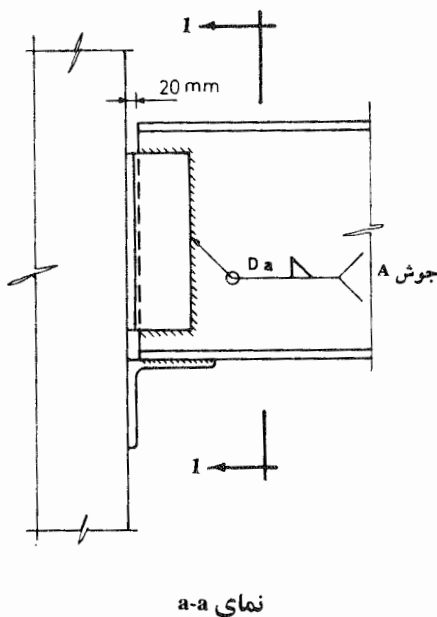
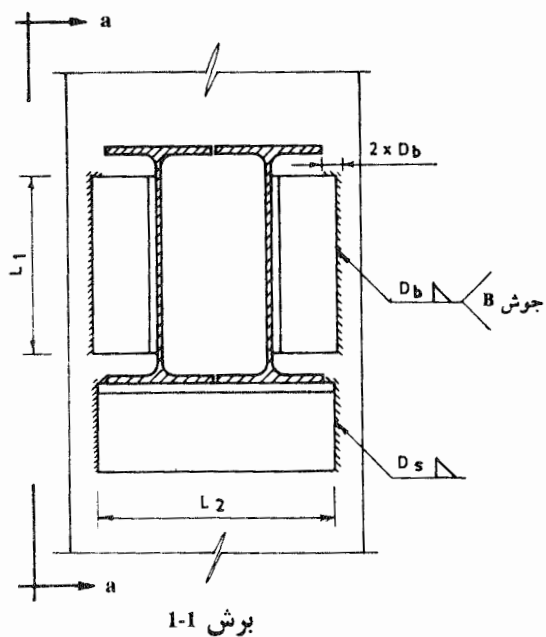
مثال ۲:

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

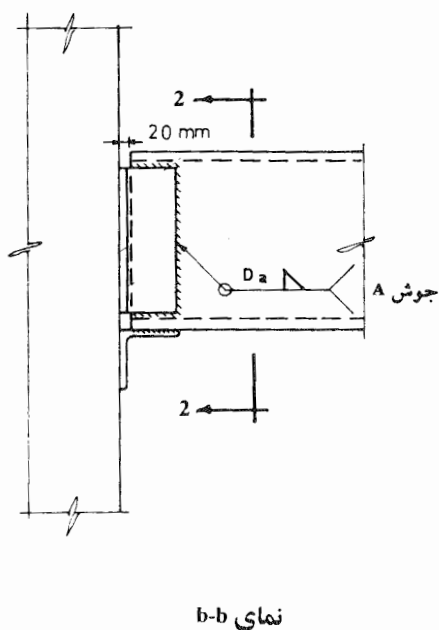
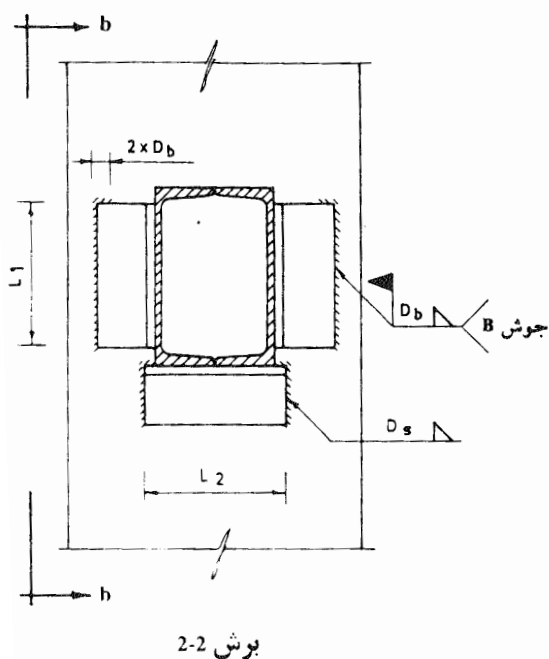
حل:

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

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



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

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

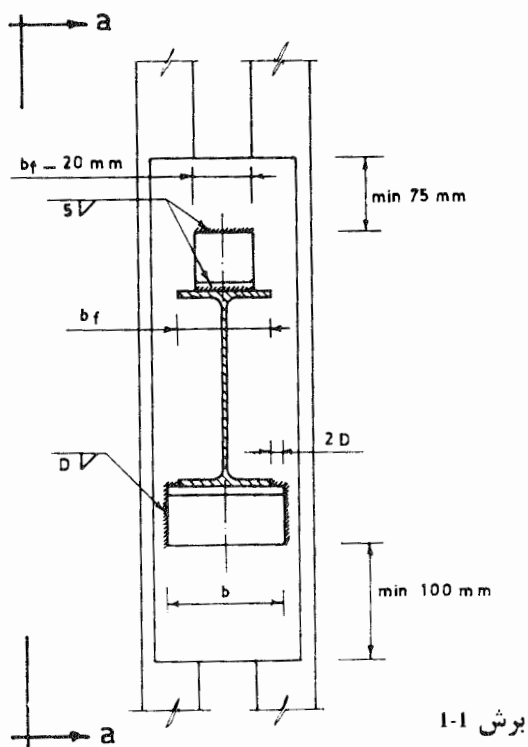
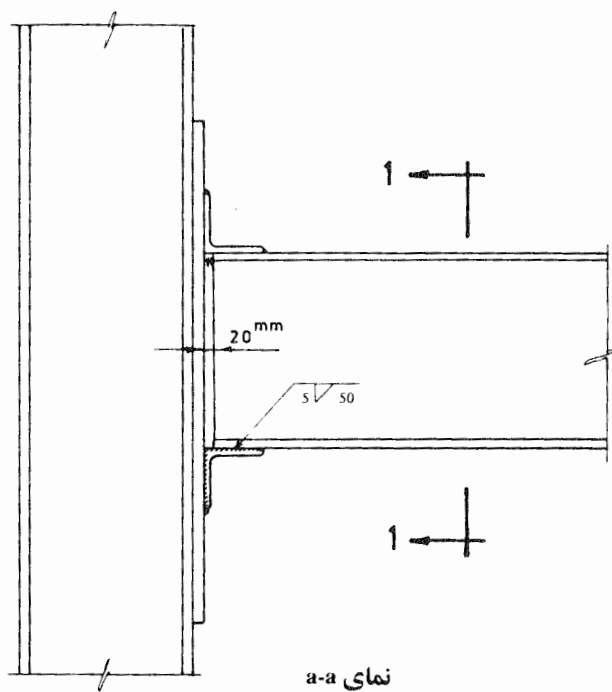
در شکل ۱-۶ جزئیات تیپ اتصال ساده تیر تک به ستون توسط نبشی نشیمن نشان داده شده است. بر حسب نیروی برشی حداکثر نظیر مقاومت خمشی دهانه ساده (با  $\frac{l}{h} > 15$ ) طول نبشی  $b$ ، اندازه ساق جوش  $D$  و شماره نبشی برای نیمرخهای IPE، CIPE و UNP در جداول ۱-۶ الی ۱-۳۶ ارائه شده است.

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.



شکل ۱-۶

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 نبشی نشیمن تقویت نشده برای نیمرخ  $CIPE (l \geq 15h)$ 

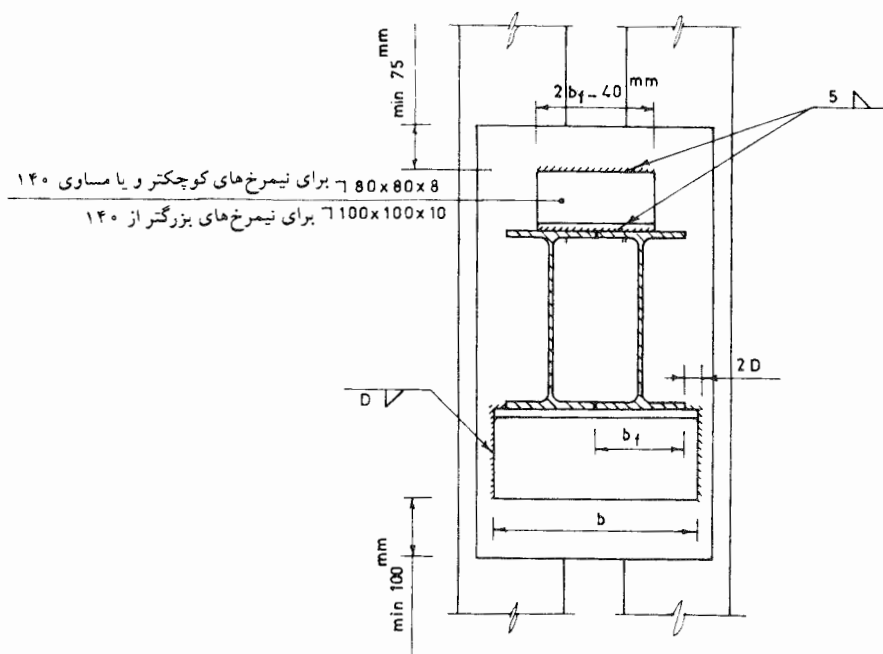
شماره نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	شماره نبشی (mm)	طول نبشی b(mm)	اندازه جوش D(mm)
CIPE 140	3.29	100×100×10	100	5
CIPE 160	4.06	100×100×10	100	5
CIPE 180	4.84	100×100×10	120	5
CIPE 200	5.78	100×100×10	140	7
CIPE 220	6.84	120×120×12	160	7
CIPE 240	8.05	120×120×12	160	7
CIPE 270	9.46	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 تغییر 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 ۲-۶-۱ نشیمن سخت نشده برای تیرهای زوج



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

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

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

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

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

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

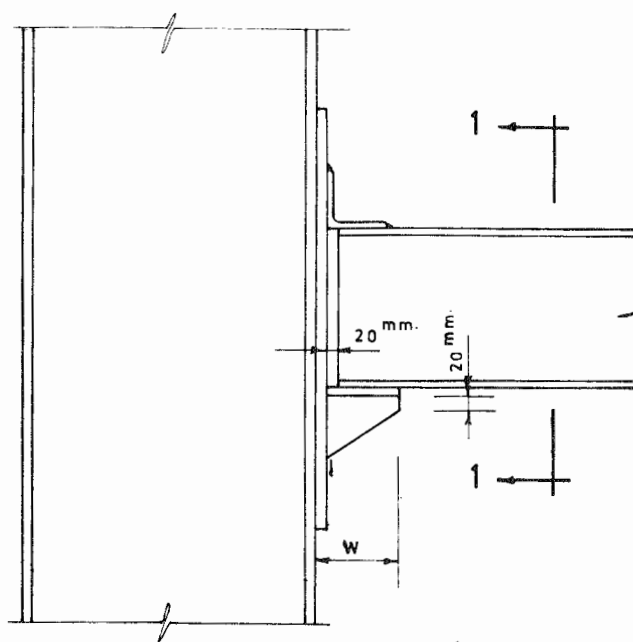
### ۶-۳- اتصال ساده تیرهای زوج با نشیمن تقویت‌شده

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

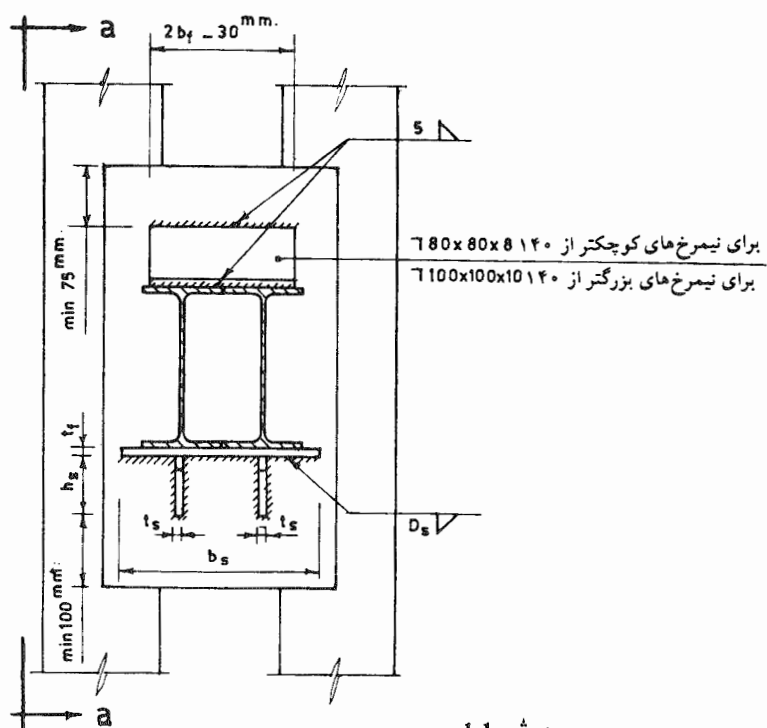
با این‌که این اتصالات برای نیمرخ‌های تک هم قبل استفاده است ولی نیمرخ‌های زوج به‌دلیل عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی بالاترشان نیاز بیشتری به تکیه‌گاههای تقویت شده دارند.

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

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



نمای a-a



برش 1-1

شکل ۳-۶. جزئیات نشیمن 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 $t_f$ (mm)	عرض نشیمن سخت شده $w$ (mm)	طول نشیمن سخت شده $b_f$ (mm)	ارتفاع نشیمن سخت شده $h_f$ (mm)	اندازه جوش $D_f$ (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 سخت شده در اتصال ساده نشیمنهای زوج 2C1PE ( $\geq 15h$ )

نمبرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمش تیر (ton)	ضخامت سخت کننده ها $t_s$ (mm)	ضخامت ورق نشیمن $t_f$ (mm)	عرض نشیمن سخت شده $w$ (mm)	طول نشیمن سخت شده $b_s$ (mm)	ارتفاع نشیمن سخت شده $b_f$ (mm)	اندازه 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 ( $\geq 15h$ )

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 $h_s$ (mm)	اندازه جوش $D_s$ (mm)
2UNP 100	3.16	8	10	80	120	80	6
2UNP 120	3.88	8	10	80	130	90	6
2UNP 140	4.74	10	10	100	140	100	7
2UNP 160	5.57	10	12	100	150	110	7
2UNP 180	6.40	10	12	100	160	120	7
2UNP 200	7.33	10	12	100	170	130	7
2UNP 220	8.55	12	14	120	180	140	8
2UNP 240	9.60	12	14	120	190	150	8
2UNP 260	10.96	12	14	120	200	160	8
2UNP 280	12.29	12	16	120	210	170	8
2UNP 300	13.70	12	16	120	220	180	8



## فصل ۷

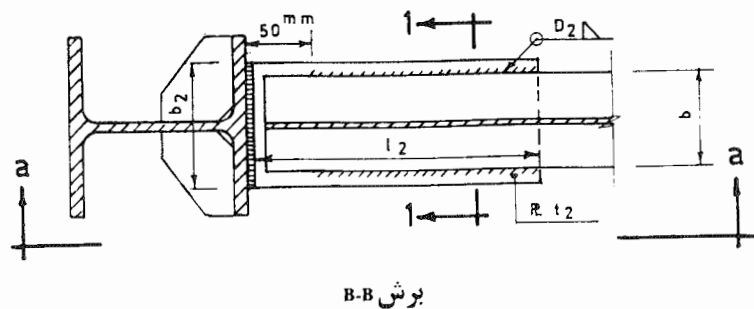
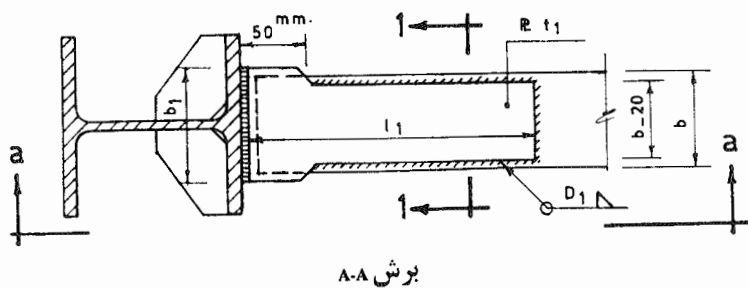
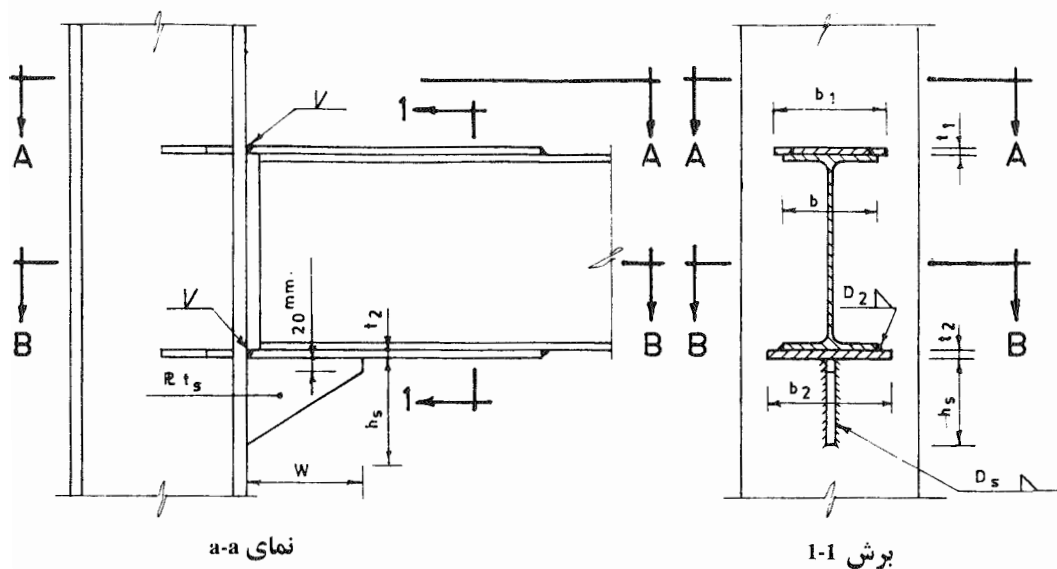
اتصال گیردار تیر به ستون (تیرهای تک)

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

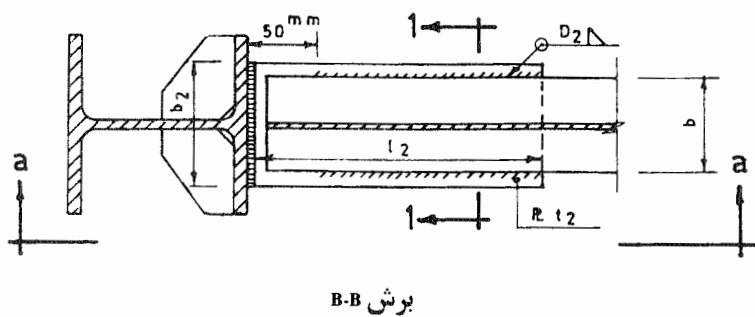
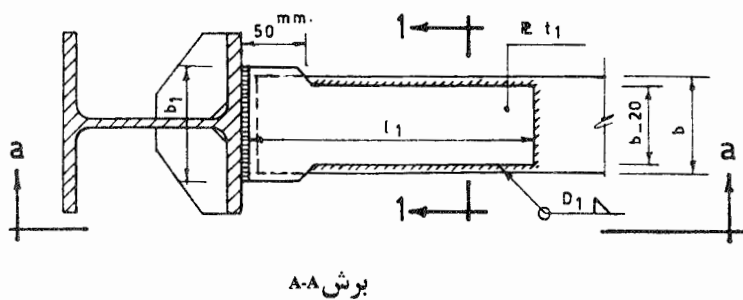
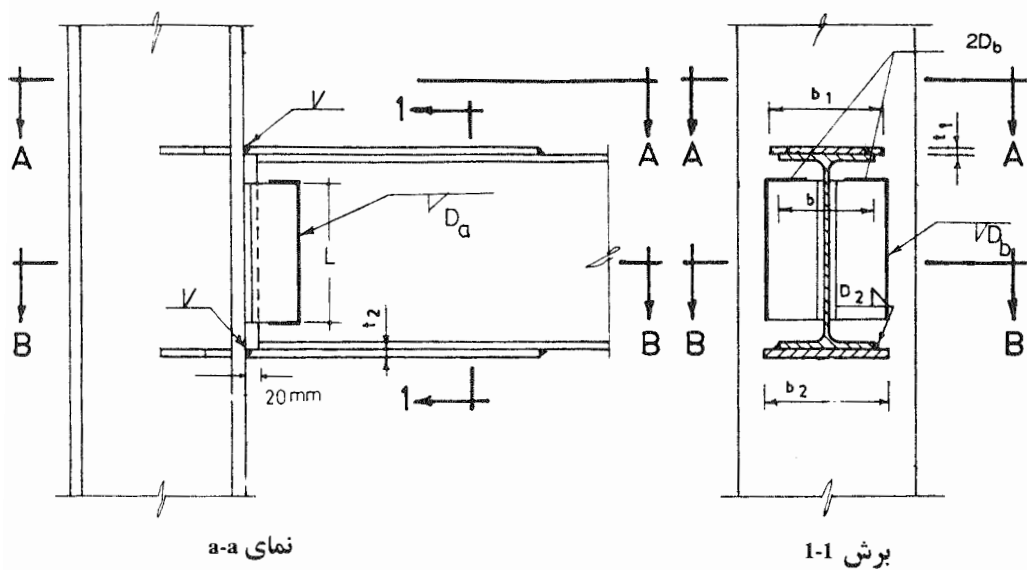
کنترل لزوم وجود سخت کننده در اتصالات گیردار یکی از موارد مهم است، اما چون برای کنترل آن مشخصات ستون هم وارد می شوند، کنترل آن را به عهده کاربر نهاده ایم.

---

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



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



شکل ۷-۱ ب - اتصال گیردار با نبشی جان

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

نیمرخ	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	طول نبشی L(mm)	شماره نبشی (mm)	اندازه جوش A D <sub>a</sub> (mm)	اندازه جوش B D <sub>b</sub> (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 <sub>a</sub> (mm)	اندازه جوش B D <sub>b</sub> (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.

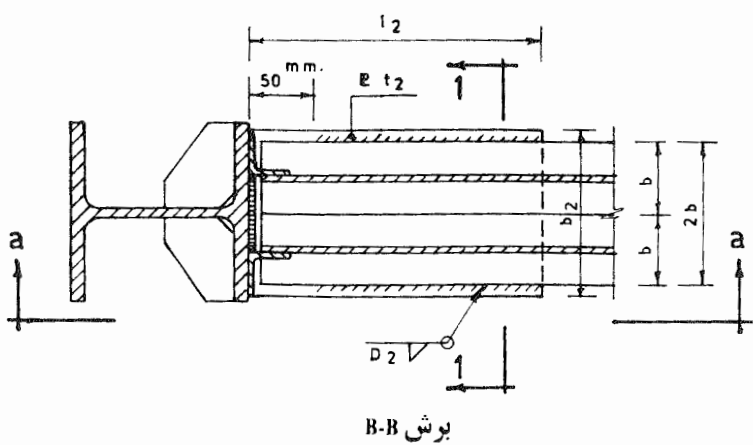
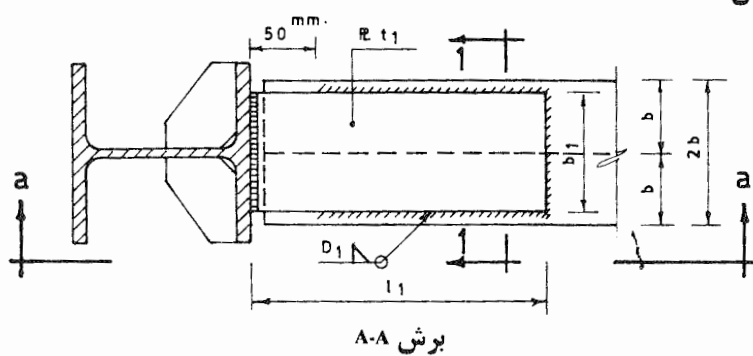
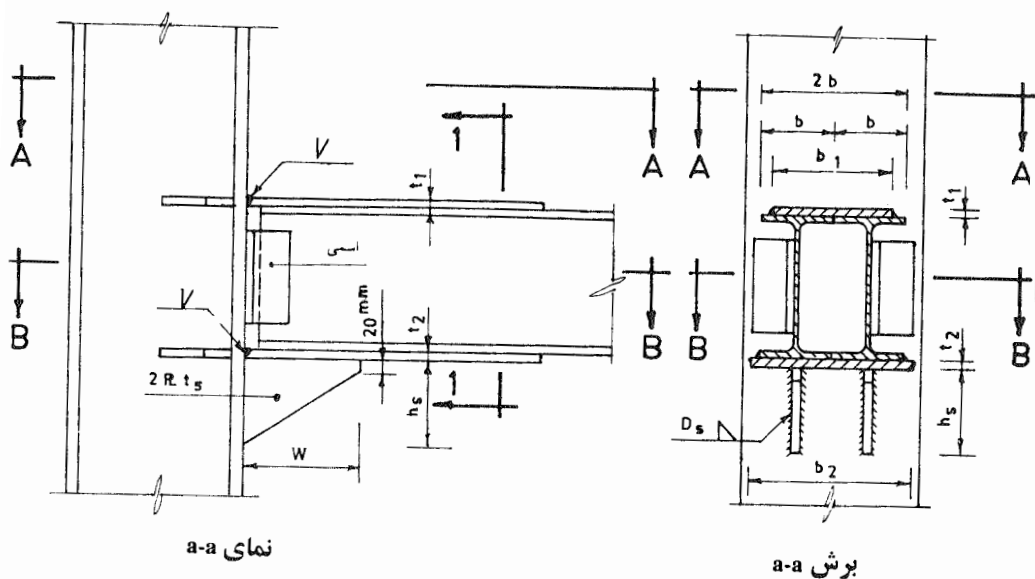
کنترل لزوم وجود سخت کننده در اتصالات گیردار یکی از موارد مهم است، اما چون برای کنترل آن مشخصات ستون هم وارد می شوند، کنترل آن را به عهده کاربر نهاده ایم.

جدول ۸-۱- اتصال گیردار نیمرخ زوج 2IPE

نیمرخ	ورق فوقانی				ورق تحتانی			
	ضخامت $t_1(mm)$	پهنای کله $b_1(mm)$	طول $l_1(mm)$	اندازه جوش $D_1(mm)$	ضخامت $t_2(mm)$	پهنا $b_2(mm)$	طول $l_2(mm)$	اندازه جوش $D_2(mm)$
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 $t_1(mm)$	پهنای کله $b_1(mm)$	طول $l_1(mm)$	اندازه جوش $D_1(mm)$	ضخامت $t_2(mm)$	پهنا $b_2(mm)$	طول $l_2(mm)$	اندازه جوش $D_2(mm)$
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  $2UNP$  ( $l \geq 15h$ )

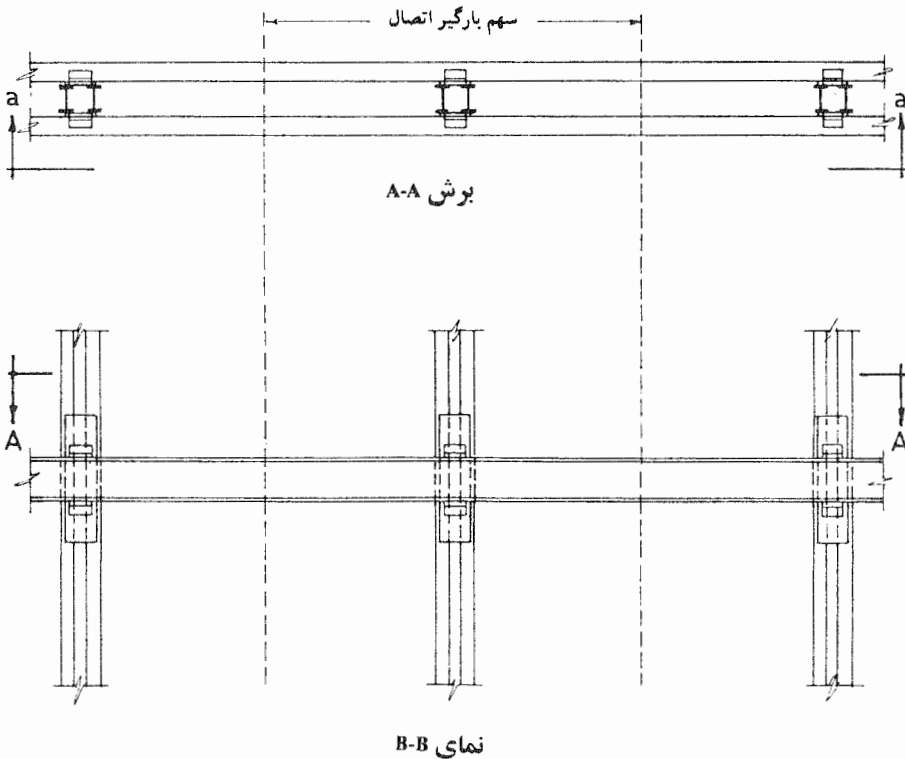
اندازه جوش	ارتفاع سخت کننده $h_s$ (mm)	عرض نشیمن سخت شده $w$ (mm)	ضخامت سخت کننده $t_s$ (mm)	واکنش تکیه گاهی نظیر ظرفیت خمشی تیر (ton)	نیمرخ
6	70	80	8	4.75	2UNP 100
7	70	80	10	5.83	2UNP 120
6	80	80	8		
7	90	100	10	7.11	2UNP 140
7	100	100	10	8.35	2UNP 160
7	110	100	10	9.60	2UNP 180
7	120	100	10	11.00	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 نشسته 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.



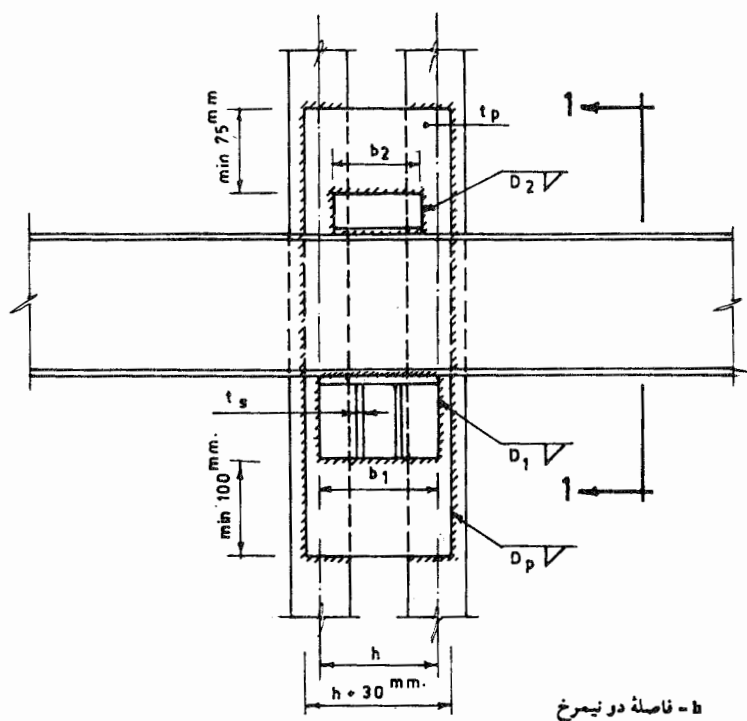


### ۹-۲- واکنش تکیه گاهی

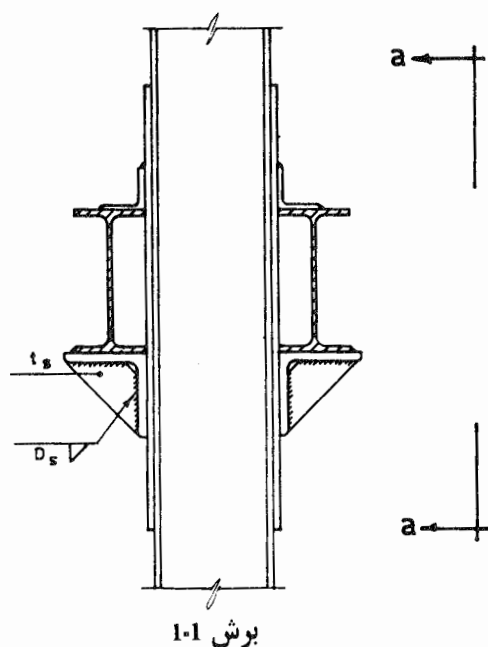
همان طور که شکل ۹-۱ نشان می دهد، نبشی نشیمن در اتصال خورجینی از هر دو دهانه مجاور سهم می گیرد، در نتیجه مقدار واکنش تکیه گاهی هر تیر دوبرابر واکنش مندرج در جداول فصل دوم می باشد. به عنوان مثال اگر مقدار متوسط دو دهانه مجاور برای یک نیمرخ IPE220 مساوی ۴ متر باشد، با استفاده از جدول ۲-۱ فصل دوم مقدار واکنش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

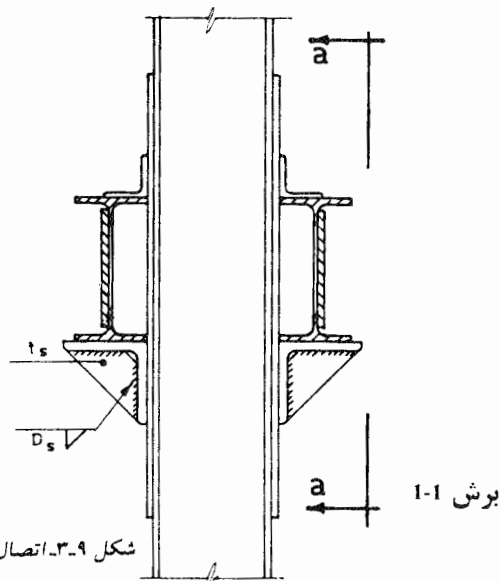
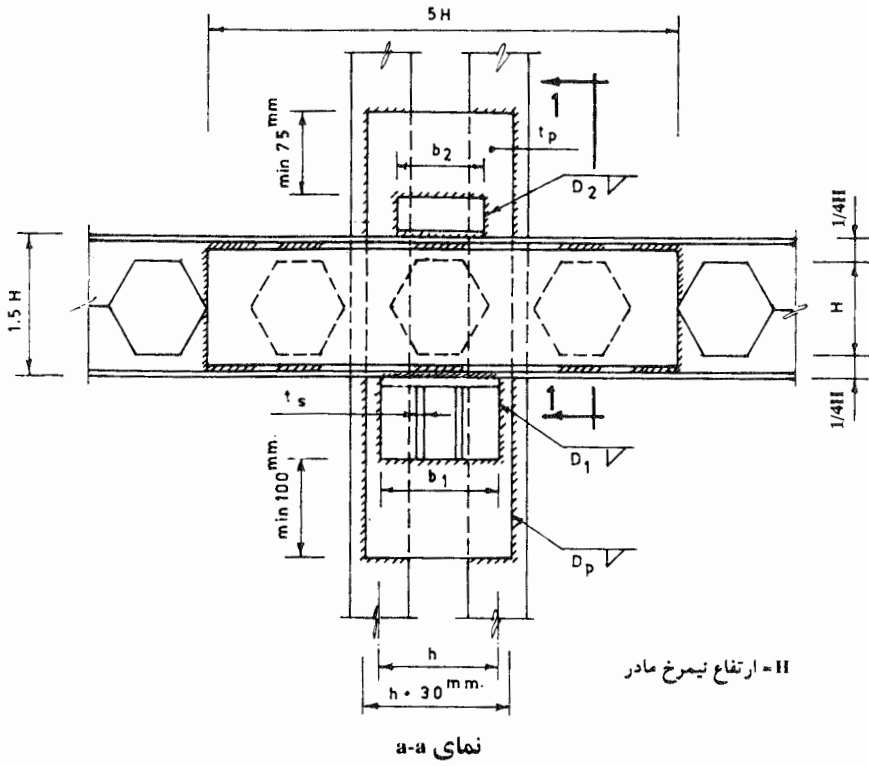


نمای a-a



برش 1-1

شکل ۹-۲. اتصال خورجینی برای نیمرخ های IPE



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 <sub>1</sub> (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	شمار نبشی (mm)	b <sub>2</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	t <sub>b</sub> (mm)	D <sub>b</sub> (mm)	t <sub>f</sub> (mm)	D <sub>f</sub> (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

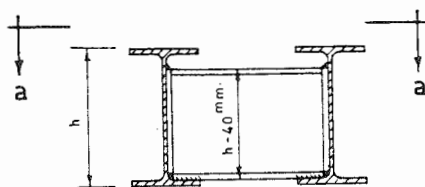
جدول ۳-۹. اتصال خورجینی نیروهای  $UNP (t \geq 15h)$ 

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)	$b_g$ (mm)	$D_g$ (mm)	$t_f$ (mm)	$D_p$ (mm)	
UNP 100	3.16	80×80×8	80	3	40×40×4	80	3	-	-	6	3	-
UNP 120	4.00	100×100×10	100	3	40×40×4	100	3	-	-	6	3	-
UNP 140	5.00	120×120×12	160	4	50×50×5	120	3	-	-	6	4	-
UNP 160	5.20	120×120×12	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

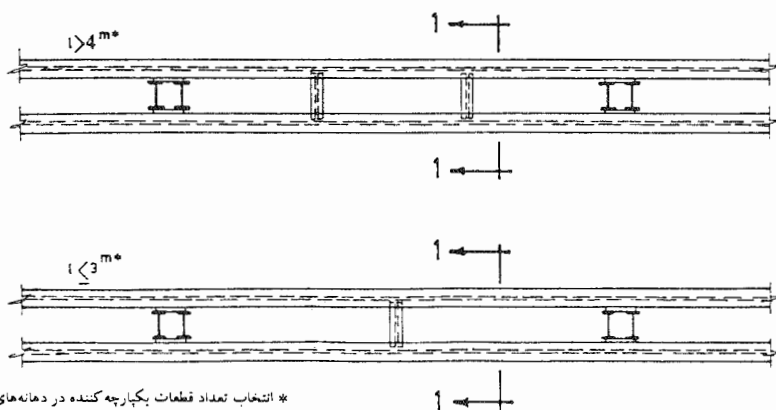
## فصل ۱۰

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

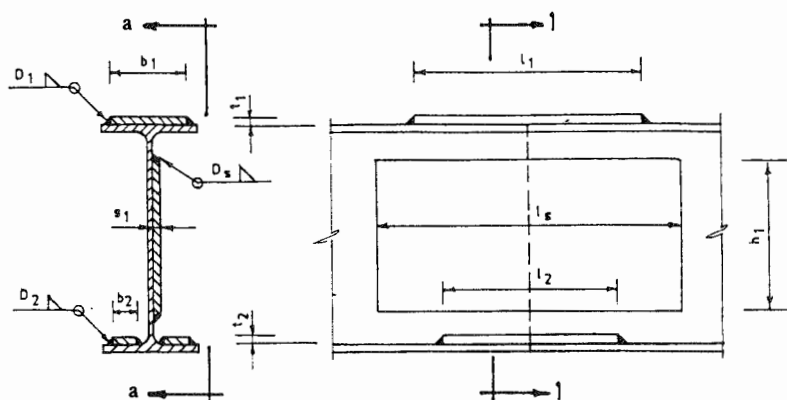
شکل ۱-۱۰



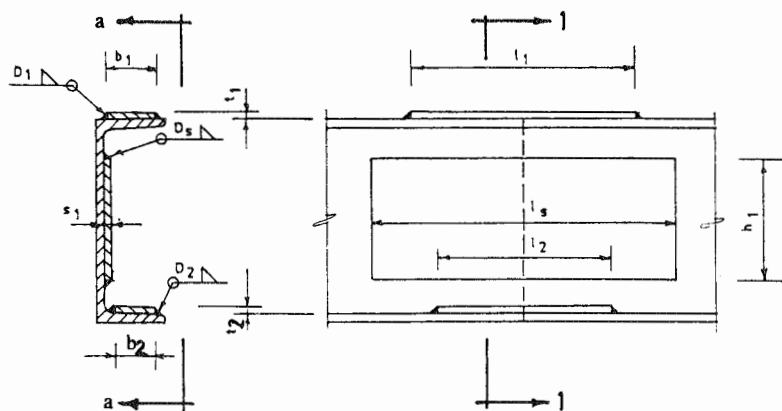
## فصل ۱۱

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

نمبرخ	ورق فولانی				ورق تختانی				ورق جسان			
	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 $b_1$ (mm)	طول $l_1$ (mm)	اندازه 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

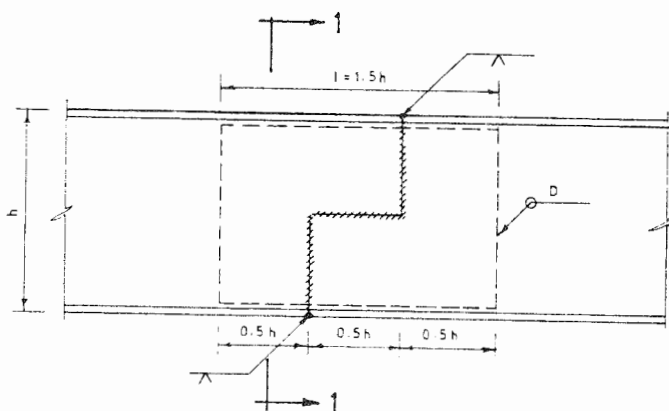
نیمیخ	ورق فوسفاتی				ورق تحتسانی				ورق جسان			
	ضخامت $t_1$ (mm)	پهنا $b_1$ (mm)	طول $l_1$ (mm)	اندازه جوش $D_1$ (mm)	ضخامت $t_2$ (mm)	پهنا $b_2$ (mm)	طول $l_2$ (mm)	اندازه جوش $D_2$ (mm)	ضخامت $s_1$ (mm)	پهنا $b_1$ (mm)	طول $l_1$ (mm)	اندازه جوش $D_3$ (mm)
UNP 100	16	30	100	8	14	30	100	8	12	45	100	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

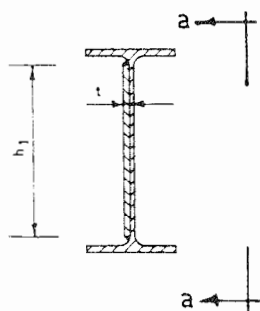
وصله مستقیم تیرها

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 <sub>1</sub> (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

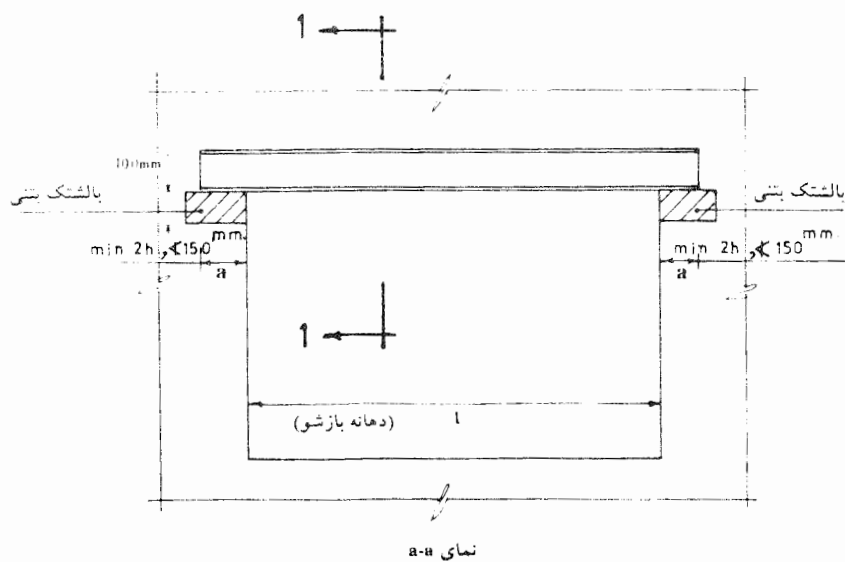
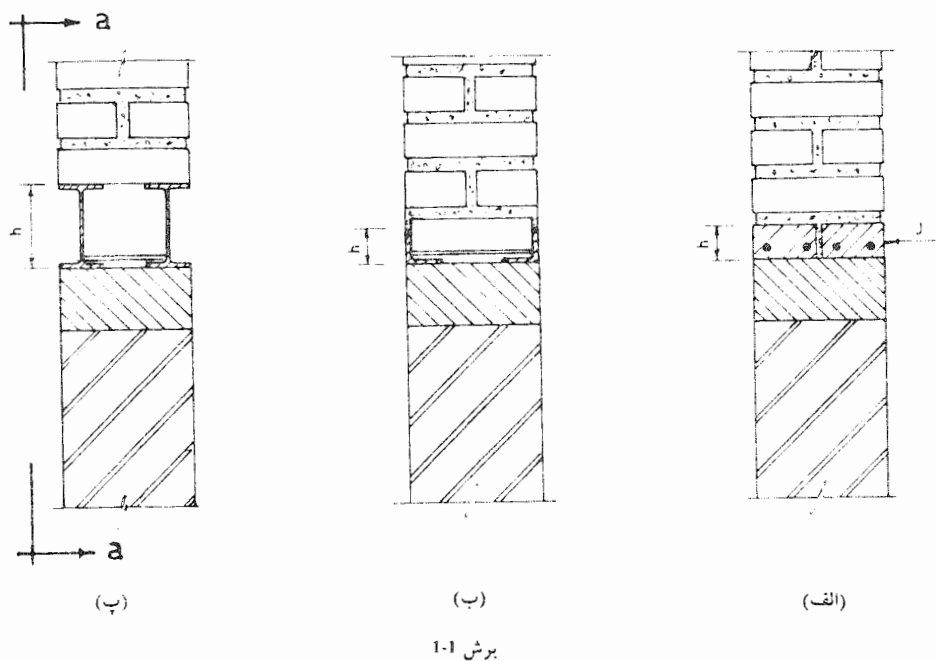
اندازه جوش D(mm)	طول l(mm)	پهنا h <sub>1</sub> (mm)	ضخامت t(mm)	نیمرخ
3	150	60	12	UNP 100
4	180	80	12	UNP 120
4	210	90	12	UNP 140
4	240	110	12	UNP 160
4	270	130	12	UNP 180
4	300	150	14	UNP 200
5	330	160	14	UNP 220
5	360	180	14	UNP 240
5	390	190	14	UNP 260
5	420	210	14	UNP 280
5	450	230	14	UNP 300





## فصل ۱۳





نعل درگاه‌ها



توضیح - در صورتی که دهانه - بشو از ۲/۰ متر کمتر - شد، می توان از بالشتک های بتنی صرف نظر نمود، مشروط بر آنکه طول تکیه گاه های طرفین (a) در ۲/۵h و ۲۰۰ میلیمتر کمتر نباشد.

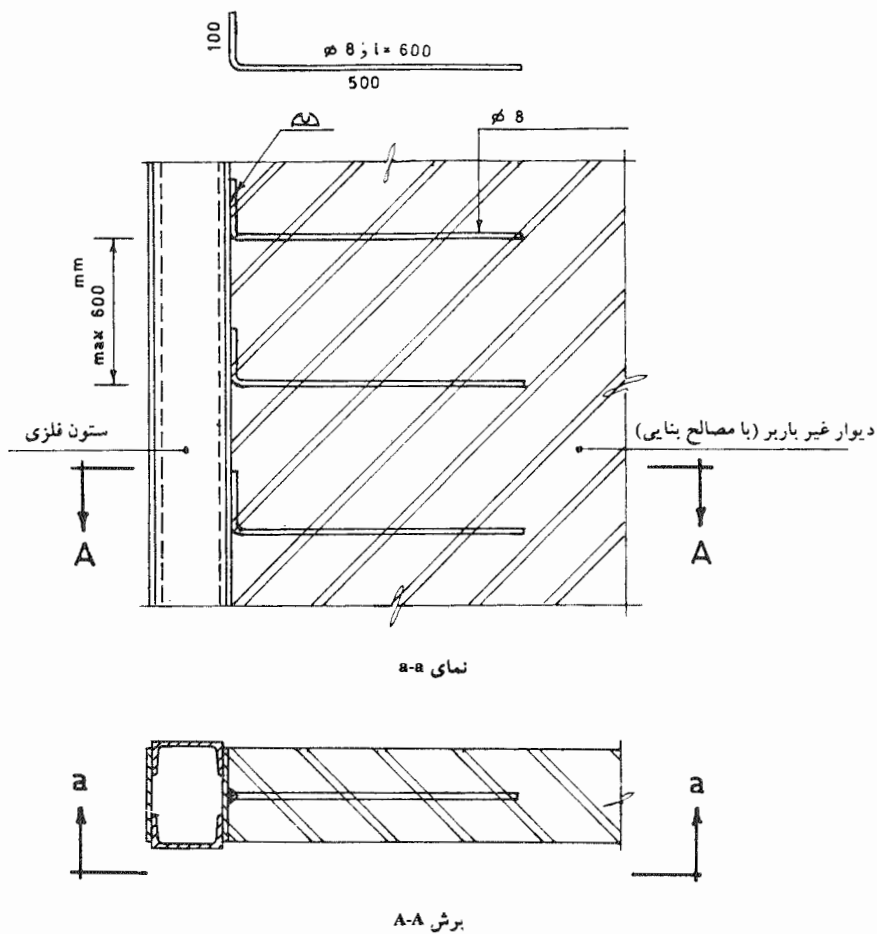
شکل ۲-۱۳

جدول ۱-۱۳: نیرمخهای مناسب برای نعل درگاه

lcm	ضخامت دیوار = 11cm				ضخامت دیوار = 22cm				ضخامت دیوار = 35cm				ضخامت دیوار = 45cm			
	S (cm <sup>3</sup> )	J 	27 لـجـا	21PE II	S (cm <sup>3</sup> )	J 	27 لـجـا	21PE II	S (cm <sup>3</sup> )	J 	27 لـجـا	21PE II	S (cm <sup>3</sup> )	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	—	76	—	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



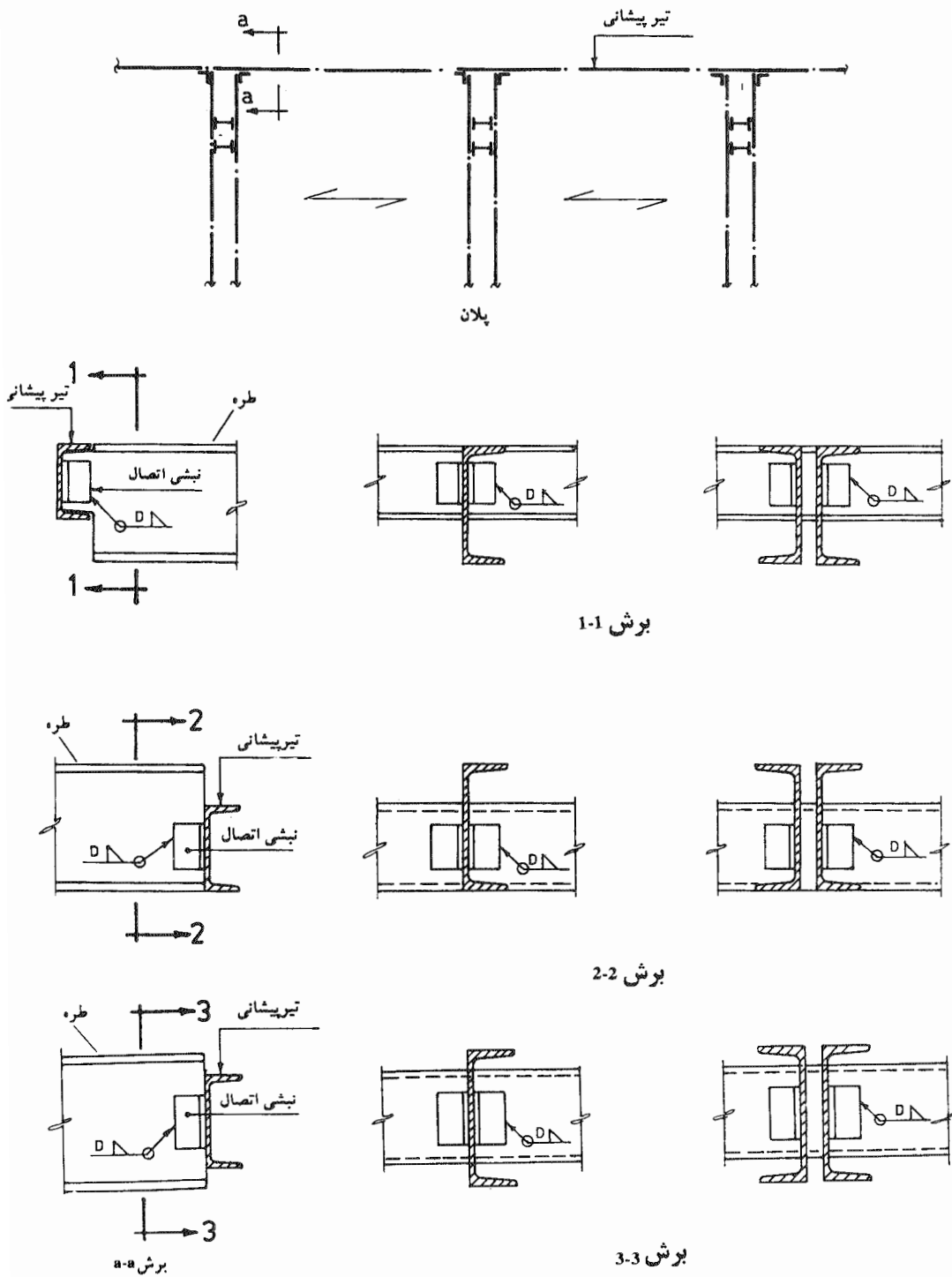
شکل ۱۴-۱ جزئیات تیپ مهار جانبی دیوارهای غیر باربر (با مصالح بنایی) به ستونهای فلزی

## 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

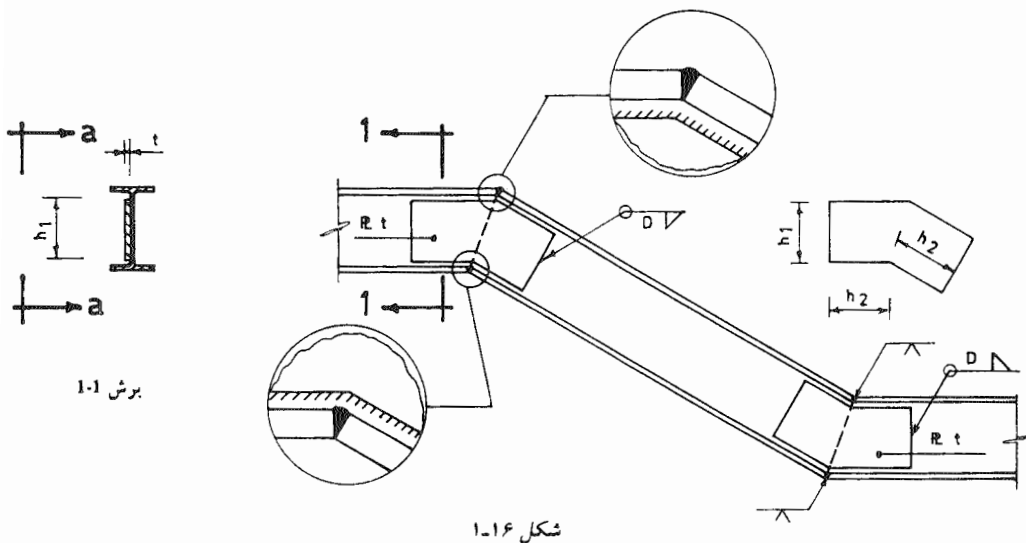
## فصل ۱۶

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

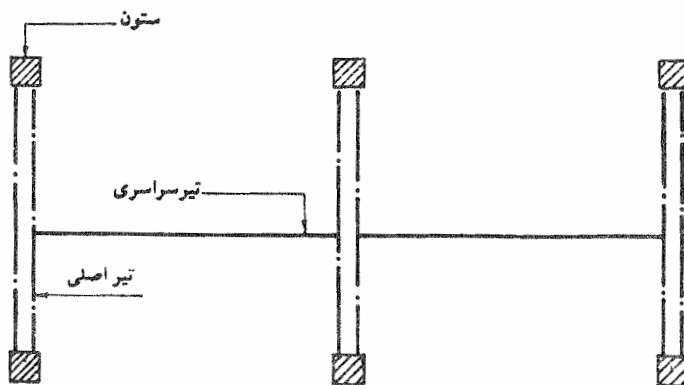
نیمرخ	ضخامت ورق $t(\text{mm})$	اندازه جوش $D(\text{mm})$	$h_1(\text{mm})$	$h_2(\text{mm})$
IPE 100	8	5	70	70
IPE 120	10	6	90	90
IPE 140	10	6	110	110
IPE 160	10	6	120	120
IPE 180	12	7	140	140
IPE 200	12	7	150	150



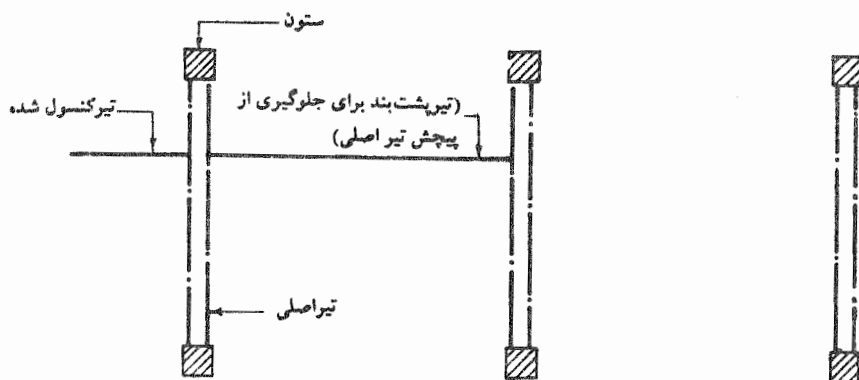
## فصل ۱۷

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

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



شکل ۱-۱۷

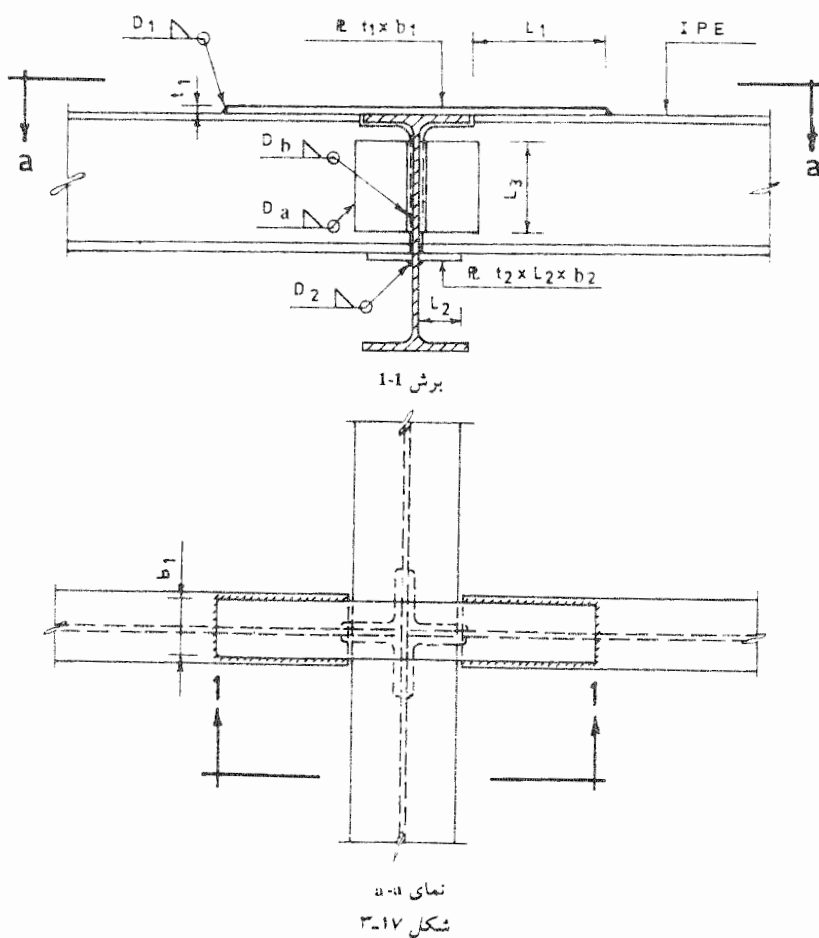


شکل ۲-۱۷

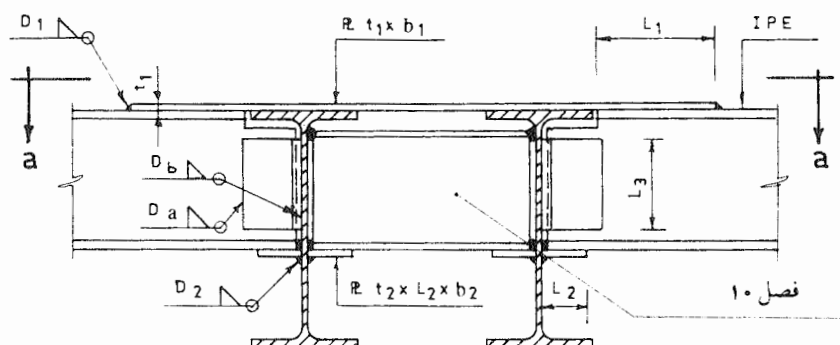
جزئیات اتصال تیرهای یکسره و یاکنسول شده از تیر اصلی تک را می‌توان مطابق شکل ۳-۱۷ در نظر گرفت. در این اتصال لنگر موجود توسط ورق فوقانی و جوش بال پایینی تیر انتقال می‌یابد. نیروی برشی ناشی از واکنش نکته گاهی\* (بافرض  $15 > \frac{L}{h}$ ) نیز توسط نبشی‌های جان تحمل می‌گردد.

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).

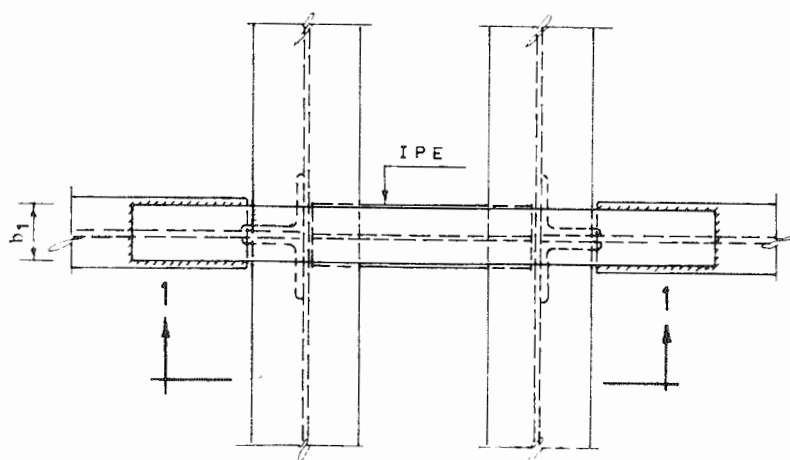
در جداول ۱-۱۷ و ۲-۱۷ مشخصات اتصال تیرهای یکسره و یاکنسول شده از تیر اصلی به ترتیب برای نیمرخ‌های IPE و CIPE آورده شده است.



\* 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 نینرخ  $(I \geq 15h)$  CIPE

شماره نینرخ	واکنش تکیه گاهی تغیر ظرفیت خمشی (ton) و تیر یکسره	ورق فسوفانی				ورق تحتانی				نیمه جانی			
		$l_1$ (mm)	$l_{r1}$ (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

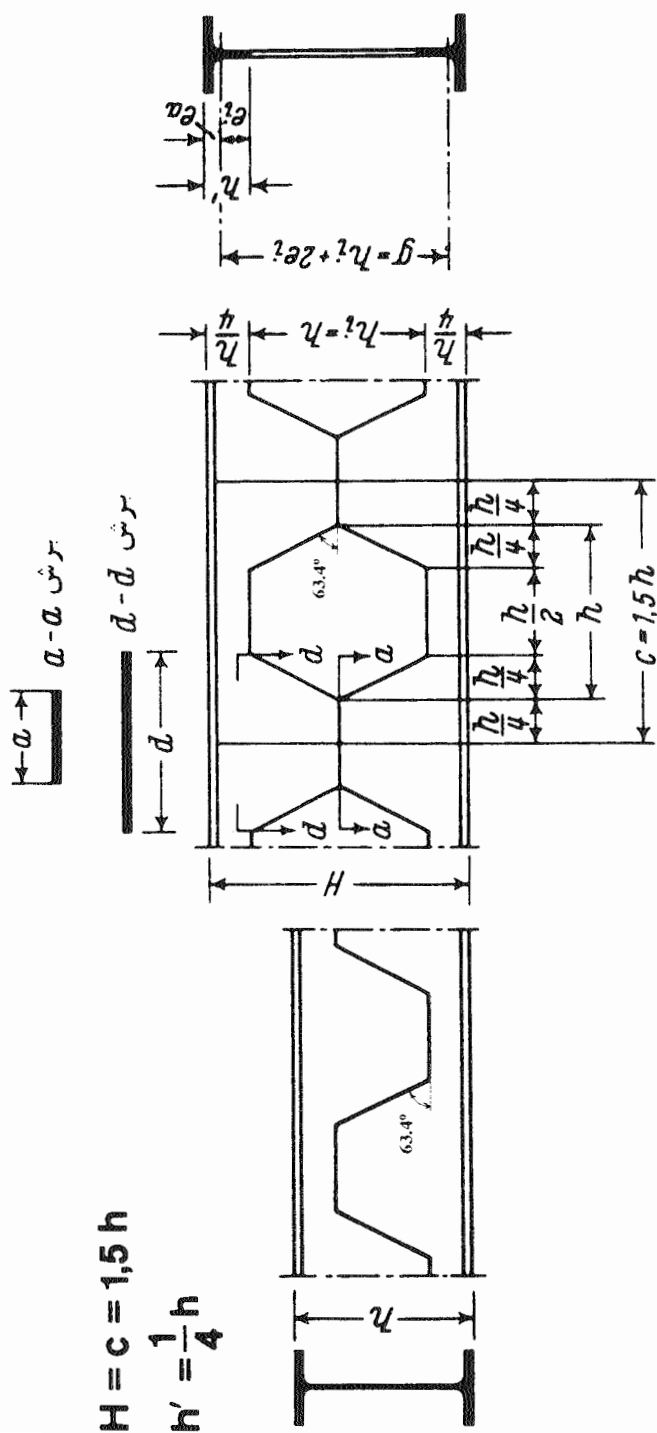
تیرهای لانه زنبوری

## ۱-۱۸- هندسه برش

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

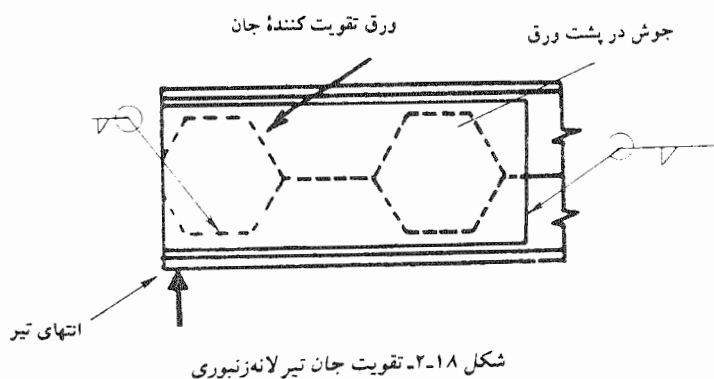
## ۲-۱۸- تقویت جان در محل نیروهای متمرکز

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



$$5,511,000$$

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



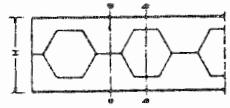
جدول ۱۸-۱. مشخصات هندسی تیر آهن لانه زنبوری از IPE

CAST IPE  
یا  
CAST IPA

تیر آهن ایرانی لانه زنبوری شده

IPA	H	s	t	a - a			b - b		
				F	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	F	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>
	Cm	Cm	Cm	Cm <sup>2</sup>	Cm <sup>4</sup>	Cm <sup>3</sup>	Cm <sup>2</sup>	Cm <sup>4</sup>	Cm <sup>3</sup>
14	20			19.2	1227	122	13.6	1159	115
	21	0.470	65	19.7	1374	130	13.1	1266	120
	22			20.2	1530	139	12.6	1369	124
16	22			23.1	1601	163	17.1	1729	157
	23			23.6	1996	173	16.6	1861	163
	24	0.500	74	24.1	2202	183	16.1	2031	169
18	25			24.6	2420	183	15.6	2177	174
	25			27.6	2792	223	20.2	2670	213
	26			28.1	3056	235	19.7	2875	221
20	27	0.530	80	28.7	3333	246	19.1	3075	227
	28			29.2	3625	258	18.6	3271	233
	28			31.9	3526	271	25.1	3445	265
22	29			33.0	4178	288	24.0	3967	284
	30	0.560	85	34.1	4688	326	22.9	4525	301
	32			35.2	5088	355	21.8	5040	315
24	30			36.1	5617	374	28.7	5415	361
	32			39.3	6514	407	27.5	6120	382
	33	0.580	92	39.9	6981	423	26.9	6468	392
27	35			41.1	8007	457	25.7	7147	408
	37			44.1	7470	488	34.1	7258	453
	38			45.3	8579	504	32.8	8185	480
30	38	0.620	98	46.5	8736	543	31.7	8963	503
	38			47.8	11071	582	30.4	9938	522
	38			50.5	9759	574	41.3	9808	565
33	37			52.5	11832	639	39.3	11362	615
	40	0.660	102	54.8	14550	718	37.0	13462	685
	43			58.5	18698	776	35.3	14893	692
36	40			60.9	18044	802	46.7	15570	718
	42			62.3	17934	854	45.2	17118	815
	45	0.710	107	64.5	21005	933	43.7	19407	882
40	48			66.8	24388	1015	43.0	21805	900

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

										CAST INP		
INP	H	a	t	a-a			b-b			لیر آهن مسطولی لانه زنبوری شده		
				F	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	F	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>			
				Cm <sup>2</sup>	Cm <sup>4</sup>	Cm <sup>3</sup>	Cm <sup>2</sup>	Cm <sup>4</sup>	Cm <sup>3</sup>			
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	23			24.58	1887	178	18.02	1876	156			
	24	0.83	0.95	27.64	2144	201	18.39	2040	177			
	25			28.47	2354	212	17.76	2198	183			
18	26			32.73	3118	249	17.13	2352	188			
	27	0.69	1.01	34.11	3738	276	23.07	2881	236			
	28			34.80	4072	280	22.78	3164	244			
20	29			37.80	4708	304	21.89	3407	257			
	30	0.75	1.13	40.80	5537	369	21.00	3812	258			
	32			42.40	6450	403	20.80	3844	285			
22	33			45.98	8318	421	27.40	4450	317			
	34	0.81	1.22	46.41	7908	459	25.80	5037	335			
	35			50.03	9088	519	24.40	5586	349			
24	36			53.08	10320	520	32.02	6041	402			
	37	0.87	1.31	56.54	10878	609	31.40	6814	425			
	38			58.28	12475	658	30.58	7189	435			
26	39			58.88	10017	607	28.97	7902	451			
	40	0.94	1.41	62.70	12280	682	38.14	8023	501			
	42			65.52	14645	761	37.10	9015	530			
28	43			68.34	17605	842	35.86	9876	554			
	44	1.01	1.52	71.1	19518	818	33.82	10884	572			
	45			75.1	19657	936	44.72	9802	594			
30	46			78.2	23154	1028	43.90	11863	647			
	47	1.06	1.62	78.6	18234	981	41.08	13468	680			
	48			81.8	21583	1027	38.26	15128	720			
32	49			85.2	25414	1128	50.9	14844	781			
	50	1.15	1.79	86.4	28829	1234	48.9	16514	825			
	51			89.2	33688	1348	52.8	22984	1021			
34	52			93.8	39378	1477	58.2	25428	1059			
	53	1.22	2.01	95.1	44880	1512	61.4	27772	1188			
	54			100.7	53326	1512	67.2	35613	1273			
36	55			106.2	63937	1577	68.4	41348	1503			
	56	1.30	2.25	107.4	75074	1600	73.7	46016	1678			
	57			112.3	86880	1777	78.6	48011	1704			
38	58			110.0	94903	1517	80.6	50722	2135			
	59	1.44	2.48	115.2	10708	2547	85.1	57220	2231			
	60			120.4	12508	2888	88.2	68588	2285			
40	61			125.5	15072	2842	90.6	77372	2380			
	62	1.52	2.71	127.1	17078	2358	92.1	84720	2421			
	63			133.0	20319	2547	95.2	95050	2535			
42	64			138.8	24962	2753	98.4	10722	2635			
	65	1.60	3.00	146.8	29248	2842	101.0	12048	2785			
	66			154.0	32372	2842	104.0	13468	2880			

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

IPB	H Cm	B Cm	t Cm	a-a			b-b		
				F Cm <sup>2</sup>	I <sub>x</sub> Cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> Cm <sup>3</sup>	F Cm <sup>2</sup>	I <sub>y</sub> Cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> Cm <sup>3</sup>
10	16	0.60	1.0	28.0	11.60	152	23.0	1090	145
12	18	0.65	1.1	37.0	21.72	241	30.1	2078	230
	20			47.2	3385	338	38.8	3286	378
14	21	0.70	1.2	47.8	3778	358	38.1	3517	344
	22			48.8	4195	381	37.4	3858	358
	22			58.1	5117	465	48.5	5001	454
16	23			59.8	5655	481	48.7	5472	478
	24	0.80	1.3	60.7	6224	518	47.8	5950	485
	25			61.5	6674	548	47.1	6435	514
	25			71.3	8028	642	58.3	7833	628
18	26			72.1	8767	674	58.5	8478	652
	27	0.85	1.4	73.0	9541	708	57.8	9127	676
	28			73.8	10353	739	58.8	9786	689
	28			83.5	10271	780	72.7	10141	780
20	28			85.3	12123	865	70.8	11618	843
	30	0.90	1.5	87.1	14147	943	69.1	13547	803
	32			88.8	16345	1021	67.3	15308	858
	30			96.6	18210	1080	83.4	15885	1059
22	32			100.5	16724	1170	81.5	18090	1130
	33	0.95	1.6	101.5	20058	1215	80.5	19213	1164
	35			103.4	22872	1308	78.8	21480	1227
	32			114.0	21430	1338	98.0	21086	1318
	34			118.0	24533	1443	96.0	23688	1403
24	36	1.00	1.7	118.0	27887	1548	94.0	26715	1484
	38			120.0	31438	1654	92.0	29508	1556
	33			125.0	25366	1537	111.0	25138	1523
26	36			128.0	30773	1708	108.0	30106	1672
	39	1.00	1.75	131.0	38754	1884	105.0	35288	1809
	42			134.0	43325	2063	102.0	40594	1933
	36			141.5	37872	1986	120.5	37272	1861
28	40			143.8	42545	2127	118.4	41335	2068
	42	1.05	1.80	145.7	47405	2257	118.3	45484	2155
	45			148.8	55242	2455	113.2	51802	2302
	40			160.0	47886	2383	138.0	44832	2348
30	42			162.2	53108	2528	135.8	51840	2488
	45	1.10	1.80	165.5	61880	2750	132.5	59405	2640
	48			168.8	71387	2874	128.2	67120	2786
	42			172.5	58340	2682	148.5	55573	2848
32	48			177.1	68831	2987	144.9	66827	2905
	50	1.15	2.05	178.4	75758	3158	142.6	72615	3025
	52			184.0	80486	3480	138.0	84352	3244
	45			184.2	88385	3038	157.8	67300	2891
34	50			190.2	98413	3458	151.8	83138	3325
	51	1.20	2.15	191.4	90305	3541	150.8	88374	3387
	55			198.2	106838	3885	145.8	99428	3615
	48			185.5	74619	3244	188.5	73785	3208
36	50			188.5	88864	3594	183.5	87577	3503
	54	1.25	2.25	203.5	108888	3951	158.5	101838	3771
	58			208.5	125158	4315	153.5	118278	4008
	55			218.2	17797	4283	177.4	114758	4173
40	58			222.3	132883	4575	173.7	127444	4394
	60	1.35	2.40	225.0	143178	4772	171.0	135878	4532
	65			231.7	171375	5273	164.3	157312	4840

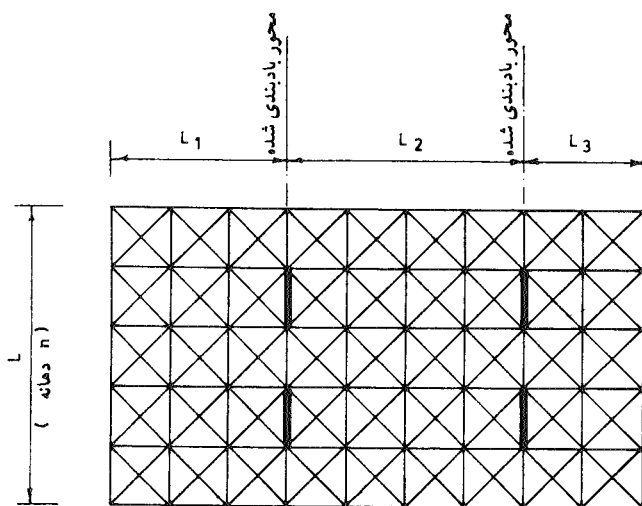


## فصل ۱۹

محاسبه اعضای قطری یکپارچه کننده سقف های  
طاق ضربی

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

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



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

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

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

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

$n$  : تعداد دهانه در مسیر بادبندی شده

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

شکل ۱-۱۹ - پلان بادبندی سقف

مثال

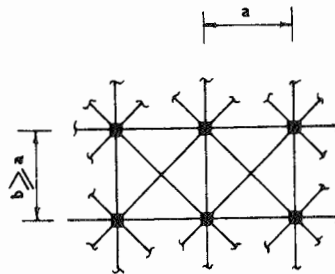
در صورتی که  $L_1=10$ ،  $L_2=16$ ،  $L_3=7$  و  $L=25$  m و  $n=5$  باشد داریم:

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

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

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

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



a: بعد کوچک یک چشمه (به متر)

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

شکل ۲-۱۹- پلان مهاربندی سقف

مثال :

در صورتی که ابعاد چشمه  $3 \times 4$  متر باشد داریم:

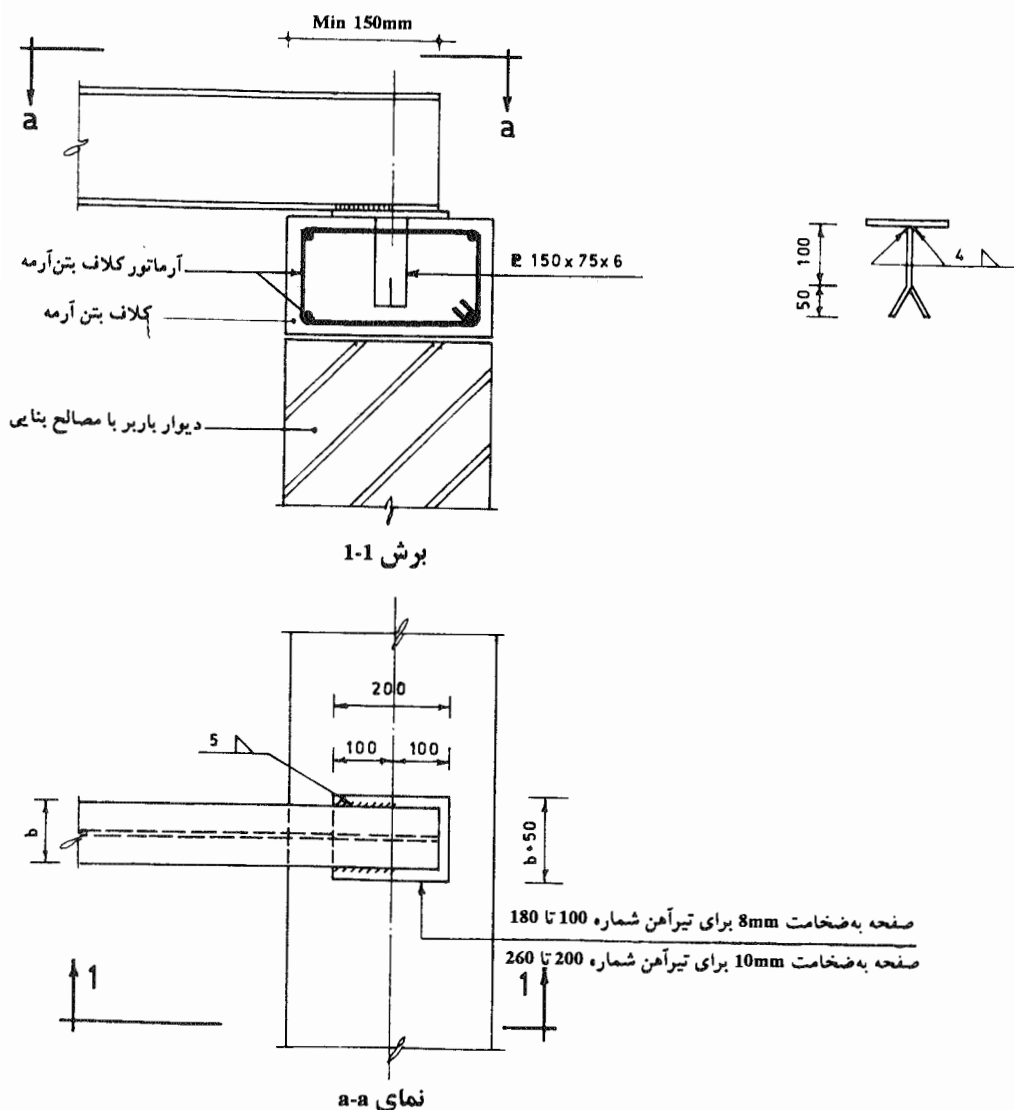
$$A = 0.04 \times 3 \times 5 = 0.6 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10$$

## 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.

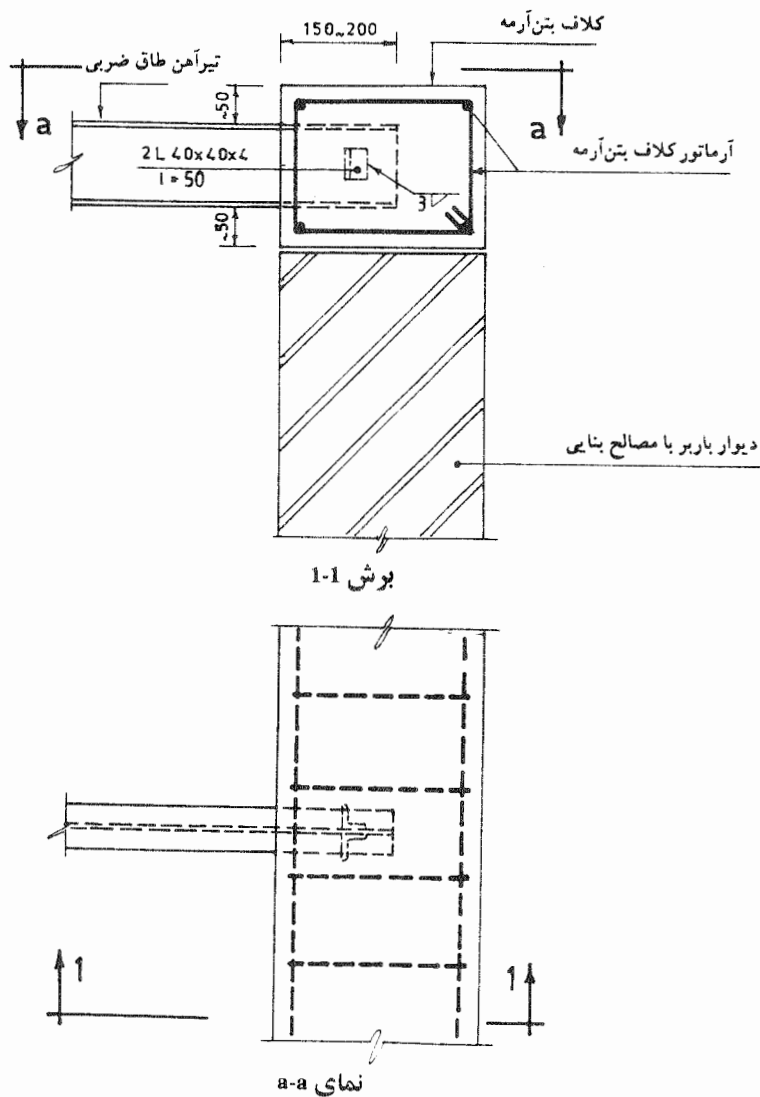


شکل ۱-۲۰. جزئیات اتصال تیرآهن های طاق ضربی به روی کلاف بتن آرمه

## 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

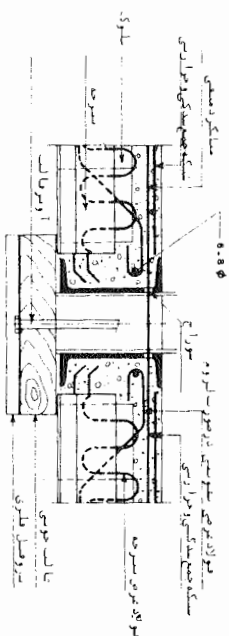
جزئیات تیپ سقف تیرچه بلوک در ساختمانهای فلزی



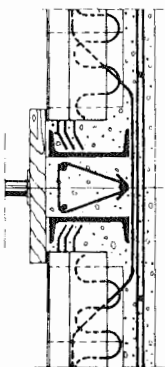
نمای کلی	نمای جزئی	نمای مقطع
نمای کلی	نمای جزئی	نمای مقطع
نمای کلی	نمای جزئی	نمای مقطع

۱۱

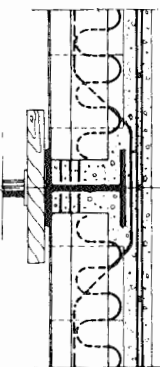
نمای کلی: استوار سقف روی سازه، با ارتفاع سازه و با ارتفاع کمتر از سقف  
سقف و نحوه قالب بندی لایه اسفودی سازه



۱۱



۱۲



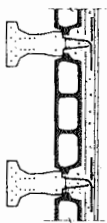
۱۳

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

نمای کلی	نمای جزئی	نمای مقطع
نمای کلی	نمای جزئی	نمای مقطع
نمای کلی	نمای جزئی	نمای مقطع

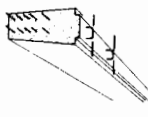
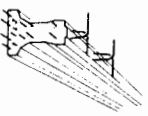
۱۰

نمای کلی: استوار سقف، روی تیرهای سازه بتنی

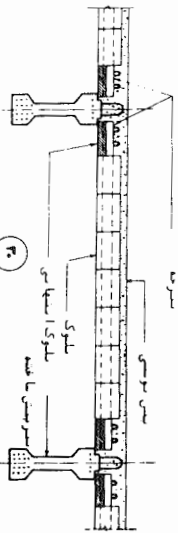


۱۰

۱۰



۱۱



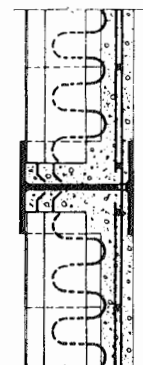
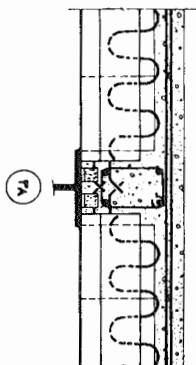
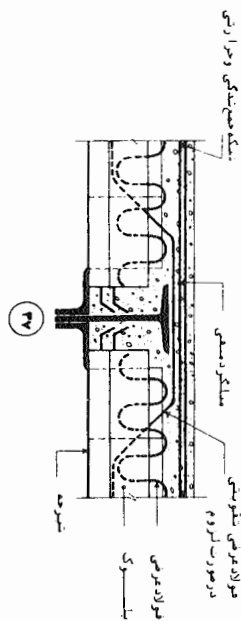
۱۲

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 ملوک و تیر بتنی.  
۱۳: به قطعه سازه از تیرهای بتنی سازه بتنی.

۱۳

عنوان: استوار سقف روی تیر آهن، با ارتفاع سازه و یا ارتفاع بیشتر  
از ضخامت سقف تیرچه بتنی ساده.

سازمان تیرچه موجوده
مکان و ثبت فنی
توضیحات و مشخصات و سایر موارد فنی

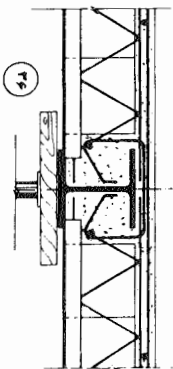
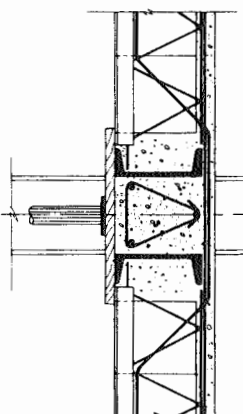
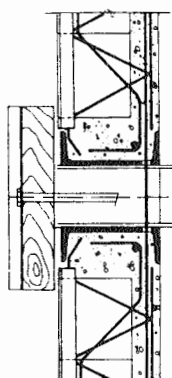


توضیح: ۳۶ و ۳۸، ۳۹، نحوه استوار سقف تیرچه و بلوک روی تیرآبر فولادی.

۱۲

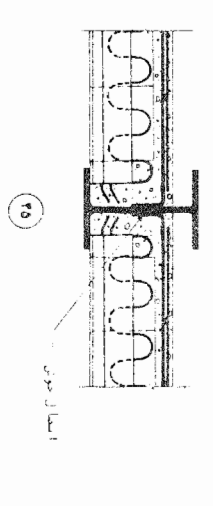
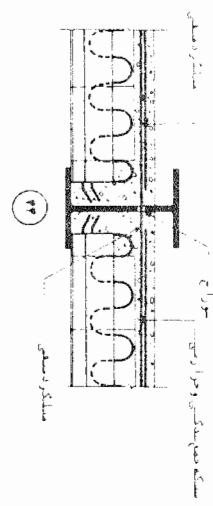
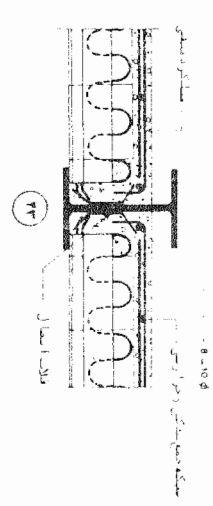
عنوان: استوار سقف روی تیر آهن، با ارتفاع سازه و یا با ارتفاع کمتر  
از ضخامت سقف و نحوه قالب‌بندی کلاف اتصالات جوشی (جوشی)

سازمان تیرچه موجوده
مکان و ثبت فنی
توضیحات و مشخصات و سایر موارد فنی



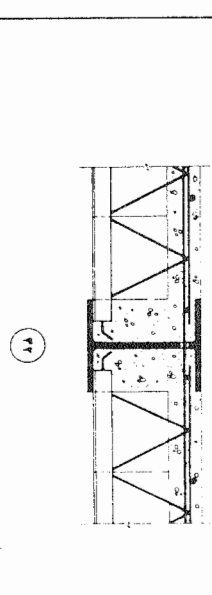
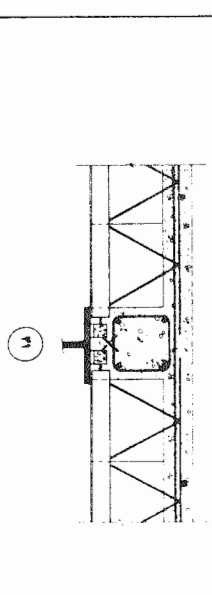
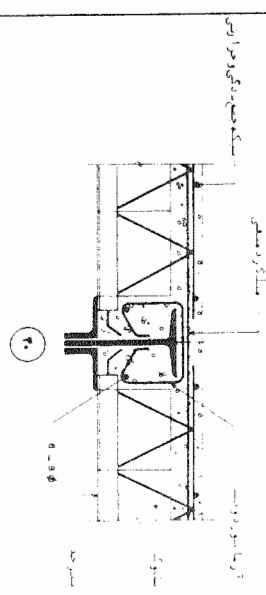
توضیح: ۳۶ و ۳۸، نحوه استوار سقف تیرچه و بلوک روی تیرآبر فولادی، شامل قالب‌بندی کسلا و جوشی اتصالات جوشی.

۱۵	سازه های سربستار مدور و مدولده	مقاومت خمشی دسترسی به قطعات و مصالح و گان های
سازه های سربستار از سطح روی سربستار: با ابعاد مشخص و در حالت مدولده (سازه های سربستار)		



نمودار: سازه های سربستار مدولده و سازه های سربستار مدولده

۱۴	سازه های سربستار مدولده	مقاومت خمشی دسترسی به قطعات و مصالح و گان های
سازه های سربستار از سطح روی سربستار: با ابعاد مشخص و در حالت مدولده (سازه های سربستار)		



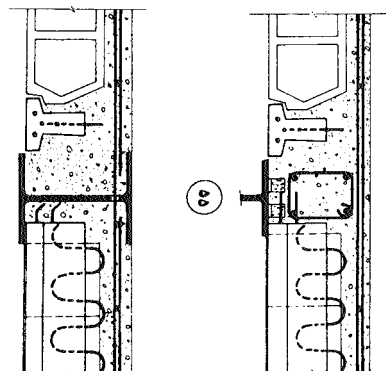
نمودار: سازه های سربستار مدولده و سازه های سربستار مدولده



۱۹

عنوان: استوار سقف روی تیر آهنی، با تیرچه‌های مواری و عبور برآن  
(میرچه پیش ساخته)

سازمان سربا مشور و ده  
مکان و ست فنی  
دستور ساختمان و مصالح رهای فنی

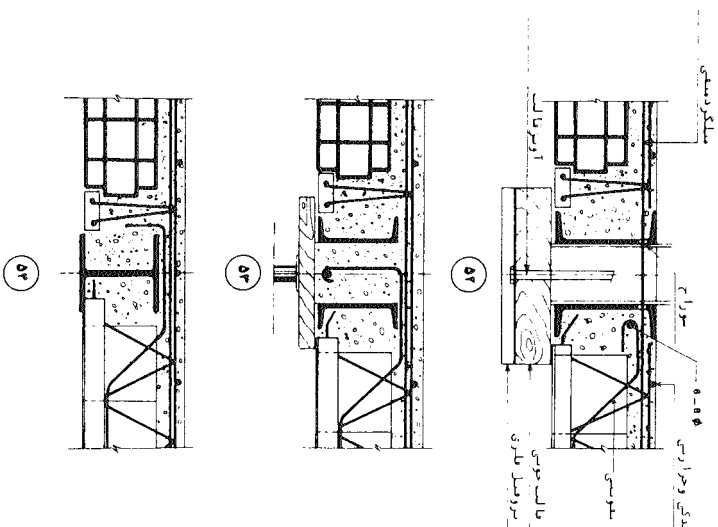


توضیح:  
۵۵ و ۵۶: جویا استوار سقف تیرچه‌ها و تیر آهنی، در جایی که ابتدای تیرچه‌ها، در سبک طرف مواری یا تیر و در طرف دیگر عبور برآن باشد.

۱۸

عنوان: استوار سقف روی تیر آهنی، با تیرچه‌های مواری و عبور برآن  
(میرچه جریانی)

سازمان سربا مشور و ده  
مکان و ست فنی  
دستور ساختمان و مصالح رهای فنی



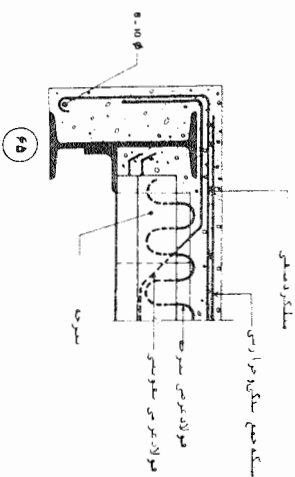
توضیح:  
۵۲ و ۵۳: جویا استوار سقف تیرچه‌ها و تیر آهنی، در جایی که ابتدای تیرچه‌ها، در سبک طرف مواری یا تیر و در طرف دیگر عبور برآن باشد.



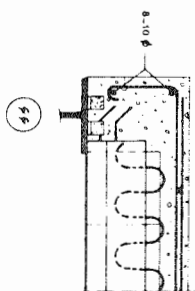


شکل ۴۴: مقطع از سقف سیرجه و تیرهای، با ابعاد سازه و با تیرهای از جنس بتن (سیرجه) بتن شده و

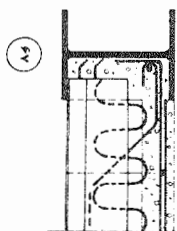
با رمان برپا می‌شود و در  
مکان و به روش  
در زیر مشخصات و ابعاد و تیرهای



۴۵



۴۶



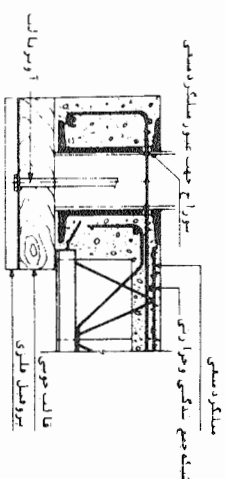
۴۷

توضیح: ۴۵ و ۴۶: نحوه استقرار سقف سیرجه و تیرهای سیرجه فولادی، در یک‌گانه کاری.

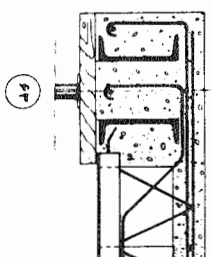


شکل ۴۸: استقرار سقف سیرجه، با ابعاد سازه و با تیرهای از جنس بتن (سیرجه) بتن شده و

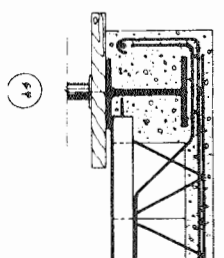
با رمان برپا می‌شود و در  
مکان و به روش  
در زیر مشخصات و ابعاد و تیرهای



۴۹



۵۰



۵۱

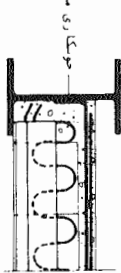
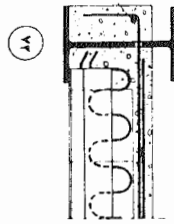
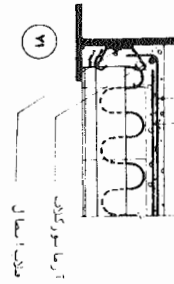
توضیح: ۴۹ و ۵۰: نحوه استقرار سقف سیرجه و تیرهای سیرجه فولادی، در یک‌گانه کاری شامل سیرجه و تیرهای اتصال.

۲۵

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

سازمان تهیه و تدوین
معاونت فنی
دفتر تحقیقات و مطالعات فنی

سنگ صیقلی و تیر آهن



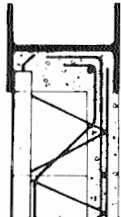
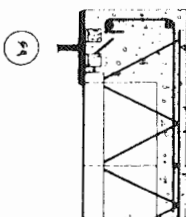
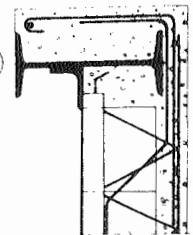
۲۸

توضیح: جدول شماره ۲۸ و ۲۷ - جدول شماره ۲۸ و ۲۷ - در نگاره کاری.

۲۴

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

سازمان تهیه و تدوین
معاونت فنی
دفتر تحقیقات و مطالعات فنی



۲۷

توضیح: جدول شماره ۲۷ و ۲۶ - جدول شماره ۲۷ و ۲۶ - در نگاره کاری.

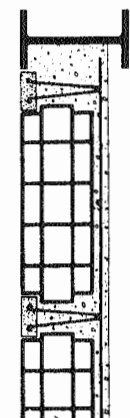


۲۷

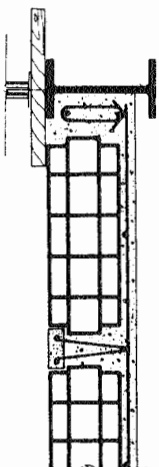
عنوان: حالتیهای مختلف اتصال سقف به تیرهای غیرباربر - ارتباط

تیرهای سیمر از مصالح بتنی.

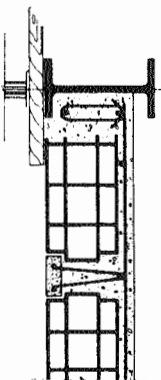
تأثیرات تیرها همجو در حده
مقاومت خمشی
تأثیرات محاسبات و مستطای رطای نسبی



۷۶



۷۷



۷۸

توضیح:

۷۶: توزیع سیم تیرچهها از کنار تیر غیرباربر

۷۷: توزیع سیم تیرچهها پس از سیم آرمی و بعد ملوکها در محاورت تیرهای

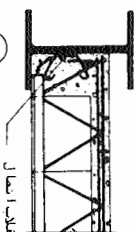
۷۸: سیمهای عرض و بعد ملوکها در محاورت تیرهای، در صورت لزوم سیم از سیمهای

۴۲

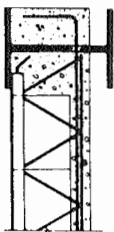
عنوان: استوار سقف تیرچه و ملوک روی تیرهای - با ارتباط سیمر

از مصالح بتنی (تیرچه، ملوکها).

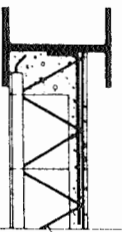
تأثیرات تیرها همجو در حده
مقاومت خمشی
تأثیرات محاسبات و مستطای رطای نسبی



۷۹



۸۰



۸۱

توضیح:

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

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

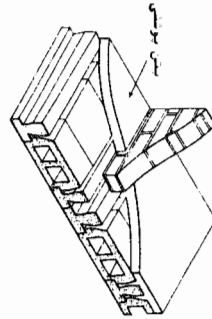
۴۹

عنوان: محل تیرچه روی سقف تیرچه و بلوک.

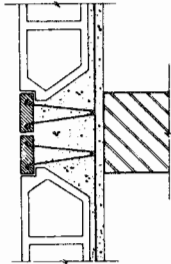
سازمان: تهران مأمورده

مکان: رشت قفسی

تأسیسات: سقف و دیوارهای داخلی



۸۳



۸۴

توضیح:  
۸۳، ۸۴: اجرای تیرچه‌های سقف، در محل استقرار تیرچه غیرباربر.

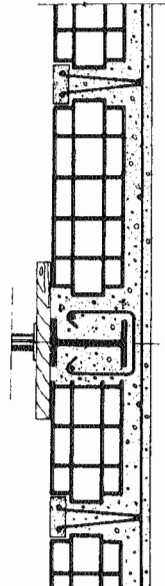
۷۸

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

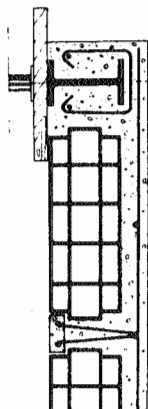
سازمان: تهران مأمورده

مکان: رشت قفسی

تأسیسات: سقف و دیوارهای داخلی



۸۰



۸۱

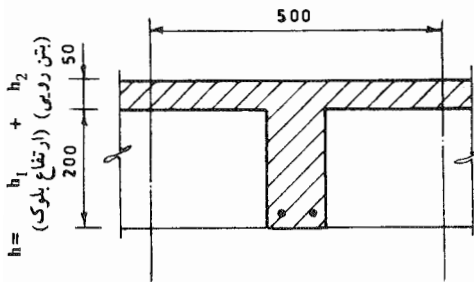
توضیح:  
۸۰، ۸۱: سازه‌های از اتصال، در سقف‌های مسطح.  
۸۰، ۸۱: سازه‌های از اتصال، در سقف‌های گنبدی.

## فصل ۲۳

جداول و منحنی‌های طرح سقف تیرچه بلوک

### ۱-۲۳- مقدمه

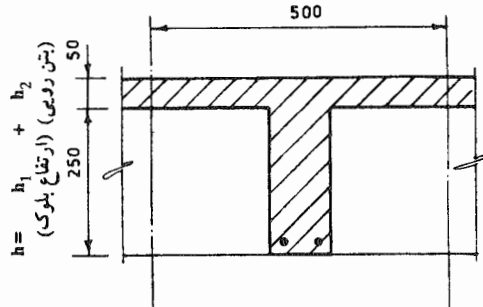
در این فصل نمودارهای محاسباتی برای تعیین آرماتورهای خمشی تیرچه‌ها ارائه می‌شود. جداول این فصل برای حالات زیر تنظیم شده‌اند:



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

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

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



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

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

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

شکل ۱-۲۳

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

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

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

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

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

مثال:

مطلوب است تعیین آرماتورهای یک تیرچه به دهانه ۴ متر و ارتفاع ۵+۲۰ 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 ۵+۲۰ سانتیمتر و فولاد  $F_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$  به نمودار ۲۳-۲ مراجعه کرده و  $1180 \text{ kg/m}^2$  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 درمی آید:

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

تذکر: در روی هر نمودار در ناحیه فوقانی و سمت راست، سه منحنی با  $300 \text{ kg/cm}^2$  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.

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

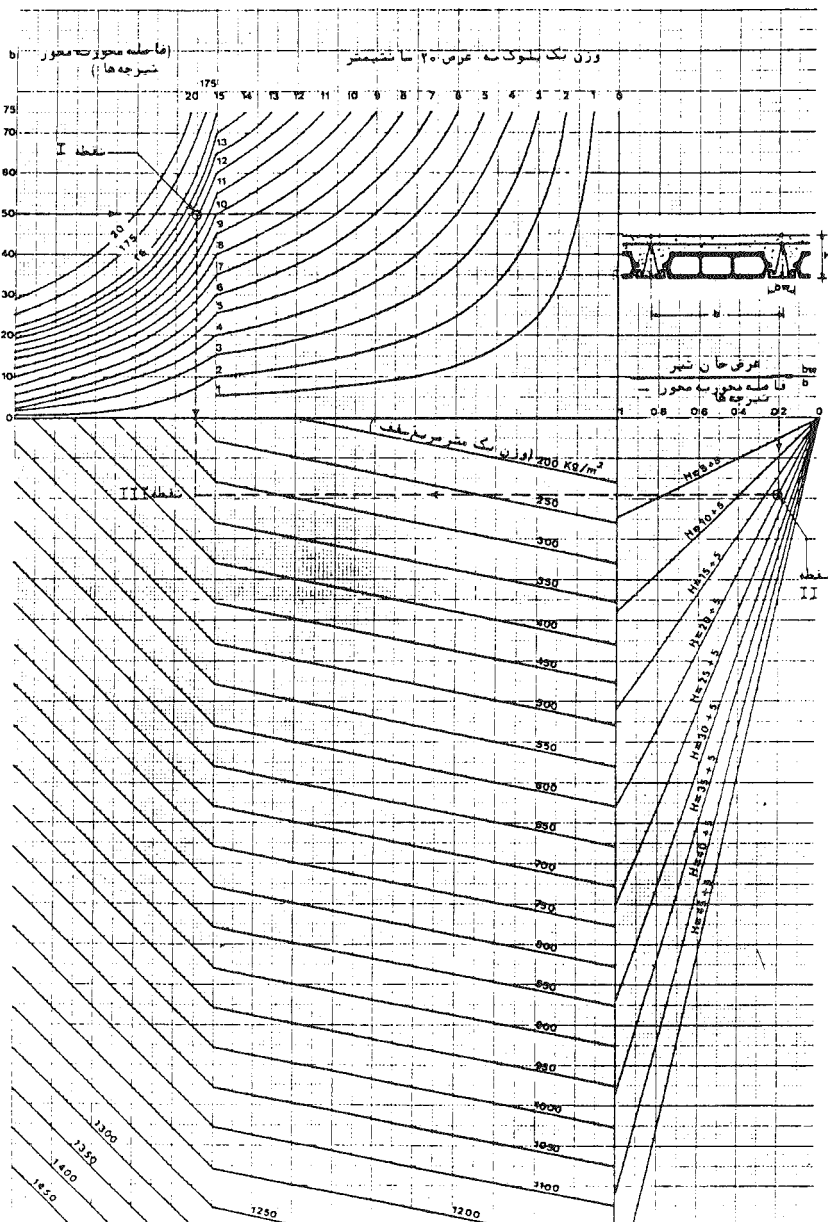
با داشتن وزن بلوک، فاصله محور تا محور تیرچه ها، ضخامت سقف و نیز عرض جان (عرض پاشنه تیرچه) می توان توسط نمودار شکل ۲۳-۲ به راحتی وزن واحد سطح سقف تیرچه و بلوک را به دست آورد.

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.

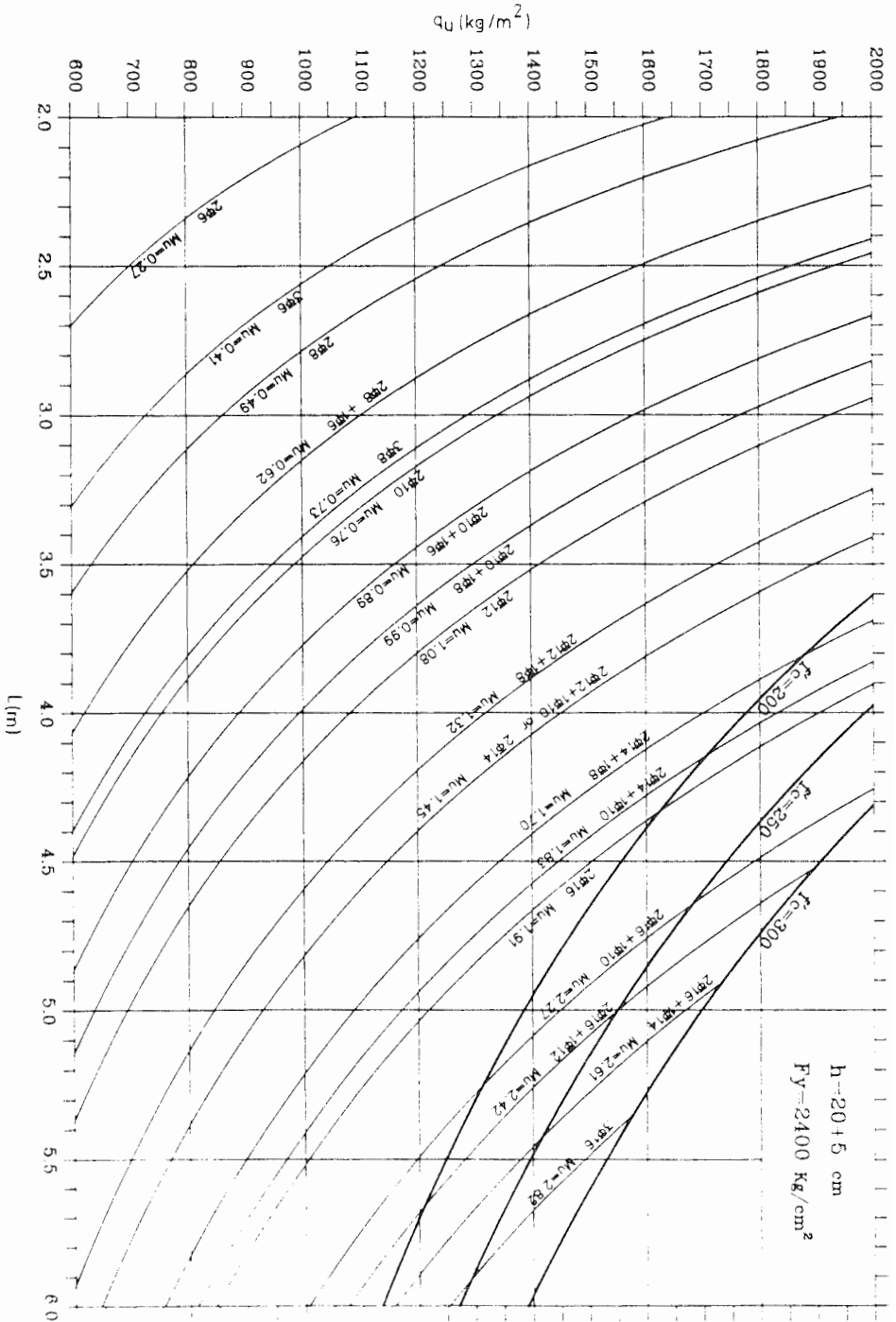
سپس، در روی محور طولها در بخش پایین سمت راست نمودار، نسبت عرض جان تیر به فاصله محور به محور تیرچه ها را مشخص نموده و از آن خطی به موازات محور عرضها رسم می کنیم، به طوری که خط مربوط به ضخامت سقف مورد نظر (ارتفاع تیرچه + ضخامت بتن پوششی) را در نقطه II قطع کند.

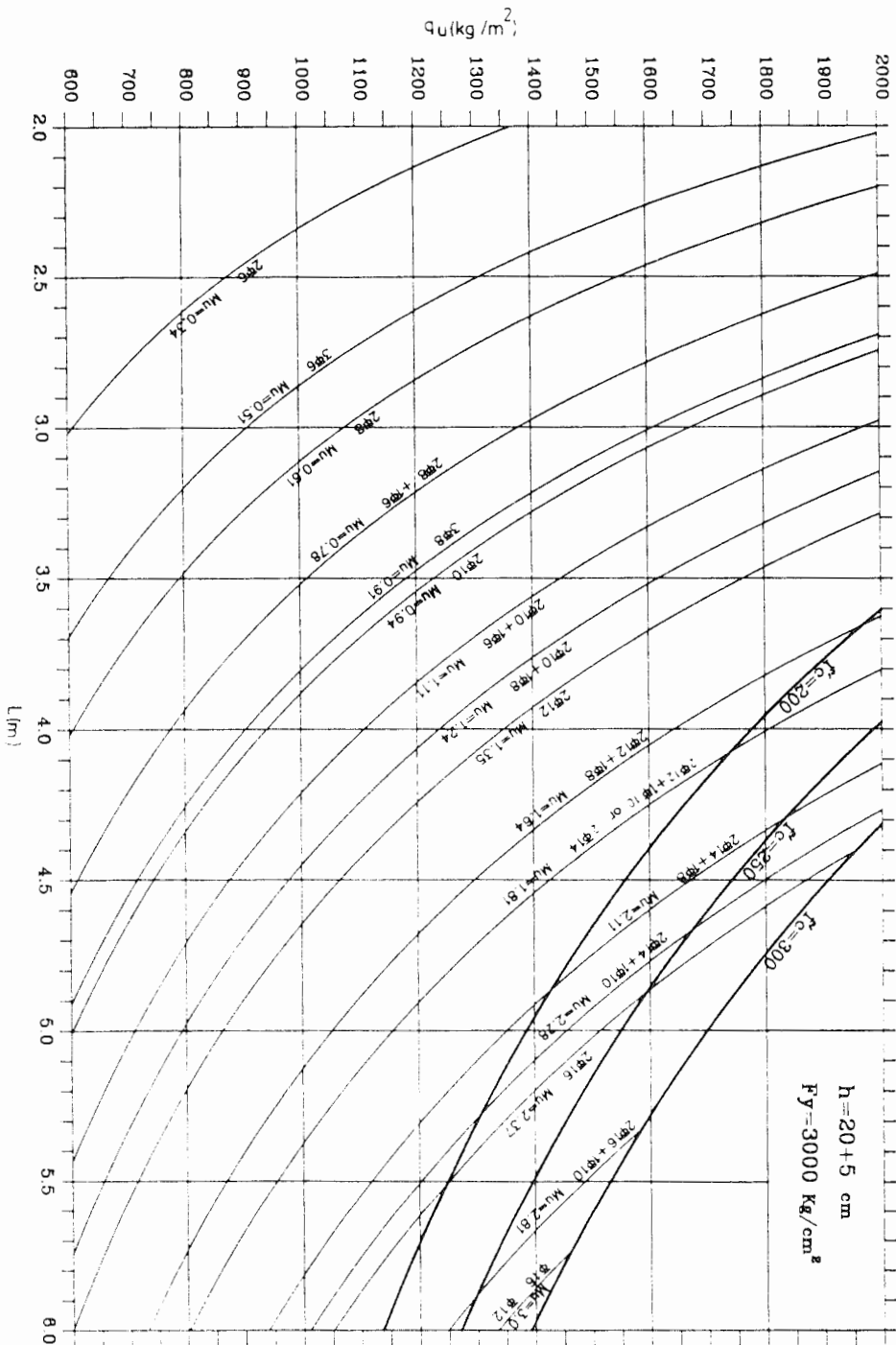
خط قائمی که از نقطه I و خط افقی که از نقطه II رسم می شوند، همدیگر را در نقطه III واقع در قسمت پایین سمت چپ نمودار قطع می کند. این نقطه اگر روی یکی از خطوط این قسمت واقع شود، وزن سقف برابر اندازه مربوط به این خط خواهد بود. در غیر این صورت، با استفاده از تناسب مقدار وزن سقف تعیین می شود.

برای مثال، وزن سقفی به ضخامت (۵+۲۰) 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.

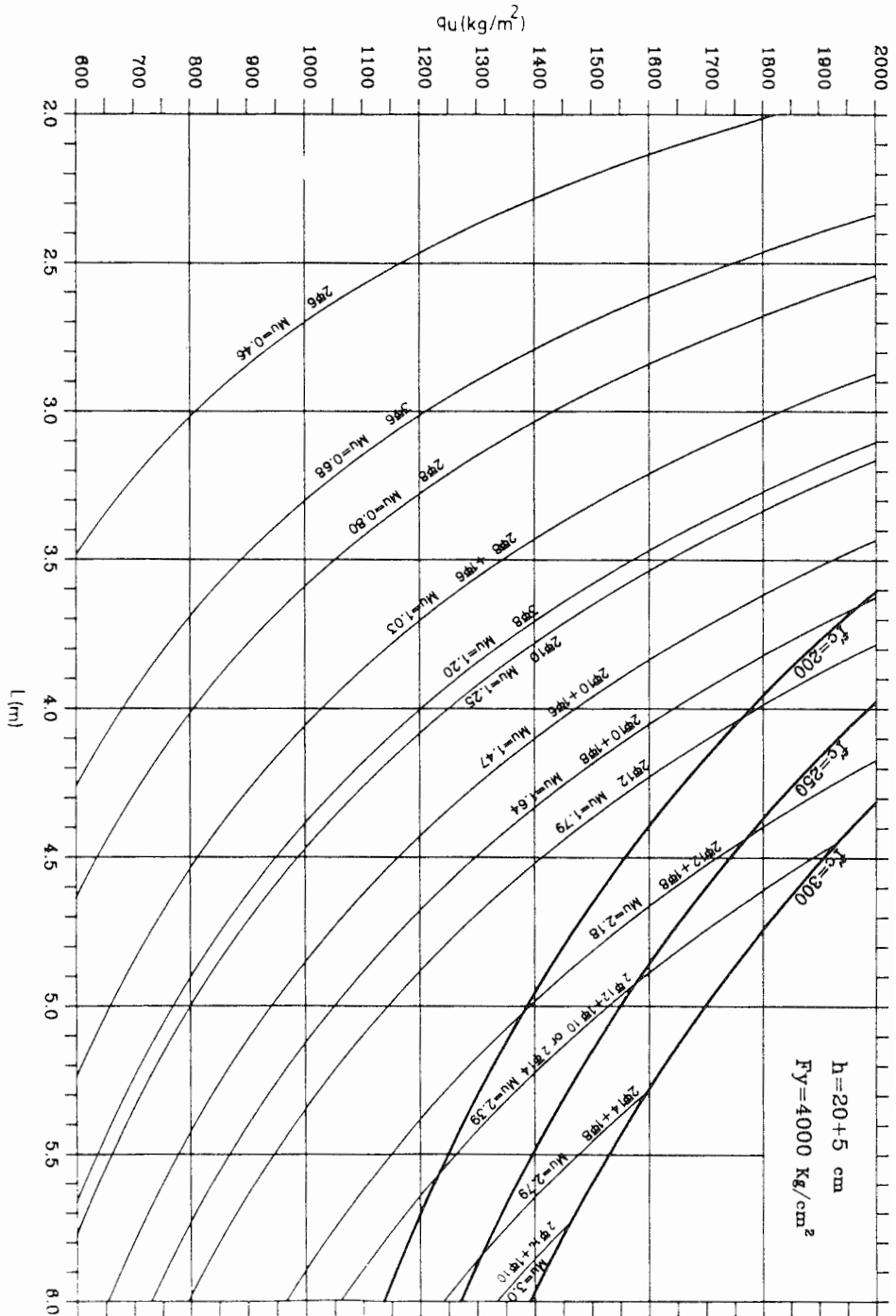


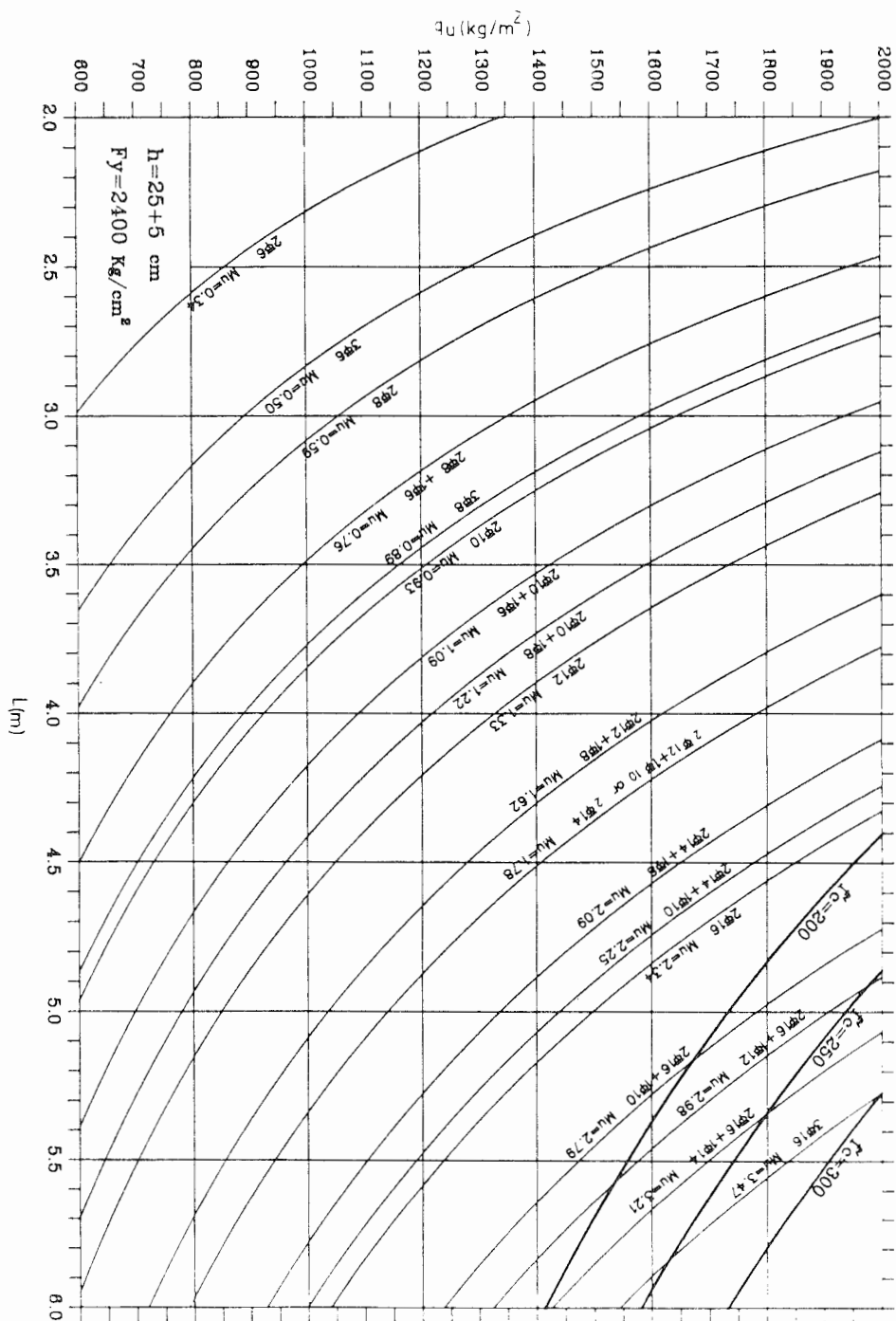
شکل ۲۳-۲. نمودار محاسبه وزن سقف تیرچه و بلوک

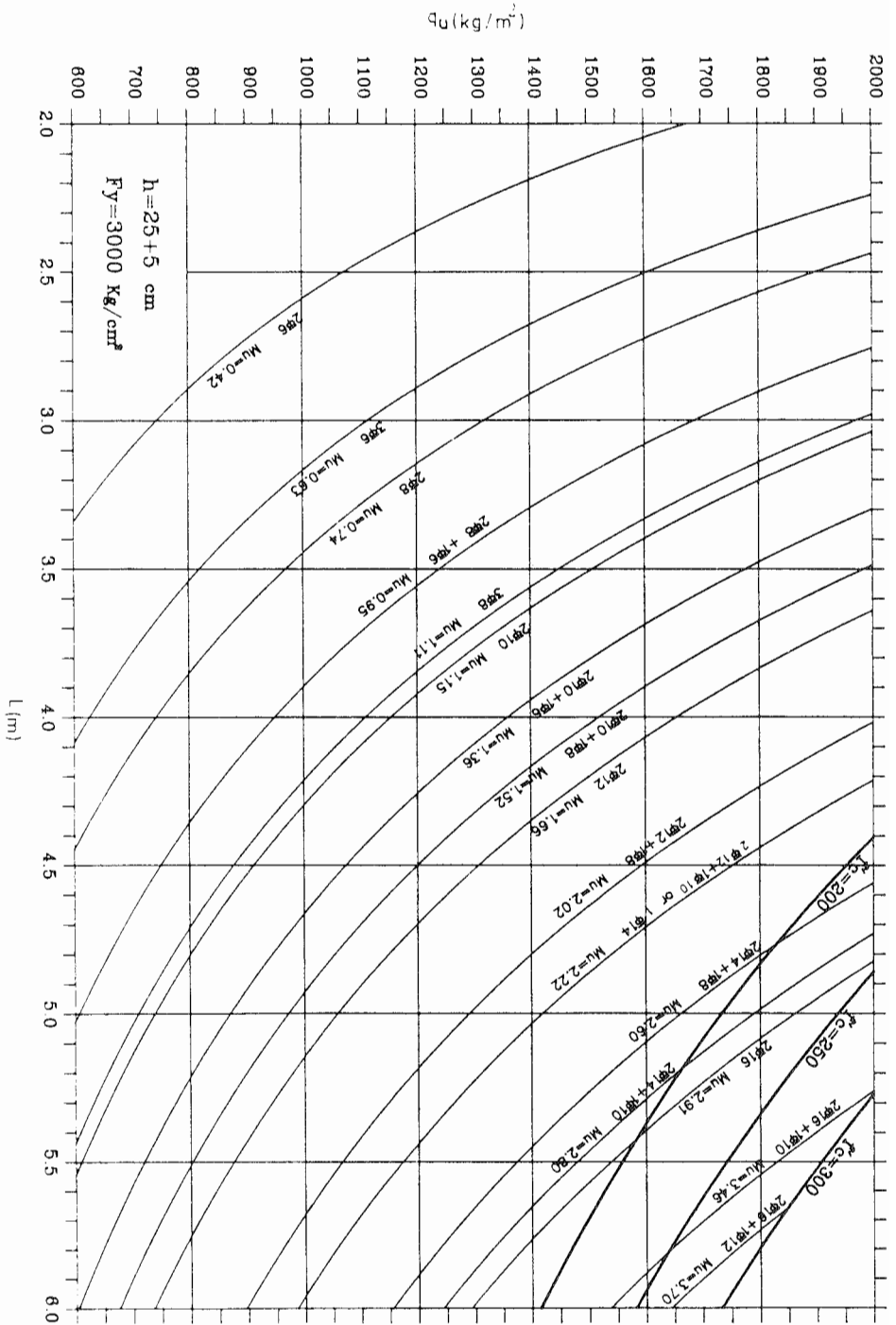


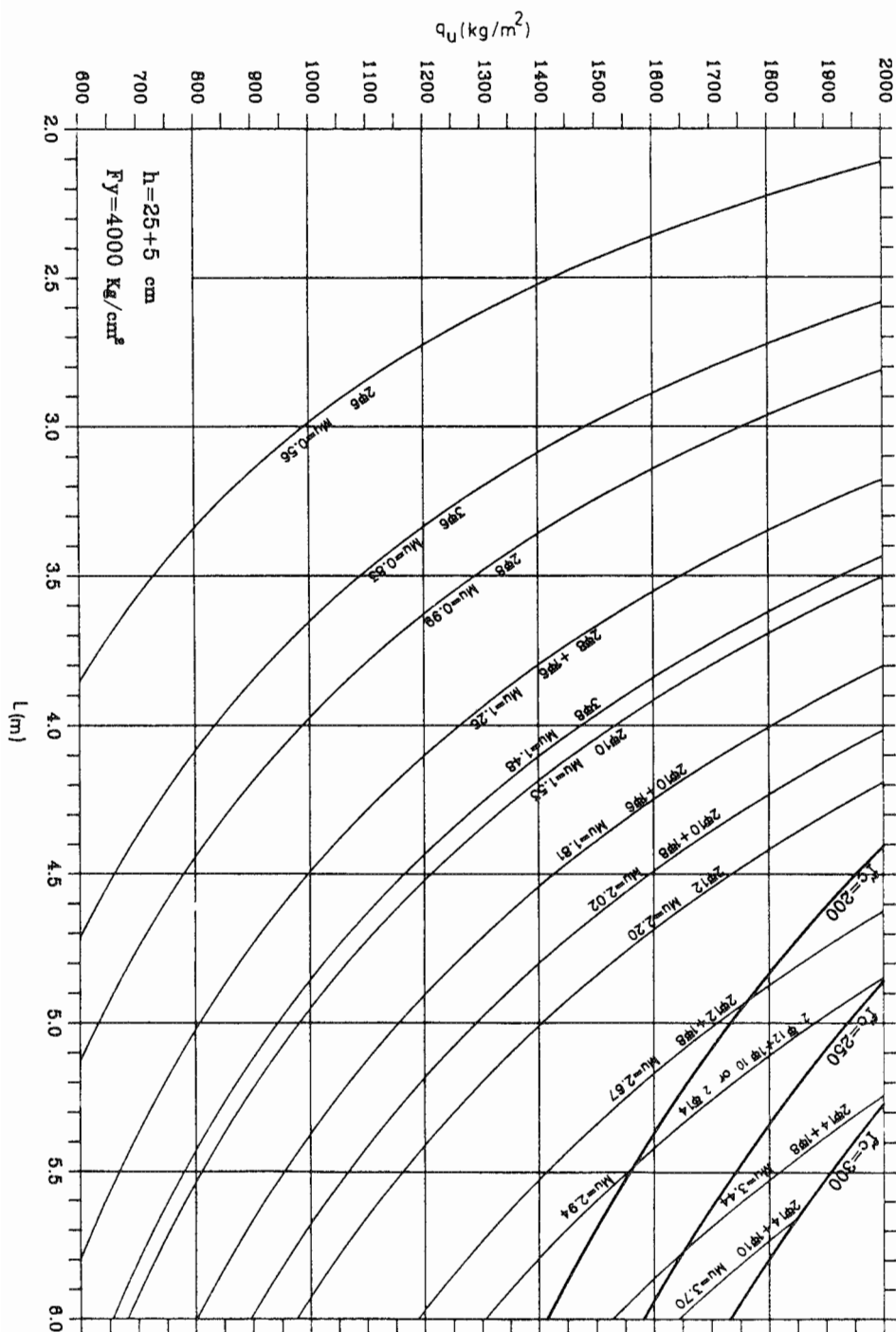












## فصل ۲۴

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.

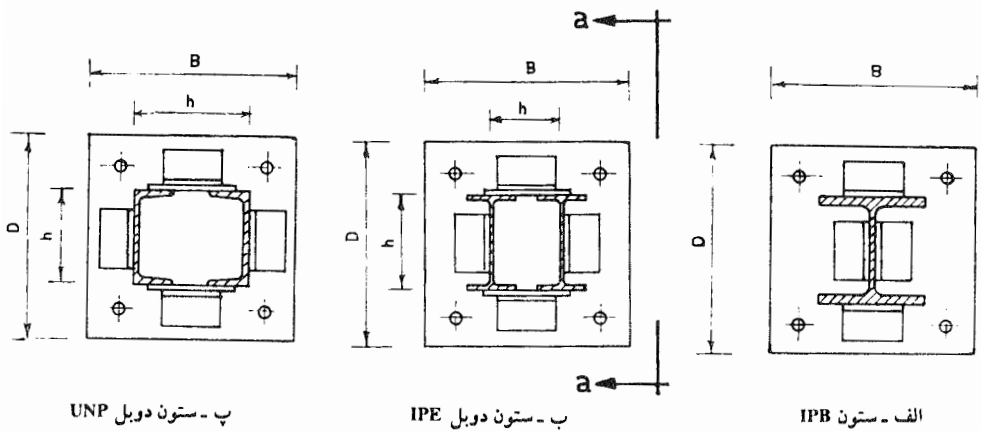
در محاسبه فشار پای ستون فرض گردیده است که ستون با طول متعارف، تا حد مقاومت مجاز فشاری خود بارگذاری گردیده است.

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 دویل IPE و نیمرخ دویل 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



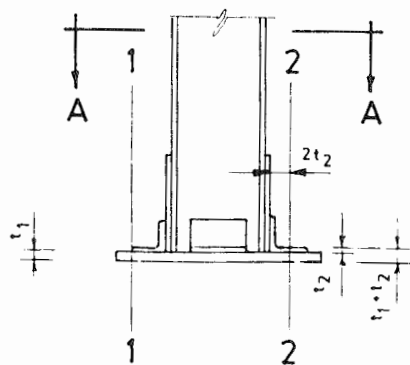
### برش A-A

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:

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

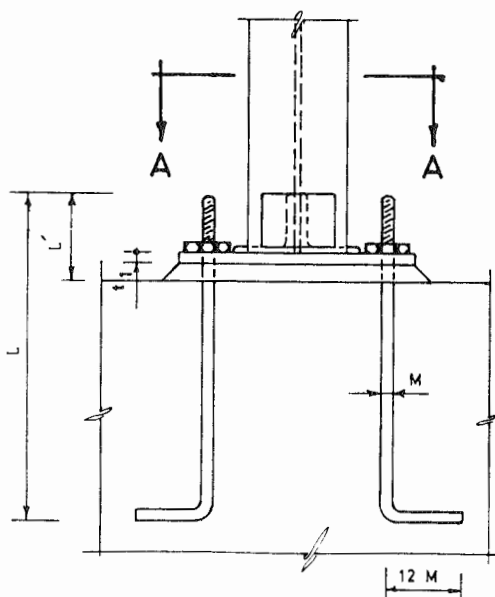
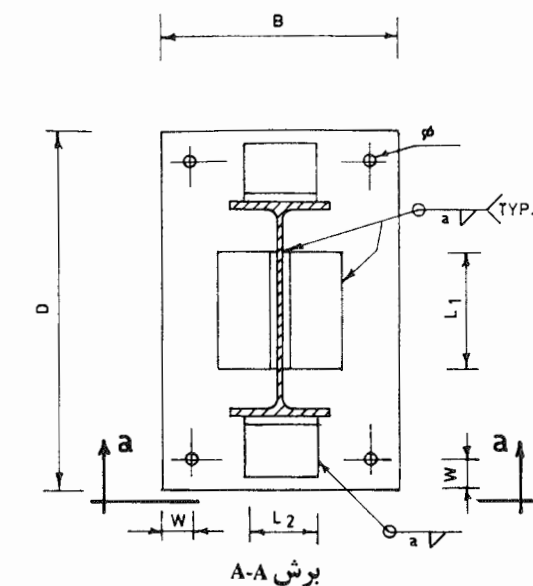
در شکل ۱-۲۴ ب مقاطع بحرانی از نظر خمش برای کنترل صفحه زیر ستون به نمایش درآمده اند. در مقطع ۱-۱ فرض می شود که تنها صفحه زیر ستون به ضخامت  $t_1$  باید خمش وارده را تحمل نماید، اما در مقطع ۲-۲ ضخامت مقطع مقاوم از جمع  $t_1$  و  $t_2$  به دست می آید.



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 نشی (mm)	طول نشی جان $L_1$ (mm)	طول نشی بال $L_2$ (mm)	a (mm)	w (mm)	$\phi$ (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)	$\phi$ (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

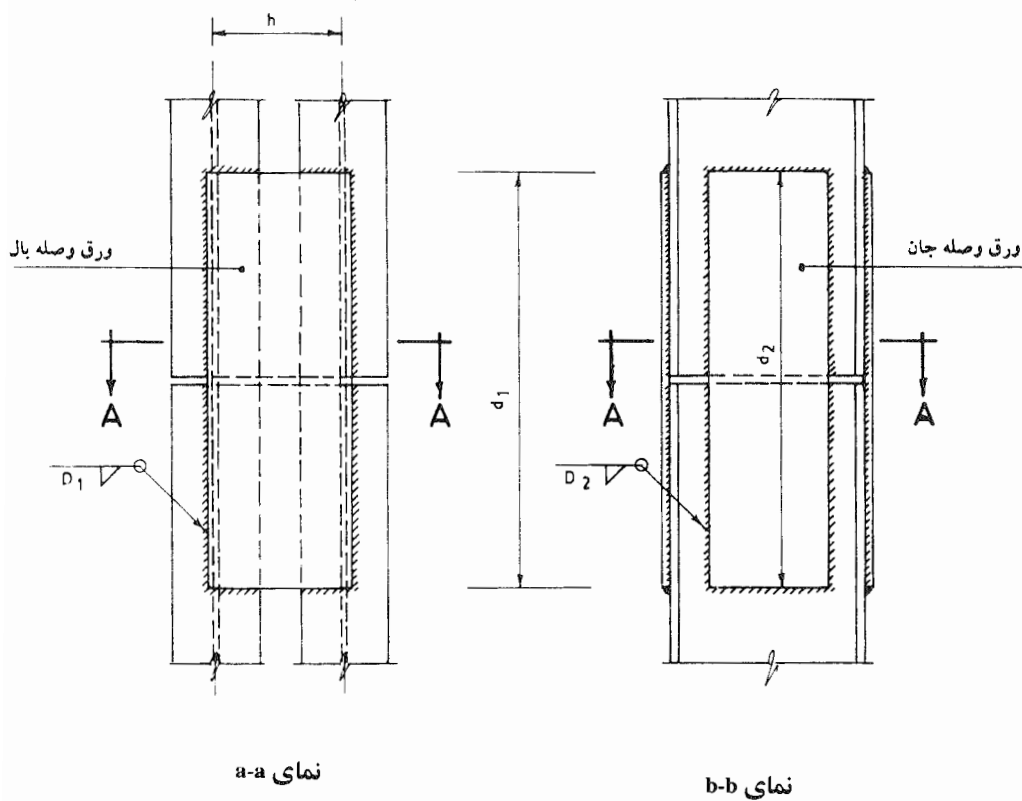
جدول ۲۴- مشخصات صفحه زیر ستون برای ستونهای زوج 2UNP

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)	$\phi$ (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

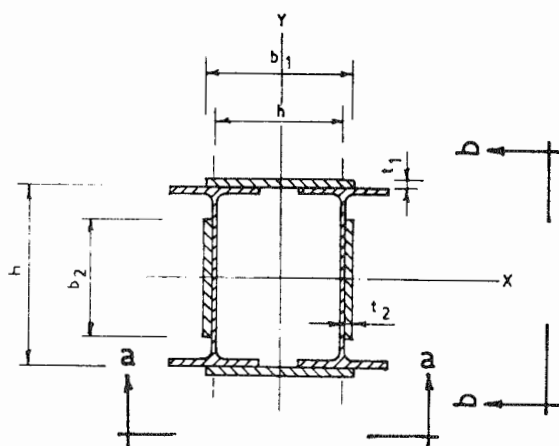
وصلهٔ ستونهای مرکب

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.

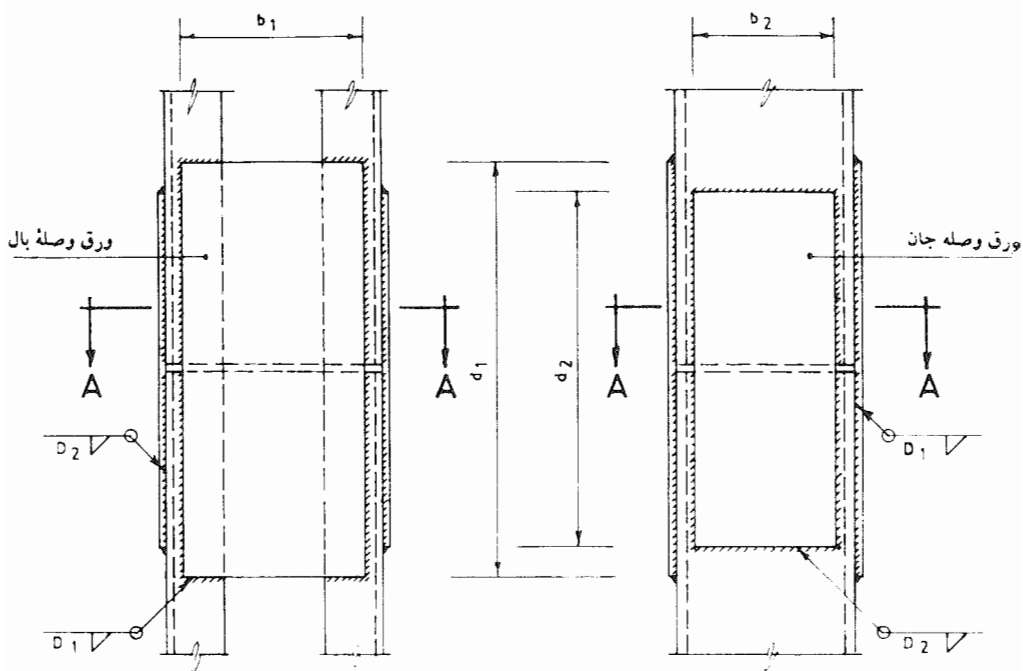


نمای a-a

نمای b-b

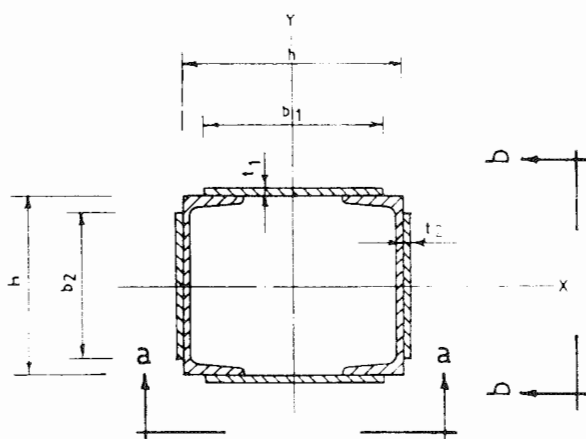


بوش A-A



نمای a-a

نمای b-b



برش A-A

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

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



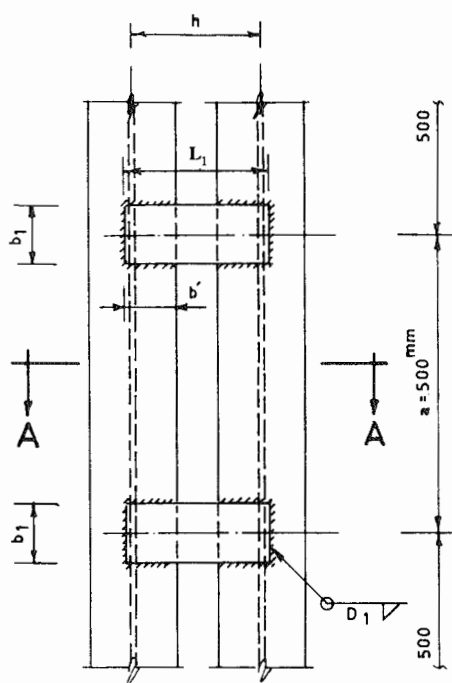
جدول ۲۵-۲. مشخصات ورقهای وصله ستونهای مرکب 2UNP

نیمرخ	ورق وصله بال				ورق وصله جان			
	b <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	d <sub>1</sub> (mm)	b <sub>2</sub> (mm)	t <sub>2</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	d <sub>2</sub> (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

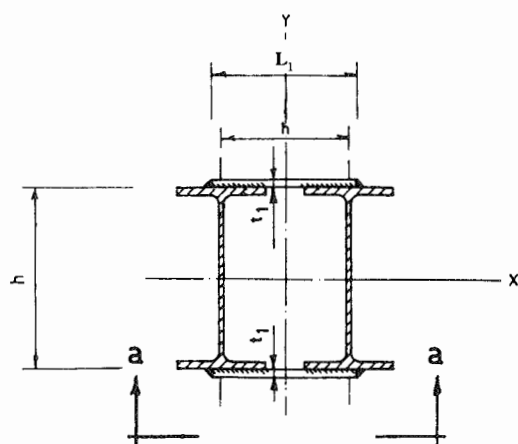
## فصل ۲۶

جزییات تیپ بسترهای ستونها

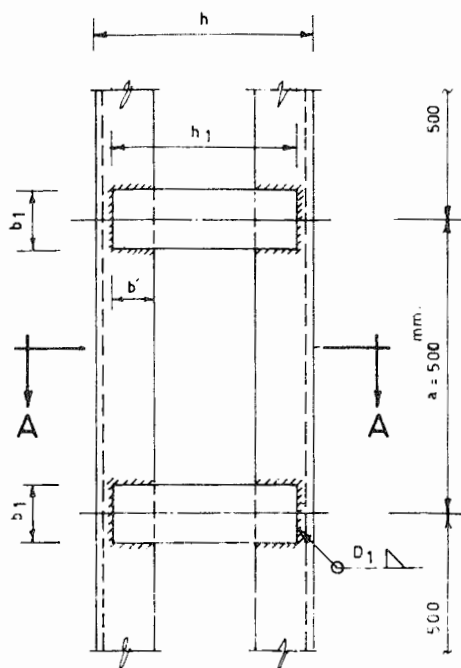
در این فصل مشخصات بستهای موازی ستونهای زوج از نیمرخ IPE و نیمرخ UNP ارائه شده است. در تمام حالات فاصله بستها مساوی ۵۰ سانتیمتر انتخاب گردیده که عرف متداول اجرا در ایران است. کلیه ابعاد بستها بر مبنای نیروی برشی نظیر کمانش به مقدار  $V=0.02P$  محاسبه گشته‌اند که مقدار  $P$  حدود ظرفیت جاری شدن ستون یعنی 1400A فرض شده است. A سطح مقطع ستون می‌باشد. در صورتی که 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.



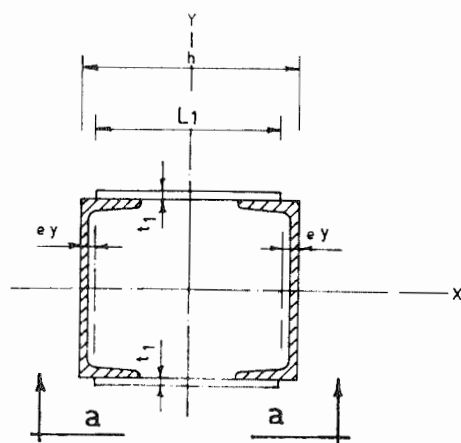
نمای a-a



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

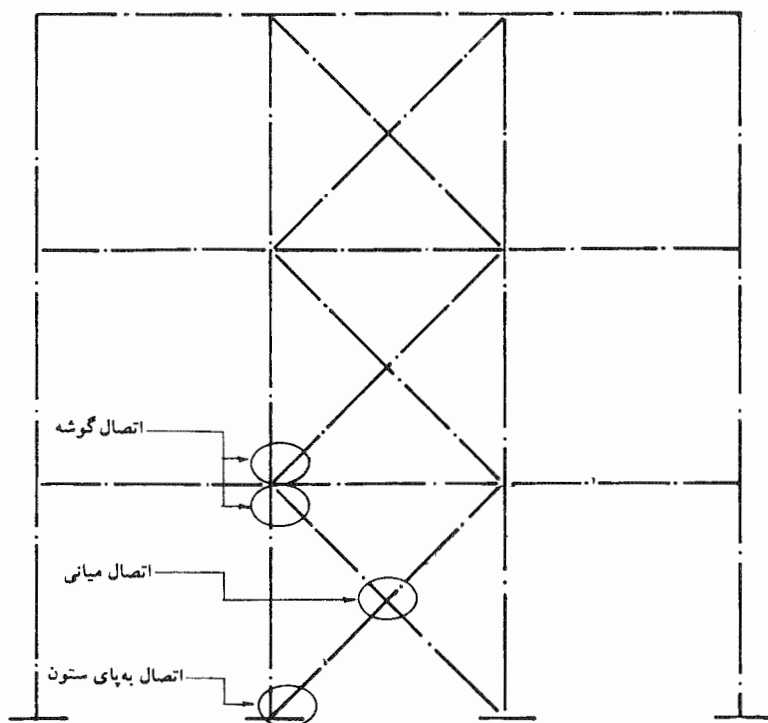
## فصل ۲۷

جزئیات اتصال بادهندها

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

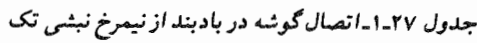
در این فصل اتصال بادبندیهای ساختمانهای فولادی مورد توجه قرار می‌گیرد. معمولترین بادبندها در اسکلت‌های فولادی بادبندیهای ضربدری (X) می‌باشد، لذا در تهیه جداول در درجه اول اینگونه بادبندیها مد نظر بوده‌اند. البته همان‌طور که مشاهده خواهد شد، شکل هندسی اتصال بادبند فقط بستگی به زاویه‌ای دارد که بادبند با 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.

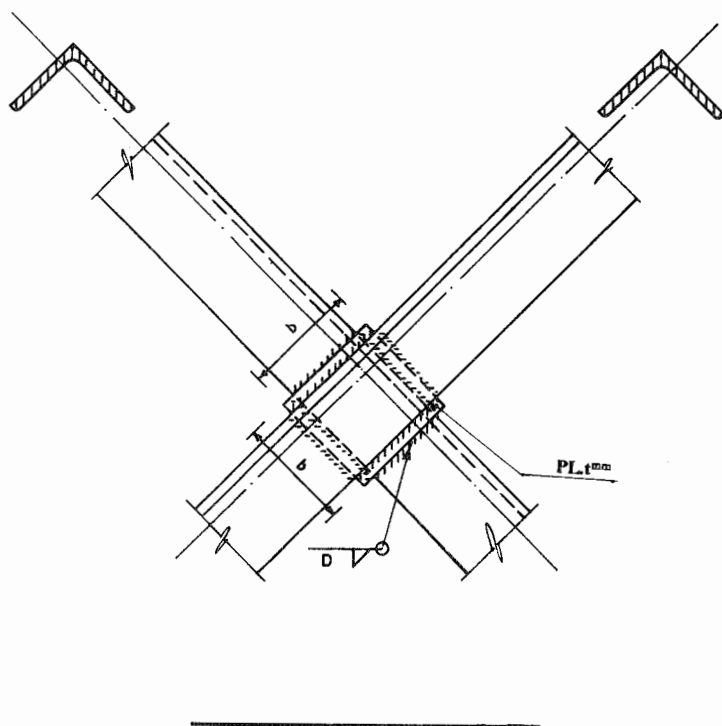


شکل ۱-۲۷



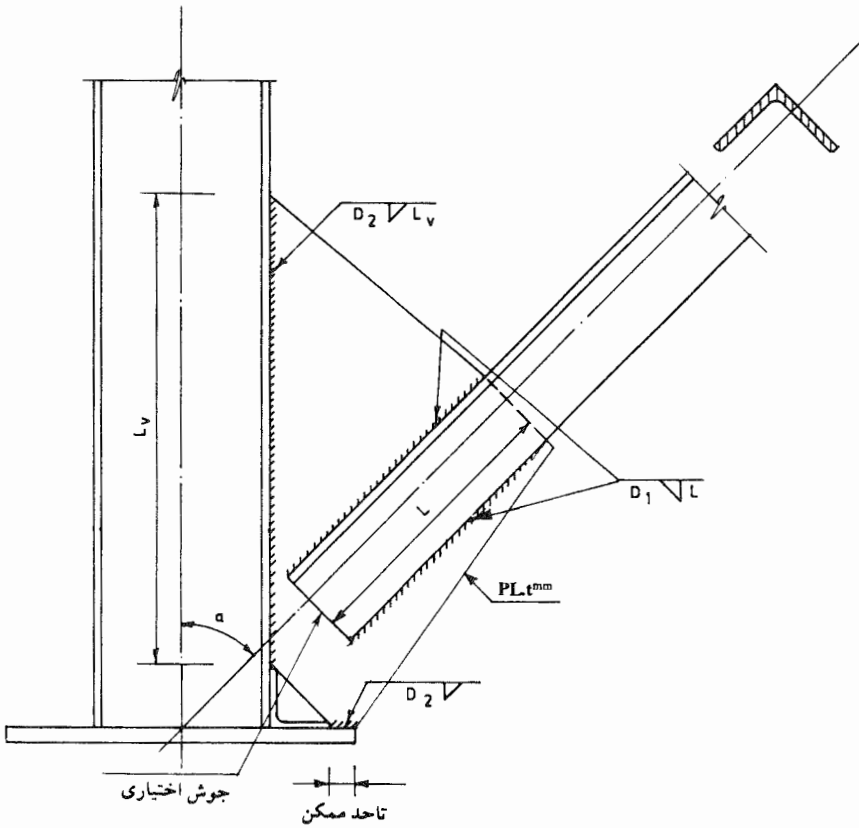


شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 35^\circ$		$\alpha = 40^\circ$		$\alpha = 45^\circ$	
	L <sub>1</sub> (mm)	D <sub>1</sub> (mm)			L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>
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



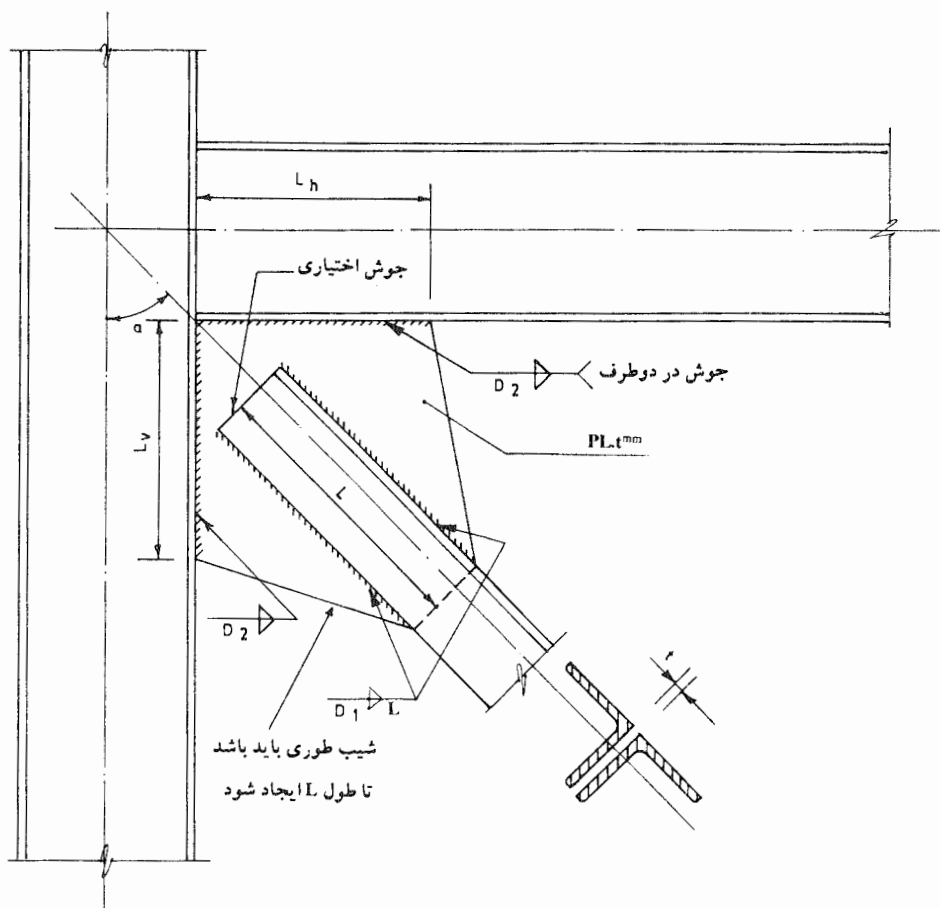
جدول ۲۷-۲. اتصال میانی در بادبند از نیمرخ نبشی تک

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



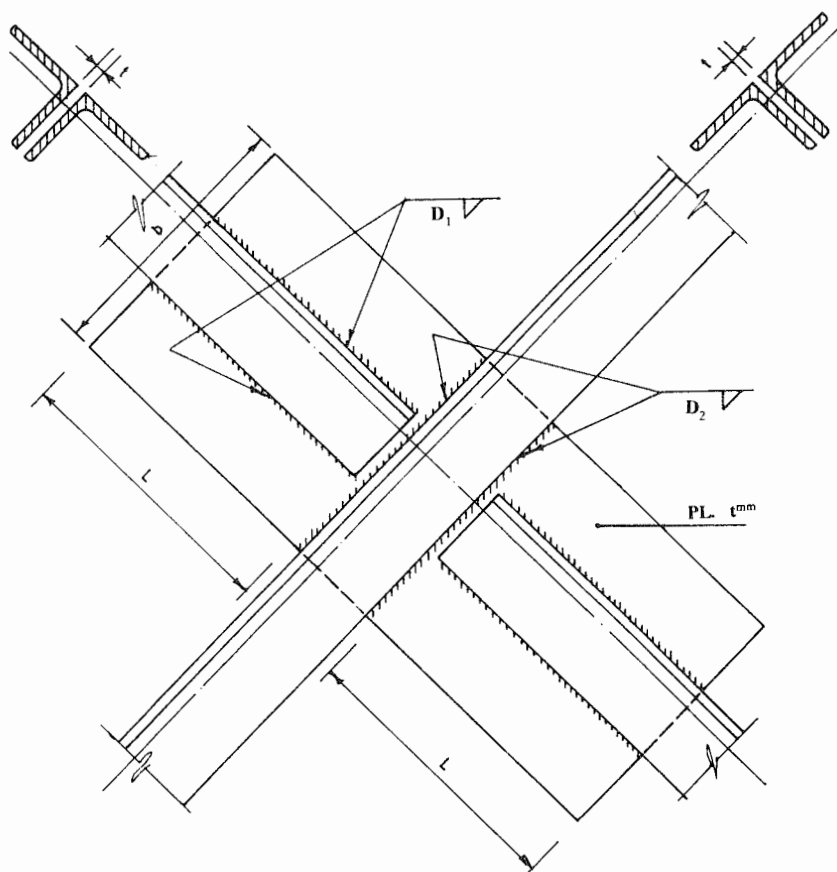
جدول ۳-۲۷. اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ نبشی تک

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		$t$ (mm)	$D_2$ (mm)	$L_v$ (mm)						
	$L$ (mm)	$D_1$ (mm)			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 35^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 55^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
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



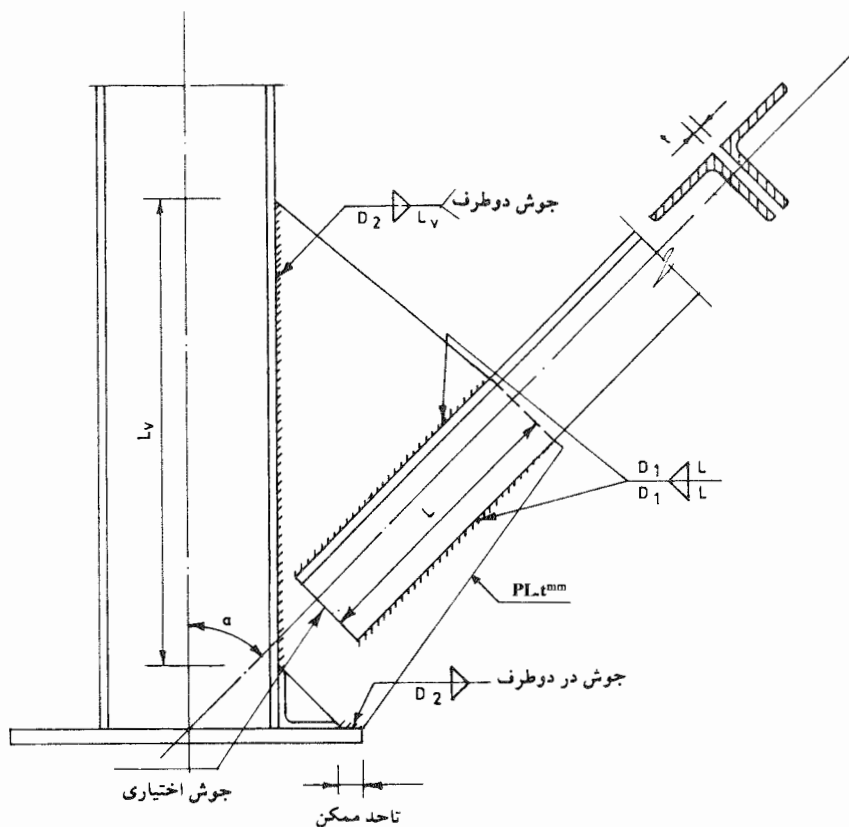
جدول ۲۷-۴ اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 35^\circ$		$\alpha = 40^\circ$		$\alpha = 45^\circ$	
	L (mm)	D <sub>1</sub> (mm)			L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>	L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>	L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>	L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>
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



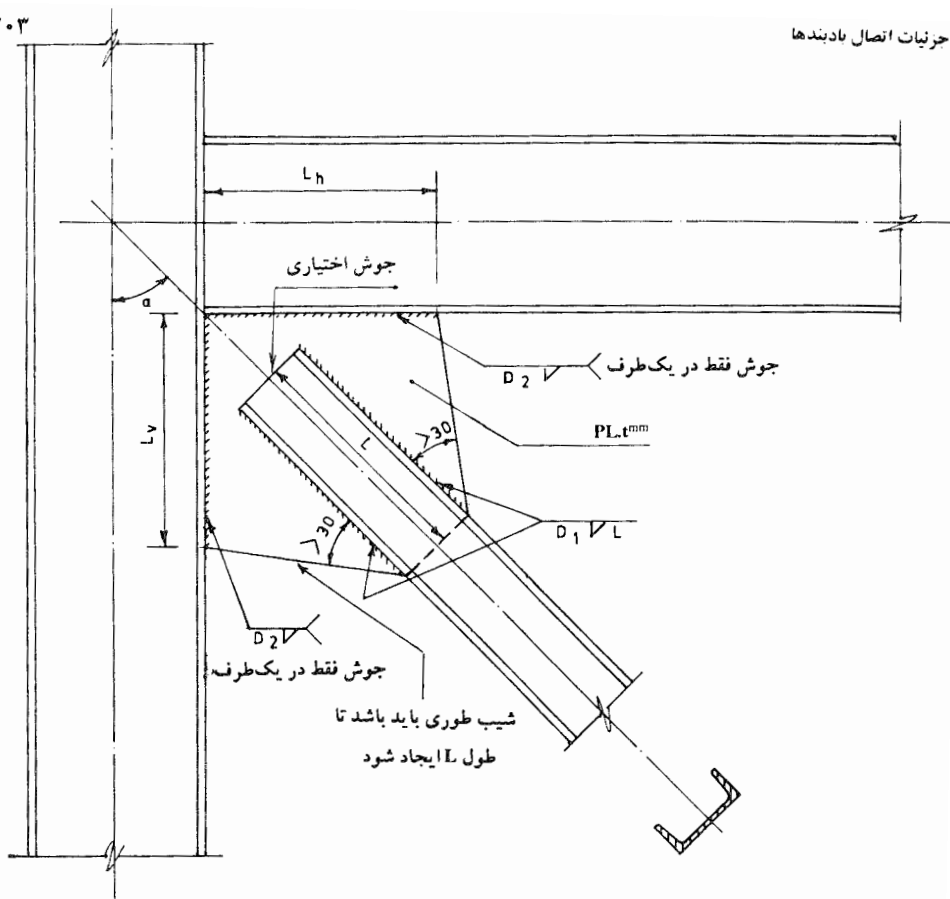
جدول ۵-۲۷ - اتصال میانی در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

شماره نبشی (mm)	t(mm)	b(mm)	L(mm)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (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



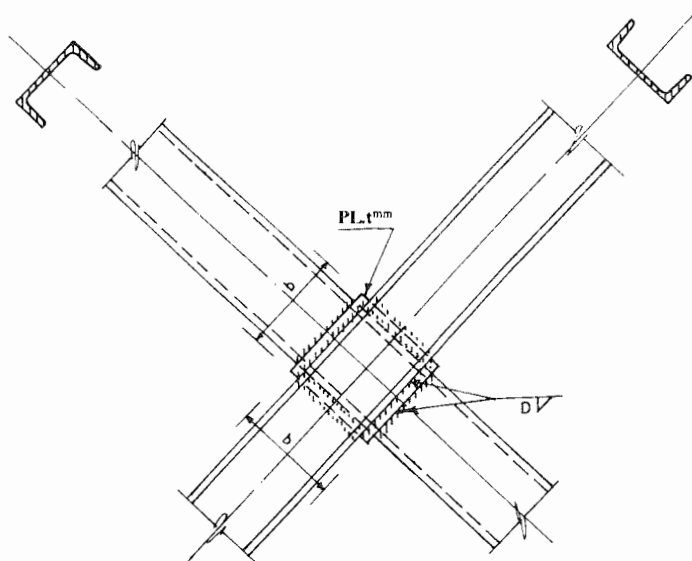
جدول ۲۷-۶- اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ نبشی زوج

شماره نبشی (mm)	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	L <sub>v</sub> (mm)						
	L(mm)	D <sub>1</sub> (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

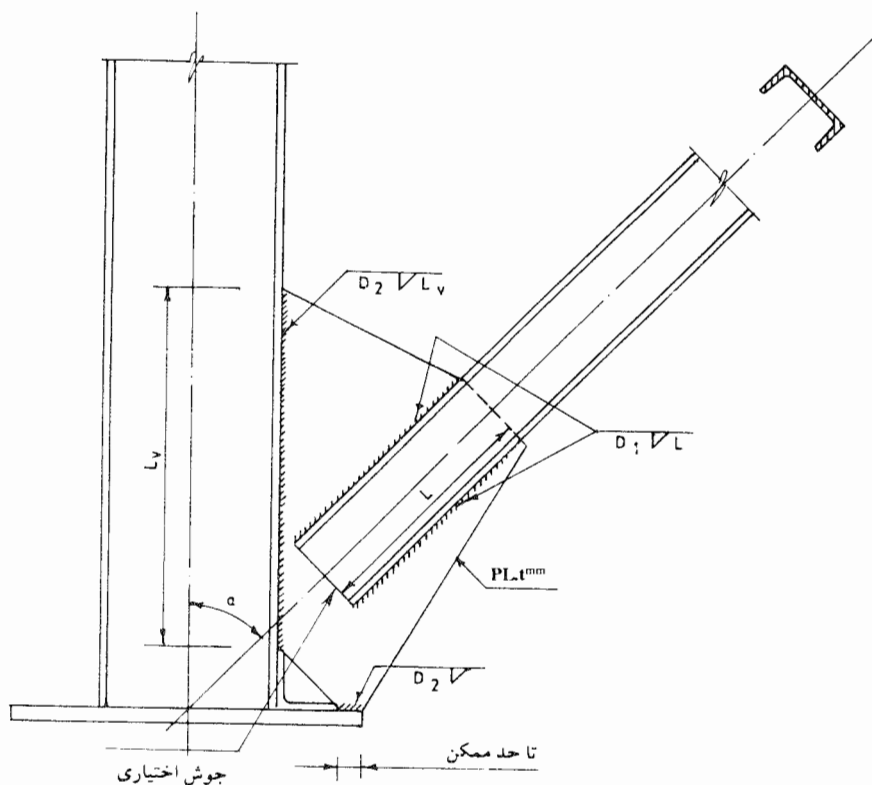
ناودانی	اتصال ناودانی به ورق		t (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 35^\circ$		$\alpha = 40^\circ$		$\alpha = 45^\circ$	
	L(mm)	D <sub>1</sub> (mm)			L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>	L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>	L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>	L <sub>h</sub>	L <sub>v</sub>
UNP100	320	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

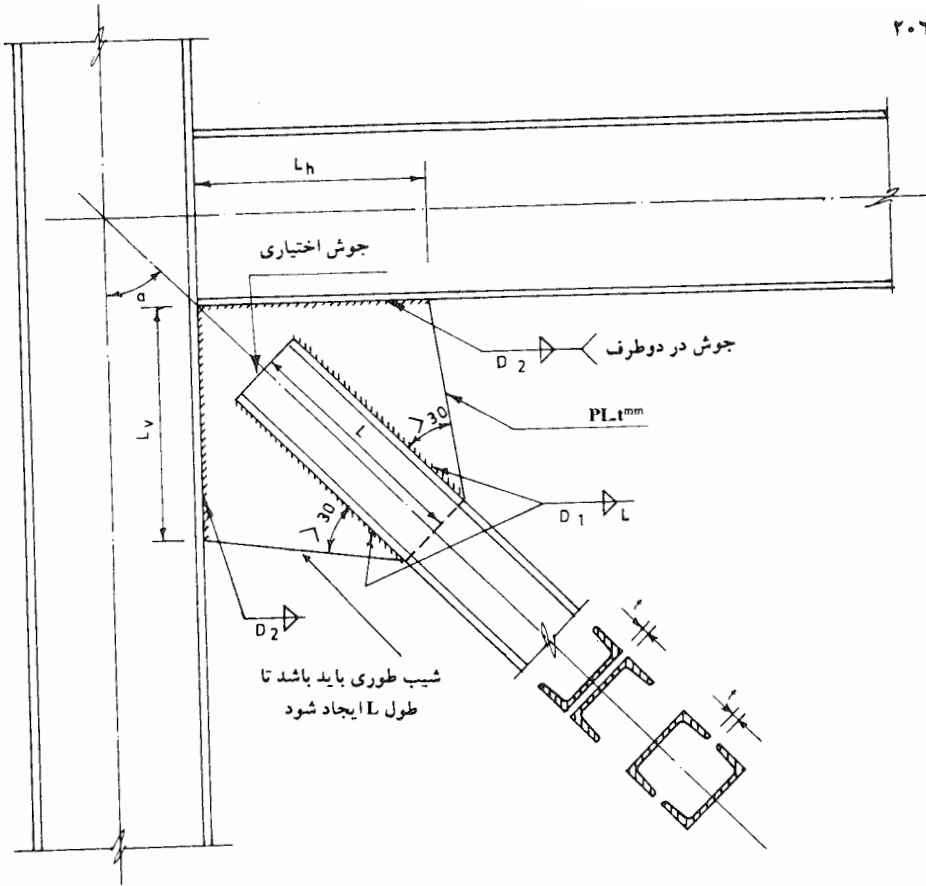
ناودانی	t (mm)	b (mm)	D (mm)
UNP 100	4	140	3
UNP 120	6	160	3
UNP 140	6	180	3
UNP 160	8	200	4
UNP 180	8	220	4
UNP 200	8	240	4
UNP 220	8	260	4
UNP 240	10	280	5
UNP 260	10	300	5
UNP 280	10	320	5
UNP 300	10	340	5





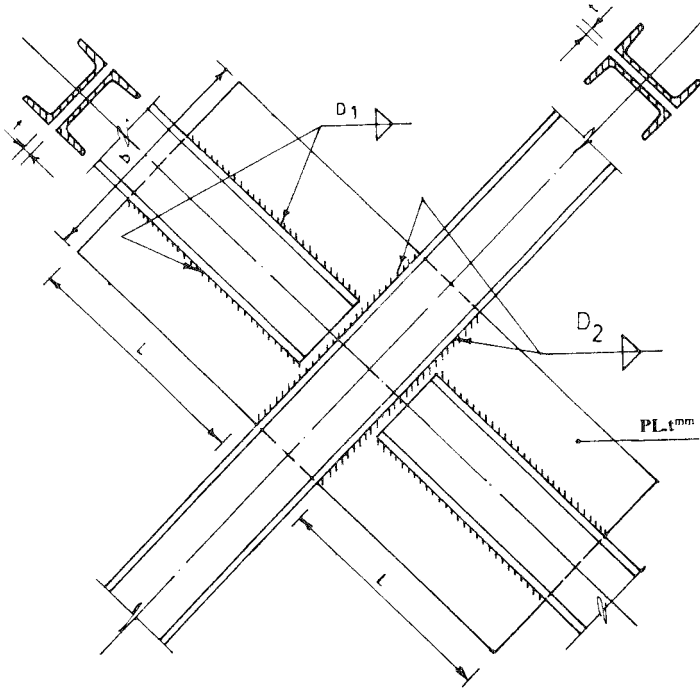
جدول ۹-۲۷ اتصال به پای ستون در بادبند از نیمرخ ناودانی تک

ناودانی	اتصال بشی به ورق		t (mm)	D <sub>۱</sub> (mm)	L <sub>۱</sub> (mm)							
	L(mm)	D <sub>۲</sub> (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	11	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		900	950	1050	1100	1200	1250	1300	
UNP300	650	10	14	18	950	1000	1150	1250	1350	1400	1550	



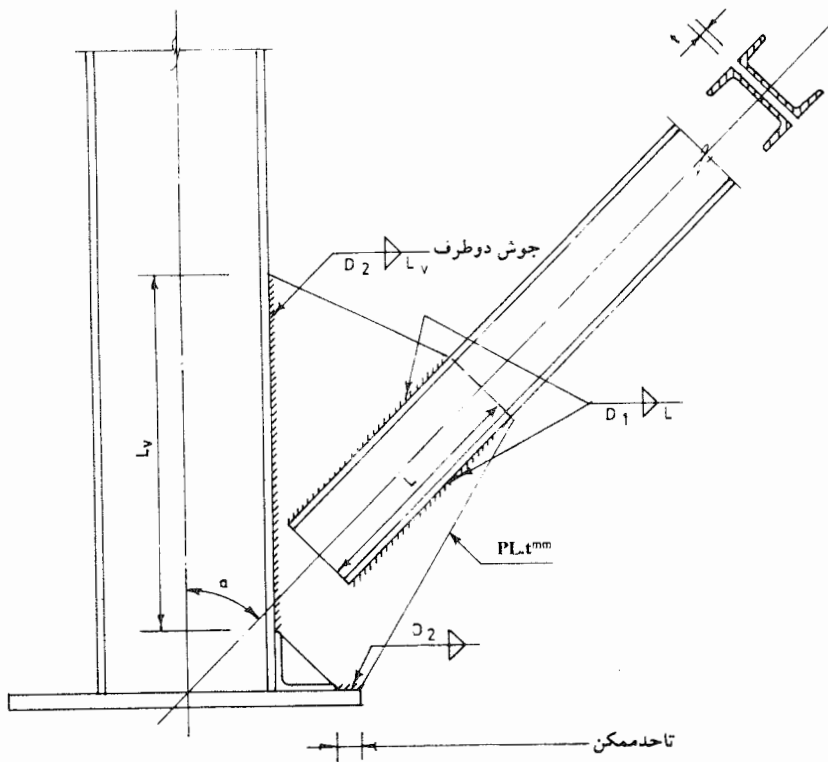
جدول ۲۷-۱۰- اتصال گوشه در بادبند از نیمرخ ناودانی زوج

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 <sub>۱</sub> (mm)	D <sub>۲</sub> (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

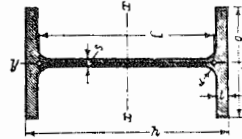
ناودانی	اتصال نبشی به ورق		t (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	L <sub>v</sub> (mm)						
	L(mm)	D <sub>1</sub> (mm)			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 35^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 55^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
UNP 100	320	5	14	10	350	400	450	500	500	550	550
UNP 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

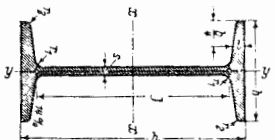
نيمرخ نيم پهن IPE



$A$  = سطح مقطع  
 $C$  = وزن واحد طول  
 $U$  = سطح جاسي واحد طول  
 $I$  = ممان انيرسي  
 $S$  =  $I$  /  $x$  ميليس مقطع  
 $F$  = شعاع زيراسيون  
 $Q$  = لنگر استاتيک نصف مقطع حول محور خنثي (محور  $x$ )  
 $J$  =  $Q$  /  $x$  قاصله بين مراکز نيروهاي کششي و فشاري

IPE	ابعاد به ميليمتر				A	C	U	$x-x$			$y-y$			$Q$		J
	h	b	t	r	cm <sup>2</sup>	kg/m	m <sup>3</sup> /m	$I_x$ cm <sup>4</sup>	$S_x$ cm <sup>3</sup>	$I_x$ cm <sup>4</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$S_y$ cm <sup>3</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
80	80	46	3.8	5.2	5	7.64	0.028	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	0.040	171	34.2	4.07	13.9	5.78	1.24	19.7	8.68	0.68
120	120	64	4.4	6.3	7	13.2	0.073	318	53.0	4.90	27.7	8.65	1.43	30.4	10.3	1.03
140	140	73	4.7	6.9	7	16.4	0.129	541	77.2	5.74	44.9	12.3	1.69	44.2	12.3	1.40
160	160	82	5.0	7.4	9	20.1	0.223	869	109	6.58	68.3	16.7	1.88	61.9	14.0	2.00
180	180	91	5.3	8.0	9	23.9	0.368	1320	166	7.42	101	22.2	2.24	82.2	15.8	2.70
200	200	100	5.6	8.5	12	28.5	0.768	1840	194	8.26	142	28.5	2.24	110	17.6	3.60
220	220	110	6.9	9.2	12	33.4	0.846	2710	232	9.11	205	37.3	2.48	143	19.4	4.50
240	240	120	6.2	9.8	15	39.1	0.922	3890	324	9.97	284	47.3	2.65	183	21.2	5.40
270	270	135	6.6	10.2	15	45.9	1.041	5390	429	11.2	420	62.2	3.02	242	23.9	6.30
300	300	150	7.1	10.7	15	53.8	1.159	8300	557	12.5	604	80.5	3.35	314	26.6	7.20
330	330	160	7.8	11.5	18	62.6	1.254	11770	713	13.7	788	98.5	3.55	402	29.3	8.10
360	360	170	8.9	12.7	18	72.7	1.363	16270	904	15.0	1040	126	3.79	510	31.9	9.00
400	400	180	8.6	13.5	21	84.5	1.467	23130	1160	16.5	1320	146	3.95	654	35.4	10.00
440	440	190	9.4	14.6	21	98.8	1.603	33740	1360	18.5	1680	176	4.12	831	39.7	11.00
500	500	200	10.2	16.0	21	116	1.744	48200	1930	20.4	2140	214	4.31	1100	43.9	12.00
550	550	210	11.1	17.2	24	134	1.877	67120	2440	22.3	2670	254	4.45	1346	48.2	13.00
600	600	220	12.0	19.0	24	156	2.015	92080	3070	24.3	3390	308	4.66	1760	52.4	14.00

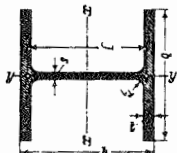
نيمرخ معمولي INP



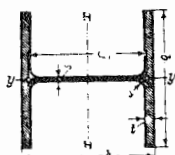
$A$  = سطح مقطع  
 $C$  = وزن واحد طول  
 $U$  = سطح جاسي واحد طول  
 $I$  = ممان انيرسي  
 $S$  =  $I$  /  $x$  ميليس مقطع  
 $F$  = شعاع زيراسيون  
 $Q$  = لنگر استاتيک نصف مقطع حول محور خنثي (محور  $x$ )  
 $J$  =  $Q$  /  $x$  قاصله بين مراکز نيروهاي کششي و فشاري

I	ابعاد به ميليمتر				A	C	U	$x-x$			$y-y$			$Q$		J
	h	b	t	r	cm <sup>2</sup>	kg/m	m <sup>3</sup> /m	$I_x$ cm <sup>4</sup>	$S_x$ cm <sup>3</sup>	$I_x$ cm <sup>4</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$S_y$ cm <sup>3</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
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	0.64
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	0.93
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	1.20
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	1.50
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	1.80
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	2.10
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	2.40
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	2.70
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	3.00
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	3.30
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	3.60
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	3.90
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	4.20
360	360	143	13.0	19.5	7.8	97.0	1.21	19610	1090	14.2	818	114	2.90	638	30.7	4.50
380	380	149	13.7	20.5	8.2	107	1.27	24010	1260	15.0	975	131	3.02	741	32.4	4.80
400	400	155	14.4	21.6	8.6	118	1.33	29210	1460	15.7	1160	149	3.13	857	34.1	5.10
425	425	163	15.3	23.0	9.2	132	1.41	36970	1740	16.7	1440	176	3.30	1020	36.2	5.40
450	450	170	16.2	24.3	9.7	147	1.45	45850	2040	17.7	1730	203	3.43	1200	38.3	5.70
475	475	178	17.1	25.6	10.3	163	1.58	56850	2380	18.6	2090	235	3.60	1400	40.4	6.00
500	500	185	18.0	27.0	10.8	179	1.63	68740	2750	19.6	2480	268	3.72	1620	42.4	6.30
550	550	200	19.0	30.0	11.9	212	1.65	99190	3610	21.6	3740	349	4.02	2120	46.8	6.90
600	600	215	21.6	32.4	13.0	254	1.92	139080	4330	23.4	4710	434	4.30	2730	50.9	7.50

سرنج سال آهن معمولی IPB



- $A$  = سطح مقطع  
 $G$  = وزن واحد طول  
 $U$  = سطح جاذبی واحد طول  
 $I$  = میان 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

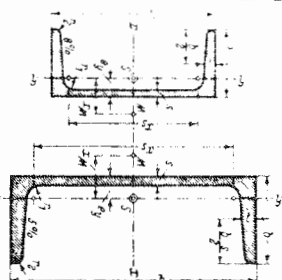
سرنج سال آهن سبک IPB<sub>1</sub>

- $A$  = سطح مقطع  
 $G$  = وزن واحد طول  
 $U$  = سطح جاذبی واحد طول  
 $I$  = میان 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

IPB	ابعاد به سانتیمتر				A	G	U	$I_x$		$I_y$	$I_{xy}$		$J$
	b	t	h	r				$I_x$	$S_x$		$I_y$	$S_y$	
100	100	6	10	12	240	0.867	450	60.0	4.16	167	33.5	3.03	82.1
120	120	6.5	12	12	340	0.867	664	84.4	5.04	310	33.5	3.03	82.1
140	140	7	12	12	430	0.867	840	100	5.93	380	33.5	3.03	82.1
160	160	7.5	12	12	540	0.867	1010	117	6.81	440	33.5	3.03	82.1
180	180	8	14	15	650	0.867	1180	134	7.69	500	33.5	3.03	82.1
200	200	9	15	18	780	0.867	1350	151	8.57	560	33.5	3.03	82.1
220	220	10	16	20	910	0.867	1520	168	9.45	620	33.5	3.03	82.1
240	240	11	17	22	1040	0.867	1690	185	10.33	680	33.5	3.03	82.1
260	260	12	18	24	1180	0.867	1860	202	11.21	740	33.5	3.03	82.1
280	280	13	19	26	1310	0.867	2030	219	12.09	800	33.5	3.03	82.1
300	300	14	20	28	1440	0.867	2200	236	12.97	860	33.5	3.03	82.1
320	320	15	21	30	1570	0.867	2370	253	13.85	920	33.5	3.03	82.1
340	340	16	22	32	1700	0.867	2540	270	14.73	980	33.5	3.03	82.1
360	360	17	23	34	1830	0.867	2710	287	15.61	1040	33.5	3.03	82.1
380	380	18	24	36	1960	0.867	2880	304	16.49	1100	33.5	3.03	82.1
400	400	19	25	38	2090	0.867	3050	321	17.37	1160	33.5	3.03	82.1
420	420	20	26	40	2220	0.867	3220	338	18.25	1220	33.5	3.03	82.1
440	440	21	27	42	2350	0.867	3390	355	19.13	1280	33.5	3.03	82.1
460	460	22	28	44	2480	0.867	3560	372	20.01	1340	33.5	3.03	82.1
480	480	23	29	46	2610	0.867	3730	389	20.89	1400	33.5	3.03	82.1
500	500	24	30	48	2740	0.867	3900	406	21.77	1460	33.5	3.03	82.1
520	520	25	31	50	2870	0.867	4070	423	22.65	1520	33.5	3.03	82.1
540	540	26	32	52	3000	0.867	4240	440	23.53	1580	33.5	3.03	82.1
560	560	27	33	54	3130	0.867	4410	457	24.41	1640	33.5	3.03	82.1
580	580	28	34	56	3260	0.867	4580	474	25.29	1700	33.5	3.03	82.1
600	600	29	35	58	3390	0.867	4750	491	26.17	1760	33.5	3.03	82.1
620	620	30	36	60	3520	0.867	4920	508	27.05	1820	33.5	3.03	82.1
640	640	31	37	62	3650	0.867	5090	525	27.93	1880	33.5	3.03	82.1
660	660	32	38	64	3780	0.867	5260	542	28.81	1940	33.5	3.03	82.1
680	680	33	39	66	3910	0.867	5430	559	29.69	2000	33.5	3.03	82.1
700	700	34	40	68	4040	0.867	5600	576	30.57	2060	33.5	3.03	82.1
720	720	35	41	70	4170	0.867	5770	593	31.45	2120	33.5	3.03	82.1
740	740	36	42	72	4300	0.867	5940	610	32.33	2180	33.5	3.03	82.1
760	760	37	43	74	4430	0.867	6110	627	33.21	2240	33.5	3.03	82.1
780	780	38	44	76	4560	0.867	6280	644	34.09	2300	33.5	3.03	82.1
800	800	39	45	78	4690	0.867	6450	661	34.97	2360	33.5	3.03	82.1
820	820	40	46	80	4820	0.867	6620	678	35.85	2420	33.5	3.03	82.1
840	840	41	47	82	4950	0.867	6790	695	36.73	2480	33.5	3.03	82.1
860	860	42	48	84	5080	0.867	6960	712	37.61	2540	33.5	3.03	82.1
880	880	43	49	86	5210	0.867	7130	729	38.49	2600	33.5	3.03	82.1
900	900	44	50	88	5340	0.867	7300	746	39.37	2660	33.5	3.03	82.1
920	920	45	51	90	5470	0.867	7470	763	40.25	2720	33.5	3.03	82.1
940	940	46	52	92	5600	0.867	7640	780	41.13	2780	33.5	3.03	82.1
960	960	47	53	94	5730	0.867	7810	797	42.01	2840	33.5	3.03	82.1
980	980	48	54	96	5860	0.867	7980	814	42.89	2900	33.5	3.03	82.1
1000	1000	49	55	98	5990	0.867	8150	831	43.77	2960	33.5	3.03	82.1

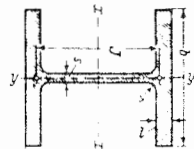
IPB <sub>1</sub>	ابعاد به سانتیمتر					A	G	U	$I_x$		$I_y$	$I_{xy}$		$J$	
	a	b	s	t	r				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>		cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>		cm <sup>4</sup>
100	90	100	5	8	12	21.2	16.7	0.661	340	72.8	4.06	134	20.5	2.31	8.41
120	114	120	5	8	12	25.3	20.0	0.677	606	106	4.89	231	28.5	3.02	10.1
140	138	140	5.5	8.5	13	31.4	24.6	0.794	1030	150	5.73	380	35.6	3.52	11.9
160	152	160	6	9	15	38.6	29.6	0.906	1610	220	6.57	616	45.9	4.13	13.6
180	171	180	6	9.5	15	45.3	35.5	1.02	2310	294	7.45	925	60.3	4.52	15.5
200	190	200	6.5	10	18	53.8	42.3	1.14	3090	390	8.38	1340	82.4	5.13	17.2
220	210	220	7	11	20	64.3	50.3	1.26	3410	513	9.17	1800	118	5.31	19.0
240	230	240	7.5	12	21	76.9	59.3	1.37	3760	635	10.1	2170	151	6.00	20.9
260	250	260	7.5	12.5	24	86.8	68.3	1.48	4160	758	11.0	2610	182	6.50	22.7
280	270	280	8	13	24	97.3	76.4	1.60	4560	880	12.0	3010	212	7.00	24.6
300	290	300	8.5	14	27	108.3	86.3	1.72	4960	1000	12.7	3410	242	7.40	26.2
320	310	320	9	15	27	124	97.6	1.76	5360	1120	13.6	3810	272	7.80	27.9
340	330	340	9.5	16.5	27	133	107	1.83	5760	1240	14.4	4210	302	8.20	29.4
360	350	360	10	17.5	27	143	112	1.93	6160	1360	15.2	4610	332	8.60	31.1
380	370	380	11	19	27	155	125	1.91	6560	1480	16.0	5010	362	9.00	32.8
400	390	400	11.5	21	27	168	140	2.01	6960	1600	16.8	5410	392	9.40	34.5
420	410	420	12	23	27	178	155	2.11	7360	1720	17.6	5810	422	9.80	36.2
440	430	440	12.5	24	27	187	172	2.21	7760	1840	18.4	6210	452	10.20	37.9
460	450	460	13	25	27	198	191	2.31	8160	1960	19.2	6610	482	10.60	39.6
480	470	480	13.5	26	27	209	210	2.41	8560	2080	20.0	7010	512	11.00	41.3
500	490	500	14	28	30	221	226	2.51	8960	2200	20.8	7410	542	11.40	43.0
520	510	520	14.5	29	30	232	246	2.61	9360	2320	21.6	7810	572	11.80	44.7
540	530	540	15	30	30	244	266	2.71	9760	2440	22.4	8210	602	12.20	46.4
560	550	560	15.5	31	30	255	286	2.81	10160	2560	23.2	8610	632	12.60	48.1
580	570	580	16	32	30	267	306	2.91	10560	2680	24.0	9010	662	13.00	49.8
600	590	600	16.5	33	30	277	326	3.01	10960	2800	24.8	9410	692	13.40	51.5
620	610	620	17	34	30	289	346	3.11	11360	2920	25.6	9810	722	13.80	53.2
640	630	640	17.5	35	30	300	366	3.21	11760	3040	26.4	10210	752	14.20	54.9
660	650	660	18	36	30	311	386	3.31	12160	3160	27.2	10610	782	14.60	56.6
680	670	680	18.5	37	30	322	406	3.41	12560	3280	28.0	11010	812	15.00	58.3
700	690	700	19	38	30	333	426	3.51	12960	3400	28.8	11410	842	15.40	60.0
720	710	720	19.5	39	30	344	446	3.61	13360	3520	29.6	11810	872	15.80	61.7
740	730	740	20	40	30	355	466	3.71	13760	3640	30.4	12210	902	16.20	63.4
760	750	760	20.5	41	30	366	486	3.81	14160	3760	31.2	12610	932	16.60	65.1
780	770	780	21	42	30	377	506	3.91	14560	3880	32.0	13010	962	17.00	66.8
800	790	800	21.5	43	30	388	526	4.01	14960	4000	32.8	13410	992	17.40	68.5
820	810	820	22	44	30	399	546	4.11	15360	4120	33.6	13810	1022	17.80	70.2
840	830	840	22.5	45	30	410	566	4.21	15760	4240	34.4	14210	1052	18.20	71.9
860	850	860	23	46	30	421	586	4.31	16160	4360	35.2	14610	1082	18.60	73.6
880	870	880	23.5	47	30	432	606	4.41	16560	4480	36.0	15010	1112	19.00	75.3
900	890	900	24	48	30	443	626	4.51	16960	4600	36.8	15410	1142	19.40	77.0
920	910	920	24.5	49	30	454	646	4.61	17360	4720	37.6	15810	1172	19.80	78.7
940	930	940	25	50	30	465	666	4.71	17760	4840	38.4	16210	1202	20.20	80.4
960	950	960	25.5	51	30	476	686	4.81	18160	4960	39.2	16610	1232	20.60	82.1
980	970	980	26	52	30	487	706	4.91	18560	5080	40.0	17010	1262	21.00	83.8
1000	990	1000	26.5	53	30	498	726	5.01	18960	5200	40.8	17410	1292	21.40	85.5





میرح طاووسى N:P ۱۱

$A =$  سطح مقطع  
 $G =$  وزن واحد طول  
 $U =$  سطح جانبی واحد طول  
 $I =$  ممان اینرسی  
 $S =$  اِسا، ج، مقطبی  
 $T =$  شعاع زبرآبیون  
 $0 =$  لنگر استاتیگ نصف مقطع حول محور خشتی  
 $r =$  فاصله، بین مراکز ستروهای کشتی و فشاری

[illegible]

مدرجہ اولیٰ ثانویہ اسلامیہ

$$\begin{aligned} A &= \text{سطح مقطع} \\ O &= \text{وزن واحد طول} \\ U &= \text{سطح خاصی واحد طول} \\ I &= \text{مکان اینرسی} \\ S &= \text{لایه مقطع} \\ r &= \text{شعاع زیر شعاع} \\ a &= \text{لایه استایک نصف مقطع حول محور ختشی} \\ r &= \text{فاصله سین مراکز نیروهای کششی و فشاری} \end{aligned}$$

IPBs	position in leaf					A	G	U	I <sub>X</sub>	x - x <sub>1</sub>		I <sub>V</sub>	y - y <sub>1</sub>		J
	a	b	s	t	r					cm <sup>2</sup>	kg/m		m <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup>	
100	120	106	12	20	12	53.2	41.8	0.019	1.40	190	4.03	309	75.3	274	1.88
120	140	126	12.5	21	12	66.4	55.1	0.738	2.020	278	5.51	703	112	3.25	175
140	160	146	13	22	12	80.6	67.2	0.937	3.241	411	6.39	1140	157	3.71	115
160	180	166	14	23	15	97.1	76.2	0.970	5.100	566	7.65	1760	212	4.26	337
180	200	186	14.5	24	15	113	88.9	1.09	7.400	748	8.13	2580	277	4.77	402
200	220	206	15	25	18	131	102	1.20	10.400	927	9.00	3150	314	5.27	508
220	240	226	15.5	26	18	148	116.7	1.32	14.000	1260	9.89	5100	414	5.79	718
240	260	248	18	32	21	200	177	1.46	24.200	2100	11.0	6450	657	6.49	1060
260	280	270	26.8	38	32.5	241	220	1.72	31.310	2180	11.9	10450	760	6.90	1260
280	310	288	18.5	33	24	240	189	1.69	39.550	2550	12.8	13160	714	7.40	1480
300	340	310	21	39	27	275	178	1.82	50.260	3400	13.5	19400	1250	8.00	2040
320	360	325	16	29	27	323	177	1.74	60.920	2500	13.5	13140	981	7.81	1660
340	380	350	21	40	27	312	215	1.8	69.130	3850	14.6	19470	1280	7.95	2250
360	400	377	20.9	21	40	27	218	1.90	79.370	4050	15.5	19710	1780	7.80	2450
380	395	368	21	40	27	319	210	1.93	88.470	4300	16.3	19550	1210	7.93	2650
400	432	307	21	40	27	376	256	2.00	104.170	4820	17.9	19140	1260	7.70	2790
450	478	307	21	40	27	335	263	2.18	131.510	5380	19.6	17340	1260	7.49	3150
500	525	306	21	40	27	314	273	2.10	151.500	6100	21.7	18150	1240	7.57	3570
550	572	306	21	40	27	343	278	2.24	174.900	6920	23.6	19160	1250	7.35	3970
600	620	305	21	40	27	364	285	2.37	227.400	7650	25.6	18980	1240	7.22	4390
650	668	305	21	40	27	374	293	2.47	281.700	8430	27.5	19400	1240	7.11	4830
700	716	304	21	40	27	383	301	2.45	329.500	9200	29.3	18800	1230	7.01	5270
800	814	303	21	40	30	400	311	2.75	420.000	10870	34.1	18630	1210	6.79	6180
900	910	302	21	40	30	434	333	2.93	570.800	12540	36.7	18450	1200	6.60	7250
1000	1018	302	21	40	30	454	349	3.13	722.100	14330	40.3	18460	1220	6.45	8200

L	a	e	f	G	U	$\epsilon$	$\gamma$	$\eta$
6	6	6	6.13	6.38	1.03	2.73	2.46	36.9
7	7	7	9.40	7.38	0.272	1.97	2.19	42.4
8	8	8	11.9	10.2	0.272	2.08	2.19	42.4
9	9	9	14.3	12.5	0.272	2.19	2.19	42.4
10	10	10	16.7	14.7	0.272	2.29	2.19	42.4
11	11	11	19.0	16.9	0.272	2.39	2.19	42.4
12	12	12	21.3	19.1	0.272	2.49	2.19	42.4
13	13	13	23.6	21.3	0.272	2.59	2.19	42.4
14	14	14	25.9	23.5	0.272	2.69	2.19	42.4
15	15	15	28.1	25.7	0.272	2.79	2.19	42.4
16	16	16	30.4	27.9	0.272	2.89	2.19	42.4
17	17	17	32.6	30.1	0.272	2.99	2.19	42.4
18	18	18	34.9	32.3	0.272	3.09	2.19	42.4
19	19	19	37.1	34.5	0.272	3.19	2.19	42.4
20	20	20	39.4	36.7	0.272	3.29	2.19	42.4
21	21	21	41.6	38.9	0.272	3.39	2.19	42.4
22	22	22	43.9	41.1	0.272	3.49	2.19	42.4
23	23	23	46.1	43.3	0.272	3.59	2.19	42.4
24	24	24	48.4	45.5	0.272	3.69	2.19	42.4
25	25	25	50.6	47.7	0.272	3.79	2.19	42.4
26	26	26	52.9	49.9	0.272	3.89	2.19	42.4
27	27	27	55.1	52.1	0.272	3.99	2.19	42.4
28	28	28	57.4	54.3	0.272	4.09	2.19	42.4
29	29	29	59.6	56.5	0.272	4.19	2.19	42.4
30	30	30	61.9	58.7	0.272	4.29	2.19	42.4
31	31	31	64.1	60.9	0.272	4.39	2.19	42.4
32	32	32	66.4	63.1	0.272	4.49	2.19	42.4
33	33	33	68.6	65.3	0.272	4.59	2.19	42.4
34	34	34	70.9	67.5	0.272	4.69	2.19	42.4
35	35	35	73.1	69.7	0.272	4.79	2.19	42.4
36	36	36	75.4	71.9	0.272	4.89	2.19	42.4
37	37	37	77.6	74.1	0.272	4.99	2.19	42.4
38	38	38	79.9	76.3	0.272	5.09	2.19	42.4
39	39	39	82.1	78.5	0.272	5.19	2.19	42.4
40	40	40	84.4	80.7	0.272	5.29	2.19	42.4
41	41	41	86.6	82.9	0.272	5.39	2.19	42.4
42	42	42	88.9	85.1	0.272	5.49	2.19	42.4
43	43	43	91.1	87.3	0.272	5.59	2.19	42.4
44	44	44	93.4	89.5	0.272	5.69	2.19	42.4
45	45	45	95.6	91.7	0.272	5.79	2.19	42.4
46	46	46	97.9	93.9	0.272	5.89	2.19	42.4
47	47	47	100.1	96.1	0.272	5.99	2.19	42.4
48	48	48	102.4	98.3	0.272	6.09	2.19	42.4
49	49	49	104.6	100.5	0.272	6.19	2.19	42.4
50	50	50	106.9	102.7	0.272	6.29	2.19	42.4
51	51	51	109.1	104.9	0.272	6.39	2.19	42.4
52	52	52	111.4	107.1	0.272	6.49	2.19	42.4
53	53	53	113.6	109.3	0.272	6.59	2.19	42.4
54	54	54	115.9	111.5	0.272	6.69	2.19	42.4
55	55	55	118.1	113.7	0.272	6.79	2.19	42.4
56	56	56	120.4	115.9	0.272	6.89	2.19	42.4
57	57	57	122.6	118.1	0.272	6.99	2.19	42.4
58	58	58	124.9	120.3	0.272	7.09	2.19	42.4
59	59	59	127.1	122.5	0.272	7.19	2.19	42.4
60	60	60	129.4	124.7	0.272	7.29	2.19	42.4
61	61	61	131.6	126.9	0.272	7.39	2.19	42.4
62	62	62	133.9	129.1	0.272	7.49	2.19	42.4
63	63	63	136.1	131.3	0.272	7.59	2.19	42.4
64	64	64	138.4	133.5	0.272	7.69	2.19	42.4
65	65	65	140.6	135.7	0.272	7.79	2.19	42.4
66	66	66	142.9	137.9	0.272	7.89	2.19	42.4
67	67	67	145.1	140.1	0.272	7.99	2.19	42.4
68	68	68	147.4	142.3	0.272	8.09	2.19	42.4
69	69	69	149.6	144.5	0.272	8.19	2.19	42.4
70	70	70	151.9	146.7	0.272	8.29	2.19	42.4
71	71	71	154.1	148.9	0.272	8.39	2.19	42.4
72	72	72	156.4	151.1	0.272	8.49	2.19	42.4
73	73	73	158.6	153.3	0.272	8.59	2.19	42.4
74	74	74	160.9	155.5	0.272	8.69	2.19	42.4
75	75	75	163.1	157.7	0.272	8.79	2.19	42.4
76	76	76	165.4	159.9	0.272	8.89	2.19	42.4
77	77	77	167.6	162.1	0.272	8.99	2.19	42.4
78	78	78	169.9	164.3	0.272	9.09	2.19	42.4
79	79	79	172.1	166.5	0.272	9.19	2.19	42.4
80	80	80	174.4	168.7	0.272	9.29	2.19	42.4
81	81	81	176.6	170.9	0.272	9.39	2.19	42.4
82	82	82	178.9	173.1	0.272	9.49	2.19	42.4
83	83	83	181.1	175.3	0.272	9.59	2.19	42.4
84	84	84	183.4	177.5	0.272	9.69	2.19	42.4
85	85	85	185.6	179.7	0.272	9.79	2.19	42.4
86	86	86	187.9	181.9	0.272	9.89	2.19	42.4
87	87	87	190.1	184.1	0.272	9.99	2.19	42.4
88	88	88	192.4	186.3	0.272	10.09	2.19	42.4
89	89	89	194.6	188.5	0.272	10.19	2.19	42.4
90	90	90	196.9	190.7	0.272	10.29	2.19	42.4
91	91	91	199.1	192.9	0.272	10.39	2.19	42.4
92	92	92	201.4	195.1	0.272	10.49	2.19	42.4
93	93	93	203.6	197.3	0.272	10.59	2.19	42.4
94	94	94	205.9	199.5	0.272	10.69	2.19	42.4
95	95	95	208.1	201.7	0.272	10.79	2.19	42.4
96	96	96	210.4	203.9	0.272	10.89	2.19	42.4
97	97	97	212.6	206.1	0.272	10.99	2.19	42.4
98	98	98	214.9	208.3	0.272	11.09	2.19	42.4
99	99	99	217.1	210.5	0.272	11.19	2.19	42.4
100	100	100	219.4	212.7	0.272	11.29	2.19	42.4

A										G										U										I										7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L										u										e										f										g										h										i										j										k										l										m										n										o										p										q										r										s										t										v										w										x										y										z										aa										ab										ac										ad										ae										af										ag										ah										ai										aj										ak										al										am										an										ao										ap										aq										ar										as										at										au										av										aw										ax										ay										az										ba										bb										bc										bd										be										bf										bg										bh										bi										bj										bk										bl										bm										bn										bo										bp										bq										br										bs										bt										bu										bv										bw										bx										by										bz										ca										cb										cc										cd										ce										cf										cg										ch										ci										cj										ck										cl										cm										cn										co										cp										cq										cr										cs										ct										cu										cv										cw										cx										cy										cz										da										db										dc										dd										de										df										dg										dh										di										dj										dk										dl										dm										dn										do										dp										dq										dr										ds										dt										du										dv										dw										dx										dy										dz										ea										eb										ec										ed										ee										ef										eg										eh										ei										ej										ek										el										em										en										eo										ep										eq										er										es										et										eu										ev										ew										ex										ey										ez										fa										fb										fc										fd										fe										ff										fg										fh										fi										fj										fk										fl										fm										fn										fo										fp										fq										fr										fs										ft										fu										fv										fw										fx										fy										fz										ga										gb										gc										gd										ge										gf										gg										gh										gi										gj										gk										gl										gm										gn										go										gp										gq										gr										gs										gt										gu										gv										gw										gx										gy										gz										ha										hb										hc										hd										he										hf										hg										hi										hj										hk										hl										hm										hn										ho										hp										hq										hr										hs										ht										hu										hv										hw										hx										hy										hz										ia										ib										ic										id										ie										if										ig										ih										ii										ij										ik										il										im										in										io										ip										iq										ir										is										it										iu										iv										iw										ix										iy										iz										ja										jb										jc										jd										je										jf										jg										jh										ji										jj										jk										jl										jm										jn										jo										jp										jq										jr										js										jt										ju										jv										jw										jx										jy										jz										ka										kb										kc										kd										ke										kf										kg										kh										ki										kj										kk										kl										km										kn										ko										kp										kq										kr										ks										kt										ku										kv										kw										kx										ky										kz										la										lb										lc										ld										le										lf										lg										lh										li										lj										lk										lm										ln										lo										lp										lq										lr										ls										lt										lu										lv										lw										lx										ly										lz										ma										mb										mc										md										me										mf										mg										mh										mi										mj										mk										ml										mn										mo										mp										mq										mr										ms										mt										mu										mv										mw										mx										my										mz										na										nb										nc										nd										ne										nf										ng										nh										ni										nj										nk										nl										nm										nn										no										np										nq										nr										ns										nt										nu										nv										nw										nx										ny										nz										oa										ob										oc										od										oe										of										og										oh										oi										oj										ok										ol										om										on										oo										op										oq										or										os										ot										ou										ov										ow										ox										oy										oz										pa										pb										pc										pd										pe										pf										pg										ph										pi										pj										pk										pl										pm										pn										po										pp										pq										pr										ps										pt										pu										pv										pw										px										py										pz										qa										qb										qc										qd										qe										qf										qg										qh										qi										qj										qk										ql										qm										qn										qo										qp										qq										qr										qs										qt										qu										qv										qw										qx										qy										qz										ra										rb										rc										rd										re										rf										rg										rh										ri										rj										rk										rl										rm										rn										ro										rp										rq										rr										rs										rt										ru										rv										rw										rx										ry										rz										sa										sb										sc										sd										se										sf										sg										sh										si										sj										sk										sl										sm										sn										so										sp										sq										sr										ss										st										su										sv										sw										sx										sy										sz										ta										tb										tc										td										te										tf										tg										th										ti										tj										tk										tl										tm										tn										to										tp										tq										tr										ts										tt										tu										tv										tw										tx										ty										tz										ua										ub										uc										ud										ue										uf										ug										uh										ui										uj										uk										ul										um										un										uo										up										uq										ur										us										ut										uu										uv										uw										ux										uy										uz										va										vb										vc										vd										ve										vf										vg										vh										vi										vj										vk										vl										vm										vn										vo										vp										vq										vr										vs										vt										vu										vv										vw										vx										vy										vz										wa										wb										wc										wd										we										wf										wg										wh										wi										wj										wk										wl										wm										wn										wo										wp										wq										wr										ws										wt										wu										wv										ww										wx										wy										wz										xa										xb										xc										xd										xe										xf										xg										xh										xi										xj										xk										xl										xm										xn										xo										xp										xq										xr										xs										xt										xu										xv										xw										xx										xy										xz										ya										yb										yc										yd										ye										yf										yg										yh										yi										yj										yk										yl										ym										yn										yo										yp										yq										yr										ys										yt										yu										yv										yw										yx										yy										yz										za										zb										zc										zd										ze										zf										zg										zh										zi										zj										zk										zl										zm										zn										zo										zp										zq										zr										zs										zt										zu										zv										zw										zx										zy										zz										aa										ab										ac										ad										ae										af										ag										ah										ai										aj										ak										al										am										an										ao										ap										aq										ar										as										at										au										av										aw										ax										ay										az										ba										bb										bc										bd										be										bf										bg										bh										bi										bj										bk										bl										bm										bn										bo										bp										bq										br										bs										bt										bu										bv										bw										bx										by										bz										ca										cb										cc										cd										ce										cf										cg										ch										ci										cj										ck										cl										cm										cn										co										cp										cq										cr										cs										ct										cu										cv										cw										cx										cy										cz										da										db										dc										dd										de										df										dg										dh										di										dj										dk										dl										dm										dn										do										dp										dq										dr										ds										dt										du										dv										dw										dx										dy										dz										ea										eb										ec										ed										ee										ef										eg										eh										ei										ej										ek										el										em										en										eo										ep										eq										er										es										et										eu										ev										ew										ex										ey										ez										fa										fb										fc										fd										fe										ff										fg										fh										fi										fj										fk										fl										fm										fn										fo										fp										fq										fr										fs										ft										fu										fv										fw										fx										fy										fz										ga										gb										gc										gd										ge										gf										gg										gh										gi										gj										gk										gl										gm										gn										go										gp										gq										gr										gs										gt										gu										gv										gw										gx										gy										gz										ha										hb										hc										hd										he										hf										hg										hi										hj										hk										hl										hm										hn										ho										hp										hq										hr										hs										ht										hu										hv										hw										hx										hy										hz										ia										ib										ic										id										ie										if										ig										ih										ii										ij										ik										il										im										in										io										ip										iq										ir										is										it										iu										iv										iw										ix										iy										iz										ja										jb										jc										jd										je										jf										jg										jh										ji										jj										jk										jl										jm										jn										jo										jp										jq										jr										js										jt										ju										jv										jw										jx										jy										jz										ka										kb										kc										kd										ke										kf										kg										kh										ki										kj										kk										kl										km										kn										ko										kp										kq										kr										ks										kt										ku										kv										kw										kx										ky										kz										la										lb										lc										ld										le										lf										lg										lh										li										lj										lk										lm										ln										lo										lp										lq										lr										ls										lt										lu										lv										lw										lx										ly										lz										ma										mb										mc										md										me										mf										mg										mh										mi										mj										mk										ml										mn										mo										mp										mq										mr										ms										mt										mu										mv										mw										mx										my										mz										na										nb										nc										nd										ne										nf										ng										nh										ni										nj										nk										nl										nm										nn										no										np										nq										nr										ns										nt										nu										nv										nw										nx										ny										nz										oa										ob										oc										od										oe										of										og										oh										oi										oj										ok										ol										om										on										oo										op										oq										or										os										ot										ou										ov										ow										ox										oy										oz										pa										pb										pc										pd										pe										pf										pg										ph										pi										pj										pk										pl										pm										pn										po										pp										pq										pr										ps										pt										pu										pv										pw										px										py										pz										qa										qb										qc										qd										qe										qf										qg										qh										qi										qj										qk										ql										qm										qn										qo										qp										qq										qr										qs										qt										qu										qv										qw										qx										qy										qz										ra										rb										rc										rd										re										rf										rg										rh										ri										rj										rk										rl										rm										rn										ro										rp										rq										rr										rs										rt										ru										rv										rw										rx										ry										rz										sa										sb										sc										sd										se										sf										sg										sh										si										sj										sk										sl										sm										sn										so										sp										sq										sr										ss										st										su										sv										sw										sx										sy										sz										ta										tb										tc										td										te										tf										tg										th										ti										tj										tk										tl										tm										tn										to										tp										tq										tr										ts										tt										tu										tv										tw										tx										ty										tz										ua										ub										uc										ud										ue										uf										ug										uh										ui										uj										uk										ul									

سیمکون و چهارسو

$$A = \text{مساحت مقطع}$$

$$G = \text{وزن واحد طول}$$

$$U = \text{مساحت جانبی واحد طول}$$

المان مقطع خمیری سیمخراش

d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U
mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m
5.0	0.196	0.154	1.97	20.5	3.30	2.59	644	41	13.2	10.4	1240	75	44.2	34.7	2360
5.5	0.238	0.187	2.13	21.5	3.58	2.82	699	42	13.4	10.6	1300	76	45.4	35.6	2460
6.0	0.314	0.246	2.64	22.5	3.88	3.06	754	43	13.6	10.8	1360	77	46.6	36.5	2560
6.5	0.372	0.292	3.04	23.5	4.18	3.29	809	44	13.8	11.0	1420	78	47.8	37.4	2660
7.0	0.462	0.362	3.72	24.5	4.48	3.52	864	45	14.0	11.2	1480	79	49.0	38.3	2760
7.5	0.544	0.437	4.26	25.5	4.78	3.75	919	46	14.2	11.4	1540	80	50.2	39.2	2860
8.0	0.653	0.522	5.01	26.5	5.08	3.98	974	47	14.4	11.6	1600	81	51.4	40.1	2960
8.5	0.750	0.604	5.64	27.5	5.38	4.21	1029	48	14.6	11.8	1660	82	52.6	41.0	3060
9.0	0.876	0.694	6.40	28.5	5.68	4.44	1084	49	14.8	12.0	1720	83	53.8	41.9	3160
10.0	1.16	0.926	8.40	30.0	6.16	4.87	1184	50	15.2	12.4	1820	84	56.0	43.8	3260
10.5	1.26	1.00	9.00	31.0	6.46	5.10	1239	51	15.4	12.6	1880	85	57.2	44.7	3360
11.0	1.38	1.09	9.74	32.0	6.76	5.33	1294	52	15.6	12.8	1940	86	58.4	45.6	3460
11.5	1.50	1.18	10.48	33.0	7.06	5.56	1349	53	15.8	13.0	2000	87	59.6	46.5	3560
12.0	1.63	1.28	11.22	34.0	7.36	5.79	1404	54	16.0	13.2	2060	88	60.8	47.4	3660
12.5	1.76	1.38	12.00	35.0	7.66	6.02	1459	55	16.2	13.4	2120	89	62.0	48.3	3760
13.0	1.90	1.48	12.74	36.0	7.96	6.25	1514	56	16.4	13.6	2180	90	63.2	49.2	3860
13.5	2.04	1.58	13.50	37.0	8.26	6.48	1569	57	16.6	13.8	2240	91	64.4	50.1	3960
14.0	2.18	1.68	14.24	38.0	8.56	6.71	1624	58	16.8	14.0	2300	92	65.6	51.0	4060
14.5	2.32	1.78	15.00	39.0	8.86	6.94	1679	59	17.0	14.2	2360	93	66.8	51.9	4160
15.0	2.46	1.88	15.74	40.0	9.16	7.17	1734	60	17.2	14.4	2420	94	68.0	52.8	4260
15.5	2.60	1.98	16.48	41.0	9.46	7.40	1789	61	17.4	14.6	2480	95	69.2	53.7	4360
16.0	2.74	2.08	17.22	42.0	9.76	7.63	1844	62	17.6	14.8	2540	96	70.4	54.6	4460
16.5	2.88	2.18	17.96	43.0	10.06	7.86	1899	63	17.8	15.0	2600	97	71.6	55.5	4560
17.0	3.02	2.28	18.70	44.0	10.36	8.09	1954	64	18.0	15.2	2660	98	72.8	56.4	4660
17.5	3.16	2.38	19.44	45.0	10.66	8.32	2009	65	18.2	15.4	2720	99	74.0	57.3	4760
18.0	3.30	2.48	20.18	46.0	10.96	8.55	2064	66	18.4	15.6	2780	100	75.2	58.2	4860
18.5	3.44	2.58	20.92	47.0	11.26	8.78	2119	67	18.6	15.8	2840	101	76.4	59.1	4960
19.0	3.58	2.68	21.66	48.0	11.56	9.01	2174	68	18.8	16.0	2900	102	77.6	60.0	5060
19.5	3.72	2.78	22.40	49.0	11.86	9.24	2229	69	19.0	16.2	2960	103	78.8	60.9	5160
20.0	3.86	2.88	23.14	50.0	12.16	9.47	2284	70	19.2	16.4	3020	104	80.0	61.8	5260



d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U
mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/cm	cm <sup>2</sup> /m
6	0.360	0.283	240	21.5	4.62	3.63	860	38	14.4	11.3	1520	70	49.0	38.5	2800
7	0.490	0.385	280	22	4.84	3.80	880	39	14.6	11.5	1560	71	50.2	39.4	2900
8	0.640	0.504	340	23	5.06	3.97	900	40	14.8	11.7	1600	72	51.4	40.3	3000
9	0.810	0.634	400	24	5.28	4.12	920	41	15.0	11.9	1640	73	52.6	41.2	3100
10	1.00	0.785	480	25	5.50	4.29	940	42	15.2	12.1	1680	74	53.8	42.1	3200
(11)	1.21	0.990	440	26	5.72	4.46	960	43	15.4	12.3	1720	75	55.0	43.0	3300
12	1.50	1.18	520	27	5.94	4.63	980	44	15.6	12.5	1760	76	56.2	43.9	3400
13	1.76	1.38	560	28	6.16	4.80	1000	45	15.8	12.7	1800	77	57.4	44.8	3500
14	2.04	1.58	600	29	6.38	4.97	1020	46	16.0	12.9	1840	78	58.6	45.7	3600
15	2.32	1.78	640	30	6.60	5.14	1040	47	16.2	13.1	1880	79	59.8	46.6	3700
16	2.60	1.98	680	31	6.82	5.31	1060	48	16.4	13.3	1920	80	61.0	47.5	3800
17	2.88	2.18	720	32	7.04	5.48	1080	49	16.6	13.5	1960	81	62.2	48.4	3900
18	3.16	2.38	760	33	7.26	5.65	1100	50	16.8	13.7	2000	82	63.4	49.3	4000
19	3.44	2.58	800	34	7.48	5.82	1120	51	17.0	13.9	2040	83	64.6	50.2	4100
20	3.72	2.78	840	35	7.70	6.00	1140	52	17.2	14.1	2080	84	65.8	51.1	4200
21	4.00	3.00	880	36	7.92	6.17	1160	53	17.4	14.3	2120	85	67.0	52.0	4300
				37	8.14	6.34	1180	54	17.6	14.5	2160	86	68.2	52.9	4400
				38	8.36	6.51	1200	55	17.8	14.7	2200	87	69.4	53.8	4500
				39	8.58	6.68	1220	56	18.0	14.9	2240	88	70.6	54.7	4600
				40	8.80	6.85	1240	57	18.2	15.1	2280	89	71.8	55.6	4700
				41	9.02	7.02	1260	58	18.4	15.3	2320	90	73.0	56.5	4800
				42	9.24	7.19	1280	59	18.6	15.5	2360	91	74.2	57.4	4900
				43	9.46	7.36	1300	60	18.8	15.7	2400	92	75.4	58.3	5000
				44	9.68	7.53	1320	61	19.0	15.9	2440	93	76.6	59.2	5100
				45	9.90	7.70	1340	62	19.2	16.1	2480	94	77.8	60.1	5200
				46	10.12	7.87	1360	63	19.4	16.3	2520	95	79.0	61.0	5300
				47	10.34	8.04	1380	64	19.6	16.5	2560	96	80.2	61.9	5400
				48	10.56	8.21	1400	65	19.8	16.7	2600	97	81.4	62.8	5500
				49	10.78	8.38	1420	66	20.0	16.9	2640	98	82.6	63.7	5600
				50	11.00	8.55	1440	67	20.2	17.1	2680	99	83.8	64.6	5700
								68	20.4	17.3	2720	100	85.0	65.5	5800

INP	سیمخ	سیمخ	سیمخ	سیمخ	سیمخ
تیمبر	تیمبر	تیمبر	تیمبر	تیمبر	تیمبر
40	39	100	100.2	100	104.2
63	60	120	120	120	125.2
95	88	140	140	140	146
136	123	160	160	160	166
186	166	180	180	180	186
250	220	200	200	200	206
324	286	220	220	220	226
412	366	240	240	240	246
514	484	260	260	260	266
632	628	280	280	280	286
762	804	300	300	300	306
914	1020	320	320	320	326
1080	1308	340	340	340	346
1276	1702	360	360	360	366
1482	2200	380	380	380	386
1714	2780	400	400	400	406
2400	3500	420	420	420	426
3240	4500	440	440	440	446
4240	5600	460	460	460	466
5400	6800	480	480	480	486
6700	8100	500	500	500	506
8100	9500	520	520	520	526
9600	11000	540	540	540	546
11200	12600	560	560	560	566
12900	14300	580	580	580	586
14700	16100	600	600	600	606
16600	18000	620	620	620	626
18600	20000	640	640	640	646
20700	22100	660	660	660	666
22900	24300	680	680	680	686
25200	26600	700	700	700	706
27600	29000	720	720	720	726
30100	31500	740	740	740	746
32700	34100	760	760	760	766
35400	36800	780	780	780	786
38200	39600	800	800	800	806
41100	42500	820	820	820	826
44100	45500	840	840	840	846
47200	48600	860	860	860	866
50400	51800	880	880	880	886
53700	55100	900	900	900	906
57100	58500	920	920	920	926
60600	62000	940	940	940	946
64200	65600	960	960	960	966
67900	69300	980	980	980	986
71700	73100	1000	1000	1000	1006

[illegible]

شکل ۱-۱: مقطع عرضی

ف: سطح مقطع

ز: مساحت انحرافی

ا: مساحت قطعی

ب: مساحت جانبی

ج: مساحت جانبی

د: مساحت جانبی

ه: مساحت جانبی

و: مساحت جانبی

ز: مساحت جانبی

ح: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ی: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

ل: مساحت جانبی

م: مساحت جانبی

ن: مساحت جانبی

س: مساحت جانبی

ص: مساحت جانبی

ض: مساحت جانبی

ط: مساحت جانبی

ظ: مساحت جانبی

ع: مساحت جانبی

غ: مساحت جانبی

ف: مساحت جانبی

ق: مساحت جانبی

ک: مساحت جانبی

نیمرخ زوج ناودانی



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

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

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

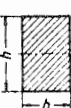
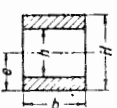


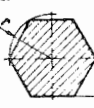
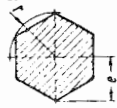
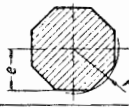
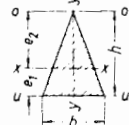
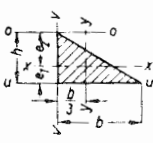
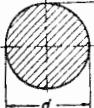
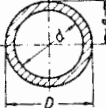
 $F$  = سطح مقطع $J$  = ممان اینرسی $W$  = اساس مقطع $i$  = شعاع ژیراسیون

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

$$\begin{aligned} \text{quasi-convex} &= f \\ \text{convex} &= g \\ \text{quasi-concave} &= W \end{aligned}$$

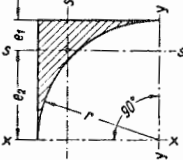
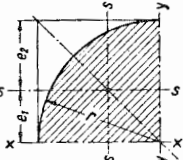
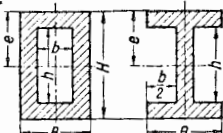
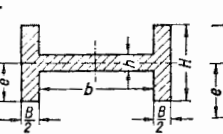
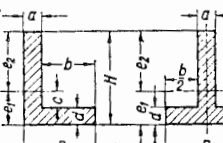
$C_{\text{eff}} = f_{\text{eff}} \cdot C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									
$f_{\text{eff}} = C_{\text{eff}} = 1$									

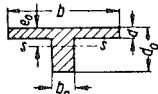
ب- روابط تیرهای تک دهانه و تیرهای سراسری

شکل مقطع	محل تار خشی $e$	ممان اینرسی حول تار خشی $J$	اساس مقطع $W = J/e$
1.  2. 	1) $\frac{h}{2}$ 2) $\frac{H}{2}$	1) $\frac{bh^3}{12}$ 2) $\frac{b}{12} (H^3 - h^3)$	1) $\frac{bh^2}{6}$ 2) $\frac{b}{6H} (H^3 - h^3)$
3.  4. 	3) $\frac{a}{2}$ 4) $\frac{a}{2} \sqrt{2}$	3) $\frac{a^4}{12}$ 4) $\frac{a^4}{12}$	3) $\frac{a^3}{6}$ 4) $0,1179 a^3$
5.  6. 	5) $0,866 r$ 6) $r$	5) $0,5413 r^4$ 6) $0,5413 r^4$	5) $\frac{5}{8} r^3 = 0,625 r^3$ 6) $0,5413 r^3$
7. 	$0,924 r$	$0,6381 r^4$	$0,6906 r^3$
8. 	$e_1 = \frac{h}{3}$ $e_2 = \frac{2}{3} h$	$J_x = \frac{bh^3}{36}$ $J_y = \frac{hb^3}{48}$	$W_{x0} = \frac{bh^2}{24}$ $W_{xu} = \frac{bh^2}{12}$ $W_y = \frac{hb^2}{24}$
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.		$e_1 = \frac{4r}{3\pi} = 0,4244r$ $e_2 = 0,5756r$	$J_s = 0,055r^4$ $J_x = J_y = 0,19635r^4$ $J_{xy} = -\frac{r^4}{8}$ $J_{ss} = 0,0165r^4$	$W_{s1} = \frac{J_s}{e_1} = 0,1296r^3$ $W_{s2} = \frac{J_s}{e_2} = 0,0956r^3$
14.		$e = \frac{H}{2}$ $J = \frac{1}{12} (BH^3 - bh^3)$ $W = \frac{1}{6H} (BH^3 - bh^3)$		
15.		$e = \frac{H}{2}$ $J = \frac{1}{12} (BH^3 + bh^3)$ $W = \frac{1}{6H} (BH^3 + bh^3)$		
16.		$e_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{aH^2 + bd^2}{aH + bd}$ $e_2 = H - e_1$ $J = \frac{1}{3} (Be_1^3 - bc^3 + ae_2^3)$ $W_1 = \frac{J}{e_1}$ $W_2 = \frac{J}{e_2}$		



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

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

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

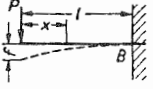
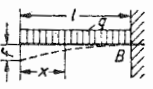
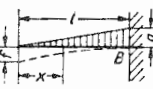
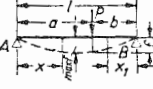


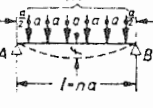
$$J_s = \mu b d_0^3$$

$\frac{b_0}{b}$	$d:d_0$									
	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	743
0,90	761	770	779	782	786	788	789	790	790	791
1,00	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833

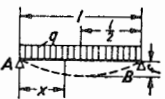
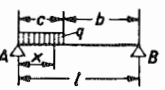
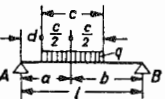
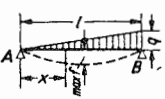
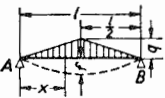
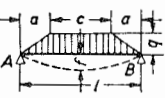
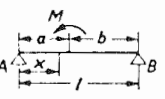
مثال :  $b = 1,50 \text{ m}$     $b_0 = 0,30 \text{ m}$     $d = 0,15 \text{ m}$     $d_0 = 0,60 \text{ m}$

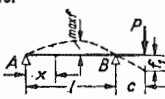
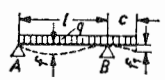
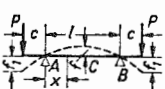
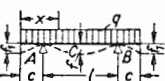
$\mu = 318 \cdot 10^4$  با استفاده از جدول و  $d/d_0 = 0,15/0,60 = 0,25$  و  $b_0/b = 0,30/1,50 = 0,20$  برای

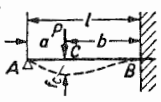
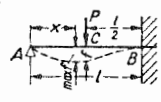
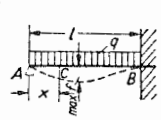
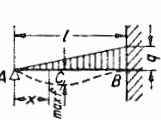
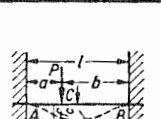
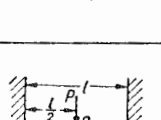
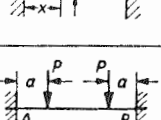
یا  $\mu = 0,0318$  همچنین  $J_s = 0,0318 \cdot 1,50 \cdot 0,60^3 = 103,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$ .

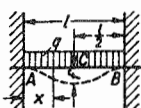
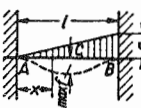
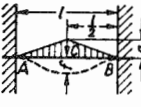
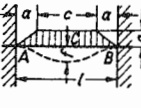
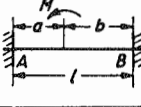
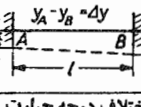
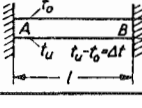
بارگذاری	واکنش تکیه‌گامی	لنگر خمشی	افت												
1. 	$B = P$	$M_x = -Px$ $\max M = M_B = -Pl$	$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$												
2. 	$B = ql$	$M_x = -\frac{qx^2}{2}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{2}$	$f = \frac{1}{8} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$												
3. 	$B = \frac{ql}{2}$	$M_x = -\frac{qx^3}{6l}$ $\max M = M_B = -\frac{ql^2}{6}$	$f = \frac{1}{30} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$												
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"> <thead> <tr> <th></th><th><math>n=3</math></th><th><math>n=4</math></th><th><math>n=5</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>k_M</math></td><td>1/3</td><td>1/2</td><td>3/5</td></tr> <tr> <td><math>k_f</math></td><td>23/648</td><td>19/384</td><td>63/1000</td></tr> </tbody> </table>					$n=3$	$n=4$	$n=5$	$k_M$	1/3	1/2	3/5	$k_f$	23/648	19/384	63/1000
	$n=3$	$n=4$	$n=5$												
$k_M$	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"> <thead> <tr> <th></th><th><math>n=2</math></th><th><math>n=3</math></th><th><math>n=4</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>k_M</math></td><td>1/4</td><td>5/12</td><td>1/2</td></tr> <tr> <td><math>k_f</math></td><td>11/384</td><td>53/1296</td><td>41/768</td></tr> </tbody> </table>					$n=2$	$n=3$	$n=4$	$k_M$	1/4	5/12	1/2	$k_f$	11/384	53/1296	41/768
	$n=2$	$n=3$	$n=4$												
$k_M$	1/4	5/12	1/2												
$k_f$	11/384	53/1296	41/768												

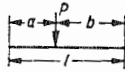
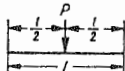
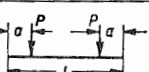
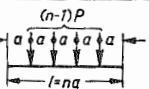
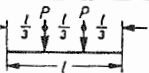
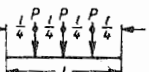
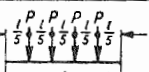
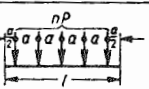
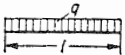
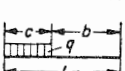
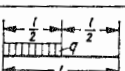
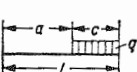
 برای  $n \geq 5$  می‌توان به‌جای استفاده از حالت ۷ یا ۸ از حالت ۱۰ با  $q = \sum P/l$  استفاده نمود.

تغییر شکل حداکثر	لنگر خمشی	واکنش تکیه‌گاهی	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.	 $M_x = Ax - \frac{qx^2}{2}$ $\max M = \frac{qc^2}{8l^2}(2l-c)^2$ <p>در <math>x = \frac{A}{q}</math></p>	$A = \frac{qc}{2l}(2l-c)$ $B = \frac{qc^2}{2l}$	$f = \frac{q \cdot b \cdot c^3}{24EJ} \left(4 - 3 \frac{c}{l}\right)$ <p>در <math>x = c</math></p>
12.	$c = \frac{l}{2}$	$A = \frac{3}{8}ql, B = \frac{1}{8}ql$	$\max M = \frac{9}{128}ql^2$ $f = \frac{5}{768} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EJ}$ <p>در <math>x = l/2</math></p>
13.	 $\max M = \frac{qabc}{2l^2}(2l-c)$ <p>در <math>x = \frac{A}{q} + d</math></p>	$A = \frac{qbc}{l}$ $B = \frac{qac}{l}$	
14.	$a = b = \frac{l}{2}$	$A = B = \frac{qc}{2}$	$\max M = \frac{qc}{8}(2l-c)$
15.	 $M_x = \frac{qlx}{6} \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right)$ $\max M = \frac{ql^2}{15.6}$ <p>در <math>x = 0.577l</math></p>	$A = \frac{1}{6}ql$ $B = \frac{1}{3}ql$	$\max f = 0.00652 \frac{ql^4}{EJ}$ <p>در <math>x = 0.5193l</math></p>
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.	 $M_x = M \frac{x}{l} \quad : x \leq a$ $M_x = -M \frac{l-x}{l} \quad : x \geq a$	$A = -B = \frac{M}{l}$	

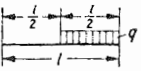
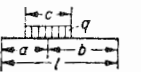
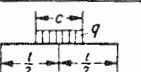

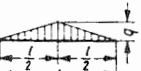
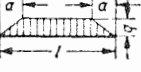
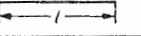
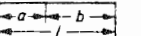
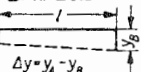
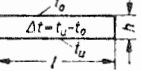
بارگذاری	واکنش تکیه‌گاهی	لنگر خمشی	افت
19. 	$A = -\frac{Pc}{l}$ $B = \frac{P(l+c)}{l}$	$M_x = Ax = -\frac{Pcx}{l}$ $M_B = -Pc$	$\max f = \frac{Pl^2}{9EJ} \cdot \frac{c}{\sqrt{3}}$ $x = 0,577l$ $f_1 = \frac{Pc^2}{3EJ} (l+c)$
20. 	$A = \frac{q}{2l} (l^2 - c^2)$ $B = \frac{q}{2l} (l+c)^2$	$\max M_F = \frac{q}{8l^2}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





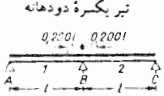
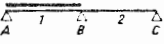
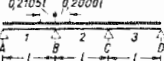
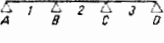
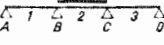
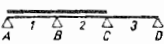
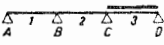
1.		$A = \frac{Pb^2}{2l^3}(2l+a)$ $B = \frac{Pa}{2l^3}(3l^2-a^2)$	$M_B = -\frac{Pab}{2l^2}(l+a)$ $M_C = \frac{Pab^2}{2l^3}(2l+a)$	$f_C = \frac{Pa^2b^3}{12EJl^3}(3l+a)$
2.		$A = \frac{5}{16}P$ $B = \frac{11}{16}P$	$\max M = M_B = -\frac{3}{16}Pl$ $M_C = \frac{5}{32}Pl$	$f = \frac{7}{768} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$ $\max f = \frac{1}{48\sqrt{5}} \cdot \frac{Pl^3}{EJ}$ $x = 0,447l$
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.		$A = B = P$	$M_A = M_B = -\frac{Pa}{l}(l-a)$ $\max M = \frac{Pa^2}{l}$	





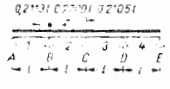
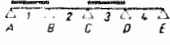
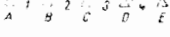
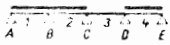
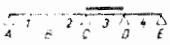
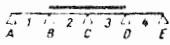
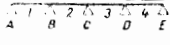
بارگذاری	واکنش تکیه‌گامی	لنگر خمشی	انحراف
8. 	$A = B = \frac{ql}{2}$	$M_x = -\frac{ql^2}{2} \left( \frac{1}{6} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2} \right)$ $\max M = M_A = M_B = -\frac{ql^2}{12}$ $M_C = \frac{ql^2}{24}$	$f = \frac{1}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$
9. 	$A = \frac{3}{20} ql$ $B = \frac{7}{20}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





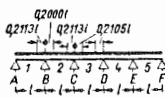
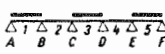
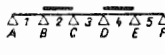
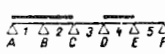
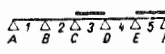
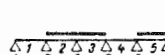
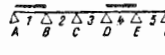
بارگذاری	یکسر گیردار	دوسر گیردار
1. 	$M_B = -\frac{Pab}{2l^2}(l+a)$	$M_A = -\frac{Pab^2}{l^2} \quad M_B = -\frac{Pa^2b}{l^2}$
2. 	$M_B = -\frac{3}{16}Pl$	$M_A = M_B = -\frac{Pl}{8}$
3. 	$M_B = -\frac{3}{2} \cdot \frac{Pa}{l}(l-a)$	$M_A = M_B = -\frac{Pa}{l}(l-a)$
4. 	$M_B = -\frac{Pl}{8}\left(n - \frac{1}{n}\right)$	$M_A = M_B = -\frac{Pl}{12}\left(n - \frac{1}{n}\right)$
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 	$M_1$ $M_2$ $M_B$ $M_C$ $A$ $B$ $C$ $Q_{Bl}$ $Q_{Br}$ $Q_{Cl}$	0,077 0,036 -0,107 -0,071 0,393 1,143 0,929 -0,607 0,536 -0,464	0,052 0,028 -0,067 -0,045 0,183 0,590 0,455 -0,317 0,273 -0,228	0,062 0,032 -0,080 -0,053 0,220 0,707 0,546 -0,380 0,327 -0,273	0,069 0,034 -0,091 -0,060 0,259 0,822 0,638 -0,441 0,381 -0,319	$q l^2$ $q l^2$ $q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$ $q l$ $q l$ $q l$ $q l$
	$\max M_1$ $M_B$ $M_C$ $\max A$	0,100 -0,054 -0,036 0,446	0,067 -0,034 -0,023 0,217	0,079 -0,040 -0,027 0,260	0,088 -0,046 -0,031 0,298	$q l^2$ $q l^2$ $q l^2$ $q l$
	$\max M_2$ $M_B$ $M_C$ $\min A$	0,080 -0,054 -0,036 -0,054	0,056 -0,034 -0,023 -0,034	0,065 -0,040 -0,027 -0,040	0,071 -0,046 -0,031 -0,046	$q l^2$ $q l^2$ $q l^2$ $q l$
	$\min M_B$ $M_C$ $M_D$ $\max B$ $\min Q_{Bl}$ $\max Q_{Br}$	-0,121 -0,018 -0,058 1,223 -0,621 0,603	-0,076 -0,012 -0,036 0,640 -0,326 0,314	-0,090 -0,013 -0,043 0,767 -0,390 0,377	-0,102 -0,015 -0,049 0,889 -0,452 0,437	$q l^2$ $q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$ $q l$
	$\max M_B$ $M_C$ $M_D$ $\min B$ $\max Q_{Bl}$ $\min Q_{Br}$	0,013 -0,054 -0,049 -0,080 0,013 -0,067	0,009 -0,033 -0,031 -0,050 0,009 -0,042	0,010 -0,040 -0,037 -0,060 0,010 -0,050	0,011 -0,045 -0,042 -0,067 0,011 -0,056	$q l^2$ $q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$ $q l$
	$M_B$ $\min M_C$ $\max C$ $\min Q_{Cl}$	-0,036 -0,107 1,143 -0,571	-0,023 -0,067 0,589 -0,295	-0,027 -0,080 0,706 -0,353	-0,031 -0,091 0,820 -0,410	$q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$
	$M_B$ $\max M_C$ $\min C$ $\max Q_{Cl}$	-0,071 0,036 -0,214 0,107	-0,045 0,023 -0,134 0,067	-0,053 0,027 -0,160 0,080	-0,060 0,031 -0,182 0,091	$q l^2$ $q l^2$ $q l$ $q l$

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

