

صلى الله عليه وسلم



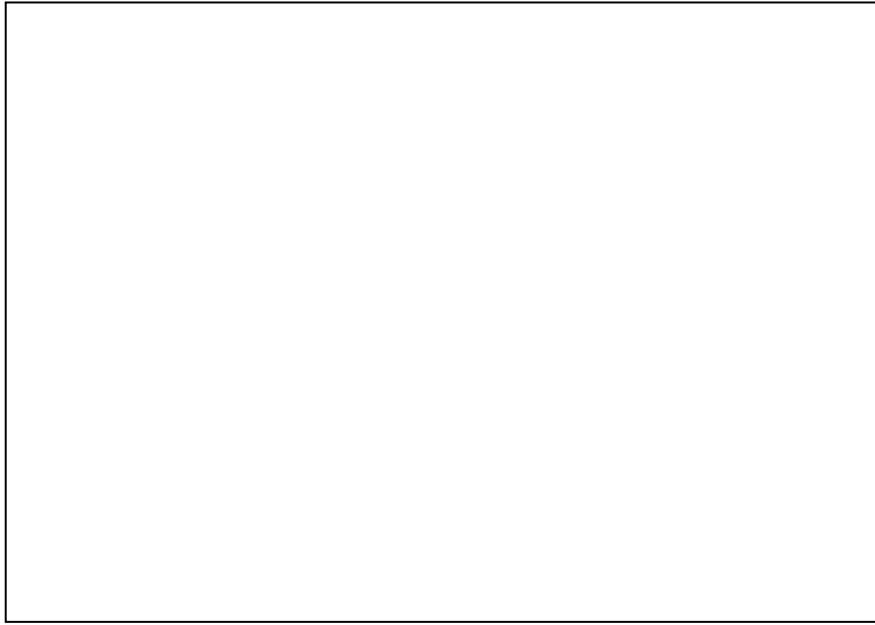
جمهوری اسلامی ایران

# ضوابط طراحی ساختمان‌های با اتصال خرچینی

نشریه شماره ۳۲۴

وزارت مسکن و شهرسازی  
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن  
<http://www.bhrc.ac.ir>

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور  
معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی، تدوین معیارها  
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله  
<http://tec.mporg.ir>





ریاست جمهوری

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

بسمه تعالی

رئیس سازمان

شماره: ۱۰۰/۶۳۹۸۶	به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان
تاریخ: ۱۳۸۵/۴/۱۹	مشاور و پیمانکاران
موضوع: ضوابط طراحی ساختمان‌های با اتصال خرچینی	
<p>به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور مصوبه شماره ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران، مورخ ۱۴۸۹۸/۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران، به پیوست نشریه شماره ۳۲۴ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «ضوابط طراحی ساختمان‌های با اتصال خرچینی» از نوع گروه اول، ابلاغ می‌شود؛ تا از تاریخ ۱۳۸۵/۹/۱ به اجرا درآید.</p> <p>رعایت کامل مفاد این نشریه از سوی دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی الزامی است، ولی در یک دوره گذر دو ساله تا ۱۳۸۷/۹/۱ استفاده از دیگر آیین‌نامه‌های معتبر نیز مجاز خواهد بود. در این دوره گذر، لازم است تا عوامل یاد شده نسخه‌ای از آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و یا روش‌های جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، ارسال دارند.</p>	
فرهاد رهبر	
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان	



:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، **از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و**

**اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:**

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرات دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

**نشانی برای مکاتبه:** تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir>

صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷





## بسمه تعالی

### پیشگفتار

استفاده از ضوابط و معیارها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه، طراحی و اجرای طرح‌های تملک‌داری سرمایه‌ای به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها و ارتقای کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) از اهمیت ویژه برخوردار است. از این‌رو نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت وزیران) به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح را مورد تأکید قرار داده است.

بنابر مفاد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و معیارهای مورد نیاز طرح‌های عمرانی می‌باشد. با توجه به تنوع و گستردگی طرح‌های عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این‌گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقات دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط استفاده شود. در این راستا مقرر شده است مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی در تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش ساختمان و مسکن، ضمن هماهنگی با دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، عهده‌دار این مهم باشد.

در سال ۱۳۸۳، به منظور هدایت، راهبری و برنامه‌ریزی امور مرتبط با تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش ساختمان و مسکن، کمیته راهبری متشکل از نمایندگان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امور عمران شهری و روستایی و دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله) و مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تشکیل گردید. این کمیته با تشکیل جلسات منظم نسبت به هدایت و راهبری پروژه‌های جدید و جاری، در مراحل مختلف تعریف و تصویب پروژه‌ها، انجام، نظارت و

آماده‌سازی نهایی و ابلاغ آنها، اقدامهای لازم را انجام داده است. یکی از پروژه‌های حاصل از این فرآیند نشریه حاضر می‌باشد.

این نشریه با عنوان «ضوابط طراحی ساختمانهای با اتصال خرچینی» شامل سه فصل «کلیات»، «قابهای با اتصال خرچینی ساده» و «قابهای با اتصال خرچینی گیردار» بوده و همچنین به ارائه نمونه‌هایی از ترکیب اتصالات خرچینی گیردار با انواع دیگر سیستم‌های سازه‌ای و تفسیر و راهنمای طراحی آنها در دو پیوست می‌پردازد.

در پایان از تلاش و جدیت مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و کارشناسان مشروح زیر که در تهیه و تدوین این مجموعه همکاری داشته و زحمات فراوانی کشیده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

مهندس میرمحمود ظفری

مهندس محمدرضا ماجدی

دکتر علی مزروعی

دکتر حسن مقدم

دکتر رسول میرقادری

دکتر علی اکبر آقا کوچک

دکتر طیبه پرهیزکار

مهندس بهناز پورسید

مهندس علی تبار

مهندس شاهرخ رامزی

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت به جامعه فنی مهندسی کشور

باشیم.

**حبیب امین فر**

**معاون امور فنی**

**۱۳۸۵**

## فهرست تفصیلی مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول - کلیات
۳	۱-۱ حدود کاربرد.....
۳	۲-۱ انواع اتصال خرچینی.....
۴	۳-۱ مصالح فولادی.....
۴	۴-۱ بارهای محاسباتی.....
۴	۵-۱ مدارک طراحی و محاسبه.....
۵	۶-۱ حروف و علائم و یادداشتهای فنی.....
۵	۷-۱ شکل پذیری.....
۷	فصل دوم - قابهای با اتصال خرچینی ساده
۹	۱-۲ تعریف اتصال خرچینی ساده.....
۹	۲-۲ انواع اتصال خرچینی ساده.....
۹	۳-۲ جزئیات.....
۱۳	۴-۲ تحلیل قاب با اتصال خرچینی ساده زیر اثر بار وزنی.....
۱۴	۵-۲ تحلیل قاب با اتصال خرچینی ساده زیر اثر بار زلزله.....
۱۴	۱-۵-۲ زمان تناوب.....
۱۴	۲-۵-۲ ضریب رفتار، حداکثر ارتفاع مجاز.....
۱۴	۶-۲ ضوابط طراحی قاب با اتصال خرچینی ساده.....
۱۴	۱-۶-۲ ستون.....
۱۴	۲-۱-۶-۲ ضریب طول مؤثر.....
۱۵	۲-۱-۶-۲ ستون مرکب.....
۱۵	۲-۶-۲ تیر.....
۱۶	۳-۶-۲ اتصال.....
۱۶	۲-۳-۶-۲ اتصال خرچینی ساده با نشیمن نرم.....

۱۸ ..... ۲-۳-۶-۲ اتصال خرچینی ساده با نشیمن سخت

## ۲۱ فصل سوم - قابهای با اتصال خرچینی گیردار

۲۳ ..... ۱-۳ تعریف اتصال خرچینی گیردار

۲۳ ..... ۲-۳ انواع اتصال خرچینی گیردار

۲۴ ..... ۳-۳ جزئیات

۲۵ ..... ۴-۳ تحلیل قاب با اتصال خرچینی گیردار زیر اثر بار وزنی

۲۶ ..... ۵-۳ تحلیل قاب با اتصال خرچینی گیردار زیر اثر بار زلزله

۲۶ ..... ۱-۵-۳ زمان تناوب

۲۶ ..... ۲-۵-۳ ضریب رفتار، حداکثر ارتفاع مجاز

۲۷ ..... ۶-۳ ضوابط طراحی قاب با اتصال خرچینی گیردار (نوع ۱ و ۲)

۲۷ ..... ۱-۶-۳ ستون

۲۷ ..... ۱-۱-۶-۳ ضریب طول مؤثر

۲۹ ..... ۲-۱-۶-۳ ستون مرکب

۳۰ ..... ۲-۶-۳ تیر

۳۲ ..... ۳-۶-۳ اتصال گیردار نوع ۱

۳۲ ..... ۱-۳-۶-۳ طراحی ورقهای اتصال

۳۶ ..... ۴-۶-۳ اتصال گیردار نوع ۲

۳۷ ..... ۱-۴-۶-۳ طراحی ورقهای اتصال

۴۳ ..... ۵-۶-۳ اتصال گیردار متعامد

۴۴ ..... ۱-۵-۶-۳ طراحی ورقهای اتصال

۴۹ ..... پیوست ۱- نمونه‌هایی از ترکیب اتصالات خرچینی گیردار با انواع دیگر سیستم‌های سازه‌ای

۷۵ ..... پیوست ۲- تفسیر و راهنمای ضوابط طراحی و اجرای ساختمانهای اتصال خرچینی

۷۹ ..... فصل اول. کلیات

۵۹ ..... ت-۱-۱-۱ حدود کاربرد

۵۹ ..... ت ۱.۲. انواع اتصال خرچینی

۶۰ ..... فصل دوم. قابهای با اتصال خرچینی ساده

۶۰ ..... ت-۲-۱ تعریف اتصال خرچینی ساده

- ت ۳.۲. جزئیات ..... ۶۰
- ت- ۳-۶-۲ اتصال ..... ۶۲
- فصل سوم. قابهای با اتصال خرجینی گیردار ..... ۶۴
- ت ۳.۱. تعریف اتصال خرجینی گیردار ..... ۶۴
- ت ۳-۲ انواع اتصال خرجینی گیردار ..... ۶۵
- ت- ۳-۶-۴-۱ طراحی ورقهای اتصال ..... ۶۶
- ت- ۳-۶-۵-۱ طراحی ورقهای اتصال ..... ۶۸

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۰	شکل ۱. جزئیات اتصال خرچینی با نشیمن نرم.....
۱۱	شکل ۲. جزئیات اتصال خرچینی سخت.....
۱۲	شکل ۳. جزئیات اتصال بادبند در صفحه قاب.....
۱۲	شکل ۴. جزئیات اتصال بادبند در صفحه عمود بر صفحه قاب.....
۱۳	شکل ۵. جزئیات اتصال ساده در قابهای انتهایی.....
۱۵	شکل ۶. جزئیات صفحه اتصال ستون.....
۱۷	شکل ۷. اتصال خرچینی ساده نرم با لچکی فوقانی.....
۱۹	شکل ۸. اتصال خرچینی ساده با نشیمن سخت.....
۲۴	شکل ۹. اتصال گیردار نوع ۱.....
۲۴	شکل ۱۰. اتصال گیردار نوع ۲.....
۲۴	شکل ۱۱. جزئیات اتصال خرچینی گیردار نوع ۱.....
۲۵	شکل ۱۲. جزئیات اتصال خرچینی گیردار نوع ۲.....
۲۸	شکل ۱۳. نمودار ضریب طول مؤثر ستون در قابهای مهار نشده.....
۲۹	شکل ۱۴. جزئیات صفحه اتصال ستون.....
۳۱	شکل ۱۵. اتصال ورقهای مضاعف به جان تیر.....
	شکل ۱۶. ورقهای اتصال افقی فوقانی و تحتانی، صفحات قائم و ورقهای پشتبند در اتصال
۳۲	گیردار نوع ۱.....
۳۴	شکل ۱۷. ورقهای اتصال زبانه شده.....
۳۵	شکل ۱۸. جوشهای اتصال افقی و صفحات قائم به ستون.....
۳۶	شکل ۱۹. اتصال نوع ۲ و اجزای آن در کلی ترین حالت.....
۴۰	شکل ۲۰. ورق اتصال R.....
۴۴	شکل ۲۱. ابعاد ورقهای اتصال Ty و By.....
۴۷	شکل ۲۲. اتصال بادبند.....
۵۱	شکل پ ۱. ۱ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با اتصال ساده متعارف در صفحه عمود بر قاب.....

شکل پ ۱.۲ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با بادبندی در صفحه قاب و اتصال ساده متعارف در صفحه عمود بر قاب	۵۲
شکل پ ۱.۳ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با اتصال گیردار متعارف در صفحه عمود بر قاب	۵۳
شکل پ ۱.۴ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با بادبندی در صفحه قاب و اتصال گیردار متعارف در صفحه عمود بر قاب	۵۴
شکل پ ۱.۵ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با اتصال گیردار متعارف و بادبندی در صفحه عمود بر قاب	۵۵
شکل پ ۱.۶ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با بادبند در صفحه قاب، و اتصال گیردار متعارف و بادبندی در صفحه عمود بر قاب	۵۶
شکل ۱. سازکار تسلیم برای نشیمن نرم	۶۳
شکل ۲. صلبیت اتصالات نیمه گیردار تابعی از سختی چرخشی اتصال	۶۵
شکل ۳. نیروهای وارد به اتصال ناشی از تشکیل سازکار تسلیم	۶۶

۱



کلیات





## ۱-۱ حدود کاربرد

این ضوابط به منظور طرح و اجرای ساختمانهای اسکلت فولادی با اتصال خرچینی تهیه شده است. اتصال خرچینی طبق تعریف، اتصالی است که تیری را که به طور پیوسته از کنار ستون عبور نموده به ستون متصل می‌سازد.

”ضوابط طراحی ساختمانهای با اتصال خرچینی“ حداقل ضوابط و مقررات لازم را برای طرح، محاسبه و اجرای ساختمانهایی که با اتصال خرچینی ساخته می‌شوند بر اساس روش ارتجاعی (تنشهای مجاز) تعیین می‌کند و برای طرح و محاسبه این ساختمانها می‌توان طبق ضوابط مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ایران از دو روش ارتجاعی و خمیری استفاده نمود و یا از روش طراحی حدی با ضرایب بار و مقاومت بر مبنای یکی از آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی بهره گرفت.

کاربرد این ضوابط در محدوده ساختمانها با کاربریهای مندرج در مجموعه مقررات ملی ساختمانی ایران می‌باشد و شامل سازه‌های خاص از قبیل پلهای جاده و راه‌آهن نیست.

مقررات مندرج در این ضوابط باید توأم با معلومات و قضاوت مهندسی به کار رود.

## ۲-۱ انواع اتصال خرچینی

اتصال خرچینی بر حسب عملکرد سازه‌ای به دو نوع ساده و گیردار تقسیم می‌شود. ضوابط مربوط به این دو نوع اتصال، در فصلهای ۲ و ۳ ارائه شده است. اتصالات خرچینی رایج که با اتصالات معرفی شده در این آیین‌نامه مطابقت ندارند از شمول ضوابط این آیین‌نامه خارج‌اند و کاربرد آنها منوط به انجام مطالعات ویژه و مورد قبول مراجع معتبر می‌باشد.

### ۳-۱ مصالح فولادی

مصالح به کار رفته شامل نیمرخ، ورق، تسمه، میلگرد، پرچ، پیچ، واشر، مهره، میل مهار، الکتروود و ... باید با استانداردهای ملی ایران مطابق باشد. در صورتی که برای بعضی از مصالح، استاندارد ملی تهیه نشده باشد می‌توان یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی (ترجیحاً استاندارد ایزو) را مورد استفاده قرار داد.

### ۴-۱ بارهای محاسباتی

بارهای محاسباتی باید با مشخصات مبحث ششم مقررات ملی ساختمانی ایران (بارهای وارده) مطابق باشد.

### ۵-۱ مدارک طراحی و محاسبه

نقشه‌های سازه باید طرح کامل مقاطع، محل قرار گرفتن اعضای سازه نسبت به یکدیگر، تراز کفهای ساختمانی، محورهای گذرنده بر مرکز ستونها، پیش‌آمدگیها و پس‌نشستگی‌ها با اندازه‌های مربوط را شامل باشد.

در مدارک طراحی و محاسبه باید نوع اتصال خرچینی مشخص شود (ساده یا گیردار). همچنین این مدارک باید حاوی اطلاعاتی در مورد مقادیر بار، نیروهای برشی، لنگرهای خمشی و نیروهای محوری که توسط اعضا و اتصالات آنها تحمل می‌گردد باشد، به طوری که با مراجعه به آنها بتوان نقشه‌های سازه‌ای را تهیه کرد.

اگر استفاده از پیچ با مقاومت زیاد، برای اتصالات مورد نظر باشد، مدارک طرح و محاسبه و نقشه‌ها باید نوع عملکرد پیچ (اصطکاک، برشی معمولی (اتکایی) و یا کششی) را معین کند. میزان پیش‌خیز در ساخت (در صورت لزوم) تیر، شاستیر، خرپا و مانند آنها، باید روی مدارک محاسباتی و نقشه‌ها قید گردد.

## ۶-۱ حروف و علائم و یادداشتهای فنی

در مدارک محاسباتی و نقشه‌ها باید از حروف و علائمی که به طور استاندارد از طرف مقررات ملی ساختمانی ایران تعیین می‌شود، استفاده گردد. در صورت ناکافی بودن آنها، استفاده از علائم دیگر به همراه توضیحات کافی به منظور جلوگیری از هرگونه اشتباه و سوء تعبیر احتمالی مجاز می‌باشد. یادداشتهای فنی برای تفهیم روش کار و یا نتایج مورد نظر باید روشن و بدون ابهام باشد.

## ۷-۱ شکل‌پذیری

ضوابط موجود در این آیین‌نامه، عموماً احتیاجات شکل‌پذیری معمولی و ویژه مندرج در آیین‌نامه ۲۸۰۰ را بر حسب مورد تأمین می‌نماید.

۲

---

---

قابهای با اتصال خرجینی ساده



## ۱-۲ تعریف اتصال خرچینی ساده

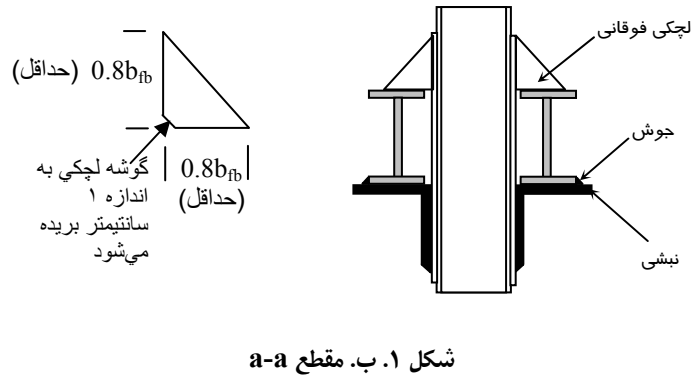
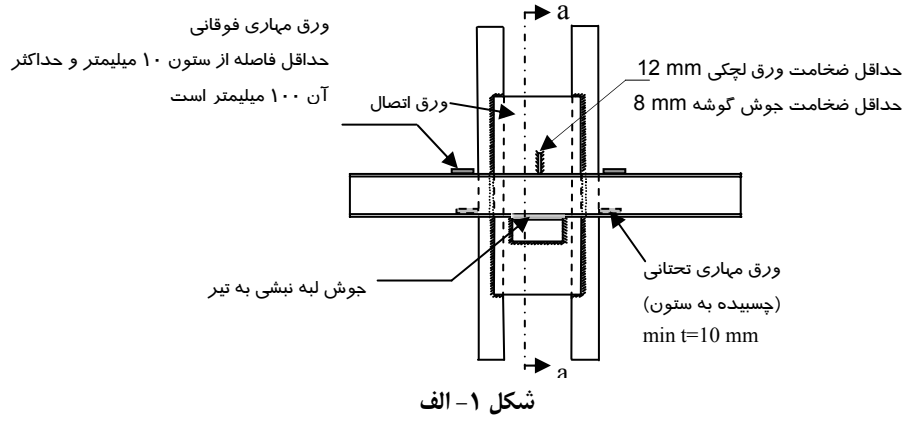
اتصال خرچینی ساده اتصالی است که در برابر تغییر زاویه بین تیر و ستون از خود مقاومت چندانی بروز نمی‌دهد، و در ساختمانهای متعارف، حداکثر سختی چرخشی اولیه آن از ۱۵۰ تن متر بر رادیان تجاوز نمی‌کند. در صورت استفاده از جزئیات ارائه شده در بند ۳.۲ اتصال از نوع خرچینی ساده محسوب می‌گردد. در صورت استفاده از جزئیاتی متفاوت با جزئیات بیان شده، لازم است سختی اتصال با استفاده از آزمایش و یا با تحلیل دقیق و در نظر گرفتن همه شرایط و محدودیتهای اتصال تعیین گردد و چنانچه سختی چرخشی اولیه اتصال مورد استفاده در ساختمانهای متعارف از ۱۵۰ تن متر بر رادیان تجاوز نکند اتصال ساده محسوب می‌گردد.

## ۲-۲ انواع اتصال خرچینی ساده

اتصال خرچینی ساده بر دو نوع است: اتصال با نشیمن نرم و اتصال با نشیمن سخت. در اتصال ساده با نشیمن نرم، تیر روی نشیمن انعطاف پذیر قرار می‌گیرد، و در اتصال ساده با نشیمن سخت، تیر روی نشیمن بدون انعطاف مستقر می‌گردد.

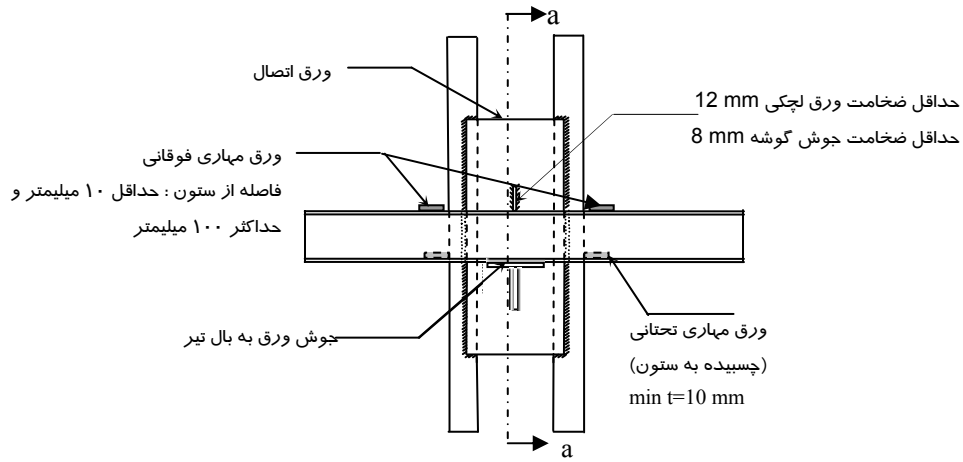
## ۳-۲ جزئیات

جزئیات مناسب برای اتصالات ساده با نشیمن نرم و سخت در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

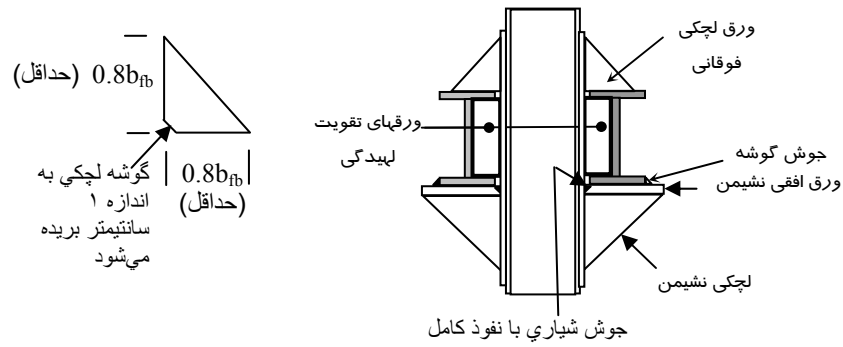


شکل ۱. جزئیات اتصال خرچینی با نشیمن نرم





شکل ۲. الف

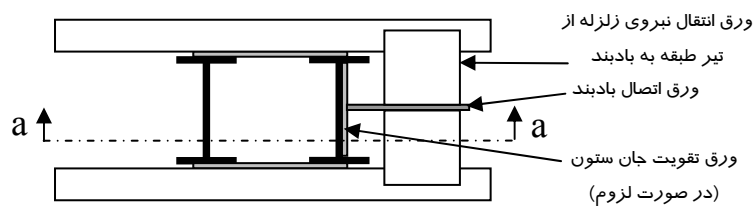


شکل ۲. ب. مقطع a-a

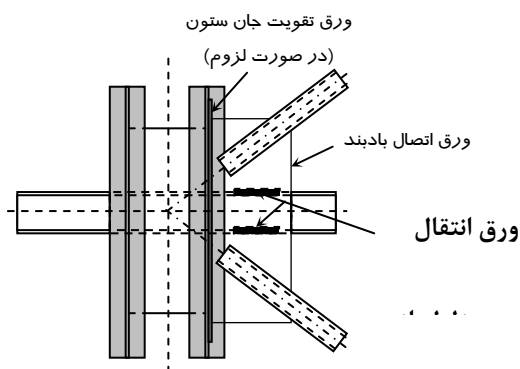
شکل ۲. جزئیات اتصال خرچینی سخت

نمونه مناسب برای جزئیات اتصال بادبند در صفحه قاب (صفحه مار بر محور ستونها و تیرها) در

شکل ۳ ارائه شده است.



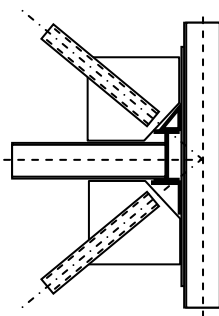
شکل ۳. الف



شکل ۳. ب. مقطع a-a

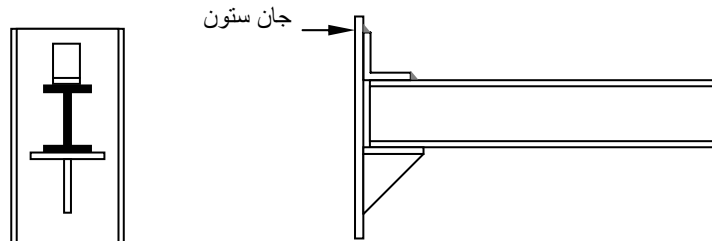
شکل ۳. جزئیات اتصال بادبند در صفحه قاب

نمونه مناسب برای جزئیات اتصال بادبند در صفحه عمود بر صفحه قاب در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴. جزئیات اتصال بادبند در صفحه عمود بر صفحه قاب

چنانچه در قابهای انتهایی امکان اجرای تیر در دو طرف ستون میسر نباشد، استفاده از اتصال خرچینی ساده با عبور تیر فقط از یک طرف ستون بدلیل عدم تقارن مجاز نمی‌باشد. در قابهای انتهایی می‌توان با قطع تیر در محل ستون از اتصال معمولی ساده تیر به ستون استفاده نمود. یک نمونه از چنین اتصالی در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵. جزئیات اتصال ساده در قابهای انتهایی

## ۲-۴ تحلیل قاب با اتصال خرچینی ساده زیر اثر بار وزنی

اتصال خرچینی ساده به صورت یک اتصال شبه غلتکی در نظر گرفته می‌شود به طوری که می‌تواند نیروی قائم را از تیر به ستون منتقل سازد، اما در برابر نیروی افقی و لنگر مقاومتی برای آن منظور نمی‌شود. برای انتقال نیروی افقی از تیر به سیستم مهاربندی باید اتصال دیگری در نظر گرفته شود. چنین اتصالی در شکل ۳ نشان داده شده است.

قاب متشکل از تیرها و ستونهایی که با اتصال خرچینی ساده به هم متصل شده‌اند قاب ساده خوانده می‌شود. تحلیل قاب ساده زیر اثر بار وزنی، و تعیین نیروی برشی و لنگر در تیرها، و نیروی محوری در ستونها با فرض ساده بودن اتصالات انجام می‌گیرد. در مدل تحلیلی، لازم است که تیرها در محل اتصال به صورت پیوسته در نظر گرفته شوند. در تحلیل ستون، علاوه بر بار محوری، باید اثر لنگر ناشی از عدم تقارن بار نیز در نظر گرفته شود.

## ۲-۵ تحلیل قاب با اتصال خرچینی ساده زیر اثر بار زلزله

قاب متشکل از تیرها و ستونها با اتصالات خرچینی ساده به صورت قاب ساختمانی ساده در نظر گرفته می‌شود و برای آن مقاومت جانبی منظور نمی‌گردد، و از این رو، برای تحمل بارهای جانبی باد و زلزله باید از یکی از سیستم‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی مندرج در جدول ۳ آیین‌نامه ۲۸۰۰ استفاده شود. محاسبه نیروی زلزله بر اساس ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای سیستم قاب ساختمانی ساده و با توجه به سیستم لرزه‌بر انتخابی صورت می‌گیرد.

### ۲-۵-۱ زمان تناوب

محاسبه زمان تناوب سازه بر اساس ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ صورت می‌گیرد.

### ۲-۵-۲ ضریب رفتار، حداکثر ارتفاع مجاز

ضریب رفتار و حداکثر ارتفاع مجاز سازه بر اساس ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ و با در نظر گرفتن ساده بودن اتصالات خرچینی برحسب نوع سیستم لرزه‌بر تعیین می‌گردد.

## ۲-۶ ضوابط طراحی قاب با اتصال خرچینی ساده

### ۲-۶-۱ ستون

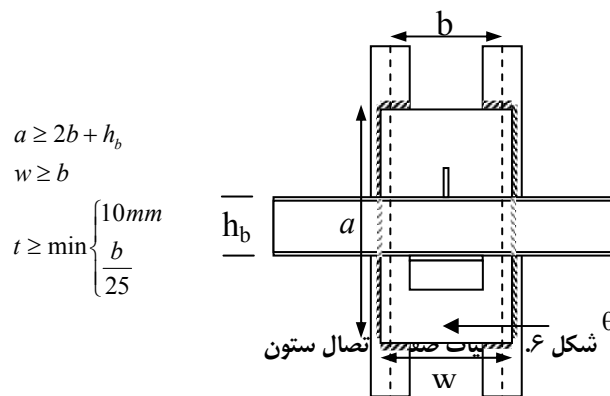
#### ۲-۶-۱-۱ ضریب طول مؤثر

ضریب طول مؤثر ستون برای قاب ساده با سیستم لرزه بر سخت (بادبند، دیوار برشی مسلح، میانقاب مسلح) طبق ضوابط مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی برابر ۱ فرض می‌شود.

## ۲-۱-۶-۲ ستون مرکب

استفاده از اعضای مرکب مذکور در بند ۱۰-۱-۵-۴ مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ایران، در قابهای ساده مجاز می‌باشد و در طراحی این اعضا باید علاوه بر ضوابط مبحث ۱۰، ضوابط این آیین‌نامه نیز رعایت گردد. در صورتی که نیمرخهای تشکیل دهنده ستون از هم فاصله داشته باشند، لازم است در محل اتصال صفحه‌ای نصب شود. این صفحه باید شرایط مذکور در شکل ۶ را رعایت نماید. لبه‌های قائم صفحه باید به طور کامل جوش داده شود. ضخامت و اندازه جوش صفحه به ستون بر اساس انتقال نیرو به صورت برش خالص از تیر به صفحه، و صفحه به ستون تعیین می‌گردد و باید جوش در گوشه به اندازه حداقل ۴ برابر ضخامت جوش برگشت داده شود.

در صورتی که صفحه اتصال مزبور در محل تلاقی بادبند با ستون قرار گرفته باشد، در محاسبه ابعاد صفحه و جوشها نیروهای ناشی از بادبند نیز باید منظور شود.



$$a \geq 2b + h_b$$

$$w \geq b$$

$$t \geq \min \begin{cases} 10mm \\ \frac{b}{25} \end{cases}$$

## ۲-۱-۶-۲ تیر

تیرهایی که از طرفین یک ستون عبور می‌کنند:

باید حتی الامکان به بر ستون، و یا صفحه‌ای که روی ستون جوش شده است، بچسبند. دو تیر باید در فواصلی به هم متصل گردند. در هر موضع اتصال دو تیر، دو تسمه بالهای فوقانی و تحتانی تیرها را باید به هم متصل سازد.

فاصله لبه اولین تسمه فوقانی تا بر ستون نباید از ۱ سانتیمتر کمتر و از ۱۰ سانتیمتر بیشتر باشد.

ابعاد این تسمه‌ها (پهنای و ضخامت) نباید کمتر از ابعاد بال تیر باشد. حداکثر فاصله تسمه‌ها نباید از ۶۰ty برای تیرهای مدفون در داخل سقف، و از ۴۰ty برای سایر تیرها بیشتر باشد (ty شعاع چرخش یا ژیراسیون تیر حول محور ضعیف است). سر تسمه در امتداد محور طولی تیر باید به صورت کامل به بال تیر جوش شود.

### ۲-۶-۳ اتصال

کلیه اتصالات ساده باید علاوه بر نیروهای محاسباتی، حداقل برای یک نیروی افقی و یک نیروی قائم روبه بالای ۵ تن محاسبه شوند. چنانچه از اتصالات توصیه شده در این آیین‌نامه استفاده گردد نیازی به واریسی و در نظر گرفتن نیروهای مزبور نیست.

### ۲-۶-۳-۱ اتصال خرچینی ساده با نشیمن نرم

۱. حداکثر بار قائم مجاز، R، وارد به اتصال شامل یک نبشی زیرین و یک لچکی فوقانی از رابطه زیر به دست می‌آید:

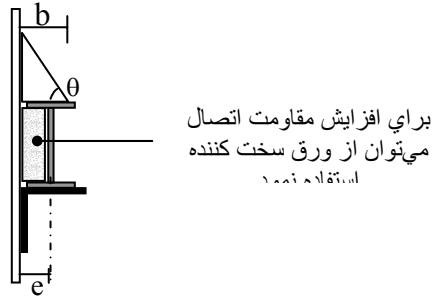
$$R = 0.6(R_1 + R_2) \leq 1.2R_1 \quad (1)$$

که در آن  $R_1$  و  $R_2$  به ترتیب مقاومت نهایی نبشی زیرین و لچکی فوقانی می‌باشند و از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$R_1 = f_y \left( \frac{b_{fb}}{b_{fb} - 2t_1} \right) \left[ \frac{L}{2b_{fb}} t_1^2 + \left( \frac{L}{2b_{fb}} + 0.7 \right) t_{wb}^2 + 2t_{fb}^2 \right] \quad (2)$$

$$R_2 = f_y t \sin^2 \theta \left( \sqrt{b^2 + \left( e - \frac{b}{2} \right)^2} - 2 \left( e - \frac{b}{2} \right) \right) \quad (3)$$

می‌باشد.  $b$  و  $t_{fb}$  عرض و ضخامت بال تیر،  $t_{wb}$  ضخامت جان تیر،  $t_1$  ضخامت بال نبشی و  $L$  طول نبشی می‌باشد.  $b$  و  $t$  عرض و ضخامت لچکی،  $e$  فاصله محور تیر تا بر ستون و  $\theta$  زاویه لبه آزاد لچکی با افق می‌باشد.



شکل ۷. اتصال خرچینی ساده نرم با لچکی فوقانی

- در صورتی که به هر دلیل نیروی وارد از تیر به اتصال رو به بالا باشد در رابطه ۱ فقط مقاومت لچکی فوقانی،  $R_2$ ، در نظر گرفته می‌شود و در این حالت لازم است پایداری موضعی لچکی از رابطه ۴ کنترل گردد.
۲. برای محاسبه جوش، نیروی قائم بین نبشی زیرین و لچکی فوقانی به نسبت مقاومت نهایی آنها (یعنی  $R_1$  و  $R_2$ ) تقسیم می‌شود. محاسبه جوش لچکی فوقانی به ستون بر اساس انتقال برش خالص، و محاسبه جوش نبشی زیرین به ستون بر اساس انتقال برش بعلاوه لنگر ناشی از برون محوری  $e$  خواهد بود. جوش لچکی فوقانی به تیر باید قابلیت انتقال نیروی  $R_2$  را فراهم کند.
۳. برای افزایش مقاومت اتصال می‌توان از ورق سخت کننده مطابق شکل ۷ استفاده نمود. این ورق که مشابه ورق تقویت لهدگی در اتصال سخت شکل ۸ است محاذی لچکی فوقانی نصب می‌شود و حداقل ضخامت آن برابر ۱۰ میلی‌متر می‌باشد. در صورت استفاده از ورق سخت کننده، مقاومت مجاز اتصال به میزان ۲۰٪ مقدار حاصل از رابطه ۱ افزایش می‌یابد. محاسبه ضخامت و جوش این ورق به جان و بالهای تیر بر اساس اضافه مقاومت مزبور صورت می‌گیرد.
۴. لازم است که بال نبشی زیرین به طور کامل به لبه بیرونی بال زیرین تیر جوش داده شود.

## ۲-۳-۶-۲ اتصال خرچینی ساده با نشیمن سخت

بجای نبشی زیرین می‌توان از نشیمن سخت استفاده نمود که شامل دو ورق جان و بال می‌باشد (شکل ۲).  
 ۱. جزئیات و مشخصات نشیمن سخت در شکل ۸ ارائه شده و لازم است که محدودیتها و الزامات زیر در نظر گرفته شود.

ارتفاع لچکی نباید کمتر از عرض بال باشد ( $h \geq w$ ).

حداقل عرض بال اتصال،  $w$  برابر است با عرض بال تیر بعلاوه  $1/5$  سانتیمتر.

حداقل طول بال اتصال در امتداد موازی با محور طولی تیر برابر است با عرض بال تیر.

حداقل ضخامت بال اتصال برابر است با ضخامت بال تیر.

حداقل عرض لچکی برابر است با هشت دهم عرض بال تیر ( $0.8b_{fb}$ ).

حداقل ضخامت جان لچکی برابر است با ضخامت جان تیر

ضخامت جان اتصال نباید از ضخامت بال آن کمتر باشد.

بال اتصال باید به طور کامل به لبه بیرونی بال زیرین تیر جوش داده شود و با جوش شیاری به ستون متصل شود.

اتصال بال و جان اتصال باید به وسیله جوش گوشه تأمین گردد.

اتصال جان اتصال به ستون می‌تواند به وسیله جوش گوشه تأمین شود.

۲. حداکثر بار قائم مجاز اتصال از رابطه ۱ به دست می‌آید که در آن  $R_1$  و  $R_2$  به ترتیب مقاومت نهایی لچکی‌های زیرین و فوقانی می‌باشند و هر دو از رابطه ۳ با توجه به ابعاد این لچکیها به دست می‌آیند. در مورد لچکی زیرین،  $b$  مطابق شکل ۸ عرض لچکی می‌باشد.

۳. پایداری موضعی لچکی زیرین بر اساس رابطه زیر کنترل می‌شود:

$$b/t \leq 1000/\sqrt{f_y} \quad (4)$$

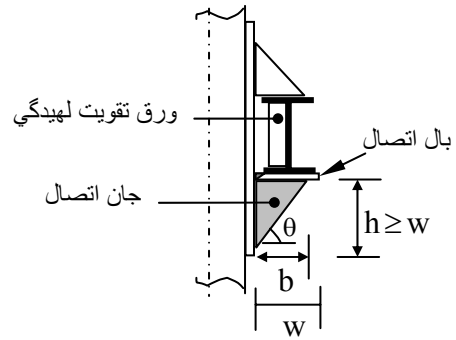
۴. برای محاسبه جوش، نیروی قائم بین نشیمن زیرین و لچکی فوقانی به نسبت مقاومت نهایی آنها

(یعنی  $R_1$  و  $R_2$ ) تقسیم می‌شود.

محاسبه جوش لچکیهای زیرین و فوقانی به ستون بر اساس انتقال برش خالص انجام می‌شود.



محاسبه جوش بال اتصال به ستون، و به لچکی جان برای انتقال نیروی  $P \cot \theta$  انجام می‌شود که  $P$  سهم نشیمن از نیروی قائم است.



شکل ۸. اتصال خرچینی ساده با نشیمن سخت

۳

---

---

قابهای با اتصال خرجینی گیردار



### ۱-۳ تعریف اتصال خرچینی گیردار

اتصال خرچینی گیردار اتصالی است که چنانچه زیر اثر لنگر قرار گیرد، پس از تغییر شکل، زاویه بین تیر و ستون در محل اتصال تغییر محسوسی نکند. حداقل سختی چرخشی اولیه اتصال خرچینی گیردار در ساختمانهای متعارف برابر ۲۰۰۰ تن متر بر رادیان می‌باشد. علاوه بر این، اتصال خرچینی گیردار باید قابلیت انتقال نیروهای افقی، قائم و لنگر خمشی بین تیر و ستون را دارا باشد.

در صورت استفاده از جزئیات ارائه شده در بند ۳.۳، اتصال از نوع خرچینی گیردار محسوب می‌شود و در صورت استفاده از جزئیاتی متفاوت، لازم است سختی اتصال با استفاده از آزمایش و یا با تحلیل دقیق و در نظر گرفتن همه شرایط و محدودیتهای اتصال تعیین گردد. در این صورت، چنانچه سختی چرخشی اولیه اتصال بیش از ۲۰۰۰ تن متر بر رادیان باشد و قابلیت انتقال نیروهای افقی و قائم وارده، و لنگر خمشی در حد ظرفیت خمشی تیر را داشته باشد، اتصال گیردار محسوب می‌شود.

### ۲-۳ انواع اتصال خرچینی گیردار

اتصال خرچینی گیردار بر دو نوع است: اتصال خرچینی با صفحات افقی (نوع ۱) و اتصال خرچینی با صفحات قائم (نوع ۲).

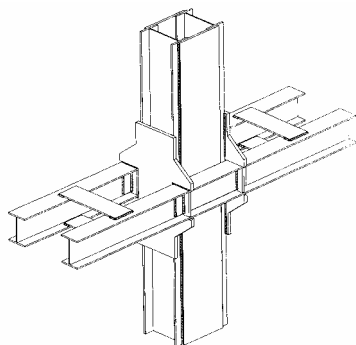
نوع ۱. اتصال خرچینی گیردار با صفحات اتصال افقی

در این اتصال نیروهای قائم (برش) تیرها از طریق اتصال با نشیمن نرم یا سخت مذکور در فصل ۲ به ستون منتقل می‌گردد و نیروی محوری و لنگر خمشی تیرها از طریق ورقهای جوش شده روی بالهای فوقانی و تحتانی تیر که به ستون جوش شده‌اند، منتقل می‌گردد. این نوع اتصال فقط در قابلهای خمشی فولادی با شکل پذیری معمولی می‌تواند به کار رود.

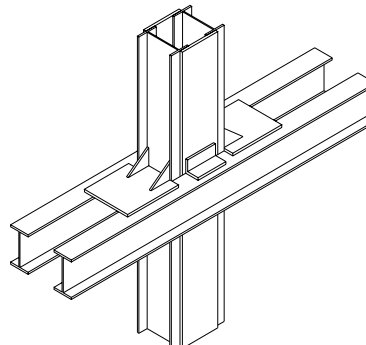
نوع ۲. اتصال خرچینی گیردار با صفحات اتصال قائم

در این اتصال، کلیه نیروهای قائم و افقی و لنگر خمشی تیرها از طریق ورقهایی که روی دو بر

ستون (عمود بر محور تیر) جوش شده و با جوشهای نفوذی به بالهای فوقانی و تحتانی تیرهای دو طرف ستون متصل می‌گردد، منتقل می‌شود. این نوع اتصال در قابهای خمشی با شکل پذیری معمولی و با شکل پذیری ویژه می‌تواند به کار رود.



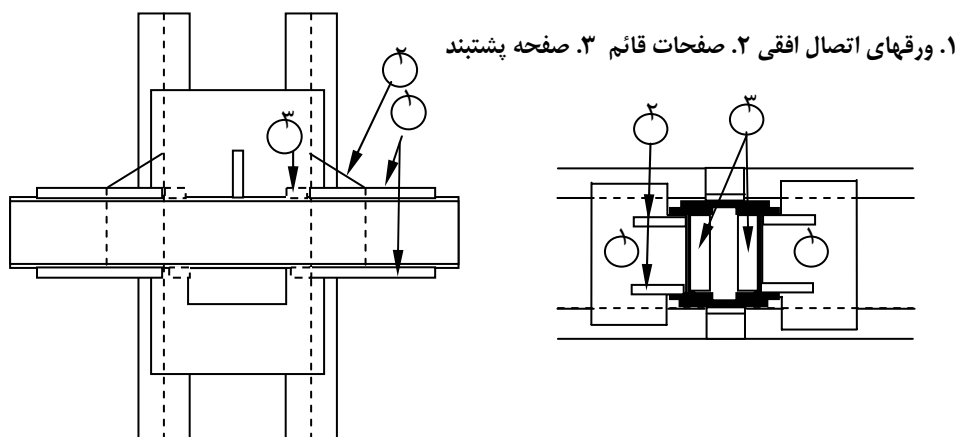
شکل ۱۰. اتصال گیردار نوع ۲



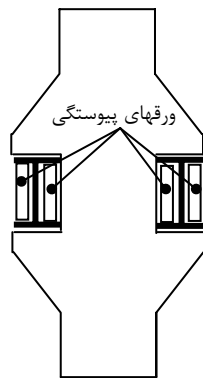
شکل ۹. اتصال گیردار نوع ۱

### ۳-۳ جزئیات

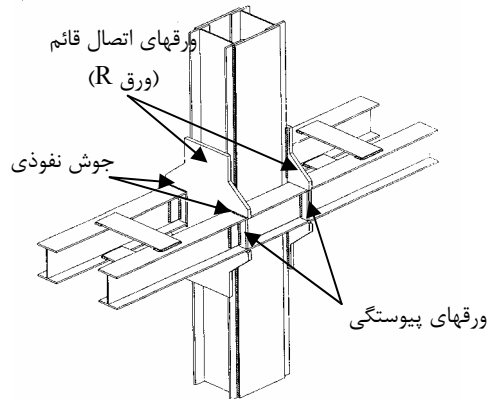
جزئیات مناسب برای اتصالات خرچینی گیردار نوع ۱ و ۲ در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ ارائه شده است.



شکل ۱۱. جزئیات اتصال خرچینی گیردار نوع ۱



ورق اتصال قائم (ورق R)



اجزای اصلی اتصال

### شکل ۱۲. جزئیات اتصال خرچینی گیردار نوع ۲

هریک از اتصالات خرچینی گیردار نوع ۱ و ۲ می‌تواند در صفحه قاب خرچینی و صفحه عمود بر آن با انواع دیگر سیستم‌های سازه‌ای ترکیب شود که نمونه‌های آن در پیوست ۱ ارائه شده است. این نمونه‌ها شامل ترکیب اتصال خرچینی گیردار با اتصالات ساده و بادبند در صفحه قاب و صفحه عمود بر قاب می‌باشند.

چنانچه در قابهای انتهایی امکان اجرای تیر در دو طرف ستون میسر نباشد، استفاده از اتصال خرچینی گیردار با عبور تیر فقط از یک طرف ستون به دلیل عدم تقارن مجاز نمی‌باشد. در قابهای انتهایی می‌توان با قطع تیر در محل ستون از اتصال گیردار معمولی تیر به ستون استفاده نمود.

### ۳-۴ تحلیل قاب با اتصال خرچینی گیردار زیر اثر بار وزنی

اتصال خرچینی گیردار به صورتی در نظر گرفته می‌شود که بتواند تمام نیروها در محل اتصال (نیروهای قائم، افقی و لنگر) را از تیر به ستون منتقل سازد. قاب متشکل از تیرها و ستونهایی که با اتصال خرچینی گیردار به هم متصل شده‌اند، قاب گیردار (خمشی) خوانده می‌شود.

تحلیل قاب گیردار زیر اثر بار وزنی، و تعیین نیروی برشی و لنگر در تیرها، و نیروی محوری و لنگر در ستونها با فرض گیردار بودن اتصالات انجام می‌گیرد.

### ۳-۵ تحلیل قاب با اتصال خرچینی گیردار زیر اثر بار زلزله

قاب متشکل از تیرها و ستونها با اتصالات خرچینی گیردار به صورت قاب خمشی در نظر گرفته می‌شود که در صفحه قاب دارای مقاومت جانبی می‌باشد، اما می‌توان برای افزایش مقاومت جانبی آن در برابر بارهای جانبی باد و زلزله از یکی از سیستم‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی مندرج در جدول ۳ آیین‌نامه ۲۸۰۰ نیز استفاده کرد.

محاسبه نیروی زلزله بر اساس ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای سیستم قاب خمشی و با توجه به سیستم لرزه‌بر کمکی صورت می‌گیرد.

### ۳-۵-۱ زمان تناوب

محاسبه زمان تناوب سازه بر اساس ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ صورت می‌گیرد.

### ۳-۵-۲ ضریب رفتار، حداکثر ارتفاع مجاز

ضریب رفتار و حداکثر ارتفاع مجاز قابهای با اتصال خرچینی گیردار چنانچه اتصال گیردار از نوع ۱ باشد، مشابه قابهای خمشی با شکل پذیری معمولی و چنانچه اتصال گیردار از نوع ۲ باشد، با رعایت ضوابط آیین‌نامه ۲۸۰۰ می‌تواند مشابه قابهای خمشی با شکل‌پذیری معمولی و یا ویژه در نظر گرفته شود.

## ۳-۶ ضوابط طراحی قاب با اتصال خرجینی گیردار (نوع ۱ و ۲)

## ۳-۶-۱ ستون

## ۳-۶-۱-۱ ضریب طول مؤثر

ضریب طول مؤثر ستون مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران در نظر گرفته می‌شود. ضریب طول مؤثر ستون در قابهای با اتصال خرجینی گیردار (نوع ۱ و ۲)، چنانچه در صفحه قاب، سیستم لرزه‌بر سخت (بادبند، دیوار برشی مسلح یا میانقاب مسلح) به میزان کافی وجود داشته باشد، برابر یک منظور می‌گردد.

ضریب طول مؤثر ستون در قابهای با اتصال خرجینی گیردار (نوع ۱ و ۲) چنانچه در صفحه قاب، سیستم لرزه‌بر سخت به میزان کافی وجود نداشته باشد، در صورت ارضای شرایط زیر برابر یک می‌باشد.

$$f_a \leq 0.3 f_y \quad (\text{الف})$$

(ب) پیوستگی ستونها در محل اتصال

$$Q = \frac{(\sum P)\delta}{Vh} \leq 0.04 \quad (\text{پ})$$

در صورت فراهم نبودن شرایط فوق، بر اساس ضرایب  $G_A$  و  $G_B$  دو انتهای ستون و از طریق نمودار زیر محاسبه می‌گردد. چنانچه اتصال ستون به کف ستون مفصلی باشد، مقدار این ضریب برای پای ستون برابر ۱۰، و اگر گیردار باشد برابر ۱ فرض خواهد شد.

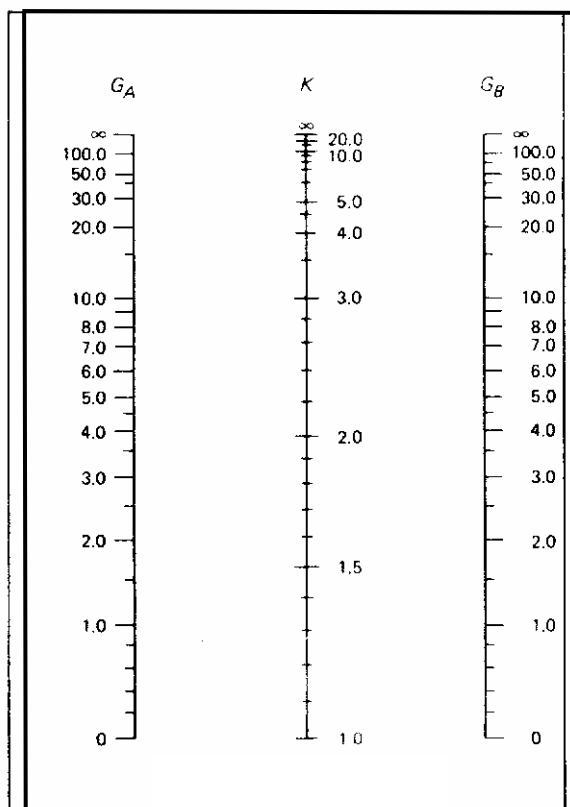
$$G_{A,B} = \left( \frac{\sum \left( \frac{I}{L} \right)_c}{\sum \left( \frac{I}{L} \right)_b} \right)_{A,B} \quad (5)$$

که A و B دو انتهای ستون می‌باشند.  $\sum p$  جمع نیروی ثقلی (محوری) ستونهای طبقه،  $\delta$  تغییر

مکان نسبی طبقه، V برشی ستونها طبقه، و h ارتفاع طبقه می‌باشد.



مقطع ستونها باید برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی در کلیه بارگذاریها مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، و ضوابط پیوست ۲ استاندارد ۲۸۰۰ طراحی گردد.

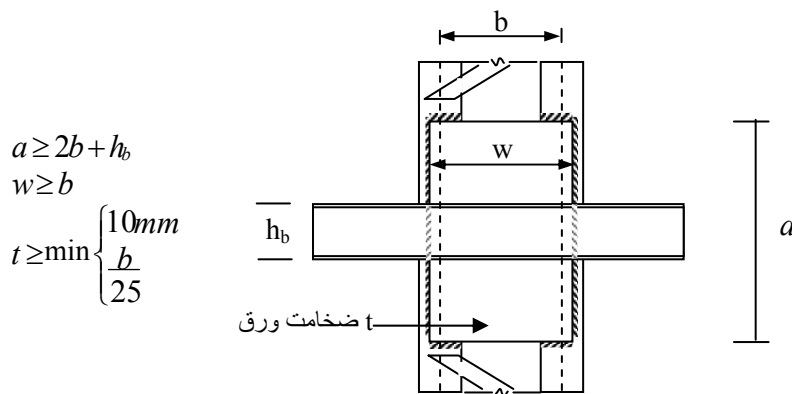


شکل ۱۳. نمودار ضریب طول مؤثر ستون در قابهای مهار نشده

## ۳-۶-۱-۲ ستون مرکب

در ستونهای مرکب قابهای خمشی، باید از بکارگیری بستهای موازی برای اتصال دو نیمرخ تشکیل دهنده ستون، خودداری، و در صورت نیاز از ورقهای سرتاسری استفاده گردد. چنانچه از بستهای مورب استفاده شود، ابعاد و زاویه بستها و اتصالات آنها باید برای حداقل نیروی محوری فشاری و کششی که تصویر آن در راستای افق برابر برش ناشی از بارهای ثقلی مرده و زنده به اضافه نیروی برشی جانبی ستون، در کلیه ترکیبات بارگذاری باشد، طراحی شود. همچنین نیروی برشی مزبور نباید از  $0.2$  بار محوری ثقلی مرده و زنده ستون کمتر باشد. در طراحی این بستها همچنین باید ضوابط بند ۱۰-۱-۵-۴ مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ایران رعایت گردد.

در صورتی که نیمرخهای تشکیل دهنده ستون از هم فاصله داشته باشند، لازم است در محل گره (اتصال تیر به ستون)، صفحه‌ای که ابعاد آن روابط زیر را ارضا نماید، نصب گردد. لبه‌های قائم این صفحه باید به طور کامل و با برگشت حداقل ۴ برابر بعد جوش به ستون جوش شود. ابعاد این صفحه در صورت لزوم باید به منظور نصب سیستم‌های سازه‌ای دیگر، در جهت عمود بر صفحه قاب و تحمل نیروهای وارده ناشی از آنها افزایش یابد. برای ستونهای مرکب، علاوه بر کنترل مقطع مرکب، تک نیمرخها باید در فاصله بین بستها، برای نیروی محوری سهم هر نیمرخ و نیروی محوری متناظر با لنگر خمشی موجود در مقطع ستون، در آن نیمرخ به صورت یک عضو محوری فشاری طرح گردد.



شکل ۱۴. جزئیات صفحه اتصال ستون

## ۳-۶-۳ تیر

تیرها باید دارای شرایط زیر باشند:

- تیرها باید حتی الامکان به بر ستون و یا صفحه‌ای که در محل گره اتصال روی ستون نصب شده است بچسبند.

- بالهای دو تیر خرچینی دو طرف ستون باید در فواصلی که از  $4 \cdot r_y$  بیشتر نباشد به یکدیگر متصل شوند. در هر موضع اتصال دو تیر، دو تسمه که ابعاد آنها از ابعاد بال تیرها کمتر نباشد باید بالهای فوقانی و تحتانی دو تیر خرچینی را به یکدیگر متصل سازد. سر تسمه در امتداد محور طولی تیر باید به صورت کامل به بال تیر جوش شود.

- نسبت عرض به ضخامت بال تیر،  $\frac{b_{fb}}{2t_{fb}}$ ، نباید در قابهای با شکل‌پذیری ویژه از  $\frac{435}{\sqrt{f_y}}$ ، و در قابهای با شکل‌پذیری معمولی از  $\frac{545}{\sqrt{f_y}}$  کمتر باشد.

- تنش برشی در جان تیر در حد فاصل دو ستون مجاور تحت نیروی  $V_g$  برای بارگذاری عادی نباید از  $0.4f_y$  و تحت نیروی  $\frac{2M_{pb}}{l_b} + V_g$  برای بارگذاری فوق العاده نباید از  $0.55f_y$  بیشتر باشد.  $V_g$  برش ناشی از بارهای ثقلی مرده و زنده،  $l_b$  فاصله آزاد تیر در حد فاصل دو ستون مجاور، و  $M_{pb} = Zf_y$  می‌باشد. اتصال بال به جان تیر در تیرهای ساخته شده از ورق نیز برای جریان برشی برابر با نیروهای برشی فوق طراحی می‌گردد. باید توجه داشت که تنشهای مجاز در فولاد و جوش در حالت بارگذاری فوق العاده، در مقایسه با بارگذاری عادی به میزان یک سوم افزایش می‌یابند.

- در قابهای دارای اتصال گیردار نوع ۲، حداقل مقاومت برشی نهایی تیر در حد فاصل دو ورق اتصال تیر به ستون (چشمه اتصال دو تیر)،  $V_p$ ، نباید از مقدار زیر کمتر باشد:

$$V_p = 0.55 f_y h_b t_{wb} \left( 1 + \frac{3b_{fb} t_{fb}^2}{h_b d_c t_{wb}} \right) \geq \frac{2.5 M_{pb}}{d} \quad (۶)$$

که در آن  $h_b$ ،  $t_{wb}$  و  $b_{fb}$  به ترتیب عمق، ضخامت جان، عرض بال و ضخامت بال تیر و  $d_c$  عمق ستون و  $d$  فاصله مرکز تا مرکز ورقهای اتصال تیر به ستون است. در غیر این صورت باید جان تیر در ناحیه چشمه اتصال با دو ورق در طرفین جان تیر تقویت گردد (ورقهای مضاعف) به طوری که رابطه فوق با جاگذاری  $2t_z + t_{wb}$  به جای  $t_{wb}$  اقناع گردد، که در آن  $t_z$  ضخامت هریک از ورقهای به کار رفته در

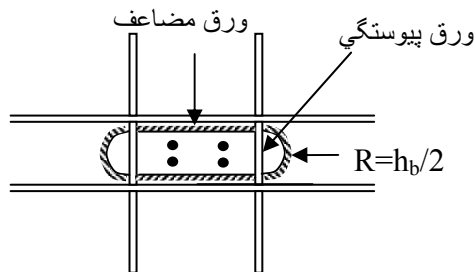
طرفین جان تیر می‌باشد. ضمناً ضخامت ورقهای مضاعف باید رابطه  $t_z \geq \frac{d + h_b}{90}$  را ارضا کند.

پیرامون ورقهای مضاعف باید مطابق شکل زیر با جوش گوشه به جان تیر متصل گردد.

- جان تیر باید به محاذات ورقهای اتصال توسط ورقهای پیوستگی که ضخامت آنها از ضخامت ورقهای اتصال تیر به ستون کمتر نباشد، در طرفین جان تقویت گردد. این ورقها که در شکل ۱۹ با حرف C نشان داده شده‌اند باید با جوش نفوذی به بالهای فوقانی و تحتانی تیر و با جوش گوشه به جان تیر

متصل گردد. نسبت عرض به ضخامت ورقهای پیوستگی باید رابطه  $\frac{b_s}{t_s} \leq \frac{525}{\sqrt{f_y}}$  را ارضا کند که در آن

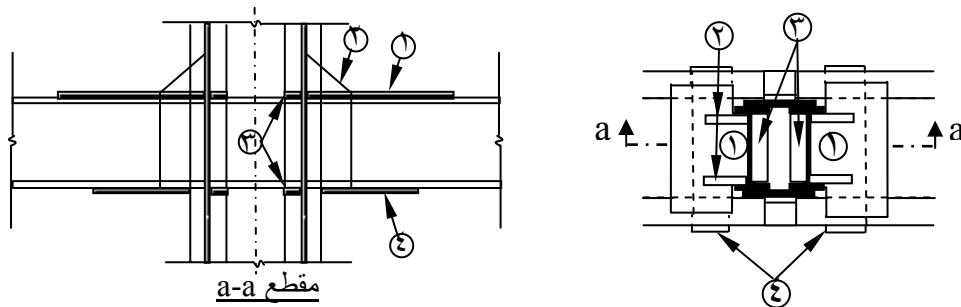
$$b_s = \frac{1}{2}(b_{fb} - t_{wb})$$



شکل ۱۵. اتصال ورقهای مضاعف به جان تیر

### ۳-۶-۳ اتصال گیردار نوع ۱

جزئیات این اتصال در شکل‌های ۹ و ۱۱ نشان داده شده است. در این اتصال نیروهای قائم (برش) تیرها از طریق اتصال با نشیمن نرم یا سخت مذکور در فصل ۲ به ستون منتقل می‌گردد و نیروی محوری و لنگر خمشی تیرها از طریق ورق‌های اتصال افقی جوش شده روی بال‌های فوقانی و تحتانی تیرها به ستون منتقل می‌شود. مطابق شکل ۱۶، ورق‌های اتصال افقی فوقانی و تحتانی (۱ و ۴) زبانه می‌شوند و توسط جوش گوشه یا شیاری به بال و جان ستون جوش می‌گردند. برای افزایش سطح اتصال این ورق‌ها به ستون صفحات قائم (شماره ۲) به بال ستون و این صفحات جوش می‌شود. علاوه بر آن، برای افزایش کارایی جان ستون، به محاذات هر صفحه اتصال و در سمت دیگر جان ستون، یک صفحه پشتبند (شماره ۳) قرار می‌گیرد که به جان و بال‌های ستون جوش می‌شود.



۱. ورق اتصال افقی فوقانی ۲. صفحات قائم ۳. صفحه پشتبند ۴. ورق اتصال افقی تحتانی

شکل ۱۶. ورق‌های اتصال افقی فوقانی و تحتانی، صفحات قائم و ورق‌های پشتبند در اتصال گیردار نوع ۱

### ۳-۶-۳-۱ طراحی ورق‌های اتصال

#### ۳-۶-۳-۱-۱ تعیین ابعاد ورق‌ها

نیروی افقی وارد بر ورق‌های اتصال فوقانی و تحتانی از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$F = \frac{2M_{pb}}{d_b} \quad (Y)$$

$M_{pb}$  لنگر خمیری و  $d_b$  عمق هریک از تیرهای خرجینی می‌باشد. حداقل ضخامت ورقهای اتصال،  $t_p$ ، به گونه‌ای تعیین می‌شود تا تنش کششی متوسط ایجاد شده در ورق اتصال از حد مجاز بیشتر نشود. ضخامت ورقهای فوقانی و تحتانی نباید از این مقدار کمتر باشد.

$$t_p = \frac{F}{L_1 \cdot F'_t} \geq 1.2t_{fb} \quad (8)$$

$t_{fb}$  ضخامت بال تیر و  $L_1$  عرض ورق اتصال با توجه به شکل ۱۷،  $F'_t$  تنش کششی مجاز برابر  $f_y/8$  می‌باشد. ضخامت ورق پشتبند (شکل ۱۶) نباید از ضخامت صفحه اتصال محاذی، و ضخامت صفحات قائم متصل به صفحه اتصال، نباید از ضخامت بال ستون کمتر باشد.

عرض ورق تقویت فوقانی،  $L_1$ ، طوری تعیین می‌شود که لبه‌های ورق تقویت در امتداد محاذی جان تیرها قرار گیرد و عرض ورق تقویت تحتانی،  $L_5$  طوری تعیین می‌شود که لبه‌های آن از بر تیر به اندازه ۱ سانتیمتر بیرون آید (برای جوشکاری). ابعاد  $L_3$  و  $L_4$  نیز طوری تعیین می‌شوند که ورقهای اتصال زبانه شده به طور جزم در داخل نیمرخ ستون قرار گیرند (برای این منظور لازم است گوشه‌های زبانه گرد شوند). طول ورق فوقانی،  $L_2$  برای انتقال نصف نیروی افقی از طریق جمعاً دو خط جوش گوشه به بال تیر تعیین می‌گردد.

$$L_2 = \frac{F/2}{R'_w} \quad (9)$$

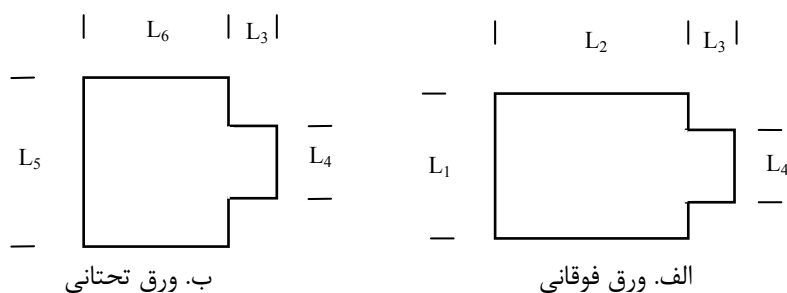
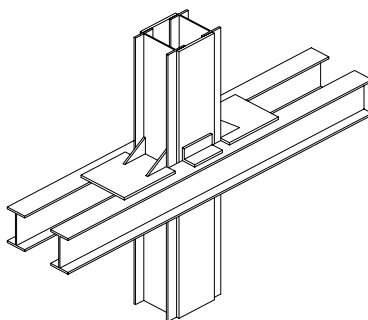
$R'_w$  ارزش جوش (مقاومت مجاز واحد طول جوش) در حالت بارگذاری فوق العاده است، که به میزان یک سوم بیش از مقاومت مجاز واحد طول جوش در حالت بارگذاری عادی،  $R_w$ ، در نظر گرفته می‌شود. طول ورق تحتانی با توجه به وجود ۴ خط جوش برابر  $L_6 = L_2/2$  می‌باشد. طول ورقهای اتصال در هر حال نباید از نصف عرض آنها کمتر باشد.

نسبت عرض به ضخامت زبانه ورق اتصال به منظور اجتناب از کماتش موضعی نباید از مقدار زیر

تجاوز کند:

$$\frac{L_1}{t_p} \leq \frac{2100}{\sqrt{f_y}} \quad (10)$$

$f_y$  تنش تسلیم ورق اتصال بر حسب  $\text{kg/cm}^2$  است.



شکل ۱۷. ورقهای اتصال زبانه شده

### ۳-۶-۳-۱-۲ محاسبه جوشها

ورقهای اتصال افقی به بالها با جوش گوشه متصل می‌گردند و طول جوش بر اساس انتقال نیروی افقی به دست آمده از رابطه ۷ طبق ضوابط بند ۱۰-۱-۷-۲-ب مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران انجام می‌شود.

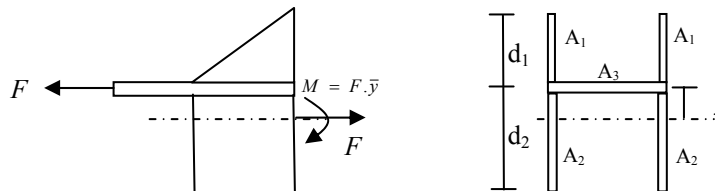
تنش اوج ایجاد شده در جوشهای اتصال افقی و صفحه قائم به ستون با توجه به شکل ۱۸ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f_w = \frac{F}{A_w} + \frac{F\bar{y}(\bar{y} + d_1)}{I_w} \quad (11)$$

$A_w$  سطح مقطع کل جوش (شامل جوش زبانه و صفحه قائم به ستون)،  $I_w$  ممان اینرسی کل جوش نسبت به محور خنثی و  $\bar{y}$  فاصله محور خنثی تا مرکز جوش زبانه است و  $\bar{y}$  با توجه به شکل ۱۸ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\bar{y} = \frac{A_2 d_2 - A_1 d_1}{2(A_1 + A_2) + A_3} \quad (12)$$

$A_3$  سطح جوش زبانه شامل جوش زبانه به بالها و به جان ستون، و  $A_1$  و  $A_2$  سطح جوش یک صفحه قائم به ستون می‌باشد. تنش به دست آمده برای جوش نباید از تنش مجاز جوش در حالت بارگذاری فوق العاده بیشتر شود. برای تنش مجاز جوش در این حالت، نسبت به حالت بارگذاری عادی به میزان یک سوم افزایش در نظر گرفته می‌شود. باید توجه داشت که چنانچه برای اتصال ورقها به ستون از جوشکاری با کنترل چشمی استفاده شود، طبق توصیه مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران ضریب کاهش مقاومت مجاز جوش،  $\phi$ ، برابر  $0.75$  می‌باشد. ضمناً در صورت استفاده از جوش شیاری با نفوذ کامل و آزمایشهای غیر مخرب برای اتصال زبانه به ستون استفاده شود تنش مجاز جوش طبق ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران برابر  $0.8f_y$  می‌باشد و چنانچه جوش در محل انجام شود و بازرسی به صورت چشمی باشد این تنش مجاز در ضریب کاهش  $0.75$  ضرب خواهد شد. ضمناً در صورتی که از جوش شیاری با نفوذ ناقص استفاده شود باید میزان افزایش ضخامت ورق و جوش متناسباً محاسبه گردد.



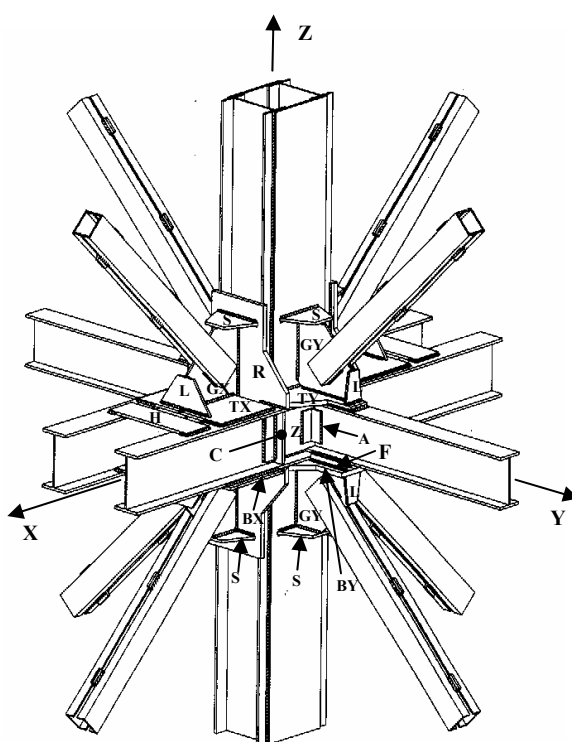
شکل ۱۸. جوشهای اتصال افقی و صفحات قائم به ستون

### ۳-۶-۴ اتصال گیردار نوع ۲

همان طور که در شکل‌های ۱۰ و ۱۲ نشان داده شده، در این اتصال، کلیه نیروهای قائم و افقی و لنگر



خمشی تیرها از طریق ورقهای اتصال R در شکل ۱۹، که روی دو بر ستون (عمود بر محور تیر) جوش شده و با جوشهای نفوذی به بالهای فوقانی و تحتانی تیرهای دو طرف ستون متصل می‌گردد، منتقل می‌شود. نیروی قائم توسط زائده‌های بیرون آمده از صفحه R به بال تیرهای خرچینی وارد می‌شود. این نوع اتصال در قابهای خمشی با شکل پذیری معمولی و با شکل پذیری ویژه می‌تواند به کار رود. برای طراحی اجزای اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ و جوشهای مربوط به آن، شکل ۱۹ را که حالت کلی این اتصال را نشان می‌دهد در نظر گرفته و بر اساس نامگذاری انجام شده روی اجزای این اتصال، طراحی این اجزا و جوشهای مربوط صورت می‌گیرد.



شکل ۱۹. اتصال نوع ۲ و اجزای آن در کلی‌ترین حالت

## ۳-۶-۴-۱ طراحی ورقهای اتصال

## ۳-۶-۴-۱-۱ تعیین ابعاد ورقها

## ۳-۶-۴-۱-۱-۱ طراحی ورق اتصال R

اتصال R در شکل ۲۰ نشان داده شده است. نیروی قائم وارده به یکی از تیرهای خرچینی در ورق اتصال R در سمت راست گره، حاصل از ترکیب بار قائم و زلزله از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F_1 = \frac{M_{pb1} + M_{pb2}}{d_1} + \frac{2M_{pb1}}{l_{b1}} + V_{g1} \quad (13)$$

که  $M_{pb1}$  و  $M_{pb2}$  لنگر خمیری هریک از تیرهای خرچینی در سمت راست و چپ گره،  $d_1$  فاصله مراکز ورقهای اتصال R در طرفین ستون (طبق شکل ۲۰)،  $l_{b1}$  طول دهانه تیر سمت راست، و  $V_{g1}$  نیروی برشی انتهای هر یک از تیرهای سمت راست گره ناشی از نیروهای ثقلی (بارهای مرده و زنده) است. محاسبه نیروی وارده از یکی از تیرهای خرچینی به ورق اتصال سمت چپ نیز به طور مشابه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F_2 = \frac{M_{pb1} + M_{pb2}}{d_b} + \frac{2M_{pb2}}{l_{b2}} + V_{g2} \quad (14)$$

که  $l_{b2}$  طول دهانه تیر سمت چپ، و  $V_{g2}$  نیروی برشی انتهای هر یک از تیرهای سمت چپ گره، ناشی از نیروهای ثقلی (بارهای مرده و زنده) است.

تذکر. در صورتی که مطابق شکل ۱۹ نیروی قائم تیرهای عمود بر تیرهای خرچینی توسط اتصال A به تیر خرچینی و در نهایت به ورق اتصال R انتقال یابد، لازم است نیروی مربوط از رابطه ۳۹ محاسبه و به مقدار حاصل از روابط ۱۳ و ۱۴ اضافه گردد. چنانچه اتصال تیرهای عمود بر قاب خرچینی از ساده (غیرگیردار) باشد، مقدار  $M'_{pb}$  در رابطه ۳۹ برابر صفر خواهد بود.

با توجه به شکل ۲۰، حداقل طول  $L_1$  به جهت تأمین عرض کافی تماس بین ورق اتصال و بال تیر برابر  $b_{fb} + 0.5$  سانتیمتر، و حداقل طول  $L_2$  برای تأمین فاصله کافی برای جوشکاری بین ورق اتصال و

ستون برابر  $b_{fc}+3$  سانتیمتر، و طول  $L_3$ ، با توجه به اینکه ورق اتصال R ابتدا روی ستون اجرا گردیده و سپس تیرهای خرچینی در کارگاه در داخل آن نصب می‌شوند برای تأمین رواداری مناسب، باید بین  $0.2$  تا  $0.5$  سانتیمتر بیشتر از عمق تیر،  $d_b$  اختیار گردد. حداقل طولهای  $L_5$  و  $L_6$  به ترتیب برابر  $2L_1$  و  $0.3L_5$  توصیه می‌شود. حداقل طول  $L_4$  برای انتقال نیروی قائم F از ورق اتصال به ستون از طریق جوش گوشه برابر است با:

$$L_4 = \frac{1}{2} \left( \frac{F}{R'_w} - L_3 \right) \quad (15)$$

F برابر بیشترین  $F_1$  و  $F_2$  از روابط ۱۳ و ۱۴، و  $R'_w$  ارزش جوش (مقاومت مجاز واحد طول جوش) در حالت بارگذاری فوق العاده است، که به میزان یک سوم بیش از مقاومت مجاز واحد طول جوش در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته می‌شود.

در حالتی که اتصال خرچینی گیردار نوع ۲، در صفحه خود بادبندی شده باشد باید افزایش طول  $L_4$  طبق بند ۳.۴.۱.۱ در نظر گرفته شود.

حداقل ضخامت ورق اتصال برابر بیشترین مقدار حاصل از روابط زیر می‌باشد.

$$t_1 = \frac{0.625F}{z_1 f_y L_1} \quad \text{کنترل تنش فشاری و کششی در ورق اتصال (۱۶)}$$

$$z_1 = 1.39 - 2.2 \frac{L_1}{L_5} + 1.27 \left( \frac{L_1}{L_5} \right)^2 - 0.25 \left( \frac{L_1}{L_5} \right)^3 \quad (17)$$

$$t_2 = \frac{0.625F}{\phi f_y b_{fb}} \quad (18) \quad \text{کنترل تنش جوش شیاری بین ورق اتصال و بال تیر}$$

$\phi$  ضریب کاهش تنش مجاز جوش و  $b_{fb}$  عرض بال تیر می‌باشد.

$$t_3 = \frac{1.4F}{f_y L_5} \quad (19) \quad \text{کنترل تنش برشی در ورق اتصال}$$

$$t_4 = \frac{1.25F}{f_y L_2} \quad (20) \quad \text{کنترل تنش کششی در طول ورق اتصال}$$

ضمناً در صورت وجود اتصال خمشی در صفحه عمود بر قاب خرجینی (شکل ۱۹)، ضخامت قسمتی از ورق R که در چشمه اتصال قرار دارد باید برای انتقال برش ناشی از اتصال خمشی مذکور کنترل شود. پس

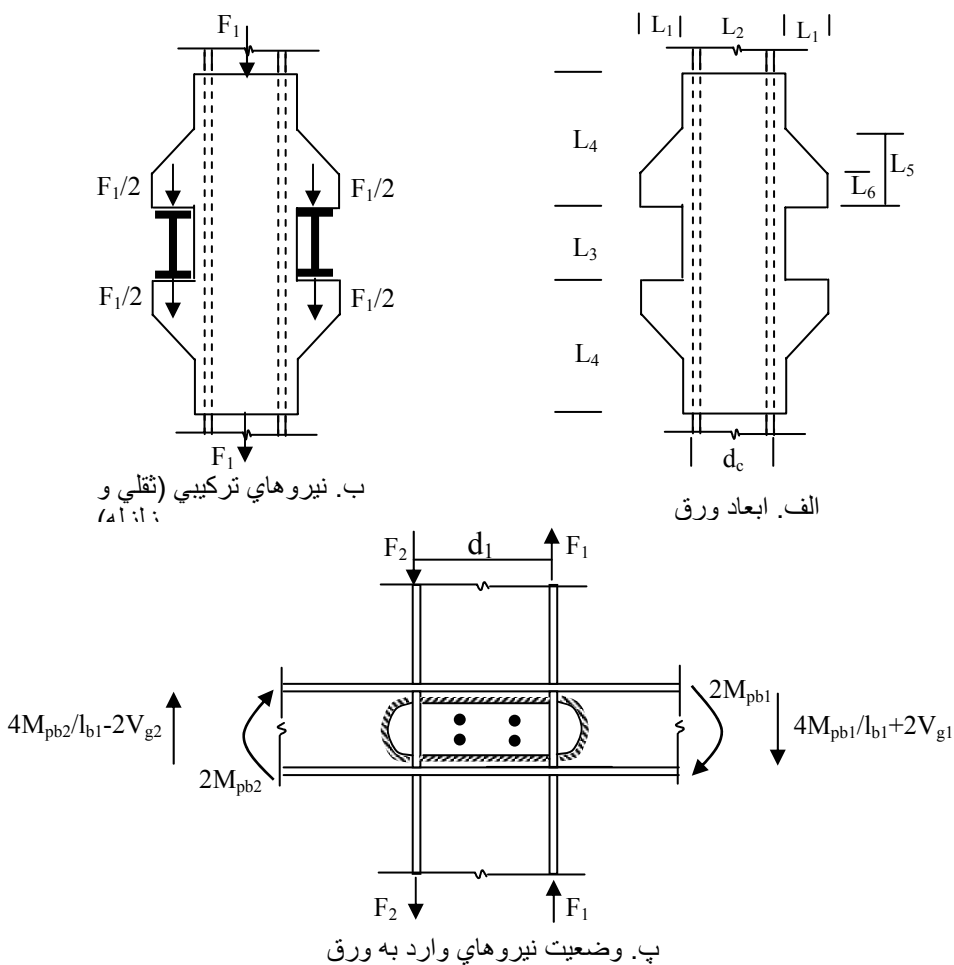
$$t_5 = \frac{1.89F'}{f_y L_2} \quad (20-1)$$

که در آن  $F'$  نیروی برشی ناشی از قاب خمشی متعامد است که از رابطه ۳۴ به دست می‌آید.

### ۳-۶-۴-۱-۲ طراحی ورقهای اتصال بادبند در صفحه قاب خرجینی

#### ۱. ورق اتصال Gx

همان طور که در شکل ۱۹ دیده می‌شود، بادبندها روی ورق Gx جوش می‌شوند و این ورق مستقیماً به ورق R با دو خط جوش گوشه متصل می‌گردد تا برآیند مؤلفه قائم نیروهای وارده را از طریق ورق R به ستون منتقل سازد. ورقهای افقی Tx (شکل ۱۹) وظیفه انتقال نیروی افقی را به تیر بر عهده دارند. این ورقها از طرفین ورق Gx به آن جوش می‌شوند و در نتیجه امکان حرکت افقی را از آن سلب می‌کنند اما جلو حرکت قائم را نمی‌گیرند تا در چرخش نسبی تیر و ستون، به ورق Gx لنگر وارد نشود.



شکل ۲۰. ورق اتصال R

حداقل طول این ورق  $L_G$  به منظور تأمین طول جوش لازم برای انتقال مؤلفه قائم نیروی بادبندها به

ورق R با توجه به دو خط جوش گوشه برابر است با

$$L_G = \frac{P_1 \sin \theta_1 + P_2 \sin \theta_2}{2R'_w} \quad (21)$$

$R'_w$  ارزش جوش (مقاومت مجاز واحد طول جوش) در حالت بارگذاری فوق العاده است، که به میزان یک سوم بیش از مقاومت مجاز واحد طول جوش در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته می‌شود. نیروهای  $P_1$  و  $P_2$  برابرند با

$$P_1 = \min(A_{b1}f_y, 0.4RP_{E1}) \quad (22)$$

$$P_2 = \min(A_{b2}f_y, 0.4RP_{E2}) \quad (23)$$

$A_{b1}$  و  $A_{b2}$  مساحت بادبندهای بالا و پایین،  $R$  ضریب رفتار سازه،  $P_{E1}$  و  $P_{E2}$  نیروی زلزله محاسبه شده برای بادبندهای بالا و پایین، و  $\theta_1$  و  $\theta_2$  زوایای بادبندهای بالا و پایین با افق می‌باشد. حداقل عرض این ورق،  $L_{G3}$ ، به منظور تأمین طول جوش لازم برای انتقال مؤلفه افقی نیروی بادبندها به ورقهای  $Tx$  و  $Bx$  با توجه به جمعاً ۴ خط جوش گوشه برابر است با:

$$L_{G3} = \frac{V_E}{4R'_w} + 1.5 \quad cm \quad (24)$$

که

$$V_E = \max\{(P_2 \cos \theta_2 - P_1 \cos \theta_1), 0.4R\} \quad (25)$$

ضخامت ورق اتصال  $Gx$  برابر بیشترین مقادیر زیر می‌باشد:

$$t_1 = \frac{2.83(P_1 \sin \theta_1 + P_2 \sin \theta_2)}{f_y L_G} \quad (26)$$

$$t_2 = \frac{1.41V_E}{f_y L_{G3}} \quad (27)$$

۲. ورقهای اتصال  $Tx$  و  $Bx$

با توجه به شکل ۱۹، این ورقها برای انتقال نیروی افقی تراز سقف از تیرها به ورق  $Gx$  و از آنجا به بادبندها به کار می‌روند. ورق  $Bx$  در زیر، و ورق  $Tx$  بر روی تیرهای خرجینی نصب شده‌اند. عرض ورق  $Tx$  در راستای عمود بر صفحه بادبند طوری تعیین می‌شود که لبه آن تا لبه خارجی تیر به اندازه ۲

سانتیمتر فاصله داشته باشد، و عرض ورق Bx طوری تعیین می‌شود که لبه آن به اندازه ۲ سانتیمتر از لبه خارجی تیر بیرون بیاید.

حداقل طول این ورقها در راستای متعامد (جهت x در شکل ۱۹) به جهت تأمین طول جوش گوشه لازم برای انتقال نیروی افقی تراز سقف از تیرها به ورق با توجه به ۲ خط جوش گوشه طبق رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$L_x = \frac{V_E}{4R'_w} \quad (28)$$

$V_E$  برآیند مؤلفه‌های افقی بادبندهای بالا و پایین است و از رابطه ۲۵ به دست می‌آید.  $R'_w$  ارزش جوش (مقاومت مجاز واحد طول جوش) در حالت بارگذاری فوق العاده است، که به میزان یک سوم بیش از مقاومت مجاز واحد طول جوش در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته می‌شود. حداقل ضخامت این ورقها بر اساس کنترل برش در ورق برابر است با:

$$t = \frac{0.71V_E}{f_y L_x} \quad (29)$$

### ۳. ورقهای S و L

با توجه به شکل ۱۹، این ورقها برای پایدار نمودن ورق  $G_x$  به کار می‌روند. نسبت عرض به ضخامت این ورقها باید ضابطه پایداری زیر را ارضا نماید.

$$\frac{b_s}{t_s} = \frac{525}{\sqrt{f_y}} \quad (30)$$

$t_s$  ضخامت ورقها و  $b_s$  در ورق S، عرض ورق در قسمت اتصال به ورق قائم و در ورق L، عرض ورق در قسمت اتصال به ورقهای افقی است.

### ۴. افزایش طول ورق اتصال R در حالت بادبندی

در حالتی که اتصال خرچینی گیردار نوع ۲، در صفحه خود بادبندی شده باشد، طول ورق اتصال R در شکل ۱۹ باید طبق رابطه زیر محاسبه گردد.

$$L_4 = \frac{1}{2} \left( \frac{F + 0.5(P_1 \sin \theta_1 + P_2 \sin \theta_2)}{R'_w} - L_3 \right) \quad (31)$$

F برابر بیشترین  $F_1$  و  $F_2$  از روابط ۱۳ و ۱۴، و  $R'_w$  ارزش جوش (مقاومت مجاز واحد طول جوش) در حالت بارگذاری فوق‌العاده است، که به میزان یک سوم بیش از مقاومت مجاز واحد طول جوش در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته می‌شود.  $L_3$  و  $L_4$  در شکل ۲۰ مشخص شده‌اند،  $P_1$  و  $P_2$  از روابط ۲۲ و ۲۳ به دست می‌آیند، و  $\theta_1$  و  $\theta_2$  زوایای بادبندهای بالا و پایین با افق‌اند.

۵. ورق مضاعف D برای تقویت جان تیر

ورق مضاعف D در شکل ۱۹، در صورت لزوم برای افزایش مقاومت برشی جان تیر به کار می‌رود. حداقل ضخامت این ورق بر اساس کنترل مقاومت برشی جان از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$t_{dp} = \frac{1}{2} \left( \frac{2.83V_1}{f_y d_b} - t_w \right) \quad (32)$$

که  $t_w$  و  $d_b$  ضخامت جان و عمق تیر، و  $V_1$  نیروی برشی جان تیر زیر اثر ترکیب بارهای ثقلی و نیروی نهایی زلزله از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$V_1 = \frac{2M_{pb1}}{l_{b1}} + \frac{2M_{pb2}}{l_{b2}} + |V_{g2} - V_{g1}| \quad (33)$$

$M_{pb1}$  و  $M_{pb2}$  لنگر خمیری هریک از تیرهای خرجینی در سمت راست و چپ گره،  $l_{b1}$  و  $l_{b2}$  طول دهانه تیرهای طرفین گره، و  $V_{g1}$  و  $V_{g2}$  نیروی برشی انتهایی هر یک از تیرهای سمت راست و چپ گره، ناشی از نیروهای ثقلی (بارهای مرده و زنده) است.

### ۳-۶-۵ اتصال گیردار متعامد

اتصال گیردار در جهت عمود بر صفحه قاب خرجینی را می‌توان طبق شکل ۱۹ اجرا نمود. در این اتصال، نیروهای قائم (برش) از طریق نبشی A ابتدا به جان تیر خرجینی و سپس به ورق اتصال R و در انتها به

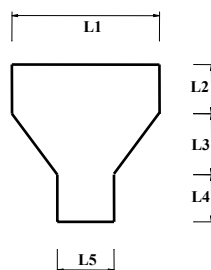


ستون وارد می‌شوند. نیروی محوری و لنگر خمشی تیر نیز از طریق ورق‌های اتصال افقی Ty که به بال‌های تیر جوش گوشه شده‌اند با جوش شیاری به ورق اتصال R منتقل می‌شود. در صفحه عمود بر قاب خرچینی می‌توان مطابق شکل ۱۹، علاوه بر اتصال گیردار، بادبند را نیز توسط ورق Gy و با جوش گوشه به ستون و تیر متصل نمود.

### ۳-۶-۵-۱ طراحی ورق‌های اتصال

۱. ورق‌های اتصال Ty و By

مطابق شکل ۱۹ این ورق‌ها بال‌های تیر صفحه yz را به ورق‌های اتصال R متصل می‌سازند. ابعاد این ورق‌ها در شکل ۲۱ مشخص شده است.



شکل ۲۱. ابعاد ورق‌های اتصال Ty و By

نیروی افقی وارد بر ورق‌های اتصال فوقانی و تحتانی از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$F' = \frac{2M'_p}{d'_b} \quad (34)$$

$M'_p$  لنگر خمیری و  $d'_b$  عمق تیر عمود بر تیرهای خرچینی است. عرض ورق تقویت فوقانی،  $L_1$ ، برابر فاصله خالص ورق‌های اتصال R در دو سمت ستون می‌باشد.  $L_2$  برابر عرض بال تیر خرچینی است.  $L_3$  اختیاری است و توصیه می‌شود از  $(L_5 - L_1)/2$  کمتر نباشد. طول برای ورق فوقانی، Ty، ۳ سانتیمتر کمتر از عرض بال تیر عمود بر تیرهای خرچینی، و برای ورق تحتانی، By، ۳ سانتیمتر بیشتر

از عرض بال تیر مزبور است. در ورق فوقانی طول  $L_4$  برای انتقال نصف نیروی افقی از طریق جمعاً دو خط جوش گوشه به بال تیر تعیین می‌گردد.

$$L_4 = \frac{F' / 2}{R'_w} \quad (35)$$

$R'_w$  ارزش جوش (مقاومت مجاز واحد طول جوش) در حالت بارگذاری فوق العاده است، که به میزان یک سوم بیش از مقاومت مجاز واحد طول جوش در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته می‌شود. طول  $L_4$  در ورق تحتانی می‌تواند به اندازه  $L_3$  کوتاهتر از ورق فوقانی اختیار گردد، زیرا در این طول نیز ورق به بال تیر جوش می‌شود. حداقل ضخامت ورقهای اتصال فوقانی و تحتانی برابر بیشترین مقدار حاصل از روابط زیر می‌باشد. حداقل ضخامت لازم برای کنترل تنش در جوش شیاری بین ورقهای اتصال Ty و By و ورقهای اتصال R برابر است با

$$t_1 = \frac{F' / 2}{F'_w L_2} \quad (36)$$

که در آن  $F'_w$  تنش برشی مجاز جوش شیاری در حالت بارگذاری فوق العاده است، که به میزان یک سوم بیش از تنش مجاز جوش در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته می‌شود. حداقل ضخامت ورقها برای کنترل برش در ورق برابر است با

$$t_2 = \frac{1.4F'}{f_y L_2} \quad (37)$$

حداقل ضخامت ورقها برای کنترل کشش در ورق

$$t_3 = \frac{1.25F'}{f_y L_5} \quad (38)$$

چنانچه، در قاب مربوط بادبند هم وجود داشته باشد برای محاسبه طول  $L_4$  و ضخامت ورقهای فوق لازم است مؤلفه افقی نیروی بادبند را هم از رابطه ۴۰، که برابر  $P \cos \theta$  است، به  $F'$  در روابط فوق اضافه کنیم.  $\theta$  زاویه بادبند با افق می‌باشد.

## ۲. طراحی ورق پرکننده (فیلر) F

طرح ورق پرکننده F (شکل ۱۹) برای انتقال نیروی  $F'$  از رابطه ۳۴ انجام می‌گردد. چنانچه، در قاب مربوط بادبند هم وجود داشته باشد لازم است مؤلفه افقی نیروی بادبند را هم از رابطه ۴۰، که برابر  $P\cos\theta$  است، به آن اضافه کنیم.  $\theta$  زاویه بادبند با افق می‌باشد. ضخامت ورق، و ضخامت و طول جوشهای گوشه باید برای انتقال این نیرو کافی باشند. در این محاسبات لازم است تنش برشی مجاز ورق و جوش به میزان یک سوم بیش از تنش مجاز در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته شود.

## ۳. نبشی A

مقدار نیروی قائم تیر شامل ترکیب نیروهای ثقلی و زلزله، توسط نبشی A (شکل ۱۹) از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$R' = \frac{2M'_{pb}}{l'_b} + V'_g \quad (39)$$

$M'_{pb}$  لنگر خمیری و  $l'_b$  طول تیر غیرخرچینی و  $V'_g$  نیروی ثقلی وارده به تکیه گاه این تیر ناشی از بارهای مرده و زنده است.

## ۴. اتصال بادبند

طول جوشهای گوشه برای اتصال بادبند به ورق Gy (شکل ۱۹) برای انتقال نیروی زیر محاسبه می‌گردد:

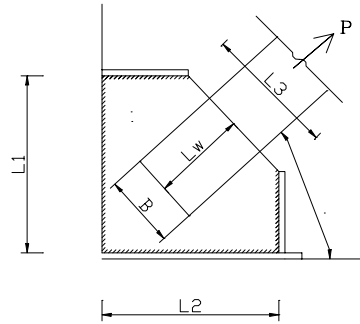
$$P = \min(A_b f_y, 0.4RP_E) \quad (40)$$

$A_b$  مساحت بادبند، R ضریب رفتار سازه، و  $P_E$  نیروی زلزله محاسبه شده برای بادبند است. در محاسبه طول جوشهای گوشه در امتدادهای افقی و قائم از تصویر نیروی فوق، در این امتدادها استفاده می‌شود و تنش برشی مجاز جوش به میزان یک سوم بیش از تنش مجاز در حالت بارگذاری عادی در نظر گرفته شود. حداقل ضخامت ورق Gy برابر است با بیشترین مقدار از روابط زیر

$$t_1 = \frac{P \sin \theta}{0.53 f_y L_1} \quad (41)$$

$$t_2 = \frac{P \cos \theta}{0.53 f_y L_2} \quad (42)$$

$\theta$  زاویه بادبند با افق، و  $L_1$  و  $L_2$  طول ورق Gy در امتدادهای افقی و قائم است.



شکل ۲۲. اتصال بادبند

# پیوست ۱

---

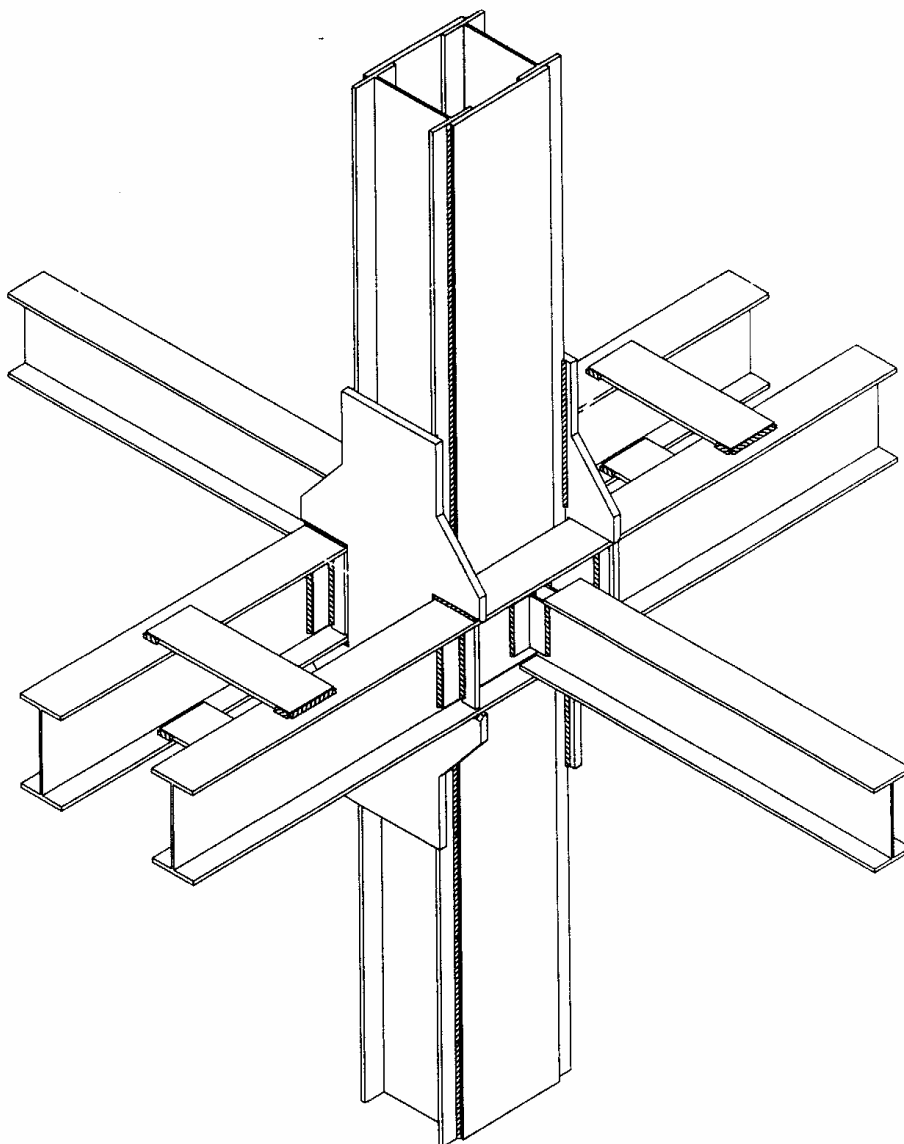
---

نمونه‌هایی از ترکیب اتصالات

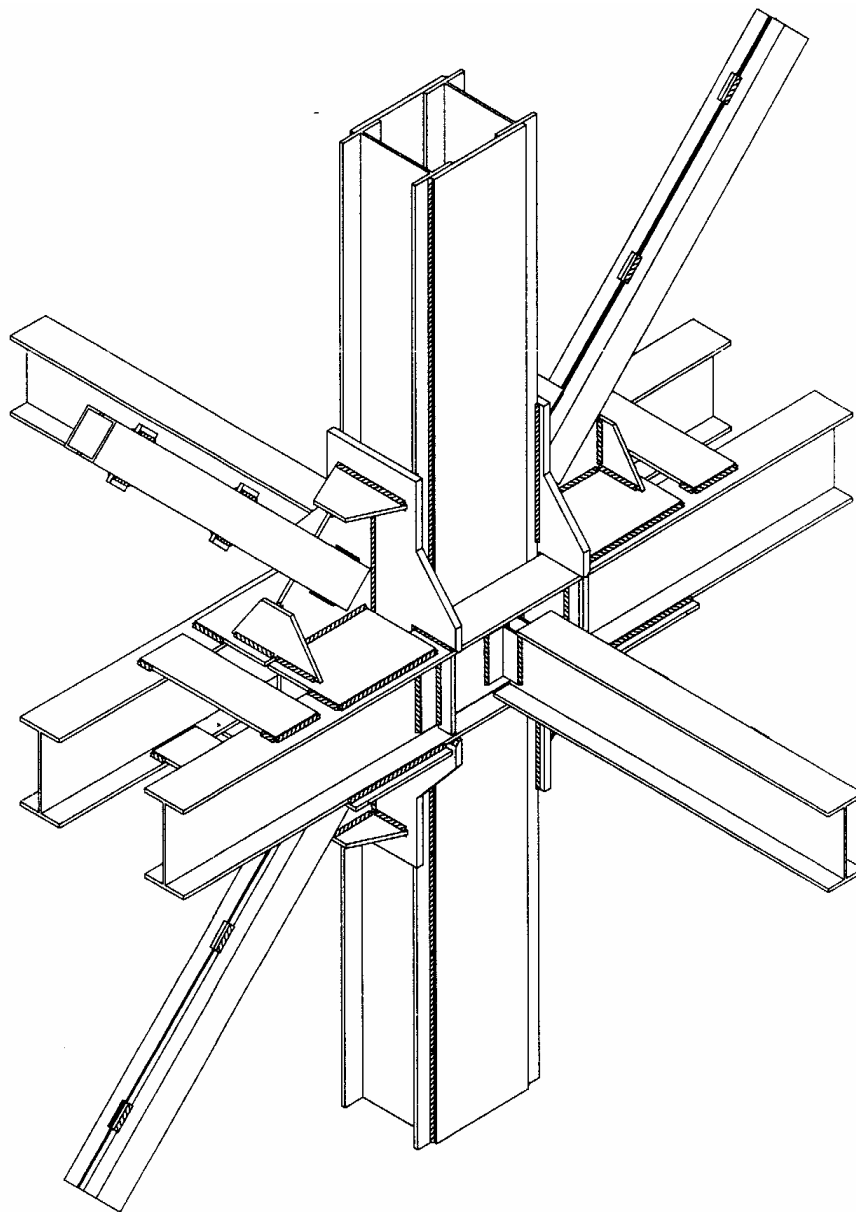
خرجینی گیردار با انواع دیگر

سیستم‌های سازه‌ای



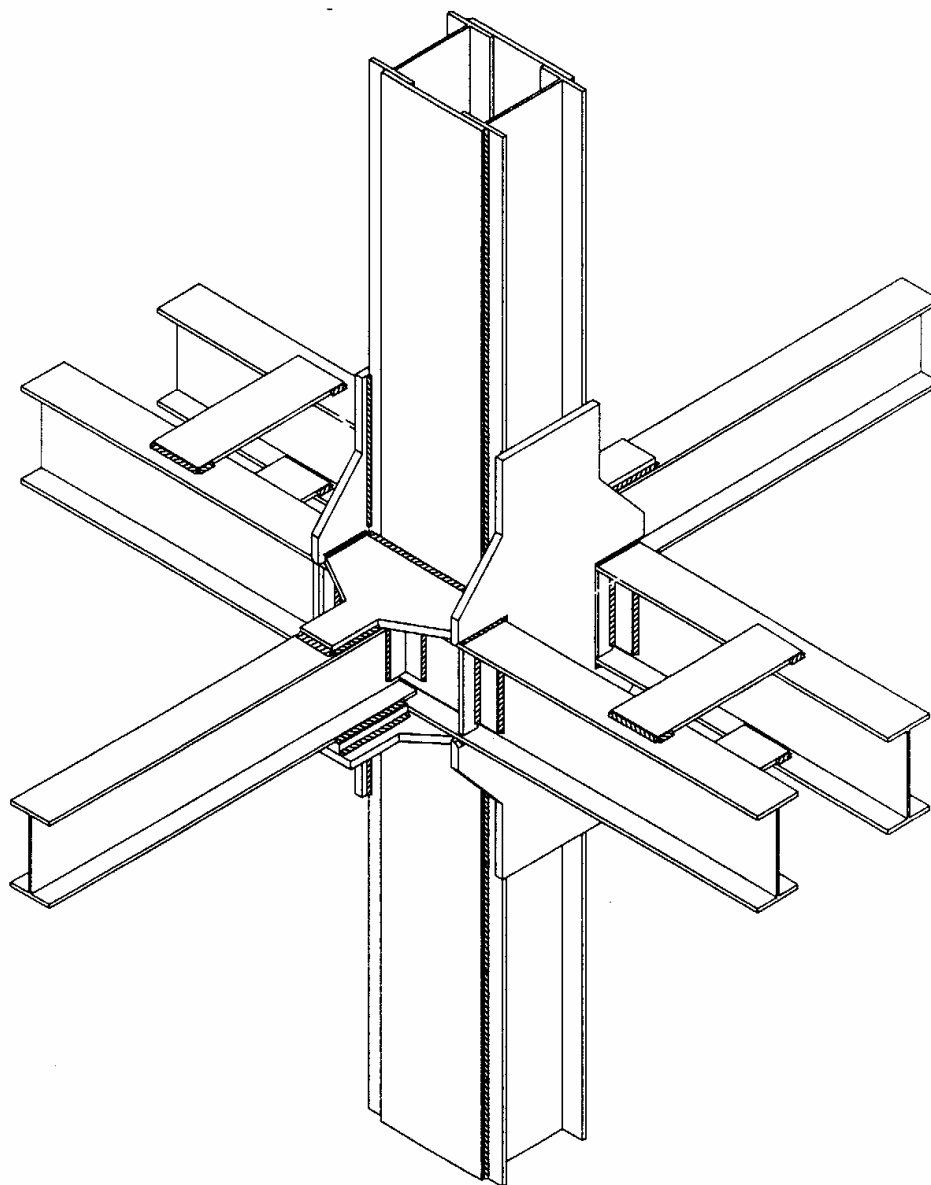


شکل پ ۱.۱ اتصال خرجینی گیردار نوع ۲ همراه با اتصال ساده متعارف در صفحه عمود بر قاب

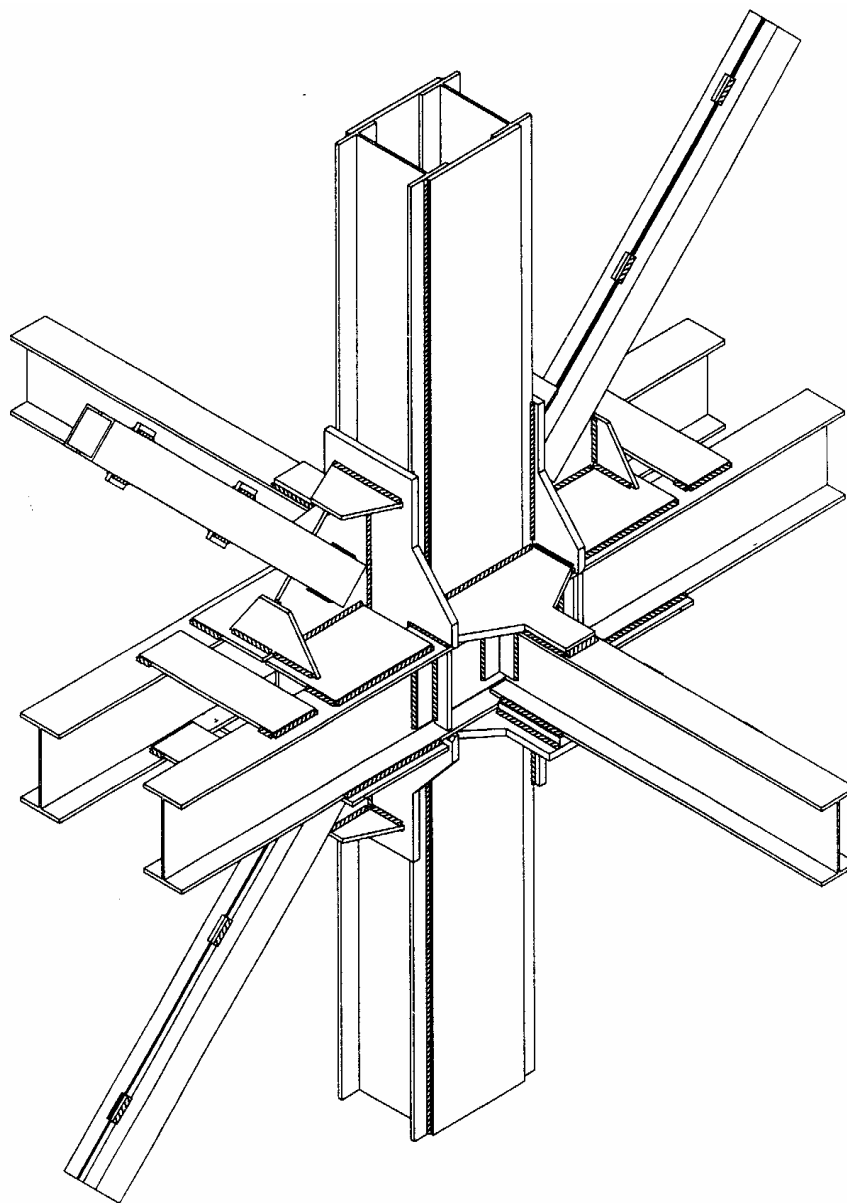


شکل پ ۲.۱ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با بادبندی در صفحه قاب  
و اتصال ساده متعارف در صفحه عمود بر قاب

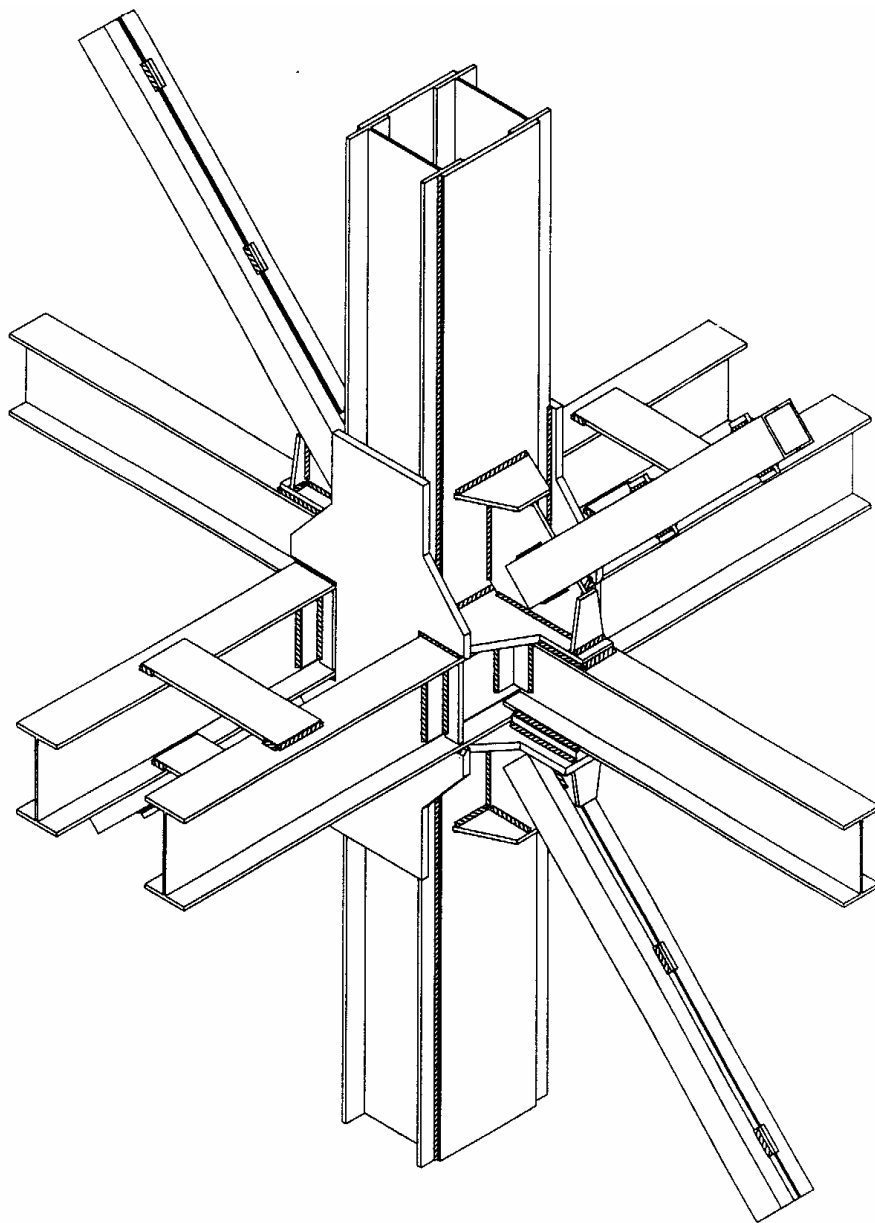




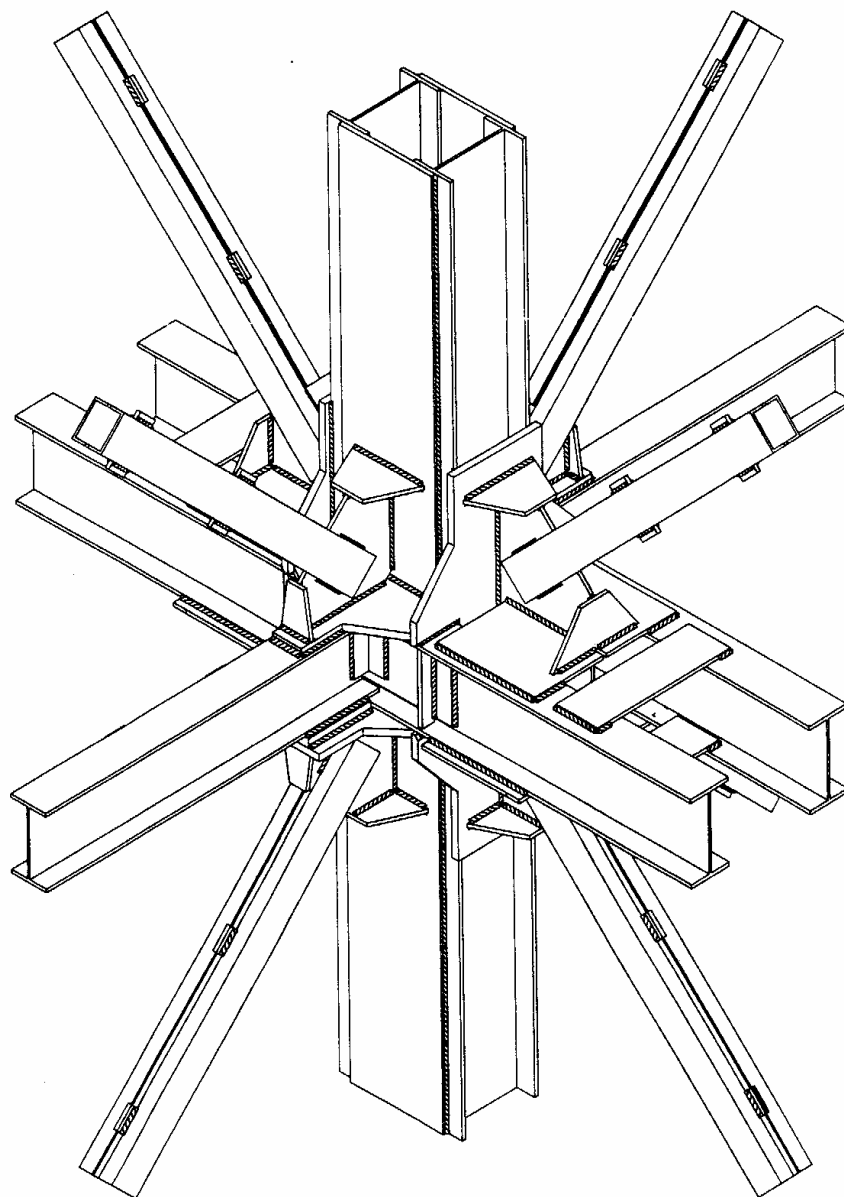
شکل پ ۳.۱ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با اتصال گیردار متعارف در صفحه عمود بر قاب



شکل پ ۴.۱ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با بادبندی در صفحه قاب و اتصال گیردار متعارف در صفحه عمود بر قاب



شکل پ ۵.۱ اتصال خرجینی گیردار نوع ۲ همراه با اتصال گیردار متعارف و بادبندی در صفحه عمود بر قاب



شکل پ ۱.۶ اتصال خرچینی گیردار نوع ۲ همراه با بادبند در صفحه قاب، و اتصال گیردار متعارف و بادبندی در صفحه عمود بر قاب

# پیوست ۲

---

---

تفسیر و راهنمای

ضوابط طراحی و اجرای

ساختمانهای اتصال خرچینی



## فصل اول. کلیات

### ت-۱-۱ حدود کاربرد

۱. اتصال خرچینی طبق تعریف، اتصالی است که تیری را که به طور پیوسته از کنار ستون عبور نموده به ستون متصل می‌سازد، و قاعدتاً اتصالات خرچینی متعارف شامل این تعریف می‌گردند اما طبق بند ۱.۱.۲، این نوع اتصالات مشمول تعریف فوق نبوده و از شمول ضوابط این آیین‌نامه خارج‌اند.

۲. ضوابط این آیین‌نامه بر اساس روش ارتجاعی یا تنشهای مجاز تنظیم گردیده است.

### ت ۱.۲. انواع اتصال خرچینی

همان طور که در این بند مشخص شده، اتصال خرچینی ارائه شده در این آیین‌نامه بر حسب عملکرد سازه‌ای به دو نوع ساده و گیردار تقسیم می‌شود و اتصالات خرچینی متعارف، با نبش‌های فوقانی و تحتانی، که به صورت نیمه گیردار رفتار می‌کنند، مورد استفاده قرار نگرفته است. تحقیقات نشان داده است که سختی چرخشی اتصالات خرچینی متعارف در محدوده ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ تن متر بر رادیان است. در قابهای بدون بادبند، این سختی چرخشی قابل ملاحظه باعث ایجاد لنگر زیادی در اتصال، در هنگام وقوع زلزله می‌شود که معمولاً از حد مقاومت اتصال خرچینی بیشتر است. تحقیقات حاکی است<sup>۱</sup> که در این حالت، هرگاه اتصال خرچینی متعارف تحت لنگر ناشی از زلزله قرار گیرد تمرکز تنش شدیدی در محل جوشکاری به وجود می‌آید که سرانجام موجب گسیختگی جوش می‌شود و به همین دلیل این نوع اتصال فاقد شکل‌پذیری کافی است و برای استفاده در مناطق لرزه‌خیز مطلوب نمی‌باشد.

## فصل دوم. قابهای با اتصال خرچینی ساده

### ت-۱-۲. تعریف اتصال خرچینی ساده

تحقیق نشان داده است که با حذف نبشی فوقانی، سختی چرخشی اتصال خرچینی کاهش زیادی می‌یابد به طوری که در اغلب موارد به کمتر از ۱۰۰ تن متر بر رادیان می‌رسد<sup>۱</sup> و در این صورت، رفتار اتصال شبیه اتصال ساده می‌شود و لنگر چندانی در اتصال بوجود نمی‌آید. اتصالی که در این آیین‌نامه به عنوان اتصال خرچینی ساده ارائه شده، به علت حذف نبشی فوقانی دارای سختی چرخشی کمی است و عملاً به صورت اتصال ساده رفتار می‌کند. آزمایشهای انجام شده بر روی این نوع اتصال صحت این مطلب را تأیید نمود<sup>۲</sup>.

### ت ۲.۳. جزئیات

در جزئیات ارائه شده برای اتصال ساده نکات مختلفی منظور شده است:

۱. نبشی فوقانی حذف و بجای آن فقط یک لچکی قرار گرفته است. بدین ترتیب، سختی چرخشی اتصال به طور چشمگیری کاهش یافته و رفتار آن به اتصال ساده نزدیک می‌گردد. در واقع استقرار هر عنصری در بالای تیر که جلو جابجایی افقی بال تیر خرچینی (در امتداد محور تیر) را بگیرد می‌تواند موجب ایجاد سختی چرخشی شده و درصدی گیرداری ایجاد نماید. باید توجه داشت که وجود لچکی فوقانی از جابجایی افقی بال تیر ممانعت نمی‌کند و اتصال همچنان ساده باقی می‌ماند.



۲. لچکی فوقانی در ابتدا برای جلوگیری از رانش رو به بالای ناشی از واکنش میانقاب در زلزله در نظر گرفته شد، اما بعداً با انجام آزمایش مشخص شد که این عنصر دارای مقاومت چشمگیری در برابر نیروهای رو به پایین ناشی از وزن نیز می‌باشد. این ظرفیت در محاسبه مقاومت اتصال منظور شد.
۳. در طرفین اتصال دو ورق مهارتی تحتانی در نظر گرفته شده است که به ستون می‌چسبند و مانع از حرکت افقی تیر می‌شوند. دو ورق مهارتی فوقانی نیز با فاصله حداقل ۱۰ میلی‌متر از ستون قرار می‌گیرند. بدین ترتیب، بر اثر گریز (جابجایی جانبی) ناشی از زلزله در قاب، زاویه تیر و ستون می‌تواند بدون مانع تغییر کند. با توجه به اینکه حداقل فاصله مهارتی تا ستون ۱۰ میلی‌متر است، چنانچه ارتفاع تیر خرچینی را حداکثر ۳۰ سانتیمتر فرض کنیم، اتصال می‌تواند براحتی تا حد ۰/۰۳۳ رادیان بچرخد و این به قاب امکان می‌دهد تا بتواند گریز نسبی ۰/۰۳۳ را بدون ایجاد لنگر در اتصال تحمل کند. حداکثر فاصله این ورقها نیز برابر ۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است. رعایت این فاصله از این جهت مهم است که وجود ورقهای مهارتی فوقانی باعث می‌شود بال تیرهای خرچینی نتوانند در جهت عمود بر صفحه قاب خرچینی حرکت کنند و در نتیجه مقاومت اتصال به طور چشمگیری افزایش می‌یابد. این موضوع بعداً بحث خواهد شد.
۴. در اتصال با نشیمن سخت، باید مطابق شکل ۲-ب در هر تیر خرچینی به محاذات لچکی تحتانی یک ورق تقویت لهدیگی به تیر جوش شود. اتصال ورق افقی نشیمن به ستون نیز با جوش شیاری با نفوذ کامل انجام می‌گردد. باید توجه داشت که برای جوشکاری شیاری با نفوذ کامل حتماً لازم است در زیر ورق مزبور قبل از جوشکاری ورق پشتبند نصب شود.
۵. ورق اتصال بادبند مطابق شکل ۳، به نحو خاصی به تیر و ستون متصل شده است به طوری که با وجود اتصال این ورق به تیر و ستون، در برابر تغییر زاویه بین این دو عضو مقاومت نمی‌کند و ماهیت ساده بودن اتصال تغییر نمی‌یابد. مطابق شکل ۳-الف، دو ورق افقی به دو طرف ورق اتصال بادبند جوش شده و این ورق را به تیرهای خرچینی متصل می‌سازند. در هنگام وقوع زلزله که قاب جابجا می‌شود و لازم است زاویه تیر و ستون تغییر کند، صفحه اتصال بادبند که به ستون متصل است همراه ستون حرکت می‌کند و ورقهای افقی مزبور در امتداد قائم جابجا می‌شوند. با توجه به سختی نسبتاً کم این اجزا در برابر جابجایی قائم، عملاً نیروی چندانی به تیر وارد نمی‌شود و گیرگردار بودن قاب پابرجا می‌ماند.

مؤلفه قائم نیروی بادبند از طریق ورق اتصال بادبند مستقیماً به ستون وارد می‌گردد و چنانچه جان ستون ضعیف باشد، مطابق شکل ۳-الف می‌توان یک ورق کمکی را روی جان ستون نصب و ورق اتصال بادبند را به آن متصل کرد. ضخامت این ورق کمکی طوری تعیین می‌شود که مقاومت کافی برای انتقال نیروی برشی ناشی از مؤلفه قائم نیروی بادبند تأمین گردد. مؤلفه افقی نیروی بادبند از طریق دو ورق افقی به بال تیرهای خرچینی منتقل می‌شود، و ضخامت و عرض این ورقها طوری تعیین می‌شود که مقاومت کافی برای انتقال برش ناشی از مؤلفه مزبور تأمین گردد. باید توجه داشت که برش مذکور علاوه بر تنش برشی، در این ورقها تنش خمشی نیز ایجاد می‌کنند که باید واریسی گردد. باید توجه داشت که مؤلفه افقی نیروی بادبند از طریق ورقهای افقی فوقانی به تیر منتقل و توسط ورقهای افقی تحتانی (شکل ۳-الف) به بادبند طبقه زیر وارد می‌گردد و بدین ترتیب، این مؤلفه وارد ستون نمی‌شود. بعضاً دیده شده که ورق اتصال بادبند را فقط به ستون وصل کرده‌اند. این عمل درست نیست زیرا نیروی برشی ناخواسته‌ای به ستون وارد می‌شود که در محاسبات ستون منظور نشده و ممکن است باعث خرابی ستون گردد.

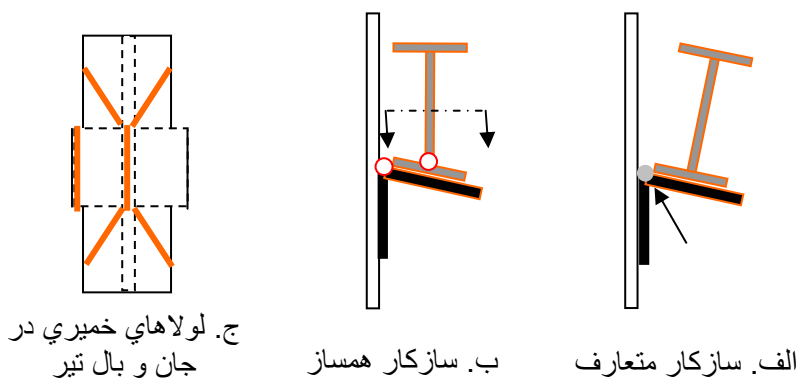
### ت-۲-۶-۳ اتصال

کلیه اتصالات ساده باید علاوه بر نیروهای محاسباتی، حداقل برای یک نیروی افقی و یک نیروی قائم روبه بالای ۵ تن محاسبه شوند. این نیرو ناشی از مؤلفه قائم واکنش میانقاب در برابر رانش ناشی از زلزله می‌باشد. تحقیق نشان داده است که سهم قابل توجهی از نیروی زلزله، توسط میانقاپها جذب می‌شود به طوری که در یک میانقاب به کلفتی ۲۰ سانتیمتر می‌تواند بین ۵ تا ۱۵ تن واکنش در صفحه میانقاب ایجاد شود. بخشی از رانش رو به بالای ناشی از این واکنش بر تیر توسط وزن تیر خنثی می‌گردد و بقیه آن باید توسط اتصال به ستون انتقال یابد. در این آیین‌نامه یک لچکی فوقانی برای این منظور در نظر گرفته شده است.

## ت ۲.۶.۳.۱ اتصال خرچینی ساده با نشیمن نرم

به طور متعارف مقاومت نبشی زیرین باید بر اساس خمش بال افقی نبشی تعیین گردد. مقطع بحرانی خمش در فاصله ۱ سانتیمتری از بر بال قائم آن فرض می‌شود. همان طور که در شکل ۱. الف دیده می‌شود سازکار تسلیم متعارف مستلزم ایجاد لولای خمیری در بال افقی نبشی است. محاسبات نشان داد که با این روش، مقاومت برآورد شده برای اتصال خیلی کمتر از مقادیر به دست آمده از آزمایش است. در واقع، در روش مزبور این واقعیت که بال فوقانی امکان حرکت عرضی ندارد، نادیده گرفته شده و فرض می‌شود پس از تشکیل لولای خمیری در بال افقی نبشی، بال تیر به راحتی و بدون هیچ ممانعتی از ستون جدا می‌شود و مطابق شکل ۱. الف، مقطع تیر همراه با بال افقی نبشی خواهد چرخید. برای حل مشکل ناهمسازی سازکار متعارف، مطابق شکل ۱. ب، یک سازکار جدید و همساز با شرایط هندسی تیر در نظر گرفته شد. در این سازکار، علاوه بر ایجاد لولای قبلی در بال افقی نبشی، یک لولا در جان تیر تشکیل می‌شود تا امکان چرخش بال زیرین تیر را فراهم سازد و چهار لولا در بال زیرین تیر امکان چرخش این بال در محدوده اتصال را نسبت به بخش ثابت بال در بیرون از ناحیه اتصال فراهم می‌سازند. با استفاده از سازکار همساز، رابطه زیر برای محاسبه مقاومت نهایی نبشی زیرین به دست آمد:

$$R_1 = f_y \left( \frac{b_{fb}}{b_{fb} - 2t_1} \right) \left[ \frac{L}{2b_{fb}} t_1^2 + \left( \frac{L}{2b_{fb}} + 0.7 \right) t_{wb}^2 + 2t_{fb}^2 \right]$$



شکل ۱. سازکار تسلیم برای نشیمن نرم

متعاقباً آزمایش‌هایی بر روی نمونه اتصالات نرم انجام شد و مشخص گردید که سازکار تسلیم ایجاد شده در اتصال مشابه سازکار همساز در شکل ۱. ب می‌باشد. مقاومت به دست آمده نیز با رابطه مزبور تطابق خوبی نشان داد.

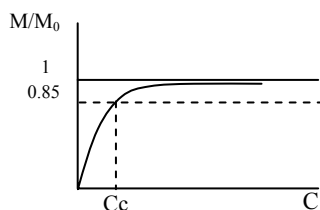
## فصل سوم. قابهای با اتصال خرچینی گیردار

### ت ۳.۱. تعریف اتصال خرچینی گیردار

۱. در فاصله سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰ تحقیقات فراوانی توسط محققان کشورمان در جهت شناخت اتصالات خرچینی و یافتن روشهای مناسب برای تقویت و گیردار کردن آن انجام شد. در نتیجه این تحقیقات مشخص شد که اتصال خرچینی را به دو روش می‌توان گیردار کرد. در روش اول، لنگر تیر توسط یک زوج نیروی افقی، و در روش دوم، توسط یک زوج نیروی قائم به اتصال منتقل می‌شود<sup>۱</sup>. برای انتقال این نیرو به اتصال، شیوه‌های مختلفی پیشنهاد شده است که از آن میان، در این آیین‌نامه، ورقهای اتصال افقی به عنوان اتصال گیردار نوع ۱، و ورقهای اتصال قائم به عنوان اتصال گیردار نوع ۲ ارائه شده‌اند.

۲. صلبیت یک اتصال نیمه‌گیردار به سختی چرخشی آن بستگی دارد. میزان لنگر ایجاد شده در تکیه‌گاه تیر شکل ۲. الف زیر بار یکنواخت تابعی از سختی چرخشی اتصال،  $C$  است ( $M=C\theta$ ). در شکل ۲. ب، تغییرات لنگر تکیه‌گاه نسبت به سختی اتصال نشان داده شده است. می‌بینیم که برای سختی صفر، لنگر تکیه‌گاه برابر صفر است و اتصال کاملاً مانند اتصال ساده عمل می‌کند. با افزایش سختی، لنگر تکیه‌گاه زیاد می‌شود تا آن‌که در نهایت  $M/M_0$  به سمت ۱ میل می‌کند ( $M_0$  لنگر تکیه‌گاه صلب است و برابر  $wL^2/12$  می‌باشد). اتصالی صلب تلقی می‌شود، که لنگر انتقالی آن از ۸۵٪ اتصال کاملاً صلب کمتر نباشد. اگر یک تیر IPE200 به طول ۴ متر داشته باشیم، حداقل سختی اتصال برای ارضای

ضابطه فوق،  $C_c$  برابر ۱۱۰۰ تن متر بر رادیان است، یعنی اگر سختی اتصال برابر ۱۱۰۰ تن متر بر رادیان باشد، لنگر تکیه‌گاه برابر ۸۵٪ حالت کاملاً صلب خواهد بود.  $C_c$  سختی آستانه نامیده می‌شود و همان طور که در شکل دیده می‌شود، هنگامی که سختی از حد آستانه عبور می‌کند، از تأثیر آن بر توزیع نیروی داخلی سازه کاسته می‌گردد.



ب. لنگر تکیه‌گاه



الف. تیر با اتصال نیمه گیردار

شکل ۲. صلبیت اتصالات نیمه گیردار تابعی از سختی چرخشی اتصال

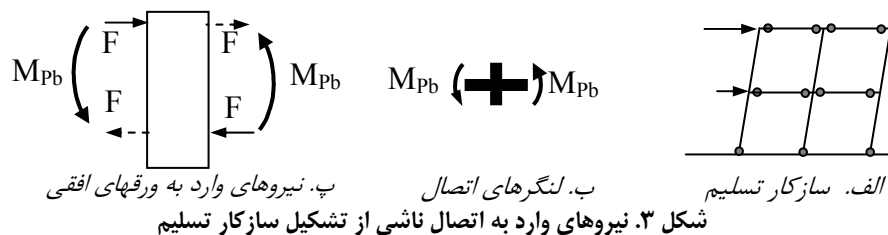
آزمایشهای انجام شده<sup>۱</sup> بر روی این اتصالات خرچینی گیردار نوع ۱ و ۲ نشان داده که سختی چرخشی این دو نوع اتصال عموماً بیش از ۵۰۰۰ تن متر بر رادیان است و با توجه به توضیحات فوق، این میزان سختی برای آنکه رفتار اتصال گیردار تلقی شود کافی می‌باشد.

### ت-۳-۲ انواع اتصال خرچینی گیردار

علت اینکه اتصال نوع ۱ فقط در قابهای خمشی با شکل‌پذیری معمولی به کار می‌رود این است که نتایج آزمایش نشان می‌دهد که رفتار پسماند این نوع اتصال پس از عبور از حد معینی تغییر شکل با افت سختی و مقاومت همراه است، در حالی که اتصال نوع ۲ حتی در تغییرشکلهای نسبتاً زیاد رفتار پسماند ثابتی دارد.

## ت-۳-۶-۱-۱-۱ تعیین ابعاد ورقها

۱. سازکار تسلیم قاب در زلزله، در شکل زیر نشان داده شده است. بر اثر تشکیل لولاهای خمیری در انتهای تیرها، یک زوج نیروی افقی به ورقهای اتصال وارد می‌شود که مقدار آن در رابطه ۷ داده شده است.



۲. برای تعیین ابعاد ورقهای اتصال نیروی زلزله متناظر تسلیم کامل تیر و رسیدن لنگر به مقدار حدی  $M_{Pb}$  در نظر گرفته شده است، در حالی که تنش مجاز ورق بجای مقدار حدی  $f_y$  مقدار مجاز  $0.8f_y$  در نظر گرفته شده است تا ورق اتصال در هنگام وقوع زلزله تسلیم نگردد و تیر زودتر از اتصال تسلیم شود.

## ت-۳-۶-۱-۴ طراحی ورقهای اتصال

همان طور که در ت ۳.۶.۱.۱ آمد برای تعیین نیروی طراحی ورق  $R$  نیروی زلزله متناظر تسلیم کامل تیر و رسیدن لنگر به مقدار حدی  $M_{Pb}$  در نظر گرفته شده است، در حالی که تنش مجاز ورق بجای مقدار حدی  $f_y$  مقدار مجاز  $0.8f_y$  در نظر گرفته شده است تا تیر زودتر از اتصال تسلیم شود.

ت-۳-۶-۱-۱-۱-۴ طراحی ورق اتصال  $R$ 

در روابط مربوط به طراحی ورق اتصال، تنشهای کششی و برشی مجاز به ترتیب برابر  $0.8f_y$  و  $0.53f_y$  در نظر گرفته شده است. در رابطه ۱۶:

$$t_1 = \frac{F/2}{0.8z_1f_yL_1} = \frac{0.625F}{z_1f_yL_1}$$

در رابطه ۱۸:

$$t_2 = \frac{F/2}{0.8\phi_y b_f} = \frac{0.625F}{\phi_y b_f}$$

در رابطه ۱۹:

$$t_3 = 1.5 \frac{F/2}{0.53 f_y L_5} = \frac{1.4F}{f_y L_5}$$

در رابطه ۲۰:

$$t_4 = \frac{F}{0.8 f_y L_2} = \frac{1.25F}{f_y L_2}$$

در رابطه ۱-۲۰

$$t_5 = \frac{\frac{F'}{2} + \frac{F'}{2}}{0.53 f_y L_2} = \frac{1.89F'}{f_y L_2}$$

## ت-۳-۶-۴-۱-۱-۲ طراحی ورقهای اتصال بادبند در صفحه قاب خرچینی

روابط این بخش به صورت زیر به دست آمده‌اند:

$$t_1 = \frac{1.5(P_1 \sin \theta_1 + P_2 \sin \theta_2)}{0.53 f_y L_G} = \frac{2.83(P_1 \sin \theta_1 + P_2 \sin \theta_2)}{f_y L_G}$$

در این رابطه و روابط زیر، ضریب ۱/۵ برای تبدیل برش متوسط به اوج در نظر گرفته شده است.

$$t_2 = \frac{1.5V_E}{2(0.53 f_y) L_{G3}} = \frac{1.41V_E}{f_y L_{G3}}$$

$$L_x = \frac{V_E/2}{2R'_w} = \frac{V_E}{4R'_w}$$

$$t = \frac{1.5(V_E/2)}{2(0.53 f_y) L_x} = \frac{0.71V_E}{f_y L_x}$$

و رابطه ۳۲:

$$t_{dp} = \frac{1}{2} \left( \frac{1.5V_1}{0.53f_y d_b} - t_w \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{2.83V_1}{f_y d_b} - t_w \right)$$

### ت-۳-۶-۵-۱ طراحی ورق‌های اتصال

روابط این بخش به صورت زیر به دست آمده‌اند:

$$t_2 = 1.5 \frac{F' / 2}{0.53f_y L_2} = \frac{1.4F'}{f_y L_2}$$

در این رابطه ضریب ۱/۵ برای تبدیل برش متوسط به اوج در نظر گرفته شده است.

$$t_3 = \frac{F'}{0.8f_y L_5} = \frac{1.25F'}{f_y L_5}$$



خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیتهای عمرانی به کار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی سالهای اخیر به چاپ رسیده است به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله



سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور  
معاونت امور فنی

فهرست نشریات منتشر شده در سالهای اخیر  
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور















## این نشریه

با عنوان «ضوابط طراحی ساختمانهای با اتصال خرچینی» شامل سه فصل و دو پیوست است.

کلیات، قابهای با اتصال خرچینی ساده و قابهای با اتصال خرچینی گیردار، فصلهای نشریه و نمونه‌هایی از ترکیب اتصالات خرچینی گیردار با انواع دیگر سیستمهای سازه‌ای و تفسیر و راهنمای طراحی آنها، پیوستهای این مجموعه را تشکیل می‌دهند.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرحهای عمرانی الزامی است.