



وزارت مسکن و شهرسازی
سازمان نظام مهندسی استان مازندران

روشهای اجرا و کنترل اتصالات در سازه های فولادی

دکتر محمد شامخی امیری
استادیار گروه سازه و زلزله - دانشگاه صنعتی شاهرود



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
به نام خالق و پرورش دهنده جهان

مقدمه

• انسان از آغاز خلقت همواره با موضوع بلایای طبیعی مواجه بوده و تلاش نموده است تا این حوادث و سوانح طبیعت را مدیریت و کنترل نماید و زندگی خود را از این خطرات، ایمن و محفوظ دارد.

• در این میان، زلزله از ویژگی‌های خاصی برخوردار بوده و در قرن گذشته با توجه به عوامل زیر اهمیت بیشتری به مدیریت بحران زلزله داده شده است:

- ❖ افزایش تعداد شهرها در نقاط مختلف که بسیاری در مناطق فعال لرزه خیز واقعند.
- ❖ گسترش و توسعه شهرها به گونه‌ای که گسل‌های زیادی در داخل شهرها قرار گرفته‌اند.
- ❖ افزایش تراکم جمعیت شهرها که باعث افزایش تعداد قربانیان زلزله گردیده است.
- ❖ افزایش کمی و کیفی تاسیسات و امکانات مختلف شهری، که باعث افزایش سرمایه‌گذاری انسان در شهرها و گسترش خسارات مالی ناشی از زلزله شده است.
- ❖ پیشرفت دانش لرزه‌شناسی و مهندسی زلزله، که بشر را قادر به ثبت اطلاعات زلزله‌های گذشته و تجزیه و تحلیل هر چه دقیق‌تر آنها نموده است.

• ایران از نظر لرزه خیزی در منطقه‌ی فعال جهان قرار دارد و به گواهی اطلاعات مستند علمی و مشاهدات دهه‌های قبل از خطرپذیرترین مناطق جهان در اثر زمین لرزه‌های پر قدرت محسوب می‌شود.

• در سال‌های اخیر به طور متوسط هر چند سال یک زمین لرزه با صدمات جانی و مالی بسیار بالا در نقطه‌ای از کشور رخ داده است.

• در حال حاضر ایران در زمره‌ی کشورهایی است که وقوع زلزله در آن با تلفات جانی بالا همراه است.

• جلوگیری کامل از خسارات ناشی از زلزله‌های شدید بسیار دشوار است، لیکن می‌توان با روشهای زیر تا حد مطلوب تلفات و خسارات ناشی از زلزله‌های آتی را کاهش داد:

- ❖ **افزایش سطح اطلاعات در رابطه با لرزه خیزی کشور**
- ❖ **آموزش همگانی و ترویج فرهنگ ایمنی**
- ❖ **شناسایی و مطالعه دقیق وضعیت آسیب پذیری مستحقات (ساختمان ها، تاسیسات زیربنایی و شریان های حیاتی)**
- ❖ **ایمن سازی و مقاوم سازی صحیح و اصولی مستحقات**

🚧 نگاهی به برخی زمین لرزه های ایران و جهان



🚧 زلزله رودبار و منجیل (۱۳۶۹)

🚧 زلزله بم (۱۳۸۲)

🚧 زلزله اهر و ورزقان (۱۳۹۱)

🚧 زلزله کرمانشاه (۱۳۹۶)

🚧 زلزله توهو کو ژاپن (۲۰۱۱)

🚧 و ...

🚧 زلزله رودبار و منجیل (۱۳۶۹)



- در ساعت ۳۰ دقیقه بامداد به وقت ایران در پنجشنبه ۳۱ خردادماه ۱۳۶۹ (برابر با ۲۱ ژوئن ۱۹۹۰ در ساعت ۲۱ به وقت گرینویچ) در نزدیکی شهر رودبار و روستاهای تابعه در استان گیلان و شمال غرب استان زنجان در ناحیه طارم علیا بروز نمود.



- تا شعاع ۱۰۰ کیلومتری از مرکز زمین لرزه موجب خسارات جانی و مالی فراوان گردید.
- ارتعاشات حاصل از امواج لرزه ای در استان های زنجان و گیلان و در بخش هایی از استان های آذربایجان شرقی، تهران، مرکزی، مازندران، سمنان، همدان و کردستان به مدت حدود ۶۰ ثانیه احساس گردید و موجب وحشت عمومی شد، لیکن خسارات جانی و مالی به همراه نداشت.

📌 زلزله رودبار و منجیل (۱۳۶۹)



- این زمین‌لرزه در یک منطقه **پرتراکم از نظر جمعیت** اتفاق افتاد، بطوریکه علاوه بر روستاهای موجود در منطقه چندین شهر مهم کشور نیز تحت تأثیر آن قرار گرفتند.
- کانون زلزله مذکور را کارشناسان حدود ۱۹ کیلومتری از سطح زمین اعلام کردند.
- علاوه بر حدود **۳۵,۰۰۰ نفر** که بر اثر این رویداد جان خود را از دست دادند، بیش از ۲۰۰ هزار **واحد مسکونی** تخریب شدند.
- خسارات عمده‌ای به تأسیسات و اماکن عمومی در استانهای گیلان و زنجان که متأثر از این زمین‌لرزه بودند، وارد آمد و حدود **۵۰۰,۰۰۰ تن بی‌خانمان** شدند.



📌 زلزله بم (۱۳۸۲)

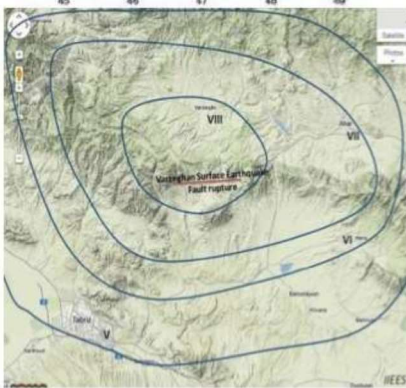
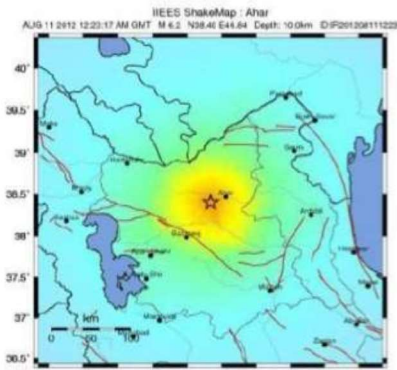


- زمینلرزه ۵ دیماه ۱۳۸۲ بم در ساعت ۵:۲۶:۲۶ به وقت محلی و ساعت ۱:۲۶:۲۶ روز ۲۶ دسامبر ۲۰۰۳ به وقت بین‌المللی در شهر تاریخی بم در جنوب شرقی کشور و در جنوب شرقی کرمان رخ داد.
- آمار تلفات رسمی بیش از ۲۵۰۰۰ نفر و مجروحان حدود ۵۰۰۰۰ نفر اعلام گردید. بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر نیز بی خانمان شدند.
- کانون زمینلرزه براساس اطلاعات کسب شده از لرزه اصلی و پس‌لرزه‌ها توسط لرزه نگارها و شتابنگارهای مستقر در بم در محدوده شهر بم واقع بوده است.
- براساس بررسی‌های انجام شده بخشی از گسل بم که از کنار شهر بم عبور می‌کند در این زلزله فعال شده است.



📌 زلزله اهر و ورزقان (۱۳۹۱)

- زمین‌لرزه‌های نسبتاً شدیدی که در روز **شنبه ۲۱ مرداد ۱۳۹۱** مناطقی از استان آذربایجان شرقی را لرزاندند.
- زمین‌لرزه‌ای با **بزرگای گشتاوری ۶٫۴** در **ساعت ۱۶:۵۳** به وقت محلی در **۱۷ کیلومتری اهر و زمین‌لرزه‌ای با بزرگای گشتاوری ۶٫۳** در **ساعت ۱۷:۰۴** به وقت محلی در **۱۰ کیلومتری ورزقان**.
- **مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران و سازمان زمین‌شناسی آمریکا، کانون هر دو زمین‌لرزه را در عمق حدود ده کیلومتری زمین ذکر کرده‌اند.**
- زمین‌لرزه، در استان‌های **آذربایجان غربی، گیلان، زنجان و اردبیل** نیز احساس شد. همچنین این زمین‌لرزه در **پاکو، پایتخت جمهوری آذربایجان**، نیز احساس شد.
- رئیس سازمان مدیریت بحران ایران **شمار قربانیان را ۲۵۳ نفر اعلام کرده‌اند.**



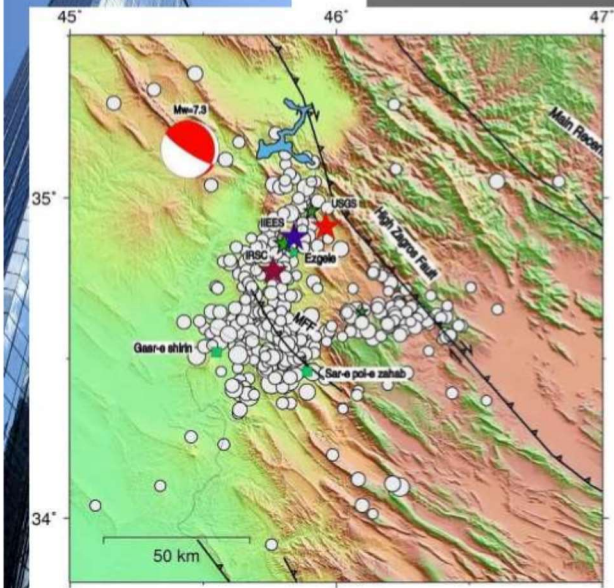
زلزله کرمانشاه



- در ساعت ۲۱:۴۸:۱۶ (به وقت محلی) روز ۲۱ آبانماه ۱۳۹۶ هجری شمسی، مطابق با ساعت ۱۸:۱۸ (به وقت جهانی) روز ۱۲ نوامبر ۲۰۱۷ میلادی زمینلرزه ای با بزرگای گشتاوری ۷/۳ در فاصله ۱۰ کیلومتری ازگله و حدود ۳۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان سرپل ذهاب استان کرمانشاه رخ داد.
- شبکه لرزه نگاری کشوری وابسته به موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، با توجه به استفاده از ایستگاه های محلی، بویژه قرائت های فاز سه ایستگاه واقع در کشور عراق، **کانون زمین لرزه** را در مختصات ۳۴°۷۷' درجه عرض شمالی و ۴۵°۷۶' درجه طول خاوری مکانیابی نمود که از دقت مطلوب تری برخوردار است.
- **عمق کانونی زمین لرزه** حدود ۱۸ کیلومتر برآورد شده است.



- بر اساس گزارش مرکز لرزه نگاری کشوری، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران این زمینلرزه دارای ۳ پیشلرزه با بزرگای بین ۱/۹-۴/۵ (ستاره های سبز) و دارای ۴۰۷ پس لرزه با بزرگای (۱/۸-۴/۷ تا ساعت ۱۲ ظهر روز ۲۷/۰۸/۹۶) می باشد.



- مرکز زلزله های اعلام شده :
- موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران **IRSC**
- مرکز زلزله شناسی سازمان زمین شناسی امریکا **USGS**
- مرکز ملی شبکه لرزه نگاری باند پهن پژوهشگاه بین المللی **IRIS**

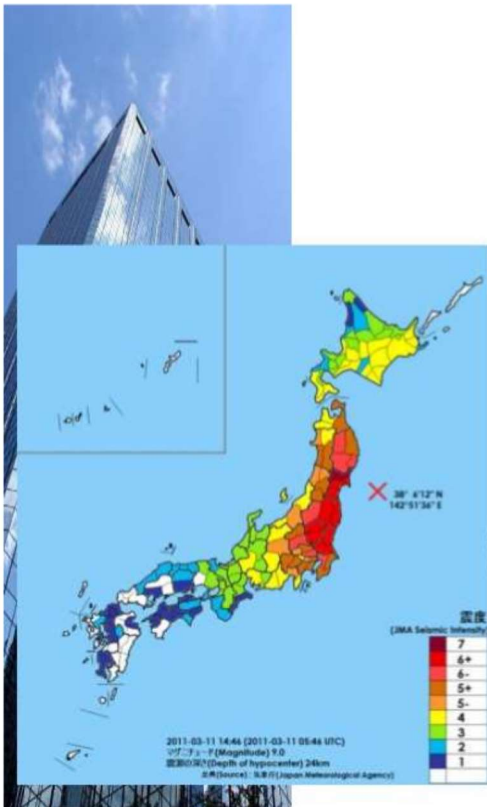


سای فولادی



✚ زلزله تو هو کو ژاپن (۲۰۱۱)

- زمین لرزه و سونامی تو هو کو ۲۰۱۱ زلزله ای است، که ۱۱ مارس ۲۰۱۱ به بزرگای ۹ درجه ریشتر در ساعت ۱۴ و ۴۶ دقیقه به وقت محلی در نزدیکی سندای در استان میاگی در شمال شرقی ژاپن رخ داد.
- مرکز سطحی زمین لرزه در ۱۳۰ کیلومتری شرق شبه جزیره اوشیکا ناحیه ٔ توکو هو با کانون ژرفی به عمق ۲۴ کیلومتر گزارش شده است.





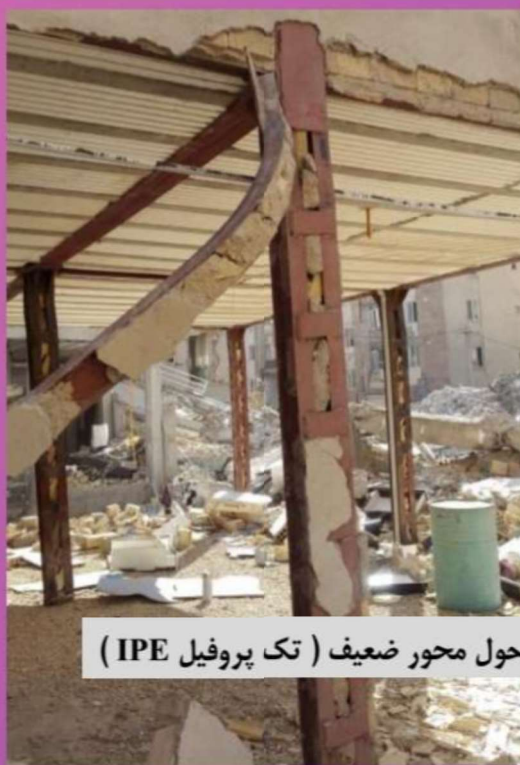
عملکرد ساختمانهای با اسکلت فولادی در زلزله های ایران



عملکرد ساختمانهای با اسکلت فولادی

• علل اصلی تخریب و خرابی سازه های فلزی :

- ضعف پروفیل بادبندها
- عدم جوش کافی گاست ها
- عدم رعایت فاصله لقمه ها
- عدم نظارت کافی و ضعف اجرا



کمانش عضو بادبندی لاغر در فشار حول محور ضعیف (تک پروفیل IPE)

کمانش عضو بادبندی لاغر در فشار حول محور ضعیف (تک پروفیل IPE)



تصاویر زلزله بم

کمانش زیاد خارج از صفحه مهاربند



ث) ضریب لاغری (KL/r) مهاربندهای فشاری در قاب‌های مهاربندی‌شده با هر نوع مهاربندی (قطری، ضربدری، ۷ و ۸)، نباید از ۲۰۰ تجاوز نماید.

بند ۱۰-۱۱-۳-۱ مبحث
دهم
(مهاربند همگرای ویژه)



$$\lambda = \frac{KL}{r} < 200$$

$$\lambda = \frac{1 \times 580}{1.65} = 351.5 \not< 200$$

خرابی دیوار غیرسازه‌ای متصل به بادبند بدلیل عدم اجرای لقمه در فواصل مناسب و کماتش پروفیل تک بادبند و تحت فشار



کمانش عضو بادبندی دوبر تحت فشار



کمانش موضعی بین دو لقمه بدلیل فواصل زیاد و ضعف جوش بادبند به ورق گاست





- جوش ضعیف بادبند به ورق اتصال

- عدم اتصال ورق گاست به تیر

- تخریب دیوارهای غیرسازه ای به

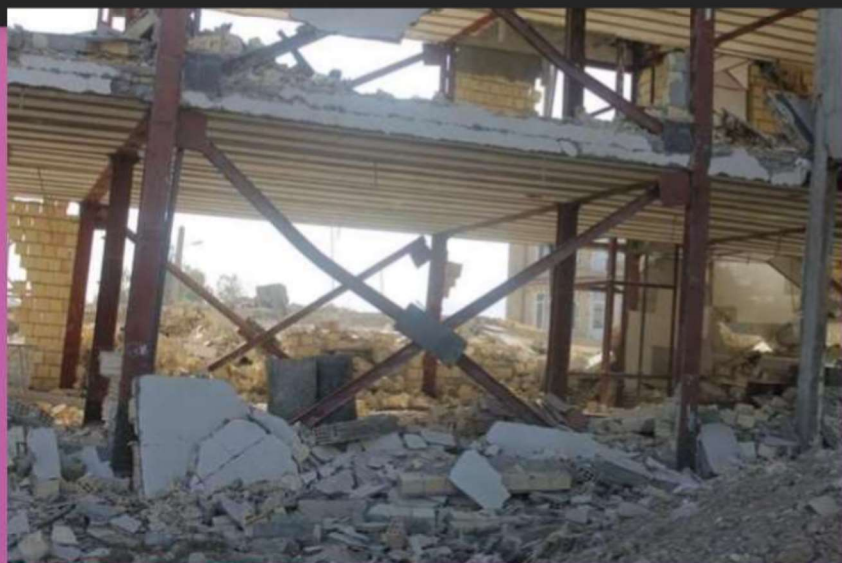
- دلیل عملکرد میانقابی و عدم استفاده

- از نبشی کشی (کلاف بندی)

- تجاوز فاصله لقمه از حداکثر مجاز

- آئین نامه

- کنده شدن ورق اتصال، صفحه اتصال مهاربندی و قرارگیری غلط صفحه اتصال میانی مهاربندها



• کننده شدن اتصال صفحه اتصال و مهاربند



زلزله کرمانشاه

زلزله بم



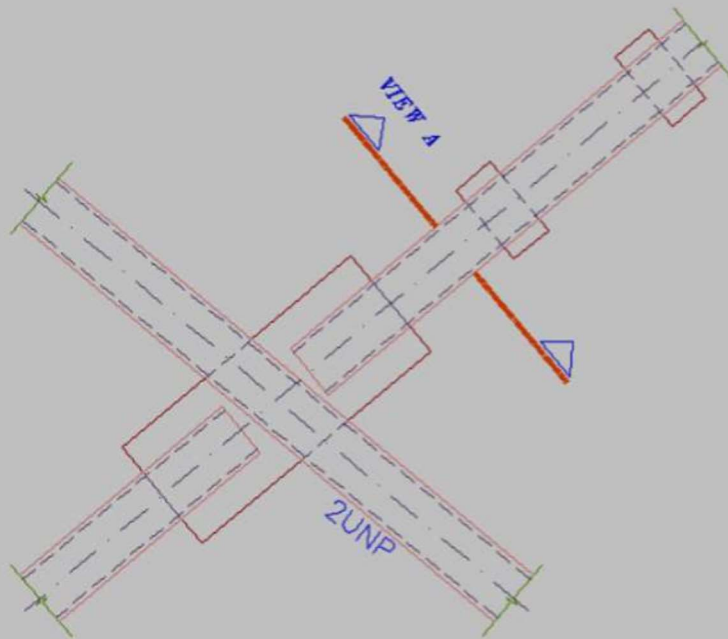
عدم اجرای صحیح اتصال بادبند

• کننده شدن اتصال صفحه اتصال و ستون و همچنین مهاربند و صفحه اتصال



کنده شدن بادبند در حالت کشش از محل جوش (ضعف جوش)
و کماتش بادبند در حالت فشاری - زلزله بم ۸۲/ ۱۰/۵

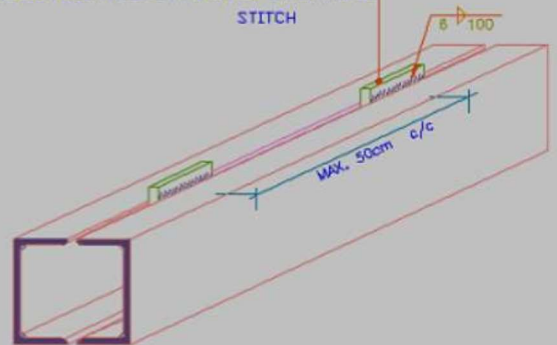
جزئیات صحیح اجرای بادبند



اتصال جفت پروفیل

SC. N.T.SC.

R.150X100X10 @50cm c/c FOR UNP8/10/12
R.200X100X10 @50cm c/c FOR UNP14/16/18
STITCH



VIEW A

TYPICAL STITCH DETAIL

- اجرای مناسب گاست و رعایت فاصله میان لقمه ها



• ضعف اتصال گاست

• جوش ضعیف بادبند به ورق گاست

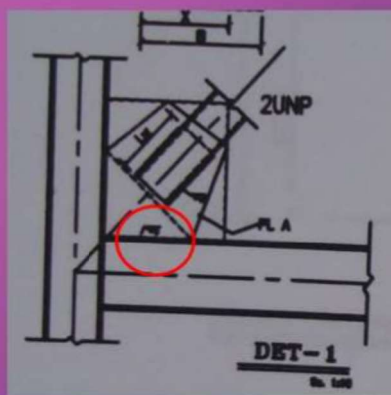
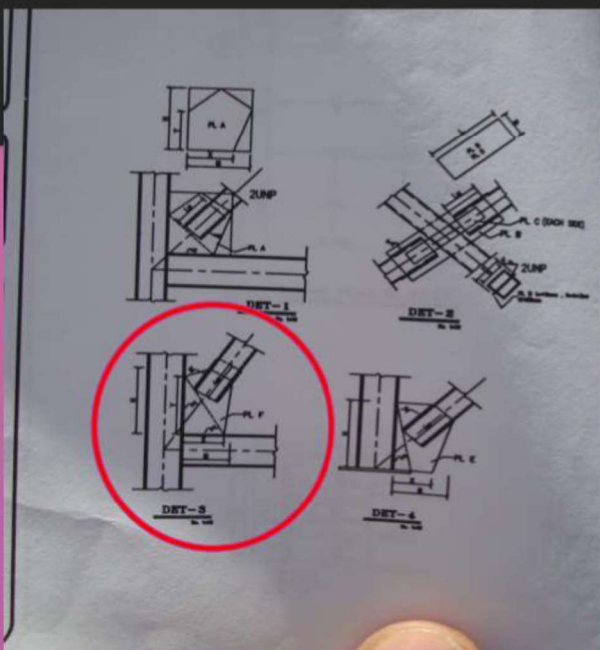
• عدم اتصال ورق گاست به تیر

• برش پخ گاست بدلیل وجود لچکی در محل اتصال تیر به ستون باعث کاهش طول جوش شده است.



• در نظر گرفتن جوش گاست به تیر در طراحی

• نمونه ای از نقشه ازبیلست سازه تخریب شده (عدم نظارت کافی)



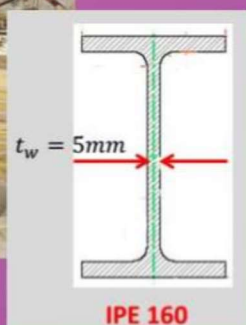
• اتصال ورق گاست به جان پروفیل I شکل

• بند ۱۰-۲-۹-۲-۲ مبحث دهم مقررات ملی



• در سازه تحت بار دینامیکی حداقل اندازه جوش 5mm است.

• حداکثر بعد جوش گوشه برای $t_w = 5mm$ می تواند 3mm باشد.



• اتصال ورق گاست به جان پروفیل I شکل

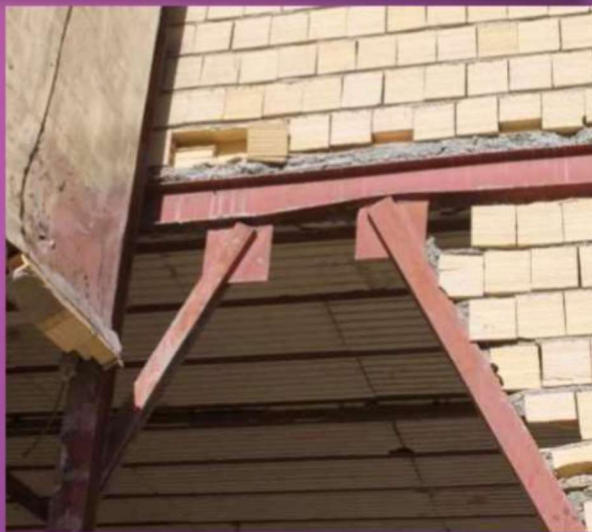


• اجرای صحیح ورق گالست

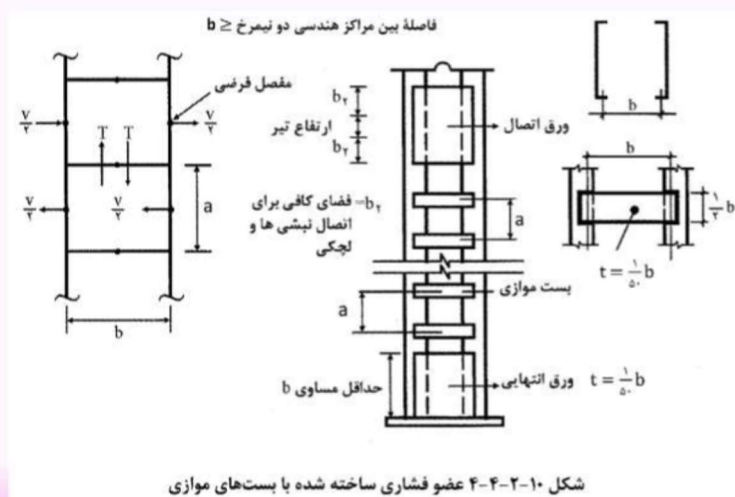
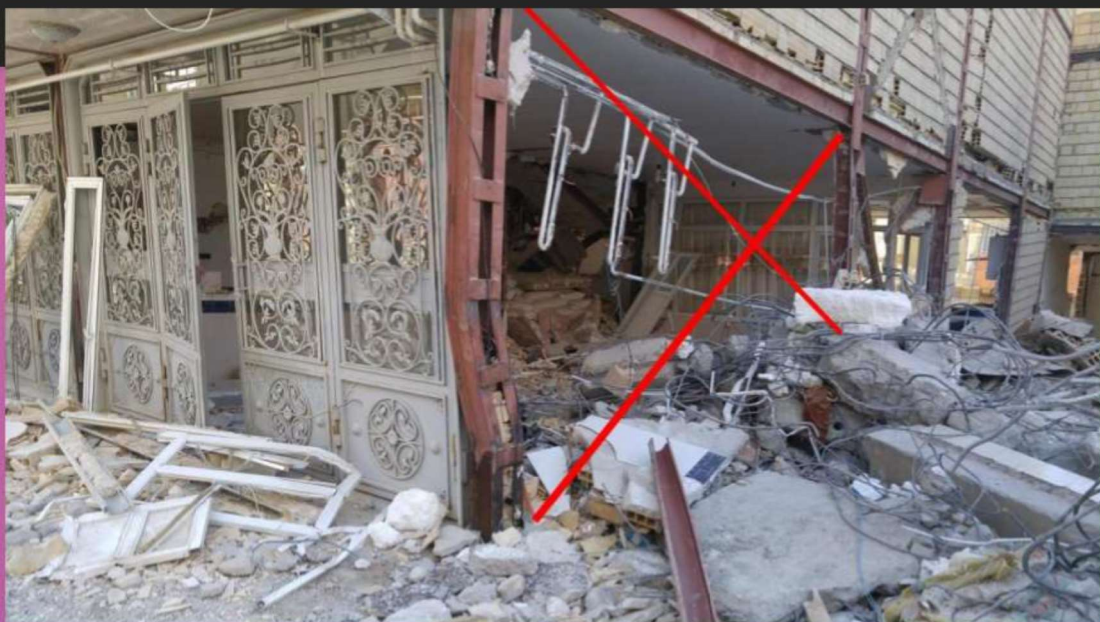


• نصب پلित اضافی به جان ستون

• طراحی و اجرای نامناسب مهاربندی با خروج از مرکز و کمانش و پیچش در تیر پیوند



• حذف بادبند از نقشه های طراحی شده (عدم نظارت کافی)

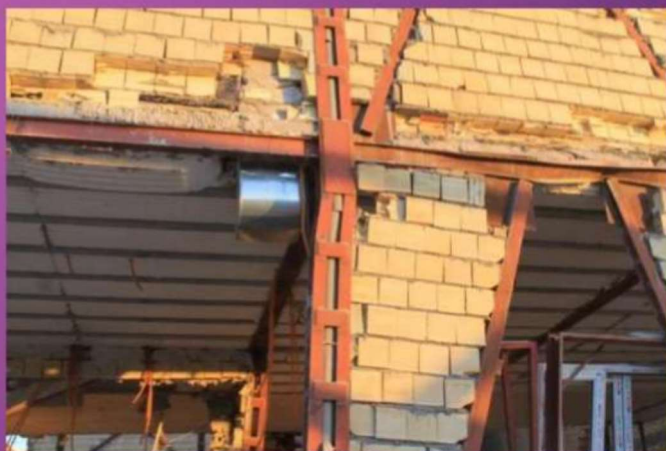


- جوش نامناسب و ضعیف قیدها و در نتیجه کنده شدن جوش بست
- کمابیش ستون به دلیل حذف بادبند و عدم اجرای پلیت انتهایی

- پیچش ستون به دلیل ضعف، فاصله زیاد بست ها و عدم استفاده از ورق اتصال در انتهای ستون



- کمانش ستون دارای بست افقی



• تعداد کم بادبند با توجه به ابعاد پروژه (ضعف طراحی یا عدم نظارت کافی)

• اجرای تنها یک بادبند در قاب های ابتدایی و انتهایی



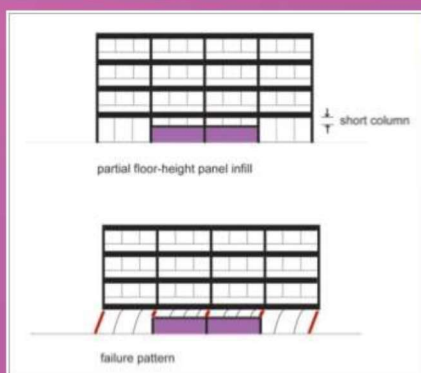
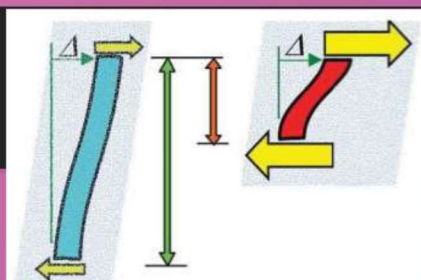
• تعداد کم بادبند با توجه به ابعاد پروژه (ضعف طراحی یا عدم نظارت کافی)



• اتصال ساده نشیمن در جهت X :

عدم وجود سیستم مقاوم در جهت X

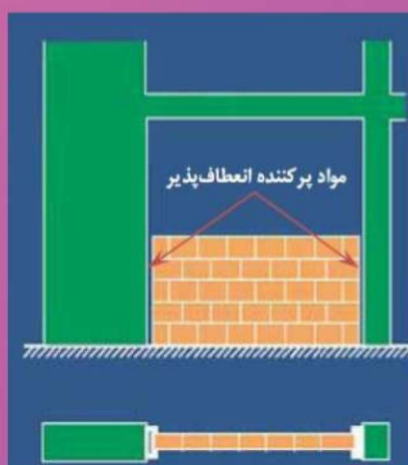
وجود ستون کوتاه



۱-۵-۹ از ایجاد ستون‌های کوتاه، بخصوص در نورگیرهای زیرزمین‌ها، حتی‌الامکان خودداری شود.

استاندارد ۲۸۰۰+

• راهکارهای حذف ستون کوتاه



- جداسازی دیوار و ستون با اجرای جزییات مناسب و شکل پذیر در ستونها

• ضعف اتصال تیر به ستون



Hossain Hashemi

• ضعف اتصال تیر به ستون

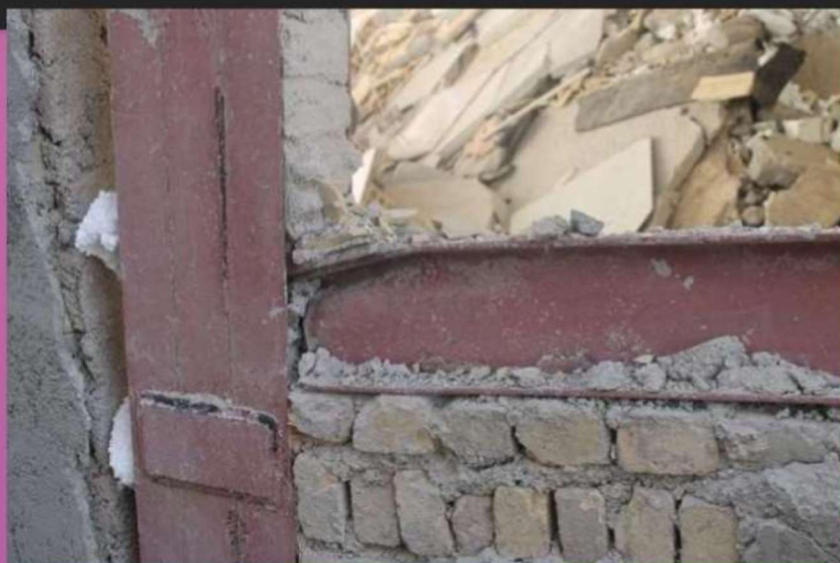


- ضعف اتصال تیر به ستون و عبور تیر از بین ستون و بست های موازی، بدون اتصال

• اتصال نامناسب تیر به ستون



• کمانش جان تیر در محل اتصال



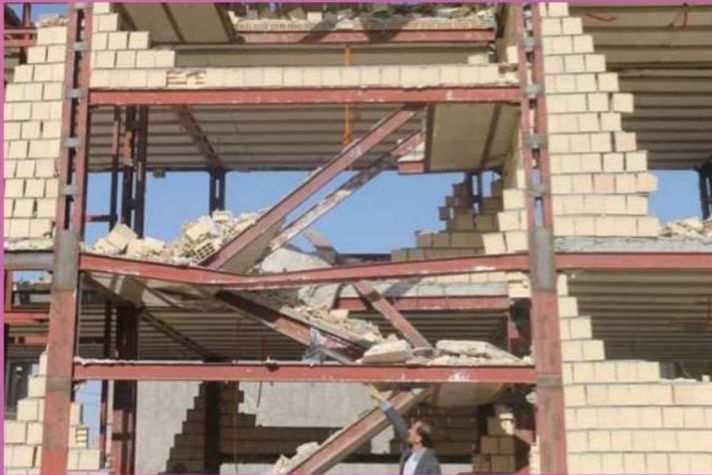
• اجرای کنسول ناپایدار



• ضعف راه پله ها



• کنده شدن اتصالات تیرهای شمشیری راه پله



• پیچش و کمانش تیر متصل به شمشیری راه پله در سرپلذهاب

• تغییر مکان جانبی بسیار زیاد و کنده شدن اتصال تیر به ستون



- عملکرد نامناسب ستون دارای بست افقی در قاب خمشی

- قاب خمشی متوسط

استفاده از ستون‌های با مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز است، مشروط بر آنکه خمش در ستون حول محور با مصالح باشد.

- قاب خمشی ویژه

ب) در ستون‌ها استفاده از مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز نیست. اجزای مقطع ستون باید در تمامی طول آن به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شوند.



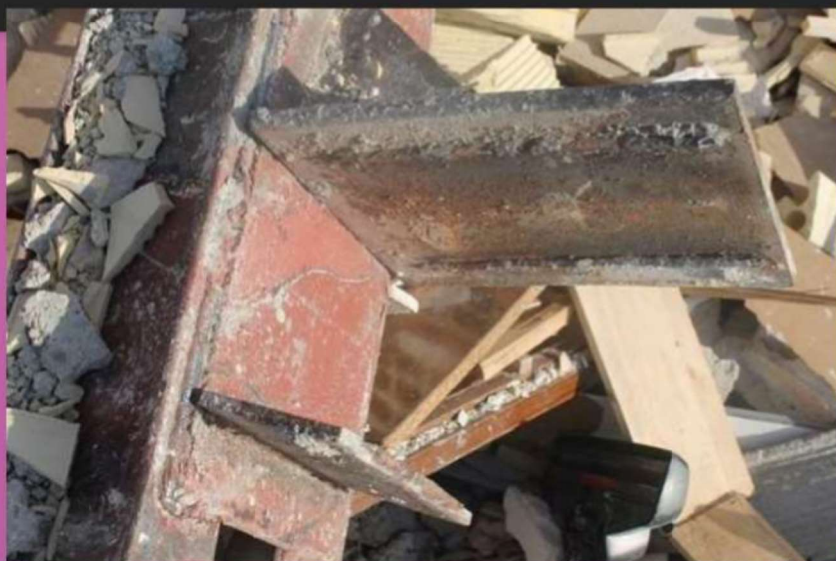
- تغییر تیب مقطع ستون



• عدم نفوذ جوش اتصال گوشه نبشی به ستون



• عملکرد نامناسب اتصال گیردار



• عدم جوش مناسب صفحه اتصال به ستون



• پارگی صفحه اتصال به ستون دارای بست مورب



• عدم رعایت اصل تیر ضعیف-ستون قوی



• ضعف اعضای سازه، عدم وجود مهار جانبی کافی و فروریزش کامل سازه ها



فروریزش سازه فولادی دارای دو سیستم متفاوت مقاوم لرزه‌ای در دو جهت (قاب خمشی و مهاربندی)



• ضعف اعضای سازه، عدم وجود مهار جانبی کافی و فروریزش کامل سازه ها



• فروریزش دو ساختمان اسکلت فولادی دارای اتصال قاب خمشی و مهاربندی در دو جهت مختلف و کشته شدن ۳۸ نفر



• فروریختن سازه فولادی و سقف ورودی مصلی سرپلذهاب ناشی از اتصال نامناسب تیر به ستون



فروریزش بخشی از سقف سازه فولادی در حال اجرا



- ضعف اعضای سازه، عدم وجود مهار جانبی کافی و فروریزش بخشی از سازه



تصاویر زلزله بم



پارگی در ناحیه اتصال قیر به ستون و چشمه اتصال:



(a) Beam bottom flange weld fracture propagating through column flange and web



(b) Beam bottom flange weld fracture causing a column direct fracture

Figure 9-7. Examples of brittle fracture of steel moment frame connections (courtesy of David P. O'Rourke, EERI International, San Francisco)



کمانش بادبندی:



Hashemi-Jafari



Hashemi-Jafari



Hossein Hashemi



Figure 12-11. Example of brace buckling – October 1, 1987 Winter earthquake

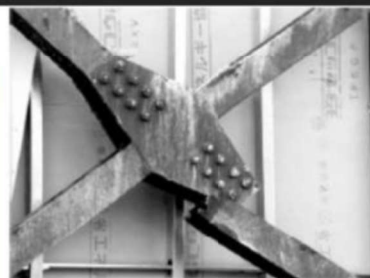
خسارت ناشی از جوش ها و اتصال پیچی نامناسب:



(c) Fracture of welded connection and web tear-out in brace



(d) Weld fracture



(a) Net section fracture at bolt holes



(b) Severe distortion of beam without lateral support at location of channel braces

➤ مطالعه موردی خسارت‌های ساختمانهایی با اسکلت فولادی در زلزله‌های

گذشته: زلزله بم

ایرادات طراحی:

۱. نداشتن بادبند یا گیردار نبودن اتصالات.
۲. کافی نبودن بادبندها یا عناصر مقاوم جانبی دیگر.
۳. وجود طبقه نرم (حذف بادبند یا حذف دیوارها و میان قابها در یک طبقه).
۴. طراحی نامناسب فونداسیون و بلند شدن (uplift) بعضی از فونداسیونهای متصل به بادبند.
۵. عدم تقارن در بادبندها یا فاصله زیاد بین مرکز سختی و مرکز جرم و در نتیجه پیچش ساختمان.
۶. عدم طراحی بادبندها برای فشار و لاغری و کمانش بادبندها.
۷. کمانش ستونها.
۸. عدم طراحی مناسب و ضعف بست ستونهای دویل.
۹. عدم طراحی مناسب و ضعف وصله ستونها.
۱۰. ضعیف بودن بعضی از تیرها.
۱۱. استفاده از تیر لانه زنبوری در قابهای خمشی
۱۲. استفاده از تیر لانه زنبوری به عنوان تیر پیوند در بادبندهای زانویی
۱۳. عدم طراحی سخت کننده در اتصالات تیر و ستون و ضعف اتصال
۱۴. ضعف اتصالات پای ستون از نظر کشش و برش
۱۵. کمانش موضعی اعضای جدار نازک در فشار
۱۶. عدم استفاده از لقمه در مقاطع بادبند دویل
۱۷. عدم توجه به نقش $P-\Delta$ در افزایش نیروهای داخلی اعضا
۱۸. عدم توجه به استحکام خرپشته در مقابل بارهای جانبی زلزله
۱۹. وجود طره های با طول زیاد یا با تکیه گاه ضعیف و ناکافی





ایرادات اجرایی :

۱. عدم توجه به ضوابط و استانداردهای جوشکاری و کیفیت جوش

۲. عدم توجه به جزئیات طول و بعد جوش مطابق نقشه

۳. ترکهای طولی و عرضی ناشی از جوشکاری غیر اصولی و ماهر نبودن جوشکار

۴. اجرای نادرست اتصال عضو بادبند به تیر و ستون بصورت خارج از مرکز

۵. عدم رعایت ضوابط و استانداردهای سقفهای تیرچه پلوک

۶. اتصال ضعیف و ناکافی بادبند به تکیه گاه و کنده شدن بادبند در زلزله

۷. وصله نامناسب اجزای سازه ای نظیر تیر و ستون

۸. اتصالات نامناسب تیر و ستون و ستون به فونداسیون



ایرادات اجرایی :

۹. استفاده از بولتهای جوشی در اتصالات پای ستون

۱۰. عدم مهار دیوارها به ستون

۱۱. عدم نظارت بر اجرای ساختمان و جوشکاریها

۱۲. عدم توجه به استحکام پلکان ها که نقش مهمی در حفظ جان افراد در هنگام بروز زلزله دارند.



روشهای اجرا و





روشهای اجرا و
امیری
سازه های فولادی

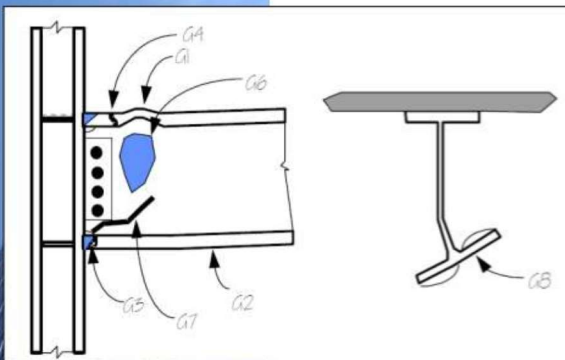


🔴 آسیب های اتصالات فلزی (FEMA 351)

- انواع خرابی ها و صدمات وارده به ناحیه اتصال در اثر زلزله:

- الف) خرابی در تیرها (G)
- ب) خرابی در بال ستونها (C)
- پ) خرابی در جوش (W)
- ت) خرابی در ورق برشی جان (S)
- ج) خرابی در چشمه اتصال

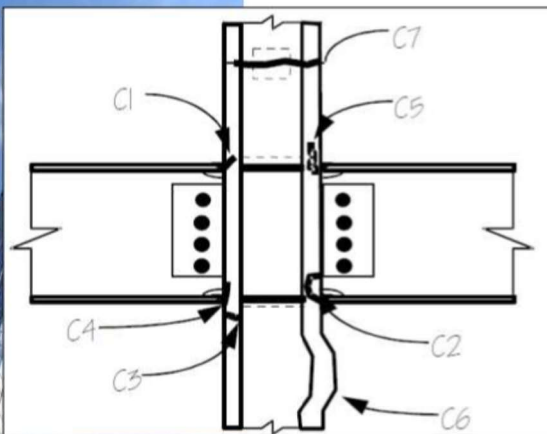
الف) خرابی در تیرها (G)



نماد خرابی	توضیح
G1	کمانش بال (بال فوقانی یا تحتانی)
G2	تسلیم بال (بال فوقانی یا تحتانی)
G3	گسیختگی بال در ناحیه تفتیده (بال فوقانی یا تحتانی)
G4	گسیختگی بال در خارج از ناحیه تفتیده (بال فوقانی یا تحتانی)
G5	گسیختگی بال فوقانی یا تحتانی
G6	تسلیم یا کمانش جان
G7	گسیختگی جان
G8	کمانش پیچشی جانبی مقطع

Type	Description
G1	Buckled flange (top or bottom)
G2	Yielded flange (top or bottom)
G3	Flange fracture in heat affected zone (HAZ) (top or bottom)
G4	Flange fracture outside heat affected zone (HAZ) (top or bottom)
G5	Flange fracture top and bottom (not used)
G6	Yielding or buckling of web
G7	Fracture of web
G8	Lateral torsional buckling of section

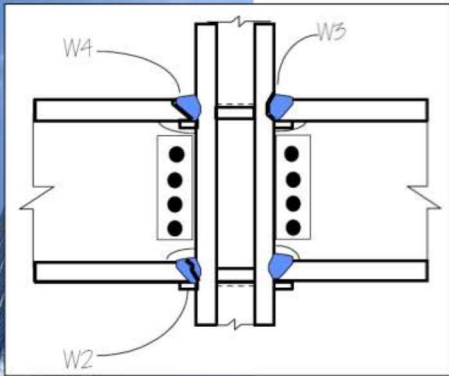
ب) خرابی در بال ستونها (C)



نماد خرابی	توضیح
C1	ترک جزئی
C2	قلوه کن شدن بالها
C3	ترک کامل یا جزئی خارج از ناحیه تفتیده
C4	ترک کامل یا جزئی خارج از ناحیه تفتیده (HAZ)
C5	پارگی لایه‌ای
C6	کمانش بال ستون
C7	گسیختگی در وصله

Type	Description
C1	Incipient flange crack
C2	Flange tear-out or divot
C3	Full or partial flange crack outside heat-affected zone
C4	Full or partial flange crack in heat-affected zone
C5	Lamellar flange tearing
C6	Buckled flange
C7	Column splice failure

🚩 (پ) خرابی در جوش (W)



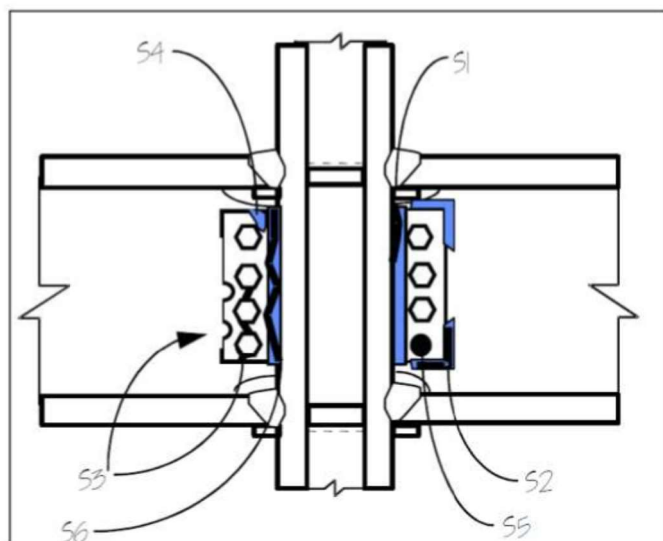
Type	Description
W2	Crack through weld metal thickness
W3	Fracture at column interface
W4	Fracture at girder flange interface

نماد خرابی	توضیح
W1	ترک در ریشه جوش
W1a	ترک‌هایی به عمق کوچکتر از ۵ میلیمتر و یا $t/4$ و عرض کوچکتر از $b/4$
W1b	ترک‌هایی عمیق تر و بزرگتر از W1a
W2	ترک در ضخامت کامل فلز جوش
W3	گسیختگی در فصل مشترک فلز جوش با ستون
W4	گسیختگی در فصل مشترک فلز جوش با تیر
W5	علایم قابل تشخیص با آزمایش UT - غیر قابل رد کردن

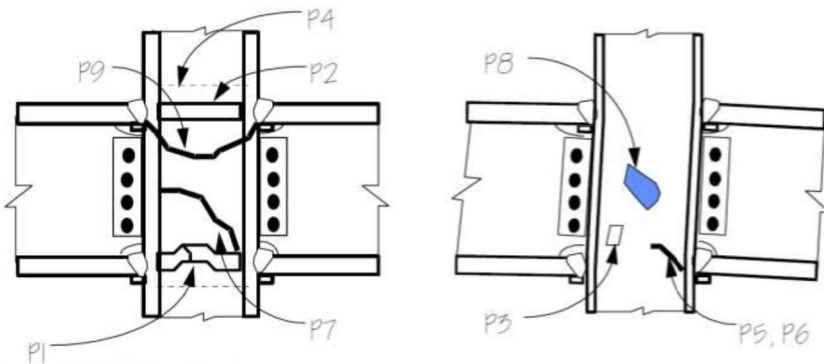
🚩 (ت) خرابی در ورق برشی جان (S)

Type	Description
S1	Partial crack at weld to column
S2	Fracture of supplemental weld
S3	Fracture through tab at bolts or severe distortion
S4	Yielding or buckling of tab
S5	Loose, damaged or missing bolts
S6	Full length fracture of weld to column

نماد خرابی	توضیح
S1	ترک جزئی در جوش ورق به ستون
S1a	بال های تیر سالم
S1b	بال های تیر ترک خورده
S2	گسیختگی جوش های تکمیلی
S2a	بال های تیر سالم
S2b	بال های تیر ترک خورده
S3	ترک از ناحیه پیچ ها
S4	تسلیم یا کماتش ورق اتصالی برشی
S5	پیچ های شل، صدمه دیده و یا فراموش شده
S6	گسیختگی کامل جوش ورق برشی به ستون



ج (خرابی در چشمه اتصال)



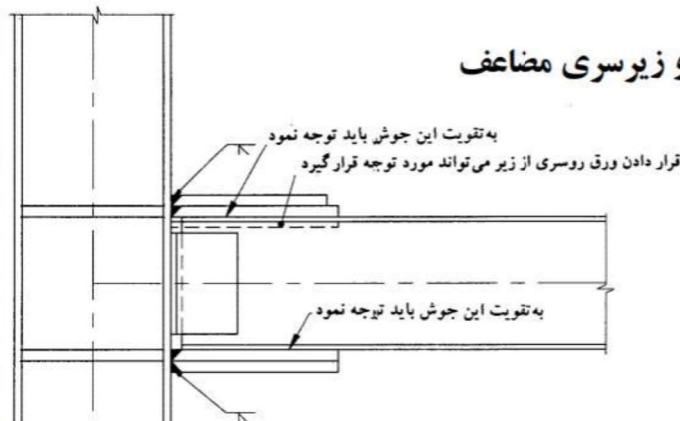
نماد خرابی	توضیح
P1	گسیختگی، کمانش و یا تسلیم ورق پیوستگی
P2	گسیختگی در جوش ورق پیوستگی
P3	تسلیم یا تغییر شکل جان
P4	شکست جوش ورق مضاعف
P5	گسیختگی جزئی در ورق مضاعف
P6	گسیختگی کامل یا نزدیک به کامل در جان ستون
P7	گسیختگی کامل یا نزدیک به کامل در جان یا ورق مضاعف
P8	کمانش جان
P9	گسیختگی کامل ستون

Type	Description
P1	Fracture, buckle or yield of continuity plate
P2	Fracture in continuity plate welds
P3	Yielding or ductile deformation of web
P4	Fracture of doubler plate welds
P5	Partial depth fracture in doubler plate
P6	Partial depth fracture in web
P7	Full or near full depth fracture in web or doubler
P8	Web buckling
P9	Severed column

راهکارهای تقویت اتصال فلزی جوشی (نشریه ۲۶۴)

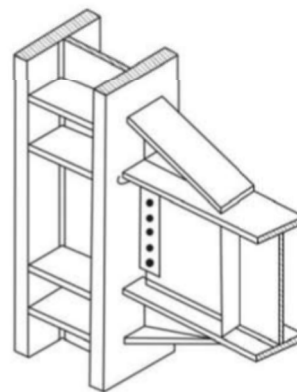
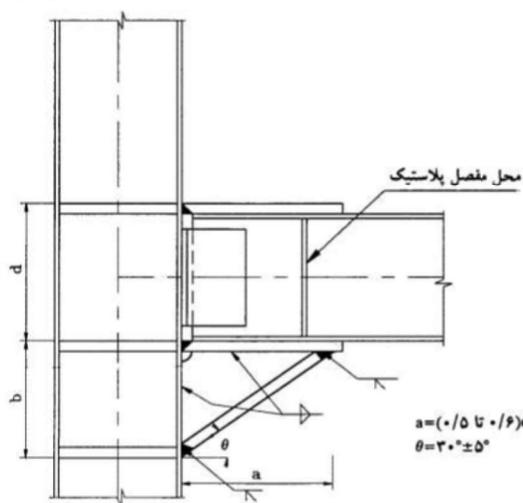
- استفاده از ورق روسری و زیرسری مضاعف
- استفاده از ماهیچه
- لچکی های قائم در بال فوقانی و تحتانی
- استفاده از ورق کناری
- استفاده از مقطع T شکل
- مقاوم سازی اتصال با پیش تنیدگی خارجی بوسیله کابل کششی

a. استفاده از ورق روسری و زیرسری مضاعف



در صورتی که از جوش ورق های زیرسری و روسری به ستون اطمینان نداشته و یا در حین زلزله به آنها صدمه وارد آمده باشد، استفاده از ورق های زیرسری و روسری مضاعف (شکل ۹ - ۱۲) می تواند در برنامه کار قرار گیرد. در صورتی که هیچ اطمینانی از جوش ورق روسری موجود به ستون نباشد و یا این جوش از بین رفته باشد، ضخامت ورق روسری و زیرسری باید برای لنگر پلاستیک تیر طراحی شود. اما اگر اضافه کردن ورق زیرسری و روسری به منظور تقویت وضعیت موجود باشد، ضخامت آن برحسب قضاوت تعیین می گردد.

b. استفاده از ماهیچه

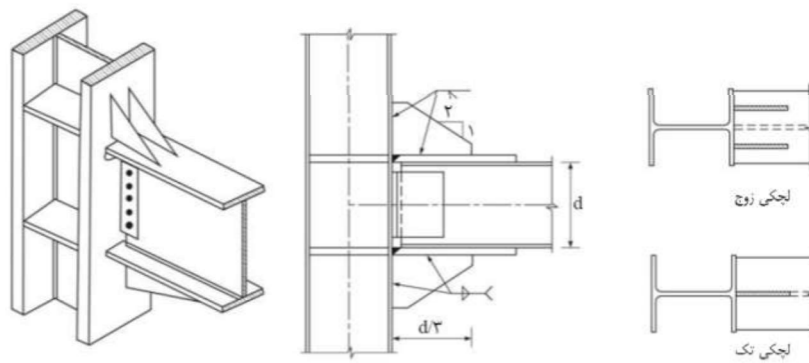


در شکل ۸ - ۱۲ جزئیات اضافه کردن ماهیچه در بال تحتانی ستون نشان داده شده است. اضافه کردن این ماهیچه باعث انتقال مفصل پلاستیک از پر ستون به داخل تیر می شود. اضافه کردن این ماهیچه همواره از پایین اتصال قابل انجام است (متذکر می گردد که تجربیات حاصل از زلزله، مبین شروع خرابی از اتصال بال تحتانی).



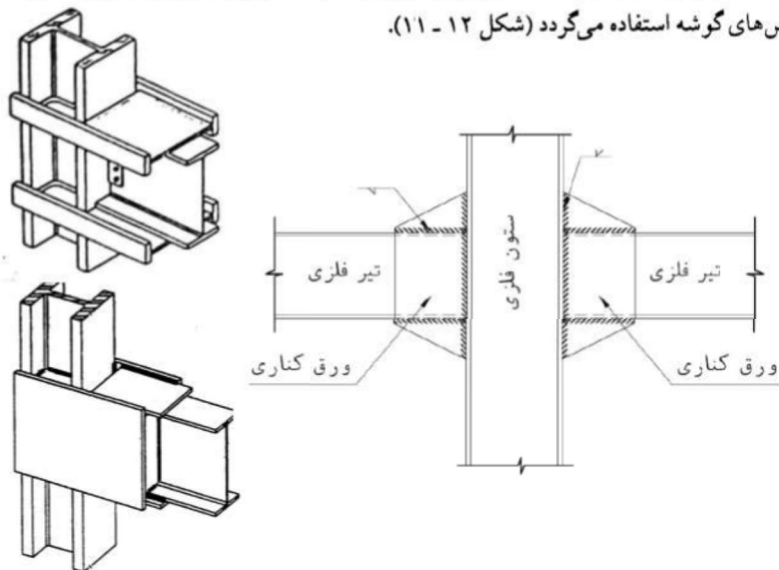
c. لچکی های قائم در بال فوقانی و تحتانی

شکل زیر نشان دهنده تقویت اتصال صلب با لچکی های قائم در بال فوقانی و تحتانی است. تعداد لچکی ها می تواند یک یا دو باشد.



d. استفاده از ورق کناری

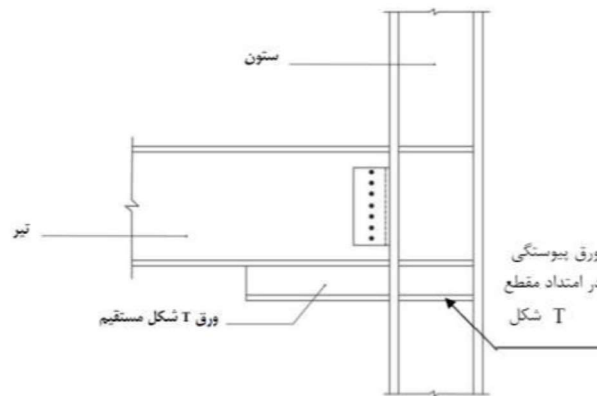
در این روش نیروهای کششی و فشاری بال های فوقانی و تحتانی تیر به کمک ورق های گونه به ستون انتقال داده می شوند. به جای استفاده از جوش شیاری با نفوذ کامل برای نیروی بال تیر به ستون، از جوش های گوشه استفاده می گردد (شکل ۱۱ - ۱۲).





e. استفاده از مقطع T شکل

با استفاده از مقاطع T شکل می‌توان اتصال فولادی را مقاوم‌سازی نمود. در بعضی از موارد مقطع را تنها در بال پایینی اتصال اجرا می‌نمایند که با استفاده از این روش می‌توان بدون تخریب دال اتصال را مقاوم‌سازی نمود. ورق‌های پیوستگی را در امتداد مقاطع T شکل نیز باید اجرا نمود.



f. مقاوم سازی اتصال با پیش تنیدگی خارجی بوسیله کابل کشی

- ❖ این روش یکی از نوین ترین روش های بهسازی لرزه ایست که در سال های اخیر توسعه یافته است.
- ❖ کابل با مقاومت بالا معمولاً در قسمت میانی تیر تعبیه می گردد.
- ❖ این روش را با چهار کابل نیز می توان اجرا نمود.
- حسن استفاده از چهار کابل این است که با از بین رفتن یک کابل عملکرد اتصال مختل نمی گردد.
- ❖ جدایی تیر از ستون منجر به جذب انرژی می گردد، زیرا با جدا شدگی تیر از ستون کابل ها به کشش افتاده و عملکرد غیرخطی کابل ها باعث جذب انرژی میگردد.
- ❖ استفاده از این روش منجر به افزایش مقاومت، سختی و شکل پذیری اتصال می گردد.
- ❖ در استفاده از این روش بعضی از مشکلات مانند تسلیم شدن کابل ها، کماتش موضعی تیر و ... وجود دارد.



❖ مشکلات در استفاده از این روش:

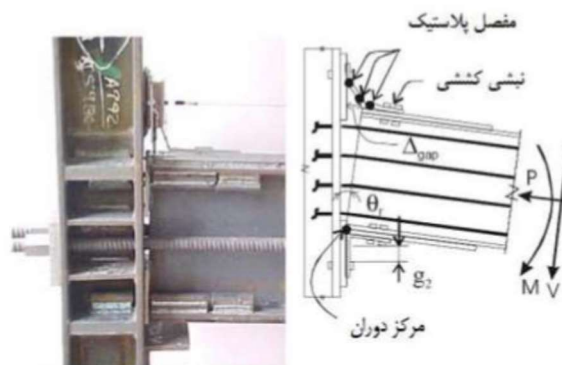
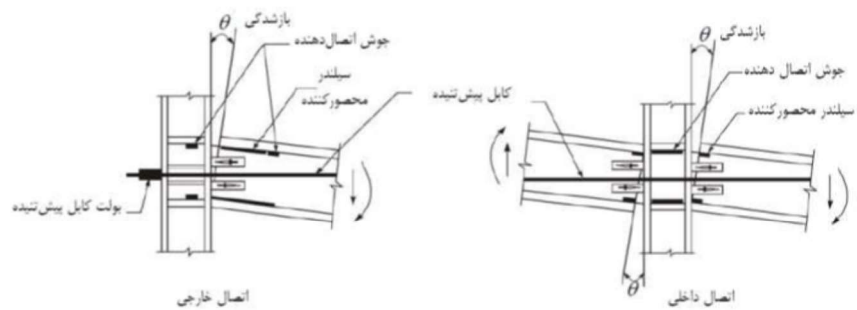
تسلیم شدن کابل ها، کماتش موضعی تیر و ...

❖ محاسن این روش :

- یکسان سازی عملکرد غیر خطی اجزای سازه ای و در نتیجه محدود نمودن نیروهای لرزه ای به وجود آمده و فراهم نمودن میرایی اضافی برای سازه

- برگشت سیستم به حالت اولیه بعد از ایجاد تغییرشکلهای به وجود آمده در اثر بارهای لرزه ای

- کاهش و یا حذف خسارتهای شدید به المانهای سازه ای اصلی







This document was created with the Win2PDF "print to PDF" printer available at <http://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<http://www.win2pdf.com/purchase/>



This document was created with the Win2PDF "print to PDF" printer available at
<http://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<http://www.win2pdf.com/purchase/>