اشکالات رایج در سازه‌های فولادی

کارگاه تخصصی

مدرس:

پروفسور محسن گرامی

زمان: ۲۲ آذرماه ۱۴۰۱

ساعت: ۱۴ الی ۱۶

کد کارگاه: ۱۱۰۹

WWW.ISSSCONF.IR

یازدهمین کنفرانس ملی و چهارمین کنفرانس بین‌المللی سازه و فولاد

و دومین کنفرانس ملی قاب‌های سبک فولادی (LSF) | ۲۲ الی ۲۴ آذرماه ۱۴۰۱ | مرکز همایش‌های بین‌المللی هتل المپیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان خراسان رضوی

دوره آموزش
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

دکتر محسن گرامی – پاییز ۱۴۰۱

فهرست مطالب دوره

مدرس: پروفسور محسن گرامی

بررسی اشکالات در مراحل مختلف اجرای سازه:

- بخش اول: کلیات و آماده سازی قطعه
- بخش دوم: اجرای اتصالات پیچ و مهره ای
- بخش سوم: اجرای جوش و اتصالات جوشی
- بخش چهارم: حمل و نگهداری
- بخش پنجم: اجرای پی و کف ستون
- بخش ششم: نصب (پیش مونتاژ و مونتاژ)
- بخش هفتم: اجرای اتصالات تیر و ستون
- بخش هشتم: اجرای سیستم مهار جانبی

توضیحات

مراجع و آئین نامه های مورد استفاده عبارتند از:

- مقررات ملی ساختمان
- آئین نامه جوش و اتصالات جوشی
- نشریه ۵۵
- کتاب راهنمای نظارت و اجرای فناوری های نوین صنعت ساختمان، سازمان نظام مهندسی استان خراسان رضوی، دکتر محسن گرامی (پیش نویس).
- جزوه درسی نظارت بر اجرای ساختمان های فولادی، دکتر محسن گرامی.

سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

دوره آموزش

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

بخش اول – کلیات و آماده سازی قطعه

استاد: دکتر محسن گرامی

عضو هیئت علمی دانشگاه

مشاور عالی نظام مهندسی

پاییز ۱۴۰۱

فهرست کلیات و اشکالات اجرایی آماده سازی قطعه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نکات اجرایی در انتخاب پروفیل
  - مرغوب و نامرغوب
  - نرمال و شاخه
- نکات و اشکالات اجرایی در آماده سازی قطعه
  - برش کاری
  - آماده سازی لبه
  - خم کاری و صاف کاری
  - تمیزکاری و زنگ زدایی
  - رنگ آمیزی

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

تهیه پروفیل

پروفیل استاندارد و غیر استاندارد

مدرس: پروفسور محسن گرامی

در سالهای اخیر به دلیل واردات زیاد محصولات فولادی و تیرآهن‌های نوردشده و شباهت ظاهری پروفیل‌های خارجی با محصولات داخلی، لازم است مشخصات فنی و اجرایی پروفیل‌های مورد تأیید در سازه، در مرحله تهیه و ورود به کارگاه، توسط مهندس مجری و ناظر مورد توجه قرار گیرد.

آئین نامه *فولاد غیر استاندارد و نامشخص را در صورت نداشتن عیوب سطحی و ظاهری میتوان در بخشهایی از ساختمان که دارای اهمیت زیاد نبوده و در مکانی که ویژگیهای مکانیکی این فولاد روی استحکام ساختمان اثر سوئی به جا نمیگذارند، به کار برد.*

تفاوت پروفیل های مرغوب و نامرغوب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تفاوتهای ظاهری و فنی پروفیل های مرغوب بازار کشور (مانند تیرآهن اصفهان و اهواز) با پروفیل های غیر مرغوب (مانند برخی پروفیل های وارداتی)

- طول یکسان و استاندارد در تیرآهن اصفهان
- طول غیراستاندارد در تیرآهن خارجی (معمولا روسی) (۱۱/۶۰-۱۱/۷۰).
- رنگ زغالی تیره تیرآهن اصفهان
- رنگ روشن تر و گاهی قرمز در تیرآهن خارجی دارند.

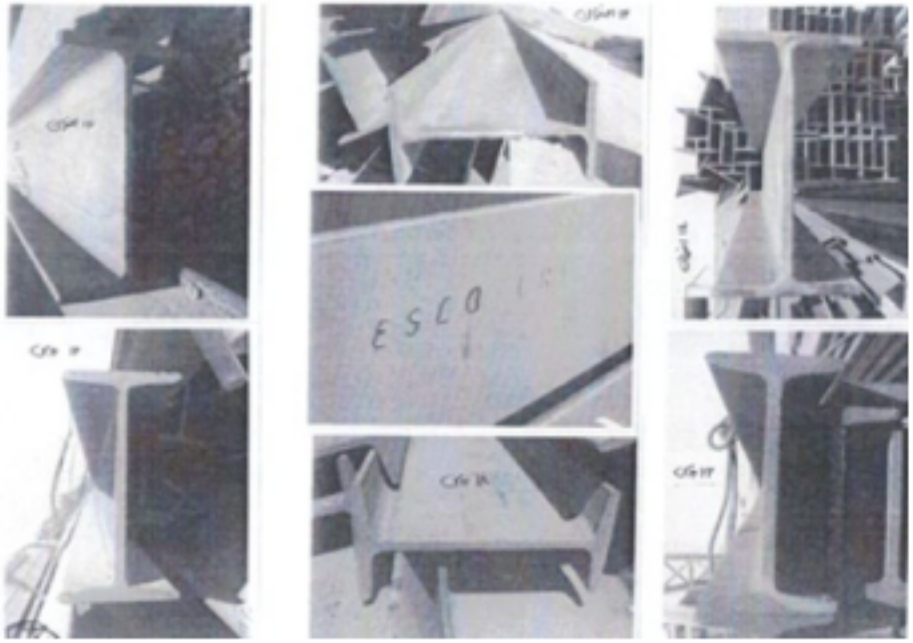
لازم به ذکر است تیرآهن تولید اهواز (مرغوب) نسبت به تیرآهن اصفهان دارای رنگ روشن تری هستند.

- وزن غیراستاندارد تیرآهن خارجی

غالبا وزن شاخه آنها ۱۵ کیلوگرم سبکتر است.

تفاوت پروفیل های مرغوب و نامرغوب

مدرس: پروفسور محسن گرامی



- احتمال بیشتر زنگ زدگی و رنگ قرمز تیرآهن خارجی

به دلیل جنس فولاد، مسافت راه و توقف در گمرک

- پلیسه در محل برش ابتدا و انتهای تیرآهن خارجی

پلیسه: ورقه های نازکی که پس از بریدن پروفیل در آن ایجاد شده و بعدا با ضربه زدن برداشته می شود

- فولاد بعضی از تیرآهن های خارجی از نوع ST32 می باشد

تنش تسلیم و تنش نهائی آن با ST37 متداول در ایران، متفاوت است

- معمولا این پروفیل ها با الکترودهای متداول در ایران جوش پذیری مستحکم یا مطلوبی نشان نمی دهند

جوش آنها با پاشش زیاد جرقه همراه است (اصطلاحا پرجرقه است) و یا جوش آنها استحکام لازم را ندارد

- فولاد بعضی از تیرآهن های خارجی نرمتر از پروفیل های ایرانی می باشد

تفاوت در مدول الاستیسیته که می تواند در خیز و کمانش تاثیر منفی بگذارد.

تفاوت پروفیل های مرغوب و نامرغوب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

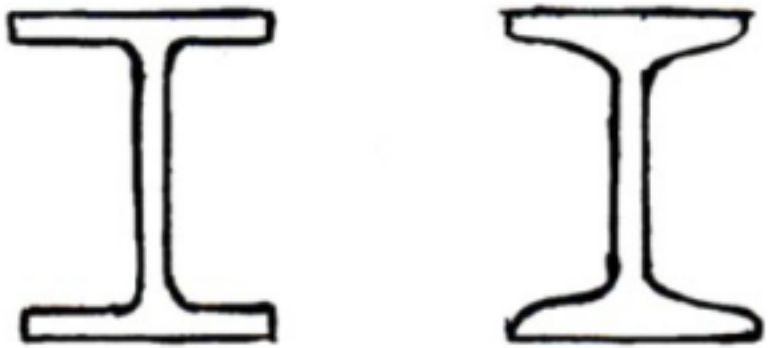
- پروفیل خارجی با اندازه خارج از جدول اشتال

(مانند IPE250)

- بال تیرآهن های اصفهان چهارگوش هستند در صورتیکه آهن های خارجی قوس دارند

تفاوت در شکل غلطک ها و نورد پروفیل ها

البته پروفیل INP تولید اهواز دارای شکل متفاوتی از پروفیل IPE اصفهان است و با IPE غیراستاندارد تفاوت دارد که لازم است به این موضوع توجه گردد.

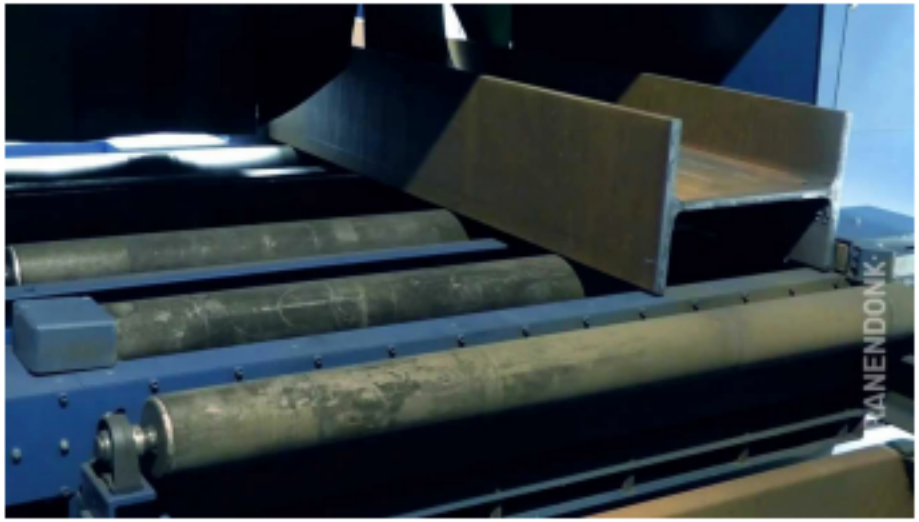


تیرآهن نرمال و شاخه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

پروفیل نرمال

پروفیل نورد شده به شاخه های ۱۲ متری برش خورده (تیرآهن شاخه)، الباقی طول باقیمانده از آن بطول 5m الی 11.90m از پروفیل نورد شده، با نام متداول پروفیل نرمال به بازار عرضه می گردد.



تفاوت فنی

به لحاظ کیفی تفاوت زیادی میان پروفیلهای نرمال و شاخه وجود ندارد لکن بعضی از مهندسین بر این اعتقاد هستند که چون تیرآهن های نرمال قسمت انتهایی شمش می باشد می تواند به لحاظ کیفیتی متفاوت از پروفیل های شاخه باشد (این نظریه مستند نمی‌باشد).

تفاوت قیمت

قیمت پروفیل نرمال کمتر از پروفیل شاخه می باشد و بطور متوسط با حدود ۱۰ درصد کاهش نسبت به پروفیل شاخه به بازار عرضه می شود.

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اصلاح سوراخ

اصلاح سوراخ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- متداول‌ترین روش اصلاح سوراخ، استفاده از برقو است.

توسط برقو، جداره هر یک از سوراخها به سمت سوراخ دیگر تراشیده می‌شود تا پیچ اتصال، از سوراخ عبور کند.

آئین نامه *چنانچه حداکثر تا ۱۵ درصد سوراخها با یکدیگر منطبق نباشند، می‌توان سوراخها را با گذراندن یک پیچ امتحانی پیدا کرده و از برقو برای تراشیدن جداره سوراخ‌ها و انطباق آنها با یکدیگر استفاده نمود.*

آئین نامه *حداکثر مجاز قطر برقوی مصرفی ۳ میلیمتر بزرگتر از قطر پیچ می‌باشد و برقوزنی نباید قطر سوراخ را بیش از ۵ میلیمتر افزایش دهد*

اصلاح سوراخ

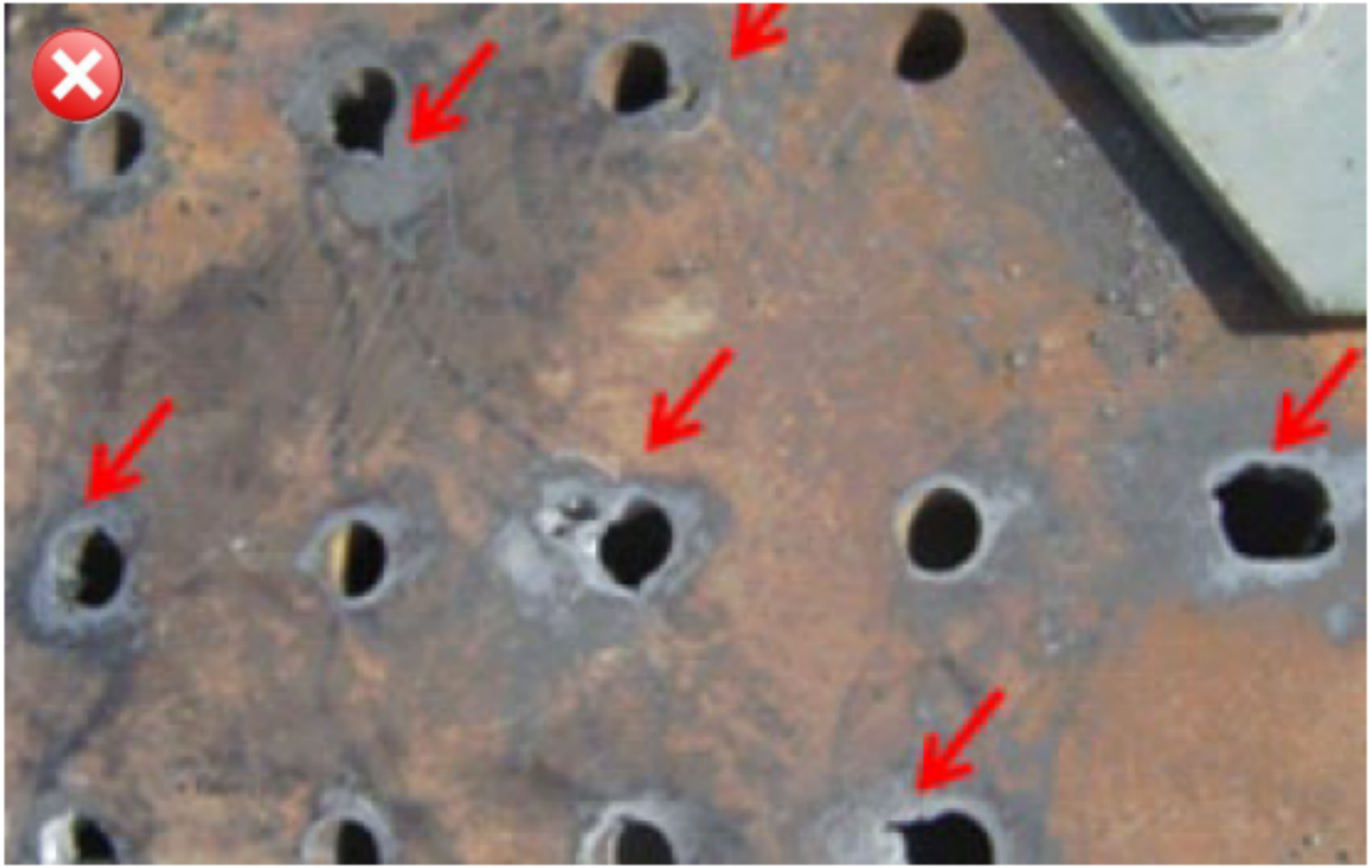
مدرس: پروفسور محسن گرامی

آئین نامه *استفاده کردن از برش شعله برای گشاد کردن سوراخها مجاز نیست.*

توصیه می‌شود در کارگاه اسکلت فولادی با اتصالات پیچ و مهره‌ای، مهندس ناظر از ورود دستگاه هوا-برش به کارگاه جلوگیری نماید.

اصلاح سوراخ

مدرس: پروفسور محسن گرامی



اصلاح سوراخ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در بعضی موارد به دلیل عدم انطباق سوراخ بادبند با ورق ستون، سوراخ ها با هوابرش ذوب شده است

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

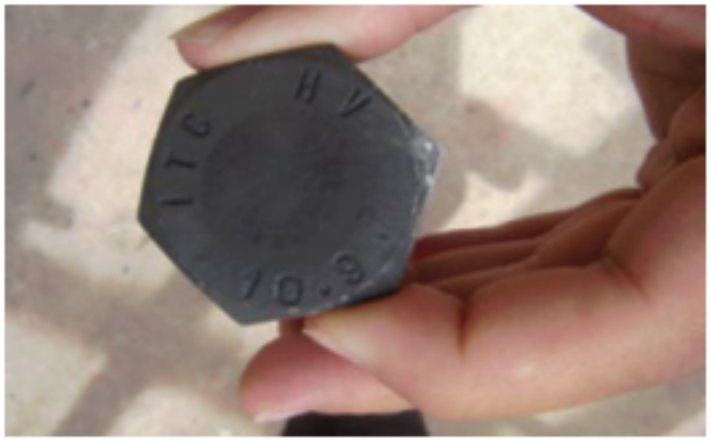
انواع پیچ و اتصالات پیچ و مهره ای

انواع پیچ و اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- انواع پیچ
  - پیچهای معمولی
  - پیچهای پرمقاومت

ISOتقسیم بندی							
پیچ با مقاومت معمولی					پیچ با مقاومت زیاد		
4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9



انواع پیچ و اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

نوع پیچ	ASTM	ISO	تنش تسلیم مصالح پیچ (F_y)	تنش کششی نهایی مصالح پیچ (F_u)
پیچهای معمولی	A۳۰۷		MPa ۲۴۰	MPa ۴۰۰
		۴,۶	MPa ۲۴۰	MPa ۴۰۰
		۴,۸	MPa ۳۲۰	MPa ۴۲۰
		۵,۶	MPa ۳۰۰	MPa ۵۰۰
		۵,۸	MPa ۴۰۰	MPa ۵۲۰
		۶,۸	MPa ۴۸۰	MPa ۶۰۰
پیچهای پرمقاومت	A۳۲۵ $d \leq$ ۲۴ mm			Mpa ۸۰۰
	A۳۲۵ $d >$ ۲۴ mm			MPa ۷۲۵
	A۴۹۰			MPa ۱۰۰۰
		۸,۸		MPa ۸۰۰
		۱۰,۹		MPa ۱۰۰۰
		۱۲,۹		MPa ۱۲۰۰

انواع پیچ و اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- انواع اتصال از نگاه رفتار سازه ای
  - اتصال مفصلی
  - اتصال صلب

انواع پیچ و اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

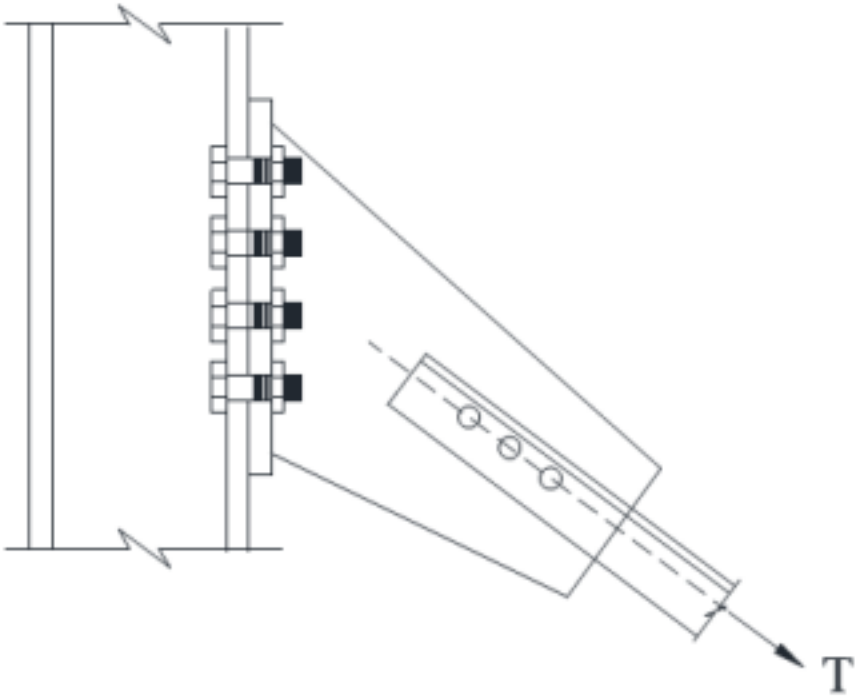
انواع اتصال از نگاه تنش ایجاد شده در پیچ

- اتصال اصطکاکی- تنش کششی موازی محور پیچ

تنش فشاری در ناحیه تماس دو صفحه اتصال و تنش کششی در پیچ اتصال ایجاد می‌شود

- اتصال اتکائی- تنش برشی عمود بر محور پیچ

دو عضو اتصال نسبت به یکدیگر لغزش نموده و در راستای عمود بر پیچ، بر آن اتکاء می کنند.



انواع پیچ و اتصالات پیچ و مهره ای

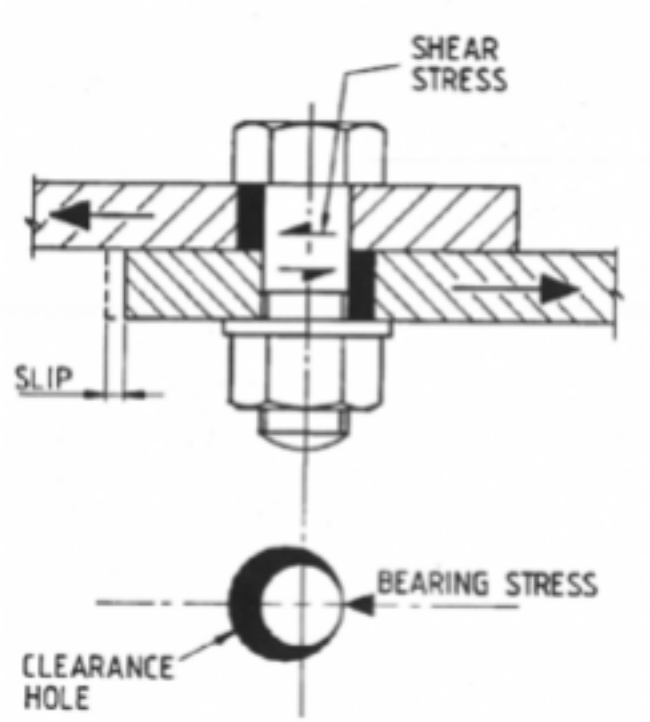
مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال اتکائی

اندکی لغزش ایجاد می‌شود تا بدنه پیچ با جداره سوراخ مماس شود و نیروی اتصال توسط نیروی برشی پیچ، بین صفحات منتقل می‌شود. تنش موجود در پیچ در این اتصال، تنش برشی است.

بست اولیه

بستن پیچ و مهره در این اتصال، اندکی تنش کششی در پیچ ایجاد می‌کند ولی نه در حدی که مانع از لغزش صفحات بر روی یکدیگر شود. به بستن پیچ و مهره در این حالت، بست اولیه اطلاق می‌شود



انواع پیچ و اتصالات پیچ و مهره ای

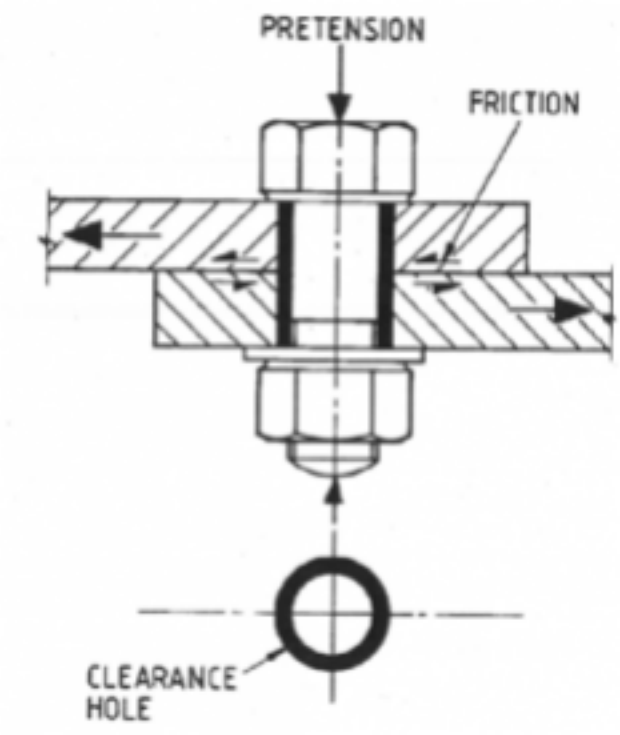
مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال اصطکاکی

لغزش ایجاد نمی‌شود و نیروی اتصال توسط اصطکاک بین صفحات منتقل می‌شود. تنش موجود در پیچ در این اتصال، تنش کششی است.

بست ثانویه

جهت اطمینان از عدم لغزش دو صفحه و همچنین افزایش نیروی اصطکاک میان آنها، لازم است پیچ و مهره بیشتر از بست اولیه سفت شوند (بست ثانویه). در این مرحله تنش‌های ایجاد شده در پیچ تا حدی زیاد است که تغییرشکل غیرارتجاعی در آن ایجاد می‌کند و اصطلاحاً پیچ پیش‌تنیده می-گردد



برخی ضوابط اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

آئین نامه *استفاده از پیچهای معمولی فقط در اتصالات اتکایی و استفاده از پیچهای پرمقاومت، برای هر دو نوع اتصال اتکایی و اصطکاکی مجاز است.*

آئین نامه *طول پیچ باید به نحوی انتخاب شود که در انتهای کار، حداقل سه دندانه آن از مهره بیرون باشد.*

برخی ضوابط اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

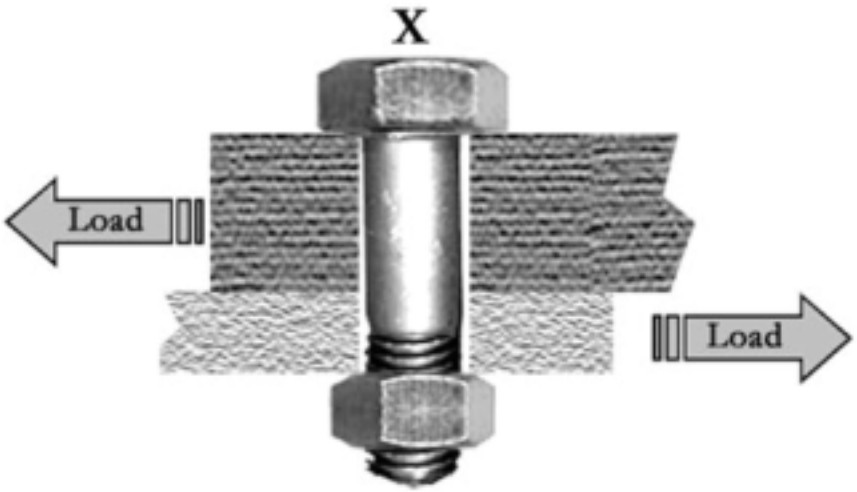
آئین نامه *تمامی سطوح اتصال پیچ و مهره‌ای (شامل سطوح مجاور کلهٔ‌پیچها و مهره‌ها) باید از هر گونه مواد خارجی، آلودگی و پوسته (بجز پوسته‌های محکم طبیعی فولاد)، تمیز باشند.*

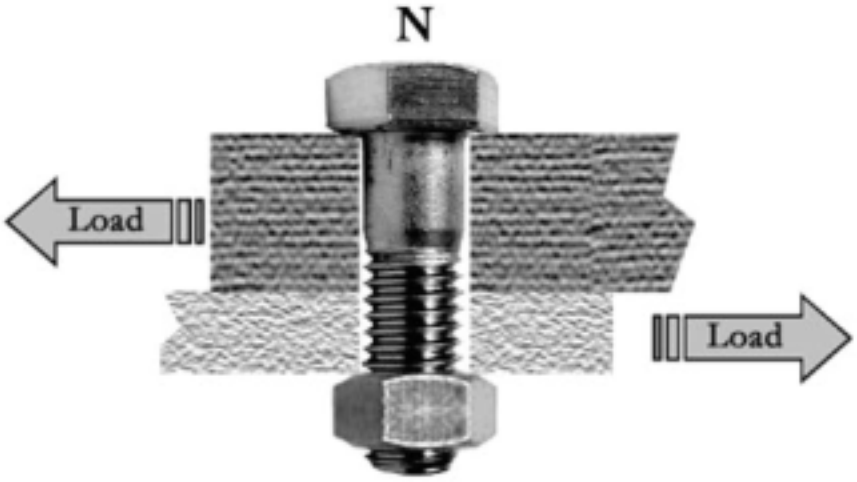
آئین نامه *تا حد ممکن از کاربرد پیچ‌های هم‌اندازه با رده‌های مقاومتی مختلف در یک سازه پرهیز نمود.*

برخی ضوابط اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- توجه به مقطع رزوه





واشر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در اتصال پیچ و مهره‌ای دارای پیچ معمولی، باید بین مهره و صفحه اتصال از واشر فولادی استفاده شود.
- در اتصالات پیچی با عملکرد اصطکاکی استفاده از واشر سخت زیر پیچ و مهره الزامی است.

با استفاده از پیچهای با مقاومت تسلیم ۹۰۰ مگاپاسکال و درصورتی‌که مصالح فولادی اعضای متصل شونده دارای مقاومت تسلیم کمتر از ۲۸۰ مگاپاسکال باشند

آئین نامه *در سوراخ لوبیائی یا سوراخ بزرگ شده، لازم است از واشر مناسب زیر پیچ و مهره استفاده شود.*

آئین نامه *اگر اعضای متصل شونده دارای پوشش حفاظتی باشند، لازم است که از واشر چرخنده زیر پیچ یا مهره استفاده شود*

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

مونتاژ قطعات و انطباق سوراخ‌ها

مونتاژ قطعات و انطباق سوراخ‌ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- قطعاتی که با پیچ پرمقاومت به یکدیگر متصل میشوند، باید کاملاً به هم جفت شوند و نباید ورق پرکننده یا هر نوع مصالح تغییرشکل‌پذیر دیگری بین آنها گذارده شود

استفاده از ورقهای پرکننده با مقاومت نظیر قطعات اتصال و ضخامت یکنواخت مجاز است

مونتاژ قطعات و انطباق سوراخ‌ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مونتاژ قطعات و انطباق سوراخ‌ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- واشر سخت شیب‌دار (گوه‌ای)

درصورتیکه سطح فولاد مماس با پیچ دارای زاویه‌ای بیش از ۳ درجه نسبت به صفحه عمود بر محور پیچ باشد، باید از واشر سخت شیب‌دار (گوه‌ای) در زیر پیچ یا مهره استفاده شود

مونتاژ قطعات و انطباق سوراخ‌ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در مرحله پیش‌مونتاژ و مونتاژ، محور تمام سوراخها باید به نحوی با یکدیگر منطبق باشند که پیچ‌ها بدون اعمال نیروی زیاد، از سوراخ‌ها عبور کنند.

چنانچه در زمان نصب، سوراخ‌های اتصال با یکدیگر منطبق نباشند، ابتدا با میله تنظیم (سمبه)، سعی در انطباق قطعات با یکدیگر می‌شود، به شرطی که گذراندن میله تنظیم منجر به تغییر شکل سوراخها نشود.

مونتاژ قطعات و انطباق سوراخ‌ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مونتاژ قطعات و انطباق سوراخ‌ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- چنانچه در این مرحله انطباق سوراخ‌ها حاصل نگردد، لازم است سوراخ‌ها اصلاح شوند.

باز کردن قطعات و اصلاح سوراخ‌کاری در مرحله نصب بسیار دشوار و هزینه‌بر است و در این موارد، با رعایت ضوابط مربوطه و تائید مهندس ناظر، اصلاح سوراخ قابل انجام است

آئین نامه *استفاده از وسایل نصب و نگهداری موقت، نباید به سوراخهای پیچ صدمه زده و یا آنها را گشاد کند.*

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

بست اولیه و بست ثانویه

ابزارآلات پنوماتیک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

For Preliminary tightening

For Full tightening

Preliminary tightening is also important.
- To maintain full contact of the plates
- To stabilize nut turn during full tightening

ترتیب بستن مهره ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ترتیب بستن پیچ و مهره ها
  - روش ضربدری
  - روش حلزونی

ترتیب بستن مهره ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- روش ضربدری

ترتیب بستن مهره ها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- روش حلزونی

بست اولیه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- بست اولیه حالتی است که تمامی سطوح یک اتصال در تماس کامل با یکدیگر باشند.

چنانچه در این وضعیت فضایی خالی بین سطوح اتصال موجود باشد به نحوی که تماس کامل برقرار نشود، باید اتصال باز شود و پس از قرار دادن ورق پر کننده مناسب و انجام اصلاحات لازم، تماس کامل برقرار شود.

- به مقدار سفتی پیچ در این حالت سفتی کامل بست اولیه می‌گویند که طبق تعریف، متناظر با وضعیتی است که کارگر ماهر با آچار معمولی بدون آنکه با وزن خود به دسته آچار نیرو وارد کند، با به کارگیری آخرین توان خود نتواند پیچ را از آن محکمتر نماید.

بست اولیه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- برای کنترل میزان سفت کردن پیچ در بست اولیه، ابتدا این بست برای تعدادی پیچ (از هر رده و قطر) و تحت نظر مهندس ناظر اجرا می‌شود.

مهندس ناظر با آچار تنظیم (ترک متر)، لنگر پیچشی پیچ‌ها را اندازه‌گیری می‌کند و مقداری را برای لنگر پیچشی پیچ‌های آن رده و با آن قطر در نظر می‌گیرد.

- پس از این مرحله، سایر پیچ‌های بسته شده تا حد بست اولیه، توسط آچار تنظیم و کنترل لنگر پیچشی آنها با مقدار مشخص شده، قابل کنترل می‌باشد.

بست اولیه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مراحل محکم کردن پیچها

محکم کردن پیچهای هر اتصال در دو مرحله انجام می‌گیرد.

- اول، تعدادی از پیچها تا حد سفتی کامل محکم می‌شوند، تا اطمینان حاصل شود که سطوح تماس کاملاً بهم چسبیده‌اند،
- سپس تمام پیچها در سوراخ قرار گرفته کاملاً سفت میشوند.

محکم کردن پیچها باید از قسمتی که اتصال صلبتر است و صفحات تغییرشکل کمتری میدهند شروع شود که در وصله‌ها، قسمت صلب اتصال، وسط ورق اتصال میباشد.

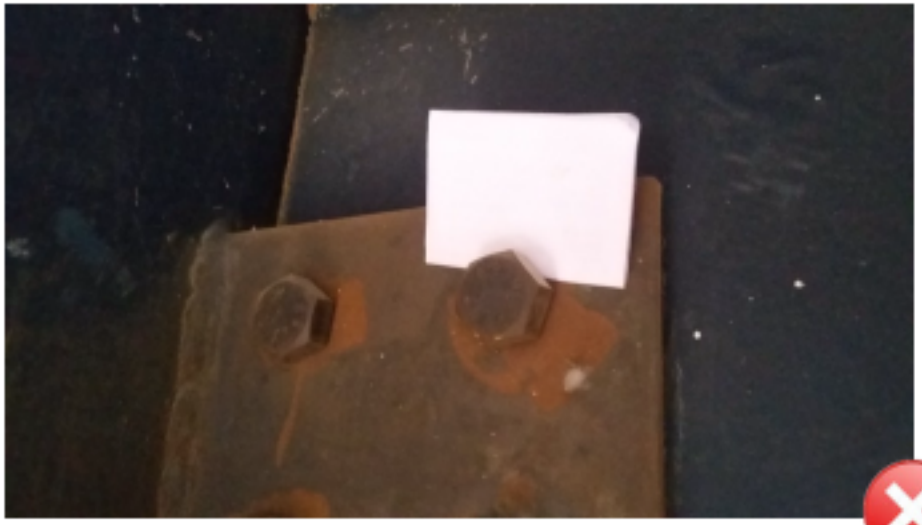
- بعد از محکم کردن پیچهای وسط با حفظ تقارن و ترتیب، پیچهای کناری تا لبهٔ آزاد ورق اتصال محکم می‌شوند.

باید اطمینان حاصل شود که سفت کردن پیچهای کناری، پیچهای وسط را از حالت کاملاً سفت خارج نکرده است

بست اولیه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اشکال در بستن پیچ
- اشکال در انطباق ورق های اتصال

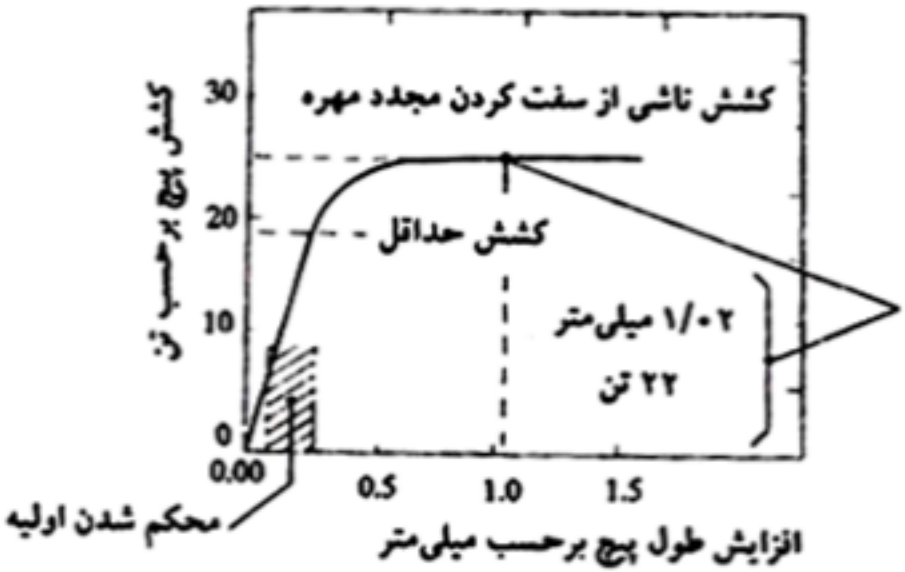


بست ثانویه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- بست ثانویه را می‌توان توسط آچار دسته بلند، آچار معمولی با استفاده از دو کارگر یا به وسیلهٔ آچار بادی تأمین نمود

حداقل نیروی پیش‌تنیدگی برابر $0.55A_{nb}F_u$ (که معادل $0.7A_{eb}F_u$است) در نظر گرفته می‌شود، که در آن A_{nb} سطح مقطع اسمی پیچ، A_{eb}سطح مقطع خالص یا سطح مقطع زیر دندانه‌ها و F_uتنش کششی نهایی مصالح پیچ می‌باشد.



بست ثانویه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

آئین نامه *اگر یک مهره یا پیچ پس از محکم شدن کامل در بست ثانویه، به دلائلی باید شل شود، لازم است که مجموعه پیچ و مهره کلاً تعویض شود. همچنین باز کردن و استفادهٔ مجدد از پیچ‌هایی که به حد پیش‌تنیدگی رسیده‌اند، مجاز نمی‌باشد.*

توصیه اکید:

از نگهداری پیچ های باز شده در کارگاه جلوگیری شده و بلافاصله دور انداخته شود.

بست ثانویه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- بسته نشدن پیچ مهاربند در طبقه دوم ستون

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

روش های کنترل پیش تنیدگی

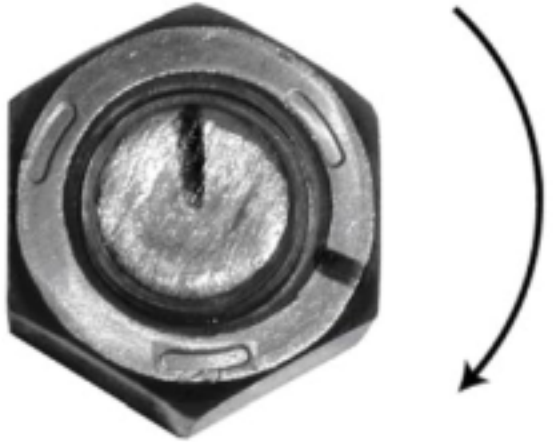
روش چرخش مهره

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- علامت گذاری و چرخش اضافی

"Snug" tighten

Mark nut and bolt



Desired position achieved (1/3 turn illustrated)

چرخش مهره

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مراحل محکم کردن پیچها

ابتدا همه پیچها از صلب‌ترین قسمت اتصال تا حد بست اولیه محکم می‌شوند و این کار به طرف لبه‌های آزاد اتصال ادامه مییابد. برای اطمینان از محکم شدن همه پیچها تا حد بست اولیه، این کار یک یا چند بار دیگر نیز تکرار می-شود.

پس از محکم شدن کلیه پیچها تا حد بست اولیه، کشش نهایی لازم در پیچها توسط انجام چرخش اضافی مهره به اندازهٔ مقدار مندرج در جدول ایجاد می-شود.

چرخش مهره

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- طول گیر پیچ

فاصله کله پیچ تا مهره می‌باشد که دارای تنش است

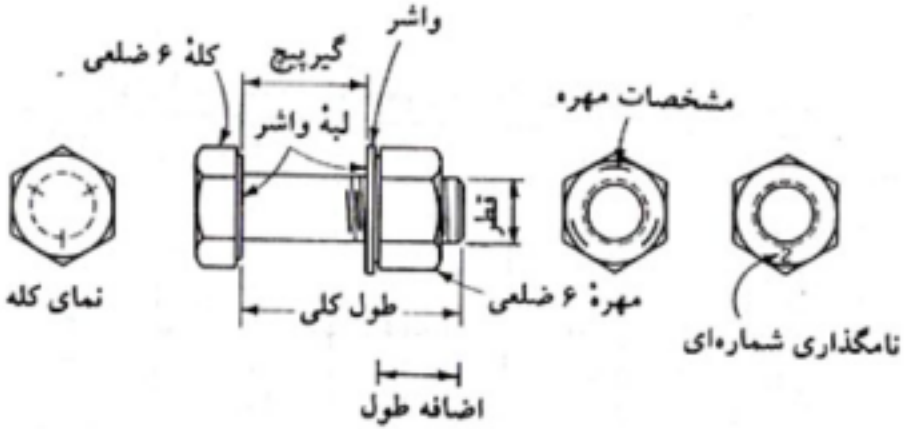
معادل طول کل پیچ منهای قسمت بیرون‌زده و مهره

- گچ رنگی

بعد از آنکه پیچها کاملاً سفت شدند، بوسیلهٔ یک گچ رنگی نقطه‌ای از پیچ و مهره که روبروی هم قرار دارند، علامت-گذاری می‌شود.

سپس کنترل می‌گردد که چرخش اضافی به میزان کافی انجام شده باشد.

طول گیر پیچ (L) ؛ قطر پیچ (D)	تعداد دور اضافه برای پیش-تنیده کردن پیچها
$L \leq 4D$	$\frac{1}{3}$ دور
$L \leq 8D < 4D$	$\frac{1}{2}$ دور
$L \leq 12D < 8D$	$\frac{2}{3}$ دور



آچار مدرج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- لنگر پیچشی قرائت شده توسط آچار مدرج، با توجه به شرایط روان سازی و مطابق با جدول تعیین می شود.

از صحت و دقت عملکرد آن با کنترل و تنظیم روزانه اطمینان حاصل شود

از واشر سخت در زیر اعضای تحت چرخش استفاده شود

آچار مدرج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

نیروی پیش‌تنیدگی و لنگر پیچشی پیش‌تنیدگی برای پیچ‌های متداول و شرایط روان‌سازی مختلف

قطر اسمی پیچ (میلیمتر)	حداقل نیروی پیش‌تنیدگی در اتصالات اصطکاکی (T_b) (kN)		لنگر پیچشی لازم (KN.m) برای پیچ روغنکاری شده		لنگر پیچشی لازم (KN.m) برای پیچ گریسکاری با MOS_2	
	پیچ A۳۲۵ و پیچ ۸.۸	پیچ A۴۹۰ و پیچ ۱۰.۹	پیچ A۳۲۵ و پیچ ۸.۸	پیچ A۴۹۰ و پیچ ۱۰.۹	پیچ A۳۲۵ و پیچ ۸.۸	پیچ A۴۹۰ و پیچ ۱۰.۹
M۱۶	۹۱	۱۱۴	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۲	۰/۲۵
M۲۰	۱۴۲	۱۷۹	۰/۴۸	۰/۶	۰/۳۶	۰/۴۵
M۲۲	۱۷۶	۲۲۱	۰/۷۲	۰/۹	۰/۵۲	۰/۶۵
M۲۴	۲۰۵	۲۵۷	۰/۸۸	۱/۱	۰/۶۴	۰/۸
M۲۷	۲۶۷	۳۳۴	۱/۳۲	۱/۶۵	۱/۰	۱/۲۵
M۳۰	۳۲۶	۴۰۸	۱/۷۶	۲/۲	۱/۳۲	۱/۶۵
M۳۶	۴۷۵	۵۹۵	۳/۰۴	۳/۸	۲/۲۴	۲/۸

آچار مدرج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

واشرهای ویژه DTI

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- می‌توان برای حصول پیش‌تنیدگی از واشرهای ویژه‌ای زیر کله پیچ یا مهره استفاده نمود.

در این واشرها فشردگی برآمدگی‌های واشر تا حد معینی نشان‌دهنده رسیدن نیروی محوری پیچ به حد مورد نظر است. در این روش باید اطمینان حاصل شود که نیروی متناظر با رسیدن واشر به فرم نهایی خود، با خواسته‌های طرح مطابقت داشته باشد.

- مراحل محکم کردن پیچها

مطابق روش چرخش مهره

پیچ های ویژه twist-off

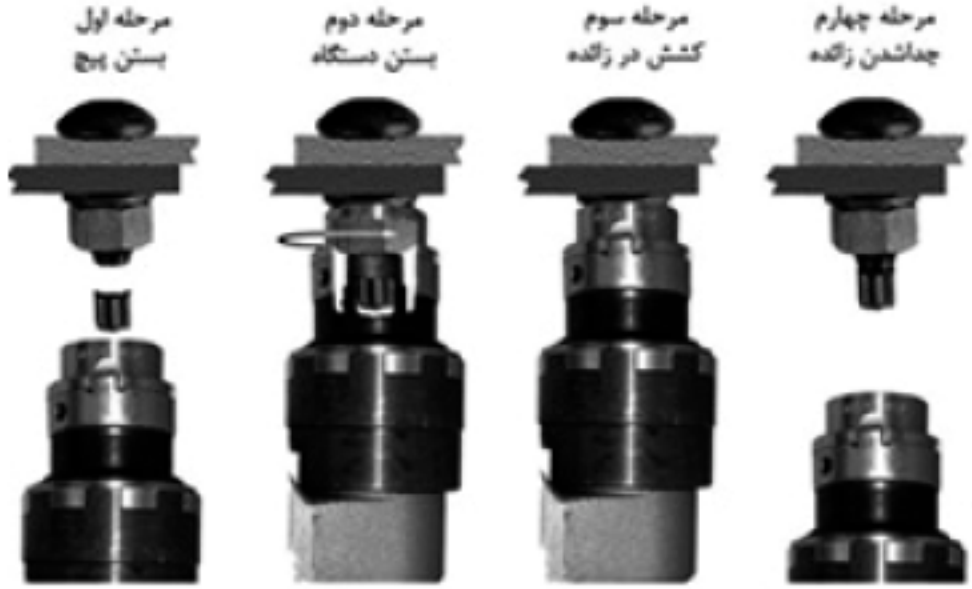
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در پیچهای ویژه، با رسیدن به نیروی کششی خاص، عضو شاخص متصل به انتهای پیچ به صورت پیچشی کنده می‌شود.

در این روش باید اطمینان حاصل شود که نیروی کششی در لحظه کنده شدن عضو فوق‌الذکر، با مشخصات طرح مطابقت داشته باشد.

- مراحل محکم کردن پیچها

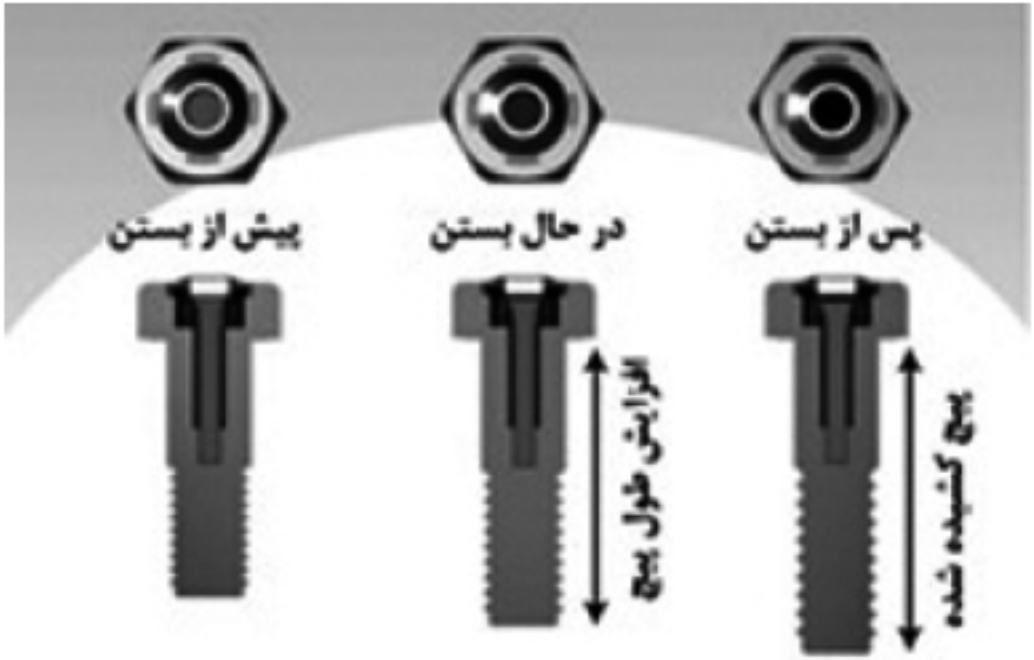
مطابق روش چرخش مهره



پیچ های ویژه smart bolt

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نوعی دیگر از پیچ های ویژه



اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

بازرسی و آزمایش

انواع آزمایش در اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- آزمایش های ابعادی
- آزمایش های متالوژیکی

اندازه گیری مواد تشکیل دهنده مانند درصد کربن فولاد

- آزمایش های مکانیکی

بدست آوردن تنش نهائی و تنش جاری شدن پیچ

- آزمایش های پوشش مقاوم خوردگی

ضخامت و نوع پوشش گالوانیزه

- آزمایش ضربه

جهت پیچ های اتصالات دارای شرایط دینامیکی، با امکان استفاده از آزمایش شارپی که ضخمی در پیچ ایجاد می شود و با وارد نمودن ضربه، انرژی جذب شده توسط پیچ اندازه گیری می شود.

آزمایش کشش

برای کشش پیچ، از مهره با فولاد قوی تر استفاده می شود. اگر بعد از کشش به میزان معین، مهره امکان باز و بسته شدن در پیچ را داشته باشد قابل قبول و در غیر اینصورت مردود است. برای آزمایش کشش مهره، از پیچ قوی تر استفاده می شود.

آزمایش کشش گوه ای

جهت تست اتصال کله پیچ به بدنه آن بکار می رود و از واشر شیب دار در آزمایش استفاده می شود به نحوی که زیر کله پیچ بصورت ناقص مهار می شود تا میزان تحمل کششی آن اندازه گیری شود.

آزمایش سختی سنجی

سوزنی با فشار وارد جسم می شود و میزان فرورفتگی اندازه گیری می شود. مناسب برای تشخیص واشر و مهره با جنس فولاد نرم و غیرقابل قبول.

بازرسی اتصالات پرچ و مهره‌ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- حداقل ۳ نمونه پیچ و مهره از هر قطر، طول و مقاومت برای هر یک از روشهای ایجاد پیش‌تنیدگی در پیچ

در این آزمایش باید به کمک یک ابزار دقیق اندازه‌گیری کشش، نشان داده شود که روش مورد استفاده برای محکم کردن پیچ، می‌تواند کششی حداقل برابر ٪۱۰۵ کشش خواسته شده در طرح را در پیچ ایجاد کند.

بازرسی اتصالات پرچ و مهره‌ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- استفاده غلط از مهره معمولی و پرمقاومت در یک اتصال

بازرسی اتصالات پرچ و مهره‌ای

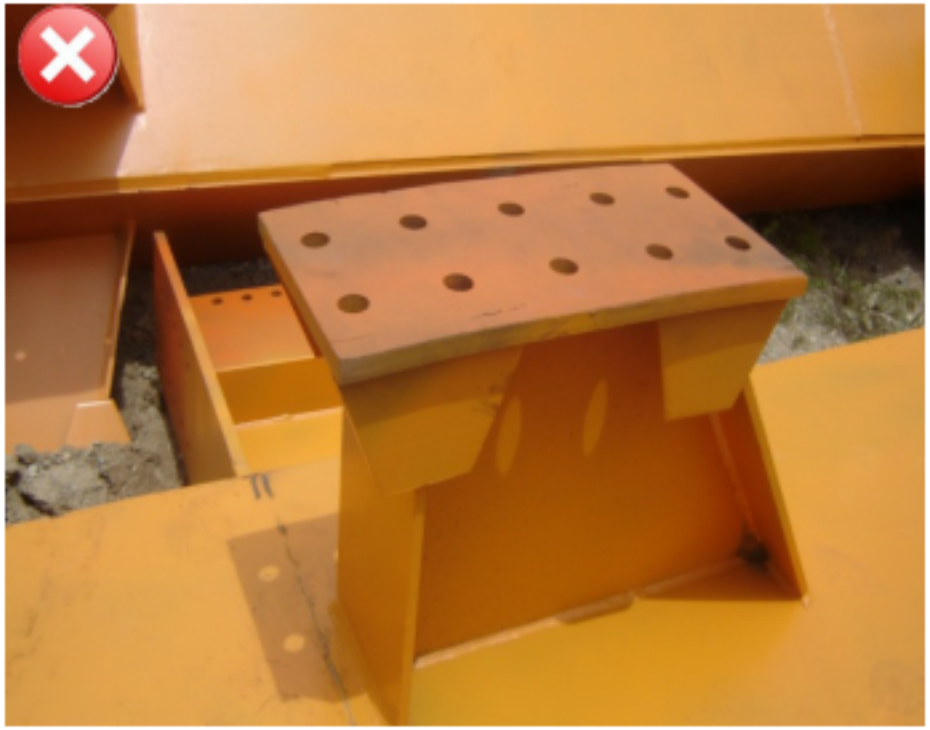
مدرس: پروفسور محسن گرامی

کنترل کیفیت پیمانکار

پیمانکار موظف است کنترل کیفیت دقیقی بر عملیات بستن پیچ و مهره‌ها در کارگاه نصب اعمال داشته، گزارشهای مربوط به این کنترلها را جهت بررسی و تأیید مهندس ناظر اعلام نماید.

کنترل مهندس ناظر

مهندس ناظر میتواند رأساً یا از طریق آزمایشگاه با صلاحیت، مستقلاً پیش-تنیدگی پیچها را کنترل نماید. در هر صورت تصمیم مهندس ناظر در مورد کفایت پیش‌تنیدگی پیچها قطعی خواهد بود



بازرسی اتصالات پرچ و مهره‌ای

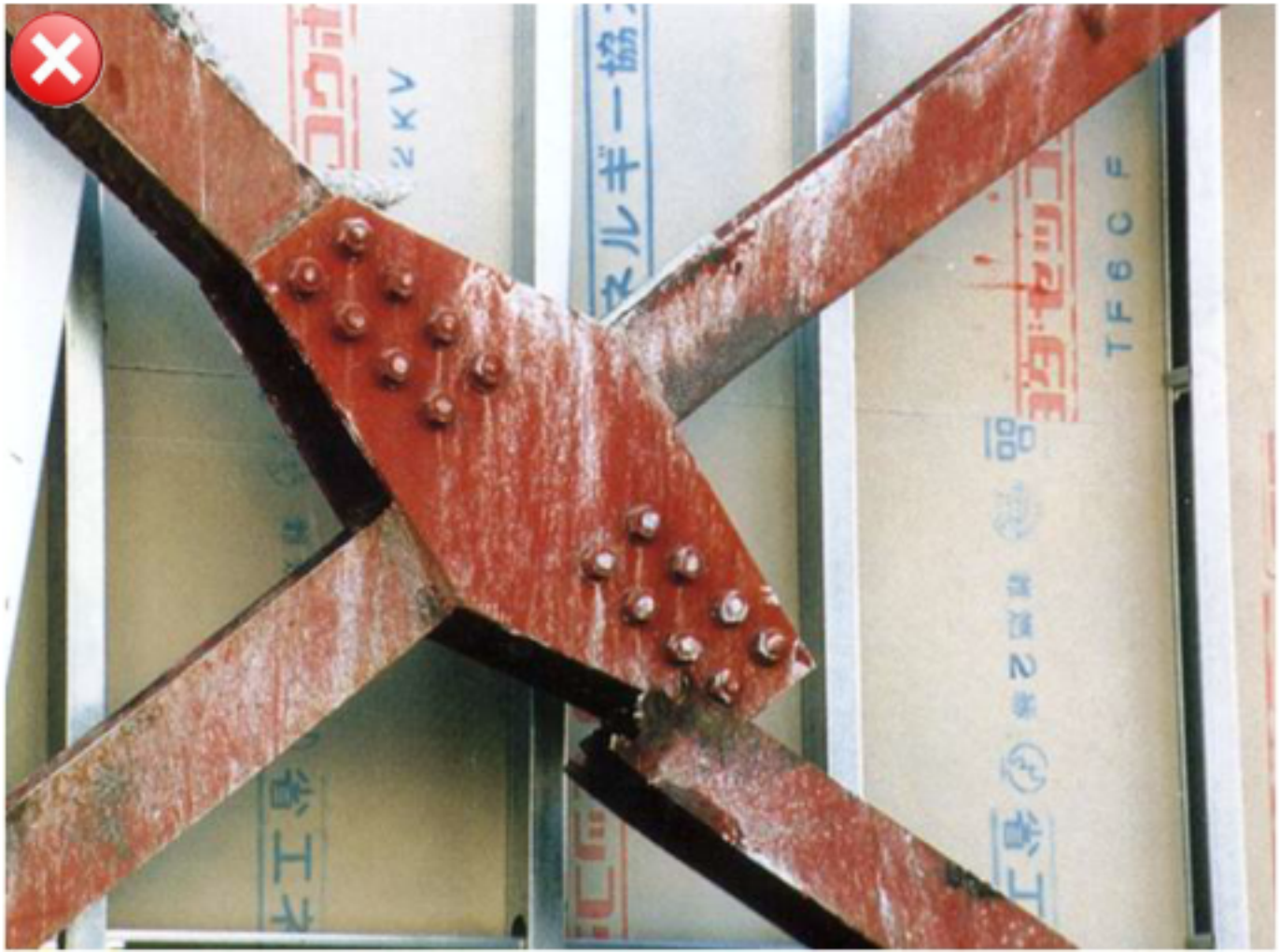
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اتصال نامناسب تیر به ستون

بازرسی اتصالات پرچ و مهره‌ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- لزوم کنترل کیفیت و فاصله سوراخ ها

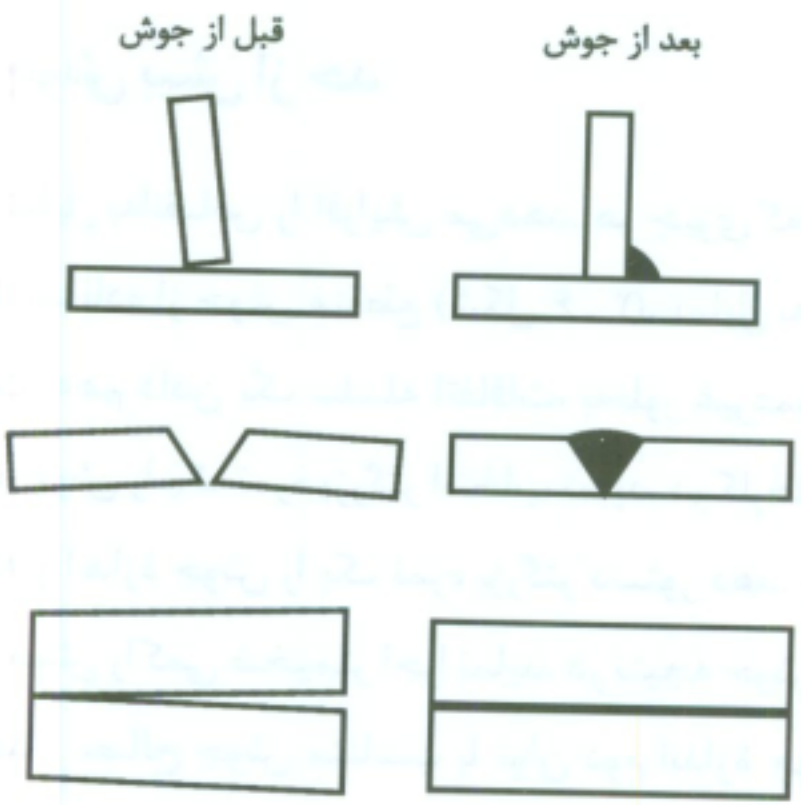


آزمایش های غیر مخرب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- آزمایش فرا صوتی

- انواع انقباض:
  - انقباض طولی و عرضی
  - انقباض زاویه ای
- توجه به رواداری های مرتبط



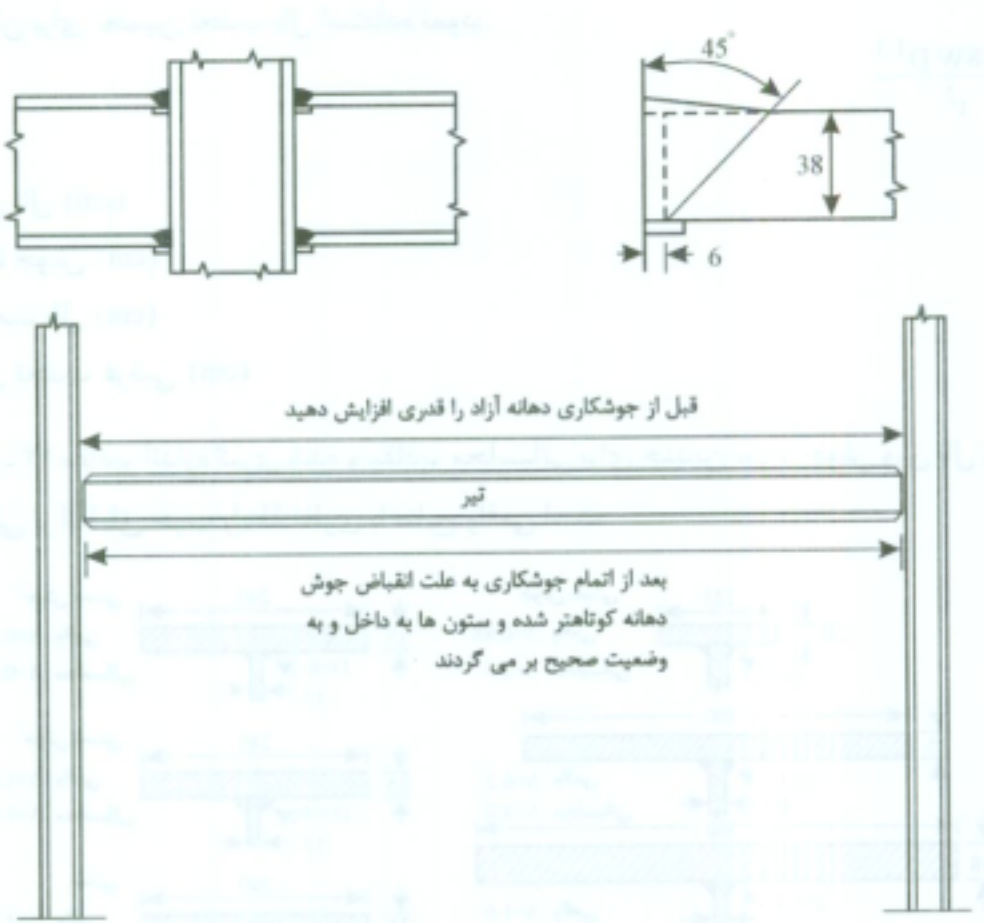
انقباض و انبساط

کنترل تاثیر انقباض

- توجه به فواصل و زوایای جوش
- پیش گرمایش
- توجه به سرعت خنک شدن

پیش گرمایش

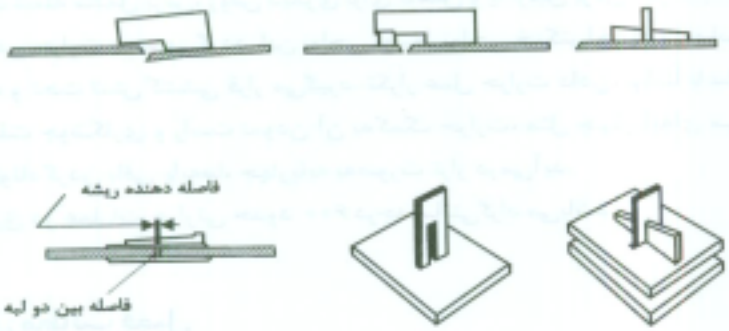
تنظیم اولیه درزها در انقباض



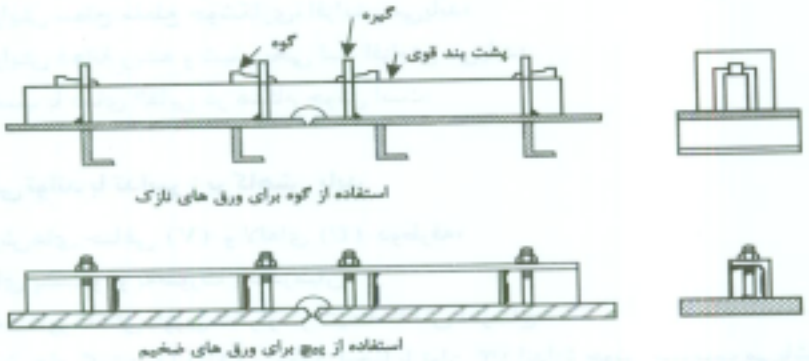
خطای هم راستا بودن ورق ها ناشی از انبساط و انقباض

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- برای رفع خطای هم راستا بودن ناشی از انقباض جوشکاری:
  - چکش کاری
  - حرارت (مشعل)
  - گوه



شکل ۶ ـ ۱۸ هم‌راستا نمودن ورق‌ها و حفظ هم‌راستایی در لبه‌های آنها به‌کمک گیره و گوه.



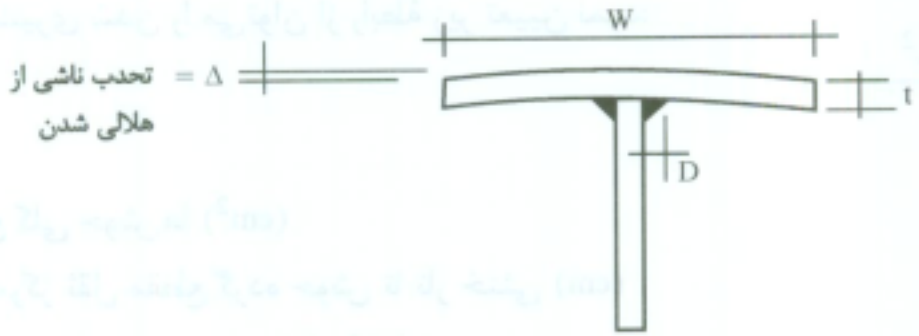
شکل ۶ ـ ۱۹ روش دیگری برای هم‌راستایی ورق‌ها در حین جوشکاری. در جزییات فوقانی از فشار گوه و در قسمت تحتانی از فشار پیچ برای هم‌راستا نمودن ورق‌ها استفاده شده است.

اعوجاج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اعوجاج، خطاهای ابعادی شامل انقباض طولی، انقباض عرضی، تابیدگی و پیچش قطعات می باشد.

- **در برخی موارد، نتیجه اعوجاج با اصطلاحات خاصی نامگذاری شده است:**
  - هلالی شدن
  - شمشیری شدن



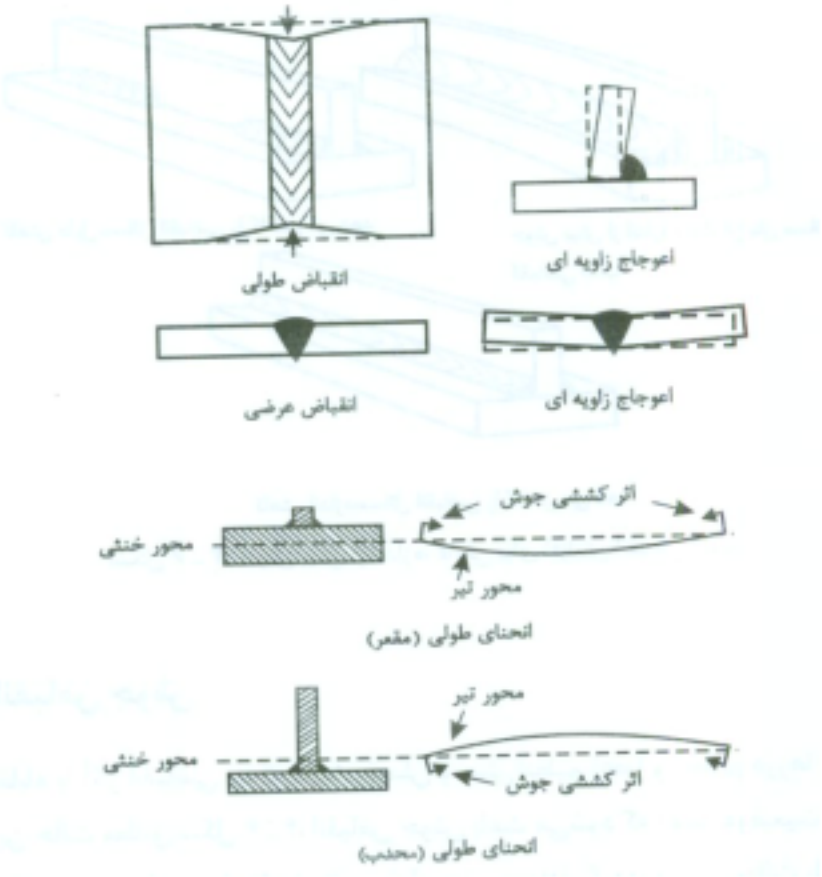
هلالی شدن بال

اعوجاج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

روش های مناسب برای کنترل اعوجاج:

- بستن عضو به شاسی کار و نگهداری آن در حین جوشکاری
- تنظیم لبه ها و ورق ها به صورت غیر هم راستا، به طوری که بعد از جوش به صورت مستقیم درآیند
- پیش انحنای عضو (پیش خیز)
- بستن دو عضو به صورت پشت به پشت با مقداری پیش انحنا (استفاده از پشت بند)



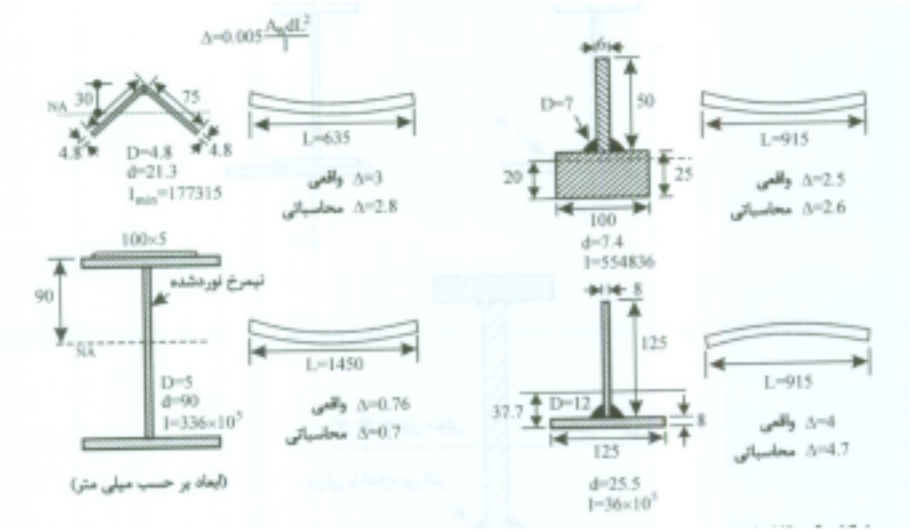
اعوجاج زاویه ای و یا انحنای طولی (شمشیری شدن) حاصل از انقباض

اعوجاج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

روش های مناسب برای کنترل اعوجاج:

- استفاده از گیره و قالب
- پیش بینی فاصله برای خنثی کردن انقباض در هنگام مونتاژ قطعات
- امکان آزادی حرکت برای قطعات در هنگام جوشکاری
- تقسیم قطعات اصلی به قطعات کوچکتر و سپس سرهم کردن قطعات
- ابتدا قطعات انعطاف پذیرتر جوش داده شوند، به طوری که راست کردن آنها ساده باشد.



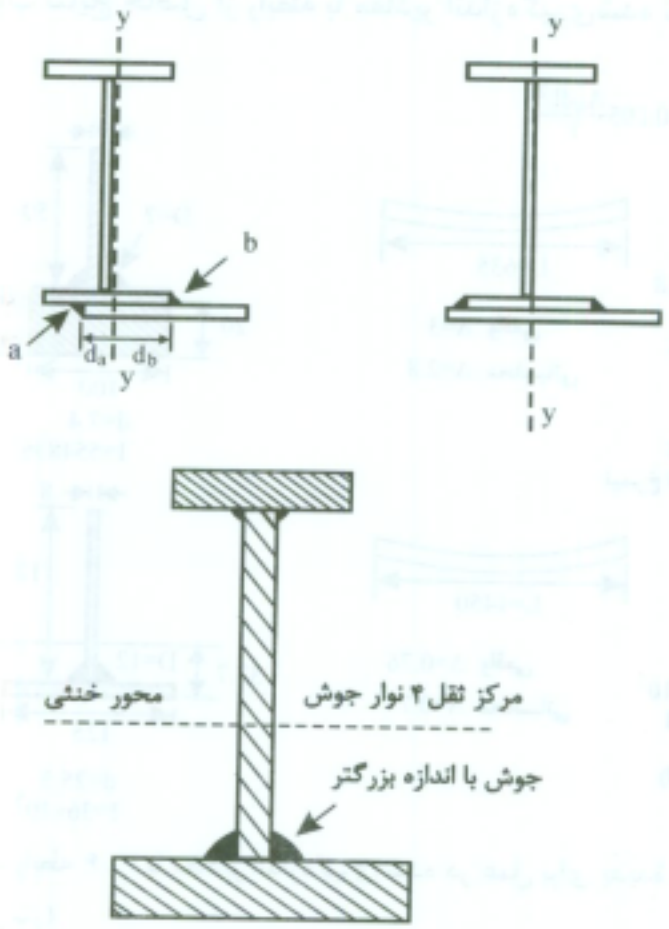
انحنای طولی (شمشیری شدن)
حاصل از انقباض

اعوجاج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ضوابط کنترل اعوجاج

- پس از جفت کردن و تنظیم قطعات، باید آنها را به کمک پیچ، گیره، گوه، زنجیر، دستک و سایر ابزارهای مناسب در جای خود تثبیت نمود.
- دستورالعمل و توالی جوشکاری باید طوری انتخاب شود که مقادیر اعوجاج و جمع شدگی حداقل گردد.
- **تا حد امکان، توالی جوش ها باید طوری انتخاب شود که حرارت جوشکاری در حین پیشرفت جوشکاری، متعادل گردد.**
- مسیر پیشرفت جوشکاری یک عضو، باید از نقطه با گیرداری بیشتر به سمت نقطه با آزادی بیشتر باشد.



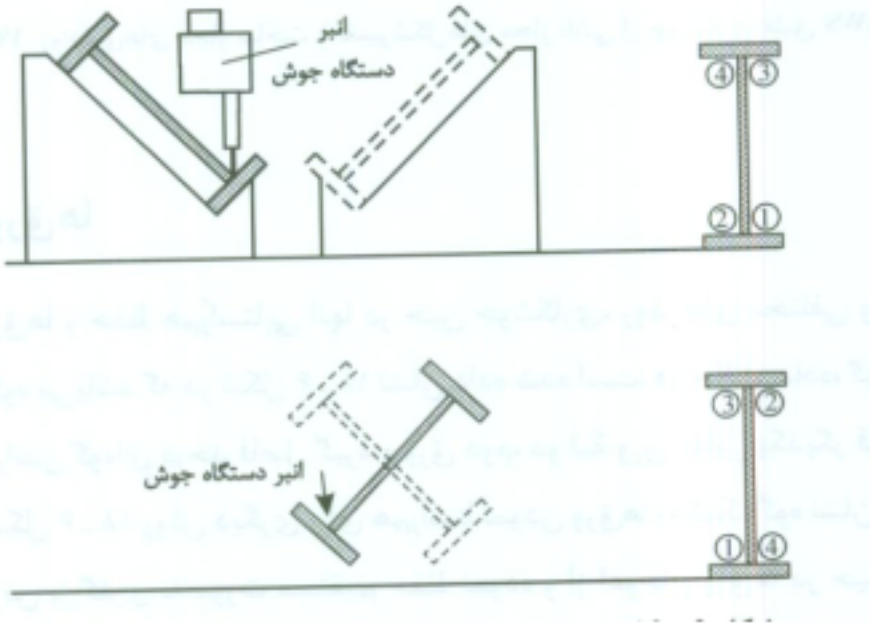
توجه به ترتیب جوش با توجه به محور خنثی

اعوجاج

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ضوابط کنترل اعوجاج

- در هنگام مونتاژ، درزهایی که در آنها انتظار انقباض بزرگتری می رود باید قبل از درزهایی جوش شوندکه انتظار انقباض کمتری از آنها داریم . جوشکاری این درزها باید تا حد امکان با گیرداری کمی انجام شود.
- در ساخت اعضای ورقی و اعضای ساخته شده از ورق و نیمرخ ، قطعه سازی باید قبل از مونتاژ انجام گردد.
- در حین جوشکاری نباید اجازه داده شود دمای درز کمتر از دمای مقرر برای پیش گرمایش یا دمای بین پاسی گردد.
- ابتدا اتصالاتی که بیشترین انقباض را ایجاد می کنند باید جوشکاری شوند، سپس اتصالاتی که انقباض موضعی آنها کمتر است، اجرا شوند.

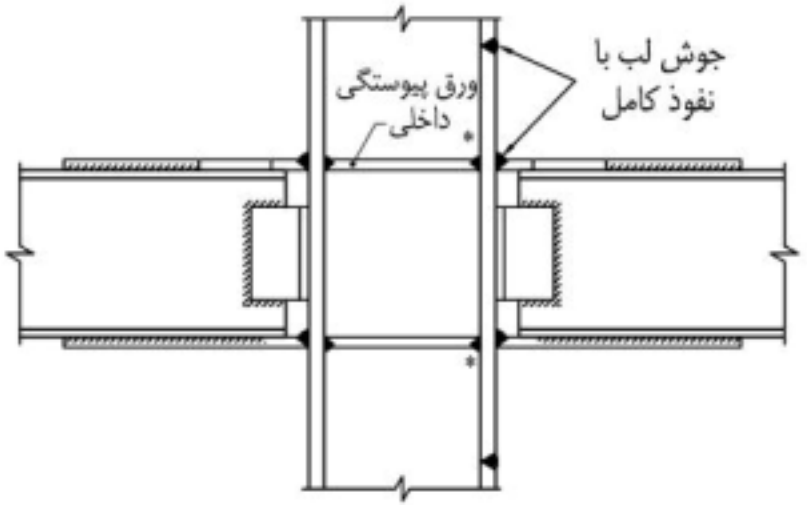


توجه به وضعیت و توالی جوشکاری
در ساخت تیرورق

اجرای ستون جعبه ای

اجرای ورق پیوستگی داخل ستون جعبه ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

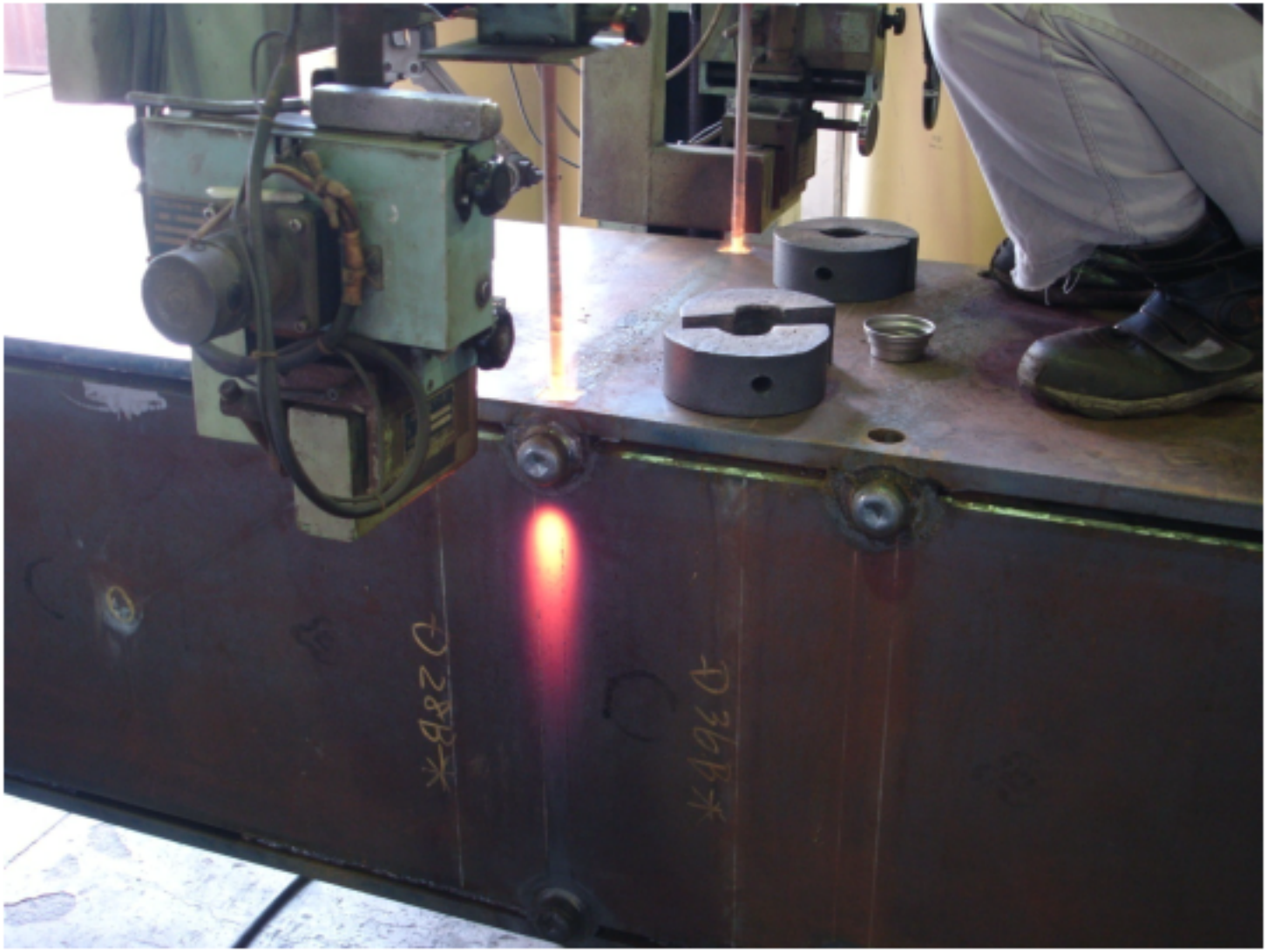


جوش ورق پیوستگی به وجه چهارم ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

جوش الکترواسلگ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

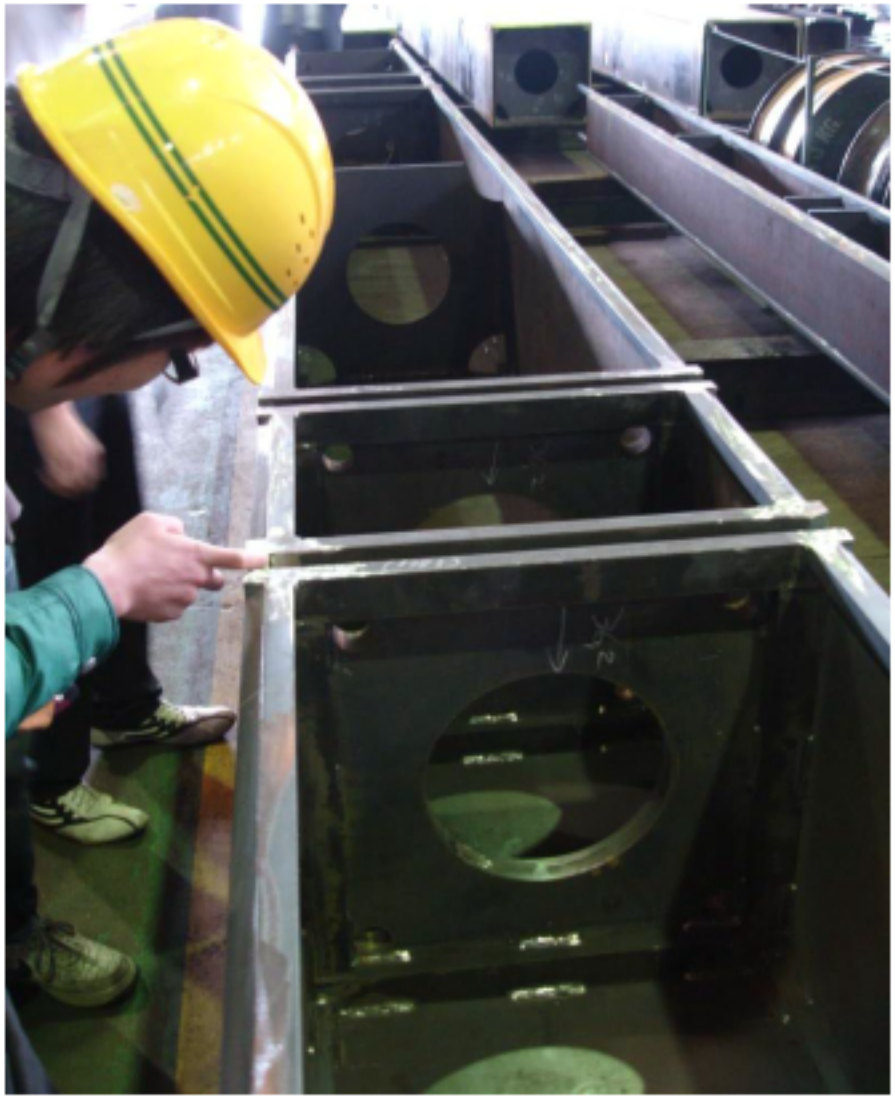


جوش الکترواسلگ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

جوش الکترواسلگ

مدرس: پروفسور محسن گرامی



جوش الکترواسلگ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

جوش الکترواسلگ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

جوش الکترواسلگ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

پروفیل های مرکب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ستون ها ممکن است بر حسب نیاز با ترکیب و اتصالات متنوع از انواع پروفیل ها ساخته شوند

جوش ناقص پروفیل نردبانی

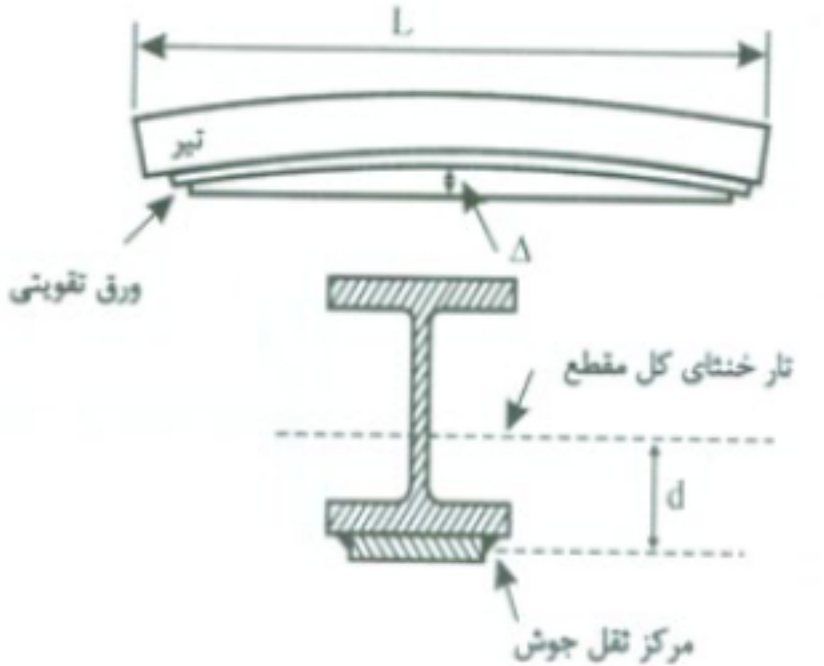
مدرس: پروفسور محسن گرامی

استفاده اجرائی از انبساط و انقباض جوش

ورق تقویتی بال تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

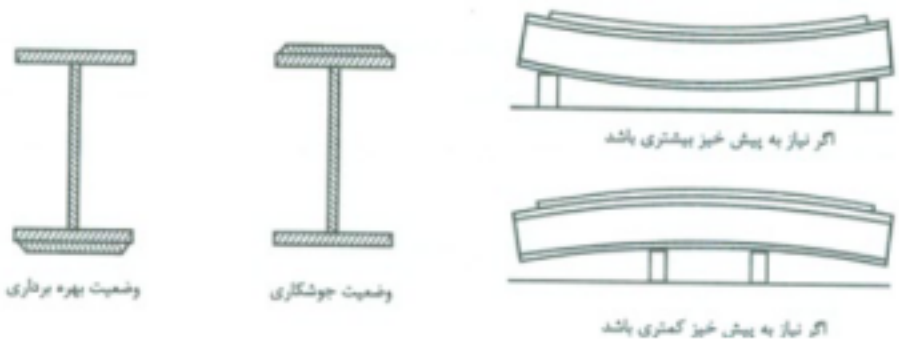
- بسیاری از اوقات، جهت افزایش ظرفیت خمشی تیرهای نورد شده، ورق های تقویتی به بال های آنها اضافه می شود. معمولاً دو ورق تقویتی به گونه ای قرار می گیرند که تقارن مقطع را نسبت به محور افقی حفظ کنند از آنجایی که بتن کف در تیر های مرکب (مختلط) با اتصالات برشگیر بر روی بال فوقانی، به صورت مرکب با تیر عمل می کند، امکان دارد که فقط بال تحتانی توسط ورق تقویت شود.
- اتصالات جوشی ورق های تقویتی به بال تیرها، منجربه انقباض تیر در نتیجه خنک شدن فلز می شوند. با یک ورق تقویتی در هر بال، این انقباض در بالا و پایین بال های تیر، متعادل شده و تیر تغییر شکلی نخواهد داشت اما در عین حال اگر تنها یک ورق تقویتی در بال تحتانی بکار رود، انقباض نامتعادل باعث می شود که تیر به صورت خمیده یا منحنی در آید.
- اگر انحنای ناشی از جوشکاری، بیش از حد لازم برای پیش خیز گردد، تیر باید طوری تگیه داده شود که افتادگی ناشی از وزن در خلاف جهت انحنای جوش باشد و چنانچه انحنای ناشی از جوشکاری برای پیش خیز کافی نباشد، باید تیر طوری تگیه داده شود که افتادگی آن به علت وزن، هم جهت با انحنای جوش باشد. یک سازنده با تجربه تیر را یا در نزدیکی دو انتها و یا در نزدیکی وسط جهت حصول خیز اولیه لازم، تگیه می دهد.



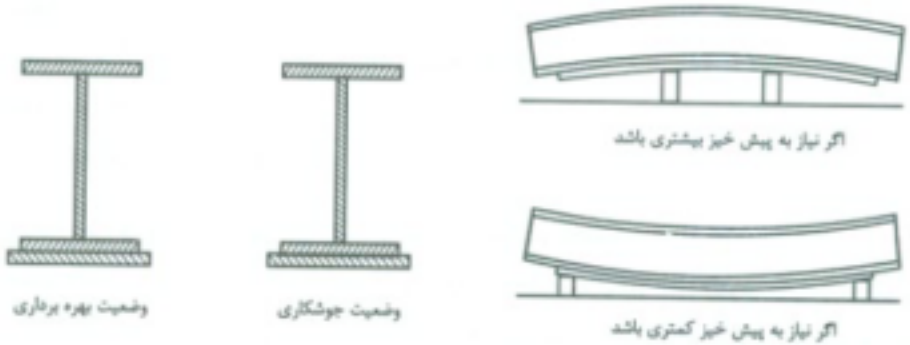
ورق تقویتی بال تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اگر عرض ورق تقویتی کوچکتر از عرض بال تیر باشد، به طور معکوس به بال جوش گردد.
- اتکای تیر در نزدیکی نقاط انتهایی آن، انحنای نهایی را افزایش و حال آنکه اتکای تیر در نزدیکی نقطه میانی این کمیت را کاهش می دهد.
- اما در صورتی که عرض ورق تقویتی بیشتر از بال تحتانی باشد، باید در موقعیت مستقیم جوش شود.



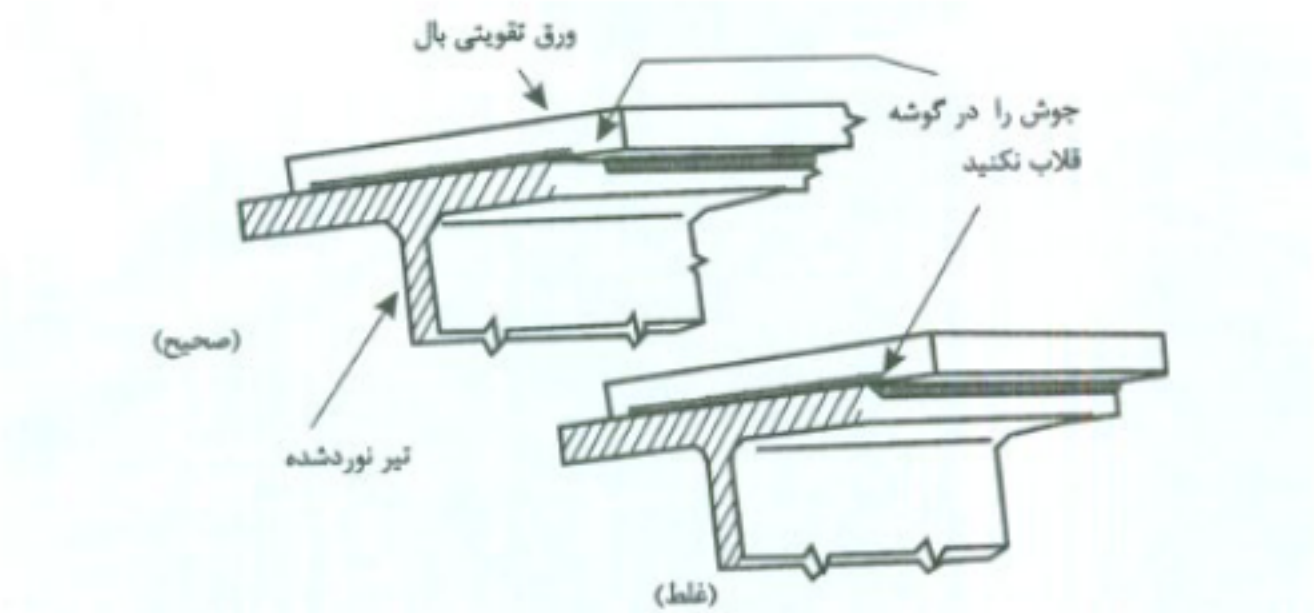
وقتی که عرض ورق تقویتی کوچکتر از عرض بال است



وقتی که عرض ورق تقویتی بزرگتر از عرض بال است

ورق تقویتی بال تیر

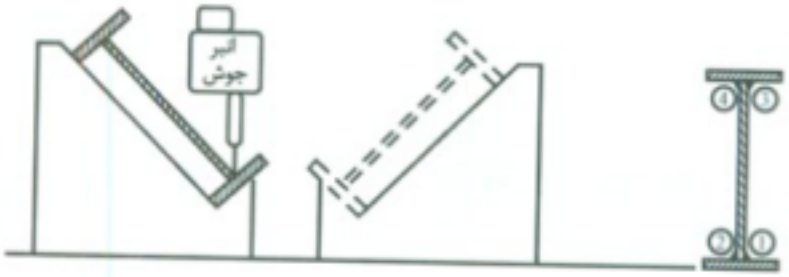
- چنانچه ورق تقویتی از بال تیر عریض تر باشد، جوش اتصال به بال باید در انتها قطع شده و بصورت قلاب در نیاید (شکل).

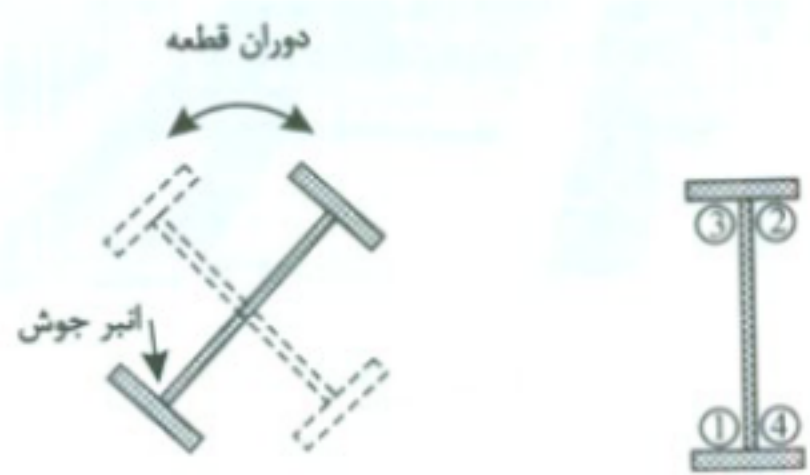


ترتیب جوشکاری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- چنانچه تیر ورق ها و یا ورق های تقویتی، متقارن باشند، چهار نوار جوش به خوبی در محل محور خنثی مقطع متعادل می شوند
- ترتیب و توالی جوشکاری اتوماتیک جهت انجام چهار نوار جوش، می تواند بدون تأثیر عمده ای در تغییر شکل، متفاوت باشد.
- در بیشتر حالات، توالی و ترتیب جوشکاری تابعی از نوع قالب به کار رفته و روش حرکت تیر از یک موقعیت جوشکاری به موقعیت دیگر در کارگاه می باشد.
- توالی و ترتیب جوش ها باید به گونه ای طراحی شود که تعداد برگرداندن انجام آن تا حد امکان کاهش یابد

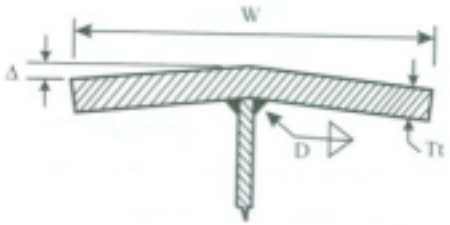




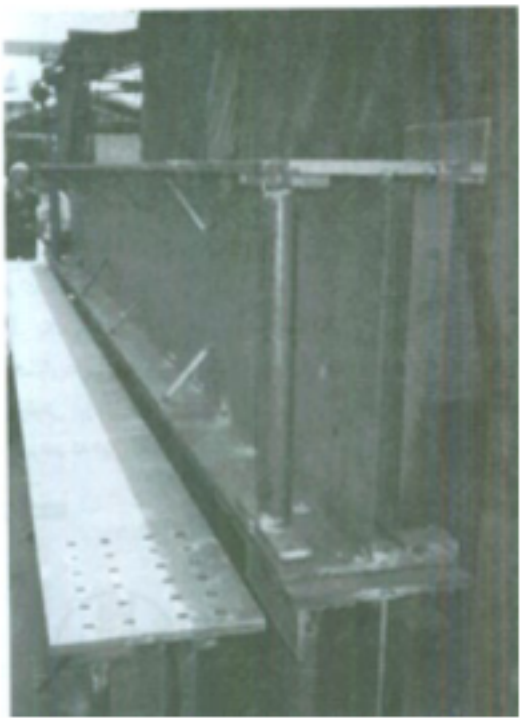
مونتاژ سخت کننده های عرضی تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- معمولاً بعد از تکمیل نوارهای جوش بال به جان، سخت کننده های عرضی مونتاژ شده و به تیر جوش می شوند
- اگر ورق بال لاغر و عریض باشد، امکان ایجاد پدیده تحدب یا هلالی شدن در ورق بال در حین اجرای جوش بال به جان وجود دارد.
- در صورت وقوع چنین پدیده ای قبل از قرار دادن سخت کننده، ورق بال را باید بافشار به وضعیت اولیه در آورد.



شکل هلالی شدن بال تیر ورق



روش کاهش تحدب بال با استفاده از گیره

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

ایمنی در جوشکاری

اشکالات اجرائی جوشکاری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **سقوط جوشکاران از ارتفاع، خبری تاسف بار ولی متداول**

- تاکید می شود مهندسین مجری و ناظر، ضمن اقدام بر تهیه وسایل ایمنی فردی کلیه پرسنل اجرایی، آنها را ملزم به استفاده کنند تا آنجا که این امر، به شکل مناسبی در کارگاه های ساختمانی فرهنگ سازی شود.

جرثقیل

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ظرفیت جرثقیل معمولا حداکثر باری تعریف می‌شود (ظرفیت بی خطر بلندکردن) که یک جرثقیل از فاصله ۳.۶ متری از محور چرخ خود بر می دارد. انتخاب جرثقیل، با توجه به نوع کار و با استفاده از دیاگرامهای مخصوص جرثقیل صورت می گیرد.

آئین نامه *استفاده از علائم استاندارد در کار با جرثقیل و آموزش بکار بردن این علائم توسط افراد مرتبط، ضروری است.*

آئین نامه *اتاق جرثقیل باید به نحوی استقرار یابد که راننده، همواره دید لازم را برای اجرای عملیات داشته باشد. بازرسی، تعمیر و نگهداری جرثقیل، مطابق ضوابط مرتبط با سایر وسائل کارگاهی، لازم به اجرا می‌باشد.*

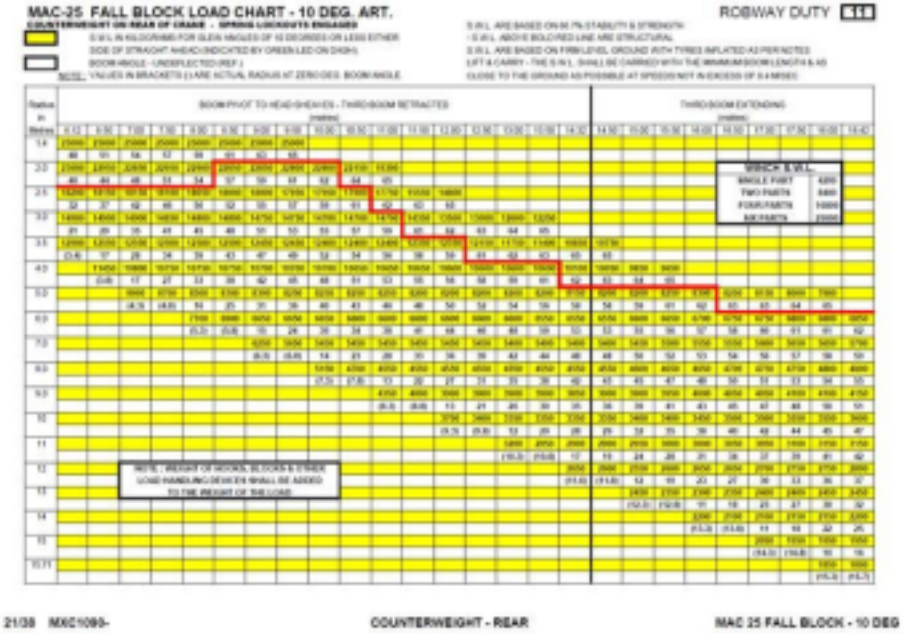
جرثقیل

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- عملیات نصب توسط جرثقیل های متحرک و یا جرثقیل های برجی انجام می شود.
- جرثقیل های متحرک می توانند از نوع بوم خشک و یا بوم هیدرولیکی باشند.
- جرثقیل ها علاوه بر بوم اصلی، دارای یک اضافه بوم می باشند که به آن جیب می گویند و از آن می توان بر این نصب قطعات سبک در ارتفاع بالا استفاده نمود.

نمودار جرثقیل

مدرس: پروفسور محسن گرامی



MAC-25 FALL BLOCK LOAD CHART - 10 DEG. ART.

ROBWAY DUTY

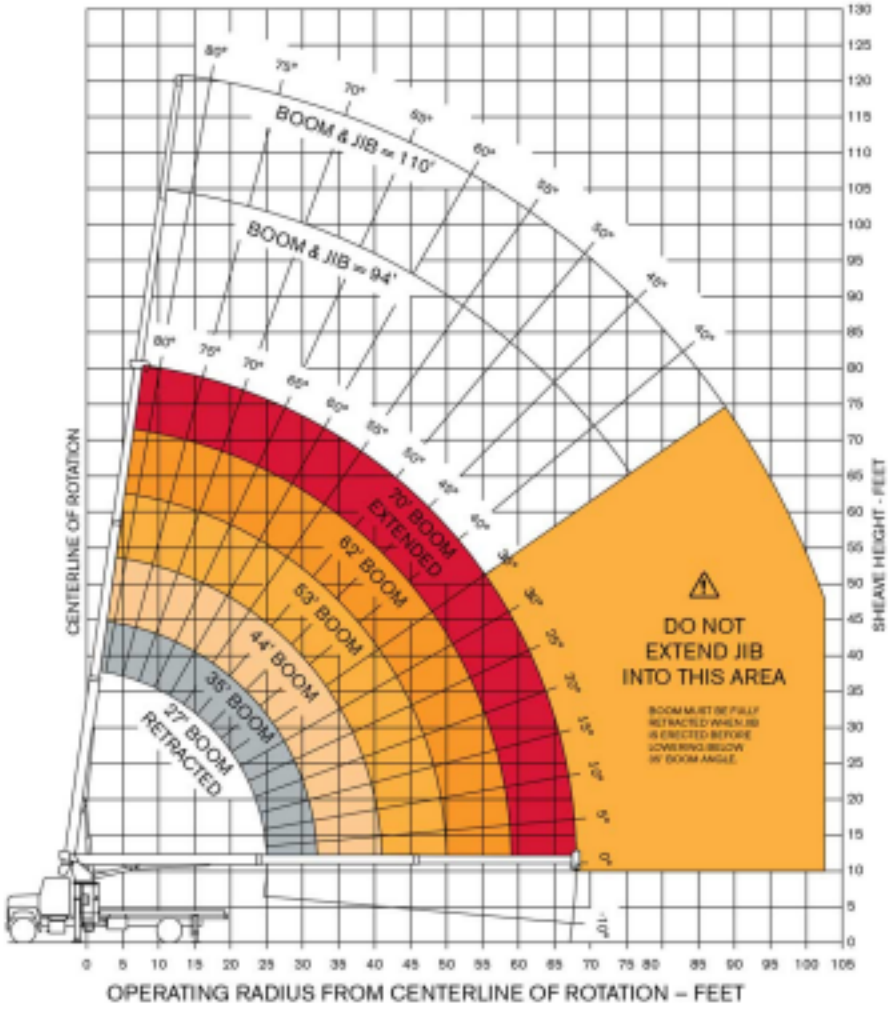
Radius in Metres	BOOM PIVOT TO HEAD SHEAVES - THIRD BOOM RETRACTED (metres)																THIRD BOOM EXTENDING (metres)								
	4.12	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00	12.50	13.00	13.50	14.12	14.50	15.00	15.50	16.00	16.50	17.00	17.50	18.00	18.50	19.00	19.50	20.00	20.50	21.00	21.50	22.00
3.5	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000																													
	40	35	31	28	25	23	21	19																													
4.0	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000																
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4																
4.5	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.5	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.5	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.0	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.0	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.5	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.0	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.5	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.71	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
	40	35	31	28	25	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOTE - WEIGHT OF HOOKS, BLOCKS & OTHER LOAD HANDLING DEVICES SHALL BE ADDED TO THE WEIGHT OF THE LOAD

WINCH S.W.L.

SINGLE PART	4200
TWO PARTS	8400
FOUR PARTS	16800
SIX PARTS	25000

21/38 MXC1090- COUNTERWEIGHT - REAR MAC 25 FALL BLOCK - 10 DEG



لزوم رعایت ضوابط ایمنی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- حمل بار از روی معبر نیازمند تمهیدات خاص است.

تاورگرین

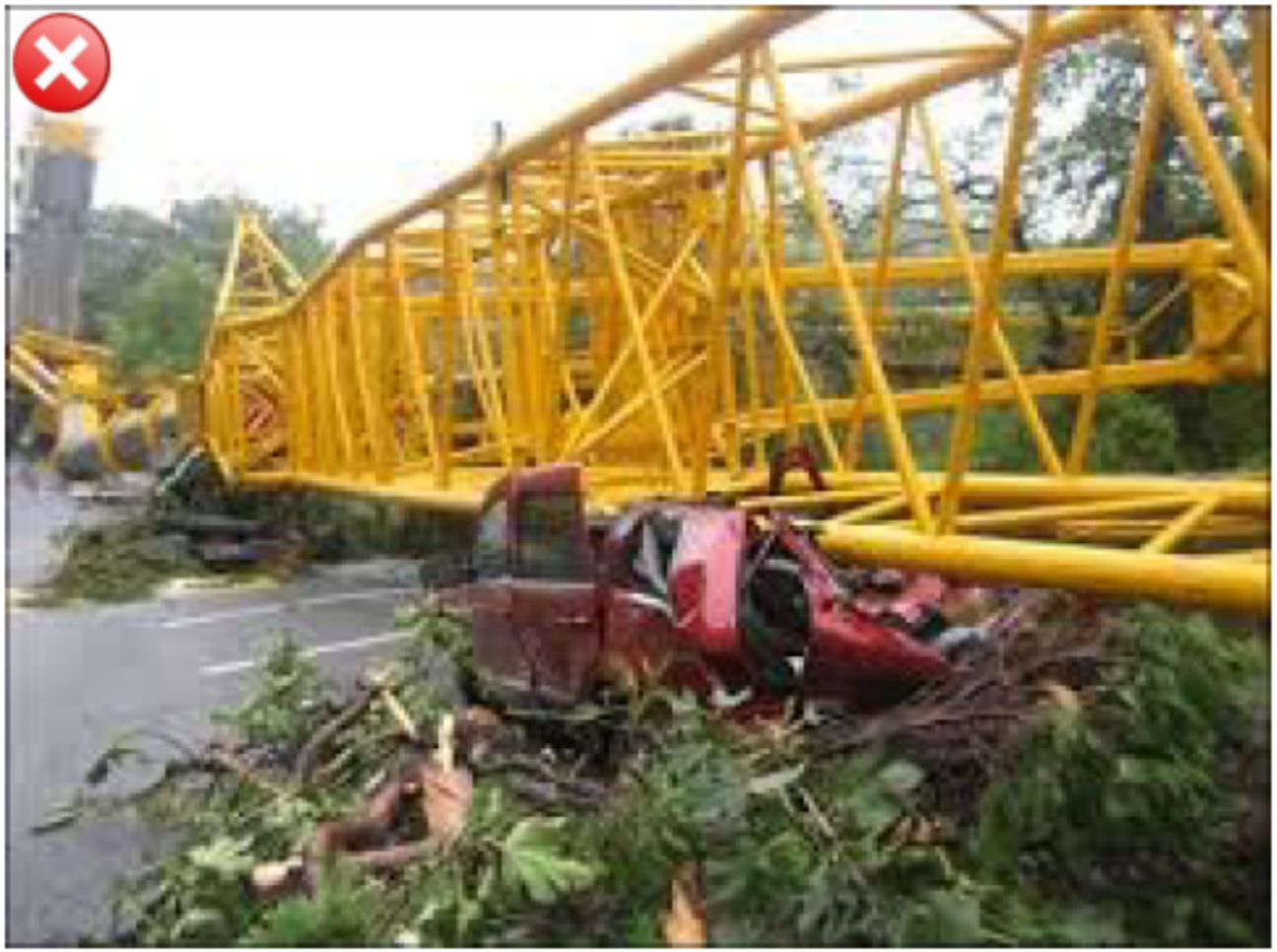
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- رعایت ضوابط فنی
- پیش بینی در زمان تجهیز
- طرح هم پوشانی

تاورکرین

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- رعایت نکات ایمنی تاور کرین



تاورکرین و جرثقیل

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- رعایت نکات ایمنی جرثقیل

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

نگهداری

نگهداری قطعات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- قطعات ساخته شده که پیش از حمل یا پیش از نصب، انبار میشوند باید از زمین فاصله داشته باشند.
- تعداد و فاصلهٔ سکوها باید به نحوی انتخاب گردد که قطعات دچار تنش یا تغییرشکل بیش از حد نگردند.
- قطعات فولادی باید در محیطی دور از رطوبت انبار گردند. در صورت انبار کردن قطعات در محیط باز، باید زیر قطعات سکوهای مناسبی قرار داد تا قطعه با زمین فاصله داشته باشد.
- قطعات انبار شده نباید در معرض باران و برف قرار گیرند و محل انبار باید طوری باشد که از تجمع آب باران در زیر قطعات جلوگیری شود
- شماره مشخصه هر یک از قطعات انبار شده باید بدون نیاز به جابجایی قطعات، قابل تشخیص باشد.
- انبار نمودن و حمل قطعات فولادی در کارگاه ساخت و محل نصب باید به نحوی صورت گیرد که قطعات تغییرشکل نداده و تنشهای بیش از حد مجاز در آن ایجاد نشود و هیچ آسیبی به آن وارد نیاید.

نگهداری و انبار قطعات پیچ و مهره

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- لازم است هر مجموعه پیچ و مهره، در هنگام تهیه و ورود به کارگاه، بسته‌بندی شود.
- نباید روغن مخصوصی که در کارخانه روی سطح وسائل اتصال پخش شده است، پاک شود.
- پیچ، مهره و واشر (وسائل اتصال) را باید در برابر آلودگی و رطوبت در کارگاه حفاظت نمود.
- لازم است تعداد لازم وسائل اتصال برای یک نوبت کاری، از انبار خارج شود و وسائل اتصال مصرف نشده در هر نوبت کاری را باید پس از اتمام نوبت، به انبار باز گرداند.

نگهداری الکترود

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- الکترودها را باید در انبارهای خشک که دارای تهویه کافی باشد یا مرتباً گرم نگهداشته میشود، نگهداری کرد و از وارد آمدن ضربه به آنها جلوگیری به عمل آورد.
- معمولاً چند بسته در یک کارتن یا هر بستهٔ لفافه‌دار جداگانه درون یک کارتن قرار داده میشود.
- الکترودها باید در انبارهای مسقف و خشک و به دور از رطوبت نگهداری شوند.
- در هنگام بارگیری نباید به بسته‌ها یا کارتن‌ها ضربه شدید وارد شود و از پرتاب کردن آنها باید خودداری کرد. در هر حال، به پوشش روی الکترود نباید آسیبی برسد

سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

دوره آموزش

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

بخش پنجم- پی و کف ستون

استاد: دکتر محسن گرامی

عضو هیئت علمی دانشگاه

مشاور عالی نظام مهندسی

پاییز ۱۴۰۱

فهرست اشکالات اجرائی پی و کف ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **اجرای پی**
  - شناخت خاک
  - آکس بندی
  - بتن ریزی
  - اشکالات اجرائی اصلاح پی
- **دیوار برشی**
  - میلگرد انتظار دیوار برشی
  - اشکالات اجرائی مرتبط با میلگرد انتظار

فهرست اشکالات اجرائی پی و کف ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- کف ستون
  - موقعیت کف ستون
  - روشهای اجرای کف ستون
  - گروت
  - اشکالات اجرائی اصلاح کف ستون
  - سخت کننده های کف ستون و اشکالات اجرائی آن

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اجرای پی و کف ستون

اجرای پی

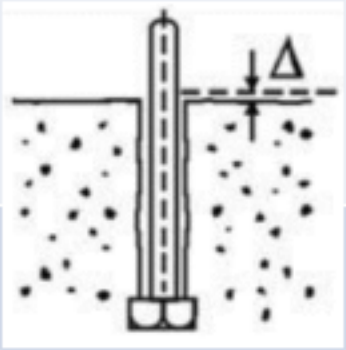
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- لزوم توجه به مشخصات خاک
  - بررسی جابجائی سازه در اثر نشست پی

رواداری های پی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

جدول ۱-۱ منتخب رواداری‌های اجرای پی

ردیف	شرح	انحراف مجاز	توضیحات
۱	انحراف قائم تراز روی پی از تراز دقیق طرح	+۵mm -۲۵mm	
۲	انحراف قائم تراز روی ورق کف ستون از تراز دقیق طرح	±۳mm	
	میزان جابجایی محور ستون از محل فرضی	±۶mm	
۳	انحراف ابعاد کلی پلان ستون‌گذاری در طول یا عرض پلان برای L<30m	Δ≤۲۰mm	L : طول یا عرض پلان بر حسب متر
۴	انحراف ابعاد کلی پلان ستون‌گذاری در طول یا عرض پلان برای L>30m	$\Delta \leq (20+\frac{L-30}{4})mm$	L : طول یا عرض پلان بر حسب متر

تنظیم کف و پای ستونها

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- استفاده از ورقهای نورد شده فولادی به ضخامت ۵۰ میلیمتر و کمتر بدون تراش و پرداخت، مشروط بر آنکه در سطح آنها تماس کامل برقرار شود.
- ورقهای نورد شده فولادی با ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰ میلیمتر را می توان با پرس کردن، صاف و مستوی نمود، در صورتی که پرس مناسب در دسترس نباشد، می توان با تراشیدن و صاف کردن، سطح مستوی را به وجود آورد.
- در ورقهای ضخیم تر از ۱۰۰ میلیمتر، تمام سطوح تماس، باید صفحه تراشی شده و صاف و مستوی گردد.
- سطح زیرین کف ستونها در صورتی که با ریختن دو غاب ماسه سیمان تماس کامل برقرار شود، احتیاجی به تنظیم ندارد.

کف ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- سطح بالایی کف ستونها که در تماس با ستون قرار می گیرد در صورتی احتیاج به پرس وصاف کردن نخواهد داشت که با جوش نفوذی و به طور سرتاسری و کامل به ستون جوش شود.
- کف ستونها باید در راستای پیش بینی شده و رقوم صحیح و به صورت کاملاً تراز نصب شوند، به طوری که سطح زیرین آنها با بتن، تماس کامل و سرتاسری داشته باشد.

آئین نامه *در محل وصله ستونها و اتصال ستونها به صفحه زیرستونی که اتصال دو قطعه با تماس مستقیم انجام می شود، رواداری های برشکاری در اجزا ستونها باید در نظر گرفته شود. در این موارد برای تأمین سطح تماس کامل، باید سطوح تماس ماشین کاری شوند.*

کف ستون-تنظیم تراز

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تراز کردن کف ستون

آئین نامه *تراز کردن کف ستونها توسط مهره‌های قابل تنظیم در زیر آنها و پر کردن زیر کف‌ستون با ملات مقاوم بدون وارفتگی و تأمین‌کننده تماس کامل بین کف ستون و ملات انجام می‌شود.*

کف ستون – روش های اجرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **روش سنتی:**
  - نصب کف ستون در زمان اجرای پی
  - اتصال ستون به کف ستون در کارگاه
- **روش صنعتی:**
  - اتصال ستون به کف ستون در کارخانه
  - پیش بینی نصب ستون و کف ستون بر روی پی در زمان اجرای پی

کف ستون-روش سنتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

روش سنتی

- ورق کف ستون به صورت جدا از ستون بر روی فونداسیون مستقر می گردد.
- حد فاصل ورق و فونداسیون به کمک ملات پر می شود.
- بعد از گرفتن ملات، کف ستون آماده نصب ستون بر روی آن می باشد.

کف ستون-روش سنتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

روش سنتی نصب کف ستون

فضای خالی زیر کف ستون برای رگلاژ بعدی

کف ستون-روش سنتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کف ستون – اجرای صنعتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

روش صنعتی

- کف ستون در کارخانه به صورت گونیا به پای ستون جوش و یکپارچه می شود.
- برای نصب، ابتدا روی فونداسیون پدگذاری (Pading) می شود.

پدها ورق های 100x100x4mm می باشد که یک شاخک نبشی به سطح آن جوش شده است.

پدها به کمک ملات کاملاً در موقعیت مورد نظر، مستقر و تراز می شوند.

- بعد از گرفتن ملات زیر پد، ستون به همراه کف ستون روی آنها مستقر شده، ستون کاملاً به صورت شاقولی در می آید و مهره های میله مهار سفت می شود.
- در مرحله آخر دو ورق کف ستون قالب بندی شده و فضای خالی زیر کف ستون به کمک گروت پر می شود.

کف ستون – اجرای صنعتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

www.alamy.com - DGCKN0

کف ستون – اجرای صنعتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کف ستون – اجرای صنعتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کف ستون – اجرای صنعتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شابلون گذاری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کف ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کف ستون- روش اجرای صنعتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

برپاسازی ستون- روش صنعتی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

بولت

کنترل نصب بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- کنترل کیفیت بولت تهیه شده
- کنترل فواصل و محورها در تمام ترازها قبل از بتن‌ریزی

تهیه گزارش صحت اجرای پی

- در صورت عدم احراز شرایط مطلوب باید قبل از شروع نصب، تمهیدات لازم از نظر اصلاح پی و یا در صورت امکان اصلاحات روی قطعات سازه فولادی پیش‌بینی و اجرا گردد.
- تراز کردن کف ستونها توسط مهره‌های قابل تنظیم بر روی بولت

تنظیم بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ضوابط تنظیم بولت

آئین نامه پیچ‌های مهاری داخل پی که ستونها به آنها بسته می شوند، باید قبل از بتن‌ریزی از نظر فواصل و محورها در تمام ارتفاع و ترازها در هر مرحله دقیقاً کنترل و گزارش مربوطه تهیه گردد تا صحت اجرای پی قبل از نصب ستونها محرز گردد.

آئین نامه در صورت عدم احراز شرط فوق باید قبل از شروع نصب، تمهیدات لازم از نظر اصلاح پی و یا در صورت امکان اصلاحات روی قطعات سازه فولادی پیش‌بینی و اجرا گردد.

کاشت بولت برای حل برخی مشکلات اجرایی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

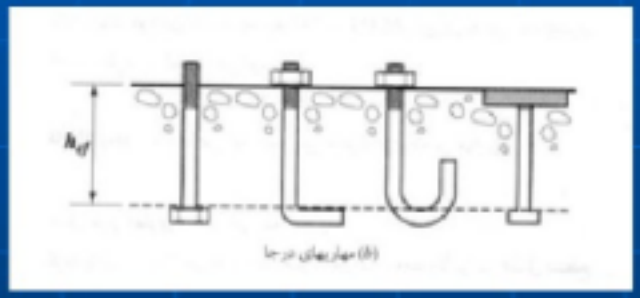
- **امکان کاشت بولت در مراحل مختلف اجرا در نظر گرفته شود:**
  - تداخل بولت با استیفنر
  - تداخل میلگرد انتظار دیوار برشی با صفحه ستون
  - کوتاه بودن بولت کف ستون برای نصب ستون
  - جابجا شدن موقعیت ستون میانی به کنار یا گوشه و تغییر آرایش بولت های کف ستون
  - تقویت اعضای باربر سازه توسط بتن مسلح
  - تغییر در هندسه پی

انواع بولت

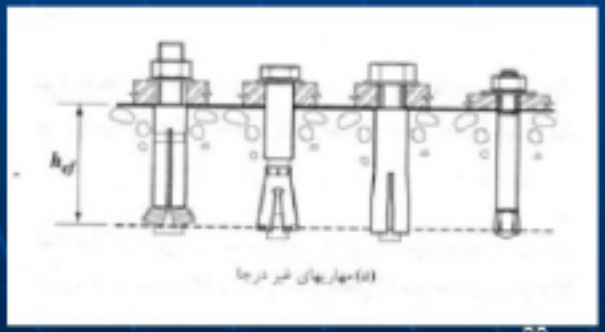
مدرس: پروفسور محسن گرامی

انواع پیچ های مهاری (بولتها)

- تقسیم بندی بولتها از نظرنحوه نصب
  - درجا (نصب قبل از بتن ریزی)



- غیر درجا (نصب بعد از بتن ریزی)



بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل (حادثه) اجرایی:

- فروریزش بر اثر عدم تعادل

پیشنهاد:

- عدم استفاده از فولاد سرد کشیده.
- عدم تهیه مصالح از مراکز غیر معتبر (ذوب کردن فولاد در کارگاه و قالب گیری مجدد، منجر به تولید فولاد شکننده می گردد).
- تهیه مصالح سالم (زنگ نزده).

بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل (حادثه) اجرایی:**
  - فروریزش بر اثر کنده شدن بولت

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

گروت ریزی

گروت ریزی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

گروت

- ملات ریزدانه متشکل از سیمان، مواد منقبض نشونده و ماسه های سیلیسی.
- دارای مقاومت فشاری زیاد.
- دارای انقباض بسیار کم.
- ازدیاد حجم در زمان گیرش.

هواگیری

- هواگیری پس از اجرای گروت ضروری است.

جهت هواگیری، استفاده از روش عبور زنجیر توصیه می شود.

روش عبور زنجیر

گروت ریزی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- توجه: تکمیل اتصالات سازه‌ای و پر کردن ملات زیر ورقهای کف ستون نصب شده، باید پس از تراز شدن، شاقولی شدن، همبر شدن و اجرای مهاربندی بخش قابل قبولی از سازه انجام شود (خلاصه بند ۱۱-۵-۱-۱۳).

گروت ریزی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در صورت استفاده از دو مهره برای بولت، موقعیت مهره زیرین باید خارج از بتن فونداسیون و داخل گروت باشد.
- ضخامت متداول گروت، ۲ تا ۳ سانتیمتر برای ابعاد متوسط ورق و ۸ تا ۱۰ سانتیمتر برای ورق های بزرگ است.
- ضخامت گروت و مساحت ورق در تعیین نوع گروت (دانه بندی و مقاومت) موثر است.

گروت ریزی- عمل آوری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مراحل انجام کار:

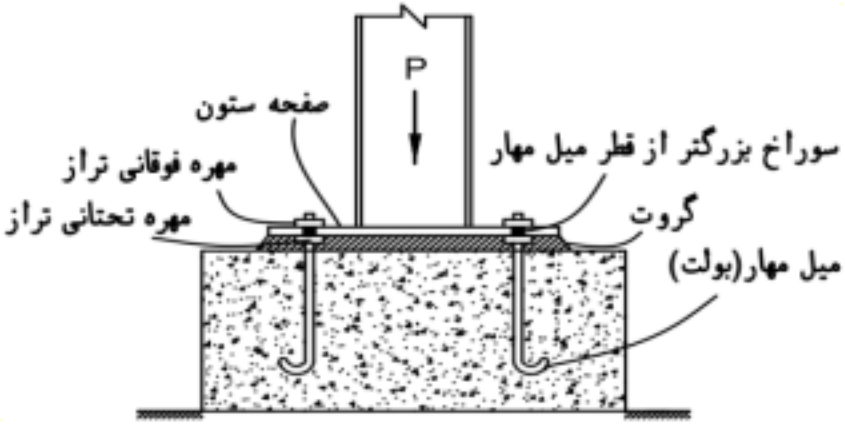
- توصیه: پیش از گروت ریزی، سطح بتن مرطوب شود (جهت جلوگیری از جذب رطوبت گروت).
- اطراف کف ستون را با تخته و یا یک حلقه لاستیکی محصور شود.
- گروت توسط پمپ به زیر کف ستون از یک طرف تزریق گردد تا هوا از سمت دیگر خارج شده و زیر کف ستون کاملا پر شود.
- نیاز به حفظ رطوبت گروت (عمل آوری)

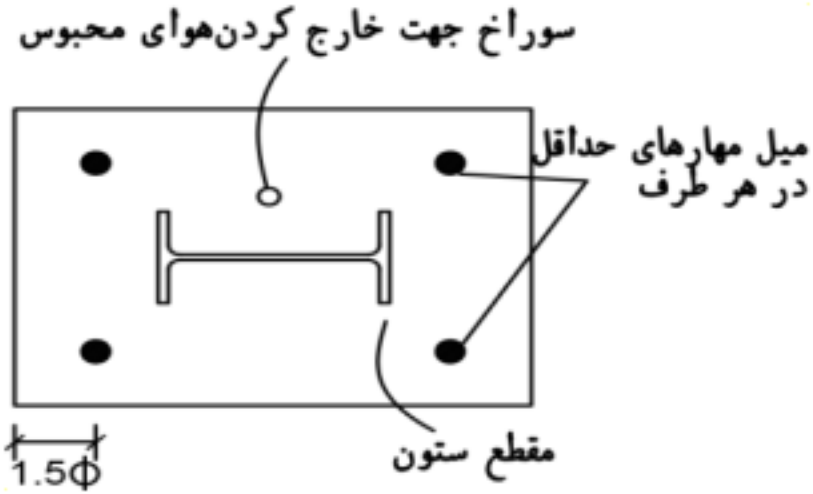
گروت ریزی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در پلیت های با ابعاد بیش از ۸۰ سانتیمتر، استفاده از سوراخ هواگیری با قطر ۷.۵ سانتیمتر توصیه می شود.
- در ابعاد بزرگ یا مستطیلی، استفاده از دو سوراخ هواگیری متداول است.
- بعضاً در اجرا کف ستون را باز کرده و گروت را در زیر کف ستون پخش نموده و سپس کف ستون را کار می گذارند.

این روش توصیه نمی شود.



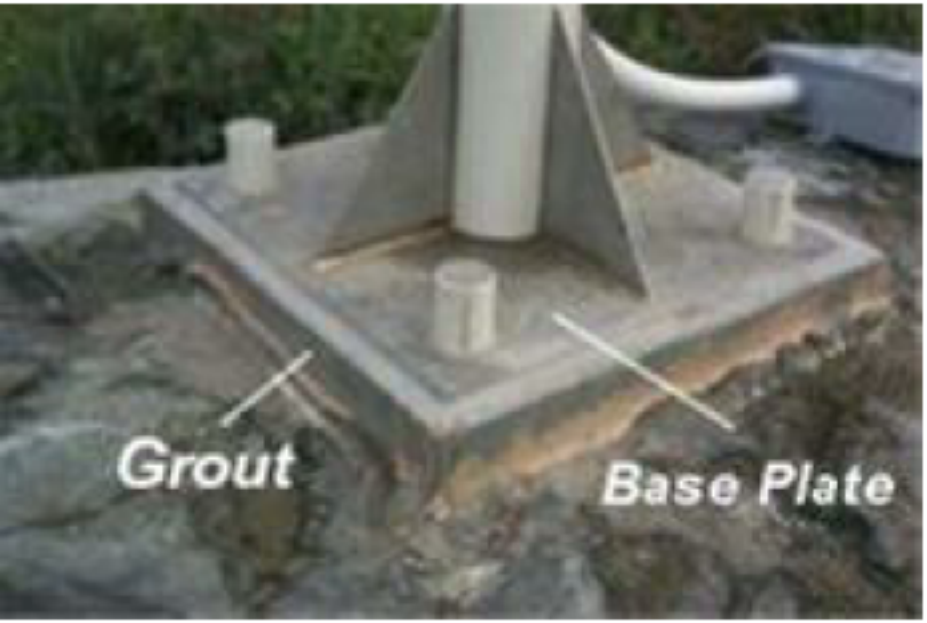


گروت ریزی- زمان اجرای مناسب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان:

- تکمیل اتصالات سازه ای و پُرکردن ملات زیر ورق های کف ستون نصب شده، نباید تا هنگامیکه بخش قابل قبولی از سازه، تراز، شاغول، همبر و مهاربندی شده باشد، انجام شود.
- اتصالات سازه ای پیش از تکمیل باید دارای مقاومت کافی برای تحمل بارهای ضمن نصب با ضریب اطمینان کافی باشند.
- در این امر باید از مشخصات فنی طرح و نقشه های نصب و نظر ناظر پیروی شود.



گروت ریزی – شکستن گروت اجرا شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- شکستن گروت اجرا شده
- پیشگیری: اجرای گروت در زمان صحیح آن (مطابق ضوابط آئین نامه).

راه حل پیشنهادی:

- تخریب و برداشتن گروت اجرا شده.
- اجرای مجدد گروت پس از نصب بخش قابل قبولی از سازه.

گروت ریزی – نوع و ضخامت مناسب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ضخامت متداول گروت، ۲ تا ۳ سانتیمتر برای ابعاد متوسط ورق و ۸ تا ۱۰ سانتیمتر برای ورق های بزرگ است.
- ضخامت گروت و مساحت ورق در تعیین نوع گروت (دانه بندی و مقاومت) موثر است.

گروت ریزی – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- فاصله زیاد میان تراز پی و کف ستون.

راه حل پیشنهادی:

- بررسی امکان تغییر تراز نصب ستون.
- بررسی امکان تخریب موضعی سطح بتن و افزایش تراز
- مسلح کردن بتن جدید
- گروت ریزی با ضخامت مناسب بر روی سطح جدید بتن

گروت ریزی – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم امکان گروت ریزی در مجاورت کف ستون بلوک همسایه

راه حل پیشنهادی:

- بررسی امکان قالب گیری پشت صفحه.
- ایجاد سوراخ در لبه قالب و گروت ریزی با پمپ از طرف دیگر

نمونه دستور کار اصلاح گروت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - شکستن گروت
- **راه حل پیشنهادی:**
  - مطابق دستورکار دستگاه نظارت

نمونه دستور کار اصلاح گروت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

به نام خدا

تاریخ ۹۲/۸/۶

شماره ۹۲۰۸۰۶

دستور کار برای رفع اشکال از گروت(اشکال شماره ۱) :

- **حوزه کاربرد** : این دستور کار برای اصلاح آن دسته از گروت هایی است که دچار آسیب و ترک خوردگی شده اند و ضخامت حداکثر آنها ۶ سانتی متر بوده و در آنها مشکلات بولت مشاهده نمی شود.
- **استناد فنی** : به استناد بند ۱۱ – ۵ – ۱ – ۱۳ از مبحث ۱۱ مقررات ملی که تاکید میشود پر کردن گروت زیر کف ستون نباید تا هنگامی که بخش قابل قبولی از سازه تراز (شاغول) همبر و مهاربندی شده باشد، انجام شود لذا اصلاح گروت در این مرحله از سازه که بخش قابل قبولی از سازه نصب گردیده است ، قابل قبول می باشد.
- **نحوه اصلاح** (به ترتیب زیر) :

۱-گروت های آسیب دیده و ترک خورده به طور کامل از زیر صفحه خارج گردد نحوه خروج گروت (قلم و چکش) نباید منجر به آسیب دیدگی بخش های سالم گروت گردد چنانچه کل گروت دچار آسیب است لازم است صفحه کف ستون توسط گوه فلزی نگهداری شود و یا از طریق مهار و شمع بندی تیرهای وارد به ستون ، وضعیت ستون تثبیت گردد.

نمونه دستور کار اصلاح گروت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

۲-حداقل عرض برای برداشت گروت آسیب دیده از زیر کف ستون و اطراف آن ۵ سانتی متر از هر طرف می باشد.

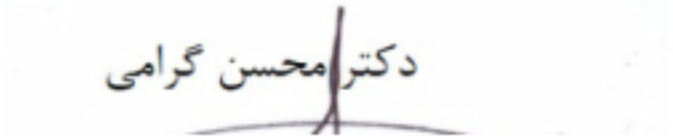
۳-گروت برداشته شده می بایست بر اساس بند ۱۱ – ۵ – ۱ – ۸ از مبحث ۱۱ با گروت جدید جایگزین گردد.

مطابق این بند، تراز کردن کف ستون توسط مهره های قابل تنظیم در زیر آنها و پر کردن زیر کف ستون با ملات مقاوم بدون وارفتگی و تامین کننده تماس کامل بین کف ستون و گروت ، انجام می شود.

۴-تمام کف ستون (و اجزای فلزی ملحق به آن) پس از تکمیل جوشکاری ها و برداشتن زغال جوش ، زنگ زدایی گردد.

۵-برای محافظت در برابر رطوبت ، روی کف ستون ، قیر اندود گردد.

۶-پس از اخذ تاییدیه ناظرین قانونی و ذیصلاح از محل مذکور ، اطراف کف ستون از هر طرف ۱۰ سانتی متر بیشتر از ابعاد کف ستون ، قالب بندی شده و با بتن با عیار $۳۰۰\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ سیمان و تا ارتفاع ۱۰ سانتی متر بالاتر از تمامی اتصالات آن پر شود.

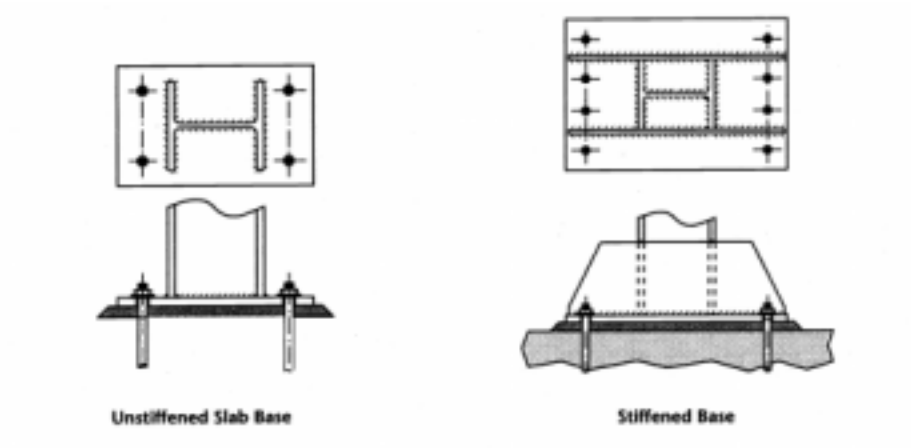


اتصال ستون به کف ستون

اتصال پای ستون به صفحه کف ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اتصال پای ستون به کف ستون
  - اتصال مفصلی
  - اتصال گیردار



اتصال پای ستون به صفحه کف ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال گیردار ستون

- اجرای جوش کافی برای انتقال نیروی محوری، ممان و برش از پای ستون به کف ستون
- اجرای سخت کننده ها جهت افزایش طول جوش و انتقال بهتر نیروها از ستون به کف ستون

اتصال پای ستون در سازه فلزی

- میل مهار، کشش ناشی از لنگر را تحمل و به پی منتقل می کند.
- جهت تامین اتصال گیردار، تعداد میل مهارها باید به اندازه ای باشد که بتوانند لنگر را به فونداسیون منتقل نمایند.
- باید طول گیرداری میل مهارها به اندازه کافی باشد تا در زلزله، لغزش اتفاق نیفتد.

اتصال کف ستون به فونداسیون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - عدم توانایی بولت در تحمل بار جانبی ستون.

- **راه حل پیشنهادی:**
  - لزوم اجرای مهار جانبی برای سازه، به خصوص مهار موقت در مرحله نصب.
  - اجرای کامل بست برای مهره بولت در مرحله نصب.

- **توجه: اجرای دو مهره روی یکدیگر و یا جوش دادن مهره به بولت جهت اطمینان از باز نشدن مهره، ضرورتی ندارد.**

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - استفاده از ورق گاست طبقات در تراز پی
- **پیشگیری:**
  - استفاده از ورق با شکل مناسب تراز پی و تامین طول جوش قائم
- **راه حل پیشنهادی:**
  - بررسی امکان اجرای ورق در امتداد ورق کف ستون بر روی پی با جوش نفوذی

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- خرابی موضعی بتن پدستال.
- پیشگیری توسط نگهداری مناسب و جلوگیری از برخورد و ضربه به آن.

راه حل پیشنهادی:

- بررسی امکان ترمیم بتن.
- جلوگیری از اجرای گروت با ضخامت زیاد (غیر فنی) جهت رفع مشکل.

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - عدم انطباق سوراخ کف ستون و بولت
  - پیشگیری: دقت مجری و کنترل نظارت پیش از بتن ریزی.
- **راه حل پیشنهادی:**
  - بررسی امکان اصلاح سوراخ با برقو (با هماهنگی مهندس طراح)
- **توجه: اصلاح سوراخ با دستگاه هوابرش مجاز نمی باشد.**

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- قرار گیری بولت در محل اجرای نبشی اتصال

راه حل پیشنهادی:

- بررسی امکان حذف بولت از اتصال (با هماهنگی مهندس طراح)
- بررسی امکان تغییر ابعاد نبشی (با هماهنگی مهندس طراح)
- بررسی امکان سوراخ کردن کف ستون و کاشت بولت جدید در محل مناسب (با هماهنگی مهندس طراح)

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - تداخل موقعیت بولت با بال یا جان ستون
- **راه حل پیشنهادی:**
  - بررسی امکان حذف یا کاشت بولت
- **توجه: مقایسه نقش سازه ای بولت، بال ستون و جان ستون در انتقال بار ستون به پی**

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - تداخل موقعیت بولت با بال یا جان ستون

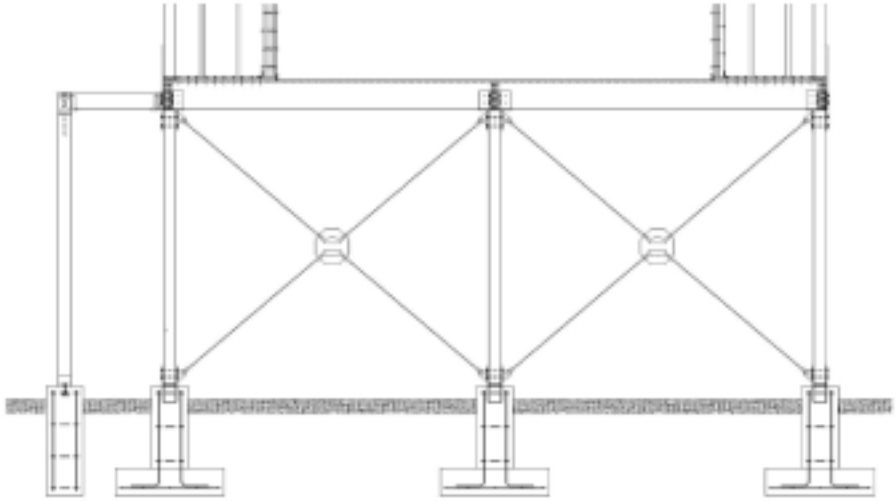
نمونه اشکالات اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تغییر موقعیت ستون در ناحیه خارج از کف ستون

56



راه حل پیشنهادی:

- مرحله اول: هماهنگی با مهندس طراح جهت بررسی امکان اجرای پی جدید و اتصال آن به پی موجود
- مرحله دوم: افزایش سطح پی و مسلح نمودن آن
- مرحله سوم: اجرای صفحه ستون در محل جدید

خروج آب باران و برف

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تجمع آب باران و برف در داخل ستون

راه حل پیشنهادی:

- بررسی امکان بستن راه ورود آب به ستون.
- ایجاد راه خروج آب، در ترازهای مختلف ستون.
- تامین راه خروجی آب از زیر کف ستون، در موارد خاص.

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

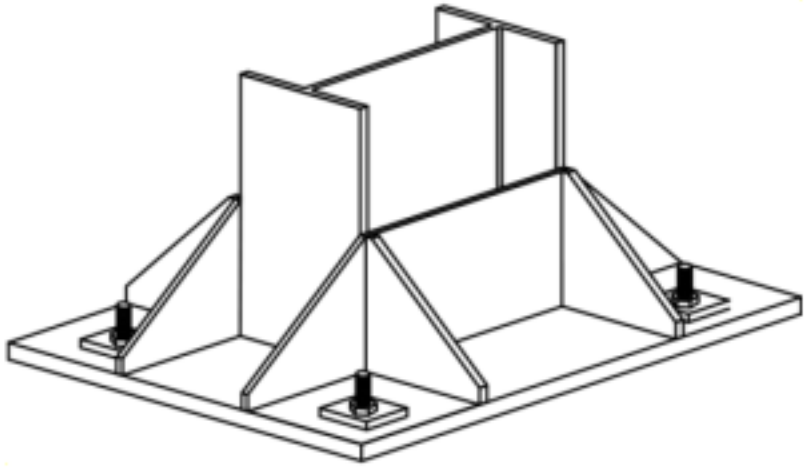
سخت کننده و ورق گاست

کف ستون – سخت کننده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- روش رایج جهت کاهش ضخامت کف ستون، استفاده از صفحات "سخت کننده" در پای ستون می باشد.
- چنین حالتی هم برای کف ستون های مفصلی و هم برای کف ستون های گیردار کاربرد دارد.

59



کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- ابعاد کوچک کف ستون نسبت به ورق سخت کننده

(ابعاد اجرایی نیست)

راه حل پیشنهادی:

- بررسی امکان توسعه سطح پی (تخریب موضعی بتن، کاشت میلگرد و اجرای بتن جدید)

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - لزوم اجرای ورق گاست در محل پیش بینی نشده
  - تداخل موقعیت ورق سخت کننده در محل اتصال مهاربند و عدم امکان بستن پیچ
- **پیشگیری:**
  - ۱ توجه مهندس طراح به شرایط اجرایی
  - ۲ مشخص نمودن مشکل در مرحله تهیه نقشه کارگاهی و بررسی راه حل پیش از اجرا
- **راه حل پیشنهادی:**
  - بررسی امکان تغییر موقعیت اتصال مهاربند به ورق گاست و ایجاد سوراخ در محل مناسب
  - بررسی امکان اجرای ورق گاست بزرگتر در محل مورد نظر

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم تامین فاصله میان ورق سخت کننده و لبه کف ستون
- تداخل محل اجرای صحیح سخت کننده با بولت و عدم اجرای سخت کننده در محور مورد نظر (اجرا بیرون از بال ستون)
- کیفیت نامناسب جوش (بررسی در فصل جوش).

پیشنهاد:

- آموزش و توجیه پرسنل اجرایی
- کنترل کلیه اتصالات اجرا شده
- جلوگیری از اجرای سازه با روند مشابه

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

تداخل سخت کننده با بولت

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - تداخل موقعیت بولت و ورق سخت کننده
- **راه حل پیشنهادی:**
  - کنترل نیاز ابعاد ورق سخت کننده و امکان برش ورق سخت کننده
  - بررسی امکان اجرای ورق سخت کننده دیگر
  - بررسی امکان حذف بولت (در صورت وجود تعداد بولت کافی)
  - کلیه راه حل های پیشنهادی با هماهنگی مهندس طراح بررسی شوند.

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تداخل ابعاد ورق سخت کننده با کف ستون و کوچک بودن کف ستون برای اجرای اتصال
- تداخل موقعیت بولت و سخت کننده

راه حل پیشنهادی:

- مشابه

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - تداخل پروفیل ستون با بولت
  - بیرون زدگی پایه لچکی سخت کننده

- **راه حل پیشنهادی:**
  - مشابه

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تداخل محل بولت و پروفیل ستون
- عدم هماهنگی اندازه یا موقعیت کف ستون با موقعیت ورق سخت کننده و بیرون آمدن سخت کننده
- اجرای ورق سخت کننده جبرانی با دیتایل ابتکاری

راه حل پیشنهادی:

- کنترل نیاز طول جوش سخت کننده و بررسی امکان قبول وضعیت موجود
- بررسی امکان افزایش تعداد سخت کننده ها جهت تامین طول جوش با وضعیت موجود
- راه حل نهایی: بررسی امکان توسعه پی به صورت مسلح و جوش نفوذی ورق جدید در امتداد مورد نظر

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - تداخل بولت و ورق سخت کننده
  - کوچک بودن ابعاد ورق کف ستون
- **راه حل پیشنهادی:**
  - مشابه

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - تداخل ورق های سخت کننده با یکدیگر و با بولت
- **راه حل پیشنهادی:**
  - بررسی امکان اجرای سخت کننده به صورت مورب

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تداخل بولت و ورق سخت کننده
- کوچک بودن ابعاد ورق کف ستون
- اجرای جزئیات ابتکاری و غیر فنی

راه حل پیشنهادی:

- مشابه

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - تداخل بولت و ورق سخت کننده

- **راه حل پیشنهادی:**
  - اجرای سخت کننده به صورت مورب
  - بررسی امکان اجرای بولت جدید

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تداخل بولت و ورق سخت کننده لچکی
- برش غیر فنی لچکی
- کوچک بودن ابعاد ورق کف ستون

راه حل پیشنهادی:

- بررسی امکان اجرای ورق لچکی در موقعیت جدید

دستور کار رفع اشکال بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تداخل بولت و ورق سخت کننده یا جوش

راه حل پیشنهادی:

- مطابق دستور کار دستگاه نظارت

دستور کار رفع اشکال بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

به نام خدا

تاریخ ۱۳۹۲/۸/۲۰

شماره ۱-۹۲۰۸۲۰

دستور کار برای رفع اشکال بولت (اشکال شماره ۲) :

حوزه کاربرد : این دستور کار مربوط به مشکلات ایجاد شده در بولت، رزوه بولت و مهره بولت می باشد و در ارتباط با دستور کارهای شماره ۱ و ۳ و ۴ می باشد.

استناد فنی : مطابق جدول ۱۰ – ۱ – ۱۰ – ۶ از مبحث ۱۰ ، بولت یا میلگرد رزوه شده (قطعه دندانه شده) از نوع اتصال اتکایی می باشد و تنش مجاز برشی آن 0.17 Fu (درحالتی که سطح برش از قسمت دندانه شده می گذرد) و 0.22 Fu (در حالتی که سطح برش از قسمت دندانه شده نمی گذرد) می باشد. تقریباً هر بولت، برشی معادل ۲/۵ تن و مجموعاً ۴ بولت برشی برابر ۱۰ تن تحمل می کند.

بند۱۰ – ۱ – ۱۰ – ۹ میل مهارها از مبحث ۱۰ : میل مهارها باید طوری طراحی و محاسبه شوند که در تمام حالات بازگذاری وارد بر سازه، از نظر کششی و برشی پای ستون، جوابگو باشند.

بند ۱۰ – ۱ – ۱۰ – ۳ قسمت (ح) از مبحث ۱۰: در اتصالات اتکایی ، سفت کردن پیچها به میزان لازم جهت تماس وسایل اتصال و اجزای متصل شونده، کافی است.

دستور کار رفع اشکال بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

جدول ۱۰ – ۱ – ۱۰ – ۵ از مبحث ۱۰: قطر حداکثر سوراخ در میله مهار پای ستون d+6mm تعیین شده است.

جدول ۱۰ – ۱ – ۱۰ – ۹ از مبحث ۱۰: حداقل فاصله مرکز سوراخ تا لبه ورق 2.25 d (برای لبه گیوتین و قیچی) و 2d (برای لبه بریده شده با شعله و اره) می باشد.

بند۱۰ – ۲ – ۱۰ – ۱ – ۴ اتصال ستون به کف ستون از مبحث ۱۰ : اتصال ستون به کف ستون باید برای انتقال نیروهای موجود در پای ستون طراحی گردد. برای نیروی محوری فشاری،هنگامی که انتقال نیروی فشاری به کف ستون‌ها از طریق فشار مستقیم تماسی انجام می شود، باید انتهای ستون گونیاشده و سطح تماس آنها برای انتقال نیروی فشاری صاف و آماده شده باشد، به علاوه باید اتصال کافی بین دو قطعه (ستون و کف ستون) موجود باشد تا قادر به انتقال نیروهای حین ساخت و یا هر نوع نیروی احتمالی دیگر باشد.

دستور کار رفع اشکال بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

نحوه اصلاح:

با توجه به اهمیت بولت ها در انتقال نیروهای ستون به فوندانسیون و با توجه به میزان برش پای ستون از دفترچه محاسبات و نظر به تنوع مشکلات اجرایی در عدم بسته شدن مهره ی بولت ها دستور کار ، برای هر مورد به شرح زیر می باشد:

۱-بولت سالم است ولی مهره بدلیل تداخل با اجزاء پای ستون بسته نمی شود:

الف) تداخل با سخت کننده:

در این حالت چنانچه با جابجایی سخت کننده ، امکان بستن مهره فراهم می شود لازم است با خذف سخت کننده مزاحم، مهره ی بولت بسته شود و سپس سخت کننده ی دیگری در مجاورت محل قبلی ، جایگذین سخت کننده حذف شده ی قبلی گردد.

دستور کار رفع اشکال بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

چنانچه امکان جابجایی سخت کننده نباشد ، ابتدا با برش قسمتی از سخت کننده ی مزاحم، مهره ی بولت بسته شود و سپس سخت کننده ی برش خورده از طریق تکه ورق یا تکه نبشی در محل برش، تقویت گردد.

ب) تداخل با بال و یا جان ستون:

در صورت تداخل با جان ستون ابتدا سعی شود با برش حداقل در جان ، امکان بستن مهره فراهم شود و پس از بسته شدن مهره، آن قسمت از جان برش خورده توسط تکه ورق و یا تکه نبشی در محل برش، تقویت گردد.

در صورت تداخل با بال ستون، به کاشت بولت جایگذین در مجاورت بولت مذکور و بستن مهره ی آن اقدام گردد

۲-رزوه های بولت مشکل دارد و مهره بسته نمیشود:

الف) جا برای کاشت بولت جدید می باشد : در این حالت نسبت به کاشت بولت جدید و بستن مهره ی آن در مجاورت بولت آسیب دیده، اقدام گردد.

ب)جا برای کاشت بولت جدید نمی باشد : در این حالت و فقط برای یک بولت مهره بولت توسط خال جوش (۴ عدد) به صفحه و به بلت متصل شود.

دستور کار رفع اشکال بولت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

پس از اتمام عملیات اصلاح لازم است مراحل زیر مورد اقدام قرار گیرد:

- تمام کف ستون (و اجزای فلزی ملحق به آن) پس از تکمیل جوشکاری ها و برداشتن زغال جوش ، زنگ زدایی گردد.
- برای محافظت در برابر رطوبت ، روی کف ستون ، قیر اندود گردد.
- پس از اخذ تاییدیه ناظرین قانونی و ذیصلاح از محل مذکور ، اطراف کف ستون از هر طرف ۱۰ سانتی متر بیشتر از ابعاد کف ستون ، قالب بندی شده و با بتن با عیار $۳۰۰\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ سیمان و تا ارتفاع ۱۰ سانتی متر بالاتر از تمامی اتصالات آن پر شود.

دکتر محسن گرامی

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

میلگرد دیوار برشی در کف ستون

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تداخل موقعیت میلگرد دیوار برشی و کف ستون

راه حل پیشنهادی:

- استفاده از روش فورجینگ یا مکانیکی جهت اتصال میلگرد به میلگرد به جای روش هم پوشانی
- جوش آرماتور انتظار دیوار برشی به کف ستون (با حفظ ضوابط خاص)
- طرح دیوار به صورت اجرای میلگرد دیوار برشی در اطراف کف ستون (دو سر دیوار به صورت لغاظ)

کف ستون – اشکال اجرائی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - تداخل موقعیت میلگرد دیوار برشی و کف ستون

سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

دوره آموزش
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

بخش ششم–نصب

استاد: دکتر محسن گرامی

عضو هیئت علمی دانشگاه

مشاور عالی نظام مهندسی

پاییز ۱۴۰۱

فهرست نکات و اشکالات اجرایی نصب (پیش مونتاژ و مونتاژ)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- کلیات
  - نصب (مونتاژ) و پیش نصب (پیش مونتاژ)
  - نقش پیش مونتاژ در کاهش اشکالات اجرائی
  - نقشه های کارگاهی
- اقدامات اولیه
  - کنترل شرایط قطعات برای پیش مونتاژ
  - کنترل کد قطعات
  - تعیین مختصات محل نصب قطعات
  - کنترل ابعاد قطعات
  - کنترل محل اتصالات موقت و دائم
- ساخت و نصب ستون
- ساخت و نصب تیر
- وصله تیر و ستون
- رواداری های ساخت و نصب
- تیرریزی موقت
- مهار موقت سازه

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

پیش نصب (پیش مونتاژ)
نصب (مونتاژ)

پیش نصب (پیش مونتاژ) و نصب (مونتاژ)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در صورتی که اتصال قطعات به یکدیگر دائمی باشد، عملیات را مونتاژ و در صورتی که اتصال به صورت آزمایشی و موقت باشد، آن را پیش مونتاژ می‌نامند.
- **هدف از پیش مونتاژ، کاهش مشکلات اجرائی مرحله مونتاژ می باشد.**
- روش اجرای پیش مونتاژ بر اساس نقشه های کارگاهی.
- تعیین محل اتصالات موقت و دائم بر اساس نقشه کارگاهی.

پیش مونتاژ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مراحل کار:

- ساخت عضو در قطعات کوتاه‌تر
- حمل به کارگاه
- شاسی های مخصوصِ عملیات پیش مونتاژ

پیش‌بینی لازم برای خیز اولیه، کشیدگی و اعوجاجات ناشی از جوشکاری

- ریسمان کشی و هم محور کردن
- اجرای اتصالات
- انجام اصلاحات
- باز کردن بعضی از اتصالات
- عملیات نصب به صورت قطعه قطعه

پیش مونتاژ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

سایر مراحل کار:

- در صورتی‌که دستگاه نظارت لازم بداند، پیمانکار موظف است تیرها و ستونهای فولادی را در محل کارخانه یا پای کار پیش‌نصب (پیش مونتاژ) نماید.
- اندازه‌گیری خیز شاه‌تیر تحت بار خود در هنگام پیش-نصب، و کنترل با مقدار مورد نظر (نقشه اجرایی).
- بستن تعدادی از قطعات مهاربندی جهت کنترل جفت شدن آنها.
- علامت گذاری قطعات پس از پیش‌نصب در کارخانه.

پیش مونتاژ

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **کنترل ها و اصلاحات:**
  - کنترل ابعاد قطعه
  - اصلاح ریسمانی بودن اعضاء
  - اصلاح مسطح بودن ورق
  - کنترل کیفیت و ضخامت رنگ قطعه
  - اصلاح موقعیت سوراخ کاری

    یا انجام سوراخ کاری در ورق دوم
  - کنترل رواداری های ساخت و نصب
- **هدف: رفع کامل اشکالات قطعه، پیش از مرحله مونتاژ**

پیش مونتاژ اتصالات پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اتصالات پیچ و مهره ای: انجام بعضی سوراخ کاری ها در مرحله مونتاژ و برخی دیگر در پیش مونتاژ.

یکی از صفحات اتصال پیچ و مهره‌ای در کارخانه سوراخ‌کاری نمی‌شود. سوراخ‌کاری این صفحه، بعد از عملیات پیش مونتاژ و با علامت‌گذاری از طرف صفحه سوراخ‌کاری شده (سنبه نشان)، باز کردن ورق اتصال و سوراخ‌کاری آن توسط مته انجام می‌شود.

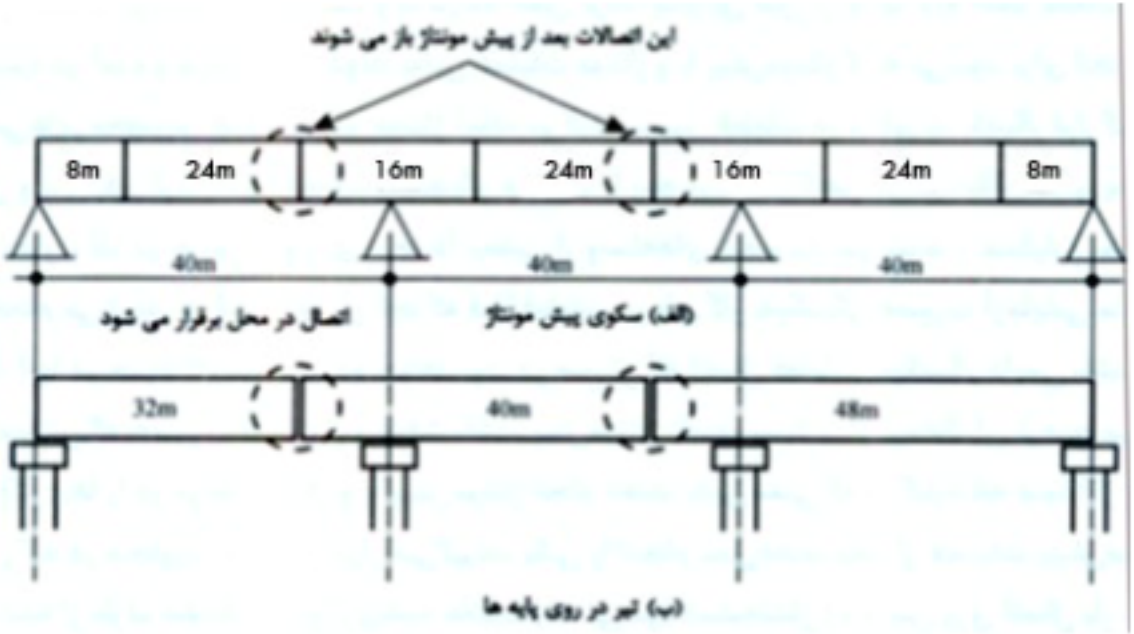
- برای سوراخ کاری، کلیه اجزا پس از تنظیم به وسیله خال جوش یا پیچ های موقت به هم متصل شوند.
- به هنگام پیش مونتاژ اتصالات پیچ و مهره‌ای، باید حداقل ۲۵ درصد از پیچ‌های هر اتصال (حداقل ۲ پیچ)، بسته شوند.
- پیچهای پیش مونتاژ می تواند از نوع پیچ های معمولی انتخاب گردد.

نباید بعداً از این پیچ ها بعنوان پیچ اصلی استفاده نمود.

پیش مونتاژ – مثال

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- پلی به طول کل ۱۲۰ متر در سه دهانه ۴۰ متری
- حمل به کارگاه در طول های ۸ و ۱۶ و ۲۴ متری
- مونتاژ پل ۱۲۰ متری در پای کار
- باز کردن مجدد بعضی اتصالات
- عملیات نصب در طول های ۴۸، ۴۰ و ۳۲ متر



مونتاژ

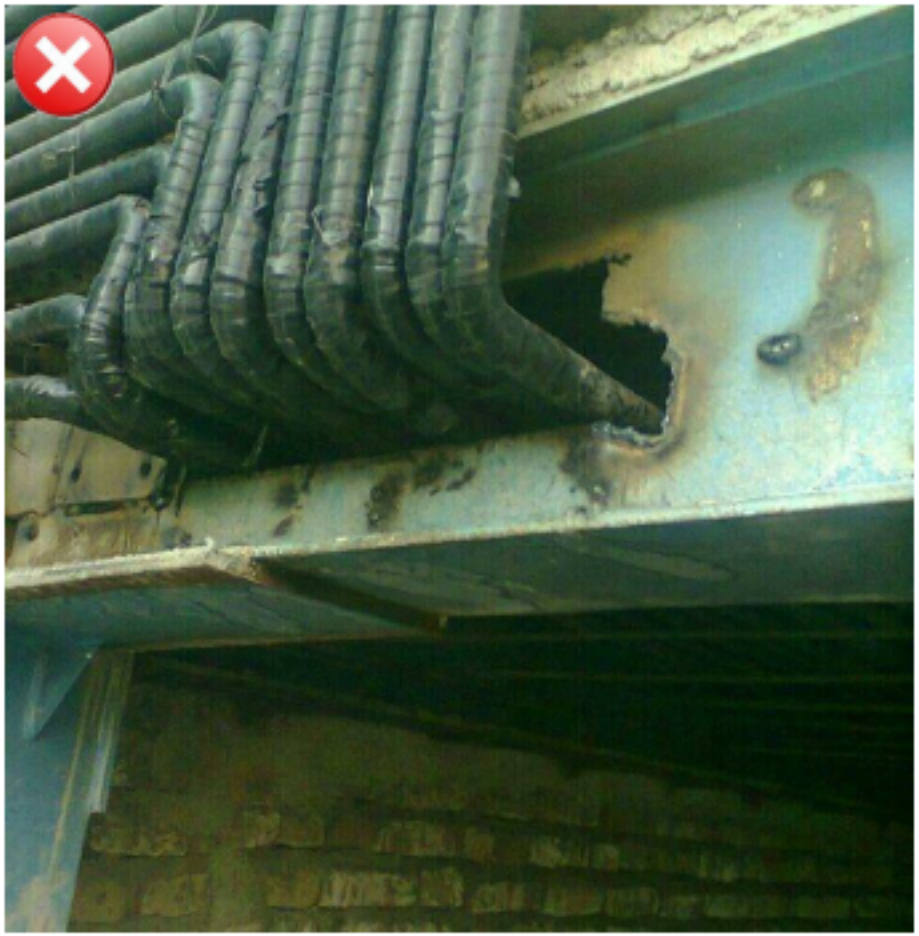
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نصب هر قطعه بر اساس شماره قطعه در موقعیت تعیین شده طبق نقشه‌های نصب یا اجرایی.
- ترتیب و مراحل نصب قطعات و اجرای اتصالات در کل سازه، مطابق مشخصات فنی و نقشه های اجرایی.
- **نصب سازه زمانی پایان یافته تلقی میشود که کلیه قطعات طبق نقشه در محل خود قرار گرفته و اتصالات آنها طبق مشخصات فنی، کاملاً تکمیل شده باشند.**

اجرای تاسیسات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اشکال اجرایی:
  - عدم تهیه نقشه های اجرایی
  - عدم نظارت بر اجرای تاسیسات



اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

ساخت و نصب ستون

ساخت و نصب ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

رواداری های ساخت و نصب ستون

- گونیا بودن اتصال کف ستون به ستون
- قطر سوراخ میل مهار کف ستون
- خمیدگی ستون
- گونیا بودن انتهای ستون
- ابعاد (عرض و ارتفاع) ستون
- برون محوری جان ستون
- گونیا بودن بال ستون نسبت به جان
- پیچیدگی ستون
- گونیا بودن جان ستون نسبت به بال

ساخت و نصب ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

بلند کردن ستون- ایمنی

- پرسنل نصاب ستون و یا تیر (که به اصطلاح بالا رو هستند) باید کاملا از شرایط جسمی و فیزیکی برخوردار باشند.
- رعایت نکات ایمنی و لوازم کامل مانند کمربند ایمنی، دستکش مخصوص، کلاه ایمنی، کفش متناسب با نوع کار

ساخت و نصب ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

بلند کردن ستون- لوازم

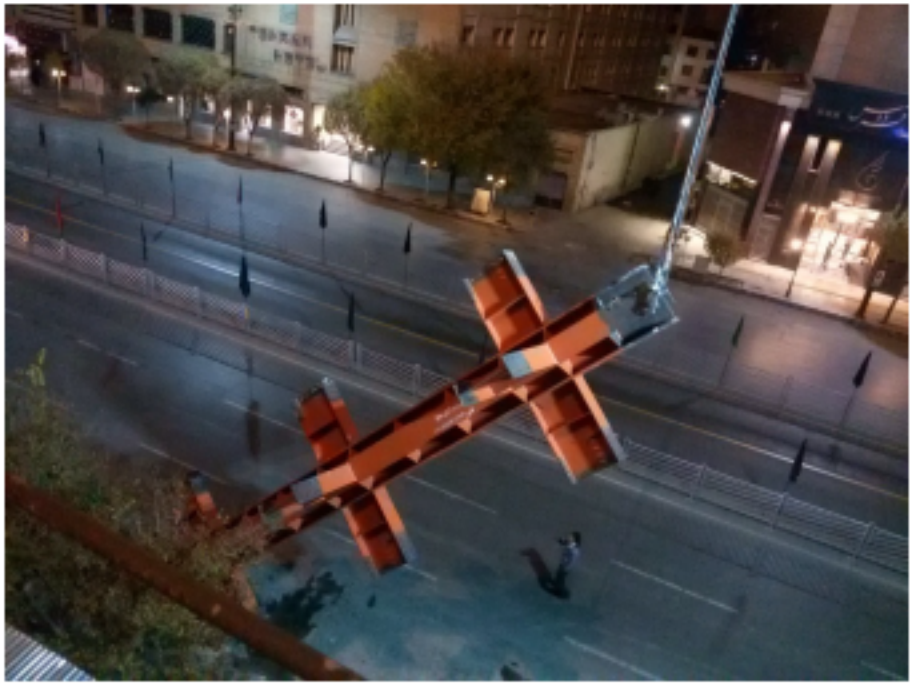
- استفاده از بکسل های ۱ الی ۲ متری با تناژ مورد نظر.
- استفاده از ورق یا لقمه های محاسبه شده، شگیل و پیچ های مورد نظر برای بستن و بلند کردن.

ساخت و نصب ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

بلند کردن ستون-جانمایی و کنترل

- استفاده از جانمایی های مناسب برای بلند کردن ستون
- اجرای اتصال موقت.
- کنترل امتداد، موقعیت محور، شاقولی بودن و سایر رواداری ها.
- تکمیل اتصالات.



ساخت و نصب ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- بلند کردن ستون

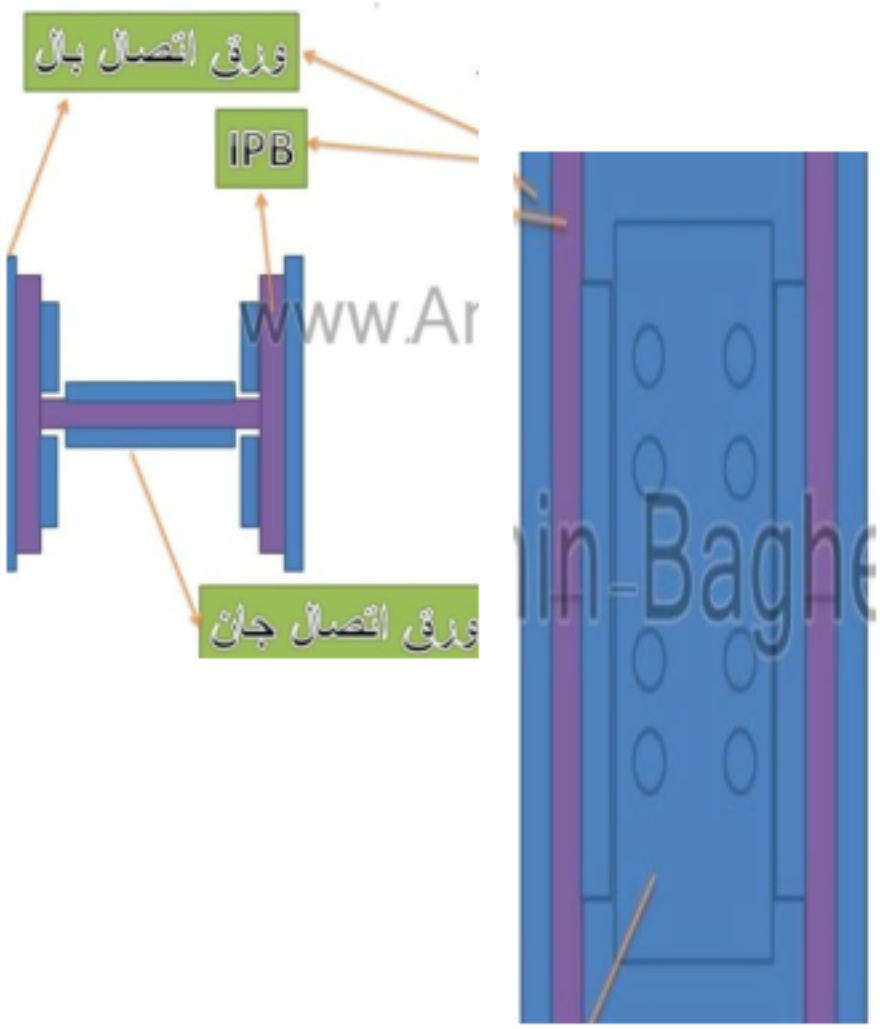
ساخت و نصب ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- بلند کردن ستون

تقویت مقطع ستون نصب شده به منظور جبران اشکالات مذکور

مدرس: پروفسور محسن گرامی



- استفاده از ورق تقویت در وجه داخلی ستون
  - (بدون مزاحمت در اتصالات)

تامین شکل پذیری در اتصالات ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش۴ ستونهای غیر باربر جانبی بایست قادر به تحمل تغییرمکان جانبی واقعی سازه هنگام زلزله باشند.

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

ساخت و نصب تیر

ساخت و نصب تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

رواداری های ساخت و نصب تیر

- خمیدگی تیر
- ابعاد مقطع (عرض و ارتفاع)
- گونیا بودن انتهای تیر
- پیچیدگی تیر
- برون محوری جان تیر
- گونیا بودن بال نسبت به جان
- گونیا بودن جان نسبت به بال
- خارج از محور بودن اجزاء الحاقی
- ورق اتصال (ابعاد)
- فواصل پیچ ها در بال مقطع (در اتصال پیچی)
- هم محور بودن سوراخ پیچ ها (در اتصال پیچی)
- فاصله (بادخور) بین دو قطعه در اتصال پیچی با پیچ پر مقاومت
- فاصله سوراخ ها در ورق اتصال (در اتصال پیچی)

ساخت و نصب تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- بلند کردن تیر
  - لزوم رعایت نکات ایمنی

ساخت و نصب تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- بلند کردن تیر

ساخت و نصب تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تکمیل اتصالات تیر

ستون قوی- تیر ضعیف

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عدم رعایت ستون قوی–تیر ضعیف

ستون قوی- تیر ضعیف

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عدم رعایت ستون قوی–تیر ضعیف

ورق اتصال ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۳۷ پارگی صفحه اتصال به ستون دارای بست مورب

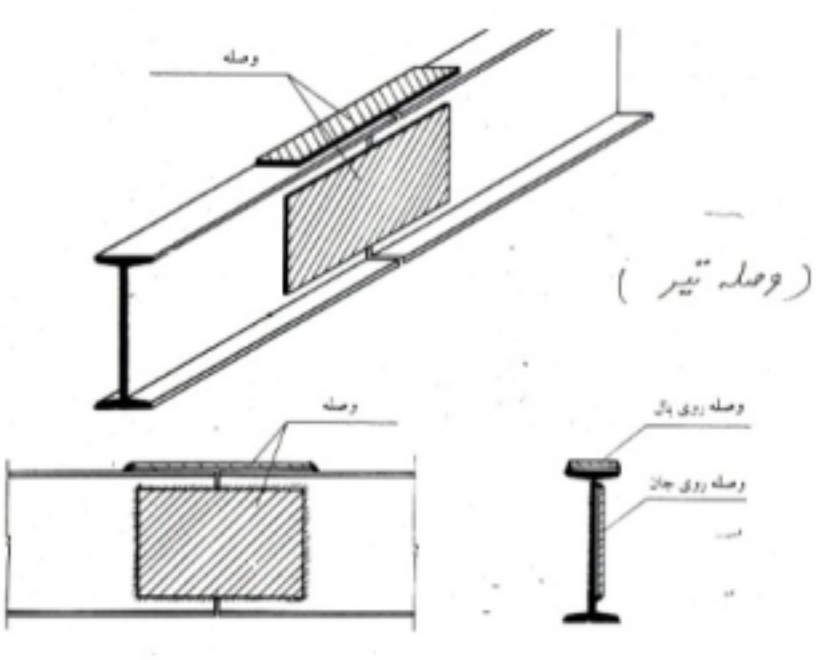
پارگی صفحه اتصال به ستون دارای بست مورب

وصله تیر و ستون

وصله

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- وصله به اتصال دو قسمت از یک عضو گفته می شود.
- ساخت و نصب اعضای با طول کامل از دیدگاه طراحی، بهترین گزینه است ولی محدودیت های ابعادی، محدودیت های حمل و نصب و سایر محدودیت های اجرائی، مجری را به استفاده از وصله‌ها ملزم می‌کند.
- قطعات فولادی اعم از اجزای قاب، ستونها و شاهتیرها باید حتی‌الامکان یکپارچه بـوده و از وصله کردن قطعات کوتاه خودداری گردد، مگر آنکه محل وصله در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشد یا موافقت مهندس طراح برای اتصال مورد نظر جلب گردد.



وصله

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- وصله ها، از دیدگاه محل اجرای آنها، به دو دسته وصله کارخانه ای و وصله کارگاهی تقسیم می شوند:

وصله کارخانه ای

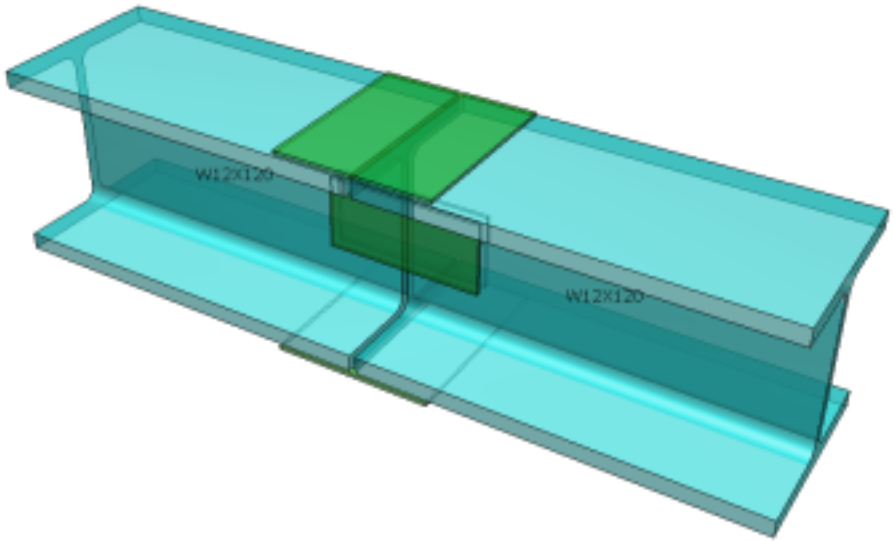
- وصله‌ای است که در کارخانه اجرا شده و در نتیجه ضمن استفاده از امکانات بیشتر مانند جوش زیر پودری، از نظارت مستمر بر اجرای اتصال نیز برخوردار است. دلیل اصلی استفاده از این وصله، محدودیت ابعادی پروفیل و ورق است.

وصله کارگاهی

- وصله‌ای است که در محل کارگاه و پس از نصب قطعه صورت می گیرد. دلیل اصلی استفاده از این نوع وصله، محدودیت‌های حمل و نصب می باشد.

وصلهٔ اعضای خمشی (تیر)

مدرس: پروفسور محسن گرامی



- وصلهٔ اعضای خمشی تا حد امکان باید از محل نیروهای حداکثر (مثل وسط دهانه و یا تکیه گاه) دور باشد و در منطقه ای با نیروهای داخلی کوچک قرار گیرد.

- **وصله باید برای بزرگترین مقدار زیر محاسبه گردد:**

- نیروهای داخلی حاصل از تحلیل سازه تحت ترکیب بار بحرانی.
- متوسط نیروهای داخلی و ظرفیت خمشی مجاز مقطع کوچکتر.
- ٪۷۵ ظرفیت خمشی مجاز مقطع کوچکتر عضو و برش نظیر آن.

در صورتی که برای وصله تیر نورد شده و یا تیرورق از جوش های شیاری نفوذی با لبهٔ آماده شده استفاده شود، حداقل باید ظرفیت کامل مقطع کوچکتر وصله شونده را تأمین نماید. در این وصله، درز جوش بال و جان لازم است فاصله ای به اندازه ۲۵۰ میلی متر نسبت به هم داشته باشند.

وصلهٔ اعضای خمشی (تیر)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- الف) وصلهٔ بال اعضای خمشی: وصلهٔ بال تیرهای نورد شده و تیرورق ها باید تا حد امکان از محل تنش خمشی حداکثر دور باشد. اگر از ورق پوششی برای وصله استفاده شود، سطح مقطع آن باید حداقل ۵ درصد از سطح مقطع بال وصله شونده بیشتر و مرکز ثقل آن تا حد امکان به مرکز ثقل بال نزدیک باشد.
- ب) وصله جان اعضای خمشی: وصله در جان تیرها و تیرورق ها باید برای نیروی برشی و سهم لنگر خمشی مربوط به جان در محل درز اتصال، محاسبه شود. اگر از ورق های وصلهٔ جان استفاده می شود، حتی المقدور باید این ورقها به صورت قرینه و با ضخامت مساوی در دو طرف جان قرار گرفته و ارتفاع این ورق ها از سه چهارم ارتفاع جان عضو خمشی کمتر نباشد.

وصلهٔ اعضای خمشی (تیر)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- استفاده از المان مستعمل و با مقاومت بسیار پایین به عنوان تیر خمشی و وصله نامناسب

وصلهٔ اعضاء فشاری (ستون)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **انواع وصله ستون فولادی:**
  - وصله ستون با ورق سر
  - وصله با اتصال پیچ و مهره ای
  - وصله با اتصال جوشی

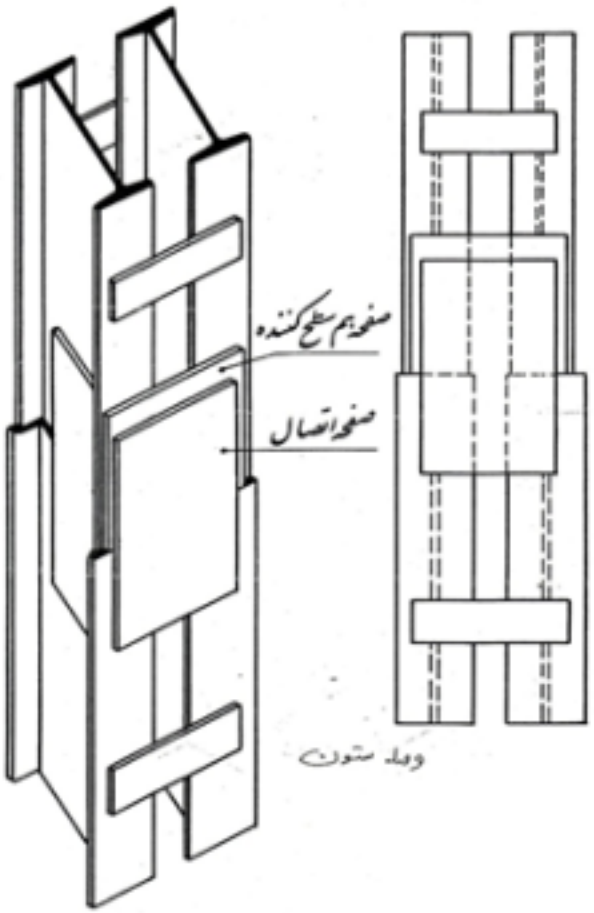
وصلهٔ اعضاء فشاری (ستون)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- محل وصله ستون باید تا حدامکان از محل اتصال تیر به ستون دور باشد و در منطقه ای با نیروهای داخلی کوچک قرار گیرد.
- وقتی که وصله ستون اجتناب ناپذیر شد، بهترین محل برای وصله در حدود ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متری بالای کف طبقه است. چون اولاً در این محل به قدرکافی از محل اتصال تیر به ستون دور شده است و ثانیاً از لحاظ انجام عملیات جوشکاری، ارتفاع مناسبی در اختیار است.

ضوابط ستون های غیر باربر جانبی

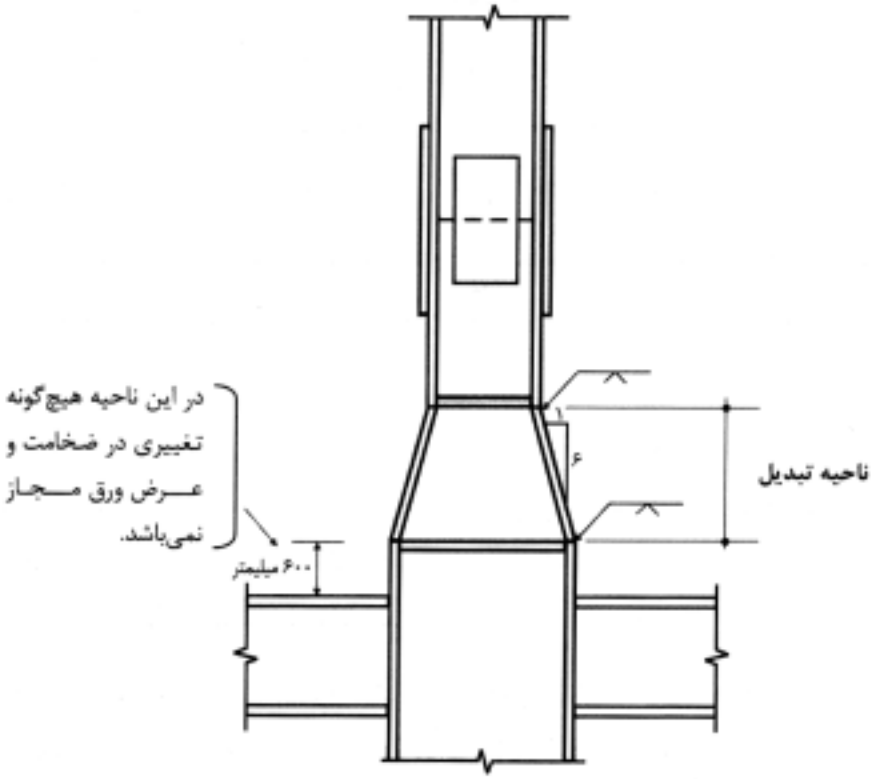
- ۱۰ ۳ ۶ ۲ ۲ ۱ وصله ستونها باید دارای مقاومتی حداقل برابر با مقاومت ستون با مقطع کوچکتر وصله شونده باشند.
- ۱۰ ۳ ۶ ۲ ۲ ۲ وصله این ستونها باید دارای مقاومت برشی درهر دو امتداد محورهای ستون حداقل برابر با 0.6Mpc/hs در روش تنش های مجاز و Mpc/hs در روش حالات حدی می باشند. Mpc لنگر خمشی پلاستیک مقطع ستون کوچکتر وصله شونده و hs ارتفاع طبقه است .



وصلهٔ اعضاء فشاری (ستون)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- الف وصله ستونها باید دارای مقاومتی حداقل برابر با مقاومت ستون با مقطع کوچکتر وصله شونده باشند. به علاوه این وصله ها باید شرایط ویژه عنوان شده برای آنها در هر یک از سیستم های بندهای ۱۰ ۳ ۸ ۱ یا۱۰ ۳ ۸ ۲ را رعایت نمایند.
- ب در ستونهایی که در ترکیبات بارگذاری عادی و یا ترکیب بارگذاری زلزله تشدید یافته تحت اثر کشش قرار می گیرند، باید وصله هر بال آنها قادر به تحمل 0.5FyeAf در طراحی به روش حالات حدی و 0.6*0.5FyeAf درطراحی به روش تنش مجاز، باشد. Af سطح مقطع بال ستون کوچکتر است .
- پ محل درز وصله نباید از ۱۲۰۰ میلی متر، به بال تیر نزدیکتر باشد. در مواردی که جوش درز لب به لب ورق های بال یا جان ستون در کارخانه به صورت نفوذی کامل انجام می شود، این فاصله را می توان تا ۶۰۰ میلی متر کاهش داد.در نیم طبقه ها، چنانچه ارتفاع طبقات از ۴.۲ کمتر باشد، اعداد فوق را می توان تا نصف تقلیل داد.



وصلهٔ اعضاء فشاری (ستون)

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ت اتصال وصله به هر یک از دو قطعهٔ ستون وصله شونده باید با یک نوع وسیلهٔ اتصال، جوش یا پیچ ، انجام شود وهمچنین در مقطع عدم تقارن ایجاد نکند.
- ث در محل وصلهٔ ستونهای متشکل از چند نیمرخ لازم است هر یک از ستونهای وصله شونده ، در ارتفاعی حداقل به اندازهٔ بعد بزرگتر مقطع ستون ، به صورت یکپارچه در آیند، و آنگاه وصله شوند.
- ج در وصله لب به لب بین ورق های با عرض یا ضخامت متفاوت که در بال و یا جان ستونها، به کار می روند، تغییرتدریجی در عرض یا ضخامت ، از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر ۱:۶ صورت گیرد. محل درزحداقل باید ۶۰۰ میلی متر از اتصال فاصله داشته باشد.
- چ در وصله ستونها با ابعاد مقطع متفاوت ، به جای استفاده از ورق های پرکننده ، توصیه می شود ابتدا ابعاد مقطع بزرگتر با شیب حداکثر ۱ :۶ به مقطع کوچکتر تبدیل شده و سپس اتصال برقرار گردد. (شکل ۱۰ ۳ ۳)

وصله نامناسب ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

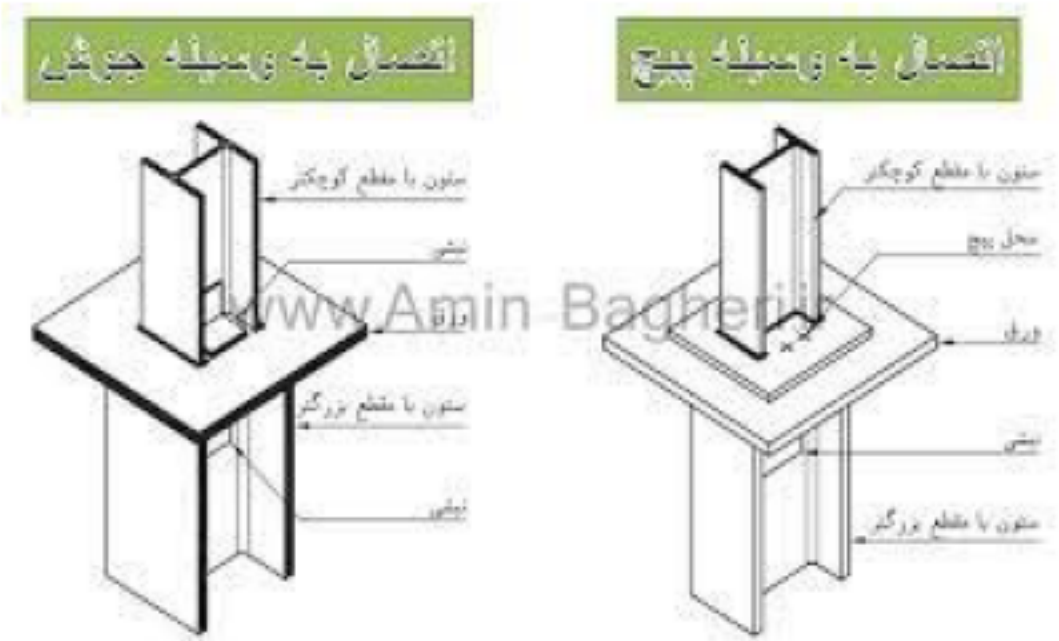
تاثیر مفنی حرارت جوش بر محل وصله ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

وصله ستون- استفاده از ورق سر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **کاربرد وصله با ورق سر:**
  - کاهش زیاد در مقطع ستون



www.Amin-Bagheri.ir

وصله ستون- استفاده از ورق سر

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - تغییر مقطع ستون در تراز نامناسب
  - در محور نامناسب
  - عدم رعایت اصل ستون قوی – تیر ضعیف

ساخت و نصب ستون- وصله پیچی

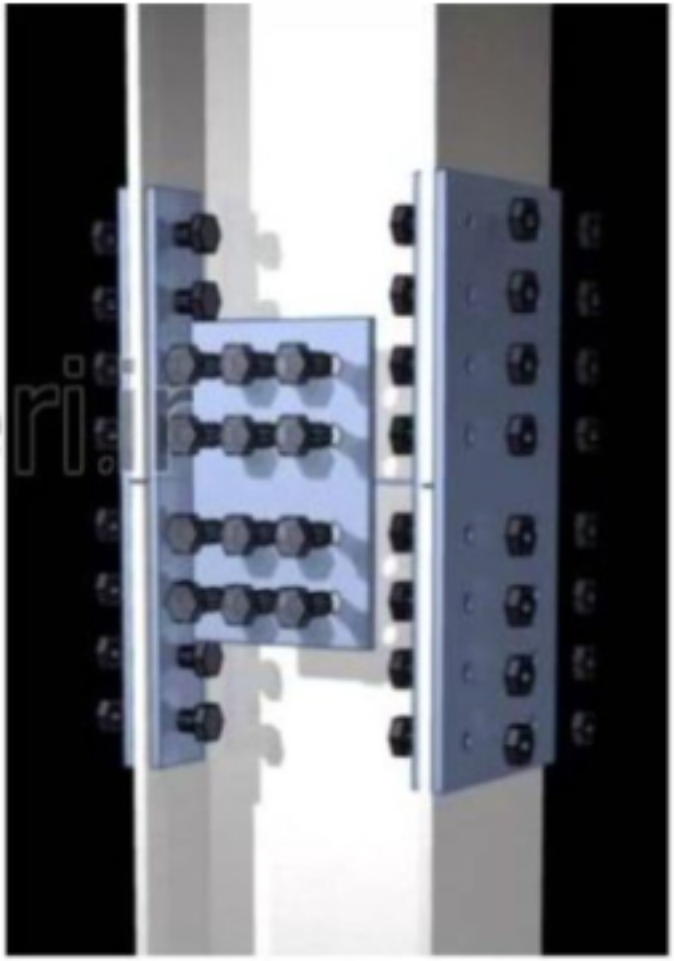
مدرس: پروفسور محسن گرامی

نصب ستون در اسکلت پیچ و مهره ای

- استفاده از اسپلایس (ورق اتصال ستون به ستون) در وصله و اتصال ستون.
- بستن پیچ ها در دو مرحله (تنظیم-تکمیل اتصال).

وصله ستون با اتصال پیچی

مدرس: پروفسور محسن گرامی



ساخت و نصب ستون- وصله جوشی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

وصله ستون با اتصال جوشی

- اجرای وصله در تراز مناسب

  وصله نباید در تراز طبقه اجرا گردد

- اجرای وصله در محل مناسب

  محور ستون بالا و پائین باید در یک امتداد باشند

- اجرای وصله با کیفیت مناسب

  توجه به جفت شدن ورق ها، ضخامت و ابعاد آنها

- مشکل اجرای وصله در وجه مجاور دیوار

  افزایش عرض ورق وصله (بیشتر از عرض بال ستون)

ساخت و نصب ستون- وصله جوشی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اجرای ستونک با شرایط نامناسب
- معمولا به دلیل تغییر نقشه در مرحله اجرا
- لزوم توجه به باربری برشی تیر لانه زنبوری تحت بار متمرکز

ساخت و نصب ستون- وصله جوشی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - اجرای ستونک با شرایط نامناسب

اجرای وصله ستون در وجه مجاور دیوار

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اسکلت سازه ۴۰ طبقه فولادی

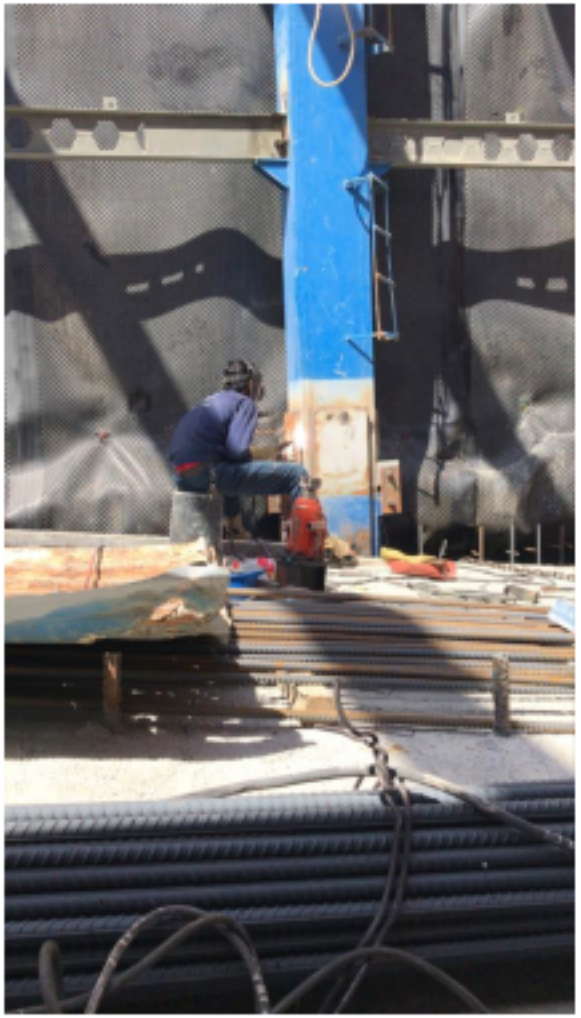
اجرای وصله ستون در وجه مجاور دیوار

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرای جوش ورق وصله**
- **در مجاورت با:**
  - دیوار همسایه
  - دیوار سازه موقت حفاظ گود
  - دیوار حائل

اجرای وصله در وجه مجاور دیوار

مدرس: پروفسور محسن گرامی



اجرای وصله در وجه مجاور دیوار

مدرس: پروفسور محسن گرامی

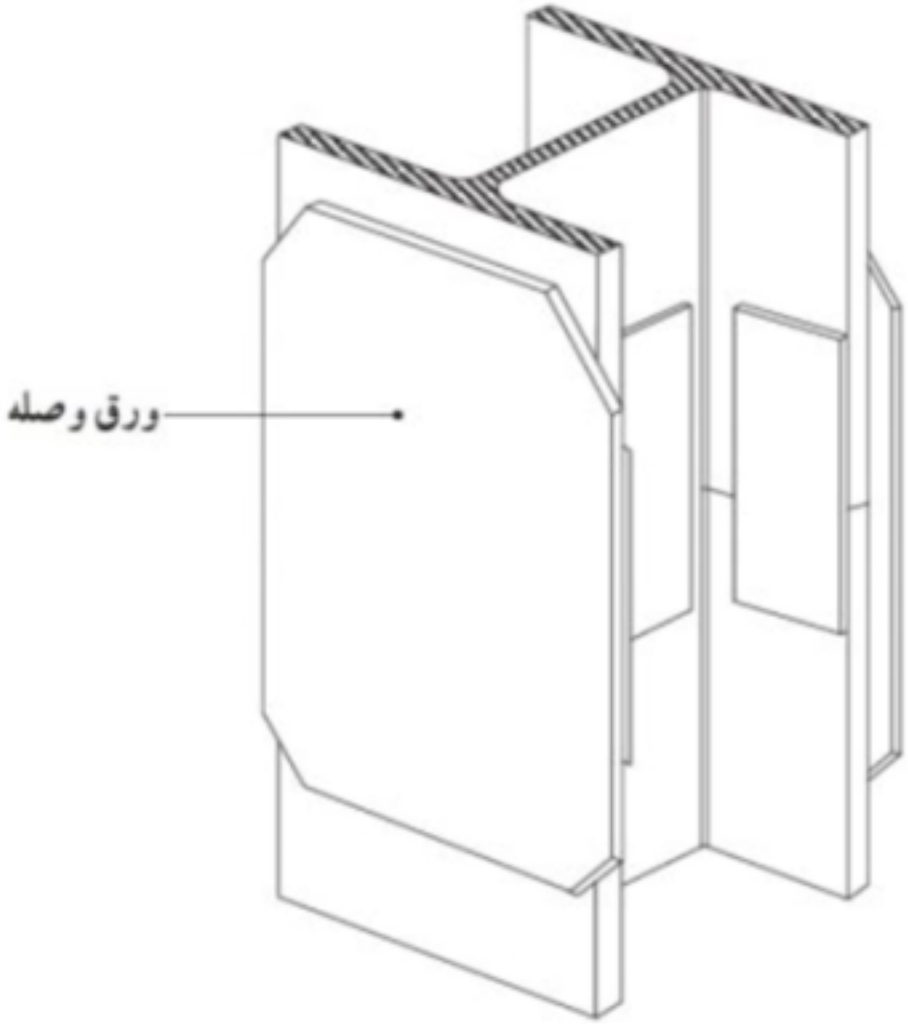
اجرای وصله در وجه مجاور دیوار

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- وضعیت ستون در حال اجرای دیوار حائل

اجرای وصله در وجه مجاور دیوار

مدرس: پروفسور محسن گرامی



- **راهکار پیشنهادی:**

افزایش عرض ورق وصله

(بیشتر از عرض بال ستون)

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

گزیده ای از
رواداری های مراحل نصب

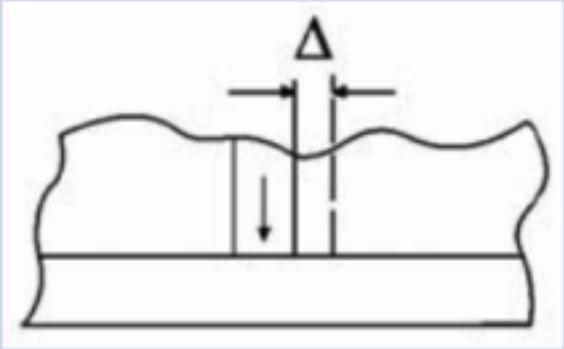
رواداری های ساخت و نصب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- پس از پایان نصب، رواداری‌های نصب (مثل شاقول بودن ستونها و تراز بودن تیرها) باید توسط مهندس ناظر کنترل و تأیید گردد.

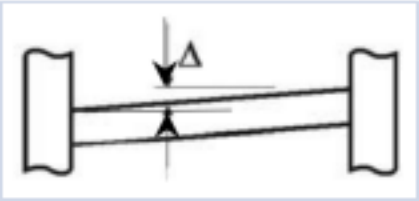
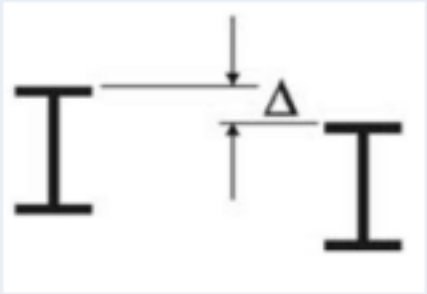
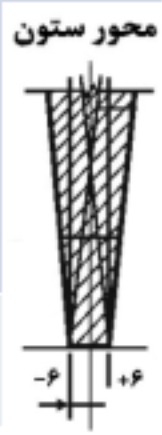
رواداری های ساخت و نصب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

نوع رواداری	مقدار	توضیحات
موقعیت قطعات نصب شده برای قطعاتی که تعیین‌کننده مسیر نیرو در سازه است	±۳mm	
انحراف قائم تراز تیرهای کف از تراز تعیین شده روی تکیه‌گاه	±۱۰mm	

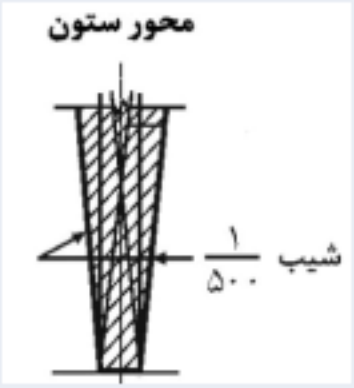
رواداری های ساخت و نصب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

نوع رواداری	مقدار	توضیحات
انحراف افقی تفاوت تراز دو سر هر یک از تیرهای کف از تراز هر تیر	mm±۵	
انحراف قائم تفاوت تراز تیرهای مجاور از تراز افقی نسبی (که روی خط مرزی بال فوقانی اندازه‌گیری می‌شود)	mm±۵	
انحراف افقی هم بری تیرها در ترازهای مجاور بین محل نصب تیرهای متصل به یک ستون در دو تراز مجاور	mm ; h<3m±۵ $\frac{h}{600}$; h >3m	
میزان جابجایی محور ستون از محل فرضی	mm±۶	

رواداری های ساخت و نصب

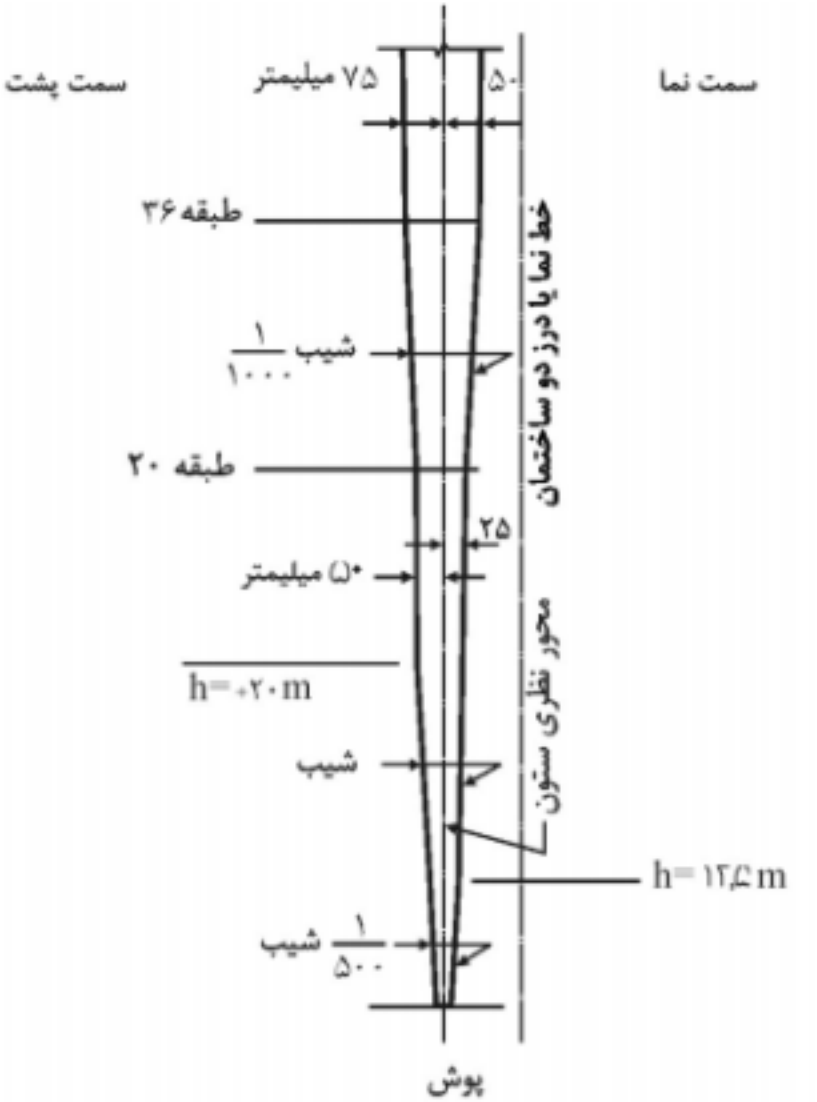
مدرس: پروفسور محسن گرامی

	نوع رواداری	مقدار	توضیحات
	انحراف ابعاد کلی پلان ستون‌گذاری در طول یا عرض پلان برای L<30m	$\Delta \leq 20mm$	L : طول یا عرض پلان بر حسب متر
	انحراف ابعاد کلی پلان ستون‌گذاری در طول یا عرض پلان برای L>30m	$\Delta \leq (20+\frac{L-30}{4})mm$	L : طول یا عرض پلان بر حسب متر
	زاویه استقرار ستون روی کف‌ستون	$\frac{1}{500}$ شیب	
	ناشاقولی ستونهای محور نمای ساختمان یا درز بین دو ساختمان	تا طبقهٔ بیستم به‌ازای هر طبقه مساوی $\frac{1}{500}$ ارتفاع و حداکثر ۲۵ میلیمتر به سمت نما و ۵۰ میلیمتر به سمت داخل ساختمان	

رواداری های ساخت و نصب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

پوش بدشاقولی ستون



رواداری های ساخت و نصب

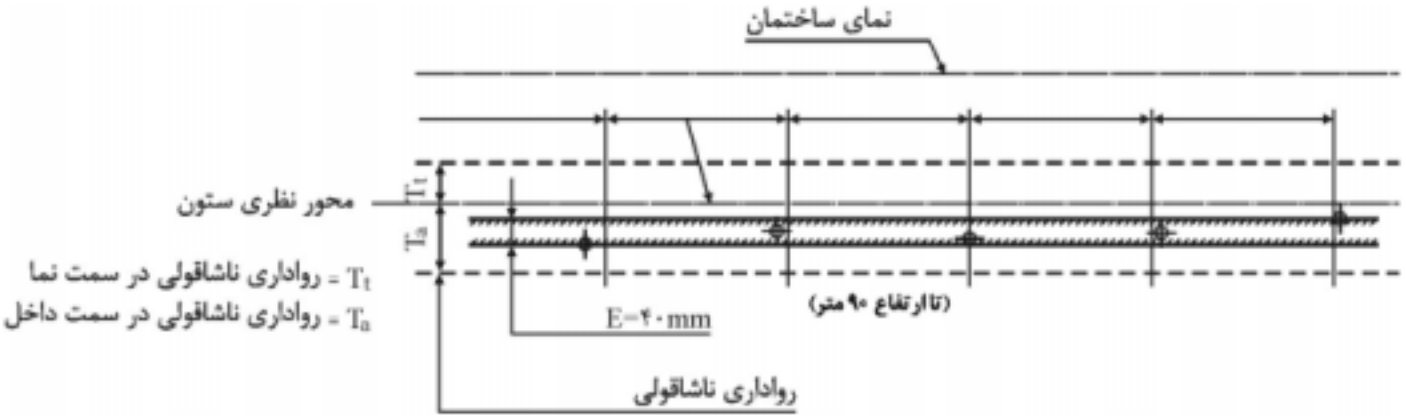
مدرس: پروفسور محسن گرامی

نوع رواداری	مقدار
	در طبقات بالای بیستم، به‌ازای هر طبقه مساوی $\frac{1}{1000}$ ارتفاع و حداکثر ۵۰ میلیمتر به سمت نما و ۷۵ میلیمتر به سمت داخل ساختمان
ناریسمانی ستونهای محور نمای ساختمان (در پلان)	تا ارتفاع ۹۰ متر، اختلاف فاصله هر دو ستون تا بیرونی‌ترین محور موازی محور نما، حداکثر: ۴۰ میلیمتر
	برای ارتفاع بیش از ۹۰ متر، اختلاف فاصله هر دو ستون تا بیرونی‌ترین محور موازی محور نما، حداکثر: ۷۵ میلیمتر و $(h/30)\times 40mm+13mm$
ناریسمانی ستونهای داخلی (در پلان)	در محدودهٔ پوش شاقولی مجاز

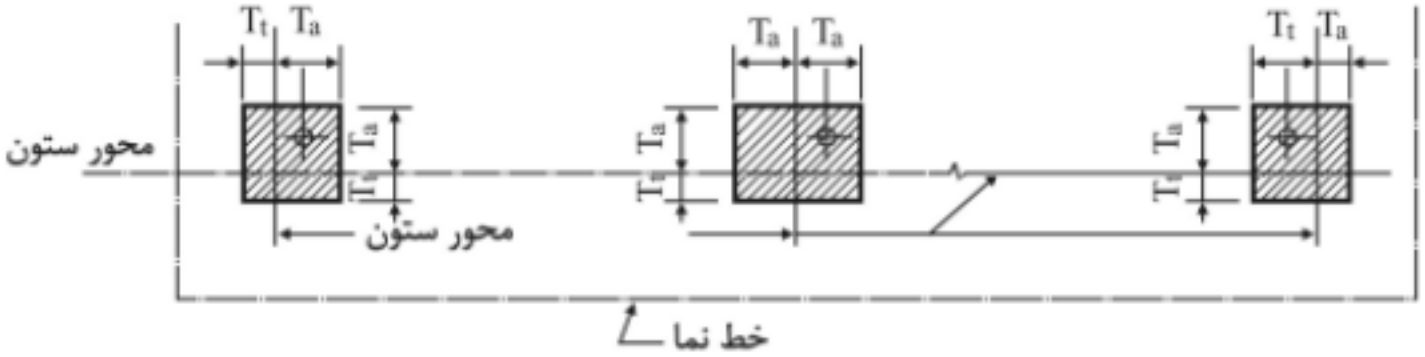
رواداری های ساخت و نصب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ناریسمانی ستونهای محور خارجی



- ناریسمانی ستونهای داخلی



رواداری های ساخت و نصب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - شاقولی نبودن ستون پس از نصب

رواداری های ساخت و نصب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - پیچیدگی ستون در حد غیرمجاز

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

تنظیم و اتصال موقت

تنظیم و اتصال موقت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال موقت

- اتصالات سازه‌ای موقت باید دارای مقاومت کافی برای تحمل بارهای ضمن نصب با ضریب اطمینان کافی باشند.

از مشخصات فنی طرح و نقشه‌های نصب و نظر مهندس ناظر پیروی شود.

- در صورتی که ضمن اجرای کار، مصالح بر روی ساختمان انبار می شود و یا قطعات و ابزار کار نصب روی آن قرار می گیرند، باید پیش بینی لازم برای مقابله با تنشهای اضافی حاصل، به عمل آمده باشد،

تنظیم و اتصال موقت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **تنظیم**
  - در مرحله ساخت- در کارخانه یا در کارگاه.
  - در مرحله پیش نصب- در کارخانه یا در کارگاه.
  - در مرحله نصب- در کارگاه.
- **نظارت بر تمامی عملیات مونتاژ، اندازه گیری دقیق و یافتن اشتباهات جزئی به عهده مهندس ناظر است.**

تنظیم در مرحله ساخت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تنظیم در مرحله ساخت

- تنظیم دقیق قطعات پیش از نصب اتصال پیچ و مهره ای یا اجرای جوش نهایی
- توجه به اثر تغییرات دمای محیط بر ابعاد قطعات سازه-ای و وسائل فلزی اندازه‌گیری طول در هنگام پیاده-کردن نقشه و نصب سازه.
- استفاده از درجه حرارت مشخص شده به عنوان مرجع، مطابق مشخصات فنی طرح یا طبق نظر مهندس ناظر، الزامی است.

تنظیم و اتصال موقت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تنظیم در مرحله ساخت- درز فشاری ستون

- صرفنظر از نوع وصله به کار رفته (جوش لب به لب مستقیم با نفوذ کامل یا جزئی و یا اتصال پیچی)، نامیزانی و عدم تماس کامل به مقدار کمتر از ۱/۵ میلیمتر قابل قبول خواهد بود.
- اگر بادخور از ۱/۵ میلیمتر تجاوز کند ولی از ۶ میلیمتر کمتر باشد، باید فاصله بادخور با مصالح پر کننده مناسب پر شود.
- این مصالح می توانند فولاد نرمه باشند.

تنظیم و اتصال موقت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تنظیم در ساخت- اتصال جوشی کارگاه

- پاک کردن رنگ کارخانه ای و آماده سازی برای جوشکاری کارگاهی

  استفاده از برس سیمی

- ترتیب پاک کردن سطوح مطابق مدارک فنی
- همزمان با کار استقرار و نصب اسکلت فلزی باید اتصالات پیچی و جوشی به طور مطمئن و کامل تکمیل شوند.

  تا جوابگوی بارهای مرده، نیروی باد و تنشهای حین اجرا باشد.

- جوشکاری باید توسط جوشکاران ماهر طبق نقشه و کاملاً مطابق با ابعاد مشخص شده انجام گردد.

تنظیم و اتصال موقت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تنظیم در ساخت- کارخانه

- روش ها و امکانات بازرسی و کنترل کار توسط کارخانه سازنده فراهم شود.

  اطمینان از انطباق کار با مشخصات و مقررات مربوطه

  مشخص نمودن شرایط مورد نیاز در مدارک فنی

- مصالح مصرف شده و مهارتهای اجرایی به طور مداوم توسط بازرسان واجد شرایط، تحت بازرسی و کنترل قرار گیرند.

تنظیم و اتصال موقت

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تنظیم در نصب- ستون

- شاقولی نمودن ستون
  - با کمک مهارهای ضربدری موقت
  - با تجهیزات ایجاد کشش مثل تیفور
- اتصال موقت
  - خال زدن اتصالات
  - سفت کردن پیچ های مونتاژ
- کنترل وضعیت و موقعیت نهایی

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

مهار موقت سازه

مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

نقش مهار موقت

- برای نگاه داشتن قطعات در وضعیت مطلوب، باید از مهار موقت مطابق مقررات مربوطه استفاده شود.
- مهارها باید تمام بارهای مؤثر ضمن اجرا شامل وزن وسایل کار و نیروهای ناشی از آنها را جوابگو باشند.

مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

زمان برچیدن مهار موقت

- مهارهای موقت تا زمانی که از نظر ایمنی لازم است، باید در جای خود باقی بمانند
- زمان برچیدن مهارها طبق نظر مهندس ناظر تعیین می گردد.

مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- توجه: تکمیل اتصالات سازه‌ای و پر کردن ملات زیر ورقهای کف ستون نصب شده، باید پس از تراز شدن، شاقولی شدن، همبر شدن و اجرای مهاربندی بخش قابل قبولی از سازه انجام شود (خلاصه بند ۱۱-۵-۱-۱۳).

مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل (حادثه) اجرایی:

- بروز تند باد پیش از تکمیل اتصالات سازه.
- شروع واژگونی از خمش حول محور ضعیف ستون های دیوار برشی.

مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در روز حادثه، سازه در مرحله نصب اسکلت فلزی و در مراحل تراز کردن و شاقولی نمودن اسکلت فلزی بوده است.

مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در شب حادثه همزمان با وزش بادهای شدید، شروع جابجایی های بزرگ از دو محور آغاز گردیده است.
- با توجه به اینکه در این دو محور، دیوارهای برشی ساختمان قرار داشته است، ستون ها دارای مقاطع کوچکتری بوده اند.

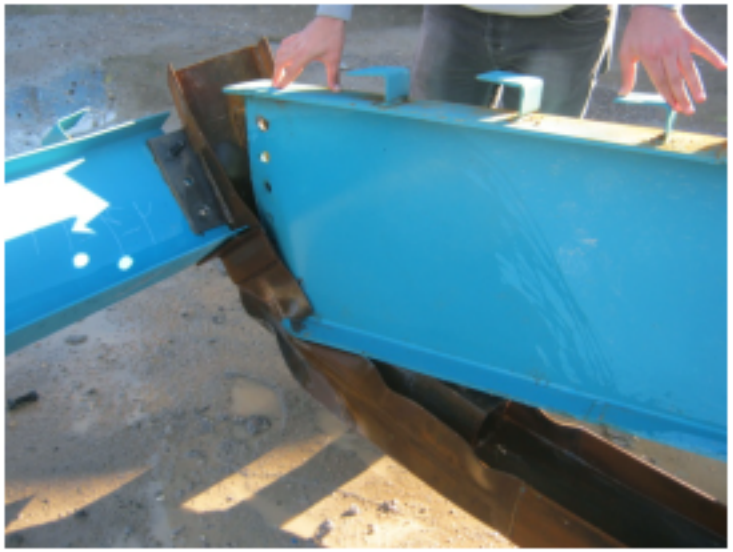
مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- پس از جابجایی دو محور، سایر قسمت های سازه نیز به دنبال آن جابجا گردیده است.
- با توجه به اینکه عملیات نصب ناقص بوده است، کل سازه واژگون گردیده است.

مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی



مهار موقت سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

دوره آموزش

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

بخش هفتم – اجرای اتصالات تیر و ستون

استاد: دکتر محسن گرامی

عضو هیئت علمی دانشگاه

مشاور عالی نظام مهندسی

پاییز ۱۴۰۱

فهرست اشکالات اجرای اتصالات تیر و ستون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصالات مفصلی تیر

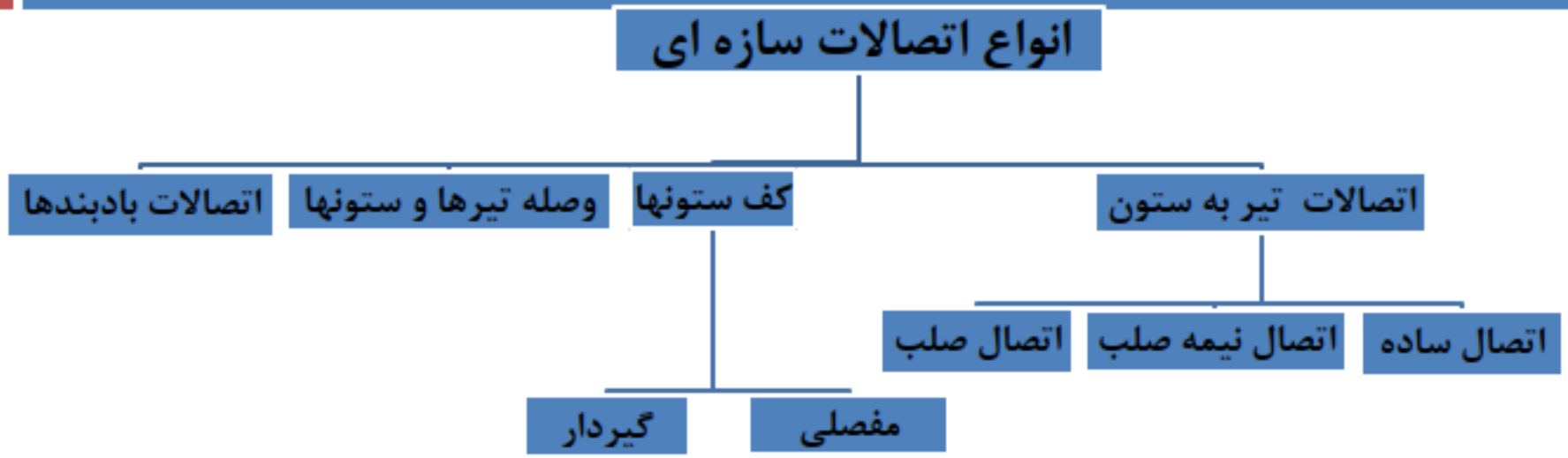
- اتصال مفصلی تیر به ستون
- اتصال مفصلی تیر به تیر
- اجرای دستک

اتصالات صلب

- اتصال صلب تیر به ستون
- اتصال صلب از پیش تائید شده

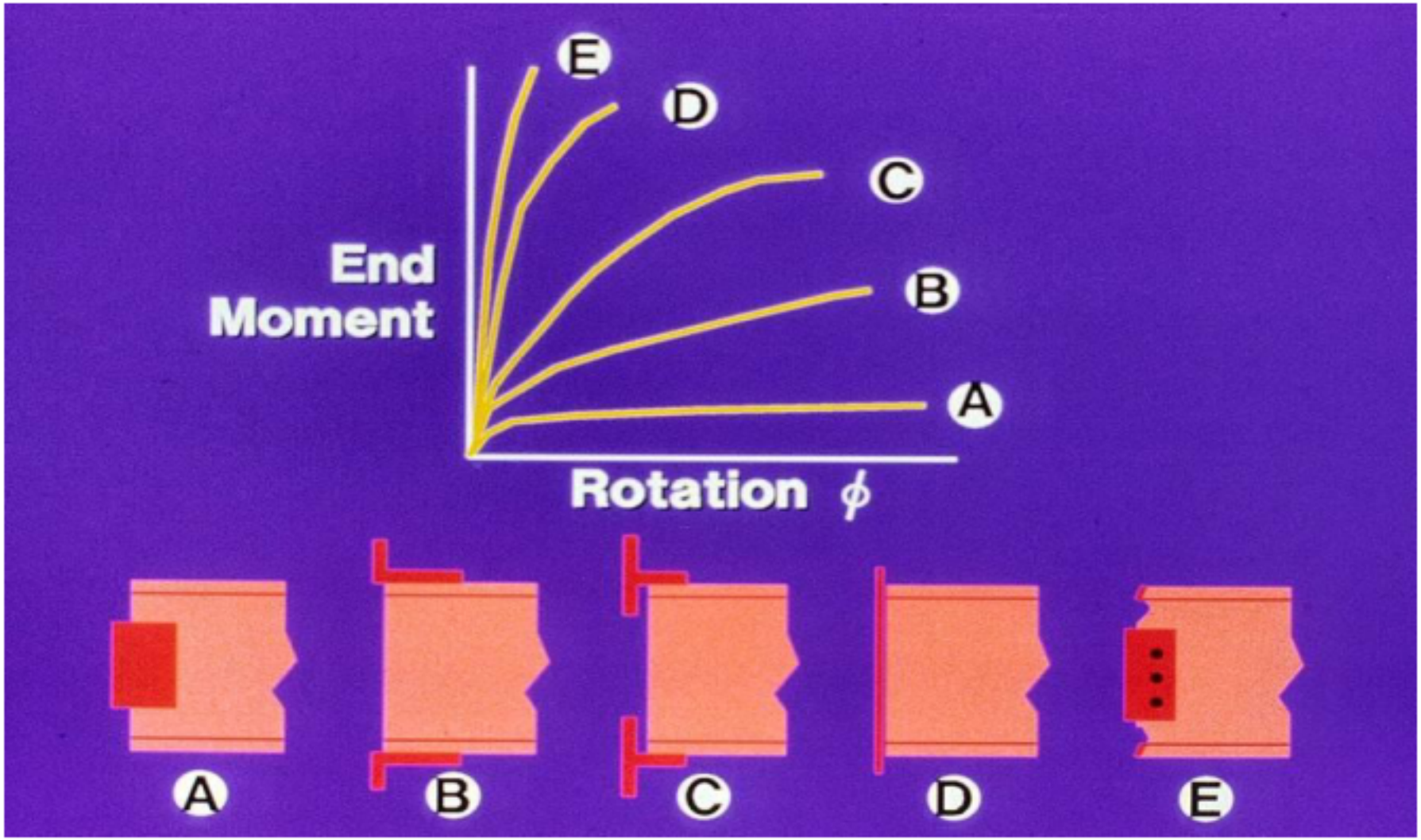
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اتصالات


انواع اتصالات سازه ای
اتصالات تیر به ستون
کف ستونها
وصله تیرها و ستونها
اتصالات بادبندها
اتصال ساده
اتصال نیمه صلب
اتصال صلب
مفصلی
گیردار

اتصالات تیر به ستون-مقاومت در برابر دوران تیر

مدرس: پروفسور محسن گرامی



مقایسه اتصالات پیچ و مهره ای و اتصالات توسط جوش

مدرس: پروفسور محسن گرامی

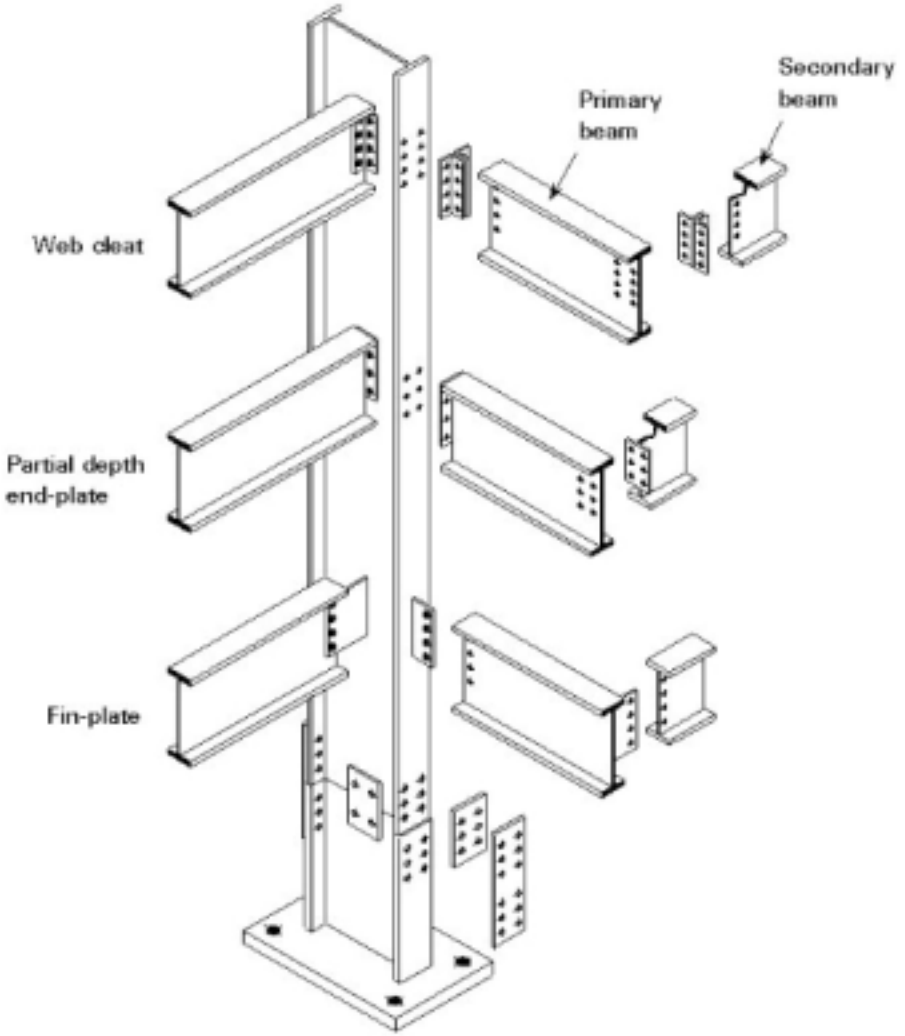


Figure 11 Types of simple connection.

- استفاده از اتصال جوشی یا پیچی تاثیری در عملکرد صلب یا مفصلی یک اتصال نمی گذارد.
- به بیان دیگر یک اتصال مفصلی یا صلب را می توان با هر دو نوع روش اتصال جوشی یا پیچی اجرا کرد.
- جوش و پیچ نقاط ضعف و قوتی در مقایسه با یکدیگر دارند که باعث شده است همچنان هر دو نوع روش اتصال مقبول و به صورت گسترده در پروژه ها مورد استفاده قرار بگیرند.

مزایای اتصال جوشی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ۱- اتصال جوشی در مقایسه با اتصال پیچی به دقت کمتری در ساخت و نصب نیاز دارد.
- ۲- در صورت انتخاب هر نوع اتصال برای سازه فولادی، استفاده از عملیات جوشکاری در ساخت قطعات اجتناب ناپذیر است.
- ۳- هزینه جوشکاری تا حدی کمتر از هزینه اتصال پیچی است که البته با توجه به بالا رفتن زمان و هزینه نصب در اتصالات جوشی، این اختلاف قابل توجه نیست.

نقاط ضعف اتصال جوشی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ۱ استفاده گسترده از اتصال جوشی بدون بکارگیری نیروی جوشکار دارای صلاحیت. در واقع جوشکار باید از نظر صلاحیت به تایید رسیده باشد و قابلیت جوشکار برای حالت های مختلف جوشکاری محرز شده باشد. متاسفانه آنچه که امروز دیده می شود وجود گسترده جوشکار در کارگاه های ساختمانی بدون گذراندن دوره های لازم و اخذ گواهی صلاحیت می باشد.
- ۲ طولانی شدن زمان نصب و افزایش هزینه آن
- ۳ عدم امکان کنترل کیفیت در حین ساخت اسکلت در طبقات فوقانی.
- ۴ وجود انواع معایب محتمل در جوش که تشخیص آن نیاز به ناظر واجد صلاحیت و بعضاً انواع تست های غیرمخرب دارد. البته این موضوع با نظارت مستمر توسط مهندسین واجد شرایط قابل کنترل است.

مزایای اتصال پیچ و مهره ای

- ۱-عدم نیاز به نیروی متخصص در عملیات نصب (در مقایسه با عملیات جوشکاری). در واقع بخش عمده ای از رضایت بخش بودن نصب یک پروژه با اتصال پیچی به دقت و کفایت سازنده در مرحله ساخت بر می گردد.
- ۲-نظارت ساده تر اتصالات پیچی، خصوصا اتصالات اتکایی
- ۳-زمان نصب کوتاه تر
- ۴-نمای زیباتر پروژه که در مقایسه با اتصالات جوشی اطمینان بیشتری به مخاطب بر مهندسی بودن ساخت پروژه القا می کند. (اگرچه موضوع مطرح شده از نگاه فنی جایگاهی ندارد، اما تجربه حاکی از اهمیت این مساله در قابلیت قیمت گذاری و فروش پروژه است)

نقاط ضعف اتصال پیچ و مهره ای

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ۱-نیاز به دقت بالای ساخت در کارخانه
- ۲-نیاز به انتخاب پیمانکار مجرب و متخصص
- ۳-نیاز به کنترل ترک پیچ ها در اتصالات اصطکاکی (البته انواعی از پیچ ها در بازار وجود دارد که به روش های مختلف رسیدن به ترک کافی را بدون تست بیان می کنند)

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

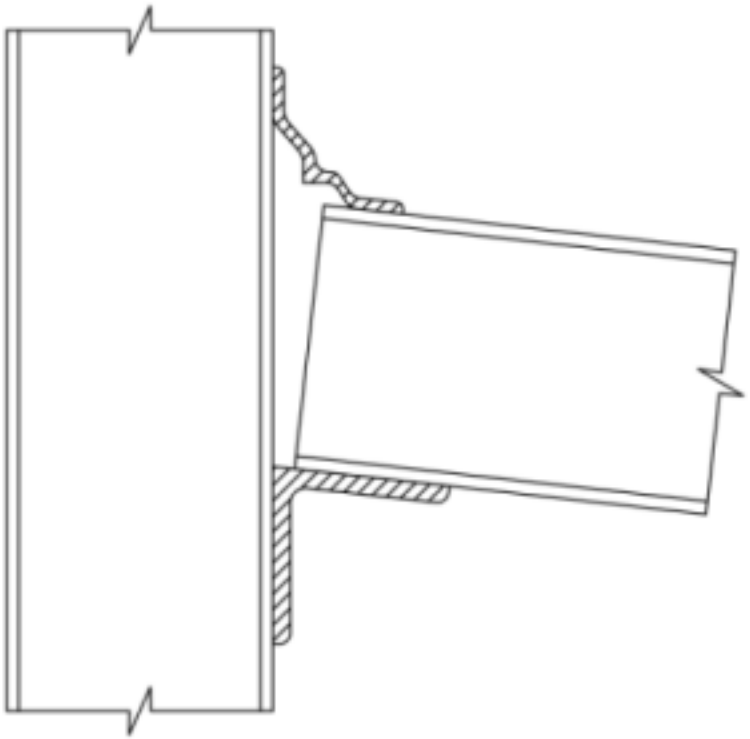
اتصالات ساده با نبشی نشیمن

اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی نشیمن

- برای جلوگیری از چپ شدن تیر، لازم است حداقل یک نبشی در بال فوقانی ویا جان تیر، برای اتصال به ستون درنظر گرفته شود.
- این نبشی باید انعطاف پذیر باشد تا از چرخش تکیه‌گاهی تیر جلوگیری ننماید. تیر باید به کمک پیچ و یا جوش به نبشی نشیمن متصل گردد.

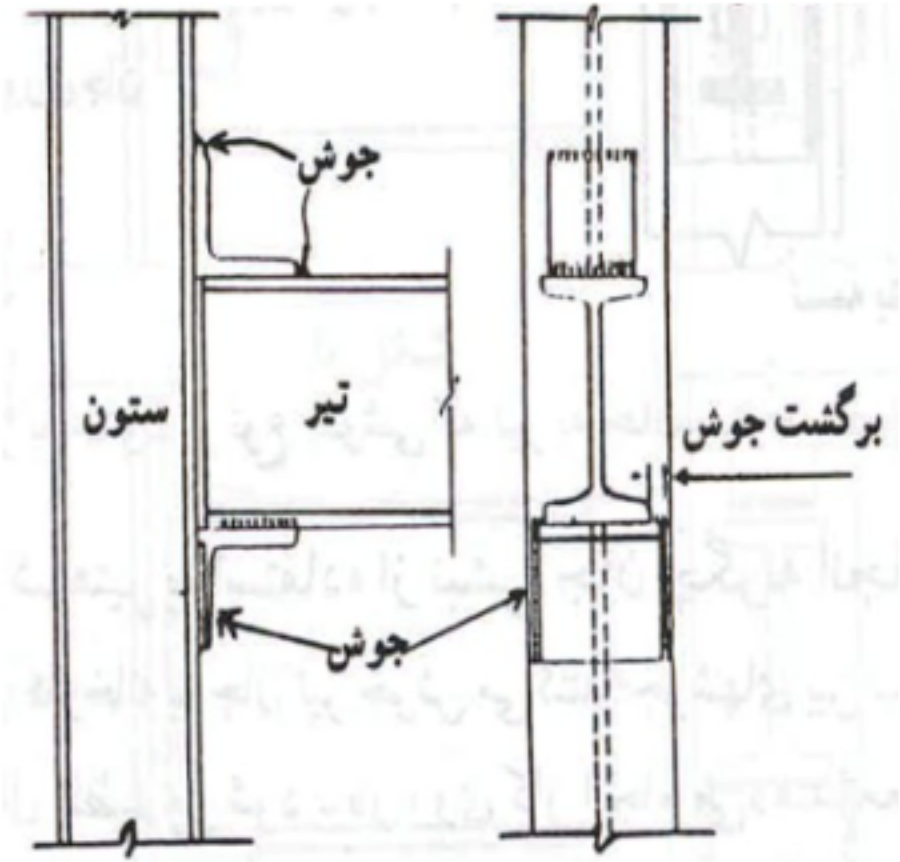


اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی نشیمن

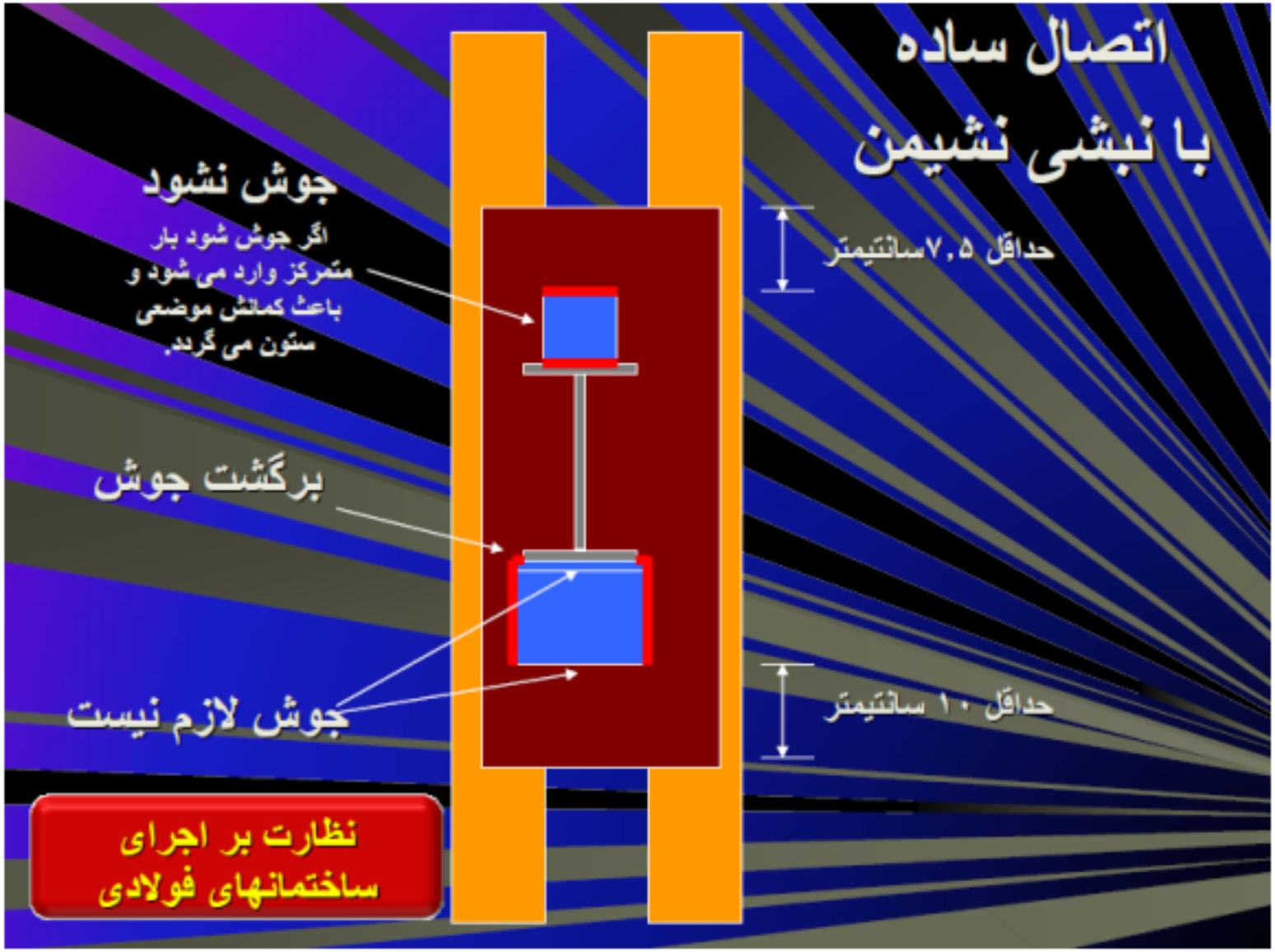
- در مواردی که نبشی نشیمن و نبشی بالا با ورق اتصال مهاربند تداخل می نمایند، توصیه می شود جهت اتصال تیر به ستون از نبشی جان استفاده شود.
- معمولا این نوع اتصالات برای تحمل عکس‌العمل‌های ۱۵ تا ۲۰ تن مورد استفاده قرار می گیرند.



اتصال تیر به ستون به کمک نبشی نشیمن

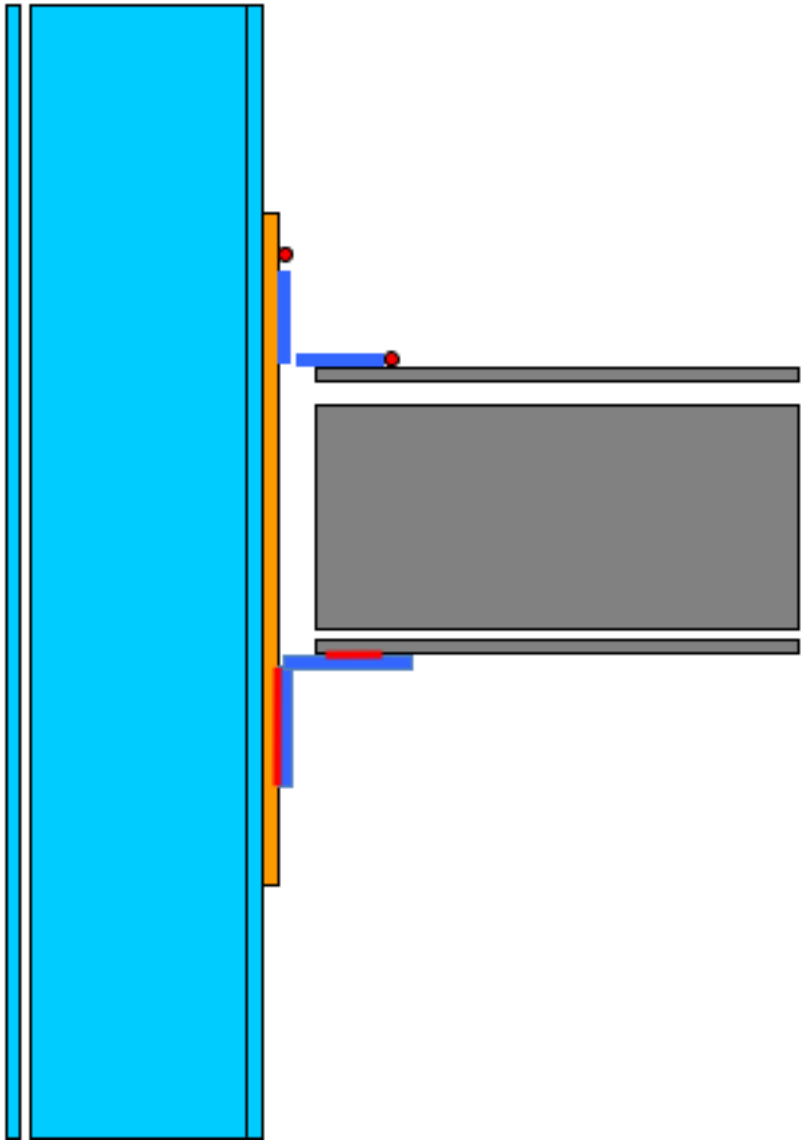
اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی



اتصال ساده با نبشی نشیمن

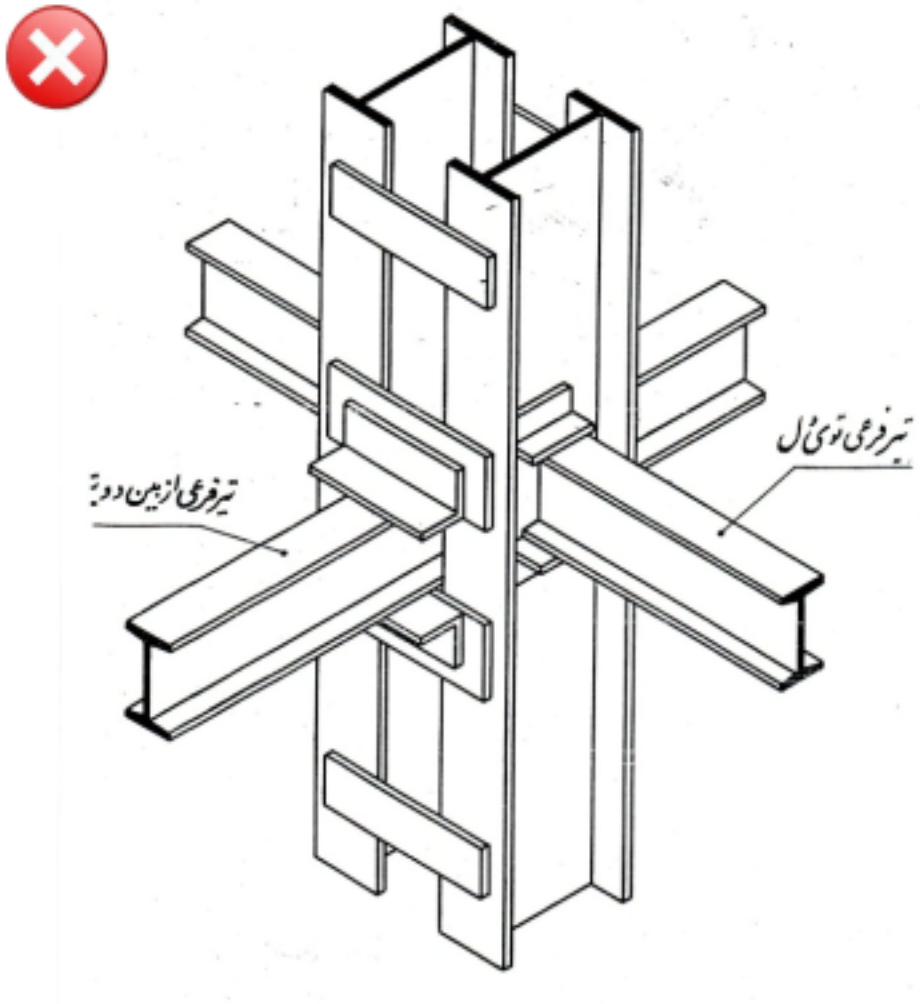
مدرس: پروفسور محسن گرامی



اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه دیتایل اتصال ساده با نبشی (دارای اشکال)



اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون و عدم تأمین قیود

لازم برای این اتصال

اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون و عدم تأمین قیود لازم برای این اتصال

اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون و عدم تأمین قیود لازم برای این اتصال

اتصال ساده با نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون

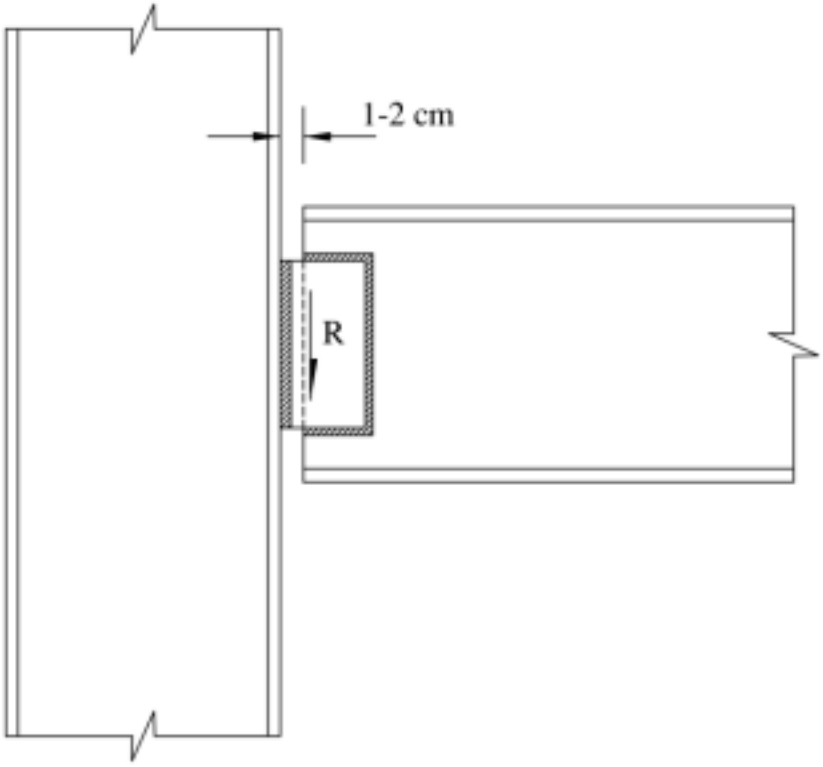
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اتصالات ساده با نبشی جان

اتصال ساده با نبشی جان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی جان



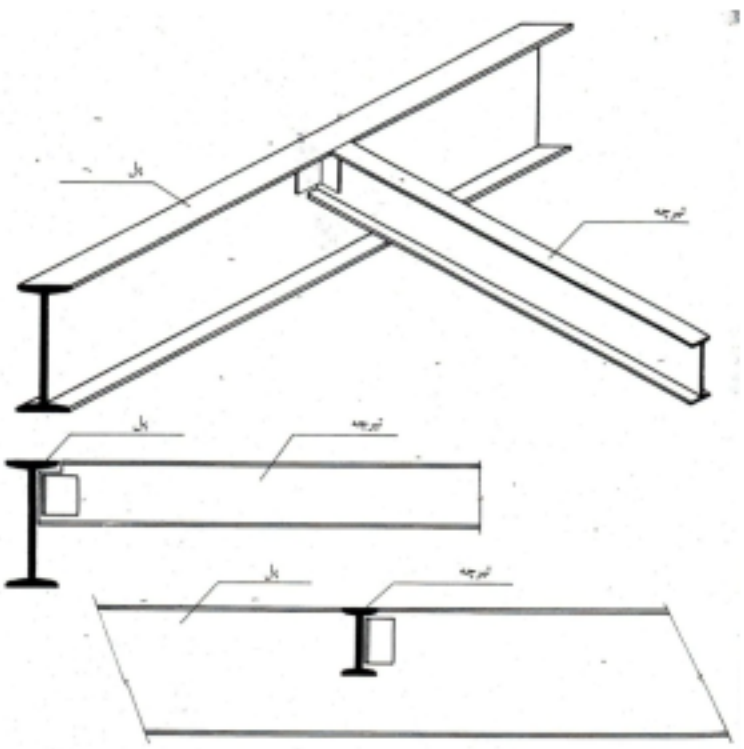
- نبشی باید تا سرحد امکان انعطاف پذیر در نظر گرفته شود.
- توجه به این نکته ضروری است که شماره نبشی نشیمن با توجه به طول جوش محاسباتی مورد نیاز، طراحی می شود.
- جوش نبشی جان به تیر برای برش (R) بعلاوه پیچش (R*e) طراحی می شود و جوش نبشی جان به ستون برای برش (R) بعلاوه خمش (R*e) طراحی می شود.
- از این نوع اتصال انتظار می رود که علاوه بر انعطاف پذیری قابل ملاحظه، فقط قادر باشد نیروی برشی را انتقال دهد.
- توجه شود که در محل اتصال نبشی جان به تیر زنبوری باید سوراخهای تیر با صفحه پر شده باشد.

اتصال ساده با نبشی جان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال تیرچه و پل از بالا هم سطح

- در سقف های شیبدار که با آردواز یا ورق موج دار پوشیده می شود و یا سطح سقف اسکلت فلزی بصورت کامپوزیت باید از بالا کاملاً تراز باشد.
- در این حالت باید اختلاف سطح تیرچه و پل را به قسمت پائین منتقل نموده و تیرچه را زبانه کرده و از بالا هم سطح نمود.

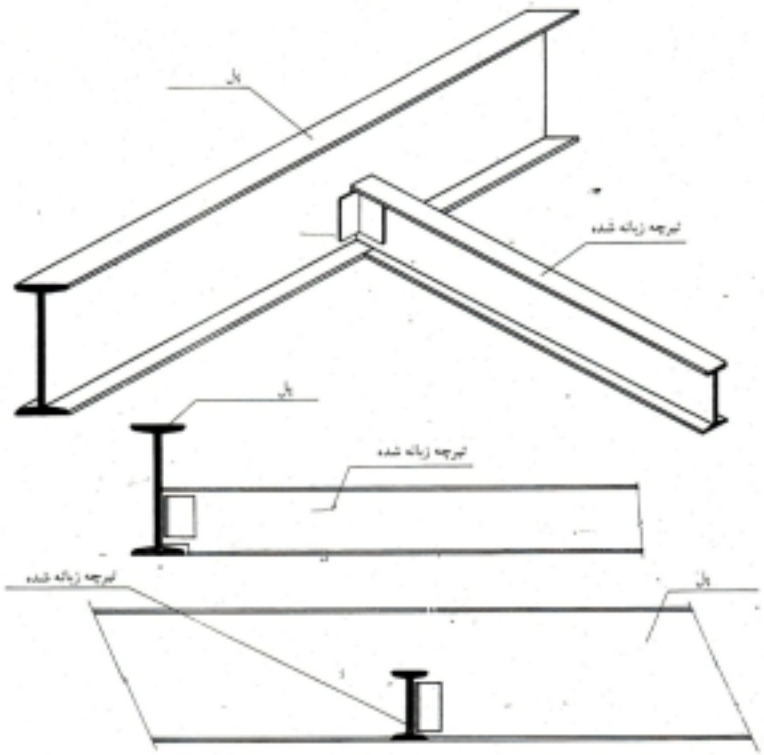


اتصال ساده با نبشی جان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال تیرچه و پل (از زیر هم سطح)

- در یک ساختمان فلزی با پوشش طاق ضربی معمولا نمره تیرآهن پل ها بزرگ تر از نمره تیرچه ها می باشد.
- برای اتصال تیرچه به پل در سقف های مسطح که از زیر گچ و خاک و سفیدکاری می شود باید تیرچه و پل از زیر هم سطح باشند.
- بهتر است در این گونه موارد تیرچه زبانه بشود تا کاملاً از زیر هم سطح باشد تا اختلاف سطح در گچ و خاک و سفیدکاری گم شود و نیز فشار وارده به بال تیر باعث خمش بال و پیچش تیر نگردد.



اتصال ساده با نبشی جان توسط پیچ و مهره

مدرس: پروفسور محسن گرامی

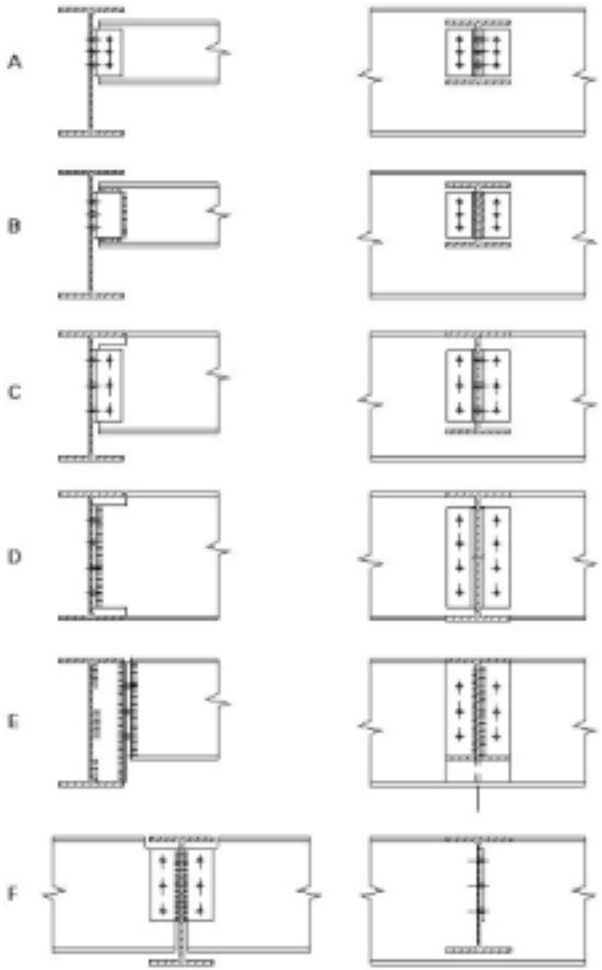
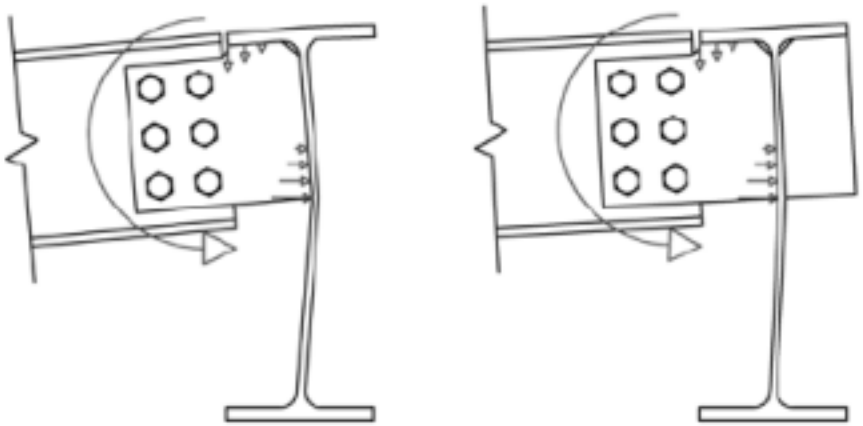


Figure 2 Beam-to-beam connections



اتصال ساده با نبشی جان-اجرای مناسب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی جان-اجرای مناسب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال تیر بالکن-اجرای مناسب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی جان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اتصال تیر به تیر مناسب و استفاده از تیر لانه زنبوری به عنوان تیر فرعی

اتصال ساده با نبشی جان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - اتصال تیر به تیر بدون تأمین نشیمن کافی
  - پر نشدن جان تیر لانه زنبوری

اتصال ساده با نبشی جان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - اتصال تیر به تیر بدون تأمین نشیمن کافی

اتصال ساده با نبشی جان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اتصال تیر به تیر بدون تأمین نشیمن کافی و اعوجاج در بال فوقانی تیر

اتصال ساده با نبشی جان-خوردگی زیاد در اثر زمان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

پرهیز از اجرای طرح های غیر مهندسی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۴۰ اتصال نامناسب تیر به ستون

اتصال نامناسب تیر به ستون

تامین کیفیت جوش اتصال

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۲۷ تغییرمکان جانبی بسیار زیاد و کنده شدن اتصال تیر به ستون

تغییر مکان جانبی زیاد و خرابی اتصال تیر به ستون در کشش

تامین کیفیت جوش اتصال

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۲۲ فروریختن سازه فولادی و سقف ورودی مصلی سرپل‌ذهاب ناشی از اتصال نامناسب تیر به ستون

فروریختن سازه فولادی و سقف ورودی مصلی سر پل ذهاب ناشی از اتصال نامناسب تیر به ستون

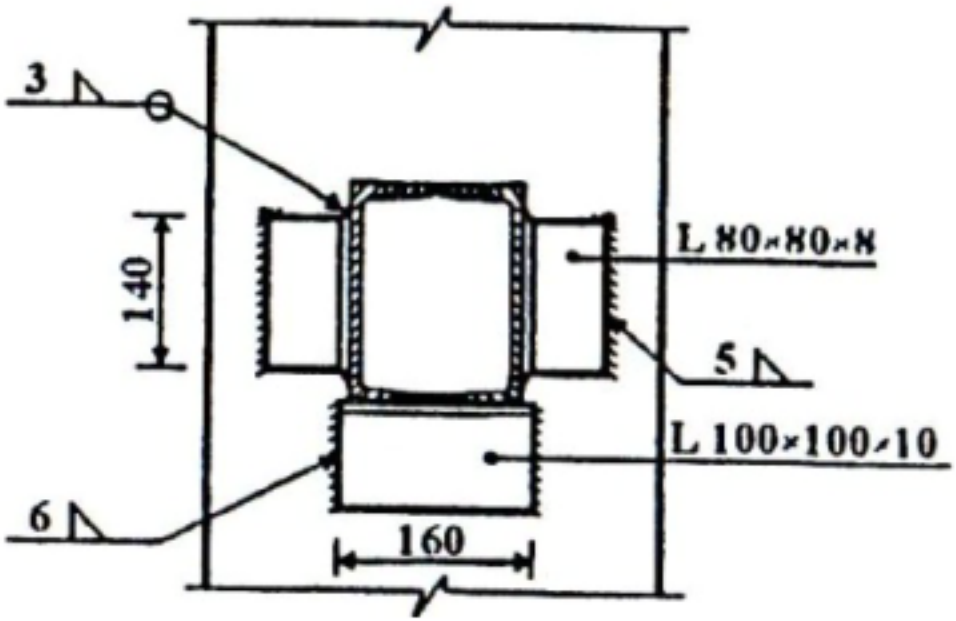
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اتصالات ساده با نبشی جان و نبشی نشیمن

اتصال ساده با نبشی جان و نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اتصال ساده تیرهای زوج توسط نبشی جان و نبشی نشیمن



اتصال ساده با نبشی جان و نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی جان و نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی جان و نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

(تیر سمت راست)

- اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون
- استفاده از ورق زیرسری (مربوط به اتصال صلب) بدون جوش نفوذی، به جای نبشی نشیمن، به دلیل زاویه امتداد تیر و ستون

کیفیت اتصال نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۳۳ عدم نفوذ جوش اتصال گوشه نبشی به ستون

عدم نفوذ جوش اتصال گوشه نبشی به ستون

کیفیت اتصال نبشی نشیمن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۳۴ عدم نفوذ جوش اتصال گوشه نبشی به ستون

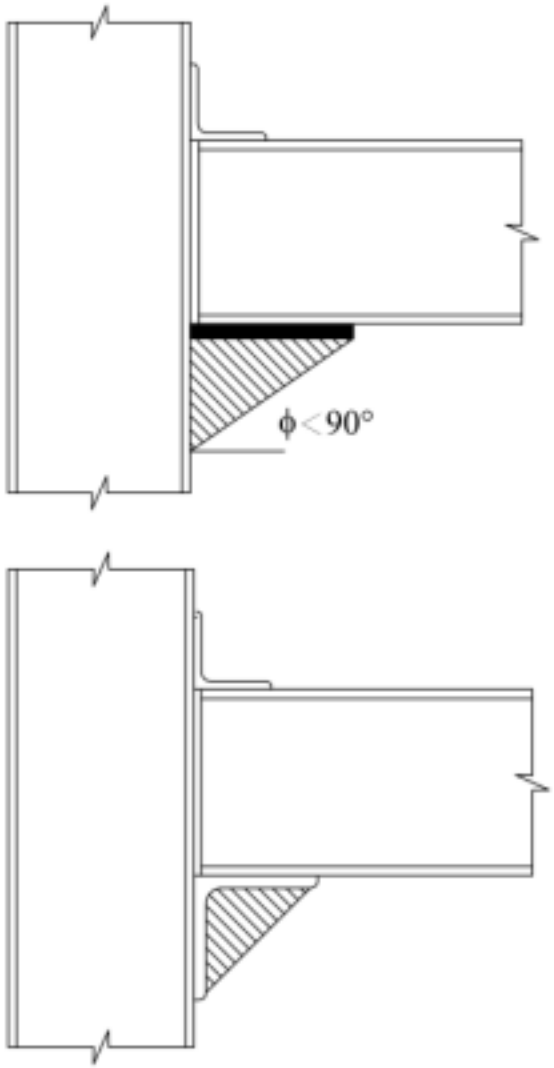
عدم نفوذ جوش اتصال گوشه نبشی به ستون

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اتصالات ساده با نشیمن تقویت شده

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی



- **اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده**
- **اتصال با ورق مثلثی شکل (براکت یا لچکی)**
  - طول جوش جان براکت به بال براکت نباید کمتر از طول جوش بال براکت به ستون باشد.
  - بال براکت به جان براکت جوش کارخانه ای می شود. جوش جان براکت و بال براکت به ستون، جوش کارخانه ای است.
  - جوش اجرایی تیر به بال براکت، کارگاهی است.
  - پس از استقرار تیر روی براکت، لبه های نبشی بالا به ستون و تیر جوش کارگاهی می شود.
  - توصیه می‌گردد زیر هر پروفیل یک سخت کننده قرار گیرد (ورق جان براکت در امتداد جان تیر قرار گیرد).

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - جابجایی نشیمنگاه و نصب نشیمنگاه جدید

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون و عدم تأ مین قیود لازم برای این اتصال

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اتصال با خروج از محوریت تیر به ستون و عدم تأمین قیود

لازم برای این اتصال

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اتصال نامناسب تیر به ستون

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - نشیمن نامناسب تیر مایل

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از تیربادهانه بلند با خروج از محوریت و عدم مهار جانبی مناسب

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - اجرای نامناسب جوش
  - اتصال جان تیر به ستون

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- با جوشکاری بیش از حد، اتصال ساده به صورت صلب اجرا شده است.
- مقاومت کم چشمه اتصال در برابر تعدد المانهای متصل شده
- خروج از مرکزیت تیرها نسبت به ستون

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

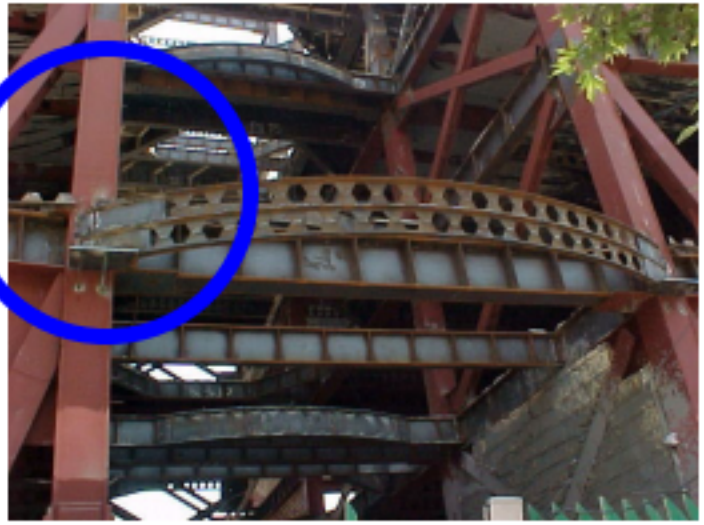
- با جوشکاری بیش از حد، اتصال ساده به صورت صلب اجرا شده است.
- خروج از مرکزیت تیر نسبت به ستون

اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- کیفیت نامناسب جوش
- استفاده از ورق چند تکه در جان تیرهای زنبوری
- عدم استفاده از ورق سخت کننده (لچکی) با توجه به خروج از مرکزیت و میزان بار زیاد تیر (دوبل زنبوری)



تامین کیفیت جوش

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۳۶ عدم جوش مناسب صفحه اتصال به ستون

عدم جوش مناسب صفحه اتصال به ستون

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

دستک

اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در ساختمان های فلزی هر تیر طره حداقل دو برابر طول طره در داخل سقف ادامه داشته باشد.
- در مواردی که تیرآهن طره به پل ختم می شود و ادامه آن به عللی مقدور نباشد، طره دارای یک تکیه گاه خواهد بود. در این حالت می توان به وسیله دستک از بالا یا دستک از پائین برای تیر طره تکیه گاه ایجاد نمود.
- استفاده از دستک وسیله مطمئنی نبوده و فقط در موارد بسیار استثنایی مجاز می باشد.

اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

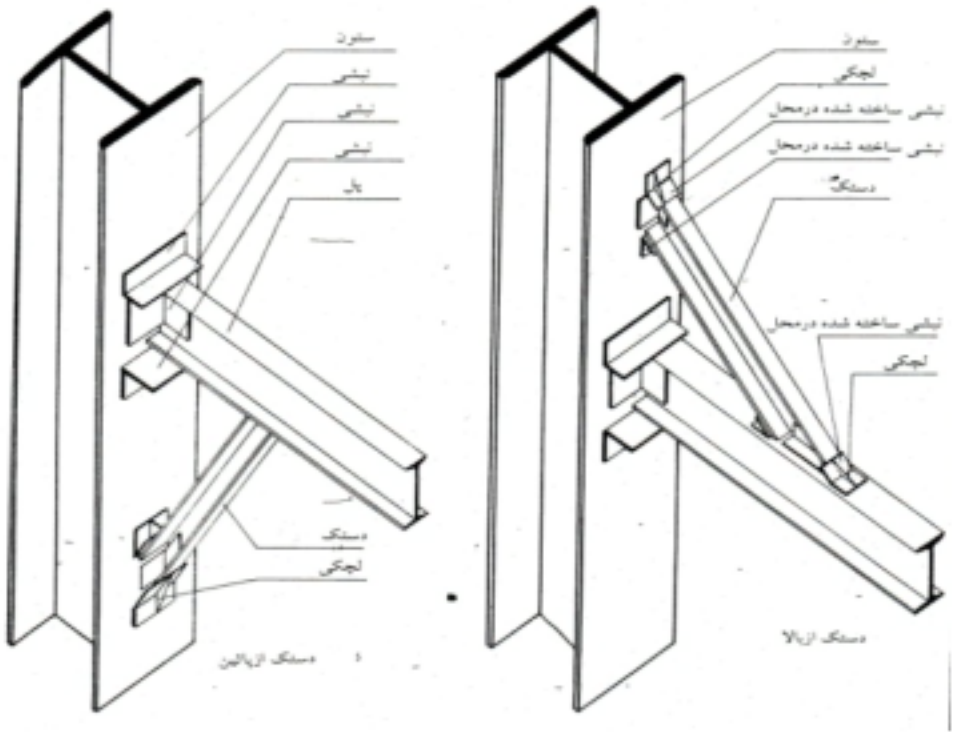
- دستک از بالا به صورت کششی کار می کند و باید در جوشکاری آن دقت به عمل آید.
- دستک از پائین به صورت فشاری کار می کند و باید مانند ستون زاویه دار محاسبه شود.
- لازم است دستک ها به گره (در محل طبقه) ختم گردند.
- وجود دستک در کمر ستون بدلیل مولفه افقی وارده به ستون آنرا به تیر-ستون تبدیل می کند.

اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اشکال رایج کوتاه کردن دهانه پل به وسیله دستک

- اگر به خاطر محدودیت های معماری و یا دلایل دیگر و برای دهانه های بزرگ مطابق شکل به وسیله دستک طول پل را کم کرده و در نتیجه نمره آن را پائین بیاوریم، باید توجه نمود که در محل برخورد دستک با پل نیروی برشی ایجاد می شود و در محل برخورد دستک با ستون نیز ممان ایجاد می گردد و خود دستک نیز مانند ستون زاویه دار عمل می کند.
- به هر حال این قاب باید با دقت و شرایط جدید طراحی گردد. از طرفی چنین سازه ای می تواند در بار جانبی نیز شبیه یک مهاربند دارای نیرو شود.

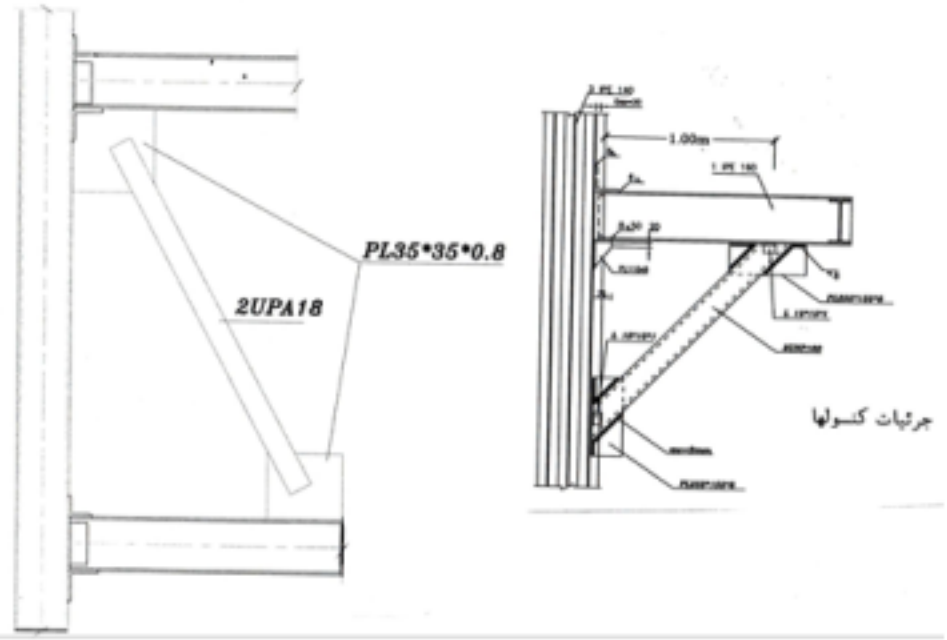


شکل دستک فشاری و کششی

اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

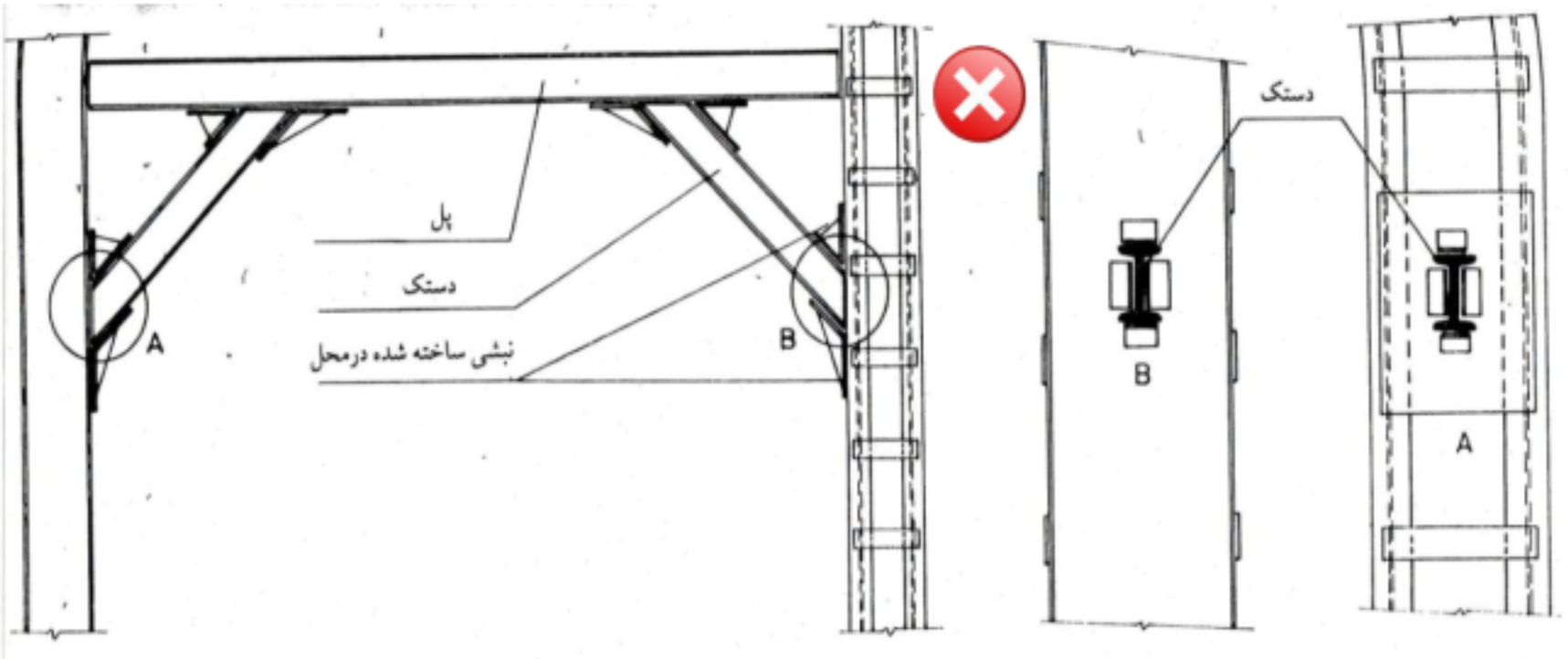
- نبشی بالا سری و زیر سری دستک باید در محل ساخته شود زیرا زاویه دستک با پل غیر ۹۰ درجه می باشد و برای این نبشی از لچکی استفاده گردد.



شکل نمونه دستک فشاری و کششی

اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی



اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم اتصال دستک به گره اتصال

اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

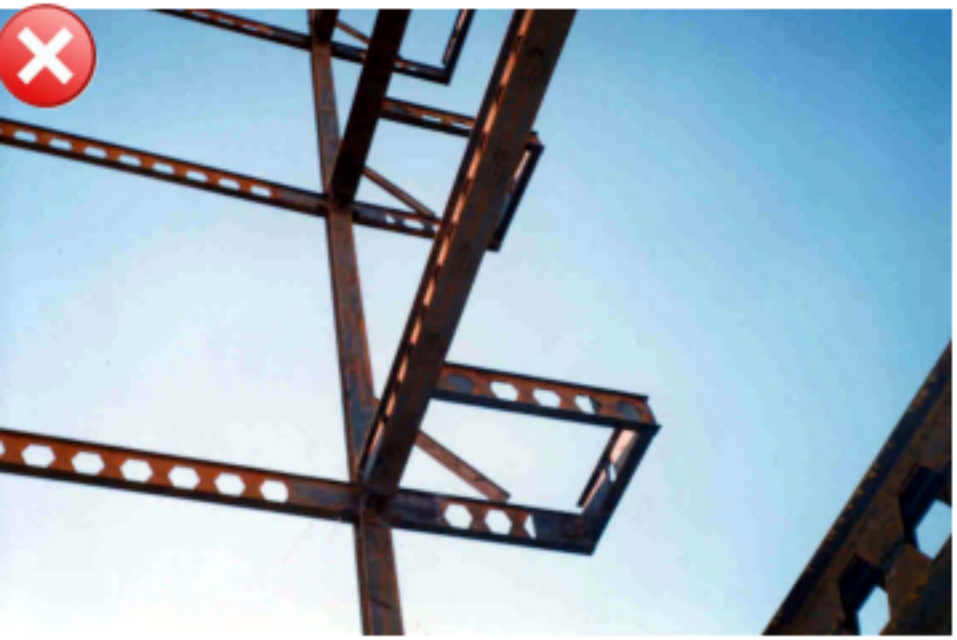
- عدم اتصال دستک به گره اتصال

اتصال دستک

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم اتصال دستک به گره اتصال



اتصالات نامتعارف

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از دیتایل نامتعارف
- اجرای جوش نامناسب
- عدم تقویت جان تیر زنبوری در تکیه گاه ها

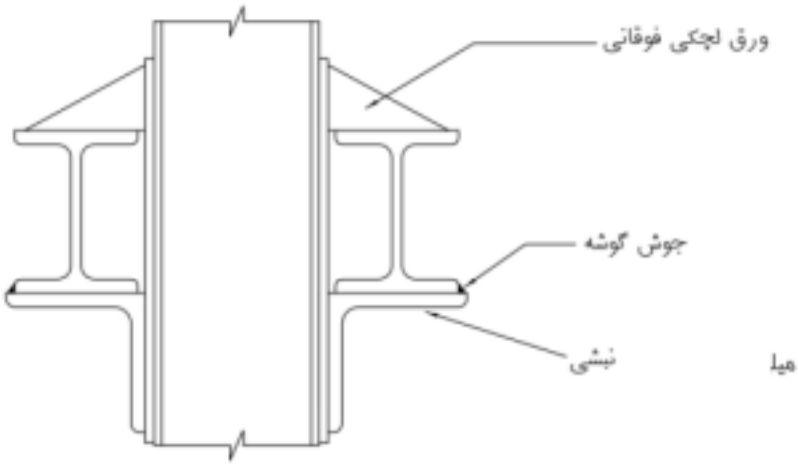
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

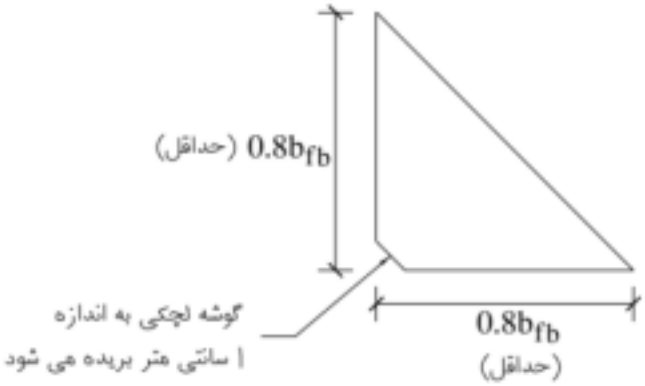
اتصالات خورجینی

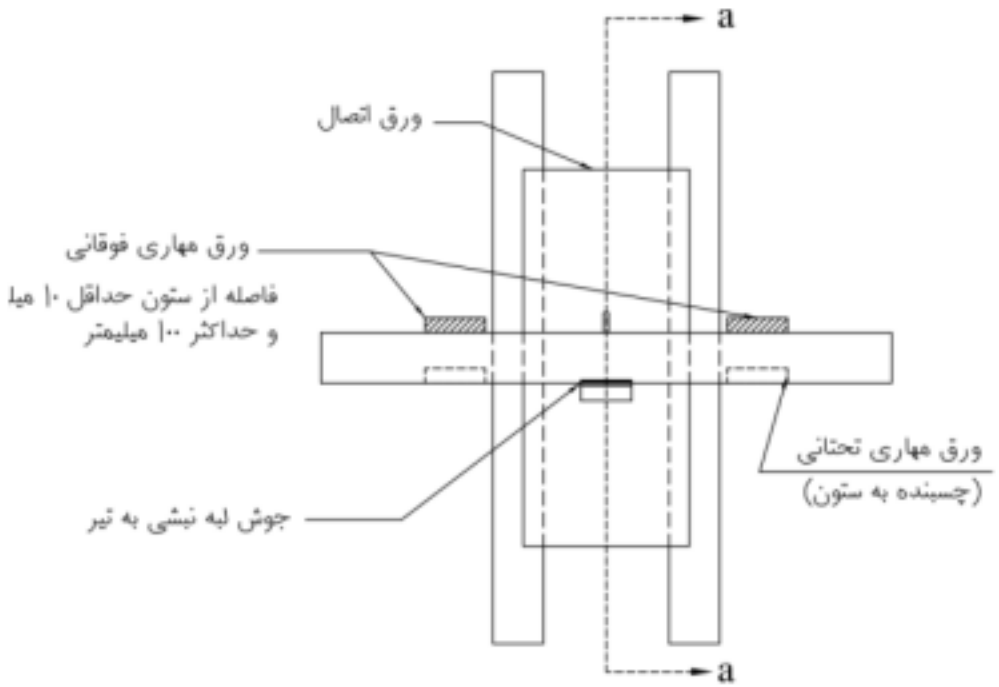
اتصال خورجینی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال خورجینی ساده







حداقل ضخامت ورق لچکی ۱۲ میلیمتر

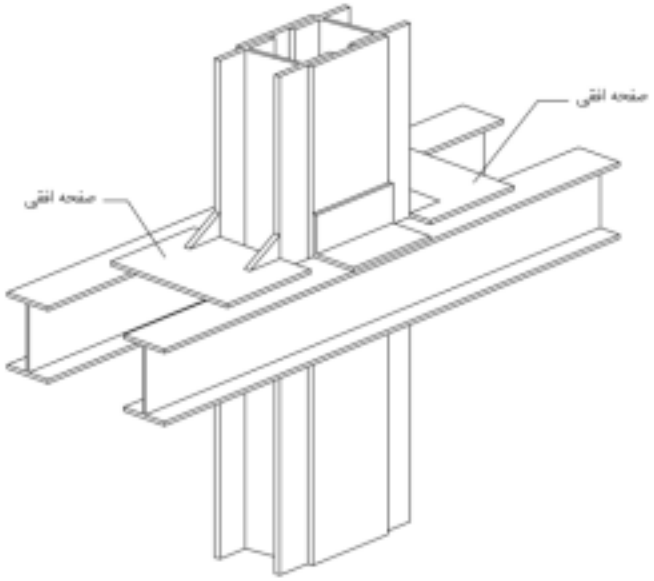
حداقل ضخامت جوش گوشه ۸ میلیمتر

اتصال خورجینی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اتصال خورجینی گیردار

- این نوع اتصال فقط در قاب های خمشی فولادی با شکل‌پذیری معمولی می تواند بکار برود.



اتصال خورجینی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عملکرد نامناسب سازه مسجد با اتصالات خورجینی و طاق ضربی، علیرغم وجود کلاف بندی

اتصال خورجینی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عملکرد نامناسب سازه مسجد با اتصالات خورجینی و طاق ضربی، علیرغم وجود کلاف بندی

اتصال تیر شمشیری پله

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۲۴ کنده شدن اتصالات تیرهای شمشیری راه پله

کنده شدن اتصالات تیرهای شمشیری راه پله

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اتصال صلب توسط جوش

تامین شکل پذیری اتصال با کیفیت مناسب جوش

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۳۵ عملکرد نامناسب اتصال گیردار

عملکرد نامناسب اتصال گیردار

تامین شکل پذیری اتصال

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۲۵ کمانش جان تیر در محل اتصال

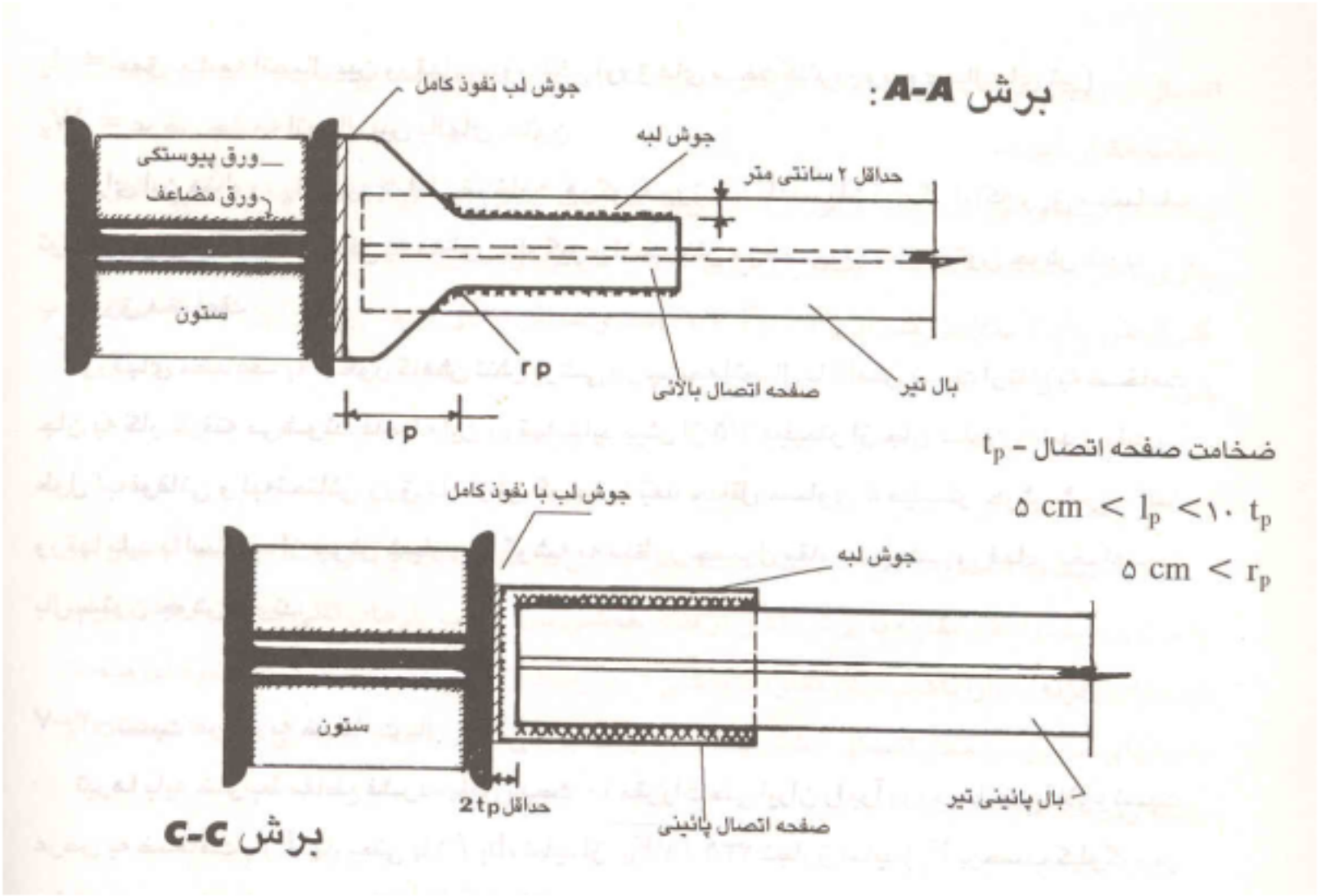
کمانش جان تیر در محل اتصال

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

نحوه اجرای صحیح
اتصال ورق زیرسری و روسری

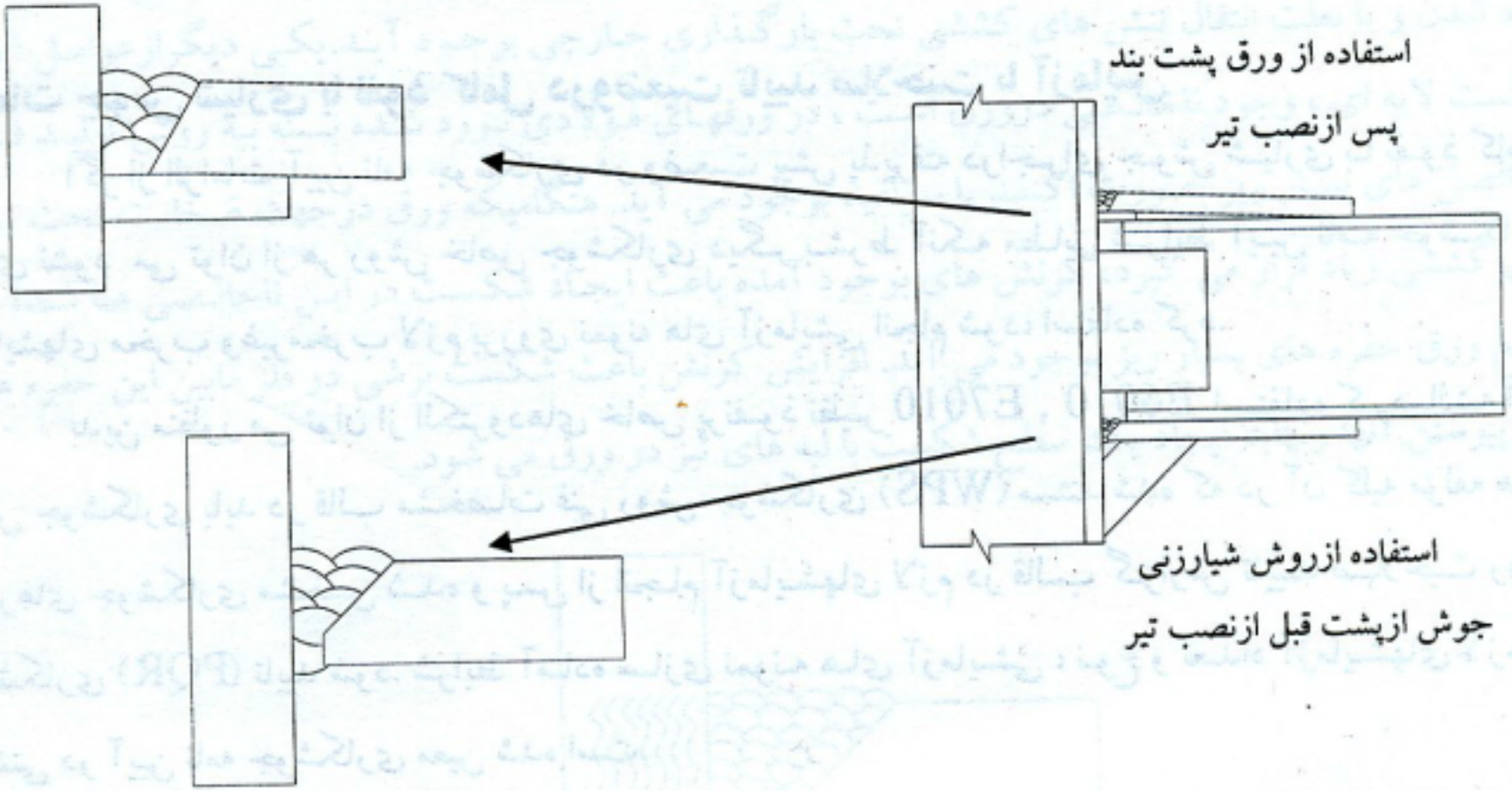
اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی



اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی



شکل ۹ – استفاده ازهر دوروش ورق پشت بند و شیار زنی پشت دراتصال قابهای خمشی ویژه

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **ورق زیرسری:**
  - سنگ زنی و پرداخت سطح

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- استفاده از مهار جهت کنترل گونیا بودن

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- جوشکاری شیاری، با الکترود نازک

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- تمیزکاری بین پاس ها با برس ماشینی

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- Backgouge با استفاده از سنگ زنی پشت شیار

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ناخالصی ها و عدم پیوستگی های باقی مانده در ریشه اتصال

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- عدم نفوذ جوش در ریشه اتصال

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اجرای جوش پشتی

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- اجرای لچکی ها (در صورت نیاز)
- پس از اجرای جوش شیاری و تایید آزمایش آلتراسونیک

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- ورق های روسری

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- خال جوش تسمه پشت بند زیر ورق روسری

اجرای اتصال ورق زیرسری و روسری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- جوشکاری ورق روسری همراه با تسمه پشت بند

عملکرد مناسب اتصال صلب

شکل ۵-۳۸ عملکرد کلی مناسب اتصال گیردار

عملکرد کلی مناسب اتصال صلب

عملکرد مناسب اتصال صلب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

شکل ۵-۳۹ عملکرد مناسب صفحه اتصال گیردار

عملکرد مناسب ورق اتصال روسری

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اتصال صلب توسط پیچ و مهره

اتصال صلب BUEEP و BSEEP

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ضوابط اختصاصی اجرای اتصال صلب فلنجی (BUEEP) و (BSEEP)

- (۴)تیرها باید دارای مهار جانبی باشند. تعبیه مهار جانبی در فاصله بین انتهای ناحیه محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن الزامی است . در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای ، در صورتی که تیرها در فاصله بین دو انتهای محافظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصله حداکثر برابر ۳۰۰ میلی متر باشند ، تعبیه مهار جانبی درمحل های مذکور الزامی نیست .
- (۵) در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای ، در فاصله ۵/۱ برابر عمق تیر از برستون ، تعبیه برشگیر در بال فوقانی تیر مجاز نمی باشد .همچنین در فاصله حداقل برابر ۲۵ میلی متر از طریق مصالح انعطاف پذیر (نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به هردو طرف هر دو بال ستون اجتناب شود .
- (۶) پهنای ورق انتهایی نباید از بال تیر متصل شونده به آن کوچکتر در نظر گرفته شود. همچنین پهنای موثر ورق انتهایی نباید از بال تیر متصل شونده به علاوه ۲۵ میلی متر بزرگتر در نظر گرفته شود .
- (۷) ورق های لچکی باید در امتداد جان تیر و در وسط ورق انتهایی تعبیه شوند . طول ورق لچکی نباید از $1/75h_{st}$ کوچکتر در نظر گرفته شود .ورق های لچکی در روی بال تیر و نیز درانتهای ورق انتهایی باید حدودا ۲۵ میلی متر برش عمودی داشته و سپس به صورت مورب بریده شوند . ضخامت ورق های لچکی نباید کمتر از ضخامت جان مقطع تیر در نظر گرفته شود .

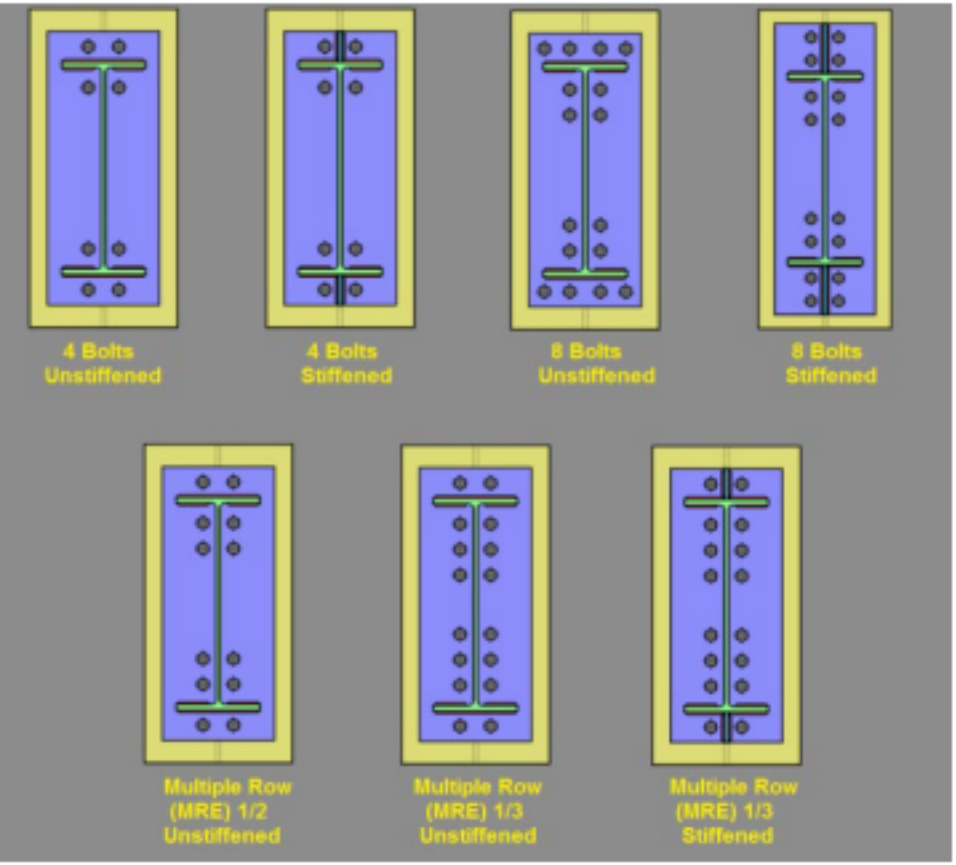
جدول ۱۰-۳-۱۳-۲ محدودیت‌های ابعادی اتصالات گیردار فلنجی

	BUEEP		BSEEP			
			چهار پیچی		هشت پیچی	
پارامتر	حداقل (mm)	حداکثر (mm)	حداقل (mm)	حداکثر (mm)	حداقل (mm)	حداکثر (mm)
t_{bf}	۱۰	۲۵	۱۰	۲۵	۱۵	۳۰
b_{bf}	۱۵۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۵۰	۲۰۰	۳۵۰
d	۳۴۰	۱۴۰۰	۳۴۰	۷۰۰	۴۴۰	۱۰۰۰
t_p	۱۲	۶۰	۱۲	۵۰	۲۰	۷۰
b_p	۱۸۰	۳۰۰	۱۸۰	۳۰۰	۲۴۰	۴۰۰
g	۱۰۰	۱۶۰	۱۰۰	۱۶۰	۱۵۰	۲۰۰
p_f-p_b	۳۵	۱۲۰	۵۰	۱۵۰	۴۰	۵۰
p_b	-	-	-	-	۹۰	۱۰۰

اتصال صلب BUEEP و BSEEP

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ضوابط اختصاصی اجرای اتصال صلب فلنجی (BUEEP) و (BSEEP)



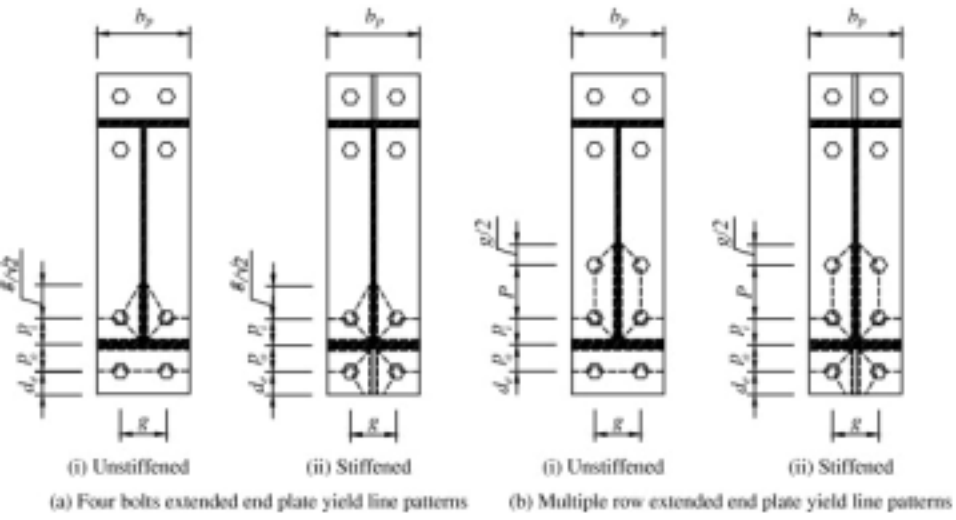
- (۸)به کار بردن ورق های پرکننده انگشتی در بالا و پایین ورق انتهایی مجاز است .
- (۹)دردوانتهای تیرهای ساخته شده از ورق ، به فاصله حاقل برابر کوچکترین دو مقدار عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر ، اتصال جان به بال باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با جوش گوشه دوطرفه باشد . ضخامت جوش های گوشه دوطرفه نباید از $0/75t_w$ (t_wضخامت جان مقطع تیر است) و۶ میلی متر کمتر در نظر گرفته شود.
- (۱۰)اتصال بال تیر به ورق انتهایی باید ازنوع جوش نفوذی با نفوذ کامل بوده و در وجه داخلی بال تیر با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی متر تقویت گردد . برای این جوش رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست .
- (۱۱)اتصال جان تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد .چنانچه ضخامت جان مقطع تیر کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلی متر باشد ، استفاده از جوش گوشه دو طرفه نیز مجاز است . ضخامت جوش های گوشه نباید از $0/8t_w$ و۸ میلی متر کمتر در نظر گرفته شوند.

اتصال صلب BUEEP و BSEEP

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ضوابط اختصاصی اجرای اتصال صلب فلنجی (BUEEP) و (BSEEP)

- (۱۲)اتصال لچکی ها (در صورت استفاده) به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد . چنانچه ضخامت لچکی ها کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلی متر باشد ، استفده از جوش گوشه دو طرفه نیز مجاز است . ضخامت جوش های گوشه نباید از $0/75t_s$ (t_s ضخامت ورق لچکی است) و ۶ میلی متر کمتر در نظر گرفته شود .
- (۱۳)اتصالات فلنجی باید محدودیت های ابعادی جدول ۱۰ ۳ ۱۳ ۲ را با رعایت الزامات استثنای زیر برآورده نمایند.
- استثناء : در قاب های خمشی ویژه با دال بتنی سازه ای و دارای برشگیر فولادی مدفون در بتن در فاصله بین دو ناحیه محافظت شده تیر ، عمق مقطع تیر نباید از ۷۰۰ میلی متر کمتر در نظر گرفته شود.
- (۱۴)نسبت دهانه آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۷ در قاب خمشی ویژه و از ۵ در قاب خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود .



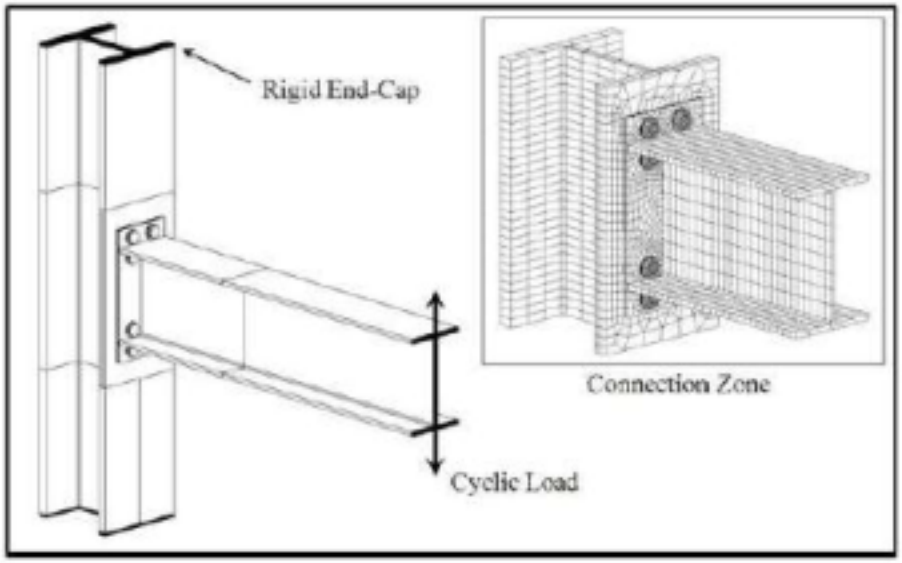
(a) Four bolts extended end plate yield line patterns (b) Multiple row extended end plate yield line patterns

اتصال صلب BUEEP و BSEEP

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ضوابط اختصاصی اجرای اتصال صلب فلنجی (BUEEP) و (BSEEP)

- (۱۵)عمق مقطع ستون های با مقطع H شکل و صلیبی نباید از ۱۰۰۰ میلی متر تجاوز نماید .
- (۱۶)ابعاد و ضخامت ورق انتهایی و تیر مشخصات و تعداد پیچ های اتصال ورق انتهایی به بال ستون باید بر اساس مقاومت های خمشی و برشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند۱۰-۳-۸-۳-ب) تعیین شود. در تعیین مقاومت های طراحی وسایل اتصال ضریب کاهش مقاومت (ϕ) را برای طراحی پیچ ها ، کنترل لهیدگی وگسیختگی کششی وبرش قالبی ورق انتهایی ، می توان برابر ۹/۰ و برای کنترل خمش وبرش درورق انتهایی برابر یکدر نظر گرفت .



اتصال صلب BUEEP و BSEEP

نمایش تاثیر ورق های سخت کننده

- رفتار شبیه سازی شده اتصال بدون ورق سخت کننده

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اشکالات رایج
در اتصالات صلب از پیش تائید شده

اشکالات رایج در اتصالات صلب از پیش تائید شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از جوش گوشه به جای استفاده از جوش نفوذ کامل برای اتصال ورق تقویتی تیر به ستون.
- استفاده از روش ساخت میدانی که کیفیت جوش ایجاد شده را کاهش می دهد.

اشکالات رایج در اتصالات صلب از پیش تائید شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل:

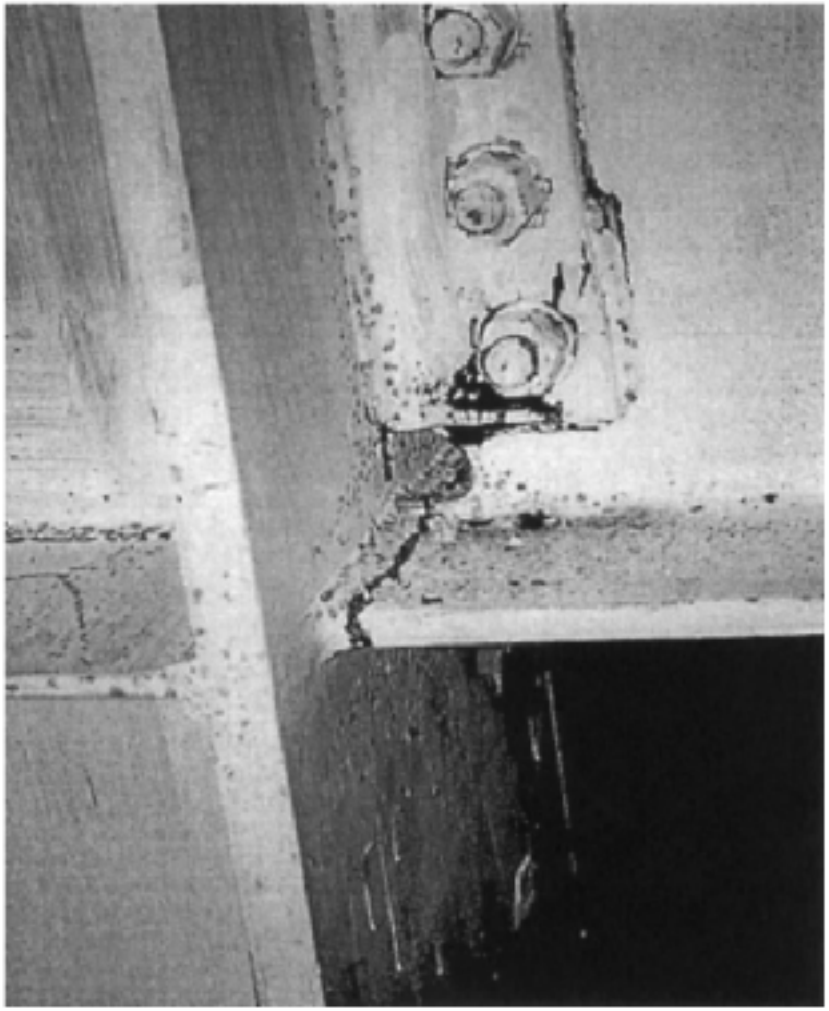
- ترک و گسیختگی جوش اتصال بر اثر زلزله (ژاپن)
- عدم اجرای ستون طبقه بالا در امتداد محور ستون پائین

توصیه:

- نظارت بر کیفیت اجرای جوش و تامین ذوب شدگی کافی
- برداشتن پوشش رنگ پیش از جوشکاری

اشکالات رایج در اتصالات صلب از پیش تائید شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

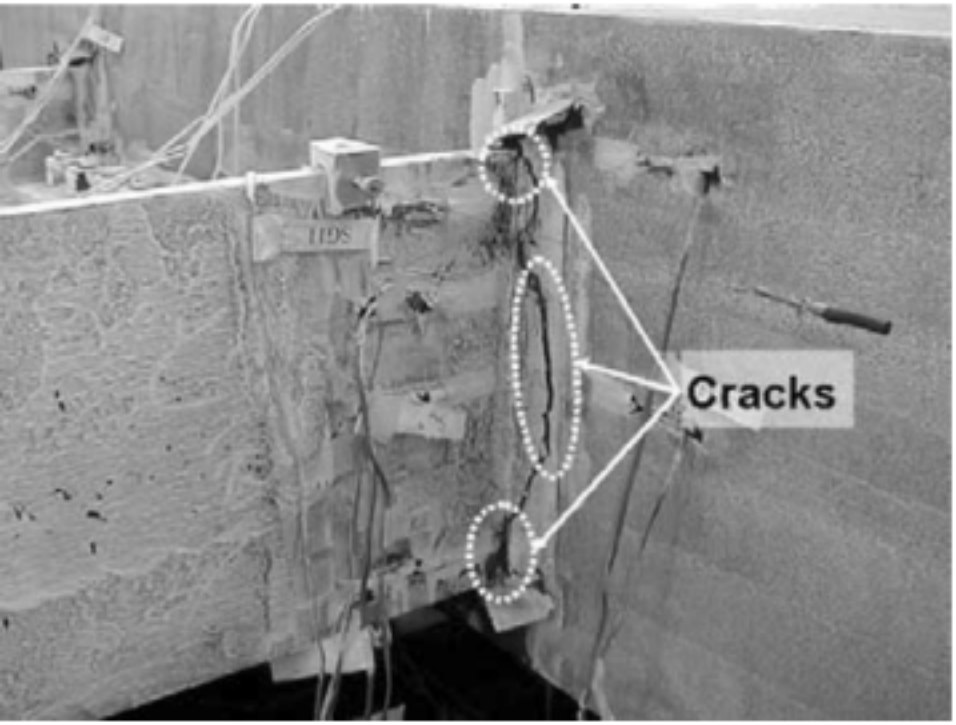


- **مشکل:**
  - ترک و گسیختگی جوش و ورق بر اثر زلزله (نورتریج)
- **توصیه:**
  - نظارت بر کیفیت اجرای جوش
  - عدم تسریع در خنک شدن جوش
  - تاکید بر عدم ایجاد ترک در جوش

اشکالات رایج در اتصالات صلب از پیش تائید شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل:**
  - ترک و گسیختگی جوش بر اثر زلزله (نورتریج)



- **توصیه:**
  - نظارت بر کیفیت اجرای جوش
  - عدم تسریع در خنک شدن جوش
  - تاکید بر عدم ایجاد ترک در جوش

اشکالات رایج در اتصالات صلب از پیش تائید شده

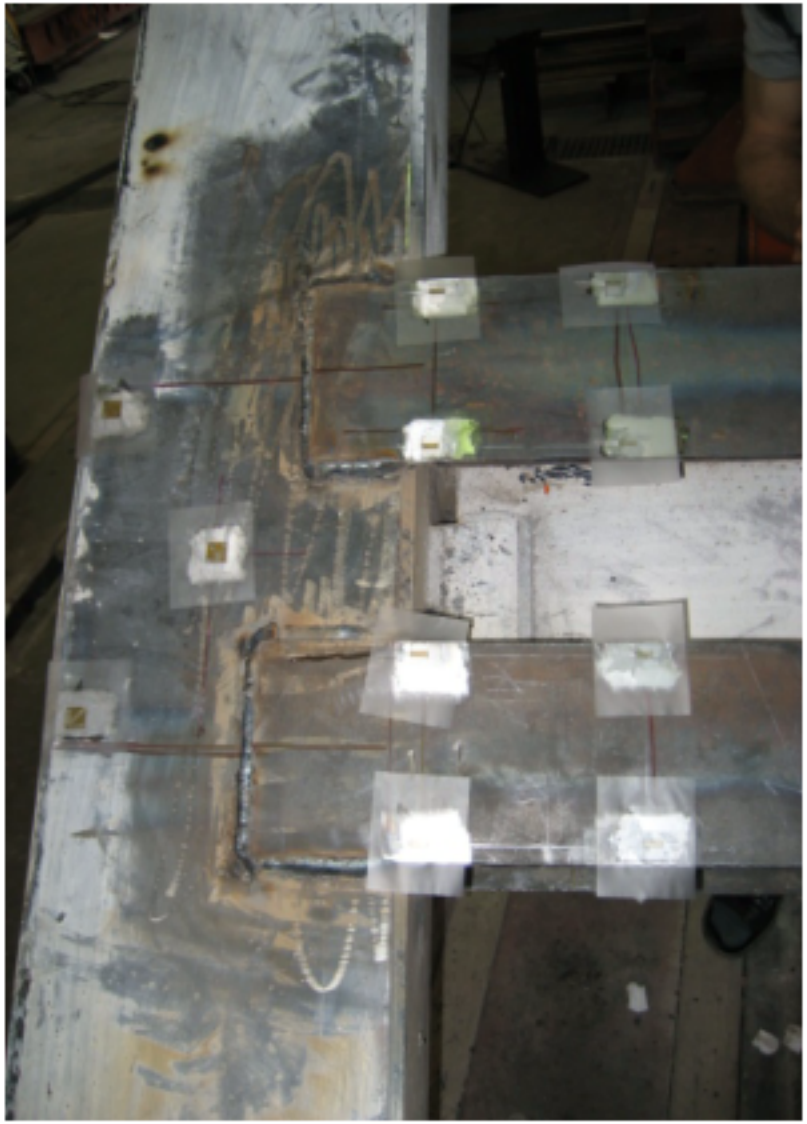
مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم استفاده از ورق پیوستگی
- عدم کنترل کفایت ضخامت چشمه اتصال که سبب جابجایی مفصل پلاستیک از تیر به ستون میشود.
- استفاده از ستون های جعبه ای و مزدوج I که رفتار آزمایشگاهی این ستونها نیاز به تحقیقات جامع دارد.

اشکالات رایج در اتصالات صلب از پیش تائید شده

مدرس: پروفسور محسن گرامی



سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

دوره آموزش

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

بخش هشتم – سیستم مهار جانبی

استاد: دکتر محسن گرامی

عضو هیئت علمی دانشگاه

مشاور عالی نظام مهندسی

پاییز ۱۴۰۱

فهرست نکات و اشکالات اجرایی مهار جانبی سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

سیستم مهاربندی فولادی

- انواع مهاربند
- اتصال ورق مهاربند به ستون
- اتصال مهاربند به سازه
- وصله مهاربند
- اشکالات اجرائی در دیتایل های غیرفنی
- اثر میان قاب
- طبقه نرم

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

انواع مهاربند

انواع مهاربند متداول

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مهاربند همگرا (CBF)
  - مهاربند ضربدری
    - مهاربندی ضربدری متداول (X braced)
    - مهاربند زانویی (KBF)
  - مهاربند شورون (Chevron)
    - مهاربند قطری (Diagonal braced)
    - مهاربند هفتی (V-braced)
    - مهاربند هشتی (Inverted V-braced)
    - مهاربند کا شکل (K-braced)
- مهاربند واگرا (EBF)
  - مهاربند هفتی و هشتی (Split K-braced, Split V-braced)
  - مهاربند زانویی

رواداری های مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

رواداری های ساخت و نصب مهاربند

- خمیدگی مهاربند
- ابعاد مقطع (عرض و ارتفاع)
- پیچیدگی مهاربند
- برون محوری جان مهاربند
- گونیا بودن بال نسبت به جان
- گونیا بودن جان نسبت به بال
- ورق اتصال (ابعاد)
- فواصل پیچ ها در بال مقطع (در اتصال پیچی)
- هم محور بودن سوراخ پیچ ها (در اتصال پیچی)
- فاصله (بادخور) بین دو قطعه در اتصال پیچی با پیچ پر مقاومت
- فاصله سوراخ ها در ورق اتصال (در اتصال پیچی)

عملکرد مهاربند همگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

سیستم مهاربند همگرا

عدم تامین بهره برداری سازه بیمارستان

مدرس: پروفسور محسن گرامی

سیستم مهاربند همگرا

مشکل عدم کفایت مهار جانبی سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

فرو ریزش سازه فولادی در روستاهای نزدیک سر پل ذهاب از طرف تازه آباد

مشکل عدم کفایت مهار جانبی سازه

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مجتمع اطراف مسکن مهر

کمانش مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش۴، ستونهای غیر باربر جانبی (فقط باربر ثقلی) بایست قادر به تحمل تغییر مکان جانبی واقعی سازه هنگام زلزله باشند.
- در اثر کمانش مهاربند، ستون های با بست موازی وارد عمل شده و از فرو ریزش کلی ساختمان جلوگیری نموده اند.
- طبقه نرم آستانه فرو ریزش

کمانش مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کمانش زیاد خارج از صفحه مهاربند

کمانش مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کمانش مهاربند به دلیل نیروی فشاری حاصل از بار جانبی

کمانش مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

لاغری مهاربندها موجب کمانش آنها شده است

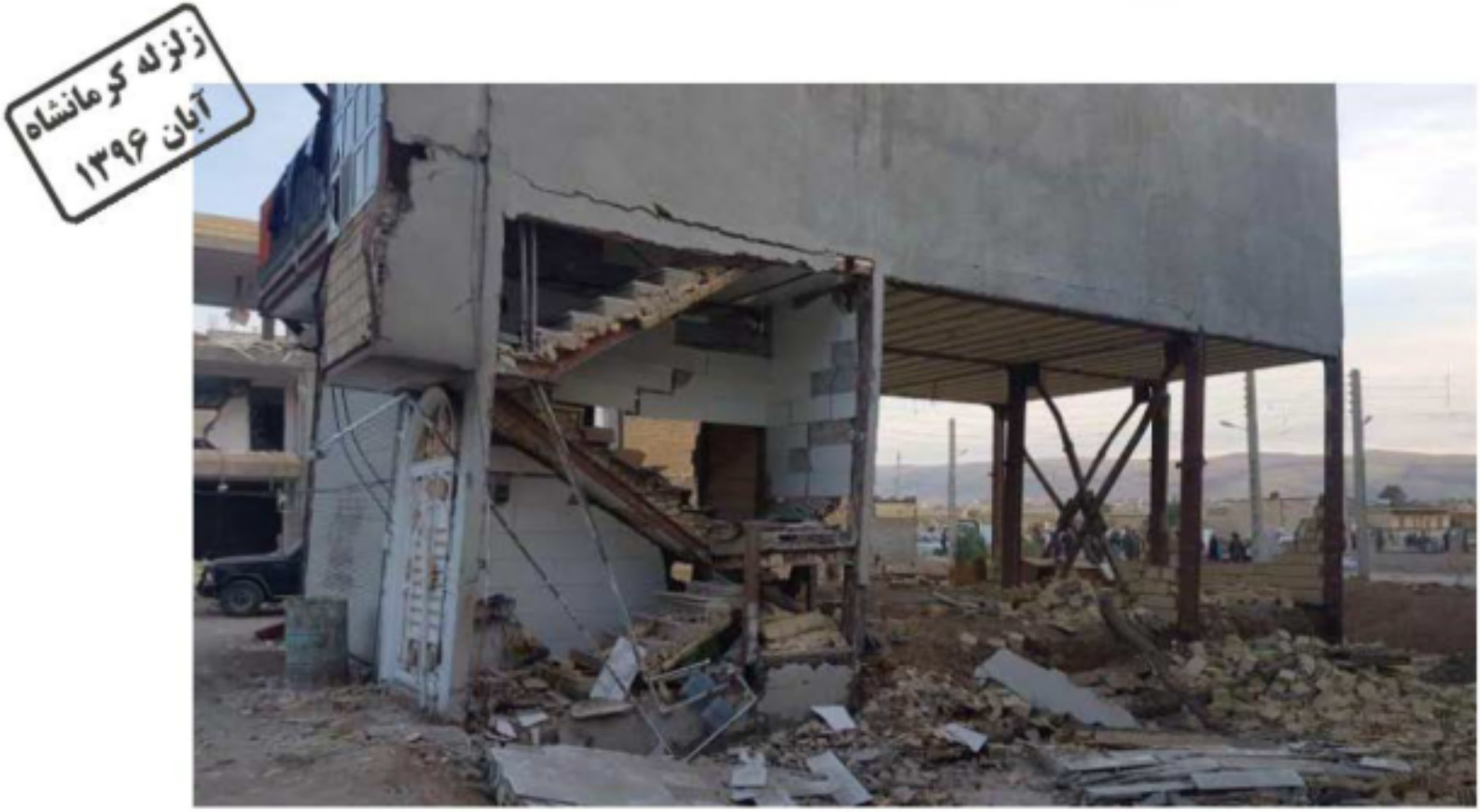
کمانش مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کمانش زیاد خارج از صفحه مهاربند و جدا شدن پروفیل های مهاربند

لاغری مهاربند

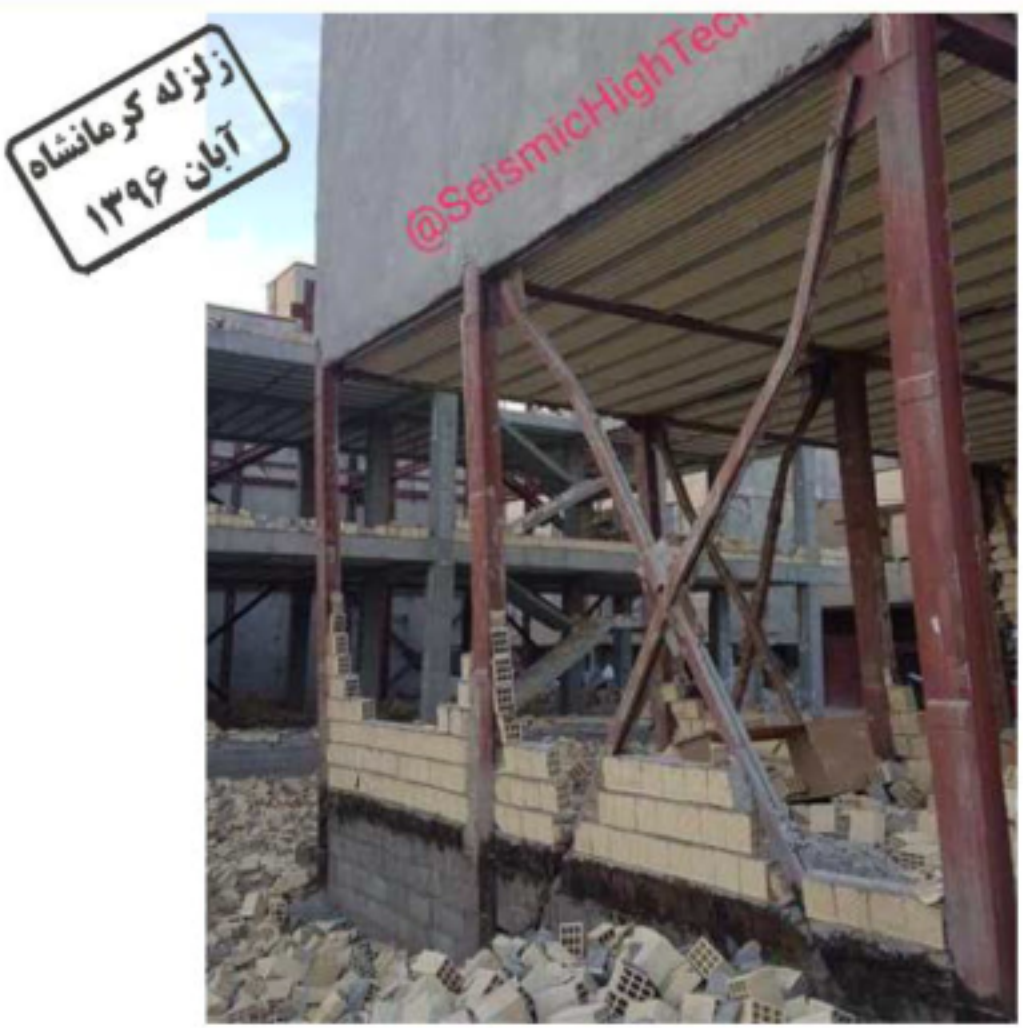
مدرس: پروفسور محسن گرامی



تشکیل مفصل پلاستیک و جذب انرژی اندک ناشی از لاغری مهاربندها

لاغری مهاربند

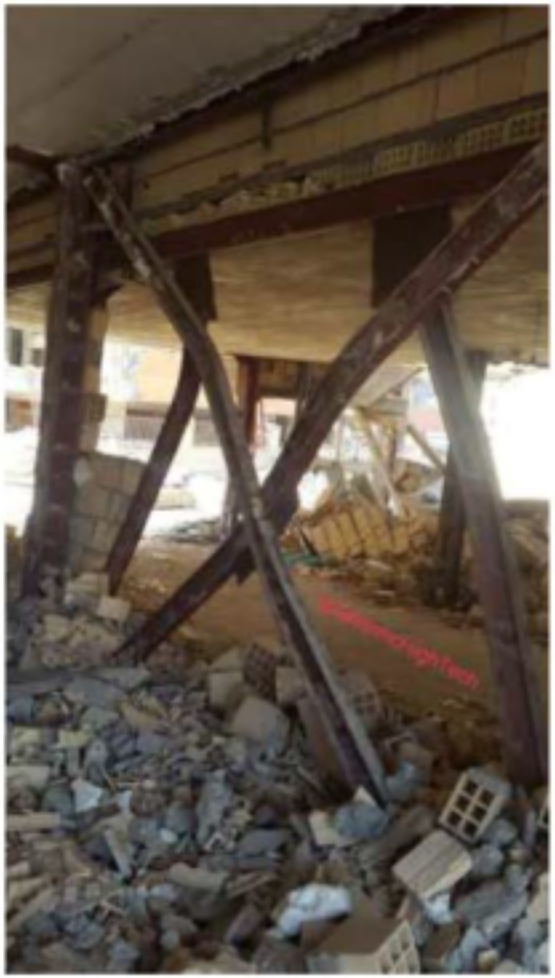
مدرس: پروفسور محسن گرامی



تشکیل مفصل پلاستیک و جذب انرژی اندک ناشی از لاغری مهاربندها

لاغری مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

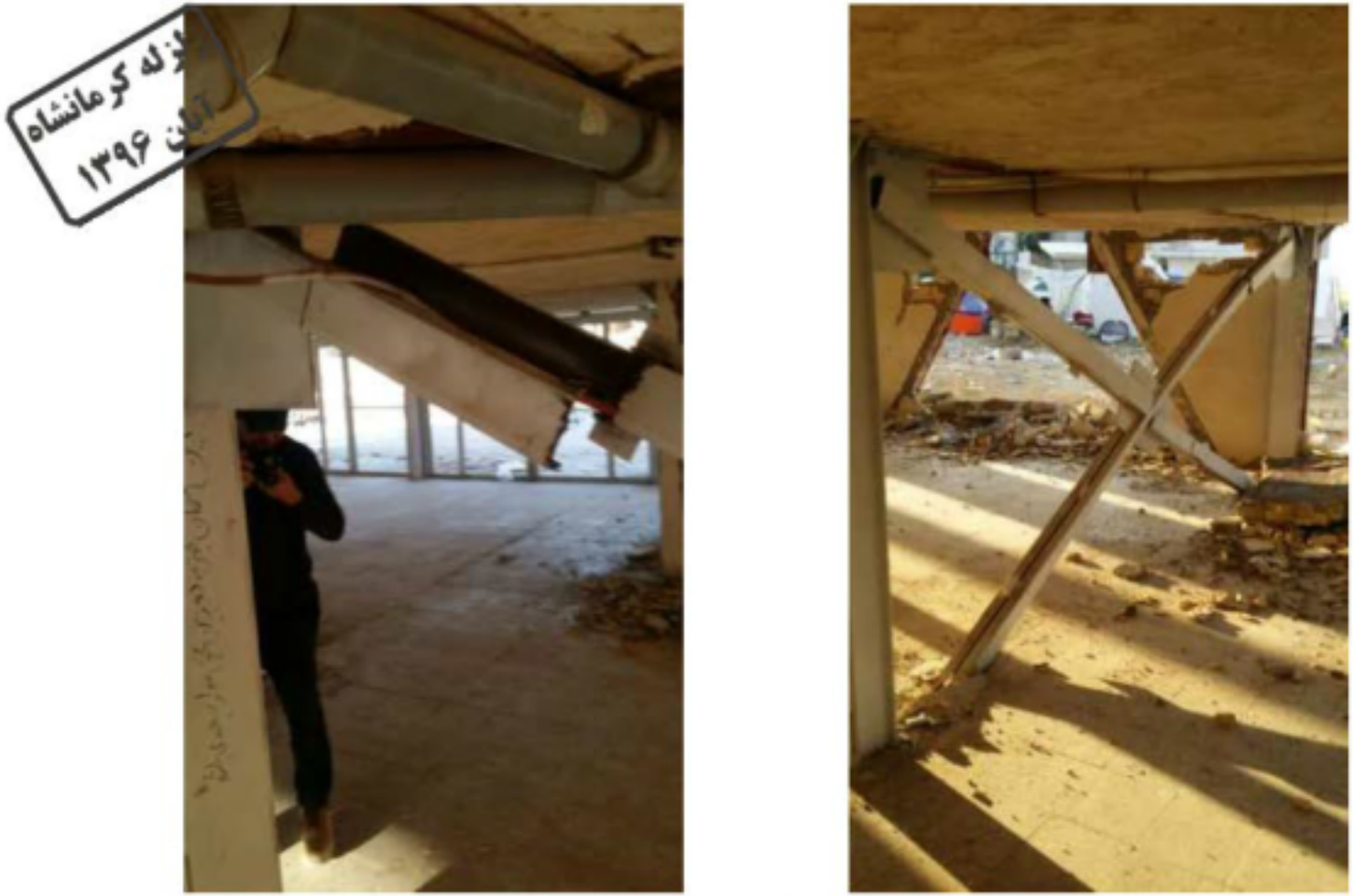


تشکیل مفصل پلاستیک و جذب انرژی اندک ناشی از لاغری مهاربندها

استفاده از مقطع تک IPE در راستای محور ضعیف به جای استفاده از مقاطعی با شعاع ژیراسیون بیشتر

لاغری مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی



تشکیل مفصل پلاستیک در مهاربند و صفحات اتصال، جذب انرژی اندک و در نهایت پارگی مقطع

استفاده از مقطع تک IPE در راستای محور ضعیف به جای استفاده از مقاطعی با شعاع ژیراسیون بیشتر

لاغری مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تشکیل مفصل پلاستیک و جذب انرژی اندک ناشی از لاغری مهاربندها، کسیختگی جوش صفحه اتصال

استفاده از مقطع تک IPE در راستای محور ضعیف به جای استفاده از مقاطعی با شعاع ژیراسیون بیشتر

لاغری مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تشکیل مفصل پلاستیک ناشی از لاغری و کمانش عضو فشاری

لاغری مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تشکیل مفصل پلاستیک ناشی از لاغری و کمانش مهاربند در هر دو راستا

صفحه اتصال مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کنده شدن ورق صفحه اتصال مهاربندی و نصب نادرست صفحه اتصال میانی

صفحه اتصال مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

کنده شدن اتصال صفحه اتصال و مهاربند

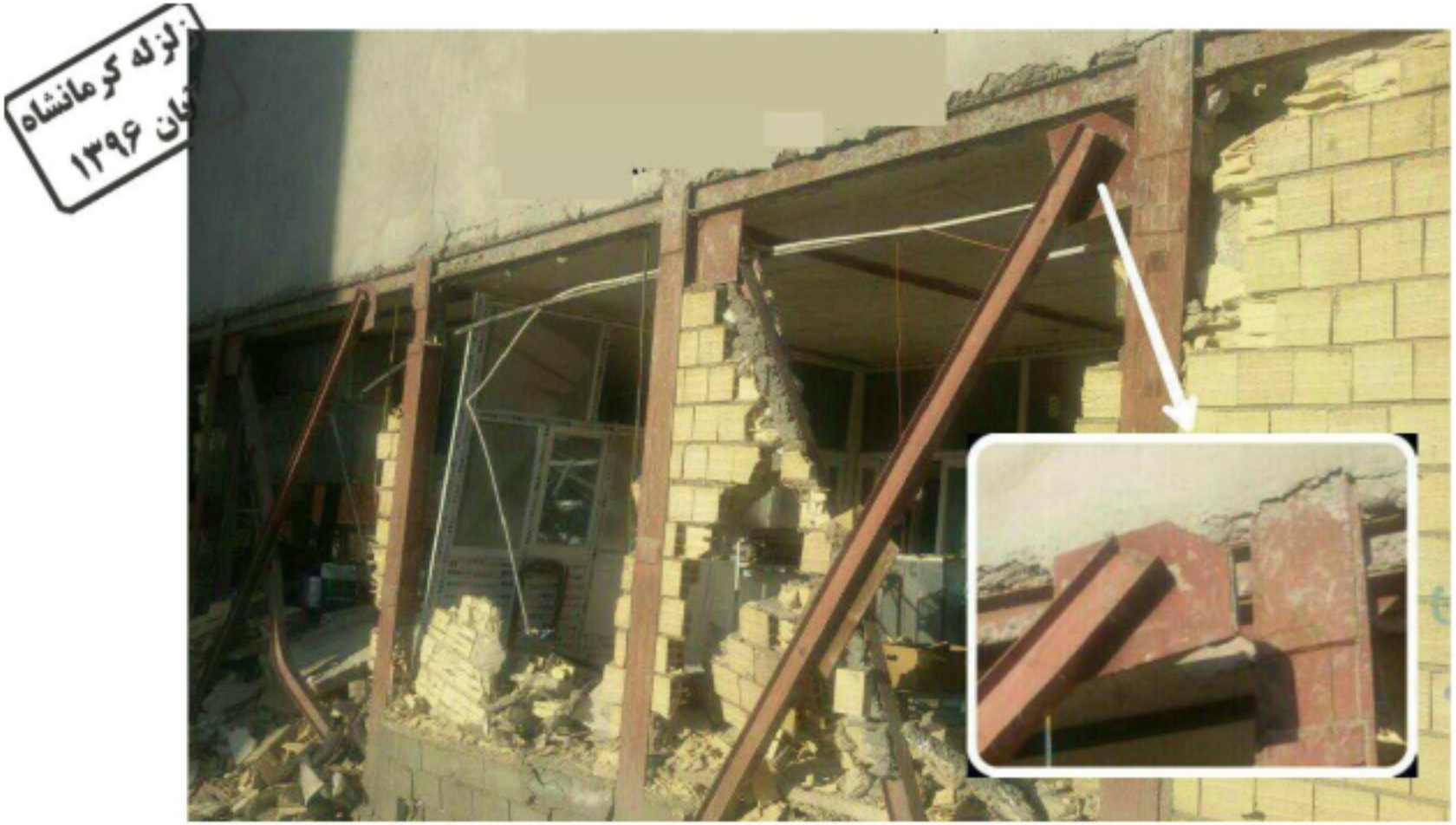
صفحه اتصال مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

جدا شدن اجزاء اتصال مهاربند

صفحه اتصال مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی



اتصال شکل پذیر نبوده و از ناحیه جوش از اسکلت جدا شده است.

صفحه اتصال مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

صفحه اتصال مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عدم طراحی و اجرای مناسب صفحه اتصال

اشکالی مشترک در اتصالات زلزله بم و زلزله کرمانشاه

جذب انرژی در مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

تشکیل مفصل پلاستیک – جذب انرژی و کمانش مهاربند ضربدری همگرا ناشی از لاغری عضو

عملکرد مناسب مهاربند

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عملکرد مناسب سیستم مهاربندی شده ناشی از طرح و اجرای مناسب بر اساس آیین نامه

مهاربند نامتقارن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ایجاد پیچش در ساختمان به دلیل اجرای نامتقارن مهاربندها

مهاربند نامتقارن

مدرس: پروفسور محسن گرامی

ایجاد پیچش در ساختمان به دلیل اجرای نا متقارن مهاربندها

عدم مهار سازه در تغییرشکل جانبی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

نمونه تغییر مکان جانبی زیاد در دو جهت

عدم مهار سازه در تغییرشکل جانبی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

فرو ریزش ساختمان فلزی ۴ طبقه ناشی از عدم عملکرد مناسب سیستم باربر جانبی

مسکن مهر – سر پل ذهاب

سیستم مهار جانبی دوگانه و ترکیبی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

فرو ریزش سازه فولادی دارای دو سیستم متفاوت قاب خمشی و مهاربند

سیستم مهار جانبی دوگانه و ترکیبی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عملکرد نامناسب سازه فولادی دارای سیستم مقاوم لرزه ای متفاوت در دو جهت

سیستم مهار جانبی دوگانه و ترکیبی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

فرو ریزش دو ساختمان فولادی دارای اتصال قاب خمشی و مهاربندی در دو جهت

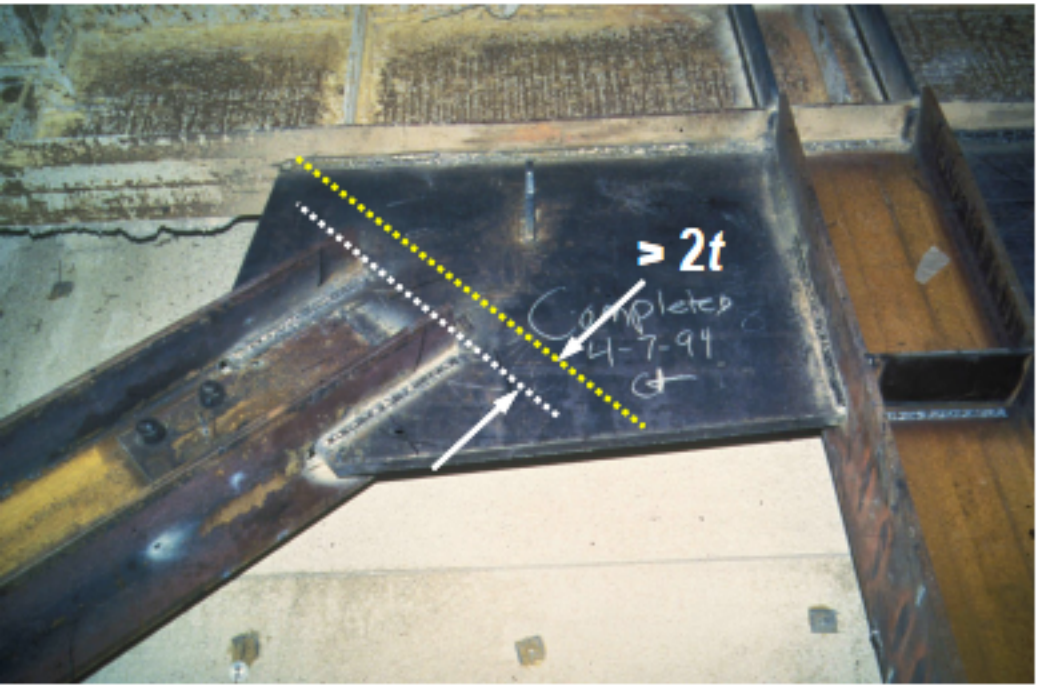
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

ورق گاست و اتصالات

ورق گاست و اتصالات

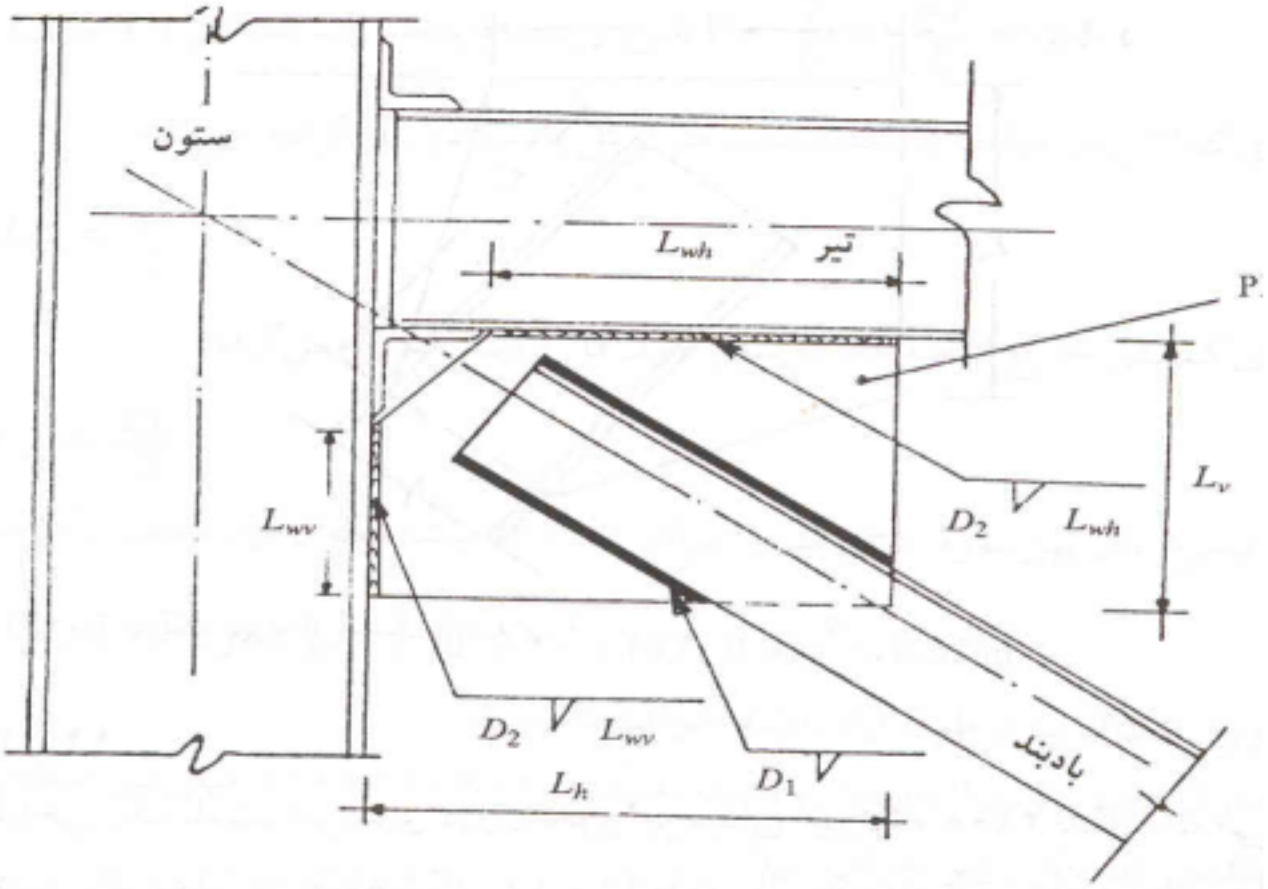
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه ورق گاست مستطیل شکل
- خطوط مرکز ثقل مقاطع تیر، ستون و مهاربند باید از یک نقطه بگذرند.



ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

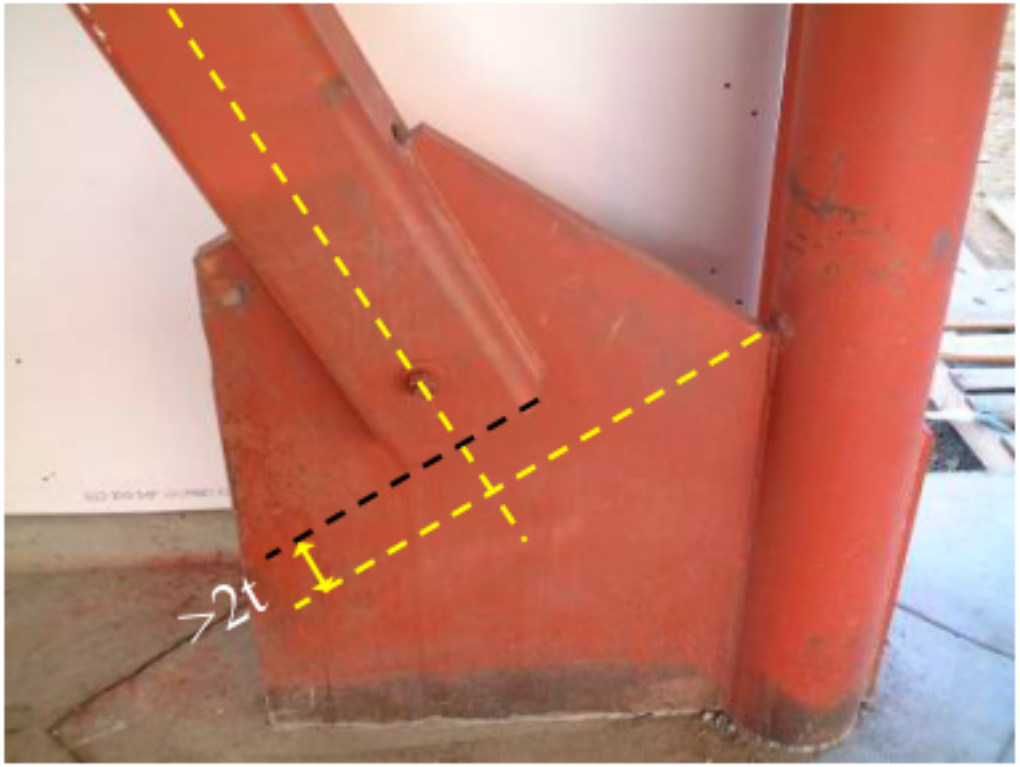


۳ ـ اتصال بادبندها.

ورق گاست و اتصالات

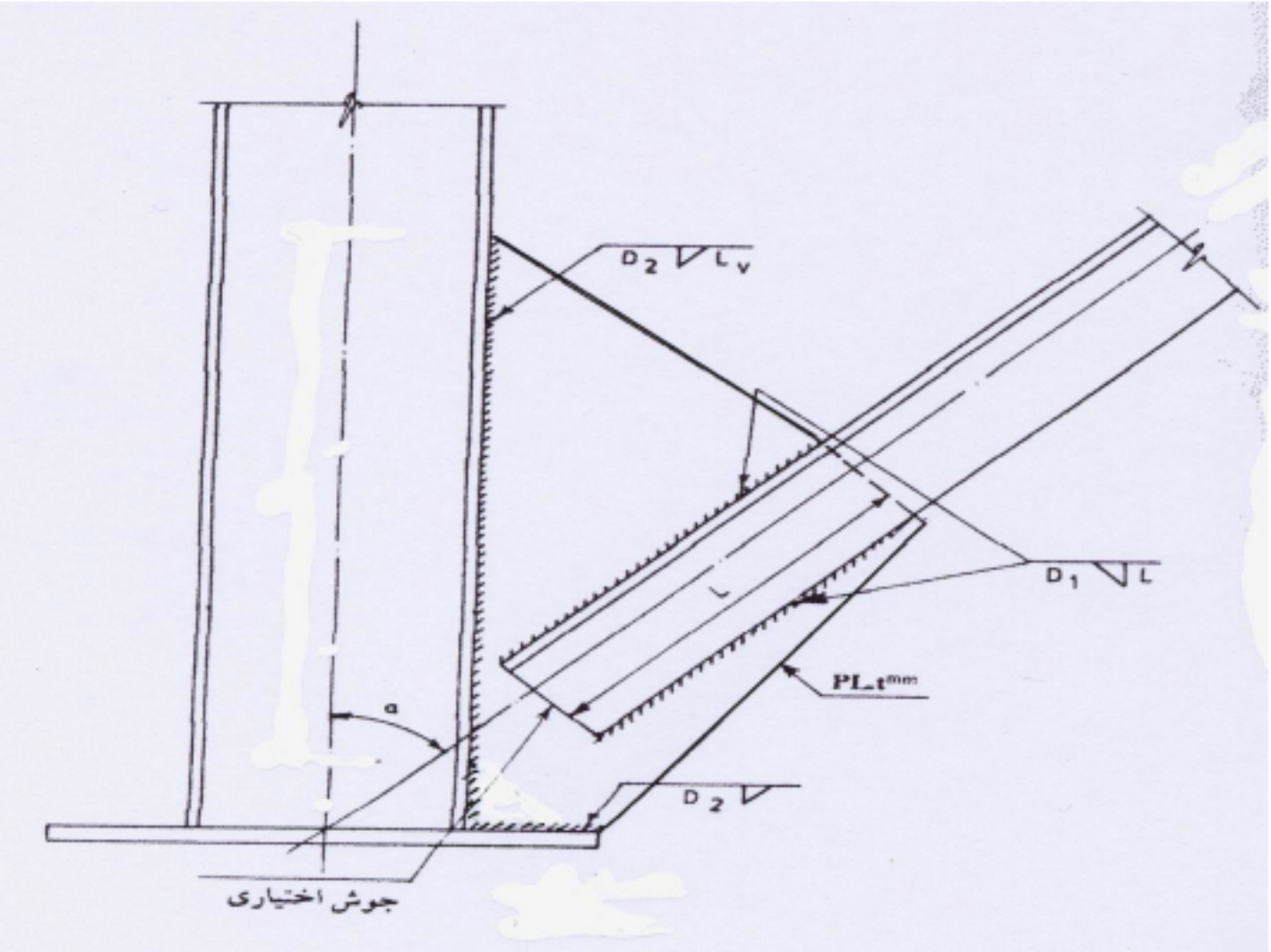
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه ورق گاست دوکی شکل



ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی



ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اتصال مناسب ورق گاست

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

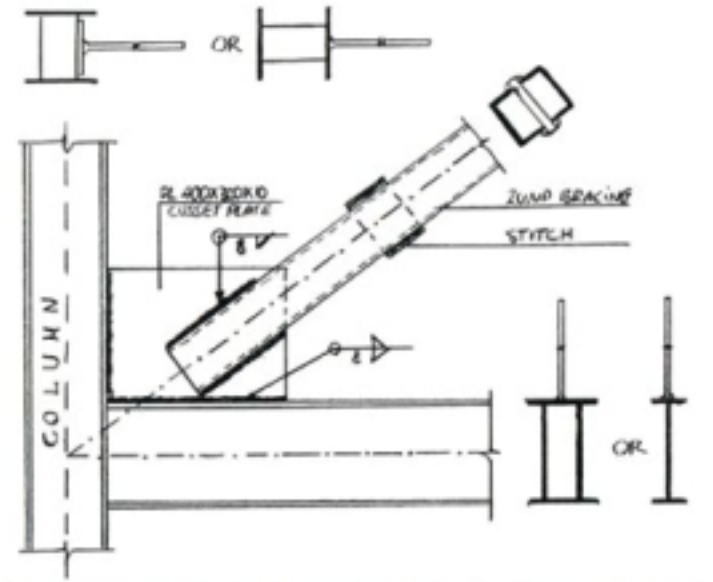
نمونه اتصال مناسب ورق گاست

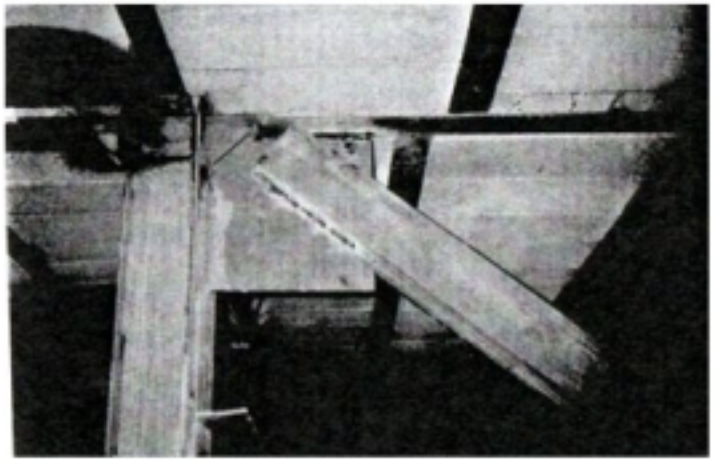
- در اتصال تیر ورق گاست، به جای نبشی نشیمن از نبشی جان استفاده می شود.

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- خطوط مرکز ثقل مقاطع تیر، ستون و مهاربند باید از یک نقطه بگذرند.

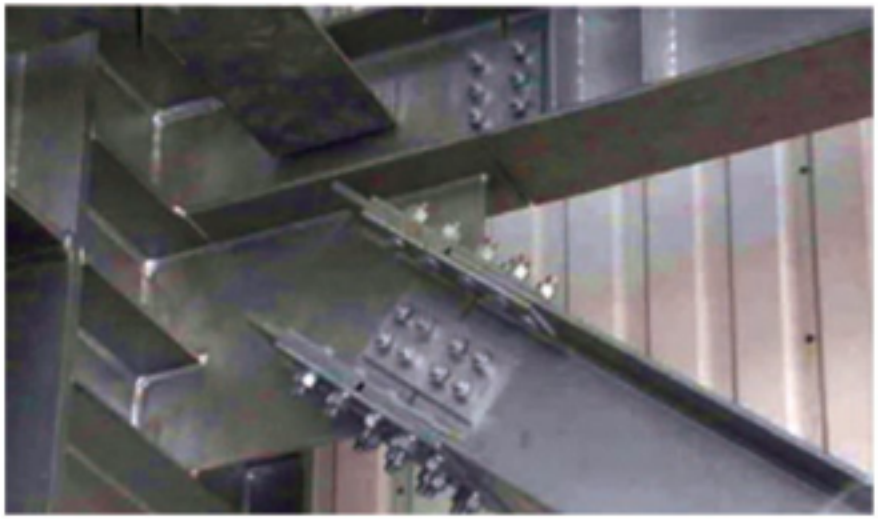




ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اتصال پیچ و مهره ای مهاربند



ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اتصال پیچ و مهره ای مهاربند

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- وصلهٔ اعضای کششی باید بتواند نیروی کششی داخلی حاصل از تحلیل سازه تحت ترکیب بار بحرانی و یا ٪۷۵ ظرفیت مؤثر مجاز کششی مقطع عضو را تأمین نماید.

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - عدم استفاده از ورق گاست (استفاده از نبشی).

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - ضعف اتصال جوش ورق مهاربند به ستون

ورق گاست و اتصالات

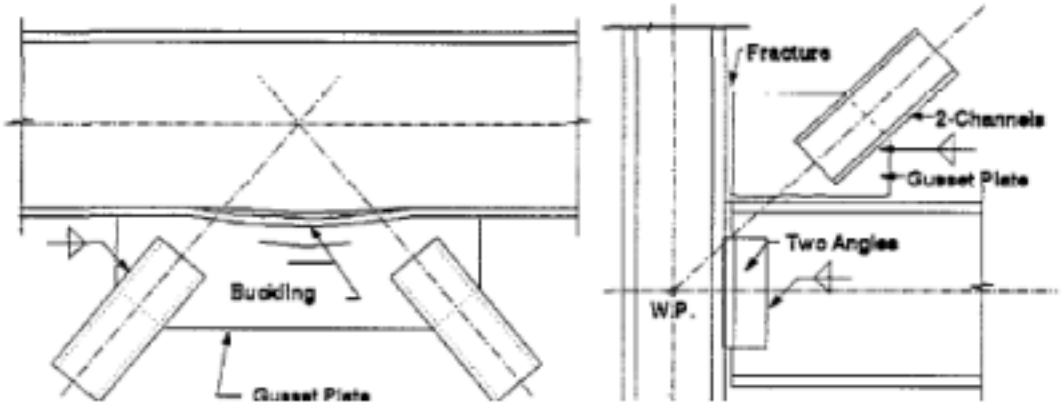
مدرس: پروفسور محسن گرامی

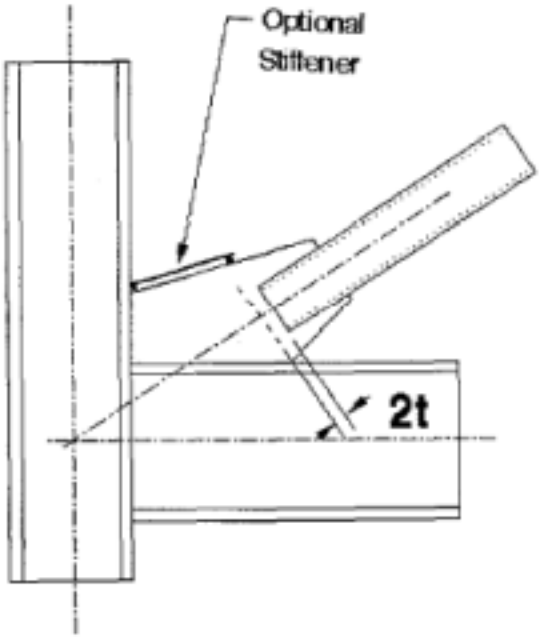
مشکل اجرایی:

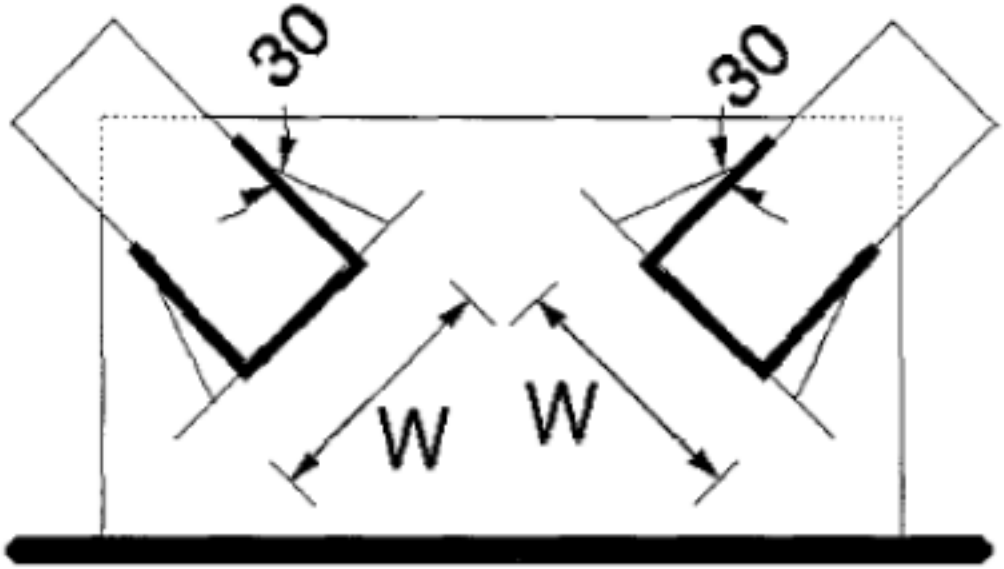
- استفاده از تیر ضعیف به عنوان بستر مهاربند
- استفاده از ستون دوبل باز بدون ورق در مرز طبقه
- استفاده از نبشی نشیمن به جای نبشی جان

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی







ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - عدم اتصال ورق گاست به تیر

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - عدم اتصال ورق گاست به تیر
  - عدم اتصال تیرهای طبقه به گره ستون
  - استفاده از نبشی نشیمن به جای نبشی جان

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم اتصال ورق گاست به تیر
- کم بودن طول جوش اتصال
- عدم عبور محور مهاربند و گره ستون
- استفاده از پروفیل مستعمل با زنگ زدگی غیرقابل قبول
- اتصال به ستون نردبانی (دوبل فاصله دار) بدون تقویت مناسب.
- عدم استفاده از ورق اتصال دوبل ستون در مرز طبقه.
- استفاده از نبشی نشیمن به جای نبشی جان.

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - عدم اتصال ورق گاست به تیر یا کف ستون
  - کیفیت جوش نامناسب
  - اتصال ورق گاست به لبه ستون

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - اندازه نامناسب ورق گاست
  - کم بودن طول جوش اتصال
  - عدم همگرایی محور مهاربند و گره ستون- اتصال به میانه ستون
  - استفاده از پروفیل و ورق مستعمل با زنگ زدگی زیاد

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- شکستگی در ورق گاست (به صورت دوتکه اجرا شده است).
- شکستگی در امتداد تیر متناظر (به دلیل تغییرات در زمان اجرا).

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - عدم اتصال ورق گاست به ستون
  - کیفیت جوش نامناسب

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - عدم اتصال ورق گاست به ستون

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اندازه نامناسب ورق گاست
- کم بودن طول جوش اتصال
- فاصله کم انتهای ورق مهاربند از تیر و ستون

ورق گاست و اتصالات

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - وصله عضو مهاری در محل نامناسب

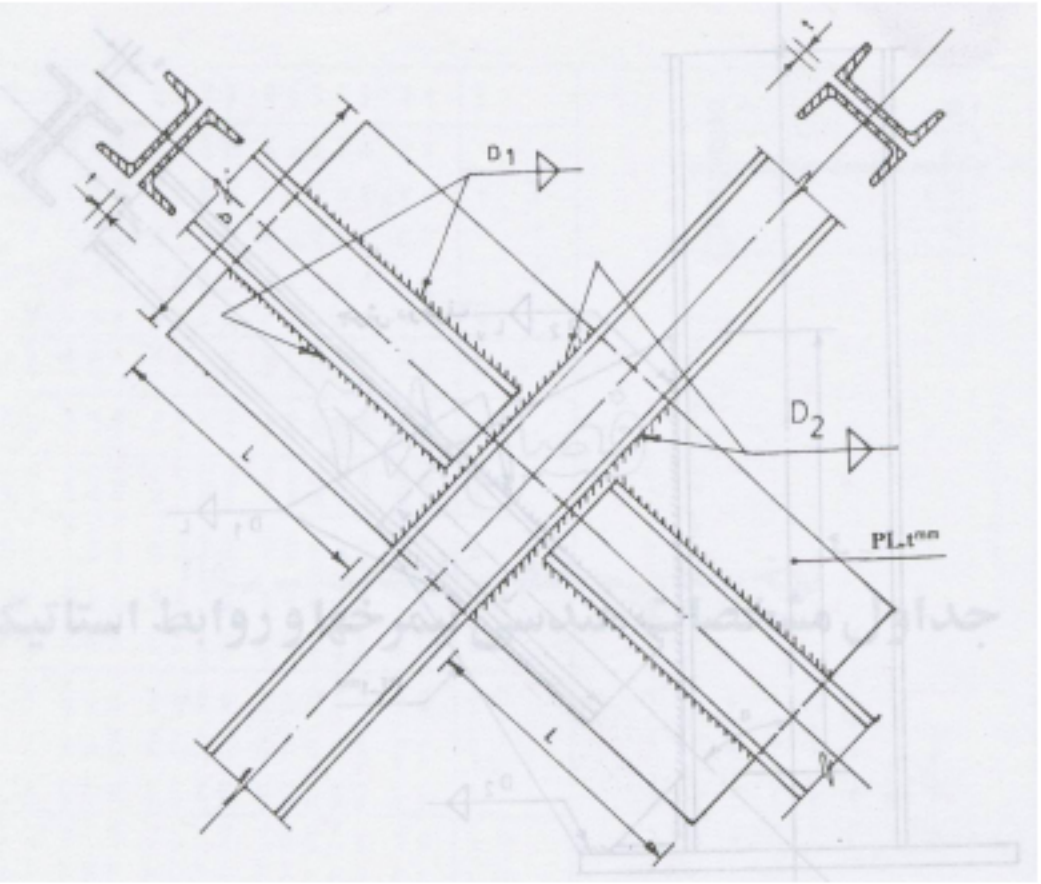
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

مهاربندهای همگرا

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- معمول ترین بادبند در اسکلت فولادی بادبند ضربدری (X) می باشد.
- شکل هندسی اتصال بادبند فقط بستگی به زاویه ای دارد که بادبند با امتداد ستون می سازد، لذا از اتصالات معرفی شده می توان در سایر بادبندی ها نیز استفاده نمود



مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- در محل اجرای وصله در یک عضو، احتمال بروز ضعف در مشخصات مقطع وجود دارد، لذا توصیه می شود در محل تقاطع دو عضو مهاربند دوبل ضربدری، اجرای وصله در اعضاء مهاربند بصورت یکی در میان انجام شود.
- به بیان دیگر در هر جهت، یک عضو یکسره و یک عضو وصله دار قرار گیرد. در این صورت، ورق اتصال وسط مهاربند به شکل مربع و بزرگتر خواهد بود.

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - ترکیب غیر اصولی سیستم اتصال جوش و پیچ

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم همگرایی مهاربند و گره ستون
- اتصال به میانه ستون از اطراف
- قطع شدن مهاربند در طبقات مجاور
- عدم استفاده از ورق اتصال و ورق گاست
- استفاده از اعضای با لاغری زیاد

(اجرای غیر مهندسی)

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از پروفیل مستعمل برش خورده و وصله غیرقابل قبول
- عدم همگرایی مهاربند در میانه اتصال
- کیفیت جوش نامناسب

مهاربند ضربدری

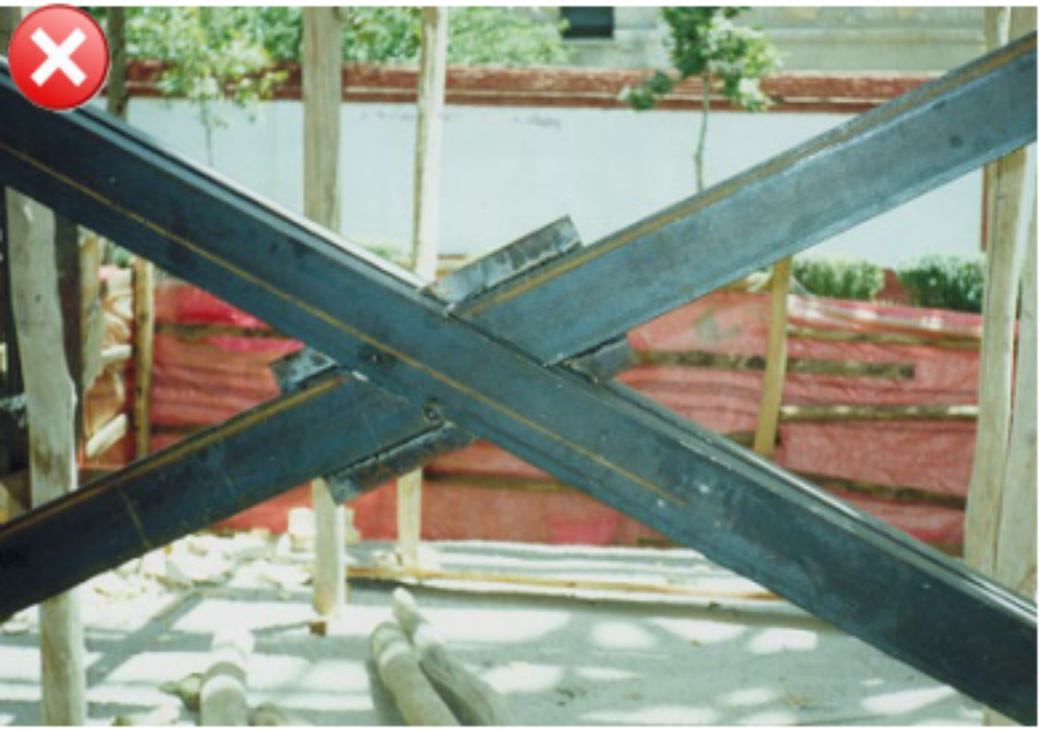
مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - زاویه نامناسب ورق اتصال
  - طول جوش کم
  - کیفیت جوش نامناسب

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

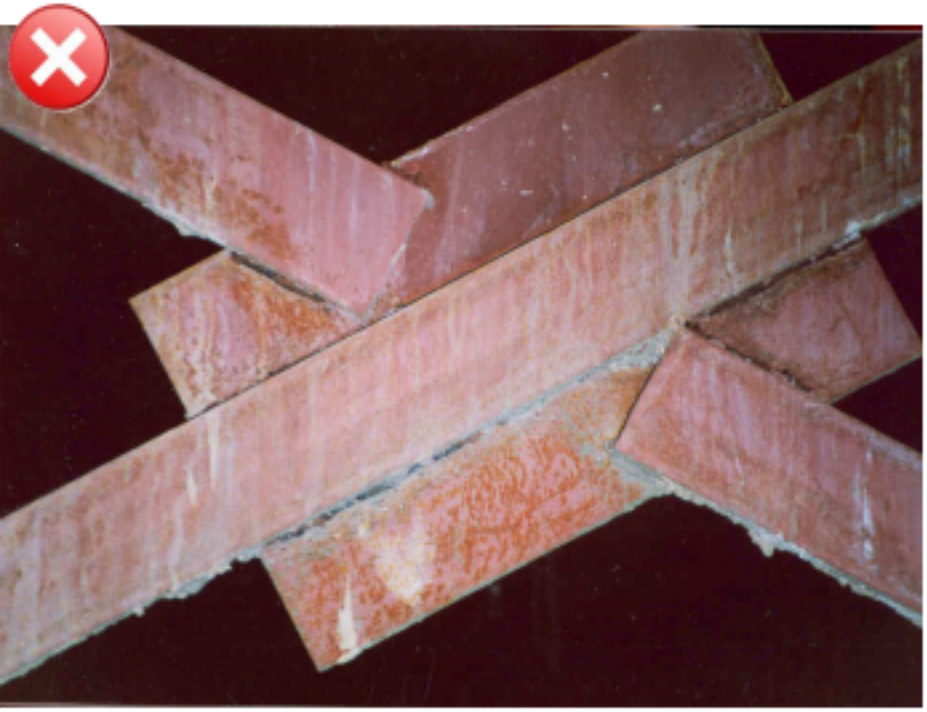
- **مشکل اجرایی:**
  - اندازه نامناسب ورق اتصال
  - طول جوش کم



مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - زاویه نامناسب ورق اتصال
  - طول جوش کم
  - کیفیت جوش نامناسب



مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - اجرای غیر فنی اتصال همگرایی مهاربند

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم همگرایی اعضای مهاربند ضربدری
- اندازه نامناسب ورق اتصال
- کیفیت جوش نامناسب
- استفاده از پروفیل مستعمل با زنگ زدگی زیاد

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - عدم همگرایی اعضای مهاربند ضربدری
  - عدم رعایت اثر میان قاب

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - عدم همگرایی اعضای مهاربند ضربدری
  - عدم رعایت اثر میان قاب

مهاربند همگرای قطری

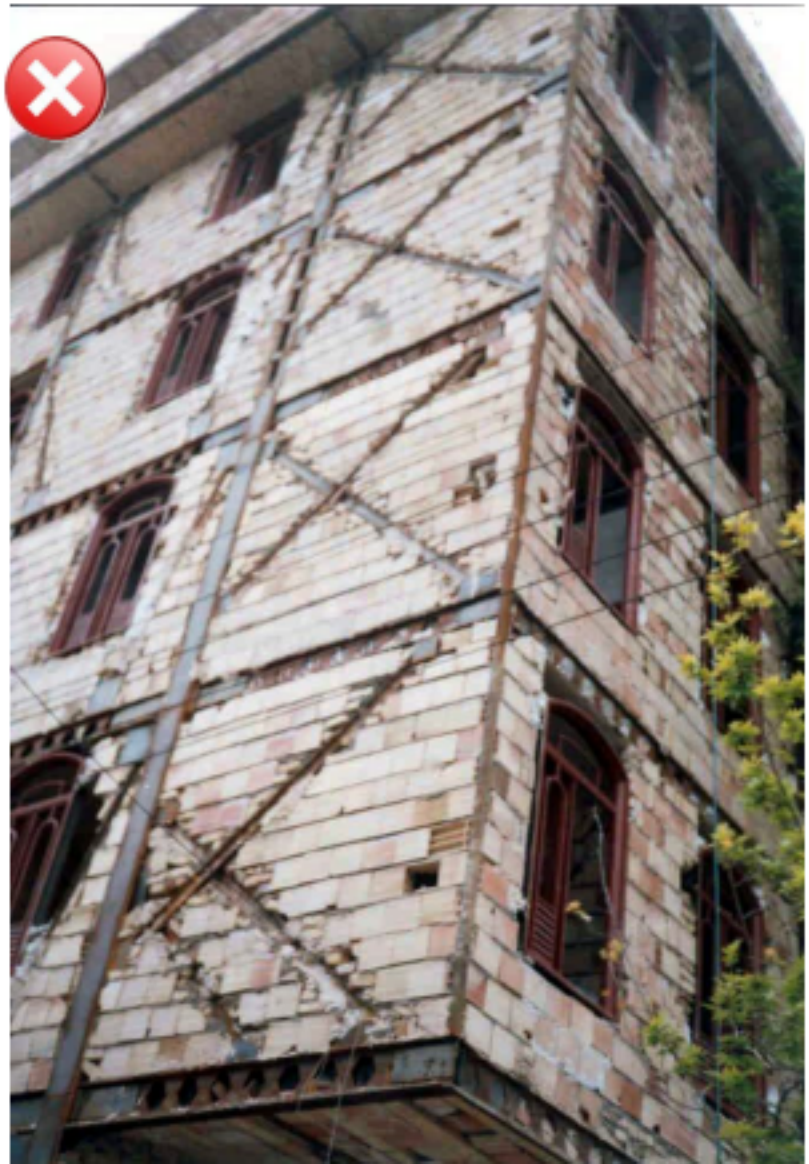
مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اجرای کنسول بلند بدون تمهیدات لازم
- استفاده از نوعی مهاربند نامتعارف
- استفاده از تیر لانه زنبوری
- عدم اتصال به گره ستون
- عدم رعایت اثر میان قاب

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی



مشکل اجرایی:

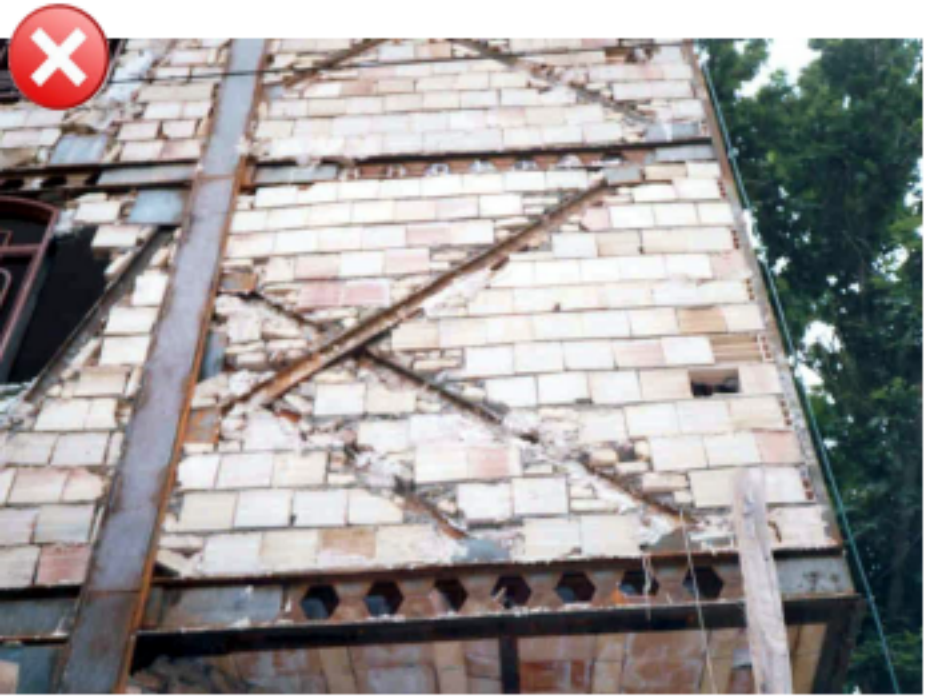
- اجرای کنسول بلند بدون تمهیدات لازم
- استفاده از نوعی مهاربند نامتعارف
- استفاده از تیر لانه زنبوری
- عدم اتصال به گره ستون
- عدم رعایت اثر میان قاب

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- اجرای کنسول بلند بدون تمهیدات لازم
- استفاده از نوعی مهاربند نامتعارف
- استفاده از تیر لانه زنبوری
- عدم اتصال به گره ستون
- عدم رعایت اثر میان قاب



مهاربند همگرای قطری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - استفاده از نوعی مهاربند نامتعارف برای رفع مشکلات معماری

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از نوعی مهاربند نامتعارف برای رفع مشکلات معماری
- عدم اتصال ورق اتصال به ستون

مهاربند ضربدری

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از نوعی مهاربند نامتعارف برای رفع مشکلات معماری
- عدم اتصال ورق اتصال به ستون

مهاربند همگرای شورون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اجرای مناسب مهاربند شورون
  - همگرا بودن امتداد مهاربندها و محور تیر

مهاربند همگرای شورون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اجرای مناسب مهاربند شورون
  - همگرا بودن امتداد مهاربندها و محور تیر
  - همگرا بودن امتداد مهاربندها و گره ستون

مهاربند همگرای شورون

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - عدم اجرای تقویت تیر پیوند

مهاربند همگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل:

- گسیختگی از مقطع خالص مهاربند بر اثر زلزله

توصیه:

- عدم استفاده از پروفیل مستعمل با وضعیت زنگ زدگی نامناسب
- اجرای اتصال به صورت کشیده شده
- اجرای رنگ یا پوشش مناسب جهت مقاومت در برابر خوردگی و زنگ زدگی

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

مهاربندهای واگرا

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اجرای مناسب مهاربند واگرا
  - اجرای تقویت تیر

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اجرای مناسب مهاربند واگرا
  - تقویت برشی تیر

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اجرای مناسب مهاربند واگرا
  - تقویت برشی تیر
  - همگرا بودن محور مهاربند و گره ستون

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه اجرای مناسب مهاربند واگرا
  - تقویت برشی تیر
  - همگرا بودن محور مهاربند و گره ستون

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- نمونه جزئیات تقویتی تیر پیوند

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از انواع مهاربند در قاب (طراحی سازه حتما به این صورت نبوده است).
- عدم همگرایی امتداد مهاربند و محور تیر و گره ستون
- عدم رعایت اثر میان قاب
- اتصال به میان ستون (بدون پیش بینی در طراحی).
- عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

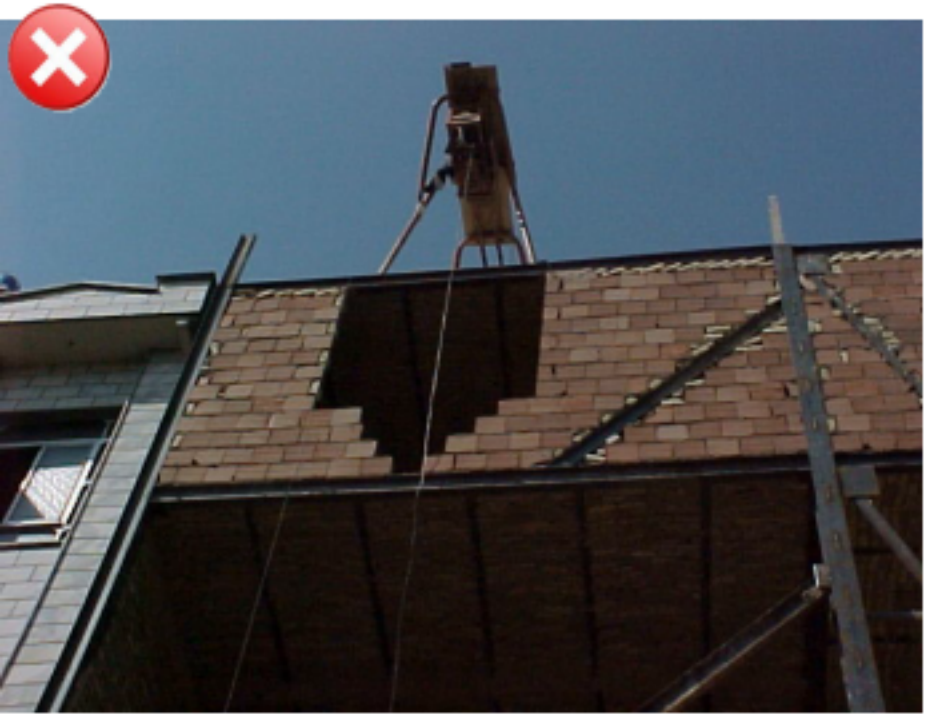
- عدم همگرایی امتداد مهاربند و محور تیر و گره ستون
- عدم رعایت اثر میان قاب
- اتصال به میان ستون (بدون پیش بینی در طراحی).
- عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- عدم همگرایی امتداد مهاربند و محور تیر و ستون
- عدم رعایت اثر میان قاب
- اتصال به میان ستون (بدون پیش بینی در طراحی).



مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از المان مستعمل به عنوان مهاربند.
- ابعاد نامناسب ورق اتصال
- عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند
- عدم همگرایی امتداد مهاربند و محور ستون

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از مهاربند با طول (ارتفاع) نامتعارف
- استفاده از المان مستعمل به عنوان مهاربند.
- عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند
- عدم همگرایی امتداد مهاربند و محور ستون

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - استفاده از المان مستعمل به عنوان مهاربند.
  - عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - ابعاد نامناسب ورق اتصال و طول جوش
  - عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از المان مستعمل به عنوان مهاربند.
- ابعاد نامناسب ورق اتصال
- عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند
- عدم همگرایی امتداد مهاربند و محور ستون

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- استفاده از المان مستعمل به عنوان مهاربند.
- کیفیت نامناسب جوش
- عدم اجرای جزئیات تقویتی تیر پیوند

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- تضعیف ستون از طریق اتصال مهاربند به ستون (در صورت عدم پیش بینی در طراحی)
- اتصال نامناسب اعضای مهاربند (عدم همگرایی در امتداد مرکز ستون).
- استفاده از مهاربند در تیر لانه زنبوری
- در نظر نگرفتن اثر میان قاب

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - اجرای دیتایل ابتکاری و غیرفنی
  - پر کردن فضای مهاربند با آجرچینی
  - اتصال مهاربند به تیر لانه زنبوری

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اجرای درست مهاربند واگرا

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

عملکرد مناسب مهاربندی با خروج از مرکز در ساختمان یک مسجد در تازه آباد

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

مشکل اجرایی:

- ترکیب مهاربندهای قطری و کا شکل (پیش بینی می گردد که مهندس طراح، مهاربند را به این صورت طراحی نکرده است).
- اتصال مهاربند کا به میان ستون بدون پیش بینی در مقطع و اتصالات ستون
- عدم اجرای صحیح مهاربند کا و همگرا نبودن نقاط انتهایی روی تیر

مهاربند واگرا

مدرس: پروفسور محسن گرامی

دیدگاه غیرفنی از مهاربند واگرا

مهاربند زانویی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اجرای مناسب مهاربند زانویی

مهاربند زانویی

مدرس: پروفسور محسن گرامی

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

اثر میان قاب

اثر میان قاب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - در نظر نگرفتن رفتار میان قاب
  - پر کردن فضای مهاربند با دیوار آجری

اثر میان قاب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- **مشکل اجرایی:**
  - در نظر نگرفتن رفتار میان قاب
  - پر کردن فضای مهاربند با دیوار آجری

اثر میان قاب

مدرس: پروفسور محسن گرامی

- مشکل اجرایی:
  - در نظر نگرفتن رفتار میان قاب
  - پر کردن فضای مهاربند با دیوار آجری

اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

طبقه نرم

اشکالات رایج در مرحله طراحی سازه- طبقه نرم

مدرس: پروفسور محسن گرامی

فرو ریزش ساختمان فلزی ۴ طبقه ناشی از طبقه نرم

مسکن مهر – سر پل ذهاب

اشکالات رایج در مرحله طراحی سازه- طبقه نرم

مدرس: پروفسور محسن گرامی

طبقه نرم در یک سازه فلزی

ایجاد دو مفصل در ستونهای یک طبقه و دریفت طبقه تا سرحد تخریب

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان خراسان رضوی

دوره آموزش
اشکالات رایج در اجرای سازه های فولادی

دکتر محسن گرامی – پاییز ۱۴۰۱