

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خوشگاه تفصلي مهندسي عمران

اجرای ساختمان های فولادی

جواد رزاقی

استادیار گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه گیلان

مراجع

۱. مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمانی ایران، وزارت مسکن و شهرسازی
۲. مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمانی ایران، وزارت مسکن و شهرسازی
۳. آیین نامه اتصالات در سازه های فولادی، نشریه شماره ۲۶۴ سازمان برنامه
۴. آیین نامه جوشکاری ساختمانی ایران، نشریه شماره ۲۲۸ سازمان برنامه
۵. راهنمای جوش و اتصالات جوشی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان
۶. تجهیز و سامان دادن کارگاه جوشکاری، نشریه شماره ۲۱ سازمان برنامه
۷. طرح، محاسبه و اجرای کف ستونها، مرحوم دکتر قالیبافان
۸. اصول نوین جوشکاری، اردشیر هنربخش

مزایای سازه های فولادی

مزایای سازه های فولادی ناشی از عوامل زیر است:

۱. مشخصات عالی فولاد
 ۲. تقسیم مناسب کار (ساخت در کارخانه و نصب در محل)
- مهم ترین این مزایا عبارتند از:

• مقاومت بالا

- امکان اجرای سازه های با وزن کمتری
- پایین آمدن وزن مرده سازه و اقتصادی شدن طرح
- مناسب بودن برای دهانه ها و ابعاد بزرگ

• ضریب ارتجاعی زیاد

- تامین سختی (EI) زیاد با حداقل مصرف مصالح
- ظریف بودن اعضا و اشغال فضای کم در سازه

مزایای سازه های فولادی

• شکل پذیری بالا

- انطباق بسیار خوب بر فرضیات محاسباتی و قانون هوک
- قابلیت بسیار خوب جذب انرژی ناشی از بارهای دینامیکی
- عملکرد عالی در برابر بارهای پیش بینی نشده
- عدم بروز خرابی و گسیختگی ناگهانی
- خودیاری مصالح در جهت متعادل نمودن تنش ها (زیرکی مصالح)
- ایجاد ظرفیت مقاومتی اضافی در سازه

• مرغوبیت ساخت

- کیفیت بالا و همگن تر بودن مصالح بدلیل ساخت در کارخانه
- اطمینان بیشتر از مشخصات مکانیکی، استفاده از ضرایب اطمینان کمتر
- کاهش هزینه و زمان جهت آزمایشات کنترل کیفیت مصالح

مزایای سازه های فولادی

• سرعت اجرا

- استفاده از خاصیت پیش ساختگی
- بازگشت سرمایه در زمان کوتاه تر

• مزایای معماری

- ظریف بودن قطعات
- سهولت ایجاد فرم های خاص و پیچیده و متنوع

• مزایای زیست محیطی

- قابلیت بازیافت مصالح
- وارد آمدن آسیب کمتر به منابع طبیعی

• سهولت توسعه، تقویت و تعمیر سازه

معایب سازه های فولادی

۱- مقاومت کم در برابر خوردگی

۲- مقاومت کم در برابر حریق

۳- ایمنی کم در مرحله اجرا

۴- نیاز به دقت بالا در هنگام نصب

۵- محدودیت نسبی در ابعاد مقاطع

۶- عوارض ناشی از خستگی

مقاومت کم در برابر خوردگی

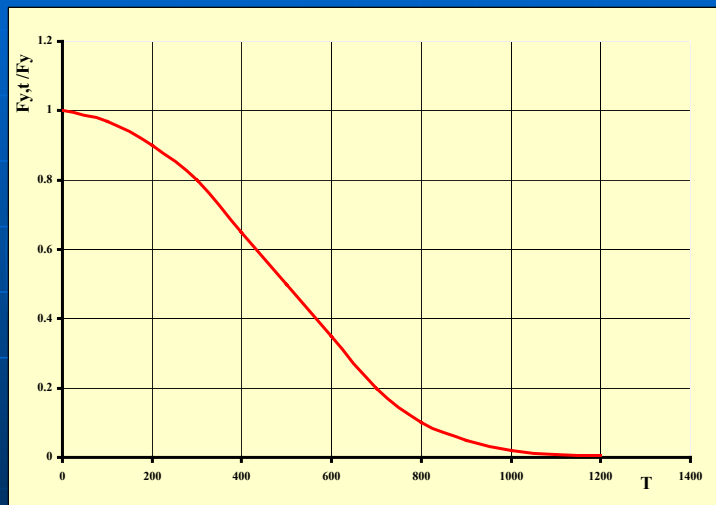


گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

پوسیدگی شدید سازه فولادی

اجرای سازه های فولادی

مقاومت کم فولاد در برابر حریق



گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

منحنی کاهش مقاومت جاری شدن بازا افزایش دما

اجرای سازه های فولادی

مقاومت کم در برابر حریق



پوشش های مخصوص جهت محافظت در برابر حریق و خوردگی

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

9

اجرای سازه های فولادی

ایمنی کم در مراحل اجرایی

- خطرات ناشی از سقوط و پرتاب قطعات فلزی
- خطرات مربوط به سقوط از ارتفاع
- خطرات مربوط به برق گرفتگی (در حین جوشکاری)
- خطرات ناشی از اشعه (در حین جوشکاری)
- خطرات مربوط به ناپایداری اسکلت در مرحله نصب

نیاز به دقت بالا در هنگام نصب

- لزوم استفاده از پرسنل کارآموده
- لزوم تهیه نقشه های دقیق کارگاهی با مقیاس مناسب
- نیاز به کنترل های متعدد در مراحل مختلف اجرایی
- افزایش هزینه تمام شده

محدودیت های نسبی در ابعاد مصالح

- تاثیر پذیری جزئیات طراحی از مقاطع متداول در بازار آهن آلات
- اجبار به استفاده از مقاطع مرکب در غیاب پروفیل های استاندارد
- افزایش زمان و هزینه اجرا جهت ساخت مقاطع مرکب
- افزایش آسیب پذیری ناشی از کیفیت نامناسب اتصالات

عوارض ناشی از خستگی

در اثر اعمال بارهای تکراری (از نظر شدت و علامت) استحکام فولاد پایین آمده و مصالح دچار خرابی از نوع ترد شکنی میشود



گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

خرابی پل میسوری آمریکا ناشی از قیدیده خستگی در اتصالات

اجرای سازه های فولادی

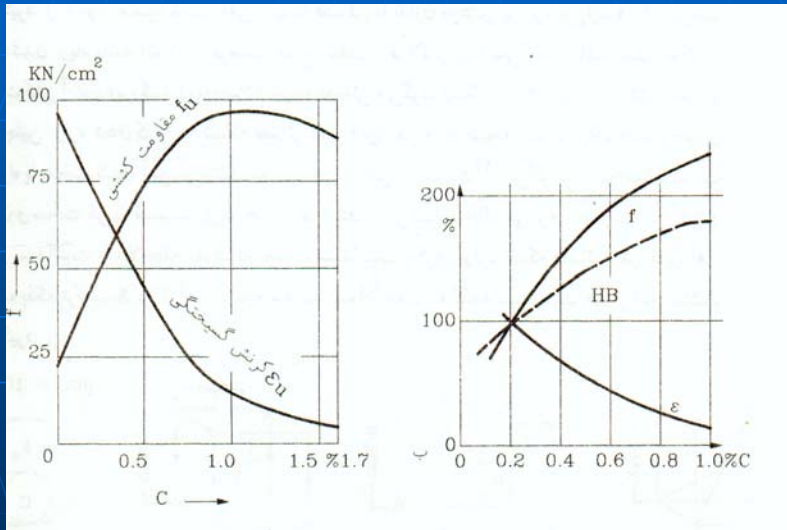
فولاد ساختمانی

در ساختمان سازی آهن در حالت خام مورد استفاده قرار نمیگیرد و با افزودن آلیاژهای مختلف به مصرف میرسد، **کربن** مهمترین عنصر آلیاژی آهن است که با تغییر مقدار آن کلیه خواص فولاد عوض میشود.

افزایش میزان کربن در فولاد سبب:

- **بالا رفتن** مقاومت (f) ، حد خطی و سختی (HB)
- پائین آمدن کرنش (ϵ) ، شکل پذیری، جوش پذیری ، مقاومت در برابر نیروهای ضربه ای، دینامیکی و ارتعاشی میشود.

فولاد ساختمانی



روابط بین مشخصات فولاد و درصد کربن

فولاد ساختمانی

تقسیم بندی انواع فولاد بر حسب درصد کربن:

- فولاد نرمه معمولی برای مصارف ساختمانی (0.1-0.3) %
- فولاد با کربن متوسط، فولاد اعلای ساختمانی (0.3-0.6) %
- فولاد پر کربن، فولاد ابزار (0.6-1.7) %

فولاد با کربن زیاد در ساخت وسایل اتصال پیچ، ابزار ماشین کاری، اره، فنر، ساچمه و امثال آن بکار میرود.

سایر ترکیبات مهم شامل:

منگنز (جهت افزایش استحکام و سختی)

سیلیسیوم (برای افزایش استحکام و مقاومت در برابر سایش)

ونیکل، کرم، مس، تیتانیوم، تنگستن و ... میباشند که سبب بالا رفتن استحکام، شکل پذیری و مقاومت در برابر خوردگی میشود.

ناخالصی های مضر فولاد **گوگرد** و **فسفر** اند (سبب ترد شدن فولاد میشوند).

شکل دهی سرد

شکل دهی سرد در ساخت میلگرد و همچنین مقاطع فولادی سبک بکار میرود. پس از عمل شکل دهی، فلز به حالت اولیه برنمیگردد و در آن تغییرشکلهای غیر ارتجاعی بوجود میآید.

تأثیرات شکل دهی سرد :

- **کاهش** کرنش گسیختگی و شکل پذیری فولاد،
 - **افزایش** شکنندگی و حد جاری شدن فولاد (در پروفیل های سبک افزایش مقاومت جاری شدن فولاد فقط در محل خم ها روی میدهد).
 - در فولاد های سرد فرم داده شده، **پدیده پیری مصالح** (از دست رفتن مقاومت در طول زمان) نیز مشاهده میشود.
معایب فوق میتواند با انتخاب روش تولید مناسب کاهش یابد.
- به دلیل **کاهش جوش پذیری** در محل های خم شده، جوشکاری در این نقاط فقط با اتخاذ تدابیر خاص مجاز است.

فولاد ساختمانی

مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی :

$$\text{St 37} \rightarrow F_y = 2.30 \text{ t/cm}^2 ; F_u = 3.4 \sim 4.7 \text{ t/cm}^2$$

$$\text{St 44} \rightarrow F_y = 2.70 \text{ t/cm}^2 ; F_u = 4.1 \sim 4.5 \text{ t/cm}^2$$

$$\text{St 52} \rightarrow F_y = 3.50 \text{ t/cm}^2 ; F_u = 4.9 \sim 6.3 \text{ t/cm}^2$$

مشخصات نورد ذوب آهن اصفهان در مورد پروفیل های تا IPE180 مطابق آئین نامه روسی (GOST) و در خصوص نیمرخ های جدید براساس آیین نامه های ISO یا DIN میباشد.

مشخصات نورد ذوب آهن اهواز براساس آئین نامه DIN میباشد.

انواع پیچ ها

- انواع پیچ ها
- پیچ های معمولی
- پیچ های اعلاء

انواع پیچ ها طبق استاندارد های ISO و یا DIN
پیچ های معمولی:

گروه مقاومتی 5.6, 4.6 (عدد اول F_u برحسب t/cm^2 و حاصل ضرب قسمت اعشاری در عدد صحیح مقدار F_y را بیان می کند)

پیچهای اعلاء:

گروه مقاومتی 12.9, 10.9, 8.8

پیچ های طبق استاندارد ASTM
A325, A490

A325 مشابه گروه مقاومتی 8.8 بوده و A490 مشابه 10.9 است.

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

مدارک فنی

هر ساختمان فولادی به تناسب اهمیت خود باید دارای مجموعه ای از

- نقشه های محاسباتی
- نقشه های کارگاهی
- نقشه های نصب

و مدارک مربوط به مشخصات فنی خصوصی باشد.

نقشه های کارگاهی و نقشه های نصب میتوانند به تناسب عملیات اجرایی تهیه و به نظارت تحویل شوند که پس از بررسی از نظر کامل بودن اطلاعات اجرایی و عدم وجود ایرادات فنی، تصویب و ابلاغ میشوند.

مشخصات فنی خصوصی باید حاوی کلیه اطلاعات لازم برای اجرای پروژه با کیفیت صحیح و مطلوب باشد که ممکن است در حاشیه نقشه ها قید شده یا در دفترچه های جداگانه به سازنده تحویل شود.

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

مدارک فنی

نقشه های محاسباتی:

در این نقشه ها مشخصات کلیه اعضاء ، فواصل ، ترازها و ابعاد کلی سازه در آن قید میشوند به نحوی که با استناد به آنها نقشه های کارگاهی قابل تهیه میباشند. این نقشه ها حاوی اطلاعات کلی در مورد اتصالات جوشی و پیچی و سایر اطلاعات ضروری مهندسی میباشند.

نقشه های کارگاهی:

براساس نقشه های محاسباتی و برای سهولت اجرا تهیه میشوند. جزئیات این نقشه ها مفصل تر است، برای هر عضو یک شماره تعیین شده که جزئیات دقیق با مقیاس مناسب برای آن رسم میشود. کلیه اتصالات با ذکر جزئیاتی مانند ابعاد و نوع جوشها یا تعداد و اندازه و نوع پیچها ارائه میشود. لیستوفر قطعات ضمیمه نقشه های کارگاهی است.

نقشه های نصب:

توسط سازنده اسکلت تهیه و برای نصب اعضاء در پای کار استفاده میشوند. این نقشه ها دارای اطلاعات کافی در مورد نصب هر قطعه و موقعیت آن نسبت به قطعات دیگر است.

مدارک فنی

مشخصات فنی خصوصی شامل:

مشخصات مصالح:

شامل مشخصات مواد مصرفی پروژه شامل قطعات فولادی، پیچ ها و مهره ها، واشرها، واشرهای نشانگر مستقیم کشش (DTI)، الکترودها و برشگیرها میباشند.

دستور العمل ها :

- دستور العمل بستن پیچ و مهره ها، روشهای اجرای پیش تنیدگی در اتصالات اصطکاکی مانند روش چرخش مهره، آچار کالیبر، پیچ یا قطعه جداشونده (TC)، نشانگر های مستقیم کشش (DTI)
- مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS) شامل مشخصات فنی فولادی که جوشکاری میشود، نوع اتصال، مشخصات جوش ، مشخصات کامل روش جوشکاری ، نوع و مشخصات الکتروود ، جریان و منبع تغذیه و سایر اطلاعات وابسته میباشند.
- دستور العمل بازرسی شامل روشهای بازرسی و کنترل مواد و اتصالات است.
- سایر دستور العمل های لازم برای اجرای کلیه

اجرای سازه های فولادی

مراحل مختلف اجرایی شامل قسمت های زیر است:

۱. شالوده ریزی



اجرای سازه های فولادی

۲- ساخت



اجرای سازه های فولادی

۳- نصب



جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

شالوده ریزی

• مسائل مهم در اجرای شالوده های سازه های فولادی

• تامین دقت لازم

- قرار گیری محور بولتها در محل لازم در پلان (تolerانس مجاز = ۳ م م)
- قرار گیری بولتها در تراز ارتفاعی لازم (تolerانس مجاز = ۵ م م)

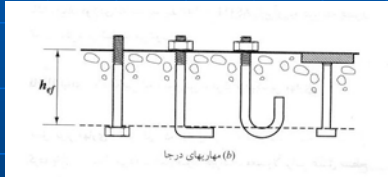
• تامین مقاومت لازم

- تامین مقاومت مناسب بتن
- اجرای صحیح و تامین مقاومت مناسب اجزای فلزی شامل کف ستون و اتصالات آن

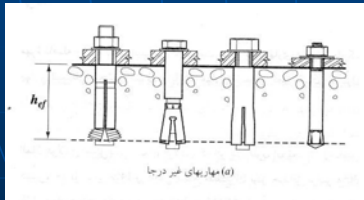
انواع پیچ های مهاری (بولتها)

- تقسیم بندی بولتها از نظر نحوه نصب

- درجا (نصب قبل از بتن ریزی)



- غیر درجا (نصب بعد از بتن ریزی)



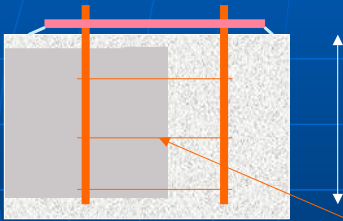
انواع پیچ های نهاری (بولتها)

- پیچ مهاری ساده
- پیچ مهاری با قلاب انتهایی
- پیچ مهاری با حکم ۳۰ درجه
- پیچ مهاری با مهره انتهایی

انواع پیچ های مهاری درجا

• پیچ های مهاری ساده

در ساختمانهای کم اهمیت بکار میرود



• طول مهاری بطور تقریبی: طول مهاری

• آرماتور ساده: $60d$

• آرماتور آچار: $50d$

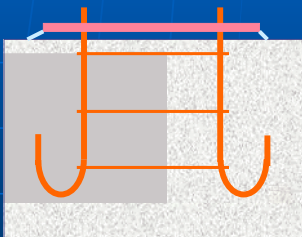
• در صورت استفاده از تنگ

اعداد فوق به 50 و 40 تغییر می یابد

انواع پیچ های مهاری درجا

• پیچ های مهاری با قلاب انتهایی

در ساختمانهای معمولی بکار میرود



• طول مهاری تقریبی:

آرماتور ساده: $50d$

آرماتور آچار: $40d$

• در صورت استفاده از تنگ

اعداد فوق به 40 و 30 تغییر می یابد

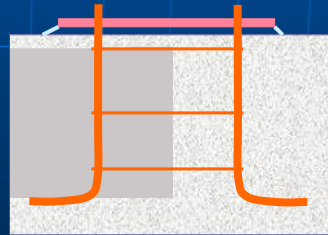
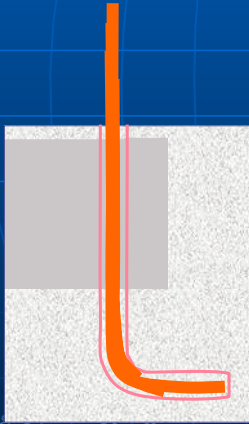
حداقل قطر خم: $6d$ (تا قطر 34 م.م)

حداقل طول مستقیم بعد از خم: $4d$

انواع پیچ های مهاری درجا

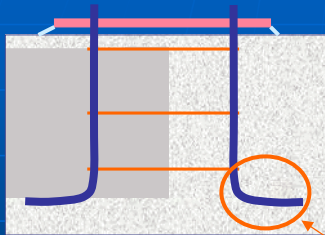
• پیچ های مهاری با خم ۹۰ درجه

در ساختمانهای معمولی بکار میرود
معمولا مقاومت بیرون کشیدگی این پیچها کمتر از مقاومت کششی فولاد است،
برای نیروهای بزرگ توصیه نمیشود.



انواع پیچ های مهاری درجا

• پیچ های مهاری با خم ۹۰ درجه



• طول مهاری* بطور تقریبی برابر $16d$ است.

(با آرماتور آچار آ-۳ و بتن ۳۰۰ و وجود تنگ)

• در صورت عدم استفاده از تنگ، این طول بیشتر از

$20d$ خواهد شد.

* نباید کمتر از ۵۰ سانتیمتر باشد.

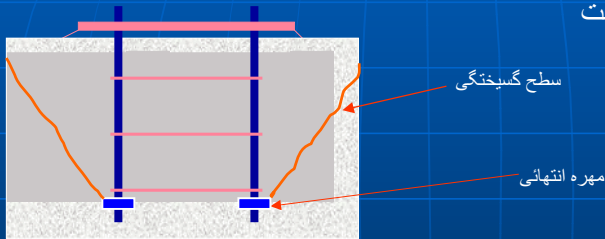
حداقل قطر خم: $6d$ (تا قطر ۳۴ م.م)

حداقل طول مستقیم بعد از خم: $12d$

انواع پیچ های مهاری درجا

• پیچ های مهاری با مهره انتهائی

بولتها دو سر رزوه بوده و برای نیروهای کششی متوسط و سنگین مناسب است



طول مهاری براساس آیین نامه بتن تعیین شده و بستگی دارد به: مقاومت بتن، مقاومت فولاد، فاصله مهره تا لبه، وضعیت بتن در هنگام بارگذاری (وجود ترک) و ...

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

• انواع پیچ های مهاری غیر درجا (نصب بعد از بتن ریزی)

- پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب
- پیچ مهاری کلنگی
- پیچ مهاری کاشتنی

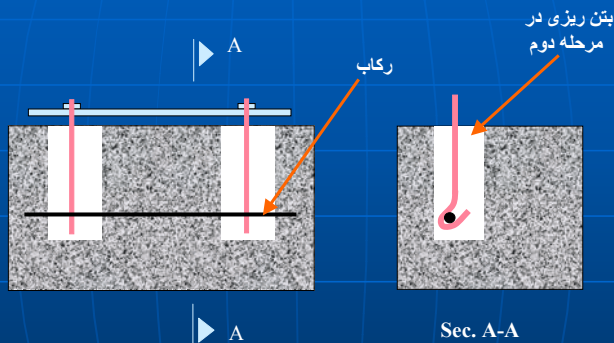
انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری با قالب انتهائی و رکاب

از این پیچ ها در موارد وجود نیروهای کششی بزرگ استفاده میشود.
نحوه اجرا: در محل های لازم بوسیله قالب بندی با چوب، فلز یا پلاستوفوم (موسوم به جعبه) ، فضای مربوط به محل نصب پیچ های مهاری جاسازی میشود. میلگرد “ رکاب “ در داخل پی قرار داده شده و سپس بتن ریزی انجام میشود.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

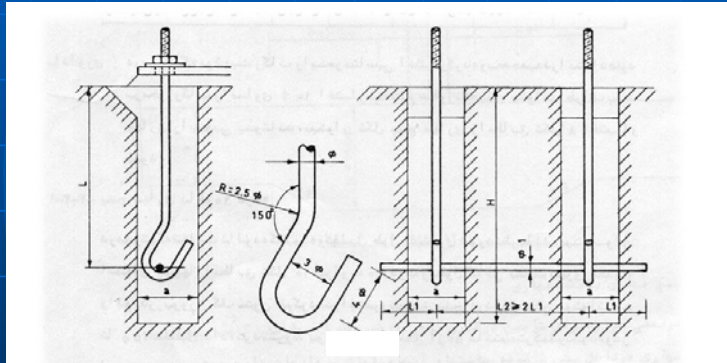
- پیچ مهاری با قالب انتهائی و رکاب



بعد از بتن ریزی پی، بولتها در فضای خالی تعبیه شده در بتن نصب و سپس در بتن ریزی مرحله دوم، فضای جعبه با بتن پر میشود.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب



ابعاد و مشخصات اجرائی پیچ های با قلاب و رکاب

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری با قلاب انتهائی و رکاب

مشخصات و ابعاد پیچ مهاری با قلاب انتهائی

ابعاد حداقل عمده		ابعاد حداقل و مشخصات رکاب		مشخصات پیچ مهاری		
H	a	L ₁	L	قطر پیچ	طول پیچ در داخل بتن	قطر خارجی پیچ
۴۰۰	۱۲۰	۲۰۰	۲۵۰	۲۰	۳۵۰	۱۶
۲۵۰	۱۳۰	۲۵۰	۳۰۰	۲۰	۴۱۵	۱۸
۵۲۵	۱۴۰	۲۵۰	۳۵۰	۲۵	۴۸۰	۲۰
۵۷۵	۱۵۰	۳۰۰	۴۰۰	۲۵	۵۴۰	۲۲
۶۵۰	۱۷۰	۳۰۰	۴۵۰	۳۰	۶۱۰	۲۵
۷۰۰	۱۹۰	۳۵۰	۵۰۰	۳۰	۶۸۰	۲۸
۷۷۵	۲۰۰	۳۵۰	۵۵۰	۳۲	۷۴۰	۳۰
۸۲۵	۲۲۰	۴۰۰	۶۰۰	۳۲	۸۰۰	۳۲

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

• پیچ مهاری کلنگی

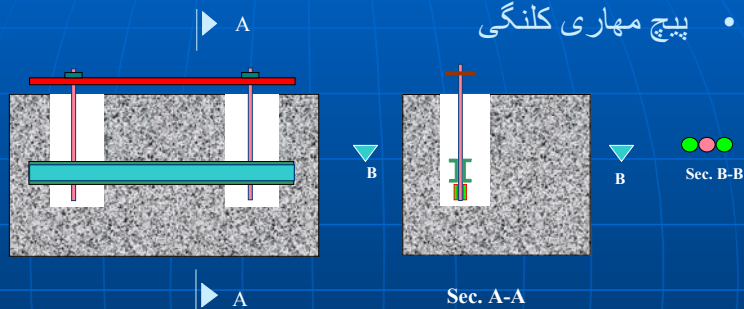
از این پیچ ها در موارد وجود نیروهای کششی بسیار بزرگ استفاده میشود.

نحوه اجرا: مانند پیچ های با قلاب انتهائی و رکاب، در محل های لازم فضای مربوطه با قالب بندی تعبیه میشود،

جای رکاب از پروفیل ناودانی استفاده میشود و سپس بتن ریزی انجام میگردد.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

• پیچ مهاری کلنگی



در انتهای بولت از زائده هائی (معمولا به قطر خود بولت) استفاده میشود. جهت کنترل راستای آنها در حین نصب و نیز جهت حمل بولتها در بالای بولت یک قلاب همراستا با زائده های انتهائی بکار میرود.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا

- پیچ مهاری کاشتنی

این نوع بولتها در موارد نیاز به دقت زیاد در نصب و در عین حال وجود نیروهای بزرگ کششی استفاده می شود.

نحوه اجرا: بعد از بتن ریزی اصلی ، بوسیله دریل، محل بولت سوراخ شده و سپس بولت جاگذاری میشود.

انواع مختلف این بولتها شامل بولتهای ساده که بوسیله چسب های مخصوص به جداره سوراخ متصل میشوند و بولتهای دارای مهار مکانیکی مخصوص میباشند.

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



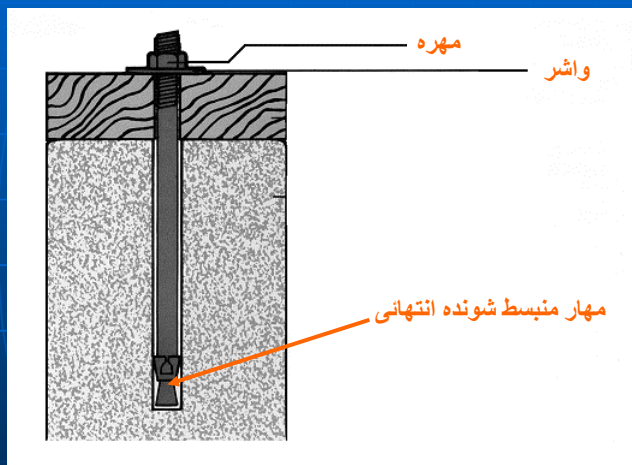
بولتهای غیر درجا (کاشتنی)

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



اجرای بولتهای غیر درجا (کاشتنی)

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



بولت کاشتنی با مهاری مکانیکی

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



بولت کاشتنی با مهار مکانیکی

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

47

اجرای سازه های فولادی

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



پوشش زانده انتهایی جهت مرحله نصب

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

48

مهار مکانیکی انتهایی

اجرای سازه های فولادی

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



سوراخ ایجاد شده

سوراخ کاری بتن فونداسیون

انواع پیچ های مهاری غیر درجا



سیستم ویژه مهره سر بولت



کارگذاری بولت

شالوده ریزی

• روشهای مختلف نصب کف ستون

• روش صنعتی، اتصال ستون به کف ستون در کارخانه

• روش سنتی ، اتصال ستون به کف ستون در پای کار

شالوده ریزی

• روشهای مختلف نصب کف ستون

- روش صنعتی، اتصال ستون به کف ستون در کارخانه
- روش سنتی، اتصال ستون به کف ستون در پای کار

روش صنعتی اجرای کف ستون

مراحل کار:

نصب میل مهار ها و بتن ریزی پی،

- تثبیت بولتها با شابلن، مهار به شبکه آرماتوربندی، قالب، قطعات کارگذاشته شده در بتن مگر، خرک و یا سایر سیستم ها در مورد بولتهای با ابعاد بزرگ

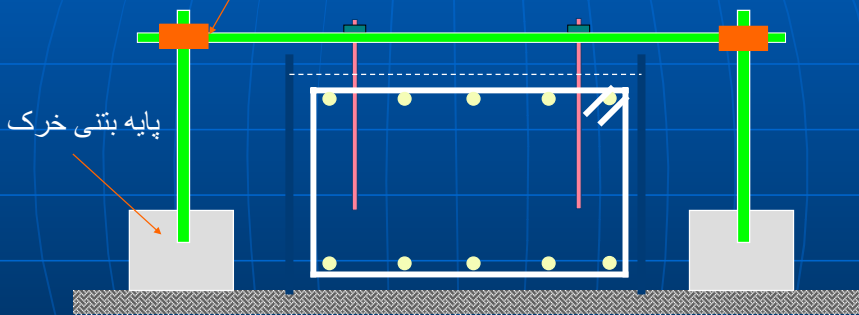
روش صنعتی اجرای کف ستون



نصب بولت با استفاده از سیستم نگهدارنده فلزی

روش صنعتی اجرای کف ستون

خرک ساخته شده از لوله و بست دار بستنی
یا نبشی و اتصالات پیچی



نصب بولت با استفاده از خرک

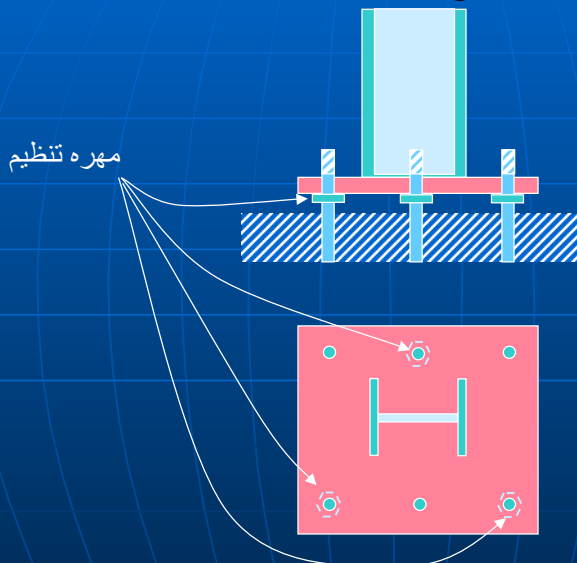
روش صنعتی اجرای کف ستون

مراحل کار (ادامه)

اتصال ستون به کف ستون در کارخانه

- انجام کلیه اتصالات، (جهت سهولت نصب گشادتر کردن سوراخ ها حداکثر تا ۳ س.م.بیش از قطر بولت مجاز است)

روش صنعتی اجرای کف ستون



نصب کف ستون با سه مهره غیر در یک امتداد

روش صنعتی اجرای کف ستون

مراحل کار (ادامه)

گروت ریزی زیر کف ستون با دوغاب

- ملات یا بتن ساخته شده با مواد منبسط شونده

روش صنعتی اجرای کف ستون



با گروت پرمیشود

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

روش صنعتی اتصال ستون به کف ستون

اجرای سازه های فولادی

روش صنعتی اجرای کف ستون



پد گذاری برای نصب ستون

آماده گروت ریزی

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

روش صنعتی اتصال ستون به کف ستون، استفاده از پدستال، نصب با پد گذاری

اجرای سازه های فولادی

روش صنعتی اجرای کف ستون



گروت ریزی لازم است

اجرای سازه های فولادی گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی روش صنعتی اتصال ستون به کف بتون، استفاده از پدستال

روش صنعتی اجرای کف ستون

مراحل کار (ادامه)

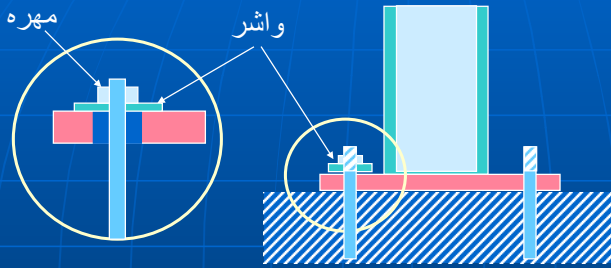
- برداشتن پد ها و گوه ها یا دور کردن مهره ها از زیر کف ستون، و گروت ریزی فضای باقیمانده،

تثبیت کف ستون

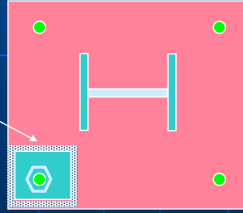
- واشر گذاری در محل سوراخ های گشاد شده (با ورق ضخامت حداقل ۱۰ م.م.)

- آچارکشی نهائی مهره ها، جلوگیری از شل شدن با خال جوش یا استفاده از دو مهره روی هم که درخلاف جهت همدیگر بسته میشوند.
- اجرای بتن محافظتی روی کف ستون با موادمبسط شونده

روش صنعتی اجرای کف ستون



جوش گوشه دورادور



واشر گذاری زیر مهره ها

روش صنعتی اجرای کف ستون



بتن حفاظتی روی کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار:

نصب میل مهارها

- تثبیت بولتها با استفاده از کف ستون اصلی به عنوان شابلن
- مهار بولتها در عمق پی با استفاده از حداقل ۳ تنگ

روش سنتی نصب کف ستون



روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار (ادامه):

بتن ریزی

- ایجاد فاصله از سطح بتن تا زیر کف ستون
- توجه ویژه به تراکم بتن در زیر کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون



فضای خالی زیر کف ستون برای رگلاژ بعدی

روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار (ادامه)

نصب کف ستون و رگلاژ آن شامل:

- برداشتن شابلن
- دوغاب ریزی روی بتن
- اجرای ماهیچه بتنی

روش سنتی نصب کف ستون



فضای خالی زیر کف ستون

روش سنتی نصب کف ستون



آماده سازی جهت اجرای مالمیچه زیر کف ستون گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

روش سنتی نصب کف ستون



اجرای مالمیچه بتنی زیر کف ستون

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

روش سنتی نصب کف ستون



رگلاژ نهائی کف ستون

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

روش سنتی نصب کف ستون

مراحل کار (ادامه)

نصب ستون و اجرای اتصالات مربوط به سخت کننده

تثبیت کف ستون

- و اشر گذاری در محل سوراخ های گشاد شده
- آچارکشی نهائی و فیکس کردن مهره ها
- اجرای بتن محافظتی

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

مرحله ساخت

عملیات ساخت شامل موارد زیر است:

- تهیه مصالح
- تهیه نقشه های کارگاهی
- برش قطعات
- گرد هم آوردن، اتصال و ساخت اعضا مثل: ستونها، خرپاها، شاهتیرها و اتصال قطعات لازم مانند ورق های اتصال بادبند، نبشی های نشیمن و ..

کنترل کیفی مصالح

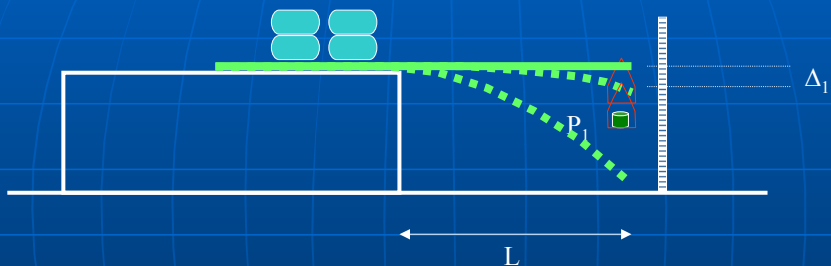
تهیه مصالح

کنترل های لازم :

- کنترل کیفی مصالح شامل:
 - کنترل مشخصات مکانیکی فولاد
 - کنترل مشخصات مکانیکی پیچ ها، مهره و واشر ها
 - کنترل مشخصات الکتروود ها
 - کنترل مشخصات گل میخ ها و سایر مصالح مورد استفاده

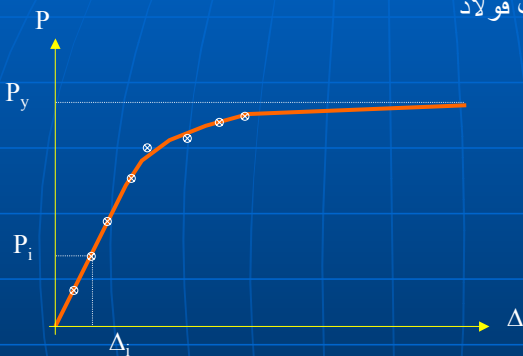
کنترل کیفی مصالح

آزمایش کارگاهی تعیین مقاومت فولاد



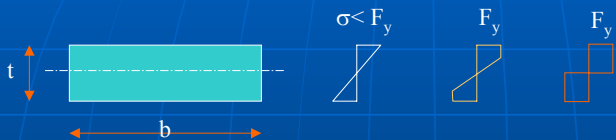
کنترل کیفی مصالح

آزمایش کارگاهی تعیین مقاومت فولاد



کنترل کیفی مصالح

آزمایش کارگاهی تعیین مقاومت فولاد



$$M_{ext} = P_y L$$

$$M_{int} = 2F_y (bt/2)(t/4)$$

$$M_{ext} = M_{int} \Rightarrow P_y L = 2F_y (bt/2)(t/4)$$

$$F_y = \frac{4P_y L}{bt^2}$$

کنترل کیفی مصالح



خرابی و انهدام پیچ با کیفیت نامرغوب

کنترل کیفی مصالح

کنترل مشخصات الکترودها:

استاندارد AWS 1.1 با استاندارد ۸۷۱ ایران

ای آر ۱۲

مطابقت با استاندارد AWS 1.1

مطابقت با استاندارد AWS 1.1

جدول اول: مشخصات فیزیکی الکترودها

طول الکترودها (mm)	قطر الکترودها (mm)	وزن الکترودها (g)
350	2.0	1.5
350	2.5	2.5
350	3.2	4.0
350	4.0	6.0

جدول دوم: مشخصات فیزیکی الکترودها

طول الکترودها (mm)	قطر الکترودها (mm)	وزن الکترودها (g)
350	2.0	1.5
350	2.5	2.5
350	3.2	4.0
350	4.0	6.0

شرکت فولادی الکترودها پارس دارنده گواهینامه ایزو ۹۰۰۱ از طرف آلمان

اجرای سازه های فولادی

کنترل ظاهری مصالح

کنترل مشخصات ظاهری شامل:

- تطبیق ابعاد اجزاء با مقادیر مفروض در طراحی
- بررسی میزان آسیب دیدگی ظاهری

خم شدگی
تاب برداشتن
دندان موشی

تفکیک قطعات آسیب دیده ، عدم استفاده برای اعضاء حساس سازه ای

- بررسی میزان زنگ زدگی و آلودگی قطعات

عدم استفاده از قطعات با زنگ زدگی های شدید در قطعات و اتصالات مهم

کنترل ظاهری مصالح

کنترل مشخصات ظاهری پروفیل ها

الزام به تطبیق مشخصات هندسی پروفیلها با مفروضات طراحی (جدول اشتال).

مشخصات پروفیلهای تولیدی ذوب آهن اصفهان از سایت زیر قابل دریافت است:

<http://www.esfahansteel.com>

ممان ایترسی Jx Cm ⁴	مدول مقطع Wx Cm ³	*وزن یکمتر W Kg	سطح مقطع A cm ²	ابعاد (mm)				ناودانی 16
				ضخامت بال t	ضخامت جان S	عرض بال b	ارتفاع h	
747	93.4	14.20	18.1	8.4	5.0	64	160	ذوب آهن
925	116	18.80	24.0	10.5	7.5	65	160	اشتال

کنترل ظاهری مصالح

کنترل وسایل اتصال شامل:

• الکتروودها

- مناسب بودن نوع الکتروود برای جوشکاری های مربوطه
- سالم بودن روکش
- مرطوب نبودن
- تاریخ مصرف (حداکثر ۶ ماه بعد از تولید)

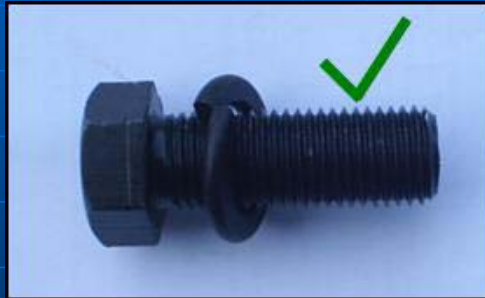
کنترل ظاهری مصالح

کنترل وسایل اتصال (ادامه):

• پیچ و مهره ها:

- مرغوبیت نوع (توجه به گروه مقاومتی پیچ)
- مناسب بودن طول گیر
- مناسب بودن طول و نوع رزوه
- (در میل مهارهای کف ستونها ، سطح مقطع خالص $< 70\%$ سطح مقطع میلگرد اولیه)
- جفت و جور بودن پیچ و مهره

کنترل ظاهری مصالح



کنترل مشخصات پیچ

کنترل ظاهری مصالح

• رفع عیب از مصالح:

- عدم استفاده از مصالح معیوب در قطعات اصلی بخصوص ستونها
- تاب گیری قطعات توسط شعله، چکش کاری، اعمال نیرو توسط جک و..^۱
- تقسیم قطعات معیوب و کاربرد آنها در قطعات کوچکتر
- زدودن زنگ زدگی و آلودگی ها با ماسه پاشی، برس سیمی و..

نقشه های کارگاهی

موارد لازم برای لحاظ کردن در نقشه های اجرایی:

- ۱- تطبیق اندازه های نقشه با مقادیر واقعی و برداشت های محلی
- ۲- اصلاح جزئیات اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبانی طراحی شامل:
 - تعیین ترتیب مناسب اتصال؛ تعیین نوع جوش (در کارخانه یا پای کار)
 - استفاده از پیچ بجای جوش در جزئیات با دسترسی مشکل و نامناسب
 - به حداقل رساندن جوشکاری در محل
- تعیین وضعیت جوش (تخت؛ قائم و..)؛ اولویت دادن به جوشهای تخت و افقی
- ۳- تعیین ابعاد برش ورق ها با توجه به حداقل پرت
- ۴- در نظر گرفتن رواداری های مجاز و لازم برای نصب

نقشه های کارگاهی

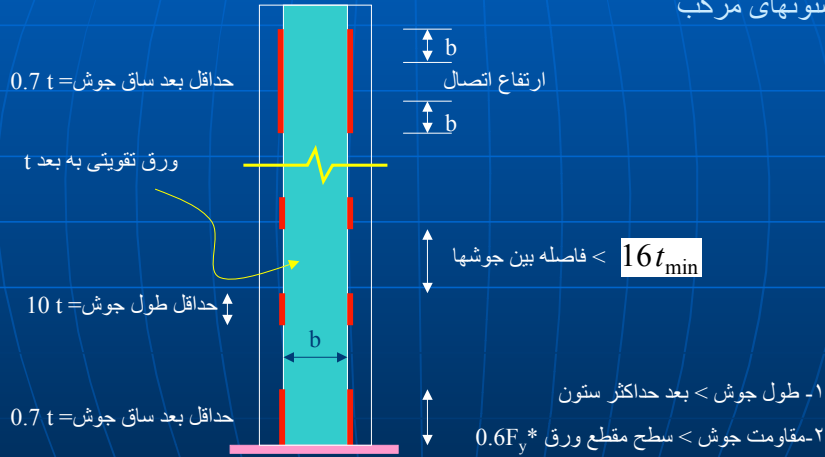
۱- تطبیق اندازه های نقشه با مقادیر واقعی و برداشت های محلی

- توجه به فاصله از پلاک های مجاور و در صورت لزوم اصلاح موقعیت محورهای ساختمان
- توجه به رقوم استقرار پی و در صورت لزوم اصلاح نقشه های ستونها

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبانی طراحی

ستونهای مرکب



نقشه های کارگاهی

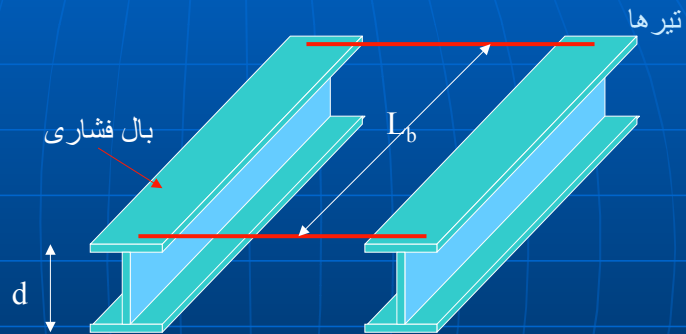
۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبانی طراحی (ادامه)

ستونهای با بست های قطری



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)



$$L_b \leq \text{Min} \begin{cases} 13b_f \\ 583 \frac{A_f}{d} \end{cases}$$

L_b طول مهار نشده بال فشاری ، س.م
 b_f پهنای بال فشاری، س.م
 A_f سطح مقطع بال فشاری، س.م.م
 d ارتفاع کل نیمرخ، س.م

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)



تیرها

کمانش جانبی بال فشاری

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبانی طراحی (ادامه)

تیرها

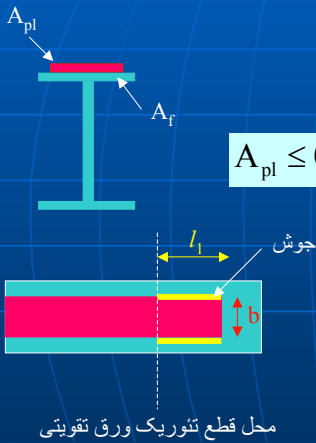
پاره ای از ضوابط تقویت بال تیرها :

حداکثر مساحت ورق تقویتی:

$$A_{pl} \leq 0.7(A_{pl} + A_f)$$

اضافه طول ورقهای تقویتی :

$$l_1 = 2b$$



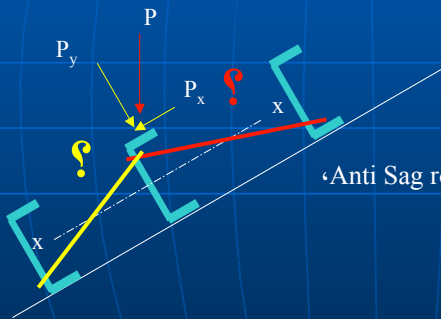
نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبانی طراحی (ادامه)

تیرها

خمش دو محوره:

در مورد پروفیل‌های **نودانی** و **زد** به جهت غالب لنگرها توجه شود.



جهت تعیین نحوه قرار گیری میل مهار ها 'Anti Sag rod'، محاسبه لازم است!!



گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

تأثیر نحوه قرار گیر و همیل مهارها

اجرای سازه های فولادی



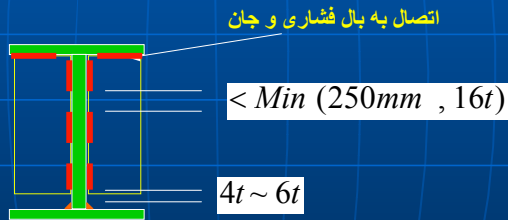
گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

تأثیر نحوه قرار گیر و همیل مهارها

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
تیرها
سخت کننده های عرضی جان



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
تیرهای مرکب

۱. اهمیت نحوه قرار گیری برشگیرها
۲. اهمیت برشگیرهای انتهایی
۳. پوشش بتن روی برشگیر $< ۲,۵$ س.م.
۴. فواصل برشگیرها $> ۸ \times$ ضخامت دال



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
تیرهای مرکب



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی

اتصالات

انواع وسایل اتصال:

- پیچ
- جوش

پیچ: کیفیت تمام شده مطمئن تر، قیمت تمام شده گرانتر، نیاز به اجرای دقیقتر

جوش: کیفیت تمام شده نا مطمئن تر، هزینه تمام شده کمتر، امکان تنوع بیشتر.

انتخاب وسیله اتصال: “جوش در کارخانه – پیچ در کارگاه”

نقشه های کارگاهی

اتصالات



نقشه های کارگاهی

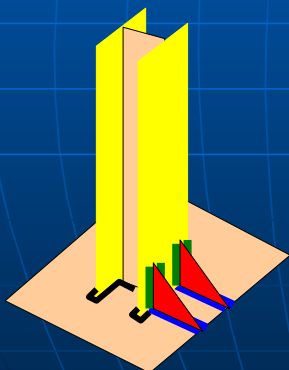
۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی

اتصالات کف ستون

۱- اتصال سخت کننده ها به کف ستون،

۲- اتصال سخت کننده ها به ستون ،

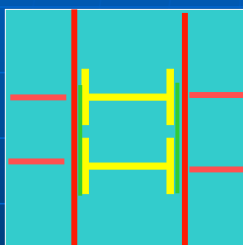
۳- اتصال ستون به کف ستون ،



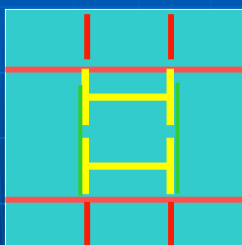
نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

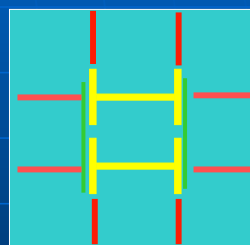
اتصالات سخت کننده های کف ستون



a



b



c

حالات مختلف قرار گیری سخت کننده های کف ستون

حالت a → حداقل مقدار جوشهای ۱ و ۳

حالت c → حداکثر مقدار جوشهای ۱ و ۳

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات سخت کننده های کف ستون



اجرای

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات سخت کننده های کف ستون



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات سخت کننده های کف ستون



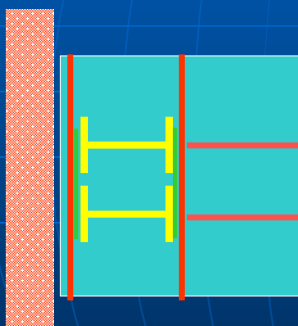
گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

107

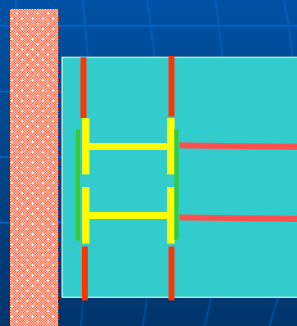
اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات کف ستون کناری



عدم امکان جوشکاری در لبه کناری



امکان جوشکاری بیشتر در لبه

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

108

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات سخت کننده های کف ستون



مروه عمران دانشگاه قیلان - جواد رزاقی

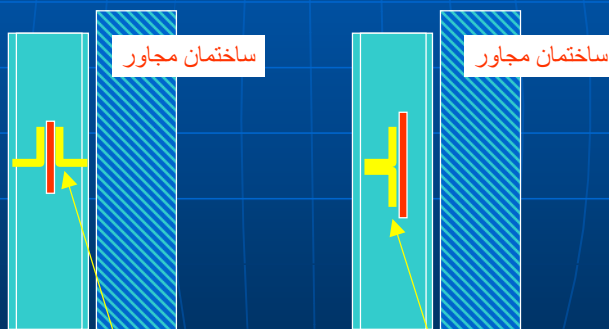
109

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات مهار بندی ها:

لزوم توجه به محدودیت های اجرایی



عدم دسترسی جهت جوشکاری

تغییر مقطع مهار بند جهت تامین دسترسی جوشکاری

مروه عمران دانشگاه قیلان - جواد رزاقی

110

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهار بندی ها



گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

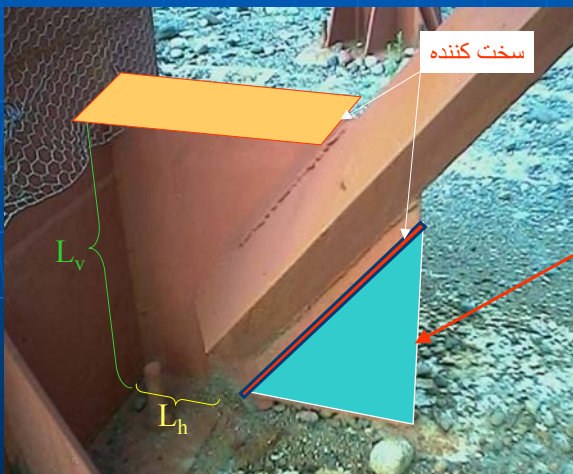
اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهار بندی ها

اصلاح جزئیات با در نظر گرفتن ابعاد سایر قطعات و شرایط اجرایی



گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

طول ناچیز جوش L_h در اتصال پای ستون

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



جوش یکطرفه به ستون؟

عدم اتصال به کف ستون

مقارب نبودن محور اعضاء اصلی

جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبانی طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



عدم تامین طول جوش قائم

گروه عمران دانشگاه کیلان- جواد رزاقی

114

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

(ادامه)

۱-۲

اتصال



مقاربان بودن محور های اعضاء؟؟

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

115

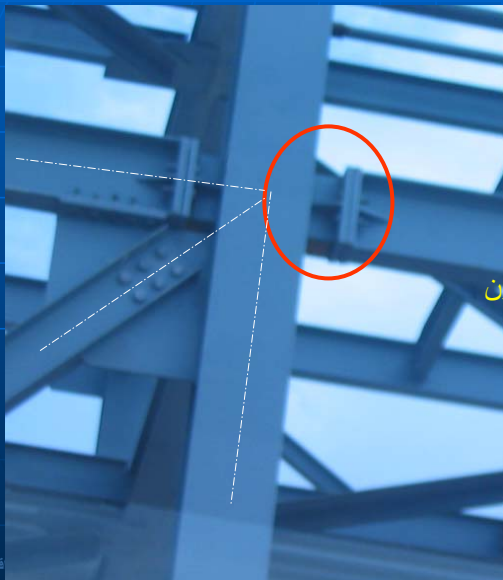
اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها

جزئیات مناسب اتصال در سیستم
قاب ساده + مهاربندی همگرا



تامین عملکرد مفصلی تیر به ستون

قی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات مهاربندی ها



مروه عمران دانشکده مینان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

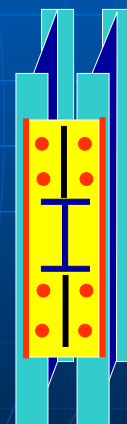
۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات مهاربندی ها

اتصال کامل ورق کمکی به بال ستون
جوش کامل در طرفین با بعد $0.7t$ همراه با جوشهای انگشته



شکافه مینان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



کمانش خارج از صفحه مهاربند

ماه کیلان - جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات

اتصالات مهاربندی ها

استفاده از سخت کننده های لبه

برای:

۱. تامین صلبیت کافی ورق اتصال

۲. جلوگیری از پارگی جوش

بر اثر کمانش خارج از صفحه مهاربند

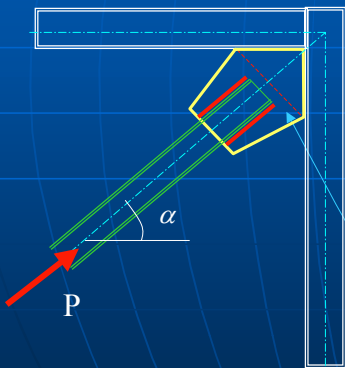


اجرای سازه های فولادی



نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
اتصالات مهاربندی ها

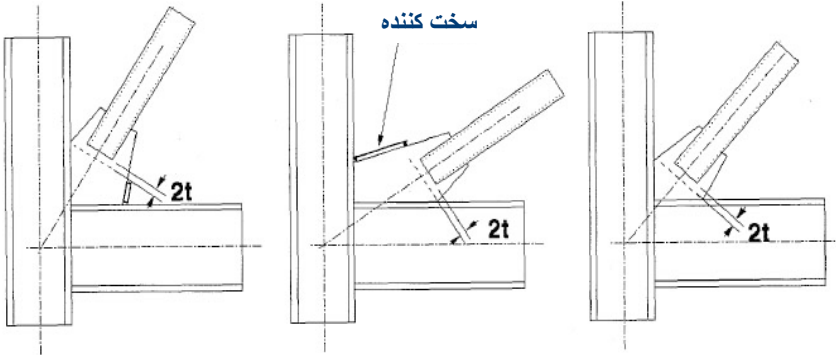


• تامین فاصله آزاد خمش $2t$

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



اتصال مهار بند به گوشه قاب ، تامین فاصله آزاد خمش جهت ایجاد مفصل پلاستیک

گروه عمران دانشگاه خیلان- چواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



استفاده از پیچ بجای جوش در پای کار

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



استفاده از پیچ بجای جوش در پای کار

گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات مهاربندی ها



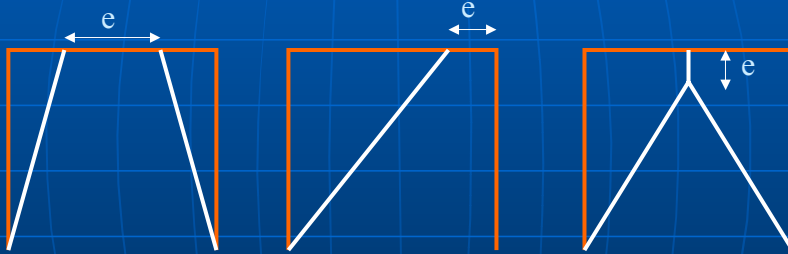
کرمان- دانشسگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)
مهاربندی های واگرا

وجود تیر پیوند (به طول e) طرح شده با ضوابط خاص الزامی است.

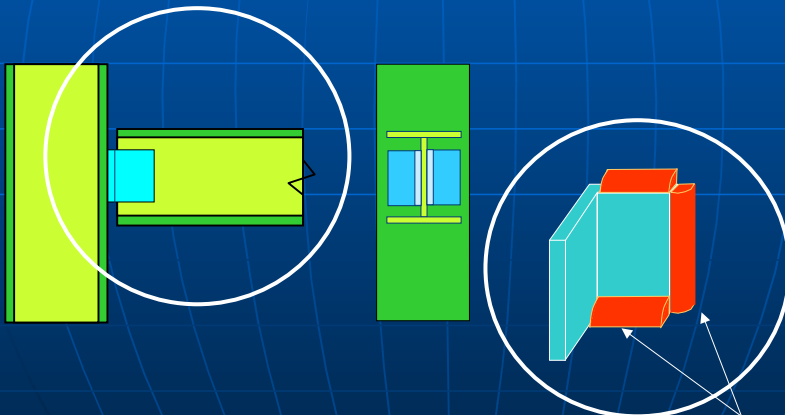


ترکیب با مهار بند همگرا مجاز نیست
جان تیر پیوند باید از یک ورق تک بدون تقویت و سوراخ تشکیل شود، لذا:
استفاده از تیرهای دابل ولانه زنبوری مجاز نیست.

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات ساده تیر به ستون با نبشی جان و جوش



گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

128

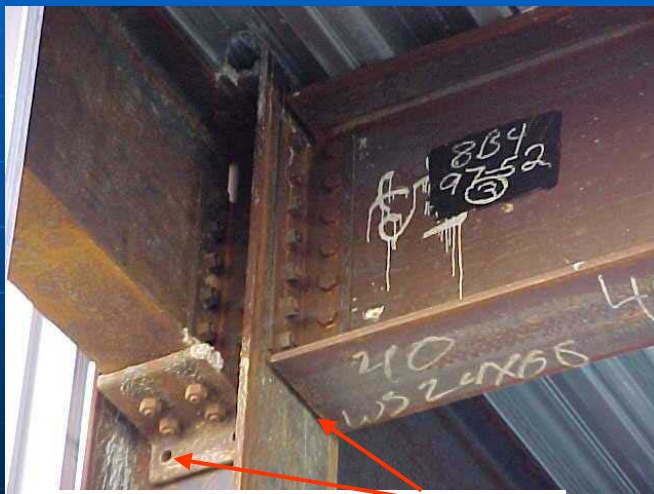
الخطوط جوش غیر واقع در یک صفحه

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصالات ساده با نبشی جان

استفاده از پیچ بجای جوش
در پای کار



عدم اتصال بالها جهت تامین مفصلی بودن اتصال

رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

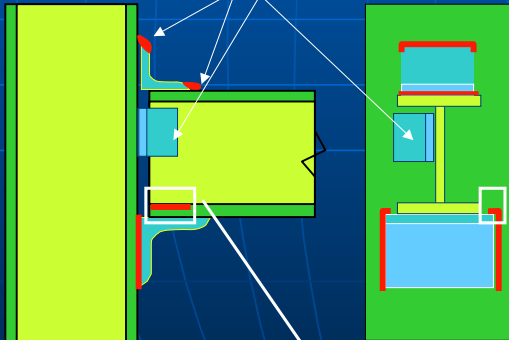
۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرائی و مبنای طراحی (ادامه)

تدابیر لازم برای جلوگیری از چپ شدن تیر

نشی جان به جای نشی روسری

نشی روسری $L10 \times 100$

فقط در امتداد لبه ها جوش شود



طول جوش = ۵ س م ¹³⁰

اجرای سازه های فولادی لبه برگشتی = ۱,۵ س م

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرائی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصال با نشیمن انعطاف پذیر

عملکرد نیمه صلب اتصال بعلت

جوش لبه های قائم نشی



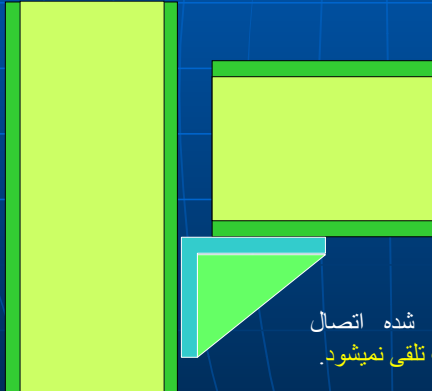
رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

- اتصال با نشیمن تقویت شده

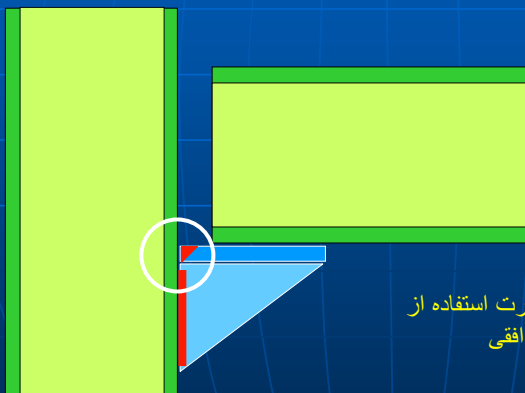


نشیمن نشیمن تقویت شده اتصال
استاندارد نشیمن صلب تلقی نمیشود.

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

- اتصال با نشیمن تقویت شده

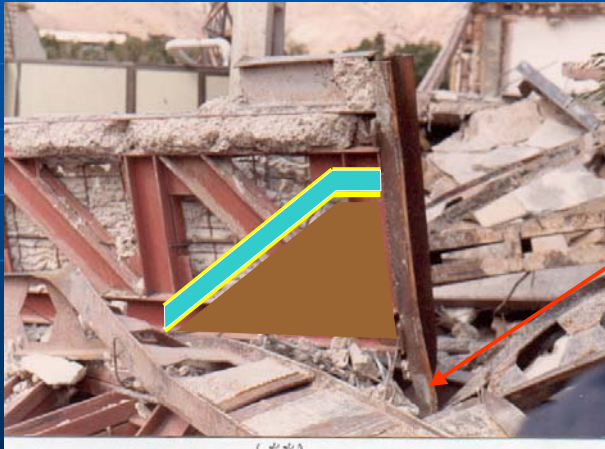


افزایش مقاومت در صورت استفاده از
جوش شیارى در صفحه افقى

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصال مفصلی



تناسب سختی تیر و ستون

کمانش موضعی ستون ناشی از
لنگر بزرگ انتقالی از تیر

کاهش ضریبیت تیر در محل اتصال

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرایی و مبنای طراحی (ادامه)

اتصال خورجینی یکطرفه مجاز نیست!

• اتصال خورجینی با نشیمن انعطاف پذیر

۱- ستون دویل با نیمرخ IPE

۲- تیر خورجینی

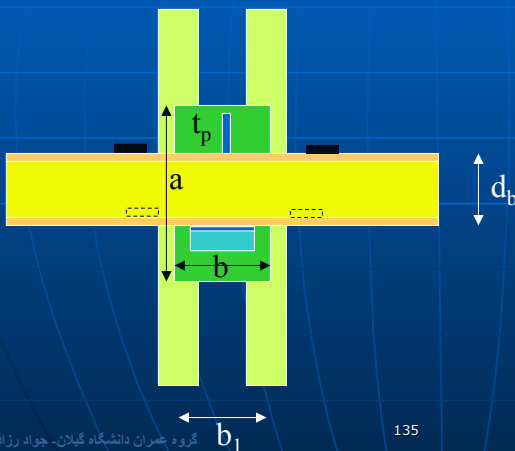
۳- ورق کمکی

۴- لچکی فوقانی

۵- نشیمن نشیمن

۶- ورق مهارى بالائى

۷- ورق مهارى پائینى



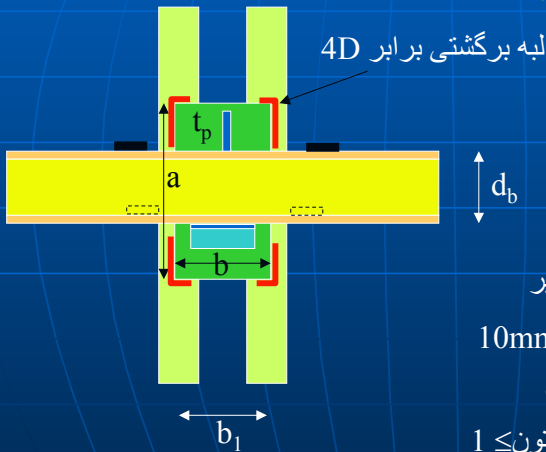
گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرائی و مبنای طراحی (ادامه)

• اتصال خورجینی با نشیمن انعطاف پذیر



$$a \geq 2b_1 + d_b$$

$$b \geq b_1$$

$$t_p \geq \max(0.04b_1, 10\text{mm})$$

ابعاد ورق های مهارى مشابه بال تیر

حداقل ضخامت ورقهای مهارى = 10mm

ورق مهارى پائینی چسبیده به ستون

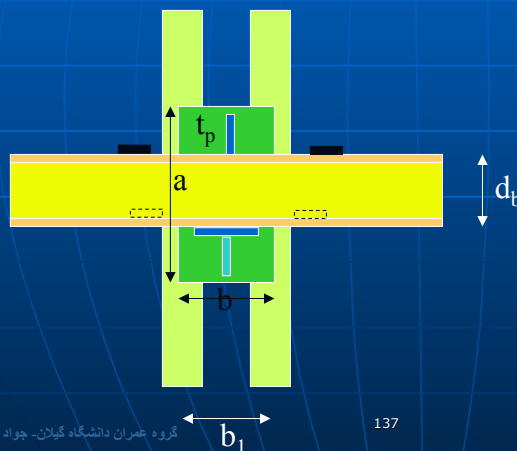
$10 \leq$ فاصله ورق مهارى بالائی تا ستون ≤ 1

فواصل ورقهای مهارى از هم در طول تیر $1360r_y$

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرائی و مبنای طراحی (ادامه)

• اتصال خورجینی با نشیمن صلب



۱- ستون دابل با نیمرخ IPE

۲- تیر خورجینی

۳- ورق کمکی

۴- لچکی فوقانی

۵- نشیمن صلب تحتانی

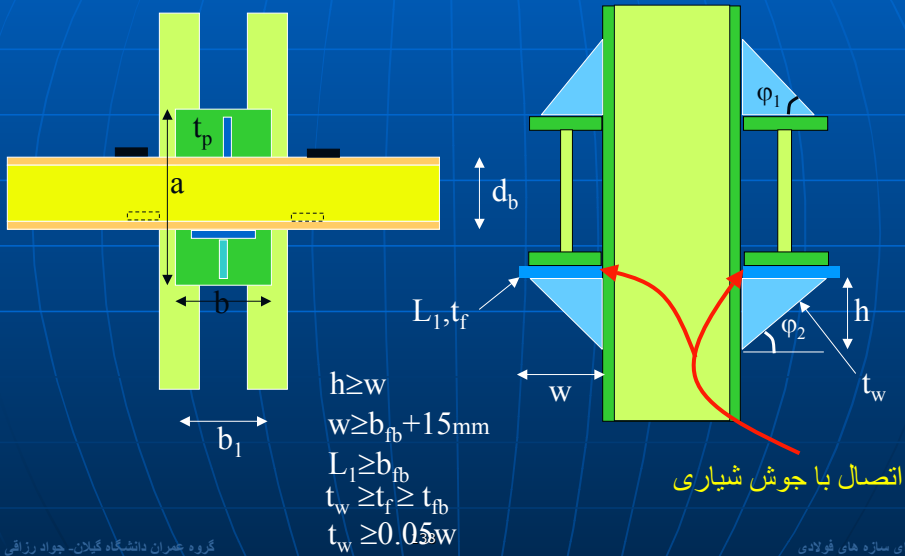
۶- ورق مهارى بالائی

۷- ورق مهارى پائینی

نقشه های کارگاهی

۲- اصلاح جزئیات مقاطع و اتصالات با توجه به جنبه های اجرائی و مبانی طراحی (ادامه)

• اتصال خورجینی با نشیمن صلب



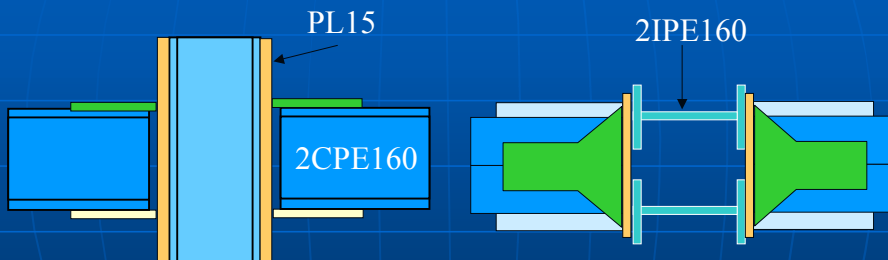
گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران

نتایج مطالعات آزمایشگاهی



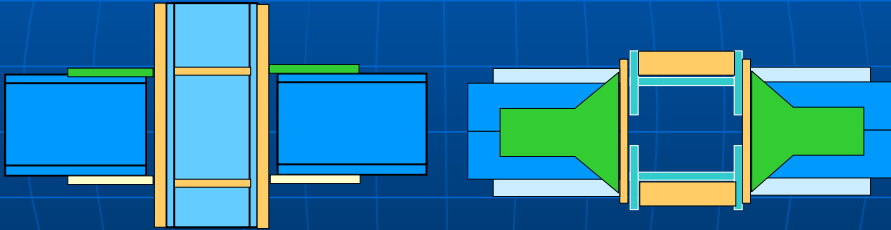
نمونه ۱، درصد گیرداری ۵۱ درصد
 خرابی با خم شدن ورق تقویتی ستون و گسیختگی جوش آن

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

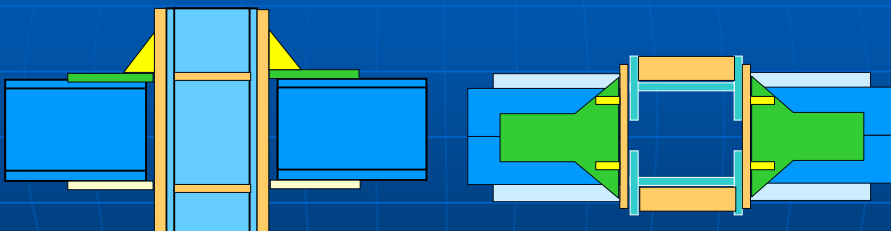
اتصالات صلب متداول در ایران



نمونه ۲، درصد گیرداری ۶۹ درصد
نوع خرابی مشابه حالت قبل + پارگی جوش سخت کننده ها

نقشه های کارگاهی

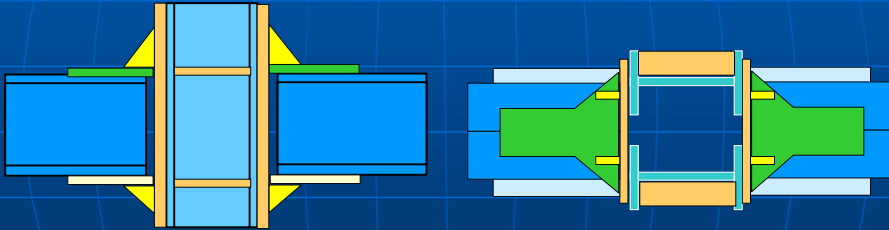
اتصالات صلب متداول در ایران



نمونه ۳، درصد گیرداری ۷۷ درصد
خرابی جوش سخت کننده ها + پارگی جوش لچکی ها از محل تماس با ورق کششی

نقشه های کارگاهی

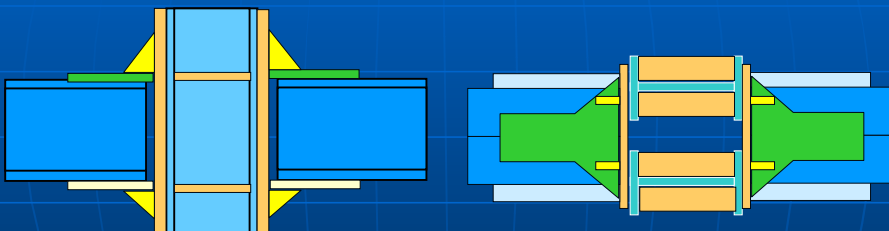
اتصالات صلب متداول در ایران



نمونه ۴، درصد گیرداری مشابه حالت قبل
خرابی مشابه حالت ۳، کمی افزایش لنگر نهائی اتصال

نقشه های کارگاهی

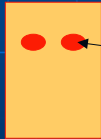
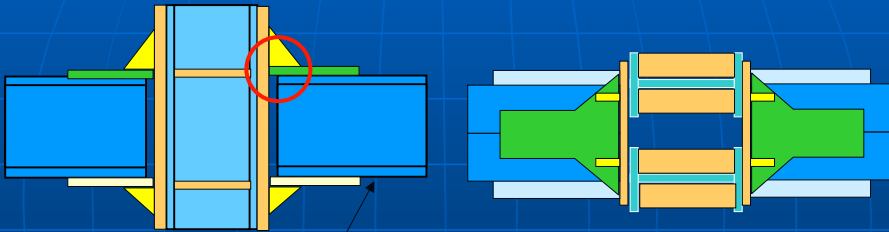
اتصالات صلب متداول در ایران



نمونه ۵، درصد گیرداری مشابه حالت قبل

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران

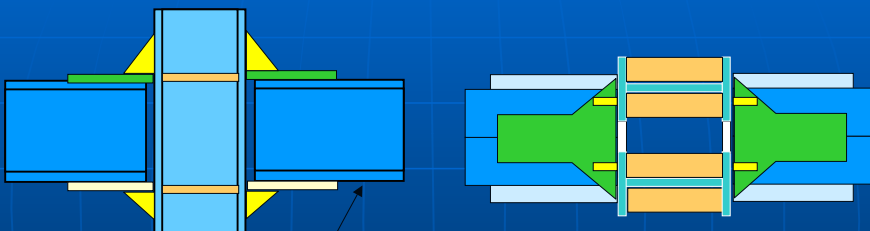


جوش کام در ورق تقویتی ستون ،
روبروی بال کششی تیر

نمونه ۶، درصد گیرداری ۹۰ درصد
ایجاد مفصل خمیری در انتهای ورق اتصال

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب متداول در ایران

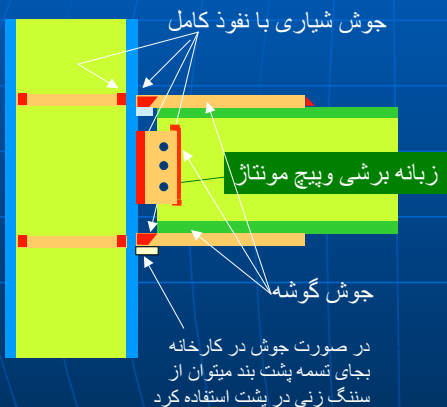


نمونه ۷، حذف ورق تقویتی ستون،
درصد گیرداری ۹۰ درصد، تشکیل مفصل خمیری در
انتهای ورق اتصال

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

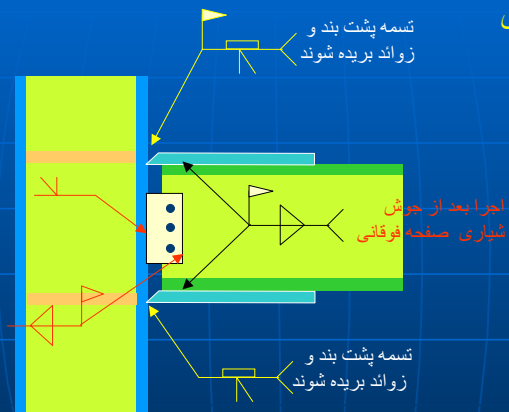
اتصال با ورقهای بال



نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

اتصال با ورقهای بال



نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب، جوش شیارزنی بال پائین



جوش ریشه، شیارزنی پشت با استفاده از سنگ زنی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب، جوش شیارزنی بال پائین



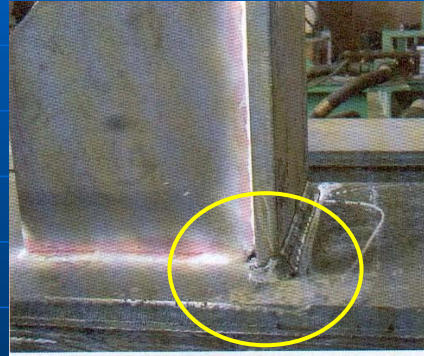
جوش ریشه، شیارزنی پشت با استفاده از سنگ زنی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب، جوش شیارى بال پائين



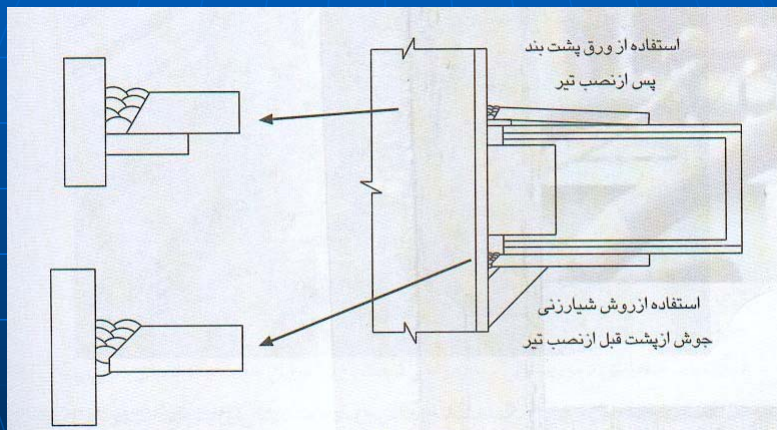
جوش ریشه، عدم تامین نفوذکامل



جوش ریشه، تامین نفوذکامل

نقشه های کارگاهی

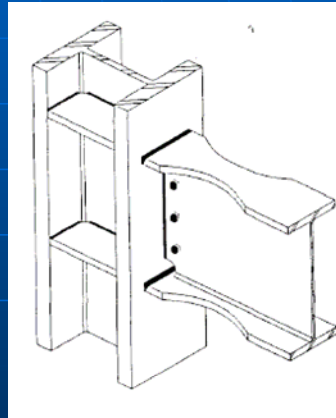
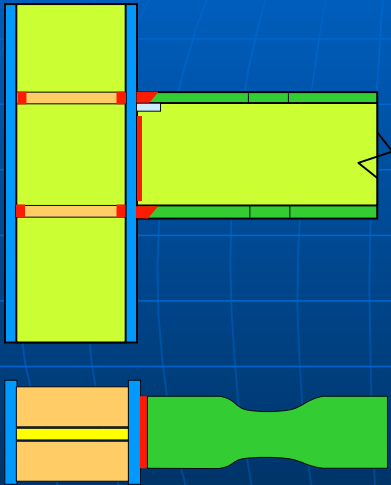
اتصالات صلب، جوش شیارى بال ها



جوش ریشه، تامین نفوذکامل

نقشه های کارگاهی

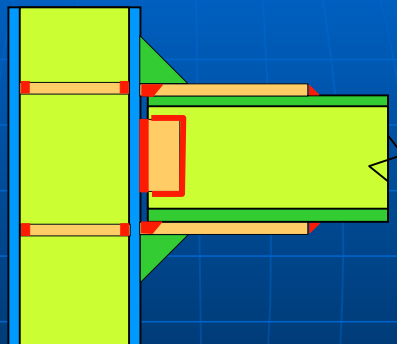
اتصالات صلب



اتصال استخوانی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

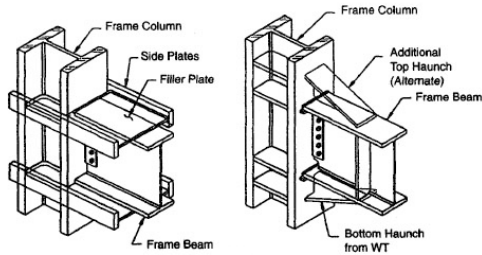
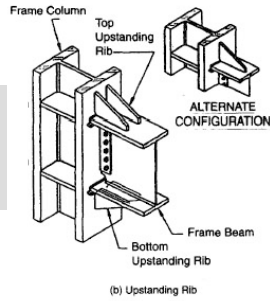


اتصال تقویت شده

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

اتصالات تقویت شده
پیشنهادی آیین نامه سازه
های فولادی آمریکا



اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

عدم اتصال کامل ورق سخت کننده

استفاده از جوش گوشه یکطرفه
بجای جوش شیاری با نفوذ کامل!



مرکز عمران دانشکده عمران - جواد زرفی

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

اتصالات درختی
Tree Connection



نقشه های کارگاهی

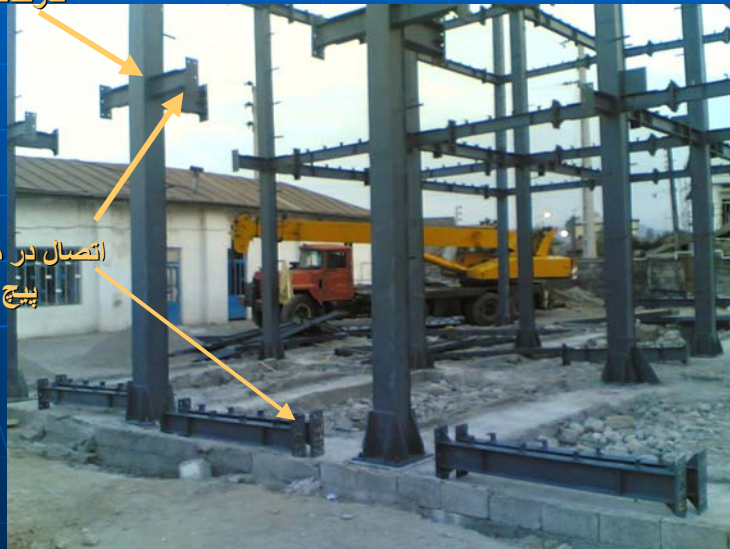
اتصالات درختی
Tree Connection



نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب

اتصال در
کارخانه با جوش



اتصال در محل با
پیچ

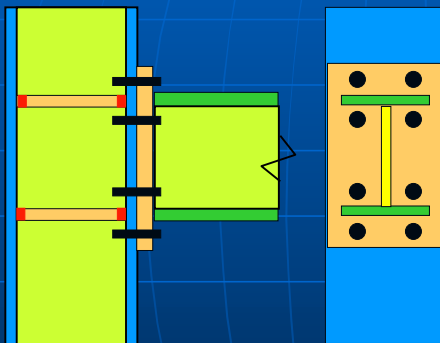
گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

158

اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

اتصالات صلب



اتصال پیچی با ورق سر

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

159



اجرای سازه های فولادی

نقشه های کارگاهی

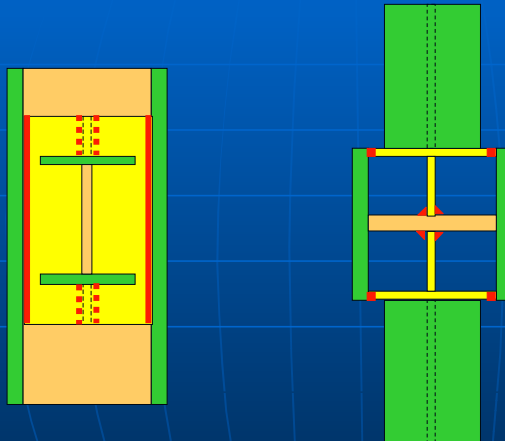
اتصالات صلب



استفاده از تعداد و نوع
نامناسب پیچها ← انهدام اتصال

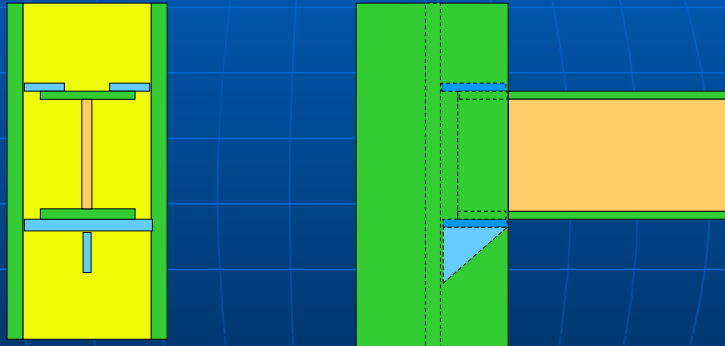
نقشه های کارگاهی

اتصال صلب تیر به جان ستون



نقشه های کارگاهی

اتصال صلب تیر به جان ستون



برش قطعات

روشهای مختلف:

گیوتین، قیچی، پانچ برقی،
مته،

برش حرارتی (اتوماتیک، دستی)؛ شیارزنی با الکتروود ذغالی و ..

برش گرمایی (برش با شعله هوا گاز)

- برشکاری باید به کمک ریل گذاری و استفاده از دستگاه اتوماتیک انجام شود
- لبه های بریده شده با شعله باید عاری از ناهمواریهای بیش از ۴ م م باشد. ناهمواری ها و زخم های بیش از ۴ م م را باید با سنگ زدن و در صورت لزوم تعمیرکاری با جوش هموار کرد.
- در قطعات اتصالات جوشی به ضخامت بیش از ۴۰ م م باید پیش گرمایش تا دمای حداقل ۶۵ درجه قبل از برشکاری انجام شود.

برش قطعات

برش با قیچی در اتصالات جوشی با رعایت شرایط زیر مجاز است :

- قطعات به ضخامت تا ۱۰ م م به شرط تمیزکاری سطح برش

- قطعات به ضخامت تا ۱۶ م م، فقط برای جوشهای گوشه مشروط به :

سنگ کاری یا ماشین کاری به عمق حداقل ۲ م م. و به طول حداقل ۲۰ م م از ابتدا و انتهای قسمتی که باید جوشکاری شود.

پخ زنی لبه ها

با استفاده از برش حرارتی، سنگ زنی مجاز است

استفاده از دستگاه پخ زن با ساز و کار لهیدگی مجاز نیست.

برش قطعات



برش ودور ریز لبه فابریک

بعلت وجود ترک های ناشی از خورد،
لبه ها نباید مصرف شوند

دستگاه برش چند مشعله

برش قطعات



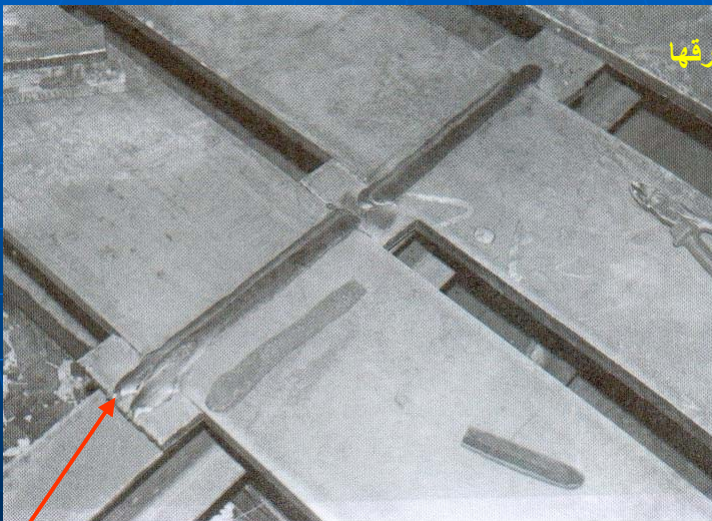
برش و دور ریز لبه فابریک
بعلت وجود ترک های ناشی از نورد،
لبه ها نباید مصرف شوند

دستگاه برش چند مشعله

دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

برش قطعات



سرهم کردن ورقها

نصب ناودان در انتهای درز

برش قطعات

سوراخ کاری

لازم است در نقشه ها محل سوراخهایی که فقط باید بوسیله مته ایجاد شود مشخص شود.

وسایل مجاز برای سوراخکاری:

- مته، همه حالات
- منگنه، فقط برای ورقهای به ضخامت تا ۱۲ م م مجاز است

سوراخ منگنه ای با قطر کامل

وقتی مجاز است که:

- قطر سوراخ بزرگتر از ضخامت ورق باشد.
- قطعات بدون هرگونه زخمه و در تماس کامل با هم باشند.
- در قطعات روی هم منگنه کاری در یک جهت باشد.

برش قطعات

منگنه زنی و گشاد کردن سوراخ

وقتی مجاز است که:

قطر سوراخ منگنه ای حداقل ۲ م م کمتر از قطر کامل سوراخ باشد و بعد از سوار شدن قطعات، تا قطر نهائی گشاد شود.

سوراخ های لوبیائی:

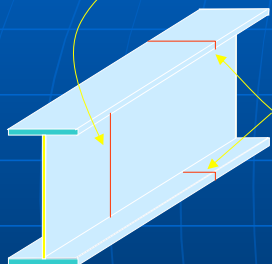
روشهای ایجاد:

- منگنه زنی در یک مرحله
- مته کردن یا منگنه کردن دو یا چند سوراخ در طرفین و صاف کردن لبه ها
- برش های ماشینی

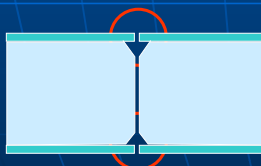
ساخت اعضاء

وصله مقاطع

بهتر است محل جوش درز بال و جان در یک صفحه واقع نشوند.



ترتیب مناسب جوشها در وصله های کارگاهی



بال فوقانی



جان



بال تحتانی

رنگ آمیزی

حداقل ضخامت قطعات فولادی برای جلوگیری از خوردگی،

- ۱- اجزاء واقع در فضای خارجی و در معرض عوامل جوی ۶ میلیمتر
- ۲- اجزاء واقع در فضای خارجی و در محیط های خشک ۵ میلیمتر
- ۳- اعضاء با مقطع لوله یا قوطی کاملاً آب بندی شده ۴ میلیمتر
- ۴- اعضاء با مقطع لوله یا قوطی، در محیط محفوظ از خوردگی ۳ میلیمتر

نحوه زدودن لایه های سطحی زنگ زده:

قطعاتی که داخل بتن قرار میگیرند دارای زنگ زدگی سطحی زیادی نیستند. تمیز کاری لازم نیست
قطعاتی که داخل ساختمان، آجرکاری و غیره قرار میگیرند. تمیز کاری با برس سیمی
برای قطعات نما و واقع در هوای آزاد. ماسه پاشی

رنگ آمیزی

مواد تشکیل دهنده رنگ:

رنگدانه، رنگ مایه (مواد چسباننده)، حلال

نقش **رنگدانه**: مانند نقش سنگدانه در بتن، رنگ، قوام و پایایی رنگ را تعیین میکند.

نقش **رنگ مایه** (مواد چسباننده): مانند سیمان در بتن، فضای خالی بین سنگدانه ها را پر میکند.

شامل روغن ها، رزین ها و امثالهم است. سیالیت رنگ ناشی از آن است.

نقش **حلال** (تینر): مانند نقش آب در بتن، باعث کارپذیری رنگ میشود. بعدا می پزند، سخت شدن

رنگ بعلت فعل و انفعالات شیمیائی بین رنگدانه و رنگ مایه است.

رنگهای روغنی: گیرش ناشی از تبخیر حلال و سخت شدن رنگ مایه و رنگدانه است.

رنگهای اپوکسی: گیرش بعلت تشکیل بلور در رنگ مایه است ، رنگ بسیار سخت بوده و خوب می چسبد.

رنگ آمیزی

نوع و ضخامت رنگ			شرایط محیطی
قطعه فولادی در معرض شرایط جوی	قطعه فولادی بصورت روباز ، در محیط بسته	قطعه فولادی داخل دیوار و نازک کاری	
۴۰ میکرون استر الکیدی غنی از روی	۴۰ میکرون استر الکیدی غنی از روی	۴۰ میکرون ضد رنگ (رنگ الکیدی غنی از روی)	معتدل رطوبت نسبی کمتر از ۵۰٪ مثل تهران
۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون استر (اپوکسی غنی از روی)	سخت رطوبت نسبی بیش از ۸۰٪ مثل رشت
نیاز به مطالعه خاص دارد	۴۰ میکرون استر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۴۰ میکرون استر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	بسیار سخت و ساحلی رطوبت نسبی بیش از ۸۰٪ همراه با بخار کارمتم بندر عباس

حداقل ضخامت رنگ آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف

رنگ آمیزی

نوع و ضخامت رنگ			شرایط محیطی
قطعه فولادی داخل دیوار و نازک کاری	قطعه فولادی بصورت روباز ، در محیط بسته	قطعه فولادی در معرض شرایط جوی	
۴۰ میکرون ضد زنگ (رنگ الکیدی غنی از روی)	۴۰ میکرون استر الکیدی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	۴۰ میکرون استر الکیدی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی الکیدی ۴۰ میکرون رویه الکیدی	معتدل رطوبت نسبی کمتر از ۵۰٪ مثل تهران
۴۰ میکرون استر (پوکسی غنی از روی)	۴۰ میکرون استر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۴۰ میکرون استر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	سخت رطوبت نسبی بیش از ۸۰٪ مثل رشت
۴۰ میکرون استر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی	۴۰ میکرون استر اپوکسی غنی از روی ۴۰ میکرون لایه میانی اپوکسی ۴۰ میکرون رویه اپوکسی پلی پورتان	نیاز به مطالعه خاص دارد	بسیار سخت و ساحلی رطوبت نسبی بیش از ۸۰٪ همراه با بخار کلر مثل بندر عباس

حداقل ضخامت رنگ آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف

گروه عمران دانشگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

نصب

در مرحله نصب ، قطعات ساخته شده در مراحل قبلی گردهم آمده وبوسیله اتصالات جوشی ویا پیچی به هم متصل شده وسازه را شکل میدهند.

هرگونه بی دقتی و تنزل کیفیت در این مرحله سبب شده تا:

- یکپارچگی سازه کاهش یابد
- عملکرد ناصحیح اتصالات سبب دور شدن رفتار سازه از مدل محاسباتی گردد
- ناپایداری های کلی یا جزئی در سازه بوجود آید.

نصب

انواع وسائل اتصال

پیچ و مهره:

اتصالات پیچی به دو طریق نیروی برشی را میتوانند انتقال دهند:

- توسط نیروی برشی بوجود آمده در مقطع پیچ، **اتصال اتکائی**
- با فشردن دو قطعه به هم و ایجاد اصطکاک، **اتصال اصطکاکی**

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها

از کار برد پیچ های هم اندازه با رده های مقاومتی مختلف خودداری شود.

طول پیچ باید به اندازه ای باشد که بعد از محکم کردن آن، حداقل یک دندانه کامل بیرون بماند.

در اتصال اصطکاکی با پیچ های ۱۰،۹ و اعلاء تر، در صورت استفاده از فولاد نرمه معمولی برای قطعات متصل شونده، استفاده از **واشر سخت الزامیست**

در صورت وجود پوشش حفاظتی روی اعضاء، استفاده از **واشر الزامیست**

وجود رنگ:

- در اتصال اتکائی مجاز است.

- در اتصال اصطکاکی بدون پوشش، در فاصله نزدیکتر از قطر پیچ یا ۲۵ م م باید پاک شود.

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها:

- تمام اتصالات اتکائی باید تا حد بست اولیه محکم شوند.
- حد بست اولیه نشان دهنده حالتی است که تمام سطوح در تماس کامل باشند در صورت وجود فضای خالی، اتصال باید باز شده و در صورت لزوم از صفحه پرکننده استفاده شود.
- در صورتی که نتوان سوراخ پیچ ها را بوسیله میله تنظیم در یک راستا قرار داد، با صلاحدید طراح (کنترل تنشهای کششی در مقطع خالص) میتوان سوراخ پیچ ها را گشادکرد و از پیچ بزرگتر استفاده نمود.

قبل و در حین اجرای اتصال اصطکاکی باید
- ابزارهای مورد استفاده در محکم کردن پیچها تنظیم شوند
- از اعمال نیروی کششی لازم اطمینان حاصل شود.

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها

روش های محکم کردن مهره ها در اتصال اصطکاکی :

چرخش مهره:

ابتدا پیچها از صلب ترین قسمت اتصال، تا حد بست اولیه محکم میشود
بعد از حصول اطمینان از محکم شدن کلیه پیچها، کشش نهائی لازم با
انجام چرخش اضافی ایجاد نمود.

طول پیچ $> 4d$ ، یک سوم دور
 $< 8d$ طول پیچ $< 4d$ ، یک دوم دور
 $< 12d$ طول پیچ $< 8d$ ، دو سوم دور

آچار تنظیم:

دقت عملکرد باید روزانه کنترل شود
باید واشر سخت در زیر اعضاء تحت چرخش بکار رود

نصب

بستن و محکم کردن پیچ ها

پیچهای ویژه:

با رسیدن به نیروی کششی خاص، عضو شاخص متصل به کله آنها
به صورت پیچشی کنده میشود.

واشرهای ویژه DTI:

برآمدگی واشر نشاندهنده نیروی محوری پیچ است.



جوشکاری

جوش :

جوشکاری عبارتست از ایجاد پیوستگی مولکولی بین دو یا چند فلز با یا بدون حرارت ، با یا بدون استفاده از فلز واسطه پرکننده.

حرارت لازم برای جوشکاری

حرارت لازم برای جوشکاری به طرق مختلف تامین میشود مانند:

۱. قوس الکتریکی (مثل قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار)
۲. مقاومت الکتریکی (مثل انواع جوشکاری های مقاومتی)
۳. احتراق (ترکیب اکسیژن با سوخت های گازی)
۴. سایر روشها غیرمتداول در مهندسی عمران مثل (مثل جوشکاری ترمیت ، جوشکاری اصطکاکی ، جوشکاری پرتو الکترونی و امثالهم)

جوشکاری

تعاریف:

رویه جوش (Weld Face) : سطح جوش از طرفی که جوشکاری انجام شده را رویه جوش می نامند.

حوضچه جوش (Weld Pool) : حجم موضعی فلز مذاب در یک جوش را حوضچه جوش گویند

فلز پایه (Base Metal) : فلزی است که باید جوشکاری شود.

فلز جوش (Weld Metal) : قسمتی از فلز پایه و فلز پرکننده است که در جریان جوشکاری ذوب شده است.

جوشکاری

منطقه متاثر از جوش (Heat Affected Zone – HAZ) :

قسمتی از فلز پایه راکه ساختار و خواص مکانیکی آن بر اثر حرارت جوشکاری تغییر پیدا کرده است را منطقه متاثر از جوش می نامند

چاله جوش (Crater) : فرو رفتگی در ابتدا و انتهای جوش را چاله جوش می گویند.

الکتروُد (Electrode) : فلز واسطه جوشکاری است که در ایجاد قوس و پایداری آن، محافظت از فلز مذاب و کیفیت جوش نقش مهمی دارد

جوشکاری قوسی با الکتروُد روپوش دار

Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

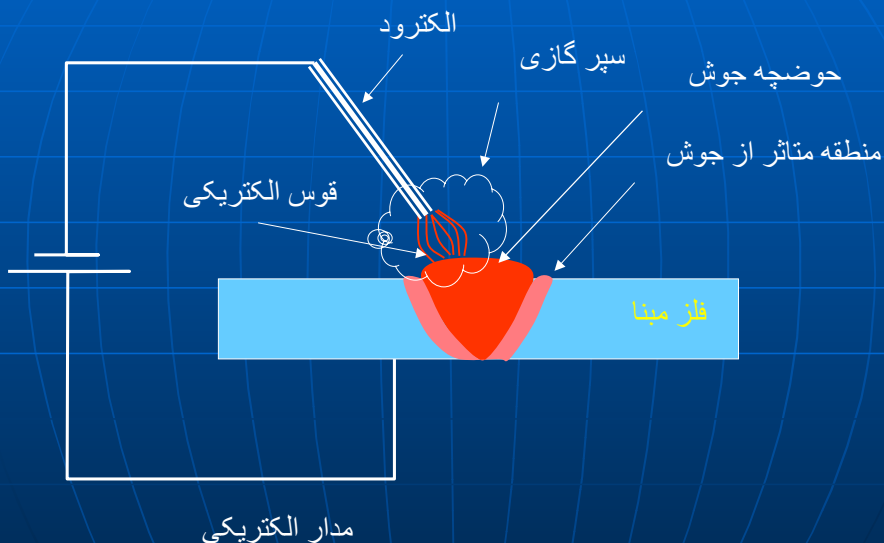
در این روش ، قوس بین الکتروُد روپوش دار و قطعه کار زده می شود و حرارت لازم برای ذوب کردن فلز پایه و الکتروُد تأمین می شود.

کار محافظت از **حوضچه مذاب** در این فرآیند بر عهده **پوشش الکتروُد** می باشد که این پوشش در هنگام جوشکاری در اثر حرارت تجزیه شده و از فلز جوش محافظت می کند.

گازهای متصاعد شده از سرباره، تشکیل یک **سپر گازی** را داده و در حین جوشکاری مانع نفوذ گازهای مضر موجود در هوای اطراف به داخل منطقه جوش می شوند.

بعد از سرد شدن جوش سرباره روی سطح آن رسوب نموده که این رسوب نقش **پوشش حرارتی** را داشته و از سرد شدن سریع جوش جلوگیری مینماید. همچنین سرباره دارای ترکیباتی می باشد که به فلز جوش اضافه شده و به این ترتیب **عناصر از دست رفته منطقه جوش در حین جوشکاری جایگزین** می شود.

جوشکاری قوسی با الکتروود روکش دار (ادامه)



اجزاء مدار الکتریکی

الکتروود و فلز مینا قسمتی از مدار الکتریکی هستند که شامل قسمتهای زیر است .

۱. منبع تغذیه نیرو
۲. کابل های جوشکاری ، (یکی از دو کابل از منبع نیرو به قطعه کار و دیگری به نگه دارنده الکتروود متصل است).
۳. نگه دارنده الکتروود (انبر) ،
۴. اتصال قطعه کار ،
۵. قطعه کار (فلز مینا)
۶. الکتروود.

نحوه انتقال فلز

ذوب فلز پایه تقریباً بلافاصله پس از شروع قوس صورت می‌گیرد.

انتقال فلز ، در صورتی که جوش ها در حالت **تخت یا افقی** صورت گیرند ، به طرق زیر انجام می‌گیرد.

۱. نیروی ثقل ،
 ۲. انبساط گازی ،
 ۳. نیروهای الکتریکی و الکترومغناطیسی
 ۴. کشش سطحی
- در سایر حالات **غیر تخت یا افقی**، **ثقل** علیه نیروها عمل می‌کند.

قوس الکتریکی

اگر دو سر مثبت و منفی يك مولد برق به هم خورده و در فاصله کمی از یکدیگر قرار گیرند در اثر اختلاف پتانسیل موجود بین آنها جرقه هایی زده می‌شود. این جرقه ها موجب یونیزه شدن هوای بین دو قطب شده و باعث عبور جریان برق و تکمیل مدار و تشکیل **قوس الکتریکی** می‌گردد.

چون مقاومت الکتریکی قوس زیاد است حرارت قابل ملاحظه ای تولید می‌شود که از آن می‌توان برای ذوب دو قطعه فلز و اتصال آنها به یکدیگر استفاده نمود.

ولتاژ قوس بین ۱۶ الی ۴۰ ولت و آمپراژ در محدوده ۲۰ الی ۵۵۰ آمپر قرار دارد.

برای روشن کردن قوس الکتریکی و نگهداری قوس به ولتاژ بیشتری لازم است ، چون مقداری از ولتاژ صرف یونیزه کردن فاصله هوایی بین الکتروود و قطعه کار می‌شود.

حداکثر ولتاژ قوس با توجه به مسائل ایمنی (برق گرفتگی) محدود می‌شود. آمپراژ بیشتر سبب ایجاد حرارت بیشتر می‌شود
جریان می‌تواند **متناوب یا یکساخت** باشد.

قوس الکتریکی

مهم ترین عوامل موثر بر قوس:

۱. آمپراژ
۲. ولتاژ
۳. فاصله بین نوك الكتروود و فلز پایه
۴. جنس الكتروود
۵. نوع جریان الكتریکی

شدت جریان

عوامل موثر بر کیفیت در جوشکاری قوسی :

۱- شدت جریان

شدت جریان = مقدار آمپر عبوری از مدار جوشکاری.
شدت جریان متناسب است با قطر الكتروود مصرفی، هر چه قطر الكتروود بیشتر باشد، شدت جریان مصرفی بیشتر است.
میزان آمپر طبق توصیه سازنده الكتروود تعیین میشود.
در صورت عدم دسترسی:

مقدار آمپر جوشکاری = قطر الكتروود ضربدر عدد ۳۵ یا ۴۰

برای قطعات ضخیم از شدت جریان بیشتری استفاده می شود.

شدت جریان

تناسب تقریبی شدت جریان با قطر الکتروود و ضخامت ورق در وضعیت تخت

ولتاژ تقریبی بر حسب ولت	شدت جریان بر حسب آمپر	ضخامت ورق بر حسب میلیمتر	قطر الکتروود بر حسب میلیمتر
17-15	100-60	4-2	3.25-2.25
20-17	150-100	6-4	4-3.25
22-20	200-150	10-6	5-4
22	400-200	بزرگتر از 10	6-5

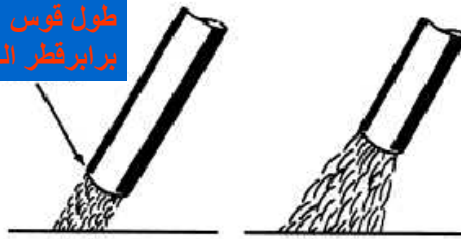
ولتاژ یا طول قوس

۲- ولتاژ قوس (طول قوس)

طول قوس عبارت است از فاصله بین سر الکتروود تا سطح قطعه مورد جوشکاری به هنگام برقراری قوس، طول قوس در هنگام جوشکاری تأثیر زیادی بر روی جوش می گذارد.

در زیر طول قوس کوتاه و بلند نشان داده شده است .

طول قوس
برابر قطر الکتروود



طول کوتاه:

صدای شکسته، مناسب برای بیشتر حالات جوشکاری

طول بلند:

صدای یکنواخت، امکان اکسیداسیون و پراکنگی

سرعت پیشروی

۳- سرعت پیشروی

سرعت حرکت دست به عوامل زیر بستگی دارد

پهنای جوش

سرعت پیشروی کم سبب نفوذ و پهنای جوش زیاد و سرعت پیشروی زیاد سبب نفوذ و پهنای کم جوش می شود.

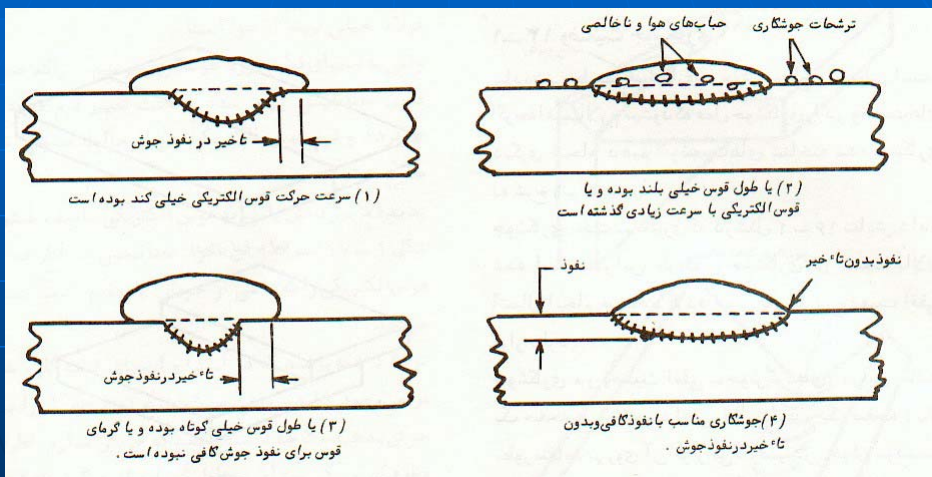
قطر الکترود

با افزایش قطر الکترود باید سرعت پیشروی را کاهش داده تا الکترود به اندازه کافی رسوب داده شود.

ضخامت ورق

با افزایش ضخامت ، باید سرعت حرکت پیشروی را کاهش داد تا لبه های اتصال نوب و در هم آمیخته شوند.

ولتاژ یا طول قوس



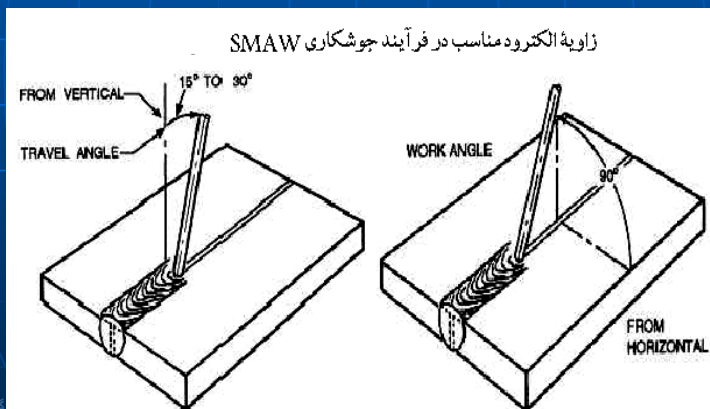
تأثیر طول قوس و سرعت پیشرفت جوشکاری

سرعت پیشروی

حرکت الکترو

حرکات الکترو از قبیل زاویه الکترو و نوع حرکت آن در کیفیت جوش بسیار مؤثر می باشد.

هر چه زاویه الکترو عمود به قطعه کار باشد آنگاه نفوذ و عمق جوش بیشتر و هر چه قدر زاویه الکترو خوابیده روی قطعه کار باشد نفوذ و عمق جوش کمتر است



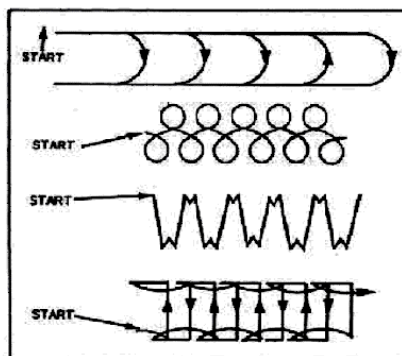
کیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

سرعت پیشروی

در جوشکاری می توان حرکات مختلفی با الکترو انجام داد مثلاً حرکت نوسانی یا حرکت زیگزاکی و غیره.

اگر در هنگام جوشکاری الکترو مستقیماً به طرف جلو حرکت داده شود، نفوذ و عمق جوش نسبت به جوشکاری با حرکت نوسانی یا زیگزاکی **کمتر** خواهد بود.

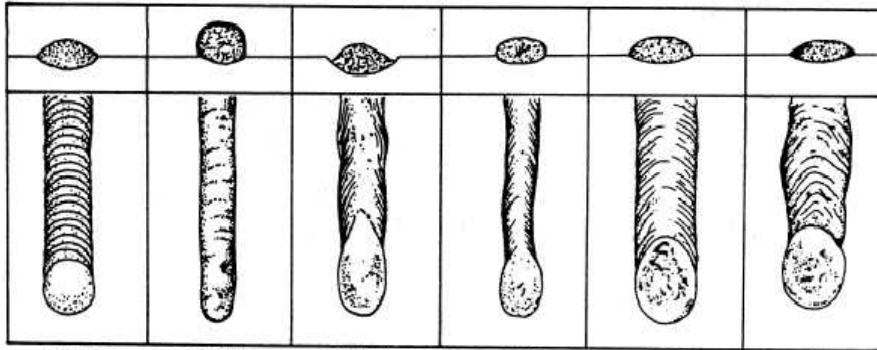


کیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

جوشکاری قوسی با الکتروود روکش دار (ادامه)

تأثیر پارامترهای جوشکاری بر روی ظاهر و کیفیت جوش



معمولی

آمپر کم

آمپر زیاد

سرعت زیاد

سرعت کم

قوس بلند

الکتروود

نقش مفتول الکتروود

۱. هدایت جریان الکتریکی
۲. تأمین فلز پرکننده درز جوش

نقش پوشش الکتروودها

پوشش الکتروودها، برای میله الکتروود و منطقه جوش، قبل و بعد از جوشکاری عبارتند از:

جلوگیری از زنگ زدگی و آلودگی میله الکتروود

محافظت و پایدار سازی قوس الکتریکی برقرار شده

محافظت از جوش بوسیله گازهای حاصل از سوختن پوشش الکتروود

محافظت از جوش بوسیله سرباره تشکیل شده ناشی از سوختن پوشش الکتروود

جلوگیری از اتلاف گرما و پراکندگی حرارت در محیط

جلوگیری از سریع سرد شدن جوش

تصفیه فلز جوش یا اضافه نمودن بعضی عناصر آلیاژی به داخل ساختار جوش

برقراری بهتر جریان افزایش قدرت و سرعت انتقال مذاب از الکتروود به حوضچه جوش

الکتروود

تقسیم بندی الکتروودها بر اساس نوع پوشش آنها :
الکتروودها بر اساس پوشش آنها به چند گروه تقسیم می شوند که عبارتند از :

۱. روکش های سلولزی
۲. روکش های رتیلی
۳. روکش های اسیدی
۴. روکش های اکسیدی
۵. روکش های بازی یا قلیایی
۶. روکش های روتیلی + پودر آهن

الکتروود

۱. روکش های سلولزی (Cellulose Type)

بیش از ۴۰ درصد وزنی پوشش این نوع الکتروودها را سلولز ($C_x H_y O_2$) تشکیل می دهد که در اثر سوختن ، هیدروژن و اکسید کربن آزاد می کند. گازهای حاصله حوضچه مذاب و قوس الکتریکی را از نفوذ گازهای مخرب موجود در اتمسفر محافظت می نمایند.

استفاده از این خانواده الکتروودها ، اغلب در **جوشکاری پاس ریشه** خطوط انتقال لوله نفت و گاز که در فضای باز انجام می شوند کاربرد وسیعی پیدا کرده است.

وجود گازهای فعال آزاد شده حاصل از سوختن سلولز مثل هیدروژن و اکسید کربن در داخل حوضچه جوش ، حرارت حوضچه جوش را تا حد قابل توجهی افزایش داده و سبب **نفوذ بسیار خوب** جوش مذاب در داخل ساختار فلز پایه می گردند

الکتروُد

روکش های سلولزی (ادامه)

دیگر مشخصات پوشش های سلولزی

- امکان استفاده از آنها در وضعیت های مختلف ،
- دود زیاد ،
- قوس بسیار قوی و نافذ و پایدار ،
- پاشش جرقه های جوش به نسبت بسیار زیاد به اطراف جوش
- سطح جوش خشن با مهره جوش های فاصله دار ناهموار

این الکترودها را می توان با جریان های یکنواخت (AC) و مستقیم (DC) بدون هیچ مشکلی بکار برد

الکتروُد

۲. روکش های رتیلی (Rutile) یا اکسید تیتانیوم

ترکیب اصلی : اکسید تیتانیوم طبیعی ، مقادیر قابل توجهی مواد یونیزه کننده و میکا وجود مواد یونیزه کننده ، استفاده از الکترودهای مذکور را آسان می کند.

یک نوع از این الکترودها به دلیل تولید سرباره نسبتاً غلیظ، بیشتر برای جوشکاری گوشه و در وضعیت افقی مناسب است

نوع دیگر به دلیل سرباره رقیق تر (به واسطه وجود ترکیبات فلیایی) ، برای کلیه وضعیت های جوشکاری مناسب است.

الکتروُد

پوشش های رتیلی یا اکسید تیتانیوم (ادامه)

الکترودهای رتیلی به طور معمول ، **نفوذی متوسط** ، همراه با یک قوس الکتریکی ملایم و آرام تولید نموده و نسبت به رطوبت حساس نیستند.
قابلیت جدا شدن سرباره از روی جوش عالی بوده و گرده جوش نسبتاً منظم و ظریف خواهد بود.

الکتروُد

۳. روکش های اسیدی

پوشش شامل اکسیدها و کربنات های منگنز ، آهن و مقادیری سیلیسیم میباشد و سرباره حاصل از جوشکاری با این نوع الکترودها دارای خواص اسیدی می باشد.

جوش حاصل دارای سطحی هموار و **براق** است

سرباره سیال پر و حجم حاصل از جوشکاری نیز ، پس از سرد شدن بلافاصله از سطح جوش جدا می شود به همین دلیل ، و به ویژه در جوشکاری های چند پاسی ، **خطر باقی ماندن سرباره در بین پاس های جوشکاری به حداقل می رسد..**

این الکترودها را اغلب در **تمامی وضعیت** های جوشکاری می توان بکار برد.

الکتروُد

۴. روکش های اکسیدی

ترکیب اصلی : اکسید آهن، اکسید منگنز ، کربنات آهن و کربنات منگنز
سربرایة حاصل از جوشکاری آنها ، متراکم ، سنگین و پر حجم بوده ، اما در عین
حال ، به راحتی از روی جوش جدا می شود.

نفوذ جوش حاصل نسبتاً کم است ، سطح جوش صاف و یکنواخت با استحکام
نسبتاً کمی می باشد.

به دلیل سیالیت بالای مذاب حاصل ، این نوع الکترودها را بیشتر برای جوش
های گوشه در وضعیت های **افقی و تخت** بکار می برند

معمولاً ظاهر جوش حاصل بسیار بهتر از کیفیت مکانیکی آن است

الکتروُد

۵. روکش های بازی یا فلیایی

پوشش : شامل مقادیر زیادی کربنات کلسیم (CaCo) ، فلوراید ، آهک است.
عمل حفاظت از حوضچه جوش در این کلاس از پوشش ها ، سوختن کربنات
کلسیم و تولید گاز CO2 است.

به دلیل کم بودن مقدار رطوبت در این پوشش ها ، جوش حاصل مقدار هیدروژن
بسیار کمی دارد و بنام **الکترودهای کم هیدروژن** نامیده میشوند.

برای جلوگیری از افزایش مقدار رطوبت ، در نگهداری این الکترودها باید دقت
کافی بکار برد و آنها را در جای خشک نگه داری نمود.

پیش از بکار گیری این الکترودها ، عملیات **باز پخت** (گرم کردن) در گرم خانه
یا الکتروُد خشک کن (Oven) اجباری است

الکتروُد

۶. روکش های روتیلی + پودر آهن

- اثرات مثبت افزایش پودر آهن به پوشش الکترودها :
- افزایش نرخ رسوب
- افزایش پایداری قوس
- افزایش بازدهی
- افزایش انعطاف پذیری برای جوشکاری در زوایای تنگ
- پهن تر شدن قوس الکتریکی ، رسوب در سطح بیشتر و عمق کمتر به دلیل هدایت الکتریکی دوگانه از مغز الکتروُد و پوشش محتوی پودر آهن
- کاهش مقدار پاشش و جرقه ، به دلیل محدود شدن اتصال کوتاه بین الکتروُد و سطح قطعه کار به دلیل عبور جریان الکتریکی از درون پوشش
- صاف تر بودن سطح گرده جوش پدید آمده

الکتروُد

روکش های روتیلی + پودر آهن (ادامه)

مهمترین نوع این الکترودها ، الکترودهای قلبیایی بعلاوة پودر آهن هستند که اغلب در ترکیب خود حدود ۵۰ درصد پودر آهن دارند. وقتی الکتروُد ذوب می شود، در حقیقت علاوه بر مغز الکتروُد ، پودر آهن موجود در سرباره نیز وارد حوضچه شده و به حجم مذاب اضافه می شود ، از این رو افزایش بازدهی اتفاق می افتد.

الکتروود

مقایسه نسبی انواع الکتروودها از جهات مختلف

نوع الکتروود	سولتری	دندانی	قیایی (کم مینودن)
خفیت موجود در آن	2	3	1
نرمی واز زیاد طول	1	3	2
نفوذ جوش	3	1	2
عدم پرینگی کاره جوش	3	1	2
عدم پخش - جرقه و روانه مان رسوب	3	2	1
بدون عیب بودن جوش	3	1	2
راحتی استفاده	2	1	3
دلیش روشن کردن قوس	3	2	1
مقاومت در برابر ترک خوردن جوش	3	2	1
سرعت ایجاد فلز جوش	3	1	2
چقرمگی جوش	2	3	1
شماره یک - خوب	شماره دو - متوسط	شماره سه - بد	

الکتروود

طبقه بندی الکتروودهای روپوش دار بر اساس استاندارد AWS

الکتروود با يك حرف (E) و يك عدد چهار یا پنج رقمی مشخص

می شود : E XXXX

• حرف سمت چپ (E) معرف الکتروود روکش دار است.

• دو رقم سمت چپ از عددهای چهار رقمی = استحکام کششی فلز جوش kip/in^2

• رقم اول از سمت راست نشان دهنده نوع جریان ، پلاریته ، نوع روکش و مقدار نفوذ قوس الکتریکی است :

• دومین رقم از سمت راست :

EXX1X : برای تمامی وضعیت ها

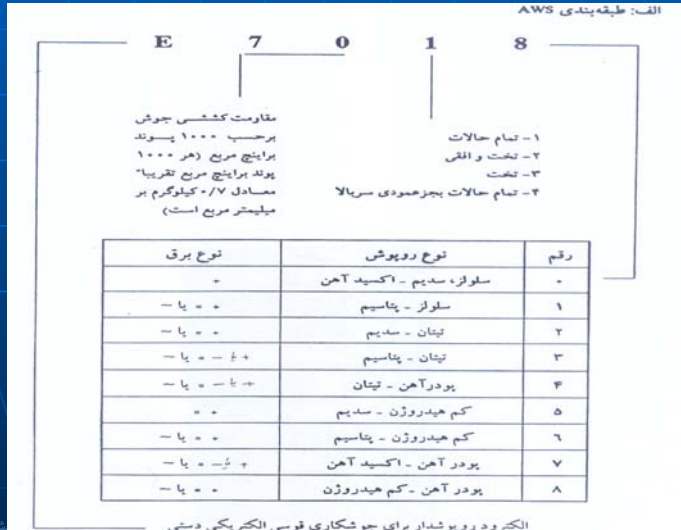
EXX2X : وضعیت های تخت و افقی

EXX3X : تخت

EXX4X : تخت ، سقفی ، افقی ، عمودی سرازیر

الکترو

طبقه بندی الکتروهای روپوش دار بر اساس استاندارد AWS



شگاه گیلان- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

الکترو

E 6013

روتیلی

استحکام معمولی
تافنس پایین

در فولادهای معمولی

St 37

جوشکاری در همه حالات

E 6010

سلولزی

استحکام معمولی
تافنس خوب

در مواردی که نفوذ
مطرح است (پاس اول)

جوشکاری در همه حالات

E 7018

قلیایی
(کم هیدروژن)

استحکام بالاتر
تافنس بالا

فولاد با استحکام بالاتر
St 52 ، قطعه ضخیم

در همه حالات بجز سرازیر

E 7024

روتیلی

استحکام بالاتر
تافنس پایین

دارای درصد پرکنندگی بالا

فقط در حالت افقی و تخت

گروه عمران دانشکده مین- جواد رزاقی

اجرای سازه های فولادی

الکتروود

تأثیر رطوبت بر روکش الکتروودها

الکتروود بلافاصله پس از ساخت آماده جذب رطوبت از اتمسفر است.

میزان رطوبت نسبی هوا

۴۰٪ < : تأثیری روی الکتروود ندارد

۴۰٪-۸۰٪ : جذب رطوبت توسط روپوش الکتروود

(الکتروودهای قلیایی در یک هفته کاملاً مرطوب و غیر قابل استفاده میشوند)

۸۰٪ > : تشدید جذب رطوبت توسط روپوش الکتروود.

۹۰٪ > : شدت بسیار زیاد جذب رطوبت توسط روپوش الکتروود

(الکتروودهای قلیایی در ۲۴ ساعت کاملاً مرطوب و غیر قابل استفاده میشوند).

الکتروود

تأثیر حداکثر شدت جریان مجاز

افزایش شدت جریان جوشکاری = افزایش مقدار رسوب (افزایش راندمان ذوب)

افزایش شدت جریان از مقدار توصیه شده برای هر الکتروود = افزایش پاشش ، جرقه ،
وجود آمدن تبخیر مذاب، و همچنین کاهش باز دهی ، ظاهر نامناسب خط جوش

افزایش بیش از حد درجه حرارت در مغزی الکتروود = امکان ترک برداشتن و جدایی
روکش الکتروود از سطح مغزی ، سبب ریزش روکش جامد به درون حوضچه جوش و
ماندن سر باره در جوش میشود

شدت جریان مناسب: با توجه به توصیه کارخانه سازنده و جنس و ضخامت روکش ،
قطر و طول الکتروود تعیین می شود

انواع جریان

انواع جریان در جوشکاری

جریان متناوب (AC)

پاره ای از محاسن جریان متناوب :

• ترانسفورماتور های جوشکاری (AC) از دینام های جوشکاری و رکتیفایرها (DC) ارزانتر هستند (قیمت اولیه، هزینه نگهداری و تعمیر).

• در جوشکاری (AC) وزش قوس وجود ندارد.

• حرارت در قطعه کار و الکتروود به طور مساوی توزیع می شود.

پاره ای از معایب جریان متناوب :

• امکان تغییر قطب وجود ندارد.

• بعضی از الکتروودها را نمی توان با این جریان جوشکاری کرد.

• قوس در جریان AC نآرام می باشد.

انواع جریان

انواع جریان در جوشکاری (ادامه)

جریان مستقیم (DC) :

محاسن جریان مستقیم :

- خطر شوک الکتریکی کمتر است.
- قوس پایدارتر و آرامتر است و پاشش ذرات کم است
- استفاده از انواع الکتروودها امکان پذیر است.
- امکان تغییر قطب وجود دارد.

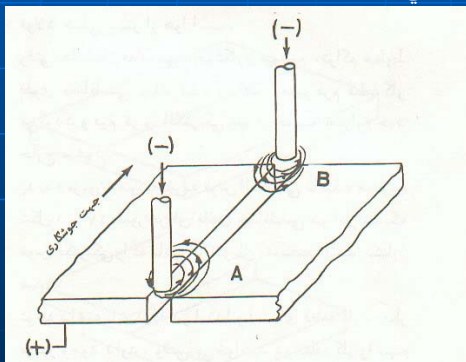
عیب جریان مستقیم :

ایجاد پدیده وزش قوس یا دمش قوس (انحراف قوس) در گوشه ها

وزش قوس

وزش قوس (Arc Blow) :

حوزه مغناطیسی ایجاد شده بر اثر عبور جریان الکتریکی بصورت دایره های متوالی عمود بر مسیر عبور جریان برق است.
اگر این حوزه نامتعادل باشد ، قوس منحرف می شود.



معمولاً در جوشکاری گوشه ها و نزدیک محل اتصال کابل، انحراف قوس زیاد خواهد بود. در این مواقع کنترل مذاب مشکل است و جوش نامتعادل است.

اجرای سازه

وزش قوس

وزش قوس

راه های جلوگیری از وزش قوس و کاهش آن :

۱. تغییر دادن محل اتصال کابل به قطعه کار (دور از محل جوشکاری)
۲. در صورت امکان پیچیدن کابل اتصال به اطراف کار و ایجاد حوزه مغناطیس جدیدی برای خنثی کردن اثر حوزه مغناطیس قبلی.
۳. استفاده از جریان متناوب به جای جریان مستقیم.

قطبیت الکترو د

قطبیت الکترو د

الکترو د به قطب منفي = جوشکاری با قطب مستقیم DCSP.

در جوشکاری با قطب مستقیم، مسیر حرکت الکترون ها از الکترو د به سوي قطعه بوده که با سرعت به آن برخورد می کنند. بمباران سطح کار بوسیله الکترون ها ، سبب افزایش گرما در محل ذوب می شود. در جوشکاری با قطب مستقیم $2/3$ گرما در محل درز و $1/3$ در الکترو د وجود می آید. به همین علت نفوذ جوش بیشتر است. موارد استفاده در اکثر حالات و بخصوص جوشکاری قطعات ضخیم است.

قطبیت الکترو د

قطبیت الکترو د

الکترو د به قطب مثبت = جوشکاری با قطب معکوس DCRP.

مسیر حرکت الکترون ها از قطعه به سوي الکترو د است. $2/3$ حرارت تولید شده در الکترو د و $1/3$ حرارت تولید شده در قطعه کار تقسیم می شود. در این حالت فلز مغز الکترو د و نیز گاز های محافظ کاملاً گرم هستند ، لذا سرعت انتقال فلز مذاب از الکترو د به کار سریعتر و یکنواخت تر است.

موارد استفاده:

- جوشکاری قطعات نازک
- در موارد نیاز به افزایش سرعت جوشکاری
- الکترو د هایی که روکش آن دیر ذوب می شود.

منبع نیرو

کالیبراسیون

منابع نیرو باید بطور منظم سرویس شده و در فواصل زمانی مناسب کالیبره شوند تا نسبت به مقادیر خروجی شدت جریان اطمینان حاصل شود.

روش اندازه گیری طول الکتروود نوب شده در یک دقیقه:

با الکتروود با نوع و قطر معین، ورق به قطر معینی با شدت جریان مشخصی در یک وضعیت خاص جوشکاری و طول الکتروود نوب شده در یک دقیقه اندازه گیری میشود. با تکرار اینعمل در زمانهای مختلف، و با مقایسه مقادیر اندازه ها می توان از افت شدت جریان مطلع شد. در صورت استهلاک دستگاه شدت جریان خروجی پائین آمده و عقربه ها مقادیر واقعی را نشان نمی دهند و در نتیجه بعلت پائین آمدن حرارت تولید شده، طول الکتروود نوب شده نیز کمتر خواهد بود.

معایب جوشکاری دستی

پاره ای از معایب جوشکاری دستی

- کیفیت جوش شدیداً به مهارت جوشکار بستگی دارد. (بعلت لزوم ثابت نگهداشتن طول قوس و در نتیجه شدت جریان)
- قطع و وصل مداوم جریان جهت دور ریختن ته مانده الکتروود مصرف شده و استفاده از الکتروود جدید بکرات پیش می آید.
- قطع و وصل جوشکاری سبب بروز نقطه ضعف در نوار جوش می شود.
- قطع و وصل جوشکاری سبب ضربه زدن به دستگاه جوش و پائین آمدن عمر مفید آن می شود.
- پرت الکتروود زیاد است، (بعلت دور ریختن باقیمانده الکتروود)
- سرعت کار پایین است.
- در قطعات طویل امکان تاب برداشتن قطعات وجود دارد، (بعلت اختلاف حرارت موجود در دوسر قطعه جوش شده)
- امکان استفاده از شدت جریان بالا برای جوشکاری ورقهای ضخیم کم میشود

جوشکاری خودکار و نیمه خودکار

نحوه کار:

- در جوشکاری نیمه خودکار حرکت پیش رونده الکتروود بسوی درز جوش توسط یک مکانیسم خودکار انجام می شود.
- الکتروود بدون روکش وبصورت کلاف (رول) می باشد.
- بجای استفاده از گیره الکتروود، از تپانچه جوش استفاده می شود. یک سیستم خودکاری با سرعت ثابتی، سیم جوش رابه جلو میراند.
- بجای استفاده از روکش الکتروود، از مواد جایگزین که به روی منطقه جوش پاشیده میشوند استفاده میشود.
- در جوشکاری خودکار حرکت طولی الکتروود در جهت طول درز توسط یک سیستم متحرک انجام میشود .