KSTI

انجمن صنفی کارفرمایی شرکتهای
بازرسی فنی خراسان رضوی

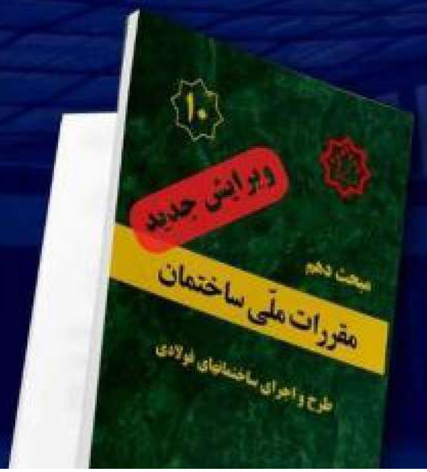
انجمن صنفی کارفرمایی شرکتهای
بازرسی فنی خراسان رضوی برگزار می کند

الزامات ساخت، نصب و کنترل رواداریها
در سازه های فولادی

با نگاهی به مباحث جدید ۱۰ و ۱۱ مقررات ملی ساختمان

مدرس

جناب آقای دکتر گرامی



زمان :

پنجشنبه ۲۹ دیماه ساعت ۱۶ الی ۲۱
و جمعه ۳۰ دیماه ساعت ۹ الی ۱۴

مکان :

سالن همایش های انجمن

هزینه ثبت نام دوره ۸/۰۰۰/۰۰۰ ریال

به شرکت کنندگان در این دوره گواهینامه حضور در دوره اهدا می شود.

الزامات ساخت، نصب و کنترل رواداری‌ها در سازه‌های فولادی

2

۱۰
مبحث دهم
مقررات ملّی ساختمان
طرح و اجرای ساختمانهای فولادی
۱۴۰۱

۱۱
مبحث یازدهم
مقررات ملّی ساختمان
طرح و اجرای صنعتی ساختمان ها
۱۴۰۰

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
وزیر

تاریخ : ۱۴۰۱/۰۲/۲۸
شماره : ۲۷۷۳۳/۱۰۰/۰۲

بسمه تعالی

جناب آقای دکتر وحیدی
وزیر محترم کشور

با سلام و احترام

در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴، بدینوسیله ویرایش پنجم مبحث دهم مقررات ملی ساختمان«**طرح و اجرای ساختمان های فولادی**» که مراحل تهیه، تدوین و تصویب را در این وزارت گذرانده است، بشرح پیوست ابلاغ می گردد. زمان انقضای ویراش سال ۱۳۹۲ این مبحث یکسال بعد از تاریخ این ابلاغ خواهد بود و بدیهی است تا آن زمان استفاده از هر کدام از این دو ویرایش مجاز است.

رستم قاسمی

محتویات

فهرست

تعاریف

الزامات عمومی

الزامات ساخت، نصب و کنترل

کنترل کیفیت و تضمین کیفیت

الزامات طراحی لرزه ای

پیوست ها

منابع و مراجع

6

فهرست

تعاریف

۱۰-۱ الزامات عمومی

۱۰-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

۱۰-۱-۲ مبانی طراحی

۱۰-۱-۳ روش‌های تحلیل سازه

۱۰-۱-۴ مصالح فولادی سازه‌ها

۱۰-۱-۵ مدارک فنی

۱۰-۱-۶ الزامات طراحی لرزه‌ای

۱۰-۱-۷ الزامات ساخت، نصب و کنترل

۱۰-۱-۸ علائم، اختصارات و واحدها

۱۰-۴ الزامات ساخت، نصب و کنترل

۱۰-۴-۱ کلیات

۱۰-۴-۲ مشخصات مصالح فولاد سازه‌ای

۱۰-۴-۳ ساخت و نصب قطعات فولادی

۱۰-۴-۴ اتصال با جوش

۱۰-۴-۵ اتصال با پیچ

۱۰-۴-۶ انبار کردن، حمل و رفع معایب قطعات ساخته‌شده

۱۰-۴-۷ رنگ‌آمیزی و گالوانیزه کردن قطعات فولادی

۱۰-۴-۸ رواداری‌ها

۱۰-۴-۹ کنترل کیفیت، تضمین کیفیت و الزامات اجرایی لرزه‌ای

8

تعاریف

اتصال لغزش بحرانی: اتصالی که در آن هیچ‌گونه لغزشی بین سطوح تماس مجاز نبوده و انتقال نیروی برشی در اتصال از طریق نیروی اصطکاک بین سطوح در تماس اتصال انجام می‌پذیرد.

آزمایش طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی: آزمایش دینامیکی که بر روی نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ استاندارد فولادی تحت اثر یک ضربهٔ استاندارد صورت می‌گیرد و میزان طاقت (جذب انرژی) نمونهٔ فولادی را در مقابل ترد شکنی مشخص می‌نماید.

بار جانبی فرضی: نیروی افقی فرضی برای منظور کردن آثار نواقص هندسی اولیه در اعضای باربر ثقلی است که در محل اثر بارهای ثقلی در نظر گرفته می‌شود.

بازرس تضمین کیفیت: به شخص حقیقی یا حقوقی مستقلی اطلاق می‌گردد که قبل و حین اجرا، بازرسی‌های تضمین کیفیت را سازمان‌دهی و اجرا می‌نماید.

بازرس کنترل کیفیت: به شخصی حقیقی یا حقوقی اطلاق می‌گردد که بازرسی کنترل کیفیت را در حین اجرا و بر روی عملیات اجراشده انجام می‌دهد.

برگشت جوش: به طولی کوتاه از جوش گوشه گفته می‌شود که برای اجتناب از قطع ناگهانی زنجیرهٔ جوش، در انتهای یک ضلع روی ضلع دیگر متقاطع با آن برگشت داده می‌شود.

برنامه تضمین کیفیت: به برنامه‌ای اطلاق می‌شود که شرکت عامل یا بازرس تضمین کیفیت به‌منظور انطباق کار اجراشده با الزامات تعیین‌شده در مدارک فنی تأییدشدهٔ ساخت و استانداردهای مرجع پیاده‌سازی می‌کند.

برنامه کنترل کیفیت: به برنامه‌ای اطلاق می‌شود که در آن سازنده و نصاب در حین اجرا، الزامات و روش‌های انجام کار اجراشده را با مشخصات فنی مطابقت داده و بازرسی می‌نمایند.

پیش‌خیز: به انحنای ایجادشده در یک تیر یا خرپا قبل از بارگذاری برای جبران تغییرمکان‌های حاصل از بارگذاری ثقلی اطلاق می‌گردد.

تضمین کیفیت: به برنامه‌ریزی‌ها، اقدامات مدیریتی، دستورالعمل‌ها و کنترل‌هایی اطلاق می‌شود که نشان دهد مصالح به‌کاررفته و کار انجام‌شده توسط سازنده و نصاب، الزامات و مدارک تأییدشدهٔ ساخت و استانداردهای مرجع را تأمین می‌نماید.

جوش بحرانی لرزه‌ای: به جوش‌های مشخص‌شده در فصل ۱۰-۳ این مبحث اطلاق می‌گردد که در آن‌ها فلز جوش باید از مشخصات ویژه‌ای برخوردار باشد.

جوش گوشهٔ تقویتی: جوش گوشه‌ای که در محل درز جوش بر روی جوش شیاری یا در زیر آن اضافه می‌شود.

چشمهٔ اتصال: به ناحیه‌ای از جان یا جان‌های ستون، محصور بین بال‌های ستون و ورق‌های پیوستگی یا امتداد ورق‌های بال تیر یا امتداد ورق‌های روسری و زیرسری در گرهٔ اتصال گیردار تیر به ستون اطلاق می‌شود. وظیفهٔ اصلی این ناحیه انتقال لنگر خمشی تیر به ستون بوده و متحمل تنش‌های برشی زیادی علاوه بر تنش‌های محوری و خمشی خواهد بود.

ستون متکی: ستون‌های متکی به ستون‌هایی گفته می‌شود که سختی جانبی آن‌ها به‌واسطهٔ اتصال مفصلی تیرها ناچیز بوده و فقط برای بارهای ثقلی طراحی می‌شوند.

عرشهٔ فولادی: ورق‌های نازکی هستند که با نوردسرد به‌صورت یک صفحهٔ کنگره‌دار فولادی شکل داده شده و به‌عنوان قالب ماندگار در اجرای گروهی از تیرهای مختلط به کار می‌روند. چنانچه سطوح عرشهٔ فولادی دارای برجستگی باشد، می‌تواند به‌عنوان بخشی از فولاد کششی دال بتنی عمل نماید.

عضو جمع‌کننده: به عضوی اطلاق می‌شود که نیروهای حاصل از بار جانبی از طریق دیافراگم کف به این عضو منتقل شده و از طریق آن به اعضای سیستم باربر جانبی منتقل می‌شود.

کنترل کیفیت: به کنترل‌ها و بازرسی توسط سازنده و نصاب به‌منظور رعایت الزامات مدارک فنی تأیید و ابلاغ‌شده و استانداردهای مرجع اطلاق می‌گردد.

مشخصات فنی خصوصی: به مشخصات فنی موردنظر طراح یا کارفرما اطلاق می‌گردد که در تکمیل مدارک مشخصات فنی عمومی و مقررات حاکم با درج در نقشه‌های اجرایی یا ابلاغ به‌صورت مجزا در زمان عقد قرارداد جزء اسناد پیمان قرار می‌گیرد و رعایت آن‌ها توسط سازنده یا نصاب ضروری است.

ناظر کارفرما: نمایندهٔ فنی کارفرما در کارگاه ساخت و نصب است که هماهنگی و پیاده‌سازی برنامهٔ تضمین کیفیت را بر عهده دارد.

نقشه‌های طراحی: به اسناد و مدارک گرافیکی متشکل از تصاویر و نوشته‌ها اطلاق می‌گردد که دربرگیرندهٔ جزئیات و هندسهٔ طراحی سازه باشد. این نقشه‌ها باید اطلاعات کامل مقاطع، محل قرار گرفتن اعضای سازه نسبت به یکدیگر، تراز کف‌های ساختمانی، محورهای مار بر مرکز ستون‌ها، پیش‌آمدگی‌ها و پس‌رفتگی‌ها با اندازه‌ها و اطلاعات مربوط به اتصالات و وصله‌ها را شامل باشد، به‌طوری‌که با مراجعهٔ به آن‌ها پیمانکار بتواند نقشه‌های اجرایی کارگاهی را تهیه نماید.

ورق اتصال مهاربندی (ورق گاست): به ورق اتصال اعضای خرپا در گره‌های اتصال و ورق اتصال عضو مهاربندی به تیر یا به گره اتصال تیر-ستون و یا به گره پای ستون اطلاق می‌گردد.

ورق پرکننده: به ورق به‌کاررفته در نواحی وصله‌ها که فاصلهٔ بین مقطع وصله‌شونده و ورق‌های وصله را پر نموده و امکان اجرای ورق پوششی وصله بین مقاطع وصله‌شونده را فراهم نماید، گفته می‌شود.

ورق پوششی: به ورق تقویتی که بر روی ورق‌های بال تیرها یا ستون‌ها جوش یا پیچ می‌شوند و موجب افزایش سطح مقطع، اساس مقطع، ممان اینرسی و ... می‌گردد، گفته می‌شود.

ورق دیافراگمی: به ورق‌های دارای سختی و مقاومت داخل صفحه‌ای برشی اطلاق می‌گردد که برای انتقال نیروهای داخل صفحه‌ای به اجزای تکیه‌گاهی به کار می‌روند.

ورق پیوستگی: به ورق‌های تقویتی که در راستای بال‌ها یا ورق‌های اتصال بال تیر به وجه ستون در چشمهٔ اتصال تعبیه شده و به بال‌ها و جان (یا جان‌های) ستون متصل می‌شوند، اطلاق می‌شود.

ورق مضاعف: به ورق‌های اضافی گفته می‌شود که موازی جان تیرها یا ستون‌ها در ناحیهٔ چشمهٔ اتصال در مقابل نیروهای متمرکز تعبیه می‌شود و موجب افزایش مقاومت برشی چشمهٔ اتصال می‌شود.

وصله: به اتصال بین دو عضو سازه‌ای در راستای تنش‌های وارد بر عضو اطلاق می‌گردد که یک عضو سازه‌ای با طول بزرگ‌تر تشکیل دهد.

18

الزامات عمومی

۱۰-۱-۱-۴ در مواردی که ضوابط این مبحث دارای ابهام یا مسکوت بوده و موضوع با قضاوت صحیح مهندسی یا رجوع به مدارک فنی معتبر باز از ابهام برخوردار است یا مورد اختلاف قرار دارد، پاسخ استعلام از دبیرخانهٔ شورای تدوین مقررات ملی ساختمان ملاک عمل خواهد بود.

۱۰-۱-۲-۴ حفاظت در برابر آتش

مقاومت سازه در برابر آتش باید با پیش‌بینی تمهیدات خاص تأمین شود. در این مورد رعایت ضوابط مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و ضوابط پیوست ۶ این مبحث الزامی است.

مشخصات مصالح فولادی سازه

۱۰-۱-۴ مصالح فولادی سازه‌ها

۱۰-۱-۴-۱ مصالح قابل به‌کارگیری در سازه‌های فولادی شامل نیمرخ‌ها، ورق‌ها، پیچ و مهره‌ها، الکترودها، گل‌میخ‌ها و مصالح مصرفی جوشکاری باید با استانداردهای معتبر موردقبول این مبحث انطباق داشته باشند. این استانداردها در پیوست ۱ این مبحث معرفی شده‌اند. معیارهای پذیرش مصالح باید به شرح زیر مطابق الزامات بندهای (الف) تا (ت) باشد:

الف) ضامن انطباق بر استاندارد، تولید مصالح توسط تولیدکنندگان باصلاحیت، استفاده از مواد اولیه با کیفیت و حاکم بودن سیستم‌های تضمین و کنترل کیفیت بر فرآیندهای تولید است. همچنین محصول باید مستقیماً توسط تولیدکننده یا فروشندهٔ رسمی به‌دست مصرف‌کننده برسد و دارای گواهینامهٔ انطباق با یکی از استانداردهای پیوست ۱ باشد.

ب) با تأمین شرایط بند (الف)، صدور گواهی‌نامهٔ معتبر انطباق با استاندارد، توسط تولیدکنندهٔ فولاد یا فروشندهٔ رسمی آن با رعایت مشخصات اصلی مطابق با مقادیر جداول ۱۰-۱-۱-۱، ۱۰-۱-۱-۲، ۱۰-۱-۱-۳ و ۱۰-۱-۱-۴ و نیز رعایت شرایط بخش ۱۰-۴-۲، برای اقناع ضوابط این مبحث کافی است.

پ) درصورتی‌که شرایط بند (الف) در مورد ضابطه‌بندی و یکنواختی فرایند تولید و توزیع برقرار باشد، ولی گواهینامهٔ انطباق محصول نه با یکی از استانداردهای معرفی‌شده در پیوست ۱ این مبحث، بلکه با یکی از استانداردهای معتبر دیگر که در پیوست ۱ معرفی نشده‌اند، صادر گردد، می‌توان با انجام آزمون‌های معادل‌سازی، آن محصول را با یکی از استانداردهای معرفی‌شده در پیوست ۱ انطباق داد. نحوهٔ معادل‌سازی در بخش ۱۰-۴-۲ معرفی شده است.

ت) مصالح غیرمنطبق با یکی از استانداردهای پیوست ۱ در سازهٔ فولادی قابل‌استفاده نبوده و باید از حیطهٔ کار خارج گردد.

۱۰-۱-۴-۲ فولادهای سازه‌ای

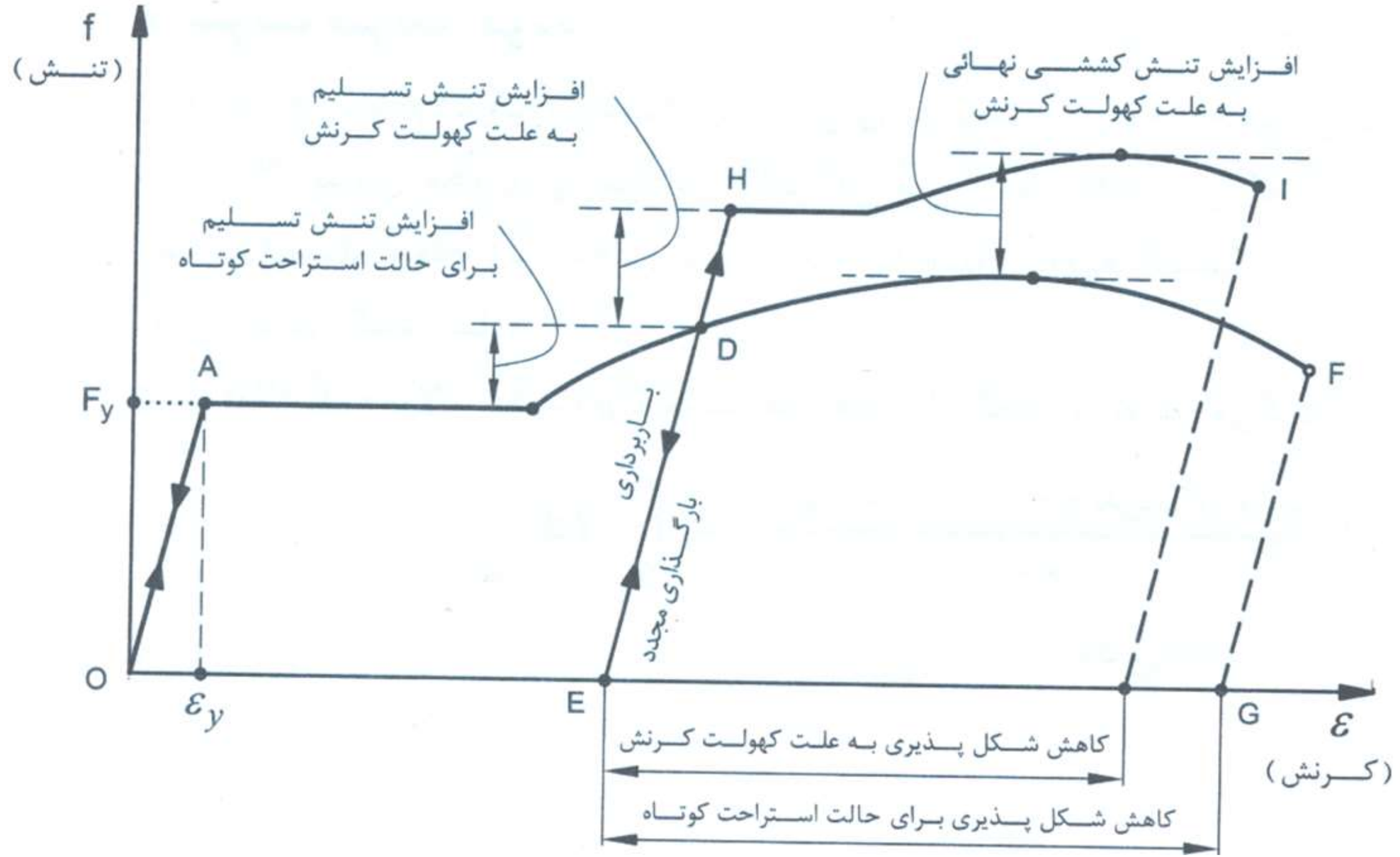
فولاد سازه‌ای باید دارای مقاومت و شکل‌پذیری مناسب بوده و کاملاً جوش‌پذیر باشد. همچنین در بعضی از کاربردها، فولاد سازه‌ای باید طاقت ضربه‌ای مطلوب داشته و در برابر جداشدگی لایه‌ای مقاوم باشد. حدود کمی هر یک از مشخصه‌های مورداشاره، در صورت نیاز باید در نقشه‌های اجرائی

و مدارک فنی طرح معرفی گردیده یا به استانداردی که مشخصه‌های موردنظر را محدود نموده است، ارجاع داده شود.

در این مبحث، مقدار مدول الاستیسیتهٔ (ضریب ارتجاعی) مصالح فولادی (E) مساوی 2×10^5 مگاپاسکال و مقدار نسبت پواسون مصالح فولادی (ν) مساوی 0.3 در نظر گرفته می‌شود. همچنین مطابق این مبحث، تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد سازه‌ای (F_y) نباید از 460 مگاپاسکال بیشتر باشد.

تبصره: کاربرد میله‌ها و کابل‌های بسیار پرمقاومت غیرقابل جوشکاری برای عناصر کششی و اتصال به‌وسیلهٔ دندانه‌شدن و کاربرد مهره یا اتصالات مخصوص فولاد پیش‌تنیدگی و کابل‌ها، مجاز است. برای مشخصات فولادهای پیش‌تنیدگی و کابل‌ها به استانداردهای EN و ASTM مراجعه شود.

مطابق استانداردهای ISIRI 14262، EN 10025 و ISO 630-2، مصالح فولادی از نظر طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی به شرح زیر به سه ردهٔ JR، J0 و J2 طبقه‌بندی می‌شوند:


f
(تنش)
افزایش تنش کششی نهائی
به علت کهولت کرنش
افزایش تنش تسلیم
به علت کهولت کرنش
افزایش تنش تسلیم
برای حالت استراحت کوتاه
H
I
D
A
F
F_y
بارگذاری مجدد
باربرداری
O
ε_y
E
G
ε
(کرنش)
کاهش شکل پذیری به علت کهولت کرنش
کاهش شکل پذیری برای حالت استراحت کوتاه

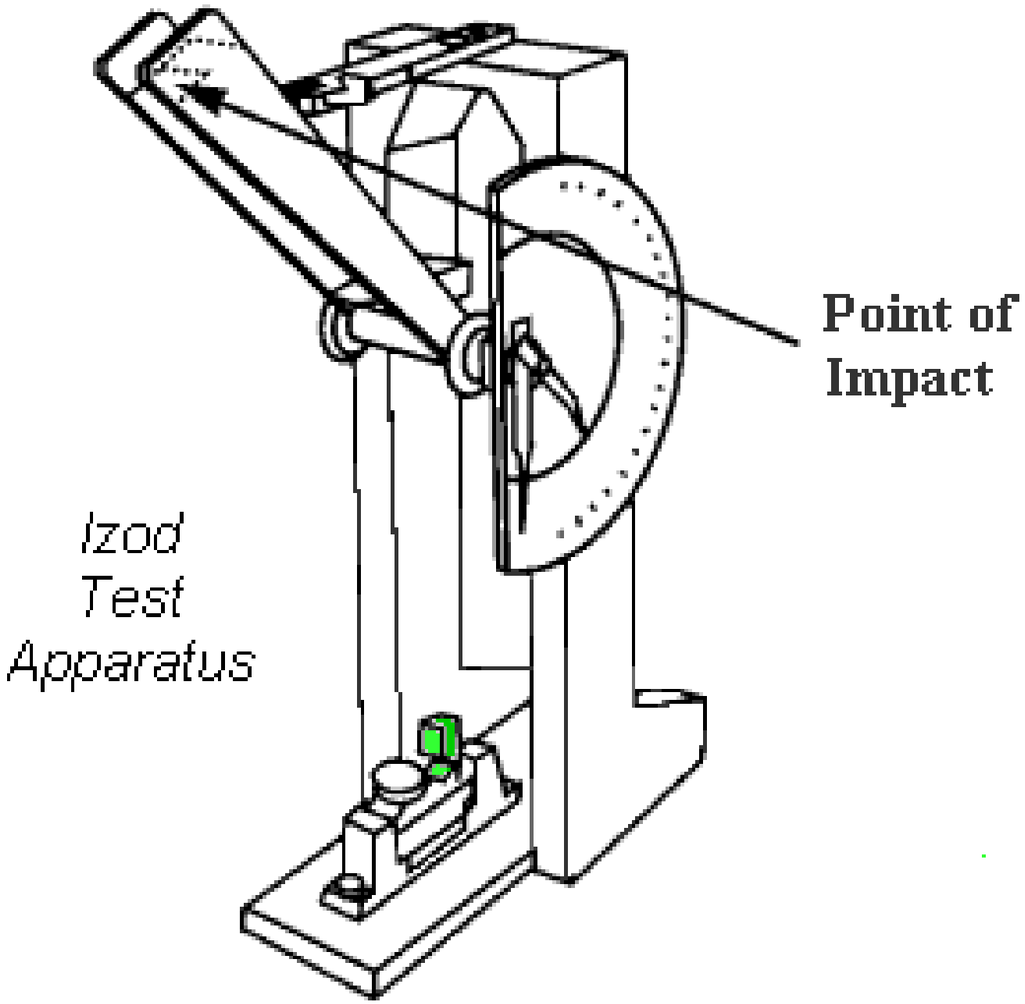
الف) ردهٔ JR: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی آن حداقل 27 ژول در دمای 20+ درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی، شرایط پذیرش این رده آسان‌تر از شرایط پذیرش رده‌های J0 و J2 است.

ب) ردهٔ J0: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی آن حداقل 27 ژول در دمای صفر درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی، شرایط پذیرش این رده آسان‌تر از شرایط پذیرش ردهٔ J2 اما سخت‌گیرانه‌تر از شرایط پذیرش ردهٔ JR است.

پ) ردهٔ J2: به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی آن حداقل 27 ژول در دمای 20- درجه سلسیوس باشد. به لحاظ طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی، شرایط پذیرش این رده هم از شرایط پذیرش ردهٔ JR و هم از شرایط پذیرش ردهٔ J0 سخت‌گیرانه‌تر است.

آزمایش ضربه:

تعیین مقاومت ضربه‌ای جوش‌ها و فلز پایه در یک سازه جوشکاری شده است.



جدول ۱۰-۱-۱*: نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی مطابق استانداردهای ISIRI 14262 (جدید ایران)، ISIRI 1600 (قدیم ایران)، EN 10025 (اتحادیهٔ اروپا) و ISO 630-2 (بین‌المللی)

** نام ردهٔ فولاد مطابق استاندارد جدید ایران، EN و ISO	نام ردهٔ فولاد مطابق استاندارد قدیم ایران	ضخامت (mm)	تنش تسلیم مشخصه (F_y) (MPa)	تنش کششی نهایی (MPa)	کرنش نهایی (ε_u) (%)
—	St-34	$t \le 16$ $16 < t \le 40$	205 195	330-410	28
S235	St-37	$t \le 16$ $16 < t \le 40$ $40 < t \le 100$	235 225 215	360-510	22-26
S275	St-44	$t \le 16$ $16 < t \le 40$ $40 < t \le 63$ $63 < t \le 80$ $80 < t \le 100$	275 265 255 245 235	410-560	19-23
—	St-50	$t \le 16$ $16 < t \le 40$ $40 < t \le 63$	295 285 275	490-610	20

18-22	470-630	355 345 335 325 315	$t \leq 16$ $16 < t \leq 40$ $40 < t \leq 63$ $63 < t \leq 80$ $80 < t \leq 100$	St-52	S355
17	550-720	450 430 410 390 380	$t \leq 16$ $16 < t \leq 40$ $40 < t \leq 63$ $63 < t \leq 80$ $80 < t \leq 100$	—	S450
17	540-730	460 440 430 410 400	$t \leq 16$ $16 < t \leq 40$ $40 < t \leq 63$ $63 < t \leq 80$ $80 < t \leq 100$	—	S460

* در صورت استفاده از رده‌های فولاد این جدول برای شرایط لرزه‌ای، تأمین کلیهٔ الزامات لرزه‌ای مصالح، مطابق بخش‌های ۱۰-۳-۲، ۱۰-۳-۷ و ۱۰-۴-۹ این مبحث ضروری است.

** برای رده‌های فولاد این جدول، تنش کششی نهایی مشخصهٔ فولاد (F_u) باید برابر حد پایین تنش کششی نهایی در نظر گرفته شود. همچنین در تحلیل و طراحی، برای ضخامت‌های مساوی یا کوچک‌تر از 40 میلی‌متر می‌توان تنش تسلیم مشخصهٔ بزرگ‌تر را مبنا قرار داد و از کاهش آن صرف‌نظر کرد.

جدول ۱۰-۱-۲*: نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی بهبودیافته برای شرایط لرزه‌ای مطابق استانداردهای ISIRI 12065 و ISO 24314

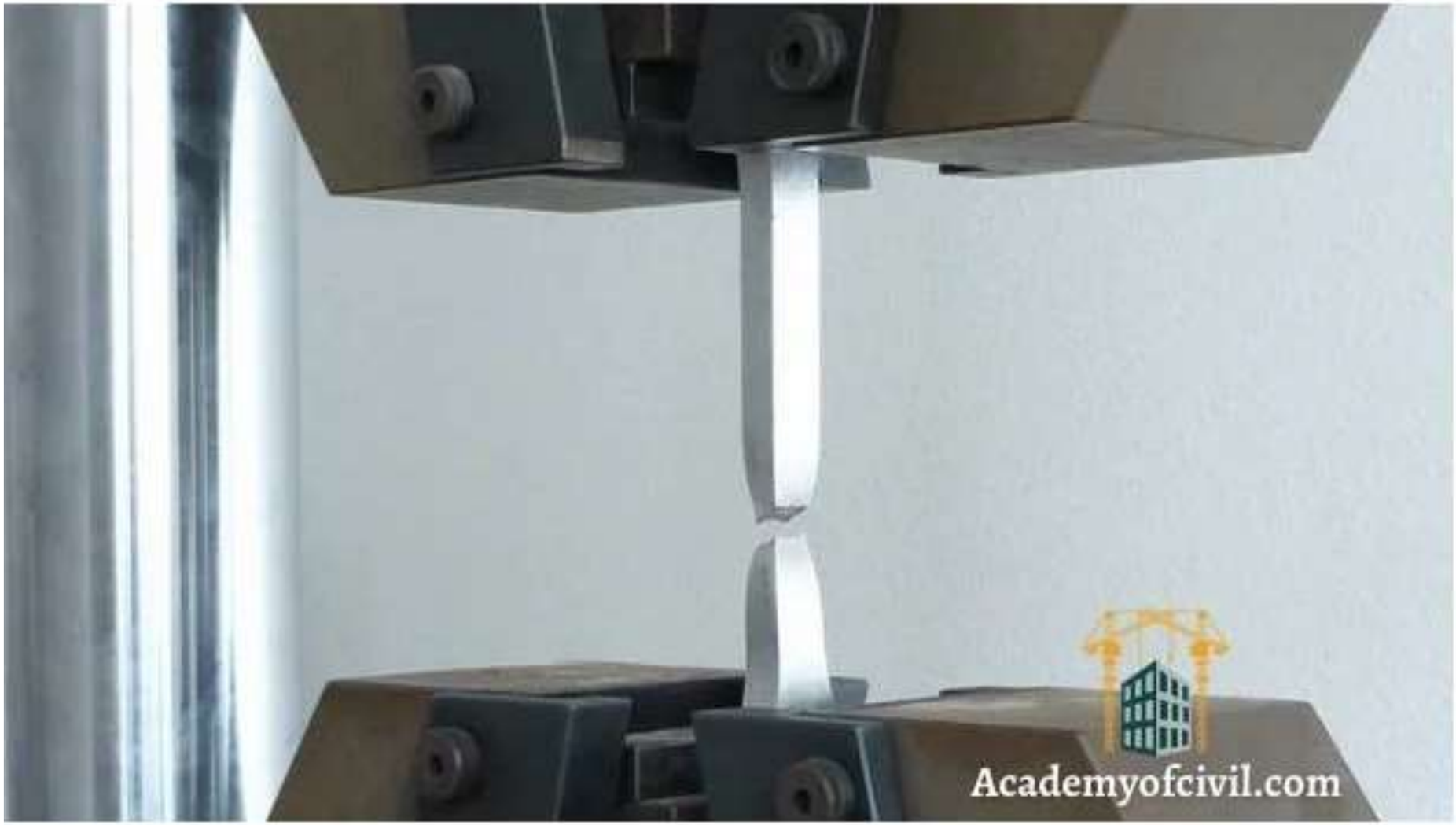
** نام ردهٔ فولاد مطابق استانداردهای ISIRI 12065 و ISO 24314	ضخامت (mm)	تنش تسلیم (MPa)	تنش کششی نهایی (MPa)	نسبت تنش تسلیم به تنش کششی نهایی (%)	کرنش نهایی (ε_u) (%)
S235S	$6 \le t < 12$	235 - 355	400 - 510	—	21
	$12 \le t < 16$	235 - 355		≤80	
	$16 \le t < 40$	235 - 355		≤80	
	$40 \le t \le 125$	215 - 335		≤80	
S325S	$6 \le t < 12$	325 – 445	490 - 610	—	20
	$12 \le t < 16$	325 – 445		≤80	
	$16 \le t < 40$	325 – 445		≤80	
	$40 \le t \le 125$	295 – 415		≤80	
S345S	$6 \le t < 12$	345 – 450	≥450	≤85	19
	$12 \le t < 16$	345 – 450		≤85	
	$16 \le t < 40$	345 – 450		≤85	
	$40 \le t \le 125$	345 – 450		≤85	

* برای رده‌های S235S و S325S، الزامات لرزه‌ای مصالح مقررشده در فصل ۱۰-۳ برای حداکثر نسبت تنش تسلیم به تنش کششی نهایی و حداقل طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی، مطابق استاندارد این دو رده فولاد تضمین می‌شوند، لیکن رعایت سایر الزامات لرزه‌ای مصالح، مطابق بخش‌های ۱۰-۳-۲، ۱۰-۳-۷ و ۱۰-۴-۹ این مبحث ضروری است.

برای ردهٔ S345S، در صورت استفاده در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای معمولی که از اعضای آن‌ها انتظار رفتار فرا ارتجاعی حداقل می‌رود، الزامات لرزه‌ای مقررشده در فصل ۱۰-۳ برای حداکثر نسبت تنش تسلیم به تنش کششی نهایی و حداقل طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی، مطابق استاندارد این رده فولاد تضمین می‌شوند، اما رعایت سایر الزامات لرزه‌ای مصالح، مطابق بخش‌های ۱۰-۳-۲، ۱۰-۳-۷ و ۱۰-۴-۹ این مبحث ضروری است. در صورت استفاده از این رده در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای متوسط یا ویژه که از اعضای آن‌ها انتظار رفتار فرا ارتجاعی محدود یا قابل‌ملاحظه می‌رود، تأمین کلیهٔ الزامات لرزه‌ای مصالح، مطابق بخش‌های ۱۰-۳-۲، ۱۰-۳-۷ و ۱۰-۴-۹ این مبحث ضروری است.

** برای رده‌های فولاد این جدول، تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد (F_y) باید برابر حد پایین تنش تسلیم و تنش کششی نهایی مشخصهٔ فولاد (F_u) باید برابر حد پایین تنش کششی نهایی در نظر گرفته شود.

آزمایش استحکام کششی



آزمایش خمش

جدول ۱۰-۱-۳*: نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی مطابق استاندارد انجمن آزمایش مصالح آمریکا (ASTM)

** نام و ردهٔ فولاد مطابق استاندارد ASTM	ضخامت (mm)	تنش تسلیم (MPa)	تنش کششی نهایی (MPa)	کرنش نهایی (ε_u) (%)
ASTM A36	تا 200 بیشتر از 200	250 220	550-400	21
ASTM A572 Grade 42 Grade 50 Grade 55 Grade60 Grade65	تمام ضخامت‌ها	290 345 380 415 450	415 450 485 520 550	24 21 20 18 17
ASTM A588 Grade B Grade C	تمام ضخامت‌ها	345 345	485 485	21 21

21 21 21	550-400 450 450	250 345 450-345	تمام ضخامت‌ها	ASTM A709 Grade 36 Grade50 Grade 50S
21 18 17	450 520 550	345 415 450	تمام ضخامت‌ها	ASTM A913 Grade 50 Grade 60 Grade 65
21	450	450-345	تمام ضخامت‌ها	ASTM A992

* در صورت استفاده از رده‌های فولاد این جدول برای شرایط لرزه‌ای، تأمین کلیهٔ الزامات لرزه‌ای مصالح، مطابق بخش‌های ۱۰-۳-۲، ۱۰-۳-۷ و ۱۰-۴-۹ این مبحث ضروری است.

** برای رده‌های فولاد این جدول، تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد (F_y) باید برابر حد پایین تنش تسلیم و تنش کششی نهایی مشخصهٔ فولاد (F_u) باید برابر حد پایین تنش کششی نهایی در نظر گرفته شود.

جدول ۱۰-۱-۴*: نام و مشخصات مکانیکی انواع فولادهای ساختمانی مطابق استاندارد JIS G 3136 ژاپن

** نام ردهٔ فولاد مطابق استاندارد JIS G 3136	ضخامت (mm)	تنش تسلیم (MPa)	تنش کششی نهایی (MPa)	نسبت تنش تسلیم به تنش کششی نهایی (%)	کرنش نهایی (ε_u) (%)
SN400A	$6 \le t < 12$	235	400 – 510	–	17
	$12 \le t < 16$	235		–	17
	16	235		–	21
	$16 < t \le 40$	235		–	21
	$40 < t \le 100$	215		–	23
SN400B	$6 \le t < 12$	235	400 – 510	–	18
	$12 \le t < 16$	235 - 355		≤80	18
	16	235 - 355		≤80	22
	$16 < t \le 40$	235 - 355		≤80	22
	$40 < t \le 100$	215 - 335		≤80	24
SN400C	$6 \le t < 12$	–	400 – 510	–	18
	$12 \le t < 16$	–		–	18
	16	235 - 355		≤80	22
	$16 < t \le 40$	235 - 355		≤80	22
	$40 < t \le 100$	215 - 335		≤80	24

17	–	490 – 610	325	6 ≤ t < 12	SN490B
17	≤80		325 – 445	12 ≤ t < 16	
21	≤80		325 – 445	16	
21	≤80		325 – 445	16 < t ≤ 40	
23	≤80		295 – 415	40 < t ≤ 100	
17	–	490 – 610	–	6 ≤ t < 12	SN490C
17	–		–	12 ≤ t < 16	
21	≤80		325 – 445	16	
21	≤80		325 – 445	16 < t ≤ 40	
23	≤80		295 – 415	40 < t ≤ 100	

* در صورت استفاده از رده‌های فولاد این جدول برای شرایط لرزه‌ای، تأمین کلیهٔ الزامات لرزه‌ای مصالح، مطابق بخش‌های ۱۰-۳-۲، ۱۰-۳-۷ و ۱۰-۴-۹ این مبحث ضروری است.

** برای رده‌های فولاد این جدول، تنش تسلیم مشخصهٔ فولاد (F_y) باید برابر حد پایین تنش تسلیم و تنش کششی نهایی مشخصهٔ فولاد (F_u) باید برابر حد پایین تنش کششی نهایی در نظر گرفته شود.

مشخصات فولاد پیچ، مهره و واشر

۱۰-۱-۴-۳ پیچ و مهره و واشر

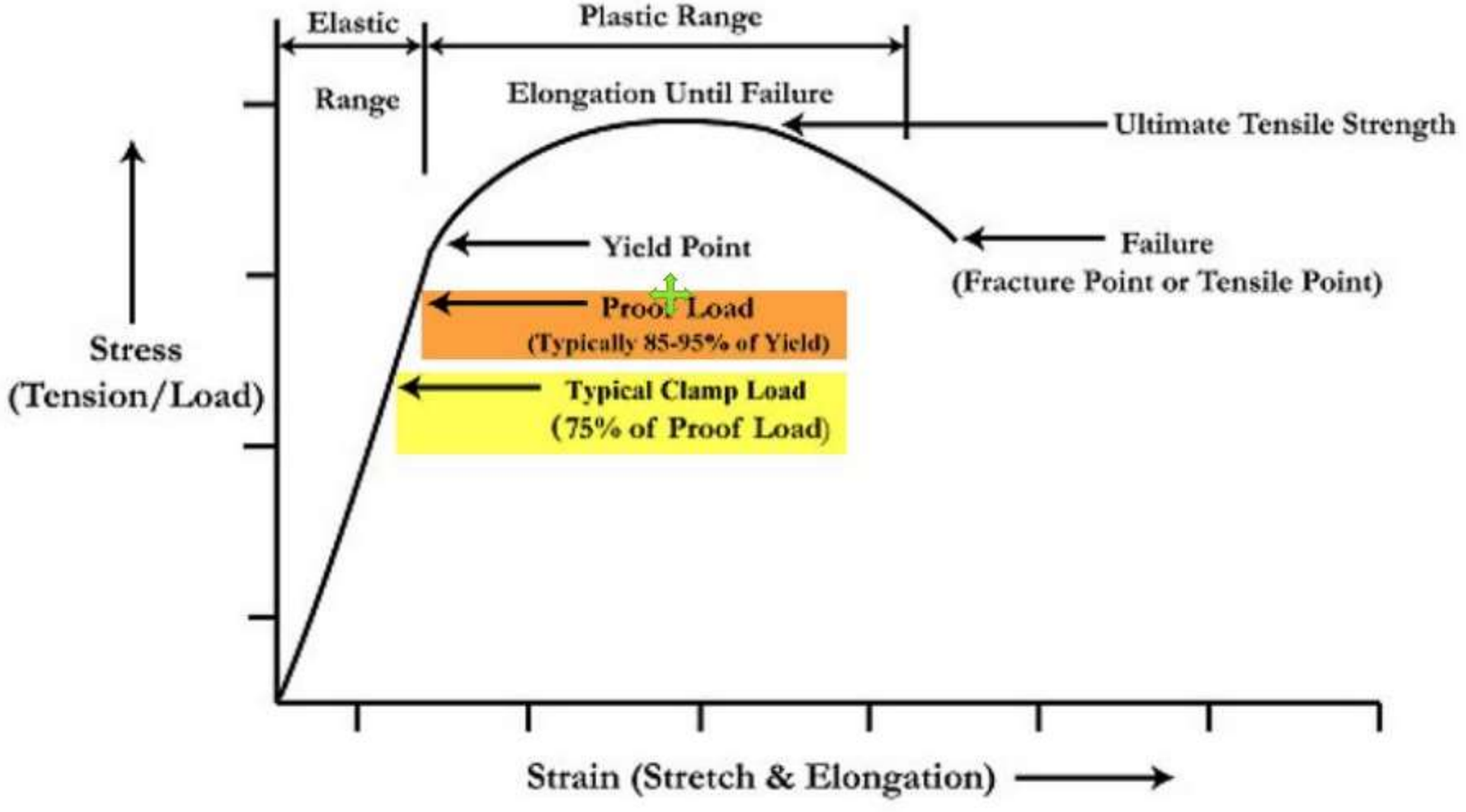
مشخصات مکانیکی انواع پیچ، مهره و واشر باید مطابق استانداردهای معرفی‌شده در پیوست ۱ باشد. مشخصات مکانیکی انواع مختلف پیچ‌ها در جدول ۱۰-۱-۵ ارائه شده است. مشخصهٔ موردنیاز برای واشرها، هندسه و سختی آن‌ها است. شرایط کاربردی مهره‌ها و واشرها باید سازگار با پیچ‌ها و مطابق الزامات بخش ۱۰-۴-۵ باشد.

جدول ۱۰-۱-۵: مشخصات مکانیکی پیچ‌ها*

نوع پیچ	ISIRI 2874 EN-ISO 898	ASTM	تنش تسلیم مشخصه (F_y) (MPa)	تنش کششی نهایی (F_u) (MPa)	کرنش نهایی (ε_u) (%)
پیچ‌های معمولی	4.6	A307	240	400	22
	4.8	—	320	420	14
	5.6	—	300	500	20
	5.8	—	400	520	10
	6.8	—	480	600	8

پیچ‌های پرمقاومت	8.8	A325 F1852	کاربرد ندارد	800	12
	10.9	A490 F2280	کاربرد ندارد	1000	9
	12.9	—	کاربرد ندارد	1200	8

* در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی فقط از پیچ‌های پر مقاومتی می‌توان استفاده کرد که مطابق استاندارد مربوطه، دارای قابلیت پیش‌تنیدگی باشند. پیچ‌هایی دارای قابلیت پیش‌تنیدگی هستند که پیچ، مهره و واشر مطابق استاندارد معتبر نظیر EN ISO 14399 تولید شده باشند.



Tensile Stress-Strain Diagram

۱۰-۱-۴-۴ میله‌های دندانه‌شده و میل‌مهارها

در سازه‌های فولادی، میله‌های دندانه‌شدهٔ دو سر رزوه و میل‌مهار کف‌ستون‌ها می‌تواند از نوع پیچ‌ها مطابق با الزامات بند ۱۰-۱-۴-۳ باشد. برای میل‌مهارها استفاده از میلگرد ساده و آج‌دار مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان مجاز است. همچنین برای میل‌مهارها استفاده از میلگرد سادهٔ پرمقاومت از نوع CK45 با مشخصات مکانیکی F_y =400 MPa ،F_u =600 MPa و ε_u =25 %، مطابق با استانداردهای معتبر مجاز است.

12 10:33 AM

12 10:34 AM

مشخصات فولاد جوش

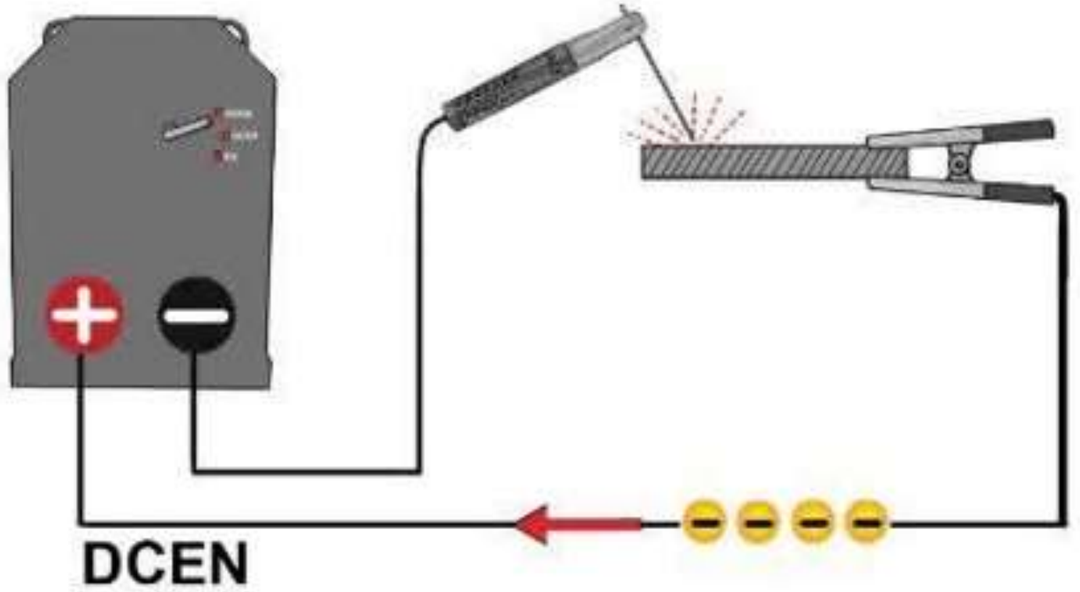
۱۰-۱-۴-۵ مصالح مصرفی جوشکاری

مصالح مصرفی جوشکاری شامل انواع الکترود، سیم جوشکاری، پودر و گاز می‌شود. استانداردهای معتبر موردقبول این مبحث در زمینهٔ مصالح فوق، در پیوست ۱ آمده است. همچنین در جدول ۱۰-۱-۶ مشخصات مکانیکی فولاد مغزه الکترودهای جوشکاری قوس الکتریکی خود حفاظ معرفی شده است. سایر مشخصات الکترود نظیر جنس روکش، قطبیت و مناسب بودن برای وضعیت‌های مختلف جوشکاری در استانداردهای معتبر موردقبول این مبحث، به‌صورت شناسه‌های عددی پس از تنش کششی نهایی مشخصهٔ الکترود برحسب ksi، ذکر شده است.

قطبیت در جوشکاری :

- درجریان مستقیم یکی از قطبها مثبت و دیگری منفی است .
- در حالت، قطبیت منفی، جهت حرکت الکترون ها از الکترود به سمت قطعه کار است. الکترون ها با سرعت زیاد به قطعه کار برخورد می کنند و به دلیل بمباران الکترونی گرمای زیادی در قطعه کار به وجود می آید.
- حدود دو سوم گرمای تولیدی در قطعه کار و یک سوم در الکترود توزیع میشود.

اگرکابل انبرالکترود را به قطب منفي و كابل اتصال به قطعه كار را به قطب مثبت وصل كنيم آن را جوشكاري با قطب منفي(Direct Current Electrode Negative) (DCEN) يا قطب مستقيم(Direct Current Straight Polarity) (DCSP) مي گويند.

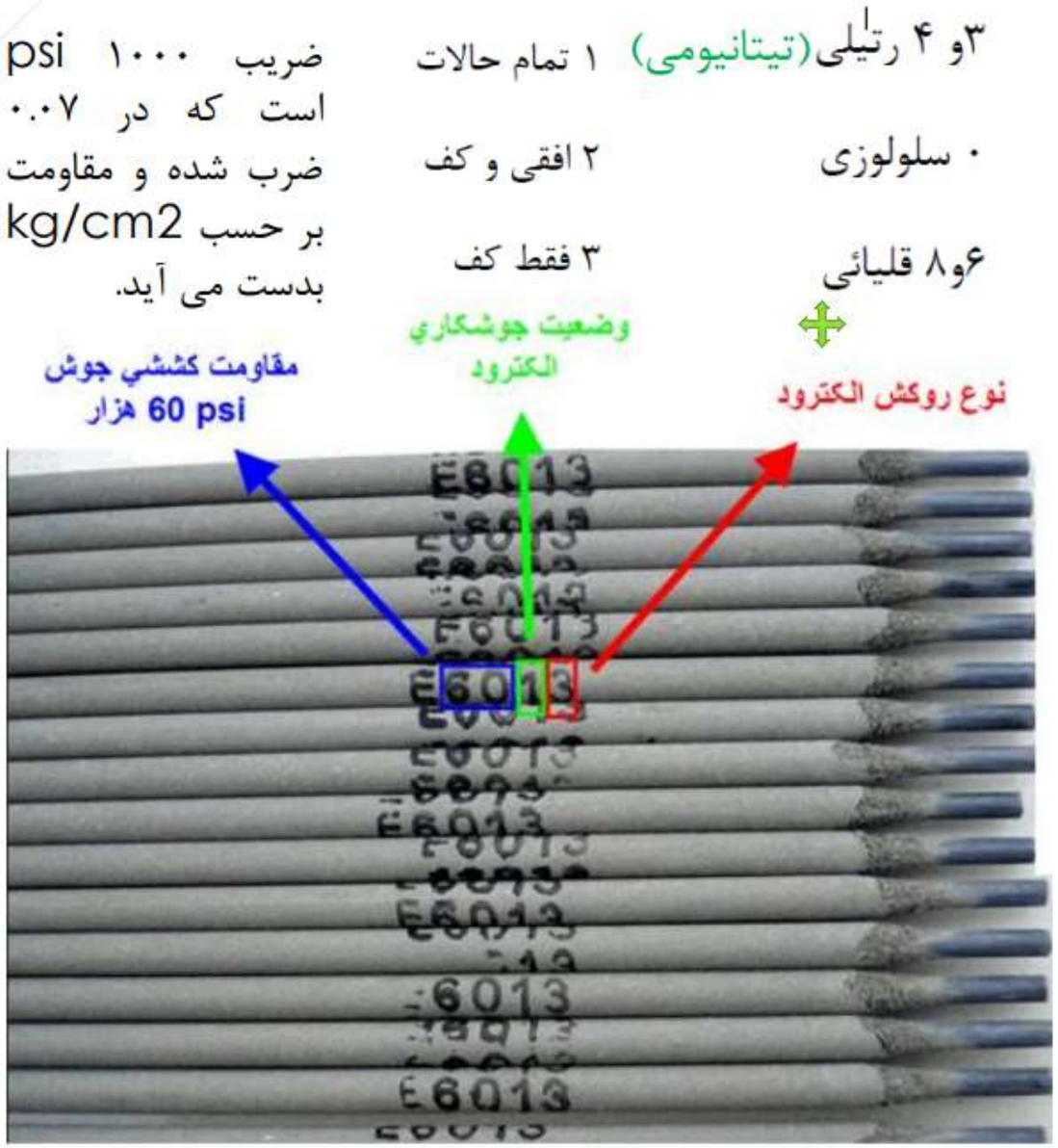


جوشکاری با قطب منفی (DCEN)

قسمت پنجم- جوشکاری با الکترود

*سلولز ماده ای احتراق پذیر و فرار است که سریع می سوزد و تولید گازهای مختلفی چون هیدروژن، منوکسید کربن و دی اکسید کربن می کند.

رقم	نوع روپوش
۰	سلولز، سدیم ـ اکسید آهن
۱	سلولز ـ پتاسیم
۲	تیتان ـ سدیم
۳	تیتان ـ پتاسیم
۴	پودر آهن ـ تیتان
۵	کم هیدروژن ـ سدیم
۶	کم هیدروژن ـ پتاسیم
۷	پودر آهن ـ اکسید آهن
۸	پودر آهن ـ کم هیدروژن



ضریب ۱۰۰۰ psi است که در ۰.۰۷ ضرب شده و مقاومت بر حسب kg/cm2 بدست می آید.

جدول ۱۰-۱-۶: مشخصات مکانیکی فولاد مغزهٔ رده‌های اصلی الکترود جوشکاری براساس استانداردهای موردقبول این مبحث

کرنش نهایی (ε_u) (%)	تنش کششی نهائی مغزهٔ الکترود (F_{ue}) (MPa)	AWS A5.1M	AWS A5.1	EN-ISO 2560	ISIRI 871
25	430	—	—	—	E-1
22	430	E43	E60	E43	E-2
18	490	E49	E70	E49	E-3
18	510	—	—	—	E-4
22	550	E55	E80	E55	E-5

inbr.ir

مدارک فنی

۱۰-۱-۵ مدارک فنی

پس از طراحی و محاسبهٔ سازه توسط مهندس محاسب، تهیهٔ مدارک فنی شامل مدارک طراحی (فایل‌های محاسباتی و جزئیات طراحی اجزاء و اتصالات)، نقشه‌های طراحی اعضا، اجزاء و اتصالات با جزئیات کامل، مشخصات فنی عمومی و خصوصی، علائم و یادداشت‌های فنی و اطلاعات تکمیلی موردنیاز نظیر میزان پیش‌خیز در ساخت قطعات، الزامی است. در مدارک فنی موارد زیر نیز باید رعایت شوند:

الف) نقشه‌های طراحی باید اطلاعات کامل مقاطع، محل قرارگرفتن اعضای سازه نسبت به یکدیگر، تراز کف‌های ساختمانی، محورهای مار بر مرکز ستون‌ها، پیش‌آمدگی‌ها و پس‌رفتگی‌ها با

اندازه‌ها و اطلاعات مربوط به اتصالات و وصله‌ها را شامل باشد، به‌طوری‌که با مراجعهٔ به آن‌ها پیمانکار بتواند نقشه‌های اجرایی کارگاهی را تهیه نماید.

ب) در مدارک فنی باید سیستم سازه‌ای مقاوم در برابر بارهای ثقلی و نیروهای جانبی (مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان) معرفی شود. همچنین این مدارک باید حاوی اطلاعات کلی در مورد مقادیر بارهای وارده باشد؛ به‌طوری‌که با مراجعه به آن‌ها بتوان نقشه‌های طراحی را کنترل کرد.

پ) در مدارک فنی باید از حروف و علائمی که به‌طور استاندارد از طرف مقررات ملی ساختمان تعیین می‌شود، استفاده شود. در صورت ناکافی بودن آن‌ها، استفاده از علائم دیگر به همراه توضیحات کافی به‌منظور جلوگیری از هرگونه اشتباه و سوءتعبیر احتمالی مجاز است. یادداشت‌های فنی برای تفهیم روش کار یا نتایج موردنظر باید روشن و واضح باشد.

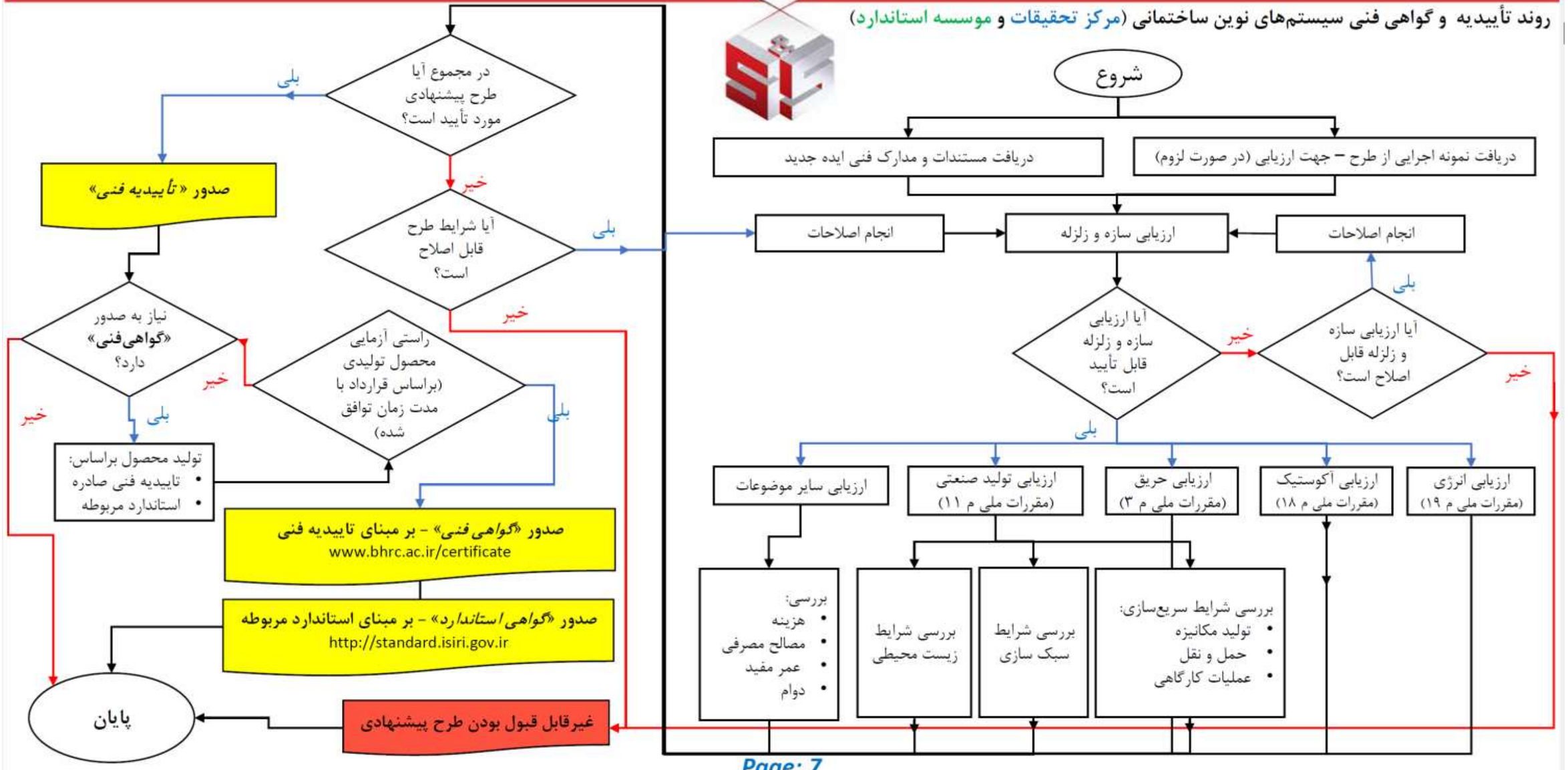
۱۰-۱-۷ الزامات ساخت، نصب و کنترل

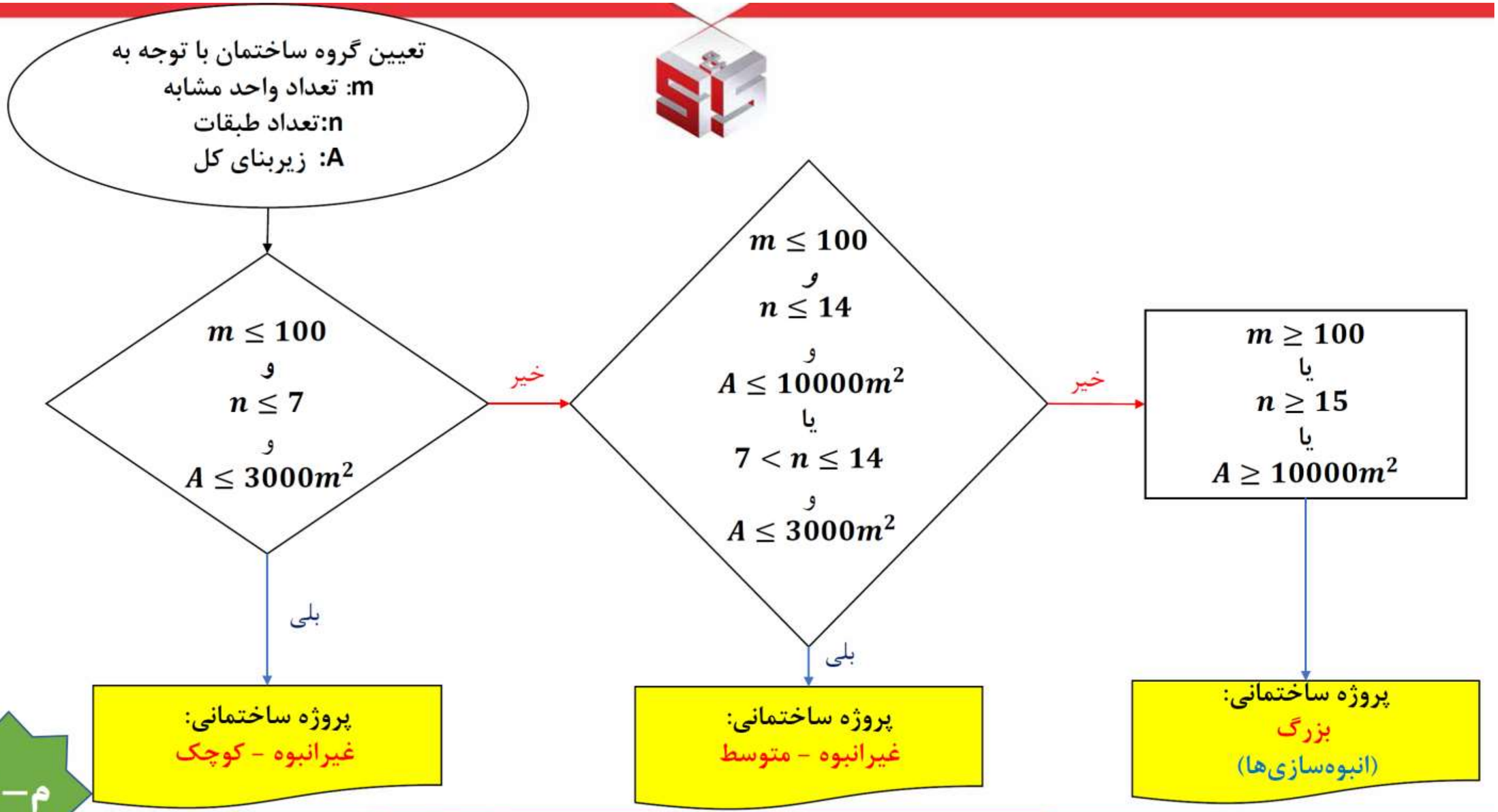
نقشه‌های اجرایی کارگاهی، مشخصات مصالح فولاد سازه‌ای، ساخت و نصب قطعات فولادی، الزامات اجرایی جوشکاری، الزامات اجرایی پیچکاری، رنگ‌آمیزی، انبارداری، رواداری‌ها، گالوانیزه کردن قسمت‌های فولادی، کنترل اعوجاج و جمع‌شدگی، حمل قطعات، نصب، کنترل کیفیت، تضمین کیفیت و الزامات اجرایی لرزه‌ای و سایر مواردی که رعایت آن‌ها برای عملکرد صحیح سازه ضروری است، باید مطابق با ضوابط قیدشده در فصل ۱۰-۴ این مبحث تحت عنوان الزامات ساخت، نصب و کنترل باشد.

الزامات ساخت، نصب و کنترل
از نگاه مبحث ۱۱ جدید مقررات ملی

54

روند تأییدیه و گواهی فنی سیستم‌های نوین ساختمانی (مرکز تحقیقات و موسسه استاندارد)




تعیین گروه ساختمان با توجه به
m: تعداد واحد مشابه
n:تعداد طبقات
A: زیربنای کل
$m \leq 100$ و $n \leq 7$ و $A \leq 3000m^2$
خیر
بلی
پروژه ساختمانی:
غیرانبوه - کوچک
$m \leq 100$ و $n \leq 14$ و $A \leq 10000m^2$ یا $7 < n \leq 14$ و $A \leq 3000m^2$
خیر
بلی
پروژه ساختمانی:
غیرانبوه - متوسط
$m \geq 100$ یا $n \geq 15$ یا $A \geq 10000m^2$
پروژه ساختمانی:
بزرگ
(انبوه‌سازی‌ها)

م-۱۱

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
وزیر

تاریخ : ۱۴۰۱/۰۲/۲۸
شماره : ۲۷۷۳۳/۱۰۰/۰۲

بسمه تعالی

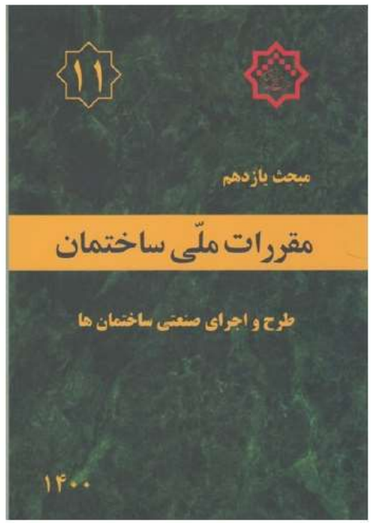
جناب آقای دکتر وحیدی
وزیر محترم کشور

با سلام و احترام

در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب سال ۱۳۷۴، بدینوسیله ویرایش پنجم مبحث دهم مقررات ملی ساختمان«**طرح و اجرای ساختمان های فولادی**» که مراحل تهیه، تدوین و تصویب را در این وزارت گذرانده است، بشرح پیوست ابلاغ می گردد. زمان انقضای ویراش سال ۱۳۹۲ این مبحث یکسال بعد از تاریخ این ابلاغ خواهد بود و بدیهی است تا آن زمان استفاده از هر کدام از این دو ویرایش مجاز است.

رستم قاسمی

.ir



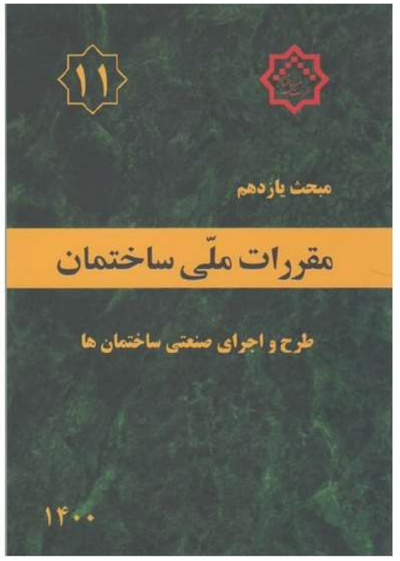
- مصالح، قطعات، تجهیزات و تاسیسات مورد استفاده در پروژه غیرانبوه کوچک، متوسط و انبوه بزرگ باید استاندارد باشند. در صورت فقدان استاندارد ملی، تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی الزامی است.

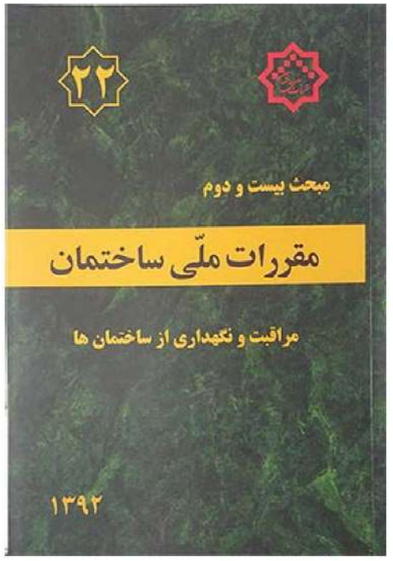
Page: 11

در پروژه‌های ساختمانی غیرانبوه کوچک و متوسط

۱۱-۲-۲-۴ فهرست مصالح فولادی مورد نیاز در پروژه باید توسط طراح تهیه و به تایید ناظر برسد.

م-۱۱





- دفترچه بهره‌برداری باید در مرحله پایان‌کار ارایه شود.
- دفترچه‌بهره‌برداری: مجموعه‌ای از اطلاعات ساختمان، شامل نقشه‌های چون‌ساخت و روش اجرای نتایج آزمایشگاهی، مشخصات مصالح، اجزا و تاسیسات، فهرست تامین‌کنندگان مصالح، و دستورات لازم راهبری، تعمیر و نگهداری است. بخشی از اطلاعات مذکور در شناسنامه فنی و ملکی، منظور می‌گردد.

م–۱۱

- ملاحظات بارگیری، حمل، بارانداز و انبارداری اجزای پیش‌ساخته باید مطابق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر باشد.

پروژه‌های غیرانبوه کوچک

= شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان غیرانبوه کوچک

امتیاز بخش طراحی (۱۷ امتیاز) +

(۱۱-۲-۱) امتیاز بخش ســـازه (۳۵ امتیاز) +

امتیاز بخش دیـــوار (۲۰ امتیاز) +

امتیاز بخش سایر موارد اجرایی (۲۸ امتیاز)

م-۱۱

Page: 25

پروژه‌های غیرانبوه کوچک و متوسط و انبوه بزرگ

الزامات کسب امتیاز بخش طراحی	امتیاز
انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش	۶
کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها	۲
نمای خارجی صنعتی	۶
نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل	
مجموع	

کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها

م-۱۱

Page: 26

پروژه‌های غیرانبوه کوچک

م–۱۱

۱۱-۲-۵-۳ الزامات بخش سازه کسب شاخص صنعتی‌سازی

۱۱-۲-۵-۳-۱ امتیاز بخش سازه بر حسب نوع سازه، روش اجرایی و مساحت آن باید از رابطه (۱۱-۲-۲) محاسبه شود.

$$\text{امتیاز بخش سازه} = ۰/۳۵ \times \sum_{i=1}^{N} \frac{Q_{si}}{Q_{st}} \times (\text{امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۲-۲}) \qquad (۱۱-۲-۲)$$

N: تعداد انواع سازه‌های به‌کار رفته در ساختمان

Q_{si}: مساحت ساخته‌شده با هر کدام از انواع سازه‌های جدول ۱۱-۲-۲

Q_{st}: مساحت کل زیربنا

Page: 28

سیستم	سقف / ستون و تیر / دیوار	دال بتنی پیش ساخته	دال بتنی با قالب ماندگار / صنعتی	دال بتنی با قالب سنتی	کامپوزیت	تیرچه با بلوک سفالی / پلی استایرن
بتنی	ستون و تیر پیش‌ساخته	۹۰	۸۵	۴۵	۷۵	۶۵
	ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب صنعتی	۸۰	۷۵	۳۵	۶۵	۵۵
	ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب سنتی	۵۵	۵۰	۱۰	۴۰	۳۰
	ستون کامپوزیت و تیر پیش‌ساخته	۸۵	۸۰	۴۰	۷۰	۶۰
	ستون کامپوزیت و تیردرجا با قالب صنعتی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۵	۵۰
	ستون کامپوزیت و تیر درجا با قالب سنتی	۵۰	۴۵	۵	۴۰	۲۵
	ستون درجا با قالب صنعتی و تیر پیش‌ساخته	۸۰	۷۵	۳۵	۶۵	۵۵
	ستون درجا با قالب سنتی و تیر پیش‌ساخته	۶۰	۵۵	۱۵	۴۵	۳۵
	ستون و تیر / دیوار درجا با قالب صنعتی	۷۰	۶۵	۲۵	۵۵	۴۵
	ستون و تیر / دیوار درجا با قالب سنتی	۴۵	۴۰	۰	۳۰	۲۰
فولادی	اِستاد و رانر مقاطع فولادی سرد نوردشده	—	۱۰۰	—	۸۵	—
	ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای	۹۵	۹۰	۵۰	۸۰	۷۰
	ستون و تیر فولادی جوشی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۰	۵۰

فولادی						
	اِستاد و رانر مقاطع فولادی سرد نوردشده	—	۱۰۰	—	۸۵	—
	ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای	۹۵	۹۰	۵۰	۸۰	۷۰
	ستون و تیر فولادی جوشی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۰	۵۰

م—۱۱

Page: 29

inbr.ir

پروژه‌های غیرانبوه متوسط

= شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان غیرانبوه متوسط

(۱۱-۳-۱) امتیاز بخش طراحی (۱۳ امتیاز) +

امتیاز بخش ســـازه (۴۰ امتیاز) +

امتیاز بخش دیـــوار (۲۵ امتیاز) +

امتیاز بخش سایر موارد اجرایی (۲۲ امتیاز)

م-۱۱

Page: 43

پروژه‌های غیرانبوه متوسط

سیستم	سقف / ستون و تیر / دیوار	دال بتنی پیش ساخته	دال بتنی با قالب ماندگار / صنعتی	دال بتنی با قالب سنتی	کامپوزیت	تیرچه با بلوک سفالی / پانل استایرن
بتنی	ستون و تیر پیش‌ساخته	۹۰	۸۵	۴۵	۷۵	۶۵
	ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب صنعتی	۸۰	۷۵	۳۵	۶۵	۵۵
	ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب سنتی	۵۵	۵۰	۱۰	۴۰	۳۰
	ستون کامپوزیت و تیر پیش‌ساخته	۸۵	۸۰	۴۰	۷۰	۶۰
	ستون کامپوزیت و تیردرجا با قالب صنعتی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۵	۵۰
	ستون کامپوزیت و تیر درجا با قالب سنتی	۵۰	۴۵	۵	۴۰	۲۵
	ستون درجا با قالب صنعتی و تیر پیش‌ساخته	۸۰	۷۵	۳۵	۶۵	۵۵
	ستون درجا با قالب سنتی و تیر	۶۰	۵۵	۱۵	۴۵	۳۵
	ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای	۶۵	۶۰	۵۰	۸۰	۷۰
	ستون و تیر فولادی جوشی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۰	۵۰

سیستم	سقف / ستون و تیر / دیوار	دال بتنی پیش ساخته	دال بتنی با قالب ماندگار / صنعتی	دال بتنی با قالب سنتی	کامپوزیت	تیرچه با بلوک سفالی / پانل استایرن
بتنی	ستون کامپوزیت و تیر پیش‌ساخته	۸۵	۸۰	۴۰	۷۰	۶۰
	ستون کامپوزیت و تیردرجا با قالب صنعتی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۵	۵۰
	ستون کامپوزیت و تیر درجا با قالب سنتی	۵۰	۴۵	۵	۴۰	۲۵

۱۱-۳-۵-۲ الزامات بخش طراحی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۳-۵-۲-۱ امتیاز بخش طراحی، برحسب ملاحظات انجام‌شده در طراحی، باید از جدول ۱۱-۳-۱ محاسبه شود.

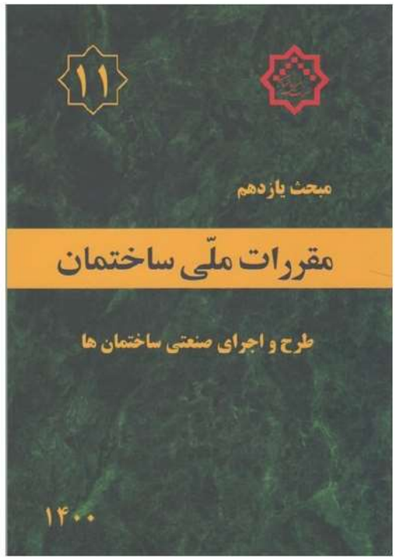
م-۱۱

nbr.ir

- سقف‌های پیش‌دال و عرشه‌فولادی در گروه «دال بتنی با قالب ماندگار» قرار می‌گیرند.

م–۱۱

Page: 46



سیستم	سقف / ستون و تیر / دیوار	دال بتنی پیش ساخته	دال بتنی با قالب ماندگار / صنعتی	دال بتنی با قالب سنتی	کامپوزیت	تیرچه با بلوک سفالی / پلی استایرن
بتنی	ستون و تیر پیش‌ساخته	۹۰	۸۵	۴۵	۷۵	۶۵
	ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب صنعتی	۸۰	۷۵	۳۵	۶۵	۵۵
	ستون پیش‌ساخته و تیر درجا با قالب سنتی	۵۵	۵۰	۱۰	۴۰	۳۰
	ستون کامپوزیت و تیر پیش‌ساخته	۸۵	۸۰	۴۰	۷۰	۶۰
	فولادی: استاد و رانر مقاطع فولادی سرد نوردشده	—	—	۱۰۰	—	۸۵	—
	فولادی: ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای	۹۵	۹۰	۵۰	۸۰	۷۰
	فولادی: ستون و تیر فولادی جوشی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۰	۵۰
	ستون درجا با قالب سنتی و تیر پیش‌ساخته	۶۰	۵۵	۱۵	۴۵	۳۵
	ستون و تیر / دیوار درجا با قالب صنعتی	۷۰	۶۵	۲۵	۵۵	۴۵
	ستون و تیر / دیوار درجا با قالب سنتی	۴۵	۴۰	۰	۳۰	۲۰
فولادی	استاد و رانر مقاطع فولادی سرد نوردشده	—	۱۰۰	—	۸۵	—
	ستون و تیر فولادی پیچ و مهره‌ای	۹۵	۹۰	۵۰	۸۰	۷۰
	ستون و تیر فولادی جوشی	۷۵	۷۰	۳۰	۶۰	۵۰

پروژه‌های غیرانبوه متوسط

۱۱-۳-۵-۲ الزامات بخش طراحی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

۱۱-۳-۵-۲-۱ امتیاز بخش طراحی، برحسب ملاحظات انجام‌شده در طراحی، باید از جدول ۱۱-۳-۱ محاسبه شود.

م-۱۱

ردیف		
۳	دیوار فلزی پیش‌ساخته	۲۵

ردیف		
۱	دیوار خشک پیش‌ساخته	۲۵
۲	دیوار ساندویچ پانل	۲۵
۳	دیوار فلزی پیش‌ساخته	۲۵
۴	دیوار چوبی پیش‌ساخته	۲۳
۵	دیوار شیشه‌ای با قاب پیش‌ساخته	۲۲
۶	دیوار فلزی غیرپیش‌ساخته	۲۰
۷	دیوار بتنی سبک پیش‌ساخته	۲۰
۸	دیوار بتنی درجا با قالب صنعتی	۱۸
۹	دیوار بتنی با قالب ماندگار	۱۶
۱۰	دیوار گچی با قطعات پیش‌ساخته	۱۲

ردیف		
۶	دیوار فلزی غیرپیش‌ساخته	۲۰

(امتیاز حاصل از جدول ۱۱-۳-۳) × $\sum_{i=1}^{N} \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}}$ = امتیاز بخش دیوار

(۱۱-۳-۳)

N: تعداد انواع دیوارهای به‌کار رفته در ساختمان،

Q_{wi}: طول ساخته‌شده با هر یک از دیوارها،

Q_{wt}: طول کل دیوارها.

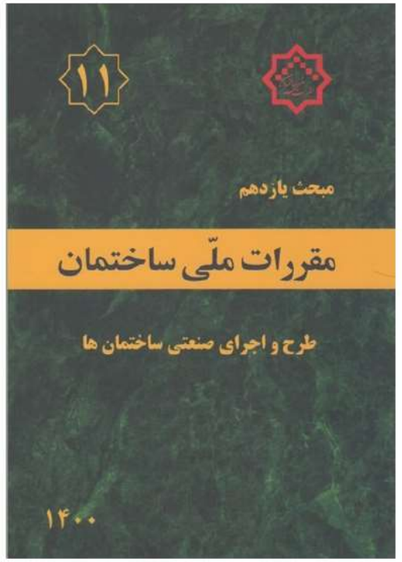
م-۱۱

پروژه‌های ساختمانی متوسط و بزرگ

۱۱-۳-۴-۳ تجهیز کارگاه باید یا به صورت پیش‌ساخته با قابلیت استفاده مجدد باشد؛ یا امکان تغییر کاربری آن برای استفاده دایمی درنظر گرفته شده باشد.

م-۱۱

Page: 53



۱۱-۴-۵ الزامات مدیریتی

۱۱-۴-۵-۱ عوامل اجرا باید به صورت نظری و عملی آموزش دیده باشند.

۱۱-۴-۵-۲ پروژه باید نظام کنترل کیفیت داشته باشد.

۱۱-۴-۵-۴ پروژه باید نظام موثر بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) مستقر درکارگاه داشته باشد.

۱۱-۴-۵-۵ برنامه زمان‌بندی باید با منابع همراه و مبتنی بر تکرار باشد.

۱۱-۴-۵-۶ مدارک لازم برای مقایسه اجرا با برنامه زمان‌بندی باید ارایه شود.

م-۱۱

Page: 54

۱۱-۴-۶-۳ الزامات اجرایی کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی

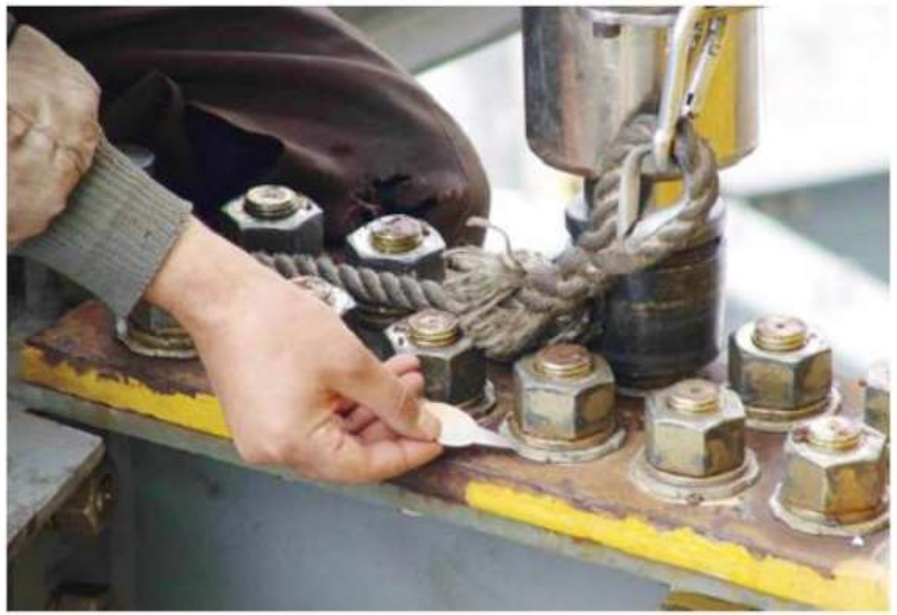
۱۱-۴-۶-۳-۱ با کاربرد یکی از سه مورد زیر، ۷ امتیاز برای شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی منظور می شود:

- **شبکه آرماتور پیش‌ساخته جوشی، در اسکلت بتن‌آرمه.**
- **واشر ویژه مشخص‌کننده رسیدن به کشش لازم در قطعات اسکلت فولادی پیچ و مهره‌ای.**
- **انواع سقف سبک غیربتنی در روش قاب سبک فولادی.**

م-۱۱

استفاده از واشر های DTI

- گیج کنترلی فیلر به منظور بررسی میزان پیش تنیدگی اتصال



الزامات ساخت، نصب و کنترل
از نگاه مبحث ۱۰ جدید مقررات ملی

۱۰-۴ الزامات ساخت، نصب و کنترل

۱۰-۴-۱ کلیات

این فصل به ارائهٔ مشخصات فنی و ضوابط تهیهٔ مصالح، برشکاری، مونتاژ، جوشکاری، حمل، پیش‌نصب، برپاداشتن، نصب، کارهای تکمیلی جوشکاری و محکم کردن پیچ‌ها، آماده سازی سطوح و رنگ‌آمیزی و رواداری‌ها اختصاص دارد.

QC : Quality Control

کنترل کیفیت: به کنترل‌ها و بازرسی توسط سازنده و نصاب به‌منظور رعایت الزامات مدارک فنی تأیید و ابلاغ‌شده و استانداردهای مرجع اطلاق می‌گردد.

برنامه کنترل کیفیت: به برنامه‌ای اطلاق می‌شود که در آن سازنده و نصاب در حین اجرا، الزامات و روش‌های انجام کار اجراشده را با مشخصات فنی مطابقت داده و بازرسی می‌نمایند.

بازرس کنترل کیفیت: به شخصی حقیقی یا حقوقی اطلاق می‌گردد که بازرسی کنترل کیفیت را در حین اجرا و بر روی عملیات اجراشده انجام می‌دهد.

QA : Quality Assurance

تضمین کیفیت: به برنامه‌ریزی‌ها، اقدامات مدیریتی، دستورالعمل‌ها و کنترل‌هایی اطلاق می‌شود که نشان دهد مصالح به‌کاررفته و کار انجام‌شده توسط سازنده و نصاب، الزامات و مدارک تأییدشدهٔ ساخت و استانداردهای مرجع را تأمین می‌نماید.

برنامه تضمین کیفیت: به برنامه‌ای اطلاق می‌شود که شرکت عامل یا بازرس تضمین کیفیت به‌منظور انطباق کار اجراشده با الزامات تعیین‌شده در مدارک فنی تأییدشدهٔ ساخت و استانداردهای مرجع پیاده‌سازی می‌کند.

بازرس تضمین کیفیت: به شخص حقیقی یا حقوقی مستقلی اطلاق می‌گردد که قبل و حین اجرا، بازرسی‌های تضمین کیفیت را سازمان‌دهی و اجرا می‌نماید.

الف) مشاهده (O)

Observation

بازرس مربوطه باید این موارد را مشاهده و بررسی نماید. این بررسی و مشاهده شامل تمامی موارد نشده و می‌تواند به‌صورت غیرمنظم ولی روزانه انجام شود. به‌هرحال تعداد بازرسی‌ها رافع مسئولیت QA و QC نیست. در این حالت ادامهٔ ساخت موکول به انجام بازرسی نیست.

ب) انجام (P)

Procedure

این فعالیت‌ها باید برای هر مورد انجام پذیرد و انجام مرحلهٔ بعدی منوط به صدور تأییدیهٔ مرحلهٔ قبل است.

پ) مستندسازی (D)

Documentation

بازرس باید گزارش‌هایی تهیه نماید که نشان دهد که کار براساس مستندات قرارداد انجام می‌شود. برای ساخت در کارخانه گزارش باید دربردارندهٔ شمارهٔ قطعه بازرسی شده باشد برای کار در کارگاه، گزارش باید شامل محور، طبقه و تراز ارتفاعی بازرسی شده باشد. کارهایی که مطابق قرارداد اجرا نشده یا مطابق قرارداد نبوده ولی به‌صورت رضایت بخشی تعمیر شده است، باید در گزارش بازرسی قید شوند.

inor.ir

الف) وظایف سازندهٔ اسکلت فولادی

براساس مفاد این فصل و طبق نقشه‌ها و مدارک فنی، سازندهٔ سازهٔ فولادی موظف به انجام کنترل کیفیت (QC) در موارد زیر است:

ـ تهیهٔ مصالح[1]، تجهیزات و نیروی انسانی لازم

ـ تهیهٔ نقشه‌های اجرایی در هماهنگی با نقشه‌ها و مدارک فنی محاسباتی، تجهیزات و امکانات اجرایی

ـ برشکاری، سوراخ‌کاری و مونتاژ قطعات

ـ جوشکاری قطعات مونتاژشده

ـ آماده‌سازی سطوح، تمیزکاری و رنگ‌آمیزی قطعات

ـ حمل قطعات ساخته‌شده به محل نصب

ـ ایجاد امکانات لازم برای انبار کردن قطعات فولادی

ـ پیش‌نصب قسمت‌های کار در محل کارگاه ساخت در صورت نیاز

ـ برپاداشتن و تکمیل جوشکاری یا محکم کردن پیچ‌ها، مونتاژ قطعات طبق نقشه‌ها و کارهای تکمیلی

ب) وظایف نمایندهٔ کارفرما یا مقام قانونی مسئول

براساس مفاد این فصل و طبق نقشه‌ها و مدارک فنی، تضمین کیفیت (QA) همهٔ عملیات اجرایی بند (الف) بر عهدهٔ نمایندهٔ کارفرما یا مقام قانونی مسئول است.

الزامات ساخت، نصب و کنترل:
مشخصات مصالح مقاطع فولادی

۱۰-۴-۲ مشخصات مصالح فولاد سازه‌ای

کلیهٔ فولادهای سازه‌ای اعم از ورق، تیرآهن، ناودانی، نبشی، تسمه و غیره باید از انواع مورداشاره در فصل‌های ۱۰-۱ تا ۱۰-۳ باشد.

قطعات فولادی باید از معایبی که به مقاومت یا شکل ظاهری آن لطمه می‌زند، عاری باشند. همهٔ قطعات فولادی سازهٔ ساختمان باید حتی‌الامکان یکپارچه باشد و از وصله کردن قطعات کوتاه خودداری شود، مگر آنکه محل درز جوشی یا وصله در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشد یا موافقت مهندس طراح برای وصلهٔ موردنظر جلب شود.

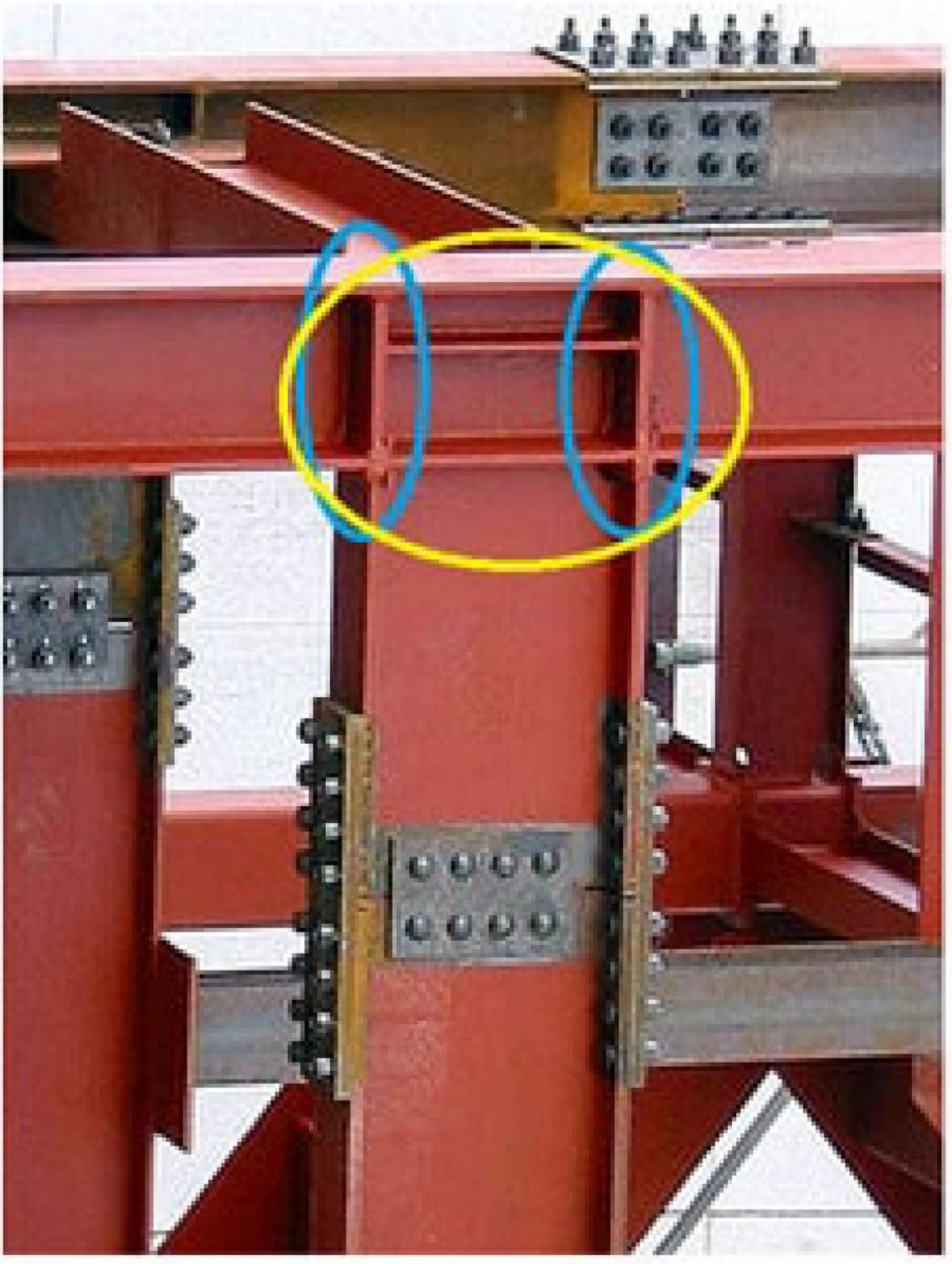
هرگاه مطابق مفاد بند ۱۰-۱-۴ نیاز به تعیین مشخصات و انطباق مصالح فولادی باشد، نمایندهٔ کارفرما باید از هر محموله مصالح فولادی (مطابق تعریف انتهای این بخش) واردشده به کارخانه یا مشابه

ب- وصله

وصله به اتصال دو قسمت از یک عضو گفته می‌شود. بدیهی است ساخت و نصب اعضای با طول کامل از دیدگاه طراحی، بهترین گزینه است ولی محدودیت‌های ابعادی، محدودیت‌های حمل و نصب و سایر محدودیت‌های اجرایی، مجری را به استفاده از وصله‌ها ملزم می‌کند. قطعات فولادی اعم از اجزای قاب، ستون‌ها و تیرها باید تا حد امکان 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.

وصله‌ها، از دیدگاه محل اجرای آنها، به دو دسته وصله کارخانه‌ای و وصله کارگاهی تقسیم می‌شوند. وصله کارخانه‌ای، 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 می‌گیرد. دلیل اصلی استفاده از این نوع وصله، محدودیت‌های حمل و نصب می‌باشد.

وصله‌ها از دیدگاه عملکرد و هندسه اتصال، به دو دسته وصله مستقیم و وصله پوششی تقسیم می‌شوند. وصله مستقیم معمولا توسط جوش نفوذی در کارخانه انجام می‌شود ولی وصله پوششی معمولا توسط جوش گوشه یا اتصال پیچ و مهره‌ای صورت می‌گیرد و در کارخانه یا کارگاه اجرا می‌گردد. به دلیل وجود امکانات اجرایی و نظارتی کمتر در کارگاه، وصله‌های کارگاهی عموما از نوع پوششی هستند.

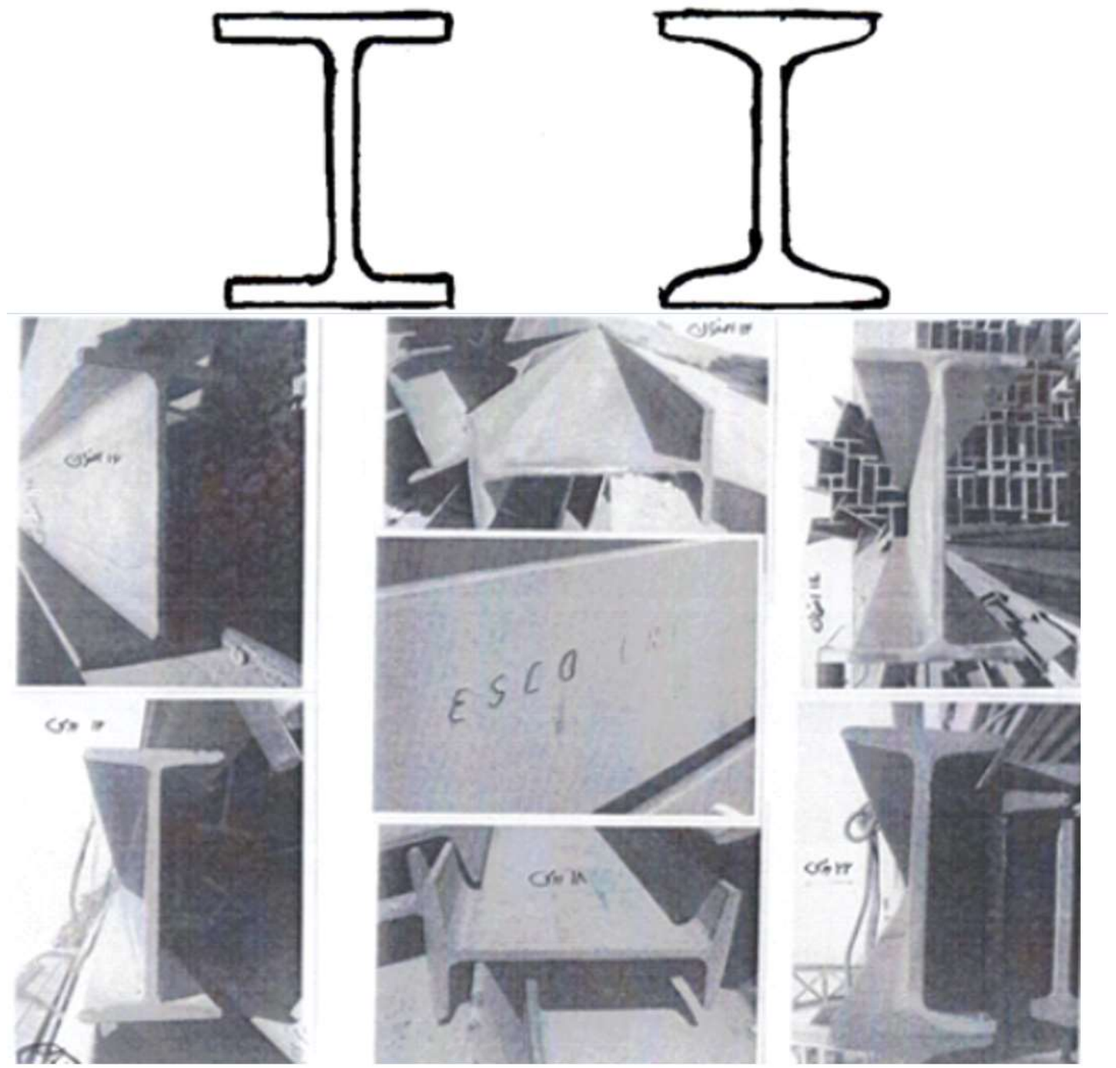


هرگاه مطابق مفاد بند ۱۰-۱-۴ نیاز به تعیین مشخصات و انطباق مصالح فولادی باشد، نمایندهٔ کارفرما باید از هر محموله مصالح فولادی (مطابق تعریف انتهای این بخش) واردشده به کارخانه یا مشابه آن به تعداد 2 نمونهٔ اتفاقی انتخاب و آزمایش‌های زیر را مطابق استانداردهای ملی یا بین‌المللی [۲] در مورد آن‌ها انجام دهد:

- برای همهٔ نمونه‌ها آزمایش تعیین ترکیب آلیاژی فولاد
- برای همهٔ نمونه‌ها آزمایش تعیین مقاومت کششی با اندازه‌گیری تغییرشکل نسبی
- برای همهٔ نمونه‌ها آزمایش ضربه

محمولهٔ مصالح فولادی جهت نمونه‌گیری شامل مقاطع مشابه با ردهٔ مقاومتی مشابه و محدودهٔ ضخامت مشابه تهیه‌شده از یک منبع، به شرح زیر است:

- به ازای هر 40 تن و کسر آن برای همهٔ مقاطع
- به ازای هر 60 تن و کسر آن برای مقاطع سنگین با وزن واحد طول بیش از 100 کیلوگرم بر متر
- به ازای هر 80 تن و کسر آن برای همهٔ مقاطع با شمارهٔ ذوب یکسان براساس برچسب محصول یا گواهی کارخانه



مقطع تیرآهن داخلی و خارجی

الزامات ساخت، نصب و کنترل:

ساخت و نصب قطعات فولادی

۱۰-۴-۳ ساخت و نصب قطعات فولادی

۱۰-۴-۳-۱ کلیات

الف) سازنده موظف است براساس نقشه‌های محاسباتی ابتدا نقشه‌های اجرایی کارگاهی [۳] را تهیه و به تصویب طراح سازه برساند. کنترل مهندس طراح در حد انطباق با نقشه‌های محاسباتی و مشخصات فنی بوده و مسئولیت هندسهٔ قطعات، فواصل سوراخ‌ها و زاویهٔ پخ‌ها برعهدهٔ سازندهٔ اسکلت است.

ب) نقشه‌های اجرایی باید کلیهٔ اطلاعات و جزییات لازم برای برش‌کاری و ساخت قطعات اعم از ابعاد و اندازه‌ها، آماده‌سازی لبه‌ها، اندازهٔ جوش‌ها، اندازهٔ پیچ‌ها و سوراخ‌کاری را شامل شود.

پ) نقشه‌های اجرایی، باید جوش‌های کارخانه‌ای را از جوش‌های کارگاهی متمایز کرده، نوع اتصال (اتکایی، پیش‌تنیده و لغزش بحرانی) را مشخص نموده و نیز حد و روش سفت کردن پیچ‌ها و نوع سطوح تماس را به‌وضوح معین نماید.

ت) قبل از شروع به ساختن و نصب قطعات باید اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها به‌منظور تطبیق کامل و جلوگیری از بروز هرگونه اشکال در موقع ساخت و نصب توسط سازنده به دقت کنترل شود.

۳-۱-۲ نقشه ها و مدارک فنی

هر ساختمان سبک فولادی سرد نورد شده، باید دارای مجموعه‌ای از نقشه‌های محاسباتی، نقشه-های کارگاهی، نقشه‌های نصب و مدارک مربوط به مشخصات فنی خصوصی باشد. با توجه به اهمیت و پیچیدگی ساختمان، ممکن است تعدادی از این مدارک مورد نیاز نبوده و یا با هم ادغام گردند. لازم است نقشه های محاسباتی به همراه مدارک مربوطه، قبل از آغاز هرگونه عملیات اجرایی، در محل اجرای پروژه آماده باشد. نقشه های کارگاهی و نصب را می‌توان به تناسب عملیات اجرایی تحویل مهندس ناظر نمود که پس از مطالعه از نظر کامل بودن اطلاعات اجرایی و تصویب مراجع ذی‌صلاح، به سازنده ابلاغ گردد.

مشخصات فنی، عمومی و خصوصی، باید حاوی کلیه اطلاعات لازم برای اجرای پروژه با کیفیت مطلوب، معیارهای رد و پذیرش قطعه و یا اطلاعات ابعادی، وزنی و مهاربندی قطعه باشد. قسمتی از این مشخصات ممکن است در حاشیه نقشه قید شود یا به صورت دفترچه‌های مجزا به سازنده تحویل گردد.

ث) هر قطعه پس‌از آن که با اندازه و شکل مشخص‌شده در نقشه‌های اجرایی کارگاهی ساخته شد، باید با شمارهٔ مشخص‌شده در نقشه، علامت‌گذاری شود.

ج) برش، مونتاژ، جوشکاری و متصل کردن قطعات به یکدیگر به‌استثنای اتصالات وصله‌های کارگاهی (در محل)، باید در کارخانهٔ سرپوشیده و مجهز ساخت اسکلت‌های فولادی توسط استادکاران و کارگران ماهر و زیر نظر متخصص فن انجام شود.

چ) در تمام مراحل تولید، هر قطعه یا هر بسته از قطعه‌های مشابه از اجزای فولادی، باید قابل‌شناسایی باشند. شناسایی می‌تواند به‌وسیلهٔ دسته‌بندی یا به‌وسیلهٔ شکل و اندازهٔ جزء یا با استفاده از علامت‌های قابل‌تشخیص و با دوام انجام گیرد. علامت‌گذاری باید به صورتی باشد که باعث ایجاد آسیب به قطعه نشود.

ح) علامت‌گذاری با مهرهای سخت برای فولادهای بالاتر از ردهٔ S355 مجاز نیست و در سایر موارد باید فقط در نواحی مشخصی به کار رود که بر مقاومت و شکل‌پذیری محصول تأثیری نداشته باشد.

پیوست ۲ مبحث ۱۱

۴- استفاده حداکثری از ساخت در کارخانه یا ساخت در فضایی پیش‌بینی شده در کارگاه با تامین تمهیدات لازم برای پایش مراحل ساخت و عمل‌آوری؛

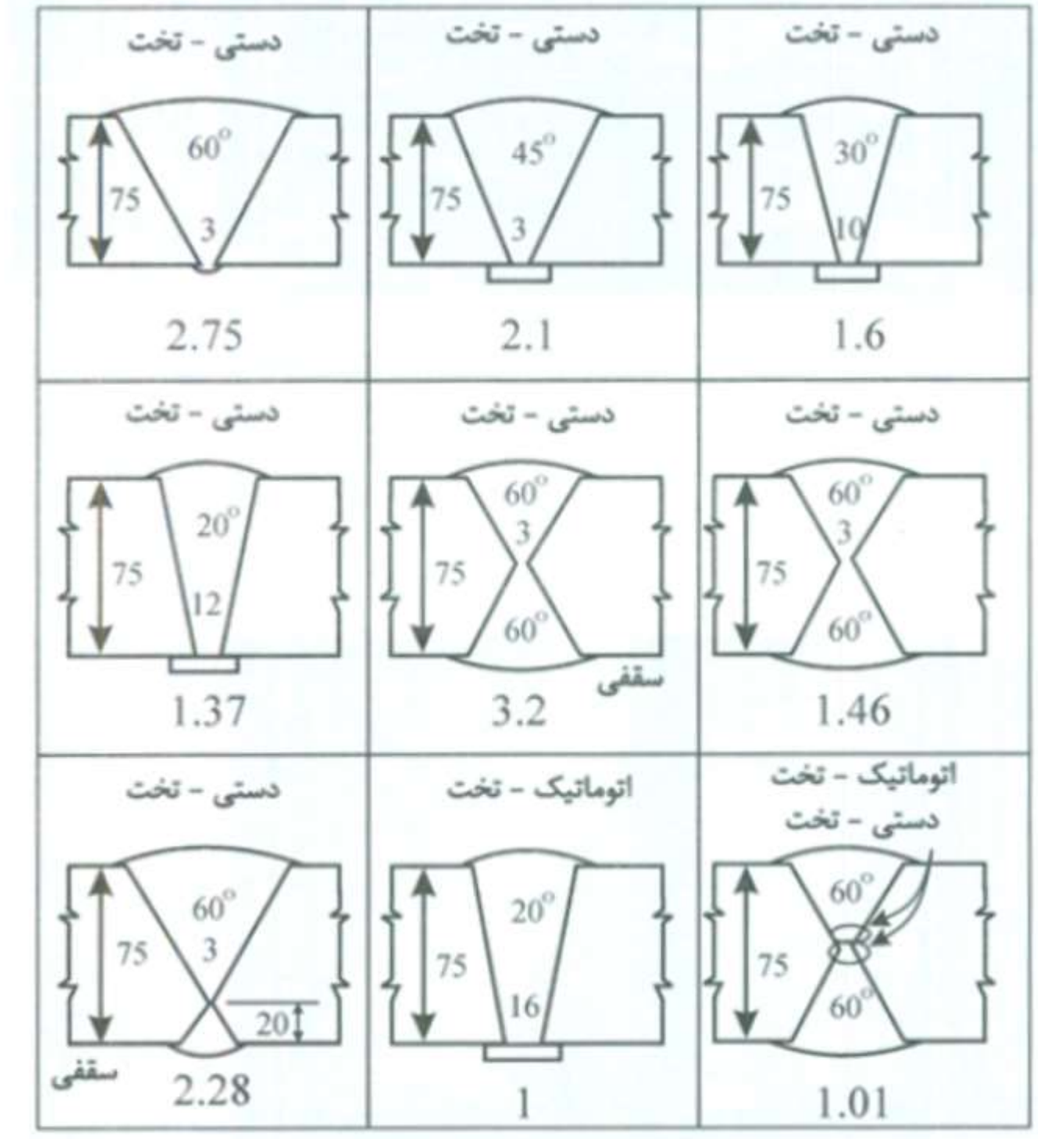
۵- حداقل‌نمودن ساخت در محل احداث ساختمان و بیشینه‌سازی نصب در آن؛

۶- حداکثر استفاده از قطعات پیش‌ساخته در حد عضو یا مجموعه‌ای از اعضا؛

پروژه‌های ساختمانی انبوه بزرگ

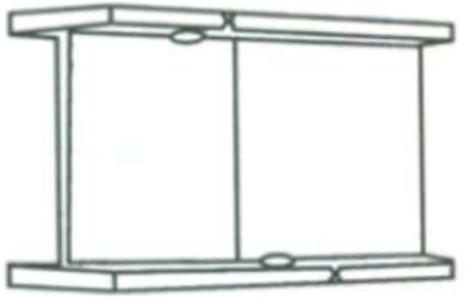
۱۱-۴-۴-۵ قطعات اسکلت فولادی باید در کارخانه، تولید و اتصالات آن در محل، به صورت پیچ و مهره اجرا شود.

برش تیرآهن با اره نواری
modiranahan.com



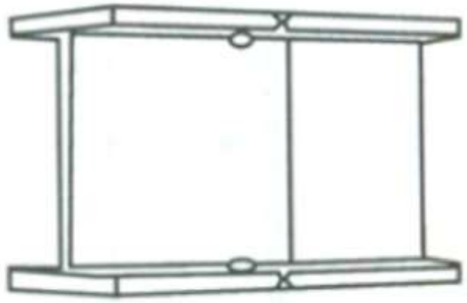
شکل هزینه نسبی جوش های لب به لب بال (وصله کارخانه ای)

سه درز در سه مقطع مختلف قراردارند



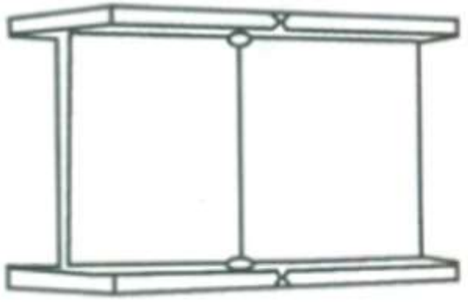
(الف)

درزهای بال ها در یک مقطع
درز جان در مقطع دیگری قراردارد



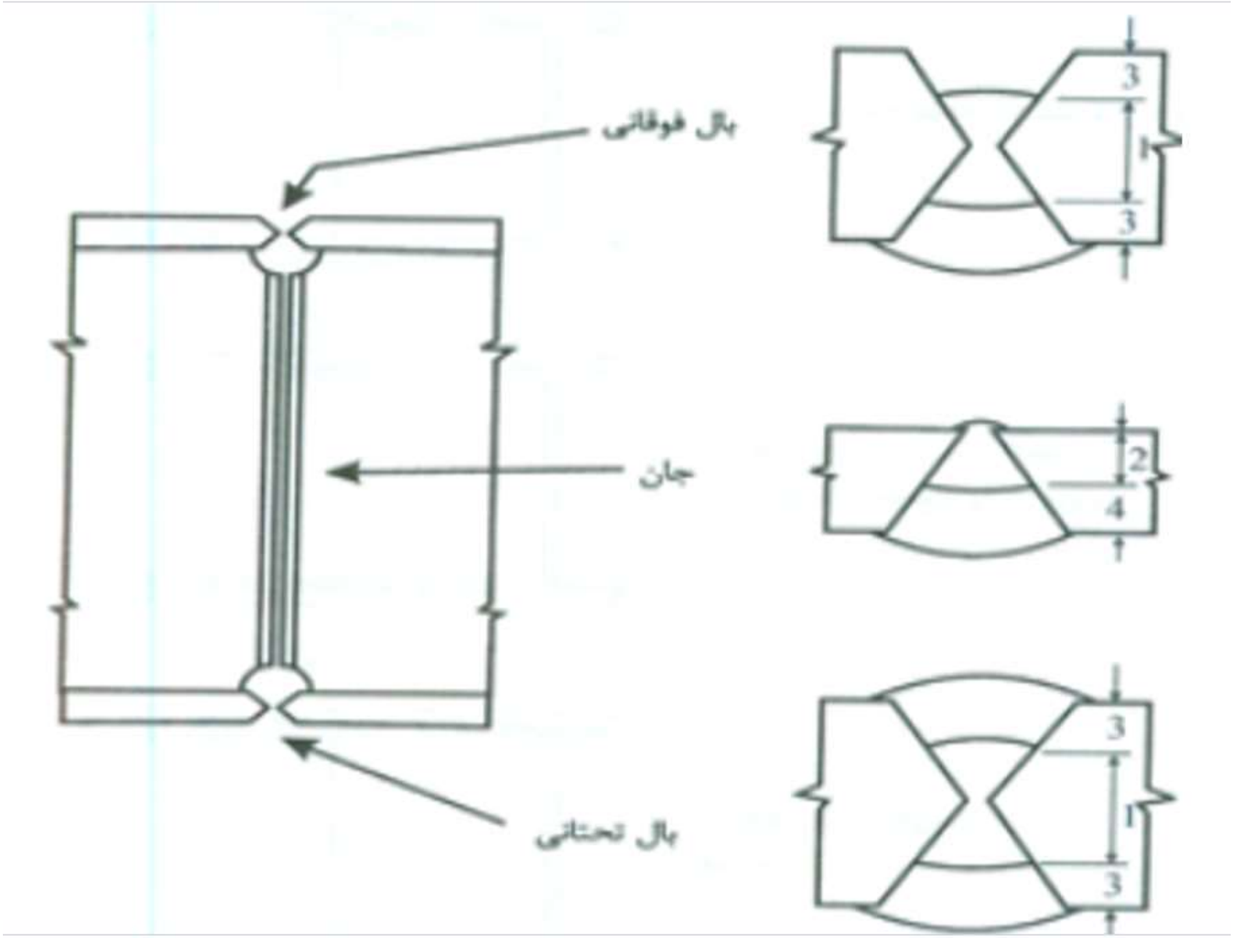
(ب)

درزهای بال و جان در یک
مقطع قراردارند



(پ)

شکل سه روش اجرای اتصال جوشی با وصله کارگاهی



شکل جوش یک در میان بال و جان

۱۰-۴-۳-۲ بریدن و سوراخ‌کاری

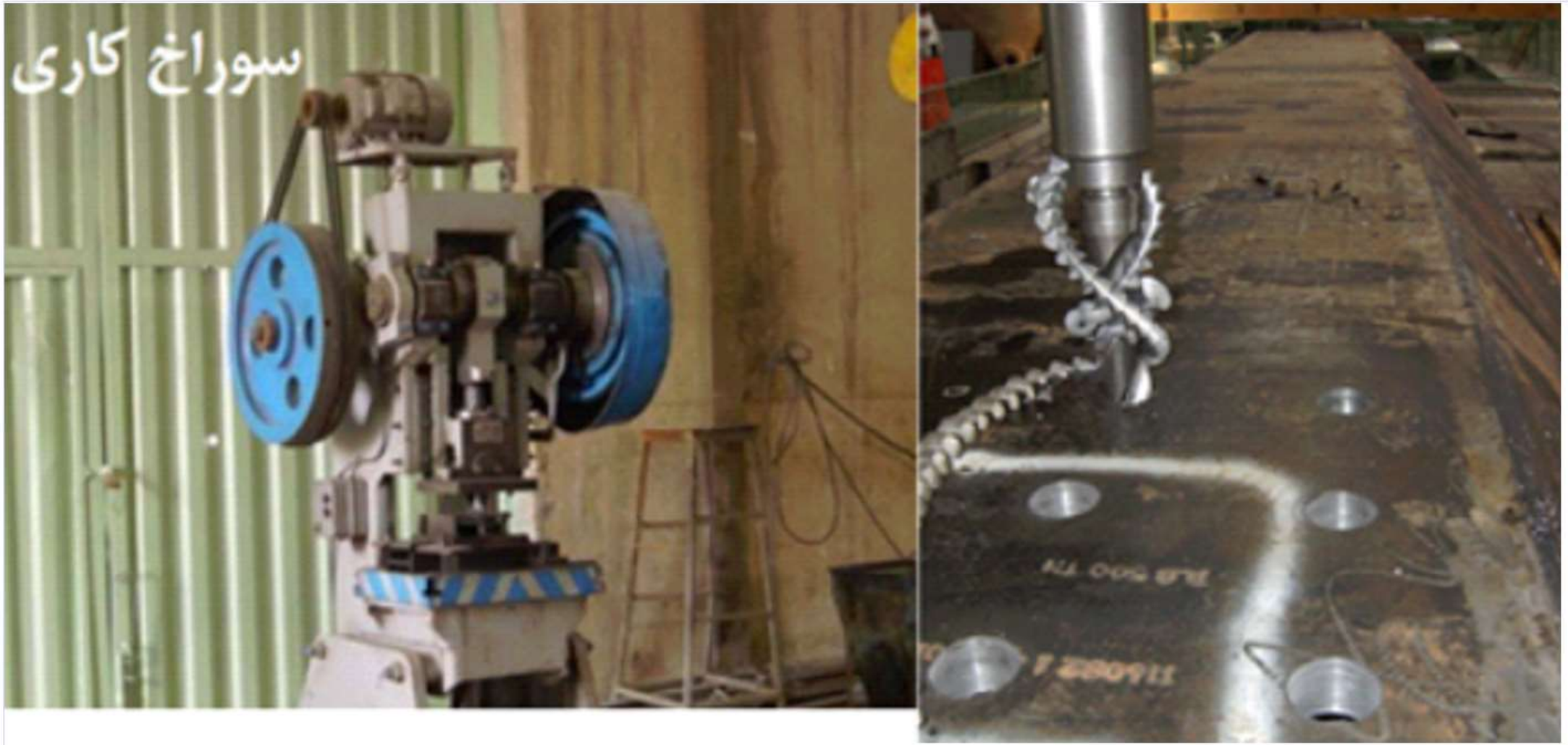
الف) قطعات باید با ابعاد و شکل‌های لازم به دقت بریده شده و در محل‌های لازم سوراخ شوند. برش ورق‌هایی که در ساختن قطعات فولادی مصرف می‌شود باید توسط دستگاه برش حرارتی ریلی یا فرایندهای خودکار انجام گیرد. برای ورق‌های با ضخامت مساوی یا کمتر از 15 میلی‌متر، برش‌کاری توسط دستگاه گیوتین مجاز است. در این حالت لبه‌های برش باید کاملاً یکنواخت و خالی از ناهمواری‌های سطحی بیش از 0.5 میلی‌متر باشند. ناهمواری‌ها و زخم‌های بیش‌ازحد مجاز را باید با سنگ‌زدن و در صورت لزوم تعمیرکاری توسط جوش، هموار کرد.

ب) در قطعات و نیمرخ‌های سنگین با ضخامت اجزای تشکیل‌دهنده بیش از 40 میلی‌متر، باید قبل از برش حرارتی، پیش‌گرمایش تا دمای حداقل 65 درجه سلسیوس انجام شود.

پ) برش انتهایی نیمرخ‌های فولادی که برای ساخت مهاربندها، تیرها، ستون‌ها و اتصالات آن‌ها مصرف می‌شوند، در صورت موافقت مهندس ناظر می‌تواند با اره یا برش حرارتی به‌صورت دستی انجام گیرد. درهرصورت کلیهٔ ناصافی‌هایی که بر اثر برش‌کاری به وجود می‌آید، باید با سنگ‌زدن برطرف شوند.

ت) سوراخ‌کاری نهایی ورق‌ها و نیمرخ‌ها با ضخامت بیش از 15 میلی‌متر باید به کمک متهٔ دوار انجام پذیرد. برای سوراخ‌های با قطر زیاد می‌توان ابتدا سوراخی با قطر کوچک‌تر توسط منگنه (پانچ) ایجاد نمود و سپس با مته، سوراخ را به قطر دلخواه رساند. قطعاتی که با پیچ به هم متصل می‌شوند در صورت امکان باید همه به هم خال‌جوش شده و با هم سوراخ‌کاری شوند. سوراخ‌کاری ورق‌ها و نیمرخ‌ها به کمک منگنه برای ضخامت‌های بیش از 15 میلی‌متر مجاز نیست.

ث) تیرهای با مقطع کاهش‌یافته باید با استفاده از برش حرارتی برای ایجاد قوسی ملایم ساخته شوند. زبری سطح بریده‌شده با برش حرارتی باید حداکثر 13 میکرون باشد. تمام نواحی انتقالی بین تیر با مقطع کاهش‌یافته و مقطع دست‌نخورده باید در جهت طول بال تیر برای کاهش آثار نامطلوب ناشی از تغییر ناگهانی مقطع گرد شوند. گوشه‌های بین سطح مقطع کاهش‌یافته و بالا و پایین بال‌های تیر جهت برداشتن لبه‌های تیز باید سنگ زده شوند، ولی رعایت حداقل شعاع گردی یا زاویهٔ پخی نیاز نیست.



شکل سوراخکاری با دریل و منگنه

سوراخ کاری

دریل رادیال

دریل رادیال

سوراخ کاری

دستگاه پانچ

دریل ستونی

ج) حداکثر رواداری برش حرارتی از خط برش تئوری 6± میلی‌متر است. حداکثر رواداری عرض مؤثر ورق‌ها در هر مقطع 10± میلی‌متر است.

چ) تورفتگی‌ها و زخم‌های ایجادشده در اثر برش حرارتی در سطح برش کاهش‌یافته با حداکثر عمق 6 میلی‌متر را می‌توان با سنگ زدن اصلاح نمود. طول ناحیهٔ دارای تورفتگی و زخم که سنگ زده می‌شود، نباید از 5 برابر عمق تورفتگی در هر طرف کمتر باشد. از جوشکاری می‌توان برای اصلاح تورفتگی‌ها و زخم‌های ایجادشده با عمق حداقل 6 میلی‌متر و حداکثر 13 میلی‌متر استفاده نمود. هم‌چنین برای اصلاح نواحی که بر اثر سنگ زدن عمق مؤثر برش ناحیهٔ کاهش‌یافته از رواداری‌های مجاز بیشتر شده است، نیز می‌توان از جوش استفاده نمود. تورفتگی‌ها و زخم‌ها باید برداشته شده و در محل آن‌ها گودی با عمق حداقل 6 میلی‌متر با سنگ زدن ایجاد شود. همچنین در ناحیهٔ موردنظر پیش‌گرمایش با دمای حداقل 66 درجهٔ سانتی‌گراد انجام شود. تورفتگی‌ها و زخم‌های با عمق بیش‌از 13 میلی‌متر باید توسط روشی که به تأیید نمایندهٔ کارفرما رسیده است، اصلاح شوند.

۱۰-۴-۳-۳ ساخت و آماده کردن قطعات قبل از مونتاژ

الف) قطعات فولادی باید طوری ساخته شوند که هیچ نوع تغییرشکلی علاوه بر مقادیر رواداری ساخت، غیر از آنچه در نقشه مشخص شده، در آن‌ها به وجود نیاید. انحنا و تغییرشکل‌هایی که طبق نقشه یا دستور مهندس طراح لازم باشد، باید هنگام ساختن قطعات ایجاد شود.

ب) پخ‌زنی و آماده کردن لبهٔ قطعات برای جوشکاری باید هنگام برش حرارتی، با زاویه دادن به سر مشعل و با سنگ‌زنی‌های بعدی انجام پذیرد. استفاده از دستگاه‌های پخ‌زن ضربه‌ای یا مکانیکی برای قطعات و ورق‌های با ضخامت بیش از 15 میلی‌متر مجاز نیست. پخ‌زنی و آماده کردن لبه‌ها باید مطابق جزییات اجرایی دستورالعمل جوشکاری (WPS) باشد.

پ) الزامات مربوط به پیش‌خیز و پیش‌تنظیم در قطعات باید پس از تکمیل مونتاژ، کنترل شوند.

ت) به‌کارگیری روش‌های گرم کردن موضعی برای ایجاد انحنا یا صاف کردن قطعات با تأیید نمایندهٔ کارفرما مجاز است[۴]. دمای موضع گرم شده نباید از 650 درجهٔ سلسیوس برای فولاد معمولی و 565 درجهٔ سلسیوس برای فولاد پرمقاومت و آلیاژی بیشتر شود. این دما باید به کمک گچ‌های رنگی مخصوص که در دمای زیاد تغییر رنگ می‌دهند، مورد کنترل قرار گیرد. استفاده از روش‌های مکانیکی برای صاف کردن تا سه برابر مقادیر رواداری‌های مجاز، قابل‌قبول است.

۱۰-۴-۳-۴ پیش‌نصب

الف) درصورتی‌که در اسناد پیمان مشخص شده باشد، پیمانکار موظف است تیرها و ستون‌های فولادی را در محل کارخانه یا پای‌کار پیش‌نصب نماید. هدف از پیش‌نصب قطعات فولادی حصول اطمینان از دقت ساخت و کیفیت جفت‌وجور شدن قطعات در هنگام نصب است.

ب) به هنگام پیش‌نصب باید حداقل 25 درصد از پیچ‌های هر اتصال که کمتر از دو پیچ نباشد، بسته شوند. پیچ‌های پیش‌نصب می‌توانند از نوع پیچ‌های معمولی انتخاب شوند.

۱۰-۴-۳- ۵ نصب قطعات فولادی

الف) صفحات پای ستون‌ها (کف‌ستون‌ها) باید مطابق ضوابط زیر اجرا شوند:

۱- به‌جز موارد اشاره‌شده در بندهای ۲ و ۳، استفاده از ورق‌های اتکایی و صفحه‌ستون‌ها (کف‌ستون‌ها) تا ضخامت حداکثر 50 میلی‌متر بدون صفحه تراشی، مشروط به ایجاد سطح اتکایی صاف و بدون زخم مجاز است. ورق‌های با ضخامت 50 تا 100 میلی‌متر را می‌توان با پرس کردن صاف نمود. اگر پرس در دسترس نبود، می‌توان از صفحه تراشی برای دستیابی به سطح صاف و بدون زخم استفاده کرد. برای ورق‌های با ضخامت بیش از 100 میلی‌متر باید از فرزکاری استفاده نمود.

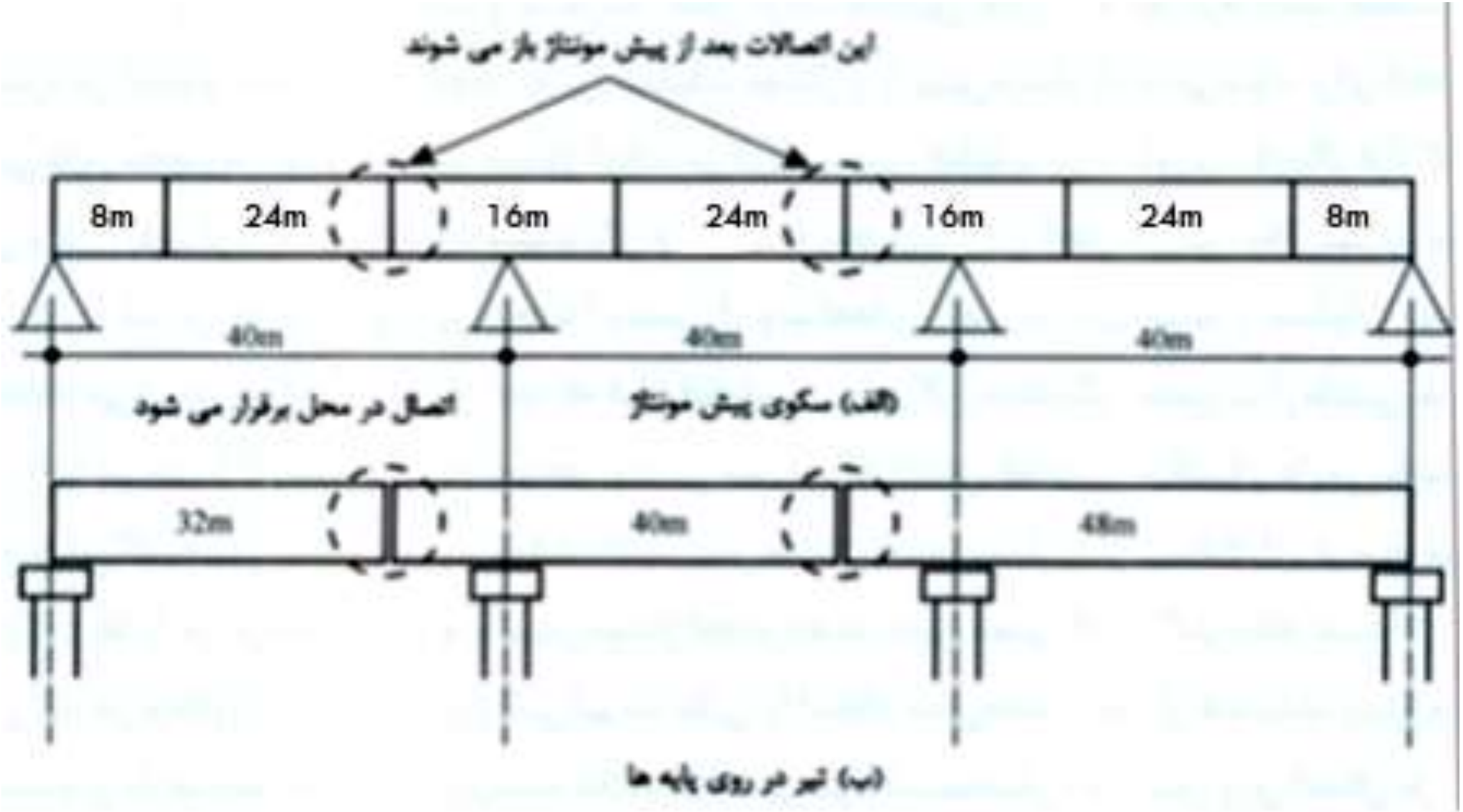
مشکل (حادثه) اجرایی:

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

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

- 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.

- 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.


این اتصالات بعد از پیش مونتاژ باز می شوند
8m
24m
16m
24m
16m
24m
8m
40m
40m
40m
اتصال در محل برقرار می شود
(الف) سکوی پیش مونتاژ
32m
40m
48m
(ب) تیر در روی پایه ها

۲- سطح زیرین ورق‌های اتکایی و صفحه‌ستون‌ها (کف‌ستون‌ها) که با دوغاب ریزی تماس اتکایی کامل با شالوده برقرار می‌کند، نیازی به صفحه تراشی ندارد.

۳- درصورتی‌که برای اتصال ستون به صفحه‌ستون از جوش شیاری با نفوذ کامل استفاده شده باشد، نیازی به صفحه تراشی سطح فوقانی ورق اتکایی نیست.

۴- سوراخ میل‌مهارها را می‌توان با استفاده از برش حرارتی براساس ضوابط بخش ۱۰-۴-۳-۲ ایجاد کرد.

۵- در مواردی که آب می‌تواند در اعضای با مقطع قوطی شکل در زمان ساخت یا در طول مدت بهره‌برداری جمع شود، باید با ایجاد سوراخ زهکش در صفحهٔ پای ستون زهکشی شود یا از عضو در برابر نفوذ آب محافظت شود.

۶- صفحه‌ستون (کف‌ستون) باید در رقوم ارتفاعی صحیح تراز شده و تماس اتکایی کامل با بتن یا مصالح بنایی به کمک گروت داشته باشد. درصورتی‌که برای نصب سازه نیاز به تعبیهٔ سوراخ‌های با قطر بزرگ‌تر از سوراخ استاندارد باشد، باید الزام مورد ب-۵ از بند ۱۰-۲-۹-۳-۲ تأمین شود.

ب) در نصب قاب‌های فولادی موارد زیر باید مدنظر قرار گیرند:

۱- قاب‌های سازه‌های فولادی باید به‌درستی برپا شده و مطابق محدودیت‌ها و رواداری‌های ارائه‌شده در بخش ۱۰-۴-۸ نصب شوند. در حین نصب، سازه باید برای تحمل بارهای مرده و سایر بارهای حین نصب ایمن باشد. مهاربندهای موقت باید در محل‌هایی که سازه تحت بارهای ناشی از تجهیزات و عملیات اجرایی قرار می‌گیرد، تأمین شود. این مهاربندها تا زمانی که برای تأمین ایمنی نیاز باشد، باید در جای خود باقی بمانند.

۲- تا زمانی که بخش‌های مختلف سازهٔ نصب‌شده مطابق مدارک ساخت شاقول نشده باشند، نباید هیچ‌یک از اتصالات جوشی یا پیچی دائمی آن و نیز سقف‌ها شامل اتصالات عرشه‌های فولادی (در صورت کاربرد) اجرا شود.

۳- نبود سطح تماس کامل بین سطوح با فاصلهٔ کمتر از 2 میلی‌متر، صرف‌نظر از نوع اتصال (جوش شیاری با نفوذ نسبی یا پیچی)، مجاز است. اگر این فاصله بین 2 تا 6 میلی‌متر باشد و بررسی مهندسی نشان دهد که سطح تماس کافی وجود ندارد، باید فواصل خالی با پرکنندهٔ فولادی مناسب پر شوند. فولاد پرکننده صرف‌نظر از نوع قطعهٔ اصلی، می‌تواند از جنس فولاد نرمهٔ ساختمانی باشد.

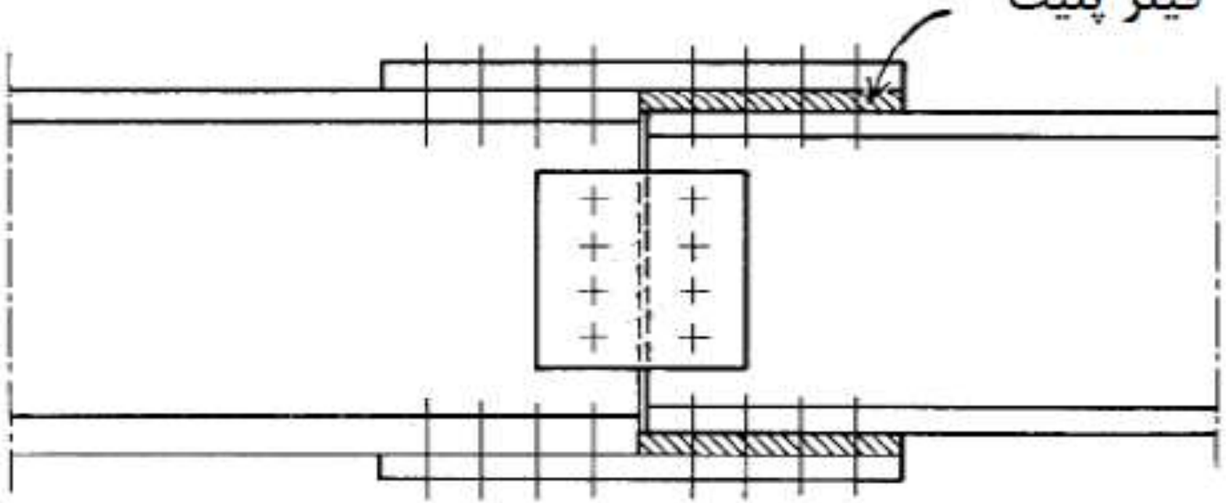
شکل استفاده از ورق پر کننده جهت اصلاح اتصال

اصلاح اتصال با صفحات پر کننده

06/07/2010 11:48

فیلر پلیت ها در اتصالات اصطکاکی

- انتقال بار در اتصالات اصطکاکی با استفاده از فیلر پلیت ها از طریق نیروی اصطکاک روی سطوح اتصال انجام می گیرد.



کنترل کیفیت و تضمین کیفیت

۱۰-۴-۳-۶ کنترل کیفیت و تضمین کیفیت

فعالیت‌هایی که در خصوص کنترل کیفیت (QC) مطرح است، باید توسط سازنده و نصب‌کنندهٔ سازه فولادی انجام پذیرد. فعالیت‌هایی که در خصوص تضمین کیفیت (QA) مطرح است باید به درخواست مقام قانونی مسئول یا کارفرما توسط دستگاه نظارت ذیصلاح انجام پذیرد.

۱۰-۴-۳-۶-۱ برنامهٔ کنترل کیفیت سازنده و نصب‌کننده

سازنده و نصب‌کننده باید روش‌های کنترل کیفیت را برای اطمینان از اجرای کار براساس الزامات این مبحث و مدارک ساخت پایه‌ریزی و اجرا کنند. سازنده باید مراحل اجرائی ساخت و برپایی حاوی جزئیات کنترل‌ها و سمت‌های سازمانی مجری این کنترل‌ها را مکتوب داشته و در اختیار مقام قانونی مسئول و کارفرما قرار دهد.

۱۰-۴-۳-۶-۱-۱ شناسایی مصالح

سازنده باید روش کاربردی، مدون و مکتوبی منطبق بر استانداردهای ملی یا بین‌المللی برای شناسایی مصالح در زمان اجرا تا قبل از نصب ارائه دهد. این روش باید توسط مسئول کنترل کیفیت سازنده، بررسی و تائید شود.

۱۰-۴-۳-۶-۱-۳ رویهٔ کنترل کیفیت نصب کننده

کنترل کیفیت نصب‌کننده باید حداقل بازرسی موارد زیر را شامل شود:

الف) جوش در محل، پیچ پرمقاومت و جزئیات آن‌ها مطابق ضوابط بندهای ۱۰-۴-۴-۱ و ۱۰-۴-۵-۸

ب) اجرای عرشه‌های فولادی مطابق ضوابط استانداردهای ملی یا بین‌المللی[۵]

پ) جاگذاری و اتصال گل‌میخ‌های فولادی مطابق ضوابط بند ۱۰-۴-۴-۱

ت) سطوح برش‌یافته در محل مطابق ضوابط بند ۱۰-۴-۳-۲

ث) صاف کردن از طریق گرما در محل مطابق ضوابط بند ۱۰-۴-۳-۲

ج) رواداری‌های نصب در محل مطابق ضوابط بخش ۱۰-۴-۸

۱۰-۴-۳-۶-۲ مدارک سازنده و نصاب

الف) سازنده یا نصاب موظف است مدارک زیر را جهت تائید، قبل از ساخت یا نصب ارائه کند:

۱- نقشه‌های کارگاهی ساخت

۲- نقشه‌های کارگاهی نصب

۳- برنامهٔ کلی بازرسی و آزمایش (ITP)

۴- دستورالعمل رویه‌های جوشکاری (WPS)

۵- گواهی انطباق با استانداردهای مربوطه و گواهی صلاحیت تولیدکننده برای الکترود جوش، سیم جوش، پودر جوشکاری و گاز محافظ مطابق بخش ۱۰-۱-۴

۶- کاتالوگ اطلاعات یا برگه‌های معرفی‌کنندهٔ محصول برای فلز پرکننده جوش و روکش آن. این برگه‌های اطلاعات شامل شرح محصول، محدودیت‌های استفاده، پارامترهای جوش نمونه یا پیشنهادی، روش‌های انبار کردن و الزامات قرارگیری در معرض شرایط محیطی از جمله پیش‌گرمایش و ... است.

۷- گواهی کفایت طاقت نمونهٔ شیار داده‌شده شارپی برای مصالح جوش به‌کاررفته در اتصالات و وصله‌های سیستم باربر جانبی لرزه‌ای. این گواهی در صورتی مورد تأیید است که طاقت نمونهٔ شیار داده‌شدهٔ شارپی فلز جوش در دمای 18- درجهٔ سلسیوس، حداقل 27 ژول باشد. در صورت ارائه نکردن این گواهی توسط تولیدکنندهٔ مصالح جوش، سازنده یا نصاب باید آزمایش‌های لازم را به هزینهٔ خود انجام داده و گزارش کاربردی از نتایج آزمایش‌ها جهت مستندسازی کفایت مصالح مصرفی تهیه کند.

۸- دستورالعمل پیچکاری

۹- تعیین ترتیب مونتاژ اتصالات، روش و ترتیب اجرای جوشکاری و سایر موارد اجرائی خاص تعیین‌شده در نقشه‌ها، مشخصات فنی و استانداردها

۱۰- طرح اختلاط بتن و نتایج آزمایش‌های مربوطه برای اعضای مختلط

۱۱- نقشه‌های کارگاهی میلگردهای اعضای مختلط

۱۲- توالی بتن‌ریزی و روش‌ها و محدودیت‌های آن در اعضای مختلط

ب) مدارک زیر باید جهت بازبینی توسط نمایندهٔ کارفرما قبل از ساخت یا نصب به‌صورت فایل الکترونیکی یا نسخه کاغذی در دسترس باشد:

۱- نتایج آزمایش‌های مصالح برای اعضای اصلی فولادی ساختمان، مطابق ضوابط بخش ۱۰-۱-۴

۲- نتایج آزمایش‌های مصالح برای فولاد ریخته‌گری‌شده، مطابق ضوابط بخش ۱۰-۱-۴

۳- گواهی صلاحیت تولیدکننده برای بست‌ها، مطابق ضوابط بخش ۱۰-۱-۴

۴- نتایج آزمایش‌های میل‌مهار کف‌ستون‌ها و میله‌های رزوه‌شده، مطابق ضوابط بخش ۱۰-۱-۴

۵- گواهی صلاحیت تولیدکننده برای گل‌میخ‌ها، مطابق ضوابط بخش ۱۰-۱-۴

۶- مدارک صلاحیت دستورالعمل رویه‌های جوشکاری (PQR)، برای آن دسته از جوش‌هایی که منطبق بر جوش‌های پیش‌پذیرفته نیستند.

۷- مدارک صلاحیت اجرایی پرسنل جوشکاری (WPQ)

۸- دستورالعمل مکتوب کنترل کیفیت سازنده یا نصب‌کننده که باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- روش‌های کنترل مصالح
- روش‌های بازرسی
- روش‌های بررسی عدم انطباق
- مدارک صلاحیت بازرس کنترل کیفیت سازنده یا نصب‌کننده
- مدارک صلاحیت پرسنل آزمایش‌های غیر مخرب (NDT) سازنده

۱۰-۴-۳-۶-۳ ارزیابی صلاحیت بازرسین

الف) بازرسین مسئول تأیید یا رد مصالح و اجرا باید مورد ارزیابی و تشخیص صلاحیت قرار گیرند. مبانی ارزیابی بازرسین باید مستند شود.

ب) ارزیابی بازرسین باید بر مبنای «آیین‌نامهٔ ملی ارزیابی بازرسین» انجام شود. در نبود آیین‌نامهٔ ملی، می‌توان از آیین‌نامه‌های بین‌المللی یا معتبر استفاده نمود.[۶]

پ) مهندسین یا تکنسین‌هایی که به‌واسطهٔ تمرین یا تجربه و یا ترکیبی از آن دو، در زمینهٔ بازرسی ساخت و انجام و تفسیر آزمایش‌های ارزیابی، دارای صلاحیت باشند، با تأیید نمایندهٔ کارفرما یا مقام قانونی مسئول، می‌توانند به‌عنوان بازرس جوش انجام وظیفه نمایند.

ت) بازرسین جوش می‌توانند چند کمک داشته باشد که تحت نظارت وی در امر بازرسی عمل می‌نمایند. کمک بازرسین باید با تمرین و کسب تجربه در اموری که به آن‌ها محول می‌شود، صلاحیت عملی کسب نمایند. عملکرد کمک بازرسین باید توسط بازرس به‌طور منظم مورد ارزیابی قرار گیرد.

---

[۶] معیارهای ارزیابی قابل‌قبول به شرح زیر هستند:

- AWS QC1: Standard for AWS Certification of Welding Inspectors
- Standard W178.2: Certification of Welding Inspectors-Canadian Standard Association

CSA Group

W178.2-18

AWS QC1: 2016

Specification for AWS Certification of Welding Inspectors

CWB | cwbcertification

CSA Standard W178.2-2018 "Certification of Welding Inspector"

Overview of Changes in the 2018 Edition

ث) بازرس و کمک بازرس باید تحت معاینهٔ چشم قرار گیرند، به‌طوری‌که با یا بدون استفاده از عینک، قدرت دید نزدیک در فاصلهٔ 300 میلی‌متر و قدرت دید دور در حد 20/40 را دارا باشند. گواهی معاینهٔ چشم باید هر سه سال یک‌بار (یا کمتر در صورت اعلام نیاز توسط نمایندهٔ کارفرما) تکرار شود و در صورت درخواست قابل‌ارائه باشد. ارزیابی قدرت بینایی مطابق الزامات استاندارد ملی ایران به شماره 18490 انجام شود.

۱۰-۴-۳-۶-۴ وظایف بازرس

الف) بازرس کنترل کیفیت سازنده باید اعضای فولادی ساخته‌شده را بازرسی کرده و تطابق آن‌ها را با جزئیات ارائه‌شده در نقشه‌های کارگاهی بررسی کند.

ب) بازرس کنترل کیفیت نصاب باید قطعات فولادی نصب‌شده را بازرسی کرده و تطابق آن‌ها را با جزئیات ارائه‌شده در نقشه‌های کارگاهی بررسی کند.

پ) بازرس تضمین کیفیت باید هنگام جاگذاری میل مهارها و سایر اقلام مدفون نگهدارندهٔ اعضای فولادی جهت تطابق با مدارک ساخت در محل حضور داشته باشد. حداقل باید قطر، رده، نوع و طول میل‌مهار یا قطعهٔ مدفون و طول مدفون در بتن قبل از ریختن بتن بررسی و ثبت شده و به نمایندهٔ کارفرما گزارش شود.

ت) بازرس تضمین کیفیت باید قاب فولادی ساخته و نصب‌شده را جهت تطابق با جزئیات موجود در مدارک ساخت بازرسی کند. پذیرش یا عدم پذیرش جزئیات اتصالات باید ثبت و مستندسازی شود.

ث) وظایف بازرس نماینده کارفرما بر اساس الزامات طرح بازرسی و آزمایش پروژه مشخص می‌شود. وظایف بازرس نماینده سازنده نیز بر اساس الزامات طرح بازرسی و آزمایش پروژه و استاندارد ISIRI/ISO 14731 برای جوشکاری مشخص می شود.

۱۰-۴-۳-۶-۵ ارزیابی و تعیین صلاحیت پرسنل آزمایش‌های غیر مخرب

الف) ارزیابی پرسنل مسئول انجام آزمایش‌های غیر مخرب، به‌غیراز آزمایش‌های عینی، باید منطبق بر مفاد آیین‌نامهٔ ملی باشد. در نبود آیین‌نامه‌های ملی، می‌توان از آیین‌نامه‌های بین‌المللی معتبر استفاده نمود[۷].

---

[7] - Personnel Qualification and Certification Nondestructive Testing (ASNT SNT-TC-1A)
- Standard for the Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel (ANSI/ASNT CP-189)
- ISO 9712-Non-destructive testing-Qualification and certification of NDT personnel

ب) اشخاصی مجاز به انجام آزمایش‌های غیر مخرب هستند که توسط یک موسسهٔ معتبر ایرانی یا دارای نمایندگی در ایران، در پایهٔ دو صلاحیت آزمون‌های غیر مخرب، ارزیابی و تعیین صلاحیت شده باشند. اشخاصی که در پایهٔ یک ارزیابی شده باشند، فقط می‌توانند زیر نظر یک کارشناس پایه دو به آزمایش بپردازند. در موسسهٔ مورداشاره، ارزیابی افراد در پایه یک و دو باید توسط فردی از پایه سه انجام شود. افراد پایه سه باید تحت نظر انجمن آزمایش‌های غیر مخرب ارزیابی شوند یا دارای تحصیلات عالیه در این زمینه باشند.

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 9712

Fourth edition
2012-06-15

Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel

Essais non destructifs — Qualification et certification du personnel END

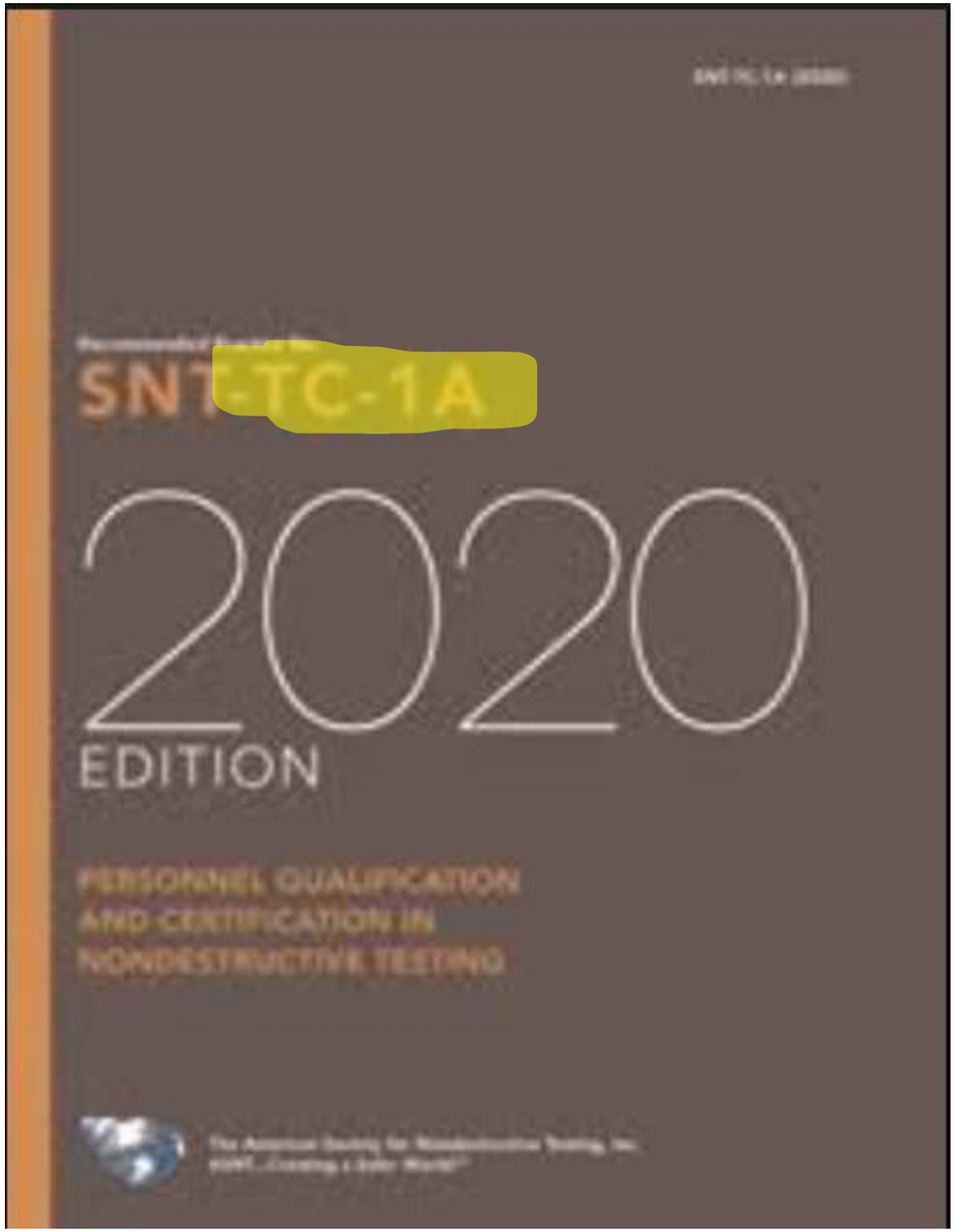
ISIRI/ISO
14731
1st.edition

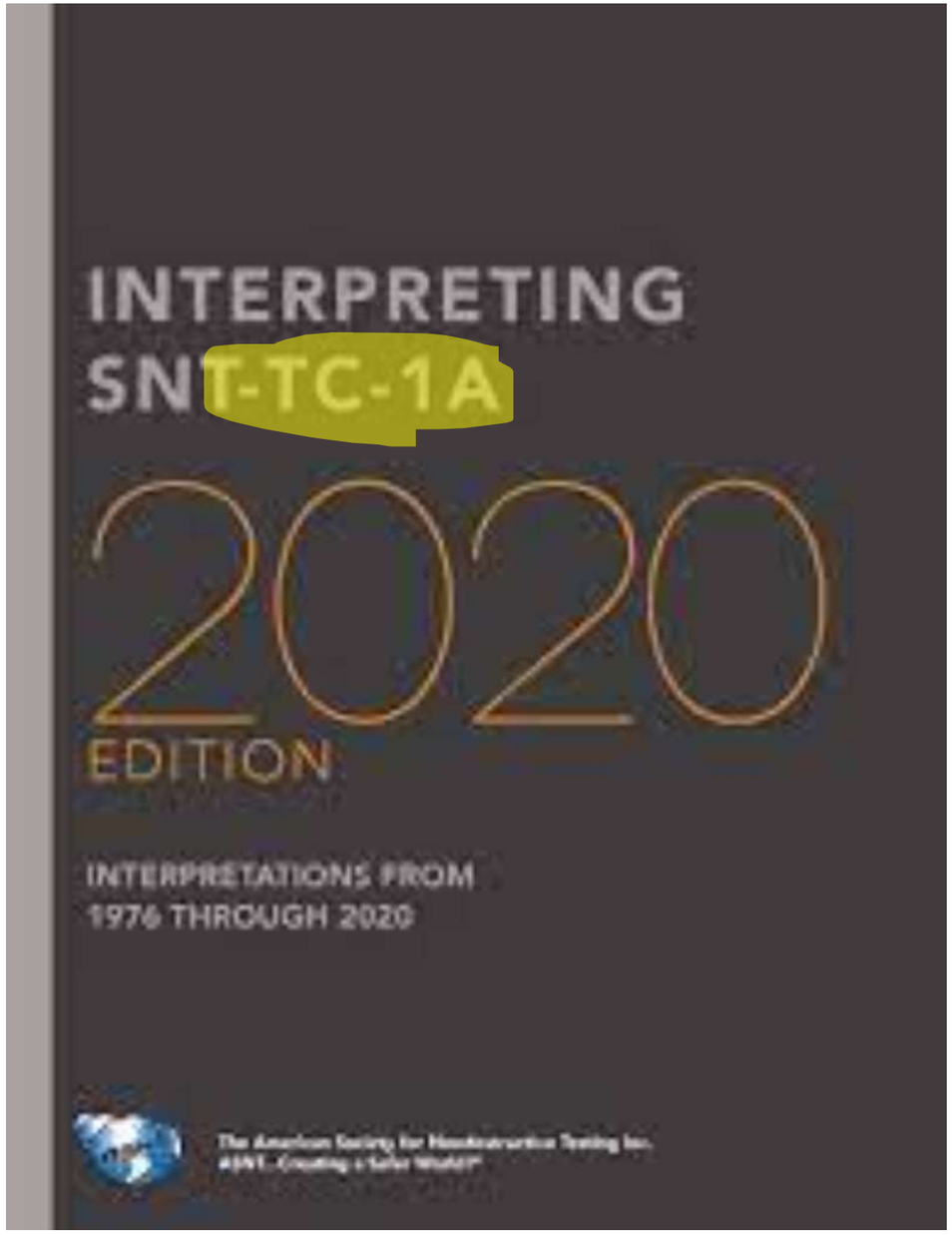
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

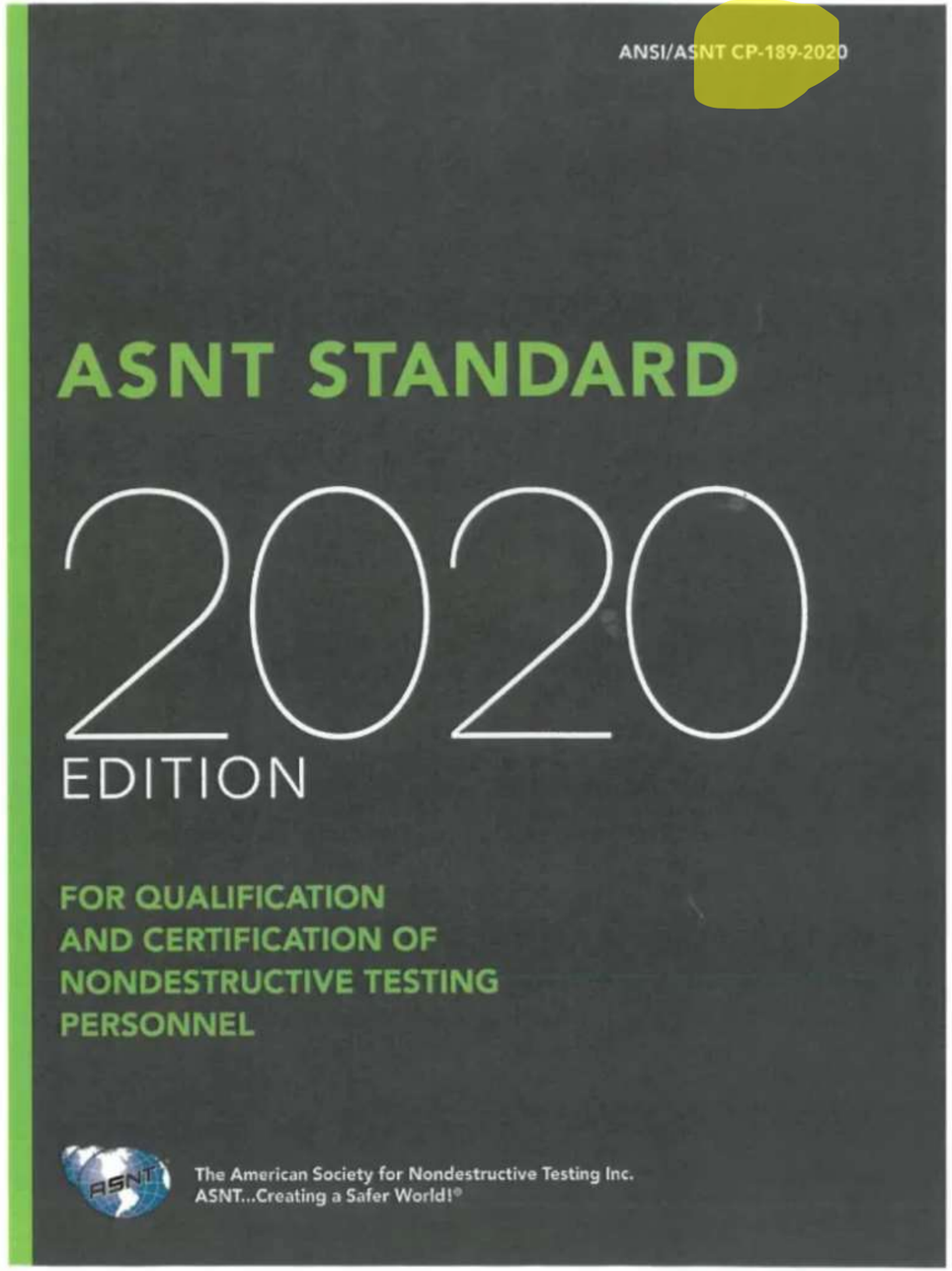
استاندارد ملی ایران- ایزو
۱۴۷۳۱
چاپ اول

هماهنگی جوشکاری-
وظایف و مسئولیتها

Welding coordination-
Tasks and responsibilities


SNT-TC-1A
2020
EDITION
PERSONNEL QUALIFICATION
AND CERTIFICATION IN
NONDESTRUCTIVE TESTING


INTERPRETING
SNT-TC-1A
2020
EDITION
INTERPRETATIONS FROM
1976 THROUGH 2020


ANSI/ASNT CP-189-2020
ASNT STANDARD
2020
EDITION
FOR QUALIFICATION
AND CERTIFICATION OF
NONDESTRUCTIVE TESTING
PERSONNEL
The American Society for Nondestructive Testing Inc.
ASNT...Creating a Safer World!®

AUDIT CHECKLIST CP-189
2020
EDITION
FOR QUALIFICATION AND
CERTIFICATION OF NONDESTRUCTIVE
TESTING PERSONNEL

الزامات ساخت، نصب و کنترل:

اتصال با جوش

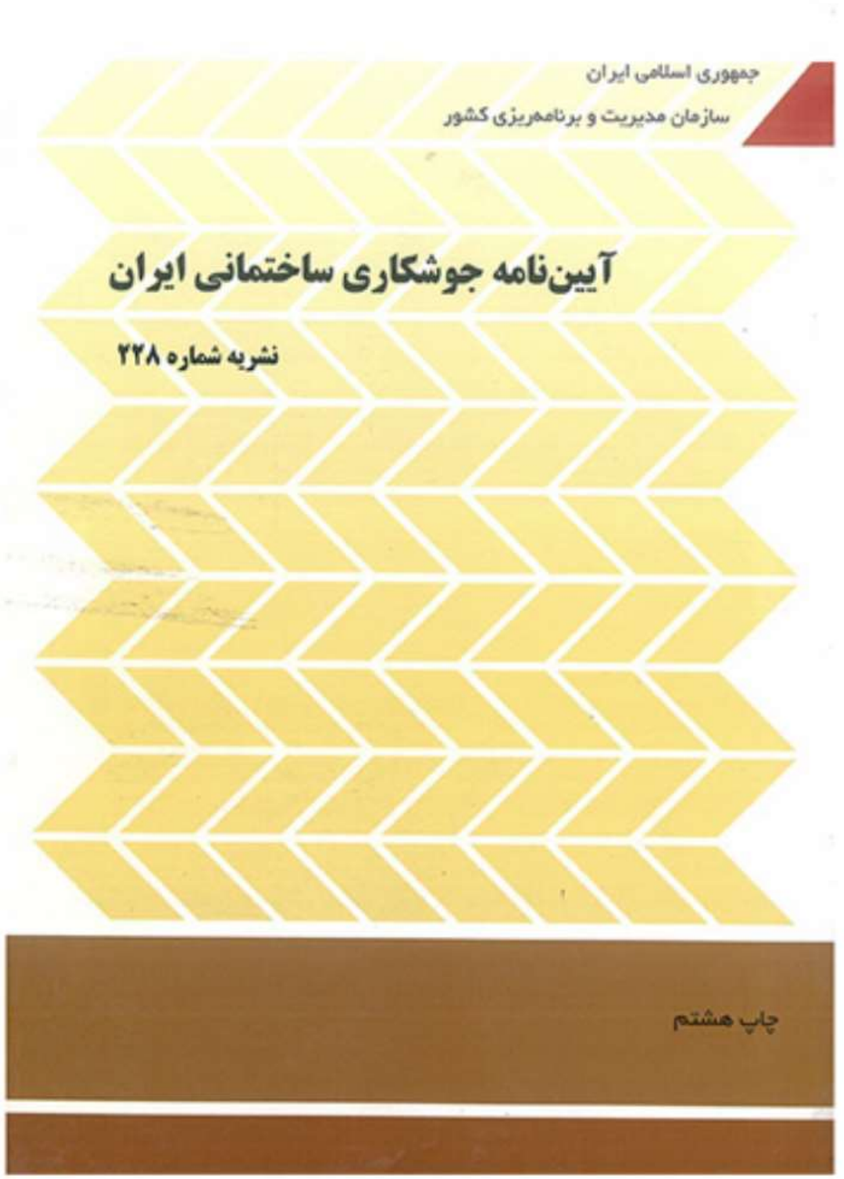
۱۰-۴-۴ اتصال با جوش

برای برقراری اتصالات جوشی رعایت مشخصات مندرج در آیین‌نامهٔ جوشکاری ساختمانی ایران[۸] لازم است. علاوه بر مفاد آیین‌نامهٔ مورداشاره، رعایت الزامات بندهای زیر ضروری است.

۱۰-۴-۴-۱ کنترل کیفیت و تضمین کیفیت جوش

رئوس برنامه‌های مربوط به کنترل و بازرسی جوشکاری سازه‌های فولادی را می‌توان در قالب پنج مورد زیر بیان نمود:

bhrir


جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
آیین‌نامه جوشکاری ساختمانی ایران
نشریه شماره ۲۲۸
چاپ هشتم

مورد زیر بیان نمود:

۱- جوشکاران (Personnel)

۲- فرایند جوشکاری (Process)

۳- آماده‌سازی درز جوش (Preparation)

۴- دستورالعمل جوشکاری (Procedure)

۵- بازرسی و تأیید (Prove)

فعالیت‌های بازرسی جوش شامل کنترل کیفیت و تضمین کیفیت در سه مرحله قبل، حین و پس از جوشکاری انجام می‌شود که این سه مرحله در جداول ۱۰-۴-۱ تا ۱۰-۴-۳ ارائه شده است.

فعالیت‌هایی که باید توسط هر دو بخش کنترل کیفیت و تضمین کیفیت انجام پذیرد، می‌تواند به‌صورت هم‌زمان با هماهنگی بین طرفین توسط یک شخص حقیقی یا حقوقی ثالث ذیصلاح انجام پذیرد. در این جداول فعالیت‌های بازرسی مشمول یکی از دو حالت زیر است:

---

[۸] نشریهٔ ۲۲۸ دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

- مشاهده (O): بازرس مربوطه باید این موارد را مشاهده و بررسی نماید. این بررسی و مشاهده شامل تمامی موارد نشده و می‌تواند به‌صورت غیرمنظم انجام شود. به‌هرحال تعداد بازبینی‌ها، رافع مسئولیت QC و QA نیست. در این حالت ادامهٔ ساخت موکول به انجام بازرسی نیست.
- انجام (P): این فعالیت‌ها باید برای هر مورد انجام پذیرد و انجام مرحلهٔ بعدی منوط به صدور تأییدیه مرحلهٔ قبل می‌شود.

جدول ۱۰-۴-۱: بازرسی قبل از جوشکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC	QA
۱	بررسی گواهینامهٔ صلاحیت جوشکاران*	P	O
۲	بررسی دستورالعمل‌های جوشکاری	P	P
۳	بررسی گواهینامهٔ مواد مصرفی جوش	P	P
۴	قابل‌شناسایی بودن مواد و مصالح (نوع و رده)	O	O
۵	سیستم شناسایی جوشکاران (علامت‌گذاری بند جوش)	O	O

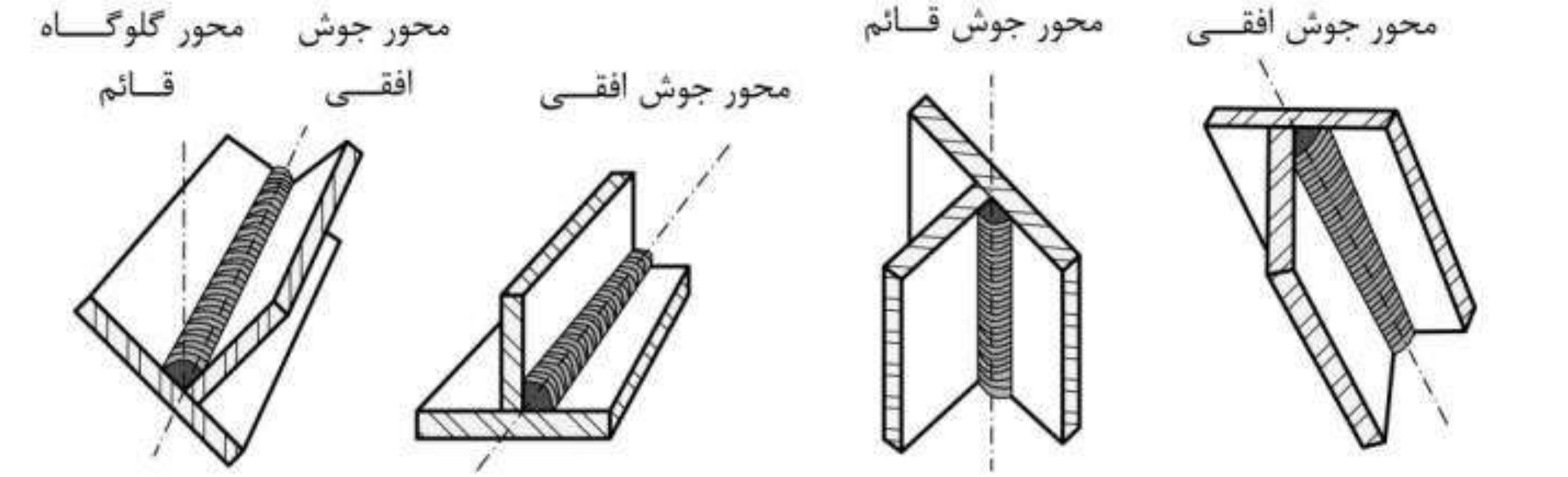
۶	کنترل تجهیزات جوشکاری	O	O
۷	کنترل شکل و پرداخت سوراخ دسترسی	P	O
۸	کنترل آماده‌سازی درز جوش شیاری: • آماده‌سازی اتصال • هندسه (هم‌راستایی، فاصلهٔ ریشه، عمق ریشه، پخ) • تمیزی درز جوش • وضعیت خال‌جوش‌کاری (کیفیت و محل خال‌جوش) • نوع پشت‌بند و مونتاژ آن	P	O
۹	کنترل آماده‌سازی درز جوش گوشه: • هندسه (فاصلهٔ ریشه، راستا، ...) • تمیزی درز جوش • وضعیت خال‌جوش‌کاری (کیفیت و محل خال‌جوش)	O	O

* برگزاری دوره‌های آموزشی جوشکاران و صدور گواهینامه‌های صلاحیت به آن‌ها توسط مراکز ذیصلاح انجام گرفته باشد.

جدول ۱۰-۴-۲: بازرسی حین جوشکاری

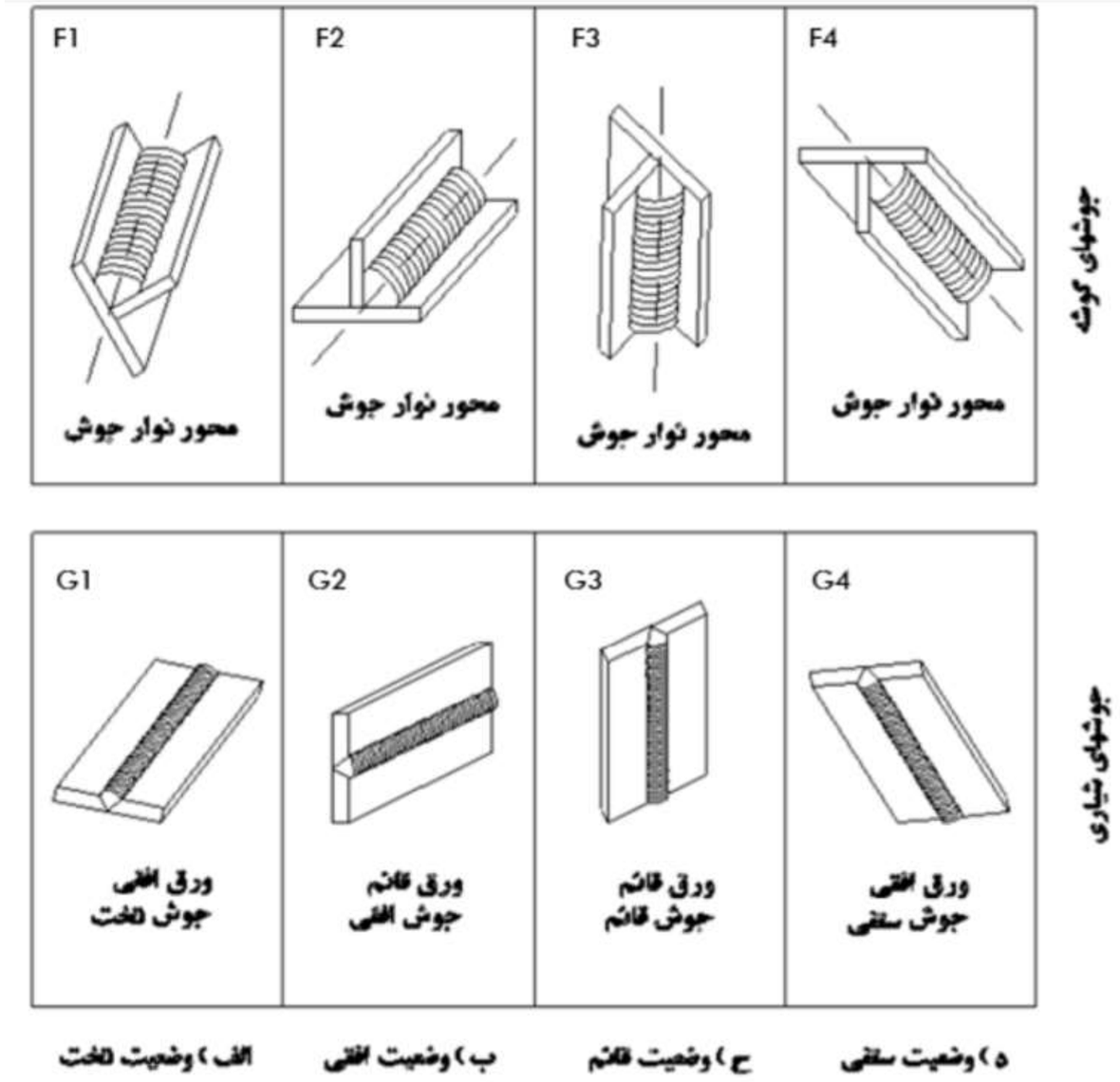
ردیف	شرح فعالیت	QC	QA
۱	کنترل شرایط نگهداری و جابجایی الکترود: • بسته‌بندی • زمان در معرض هوا بودن	O	O
۲	عدم جوشکاری روی ترک‌های خال‌جوش	O	O
۳	شرایط محیطی: • سرعت باد • بارش و دما	O	O
۴	پیروی از WPS: • تنظیم تجهیزات جوشکاری • سرعت جوشکاری • انتخاب الکترود و سیم جوش • نوع و دبی گاز محافظ • پیش‌گرمایش و دمای بین دو عبور • وضعیت جوشکاری (F, H, V , OH مطابق شکل ۱۰-۴-۱)	O	O

۵	کنترل تکنیک جوشکاری: • تمیزکاری بین دو عبور و عبور نهایی • هندسهٔ جوش هر عبور • بازرسی کیفیت چشمی هر عبور	O	O
۶	قرارگیری و نصب گل‌میخ‌ها	P	O

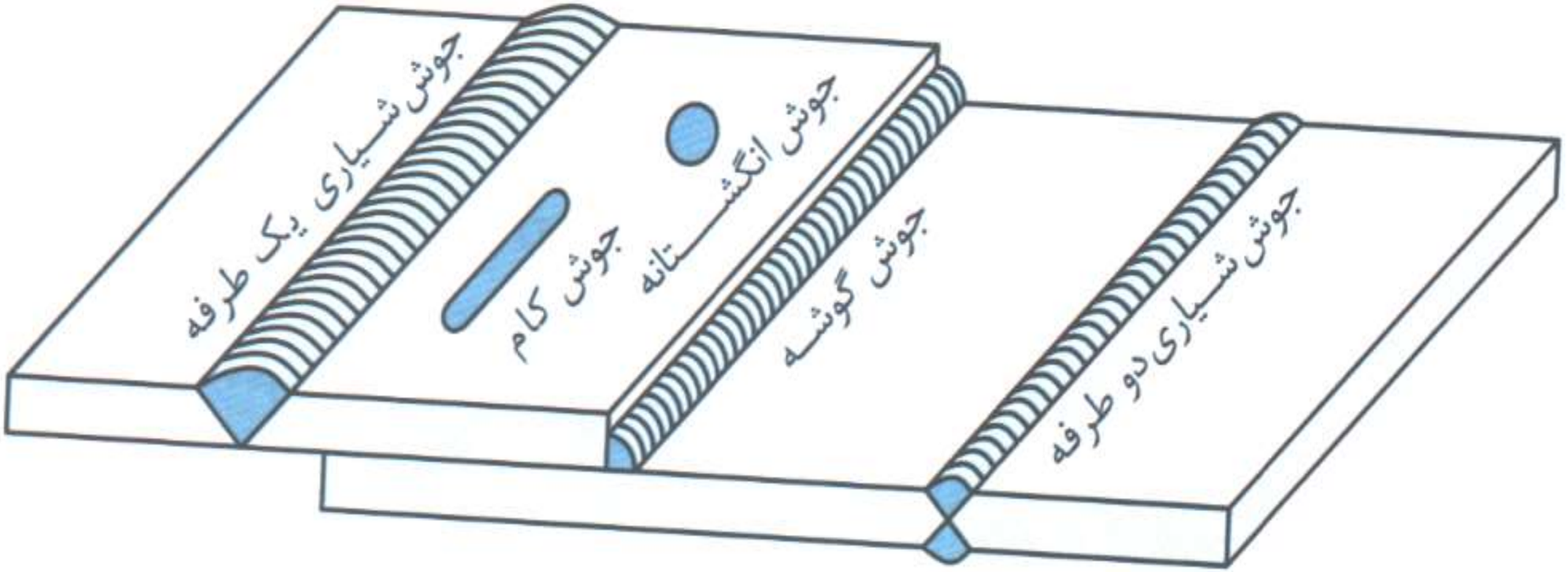


(ت) وضعیت سقفی (OH) (پ) وضعیت قائم (V) (ب) وضعیت افقی (H) (الف) وضعیت تخت (F)

شکل ۱۰-۴-۱: چهار وضعیت اصلی جوشکاری برای جوشکاری با جوش گوشه



شکل انواع وضعیت های جوشکاری


جوش شیاری یک طرفه
جوش کام
جوش انگشتانه
جوش گوشه
جوش شیاری دو طرفه

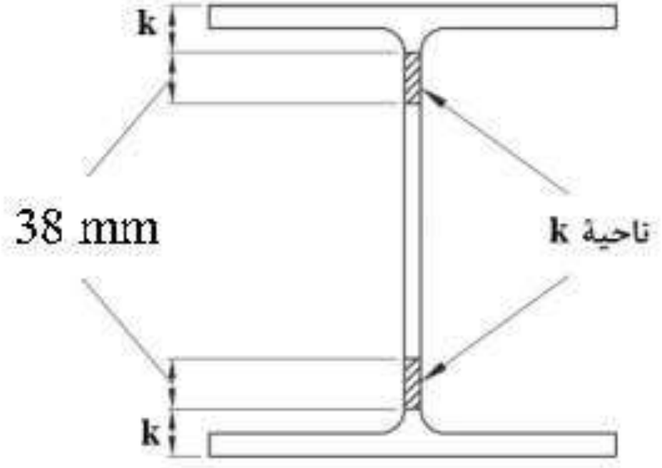
انواع جوش .

جدول ۱۰-۴-۳: بازرسی پس از جوشکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC	QA
۱	کنترل تمیزکاری جوش	O	O
۲	کنترل ابعاد جوش (بعد، طول و محل جوش)	P	P
۳	بازرسی چشمی جوش: • عدم وقوع ترک • امتزاج جوش با فلز پایه و عبورهای قبل • چالهٔ جوش • هندسهٔ مقطع جوش • بریدگی کنارهٔ جوش • تخلخل • لکهٔ قوس	P	P
۴	بازرسی‌های غیر مخرب	P	P
۵	کنترل سوراخ دسترسی جوش مقاطع سنگین برای اطمینان از عدم ترک‌خوردگی	P	P
۶	کنترل برداشتن پشت‌بند و ورق گوشواره (ناودان جوش) در صورت لزوم	P	P

۷	کنترل جوش تعمیری	P	P
۸	تهیهٔ مستندات تأیید یا رد کیفیت قطعات جوشکاری‌شده	P	P
۹	کنترل عدم جوشکاری در نواحی غیرمجاز	O	O
۱۰	ناحیهٔ k *	P	P

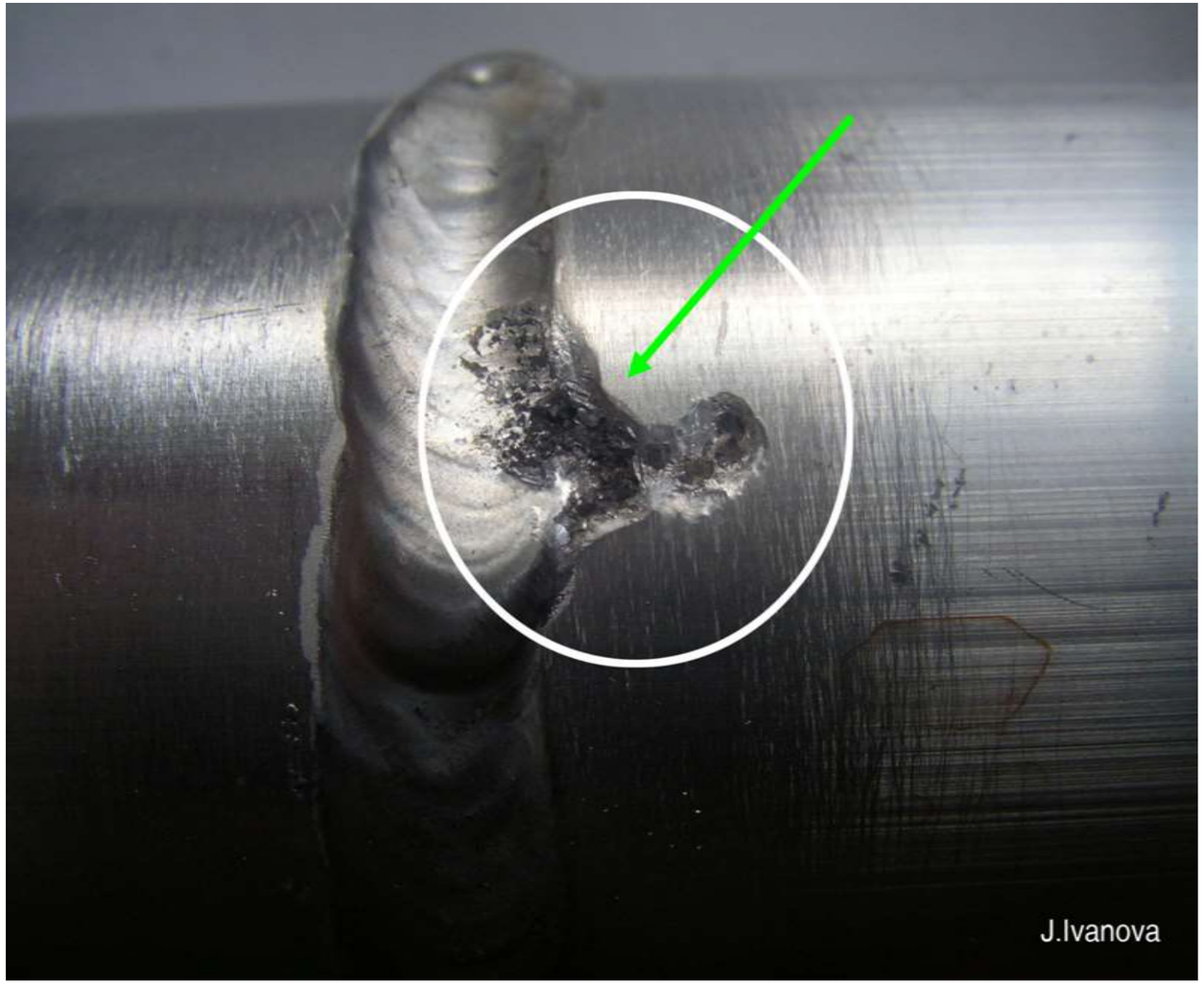
* هنگام جوشکاری ورق‌های مضاعف، ورق‌های پیوستگی و سخت‌کننده‌ها، بازرسی چشمی برای کشف ترک در ناحیهٔ k ورق جان تا فاصلهٔ 75 میلی‌متر بالا و پایین جوش انجام شود ناحیهٔ k مطابق شکل ۱۰-۴-۲، به حدفاصل نقطهٔ شروع گردی ریشهٔ اتصال بال به جان تا 38 میلی‌متر بعدازآن اطلاق می‌شود.

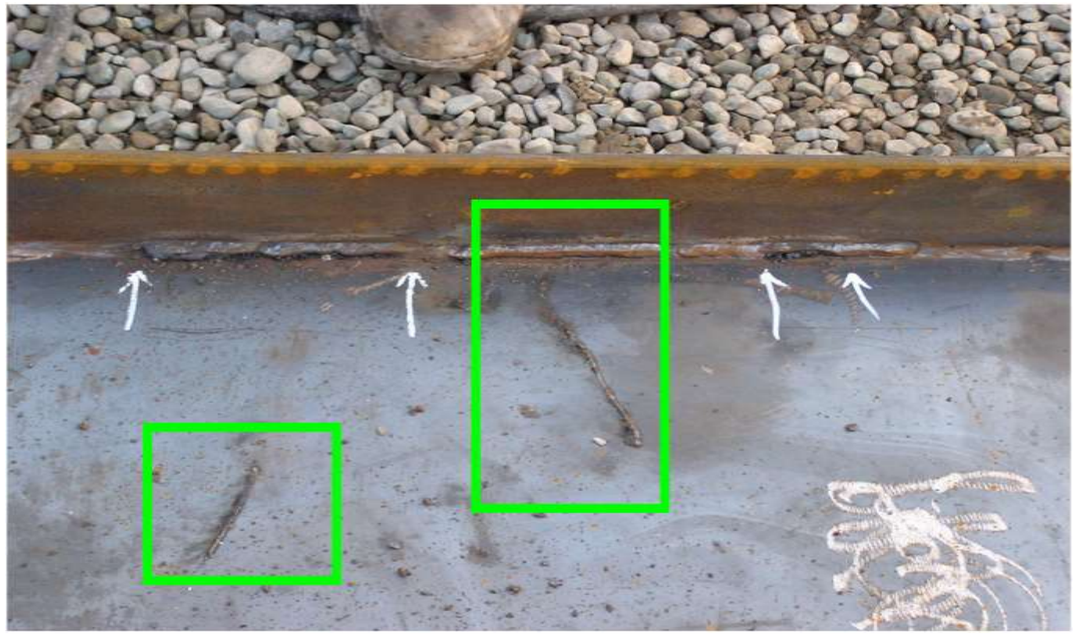


شکل ۱۰-۴-۲: ناحیهٔ k

لکه قوس

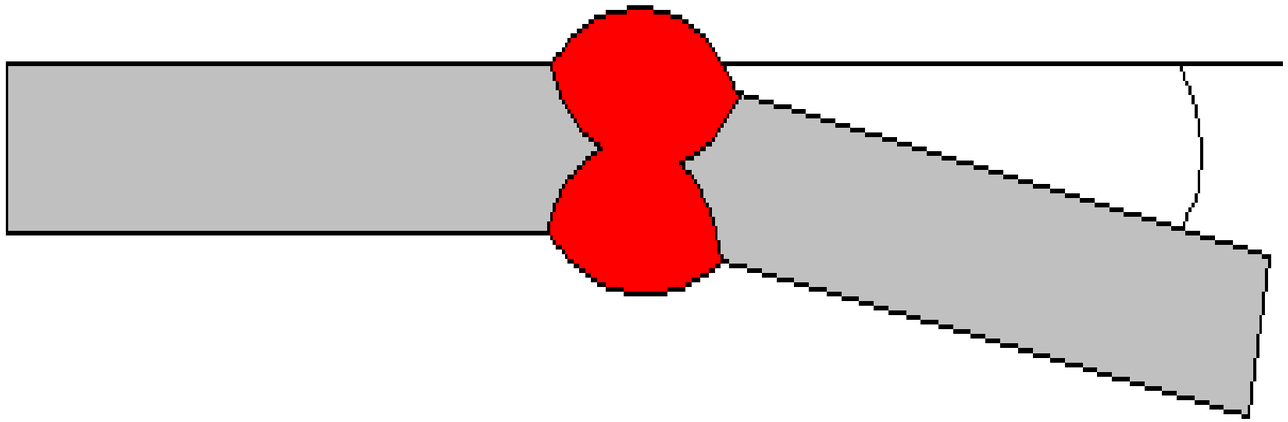
عامل ایجاد: عدم مهارت جوشکار





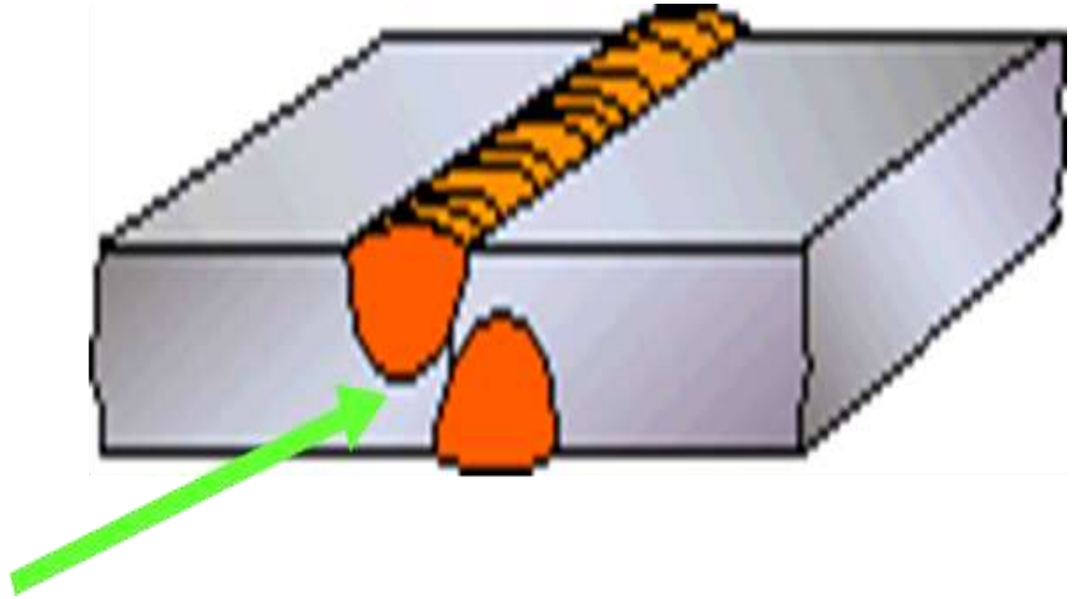
عدم تقارن زاویه ای

عامل ایجاد: در اثر عدم مونتاژ صحیح بوجود می آید .



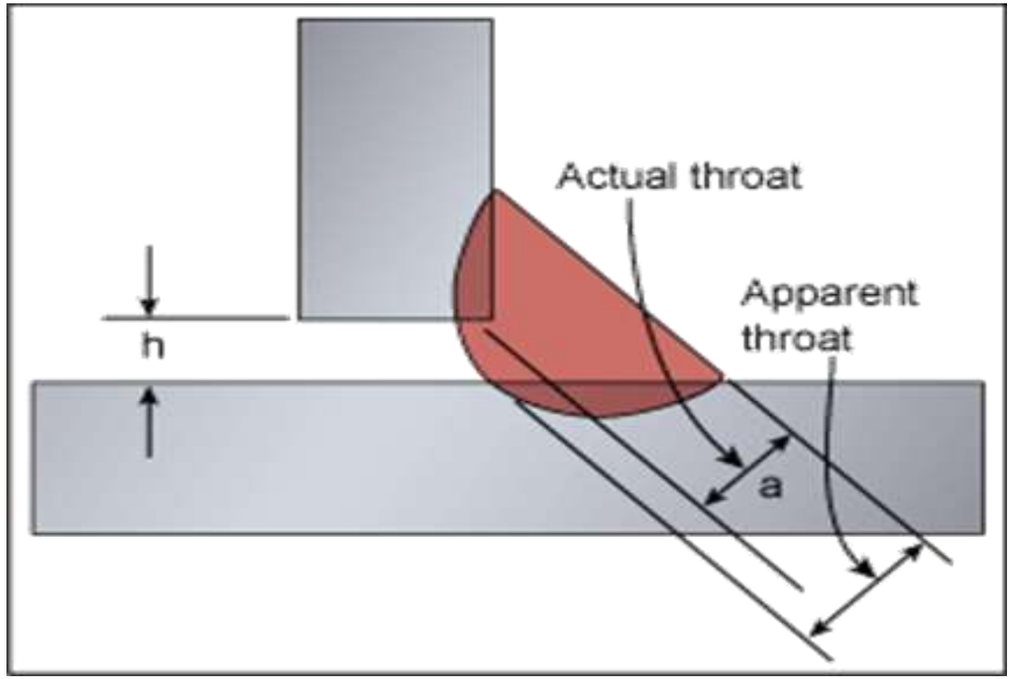
عدم تقارن خطی

عامل ایجاد: در اثر عدم مونتاژ صحیح بوجود می آید .



بازشدگی ناصحیح ریشه

در اثر عدم مونتاژ صحیح بوجود می آید .

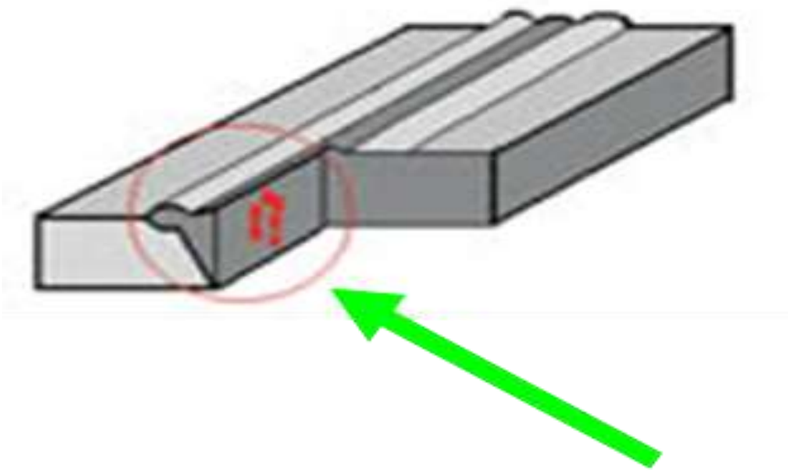


تخلخل خوشه ای

عوامل ایجاد:

۱-کثیفی درز اتصال ۲-شدت جریان کم

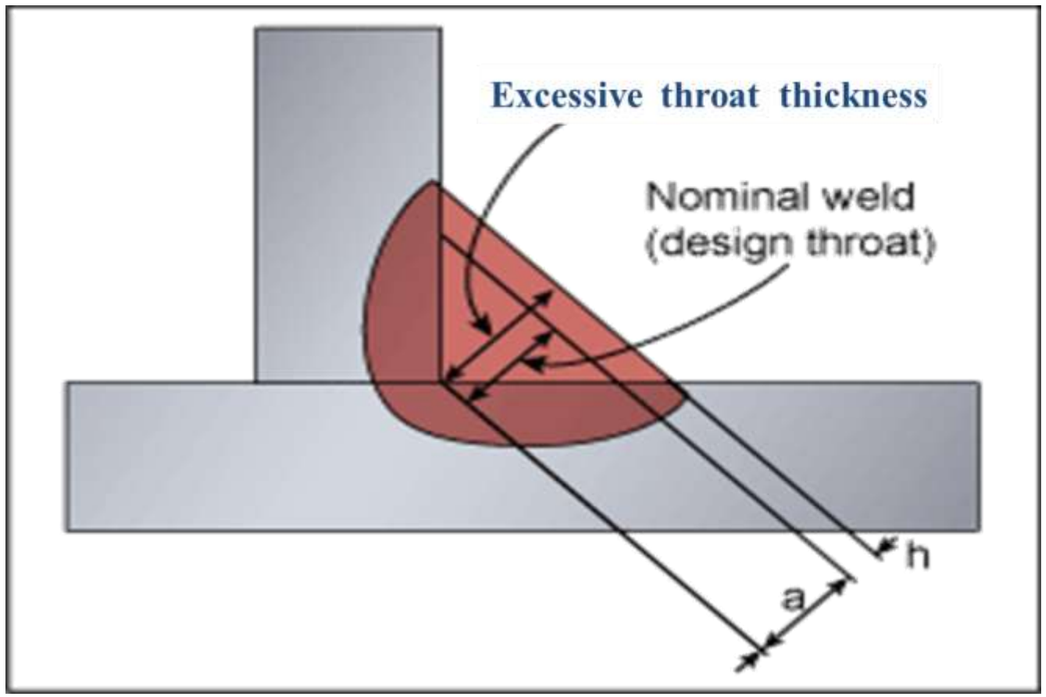
۳-عدم مهارت جوشکار ۴- حبس سرباره



گلویی اضافی جوش

عوامل ایجاد:

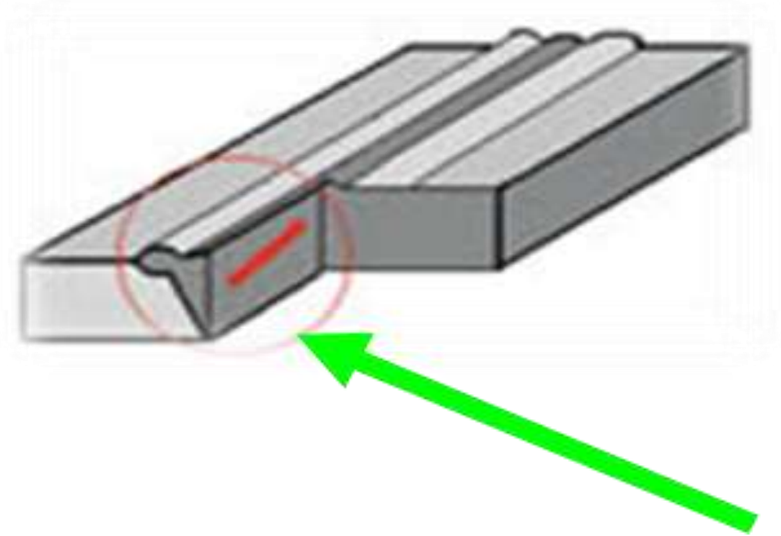
۱- سرعت کم حرکت ۲- شدت جریان کم



سوراخهای کرمی شکل

عامل ایجاد:

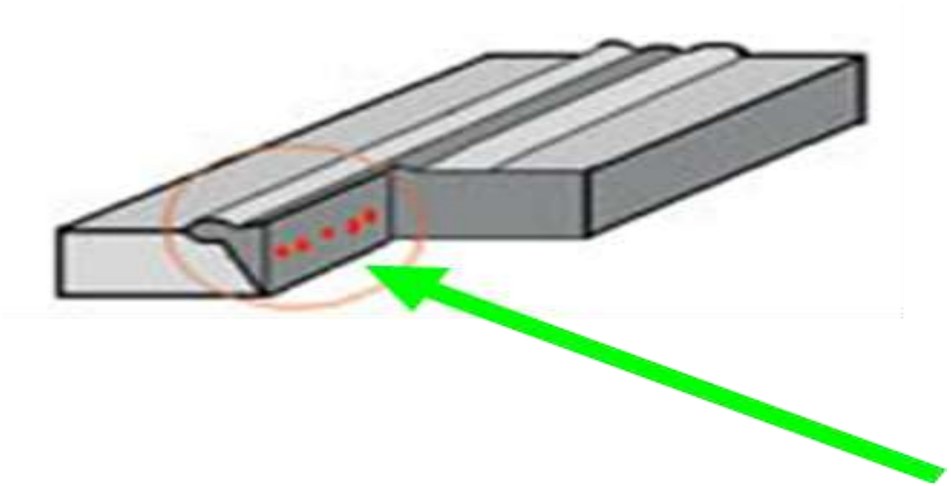
عمدتا در اثر حبس سرباره و گاز بوجود می آید.



ناخالصی ها

عوامل ایجاد:

۱-الودگی الکترود و محل جوشکاری ۲-شدت جریان کم



۱۰-۴-۴-۲ آزمایش‌های غیر مخرب جوش

آزمایش فراصوت (UT)، آزمایش ذرات مغناطیسی (MT)، آزمایش مواد نافذ (PT) و آزمایش پرتونگاری (RT) در صورت نیاز باید منطبق با ضوابط آیین‌نامهٔ جوشکاری ساختمانی ایران به‌وسیلهٔ واحد تضمین کیفیت انجام شود. در جدول ۱۰-۴-۴ میزان آزمایش‌های غیر مخرب جوش ارائه شده است. نتیجه تمام این آزمایش‌ها باید در پرونده‌های مخصوص ثبت شده و با تفسیر در اختیار ناظر کارفرما قرار گیرند. تفسیر ناظر از نتایج آزمایش قطعی تلقی می‌شود.

جدول ۱۰-۴-۴: میزان آزمایش‌های غیر مخرب جوش هنگام تولید و نصب

نوع جوش مورد آزمایش	نوع آزمایش	درصد آزمایش‌ها برای گروه‌بندی اهمیت ساختمان مطابق استاندارد ۲۸۰۰		
		۱ و ۲	۳	۴
۱- همهٔ جوش‌ها	بازرسی چشمی (VI)	100	100	100

۲- جوش‌های لب‌به‌لب عرضی بال‌های کششی، اعضای کششی خرپاها، یک‌ششم عمق جان تیرها در مجاورت بال کششی و جوش شیاری ورق روسری و زیرسری به ستون در اتصال صلب تیر به ستون	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)	100	75	25
۳- جوش‌های لب‌به‌لب طولی بال‌های کششی و اعضای کششی خرپاها	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)	10	5	–
۴- جوش‌های لب‌به‌لب عرضی و طولی در بال‌های فشاری و اعضای فشاری خرپاها و ستون‌ها	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)	20	10	–
۵- جوش‌های لب‌به‌لب عرضی جان تیرها که شامل بند ۲ فوق نیست و جوش‌های لب‌به‌لب طولی جان تیرها	پرتونگاری یا فراصوت (RT یا UT)	20	10	–
۶- جوش گوشهٔ بال به جان و سخت‌کننده‌ها	رنگ نافذ (PT) یا ذرات مغناطیسی (MT)	10	10	5
۷- جوش‌های گوشهٔ اتصالات مهاربندها و اتصالات تیر به ستون	رنگ نافذ (PT) یا ذرات مغناطیسی (MT)	100	20	10

۱-۶ گروه‌بندی ساختمان‌ها برحسب اهمیت

ساختمان‌ها بر حسب نوع کاربری و میزان آسیب‌رسانی ناشی از خرابی آنها به چهار گروه اهمیت تقسیم می‌شوند:

گروه۱- ساختمان‌های «با اهمیت خیلی زیاد»

این گروه شامل دو دسته زیر است:

الف- ساختمان‌های ضروری:

این گروه شامل ساختمان‌هایی است که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره‌برداری از آنها غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می‌شود؛ مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، مراکز آتش‌نشانی، مراکز و تأسیسات آبرسانی، ساختمان‌های نیروگاه‌ها و تأسیسات برق‌رسانی، برج‌های مراقبت فرودگاه‌ها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تأسیسات نظامی و انتظامی، مراکز کمک‌رسانی و به‌طور کلی تمام ساختمان‌هایی که استفاده از آنها در نجات و امداد مؤثر می‌باشد.

ب-ساختمان‌های خطرزا:

این گروه شامل ساختمان‌ها و تأسیساتی است که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر در کوتاه‌مدت و درازمدت برای محیط زیست می‌شوند، مانندکارخانه‌های تولیدکننده مواد شیمیایی خاص.

گروه۲- ساختمان‌های «با اهمیت زیاد»

این گروه شامل **سه** دسته زیر است:

الف- ساختمان‌هایی که خرابی آنها موجب تلفات زیاد می‌شود، مانند مدارس، مساجد، استادیوم‌ها، سینما و تئاترها، سالن‌های اجتماعات، فروشگاه‌های بزرگ، ترمینال‌های مسافری و یا هر فضای سرپوشیده دیگری که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر در زیر یک سقف باشد.

ب- ساختمان‌هایی که خرابی آنها سبب از دست رفتن ثروت ملی می‌گردد، مانند موزه‌ها، کتابخانه‌ها، و به‌طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی و یا آثار پر ارزش دیگری نگهداری می‌شود.

پ- ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش‌سوزی وسیع می‌شود مانند پالایشگاه‌ها، انبارهای سوخت و مراکز گازرسانی.

گروه ۳- ساختمان‌های «با اهمیت متوسط»

این گروه ساختمان‌ها شامل کلیه ساختمان‌های مشمول این آیین‌نامه، بجز ساختمان‌های عنوان شده در سه گروه دیگر می‌باشند، مانند ساختمان‌های مسکونی و اداری و تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های چندطبقه، انبارها، کارگاه‌ها، ساختمان‌های صنعتی

گروه۴- ساختمان‌های «با اهمیت کم»

این گروه شامل دو دسته زیراست:

الف- ساختمان‌هایی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث می‌شود و احتمال بروز تلفات جانی انسانی در آنها بسیار کم است، مانند انبارهای کشاورزی و سالن‌های نگهداری دام.

ب- ساختمان‌های موقتی که مدت بهره‌برداری از آنها کمتر از ۲ سال است.

الزامات تکمیلی جدول ۱۰-۴-۴ به شرح زیر است:

۱) ورق‌های با ضخامت کمتر یا مساوی 8 میلی‌متر نیاز به آزمایش پرتونگاری (RT) یا فراصوت (UT) ندارند.

۲) ساختمان‌های گروه ۳ دارای ۴ طبقه یا بیشتر روی سطح زمین، مطابق گروه‌های ۱ و ۲ ارزیابی می‌شوند.

۱۰-۴-۴-۲-۱ نرخ مردودی آزمایش پرتونگاری یا فراصوت[۹]

نرخ مردودی آزمایش پرتونگاری یا فراصوت از تقسیم تعداد جوش‌های معیوب به جوش‌های کامل به دست می‌آید. جوش‌هایی که دارای ناپیوستگی در حد قابل‌قبول هستند، در هنگام تعیین نرخ مردودی نباید جزو جوش‌های معیوب حساب شوند. برای ارزیابی نرخ مردودی جوش‌های پیوسته با طول بیش از یک متر و گلوی مؤثر جوش حداکثر 25 میلی‌متر، هر 300 میلی‌متر به‌عنوان یک جوش در نظر گرفته می‌شود. برای ارزیابی نرخ مردودی جوش‌های پیوسته با طول بیش از یک متر طول و گلوی مؤثر بیش از 25 میلی‌متر، هر 150 میلی‌متر به‌عنوان یک جوش در نظر گرفته می‌شود.

۱۰-۴-۴-۲-۲ کاهش تعداد آزمایش پرتونگاری یا فراصوت

در پروژه‌هایی که تعداد حداکثر 40 جوش داشته باشند، نباید هیچ کاهشی در میزان آزمایش‌های پرتونگاری یا فراصوت صورت گیرد. در حالتی که در ابتدا مقرر شده باشد که 100 درصد جوش‌ها تحت آزمایش پرتونگاری یا فراصوت قرار گیرند، برای یک جوشکار مشخص می‌توان این میزان را تا 25 درصد کاهش داد، مشروط بر آنکه نرخ مردودی جوش‌های اجراشده توسط آن جوشکار حداکثر 5 درصد باشد. در هر پروژه باید به تعداد حداقل 40 جوش کامل اجرا شده باشد تا این ارزیابی برای کاهش تعداد آزمایش‌ها صورت گیرد.

۱۰-۴-۴-۲-۳ افزایش تعداد آزمایش پرتونگاری یا فراصوت

در حالتی که از ابتدا مقرر شده باشد که 10 درصد از جوش‌ها تحت آزمایش پرتونگاری یا فراصوت قرار گیرند، درصورتی‌که نرخ مردودی جوش‌های اجراشده توسط یک جوشکار مشخص بیش از 5

---

[۹] Ultrasonic testing rejection rate

درصد باشد، این میزان باید به 100 درصد افزایش یابد. باید تعداد حداقل 20 جوش کامل قبل از اعمال این افزایش‌ها اجرا شده باشد. اگر نرخ مردودی برای جوش‌های اجراشده توسط جوشکاری برای تعداد حداقل 40 جوش کامل به 5 درصد یا کمتر کاهش یابد، میزان آزمایش‌های پرتونگاری یا فراصوت را مجدداً می‌توان به 10 درصد کاهش داد.

۱۰-۴-۴-۲-۴ مستندسازی

تمام آزمایش‌های غیر مخرب اجراشده باید مستندسازی شوند. برای کارگاه ساخت، گزارش آزمایش غیر مخرب (NDT) باید جوش آزمایش‌شده را با اسم قطعه و موقعیت جوش معرفی کند. برای محل نصب گزارش آزمایش باید جوش آزمایش‌شده را برحسب موقعیت آن در سازه، اسم قطعه و موقعیت جوش معرفی کند. اگر جوشی براساس آزمایش غیر مخرب مردود شده باشد، گزارش آزمایش غیر مخرب باید موقعیت عیب و علت مردودی را بیان کند.

ضوابط اجرایی جوش‌کاری

۱۰-۴-۴-۳ ضوابط اجرایی

۱۰-۴-۴-۳-۱ شرایط غیرمجاز جوشکاری

جوشکاری در شرایط زیر مجاز نیست:

الف) زمانی که دمای محیط کار کمتر از 10- درجهٔ سلسیوس است.

ب) زمانی که دمای فلز پایه کمتر از مقادیر ذکرشده در جدول ۱۰-۴-۵ است.

پ) زمانی که سطح کار مرطوب یا در معرض بارش باران و برف است.

ت) زمانی که محل جوشکاری در معرض وزش باد با سرعت بیش از 10 کیلومتر بر ساعت است.

ث) زمانی که پرسنل جوشکاری تحت شرایط غیر ایمن و نامتعادل هستند.

۱۰-۴-۴-۳-۲ آماده‌سازی فلز پایه

سطحی که فلز جوش روی آن رسوب می‌کند، باید صاف، یکنواخت و عاری از هرگونه پوسته، ترک، زائده و هرگونه ناپیوستگی که اثر سوء بر کیفیت یا مقاومت جوش می‌گذارد، باشد. سطوحی که باید جوش شوند و سطوح مجاور نوار جوش، باید عاری از هرگونه فلس ضخیم یا شل، گل جوشکاری، رنگ، زنگ، رطوبت، چربی و سایر مواد که از اجرای صحیح و کامل جوش جلوگیری کرده و باعث

شکل جدا شدن گل جوش

بخارهای مضر می‌شود، باشند. فلسی که با برس سیمی زدوده نمی‌شود، پوشش خاص نازک ضدزنگ تا 30 میکرون و مواد ضد پاشیدگی جوش می‌توانند در جای خود باقی بمانند. در اعضای سازه‌ای که تحت بار دینامیکی قرار دارند، فلس موجود در ناحیهٔ نوار جوش که با جوش قوسی زیرپودری یا جوش قوسی با الکترود روکش‌دار کم هیدروژن انجام می‌شود، باید برداشته شود.

زخم‌ها و گود افتادگی‌های اتفاقی و پراکنده را می‌توان با اجازهٔ بازرس، با جوش تعمیر نمود.

مراحل تعمیر باید به شرح زیر باشد:

۱- آماده‌سازی منطقهٔ تعمیر به‌طور مناسب

۲- جوشکاری با استفاده از الکترود کم هیدروژن

۳- سنگ زدن محل تعمیر به‌طوری‌که سطح آن صاف شده و هم‌تراز با سطوح مجاور شود.

۱۰-۴-۴-۳-۳ خال‌جوش‌ها

به‌استثنای موارد ذکرشده در زیر، خال‌جوش‌ها باید با همان ضوابط کیفیتی جوش اصلی اجرا شوند:

۱- برای خال‌جوش‌هایی که در نوار جوش اصلی ذوب می‌شوند، پیش‌گرمایش اجباری نیست.

۲- ناپیوستگی‌ها نظیر؛ بریدگی لبهٔ جوش، چالهٔ انتهای جوش و تخلخل، لازم نیست قبل از نوار جوش نهایی، تعمیر شوند.

خال‌جوش‌هایی که جزئی از جوش اصلی هستند، باید با الکترودی که شرایط جوش اصلی را تأمین می‌نماید، جوش شوند. خال‌جوش‌های چند عبوره باید دارای انتهای پله‌ای باشند. به‌استثنای سازه‌های تحت بار استاتیکی، خال‌جوش‌هایی که جزئی از جوش اصلی نیستند، باید برداشته شوند. در سازه‌های تحت بار استاتیکی نیازی به حذف خال‌جوش‌ها نیست، مگر اینکه بازرس این کار را الزام نماید.

۱۰-۴-۴-۳-۴ تعمیر

برای برداشتن مصالح اضافی جوش یا قسمتی از مصالح پایه می‌توان از تراشکاری، سنگ‌زنی، لبه‌زنی یا شیارزنی استفاده نمود. اعمال مذکور نباید باعث کاهش ضخامت در فلز یا جوش مجاور شوند. در فولادهای اصلاح‌شده شیارزنی توسط برش هواگاز مجاز نیست. در هنگام برداشتن جوش‌های مردود (غیرقابل‌پذیرش)، مقادیر برداشته‌شده از فلز پایه باید در حداقل ممکن حفظ شود. قبل از جوشکاری

محل تعمیری، باید سطح شیار ایجادشده کاملاً پاک شود. در جوشکاری تعمیری، کلیهٔ کاهش ضخامت‌های ایجادشده در محل سنگ‌زده‌شده، باید کاملاً پر شوند.

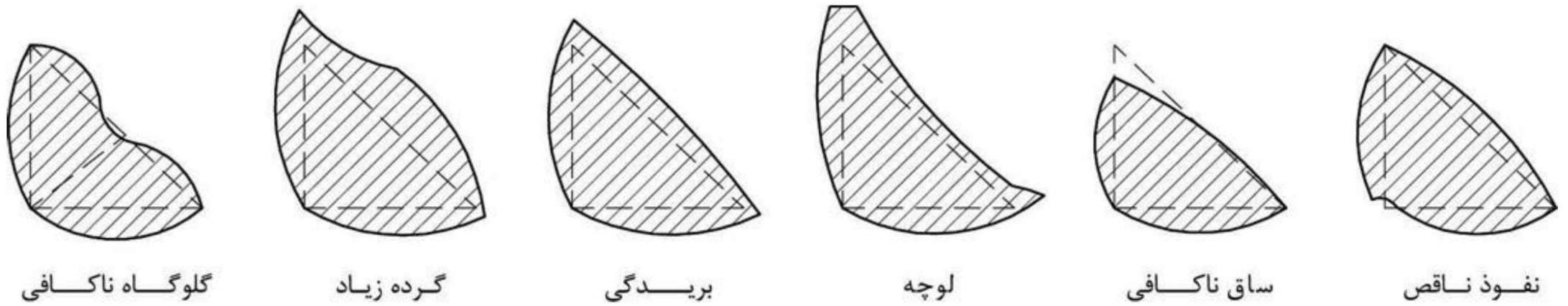
سازنده می‌تواند جوش مردود را تعمیر نماید یا تمام آن را برداشته و مجدداً به‌طور کامل جوش دهد، مگر اینکه در مشخصات خصوصی کار به نحو دیگری مشخص شده باشد. معیار پذیرش جوش تعمیرشده، مطابق جوش‌های اصلی بوده و با همان روش باید مورد آزمایش قرار گیرد. اگر سازنده تصمیم به تعمیر جوش بگیرد، روش کار به شرح زیر است:

الف) لوچه (بیرون‌زدگی)، تحدب بیش‌ازحد: مصالح جوش اضافی باید به روش مناسبی برداشته شود.

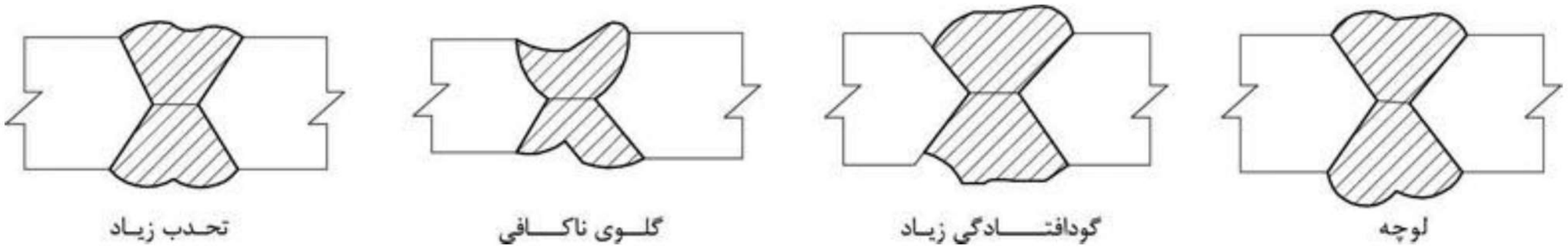
ب) تقعر بیش‌ازحد حوضچهٔ انتهایی، کمبود در اندازهٔ جوش، بریدگی پای جوش: سطح جوش باید آماده‌سازی شده و سپس با انجام عبورهای متوالی، کمبود ضخامت‌ها جبران شود.

پ) امتزاج ناقص، تخلخل بیش‌ازحد، نفوذ گل: مناطق مشکوک باید برداشته شده و جوش شود.

ت) ترک در جوش یا فلز پایه: در این حالت عمق نفوذ ترک باید به کمک آزمایش‌های مناسب (ذرات مغناطیسی، رنگ نافذ، فراصوت و سایر روش‌های مؤثر) تعیین شده و تا 50 میلی‌متر فراتر از ریشهٔ ترک، مصالح باید کاملاً برداشته شده و مجدداً با جوش پر شود.



شکل ۷-۱۲ مقاطع غیر قابل پذیرش جوش گوشه



شکل ۷-۱۳ مقاطع غیرقابل پذیرش جوش نفوذی

۱۰-۴-۴-۳-۵ پرکردن سوراخ‌های اضافی با جوش

برحسب مورد و طبق نظر مهندس طراح، سوراخ‌های اشتباه ایجادشده توسط منگنه‌کردن و مته را می‌توان به‌صورت باز رها نمود یا آن‌ها را توسط پیچ یا جوش پر کرد. در صورت تصمیم به پر کردن سوراخ‌های اشتباه با جوش، باید موارد زیر مراعات شود:

(۱) درصورتی‌که فلز پایه تحت تنش‌های کششی دینامیکی قرار نداشته باشد، آن‌ها را می‌توان با جوش پر نمود، مشروط بر اینکه سازنده برای اجرای جوش از مشخصات فنی مربوط به تعمیرات جوش تبعیت نماید. سلامت جوش باید به کمک یکی از روش‌های غیر مخرب، به تأیید برسد. معیارهای پذیرش چنین جوشی در حد جوش‌های شیاری است.

(۲) درصورتی‌که فلز پایه تحت تنش‌های کششی دینامیکی قرار داشته باشد، می‌توان سوراخ را توسط جوش پر نمود، مشروط بر اینکه اولاً نمایندهٔ کارفرما تعمیر با جوش و دستورالعمل

جوشکاری را تأیید کرده باشد، ثانیاً سلامت جوش با استفاده از روش‌های غیر مخرب و در ردهٔ پذیرش جوش‌های شیاری کششی به تأیید برسد.

۱۰-۴-۴-۳-۶ پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی

به‌منظور جلوگیری از وقوع ترک، مقدار پیش‌گرمایش و حرارت عبورهای میانی باید کافی باشد. حداقل دماهای مقررشده در جدول ۱۰-۴-۵ در اکثر حالات برای جلوگیری از وقوع ترک کافی هستند. لیکن در وضعیت‌هایی شامل گیرداری زیاد، هیدروژن زیاد، حرارت القایی جوشکاری کم و قرار گرفتن ترکیبات فولاد در شرایط حداکثری مشخصات فنی، لازم است دمای پیش‌گرمایش افزایش یابد و بالعکس در شرایط معکوس حالات فوق، می‌توان دمای پیش‌گرمایش را کاهش داد.

Video by: M.Alirezaei

طبقه	نوع فولاد	روش جوشکاری	مشخصات ورق	
			ضخامت ورق (میلی‌متر)	حداقل درجهٔ حرارت ورق (سانتی‌گراد)
A	St37 St52	جوش دستی با الکترود روکش‌دار (غیر از الکترودهای کم هیدروژن)	≤ 20 20<t≤40 40<t≤65 t > 65	20 65 110 150
B	St37 St52	جوش دستی با الکترود روکش‌دار کم هیدروژن جوش زیرپودری جوش تحت حفاظ گاز (الکترود فلزی یا تنگستن) جوش با الکترود توپودری	≤ 20 20<t≤40 40<t≤65 t > 65	10 20 65 110
C	$F_y \geq 400$ MPa	جوش دستی با الکترود روکش‌دار کم هیدروژن جوش زیرپودری جوش تحت حفاظ گاز (الکترود فلزی یا تنگستن) جوش با الکترود توپودری	≤ 20 20<t≤40 40<t≤65 t > 65	10 65 110 150

۱- در جوشکاری ورق‌ها با ضخامت بزرگ‌تر از 25 میلی‌متر که تحت بارهای دینامیکی قرار دارند، فقط باید از الکترودهای کم هیدروژن استفاده نمود.

۲- هرقدر گیرداری قطعهٔ مورد جوش بیشتر باشد، دمای پیش‌گرمایش باید افزایش یابد.

۳- دمای پیش‌گرمایش لازم نیست از 230 درجهٔ سلسیوس بیشتر باشد.

inbr.ir

۱۰-۴-۴-۳-۷ دستورالعمل رویهٔ جوشکاری (WPS)

دستورالعمل رویهٔ جوشکاری باید حاوی کلیهٔ اطلاعات لازم جهت آماده‌سازی درز جوش، روش جوشکاری و سایر ویژگی‌های مؤثر در مشخصات جوش باشد. دستورالعمل جوشکاری باید طبق فرم استاندارد آن تهیه و به تأیید نمایندهٔ کارفرما برسد.

۱۰-۴-۴-۳-۷-۱ دستورالعمل جوشکاری پیش‌تأییدشده

دستورالعمل‌های جوشکاری که از همه لحاظ منطبق بر ضوابط آیین‌نامه جوشکاری ایران (نشریهٔ ۲۲۸) باشند، می‌توانند به‌عنوان پیش‌تأییدشده فرض شوند. این جوش‌ها را می‌توان از آزمایش‌های ارزیابی معاف کرد. در هر حالت مشخصات فنی خصوصی به‌منظور حصول اطمینان از سلامت و کیفیت جوش، می‌تواند آزمایش ارزیابی دستورالعمل جوشکاری را الزام نماید.

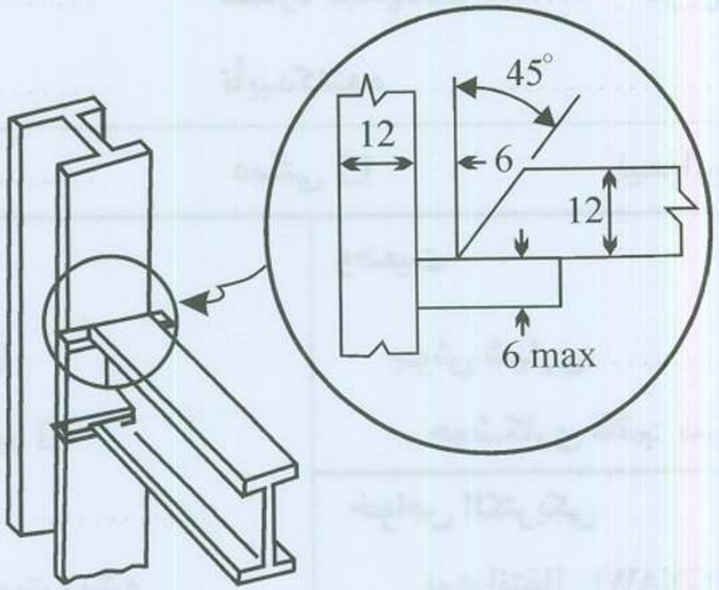
۱۰-۴-۴-۳-۷-۲ متغیرهای پایه در دستورالعمل جوشکاری پیش‌تأییدشده

دستورالعمل جوشکاری پیش‌تأییدشده باید توسط سازنده به‌صورت کتبی تهیه شده و برای مراجعه در دسترس باشند. دستورالعمل‌های جوشکاری پیش‌تأییدشده می‌تواند مطابق فرمت آیین‌نامهٔ جوشکاری تهیه شود، لیکن درج اطلاعات زیر در آن الزامی است:

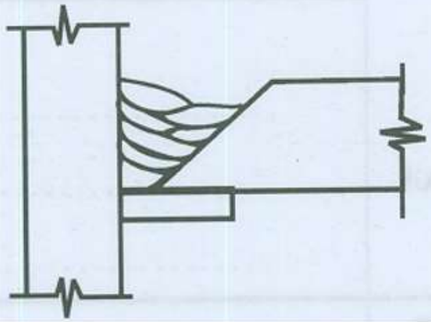
۱- شدت جریان (آمپراژ)
۲- اختلاف پتانسیل (ولتاژ)
۳- سرعت حرکت الکترود
۴- دبی گاز محافظ
۵- نوع الکترود
۶- دمای پیش‌گرمایش
۷- وضعیت جوشکاری
۸- نوع بازرسی

تغییر در هر یک از پارامترهای فوق باید با تأیید نمایندهٔ کارفرما امکان‌پذیر بوده و در صورت تغییر، نیاز به تدوین دستورالعمل جوشکاری جدید است. همچنین می‌توان از ترکیبی از دستورالعمل‌های پیش‌تأییدشده و نشده در کار استفاده نمود، مشروط بر اینکه محدودیت‌های اساسی هر دو دستورالعمل موردتوجه قرار گیرد.

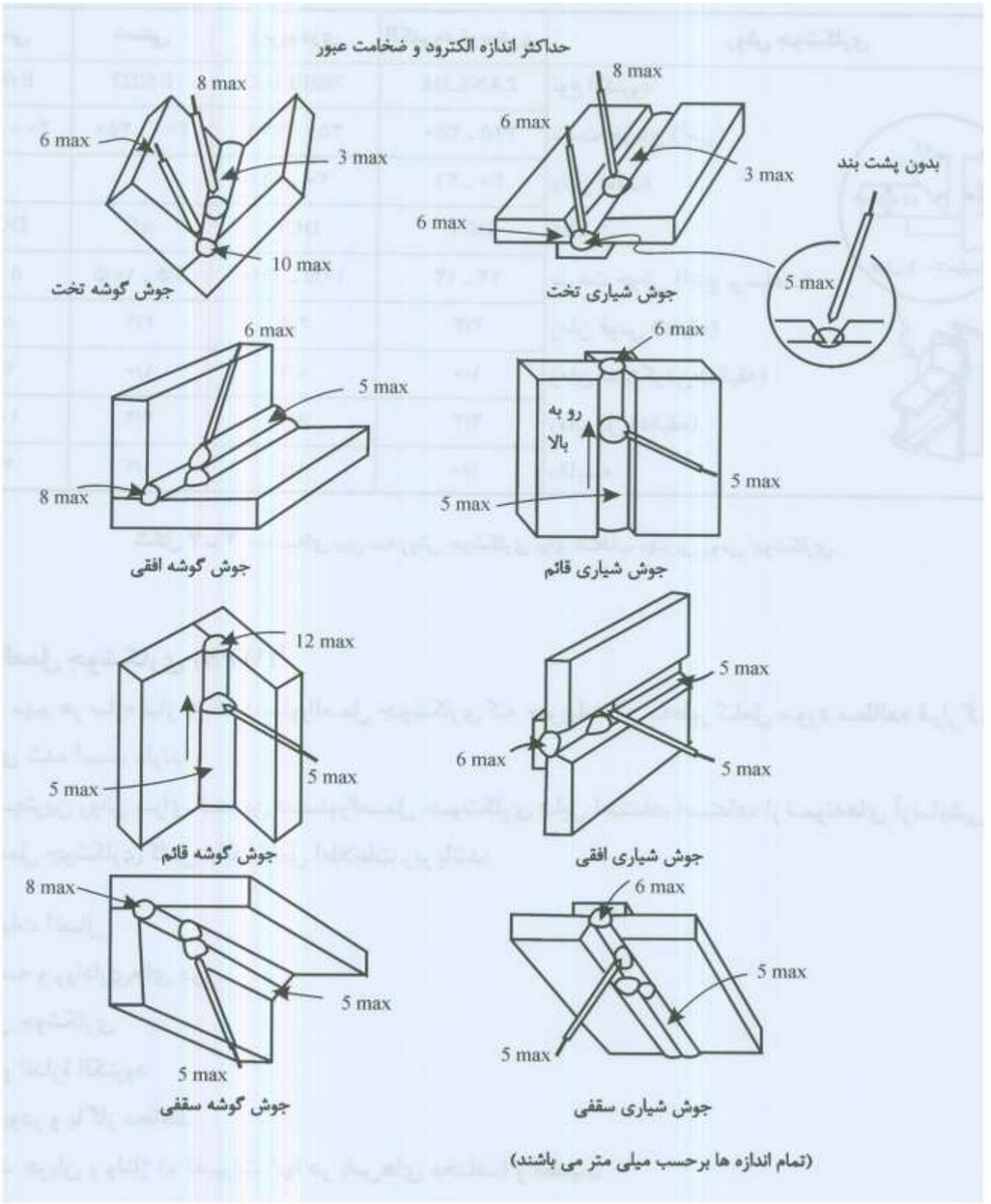
inbr.ir



دستورالعمل جوشکاری



۱: روش جوشکاری
۲: نوع الکترود
۳: شدت جریان
۴: پاس ـ توالی عبور
۵: تکنیک جوشکاری
۶: پیش‌گرمایش
۷: احتیاجات نظارتی
۸: قطبیت



شکل نمونه مشخصات لازم برای درج در دستورالعمل جوشکاری

نام شرکت ..... شماره تجدیدنظر ..... تاریخ ..... توسط .....

شماره دستورالعمل ..... تأییدکننده ..... تاریخ .....

روش جوشکاری ..... دستی ☐ نیمه‌اتوماتیک ☐ اتوماتیک ☐

نوع درز

نوع: یک‌رو ☐ دو رو ☐

پشت‌بند: بله ☐ خیر ☐

مصالح پشت‌بند .....

بازشدگی ریشه ..... ضخامت ریشه .....

زاویه شیار ..... شعاع .....

شیارزنی پشت: بله ☐ خیر ☐ روش .....

وضعیت

جوش شیاری ..... گوشه .....

جوشکاری قائم: سربالا ☐ سرپایین ☐

فلز پایه

مشخصات فنی .....

نوع یا رده .....

ضخامت .....

خواص الکتریکی

نوع انتقال (GXAW):

مدار کوتاه ☐ قطره‌ای ☐ پاشیدنی ☐

جریان: AC ☐ DCEP ☐ DCEN ☐ ضربه‌ای ☐

غیره .....

الکترود تنگستن (GTAW):

اندازه .....

نوع .....

مصالح الکترود

مشخصات فنی AWS .....

رده طبق AWS .....

تکنیک جوشکاری

زنجیری ☐ زیگ زاگ ☐

یک‌پاسه ☐ چندپاسه ☐

تعداد الکترود .....

فواصل الکترود: طولی .....

عرضی .....

زاویه .....

فاصله باقطعه کار .....

تمیزی میان پاس .....

پوشش

نوع پودر ..... گاز .....

ترکیب .....

نوع روکش الکترود .....

پیش‌گرمایش

دمای پیش‌گرمایش، حداقل .....

دمای میان پاس، حداقل ..... حدا کثر .....

عملیات پس‌گرمایش

درجه‌حرارت .....

زمان .....

هندسهٔ درز	جریان			الکترود			
	سرعت حرکت (mm/min)	ولتاژ	آمپراژ	نوع و قطبیت	قطر	رده	روش جوشکاری	عبور
								۱
								۲
								۳

فرم استاندارد دستورالعمل جوشکاری (W.P.S.)

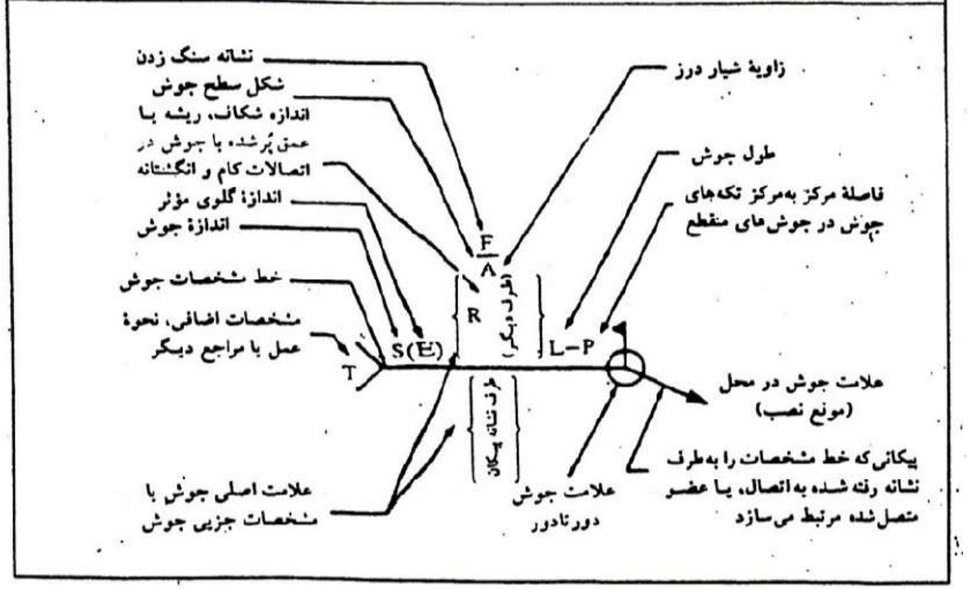
علایم اصلی جوش

شیاری								گوشه	کام یا انگشتانه	جوش پشت یا پشت‌بند
نیم‌جناغی	جناغی گرد	نیم‌لاله‌ای	لاله‌ای	نیم‌جناغی	جناغی	ساده				
۱۲	۷	۲	۷	۷	۷	۱۱		۷	▭	⌓

علایم تکمیلی جوش

	شکل سطح جوش		جوش در محل (موقع نصب)	جوش دورنادور	برای دیگر علایم اساسی به کتاب علایم قراردادی اتصالات در ساختمانی فلزی یا نشریات AWS مراجعه کنید.
	محدب	تخت			
		—			

محل قراردادی جاگیری علامت‌های جوشکاری

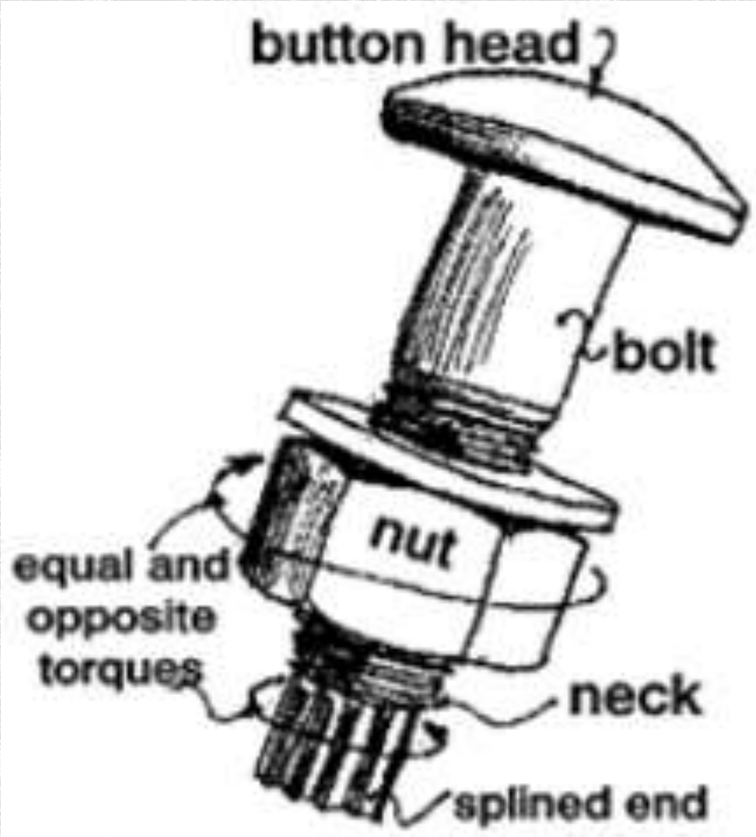


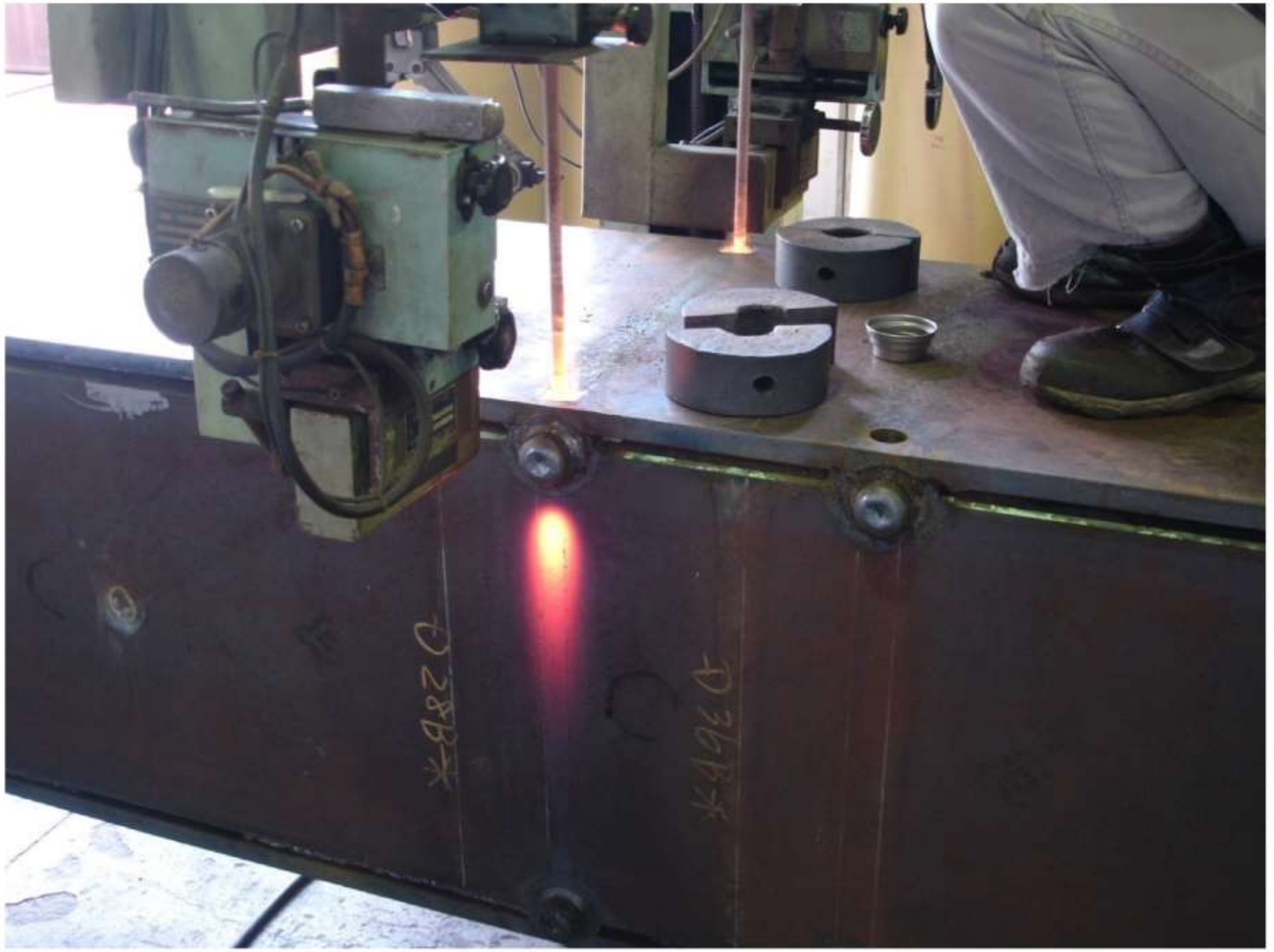
تذکر:

- اندازه، علامت، طول جوش و فاصلهٔ تکه‌های آن باید به‌همین ترتیب از چپ به‌راست روی خط مشخصات نوشته شود.
- جهت خط مشخصات یا محل پیکان تغییری در این قاعده ایجاد نمی‌کند.
- ساق قائم جوش‌های ۱۲، ۲، ۷ و ⌓ باید در طرف چپ قرار گیرد.
- جوش‌های طرف نشانهٔ پیکان و طرف دیگر دارای یک‌اندازه می‌باشند، مگرآنکه خلاف آن ذکر شده باشد.

الزامات ساخت، نصب و کنترل:

اتصالات پیچ و مهره ای

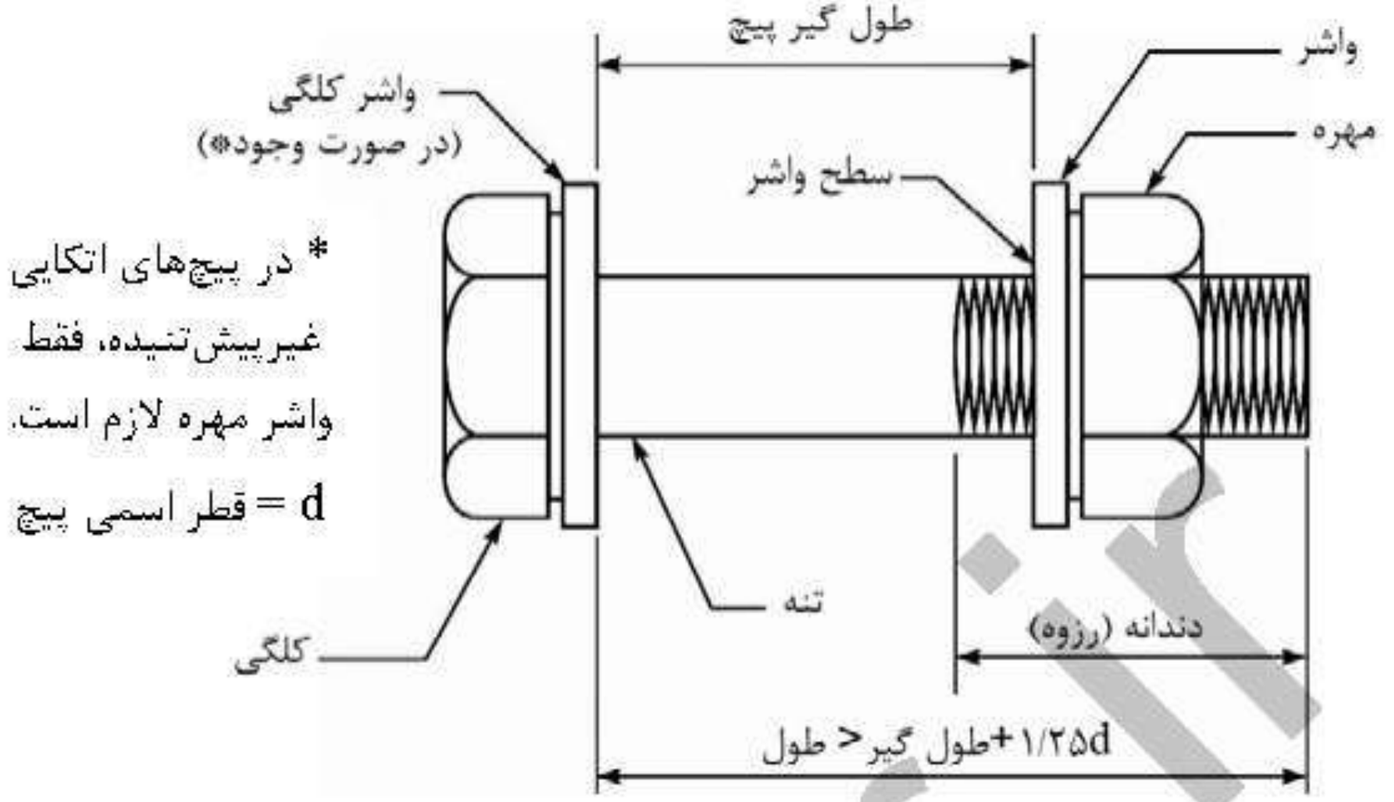




D36B*
D36B*

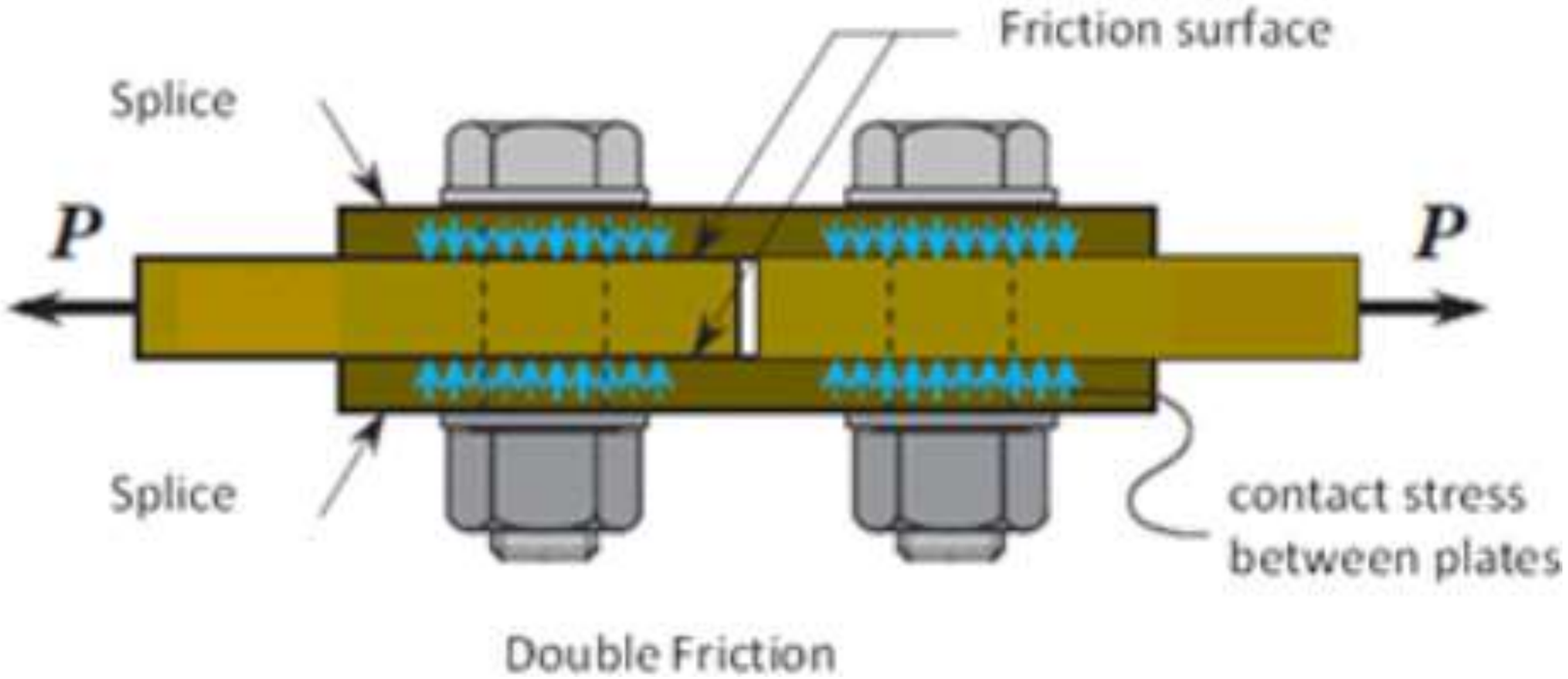
۱۰-۴-۵ اتصال با پیچ

شکل ۱۰-۴-۳ اجزای مختلف مجموعه پیچ و مهره را نشان می‌دهد. طول گیر پیچ، فاصلهٔ خالص مابین واشر کلگی پیچ (در صورت وجود) تا واشر مهره (در صورت وجود) است که شامل ضخامت همهٔ قطعات اتصال می‌شود.

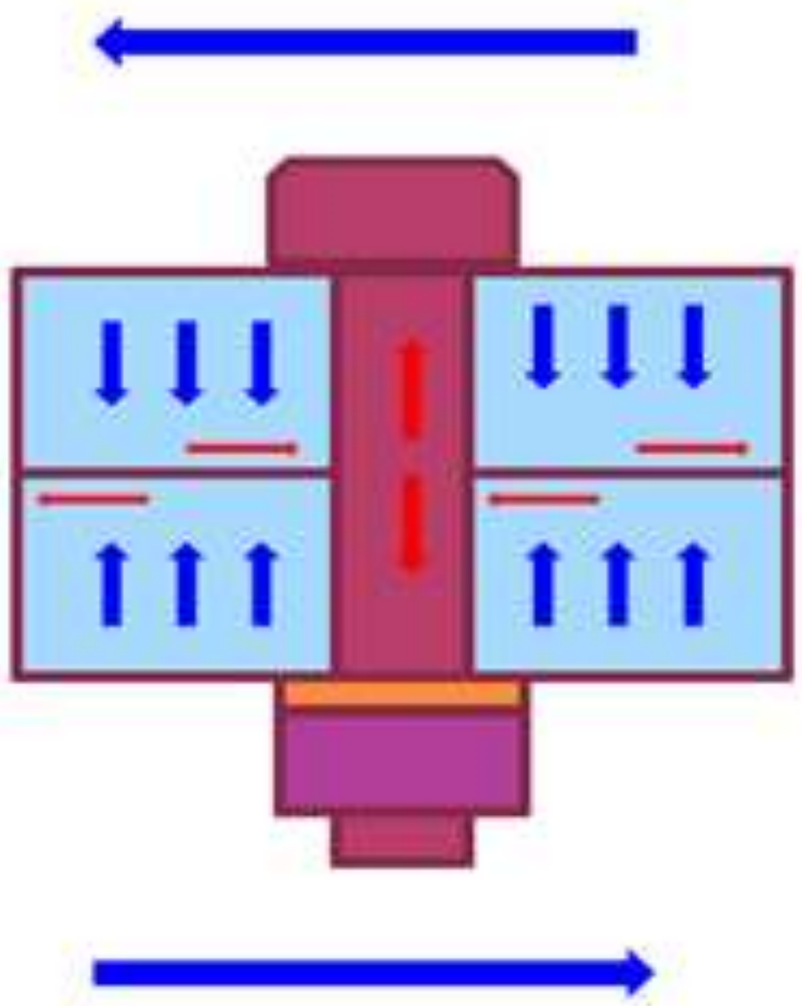


شکل ۱۰-۴-۳: اجزای مختلف پیچ و مهره

اتصال اصطکاکی



اتصال لغزش بحرانی



اتصالات اتکایی

نمایش تنش برشی در مقطع پیچ‌ها

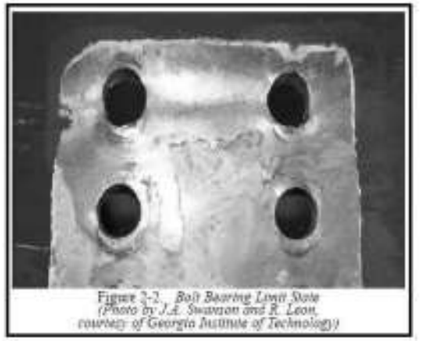
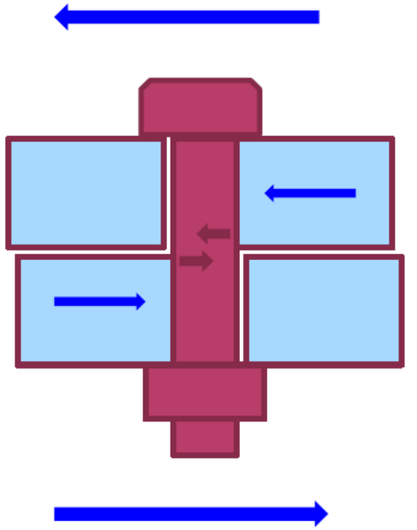


Figure 2-2. Bolt Bearing Limit State
(Photo by J.A. Swanson and R. Leon, courtesy of Georgia Institute of Technology)

Figure 2-4. Bolt Tension Prying Limit State
(Photo by J.A. Swanson and R. Leon, courtesy of Georgia Institute of Technology)

لهیدگی ورق و پارگی پیچ تحت برش



طراحی پیچ

استاندارد ملی ایران ۱-۱۵۷۱۶ چاپ اول ۱۳۹۸	جمهوری اسلامی ایران Islamic Republic of Iran سازمان ملی استاندارد ایران Iranian National Standardization Organization مجموعه پیچ‌کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش تنیدگی- قسمت۱: الزامات عمومی	INSO 15716-1 1st Edition 2019 Modification of BS EN 14399-1 2015

پیچ پر مقاومت سر ۶ گوش HV از پیچ های پر مصرف در صنعت ساختمان سازی و اسکلت فولادی می باشد . پیچ شش گوش HV با استاندارد DIN 6914 و استاندارد ASTM A490 و استاندارد ISO 7412 شناخته می شود. مهره مورد نیاز برای این این نوع پیچ بایستی با استانداردهای DIN 6915 – ASTM A 563 – ISO7414 تهیه شود. استاندارد واشر DIN 6916 – ASTM F436 – ISO 4716 است. پیچ های شش گوش HV با گرید ۱۰.۹ هستند که از این لحاظ از نظر مواد اولیه با DIN 931 مطابقت دارند اما تفاوت بیشتر در ابعاد آنها است. پیچ HV گل بزرگتری دارد و رزوه های کوتاه تر، بنابراین در سازه های فولادی اصطکاکی که پیچ با نیروی بیشتری بسته می شود و در واقع در خود نیروی پیش تنیدگی ذخیره می کند به کار گرفته می شود. (ارتفاع مهره تقریبا 0.8d)

در اتصالات پیچی الزامات زیر باید رعایت شوند:

الف) مجموعهٔ پیچ و مهره و واشر از لحاظ خصوصیات هندسی، مکانیکی، شیمیایی و آزمایش‌های ضروری باید به نحو مناسبی انتخاب شود.

ب) در یک سازه ترجیحاً از کاربرد پیچ‌های با رده‌های مقاومتی مختلف پرهیز شود. طول پیچ باید به‌اندازه‌ای باشد که پس از محکم کردن آن، حداقل یک دندانهٔ کامل پیچ از هر طرف مهره بیرون بماند.

پ) در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی با استفاده از پیچ‌های با تنش تسلیم 900 مگاپاسکال، درصورتی‌که مصالح فولادی اعضای متصل شونده دارای حد تسلیم کمتر از 280 مگاپاسکال باشند، استفاده از واشر سخت تخت در زیر مهره و کلهٔ پیچ الزامی است.

ت) اگر اعضای متصل شونده دارای پوشش حفاظتی در سطوح خارجی باشند، لازم است به‌منظور جلوگیری از آسیب چرخش روی پوشش، از واشر زیر مهره و واشر زیر کلگی پیچ استفاده شود.

ث) درصورتی‌که پیچ در سوراخ لوبیایی یا سوراخ بزرگ‌شده نصب می‌شود، لازم است از واشر مناسب زیر کلگی پیچ و مهره استفاده شود.

شکل مهره غیر استاندارد

ج) درصورتی‌که سطح فولاد مماس با کلهٔ پیچ یا مهره دارای زاویه‌ای بیش از 3 درجه نسبت به صفحهٔ عمود بر محور پیچ باشد، باید از واشر سخت گوه‌ای در زیر پیچ یا مهره استفاده شود.

چ) هیچ نوع مصالح قابل تراکم مانند واشرهای لاستیکی یا فنری یا مواد عایق‌بندی نباید در لایه‌های اتصال وجود داشته باشد.

ح) تمامی سطوح تماس اتصال باید از هرگونه مواد خارجی یا آلودگی و فلس به‌جز فلس‌های محکم طبیعی فولاد، پاک باشند.

خ) در اتصالات اتکایی، وجود پوشش محافظ زنگ‌زدگی با هر ترکیب شیمیایی در سطوح تماس مجاور سوراخ پیچ مجاز است.

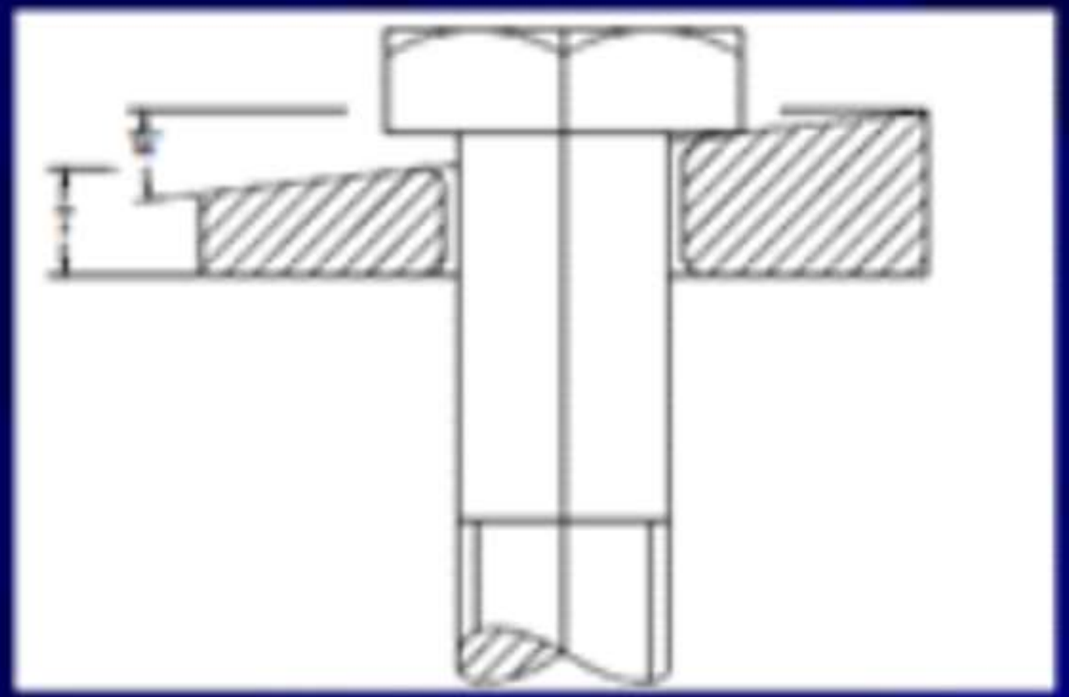
د) سطوح تماس مجاور سوراخ پیچ در اتصالات لغزش بحرانی باید شرایط زیر را برآورده کنند:

۱- در اتصالات بدون پوشش ویژه[۱۰]، باید هرگونه پوشش یا آلودگی سطحی در محدوده‌ای نزدیک‌تر از یک قطر پیچ و حداقل 25 میلی‌متر از لبه سوراخ پاک شود.

۲- در اتصالات دارای پوشش تأییدشده، باید سطوح مجاور اتصال به‌وسیلهٔ ماسه‌پاشی یا ساچمه‌زنی آماده‌سازی شده و با پوشش تأییدشده که حداقل ضریب اصطکاک 0.33 را تأمین نماید،

در سطح فولادی که به صورت نورد گرم تولید شده است، لایه ای از اکسید تشکیل می شود که چسبندگی دائمی با آن ندارد و به مرور زمان از فولاد جدا می شود. به فرآیند جدا شدن لایه اکسید شده، طبله کردن و به لایه اکسید حاصل از نورد، فلس می‌گویند. سطوح فولادی قبل از اعمال آستری، باید از کثافات و چربی‌ها پاک شده و همچنین لایه‌های ضخیم زنگ از روی سطح آن برداشته شده باشد

شکل واشر گوه ای



۱۰-۲-۹-۳-۵ مقاومت کششی و برشی موجود در اتصالات لغزش بحرانی

μ= ضریب اصطکاک به شرح زیر:

- برای وضعیت سطحی کلاس A: μ=0.3

این وضعیت سطحی باید دارای یکی از شرایط زیر باشد:

۱- سطح تمیزشدهٔ فلس‌دار حداقل با درجهٔ St 2 مطابق فصل ۱۰-۴ و رنگ‌نشدهٔ کاملاً محافظت‌شده

۲- سطح تمیزشده و ماسه‌پاشی‌شدهٔ فلس‌دار حداقل با درجهٔ Sa 1 مطابق فصل ۱۰-۴ با پوشش تاییدشدهٔ این کلاس مطابق استانداردهای معتبر

۳- سطح گالوانیزه‌شده به روش حوضچهٔ داغ و زبرشده

- برای وضعیت سطحی کلاس B: μ=0.5

این وضعیت سطحی باید دارای یکی از شرایط زیر باشد:

۱- سطح تمیزشده و ماسه‌پاشی‌شده حداقل با درجهٔ Sa 2.5 مطابق فصل ۱۰-۴ و رنگ‌نشدهٔ کاملاً محافظت‌شده

۲- سطح تمیزشده و ماسه‌پاشی‌شده حداقل با درجهٔ Sa 2.5 با پوشش تاییدشدهٔ این کلاس مطابق استانداردهای معتبر

۳- سطوح گالوانیزه‌شده مجاز بوده و قبل از نصب باید توسط برس دستی خش‌دار شوند.

۱۰-۴-۵-۱ انواع پیچ

الف) پیچ‌های معمولی

پیچ‌های معمولی که از آن‌ها فقط در اتصالات اتکایی (غیر پیش‌تنیده) استفاده می‌شود، از فولاد با تنش کششی نهایی (F_u) از 400 تا 600 مگاپاسکال ساخته می‌شوند و قابل پیش‌تنیدگی نیستند.

ب) پیچ‌های پرمقاومت

پیچ‌های پرمقاومت که در سازه‌های فولادی از آن‌ها در اتصالات اتکایی، پیش‌تنیده و لغزش بحرانی استفاده می‌شود، از فولادهای پرمقاومت با تنش کششی نهایی 800 تا 1200 مگاپاسکال ساخته

---

[۱۰] پوشش ویژه- پوشش‌های خاصی هستند که چنانچه مطابق ASTM، آزمایش لغزش روی آن‌ها انجام شود، حداقل ضریب اصطکاک کلاس A یا B را تأمین نمایند.

می‌شوند. برای استفاده در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، مطابق استاندارد EN 14399 این نوع پیچ‌ها در دو دستهٔ HR و HV تولید می‌شوند. دستهٔ HR شامل مجموعهٔ پیچ و مهره 8.8، 10.9 و 12.9 بوده و منطبق بر استاندارد EN 14399-3 هستند. دستهٔ HV شامل مجموعهٔ پیچ و مهره 10.9 و 12.9 بوده و منطبق بر استاندارد EN 14399-4 هستند. مطابق استاندارد ASTM F3125 این پیچ‌ها شامل رده‌های A325 و A490 می‌شوند.

درهرحال در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی فقط از پیچ‌های پرمقاومتی می‌توان استفاده کرد که دارای قابلیت پیش‌تنیدگی باشند.

پ) میل‌مهارها

مشخصات مکانیکی میل‌مهارها باید منطبق بر استاندارد ISO 898-1 باشد یا از فولاد گرم نوردشده مطابق استاندارد EN 10025-2 تا EN 10025-4 استفاده شود. استفاده از میلگردهای ساده و آج‌دار ساختمانی با کرنش نهایی حداقل 12 درصد و با طول نشانه 10 برابر قطر میلگرد نیز درصورتی‌که در مدارک طرح مشخص شده باشد، مجاز است. در این صورت فولاد مصرفی باید مطابق استاندارد ملی

3132 یا استاندارد EN 10080 بوده و ردهٔ آن مشخص شده باشد. همچنین می‌توان از رده‌های مختلف استاندارد ASTM F1554 نیز استفاده نمود.

در مواردی که میل‌مهارها از میلگردهای آج‌دار ساخته می‌شوند، در تعیین مقاومت‌های اسمی، سطح مقطع اسمی ناحیهٔ تراشکاری‌شده میلگرد آج‌دار (که عموماً کوچک‌تر از قطر زمینهٔ میلگرد است)، ملاک محاسبه خواهد بود.

رولینگ در ایجاد رزوه های میل مهار

آزمایش های پیچ، مهره و واشر

۱۰-۴-۵-۲ آزمایش‌های پیچ، مهره و واشر

ویژگی انواع پیچ و مهره باید با استاندارد ملی ایران شماره 2874 یا استاندارد ISO 898 مطابقت داشته باشد. پیچ‌ها و مهره‌ها منطبق بر استانداردهای جدول ۱۰-۱-۵ یا مندرج در پیوست ۱، قابل‌استفاده تحت مفاد این مبحث هستند.

لیست آزمایش‌های پیچ، مهره و واشر براساس استاندارد ISO 898 مطابق جدول ۱۰-۴-۶ است که باید توسط آزمایشگاه ذیصلاح و با توجه به شرایط استاندارد انجام پذیرد. در صورت استفاده از پیچ و مهره‌های با ردهٔ ASTM باید مطابق دستورالعمل‌های مربوطه در آن استاندارد انجام پذیرد.

جدول ۱۰-۴-۶: آزمایش‌های موردنیاز پیچ و مهره و واشر مطابق ISO 898

(الف) پیچ‌ها

مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN 14399-3 ,4
ترکیب شیمیایی	EN ISO 898-1
درصد ازدیاد طول گسیختگی	EN ISO 898-1
حداقل مقاومت کششی	EN ISO 898-1
تنش نظیر ازدیاد طول 0.2%	EN ISO 898-1
تنش تحت بار گواه	EN ISO 898-1
مقاومت تحت بار گوه‌ای	EN ISO 898-1
سختی	EN ISO 898-1
مقاومت در برابر ضربه	EN 14399-3 , 4
سالم بودن کلگی	EN ISO 898-1
حداکثر سختی سطح	EN ISO 898-1
آزمایش پخت مجدد	EN ISO 898-1
یکپارچگی سطح	EN ISO 898-1
تعیین عمق کربن‌دهی یا دکربنیزه شدن	EN ISO 898-1

(ب) مهره‌ها

مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN 14399-3 ,4
ترکیب شیمیایی	EN ISO 898-2
تنش تحت بار گواه	EN 14399-3 برای سیستم HR EN 20898-2 برای سیستم HV
سختی	EN 14399-3 برای سیستم HR EN 20898-2 برای سیستم HV

(پ) واشرها

مشخصات	استاندارد
ابعاد و رواداری‌ها	EN 14399-5 ,6
ترکیب شیمیایی	EN ISO 898-3
سختی	EN 14399-5 و EN 14399-6

تعداد نمونه‌های لازم برای انجام بازرسی و آزمایش‌های پیچ‌ها، برحسب تعداد پیچ‌های مورد ارزیابی مشابه که از یک منبع تأمین شده‌اند، مطابق جدول ۱۰-۴-۷ است. در مواردی که تعداد پیچ و مهرهٔ مورد ارزیابی زیاد باشد و درنتیجه هزینهٔ آزمایش‌ها زیاد شود، می‌توان از استاندارد مربوط به نمونه‌برداری پیچ و مهره ISO 2859-1 استفاده نمود. ارائهٔ گواهی انطباق توسط سازندهٔ معتبر به معنی انجام آزمایش‌های ارزیابی به تعداد کافی در کارخانه و موجود بودن اسناد آن جهت بررسی بوده و استفاده کننده را از انجام آزمون‌های کامل جدول ۱۰-۴-۶ معاف می‌سازد.

جدول ۱۰-۴-۷: حداقل تعداد پیچ جهت بازرسی

تعداد پیچ‌ها	تعداد نمونه‌ها
150 و کمتر	1
151 تا 200	2
201 تا 500	3
501 تا 1200	5
1201 تا 3200	8
3201 تا 10000	13
10001 و بیشتر	20

آزمایش پیچ، مهره و واشر

به طور کلی آزمایش های زیر برای پیچ و مهره و واشر انجام می شود:

1. **آزمایش های ابعادی**
2. **آزمایش های متالوژیکی (اندازه گیری مواد تشکیل دهنده مانند درصد کربن فولاد).**
3. **آزمایش های مکانیکی (بدست آوردن تنش نهائی و تنش جاری شدن پیچ)**
4. **آزمایش های پوشش مقاوم خوردگی (ضخامت و نوع پوشش گالوانیزه)**
5. **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).**
6. **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).**
7. **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).

۱۰-۴-۵-۳ مشخصات مصالح پیچ و مهره و پوشش آن‌ها

انتخاب مصالح جهت ساخت پیچ و مهره و واشر باید به نحوی انجام شود که درنهایت مشخصات شیمیایی و مکانیکی موردنیاز در استانداردهای مربوطه برآورده شود.

فرآیند تولید پیچ و مهره از ردهٔ 10.9 باید به نحوی تحت کنترل باشد که احتمال تردی هیدروژنی به‌خصوص در اثر فرآیند پوشش ضدزنگ به حداقل برسد. رزوهٔ پیچ ردهٔ 10.9 باید به روش نورد انجام شود. پوشش همهٔ اجزای پیچ و مهره باید سازگار باشد و باید مقاومت در برابر خوردگی مشابه داشته باشند. درصورتی‌که لازم باشد از پیچ و مهره با پوشش گالوانیزه گرم استفاده شود، باید الزامات استاندارد ISO 10684 رعایت شود. گالوانیزهٔ گرم پیچ و مهره‌ها باید تحت کنترل تولیدکنندهٔ پیچ و مهره باشد. استفاده از پوشش گالوانیزهٔ گرم برای پیچ‌های با ردهٔ 10.9 و بالاتر توصیه نمی‌شود.

شکل بریدن پیچ تحت اثر برش

۱۰-۴-۵-۴ نیروی پیش‌تنیدگی پیچ‌ها در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی

در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، لازم است از پیچ‌های پرمقاومت و دارای قابلیت پیش‌تنیدگی استفاده شود و در پیچ‌ها حداقل نیروی پیش‌تنیدگی ایجاد شود. حداقل نیروی پیش‌تنیدگی حدود 70 درصد حداقل مقاومت کششی نهایی پیچ در سطح مؤثر پیچ[۱۱] در نظر گرفته می‌شود[۱۲]. در جدول ۱۰-۴-۸-الف و ب مقادیر بار گواه[۱۳]، نیروی پیش‌تنیدگی و حداقل بار کششی پیچ‌های پرمقاومت رایج ASTM و ISO ارائه شده است.

جدول ۱۰-۴-۸- الف: حداقل نیروی پیش‌تنیدگی و بار گواه در پیچ‌های پرمقاومت طبق استاندارد ASTM

قطر اسمی پیچ (mm)	سطح مؤثر (mm^2)	حداقل بار کششی (kN)		بار گواه (kN)		نیروی پیش‌تنیدگی (kN)	
		A325	A490	A325	A490	A325	A490
M12	84.3	70	87.7	50.6	70	49	61.4
M16	157	130	163	94.2	130	91	114.1

178.5	142.1	203	147	255	203	245	M20
220.5	175.7	251	182	315	251	303	M22
256.9	205.1	293	212	367	293	353	M24
333.9	266.7	381	275	477	381	459	M27
408.1	326.2	466	337	583	466	561	M30
595	474.6	678	490	850	678	817	M36

---

[11] سطح تنش عبارت است از سطح مقطع پیچ بدون احتساب ارتفاع دنده که از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Stress Area } (mm^2) = 0.7854(d_b - 0.9382P)^2$$

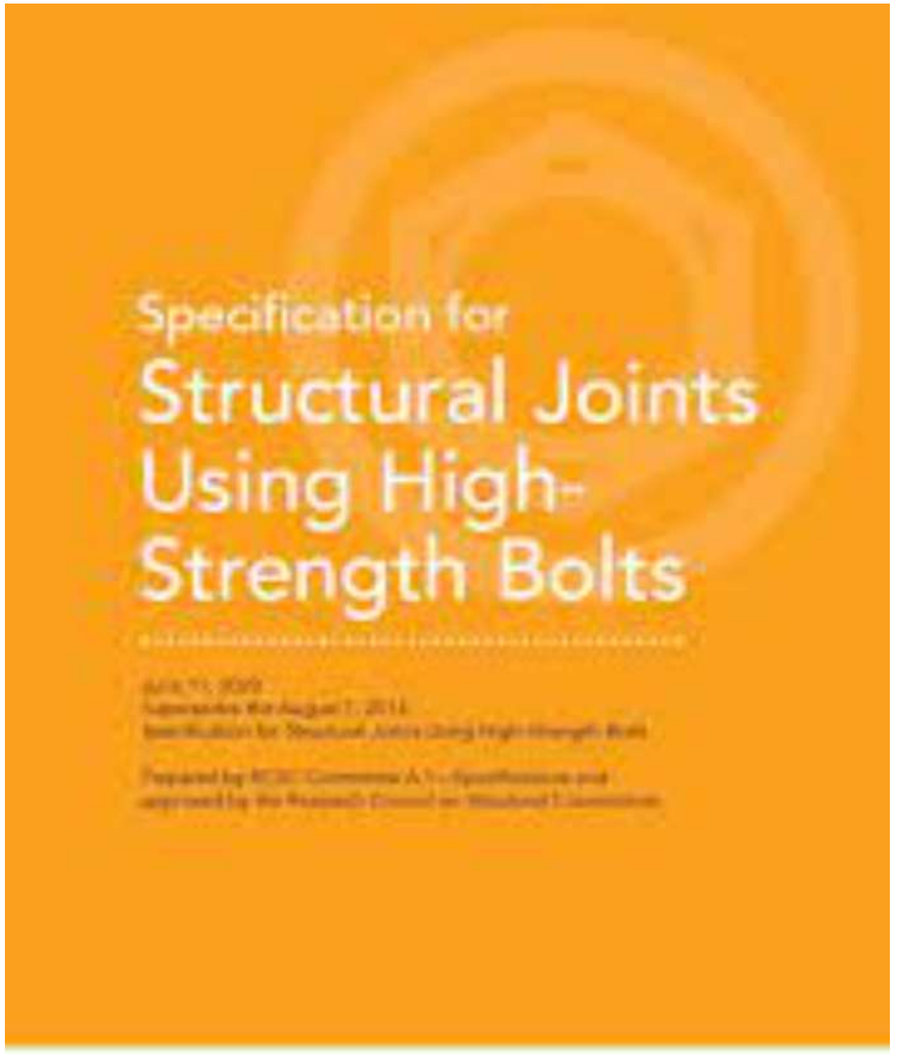
d_b = قطر اسمی پیچ (mm)

P = گام رزوه (mm)

در نشریهٔ ۲۶۴ (آیین‌نامهٔ اتصالات ایران) جهت ساده‌سازی محاسبات از 55 درصد نیروی کششی نهایی در سطح مقطع اسمی پیچ استفاده شده است.

[12] مطابق آیین‌نامهٔ RCSC و استاندارد ISO 1090-2

[13] بار گواه عبارت است از حداکثر بار ایمن که می‌توان به پیچ و مهره بدون ایجاد تغییرشکل دائمی اعمال کرد.



boltcouncil
rcsc

جدول ۱۰-۴-۸-ب: حداقل نیروی پیش‌تنیدگی و بار گواه در پیچ‌های پرمقاومت طبق استاندارد ISO

قطر اسمی پیچ (mm)	سطح مؤثر (mm^2)	حداقل بار کششی (kN)		بار گواه (kN)		نیروی پیش‌تنیدگی (kN)	
		8.8	10.9	8.8	10.9	8.8	10.9
M12	84.3	67.4	87.7	48.9	70	47.2	61.4
M16	157	125	163	91	130	87.5	114.1
M20	245	203	255	147	203	142.1	178.5
M22	303	252	315	182	252	176.4	220.5
M24	353	293	367	212	293	205.1	256.9
M27	459	381	477	275	381	266.7	333.9
M30	561	466	583	337	466	326.2	408.1
M36	817	678	850	490	678	474.6	595

۱۰-۴-۵-۵ روش تعیین لنگر پیچشی متناظر با نیروی پیش‌تنیدگی

در عمل نیروی پیش‌تنیدگی پیچ‌های پیش‌تنیده، با مقدار لنگر پیچشی اعمال‌شده توسط آچارهای مدرج که اصطلاحاً ترک‌متر نامیده می‌شوند، اندازه‌گیری و کنترل می‌شوند. لنگر پیچشی (M_t) متناظر با نیروی پیش‌تنیدگی (T_b) را می‌توان به‌طور تقریبی از رابطهٔ زیر تعیین نمود:

$$M_t = KT_bd_b \qquad (۱۰-۴-۵-۱)$$

که در آن:

T_b= نیروی پیش‌تنیدگی لازم مطابق جدول‌های ۱۰-۴-۸ الف و ب

d_b= قطر اسمی پیچ

K= ضریب مهره (بی‌بعد). ضریب مهره باید توسط سازنده مطابق استاندارد اندازه‌گیری شده و در گواهینامهٔ پیچ و مهره ارائه شود. اعداد مندرج در جدول ۱۰-۴-۹ می‌توانند به‌عنوان راهنمای حدودی مورد استفاده قرار گیرند.

لنگر پیچشی متناظر با نیروی پیش‌تنیدگی به‌عنوان لنگر بازرسی هر قطر و نوع پیچ باید به‌صورت ادواری (یک یا چندروزه) در شرایط کارگاهی با دستگاه مخصوص اندازه‌گیری شود و سپس ترک‌متر براساس آن لنگر کالیبره شود.

تبصره: استفاده از سایر ابزارهای تعیین لنگر پیچشی متناظر با نیروی پیش‌تنیدگی موردنیاز مطابق مراجع معتبر نظیر استاندارد EN 1090-2 مجاز است.

جدول ۱۰-۴-۹: ضریب مهره

وضعیت سطحی دنده‌های پیچ و مهره	ضریب مهره متوسط
ورق کادمیم	0.194-0.246
ورق روی	0.332
اکسید سیاه	0.163-0.194
خمیر مولیبدین سولفاید	0.155
روغن ماشین	0.21
واکس کارناپا	0.148
روغن اسپیندل	0.22
پیچ نو و بدون پوشش	0.20
گریس مولیبدین سولفیت	0.137
فسفات و روغن	0.19
گریس	0.12

۱۰-۴-۵-۶ بستن و محکم کردن پیچ‌ها در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی

محکم کردن پیچ‌های هر اتصال در دو مرحله انجام می‌گیرد. در مرحلهٔ اول پیچ‌ها تا حد سفتی کامل محکم می‌شوند، تا اطمینان حاصل شود که سطوح تماس کاملاً به هم چسبیده‌اند. در مرحلهٔ دوم، با چرخاندن اضافی مهره، پیچ‌ها پیش‌تنیده می‌شوند. در هر یک از مراحل محکم کردن پیچ‌ها، باید از قسمتی که اتصال صلب‌تر است و صفحات تغییرشکل کمتری می‌دهند، شروع به بستن پیچ‌ها کرد. در وصله‌ها، قسمت صلب اتصال، وسط ورق وصله است. بعد از محکم کردن پیچ‌های وسط با حفظ تقارن و ترتیب، پیچ‌های کناری تا لبه آزاد ورق اتصال محکم می‌شوند. سپس می‌توان به پیچ‌های وسط پرداخت تا اطمینان حاصل شود سفت کردن پیچ‌های کناری، آن‌ها را از حالت کاملاً سفت خارج نکرده است. در تمام مراحل محکم کردن پیچ‌ها باید دقت کرد از چرخیدن پیچ و مهره با هم جلوگیری به عمل آید.

در پیچ سفتی کامل[۱۴] را به حالتی می‌گویند که کارگر ماهر با آچار معمولی بدون آنکه با وزن خود به دسته آچار نیرو وارد کند، با به‌کارگیری آخرین توان خود نتواند پیچ را از آن محکم‌تر نماید. برای پیش‌تنیده کردن چنین پیچی باید کلهٔ پیچ یا مهرهٔ آن را به‌اندازه مقداری که در جدول ۱۰-۴-۱۰ مشخص شده اضافه چرخاند. این چرخش اضافی را می‌توان به کمک آچار دسته بلند، یا با آچار

---

[۱۴] Snug tight

a- روش ضربدری

b- روش حلزونی

معمولی با استفاده از دو کارگر یا به‌وسیله آچار بادی تأمین نمود. حصول پیش‌تنیدگی باید توسط آچار مدرج مطابق بند ۱۰-۴-۵-۷ تأیید شود.

جدول ۱۰-۴-۱۰: چرخش اضافی لازم برای پیش‌تنیده کردن پیچ‌های کاملاً سفت (d_b قطر اسمی پیچ است)

طول پیچ (L)	دو سطح اتصال عمود بر محور پیچ	یک سطح اتصال عمود بر محور پیچ و سطح دیگر شیب‌دار با شیب کمتر از ۱:۲۰	دو سطح اتصال شیب‌دار با شیب کمتر از ۱:۲۰ نسبت به محور پیچ
$L \le 4d_b$	$\frac{1}{3}$ دور	$\frac{1}{2}$ دور	$\frac{2}{3}$ دور
$4d_b < L \le 8d_b$	$\frac{1}{2}$ دور	$\frac{2}{3}$ دور	$\frac{5}{6}$ دور
$8d_b < L \le 12d_b$	$\frac{2}{3}$ دور	$\frac{5}{6}$ دور	1 دور

روشهای کنترل پیش تنیدگی

اگر برای چرخاندن پیچ‌ها از آچارهای بادی استفاده شود، فشار باد را باید طوری تنظیم کرد که در یک مرحله، مهره‌ها را بدون چرخیدن پیچ تا مرحلهٔ سفتی اولیه برساند و در مرحلهٔ بعد با ازدیاد فشار باد یا با دست به روشی که در بالا گفته شد، پیچ‌ها را پیش‌تنیده کرد. تنظیم باد کمپرسور متضمن استفاده از آچار مدرج کالیبره‌شده و انجام آزمون و خطاهای متوالی است و باید در آن دقت کامل به عمل آید.

۱۰-۴-۵-۷ روش‌های کنترل پیش‌تنیدگی

سازنده موظف است کنترل کیفیت دقیقی بر عملیات بستن پیچ‌ها و مهره‌ها و نیز پیش‌تنیده کردن پیچ‌ها در کارگاه نصب اعمال داشته و گزارش‌های مربوط به این کنترل‌ها را جهت بررسی و تأیید نمایندهٔ کارفرما ارائه نماید. نمایندهٔ کارفرما می‌تواند به‌طور مستقل یا از طریق آزمایشگاه با صلاحیت، پیش‌تنیدگی پیچ‌ها را کنترل نماید. تصمیم نمایندهٔ کارفرما در مورد کفایت پیش‌تنیدگی پیچ‌ها قطعی خواهد بود.

برای پیچ‌های پرمقاومت به‌کارگرفته‌شده در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، نیروی پیش‌تنیدگی لازم برای سفت‌کردن پیچ‌ها باید مطابق مقادیر جدول‌های ۱۰-۴-۸-الف و ب انتخاب شود. پیش‌تنیدگی می‌تواند به یکی از روش‌های زیر انجام شود:

آچار دستی

بست SPANNER

آچار بادی IMPACTOR

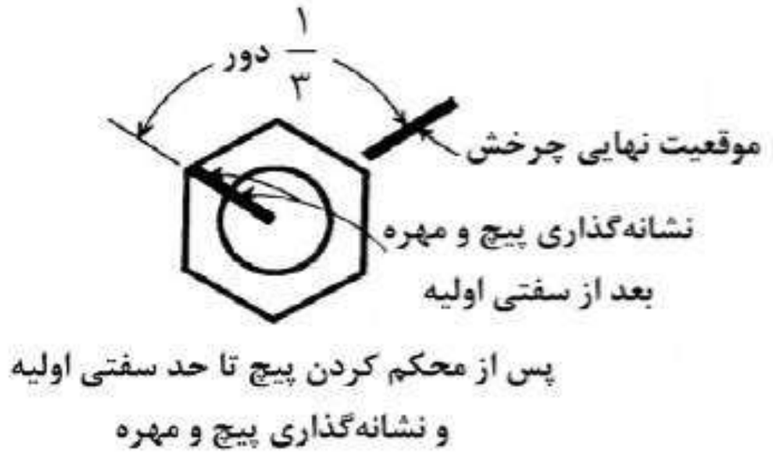
آچار هیدرولیک IMPACTOR

تامین کننده هوای فشرده COMPRESSOR

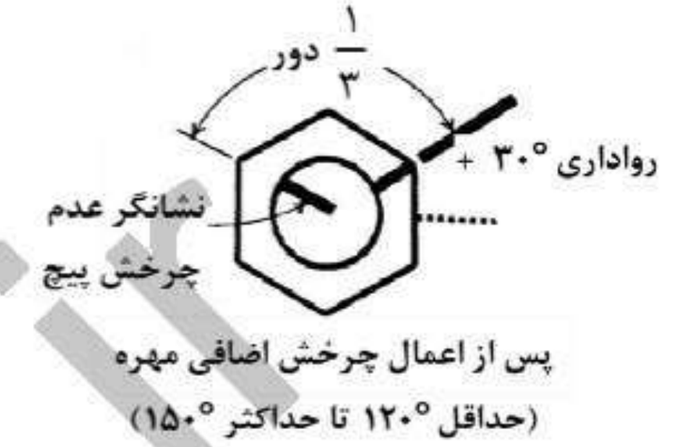
آچار برقی IMPACTOR

الف) چرخاندن اضافی مهره‌ها

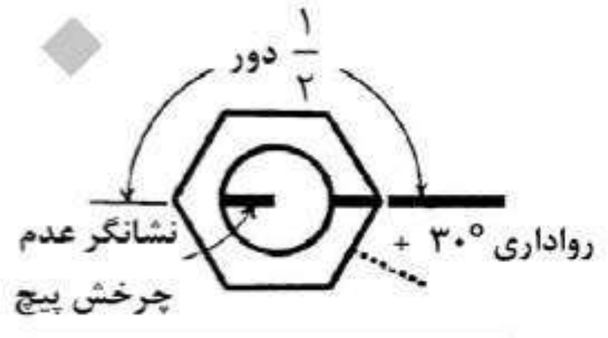
پیچ‌هایی که به‌وسیلهٔ چرخاندن اضافی مهره پیش‌تنیده می‌شوند، بعدازآنکه پیچ‌ها کاملاً سفت شدند، مطابق شکل ۱۰-۴-۴ نقطه‌ای از پیچ و مهره را که روبه‌روی هم قرار دارند، نشانه‌گذاری کرده سپس کنترل می‌شود که چرخش اضافی مطابق جدول ۱۰-۴-۱۰ به میزان کافی انجام شده باشد. برای کنترل پیش‌تنیدگی پیچ‌ها باید از آچار مدرج مناسب که قبلاً مطابق بند ۱۰-۴-۵-۵ کالیبره شده است، استفاده شود.



پس از محکم کردن پیچ تا حد سفتی اولیه
و نشانه‌گذاری پیچ و مهره



پس از اعمال چرخش اضافی مهره
(حداقل ۱۲۰° تا حداکثر ۱۵۰°)



شکل علامت گذاری در روش دور اضافی

ب) آچار مدرج

برای پیش‌تنیده کردن پیچ‌ها می‌توان از آچار مدرج کالیبره‌شده مطابق بند ۱۰-۴-۵-۵ استفاده نمود. در این حالت باید از واشر در زیر پیچ و مهره تحت چرخش استفاده شود..

Torque-meter ترکمتر

MULTIPLAYER مولتی پلایر

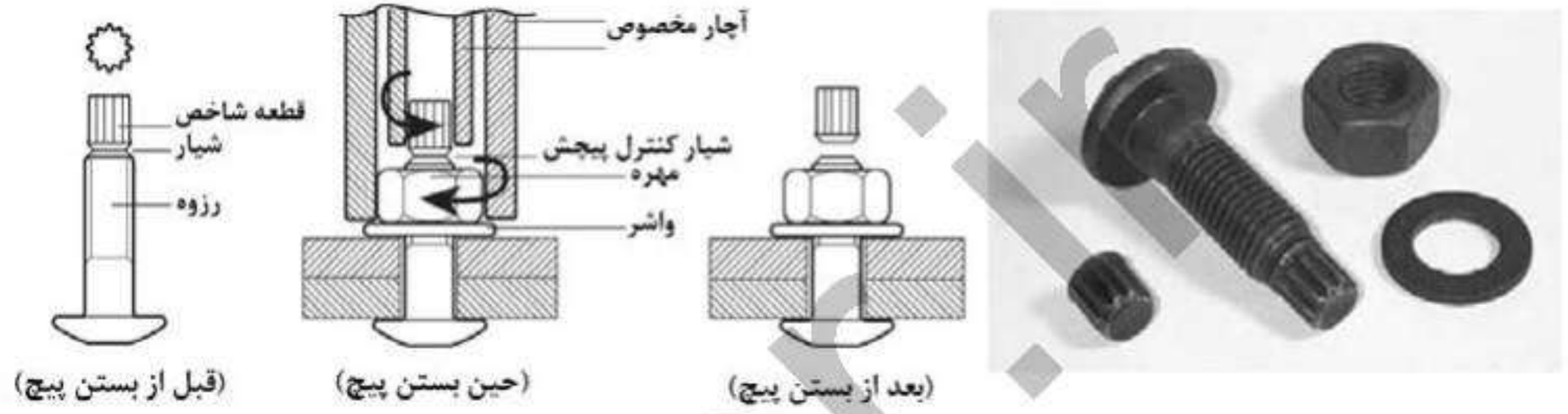
شکل کالیبراسیون آچار تنظیم (ترک متر)

پ) پیچ‌های کشش- کنترل (TC Bolt)

پیچ‌هایی هستند که با رسیدن به نیروی پیش‌تنیدگی، قطعهٔ شاخص متصل به انتهای بدنه توسط آچار مخصوص به‌صورت پیچشی کنده می‌شود. در این روش باید اطمینان حاصل شود که نیروی کششی در لحظهٔ کنده شدن قطعهٔ مورداشاره، همان مقدار نیروی پیش‌تنیدگی پیچ براساس جداول

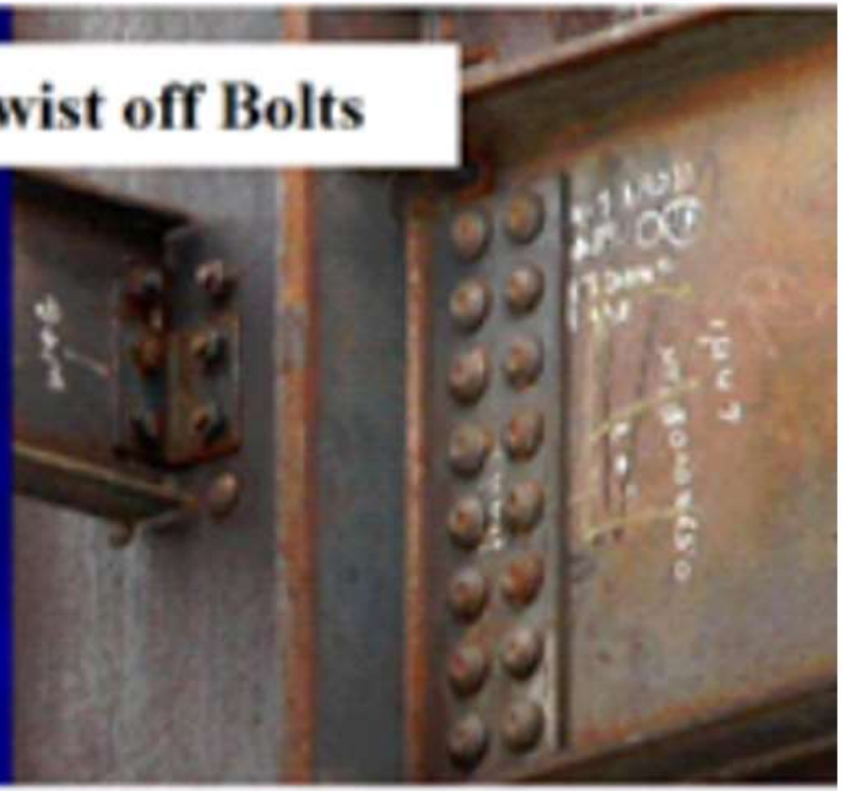
۱۰-۴-۸ (الف یا ب) یا بیشتر از آن است. ترتیب محکم کردن این پیچ نیز باید به‌صورت متقارن از بخش‌های صلب اتصال شروع شود و باید به‌گونه‌ای انجام شود که میزان کاهش در نیروی پیش‌تنیدگی پیچ‌های سفت‌شده به حداقل برسد. ضوابط مربوط به نگهداری، انبارداری و تمیزکاری مطابق مشخصات فنی کارخانهٔ تولیدکنندهٔ پیچ و مهره در نظر گرفته شود و در صورت از بین رفتن و آلوده شدن پوشش، برای پوشش مجدد و تنظیم نیروی پیش‌تنیدگی به کارخانه ارسال شود.

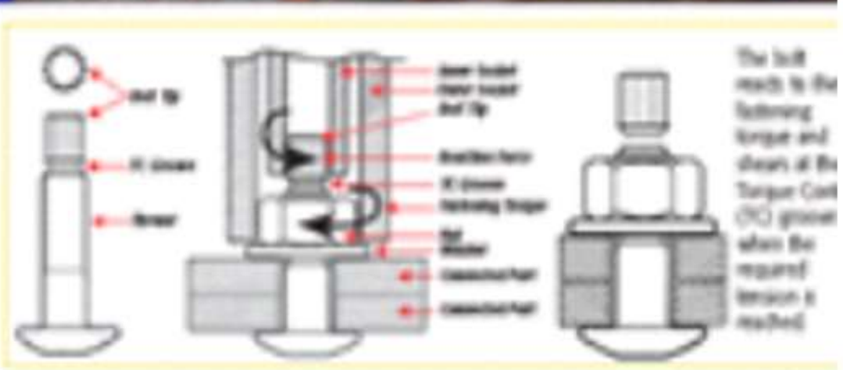
در شکل ۱۰-۴-۵ جزئیات پیچ‌های کشش- کنترل در سه مرحله، قبل از بستن پیچ، حین بستن پیچ و بعد از بستن پیچ نشان داده شده است.

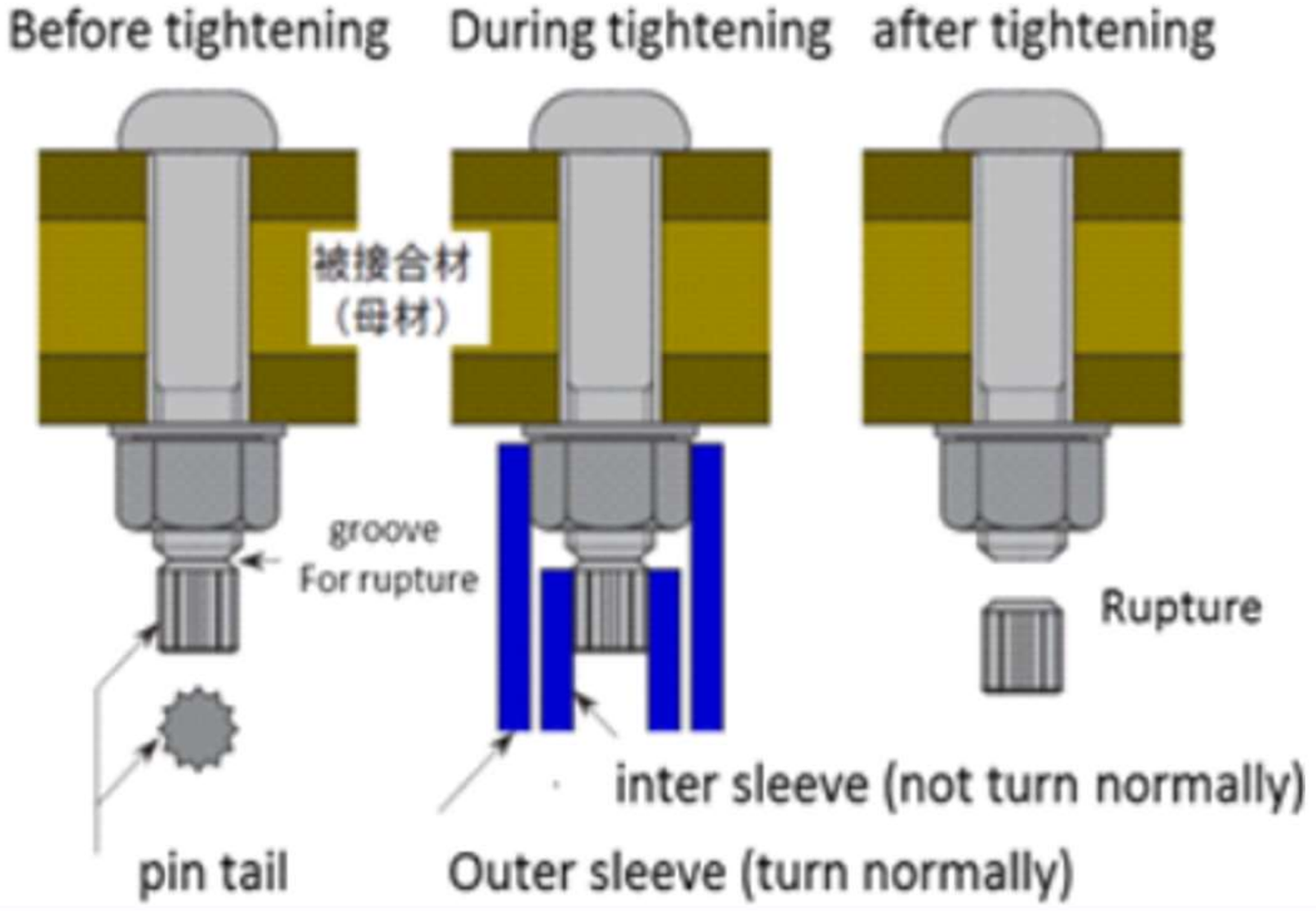


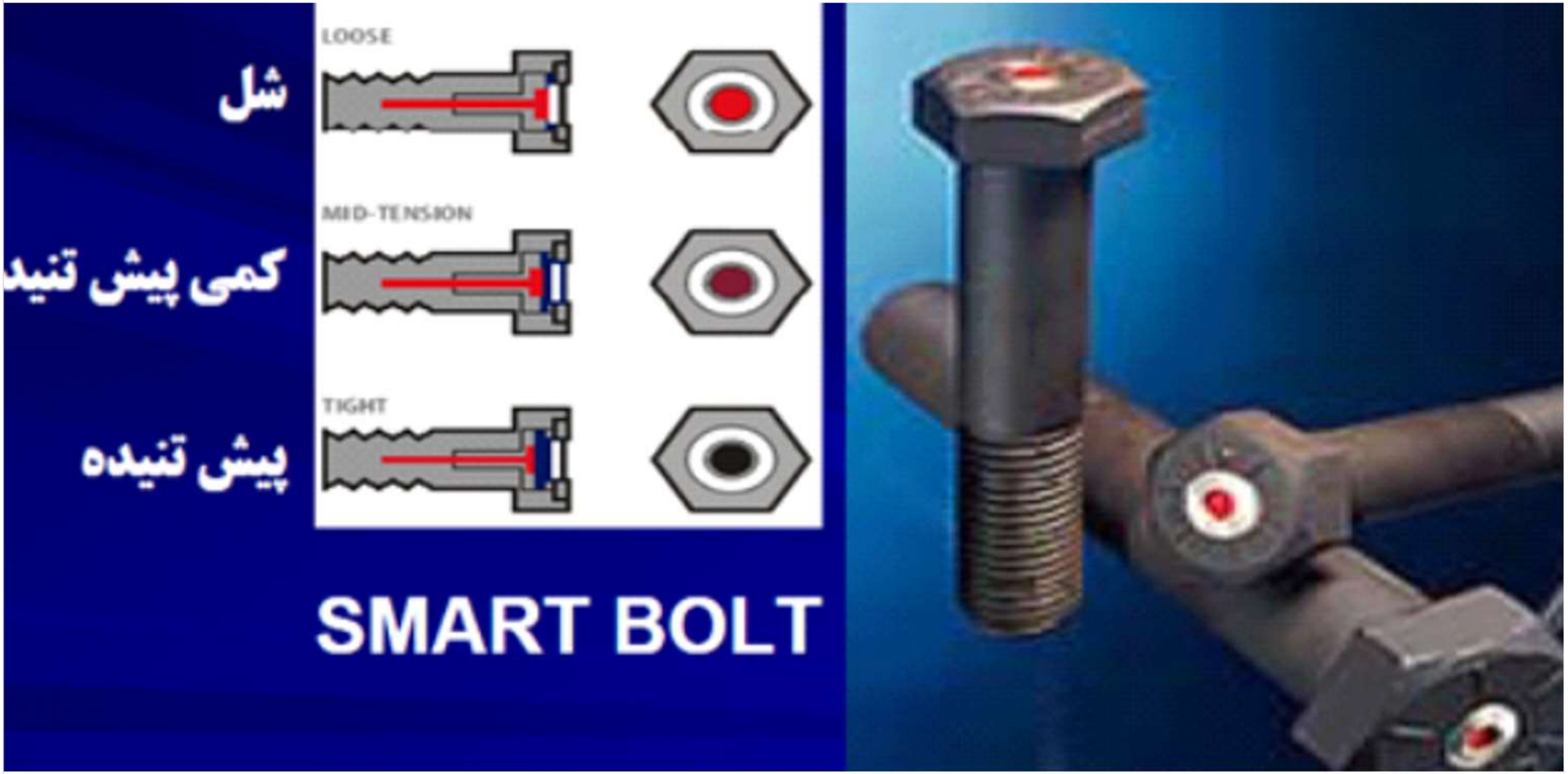
شکل ۱۰-۴-۵: پیچ کشش-کنترل (TC Bolt)

Twist off Bolts





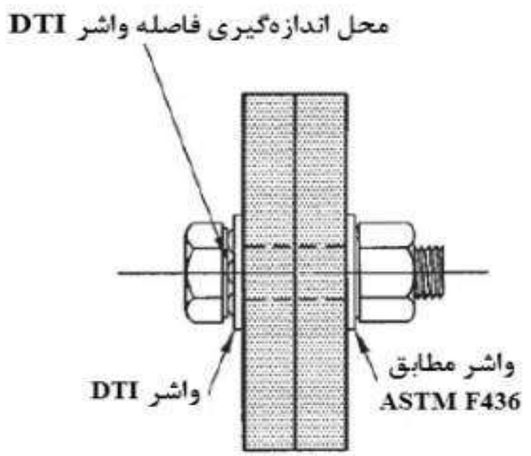

Before tightening
During tightening
after tightening
被接合材
（母材）
groove
For rupture
Rupture
inter sleeve (not turn normally)
pin tail
Outer sleeve (turn normally)


شل
LOOSE
کمی پیش تنید
MID-TENSION
پیش تنیده
TIGHT
SMART BOLT

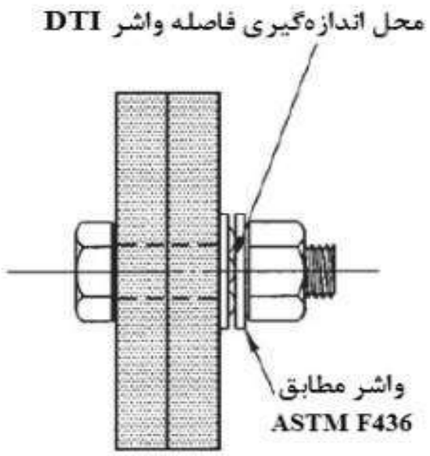
ت) واشرهای نمایانگر پیش‌تنیدگی (DTI)[۱۵]

واشرهای ویژه‌ای تحت عنوان واشرهای نمایانگر پیش‌تنیدگی هستند که در زیر کلگی پیچ یا مهره استفاده می‌شوند و تخت‌شدن برآمدگی‌های واشر تا حد معینی نشان‌دهندهٔ رسیدن نیروی کششی محوری پیچ به حد موردنظر است. در این روش باید اطمینان حاصل شود که نیروی متناظر با تخت‌شدن برجستگی‌های روی سطح، همان نیروی پیش‌تنیدگی پیچ براساس جداول ۱۰-۴-۸ (الف یا ب) یا بیشتر از آن است. مراحل محکم کردن این پیچ‌ها نیز مانند بند (پ) در فوق است.

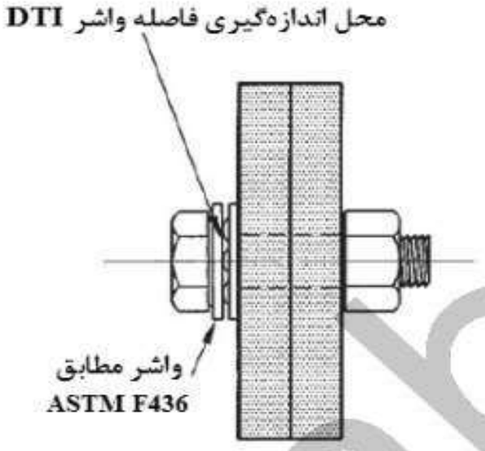
در شکل ۱۰-۴-۶ محل قرار گرفتن واشر در روش DTI نشان داده شده است. همچنین برای اطمینان از تخت شدن واشرهای DTI، لازم است مطابق شکل ۱۰-۴-۷ از فاصله‌سنج‌های مخصوص کارخانهٔ تولیدکنندهٔ این ابزار استفاده شود.



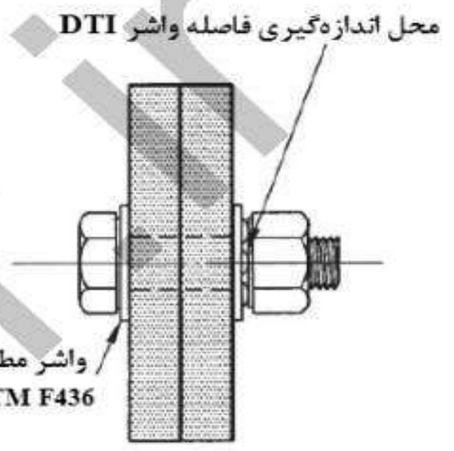
الف) واشر DTI زیر کلگی پیچ - مهره می‌چرخد.



ب) واشر DTI زیر مهره پیچ - مهره می‌چرخد.



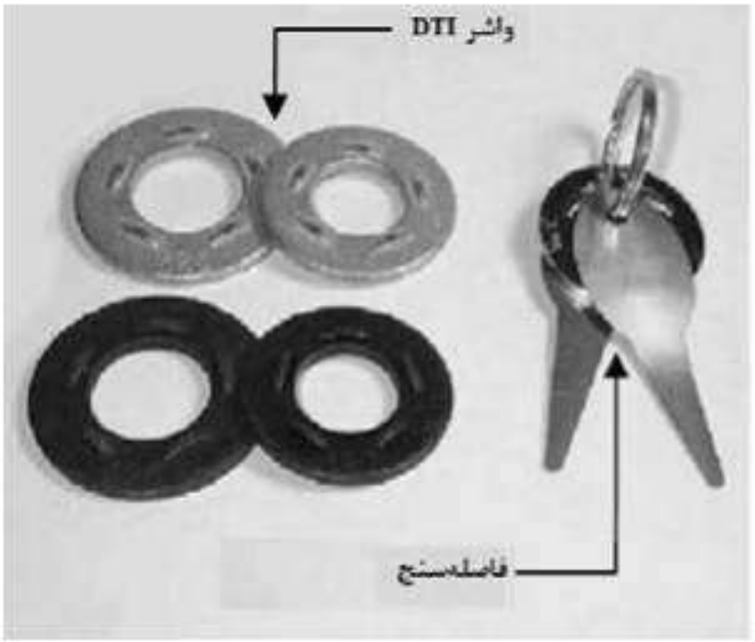
پ) واشر DTI زیر کلگی پیچ - کلگی می‌چرخد.

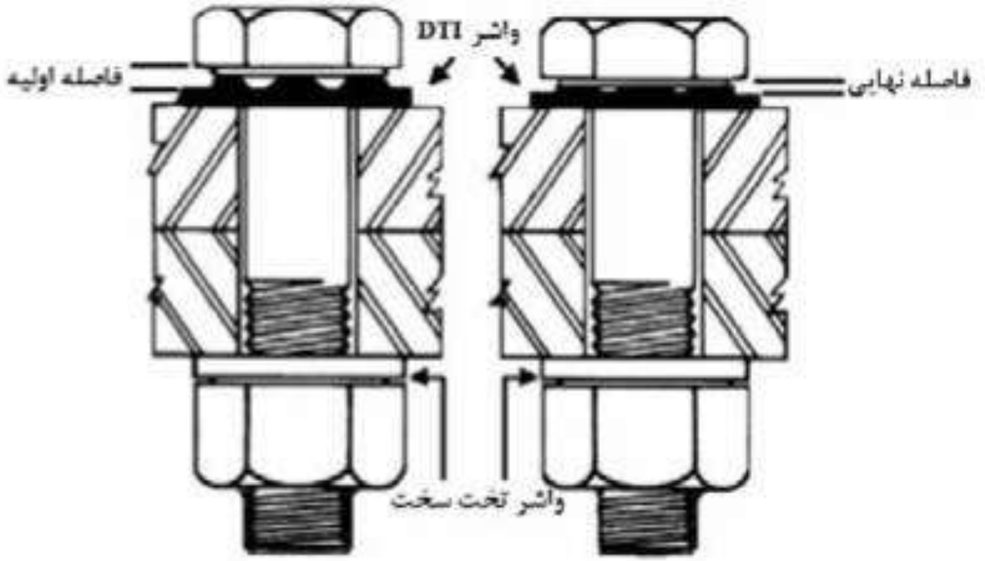


ت) واشر DTI زیر مهره پیچ - کلگی می‌چرخد.

شکل ۱۰-۴-۶: محل قرار گرفتن واشر در روش DTI

inpr.ir





شکل ۱۰-۴-۷: فاصلهٔ قابل‌مشاهده در روش DTI پس از پیش‌تنیده کردن

واشرهای (DTI)

واشرهای Direct Tension Indicator (DTI)

در اجرای روش‌های فوق برای کنترل پیش‌تنیدگی لازم است قبل از آغاز عملیات پیش‌تنیدگی، کفایت روش موردنظر و مصالح و ابزار ویژهٔ آن از طریق فرآیندهای واسنجی کشش پیچ مطابق بند ۱۰-۴-۵-۹ توسط بازرسان QC و QA مورد آزمایش و تأیید قرار گیرد.

۱۰-۴-۵-۸ بازرسی اتصالات با پیچ‌های پرمقاومت

وظایف بازرس QC و QA قبل، حین و پس از نصب پیچ و مهره در جداول ۱۰-۴-۱۱، ۱۰-۴-۱۲ و ۱۰-۴-۱۳ ارائه شده است. در این جدول‌ها فعالیت‌های بازرسی مشمول یکی از دو حالت زیر است:

- مشاهده[۱۶] (O): بازرس مربوطه باید این موارد را مشاهده و بررسی نماید. این بررسی و مشاهده شامل تمامی موارد شده و می‌تواند به‌صورت غیرمستمر انجام شود. به‌هرحال تعداد بازبینی‌ها رافع مسئولیت QC و QA نیست. در این حالت ادامهٔ ساخت موکول به انجام بازرسی نیست.
- انجام[۱۷] (P): این فعالیت‌ها باید برای هر مورد انجام پذیرد و انجام مرحلهٔ بعدی منوط به صدور تأییدیهٔ مرحلهٔ قبل می‌شود.

سایر الزامات عبارت‌اند از:

الف) برای اتصالات اتکایی غیرپیش‌تنیده، ردیف ۶ جدول ۱۰-۴-۱۱ و ردیف‌های ۲ و ۳ جدول ۱۰-۴-۱۲ ضروری نیست. هم‌چنین الزامی به حضور بازرس QC و QA حین بستن این نوع پیچ‌ها وجود ندارد.

ب) برای اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، زمانی که نصاب از روش چرخش مهره با علامت‌گذاری یا پیچ‌های کشش-کنترل و یا واشرهای نمایانگر پیش‌تنیدگی استفاده می‌کند، همهٔ ردیف‌های جدول ۱۰-۴-۱۲ باید انجام پذیرد. الزامی به حضور بازرس QC و QA حین بستن این نوع پیچ‌ها نیست.

پ) برای اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، زمانی که نصاب از روش آچار مدرج یا روش چرخش مهره بدون علامت‌گذاری استفاده می‌کند، همهٔ ردیف‌های جدول ۱۰-۴-۱۲ باید انجام پذیرد. حضور بازرس QC و QA در حین بستن این نوع پیچ‌ها الزامی است.

جدول ۱۰-۴-۱۱: بازرسی قبل از پیچکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC	QA
۱	بررسی گواهینامهٔ تولید مصالح پیچ، مهره و واشر	P	P
۲	بررسی نشانه‌گذاری کارخانهٔ سازنده بر روی پیچ و مهره براساس ISO یا ASTM	O	O
۳	بررسی تطابق پیچ و مهره براساس جزییات طرح اتصال (رده، نوع، طول و ...)	O	O
۴	بررسی روش و دستورالعمل پیچکاری انتخابی برای جزئیات اتصال	O	O
۵	بررسی اجزای اتصال شامل سطوح تماس اتصال و نحوهٔ آماده‌سازی سوراخ و ...	O	O
۶	انجام آزمون‌های صحت‌سنجی پیش‌نصب که به‌وسیلهٔ نفرات نصاب انجام می‌شود و مشاهده و مستندسازی روش‌های به‌کاررفته برای نصب و پیش‌تنیدگی پیچ‌ها	P	O
۷	بازرسی محل انبار و نحوهٔ نگهداری پیچ‌ها، مهره‌ها و واشرها و سایر اجزای اتصال	O	O

جدول ۱۰-۴-۱۲: بازرسی حین پیچکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC	QA
۱	حصول اطمینان از وجود پیچ در همهٔ سوراخ‌ها و تعبیهٔ واشر و مهره‌ها	O	O
۲	حصول اطمینان از شرایط سفتی اولیه قبل از پیش‌تنیده کردن	O	O
۳	حصول اطمینان از عدم چرخش پیچ و مهره با هم	O	O
۴	حصول اطمینان از سفت‌کردن و پیش‌تنیده کردن همهٔ پیچ‌ها و رعایت ترتیب، به‌نحوی‌که از نقاط صلب‌تر به سمت نقاط آزادتر شروع به پیش‌تنیده کردن شود.	P	O

جدول ۱۰-۴-۱۳: بازرسی پس از پیچکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC	QA
۱	تهیهٔ گزارش رد یا تأیید اتصال پیچی	P	P

۱۰-۴-۵-۹ واسنجی کشش

واسنجی کشش، فرآیندی است که میزان پیش‌تنیدگی پیچ‌ها را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری و مشخص می‌نماید. در مواردی که پیچ‌های پیش‌تنیده به کار می‌روند، جهت اطمینان از روش‌های کنترل پیش‌تنیدگی مطابق بند ۱۰-۴-۵-۷، این فرآیند باید در کارگاه انجام شود. در استفاده از این فرآیند، در کارگاه باید موارد زیر کنترل شوند:

۱- بررسی و تأیید مناسب بودن مجموعهٔ پیچ و مهره و اجزای آن برای عملیات پیش‌تنیدگی؛

۲- کنترل کفایت پوشش روانکاری پیچ و مهره؛

۳- بررسی و تأیید روش و صحت عملکرد پرسنل پیچکار مشغول در کارگاه نصب.

پیش از نصب، باید حداقل تعداد 3 نمونه کامل از پیچ و مهره برای هر ترکیبی از قطر، طول، رده و شمارهٔ محمولهٔ پیچ مورداستفاده در پروژه به‌منظور تأیید روش‌ها و ضوابط اجرایی کنترل شود. واشرهای مورداستفاده در این مرحله باید منطبق بر واشرهای اصلی مورداستفاده در پروژه باشد.

درصورتی‌که در این مرحله نتایج مربوط به نیروهای پیش‌تنیدگی، کمتر از مقدار مشخص‌شده توسط جداول ۱۰-۴-۸ (الف و ب، حسب مورد) باشد، باید علت آن مشخص و اصلاح شود.

بازرسی پیش تنیدن پیچ ها با استفاده از امواج فراصوتی

بازرسی پیش تنیدن پیچ ها
با استفاده از امواج فراصوتی

۱۰-۴-۵-۱۰ اصلاح سوراخ‌ها

برای مونتاژ نهایی قطعات، بعدازآنکه قطعات علامت‌گذاری‌شده بر روی خرک چیده شدند و ورق‌های اتصال بر روی سوراخ‌ها قرار گرفتند، قطعات به‌وسیلهٔ سنبه‌هایی که از سوراخ‌های اتصال می‌گذرند، در جای خود ثابت می‌شوند. حداکثر عدم انطباق برابر 15 درصد تعداد سوراخ‌های یک اتصال است. در چنین حالتی باید این سوراخ‌ها را با گذراندن یک پیچ امتحانی پیدا کرده، به وسیلهٔ برقوزنی آن‌ها را اصلاح نمود. حداکثر قطر برقوی مصرفی 3 میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پیچ است و برقوزنی نباید قطر سوراخ را بیش از 5 میلی‌متر افزایش دهد. استفاده از برش شعله برای گشاد کردن سوراخ‌ها مجاز نیست.

۱۰-۴-۵-۱۱ استفادهٔ مجدد از پیچ‌های پیش‌تنیده‌شده

استفادهٔ مجدد از پیچ‌هایی که تا حد سفتی اولیه محکم شده‌اند، بلامانع است. استفادهٔ مجدد از پیچ‌های پیش‌تنیده شده و مهره‌های آن‌ها مجاز نیست.

شکل میله تنظیم

شکل اصلاح سوراخ با برقو

سنبه زنی محل سوراخ ها

تهیه شابلون در سوراخ کاری

- در سوراخ کاری قطعات مشابه با تعداد زیاد، تهیه شابلون در کاهش اشتباه و افزایش سرعت کار موثر است.

۱۰-۴-۵-۱۲ انبارداری و ذخیرهٔ پیچ‌ها

همهٔ وسایل اتصال باید در بسته‌بندی کارخانه و در ظرف دربسته به خریدار تحویل شود و در محل کارگاه در بسته‌بندی فوق در برابر گردوغبار، آلودگی و رطوبت نگهداری شوند. فقط پیچ‌هایی که در هر نوبت‌کاری در سازه نصب می‌شوند، مجاز به خارج شدن از بسته‌بندی‌های فوق هستند. درصورتی‌که در انتهای نوبت‌کاری از وسایل اتصال استفاده نشود، باید مجدداً به بسته‌بندی‌های حفاظت‌شده برگردانده شوند. روغن مخصوصی را که در کارخانه روی سطح وسایل اتصال آغشته شده است، نباید پاک نمود. وسایل اتصال موردنظر برای اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، باید از آلودگی ناشی از محیط کارگاه پاک باشند.

الزامات ساخت، نصب و کنترل:

انبار، حمل و رفع معایب

۱۰-۴-۶ انبار کردن، حمل و رفع معایب قطعات ساخته‌شده

انبار کردن و حمل قطعات فولادی در کارگاه ساخت و محل نصب باید به نحوی صورت گیرد که قطعات تغییر شکل نداده و تنش‌های بیش‌ازحد در آن‌ها ایجاد نشود و هیچ آسیبی به آن‌ها وارد نیاید. قطعاتی که به هر علتی تغییرشکل داده یا آسیب دیده‌اند، باید قبل از به‌کارگیری به نحو رضایت‌بخشی

با تأیید ناظر کارفرما، اصلاح و مرمت شوند. درصورتی‌که تعمیر قسمت‌های معیوب بدون کاهش مقاومت و تغییر مشخصات مندرج در طرح میسر نباشد، باید آن قسمت‌ها تعویض شوند.

در انبار کردن قطعات فولادی، محافظت در مقابل رطوبت باید موردتوجه قرار گیرد. در انبار کردن قطعات، باید زیر قطعات سکوهای مناسبی قرار داد تا قطعه با زمین فاصله داشته باشد. تعداد و فاصلهٔ سکوها باید به نحوی انتخاب شود که قطعات دچار تنش یا تغییرشکل بیش‌ازحد نشوند.

جابجا کـردن قطعات باید با در نظر گرفتن ضوابط ایمنی با وسایل مناسـب و به نحوی انجام گیرد که تنش‌های اضافی در این قطعات ایجاد نشود. قطعات سنگین با شکل و فرم خاص باید با قلاب نمودن در نقاط مناسب و یا نقاطی که قبلاً تعیین و علامت‌گذاری شده است، بلند شوند تا هنگام جابه‌جا کردن و نصب، تنش و تغییرشکل بیش‌ازحد در هیچ قسمتی ایجاد نشده و به اتصالات و سوراخ‌های پیچ‌ها نیز آسیبی وارد نشود.

اقدام‌های پیشگیرانهٔ تعیین‌شده در جدول ۱۰-۴-۱۴ برای جابجایی و انبار کردن در صورت مصداق باید اعمال شوند.

جدول ۱۰-۴-۱۴: موارد اقدام‌های پیشگیرانه برای جابجایی، انبار کردن، حفاظت و حمل‌ونقل قطعات فولادی

بالابری	
۱	حفاظت از اجزا در برابر آسیب در نقطه‌های بالابری
۲	پرهیز از بالابری تک‌نقطه‌ای برای اجزای بلند (استفاده از تیرهای پخش‌کننده[۱۸] یا شاهین)
۳	بستن اجزای سبک به یکدیگر، به‌خصوص اجزایی که اگر به‌صورت منفرد حمل شوند مستعد آسیب در لبه، پیچش و اعوجاج هستند. باید دقت شود تا از آسیب موضعی به‌خصوص در محل‌هایی که اجزا با یکدیگر تماس پیدا می‌کنند و لبه‌های تقویت‌نشده در نقطه‌های بالابری یا هر ناحیهٔ دیگری که بخش قابل‌ملاحظه‌ای از وزن یک دسته بر روی یک لبهٔ تقویت نشده اعمال می‌شود، جلوگیری شود.
انبار کردن	
۴	اجزای ساخته‌شده که قبل از حمل یا برپایی انبار می‌شوند، به‌گونه‌ای انبار شوند که از تماس با زمین محفوظ و تمیز باقی بمانند.
۵	تأمین تکیه‌گاه‌های ضروری و کافی برای جلوگیری از تغییر شکل‌های دائمی
۶	انبار کردن ورق‌های شکل‌داده‌شدهٔ سرد و دیگر مصالح تأمین‌شده با سطوح تزئینی پیش‌پرداخت‌شده، مطابق با الزامات استانداردهای مربوطه صورت پذیرد.

حفاظت	
۷	جلوگیری از جمع‌شدگی آب
۸	پیشگیری‌های لازم به‌منظور پرهیز از نفوذ رطوبت به بسته‌های مقاطع دارای پیش‌پوشش‌های فلزی یادآوری: در صورت انبار کردن روباز و طولانی‌مدت در محل پروژه، بسته‌بندی مقاطع باید باز و از یکدیگر جدا شوند تا از وقوع زنگ‌زدگی جلوگیری شود.
۹	پیش از ارسال کارهای ساخته‌شده، تدابیر ویژهٔ لازم به‌منظور حفاظت در برابر خوردگی اجزای فولادی شکل‌داده‌شدهٔ سرد با ضخامت کمتر از 4 میلی‌متر انجام شود، به صورتی که در برابر عوامل جوی در حین حمل‌ونقل، انبار کردن و برپایی اولیه مقاومت نمایند.
حمل‌ونقل	
۱۰	تدابیر ویژهٔ موردنیاز برای حفاظت اجزای تولیدشده در حین حمل‌ونقل

۷-۱-۱-۱ بار ترافیکی

طول، عرض، ارتفاع و وزن قطعه تولید شده در کارخانه، در شرایط شمول بار ترافیکی برای حمل موثر است، که این ابعاد در نقشه‌های کارگاهی تشریح می‌شود. بار می‌تواند در یکی از حالات زیر، در رده بارهای ترافیکی قرار گیرد:

الف- داشتن عرض بیشتر از عرض تریلی (حدود ۲/۸۰ متر).

ب- داشتن طول بیشتر از طول تریلی (حدود ۱۲ متر).

پ- داشتن ارتفاع بیش از حد (ارتفاع بالای بار از سطح جاده بیش از ۴ متر).

ت- داشتن وزن غیر عادی.

بارهای ترافیکی نسبت به بارهای عادی، دارای هزینه حمل بیشتری می‌باشند، از این رو لازم است ابعاد قطعات و نحوه حمل و نصب آنها، توسط مهندس مجری برنامه‌ریزی شده و توسط مهندس ناظر، تائید گردند. در حال حاضر کفی‌های با طول ۳۰ متر جهت حمل بار ترافیکی موجود است و برای حمل قطعات بزرگتر، باید تمهیدات خاص حمل پیش‌بینی گردد.

الزامات ساخت، نصب و کنترل:

آماده سازی و رنگ آمیزی

سطوح فولادی

۱۰-۴-۷ رنگ‌آمیزی و گالوانیزه کردن قطعات فولادی

برای حفاظت در مقابل خوردگی، تمامی سطوح سازه‌های فولادی باید رنگ‌آمیزی شوند. در موارد زیر لزومی به رنگ‌آمیزی سطوح سازه‌های فولادی نیست:

۱- سطوح فولادی که در بتن مدفون می‌شوند و بتن پوششی شرایط محافظت در برابر خوردگی را فراهم می‌نماید.

۲- سطوح فولادی که پوشش‌های ضد حریق بر آن‌ها اعمال می‌شود و پوشش موردنظر الزامات محافظت در برابر خوردگی را تأمین می‌نماید.

۳- صفحاتی که قرار است در اتصالات لغزش بحرانی روی هم قرار گیرند.

۴- در مناطق با شرایط محیطی ملایم مطابق تعریف جدول ۱۰-۴-۱۵ که سطوح فولادی حداقل 20 میلی‌متر توسط مصالح بنایی پوشش شده‌اند.

در مناطقی که سطوح فولادی در مجاورت خاک یا رطوبت زیاد قرار می‌گیرند، باید تمهیدات حفاظتی ویژه‌ای برای آن‌ها در نظر گرفت.

۱۰-۴-۷-۱ مواد مورداستفاده

رنگ‌های مورداستفاده برای قسمت‌های فولادی باید از نوع آمادهٔ مصرف و مناسب با شرایط آب و هوایی منطقه باشند. استفاده از رنگ‌ها پس از مشخص شدن کارخانهٔ تولیدکنندهٔ آن‌ها منوط به تصویب نمایندهٔ کارفرما است. تمام مواد مورد استفاده جهت آماده‌سازی سطح و رنگ‌آمیزی آن باید مطابقت کامل با استانداردهای معتبر پوشش رنگ داشته و مورد تصویب نمایندهٔ کارفرما قرار گیرند. درهرصورت حصول به کیفیت نهایی مطلوب رنگ بر عهدهٔ سازنده خواهد بود.

۱۰-۴-۷-۲ آماده‌سازی سطوح

تمیزکاری با مواد ساینده بهترین روش برای از بین بردن زنگ، اکسیدهای حاصل از نورد و رنگ‌های قدیمی با چسبندگی کم است. به‌طورکلی در مورد آماده‌سازی سطح با پاشش مواد ساینده به کمک فشار هوا، موارد زیر حائز اهمیت هستند:

الف) مقدار مناسب فشار هوا در آماده‌سازی سطوح با پاشش مواد ساینده، تقریباً 0.7 MPa است. بعد از آماده‌سازی سطح با مواد ساینده، باید بلافاصله سطح را با رنگ آستری مناسب پوشش داد. قبل از اعمال رنگ آستری باید گردوخاک باقی‌مانده از خرد شدن مواد پاششی بر روی سطح را با

هوای فشرده (عاری از آب و روغن) یا جاروی برقی صنعتی کاملاً تمیز کرد.

ب) اگر مقدار زنگ و رنگ‌های با چسبندگی کم بر روی سطح زیاد باشد، بهتر است ابتدا با تراشیدن، حجم مواد زائد را کم کرده و سپس عملیات آماده‌سازی با پاشش مواد ساینده را آغاز نمود.

۱۰-۴-۷-۳ درجات مختلف کیفیت آماده‌سازی سطوح[۱۹]

۱۰-۴-۷-۳-۱ تمیزکاری با پاشش مواد ساینده

درجات آماده‌سازی که در زیر مطابق با استاندارد ISO 8501 آورده می‌شوند، بیانگر تمیزی سطح فولاد است که باید از کثافات و چربی‌ها پاک شده و همچنین لایه‌های ضخیم زنگ از روی سطح آن برداشته شده باشد.

Sa 1: تمیز کردن با ماسه‌پاشی خفیف

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی خفیف، بدون استفاده از ذره‌بین، باید عاری از روغن، چربی، کثیفی، لایهٔ اکسید حاصل از نورد (که چسبندگی آن کم است)، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی باشد.

Sa 2 : تمیز کردن به‌صورت ماسه‌پاشی متوسط

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و کثیفی باشد و نیز عمدهٔ مقدار لایهٔ اکسید حاصل از نورد، زنگ و پوشش‌های رنگی و مواد خارجی از روی سطح زدوده شده باشد. هرگونه مواد آلایندهٔ باقیمانده باید به سختی به سطح چسبیده باشند.

Sa 2.5 : تمیز کردن با ماسه‌پاشی عمیق

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و کثیفی باشد و نیز باید لایهٔ اکسید حاصل از نورد، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی کاملاً زدوده شده باشند. هرگونه اثر به‌جامانده از مواد آلاینده، فقط به‌صورت لکه‌های جزئی به شکل خال‌ها و نوارها به نظر بیاید.

Sa 3 : تمیز کردن با ماسه‌پاشی با حصول سطح نقره‌ای

سطح فولاد پس از ماسه‌پاشی، بدون استفاده از ذره‌بین باید عاری از روغن، چربی و کثیفی باشد و نیز باید لایهٔ اکسید حاصل از نورد، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی کاملاً زدوده شده باشند. چنین

SAMBLAST

سطحی باید دارای نمای فلزی یکنواخت نقره‌ای باشد.

۱۰-۴-۷-۳-۲ تمیزکاری با برس سیمی

درجات آماده‌سازی سطوح در صورت استفاده از برس سیمی، با برس دستی یا برس‌های دوار برقی یا بادی، به شرح زیر است:

St 2: تمیز کردن با برس سیمی متوسط

سطح فولاد پس از استفاده از برس سیمی، بدون استفاده از ذره‌بین، باید عاری از روغن، چربی، کثیفی، لایهٔ اکسید حاصل از نورد که چسبندگی آن کم است، زنگ، پوشش‌های رنگی و مواد خارجی باشد.

St 3: تمیز کردن با برس سیمی عمیق

همانند سطح St2، ولی سطح فولاد باید عمیق‌تر و به کمک برس‌های دوار برقی یا بادی، برس زده شود، به‌طوری‌که سطح فلز درخشان شود.

قبل از هر کاری باید سطحی که می خواهیم از ضد زنگ استفاده کنیم را
از چربی، گرد و خاک و زنگ زدگی و حتی از رنگ های قدیمی پاک کنیم تا
سطحی صاف و عاری از هرگونه نا خالصی باشد. برای از بین بردن رنگ
های قبلی و زنگ زدگی می توان از سنباده یا سند بلاست یا مثل ما فرچه
سیمی استفاده کرد.

۱۰-۴-۷-۴ رنگ‌آمیزی

الف) قبل از شروع عملیات رنگ‌آمیزی باید تمام سطوح را کاملاً تمیز، خشک و آماده نمود به‌طوری‌که برای رنگ‌آمیزی شرایط مناسبی داشته باشند.

ب) هر لایه از رنگ مصرفی باید کاملاً سطح موردنظر را پوشش دهد. رنگ‌های آستر و رویه باید از یک کارخانهٔ سازنده تهیه شوند. رنگ‌آمیزی سطوح بزرگ باید با اسپری بی‌هوا صورت گیرد. استفاده از سایر روش‌های رنگ‌آمیزی برای لکه‌گیری و سطوح محدود مجاز است.

پ) رنگ‌آمیزی با اسپری بی‌هوا باید در محیط مناسب و سربسته انجام شود.

ت) قطعاتی که تازه رنگ شده‌اند، تا زمان خشک شدن باید از گردوخاک محافظت شوند.

ث) رنگ‌آمیزی باید در شرایط آب و هوایی منطبق با مشخصات فنی کارخانهٔ سازندهٔ رنگ صورت گیرد.

ج) سازنده موظف است عملیات رنگ‌آمیزی را حداکثر تا 48 ساعت برای شرایط ملایم و 24 ساعت برای سایر شرایط بعد از تمیزکاری سطوح انجام دهد.

چ) تمام نقاطی که رنگ قطع شده یا آسیب دیده و سطح فلز نمایان است، باید تمیز شده و مجدداً رنگ‌آمیزی شوند به‌طوری‌که سطح کاملاً پوشیده شده و یکپارچگی رنگ با سطوح مجاور رنگ‌شده تأمین شود.

ح) در تمام سطوحی که طبله‌کردن، وجود ترک‌ها و پوسته‌شدن رنگ و سایر علائم حاکی از این است

که چسبندگی رنگ به سطح تأمین نشده است، باید عملیات‌ترمیم رنگ انجام گیرد. بدین ترتیب که رنگ سطوح فوق به‌طور کامل برداشته شود و مجدداً عملیات مربوط به آماده نمودن سطوح و رنگ‌آمیزی صورت گیرد.

خ) سطوح تمام‌شدهٔ رنگ، باید دارای ظاهری یکنواخت، ماتی و شفافیت یکنواخت رنگ، عدم وجود موج، سایه و چروک و پخش نشدن پوستهٔ رنگ، ایجاد پوشش کامل و بدون شره و انطباق لایهٔ اجراشده با مشخصات، باشد.

د) رنگ‌آمیزی نباید در هوای سرد یا تاریک و یا زمانی که درصد رطوبت هوا بالا باشد انجام گیرد. در رطوبت بیش از 80 درصد و در حالتی که اختلاف دمای محیط و نقطهٔ شبنم کمتر از 5 درجهٔ سلسیوس باشد، رنگ‌آمیزی ممنوع است.

ذ) به‌جز سطوح تماس، بقیه سطوحی که بعد از ساخت، قابل‌دسترس نخواهد بود باید قبل از سرهم کردن قطعات، تمیز و رنگ‌آمیزی شود، مگر آنکه این سطوح آب‌بند باشند.

ر) در اتصالات اتکایی، رنگ کردن سطوح تماس به‌طورکلی مجاز است. در اتصالات پیش‌تنیده و لغزش بحرانی، رنگ‌آمیزی سطوح تماس مجاز نبوده و باید در صورت نیاز به پوشش، مقررات پوشش مربوط به پیچ‌های لغزش بحرانی رعایت شود.

ز) سطوح تماس قبل از نصب و پیش‌تنیده کردن پیچ‌ها، باید در مقابل خوردگی محافظت شوند. بدین منظور از یک لایه مصالح ضدزنگ که بتوان آن را قبل از نصب به‌آسانی برطرف کرد یا مواد یا روش‌های مخصوصی که احتیاج به برطرف کردن نداشته باشد، می‌توان استفاده کرد.

ژ) به‌جز حالت‌هایی که در مشخصات فنی خصوصی به‌عنوان شرط خاص قید شده باشد، کلیهٔ سطوحی که در فاصلهٔ 50 میلی‌متری از محل هر جوش کارگاهی قرار می‌گیرند، باید از موادی که به جوشکاری صدمه می‌زند یا در حین جوشکاری گازهای سمی و مضر تولید می‌کند، کاملاً پاک شود. قبل از جوشکاری باید رنگ کارخانه‌ای از روی سطوحی که جوش انجام می‌گیرد، توسط برس سیمی کاملاً برطرف و پاک شود.

س) سطوح گالوانیزه‌شده، سطوح مشکلی برای رنگ‌آمیزی هستند، زیرا چسبندگی لایهٔ آستری به سطوح فوق بسیار کم است. در این شرایط ابتدا باید سطح را با یک حلال قوی کاملاً چربی‌زدایی کرد، سپس یک لایه واش پرایمر بر روی سطح اعمال نموده و آنگاه سیستم رنگ ارائه‌شده را بر روی آن اعمال کرد.

عدم رنگ آمیزی سطوح اتصالات اصطکاکی

۱۰-۴-۷-۵ ضخامت رنگ

حداکثر ضخامت هر لایهٔ رنگ‌آمیزی باید با توجه به میزان تعیین‌شده توسط سازندهٔ رنگ انجام گیرد. چنانچه میزان تعیین‌شده در یک لایه رنگ نتواند ضخامت لازم را تأمین کند، رنگ‌آمیزی آن لایه باید تا حصول حداقل ضخامت لازم، به‌صورت چندلایه تکمیل شود.

کلیهٔ قطعات فولادی باید مطابق مشخصات جدول ۱۰-۴-۱۵ رنگ شوند.

جدول ۱۰-۴-۱۵: حداقل ضخامت رنگ‌آمیزی قطعات فولادی در شرایط محیطی مختلف [۱]

شرایط محیطی	آماده‌سازی سطح فولاد	نوع و ضخامت رنگ		
		قطعهٔ فولادی در داخل دیوار و نازک‌کاری	قطعهٔ فولادی به‌صورت روباز لیکن درون محیط بسته	قطعهٔ فولادی در معرض شرایط جوی
ملایم [۲]	Sa 2	40 میکرون ضدزنگ الکیدی [۵]	40 میکرون ضدزنگ الکیدی 40 میکرون رویهٔ الکیدی	40 میکرون ضدزنگ الکیدی 40 میکرون لایه میانی الکیدی 40 میکرون رویهٔ الکیدی
سخت [۳]	Sa 2.5	40 میکرون آستر اپوکسی غنی از روی	40 میکرون آستر اپوکسی غنی از روی 40 میکرون لایهٔ میانی اپوکسی MIO 40 میکرون رویهٔ پلی‌یورتان	60 میکرون آستر اپوکسی غنی از روی 60 میکرون آستر میانی اپوکسی MIO 60 میکرون رویهٔ پلی‌یورتان

بسیار سخت و ساحلی[۴]	Sa 3	40 میکرون آستر اپوکسی غنی از روی 40 میکرون رویهٔ اپوکسی MIO	60 میکرون آستر اپوکسی غنی از روی 60 میکرون لایهٔ میانی اپوکسی MIO 60 میکرون رویهٔ پلی‌یورتان	نواحی مانند ناحیهٔ جزر و مدی که نیاز به مطالعهٔ خاص دارد. در سایر موارد حداقل سه لایه اپوکسی با ضخامت کل 400 میکرون

(۱) به‌جای مقادیر این جدول، استفاده از یک سیستم رنگ‌آمیزی یا محافظت در مقابل خوردگی مطابق استانداردهای ملی سری ۶۵۹۴ به شرطی که مشخصات فنی مربوطه توسط کارشناس ذیصلاح تهیه شده و به تایید طراح برسد، بلامانع است.

(۲) شرایط ملایم، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی متوسط مساوی یا کمتر از 50%

(۳) شرایط سخت، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی بیش از 50% و مساوی یا کمتر از 80%

(۴) شرایط بسیار سخت، شرایط آب و هوایی با رطوبت نسبی متوسط بیش از 80%

(۵) در این حالت آماده‌سازی Sa 1 و یا St 2 نیز موردقبول است.

(۶) منظور از رطوبت نسبی متوسط، بیشترین مقدار رطوبت نسبی متوسط ماهانه در مرطوب‌ترین ماه سال است.

۱۰-۴-۷-۶ انبارداری رنگ

رنگ‌ها باید مطابق دستورالعمل سازنده انبار شوند. در صورت نبودن ضابطه‌ای برای نگهداری در دمای به‌خصوص، رنگ‌ها باید در مکانی با دمای محیط حداقل برابر 18 و حداکثر 35 درجهٔ سلسیوس انبار شوند. مدت نگهداری رنگ در انبار باید با تاریخ انقضای خواص مطلوب رنگ مطابق مشخصات تولیدکننده، مطابقت داشته باشد.

۱۰-۴-۷-۷ گالوانیزه کردن

عملیات گالوانیزه کردن باید با شیوه غوطه‌وری داغ در مخزن روی با خلوص 98 درصد مطابق استاندارد ASTM A123 انجام شود. قبل از عملیات گالوانیزه کردن سطح فلز باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه آلودگی‌های خارجی شود.

محل‌هایی کـه مورد عملیات جوشکاری قرار خواهند گرفت، نباید نزدیک‌تر از 50 میلی‌متر به محل جوش گالوانیزه شوند یا لایهٔ گالوانیزه از سطح آن‌ها زدوده شود. قسمت‌هایی که گالوانیزه نشده‌اند، مطابق آنچه در بخش رنگ‌آمیزی آورده شده است، باید مورد عملیات حفاظت در برابر خوردگی قرار گیرند.

الزامات ساخت، نصب و کنترل:

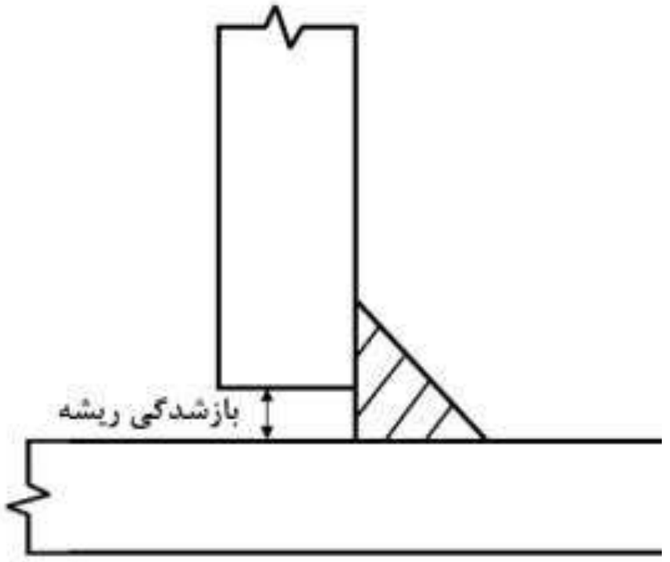
رواداری ها

۱۰-۴-۸ رواداری‌ها

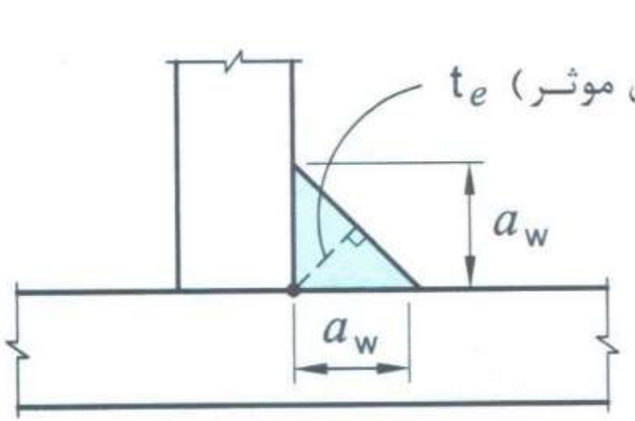
۱۰-۴-۸-۱ رواداری‌های جوش

۱۰-۴-۸-۱-۱ قطعاتی که باید به‌وسیلهٔ جوش گوشه به یکدیگر جوش شوند، باید تا حد امکان در تماس نزدیک با یکدیگر باشند. فاصلهٔ ریشه (بازشدگی درز) نباید از 5 میلی‌متر بزرگ‌تر شود. اگر فاصلهٔ ریشهٔ جوش گوشه از 2 میلی‌متر بزرگ‌تر شود، اندازهٔ ساق‌های جوش مندرج در نقشه، باید به‌اندازهٔ آن افزایش یابد، یا مهندس طراح باید تأیید نماید که ضخامت مؤثر گلوی موردنظر طراحی حاصل شده است (شکل ۱۰-۴-۸).

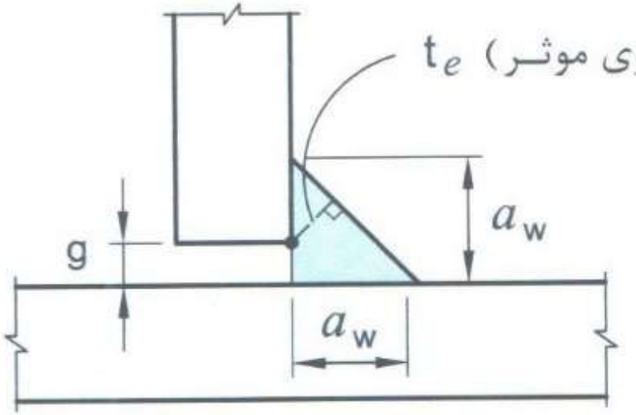
بازشدگی بین سطوح در تماس جوش‌های انگشتانه و کام و همچنین فاصلهٔ بین تسمهٔ پشت‌بند با ورق در درزهای لب‌به‌لب نباید از 2 میلی‌متر بزرگ‌تر شود. استفاده از مصالح پرکننده مجاز نیست، مگر اینکه استفاده از آن در نقشه‌ها تصریح شده باشد یا به تائید مهندس طراح برسد.



شکل ۱۰-۴-۸: بازشدگی ریشه



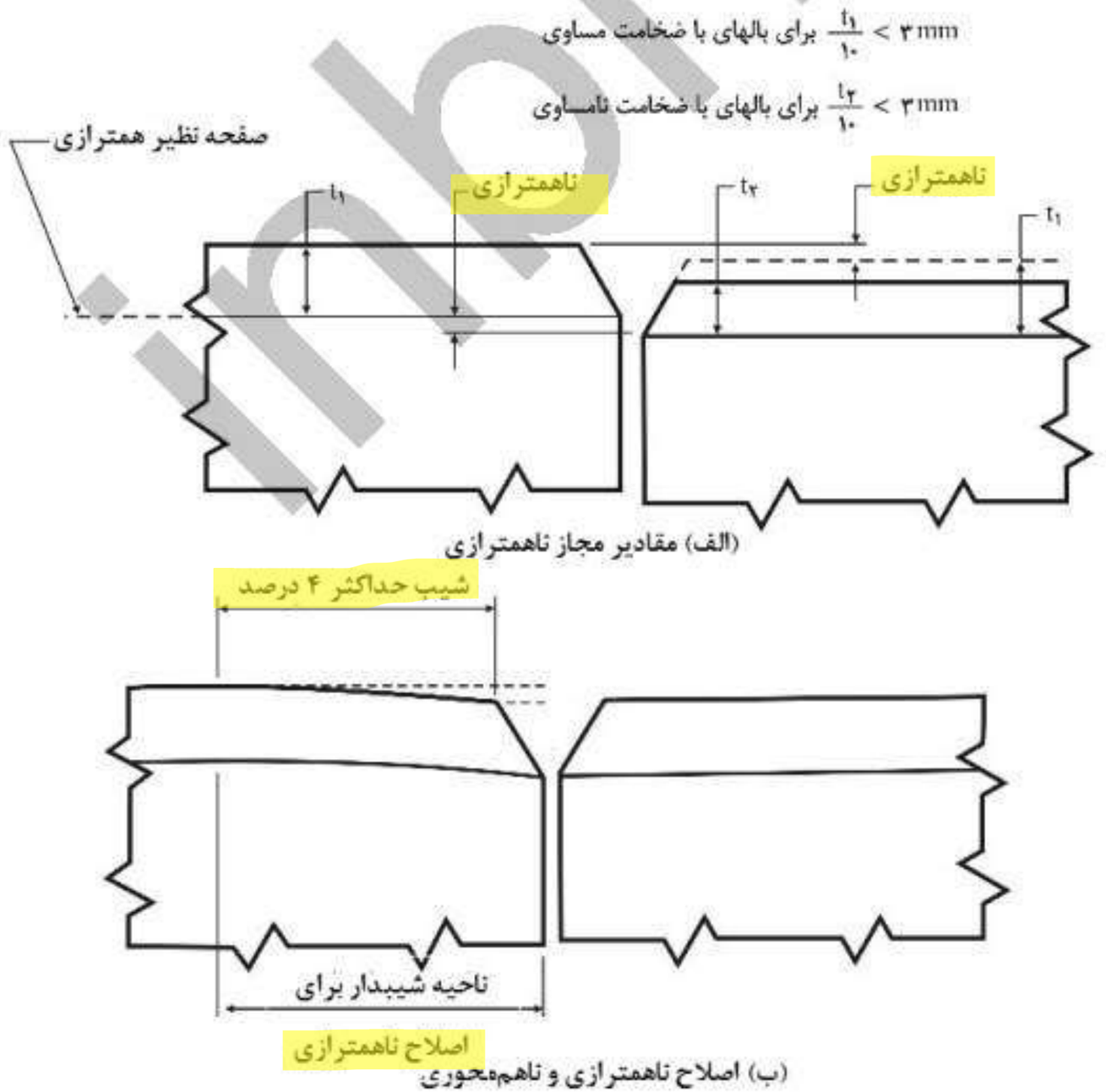
$$a_{w\,eq} = a_w$$
$$t_e = 0.707 a_w$$



$$a_{w\,eq} = a_w - g$$
$$t_e = 0.707(a_w - g)$$

بعد مؤثر جوش گوشه و گلوی مؤثر آن در اتصال گونیا

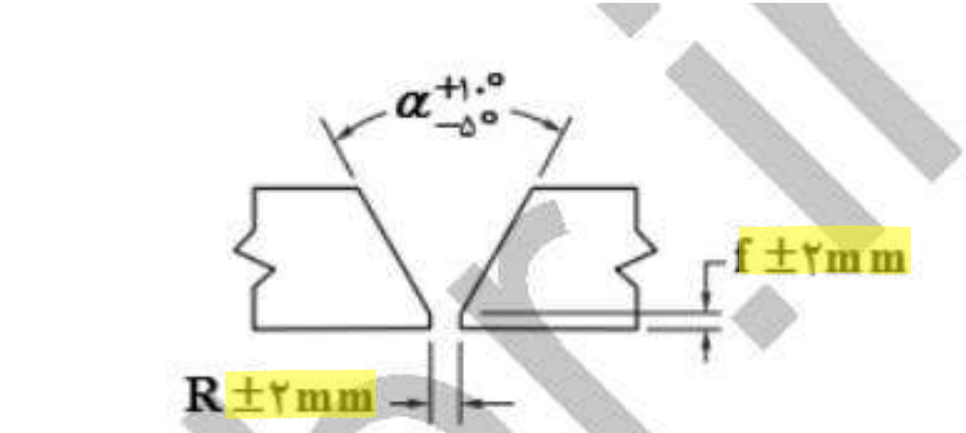
۱۰-۴-۸-۱-۲ قطعاتی که با جوش شیاری به‌صورت لب‌به‌لب به یکدیگر متصل می‌شوند، باید با دقت با یکدیگر همباد و تراز شوند. حداکثر ناهمترازی بین دو قطعه، مساوی 10 درصد ضخامت قطعهٔ نازک‌تر و حداکثر 3 میلی‌متر است. برای اصلاح ناهمترازی نباید شیبی بزرگ‌تر از 4 درصد در جوش به وجود آورد. ناهمترازی باید بر مبنای میانتار قطعات اندازه‌گیری شود، مگر اینکه در مشخصات فنی خصوصی به نحو دیگری مشخص شده باشد (شکل ۱۰-۴-۹).



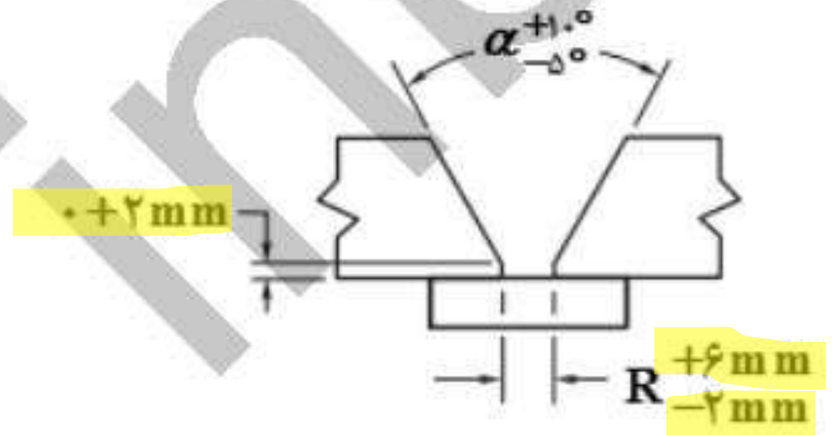
شکل ۱۰-۴-۹: ناهمترازی و اصلاح آن

۱۰-۴-۸-۱-۳ قطعاتی که توسط جوش شیاری با نفوذ نسبی در امتداد طولی به یکدیگر متصل می‌شوند، باید تا حد امکان در تماس با یکدیگر قرار گیرند. فاصلهٔ ریشه بین دو قطعه نباید از 5 میلی‌متر بزرگ‌تر شود.

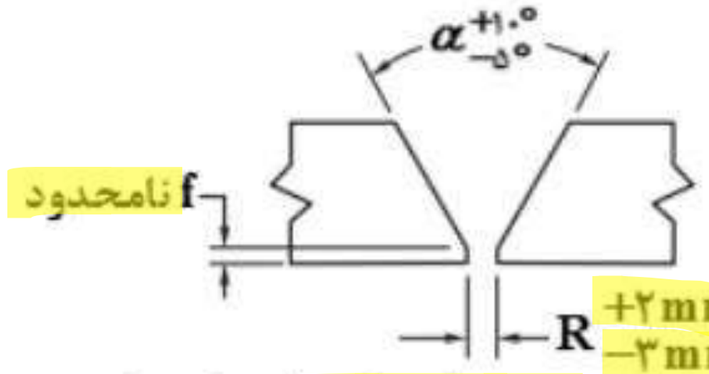
۱۰-۴-۸-۱-۴ رواداری‌های مربوط به زاویهٔ شیار، فاصلهٔ ریشه (R) و ضخامت ریشه (f) در جدول ۱۰-۴-۱۶ و شکل ۱۰-۴-۱۰ نشان داده شده است. درصورتی‌که ابعاد و اندازهٔ مقطع جوش اختلافی بیش از مقادیر ارائه‌شده در شکل با اندازهٔ نشان داده‌شده در نقشه‌ها داشته باشد، درز با شرایط زیر قابل‌پذیرش است. درصورتی‌که اختلاف فاصلهٔ ریشه با مقدار نقشه بزرگ‌تر از رواداری مجاز مذکور در شکل ۱۰-۴-۱۰ باشد ولی از دو برابر ضخامت ورق نازک‌تر یا 20 میلی‌متر (هرکدام که کوچک‌تر باشند) بزرگ‌تر نباشد، با استفاده از جوشکاری (قبل از جوشکاری درز اتصال) قابل اصلاح است.



(الف) جوش شیاری بدون پشت‌بند-بدون جوش پشت



(ب) جوش شیاری با تسمه پشت‌بند-بدون جوش پشت



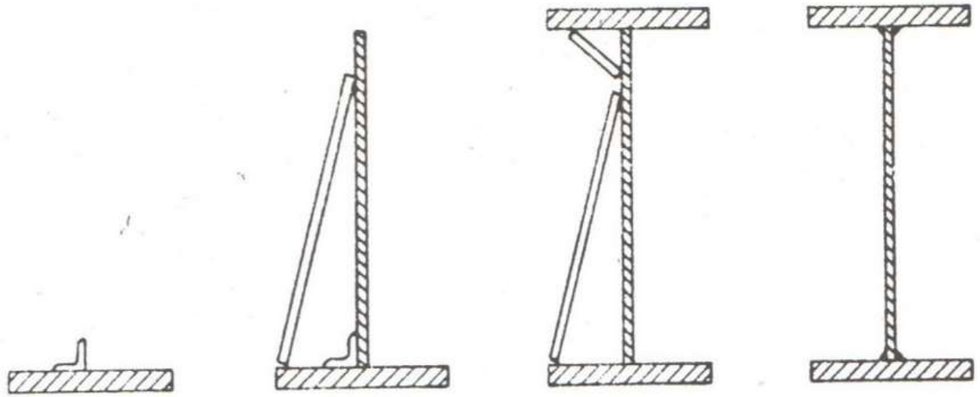
(پ) جوش شیاری بدون پشت‌بند-با جوش پشت

شکل ۱۰-۴-۱۰: رواداری‌های مونتاژ در درزها با جوش شیاری

جدول ۱۰-۴-۱۶: رواداری‌های مونتاژ در درزها با جوش شیاری

		با جوش پشت	بدون جوش پشت
۱- ضخامت ریشه (f)		نامحدود	±2 mm
۲- فاصلهٔ ریشه (R)	الف ـ بدون استفاده از پشت‌بند	+2 mm -3 mm	±2 mm
	ب- با استفاده از پشت‌بند	-	+6 mm -20 mm
۳- زاویهٔ شیار		+10° -5°	+10° -5°

۱۰-۴-۸-۱-۵ قطعاتی که به یکدیگر جوش می‌شوند، باید همباد یکدیگر قرار گرفته و تا اتمام جوشکاری، به‌وسیلهٔ پیچ، گیره، گوه، قید یا خال‌جوش در وضعیت خود تثبیت شوند. در صورت امکان استفاده از قیدها و قالب‌های تثبیت‌کننده، توصیه می‌شود. لازم است در قیدها آزادی‌های حرکتی مناسب برای جمع‌شدگی و تابیدگی وجود داشته باشد. جمع‌شدگی و تابیدگی معمولاً با تغییرشکل‌های اولیه عمدی در خلاف جهت این آثار جبران می‌شود.



شکل ۹ ـ ۱۵ ـ مراحل مونتاژ و جوشکاری ورق جان و بال تیرورق.

۱۰-۴-۸-۲ کنترل تابیدگی و جمع‌شدگی

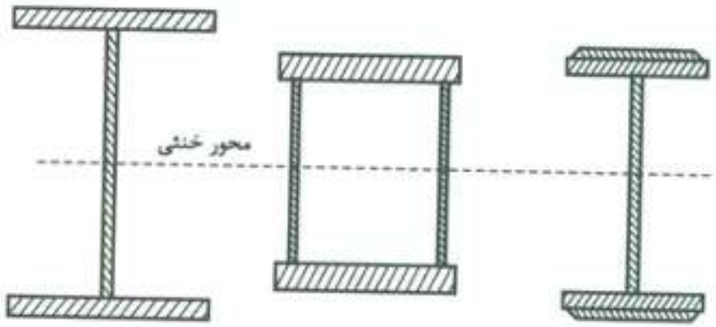
۱۰-۴-۸-۲-۱ در مونتاژ و انجام جوش درزهای اعضای ساخته‌شده از ورق یا نیمرخ و همچنین تقویت نیمرخ‌ها، دستورالعمل و توالی جوشکاری باید طوری انتخاب شود که مقادیر تابیدگی و جمع‌شدگی حداقل شود.

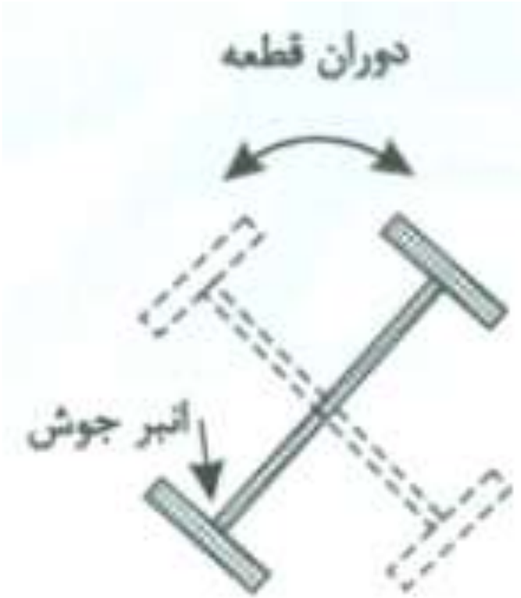
۱۰-۴-۸-۲-۲ تا حد امکان، توالی جوش‌ها باید طوری انتخاب شود که حرارت جوشکاری در حین پیشرفت جوشکاری، متعادل شود.

۱۰-۴-۸-۲-۳ سازنده باید روش مونتاژ، دستورالعمل جوشکاری و توالی جوشکاری را طوری انتخاب نماید که قطعهٔ به‌دست‌آمده منطبق بر ضوابط کنترل کیفی قطعه باشد. قبل از شروع جوشکاری، توالی جوشکاری و برنامهٔ کنترل تابیدگی باید جهت اطلاع و اظهارنظر به نمایندهٔ کارفرما تسلیم شود.

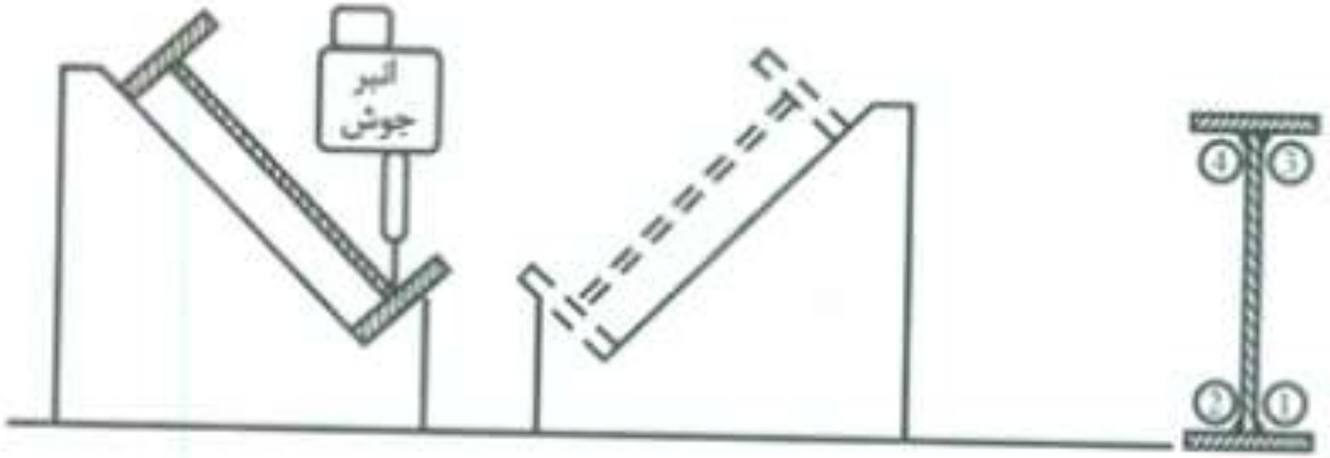
۱۰-۴-۸-۲-۴ مسیر پیشرفت جوشکاری یک عضو، باید از نقطه با گیرداری بیشتر به سمت نقطه با آزادی بیشتر باشد.

۱۰-۴-۸-۲-۵ در هنگام مونتاژ، درزهایی که از آن‌ها انتظار جمع‌شدگی بزرگ‌تری می‌رود، باید قبل


محور خنثی


دوران قطعه
انبر جوش

3
2
1
4


انبر
جوش
4
3
2
1

از درزهایی که انتظار جمع‌شدگی کمتری از آن‌ها داریم، جوش شوند. جوشکاری این درزها باید تا حد امکان با به‌کارگیری کمترین قیدهای حرکتی کمی انجام شود.

۱۰-۴-۸-۲-۶ در ساخت اعضای ساخته شده از ورق و نیمرخ، قطعه‌سازی باید قبل از مونتاژ انجام شود. یعنی ابتدا باید ورق‌ها مطابق ابعاد داده‌شده در نقشه‌ها سرهم شوند و سپس مونتاژ و جوش عضو انجام شود. اعضا با طول بلند را می‌توان به چند قطعه تقسیم نمود. در هنگام وصله‌کردن قطعات فوق در کارگاه یا کارخانه، جوشکاری بال‌ها و جان باید نسبت به محورهای ضعیف و قوی مقطع، متعادل باشد.

۱۰-۴-۸-۲-۷ در جوشکاری با وجود قیدهای خارجی ممانعت‌کننده از جمع‌شدگی، جوشکاری باید به‌طور پیوسته تا اتمام کل کار یا رسیدن به نقطه‌ای انجام یابد که دارای آزادی حرکت است. در حین جوشکاری نباید اجازه داده شود دمای درز کمتر از دمای مقرر برای پیش‌گرمایش یا دمای بین دفعات عبور شود.

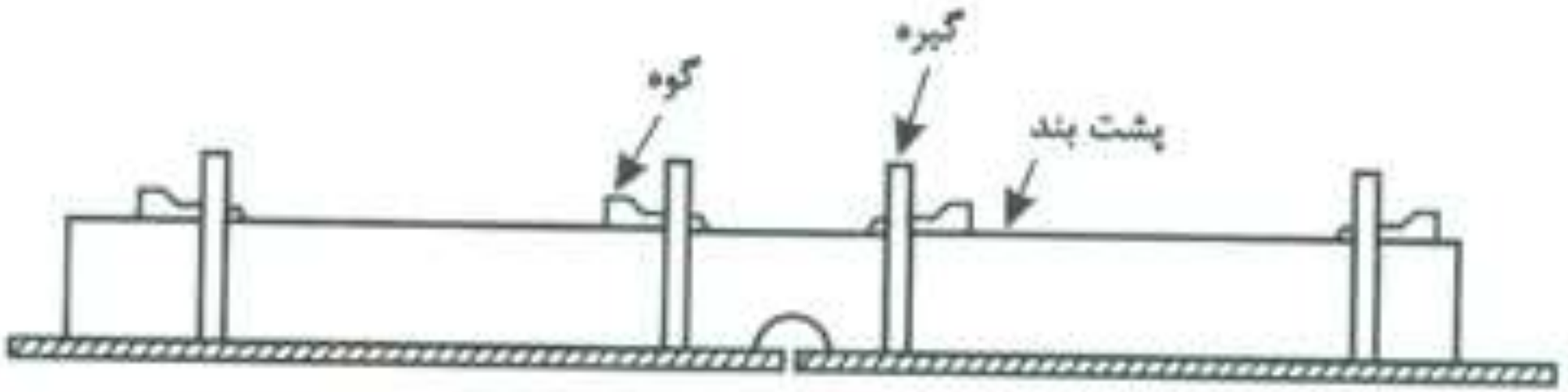
تسمه سازی

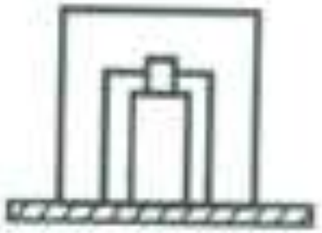
تسمه سازی به معنای ساخت و اتصال اجزاء یک عضو و اتصال آنها به یکدیگر به منظور ساخت عضو اصلی است.

تسمه سازی فقط در مورد اعضای ساخته شده از ورق به کار می رود. از آنجایی که ورق به صورت رول برش نخورده و یا اغلب به طول ۶ متری برش خورده در بازار موجود می باشد و از طرفی اکثر دستگاه های برش گیوتین قابلیت برش ورق تا طول ۶ متر را دارا می باشند، جهت ساخت اعضای سازه نظیر ستون ها و یا حتی شاه تیرها که دارای طول بیش از ۶ متر می باشند تسمه سازی امری اجتناب ناپذیر می باشد.

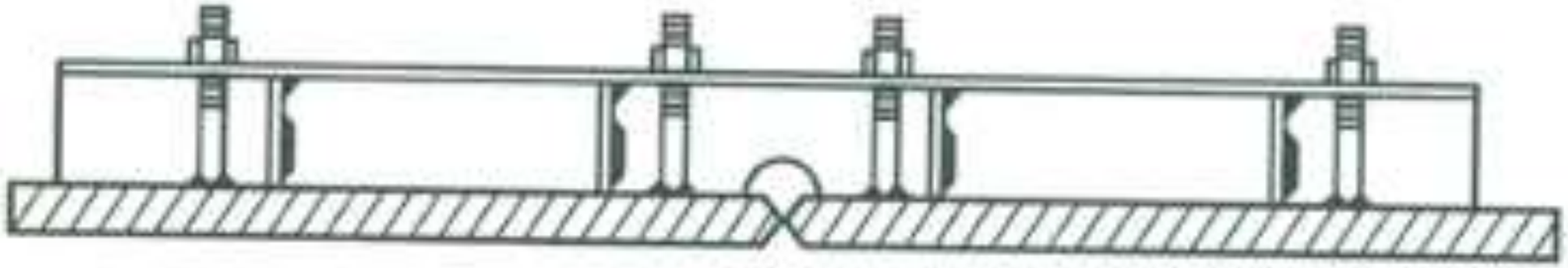
در تسمه سازی باید از تسمه ورق های صاف و بدون پیچیدگی و یا شمشیری استفاده شود. مونتاژ و یا سرهم کردن صحیح تسمه ها و رعایت محل قرارگیری بندهای جوش در قطعه نهایی از نکات بسیار مهم در کیفیت نهایی و کارآیی تیر ورق ها می باشد.

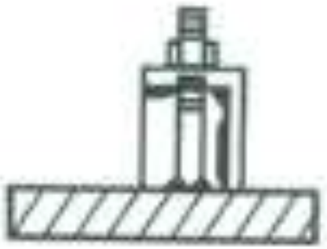
در مرحله مونتاژ تسمه ها روی یک شاسی مسطح در راستای یک سری صفحات عمودی کوچک (به صورت لچکی) که از قبل به صورت ریسمانی در یک راستا قرار گرفته اند، قرار می گیرند و درز جوش ها هم راستا شده و با خال جوش و ناودان کنار جوش به هم متصل می شوند.

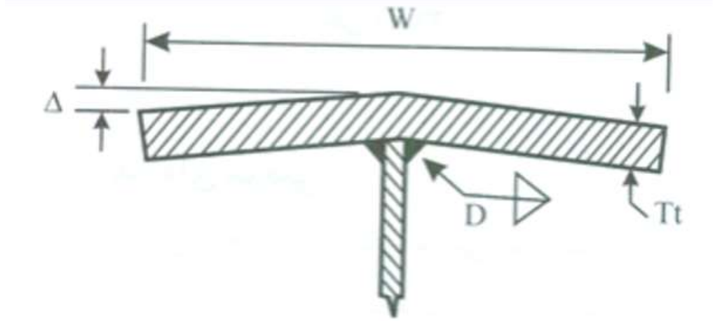




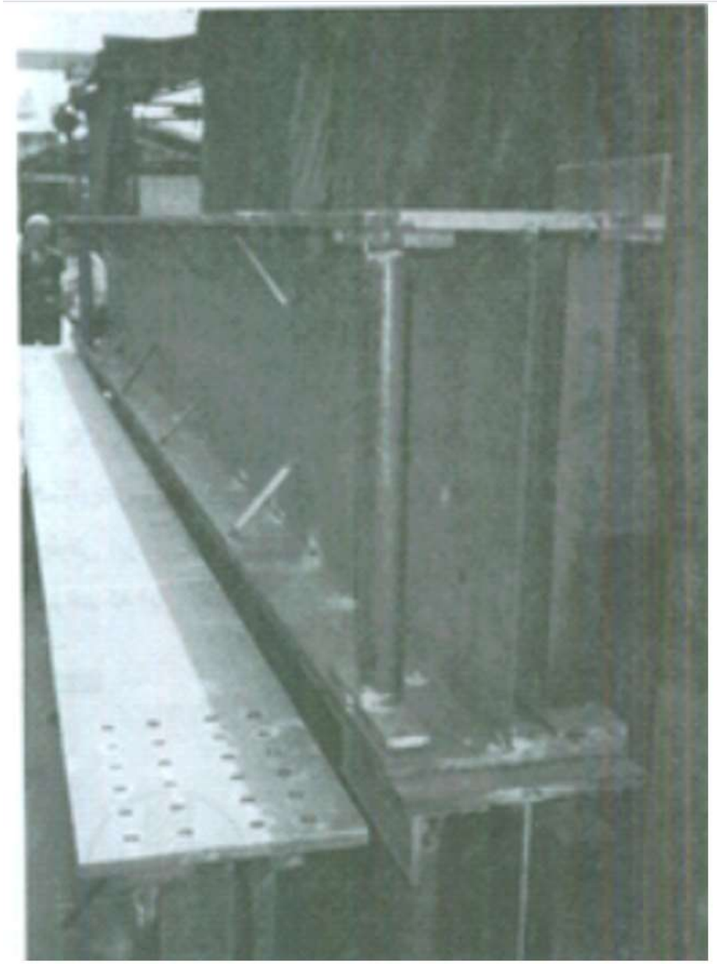
استفاده از پشت بند و گیره و گوه برای هم راستایی ورق ها



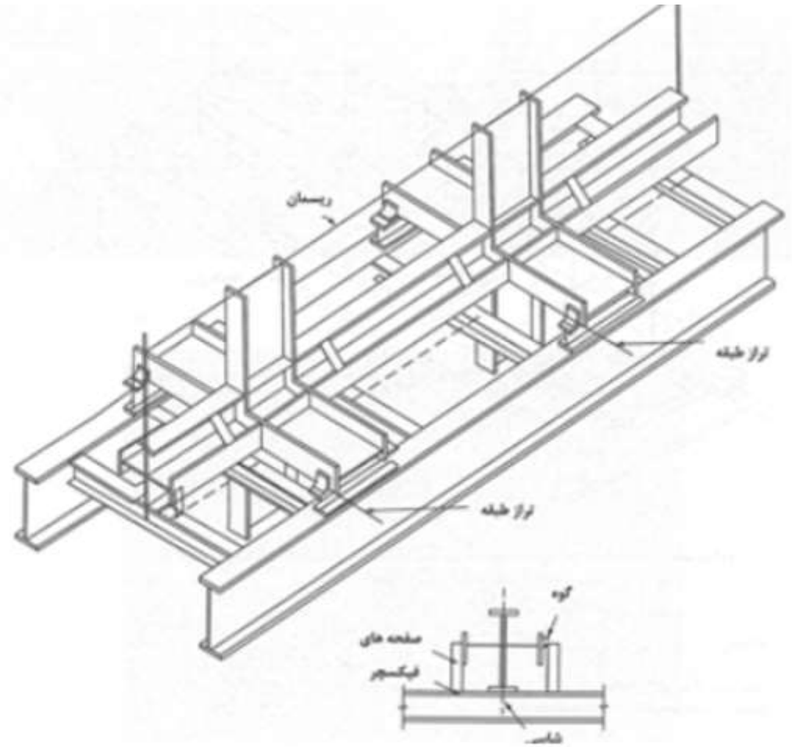




شکل هلالی شدن بال تیر ورق



شکل روش کاهش تحدب بال

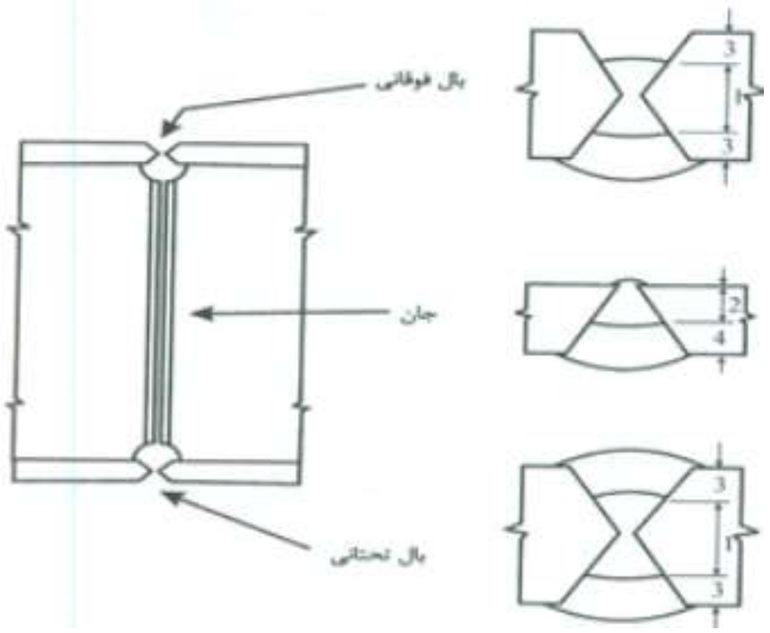


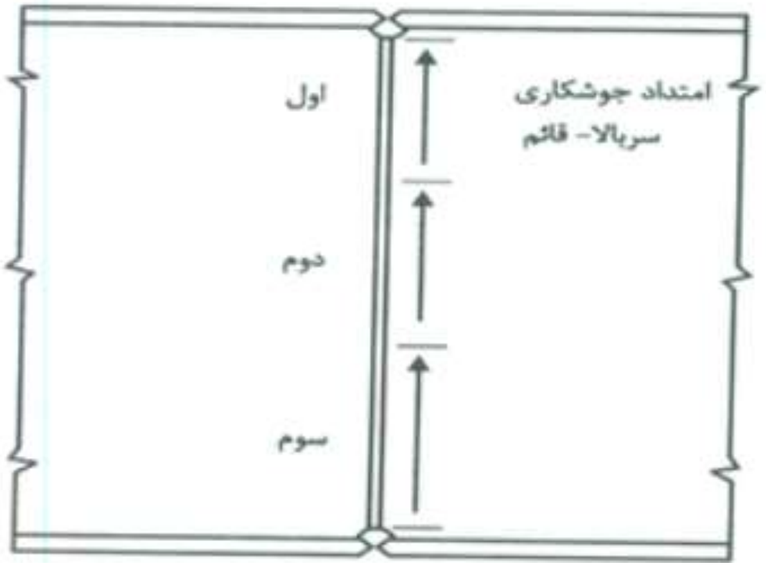
شکل فیکسچر مونتاژ نهایی قطعات الحاقی دستک ها روی هسته ستون جعبه ای شکل

(الف) درز V (جناغی یک‌طرفه)، ساده‌ترین آماده‌سازی و دارای تمایل به تغییرشکل زاویه‌ای.

(پ) زمانی که ورق‌ها نمی‌توانند برگردانده شوند، مقدار جوش سقفی می‌تواند با ادامه دادن بخش بالایی درز X تا حدا کثر $\frac{۳}{۴}$ ضخامت ورق، کاهش یابد (جناغی دوطرفهٔ نامتقارن).

(ب) درز X (جناغی دوطرفه)، برای ورق ضخیم‌تر مقدار فلز جوش را کاهش می‌دهد. چنانچه جوش‌ها به‌صورت متناوب در بالا و پایین اجرا شود، هیچ تغییرشکل زاویه‌ای ایجاد نمی‌شود.





الزامات ساخت، نصب و کنترل:

روادارى هاى ابعادى

۱۰-۴-۸-۳ رواداری‌های ابعادی

۱۰-۴-۸-۳-۱ برای ستون‌ها و اعضای اصلی خرپا که با استفاده از جوش ساخته می‌شوند، بدون توجه به سطح مقطع عضو، میزان انحراف مجاز در هم‌راستایی عضو (انحراف محور عضو از خط راست) برابر است با:

- برای اعضای با طول کمتر از 9 متر:

$$3\ \text{mm} \times \frac{\text{طول عضو بر حسب متر}}{3}$$

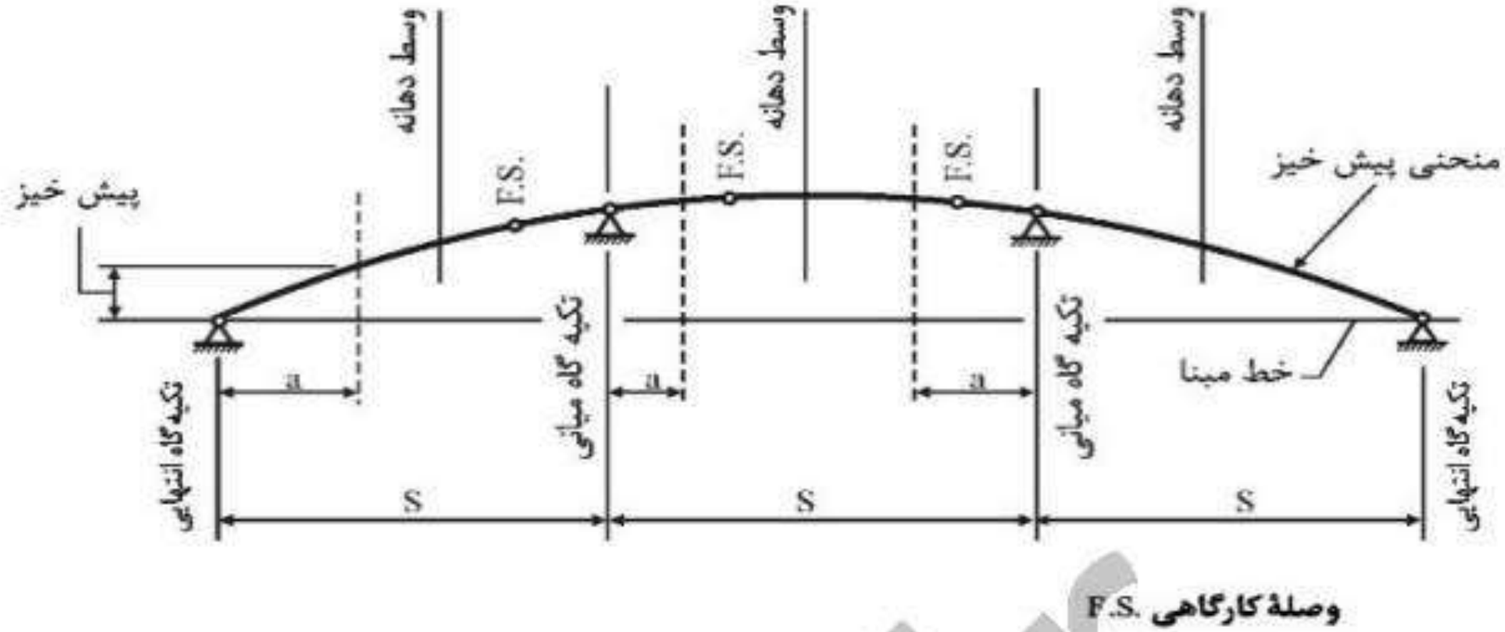
- برای اعضای با طول 9 تا 14 متر مساوی 9 میلی‌متر.
- برای اعضای با طول بزرگ‌تر از 14 متر:

$$9\ \text{mm} + 3\ \text{mm} \times \frac{(\text{طول عضو بر حسب متر} - 14)}{3}$$

۱۰-۴-۸-۳-۲ برای تیرها و شاه‌تیرهای جوش شده که در آن‌ها پیش‌خیزی در نظر گرفته نشده باشد، بدون توجه به شکل و ابعاد مقطع، میزان انحراف مجاز از راستای مستقیم برابر است با:

$$3\ \text{mm} \times \frac{\text{طول عضو بر حسب متر}}{3}$$

۱۰-۴-۸-۳-۳ برای تیرها و شاه‌تیرها، (مختلط و غیر مختلط)، بدون توجه به شکل و ابعاد مقطع، در پیش‌نصب قطعات عضو در کارخانه، میزان انحراف مجاز از انحنای پیش‌خیز در نظر گرفته‌شده برای عضو (مطابق شکل ۱۰-۴-۱۱) برابر است با:



شکل ۱۰-۴-۱۱: روش اندازه‌گیری پیش‌خیز تیرها

در وسط دهانه: در وسط دهانه میزان انحراف مجاز باید مطابق جدول ۱۰-۴-۱۷ در نظر گرفته شود.

جدول ۱۰-۴-۱۷: میزان انحراف مجاز در وسط دهانه

طول دهانه	انحراف مجاز
$< 20\ m$	-0 تا +20 mm
$\geq 20\ m$ و $\leq 30\ m$	-0 تا +30 mm
$> 30\ m$	-0 تا +40 mm

در تکیه‌گاه‌ها: در تکیه‌گاه‌ها میزان انحراف مجاز باید به شرح زیر در نظر گرفته شوند:

$\pm 0\ mm$ برای تکیه‌گاه‌های انتهایی

$\pm 3\ mm$ برای تکیه‌گاه‌های میانی

در نقاط میانی: در نقاط میانی میزان انحراف مجاز باید به شرح زیر در نظر گرفته شوند:

$$-0 \text{ و } +\frac{۴a(۱-a/s)}{s}\times b$$

که در آن:

$a =$ فاصلهٔ نقطهٔ موردنظر تا نزدیک‌ترین تکیه‌گاه (متر)

$s =$ طول دهانه (متر)

$b =$ 20 میلی‌متر برای دهانه‌های کوچک‌تر از 20 متر،

30 میلی‌متر برای دهانه‌های مساوی یا بزرگ‌تر از 20 متر و کوچک‌تر از 30 متر،

40 میلی‌متر برای دهانه‌های مساوی یا بزرگ‌تر از 30 متر

یادآوری: بدون توجه به چگونگی نمایش پیش‌خیز در نقشه‌ها، علامت (+) نشان‌دهندهٔ بالای منحنی پیش‌خیز و علامت (-) نشان‌دهندهٔ پایین این منحنی است.

اندازه‌گیری‌های پیش‌خیز باید در حالت بدون بار انجام شود.

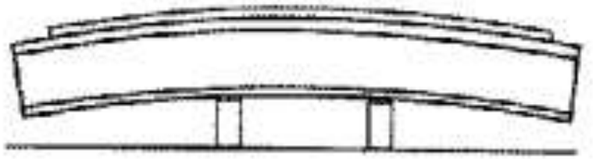
۱۰-۴-۸-۳-۴ برای تیرها با انحنای افقی، انحراف مجاز از منحنی مقرر در وسط دهانه برابر است با:

$$\pm 3\ \text{mm} \times \frac{\text{طول عضو بر حسب متر}}{3}$$

مشروط بر اینکه تیر دارای انعطاف‌پذیری جانبی کافی برای اتصال مهاربندی عرضی بدون وارد نمودن آسیب به اعضای سازه‌ای باشد.

۱۰-۴-۸-۳-۵ برای اعضای ساخته‌شده از ورق (نظیر مقاطع H و I و T)، حداکثر اختلاف بین محور مرکزی جان و محور مرکزی بال در محل‌های تماس، مساوی حداقل $0.01b_f$ یا 6 میلی‌متر است (شکل ۱۰-۴-۱۲).

اگر نیاز به پیش خیز بیشتری باشد

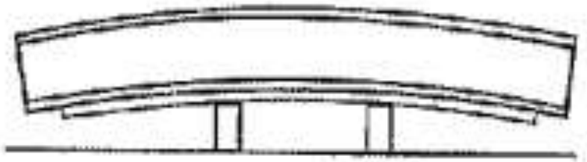


اگر نیاز به پیش خیز کمتری باشد

وضعیت جوشکاری

وضعیت پهره برداری

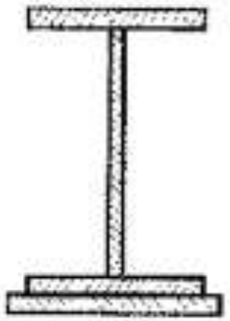
(الف) وقتی که عرض ورق تقویتی کوچکتر از عرض بال است



اگر نیاز به پیش خیز بیشتری باشد

اگر نیاز به پیش خیز کمتری باشد

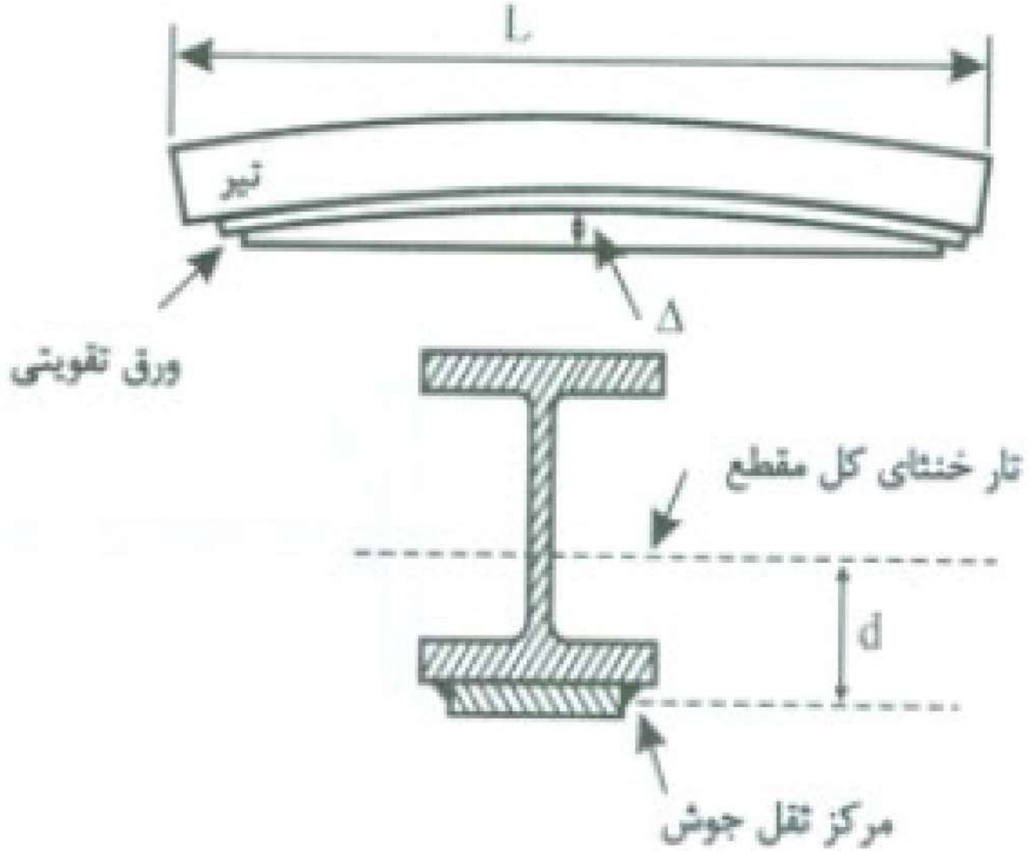
وضعیت جوشکاری



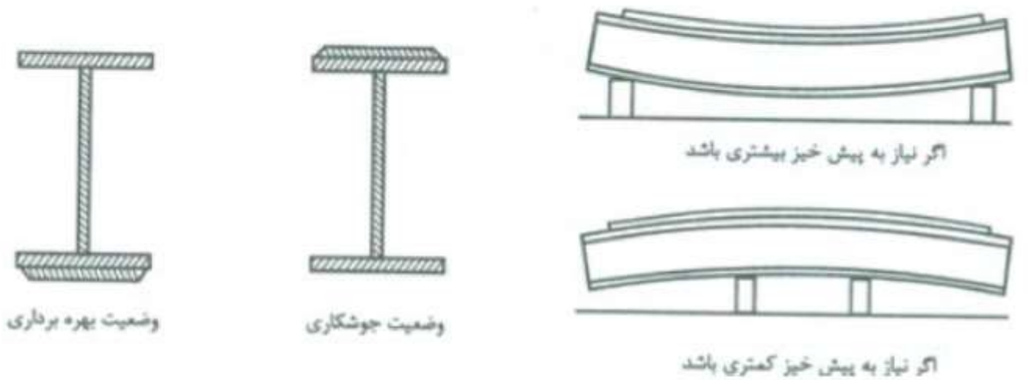
وضعیت پهره برداری

(ب) وقتی که عرض ورق تقویتی بزرگتر از عرض بال است

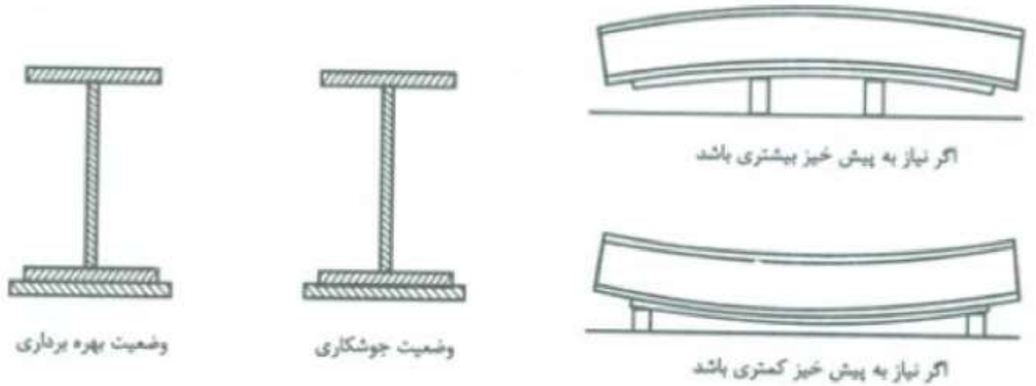
- بسیاری از اوقات، جهت افزایش ظرفیت خمشی تیرهای نورد شده، ورق های تقویتی به بال های آنها اضافه می شود. معمولاً دو ورق تقویتی به گونه ای قرار می گیرند که تقارن مقطع را نسبت به محور افقی حفظ کنند از آنجایی که بتن کف در تیر های مرکب (مختلط) با اتصالات برشگیر بر روی بال فوقانی، به صورت مرکب با تیر عمل می 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 تکیه 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 تکیه 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، تکیه می دهد.



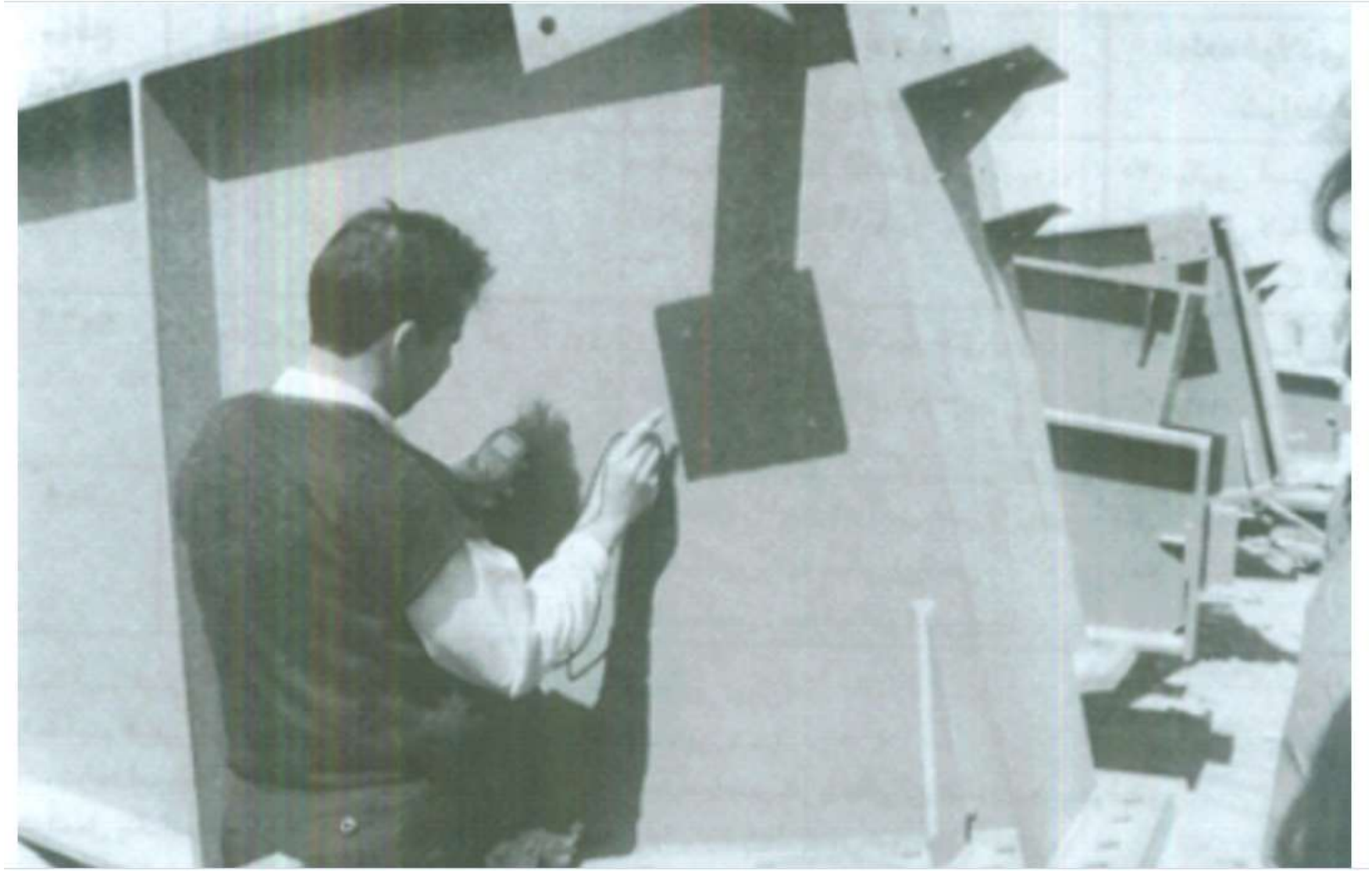
- اگر عرض ورق تقویتی کوچکتر از عرض بال تیر باشد، به طور معکوس به بال جوش گردد.
- اتکای تیر در نزدیکی نقاط انتهایی آن، انحنای نهایی را افزایش و حال آنکه اتکای تیر در نزدیکی نقطه میانی این کمیت را کاهش می دهد.
- اما در صورتی که عرض ورق تقویتی بیشتر از بال تحتانی باشد، باید در موقعیت مستقیم جوش شود.



وقتی که عرض ورق تقویتی کوچکتر از عرض بال است

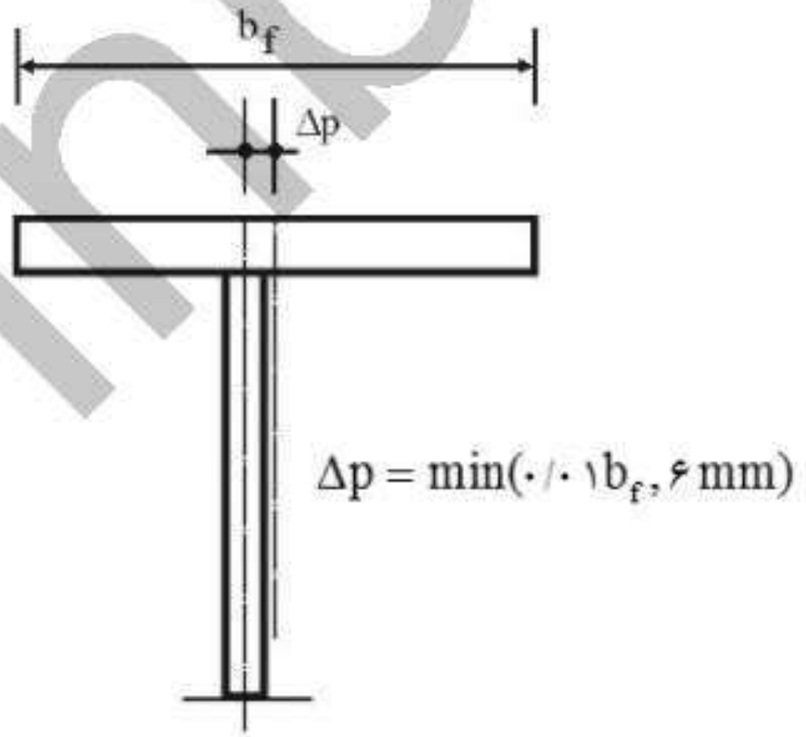


وقتی که عرض ورق تقویتی بزرگتر از عرض بال است



ضخامت سنجی رنگ با دستگاه رالکومتر

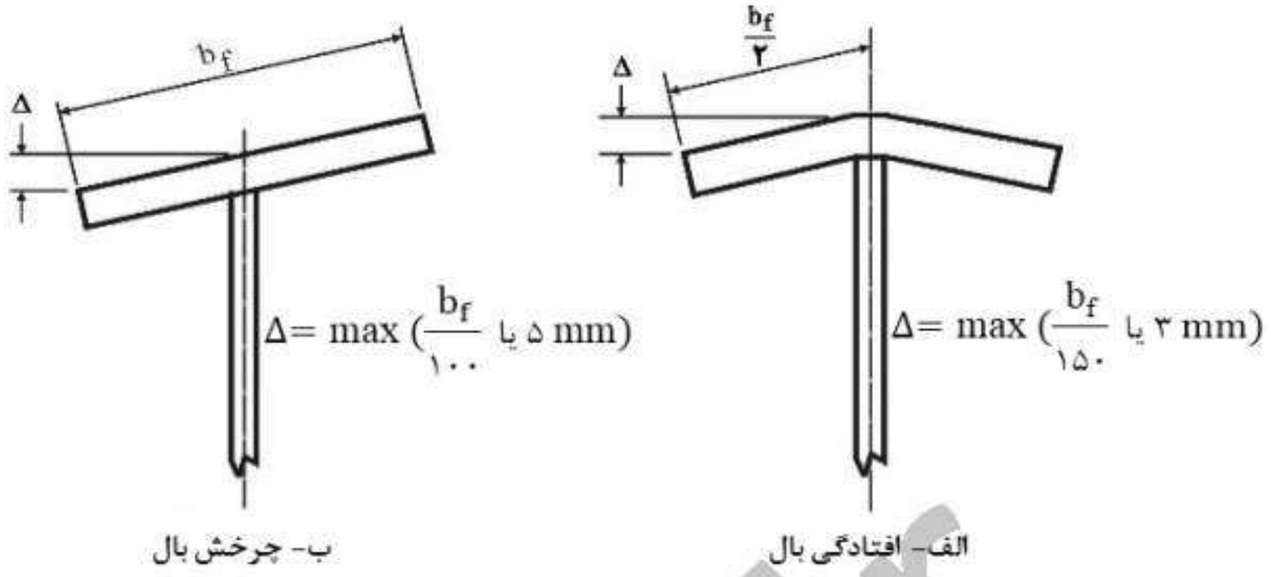
محور مرکزی جان و محور مرکزی بال در محل‌های تماس، مساوی حداقل $0.01b_f$ یا 6 میلی‌متر است (شکل ۱۰-۴-۱۲).



شکل ۱۰-۴-۱۲: رواداری محل اتصال جان به بال

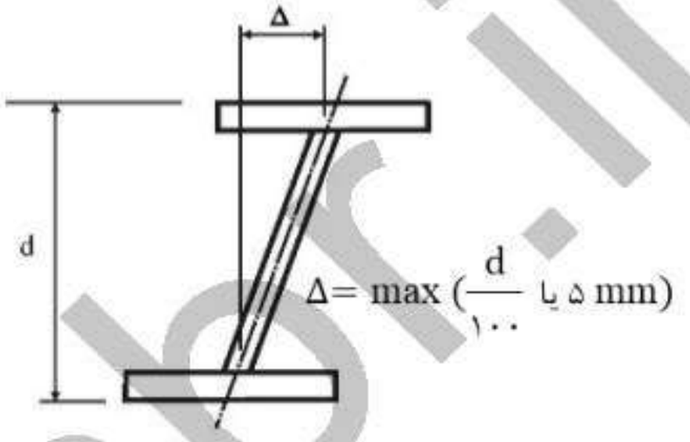
۱۰-۴-۸-۳-۶ برای تیرها، انحراف مجاز از صفحه‌ای بودن جان تیر مساوی $\frac{d}{150}$ بوده که در آن d ارتفاع تیر است.

۱۰-۴-۸-۳-۷ میزان رواداری چرخشی و افتادگی بال و اعوجاج مقطع در مقاطع ساخته‌شده از ورق مطابق شکل ۱۰-۴-۱۳ است:



ب- چرخش بال

الف- افتادگی بال



پ- اعوجاج مقطع

شکل ۱۰-۴-۱۳: رواداری‌های انحراف بال

۱۰-۴-۸-۳-۸ برای تیرورق‌های ساخته شده از ورق، رواداری مجاز پهنای بـال مساوی ±3 میلی‌متر برای پهنای کوچک‌تر یا مساوی 300 میلی‌متر و ±4 میلی‌متر برای پهنای بزرگ‌تر است. رواداری مجاز در ارتفاع کل تیر که در صفحهٔ مرکزی جان اندازه‌گیری می‌شود، مطابق جدول ۱۰-۴-۱۸ است.

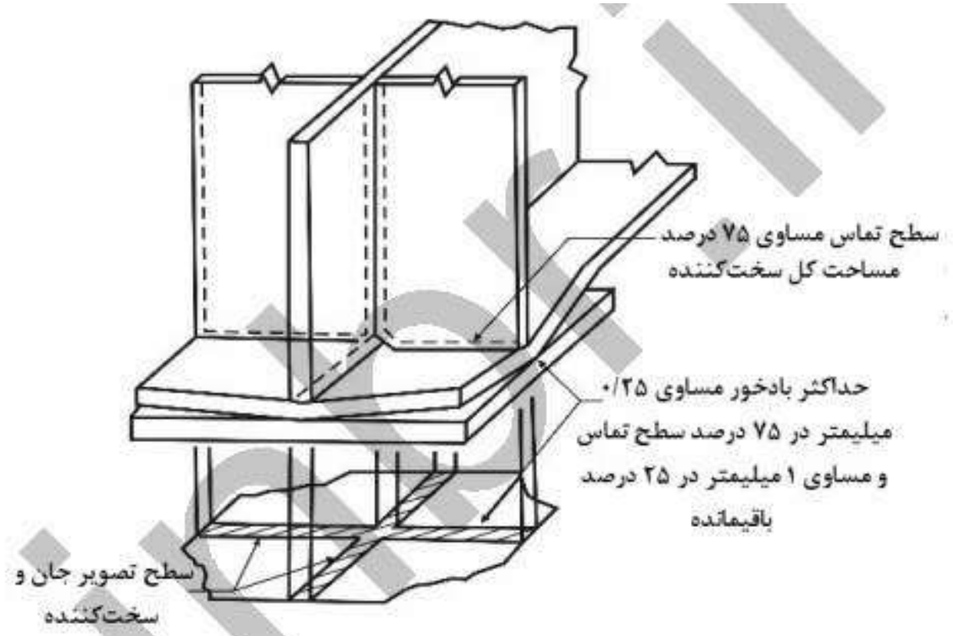
جدول ۱۰-۴-۱۸: رواداری مجاز ارتفاع کل تیرورق

ارتفاع کل تیر (میلی‌متر)	رواداری مجاز (میلی‌متر)
$d \leq 900$	±3
$900 < d \leq 1800$	±5
$d > 1800$	+8 و -5

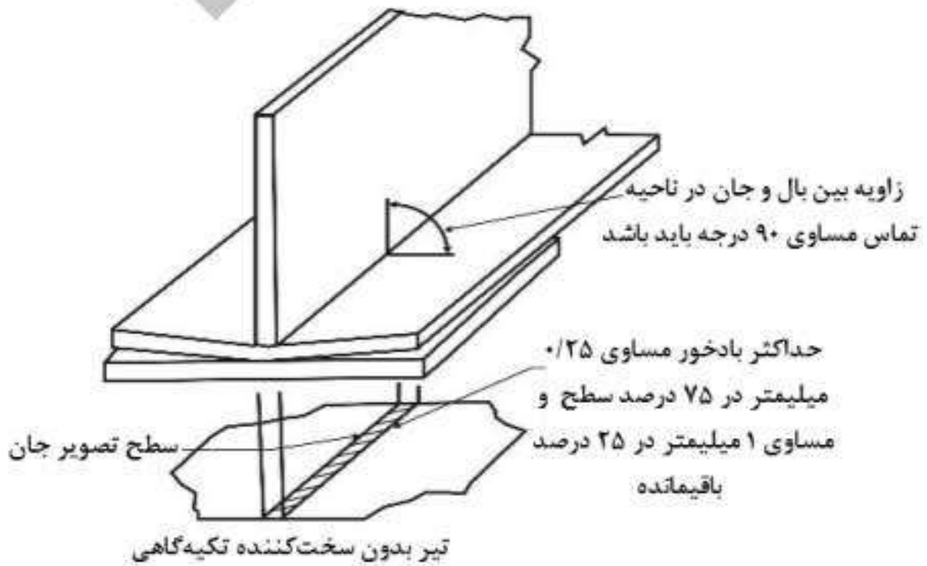
۱۰-۴-۸-۴ رواداری سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی در محل بارهای متمرکز

انتهای سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی باید نسبت به جان گونیا و در تماس با بال باشد. حداقل 75 درصد مساحت کل سخت‌کننده باید در تماس با بال باشد.

سطح خارجی بال تیر که بر صفحهٔ نشیمن فولادی تکیه می‌کند، در 75 درصد سطح تصویر جان و سخت‌کننده‌ها باید در تماس با صفحهٔ نشیمن با حداکثر 0.25 میلی‌متر جدایی باشد. در 25 درصد باقی‌مانده حداکثر جدایی 1 میلی‌متر است. درصورتی‌که سخت‌کنندهٔ انتهایی موجود نباشد، حداکثر جدایی در 75 درصد سطح تصویر جان، 0.25 میلی‌متر و مساوی 1 میلی‌متر در 25 درصد سطح باقی‌مانده است. در این حالت زاویهٔ بین بال تحتانی و جان (با حفظ رواداری بند ۱۰-۴-۸-۳-۷) باید 90 درجه باشد. شکل‌های ۱۰-۴-۱۴ و ۱۰-۴-۱۵ رواداری‌های فوق را نشان می‌دهند.



شکل ۱۰-۴-۱۴: رواداری در محل تماس تیر با تکیه‌گاه - تیر با سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی



شکل ۱۰-۴-۱۵: رواداری در محل تماس تیر با تکیه‌گاه - تیر بدون سخت‌کنندهٔ تکیه‌گاهی

۳:۳۸

۱۰-۴-۸-۴-۱ هم امتداد بودن سخت‌کننده‌های اتکایی جفت: حداکثر رواداری غیر هم‌راستا بودن سخت‌کننده‌های اتکایی جفت که در طرفین جان عضو قرار دارند، نسبت به یکدیگر مساوی $\pm\frac{t_w}{3}$ است. t_w ضخامت جان عضو است.

۱۰-۴-۸-۴-۲ انحنای داخل و خارج از صفحهٔ لبهٔ سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی و جانمایی آن: میزان حداکثر رواداری در انحنای سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی مطابق جدول ۱۰-۴-۱۹ است:

جدول ۱۰-۴-۱۹: انحنای سخت‌کننده‌های تکیه‌گاهی

رواداری (میلی‌متر)	ارتفاع تیرورق (میلی‌متر)
6	≤ 1800
13	> 1800

حداکثر رواداری انحراف محور مرکزی واقعی سخت‌کننده از محور مرکزی مقرر آن مساوی $\pm\frac{t}{2}$ است. t ضخامت سخت‌کننده است.

۱۰-۴-۸-۵ رواداری سخت‌کننده‌های میانی

۱۰-۴-۸-۵-۱ انحنای داخل و خارج از صفحهٔ لبهٔ سخت‌کننده‌های میانی: میزان حداکثر رواداری در انحنای سخت‌کنندهٔ میانی مطابق جدول ۱۰-۴-۲۰ است:

جدول ۱۰-۴-۲۰: انحنای سخت‌کنندهٔ میانی

رواداری (میلی‌متر)	ارتفاع تیر (میلی‌متر)
13	≤ 1800
20	> 1800

inbr

ناشاقولی ستون

۱۰-۴-۸-۶ ناشاقولی ستون‌ها

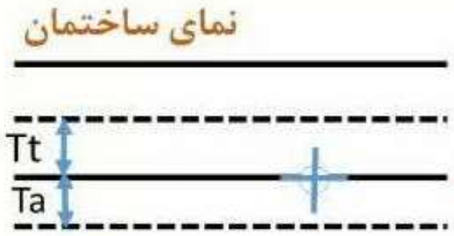
در خصوص کنترل ناشاقولی ستون‌ها رعایت الزامات زیر ضروری است:

الف) حداکثر جابه‌جایی محور ستون از محل مقرر در نقشه‌ها مساوی ± 6 میلی‌متر است.

ب) رواداری ناشاقولی ستون‌های خارجی به سمت نما و تمام ستون‌ها به سمت داخل ساختمان، مطابق شکل ۱۰-۴-۱۶ است. رواداری ناشاقولی ستون‌های مجاور شفت آسانسور مثل ستون‌های خارجی به سمت نما است.

رواداری ناریسمانی ستون‌ها

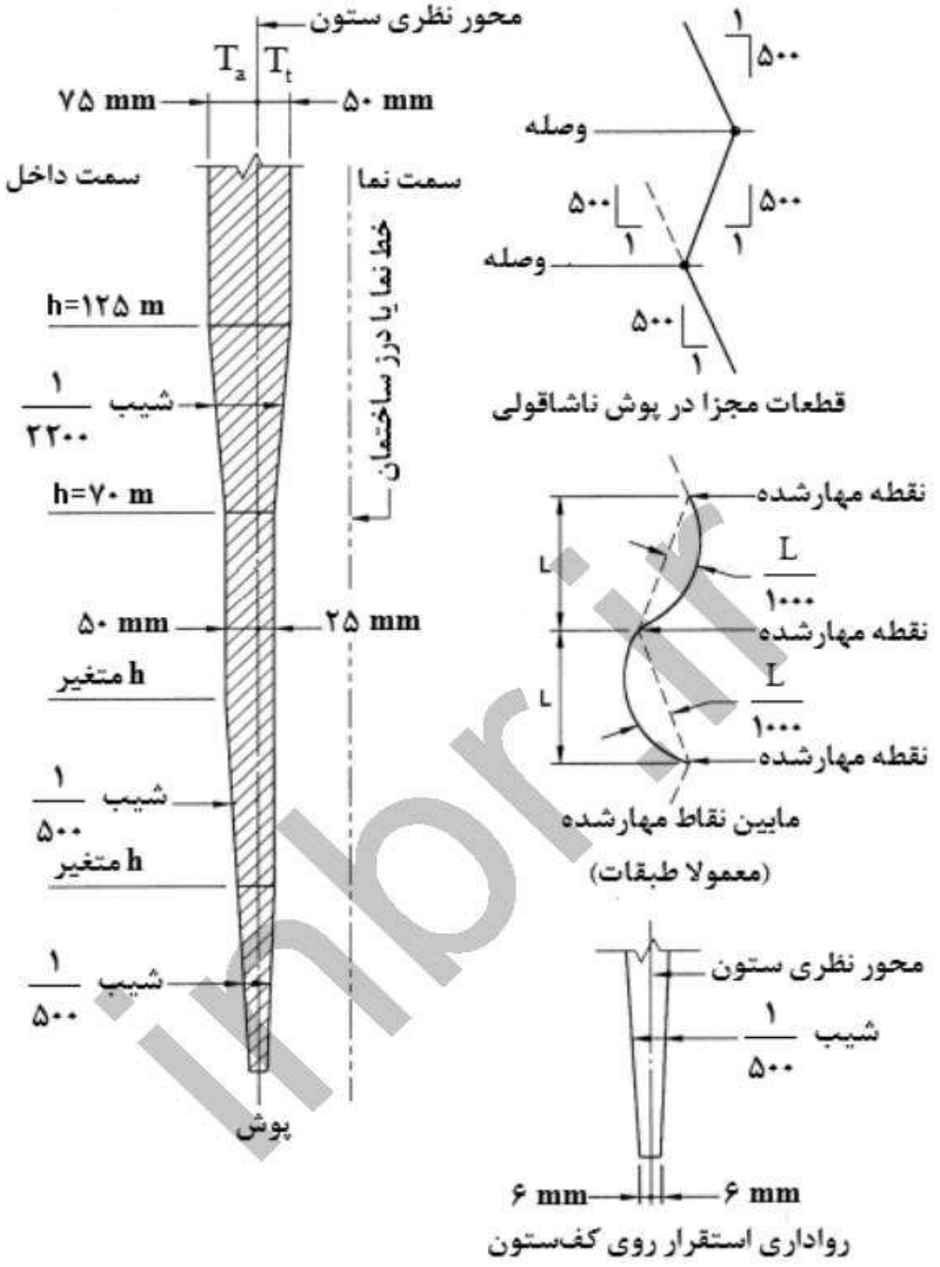
✓ هر ستون نسبت به محور نظری خود می‌تواند یک ناشاقولی داشته باشد.



(رواداری ناریسمانی ستون‌ها)

Tt : رواداری ناشاقول در سمت نما

Ta : رواداری ناشاقولی در سمت داخل



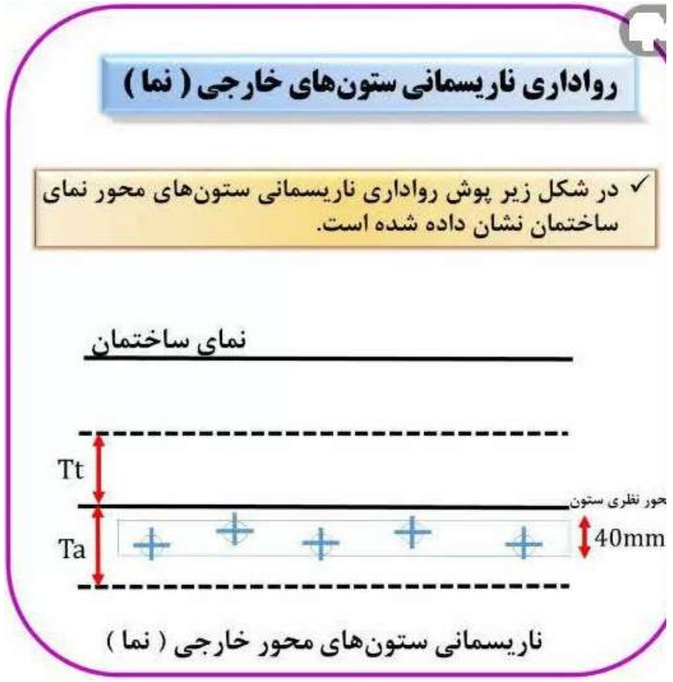
شکل ۱۰-۴-۱۶: پوش ناشاقولی ستون

inpir.ir

ت) در شکل ۱۰-۴-۱۷ پوش رواداری ناراستایی ستون‌های محور نمای ساختمان نشان داده شده است.

در مورد ستون‌های داخلی، ناراستایی در محدودهٔ پوش ناشاقولی مجاز است (شکل ۱۰-۴-۱۸).

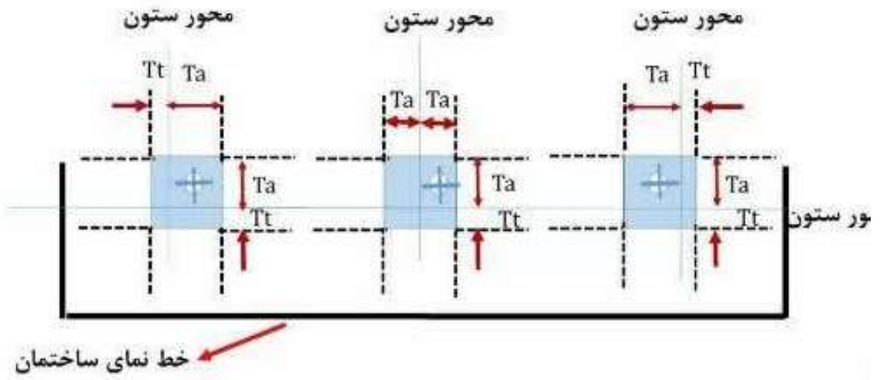
ث) رواداری ابعادی عرض و ارتفاع مقطع ستون مساوی ± 4 میلی‌متر است.



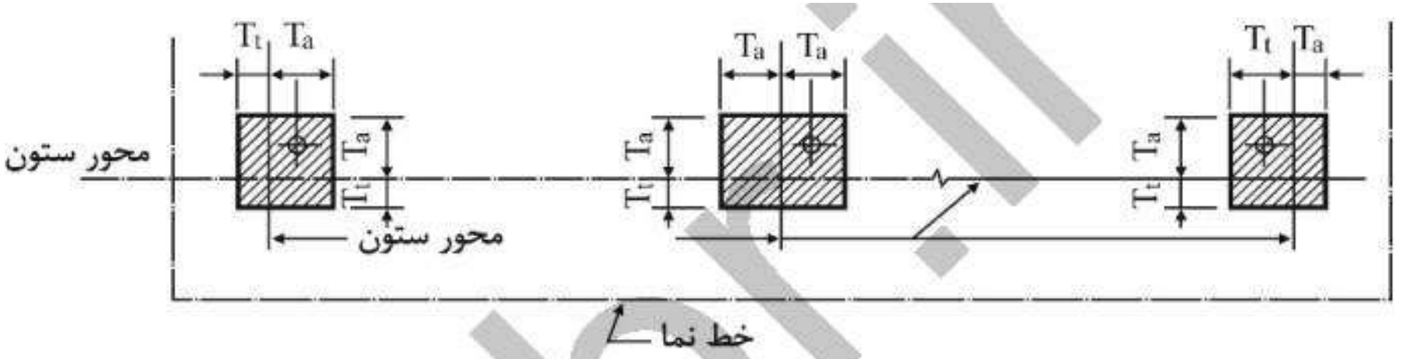
شکل ۱۰-۴-۱۷: ناراستایی ستون‌های محور خارجی

رواداری ناریسمانی ستون‌های داخلی

✓ برای بررسی مقدار رواداری ناریسمانی ستون‌های داخلی محدوده ناشاقولی هر ستون را در هر دو جهت افقی و همچنین عمود بر آن پیدا می‌کنیم ستون می‌تواند بدون هیچ محدودیتی در این قسمت قرار گیرد.



(ناریسمانی ستون‌های داخلی)



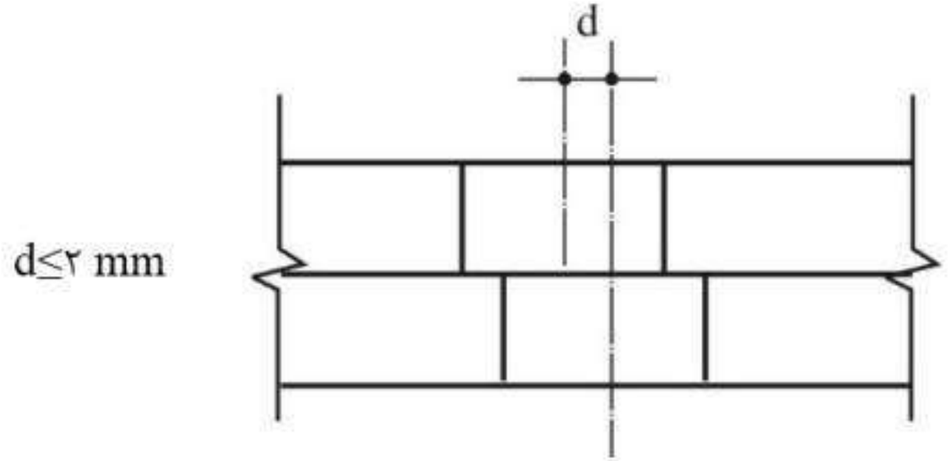
شکل ۱۰-۴-۱۸: ناراستایی ستون‌های داخلی

رواداری سوراخ پیچ ها

۱۰-۴-۸-۷ رواداری مرکز سوراخ پیچ‌ها

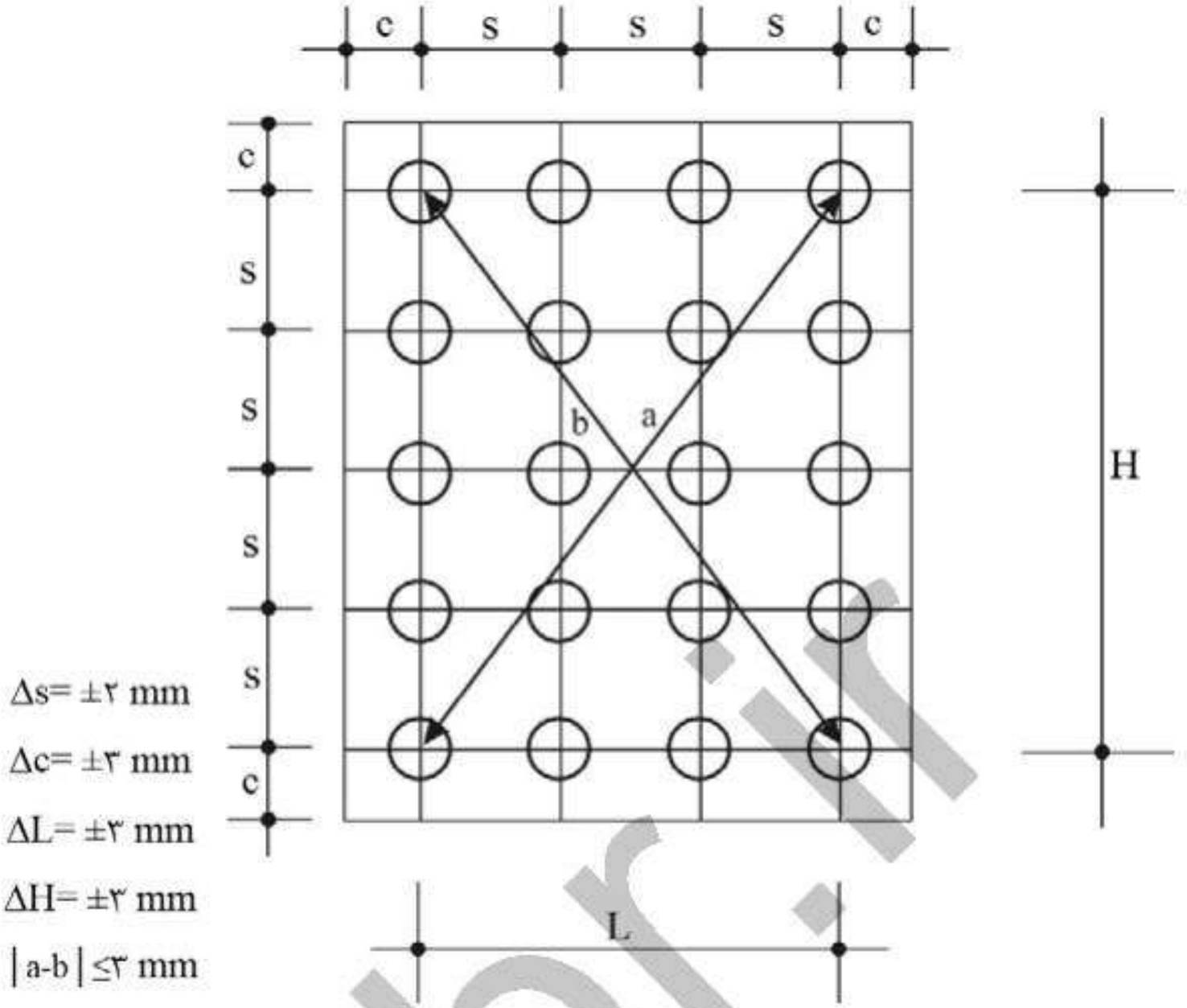
در خصوص رواداری مرکز سوراخ پیچ‌ها، رعایت الزامات زیر ضروری است:

الف) رواداری هم‌محور بودن مرکز سوراخ پیچ‌ها در دو قطعهٔ متصل‌شونده مطابق شکل ۱۰-۴-۱۹ است:



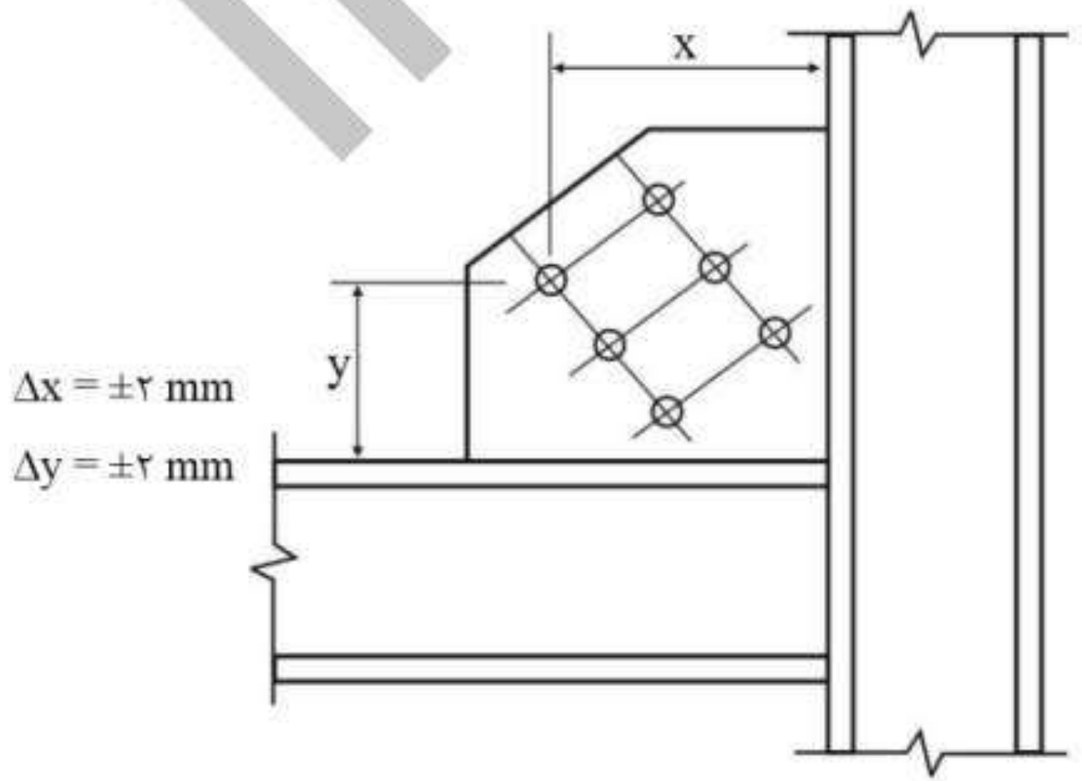
شکل ۱۰-۴-۱۹: هم‌محور بودن مرکز سوراخ پیچ‌ها در دو قطعهٔ متصل‌شونده

ب) رواداری فواصل مرکز سوراخ پیچ‌ها نسبت به فواصل مقرر در نقشه‌ها مطابق شکل ۱۰-۴-۲۰ است:



بازرسی سوراخ کاری

پ) رواداری مختصات مرکز سوراخ پیچ‌ها نسبت به مختصات مقرر در نقشه‌ها مطابق شکل ۱۰-۴-۲۱ است:



شکل ۱۰-۴-۲۱: رواداری مختصات سوراخ پیچ‌ها نسبت به مختصات مقرر در نقشه‌ها

الزامات ساخت، نصب و کنترل:

کنترل کیفیت و تضمین کیفیت

و الزامات اجرایی لرزه ای

۱۰-۴-۹ کنترل کیفیت، تضمین کیفیت و الزامات اجرایی لرزه‌ای

۱۰-۴-۹-۱ کلیات

الزامات این بخش که تحت عنوان الزامات اجرایی لرزه‌ای ارائه می‌شود، باید علاوه بر الزامات عمومی ساخت، نصب و کنترل (الزامات عمومی بخش‌های ۱۰-۴-۱ تا ۱۰-۴-۸)، در اجرای اعضا، اجزا و اتصالات سیستم باربر جانبی لرزه‌ای ساختمان رعایت شود.

۱۰-۴-۹-۲ مدارک تضمین کیفیت (QA)

دستگاه تضمین کیفیت باید مدارک زیر را به نمایندهٔ کارفرما، مقام قانونی مسئول و کارفرما ارائه نماید:

الف) رویه‌های انجام بازرسی مستمر و کنترل عملیات دستگاه تضمین کیفیت شامل موارد زیر:

۱- رویهٔ انتخاب و مدیریت نفرات بازرسی، شامل نحوه آموزش، کسب تجربه و آزمون‌های موردنیاز به‌منظور تأیید صلاحیت نفرات بازرسی

۲- رویهٔ بازرسی دستگاه تضمین کیفیت شامل بازرسی عمومی، کنترل مصالح و بازرسی چشمی جوش

ب) مدارک صلاحیت حرفه‌ای مدیریت و نفرات دستگاه تضمین کیفیت که برای پروژه به کار گرفته می‌شوند.

پ) مدارک سوابق بازرسان و تکنسین‌های آزمایش‌های غیر مخرب (NDT) که در پروژه به کار گرفته می‌شوند.

ت) رویهٔ اجرایی NDT و سوابق واسنجی تجهیزاتی که برای NDT مورداستفاده قرار می‌گیرد.

ث) رویهٔ اجرایی و تجهیزات آزمایش بتن برای ساخت‌وساز مختلط

۱۰-۴-۹-۳ نفرات بازرسی و آزمایش‌های غیر مخرب

علاوه بر ضوابط ارائه‌شده در بندهای ۱۰-۴-۳-۶-۳ و ۱۰-۴-۳-۶-۵، بازرسی چشمی باید توسط بازرس ارشد صورت گیرد و همچنین اشخاصی مجاز به انجام آزمایش‌های غیر مخرب هستند که در پایهٔ 2 یا بالاتر آزمون‌های غیر مخرب ارزیابی شده باشند.

۱۰-۴-۹-۴ وظایف بازرس

نحوه مستندسازی و وظایف بازرس در دستگاه‌های کنترل کیفیت (QC) و تضمین کیفیت (QA) برای اعضاء و اجزای سیستم باربر لرزه‌ای باید مطابق جدول‌های ۱۰-۴-۲۱ تا ۱۰-۴-۳۰ باشد. در این جدول‌ها، علامت‌های O، P و D به شرح زیر است:

الف) مشاهده (O)

بازرس مربوطه باید این موارد را مشاهده و بررسی نماید. این بررسی و مشاهده شامل تمامی موارد نشده و می‌تواند به‌صورت غیرمنظم ولی روزانه انجام شود. به‌هرحال تعداد بازرسی‌ها رافع مسئولیت QA و QC نیست. در این حالت ادامهٔ ساخت موکول به انجام بازرسی نیست.

ب) انجام (P)

این فعالیت‌ها باید برای هر مورد انجام پذیرد و انجام مرحلهٔ بعدی منوط به صدور تأییدیهٔ مرحلهٔ قبل است.

پ) مستندسازی (D)

بازرس باید گزارش‌هایی تهیه نماید که نشان دهد که کار براساس مستندات قرارداد انجام می‌شود. برای ساخت در کارخانه گزارش باید دربردارندهٔ شمارهٔ قطعه بازرسی شده باشد برای کار در کارگاه، گزارش باید شامل محور، طبقه و تراز ارتفاعی بازرسی شده باشد. کارهایی که مطابق قرارداد اجرا نشده یا مطابق قرارداد نبوده ولی به‌صورت رضایت بخشی تعمیر شده است، باید در گزارش بازرسی قید شوند.

۱۰-۴-۹-۵ بازرسی جوش و آزمایش‌های غیر مخرب

بازرسی جوش و آزمایش‌های غیر مخرب باید نیازمندی‌های این بخش را فراهم نماید.

۱) بازرسی چشمی جوش:

بازرسی چشمی جوش باید توسط نفرات در دستگاه کنترل کیفیت (QC) و تضمین کیفیت (QA) انجام شود. حداقل وظایف این دو دستگاه در جداول ۱۰-۴-۲۱ تا ۱۰-۴-۲۳ ارائه شده است.

۲) آزمایش‌های غیر مخرب اتصالات جوشی:

علاوه بر الزامات بخش‌های قبل، آزمایش‌های غیر مخرب جوش باید مطابق ضوابط این بخش انجام شود.

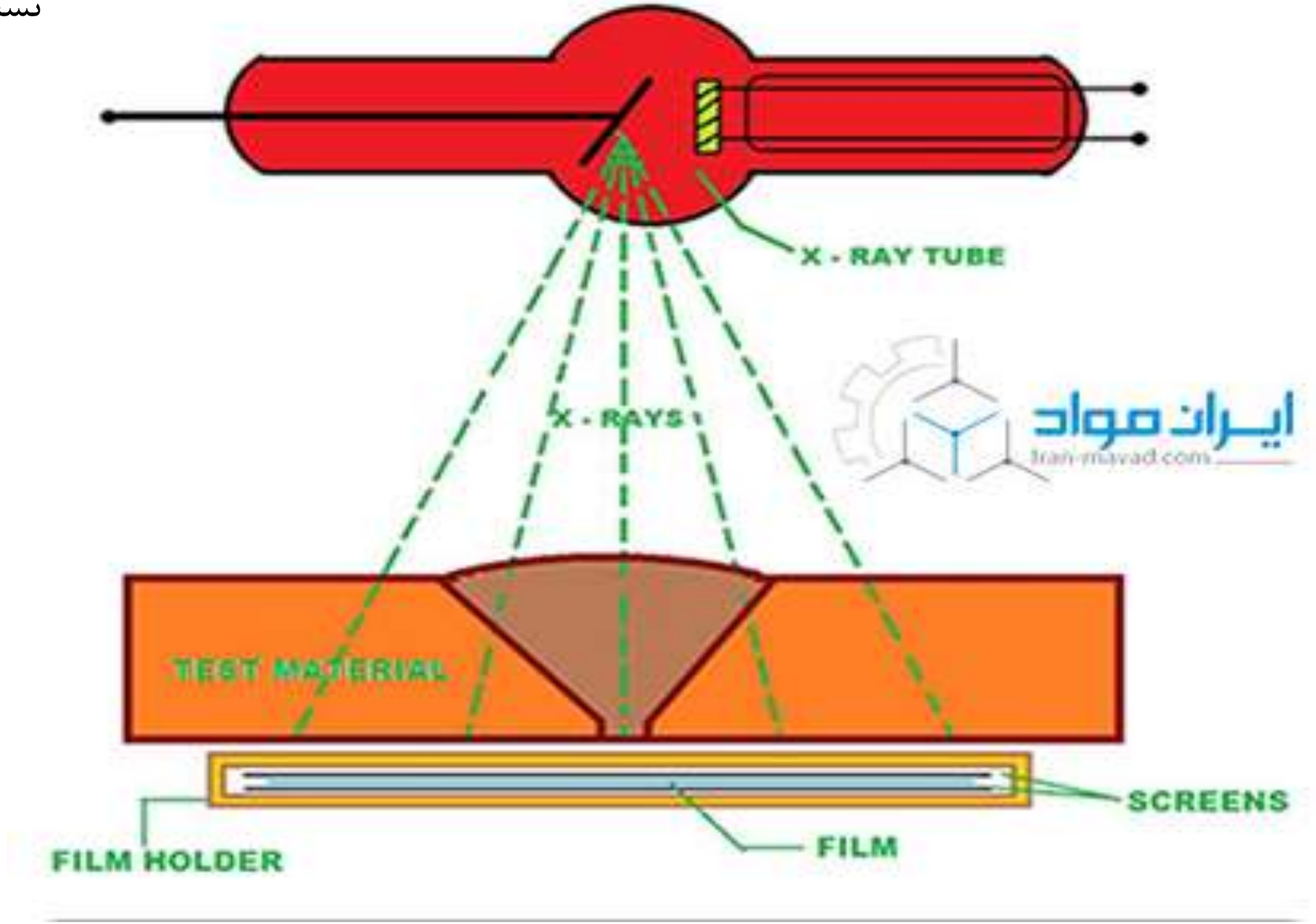
۲-الف) آزمایش‌های غیر مخرب جوش‌های شیاری با نفوذ کامل:

۱۰۰ درصد جوش‌های شیاری با نفوذ کامل که ضخامت فلز پایهٔ آن بیش از 8 میلی‌متر باشد، باید آزمایش پرتونگاری (RT) یا فراصوت (UT) شود. ضوابط پذیرش ناپیوستگی‌های جوش، مطابق ضوابط مندرج در آیین‌نامهٔ جوشکاری ساختمانی ایران (نشریه ۲۲۸) است. علاوه بر آن برای 25 درصد از جوش‌های شیاری با نفوذ کامل اتصال تیر به ستون باید آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) انجام شود. کاهش درصد آزمایش‌های فراصوت و ذرات مغناطیسی براساس ضوابط بند ۱۰-۴-۴-۲ مجاز است.

۲-ب) آزمایش‌های غیر مخرب فلز پایه برای پارگی ورقه‌ای و لایه‌ای شدن:

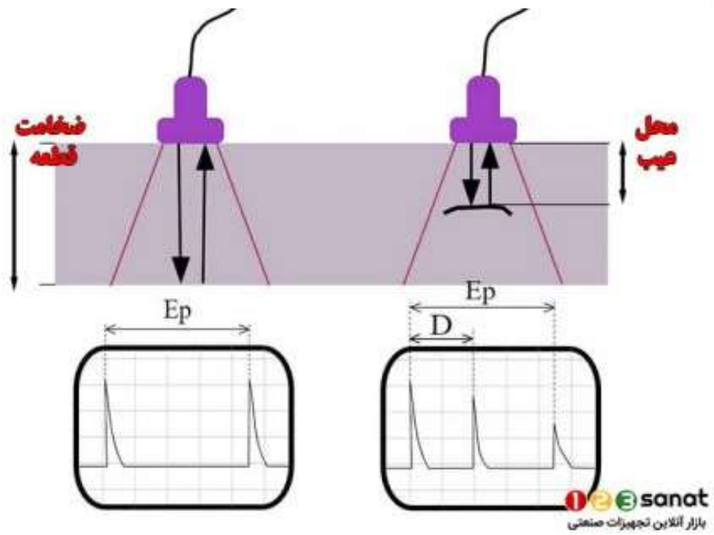
در اتصالات سپری (T شکل) و گوشه (L شکل) مطابق شکل ۱۰-۴-۲۲، درصورتی‌که ضخامت فلز پایه مساوی یا بیش از 40 میلی‌متر و ضخامت قطعهٔ متصل به آن با جوش شیاری با نفوذ کامل مساوی یا بیش از 20 میلی‌متر باشد، باید آزمایش فراصوت جهت تشخیص لایه‌ای شدن فلز پایه، در پشت و مجاورت خط امتزاج جوش انجام شود. هرگونه ناپیوستگی به فاصلهٔ $\frac{t}{4}$ از سطح فولاد باید مطابق ضوابط مندرج در آیین‌نامهٔ جوشکاری ساختمانی ایران (نشریهٔ ۲۲۸) پذیرفته یا مردود شود. t ضخامت فلز پایه است.

تست R.T.

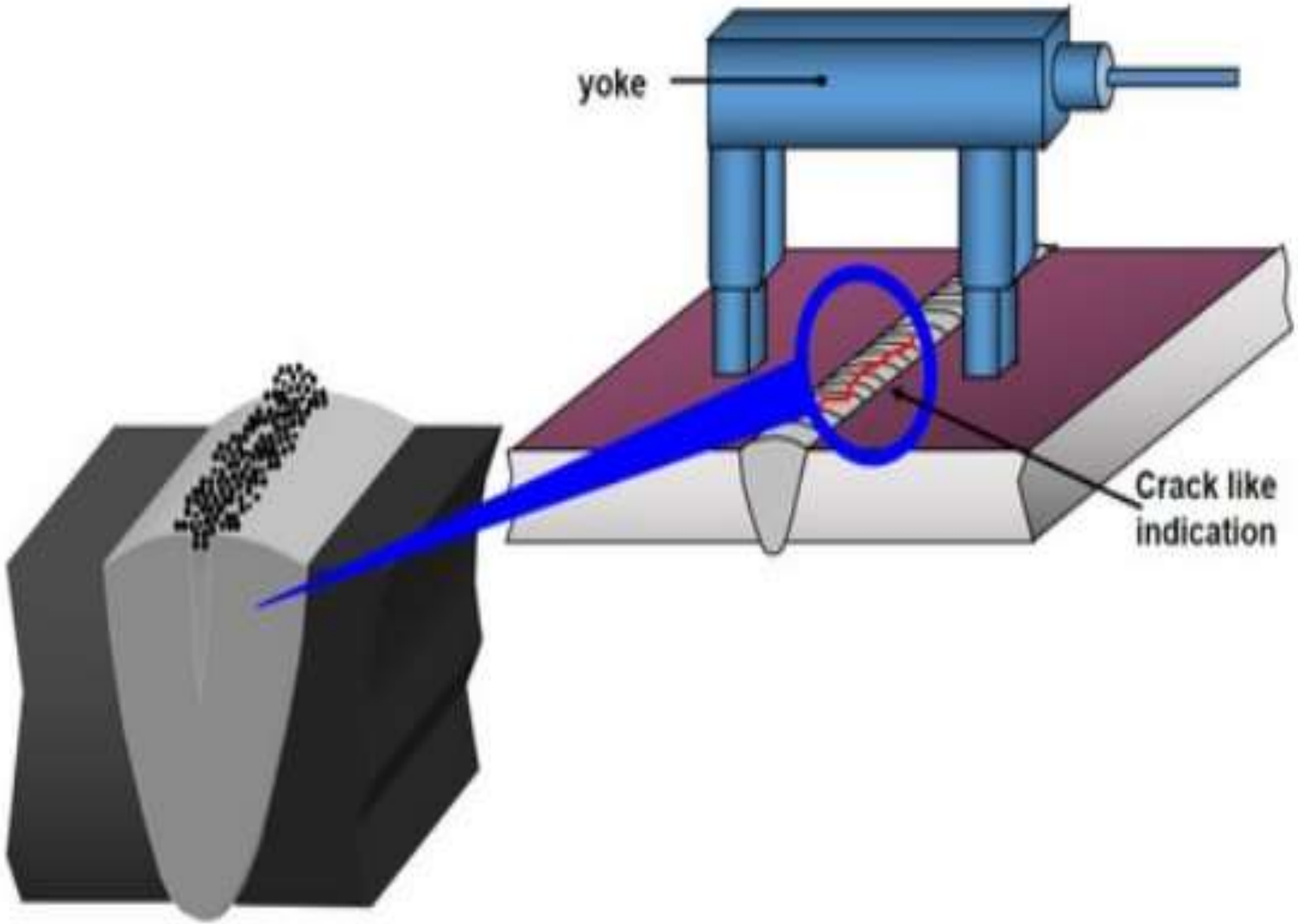


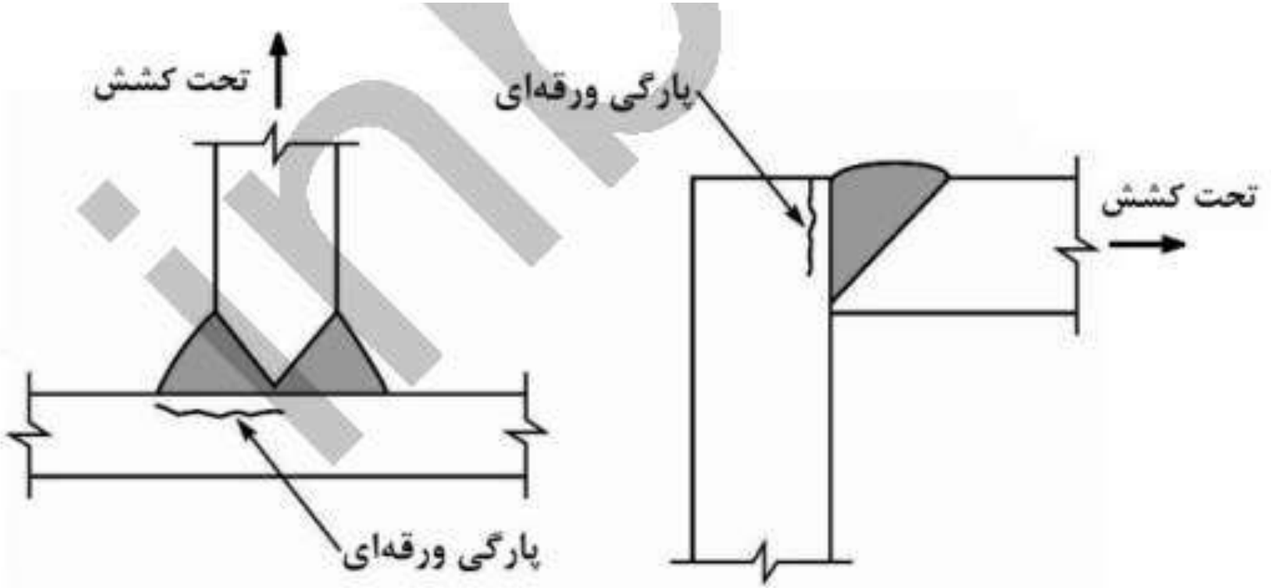
ایران مواد
Iran-mavad.com

تست U.T.



در شکل زیر دستگاه یوک و چگونگی استفاده از آن نشان داده شده است.

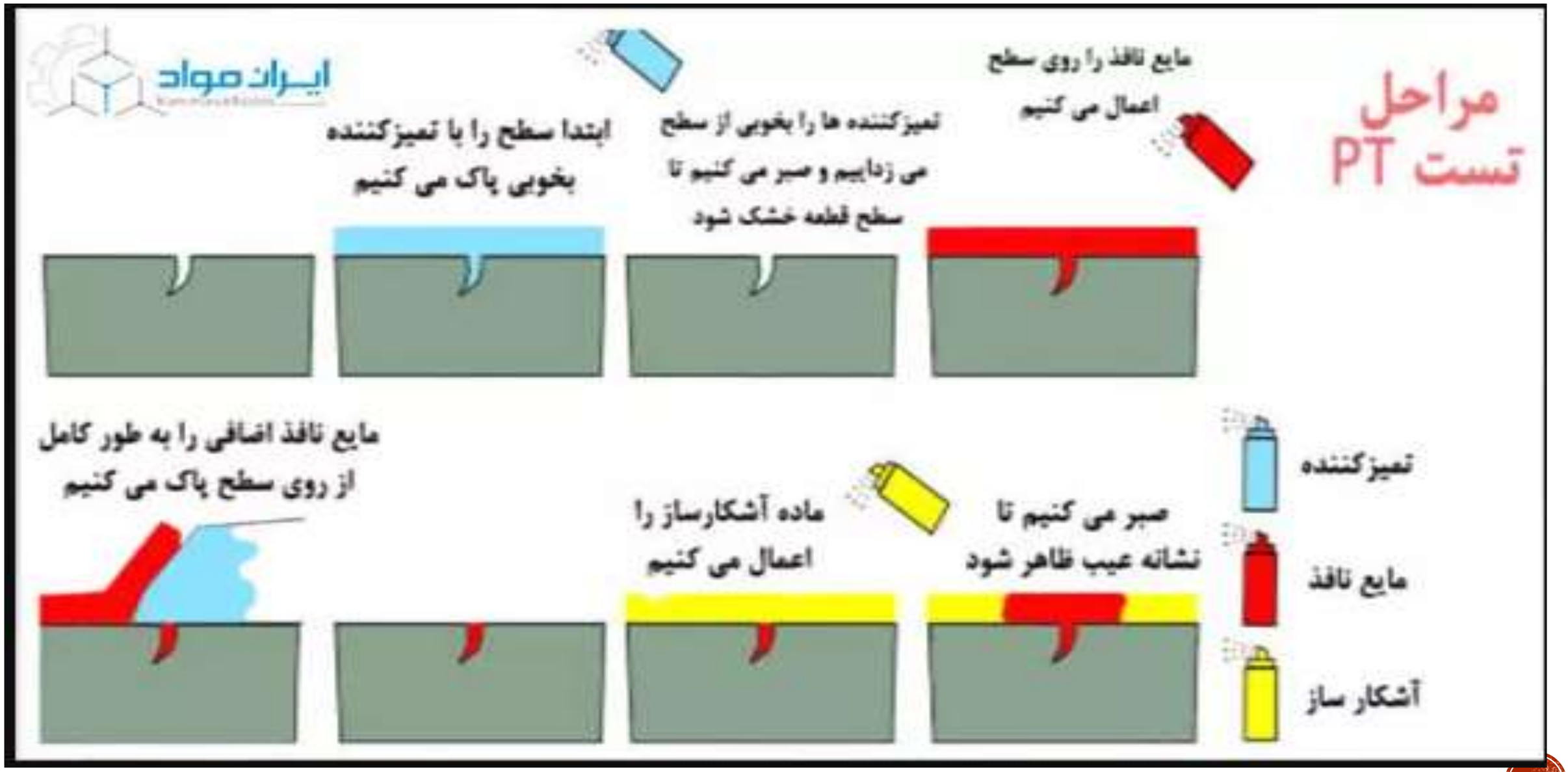




شکل ۱۰-۴-۲۲: پارگی ورقه‌ای و لایه‌ای شدن

۲-پ) آزمایش‌های غیر مخرب سوراخ‌های دسترسی و لبه‌های برش‌دادهٔ تیر در محل اتصال:

زمانی که ضخامت بال مقطع در مقاطع نوردشده و ضخامت جان مقطع در مقاطع ساخته‌شده از ورق مساوی 40 میلی‌متر یا بیشتر شود، لبه‌های برش‌داده شده تیرها و سوراخ‌های دسترسی در محل اتصال ایجادشده با برش حرارتی، باید تحت آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) یا مواد نافذ (PT) قرار گیرند.


مراحل
تست PT
مایع نافذ را روی سطح
اعمال می کنیم
تمیزکننده ها را بخوبی از سطح
می زداییم و صبر می کنیم تا
سطح قطعه خشک شود
ابتدا سطح را با تمیزکننده
بخوبی پاک می کنیم
صبر می کنیم تا
نشانه عیب ظاهر شود
ماده آشکارساز را
اعمال می کنیم
مایع نافذ اضافی را به طور کامل
از روی سطح پاک می کنیم
تمیزکننده
مایع نافذ
آشکار ساز

جدول ۱۰-۴-۲۱: بازرسی قبل از جوشکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	قابل‌شناسایی بودن مواد و مصالح (نوع و رده)	-	O	-	O
۲	سیستم شناسایی جوشکاران (علامت‌گذاری بند جوش)	-	O	-	O
۳	کنترل آماده‌سازی درز جوش شیاری: • آماده‌سازی اتصال • هندسه (هم‌راستایی، فاصلهٔ ریشه، عمق ریشه، پخ) • تمیزی درز جوش • وضعیت خال‌جوش کاری (کیفیت و محل خال‌جوش) • نوع پشت‌بند و مونتاژ آن	-	P	-	P/O*

۴	کنترل شکل و پرداخت سوراخ دسترسی	-	P	-	O
۵	کنترل آماده‌سازی درز جوش گوشه: • هندسه (فاصلهٔ ریشه، راستا، ...) • تمیزی درز جوش • وضعیت خال‌جوش کاری (کیفیت و محل خال‌جوش)	-	P/O*	-	P/O*

* پس از انجام بازرسی برای 10 جوش اجراشده توسط یک جوشکار مشخص، که طی آن جوشکار نشان دهد که الزامات را درک کرده و توانایی‌ها و ابزار لازم برای بررسی این موارد را دارا است، فعالیت بازرس به مشاهده تقلیل یافته و انجام بازرسی این موارد باید توسط جوشکار صورت گیرد. اگر بازرس تشخیص دهد که جوشکار انجام این وظایف را متوقف کرده است، فعالیت بازرسی تا زمانی که بازرس از انجام این وظایف توسط جوشکار اطمینان یابد، باید توسط خود بازرس انجام شود.

جدول ۱۰-۴-۲۲: بازرسی حین جوشکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	پیروی از دستورالعمل رویهٔ جوشکاری (WPS): • تنظیم تجهیزات جوشکاری • سرعت جوشکاری • انتخاب الکترود و سیم جوش • نوع و دبی گاز محافظ • پیش‌گرمایش و دمای بین دو عبور • وضعیت جوشکاری (F، H، V، OH) • عدم استفاده از الکترودهای با جنس متفاوت در یک درز، مگر اینکه در مشخصات فنی خصوصی طرح اجازه داده شده باشد.	-	O	-	O

۲	استفاده از جوشکارهای صلاحیت‌دار	-	O	-	O
۳	کنترل شرایط نگهداری و جابجایی الکترود: • بسته‌بندی • زمان در معرض هوا بودن	-	O	-	O
۴	شرایط محیطی: • محدودیت سرعت باد • بارش و دما	-	O	-	O
۵	تکنیک‌های جوشکاری: • تمیزکاری بین دو عبور و عبور نهایی • هندسه جوش هر عبور • بازرسی کیفیت چشمی هر عبور	-	O	-	O
۶	عدم جوشکاری روی ترک‌های خال‌جوش	-	O	-	O

inbo

جدول۱۰-۴-۲۳: بازرسی بعد از جوشکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	کنترل تمیزکاری جوش	-	O	-	O
۲	کنترل هندسه جوش (بعد، طول و محل جوش)	-	P	-	P
۳	بازرسی چشمی جوش • ممانعت از ترک • امتزاج جوش با فلز پایه و عبورهای قبل • چاله جوش • هندسه مقطع جوش • بریدگی کنار جوش • تخلخل	D	P	D	P

۴	ناحیهٔ k *	D	P	D	P
۵	اجرای جوش تقویتی یا محدب یا مسطح کردن سطح جوش گوشه (در صورت نیاز)	D	P	D	P
۶	کنترل برداشتن پشت‌بند و ناودان جوش و اجرای جوش گوشه (در صورت نیاز)	D	P	D	P
۷	کنترل جوش تعمیری	-	P	D	P

* هنگام جوشکاری ورق‌های مضاعفه ورق‌های پیوستگی و سخت‌کننده‌ها، بازرسی چشمی برای کشف ترک در ناحیه k ورق جان تا فاصله 75 میلی‌متر بالا و پایین جوش انجام شود. بازرسی چشمی نباید زودتر از 48 ساعت بعد از تکمیل عملیات جوشکاری انجام شود.

بازرسی اتصالات پیچ و مهره ای

۱۰-۴-۹-۶ بازرسی پیچ‌های پرمقاومت

بازرسی پیچ باید توسط نفرات دو دستگاه کنترل کیفیت (QC) و تضمین کیفیت (QA) انجام شود.

شرح حداقل فعالیت‌ها در جدول‌های ۱۰-۴-۲۴ تا ۱۰-۴-۲۶ ارائه شده است.

جدول ۱۰-۴-۲۴: بازرسی قبل از پیچکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	بررسی تطابق پیچ و مهره با جزئیات اتصال	-	O	-	O
۲	بررسی روش و دستورالعمل پیچکاری انتخابی برای جزئیات اتصال	-	O	-	O
۳	بررسی اجزای اتصال شامل سطوح تماس اتصال و نحوه آماده‌سازی سوراخ‌ها و ...	-	O	-	O
۴	انجام آزمون‌های صحت‌سنجی پیش‌نصب که به‌وسیلهٔ نفرات نصاب انجام می‌شود و مشاهده و مستندسازی روش‌های به‌کاررفته برای نصب و پیش‌تنیدگی پیچ‌ها	D	P	D	O
۵	بازرسی محل انبار و نحوهٔ نگهداری پیچ‌ها، مهره‌ها و واشرها و سایر اجزای اتصال	-	O	-	O

جدول ۱۰-۴-۲۵: بازرسی حین پیچکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	اطمینان از وجود پیچ‌ها در همهٔ سوراخ‌ها و تعبیه واشرها	-	O	-	O
۲	اطمینان از شرایط سفتی اولیه قبل از پیش‌تنیده سازی	-	O	-	O
۳	اطمینان از عدم چرخش پیچ و مهره با هم	-	O	-	O
۴	اطمینان از سفت کردن و پیش‌تنیده کردن همهٔ پیچ‌ها و رعایت ترتیب، به‌نحوی‌که از نقاط صلب‌تر به سمت نقاط آزادتر شروع به پیش‌تنیده سازی شود.	D	P	D	O

جدول ۱۰-۴-۲۶: بازرسی پس از پیچکاری

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	تهیهٔ گزارش رد یا تأیید اتصال پیچی	D	P	D	P

۱۰-۴-۹-۷ بازرسی‌های تکمیلی

این بازرسی‌ها باید توسط دستگاه کنترل کیفی (QC) و تضمین کیفیت (QA) انجام شود. شرح فعالیت‌ها در جدول ۱۰-۴-۲۷ ارائه شده است.

نواحی حفاظت‌شده باید بعد از تکمیل کارگروه‌های تأسیسات مکانیکی، الکتریکی، نصب دیوارهای داخلی و نما مجدداً بازرسی شوند.

جدول ۱۰-۴-۲۷: بازرسی‌های تکمیلی

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	الزامات اتصال تیر با مقطع کاهش‌یافته (RBS): • بازرسی ظاهر بیرونی و سطح تمام‌شده • رواداری‌های ابعادی	D	P	D	P

br.ir

۲	ناحیهٔ حفاظت‌شده: • کنترل عدم وجود سوراخ و ملحقات غیر موجود در طرح	D	P	D	P

بازرسی اعضاء مختلط

۱۰-۴-۹-۸ بازرسی اعضای سازه‌ای مختلط

بازرسی اعضای سازه‌ای مختلط باید الزامات این بخش را فراهم نماید. بازرسی‌ها باید توسط نفرات دستگاه کنترل کیفیت (QC) و تضمین کیفیت (QA) انجام شود.

بازرسی قسمت فولادی اعضای سازه‌ای مختلط باید مطابق با الزامات مطرح‌شده در این بخش باشد و بازرسی‌های مربوط به قسمت بتنی نیز باید با الزامات مبحث نهم مقررات ملی ساختمان مطابقت داده شود.

جدول ۱۰-۴-۲۸: بازرسی اعضای سازه‌ای مختلط قبل از بتن‌ریزی

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	بازرسی انتخاب نوع و ردهٔ میلگرد	-	O	-	O
۲	بازرسی الزامات پذیرش میلگردها	-	O	-	O
۳	بازرسی انتخاب اندازه و فاصلهٔ میلگردها	-	O	-	O
۴	کنترل عدم خم مجدد میلگردها	-	O	-	O
۵	کنترل استحکام، پایداری و نگهداری میلگردها	-	O	-	O
۶	کنترل تأمین فواصل آزاد میلگردها و پوشش لازم	-	O	-	O
۷	کنترل ابعادی اعضای مختلط	-	O	-	O

جدول ۱۰-۴-۲۹: بازرسی اعضای سازه‌ای مختلط حین بتن‌ریزی

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	شناسایی مشخصات مصالح بتن (طرح اختلاط، مقاومت فشاری، حداکثر اندازه سنگ‌دانه‌ها، حداکثر اسلامپ)	D	O	D	O
۲	بازرسی محدودیت افزودنی‌های روان‌کننده و محل اختلاط آن‌ها (مخلوط‌کن یا پمپ)	D	O	D	O
۳	بازرسی محدودیت ارتفاع بتن‌ریزی به‌منظور جلوگیری از جداشدگی	-	O	-	O

جدول ۱۰-۴-۳۰: بازرسی اعضای سازه‌ای مختلط بعد از بتن‌ریزی

ردیف	شرح فعالیت	QC		QA	
		مستند سازی	فعالیت	مستند سازی	فعالیت
۱	بازرسی رسیدن به حداقل مقاومت فشاری در سن‌های مشخص‌شده	D	-	D	-

الزامات اجرایی

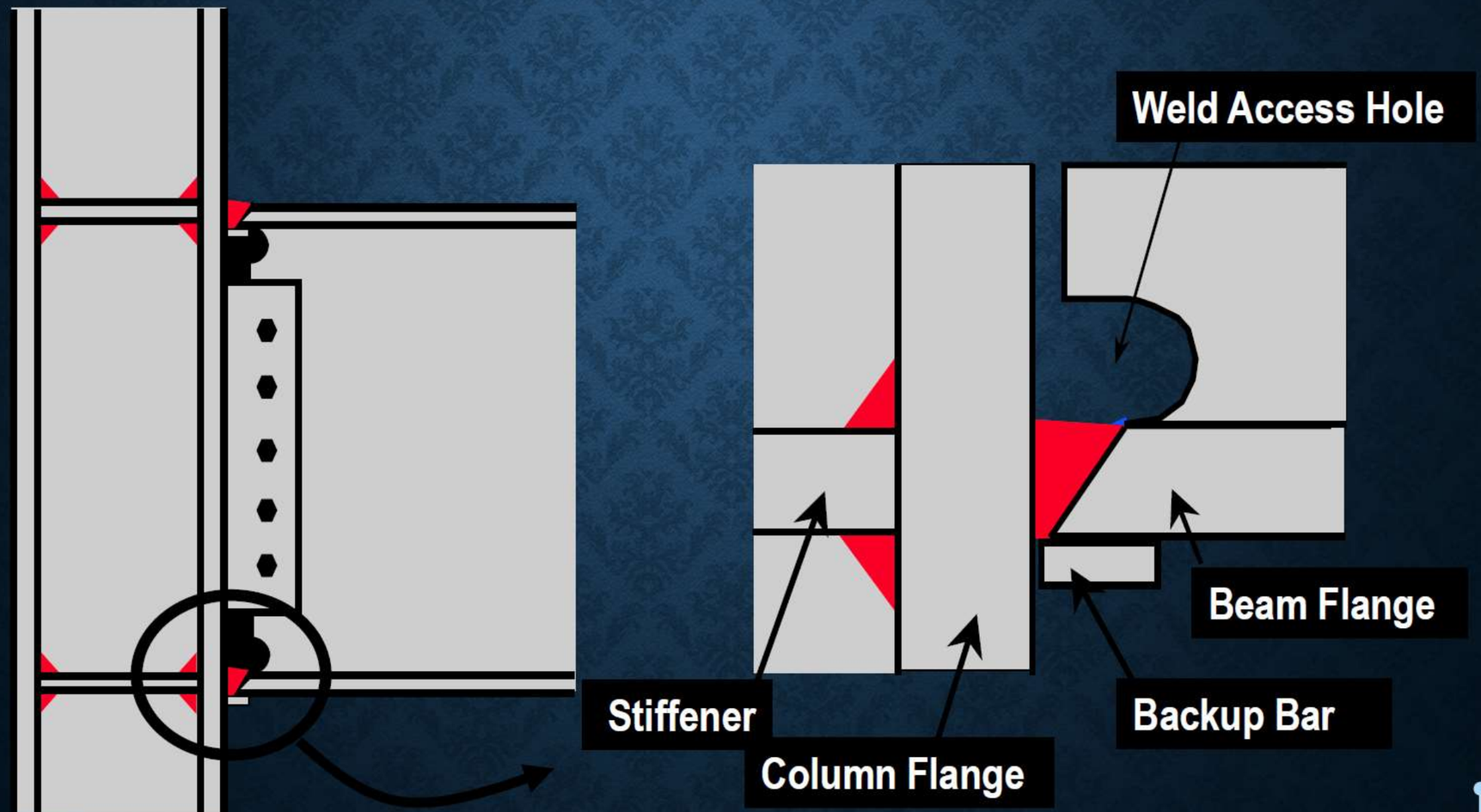
جوشهای بحرانی لرزه ای

۱۰-۱-۶ الزامات طراحی لرزه‌ای

در طراحی لرزه‌ای سیستم‌های سازه‌ای مشمول این مبحث، رعایت ضوابط طراحی لرزه‌ای مطابق فصل ۱۰-۳ الزامی است.

PRE-NORTHRIDGE WELDED FLANGE – BOLTED WEB MOMENT CONNECTION

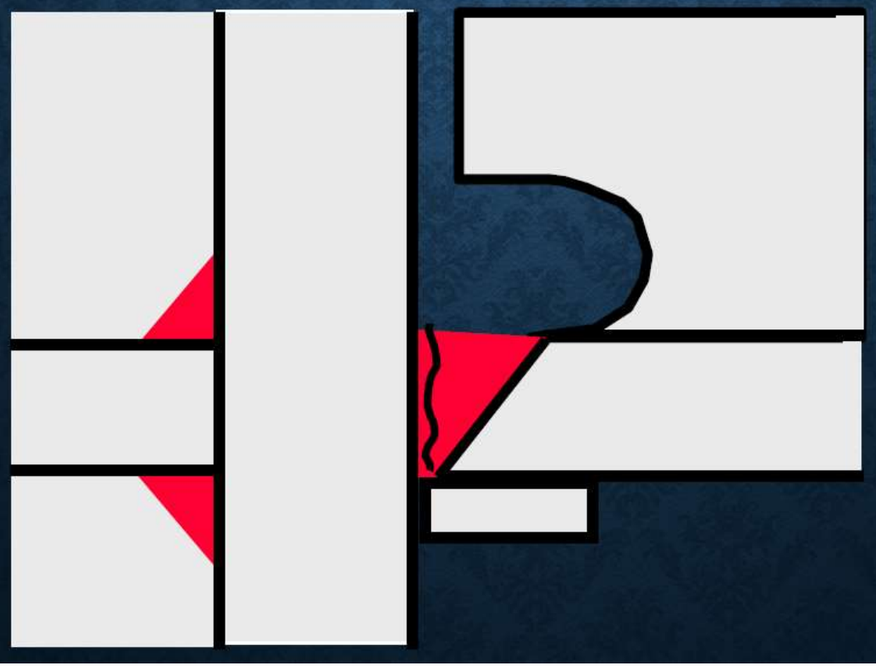
اتصال پیش از زلزله نورتریج



اتصال پیش از زلزله نورتریج

Many fractures were observed near the interface of the groove weld and the face of the column.

بسیاری از شکستگی‌ها در نزدیکی فصل مشترک جوش شیار و وجه ستون مشاهده شدند



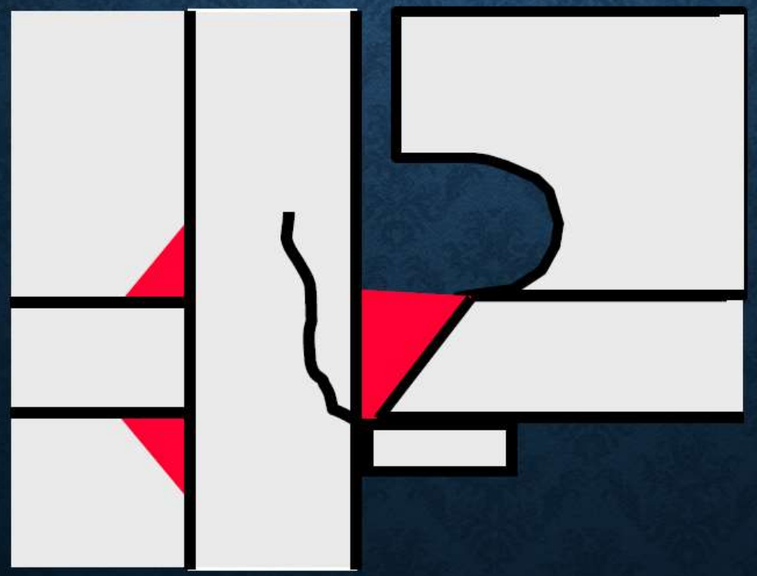
اتصال پیش از زلزله نورتریج

نوع دیگری از شکستگی پس از نورتریج مشاهده شد

شکست در نزدیکی ریشه جوش شیار آغاز شده و در بال ستون گسترش می‌یابد. شکست در بال ستون به پایان می‌رسد

Another type of fracture observed after Northridge:

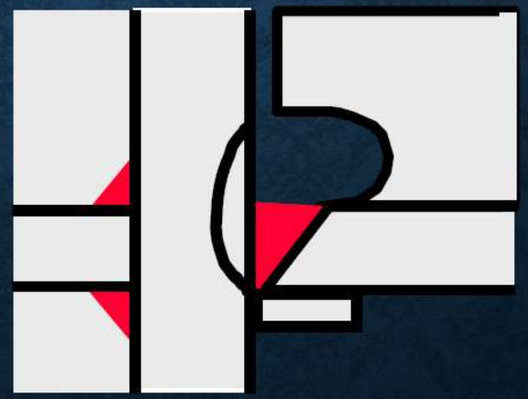
Fracture initiates near root of groove weld, and propagates into the column flange. The fracture ends within the column flange.



اتصال پیش از زلزله نورتریج

نوع دیگری از شکستگی پس از نورتریج مشاهده شد:

شکست در نزدیکی ریشه جوش شیار آغاز شده و در بال ستون گسترش می‌یابد. شکست از بال ستون فاصله کوتاهی در بالای جوش ظاهر می‌شود. بخشی از بال ستون بیرون کشیده می‌شود. این نوع شکستگی گاهی اوقات به عنوان شکست دیوت توصیف می‌شود. (یک "دیوت" از ماده بال ستون بیرون کشیده می‌شود).



Another type of fracture observed after Northridge:

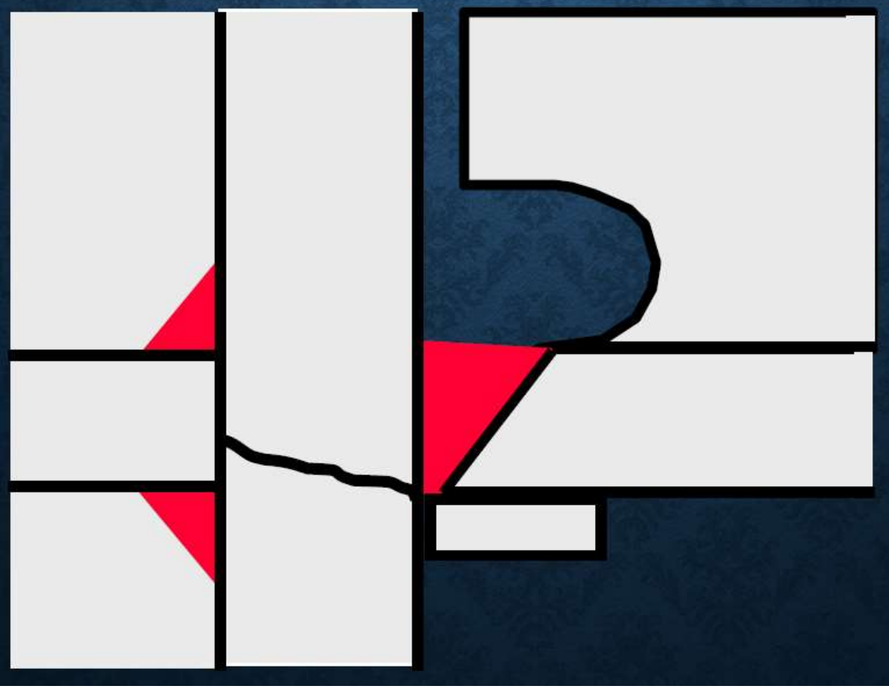
Fracture initiates near root of groove weld, and propagates into the column flange. Fracture emerges from column flange a short distance above weld. A portion of the column flange is pulled out. This type of fracture was sometimes described a as "divot" failure. (A "divot" of column flange material is pulled out).

اتصال پیش از زلزله نورتریج

نوع دیگری از شکستگی مشاهده‌شده بعد از نورتریج شکست در نزدیکی ریشه جوش شیار آغاز می‌شود و در طول بال ستون گسترش می‌یابد و در جان ستون ادامه می‌یابد.

Another type of fracture observed after Northridge:

Fracture initiates near root of groove weld, and propagates across the column flange.



اتصال پیش از زلزله نورتریج

نوع دیگری از شکستگی مشاهده‌شده بعد از نورتریج

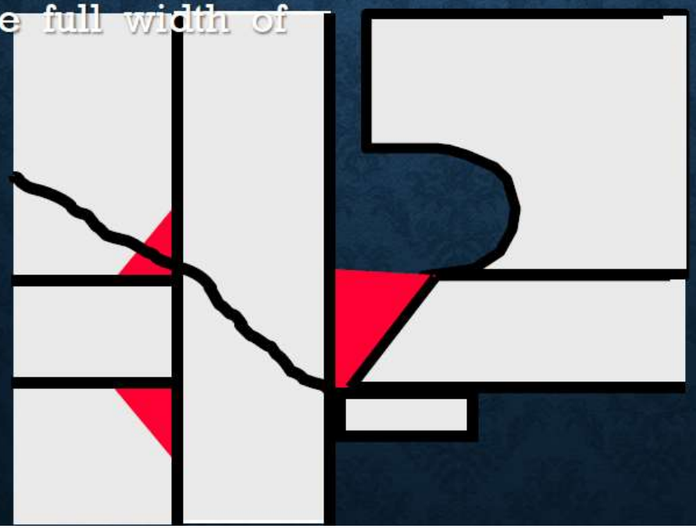
شکست در نزدیکی ریشه جوش شیار آغاز می‌شود و در طول بال ستون گسترش می‌یابد و در جان ستون ادامه می‌یابد

در برخی موارد، شکاف‌ها در عرض کامل ستون منتشر می‌شوند

Another type of fracture observed after Northridge:

Fracture initiates near root of groove weld, and propagates across the column flange and continues into web of column.

In a few instances, fractures propagated across the full width of the column.



اتصال پیش از زلزله نورتریج

Fracture of column flange, and portion of column web.

شکست بال ستون و بخشی از جان ستون

پشت بند جوش

عکس برای ناحیه نوارجوش در لبه خارجی جوش‌شیاری بال‌تیر می‌باشد. این ناحیه روان‌جوش جایی است که جوشکار پاس‌های جوش را در آن شروع و تمام می‌کنند، به طور معمول نقص و ناپیوستگی دارد.

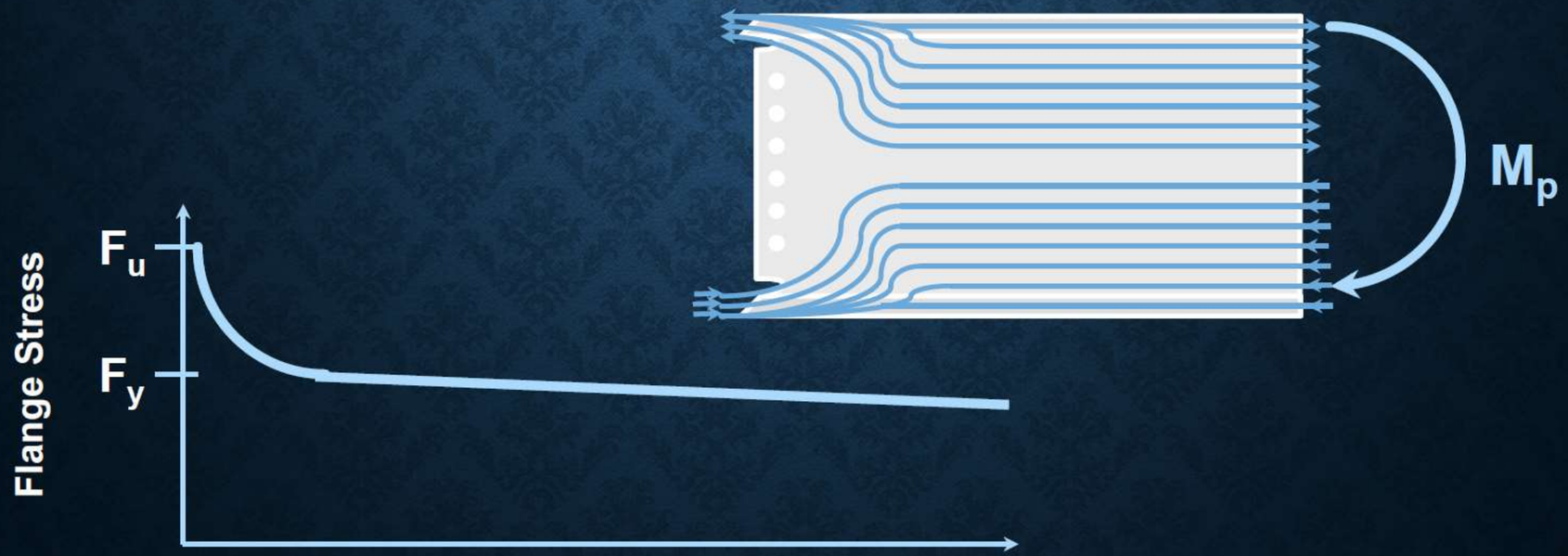
Photo of weld runoff region at outer edge of beam flange groove weld. This runoff region is where the welder starts and terminates weld passes, and normally contains defects and discontinuities.

عوامل خرابی اتصال خمشی در نورتریج

پارامترهای طراحی

Increase in Flange Stress Due to Inadequate Moment Transfer Through Web Connection

افزایش تنش بال به خاطر انتقال ناکافی خمش از طریق اتصال جان

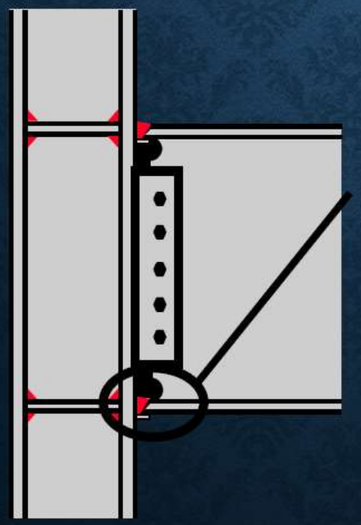


عوامل خرابی اتصال خمشی در نورتریج

پارامترهای طراحی

- Stress Concentrations:
- Weld access hole
- Shear in flange
- Inadequate flexural participation of web connection

- تمرکز تنش
- سوراخ دسترسی جوش
- برش در بال
- مشارکت ناکافی خمش اتصال جان



Stress Concentrations

۱۰-۴-۹-۹ الزامات اجرایی جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

علاوه بر الزامات بندهای ۱۰-۴-۴، الزامات اضافی اجرایی جوش‌های بحرانی لرزه‌ای به شرح زیر هستند.

۱۰-۴-۹-۹-۱ الزامات مربوط به دستورالعمل‌های رویهٔ جوشکاری (WPS)

الف) مشخصات سازندهٔ الکترود و نام تجاری آن مشخص باشد.

ب) محدودیت‌های حرارت ورودی برای جوش‌های بحرانی لرزه‌ای مطابق آیین‌نامه‌های معتبر[۲۰] رعایت شود.

پ) روش‌های مجاز جوشکاری شامل SMAW, SAW, FCAW و روش GMAW است.

ت) الکترود مورداستفاده در جوش‌های بحرانی لرزه‌ای باید از ردهٔ E70، E80 و E90 باشند. خواص مکانیکی الکترودهای مورداستفاده در این نوع جوش‌ها باید مطابق جدول ۱۰-۴-۳۱ باشد.

جدول ۱۰-۴-۳۱: خواص مکانیکی الکترود جوش‌های بحرانی لرزه‌ای

مشخصات مصالح	نوع الکترود		
	E70	E80	E90
تنش تسلیم مشخصه (F_y) برحسب MPa	400	470	540
حداقل تنش کششی نهایی (F_u) برحسب MPa	490	550	620
ازدیاد طول (%)	22	19	17
طاقت نمونهٔ شیارداده‌شده شارپی استاندارد فلز جوش- CVN	حداقل 54 ژول در دمای 20 °C	حداقل 54 ژول در دمای 20 °C	حداقل 54 ژول در دمای 10 °C

ث) سطح هیدروژن الکترودهای جوشکاری و ترکیب پودر- الکترود باید حداقل H16 و مطابق الزامات آیین‌نامه‌های معتبر باشد.

ج) حداکثر دمای بین عبورهای الکترود از یک نقطه مساوی 300 درجه سلسیوس است که باید در فاصلهٔ 25 تا 75 میلی‌متری درز جوش اندازه‌گیری شود.

۱۰-۴-۹-۹-۱ الزامات اجرایی و بازرسی

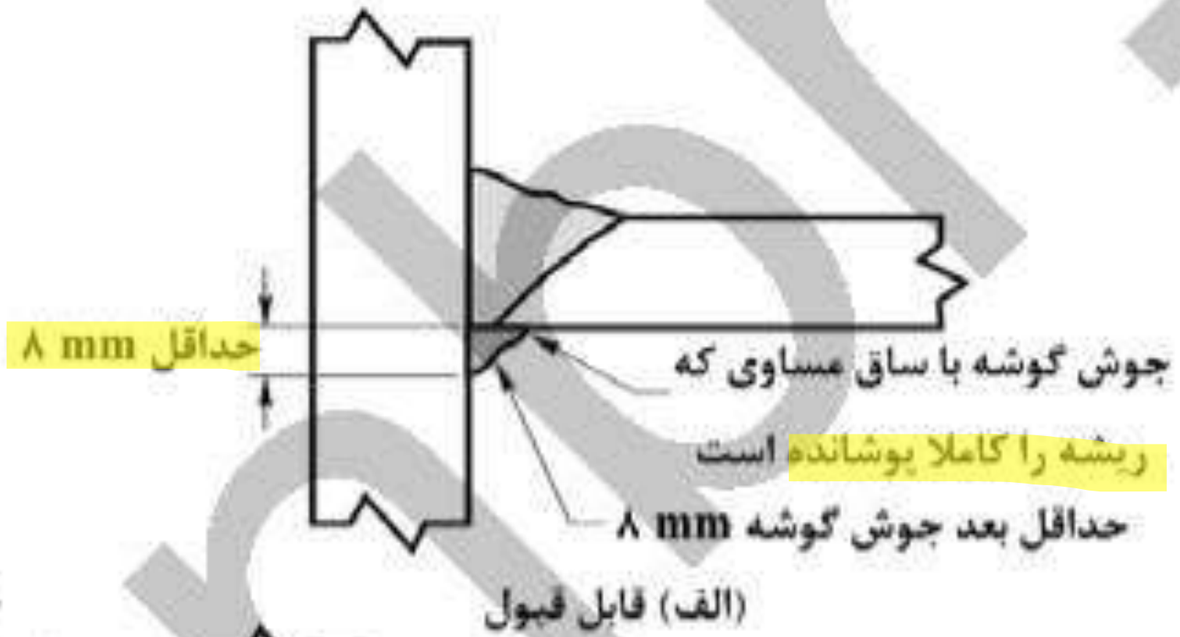
الف) تشخیص صلاحیت جوشکاران برای جوش‌های بحرانی لرزه‌ای که جهت جوشکاری بال پایین تیر به ستون از طریق سوراخ دسترسی انجام می‌شود باید مطابق آیین‌نامه‌های معتبر انجام پذیرد.

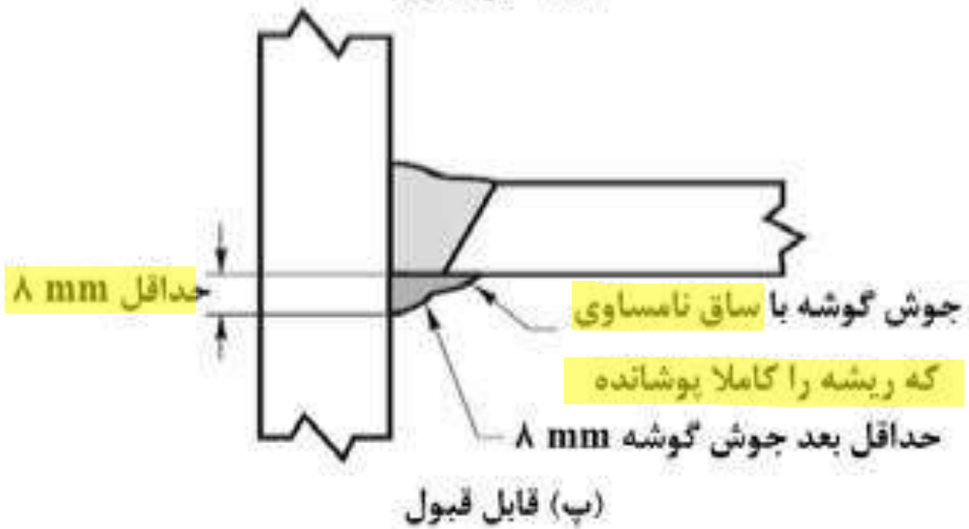
ب) همهٔ جوشکاران باید دارای کدهای شناسایی باشند.

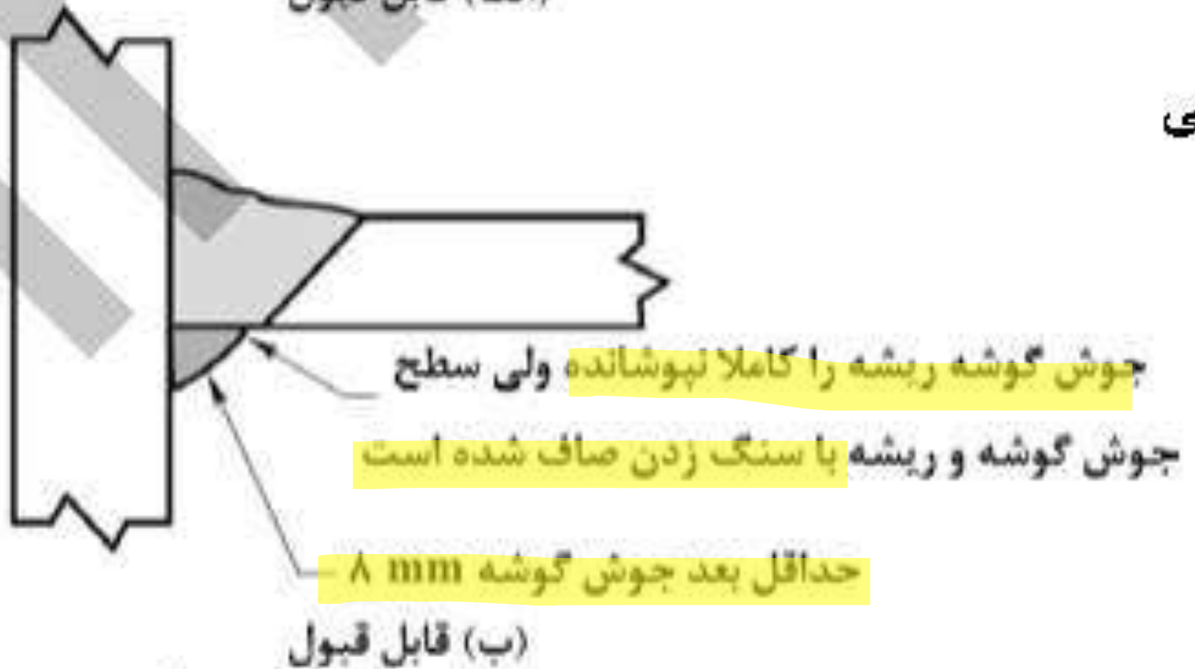
پ) جوشکاری تحت حفاظت گاز نباید در معرض باد با سرعت بیش از 5 کیلومتر بر ساعت انجام پذیرد.

ت) در جوش‌های شیاری با نفوذ کامل در صورت عدم استفاده از پشت‌بند، باید ریشهٔ جوش تا فلز سالم از پشت شیارزنی و با فلز جوش پر شود. بریدگی‌های ناشی از جوشکاری باید اصلاح شوند.

ث) در صورت نیاز به جوش‌های گوشه تقویتی در محل برداشتن پشت‌بند، حداقل بعد آن باید 8 میلی‌متر باشد. ساق مجاور بال تیر باید به نحوی باشد که پنجه جوش بر روی فلز پایه قرار گیرد. درصورتی‌که سطح جوش گوشه تقویتی و فلز پایه به‌وسیله سنگ‌زدن صاف شده باشد، نیازی به امتداد دادن جوش گوشه تا فلز پایه نیست (شکل ۱۰-۴-۲۳).







شکل ۱۰-۴-۲۳: جزئیات پذیرش جوش گوشه تقویتی

ParsCenter.com

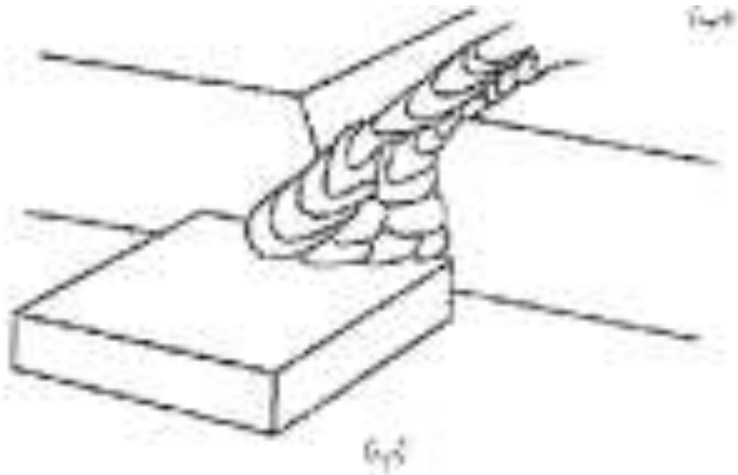
ج) جهت جوشکاری پشت‌بند فولادی دائمی به ستون، حداقل بعد جوش گوشه باید 8 میلی‌متر باشد.

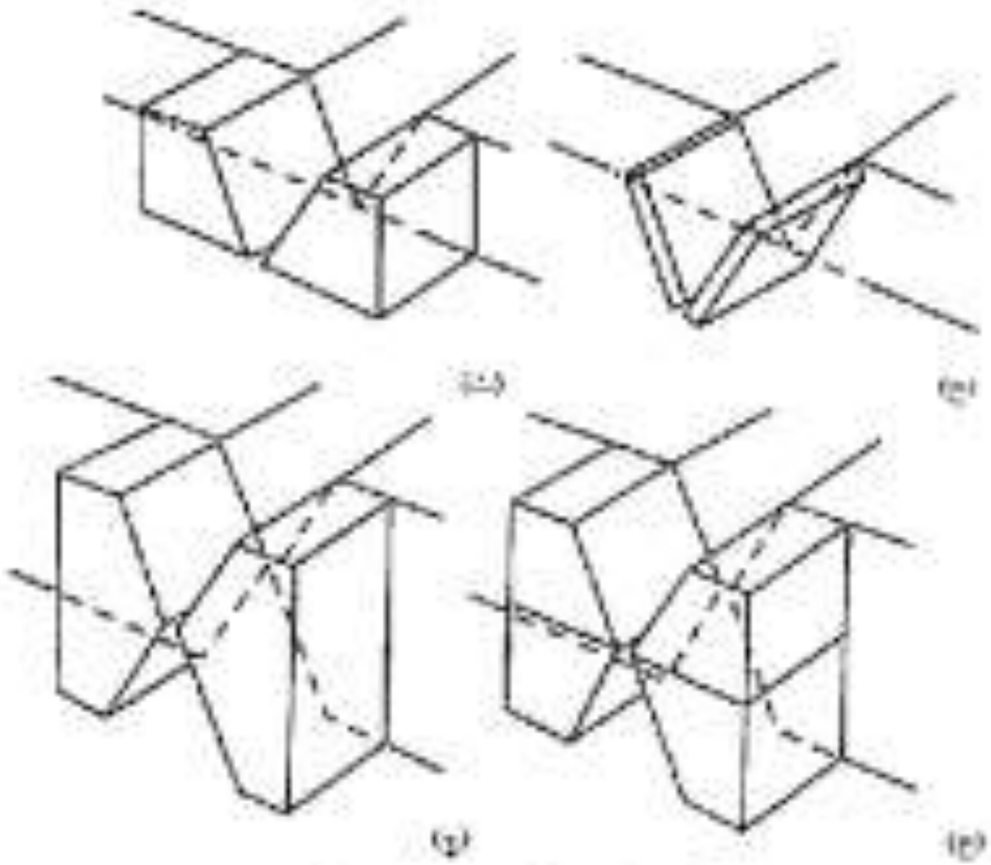
چ) پشت‌بند فولادی دائمی در درزهای بین بال تیر و بال ستون، نباید به بال تیر جوش یا خال‌جوش شود.

ح) ورق‌های گوشواره‌ای (ناودان‌های انتهای جوش) باید حداقل به‌اندازهٔ 25 میلی‌متر یا ضخامت قطعه (هرکدام بزرگ‌تر بود)، از لبهٔ درز امتداد داشته باشند و نیازی نیست که بلندتر از 50 میلی‌متر باشند.

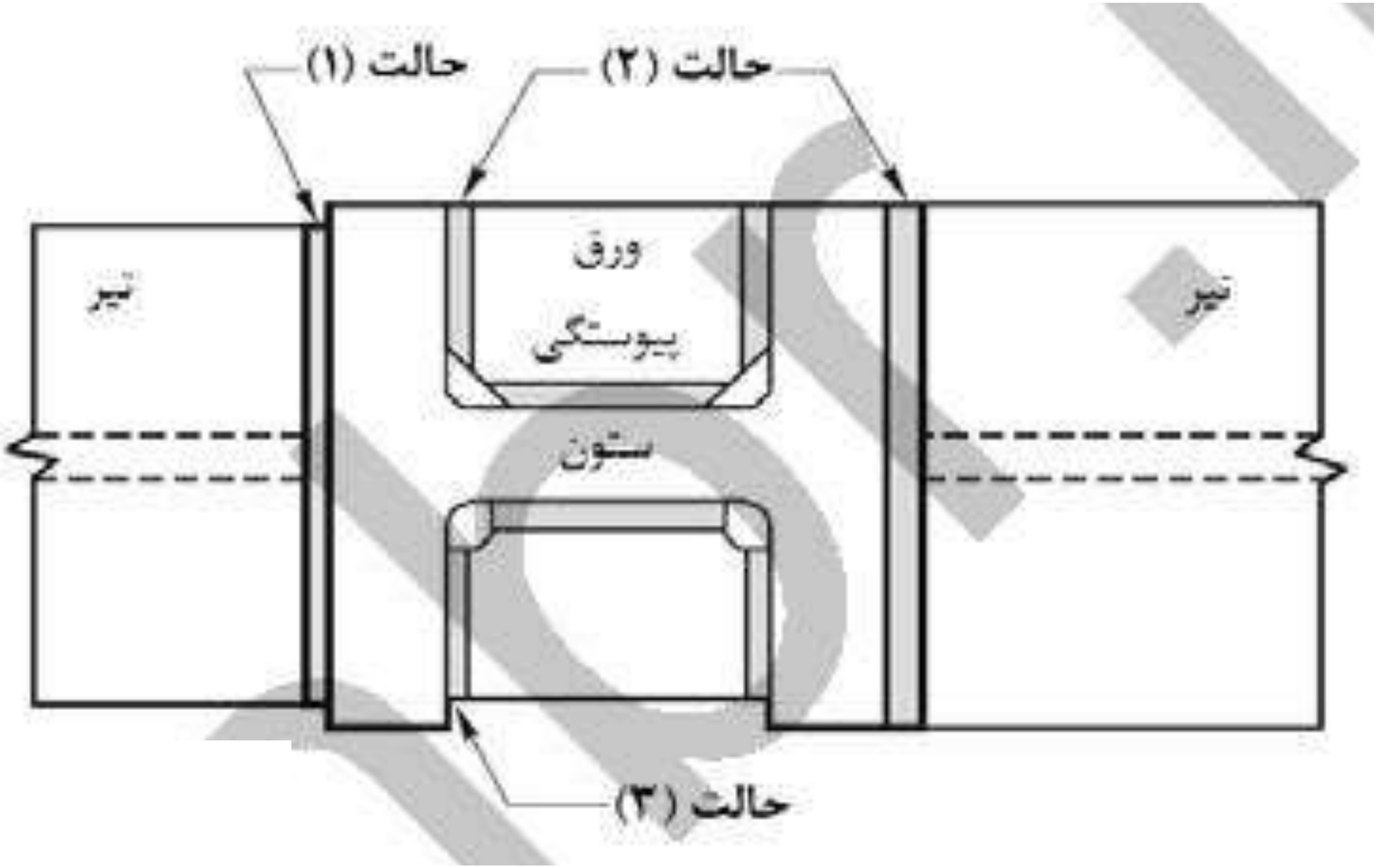
خ) در ناحیهٔ حفاظت‌شده، خال‌جوش‌های متصل‌کنندهٔ ورق گوشواره‌ای (ناودان انتهای جوش) باید داخل درز جوش اجرا شوند.

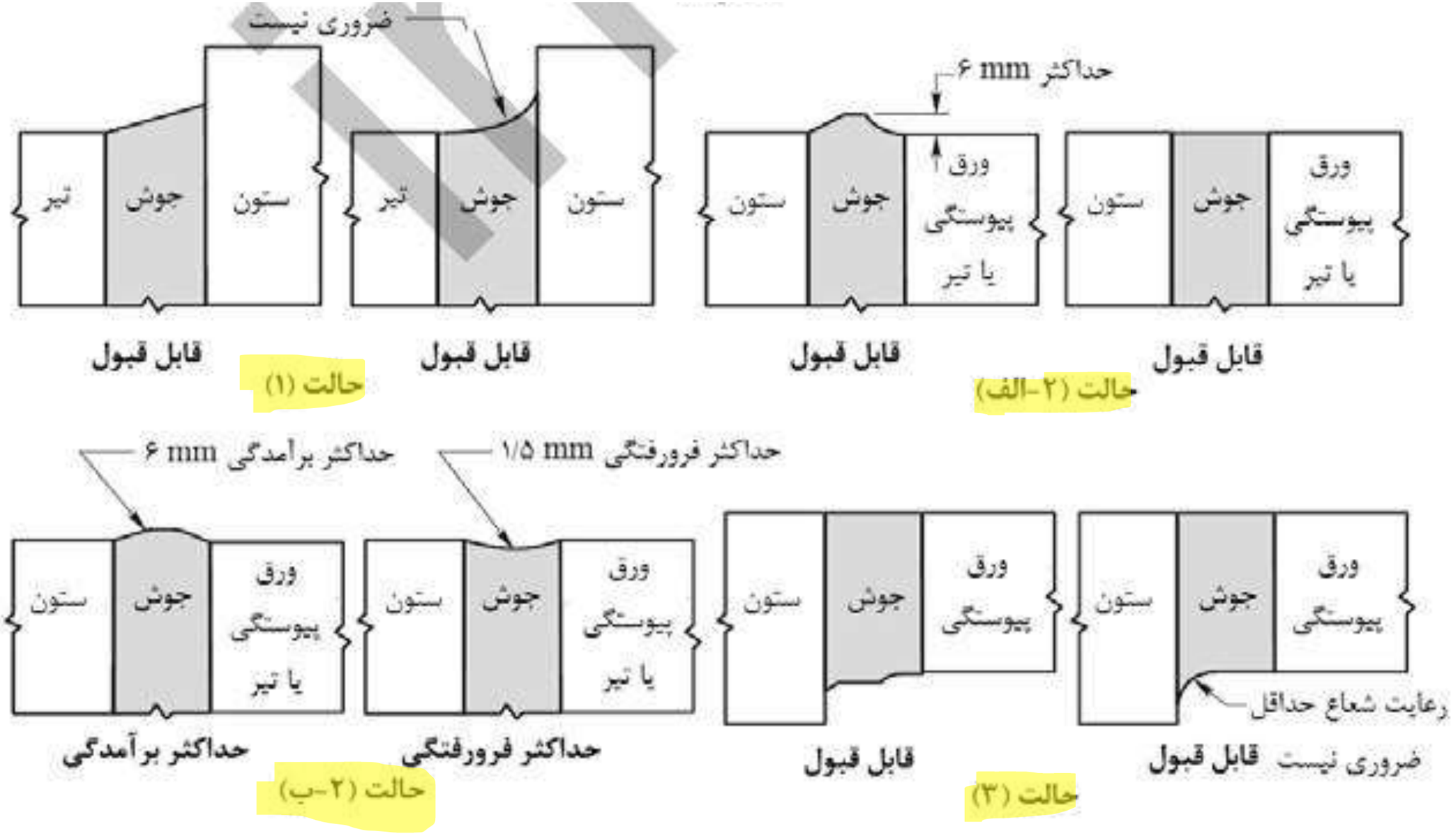
د) پس از برداشتن ورق گوشواره‌ای (ناودان انتهای جوش)، حداکثر ناهمواری سطح بال اعضای متصل‌شونده تا 13 میکرومتر قابل‌قبول است (شکل ۱۰-۴-۲۴).





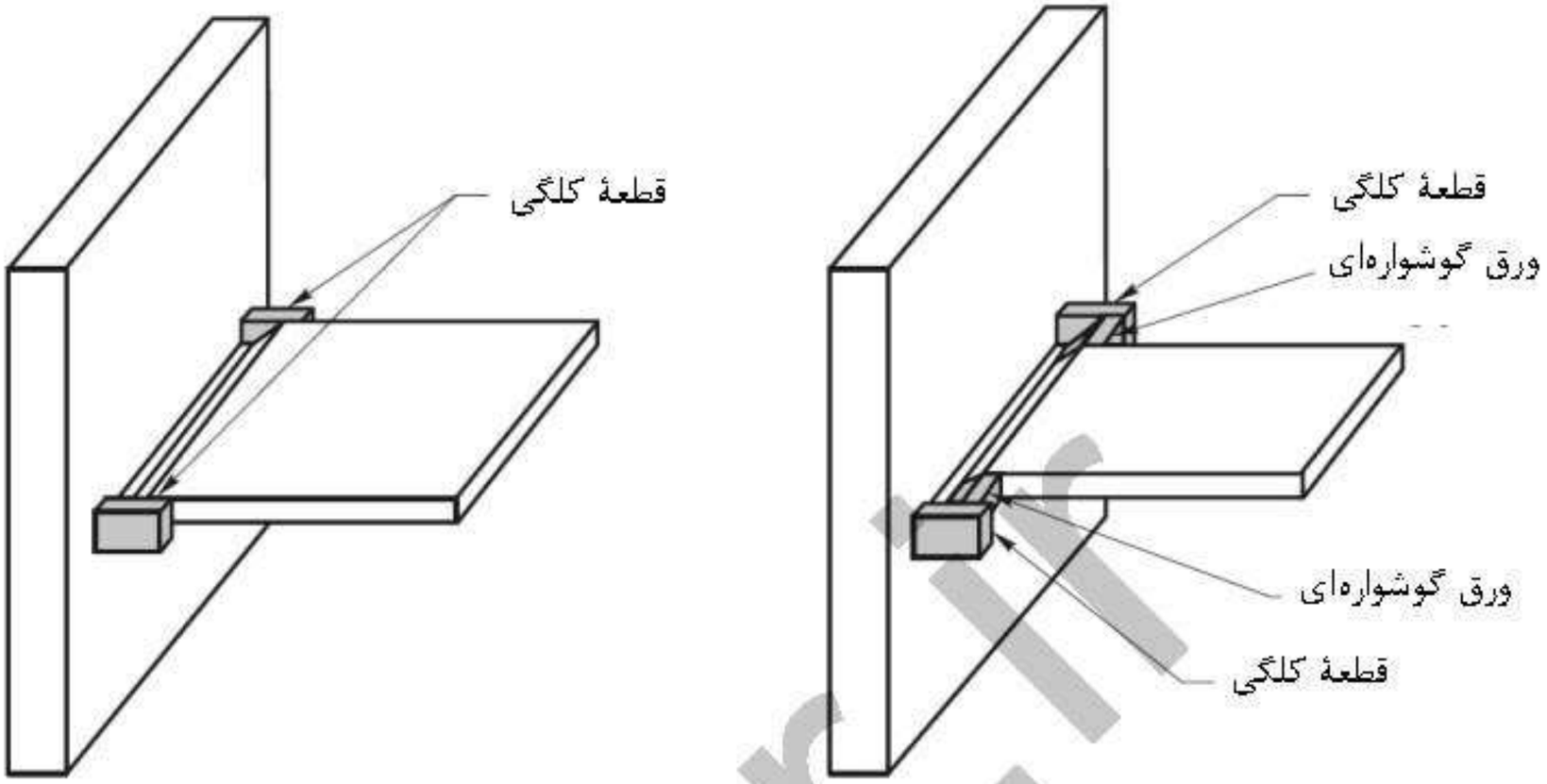
شکل ۹ ـ ۱۲ نمونه ناودان


حالت (۱)
حالت (۲)
ورق
پیوستگی
تیر
تیر
ستون
حالت (۳)



شکل ۱۰-۴-۲۴: وضعیت‌های قابل‌قبول برداشتن ورق گوشواره‌ای (ناودان انتهای جوش)

ذ) قطعهٔ کلگی انتهایی[۲۱] مطابق شکل ۱۰-۴-۲۵ نباید به‌صورت مستقیم در انتهای درز جوش شیاری قرار گیرد؛ مگر اینکه پس از ورق گوشواره‌ای (ناودان جوش) نصب شده و در پایان جوشکاری به همراه ورق گوشواره‌ای برداشته شود.



قابل قبول (مشروط به برداشتن ورق گوشواره‌ای در انتهای جوشکاری)

غیرقابل قبول

ر) در جوشکاری جوش شیاری با نفوذ کامل اتصال بال پایین تیر به بال ستون با استفاده از سوراخ دسترسی جوش، باید موارد زیر رعایت شود:

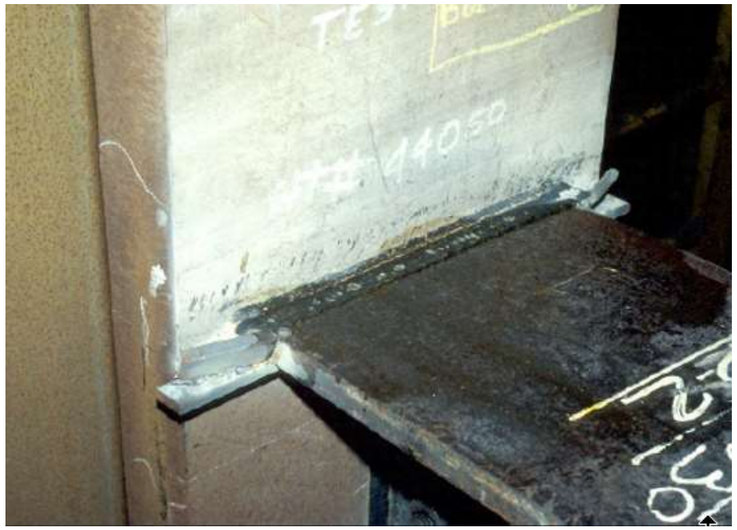
۱) توقف جوشکاری درست در زیر جان تیر اتفاق نیفتد.

۲) قبل از شروع عبورهای بعدی، جوشکاری هر عبور باید در کل عرض بال تکمیل شده باشد.

۳) محل وقفه‌های جوشکاری هر عبور در مقایسه با وقفه‌های عبور قبل از آن باید در سمت مخالف نسبت به جان تیر باشد.

ز) الزامات عنوان‌شده در جدول ۱۰-۴-۳۲ در خصوص برداشتن ورق گوشواره‌ای (ناودان انتهای جوش) و پشت‌بند باید رعایت شود.

End Dam [۲۱]



۱۰-۲-۹-۱-۴ سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری و برش بال‌های تیر در محل اتصال

کلیهٔ سوراخ‌هایی که به‌منظور دسترسی و تسهیل جوشکاری تعبیه آن‌ها الزامی است، برای قرار دادن مصالح جوش در موضع موردنظر، باید فضای کافی برای دسترسی داشته باشند. این سوراخ‌ها و نیز قسمت‌های برش دادهٔ بال در انتهای تیرها باید به صورتی کاملاً یکنواخت، با انحنای ملایم و بدون گوشه‌های تیز، تعبیه شوند.

طول سوراخ‌های دسترسی (فاصلهٔ l_1 نشان داده‌شده در شکل‌های ۱۰-۲-۹-۷-الف و ب) نباید کمتر از 40 میلی‌متر و کمتر از 1.5 برابر ضخامت ورقی گردد که سوراخ دسترسی در آن ایجاد می‌شود.

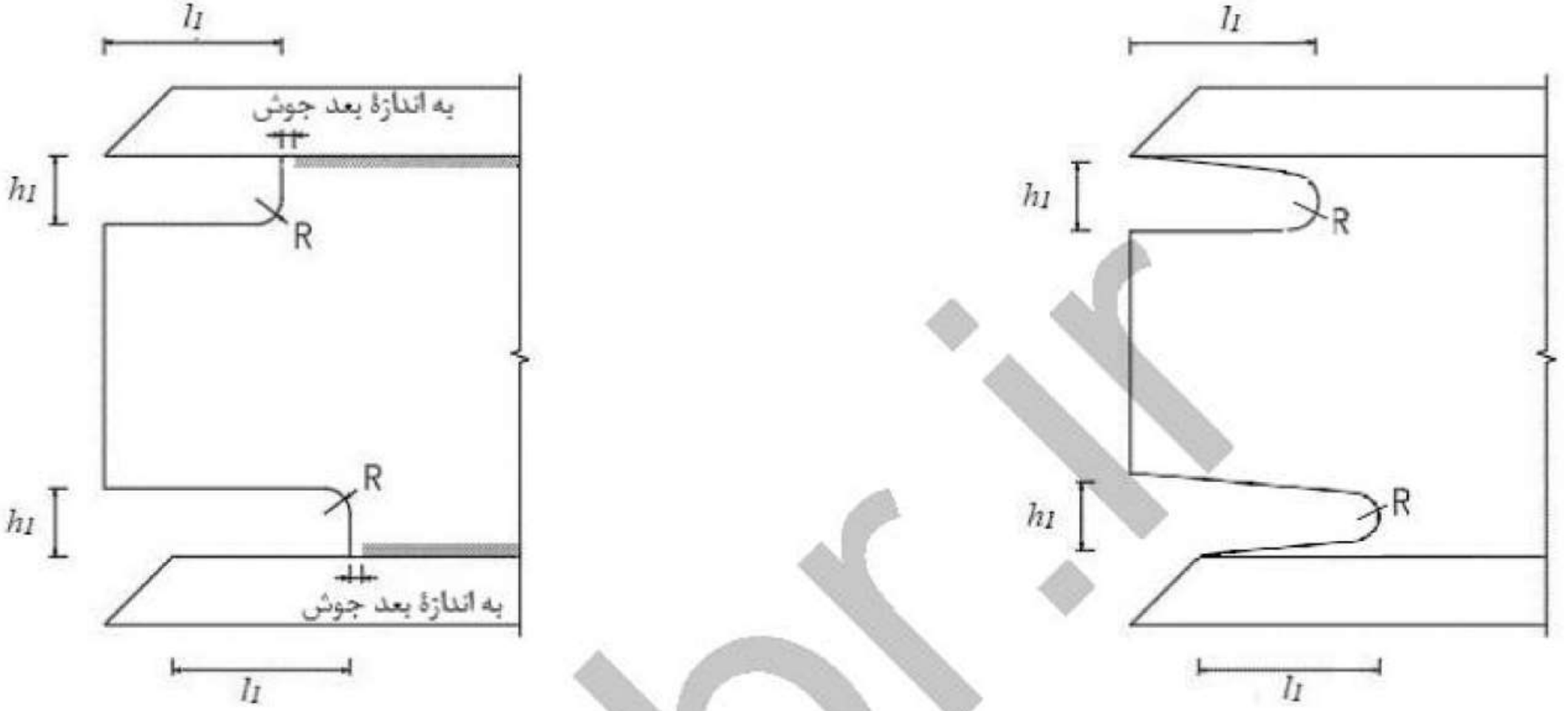
ارتفاع سوراخ دسترسی (h_1) نباید از 20 میلی‌متر و از ضخامت ورقی که سوراخ دسترسی در آن ایجاد می‌شود کوچک‌تر و از 50 میلی‌متر بزرگ‌تر در نظر گرفته شود. مطابق شکل ۱۰-۲-۹-۷، شعاع قوس‌های سوراخ دسترسی جوش نباید کوچک‌تر از 10 میلی‌متر انتخاب شود.

inbr.ir

در مقاطع نوردشده و ساخته شده از ورق که در آن‌ها ایجاد سوراخ دسترسی پس از اتمام جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد، لبهٔ جان باید از سطح بال تا سطح تو رفتگی سوراخ دسترسی به‌صورت شیب‌دار، کاملاً یکنواخت و بدون گوشه‌های تیز باشد.

در مقاطع ساخته‌شده از ورق که در آن‌ها ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد، انتهای سوراخ دسترسی می‌تواند عمود بر بال باشد؛ مشروط بر آنکه انتهای جوش به اندازهٔ بعد جوش از سوراخ دسترسی فاصله داشته باشد.

در نیمرخ‌های سنگین و مقاطع ساخته‌شده از ورق که از ورق‌هایی به ضخامت بیش از 40 میلی‌متر ساخته می‌شوند، لبه‌های برش دادهٔ تیر یا سوراخ‌های دسترسی که توسط شعله بریده شده باشند را باید با سنگ‌زدن به‌صورت فلز صاف و براق در آورد. اگر قسمت‌های منحنی بریده‌شده در محل سوراخ دسترسی توسط عمل مته‌کردن یا برقوزدن صورت گرفته باشد، نیازی به سنگ‌زدن و صاف‌کردن نخواهد بود.



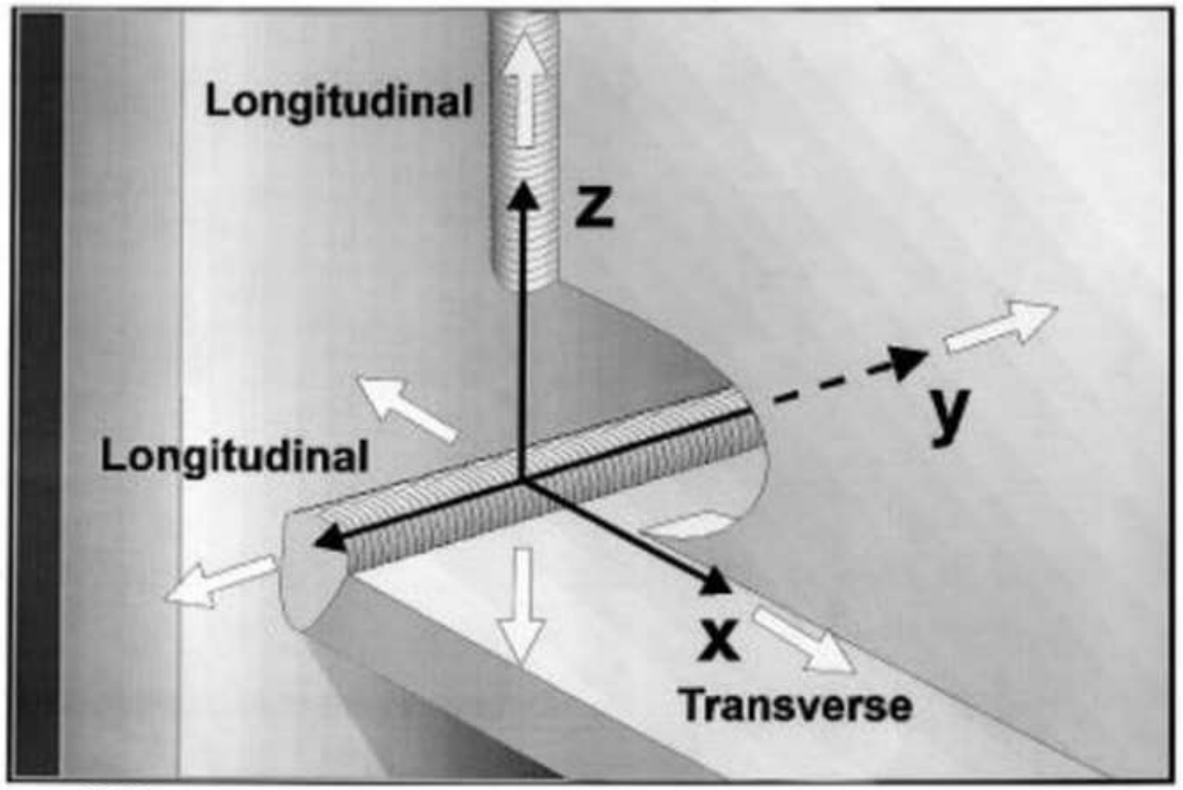
الف) مقاطع نوردشده و ساخته شده از ورق که در آن‌ها ایجاد سوراخ دسترسی پس از انجام جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد.

ب) مقاطع ساخته شده از ورق که در آن‌ها ایجاد سوراخ دسترسی قبل از تکمیل جوشکاری بال‌ها به جان صورت می‌گیرد.

شکل ۱۰-۲-۹-۷: سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری و برش بال‌های تیر در محل اتصال

.ir

قسمت چهارم – سوراخ دسترسی لرزه ای



می دانیم همانطور که جوش شیاری بال به صورت حجمی کوچک می شود، میدان تنش پسماند عمود بر محور طولی جوش ایجاد می گردد. همزمان، با انقباض طولی جوش شیاری، تنش جانبی در طول جوش ایجاد می‌شود که به عنوان تنش در جهت Y تعیین می‌شود. هنگامی که جوش جان صورت می پذیرد، انقباض طولی این جوش منجر به انتشار تنش در جهت Z می‌شود. این سه الگوی تنش پسماند در تقاطع جان و فلنج تیر با وجه ستون به هم می رسند. هنگامی که فولاد در هر سه جهت متعامد به طور همزمان بارگذاری می شود، حتی انعطاف پذیرترین فولاد نیز نمی تواند شکل پذیری از خود نشان دهد لذا در تقاطع این سه جوش، تمایل به ترک قابل توجه خواهد بود.

جدول ۱۰-۴-۳۲: الزامات برداشتن پشت‌بند و ورق گوشواره‌ای (ناودان انتهای جوش)

	ناودان انتهای جوش	پشت‌بند
قاب‌های خمشی		
اتصال بال فوقانی تیر به بال ستون	برداشته شود	باقی بماند و با جوش گوشه به ستون (نه به تیر) جوش داده شود
اتصال بال تحتانی تیر به بال ستون	برداشته شود	برداشته شود
ورق‌های پیوستگی	توصیه می‌شود در گوشهٔ اتصال بال به جان ستون (نزدیک ناحیهٔ k) استفاده نشود. در صورت استفاده باقی بماند	باقی بماند و با جوش گوشه به ستون جوش داده شود
	نزدیک لبهٔ بال ستون برداشته شود	
قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرا		
همهٔ اتصالات مهاربندها	باقی بماند	باقی بماند

قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا		
اتصال تیر پیوند به ستون	برداشته شود	مانند قاب‌های خمشی
اتصال مهاربندها به تیر پیوند	برداشته شود	برداشته شود
سایر اتصالات مهاربندها	باقی بماند	باقی بماند
وصله ستون‌ها (در قاب‌های خمشی و مهاربندی‌شدهٔ همگرا و واگرا)		
وصله ستون‌ها	برداشته شود	باقی بماند

ژ) ایجاد ملحقات جوشی از جمله جوش گل‌میخ‌ها و بست‌های نگهدارنده و سایر موارد در ناحیهٔ حفاظت‌شده ممنوع است.

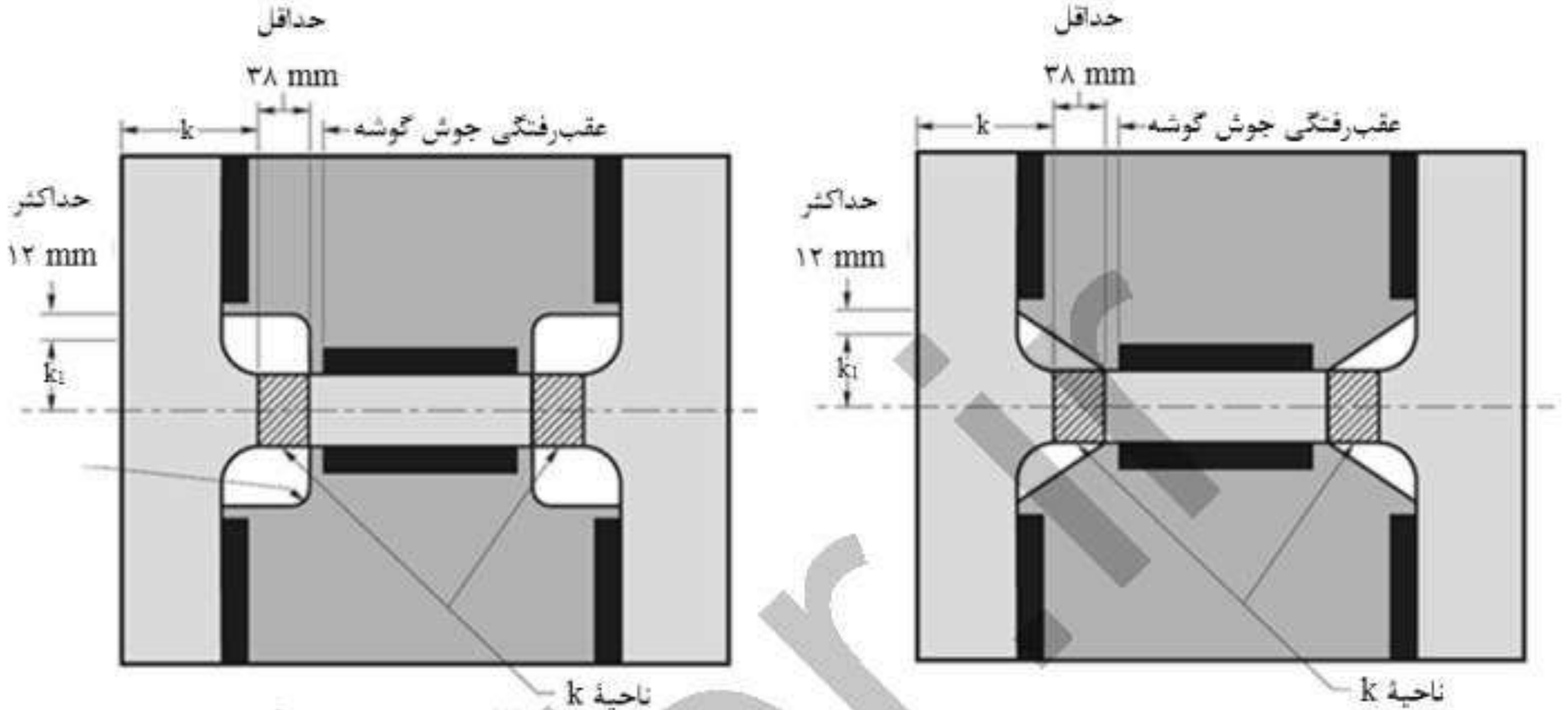
س) بریدگی‌ها و زخم‌ها در ناحیهٔ حفاظت‌شده باید با شیب 1 به 5 در امتداد موازی محور عضو و 1 به 2.5 در امتداد عمود بر آن سنگ‌زنی و اصلاح شود.

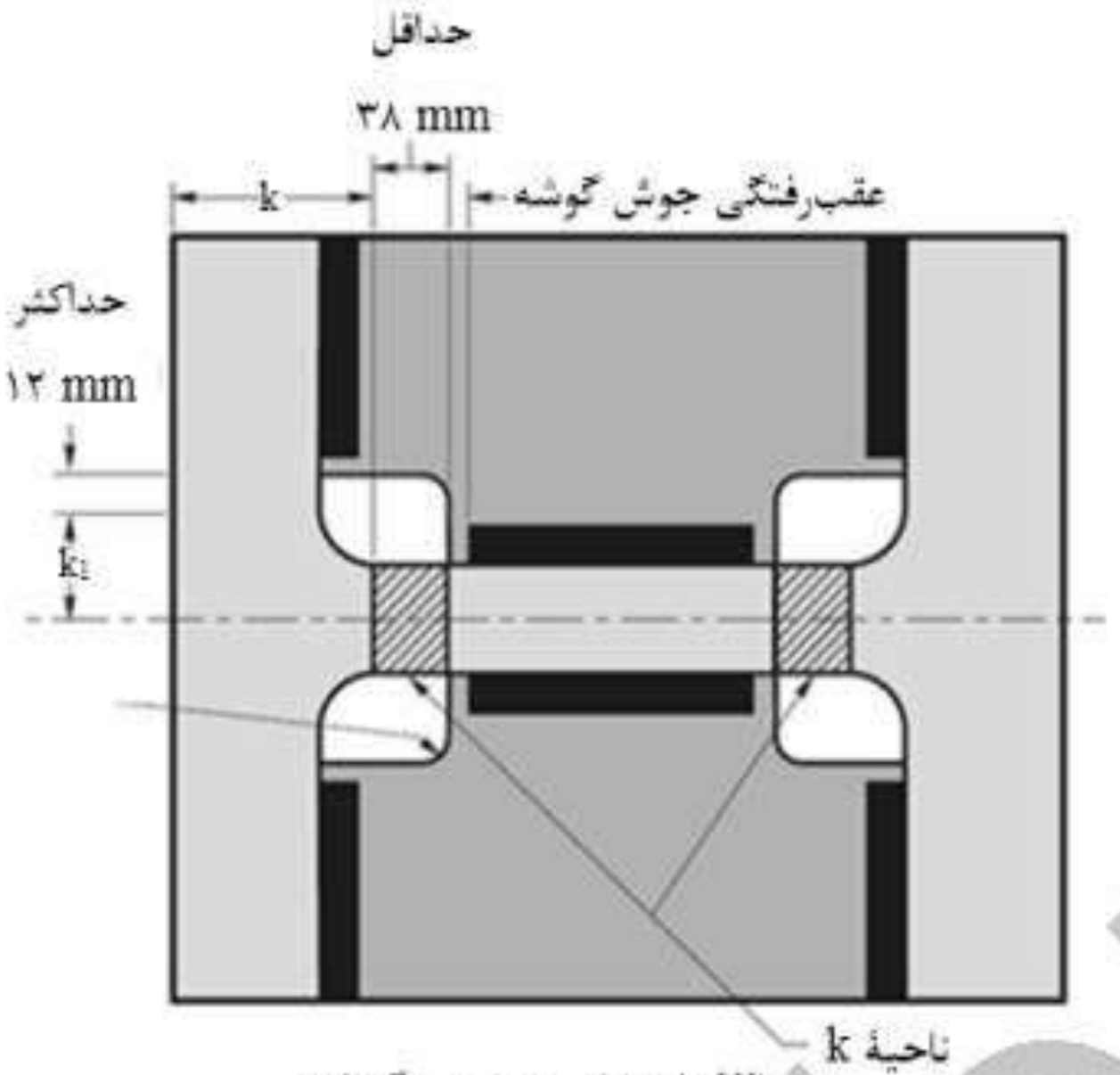
ش) پیش‌گرمایش برای تمام خال جوشکاری‌ها باید مطابق دستورالعمل جوشکاری (WPS) باشد.

ص) در ناحیهٔ حفاظت‌شده هیچ‌گونه خال‌جوش خارج از درز جوش مجاز نیست و خال‌جوش‌های اشتباه باید با سنگ‌زنی برداشته شوند.

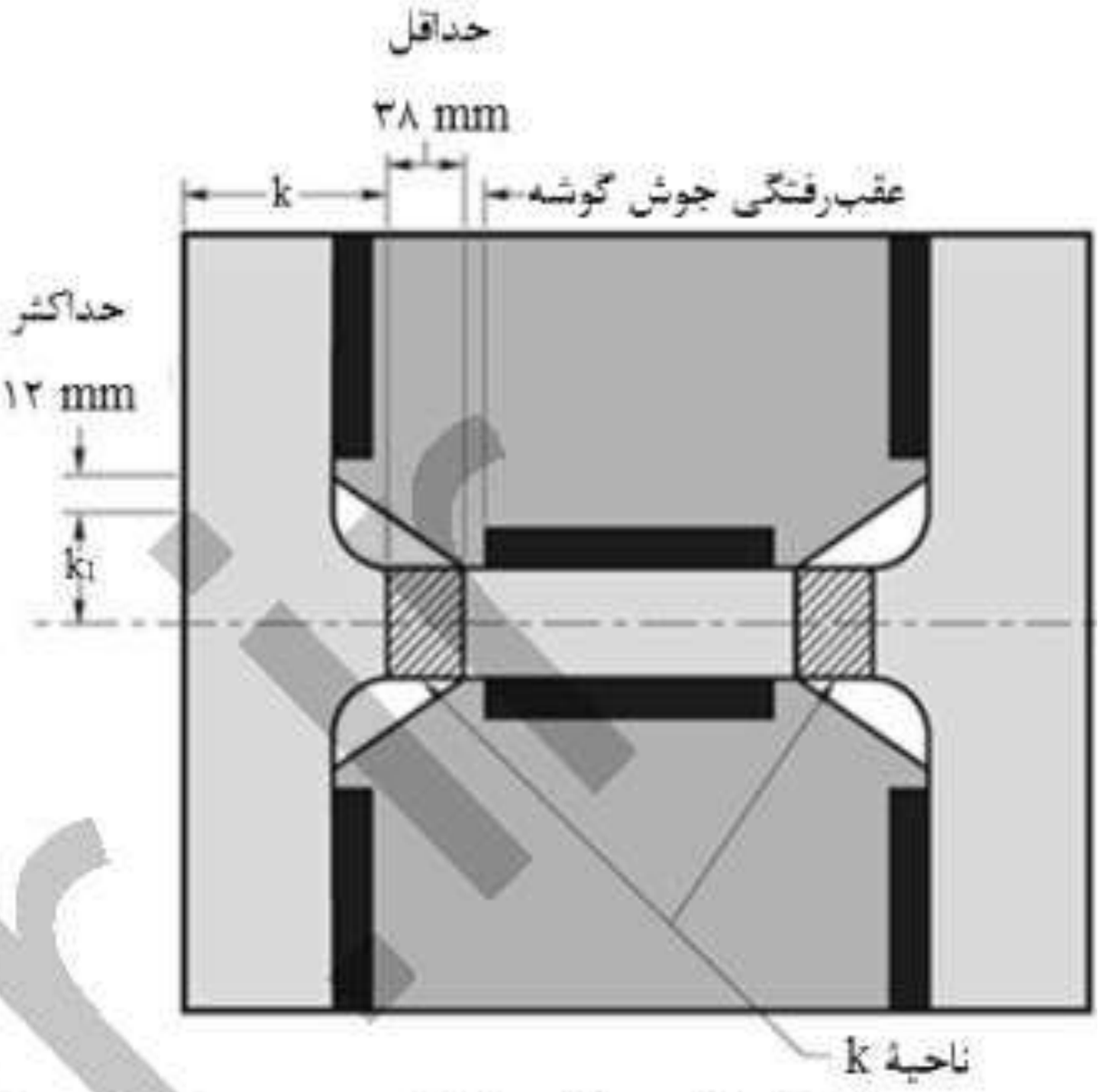
ض) اگر محل برداشته‌شدن ورق گوشواره‌ای (ناودان انتهای جوش) با جوشکاری اضافی اصلاح شده باشد، سلامت ناحیهٔ اصلاح‌شده و مجاورت آن باید با آزمایش MT کنترل شود.

ط) جوشکاری خارج ناحیهٔ K در محل اتصال ورق پیوستگی به جان ستون باید مطابق شکل‌های ۱۰-۴-۲۴-الف و ب انجام پذیرد و پس از 48 ساعت از اتمام جوشکاری تا محدودهٔ 75 میلی‌متری، آزمایش MT شود.



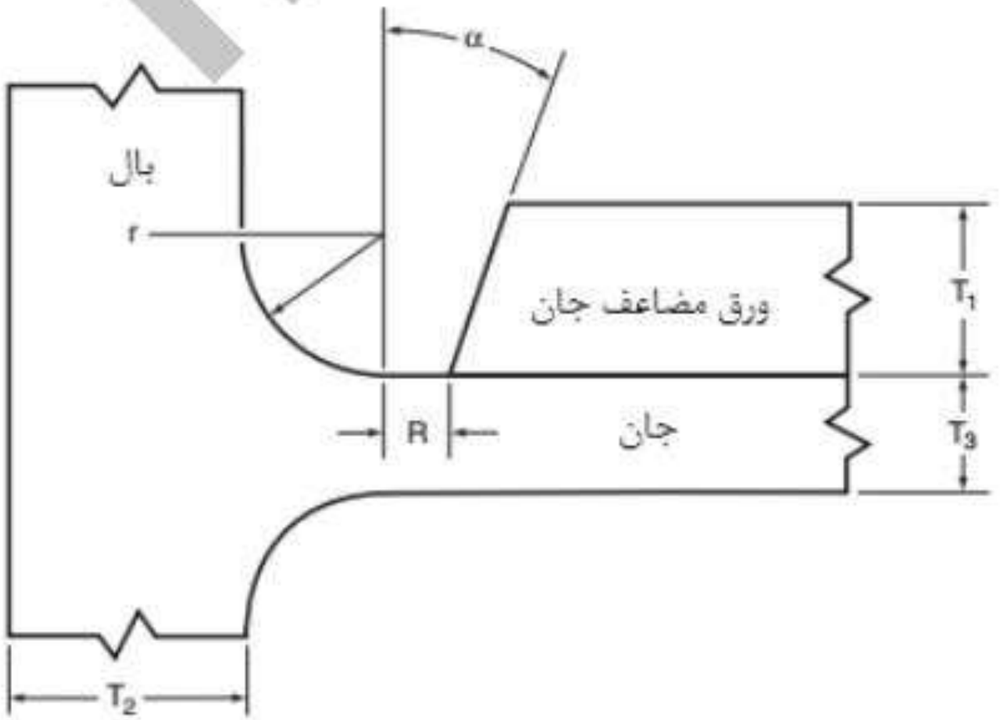


(الف) برش منحنی گوشه



(ب) برش مستقیم گوشه

ظ) برای جزئیات اتصال ورق مضاعف جان به مقاطع نوردشده باید از شکل ۱۰-۴-۲۷ و جدول ۱۰-۴-۳۳ در دستورالعمل جوشکاری استفاده شود.



شکل ۱۰-۴-۲۷: جزئیات اتصال ورق مضاعف جان به مقاطع نوردشده

جدول ۱۰-۴-۳۳: جزئیات اتصال ورق مضاعف جان به مقاطع نوردشده

فرآیند جوشکاری	مشخصهٔ اتصال	ضخامت فلز پایه (U = نامحدود)			آماده‌سازی درز			وضعیت مجاز جوشکاری
		T_1	T_2	T_3	شکاف ریشه شعاع نورد زاویهٔ شیار	رواداری‌ها		
						در طراحی	در مونتاژ	
SMAW	Dblr	U	U	U	R=0 مطابق نورد مقطع = r $\alpha=20^\circ$	+1.5 mm ,-0 - $+10^\circ, -0^\circ$	±6 mm مطابق نورد $+10^\circ, -5^\circ$	F
GMAW FCAW	Dblr-GF	U	U	U	R=0 مطابق نورد مقطع = r $\alpha=30^\circ$	+1.5 mm ,-0 - $+10^\circ, -0^\circ$	±6 mm مطابق نورد $+10^\circ, -5^\circ$	F

F	±6 mm مطابق نورد +10°, -5°	+1.5 mm, -0 - +10°, -0°	R=0 مطابق نورد مقطع = r α=30°	U	U	U	Dblr-S	SAW

F = وضعیت تخت

SMAW = جوش دستی با الکترود روکش‌دار

SAW = جوش زیر پودری

GMAW = جوش تحت حفاظت گاز

FCAW = جوش تحت حفاظت گاز با الکترود تو پودری

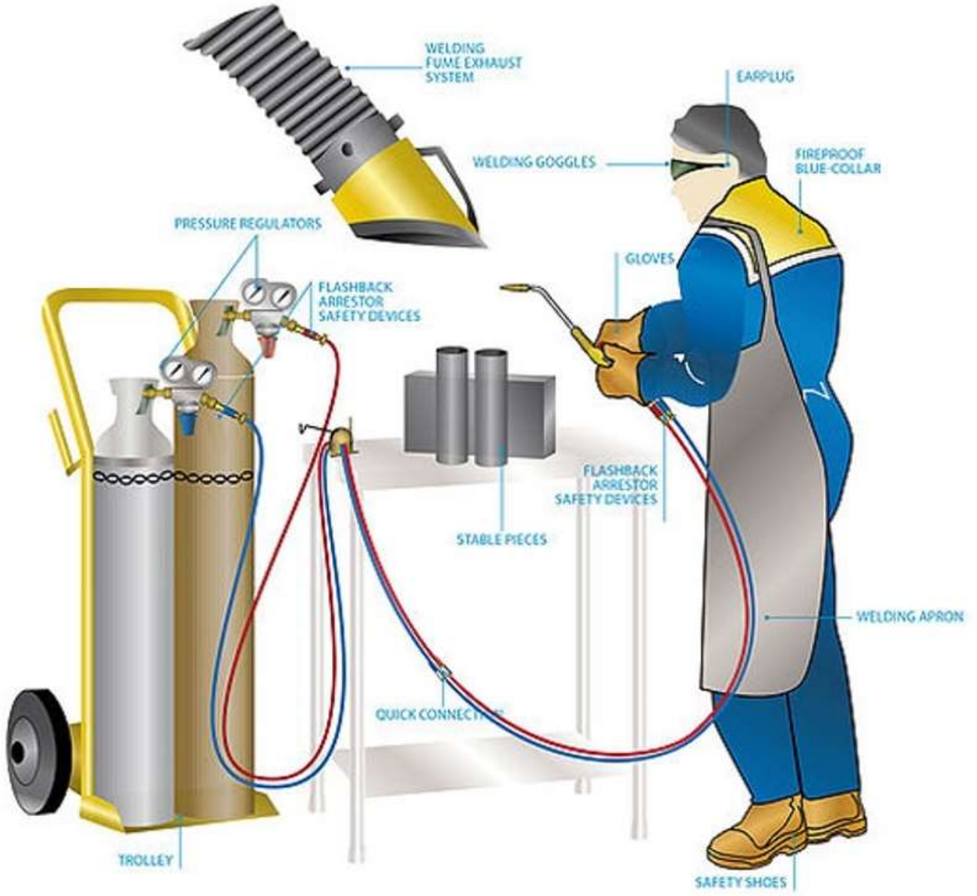
Dblr = ورق مضاعف با جوش دستی

Dblr-GF = ورق مضاعف با جوش تحت حفاظت گاز

Dblr-S = ورق مضاعف با جوش زیرپودری

جوش تحت حفاظت گاز

Correct and safe oxygas welding station



قسمت پنجم- جوش قوسی با الکترود تو پودری (FCAW)-AWS A5.20

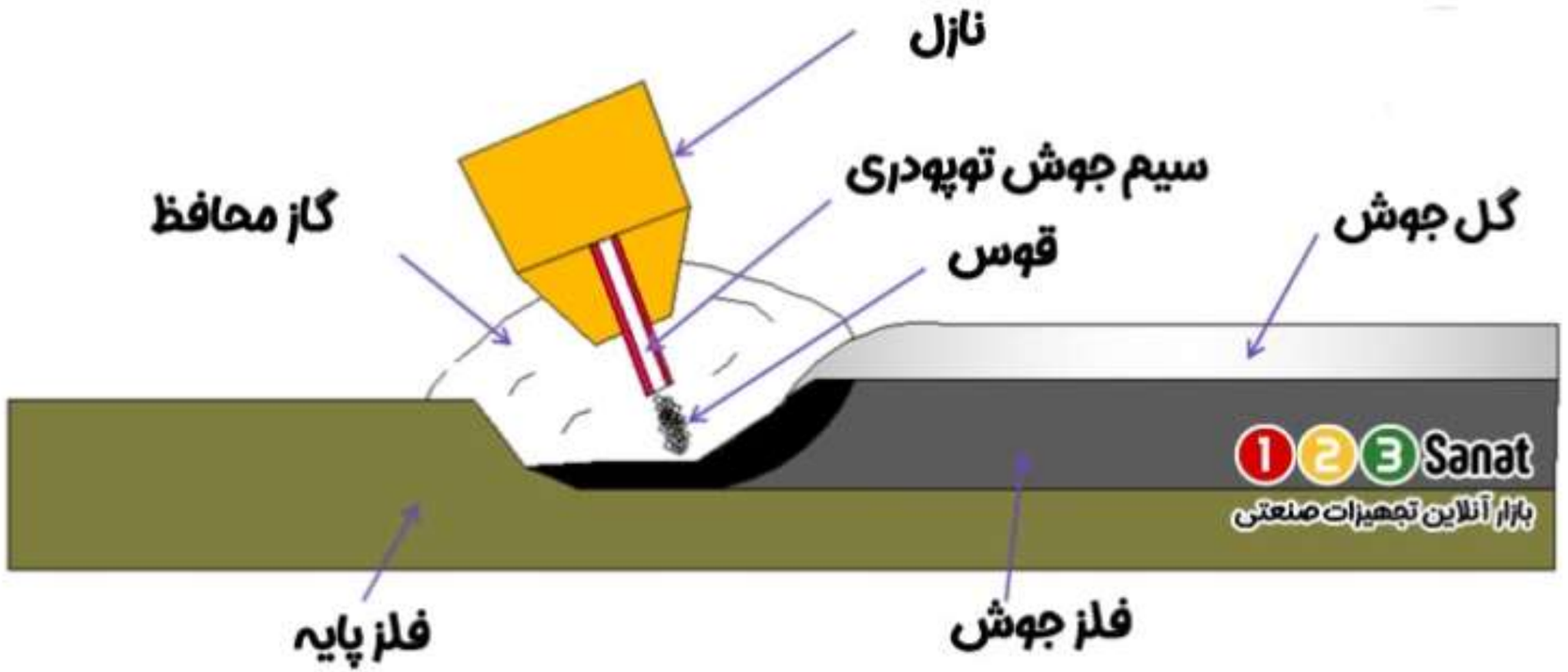
EXXT-X

- مخفف کلمه الکترود
- حداقل استحکام کشش الکترود با مقیاس Psi ۱۰۰۰۰ (می تواند عدد ۶ و یا ۷ باشد) (X ۱۰Ksi)
- قابلیت استفاده و عملکرد سیم جوش (مانند قطبیت و ...) (می تواند از ۱ تا ۱۴ و یا حروف G یا Gs باشد)
- به معنای سیم جوش توپودری
- وضعیت جوشکاری
  - عدد صفر= تخت و افقی
  - عدد یک= تمام وضعیت‌ها

AWS/ASME SFA 5.20	DIN 8555	نام کالا
E71 T1 MJ	–	AMA 200F
E71T-1C	–	AMA 201F

EXXT-X M J HZ

- نوشتن M = گاز محافظ (CO_2 20-25 ٪، Ar ٪75-80)
  - ننوشتن M = گاز دیگر مانند CO_2 استفاده شود یا سیم جوش از نوع خود محافظ است.
- نیاز به انجام آزمون نفوذپذیری هیدروژن
- جوش حاصل از این سیم جوش دارای مقاومت به ضربه (چقرمگی) بالاتر نسبت به سایر سیم جوش‌های توپودری است


نازل
سیم جوش توپودری
گاز محافظ
قوس
گل جوش
فلز پایه
فلز جوش
123Sanat
بازار آنلاین تجهیزات صنعتی

معایب جوشکاری زیر پودری

- برای ورق های نازک مناسب نیست.
- جوشکاری فقط در حالت تخت و افقی (گوشه) قابل انجام است.
- هزینه تجهیزات جوش زیر پودری بیشتر است.
- محل درز اتصال در حین جوشکاری قابل کنترل نیست.

D:\ejra\pictures\New pic\IMG_20151231_101300.jpg

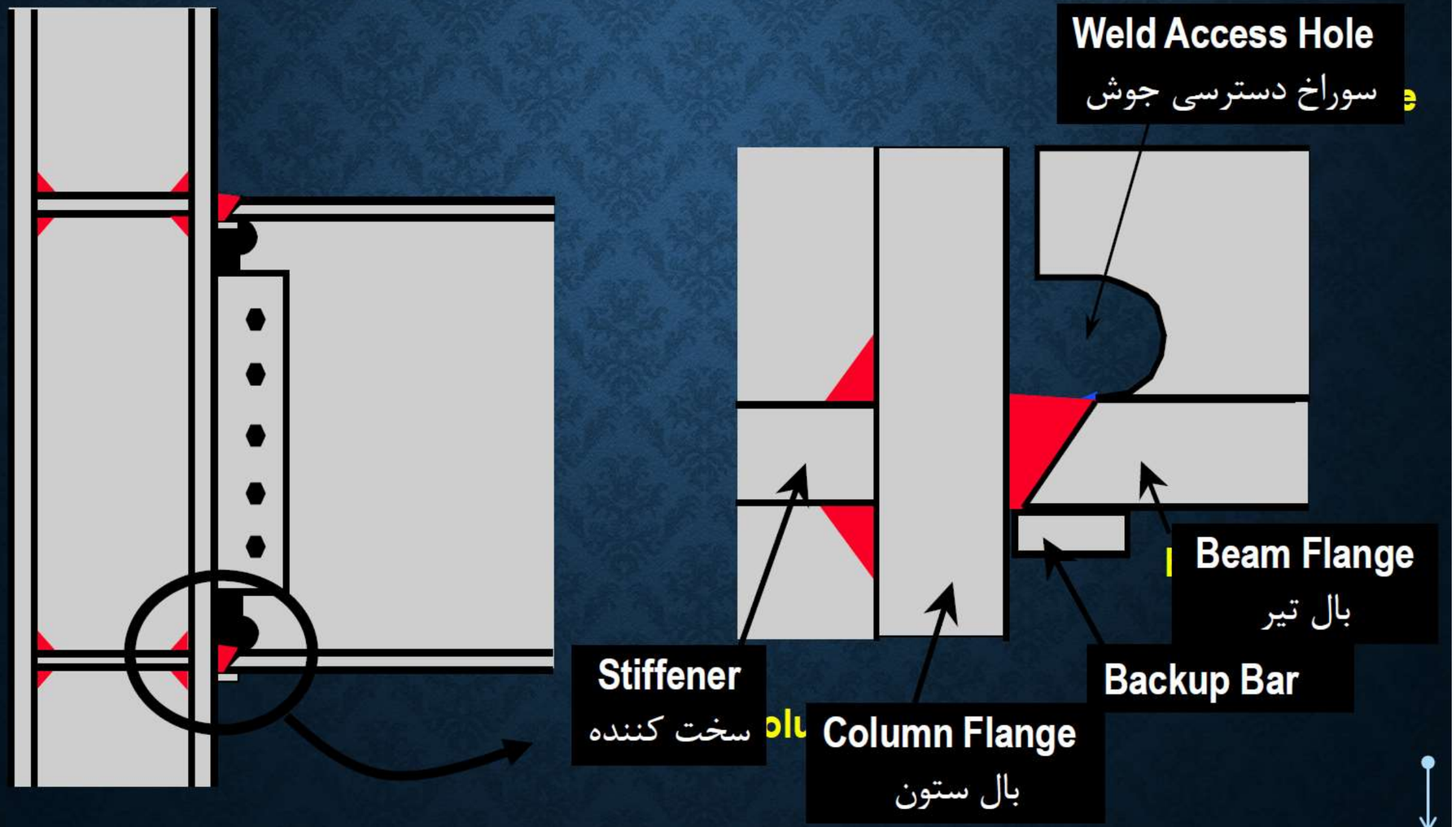
جوش زیر پودری

mycivil.ir

مای سیویل

PRE-NORTHRIDGE WELDED FLANGE – BOLTED WEB MOMENT CONNECTION

اتصال تیر به ستون



اتصال تیر به ستون

محل های جوش داده شده در جای خود قرار دارند. محل های جوشکاری هندسه شیار را فراتر از لبه های ورق گسترش می دهند. این اجازه می دهد که خاتمه های جوش (که به طور معمول دارای نقص هستند) در خارج از ورق تیر ساخته شوند.

Weld tabs tacked in place. Weld tabs extend groove geometry beyond the flange edges. This permits weld terminations (which normally contain defects) to be made outside of the beam flange.

اتصال تیر به ستون

اولین پاس جوش در داخل شیار قرار گرفته است (گذر «ریشه»). برای ایجاد این عبور، جوشکار باید جوش را در قسمت مرکزی ورق، یعنی در ناحیه سوراخ دسترسی جوش قطع کند.

The first weld pass has been placed inside of the groove (the "root" pass). To make this pass, the welder must interrupt the weld in the center portion of the flange, i.e., in the region of the weld access hole.

اتصال تیر به ستون

شیار پایین همچنان با فلز جوش پر می شود. توجه داشته باشید که هر گذر جوش در قسمت مرکزی تیر قطع نمی شود، جایی که جوشکار باید از دو طرف متناوب تیر جوش بدهد. قطع شدن جوش در قسمت میانی تیر(یعنی بخشی در مجاورت سوراخ دسترسی جوش) میتواند منجر به نقص جوش در این منطقه شود.

Bottom groove continues to be filled with weld metal. Note that each weld pass is interrupted in the center portion of the flange, where the welder must weld from alternate sides of the beam web. The interruption of the weld passes in the middle portion of the flange (i.e the portion in the vicinity of the weld access hole) can lead to weld defects in this region.

اتصال تیر به ستون

جوش شیار تیرپایین انجام شده است. درتمرین قبل از نورتریج، ورق پشت بند و زبانه های جوشکاری معمولاً در جای خود قرار می گرفتند.

Completed bottom flange groove weld. In pre-Northridge practice, the back-up bar and weld tabs were normally left in-place.

اتصال تیر به ستون

Beam top flange, prior to welding. Back-up bar and weld tabs have been tacked into place. Note that the backup bar is continuous, and passes through the weld access hole.

ورق بالایی تیر، قبل از جوشکاری. ورق های پشت بند و محل های جوشکاری در جای خود قرار گرفته اند. توجه داشته باشید که ورق پشت بند مداوم است و از سوراخ دسترسی جوش عبور می کند.

اتصال تیر به ستون

جوش شیاردار ورق بالا برای هر جوش داده شده، جوش خارج از ورق تیر (در منطقه محل جوش) شروع می شود، به طور مداوم از طریق شیار جوش داده می شود و عبور جوش در خارج از ورق تیر، درمحل مقابل جوش داده می شود. بر خلاف جوش ورق پایین، جوش شیارورق بالایی در قسمت وسط ورق قطع نمی شود (به عنوان مثال، جان تیرچه مانعی در جوش ورق بالایی نیست).

Completed top flange grooved weld. For any given weld pass, the welder starts outside of the beam flange (in the region of the weld tab), welds continuously across the groove, and terminates the weld pass outside of the beam flange, at the opposite weld tab. Unlike the bottom flange weld, the top flange groove weld is not interrupted in the middle part of the flange (i.e, the beam web is not an obstruction at the top flange weld).

اتصال تیر به ستون

جوش های شیار ورق پرتو معمولاً پس از اتمام در زمین با آزمایش اولتراسونیک **(UT)** بررسی می شوند. (این عکس اتصال لرزه‌ای با صفحه پوشش را نشان می دهد).

با استفاده از **UT**، مبدل موج صوتی را به داخل اتصال جوش می فرستد. اگر موج با نقصی مواجه شود، بخشی از موج به مبدل بازتاب می شود. یک تکنسین باتجربه **UT** می تواند این سیگنال ها را برای تشخیص نقص تفسیر کند.

Beam flange groove welds are normally examined after completion in the field by ultrasonic testing (UT). (This photo shows a moment connection with a cover plate).

With UT, a transducer sends a sound wave into the weld joint. If the wave encounters a defect, a portion of the wave is reflected back to the transducer. An experienced UT technician can interpret these signals to detect defects.

پیوست ها

پیوست ۱

فهرست استانداردهای معتبر

مصالح سازه‌های فولادی مورد تائید

این مبحث

مصالح قابل به‌کارگیری در سازه‌های فولادی شامل نیمرخ‌ها، ورق‌ها، پیچ و مهره‌ها، الکترودها، گل‌میخ‌ها و مصالح مصرفی جوشکاری باید با استانداردهای معتبر این پیوست انطباق داشته باشند. صدور گواهی‌نامهٔ معتبر انطباق با استاندارد، توسط کارخانهٔ سازنده یا فروشنده رسمی مصالح ضروری است. در صورتی گواهینامهٔ انطباق محصول نه با یکی از استانداردهای معرفی‌شده در این پیوست، بلکه با سایر استانداردهای معتبر صادر گردد، می‌توان با انجام آزمون‌های معادل‌سازی، آن محصول را با یکی از استانداردهای معرفی‌شده در این پیوست انطباق داد. نحوهٔ معادل‌سازی در بخش ۱۰-۴-۲ معرفی شده است.

inbr.ir

۱۰-پ۱-۱ استانداردهای فولاد سازه‌ای معتبر مورد تأیید

۱۰-پ۱-۱-الف استانداردهای موسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱۰-پ۱-۱-ب استانداردهای اتحادیه اروپا (EN)

۱۰-پ۱-۱-پ استانداردهای سازمان جهانی استاندارد (ISO)

۱۰-پ۱-۱-ت استانداردهای انجمن آزمایش مصالح آمریکا (ASTM)

۱۰-پ۱-۱-ث استانداردهای صنعتی ژاپن (JIS)

۱۰-پ۱-۲ استانداردهای پیچ و مهره سازه‌ای معتبر مورد تائید

۱۰-پ۱-۲-الف استانداردهای ایران

۱۰-پ۱-۲-ب استانداردهای اتحادیه اروپا (EN) و سازمان جهانی استاندارد (ISO)

۱۰-پ۱-۲-پ استانداردهای انجمن آزمایش مصالح آمریکا (ASTM) و موسسه استاندارد ملی آمریکا (ANSI)

۱۰-پ۱-۳ استانداردهای مصالح مصرفی جوشکاری معتبر مورد تائید

۱۰-پ۱-۳-الف استانداردهای موسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI)

۱۰-پ۱-۳-ب استانداردهای اتحادیه اروپا (EN) و سازمان جهانی استاندارد (ISO)

۱۰-پ۱-۳-پ استانداردهای انجمن جوشکاری آمریکا (AWS)

پیوست ۶

حفاظت در برابر آتش

۱۰-پ۶-۱ کلیات

حفاظت ساختمان‌ها در برابر آتش باید مطابق با الزامات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان صورت گیرد. درجه‌بندی مقاومت اعضای سازه‌های فولادی در برابر آتش برحسب نوع ساختار و نوع عضو سازه‌ای تابعی از مساحت، ارتفاع و تصرف با توجه به مقررات مبحث مذکور تعیین می‌گردد که در محدودهٔ 1 تا 3 ساعت است.

برای تأمین مقاومت در برابر آتش مورد نیاز اعضای سازه‌ای فولادی، علاوه بر روش‌های ذکر شده در این پیوست، روش‌های ارزیابی و طراحی مواد و سیستم‌های محافظت‌کننده در مقابل حریق مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و مدارک فنی پشتیبان آن نیز مورد تائید و مجاز است.

inbr.ir

۱۰-پ۶-۱ کلیات

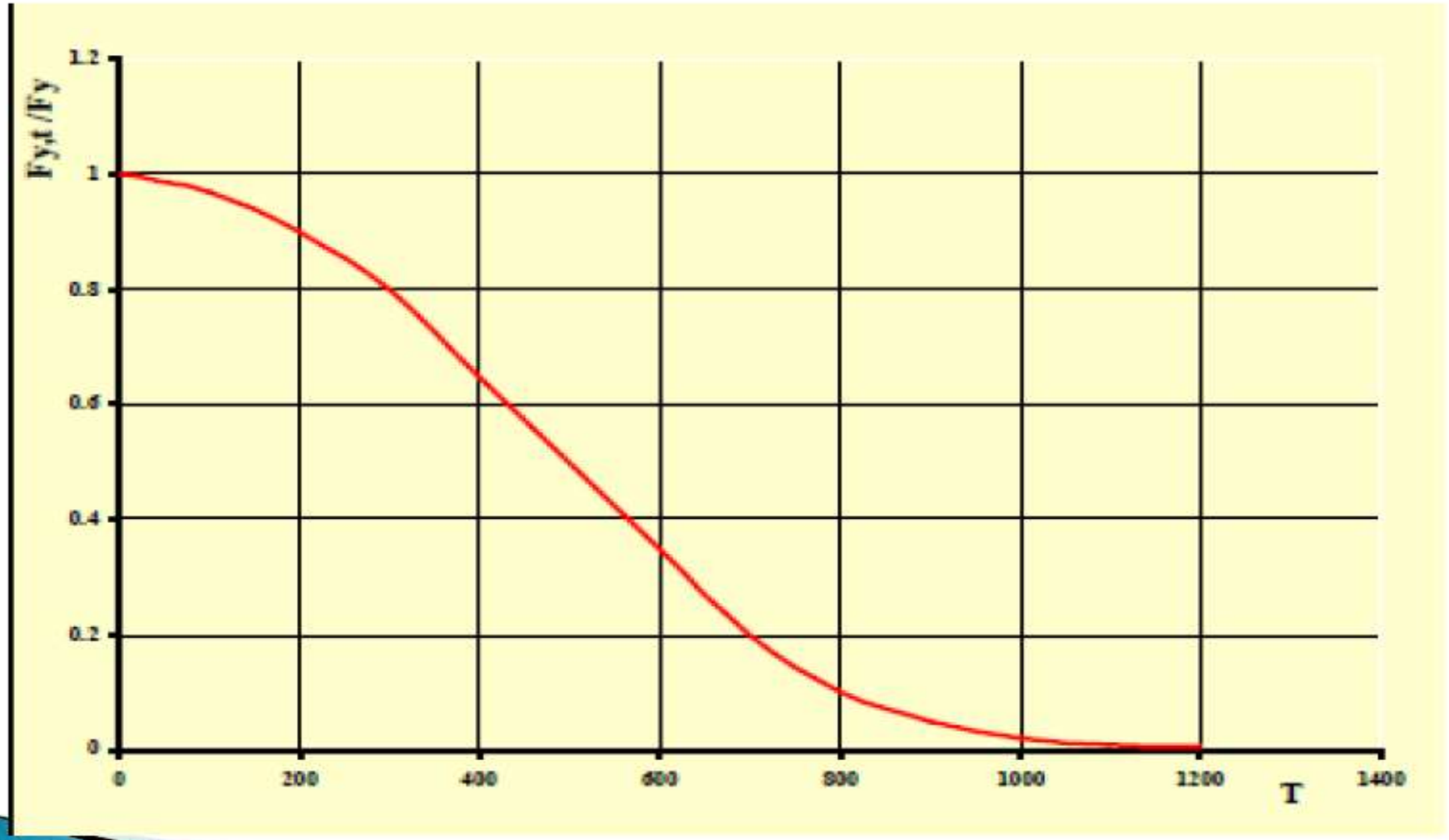
۱۰-پ۶-۲ جزئیات حفاظت ستون‌های فولادی

۱۰-پ۶-۳ جزئیات حفاظت تیرهای فولادی

۱۰-پ۶-۴ جزئیات حفاظت خرپاهای فولادی

۱۰-پ۶-۵ روابط محاسباتی باربری اعضای فولادی در معرض آتش و افزایش دما

مقاومت کم فولاد در برابر حریق



منحنی کاهش مقاومت جاری شدن به ازاء افزایش دما

مقاومت کم در برابر حریق

- سیم توری و بتن پاشی
- مواد پاششی معدنی
- رنگ های منبسط شونده (پف کننده)
- پنل های ضد حریق
- مقطع مختلط با بتن

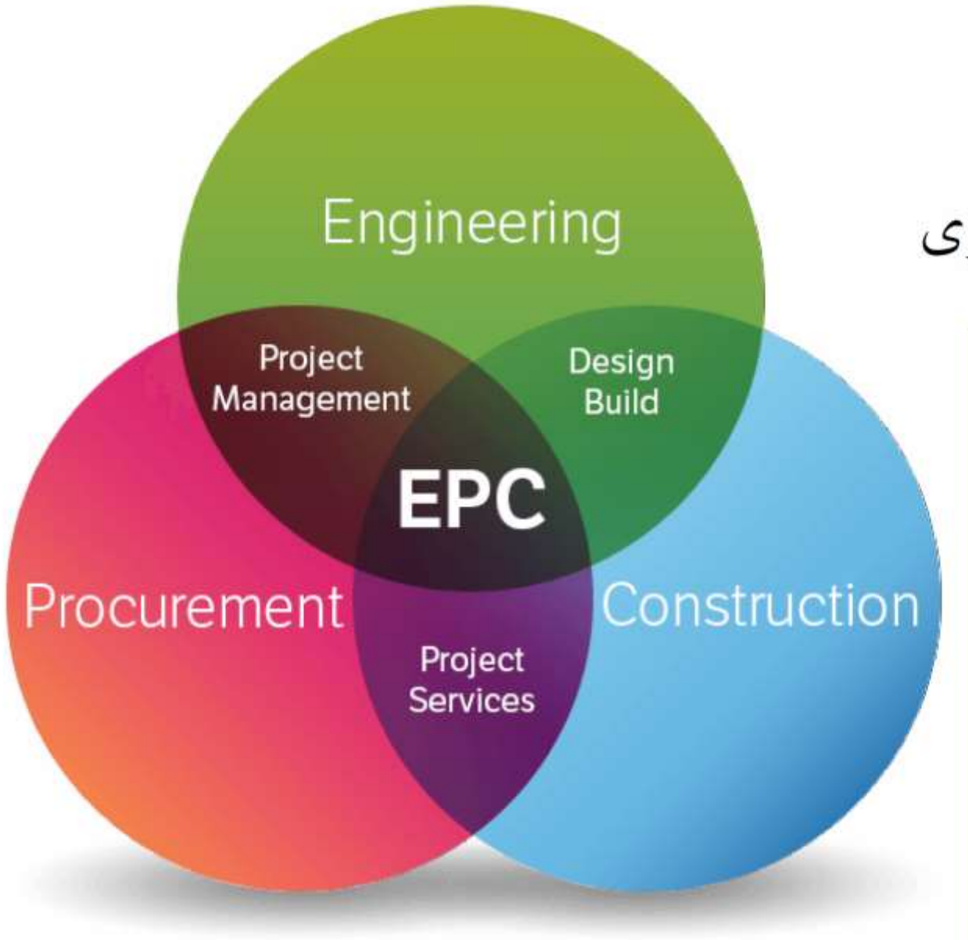
پوشش های مخصوص جهت محافظت در برابر حریق و خوردگی

جمع بندی و پیشنهادات

جمع‌بندی و پیشنهادات

- به منظور جبران عقب‌افتادگی در صنعت ساختمان بایستی فرهنگ پیش‌ساختگی و تولید کارخانه‌ای اعضای ساختمان ایجاد و مورد حمایت دستگاه‌های اجرایی گردد.
- در صورت محقق‌شدن روش اجرای صنعتی ساختمان‌ها باید دیگر آیین‌نامه‌های داخلی همچون مبحث ۹ و ۱۰ مطابق این رویه بازنگری و بروزرسانی شوند.
- در انبوه‌سازی‌های طرح نهضت ملی مسکن باید به ساخت صنعتی و کارخانه‌ای اسکلت فلزی، توجه ویژه‌ای شود.

جمع‌بندی و پیشنهادات



- استفاده از شیوه « طرح و ساخت» در پروژه‌های انبوه‌سازی

پیوست ۱ مبحث ۱۱

مشخصه اصلی انبوه‌سازی، تکرار زیاد و در نتیجه، امکان اتخاذ روش برای ساخت است. هنگام طراحی طرح تکرارپذیر در انبوه‌سازی صنعتی، توجه به ساخت‌پذیری و در دسترس بودن فناوری‌ها و روش‌های ساخت صنعتی اهمیت ویژه‌ای دارد و این مهم، با اتخاذ شیوه "طرح و ساخت" به سهولت انجام می‌شود. از این‌رو، برای کسب بهترین نتیجه از مهندسی ارزش و ترویج صنعتی‌سازی در انبوه‌سازی، شیوه "طرح و ساخت" برای آنها الزامی شده است. الزام "طرح و ساخت" برای انبوه‌سازی صنعتی، الزام آن برای کل پروژه است. واضح است که در فعالیت‌های مختلف می‌توان از مشاور یا پیمانکاری جداگانه، لیکن تحت مدیریت واحد و به صورت یکپارچه استفاده کرد. در شیوه "طرح و ساخت"، پایش پروژه بر عهده شخص ثالثی است که معمولا مشاور کارفرماست. در پروژه‌های

جمع‌بندی و پیشنهادات

- ایجاد بستر مناسب جهت گارانتی ساختمان‌های تولیدشده به روش صنعتی‌سازی

پیوست ۳ مبحث ۱۱

تبلیغات و مشوق‌ها برای مصرف‌کننده محصول خواهد بود. مثلا در ژاپن، تاکید خاصی روی کیفیت ساختمان‌های پیش‌ساخته و تطبیق مشخصات ساختمان با خواست مشتری وجود دارد؛ به طوری که خرید خانه از این شرکت‌ها معمولا با گارانتی ۱۰ ساله و بازبینی‌های دوره‌ای بعد از فروش همراه است.

جمع‌بندی و پیشنهادات

- لازمه اجرای صنعتی ساختمان‌ها تربیت و به کارگیری نیروی کار تحصیل‌کرده است.
- با اجرای صنعتی‌سازی ساختمان برای نیروی کار تحصیل‌کرده شغل ایجاد خواهد شد. این امر باعث رضایت اجتماعی و سیاسی در جامعه خواهد شد.

پیوست ۳-۶ مبحث ۱۱

از طرف دیگر، نیروی کار جامعه امروزی، آرام آرام به سمت اخذ تحصیلات عالی پیش می‌رود. این موضوع، باعث می‌شود تا در بلندمدت، بازار تولید ساختمان‌های سنتی با کمبود نیروی کار مواجه شود؛ چرا که نیروی کار تحصیل‌کرده دیگر نخواهد توانست به عنوان یک کارگر ساده نسبت به ساخت و اجرای ساختمان مبادرت ورزد. اجرای ساختمان با روش‌های صنعتی و فناوری‌های جدید، نیاز به گروه‌های مجرب و آموزش دیده دارد. از این رو، در صورت مدیریت درست سیستم آموزش عالی، نیروی کار تحصیل‌کرده امروزی، رغبت بیشتری برای فعالیت در این عرصه خواهد داشت و طبیعتا

جمع‌بندی و پیشنهادات

- تکمیل فهرست بها ابنیه با در نظر گرفتن آیتم‌های صنعتی‌سازی (همچون واشر DTI، اجرای میراگرها و ...)

پیوست ۱ مبحث ۱۱

- فقدان فهرست بهای ویژه صنعتی‌سازی موجب شده است که انعطاف کافی برای پذیرش روش‌ها و فناوری‌های جدید صنعتی در نظام قیمت‌گذاری محصول و خدمات ساختمانی وجود نداشته باشد؛ در نتیجه، ریسک پیمانکاران برای کاربرد شیوه‌های جدید در طراحی و ساخت افزایش یابد. عدم اعمال مهندسی ارزش، از دیگر پیامدهای فقدان فهرست بهای ویژه صنعتی‌سازی است.

Page: 104

جمع‌بندی و پیشنهادات

پیوست ۲ مبحث ۱۱

۱۸- تولید قطعات با روش‌های اتوماسیون صنعتی نظیر برش‌کاری و سوراخ‌کاری‌های CNC و جوشکاری رباتیک؛

۱۹- روش‌های نوآورانه در ساخت قطعات فولادی نظیر نورد پروفیل‌های خاص و قوطی، جوشکاری های اتوماتیک و نوآورانه (نظیر Electro Slag، زیرپودری و غیره)، ساخت قالب‌های سرهم‌سازی با قابلیت حرکت و چرخش برای تنظیم زاویه جوشکاری؛

۲۰- طراحی اتصالات نوآورانه در سازه‌های فولادی به منظور حداقل‌نمودن عملیات اجرایی و نیروی انسانی در کارگاه؛

۲۱- کاربرد اتصالات پیچ و مهره‌ای استاندارد، به جای جوشکاری در کارگاه؛

۲۲- طراحی و ساخت سازه‌های ترکیبی فولاد و بتن به منظور بهره‌گیری از مزایای هر دو؛

Page: 105

جمع‌بندی و پیشنهادات

پیوست ۲ مبحث ۱۱

۴- استفاده حداکثری از ساخت در کارخانه یا ساخت در فضایی پیش‌بینی شده در کارگاه با تامین تمهیدات لازم برای پایش مراحل ساخت و عمل‌آوری؛

۵- حداقل‌نمودن ساخت در محل احداث ساختمان و بیشینه‌سازی نصب در آن؛

۶- حداکثر استفاده از قطعات پیش‌ساخته در حد عضو یا مجموعه‌ای از اعضا؛

پروژه‌های ساختمانی انبوه بزرگ

۱۱-۴-۴-۵ قطعات اسکلت فولادی باید در کارخانه، تولید و اتصالات آن در محل، به صورت پیچ و مهره اجرا شود.

بسمه تعالی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان رضوی

سال ۱۴۰۱ تولید دانش بنیان و اشتغال آفرین

تاریخ: ۱۴۰۱/۰۸/۱۱
شماره: ۱۱۷۴۴۱۱(داخلی)
پیوست: ندارد

شماره نامه وارده:

باسمه تعالی

دبیرخانه : سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

موضوع: پیشنهاد به هیات مدیره جهت الزام به استفاده از سازندگان ذیصلاح در اسکلت های فلزی

ریاست محترم سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی

با سلام

احتراما عطف به مصوبات کمیسیون تخصصی عمران، مصوبه ذیل به حضور ارائه می گردد:

-در راستای رعایت مقررات ملی ساختمان از جمله مباحث جدید ۱۰ و ۱۱ که در سال ۱۴۰۱ ابلاغ شده است، پیشنهاد می گردد برای ساخت اسکلت فلزی پروژه های گروه های ساختمانی "ج" غیر مسکونی و "د" از سازندگان ذیصلاح و دارای صلاحیت وفق مقررات ملی استفاده شود.

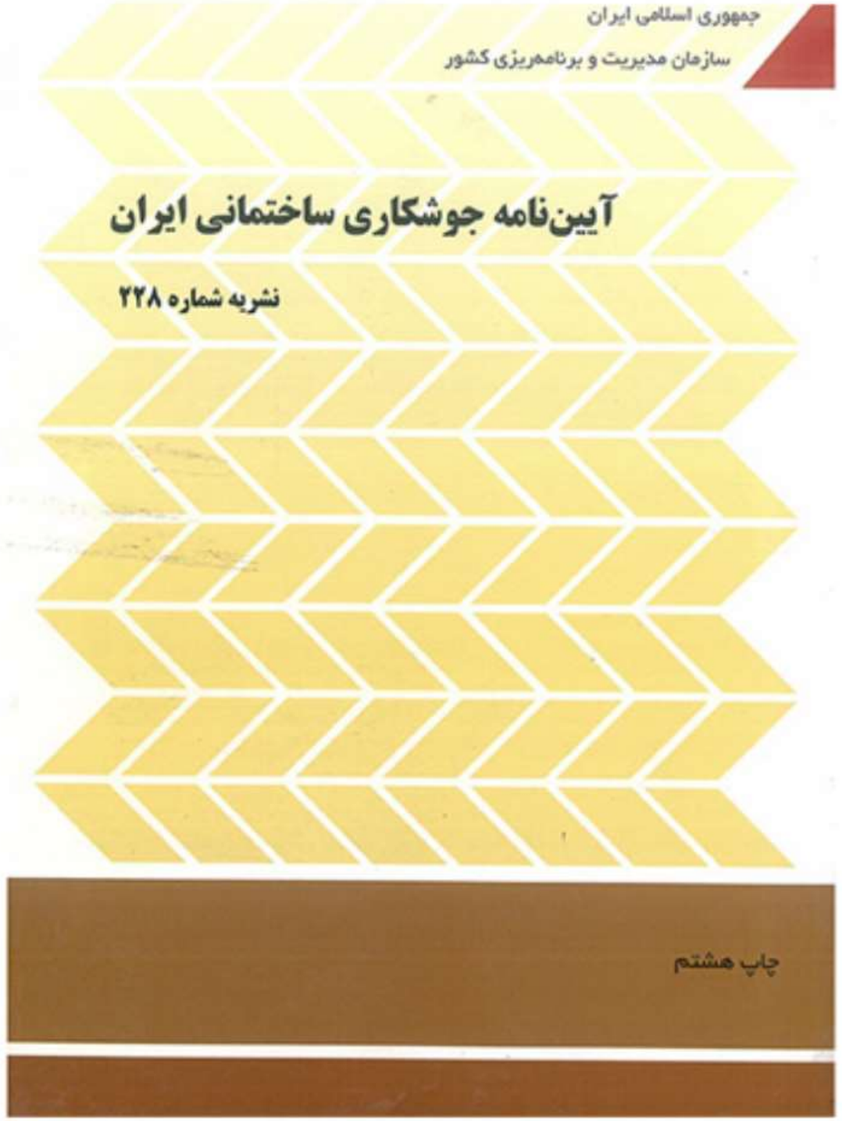
با احترام

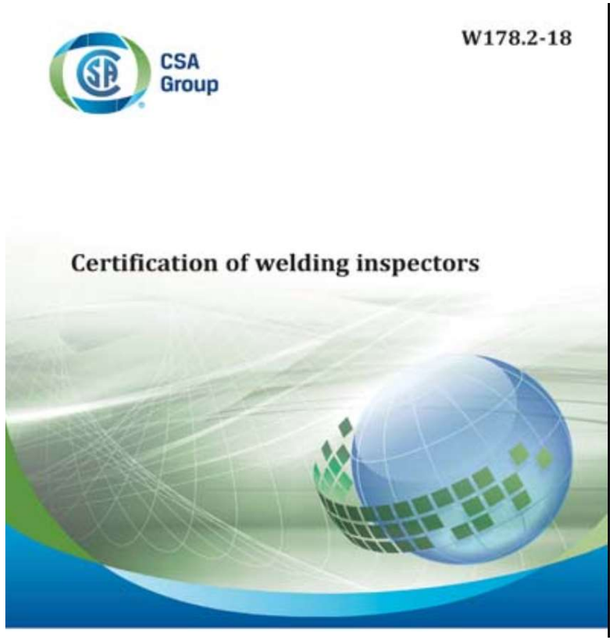
محسن ایران منش
دبیر کمیسیون تخصصی عمران

منابع و مراجع

۱۰
مبحث دهم
مقررات ملّی ساختمان
طرح و اجرای ساختمانهای فولادی
۱۴۰۱

۱۱
مبحث یازدهم
مقررات ملّی ساختمان
طرح و اجرای صنعتی ساختمان ها
۱۴۰۰





cwbcertification

CSA Standard W178.2-2018 "Certification of Welding Inspector"
Overview of Changes in the 2018 Edition

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 9712

Fourth edition
2012-06-15

Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel

Essais non destructifs — Qualification et certification du personnel END

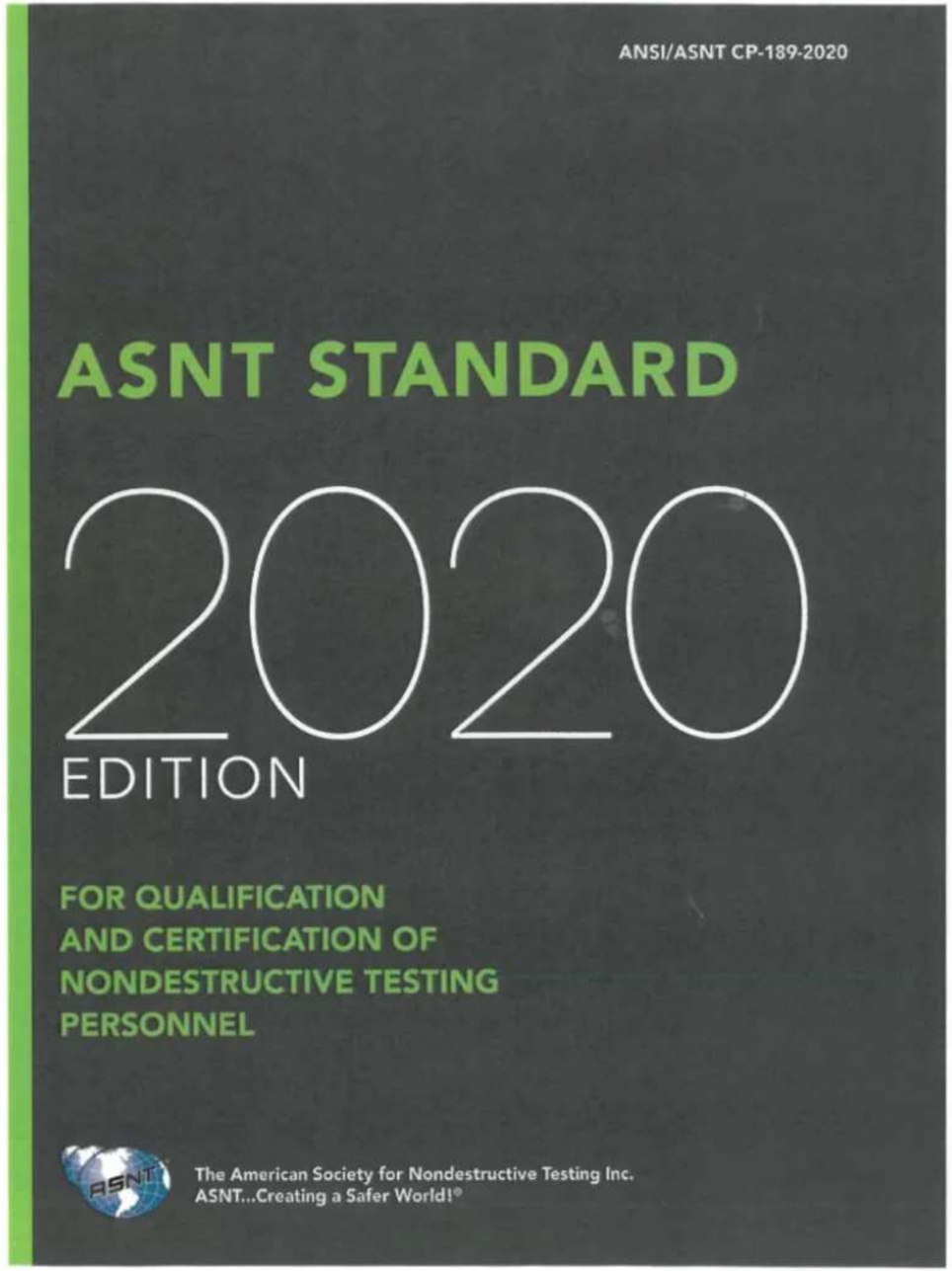
ISIRI/ISO
14731
1st.edition

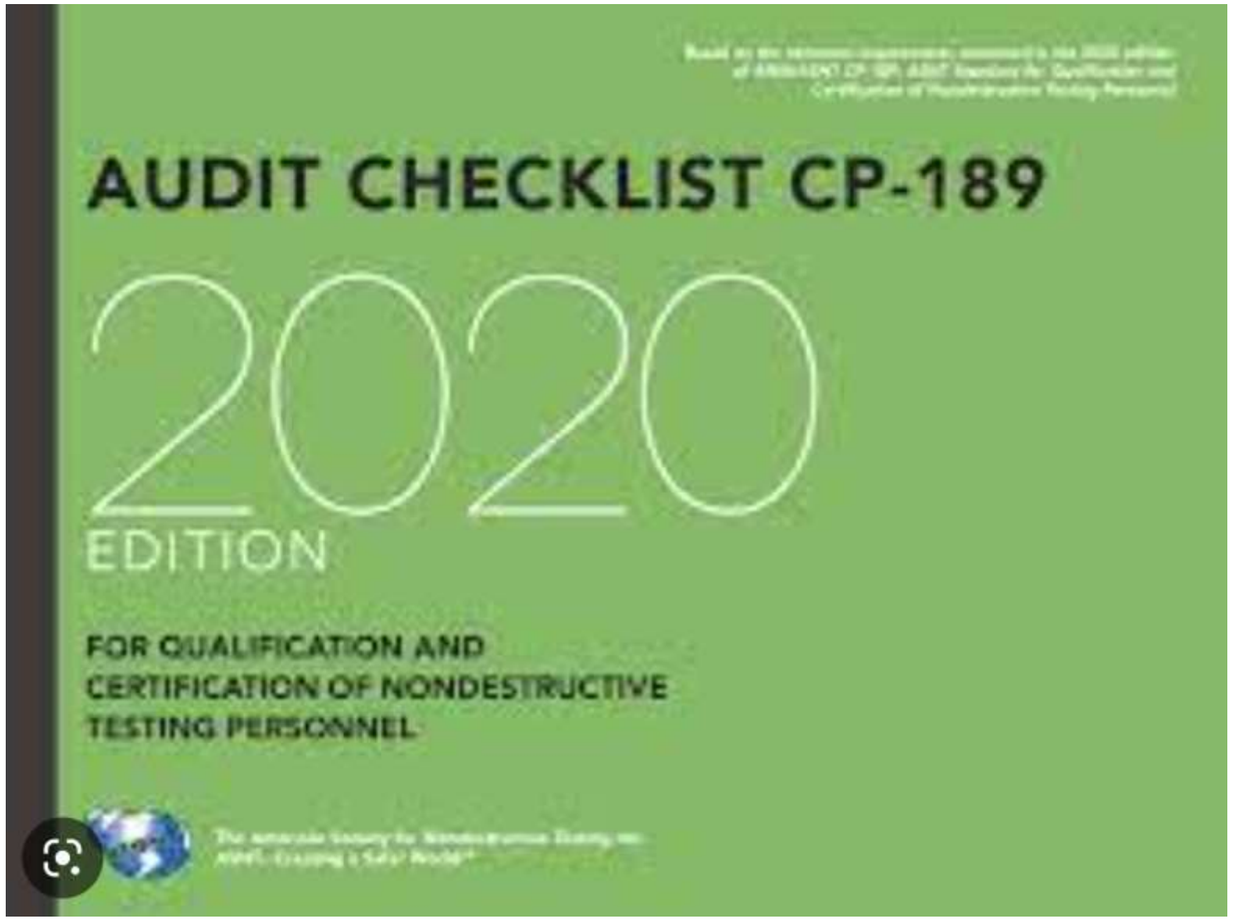
جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

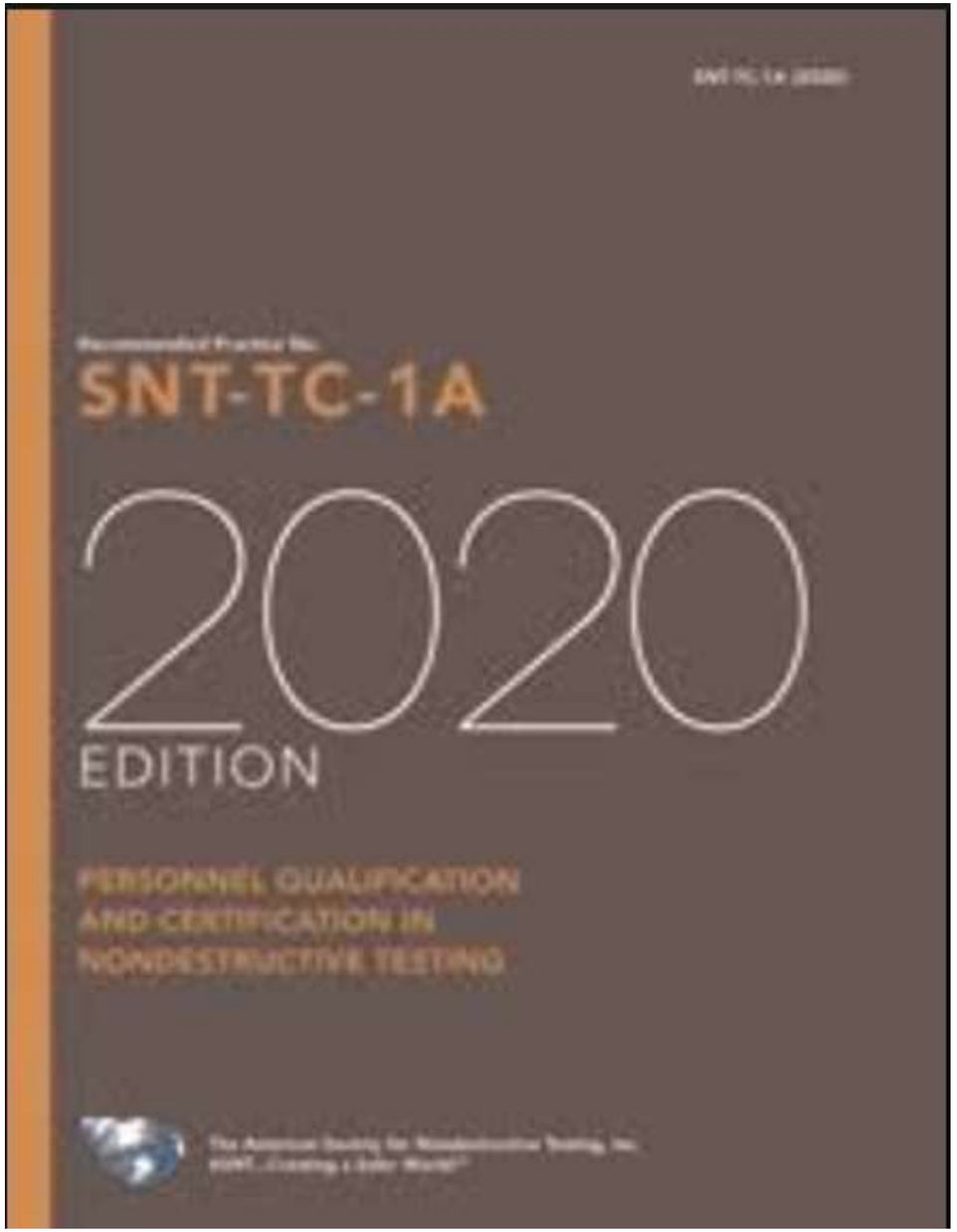
استاندارد ملی ایران- ایزو
۱۴۷۳۱
چاپ اول

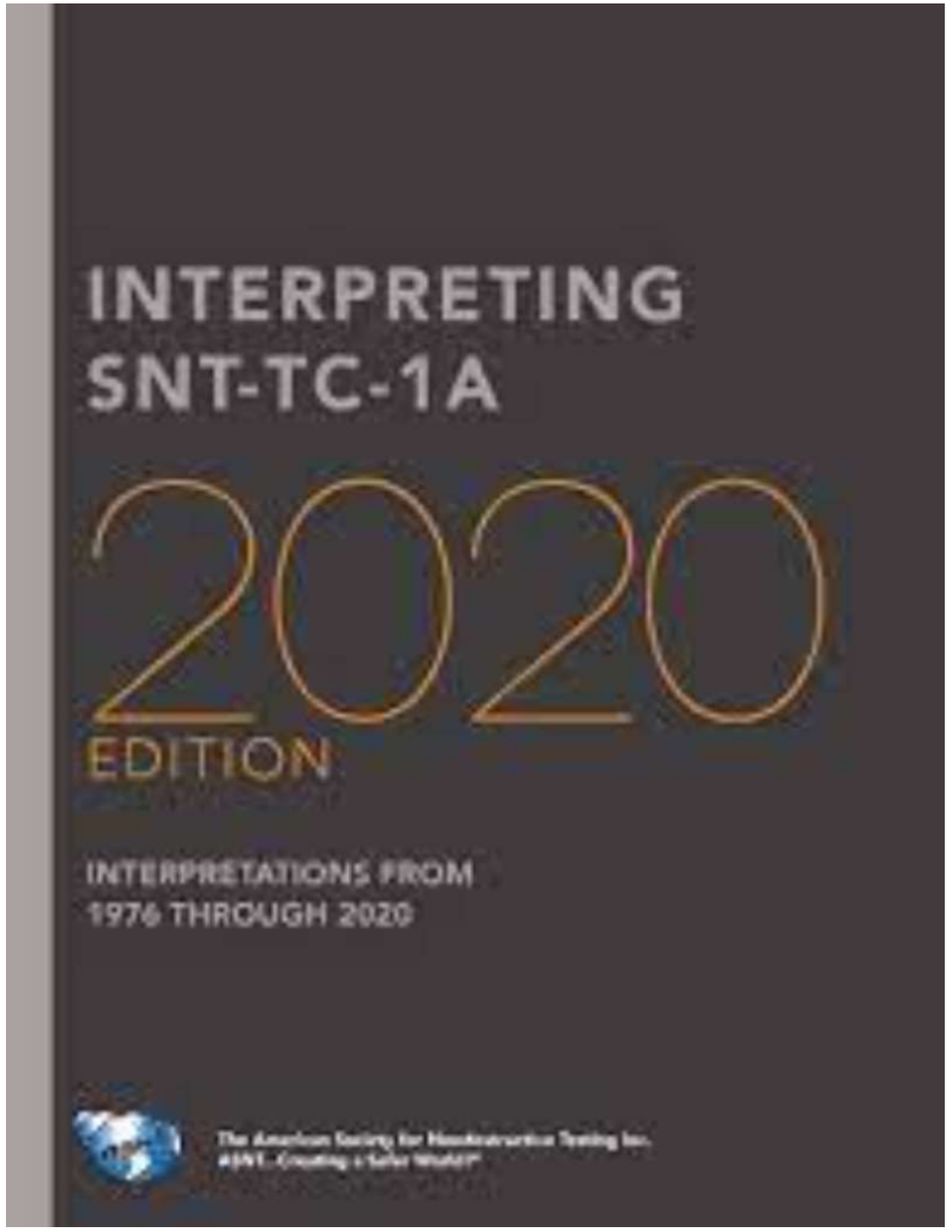
هماهنگی جوشکاری- وظایف و مسئولیتها

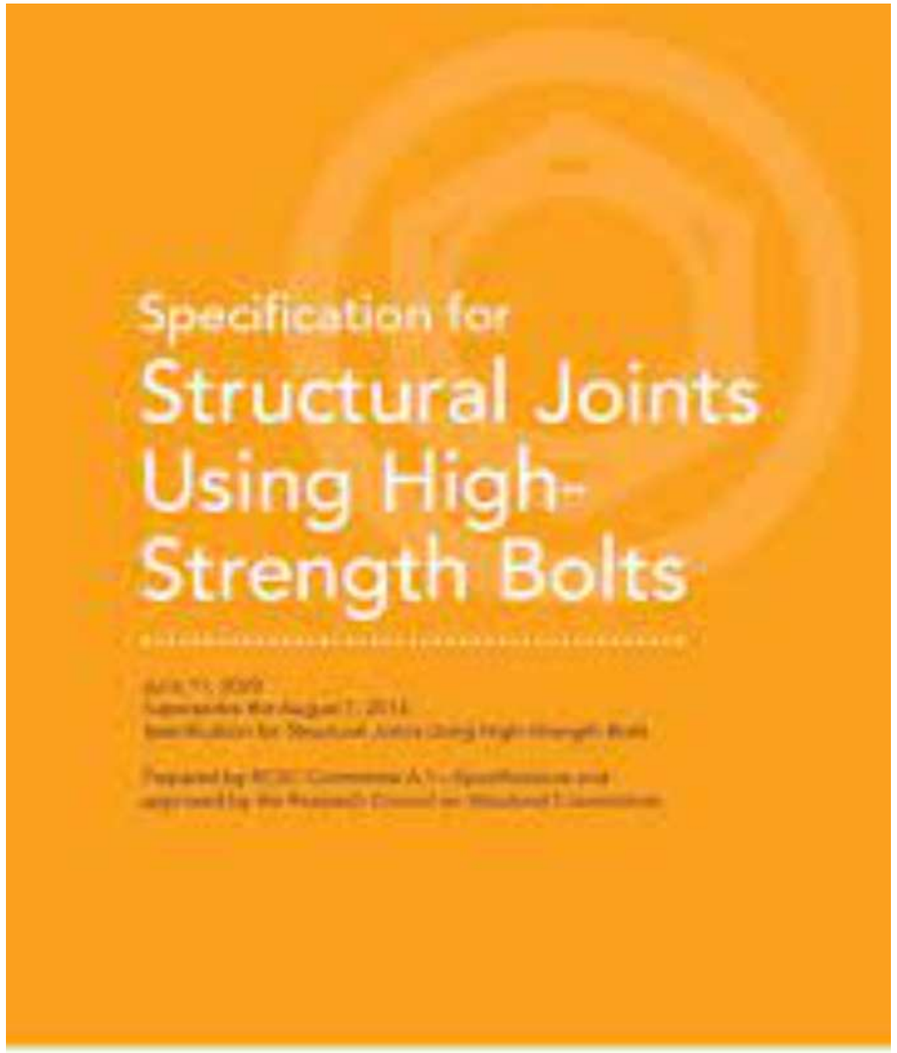
Welding coordination- Tasks and responsibilities


ANSI/ASNT CP-189-2020
ASNT STANDARD
2020
EDITION
FOR QUALIFICATION
AND CERTIFICATION OF
NONDESTRUCTIVE TESTING
PERSONNEL
The American Society for Nondestructive Testing Inc.
ASNT...Creating a Safer World!®


AUDIT CHECKLIST CP-189
2020
EDITION
FOR QUALIFICATION AND
CERTIFICATION OF NONDESTRUCTIVE
TESTING PERSONNEL


SNT-TC-1A
2020
EDITION
PERSONNEL QUALIFICATION
AND CERTIFICATION IN
NONDESTRUCTIVE TESTING


INTERPRETING
SNT-TC-1A
2020
EDITION
INTERPRETATIONS FROM
1976 THROUGH 2020



boltcouncil
RESEARCH COUNCIL ON STRUCTURAL CONNECTIONS
rcsc

ISIRI/ISO
11304
1st.edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

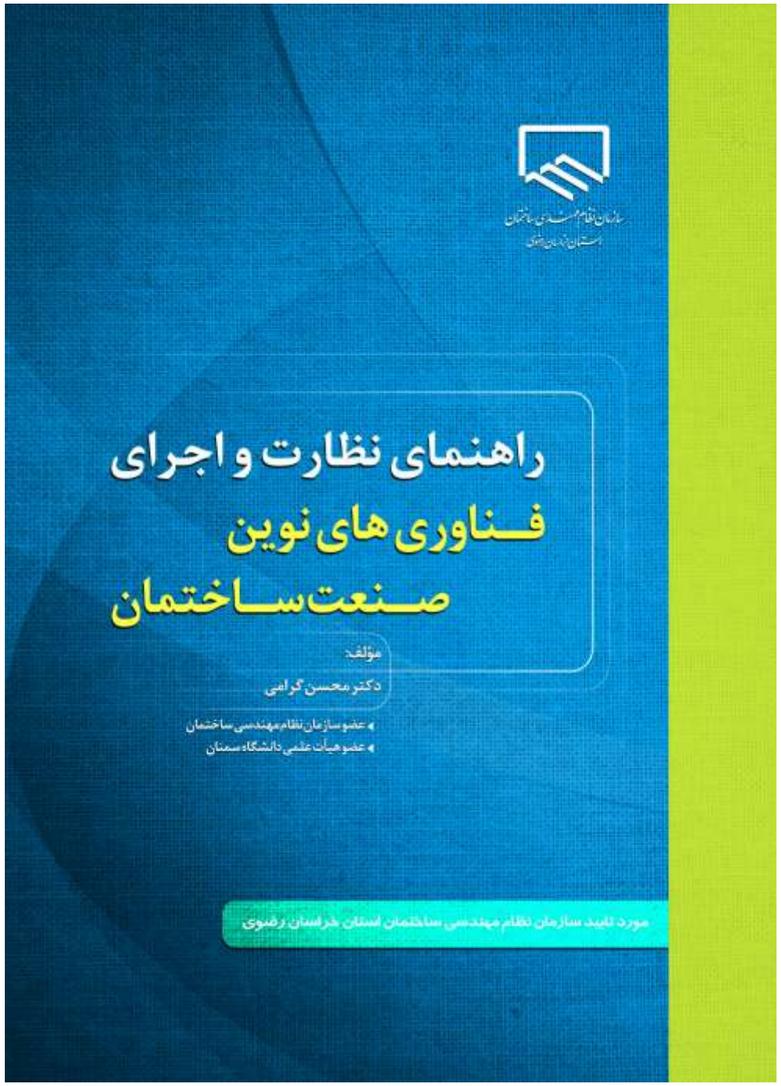
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران- ایزو
۱۱۳۰۴

چاپ اول

هماهنگی جوشکاری- وظایف و مسئولیتها

Welding coordination- Tasks and responsibilities


راهنمای نظارت و اجرای
فناوری های نوین
صنعت ساختمان
مؤلف:
دکتر محسن گرامی
عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان
عضو هیأت علمی دانشگاه سمنان
مورد تایید سازمان نظام مهندسی ساختمان استان خراسان رضوی

KSTI

انجمن صنفی کارفرمایی شرکتهای
بازرسی فنی خراسان رضوی

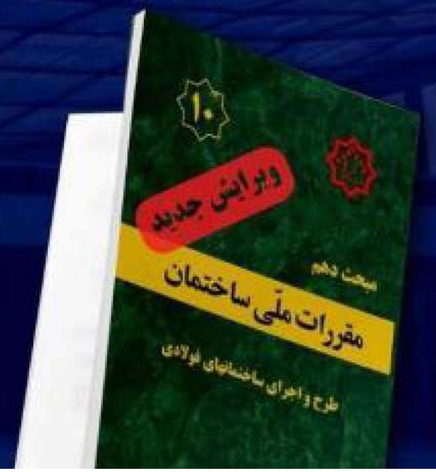
انجمن صنفی کارفرمایی شرکتهای
بازرسی فنی خراسان رضوی برگزار می کند

الزامات ساخت، نصب و کنترل رواداریها
در سازه های فولادی

با نگاهی به مباحث جدید ۱۰ و ۱۱ مقررات ملی ساختمان

مدرس

جناب آقای دکتر گرامی



زمان :

پنجشنبه ۲۹ دیماه ساعت ۱۶ الی ۲۱

و جمعه ۳۰ دیماه ساعت ۹ الی ۱۴

مکان :

سالن همایش های انجمن

هزینه ثبت نام دوره ۸/۰۰۰/۰۰۰ ریال

به شرکت کنندگان در این دوره گواهینامه حضور در دوره اهدا می شود.